

RIO TINTO

## **PROGRAMME DE STABILISATION DES BERGES DU LAC SAINT-JEAN 2018-2027**

**SUIVI DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES AU  
LAC SAINT-JEAN / RECHARGEMENT DE PLAGE EN LAC À  
SAINT-HENRI-DE-TAILLON AU SITE 88.15.01 (2018 À 2020)**

RÉF. WSP : 201-08448-00

DATE : AVRIL 2021







RIO TINTO

**PROGRAMME DE  
STABILISATION DES BERGES  
DU LAC SAINT-JEAN 2018-2027**

**SUIVI DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS  
BENTHIQUES AU LAC SAINT-JEAN /  
RECHARGEMENT DE PLAGE EN LAC À  
SAINT-HENRI-DE-TAILLON AU SITE 88.15.01  
(2018 À 2020)**

RÉF. WSP : 201-08448-00  
DATE : AVRIL 2021

VERSION FINALE

WSP CANADA INC.  
1125, BOUL. SACRÉ-CŒUR, BUREAU 202  
SAINT-FÉLICIEN (QUÉBEC) G8K 1P6

TÉLÉPHONE : +1 418-679-2151  
TÉLÉCOPIEUR : +1 418-679-9245

WSP.COM



---

## SOMMAIRE EXÉCUTIF

À la suite des différentes rencontres de discussions tenues avec le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) et le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) dans le cadre du renouvellement du décret du Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean 2018-2027 (PSBLSJ), Rio Tinto s'est engagée à mettre en œuvre dès 2018, selon le calendrier des travaux, un programme de suivi visant à caractériser les communautés d'invertébrés benthiques. Les objectifs généraux de l'étude sont de :

- caractériser la communauté d'invertébrés benthiques avant et après trois types de travaux de stabilisation des berges au lac Saint-Jean, et ce, dans deux types de milieux, soit à l'embouchure de rivière et en lac;
- documenter l'impact de différents types de travaux de stabilisation des berges au lac Saint-Jean sur l'abondance des invertébrés benthiques.

L'objectif spécifique de cette étude vise à documenter les changements dans les communautés benthiques avant et après les travaux, et ce, à trois profondeurs différentes, soit la zone de marnage supérieure, la zone de marnage inférieure et la zone profonde, dans le but de déterminer si les travaux de rechargement de plage ont un effet sur le benthos. Le suivi ne vise pas à comparer les sites entre eux, mais à utiliser les résultats obtenus pour les sites témoins afin de documenter la variabilité naturelle interannuelle hors de la zone d'influence des travaux. Ainsi, il sera possible de déterminer si d'éventuels changements observés dans les communautés benthiques au site « exposé » sont du même ordre que ceux observés chez les témoins.

Le suivi spécifique doit être réalisé avant les travaux pour un site préalablement choisi (an 0/état de référence) et approuvé par les autorités. Par la suite, le suivi se poursuit chaque année suivant les travaux, et ce, pendant 3 ans (an 1, an 2 et an 3). Le protocole d'échantillonnage a été établi en collaboration avec le MFFP et le MELCC. Une planification de suivi doit être déposée l'été précédant chaque campagne d'inventaire.

Le programme de suivi a débuté en 2018 avec le volet **rechargement de plage en lac** à Saint-Henri-de-Taillon. Pour la poursuite du programme de suivi, une proposition de choix de sites à suivre a été déposée le 30 août 2019 aux MELCC et MFFP pour approbation. Il a été proposé et accepté de débiter le suivi à compter de l'année 2019 pour un deuxième des six volets, soit **le rechargement de plage à l'embouchure de rivière**.

Le présent document constitue le troisième rapport de suivi (an 2) des invertébrés benthiques pour le **rechargement de plage en lac**. Ce rapport utilise une nouvelle approche statistique dans le but de mieux répondre à l'objectif du suivi qui est de déterminer si les travaux de rechargement de plage affectent ou non les communautés d'invertébrés benthiques. Précédemment, les analyses étaient effectuées site par site ce qui limitait l'interprétation des résultats. La nouvelle approche utilise des modèles linéaires mixtes avec mesures répétées dans lesquelles les sites sont évalués dans un ensemble. Ceci permet de comparer les changements observés au site « exposé » où le rechargement a eu lieu à la variabilité naturelle observée aux sites témoins et d'interpréter plus facilement les résultats.

À la suite de l'analyse des différents sites de travaux de rechargement prévus en 2018-2019 par Rio Tinto, le choix s'est arrêté sur une zone d'étude se situant au nord-est du lac Saint-Jean, près de la municipalité de Saint-Henri-de-Taillon soit le site **88.15.01**. Les travaux réalisés à l'automne 2018 ont consisté en un rechargement de sable sur une longueur d'environ 160 m (annexe 3).

Entre 2018 et 2020, des organismes ont été observés dans la majorité des stations à des densités totales jugées faibles variant entre 7 et 2 529 org. m<sup>-2</sup> (moyenne de 192 org. m<sup>-2</sup> en excluant les stations vides et 167 org. m<sup>-2</sup> en les incluant). Toutefois, 24 stations ne présentaient aucun organisme soit 13 % de toutes les stations échantillonnées depuis 2018 situées en majorité dans la zone de marnage supérieure (17 stations) suivi de la zone de marnage inférieure (7 stations). Il n'est pas rare d'observer de faibles densités de macroinvertébrés

benthiques en lac puisque l'oxygénation y est moins bonne et que la vase a plus tendance à s'accumuler. De plus, le lac Saint-Jean est un milieu peu productif (oligotrophe) et les sédiments fins sont peu propices à l'établissement de faune benthique. Des organismes ont été observés dans toutes les stations de la zone profonde depuis 2018. Les densités des invertébrés benthiques (nombre d'organismes par échantillon) se sont avérées plus faibles pour la zone de marnage supérieure comparativement à la zone de marnage inférieure (2<sup>e</sup> rang) et de la zone profonde (1<sup>er</sup> rang). La richesse taxonomique qui présente le nombre de taxons total inventoriés par échantillon est plus faible pour la zone de marnage inférieure comparativement à la zone de marnage supérieure (2<sup>e</sup> rang) et de la zone profonde (1<sup>er</sup> rang). Il est normal que la zone profonde soit plus riche et qu'elle présente des densités plus élevées puisque les conditions y sont plus homogènes tout au long de l'année en comparaison avec les zones moins profondes.

Pour l'ensemble des sites (« exposé » et témoins), une variabilité interannuelle est présente pour plusieurs indicateurs entre les zones et les années. Cette variabilité interannuelle est représentative des variations naturelles présentes dans le système.

Pour l'ensemble des sites de la zone de marnage supérieure, la richesse, la diversité de Shannon et l'indice EPT (Éphéméroptère-Plécoptère-Trichoptère) ont diminué alors que la contribution des taxons dominants a augmenté entre 2018 et 2019. Ceci s'explique par le fait que seulement 4 taxons étaient présents en 2019 et que le système était essentiellement dominé par des insectes diptères qui sont des organismes relativement résistants. Ceci indique que les conditions de vie du lac étaient peu favorables en 2019, et ce, pour tous les sites au niveau de la zone de marnage supérieure. Pour l'ensemble des sites de la zone de marnage supérieure, aucune tendance n'a été observée entre 2018 et 2020. Il est important de noter que l'année 2020 a présenté une très grande variabilité et que la majorité des stations témoins ne présentaient aucun organisme (9/15 stations).

Pour l'ensemble des sites de la zone de marnage inférieure, une augmentation de la diversité de Shannon a été observée entre 2018 et 2019, alors que les abondances totales et les abondances des chironomides ont diminué de 2018 à 2020. Les autres indicateurs n'ont pas montré de tendance globale que ce soit pour 2019 ou 2020 pour la zone de marnage inférieure.

Pour l'ensemble des sites de la zone profonde, la richesse et la diversité de Shannon ont diminué en 2019 alors que l'abondance des chironomides a augmenté entre 2018 et 2020. De manière générale, les fluctuations naturelles des insectes diptères (principalement des chironomides) semblent occuper une place importante dans le système notamment au niveau des zones de marnage supérieure et inférieure où ils dominent les assemblages.

Globalement, la structure et la composition des communautés ont également varié annuellement ce qui signifie que globalement, les abondances et l'identité des taxons ont varié entre les années pour l'ensemble de sites. En somme, ces résultats indiquent que la variabilité interannuelle est un facteur important dans la détermination des taxons présents et dans la répartition de leurs abondances.

Les comparaisons tendances des indicateurs du site « exposé » avec les tendances des sites témoins ont montré peu d'effets significatifs et montrent donc généralement des tendances semblables avant (2018) et après (2019 et 2020) les travaux. Sur onze indicateurs statistiquement testables par zone, seulement deux effets ont été observés depuis le début de l'étude en 2018. Aucun effet n'a été détecté lors de premier suivi après les travaux (2018 comparé à 2019). Ceci indique qu'entre 2018 et 2019, les changements observés entre les années étaient semblables entre le site « exposé » et les sites témoins. Le site « exposé » s'est donc comporté de façon similaire aux sites témoins. Les résultats du deuxième suivi après les travaux (an 2), soit les analyses comparant 2018 et 2019-2020, présentent peu de différences significatives sur les communautés de macroinvertébrés benthiques entre le site « exposé » et les sites témoins avant et après les travaux. Les deux effets observés étaient une diminution constante des abondances totales d'organismes pour la zone de marnage inférieure au site « exposé » contrairement aux sites témoins qui ont montré plus de variabilité et une diminution moins prononcée, tandis que la densité des chironomides a constamment augmenté pour la zone

profonde au site « exposé » contrairement aux sites témoins qui n'ont pas montré une telle tendance. Pour tous les autres indicateurs testés, le site « exposé » et les sites témoins se sont comportés de manière similaire, et ce, pour toutes les strates et pour les ans 1 et 2.

En somme, cette troisième année du suivi des communautés benthiques indique que les abondances des invertébrés benthiques sont faibles et que les changements observés au site « exposé » se situent, pour la grande majorité, dans la variabilité naturelle du système local. Aucune différence n'a été observée directement où ont eu lieu les travaux (zone de marnage supérieure). L'absence presque totale d'organismes en 2020 pour deux des trois sites témoins a empêché de comparer le site « exposé » avec les sites témoins. Effectivement, pour être calculés, certains indicateurs nécessitent au minimum la présence d'un taxon alors que d'autres nécessitent la présence d'au moins deux taxons. De plus, il n'est pas possible de tirer des conclusions valides si les moyennes sont basées sur moins de trois mesures. Ce sont donc 5 des 11 indicateurs qui n'ont pas pu être testés en 2020 et 2 indicateurs en 2019 étant donné les très faibles abondances pour la zone de marnage supérieure (1/11 pour zone de marnage inférieure en 2020). Aussi, il n'est pas possible de déterminer hors de tout doute pour le moment si les deux différences observées entre les témoins et le site « exposé » sont bel et bien dues aux travaux en absence de mesures régulières des autres facteurs façonnant les communautés d'invertébrés p. ex. l'utilisation du milieu par les poissons tout au long de l'année : les indicateurs de la zone de marnage supérieure, zone où ont eu lieu les travaux, sont similaires entre le site « exposé » et les sites témoins; les abondances totales ont diminué constamment dans la zone de marnage inférieure au site « exposé », mais elles se situent toujours dans la gamme des abondances naturelles observées sur les sites témoins; l'abondance des chironomides a constamment augmenté en zone profonde au site « exposé » alors que la tendance était à la baisse sur les sites témoins en 2020, mais les fluctuations de cet unique taxon sont somme toute minimales; tous les autres indicateurs testables ont montré des tendances similaires entre le site « exposé » et les sites témoins pour les trois profondeurs. Il apparaît donc que les travaux de stabilisation ont eu très peu d'effets sur les invertébrés benthiques et que le site « exposé » suit généralement les tendances naturelles. Les variations annuelles des divers facteurs façonnant les communautés d'invertébrés seraient donc plus importantes que les effets potentiels des travaux de rechargement de plage en lac à Saint-Henri-de-Taillon. Le dernier suivi prévu en septembre 2021 pourra apporter une meilleure compréhension de la dynamique des communautés.

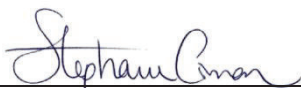




---

# SIGNATURE

## PRÉPARÉ PAR



---

Stéphanie Cimon, biologiste Ph. D.

## RÉVISÉ PAR



---

Luc Bouchard, biologiste M. Sc.  
Chargé de projet

Le présent rapport a été préparé par WSP pour le compte de Rio Tinto conformément à l'entente de services professionnels. La divulgation de tout renseignement faisant partie du présent rapport incombe uniquement au destinataire prévu. Son contenu reflète le meilleur jugement de WSP à la lumière des informations disponibles au moment de la préparation du rapport. Toute utilisation que pourrait en faire une tierce partie ou toute référence ou toutes décisions en découlant sont l'entière responsabilité de ladite tierce partie. WSP n'accepte aucune responsabilité quant aux dommages, s'il en était, que pourrait subir une tierce partie à la suite d'une décision ou d'un geste basé sur le présent rapport. Cet énoncé de limitation fait partie du présent rapport.

L'original du document technologique que nous vous transmettons a été authentifié et sera conservé par WSP pour une période minimale de 10 ans. Étant donné que le fichier transmis n'est plus sous le contrôle de WSP et que son intégrité n'est pas assurée, aucune garantie n'est donnée sur les modifications ultérieures qui peuvent y être apportées.



---

# ÉQUIPE DE RÉALISATION

## RIO TINTO

|                   |                              |
|-------------------|------------------------------|
| Chargée de projet | Caroline Jolette, ingénieure |
| Technicien        | Nicolas Thibeault            |

## WSP CANADA INC.

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| Chargé de projet et rédaction        | Luc Bouchard, biologiste M. Sc.   |
| Coordination du terrain et rédaction | Stéphanie Cimon, biologiste Ph. D.  |
| Travaux de terrain                   | Antoine Therrien, technicien de la faune<br>Carl Gauthier, technicien de la faune<br>Luc Bilodeau, technicien de la faune<br>Laury Parent, technicienne de la faune<br>Charles Otis, technicien de la faune |
| Cartographie                         | Charles Forgues, technicien en cartographie   |
| Relecture et édition                 | Annie Beaudoin, adjointe administrative   |

## GDG ENVIRONNEMENT

|                   |   |
|-------------------|---|
| Chargée de projet | Marie-Laure Escudero, directrice de laboratoire |
|-------------------|---|

## AGAT LABORATOIRES

|                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| Chargée de projet | Christine Jacques |
|-------------------|-------------------|

### ***Référence à citer :***

---

WSP. 2021. *Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean 2018-2027 – Suivi des communautés d'invertébrés benthiques au lac Saint-Jean / rechargement de plage en lac à Saint-Henri-de-Taillon au site 88.15.01 (2018 à 2020)*. Rapport produit pour Rio Tinto. 146 p. et annexes.



# TABLE DES MATIÈRES

|            |  |            |
|------------|--|------------|
| <b>1</b>   | <b>CONTEXTE ET OBJECTIFS .....</b>                                       | <b>1</b>   |
| <b>2</b>   | <b>MÉTHODOLOGIE.....</b>   | <b>3</b>   |
| <b>2.1</b> | <b>Zone d'étude .....</b>  | <b>3</b>   |
| 2.1.1      | Site « exposé ».....   | 3          |
| 2.1.2      | Sites témoins .....  | 4          |
| <b>2.2</b> | <b>Échantillonnage.....</b>  | <b>15</b>  |
| 2.2.1      | Période d'inventaire .....   | 15         |
| 2.2.2      | Méthode d'échantillonnage .....  | 15         |
| <b>2.3</b> | <b>Laboratoire .....</b>   | <b>17</b>  |
| 2.3.1      | Tri .....  | 17         |
| 2.3.2      | Identification .....   | 19         |
| <b>2.4</b> | <b>Analyses statistiques.....</b>  | <b>20</b>  |
| 2.4.1      | Indicateurs d'effets retenus.....  | 20         |
| 2.4.2      | Scénarios d'analyses statistiques .....                                  | 26         |
| <b>3</b>   | <b>RÉSULTATS.....</b>  | <b>31</b>  |
| <b>3.1</b> | <b>Caractéristiques du site « exposé » et des sites<br/>témoins.....</b> | <b>31</b>  |
| <b>3.2</b> | <b>Zone de marnage supérieure .....</b>                                  | <b>37</b>  |
| 3.2.1      | Composition descriptive des communautés .....                            | 37         |
| 3.2.2      | Indicateurs des communautés.....   | 40         |
| <b>3.3</b> | <b>Zone de marnage inférieure .....</b>                                  | <b>71</b>  |
| 3.3.1      | Composition descriptive des communautés .....                            | 71         |
| 3.3.2      | Indicateurs des communautés.....   | 74         |
| <b>3.4</b> | <b>Zone profonde .....</b>   | <b>104</b> |
| 3.4.1      | Composition descriptive des communautés .....                            | 104        |
| 3.4.2      | Indicateurs des communautés.....   | 107        |
| <b>3.5</b> | <b>Synthèse des résultats .....</b>                                      | <b>139</b> |
| <b>4</b>   | <b>CONCLUSION .....</b>  | <b>143</b> |
|            | <b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>                                 | <b>145</b> |

## TABLEAUX

---

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| TABLEAU 1.  | CLASSE GRANULOMÉTRIQUE SELON L'ÉCHELLE DE WENTWORTH .....  | 16 |
| TABLEAU 2.  | RÉSULTATS DU CONTRÔLE DE QUALITÉ SUR LE TRI DES ORGANISMES BENTHIQUES RÉCOLTÉS AU LAC SAINT-JEAN DE 2018 À 2020 À SAINT-HENRI-DE-TAILLON.....      | 18 |
| TABLEAU 3.  | RÉSULTATS DU CONTRÔLE DE QUALITÉ DU FRACTIONNEMENT DES ÉCHANTILLONS LORS DU TRI DES ORGANISMES BENTHIQUES EN 2019 ET 2020 .....                    | 19 |
| TABLEAU 4.  | CARACTÉRISTIQUES DES SITES ET DES STRATES D'ÉCHANTILLONNAGE DU BENTHOS EN 2018 ET 2020.....  | 33 |
| TABLEAU 5.  | DENSITÉ D'ORGANISMES PAR STATION POUR CHACUN DES SITES ÉCHANTILLONNÉS DANS LA ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE EN 2018 .....                             | 45 |
| TABLEAU 6.  | DENSITÉ D'ORGANISMES PAR STATION POUR CHACUN DES SITES ÉCHANTILLONNÉS DANS LA ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE EN 2019 .....                             | 47 |
| TABLEAU 7.  | DENSITÉ D'ORGANISMES PAR STATION POUR CHACUN DES SITES ÉCHANTILLONNÉS DANS LA ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE EN 2020 .....                             | 49 |
| TABLEAU 8.  | INDICES DE DIVERSITÉ DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES POUR LA ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE EN 2018 .....                                     | 51 |
| TABLEAU 9.  | INDICES DE DIVERSITÉ DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES POUR LA ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE EN 2019 .....                                     | 53 |
| TABLEAU 10. | INDICES DE DIVERSITÉ DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES POUR LA ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE EN 2020 .....                                     | 55 |
| TABLEAU 11. | STATISTIQUES DESCRIPTIVES DES INDICES DE DIVERSITÉ DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES POUR LA ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE DE 2018 À 2020..... | 57 |
| TABLEAU 12. | DÉTAIL DES TAXONS COMMUNS ET UNIQUES À CHAQUE SITE POUR LE CALCUL DES PERTES DES COMMUNAUTÉS POUR LA ZONE DE                                       |    |

|             |  |    |
|-------------|--|----|
|             | MARNAGE SUPÉRIEURE ENTRE 2018 ET 2020 .....  | 63 |
| TABLEAU 13. | RÉSUMÉ DES ANALYSES STATISTIQUES UNIVARIÉES (MODÈLES LINÉAIRES MIXTES, PER-ANOVA À MESURES RÉPÉTÉES AVEC CONTRASTES) DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES POUR LA ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE DE 2018 À 2020..... | 64 |
| TABLEAU 14. | RÉSUMÉ DES ANALYSES STATISTIQUES MULTIVARIÉES (PERMANOVA) DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES POUR LA ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE DE 2018 À 2020.....  | 66 |
| TABLEAU 15. | RÉSUMÉ DES CONTRIBUTIONS DES TAXONS AUX DISSIMILARITÉS ENTRE LES ANNÉES POUR CHACUN DES SITES POUR LA ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE ENTRE 2018 ET 2019, ET ENTRE 2018 ET 2020 .....                                     | 69 |
| TABLEAU 16. | DENSITÉ D'ORGANISMES PAR STATION POUR CHACUN DES SITES ÉCHANTILLONNÉS DANS LA ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE EN 2018.....  | 79 |
| TABLEAU 17. | DENSITÉ D'ORGANISMES PAR STATION POUR CHACUN DES SITES ÉCHANTILLONNÉS DANS LA ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE EN 2019.....  | 81 |
| TABLEAU 18. | DENSITÉ D'ORGANISMES PAR STATION POUR CHACUN DES SITES ÉCHANTILLONNÉS DANS LA ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE EN 2020.....  | 83 |
| TABLEAU 19. | INDICES DE DIVERSITÉ DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES POUR LA ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE EN 2018.....  | 85 |
| TABLEAU 20. | INDICES DE DIVERSITÉ DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES POUR LA ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE EN 2019.....  | 87 |
| TABLEAU 21. | INDICES DE DIVERSITÉ DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES POUR LA ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE EN 2020.....  | 89 |
| TABLEAU 22. | STATISTIQUES DESCRIPTIVES DES INDICES DE DIVERSITÉ DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES POUR LA ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE DE 2018 À 2020 .....  | 91 |

|             |   |     |
|-------------|---|-----|
| TABLEAU 23. | DÉTAIL DES TAXONS COMMUNS ET UNIQUES À CHAQUE SITE POUR LE CALCUL DES PERTES DES COMMUNAUTÉS POUR LA ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE ENTRE 2018 ET 2020 .....  | 97  |
| TABLEAU 24. | RÉSUMÉ DES ANALYSES STATISTIQUES UNIVARIÉES (MODÈLES LINÉAIRES MIXTES, PER-ANOVA À MESURES RÉPÉTÉES AVEC CONTRASTES) DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES POUR LA ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE DE 2018 À 2020 ..... | 98  |
| TABLEAU 25. | RÉSUMÉ DES ANALYSES STATISTIQUES MULTIVARIÉES (PERMANOVA) DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES POUR LA ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE DE 2018 À 2020 .....  | 100 |
| TABLEAU 26. | RÉSUMÉ DES CONTRIBUTIONS DES TAXONS AUX DISSIMILARITÉS ENTRE LES ANNÉES POUR CHACUN DES SITES POUR LA ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE ENTRE 2018 ET 2019, ET ENTRE 2018 ET 2020 .....                                      | 103 |
| TABLEAU 27. | DENSITÉ D'ORGANISMES PAR STATION POUR CHACUN DES SITES ÉCHANTILLONNÉS DANS LA ZONE DE PROFONDE EN 2018 .....  | 113 |
| TABLEAU 28. | DENSITÉ D'ORGANISMES PAR STATION POUR CHACUN DES SITES ÉCHANTILLONNÉS DANS LA ZONE DE PROFONDE EN 2019 .....  | 115 |
| TABLEAU 29. | DENSITÉ D'ORGANISMES PAR STATION POUR CHACUN DES SITES ÉCHANTILLONNÉS DANS LA ZONE DE PROFONDE EN 2020 .....  | 117 |
| TABLEAU 30. | INDICES DE DIVERSITÉ DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES POUR LA ZONE DE PROFONDE EN 2018 .....  | 119 |
| TABLEAU 31. | INDICES DE DIVERSITÉ DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES POUR LA ZONE DE PROFONDE EN 2019 .....  | 121 |
| TABLEAU 32. | INDICES DE DIVERSITÉ DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES POUR LA ZONE DE PROFONDE EN 2020 .....  | 123 |
| TABLEAU 33. | STATISTIQUES DESCRIPTIVES DES INDICES DE DIVERSITÉ DES  |     |



|             |   |     |
|-------------|---|-----|
|             | COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES POUR LA ZONE DE PROFONDE DE 2018 À 2020.....   | 125 |
| TABLEAU 34. | DÉTAIL DES TAXONS COMMUNS ET UNIQUES À CHAQUE SITE POUR LE CALCUL DES PERTES DES COMMUNAUTÉS POUR LA ZONE PROFONDE ENTRE 2018 ET 2020 .....   | 131 |
| TABLEAU 35. | RÉSUMÉ DES ANALYSES STATISTIQUES UNIVARIÉES (MODÈLES LINÉAIRES MIXTES, PER-ANOVA À MESURES RÉPÉTÉES AVEC CONTRASTES) DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES POUR LA ZONE PROFONDE DE 2018 À 2020..... | 132 |
| TABLEAU 36. | RÉSUMÉ DES ANALYSES STATISTIQUES MULTIVARIÉES (PERMANOVA) DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES POUR LA ZONE DE PROFONDE DE 2018 À 2020.....   | 134 |
| TABLEAU 37. | RÉSUMÉ DES CONTRIBUTIONS DES TAXONS AUX DISSIMILARITÉS ENTRE LES ANNÉES POUR CHACUN DES SITES POUR LA ZONE DE PROFONDE ENTRE 2018 ET 2019, ET ENTRE 2018 ET 2020.....                                   | 137 |

## FIGURES

---

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| FIGURE 1. | GESTION DES NIVEAUX D'EAU DU LAC SAINT-JEAN DANS LE CADRE DU PSBLSJ 2018-2027 .....   | 15 |
| FIGURE 2. | FIGURE REPRÉSENTANT DES CADRAGES NON MÉTRIQUES MULTIDIMENSIONNELS (NMDS) DONT LES GROUPES NE PRÉSENTENT AUCUNE DIFFÉRENCE (A), LES GROUPES OCCUPENT UN EMPLACEMENT DIFFÉRENT DANS L'ESPACE, MAIS ONT LE MÊME DEGRÉ DE DISPERSION (B), LES GROUPES ONT UNE DISPERSION DANS L'ESPACE DIFFÉRENTE, MAIS OCCUPENT LE MÊME EMPLACEMENT (C) ET LES GROUPES ONT À LA FOIS UNE DIFFÉRENCE DANS LEUR DISPERSION ET DANS LEUR EMPLACEMENT (D). FIGURE TIRÉE DE ANDERSON <i>ET AL.</i> (2008) ..... | 27 |
| FIGURE 3. | ABONDANCE RELATIVE DES DIFFÉRENTS EMBRANCHEMENTS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES   |    |

|            |   |    |
|------------|---|----|
|            | IDENTIFIÉS DANS LA ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE ENTRE 2018 ET 2020 .....  | 38 |
| FIGURE 4.  | ABONDANCE RELATIVE DES DIFFÉRENTES FAMILLES DE L'EMBRANCHEMENT <i>MOLLUSCA</i> POUR LES INVERTÉBRÉS BENTHIQUES IDENTIFIÉS DANS LA ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE ENTRE 2018 ET 2020 .....   | 39 |
| FIGURE 5.  | ABONDANCE RELATIVE DES DIFFÉRENTS ORDRES DE L'EMBRANCHEMENT <i>ARTHROPODA</i> POUR LES INVERTÉBRÉS BENTHIQUES IDENTIFIÉS DANS LA ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE ENTRE 2018 ET 2020 .....  | 39 |
| FIGURE 6.  | MOYENNES ± ÉCART-TYPES DE (A) L'ABONDANCE TOTALE (NB D'ORGANISMES M <sup>2</sup> ), (B) L'ABONDANCE DES CHIRONOMIDES (INDICE C, NB D'ORGANISMES M <sup>2</sup> ), (C) L'ABONDANCE DES ÉPHÉMÉROPTÈRE-TRICHOPTÈRE-PLÉCOPTÈRE (INDICE EPT; NB D'ORGANISMES M <sup>2</sup> ) ET (D) LE RATIO DES ABONDANCES DE EPT (EN C) SUR L'ABONDANCE DES CHIRONOMIDES (EN B) POUR LA ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE..... | 61 |
| FIGURE 7.  | MOYENNES ± ÉCART-TYPES DE (A) LA RICHESSE TAXONOMIQUE, (B) LA DIVERSITÉ DE SHANNON ( <i>H'</i> ), (C) L'ÉQUITABILITÉ DE SHANNON ( <i>J'</i> ) ET (D) LA CONTRIBUTION DES DOMINANTS (% D'ORGANISMES) POUR LA ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE .....  | 62 |
| FIGURE 8.  | INDICE DE PERTES DES COMMUNAUTÉS POUR LA ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE.....  | 63 |
| FIGURE 9.  | CADRAGES NON MÉTRIQUES MULTIDIMENSIONNELS MONTRANT LES TRAJECTOIRES TEMPORELLES, LA STRUCTURE (GAUCHE) ET DE LA COMPOSITION (DROITE) DES CENTROÏDES DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES DE LA ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE .....   | 67 |
| FIGURE 10. | COURBES DE DOMINANCE BASÉES SUR LES MOYENNES DES ABONDANCES POUR LA ZONE DE MARNAGE   |    |

|            |  |
|------------|--|
|            | SUPÉRIEURE (STATIONS VIDES ONT ÉTÉ EXCLUES) ..... 68   |
| FIGURE 11. | ABONDANCE RELATIVE DES DIFFÉRENTS EMBRANCHEMENTS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES IDENTIFIÉS DANS LA ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE ENTRE 2018 ET 2020 ..... 72  |
| FIGURE 12. | ABONDANCE RELATIVE DES DIFFÉRENTES FAMILLES DE L'EMBRANCHEMENT <i>MOLLUSCA</i> POUR LES INVERTÉBRÉS BENTHIQUES IDENTIFIÉS DANS LA ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE ENTRE 2018 ET 2020 ..... 73   |
| FIGURE 13. | ABONDANCE RELATIVE DES DIFFÉRENTS ORDRES DE L'EMBRANCHEMENT <i>ARTHROPODA</i> POUR LES INVERTÉBRÉS BENTHIQUES IDENTIFIÉS DANS LA ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE ENTRE 2018 ET 2020 ..... 73  |
| FIGURE 14. | MOYENNES $\pm$ ÉCART-TYPES DE (A) L'ABONDANCE TOTALE (NB D'ORGANISMES M <sup>2</sup> ), (B) L'ABONDANCE DES CHIRONOMIDES, (INDICE C, NB D'ORGANISMES M <sup>2</sup> ), (C) L'ABONDANCE DES ÉPHÉMÉROPTÈRE-TRICHOPTÈRE-PLÉCOPTÈRE (INDICE EPT; NB D'ORGANISMES M <sup>2</sup> ) ET (D) LE RATIO DES ABONDANCES DE EPT (EN C) SUR L'ABONDANCE DES CHIRONOMIDES (EN B) POUR LA ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE ..... 95 |
| FIGURE 15. | MOYENNES $\pm$ ÉCART-TYPES DE (A) LA RICHESSE TAXONOMIQUE, (B) LA DIVERSITÉ DE SHANNON ( <i>H'</i> ), (C) L'ÉQUITABILITÉ DE SHANNON ( <i>J'</i> ) ET (D) LA CONTRIBUTION DES DOMINANTS (% D'ORGANISMES) POUR LA ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE ..... 96  |
| FIGURE 16. | INDICE DE PERTES DES COMMUNAUTÉS POUR LA ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE ..... 97   |
| FIGURE 17. | CADRAGES NON MÉTRIQUES MULTIDIMENSIONNELS MONTRANT LES TRAJECTOIRES TEMPORELLES, LA STRUCTURE (GAUCHE) ET DE LA COMPOSITION (DROITE) DES CENTROÏDES DES COMMUNAUTÉS  |

|            |   |     |
|------------|---|-----|
|            | D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES DE LA ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE.....  | 101 |
| FIGURE 18. | COURBES DE DOMINANCE BASÉES SUR LES MOYENNES DES ABONDANCES POUR LA ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE (STATIONS VIDES ONT ÉTÉ EXCLUES).....  | 102 |
| FIGURE 19. | ABONDANCE RELATIVE DES DIFFÉRENTS EMBRANCHEMENTS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES IDENTIFIÉS DANS LA ZONE PROFONDE ENTRE 2018 ET 2020 .....   | 106 |
| FIGURE 20. | ABONDANCE RELATIVE DES DIFFÉRENTES FAMILLES DE L'EMBRANCHEMENT <i>MOLLUSCA</i> POUR LES INVERTÉBRÉS BENTHIQUES IDENTIFIÉS DANS LA ZONE PROFONDE ENTRE 2018 ET 2020 .....  | 106 |
| FIGURE 21. | ABONDANCE RELATIVE DES DIFFÉRENTS ORDRES DE L'EMBRANCHEMENT <i>ARTHROPODA</i> POUR LES INVERTÉBRÉS BENTHIQUES IDENTIFIÉS DANS LA ZONE PROFONDE ENTRE 2018 ET 2020 .....   | 107 |
| FIGURE 22. | MOYENNES $\pm$ ÉCART-TYPES DE (A) L'ABONDANCE TOTALE (NB D'ORGANISMES M <sup>2</sup> ), (B) L'ABONDANCE DES CHIRONOMIDES, (C) (NB D'ORGANISMES M <sup>2</sup> ), (INDICE C) L'ABONDANCE DES ÉPHÉMÉROPTÈRE-TRICHOPTÈRE-PLÉCOPTÈRE (INDICE EPT; NB D'ORGANISMES M <sup>2</sup> ) ET (D) LE RATIO DES ABONDANCES DE EPT (EN C) SUR L'ABONDANCE DES CHIRONOMIDES (EN B) POUR LA ZONE PROFONDE ..... | 129 |
| FIGURE 23. | MOYENNES $\pm$ ÉCART-TYPES DE (A) LA RICHESSE TAXONOMIQUE, (B) LA DIVERSITÉ DE SHANNON ( <i>H'</i> ), (C) L'ÉQUITABILITÉ DE SHANNON ( <i>J'</i> ) ET (D) LA CONTRIBUTION DES DOMINANTS (% D'ORGANISMES) POUR LA ZONE PROFONDE.....  | 130 |
| FIGURE 24. | INDICE DE PERTES DES COMMUNAUTÉS POUR LA ZONE PROFONDE.....   | 131 |
| FIGURE 25. | CADRAGES NON MÉTRIQUES MULTIDIMENSIONNELS MONTRANT LES TRAJECTOIRES TEMPORELLES, LA STRUCTURE (GAUCHE) ET DE LA COMPOSITION (DROITE) DES CENTROÏDES DES COMMUNAUTÉS   |     |

|            |  |     |
|------------|--|-----|
|            | D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES DE LA ZONE DE PROFONDE .....  | 135 |
| FIGURE 26. | COURBES DE DOMINANCE BASÉES SUR LES MOYENNES DES ABONDANCES POUR LA ZONE PROFONDE (STATIONS VIDES ONT ÉTÉ EXCLUES) ..... | 136 |

### CARTE

---

|          |   |    |
|----------|---|----|
| CARTE 1. | LOCALISATION DES SITES D'INVENTAIRES 2018 À 2020 ET SYNTHÈSE DES RÉSULTATS..... | 5  |
| CARTE 2. | SITE « EXPOSÉ » ERPL – 2018 À 2020 88.15.01 .....                               | 7  |
| CARTE 3. | SITE TÉMOIN TRPL1 – 2018 À 2020 .....   | 9  |
| CARTE 4. | SITE TÉMOIN TRPL2 – 2018 À 2020 .....   | 11 |
| CARTE 5. | SITE TÉMOIN TRPL3 – 2018 À 2020 .....   | 13 |

### ANNEXES

---

|   |  |
|---|--|
| 1 | PROTOCOLE 2018-2019 POUR LE SUIVI DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES AU LAC SAINT-JEAN |
| 2 | CHOIX DES SITES POUR LE SUIVI EN 2018  |
| 3 | PLAN DES TRAVAUX DE RECHARGEMENT DE PLAGE EN LAC AU SITE 88.15.01 (HIVER 2019)               |
| 4 | IDENTIFICATION DU BENTHOS, RAPPORTS DES EXPERTS  |
| 5 | LISTES DES TAXONS OBSERVÉS ENTRE 2018 ET 2020  |
| 6 | SORTIES STATISTIQUES DU LOGICIEL PRIMER ET PERMANOVA   |
| 7 | GRANULOMÉTRIE ET CARBONE ORGANIQUE TOTAL, CERTIFICATS D'ANALYSES                             |
| 8 | SORTIES STATISTIQUES DU LOGICIEL SYSTAT  |



# 1 CONTEXTE ET OBJECTIFS

À la suite des différentes rencontres de discussions tenues avec le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) et le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) dans le cadre du renouvellement du décret du Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean 2018-2027 (PSBLSJ), Rio Tinto s'est engagée (lettre d'engagement du 13 novembre 2017) à mettre en œuvre dès 2018, selon le calendrier des travaux, un programme de suivi visant à caractériser les communautés d'invertébrés benthiques.

Les objectifs généraux de l'étude sont de :

- Caractériser la communauté d'invertébrés benthiques avant et après trois types de travaux de stabilisation des berges au lac Saint-Jean, et ce, dans deux types de milieux, soit à l'embouchure de rivière et en lac;
- Documenter l'impact de différents types de travaux de stabilisation des berges au lac Saint-Jean sur l'abondance des invertébrés benthiques.

L'objectif spécifique de cette étude vise à documenter les changements dans les communautés benthiques avant et après les travaux, et ce à trois profondeurs différentes, soit la zone de marnage supérieure, la zone de marnage inférieure et la zone profonde. Le suivi ne vise pas à comparer les sites entre eux, mais à utiliser les résultats obtenus pour les sites témoins afin de documenter la variabilité naturelle interannuelle hors de la zone d'influence des travaux. Ainsi il sera possible de déterminer si d'éventuels changements observés dans les communautés benthiques au site « exposé » sont du même ordre que ceux observés chez les témoins.

Le programme de suivi général couvre trois types d'ouvrages répartis dans deux types de milieux différents. Les types de travaux visés par le suivi se répartissent ainsi sur six volets spécifiques, soit :

- le rechargement de plage à l'embouchure de rivière (suivi débuté en 2019);
- le rechargement de plage en lac (suivi débuté en 2018);
- la nouvelle structure (ex. épi ou brise-lames) à l'embouchure de rivière;
- la nouvelle structure (ex. épi ou brise-lames) en lac;
- le nouvel empierrement (ex. nouveau perré) à l'embouchure de rivière;
- le nouvel empierrement (ex. nouveau perré) en lac.

Il est prévu qu'un suivi des invertébrés benthiques soit réalisé pour chaque type d'ouvrage, pour un total de six suivis spécifiques. Le suivi spécifique doit être réalisé avant les travaux pour un site préalablement choisi (an 0/état de référence) et approuvé par les autorités. Par la suite, le suivi se poursuit chaque année suivant les travaux, et ce, pendant 3 ans (an 1, an 2 et an 3).

Le protocole d'échantillonnage a été établi en collaboration avec le MFFP et le MELCC (annexe 1). Une planification de suivi doit être déposée l'été précédant chaque campagne d'inventaire.

Le programme de suivi a débuté en 2018 avec le volet **rechargement de plage en lac** à Saint-Henri-de-Taillon. Pour la poursuite du programme de suivi, une proposition de choix de sites à suivre a été déposée le 30 août 2019 au MELCC et au MFFP pour approbation (annexe 2). Il a été proposé et accepté de débiter le suivi à compter de l'année 2019 pour un deuxième des six volets, soit **le rechargement de plage à l'embouchure de rivière**.

Le présent document constitue le troisième rapport de suivi (an 2) des invertébrés benthiques pour le **rechargement de plage en lac**. On y retrouve une description de la méthodologie d'échantillonnage ainsi qu'une présentation des résultats obtenus. Une conclusion complète le document. Ce rapport utilise une nouvelle approche statistique dans le but de mieux répondre à l'objectif du suivi qui est de déterminer si les travaux de rechargement de plage affectent ou non les communautés d'invertébrés benthiques. Précédemment, les analyses étaient effectuées site par site ce qui limitait l'interprétation des résultats. La nouvelle approche utilise des modèles linéaires mixtes avec mesures répétées dans lesquelles les sites sont évalués dans un ensemble. Ceci permet de comparer les changements observés au site « exposé » où le rechargement a eu lieu à la variabilité naturelle observée aux sites témoins et d'interpréter plus facilement les résultats.



## 2 MÉTHODOLOGIE

### 2.1 ZONE D'ÉTUDE

La zone d'étude a été définie en 2018 en fonction du site « exposé »<sup>1</sup> et de ses sites témoins associés. Le site « exposé » se définit comme un site où des travaux seront réalisés dans le cadre du PSBLSJ. Dans le cadre de la présente étude, des travaux de rechargement de plage en rivière étaient visés. Le choix du site « exposé » a été effectué en se basant sur plusieurs critères environnementaux et géomorphologiques, soit :

- la composition granulométrique actuelle et future similaire au milieu naturel (sable);
- les travaux réalisés en rive du lac Saint-Jean;
- la possibilité de retrouver un site témoin similaire à proximité;
- la distance linéaire prévue pour le rechargement qui est suffisante pour réaliser cinq stations d'échantillonnage (minimalement 100 m);
- l'absence de cours d'eau permanent dans un rayon de 500 m;
- l'absence de structures connexes (épis, perrés, brise-lames) dans un rayon de 1 km.

Les matériaux utilisés pour le rechargement de plage se limitent à deux catégories granulométriques. Le sable, d'une dimension variant entre 0,50 et 4,75 mm, est utilisé à des taux de rechargement qui varient en fonction des besoins évalués chaque année. Le gravillon, d'une dimension variant entre 1,50 et 8,00 mm en moyenne (avec un maximum de 19,00 mm), est lui aussi placé à des taux variant selon les besoins ponctuels à chaque secteur. Les rechargements en gravillon sont complétés par une couche de sable de 300 mm étendue sur une largeur de 8 m le long de la berge.

À la suite de l'analyse des différents sites de travaux de rechargement prévus en 2018-2019 par Rio Tinto, le choix s'est arrêté sur une zone d'étude se situant au nord-est du lac Saint-Jean, près de la municipalité de Saint-Henri-de-Taillon (carte 1). Ce secteur présente l'avantage d'offrir des sites où des travaux de stabilisation ont été effectués à l'automne 2018 au **site 88.15.01**, ainsi que certains sites qui n'ont jamais fait l'objet d'intervention au cours des 30 dernières années.

#### 2.1.1 SITE « EXPOSÉ »

Le site 88.15.01 est localisé dans la municipalité de Saint-Henri-de-Taillon au nord-est du lac Saint-Jean, près de Chemin sur le Lac, un secteur de villégiature développé presque exclusivement en rive (carte 1). À l'exception des habitations directement situées sur les rives, l'intérieur des terres est majoritairement de type forestier. Les rives sont peu végétalisées et dominées par une plage de sable. Le site est rechargé de manière récurrente avec du sable depuis 1988. Le dernier rechargement a eu lieu en 2015. La dérive littorale s'effectue principalement envers le nord dans ce secteur. L'embouchure de la rivière Taillon est située à environ 1 km au nord du site. La pente du littoral est faible et l'on ne retrouve pas de végétation aquatique. Le substrat attendu dans ce secteur est le sable. Ce site présente l'avantage d'être à proximité de plusieurs sites témoins potentiels similaires où aucun travail de stabilisation n'a été réalisé par le passé. Le choix du site 88.15.01 respecte

---

<sup>1</sup> Il est à noter qu'à l'an 0, aucun site n'est réellement exposé aux travaux, d'où la présence de guillemets entre le mot « exposé ». À partir de l'an 1, seul le site ayant eu des travaux devient un site « exposé ». Les autres sites demeurent des sites témoins sans travaux réalisés tout au long de la période de suivi.

l'ensemble des critères prédéterminés pour la sélection du site « exposé » pour le rechargement de plage en lac. Ce site a été nommé ERPL pour « Exposé Rechargement Plage Lac ».

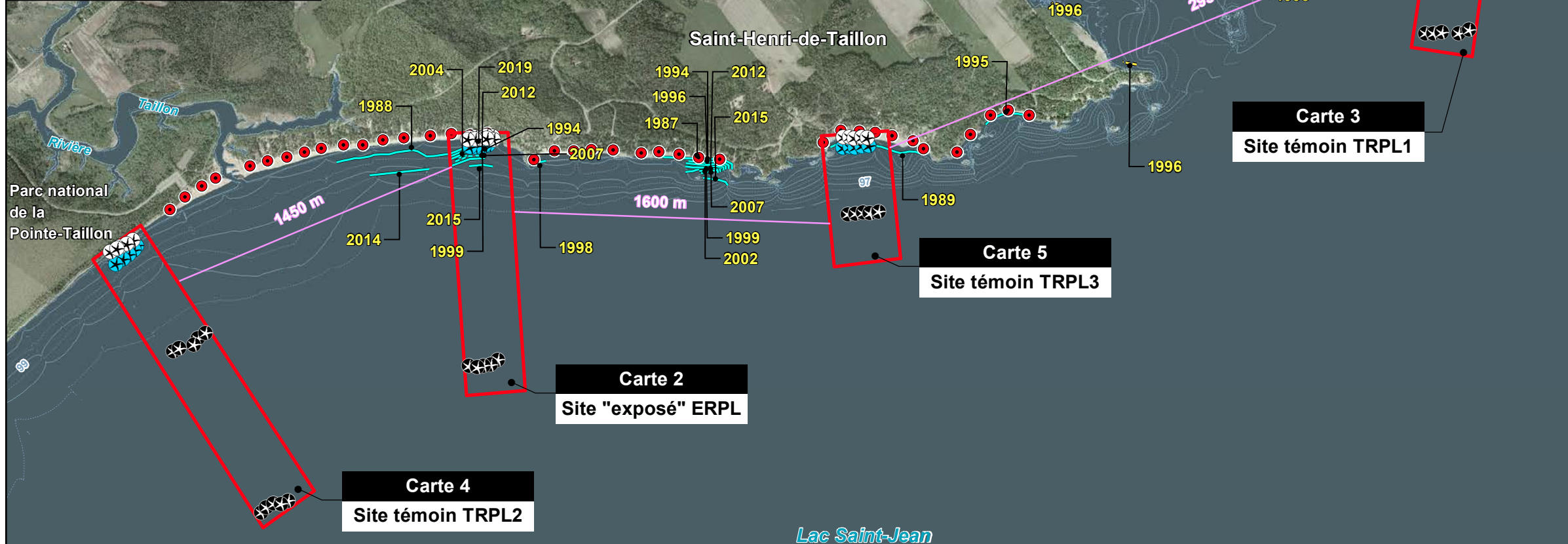
Les travaux réalisés à l'automne 2018 ont consisté en un rechargement de sable d'une dimension variant entre 0 et 5 mm, à un taux de 50 tonnes par mètre, sur une longueur d'environ 160 m avec une épaisseur variable d'environ 1,5 m en rive et dans la zone de marnage sur une largeur d'environ 25 m (annexe 3).

### 2.1.2 SITES TÉMOINS

Un total de trois sites témoins ont été utilisés aux fins de comparaison. Ceux-ci ont été nommés TRPL pour « Témoin Rechargement Plage Lac », suivi d'un numéro séquentiel allant de 1 à 3. En plus des trois derniers critères énoncés ci-haut, la sélection des sites témoins a été réalisée afin de tenir compte des éléments suivants :

- Ne pas avoir fait l'objet de travaux antérieurement ou, à tout le moins, ne pas avoir subi d'interventions au cours des cinq dernières années. Il est à noter que cette condition apporte des défis liés à la sélection des sites témoins.
- Ne pas faire l'objet de travaux durant le suivi, à moins d'une situation urgente nécessitant une intervention pour corriger une source d'érosion ponctuelle importante résultant par exemple d'une tempête.
- Être localisé à bonne distance du site « exposé » afin de limiter les interférences provenant des travaux. De façon arbitraire, il a été considéré qu'une distance minimale de 500 m devrait être respectée pour éviter l'effet des ouvrages.
- Présenter des caractéristiques similaires au niveau de la rive (densité d'habitations, présence ou absence d'affluent, type de végétation, état de la bande riveraine, etc.) que le site « exposé ».
- Présenter une composition granulométrique similaire au site « exposé ».
- Être situé dans un secteur similaire au site « exposé » en ce qui a trait aux forces érosives et à l'exposition au vent.
- Être similaire au site « exposé » au niveau de la présence ou l'absence de végétation aquatique.
- Se retrouver dans un secteur où la bathymétrie est similaire (présence ou absence de fosse, rupture de pente, haut-fond, baie, etc.).

Les caractéristiques des sites « témoins » retenus sont présentées à l'annexe 2. Les trois sites témoins sont répartis dans des secteurs où aucune intervention récente n'a été réalisée. Le site TRPL1 est situé dans le secteur de la plage Wilson. Le site TRPL2 se retrouve dans le secteur du parc national de la Pointe-Taillon. Enfin, le site TRPL3 se retrouve dans le secteur de Chemin sur le Lac à un endroit où le dernier rechargement de sable a été réalisé en 1989. Tous ces sites se retrouvent dans la municipalité de Saint-Henri-de-Taillon. Outre le site TRPL2, qui est situé dans le parc national et qui ne présente aucune habitation en rive, les deux autres sites se retrouvent dans des secteurs de villégiature développés presque exclusivement en rive. À l'exception des habitations directement situées sur les rives, l'intérieur des terres est majoritairement de type forestier. Les rives sont peu végétalisées et dominées par une plage de sable. La dérive littorale s'effectue, soit vers le nord (TRPL3), soit vers le sud (TRPL2) ou dans les deux directions (TRPL1). On ne retrouve aucun cours d'eau permanent à proximité des sites. La pente du littoral est faible et l'on ne retrouve pas de végétation aquatique. Le substrat attendu dans chacun des sites est le sable. Les sites témoin 1 à 3 se retrouvent respectivement à une distance de 2,6 km, 1,5 km et 1,8 km du site « exposé » retenu.



**Inventaire**

- Marnage inférieur
- Marnage supérieur
- Zone profonde
- Zone approximative pour l'échantillonnage des communautés d'invertébrés benthiques

**Intervention dans le cadre du programme de stabilisation des berges**

- Borne inamovible

**Type d'intervention**

- Rechargement de sable
- Recharge de gravillon
- Empierrement 25-150 mm
- 2009 Année de l'intervention

**Bathymétrie**

- Isobathes (1m)
- Isobathes (0,5m)

**Évolution inter-annuelle des indicateurs vs année de référence pour l'ensemble des sites (« Exposé » et Témoins)**

- Année de référence
- Aucune différence avec les témoins
- Différence significative avec les témoins, tendance à la hausse
- Différence significative avec les témoins, tendance à la baisse
- ND / Données insuffisantes pour calculer/ tester l'indicateur convenablement et tirer des conclusions valides

**Rio Tinto**

Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean 2018-2027  
 Suivi des communautés d'invertébrés benthiques  
 au lac Saint-Jean - Rechargement de plage à Saint-Henri de Taillon

**Carte 1**  
 Localisation des sites d'inventaires 2018 à 2020 et synthèse des résultats

**Sources :**  
 Service d'imagerie, MERN  
 Données d'intervention : Rio Tinto  
 SDA, 1/20 000, MRNF Québec, avril 2015

0 250 500 m  
 UTM, fuseau 19, NAD83

Février 2021

Préparation : L. Bouchard  
 Dessin : C. Forgues  
 Approbation : L. Bouchard  
 201\_08448\_00\_su\_c1\_site\_invent\_wspb\_210218.mxd

**Évolution inter-annuelle des indicateurs vs année de référence pour l'ensemble des sites (« exposé » et témoins)**

| Indicateurs                       | Densité totale (nb organismes/m <sup>2</sup> ) |             |             |                     | Richesse taxonomique (nb de taxons) |             |             |                     | Diversité de Shannon |             |             |                     | Équitabilité de Shannon |             |             |                     | Densité chironomides (nb organismes/m <sup>2</sup> ) |             |             |                     | Densité EPT (nb organismes/m <sup>2</sup> ) |             |             |                     | Indice EPT/C (nb organismes/m <sup>2</sup> ) |             |             |                     | Contribution des dominants (% d'organismes) |             |             |                     | Structure des communautés |             |             |                     | Composition des communautés |  |  |  |
|-----------------------------------|--|-------------|-------------|---------------------|-------------------------------------|-------------|-------------|---------------------|----------------------|-------------|-------------|---------------------|-------------------------|-------------|-------------|---------------------|--|-------------|-------------|---------------------|---|-------------|-------------|---------------------|--|-------------|-------------|---------------------|---|-------------|-------------|---------------------|---------------------------|-------------|-------------|---------------------|-----------------------------|--|--|--|
|                                   | 2018 (ref)                                     | 2019 (an 1) | 2020 (an 2) | 2019-2020 (ans 1-2) | 2018 (ref)                          | 2019 (an 1) | 2020 (an 2) | 2019-2020 (ans 1-2) | 2018 (ref)           | 2019 (an 1) | 2020 (an 2) | 2019-2020 (ans 1-2) | 2018 (ref)              | 2019 (an 1) | 2020 (an 2) | 2019-2020 (ans 1-2) | 2018 (ref)   | 2019 (an 1) | 2020 (an 2) | 2019-2020 (ans 1-2) | 2018 (ref)                                  | 2019 (an 1) | 2020 (an 2) | 2019-2020 (ans 1-2) | 2018 (ref)                                   | 2019 (an 1) | 2020 (an 2) | 2019-2020 (ans 1-2) | 2018 (ref)                                  | 2019 (an 1) | 2020 (an 2) | 2019-2020 (ans 1-2) | 2018 (ref)                | 2019 (an 1) | 2020 (an 2) | 2019-2020 (ans 1-2) |                             |  |  |  |
| <b>Strate de profondeur</b>       |  |             |             |                     |                                     |             |             |                     |                      |             |             |                     |                         |             |             |                     |  |             |             |                     |   |             |             |                     |  |             |             |                     |   |             |             |                     |                           |             |             |                     |                             |  |  |  |
| <b>Zone de marnage supérieure</b> |  |             |             |                     |                                     |             |             |                     |                      |             |             |                     |                         |             |             |                     |  |             |             |                     |   |             |             |                     |  |             |             |                     |   |             |             |                     |                           |             |             |                     |                             |  |  |  |
| <b>Zone de marnage inférieure</b> |  |             |             |                     |                                     |             |             |                     |                      |             |             |                     |                         |             |             |                     |  |             |             |                     |   |             |             |                     |  |             |             |                     |   |             |             |                     |                           |             |             |                     |                             |  |  |  |
| <b>Zone profonde</b>              |  |             |             |                     |                                     |             |             |                     |                      |             |             |                     |                         |             |             |                     |  |             |             |                     |   |             |             |                     |  |             |             |                     |   |             |             |                     |                           |             |             |                     |                             |  |  |  |

Les résultats détaillés sont présentés dans le rapport.





- Inventaire**
- Marnage inférieur
  - Marnage supérieur
  - Zone profonde
  - Zone approximative pour l'échantillonnage des communautés d'invertébrés benthiques

ERP1F10 — No du site  
 (19-20) — Année d'inventaire

**Dérive littorale**  
 Sens de la dérive

**Intervention dans le cadre du programme de stabilisation des berges**

Borne inamovible (numéro)

**Type d'intervention**

- Rechargement de sable
- Recharge de gravillon
- 2009** Année de l'intervention

**Bathymétrie**

- Courbes aux 1 m
- Courbes aux 0,5 m
- Courbes aux 10 cm

# Rio Tinto

Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean 2018-2027  
 Suivi des communautés d'invertébrés benthiques  
 au lac Saint-Jean - Rechargement de plage à Saint-Henri de Taillon

**Carte 2**  
 Site «exposé» ERPL – 2018 à 2020  
 88.15.01

**Sources :**  
 Service d'imagerie, MERN  
 Données d'intervention : Rio Tinto  
 SDA, 1/20 000, MRNF Québec, avril 2015

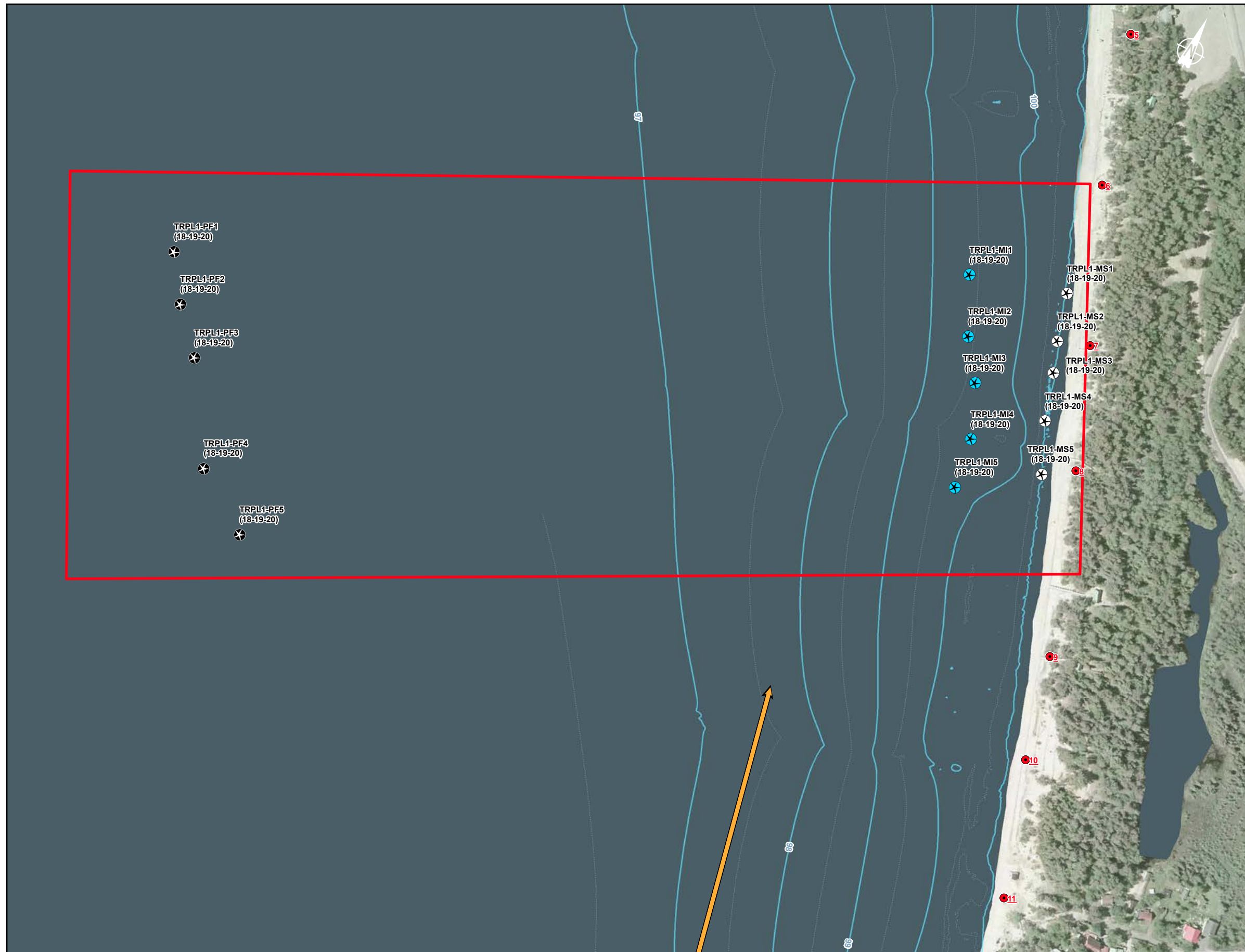
0 50 100m  
 UTM, fuseau 19, NAD83

Février 2021

Préparation : L. Bouchard  
 Dessin : C. Forgues  
 Approbation : L. Bouchard  
 201\_08448\_00\_su\_c2\_ERPL\_wspb\_210218\_mxd







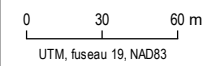
- Inventaire**
- Marnage inférieur
  - Marnage supérieur
  - Zone profonde
  - Zone approximative pour l'échantillonnage des communautés d'invertébrés benthiques
- ERP1F10 — No du site  
 (19-20) — Année d'inventaire
- Dérive littorale**
- Sens de la dérive
- Intervention dans le cadre du programme de stabilisation des berges**
- Borne inamovible (numéro)
- Bathymétrie**
- Courbes aux 1 m
  - Courbes aux 0,5 m
  - Courbes aux 10 cm

# RioTinto

Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean 2018-2027  
 Suivi des communautés d'invertébrés benthiques  
 au lac Saint-Jean - Rechargement de plage à Saint-Henri de Taillon

## Carte 3 Site témoin TRPL1 – 2018 à 2020

Sources :  
 Service d'imagerie, MERN  
 Données d'intervention : Rio Tinto  
 SDA, 1/20 000, MRNF Québec, avril 2015



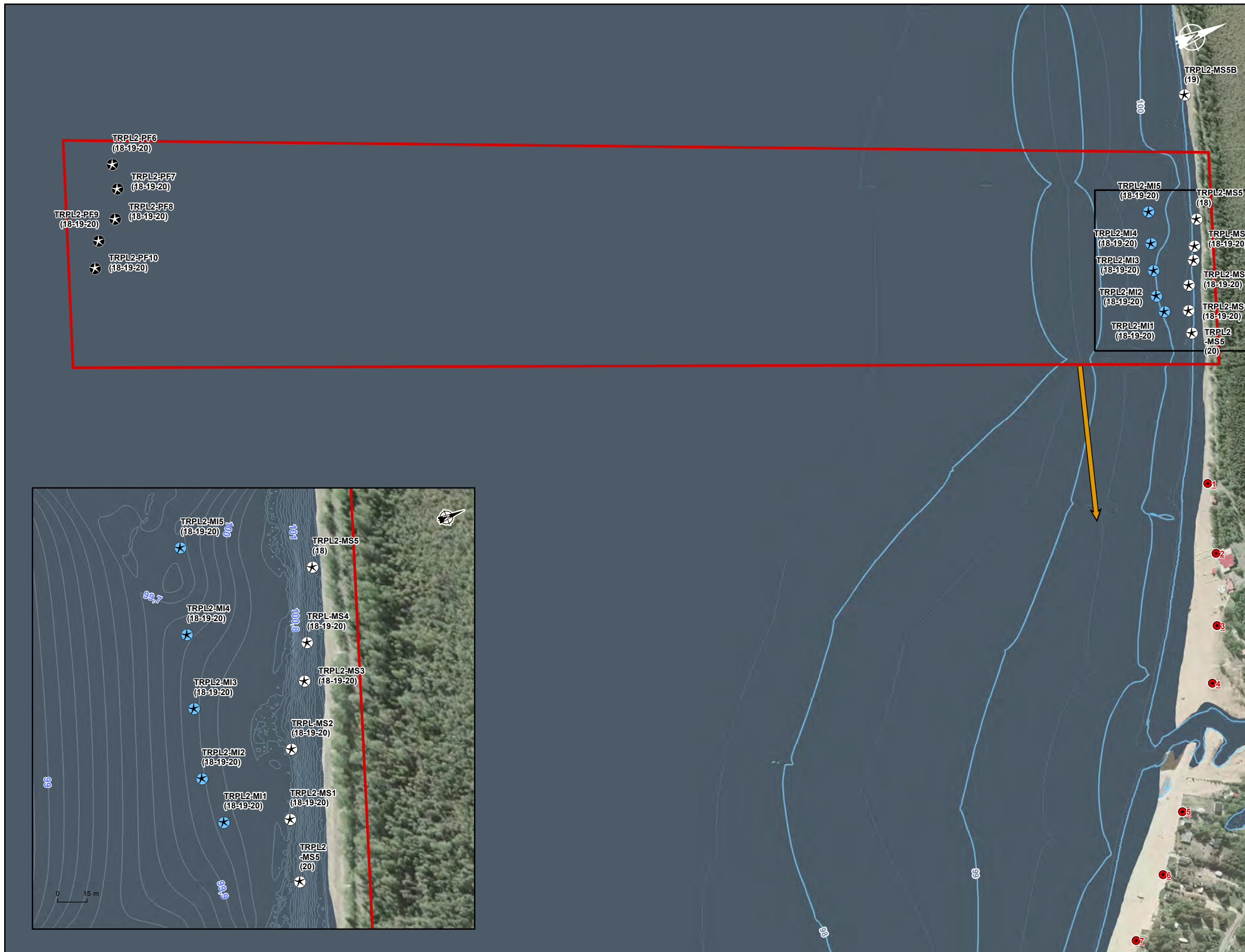
Février 2021

Préparation : L. Bouchard  
 Dessin : C. Forques  
 Approbation : L. Bouchard  
 201\_08448\_00\_su\_c3\_TRPL1\_wspb\_210218\_mxd









- Inventaire**
- Marnage inférieur
  - Marnage supérieur
  - Zone profonde
  - Zone approximative pour l'échantillonnage des communautés d'invertébrés benthiques
- ERP1F10 — No du site  
(19-20) — Année d'inventaire
- Dérive littorale**
- Sens de la dérive
- Intervention dans le cadre du programme de stabilisation des berges**
- Borne inamovible (numéro)
- Bathymétrie**
- Courbes aux 1 m
  - Courbes aux 0,5 m
  - Courbes aux 10 cm



# RioTinto

Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean 2018-2027  
Suivi des communautés d'invertébrés benthiques  
au lac Saint-Jean - Rechargement de plage à Saint-Henri de Taillon

## Carte 4 Site témoin TRPL2 – 2018 à 2020

*Sources :*  
Service d'imagerie, MERN  
Données d'intervention : Rio Tinto  
SDA, 1/20 000, MRNF Québec, avril 2015

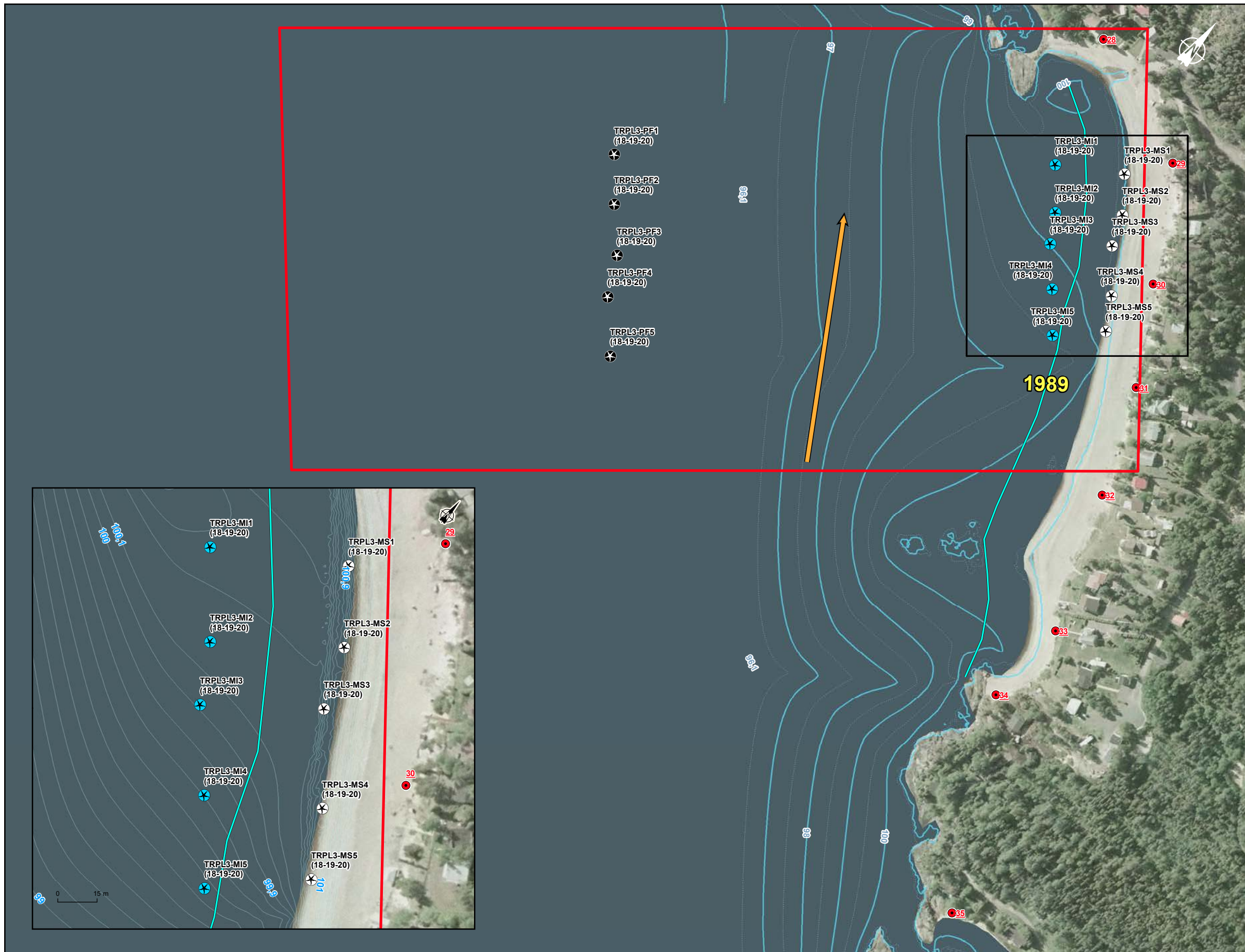
0 55 110 m  
UTM, fuseau 19, NAD83

Février 2021

Préparation : L. Bouchard  
Dessin : C. Forgues  
Approbation : L. Bouchard  
201\_08448\_00\_su\_c4\_TRPL2\_wspb\_210219\_mxd







- Inventaire**
- Marnage inférieur
  - Marnage supérieur
  - Zone profonde
  - Zone approximative pour l'échantillonnage des communautés d'invertébrés benthiques
- ERP1F10 — No du site  
 (19-20) — Année d'inventaire
- Dérive littorale**
- Sens de la dérive
- Intervention dans le cadre du programme de stabilisation des berges**
- Borne inamovible (numéro)
- Type d'intervention**
- Rechargement de sable
  - 2009** Année de l'intervention
- Bathymétrie**
- Courbes aux 1 m
  - Courbes aux 0,5 m
  - Courbes aux 10 cm

# RioTinto

Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean 2018-2027  
 Suivi des communautés d'invertébrés benthiques  
 au lac Saint-Jean - Rechargement de plage à Saint-Henri de Taillon

## Carte 5 Site témoin TRPL3 – 2018 à 2020

Sources :  
 Service d'imagerie, MERN  
 Données d'intervention : Rio Tinto  
 SDA, 1/20 000, MRNF Québec, avril 2015

0 30 60 m  
 UTM, fuseau 19, NAD83

Février 2021

Préparation : L. Bouchard  
 Dessin : C. Forgues  
 Approbation : L. Bouchard  
 201\_08448\_00\_su\_c5\_TRPL3\_wspb\_210218\_mxd





## 2.2 ÉCHANTILLONNAGE

### 2.2.1 PÉRIODE D'INVENTAIRE

L'automne est généralement la période recommandée pour réaliser des inventaires d'invertébrés benthiques (Jones *et al.* 2007; MDDEFP 2013). À cette période, les communautés benthiques présentent la plus forte richesse. La composition en espèces et en abondance est le reflet des conditions d'été et certains stades juvéniles sont plus développés, ce qui facilite l'identification. D'autre part, selon le PSBLSJ (figure 1), le niveau d'eau pourra atteindre un niveau maximum de 16 pieds et un minimum de 14 pieds entre le 24 juin et le 1<sup>er</sup> septembre, ce qui permet d'avoir une zone de marnage supérieure inondée. Le niveau maximum passera à 15,5 pieds dès le 1<sup>er</sup> septembre. Entre le 8 et le 21 septembre, la contrainte du niveau minimum du lac sera abaissée graduellement de 14 pieds à 13 pieds. Par la suite, le niveau du lac pourra encore être abaissé jusqu'à 12 pieds jusqu'au 31 décembre.

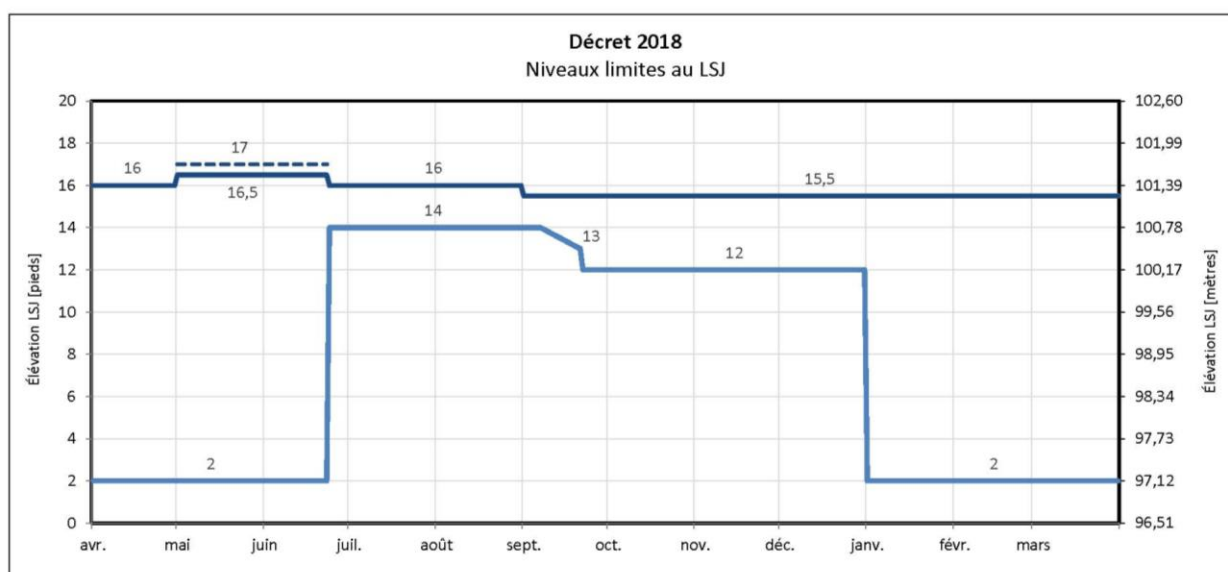


Figure 1. Gestion des niveaux d'eau du lac Saint-Jean dans le cadre du PSBLSJ 2018-2027

Une seule période d'échantillonnage a été réalisée afin d'éviter les variations saisonnières. Les échantillons de chaque site ont été prélevés entre le 12 et le 14 septembre 2018, entre le 4 et le 7 septembre 2019 et entre le 21 et le 25 septembre 2020.

### 2.2.2 MÉTHODE D'ÉCHANTILLONNAGE

Étant donné que l'étude de Valentine (1989) soulignait des différences significatives entre la zone de marnage supérieure et la zone profonde, les stations ont été placées dans différentes strates de profondeur d'eau correspondant aux cotes d'élévation du lac Saint-Jean. Les trois strates de profondeur suivantes ont été échantillonnées, soit :

- la zone de marnage supérieure (cote d'élévation supérieure à 100,2 m);
- la zone de marnage inférieure (cote d'élévation entre 98 et 100,2 m);
- la zone profonde (cote d'élévation inférieure à 96 m).

Au total, cinq stations d'échantillonnage par zone (strates de profondeur) ont été inventoriées pour chaque site, pour un total de 15 stations par site. La localisation des stations est présentée sur les cartes 2 à 5. Une fois au site d'échantillonnage, les stations ont été positionnées à des endroits qui présentaient des caractéristiques similaires au niveau de la granulométrie, de la profondeur et de la végétation aquatique.

Les coordonnées géographiques des stations d'échantillonnage ont été relevées au moyen d'un appareil GPS Garmin 62s, avec correction différentielle WAAS, offrant généralement une précision de l'ordre de 2 à 3 m. La profondeur a été relevée à l'aide d'un sonar portatif Marcum LX-I (en 2018), d'un Echomap Ultra 106 sv (en 2019) et d'un échosondeur Garmin Map521s en 2020, et validée au terrain avec une corde graduée pour la zone de marnage.

À chaque station, une fois l'embarcation ancrée, trois sous-échantillons de benthos ont été prélevés à l'aide d'une petite benne Ponar (superficie couverte de 0,023 m<sup>2</sup>) munie d'un treillis de 500 µm. Chaque sous-échantillon a été regroupé afin de constituer un échantillon composite, ce qui permet d'augmenter la superficie couverte. Chaque sous-échantillon de benthos était composé de deux coups de benne. Une superficie de 0,14 m<sup>2</sup> a ainsi été échantillonnée à chaque station. Au total, 60 échantillons de benthos ont été prélevés et analysés chaque année du suivi.

Une fois récoltés, les échantillons ont été tamisés à l'aide d'un tamis de 500 µm afin de conserver uniquement les organismes prélevés. Cependant, un fractionnement a été nécessaire lorsque le refus du tamis contenait encore beaucoup de substrat. Dans ces cas, la quantité de refus était trop élevée pour les analyses, notamment lorsque le substrat était dominé par le sable grossier. Pour réaliser le fractionnement, le refus, qui contenait encore beaucoup de sable, était étalé uniformément au fond d'un bac à poisson rectangulaire à fond plat divisé en six parts égales. Dépendamment de la quantité de refus, entre une et trois parts (fraction 1/2, 1/4 ou 1/6) étaient prélevées afin de remplir un pot de 1,5 litre. Cette portion représentait ainsi l'échantillon à analyser. La fraction du refus prélevée était notée afin d'ajuster les calculs d'abondance subséquentement.

Les échantillons de chaque station ont été conservés séparément, dans une solution d'éthanol à 80 %, dans des bocaux à couvercle étanche jusqu'à leur traitement au laboratoire.

Un échantillon de sédiments a également été récolté dans chaque zone afin d'analyser la composition granulométrique, selon l'échelle de Wentworth (tableau 1), ainsi que le contenu en carbone organique total (COT).

**Tableau 1. Classe granulométrique selon l'échelle de Wentworth**

| Nom de la classe granulométrique | Classe de taille (diamètre en mm) |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| Argile                           | <0,004                            |
| Silt                             | 0,004 - 0,062                     |
| Sable                            | 0,063 - 2,0                       |
| Gravier                          | 2 - 4                             |
| Cailloux                         | 4 - 64                            |
| Galets                           | 64 - 256                          |
| Blocs                            | >256                              |

## 2.3 LABORATOIRE

Les travaux au laboratoire ont essentiellement consisté à trier au binoculaire et, dans la mesure du possible, à identifier les organismes jusqu'au niveau du genre. En 2018, le tri et l'identification des organismes benthiques ont été réalisés par les Laboratoires SAB situés à Longueuil (personne-ressource : Mme Bernadette Jacquaz). En 2019 et 2020, le tri et l'identification des organismes benthiques ont été réalisés par GDG Environnement (personne-ressource : Marie-Laure Escudero, directrice de laboratoire). Les rapports d'analyse sont présentés à l'annexe 4.

La méthodologie d'analyse est basée sur des protocoles que les Laboratoires SAB utilisent depuis des années, dont celui des études du suivi des effets sur l'environnement aquatique par les mines de métaux et les papetières par Environnement Canada. Cette approche rejoint en tout point celle utilisée par le U.S. Geological Survey (Moulton *et al.* 2000) sauf pour le sous-échantillonnage. Cependant, étant donné que les échantillons présentaient une faible densité d'organismes, le sous-échantillonnage n'a pas été requis.

### 2.3.1 TRI

#### 2018

Au laboratoire, les échantillons ont été rincés à l'eau claire dans des tamis superposés ayant des ouvertures de mailles de 2 000, 1 000 et 500  $\mu\text{m}$ . Les fractions grossières retenues par le tamis de 2 000  $\mu\text{m}$  ont été triées à l'aide d'une loupe éclairante. Pour ce qui est de la fraction plus fine (1 000 et 500  $\mu\text{m}$ ), la partie organique a tout d'abord été séparée de la partie sable (inorganique) étant donné la forte quantité de sable contenue dans les échantillons. La méthode utilisée en est une d'élutriation. Elle consistait à rincer et mettre en suspension les sédiments plus légers (organiques) en les brassant. On prélevait par la suite la partie organique pendant qu'elle flottait encore. Le tri de la partie organique de la fraction fine a été effectué en totalité à l'aide d'une loupe binoculaire. L'efficacité de l'élutriation a été vérifiée sur la partie inorganique de plusieurs échantillons. Aucun organisme n'y a été trouvé.

Les organismes récoltés dans les échantillons ont été dénombrés et regroupés selon les grands groupes taxonomiques. Ils ont été conservés dans l'alcool à 70 % glycérolé pour une identification ultérieure.

Un contrôle de qualité du tri a été effectué sur 10 % des échantillons (six) et consistait en un tri des matières organiques conservées par une personne autre que le trieur d'origine. Les résultats du contrôle de qualité sont présentés au tableau 2.

#### 2019 ET 2020

Au laboratoire, les échantillons ont été rincés à l'eau claire dans des tamis superposés ayant des ouvertures de mailles de 4 000, 2 000, 1 000 et 500  $\mu\text{m}$ . Les fractions grossières retenues par les tamis de 4 000 et 2 000  $\mu\text{m}$  ont été triées en totalité à l'aide d'une loupe éclairante. Pour ce qui est des fractions plus fines (1 000 et 500  $\mu\text{m}$ ), l'approche dépendait de la composition des échantillons.

La plupart des échantillons étaient composés d'une forte quantité de sable et de gravier. Pour faciliter le tri de ces échantillons, la partie organique et la partie sable (inorganique) ont, tout d'abord, été séparées.

La méthode utilisée est l'élutriation. Cette méthode, qui combine lavage et décantation, consiste à rincer et mettre en suspension les sédiments plus légers (organiques) en les brassant. On prélève ensuite la partie organique plus légère pendant qu'elle flotte encore. Le tri de la partie organique de la fraction fine a été effectué en totalité pour la majorité des échantillons sous une loupe binoculaire.

L'efficacité de l'élutriation a été vérifiée sur la partie inorganique (sable/gravier) de plusieurs échantillons. Aucun organisme n'y a été trouvé.

Plusieurs échantillons (10 en 2019 et 9 en 2020) contenaient beaucoup de matière organique avec de la matière fibreuse. Pour certains (8 en 2019 et 6 en 2020), un sous-échantillonnage des fractions fines a été effectué. Les fractions grossières ont été triées au complet.

La méthode utilisée était basée sur le poids des sous-échantillons. Elle consistait à homogénéiser le refus du tamis dans un tamis à mailles de 500 µm, d'en retirer l'eau et de prélever une fraction qui était pesée pour estimer la proportion (%) à analyser. Le sous-échantillon correspondait à la quantité de matériel qui pouvait être analysée dans un temps raisonnable de 8 à 10 heures.

Au moins 25 % de l'échantillon était trié. La ou les autres fractions sont conservées pour d'éventuels tests de contrôle de qualité. La liste des échantillons sous-échantillonnés est donnée au tableau 2. Le nombre d'organismes retrouvés dans les sous-échantillons a été ramené au nombre total contenu dans l'échantillon en multipliant par l'inverse de la fraction analysée.

Les organismes récoltés dans les échantillons ont été dénombrés et regroupés selon les grands groupes taxonomiques. Ils ont été conservés dans l'alcool à 70 %, glycérolé à 5 %, pour une identification ultérieure.

Un contrôle de qualité du tri a été effectué sur 10 % des échantillons pour les deux sites du projet, incluant Saint-Henri-de-Taillon (12), et consistait en un tri des matières organiques conservées par une autre personne que le trieur d'origine. Les résultats du contrôle de qualité du tri sont présentés au tableau 2. Le critère de tri accepté implique qu'au plus 10 % du nombre total d'organismes aient été manqués.

**Tableau 2. Résultats du contrôle de qualité sur le tri des organismes benthiques récoltés au lac Saint-Jean de 2018 à 2020 à Saint-Henri-de-Taillon.**

| Échantillon | Nombre total d'organismes triés | Nombre d'organismes oubliés | Pourcentage d'organismes oubliés |
|-------------|---------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| <b>2018</b> |                                 |                             |                                  |
| ERPL-MS5    | 2                               | 0                           | 0,0                              |
| TRPL2-MI2   | 18                              | 0                           | 0,0                              |
| TRPL1-PF1   | 19                              | 1                           | 5,3                              |
| TRPL2-PF1   | 45                              | 1                           | 2,2                              |
| TRPL2-PF2   | 9                               | 0                           | 0,0                              |
| TRPL2-PF3   | 26                              | 1                           | 3,8                              |
| <b>2019</b> |                                 |                             |                                  |
| TRPL1-PF4   | 17                              | 1                           | 5,9                              |
| TRPL3-MS2   | 7                               | 0                           | 0,0                              |
| TRPL1-MS3   | 8                               | 0                           | 0,0                              |
| <b>2020</b> |                                 |                             |                                  |
| TRPL1-PF1   | 17                              | 0                           | 0,0                              |
| TRPL1-PF2   | 15                              | 0                           | 0,0                              |
| TRPL1-PF3   | 21                              | 1                           | 4,7                              |
| TRPL3-PF2   | 83                              | 2                           | 2,4                              |
| TRPL3-PF3   | 76                              | 2                           | 2,6                              |



Pour valider la méthode de sous-échantillonnage en 2019 et 2020, une analyse de variabilité a été effectuée sur un échantillon (tableau 3). Ce contrôle de qualité du fractionnement a été réalisé sur 10 % des échantillons fractionnés (un échantillon). Ainsi, le tri de trois fractions de 33 % de l'échantillon a été effectué. Les trois fractions ont donc été triées au complet. L'erreur a été estimée avec la formule suivante :

$$(\text{Nombre estimé par la fraction} / \text{Nombre estimé dans l'échantillon complet} \times 100) - 100$$

Le critère d'un protocole de fractionnement implique que les nombres d'organismes dénombrés dans les trois fractions ne doivent pas différer de plus de 20 % entre chacune. Les résultats du contrôle de qualité du fractionnement sont présentés au tableau 3.

**Tableau 3. Résultats du contrôle de qualité du fractionnement des échantillons lors du tri des organismes benthiques en 2019 et 2020**

| Fraction (%)                          | Nombre trié | Nombre estimé | Erreur (%) |
|---------------------------------------|-------------|---------------|------------|
| <b>2019 / ERPR-MI1 (Saint-Prime)</b>  |             |               |            |
| 33,3                                  | 224         | 672           | 6,5        |
| 33,3                                  | 194         | 582           | -7,8       |
| 33,3                                  | 213         | 639           | 1,3        |
| <b>Total dans l'échantillon</b>       | <b>100</b>  | <b>631</b>    |            |
| <i>Erreur absolue</i>                 |             |               | 5,2        |
| <b>2020 / TRPR1-MS1 (Saint-Prime)</b> |             |               |            |
| 33,3                                  | 35          | 105           | -0,9       |
| 33,3                                  | 36          | 108           | 1,9        |
| 33,3                                  | 36          | 108           | 1,9        |
| <b>Total dans l'échantillon</b>       | <b>100</b>  | <b>106</b>    |            |
| <i>Erreur absolue</i>                 |             |               | 1,6        |

### 2.3.2 IDENTIFICATION

L'évaluation taxonomique des organismes benthiques a été effectuée à partir des clés d'identification citées dans Merritt *et al.* (2008) et dans Thorp et Covich (2010). Les organismes ont été généralement identifiés à la famille. Les nématodes n'ont pas pu être identifiés plus précisément, puisque ce groupe taxonomique nécessite une méthodologie d'échantillonnage et de préservation particulière.

Les organismes abîmés ont été identifiés au plus petit taxon possible, soit certains organismes appartenant aux groupes *Acari* et *Ephemeroptera* et tous les organismes appartenant au groupe *Ostracoda*. Une collection de référence a également été montée pour usage ultérieur. Les rapports de l'expert sont présentés à l'annexe 4.

Les données de dénombrement (nombre d'organismes benthiques identifiés) ont été saisies dans un fichier EXCEL, sous forme de matrice qui présente les taxons sur les lignes et les échantillons sur les colonnes.

## 2.4 ANALYSES STATISTIQUES

La diversité et la distribution des communautés benthiques sont modulées à la fois par des facteurs abiotiques et biotiques. La disponibilité des ressources (ex. productivité du milieu), l'environnement physicochimique (ex. oxygène dissous, température) et la localisation spatiale (ex. baie, proximité de la rive, profondeur) comptent parmi les facteurs abiotiques. Les facteurs biotiques, quant à eux, font référence aux interactions entre les organismes, notamment la compétition et la prédation (Gray et Elliott 2009; Roy 2014).

Les données relatives au benthos proviennent du dénombrement d'organismes de différents groupes taxonomiques contenus dans des échantillons prélevés aux sites témoin et « exposé ». Pour les besoins de l'étude, les taxons faisant partie du zooplancton n'ont pas été inclus dans les analyses, soit les taxons appartenant aux groupes *cladocera* (*cladocera* et *daphniidae*), *copepoda* (*copepoda* et *cyclopidae*) et *ostracoda*. Les taxons abîmés ont également été retirés des analyses. La famille des *pisidiidae*, identifiée en 2020, n'est pas un taxon accepté et a été combinée à la famille des *sphaeriidae*, comme la classification actuelle le recommande. Finalement, la famille des *tubificidae*, identifiée en 2018 et 2019 n'est plus un taxon accepté et a été combinée à la famille des *naididae* comme la classification actuelle le recommande. Le tableau A1 (annexe 5) présente la liste complète des taxons identifiés depuis 2018 dans le cadre du *Suivi des communautés d'invertébrés benthiques au lac Saint-Jean du PSBLSJ*.

Pour décrire, analyser et comparer les communautés benthiques, différents indicateurs (descripteurs de communauté) ont été mis à contribution. Certains indicateurs sont composés d'une seule variable (indicateurs unidimensionnels, p. ex. la richesse), alors que d'autres sont composés de plusieurs variables (indicateurs multidimensionnels), où le nombre de variables varie selon le nombre de taxons présents (chaque taxon étant une variable).

### 2.4.1 INDICATEURS D'EFFETS RETENUS

Les indicateurs unidimensionnels utilisés afin d'évaluer si les travaux de stabilisation ont un effet sur la communauté d'invertébrés benthiques sont les suivants :

- la densité totale ( $N$ ; nombre d'organismes dénombré dans l'échantillon de 0,14 m<sup>2</sup> ramené sur la base de 1 m<sup>2</sup>);
- la richesse taxonomique ( $S$ ; note : pour cette étude, le terme taxon désigne le niveau taxonomique le plus précis identifié);
- l'indice de diversité de Shannon ( $H'$ );
- l'indice d'équitabilité de Shannon ( $J'$ );
- l'abondance totale des Éphéméroptère-Plécoptère-Trichoptère (EPT; nombre d'organismes associés à ces ordres dénombrés dans l'échantillon de 0,14 m<sup>2</sup> ramené sur la base de 1 m<sup>2</sup>);
- l'abondance totale des Chironomides ( $C$ ; nombre d'organismes de la famille *chironomidae* dans l'échantillon de 0,14 m<sup>2</sup> ramené sur la base de 1 m<sup>2</sup>);
- l'indice Éphéméroptère-Plécoptère-Trichoptère/Chironomides (EPT/ $C$ );
- l'indice de perte de communauté;
- le pourcentage de contribution des dominants.

Les indicateurs multidimensionnels utilisés afin d'évaluer si les travaux de stabilisation ont un effet sur la communauté d'invertébrés benthiques sont les suivants :

- la structure des communautés (basée sur les abondances totales et la ressemblance de Bray-Curtis);
- la composition taxonomique (basée sur la présence/absence des taxons et la ressemblance de Bray-Curtis);
- les courbes de dominances.

À l'exception de l'indice de perte de communautés, tous les indices ont été calculés par station (p. ex. ERPL-MS1).

Pour les indicateurs unidimensionnels, à l'exception de l'indice de perte de communauté, des statistiques descriptives ont été calculées par strate de profondeur (p. ex., marnage supérieur) dans chacun des sites (p. ex. « exposé ») : moyenne, écart-type, minimum, maximum et médiane. De plus, des figures illustrant les moyennes  $\pm$  écarts-types ont été produites dans le but de faciliter la compréhension des résultats. Pour l'indice de perte de communauté, l'indice est calculé par site pour chacune des strates de profondeur et sa valeur est représentée graphiquement également.

---

### 2.4.1.1 INDICATEURS UNIDIMENSIONNELS

#### DENSITÉ TOTALE ET RICHESSE

La densité des organismes et la richesse taxonomique sont des indicateurs très sensibles aux conditions environnementales naturelles et aux perturbations résultant de l'introduction de polluants. Précisons que ces paramètres, plus particulièrement l'abondance des organismes, peuvent également varier considérablement dans les milieux non contaminés. Une richesse taxonomique élevée est habituellement indicatrice de la bonne santé d'un cours d'eau. La richesse augmente généralement avec l'augmentation de la qualité de l'eau ainsi qu'avec la diversité et la qualité des habitats. Il est donc important de comparer des milieux où les habitats sont semblables (Grall et Coïc 2006; Environnement Canada 2012; MDDEFP 2013).

La densité totale des invertébrés correspond au nombre total de spécimens capturés par station, toutes catégories taxonomiques confondues, exprimé par unité de surface (nombre d'invertébrés/m<sup>2</sup>). Quant à la richesse, elle correspond au nombre de taxons (famille ou autre) capturés à chaque station. Les valeurs de densité et de richesse ont été calculées pour chaque station. Les organismes coloniaux (*spongillidae*, *paludicellidae* et *pectinatellidae*) n'ont pas été multipliés par la fraction de l'échantillon.

#### INDICE DE DIVERSITÉ DE SHANNON

L'indice de diversité rend compte de la composition d'un écosystème en termes de nombre d'espèces et de leur abondance relative. Cet indice constitue en fait une mesure globale des proportions des différentes espèces présentes dans un échantillon. Il permet de caractériser la diversité des biocénoses et donne un premier aperçu de la santé des écosystèmes. L'indice de diversité diminue quand la communauté est dominée par un nombre réduit d'espèces. Une valeur faible traduit généralement des conditions de vie particulières qui favorisent l'établissement de seulement quelques espèces (Pelletier 2002; MDDEFP 2013).

L'utilité d'un indicateur de diversité qui prend en compte la richesse et la répartition des abondances repose essentiellement sur un phénomène généralement observé, à savoir que les milieux non perturbés supportent des communautés comportant un grand nombre d'espèces où aucune d'entre elles n'est plus abondante que les autres. Plusieurs facteurs de stress peuvent altérer la diversité en rendant le milieu impropre à la survie de certaines espèces ou en donnant à d'autres un avantage compétitif. Toutefois, il est important de signaler que plusieurs facteurs naturels font que certains milieux particulièrement contraignants supportent également des communautés dominées par une ou quelques espèces adaptées aux conditions rigoureuses. Ces facteurs confondants peuvent être contournés en échantillonnant des milieux semblables, d'où l'importance, encore une

fois, de bien sélectionner les zones de référence en fonction des caractéristiques des zones exposées afin que les habitats soient comparables.

De nombreux indices existent afin d'évaluer la diversité taxonomique. L'indice de diversité Shannon est le plus couramment utilisé dans les études de macroinvertébrés benthiques (MDDEFP 2013). Cet indice tient compte du nombre d'individus de chacun des taxons. Bien que différentes bases de logarithme puissent être utilisées dans le calcul de cet indice, l'utilisation du logarithme en base 2 est recommandée par le MDDEFP. La valeur 3,322 devant la formule permet de convertir le log10 en log2. L'indice de diversité de Shannon a été calculé selon l'équation suivante :

$$H' = -3,322 \sum_i^s p_i \log(p_i)$$

Où :

- H' = indice de diversité de Shannon
- s = nombre total de taxons à la station
- p<sub>i</sub> = proportion du i<sup>e</sup> taxon à la station

Une valeur élevée de l'indice correspond à une communauté composée de plusieurs taxons dont les densités sont semblables, ce qui correspond habituellement à des conditions favorables du milieu. À l'inverse, une valeur faible traduit des conditions de vie difficiles qui permettent à peu d'espèces de s'établir. De plus, en l'absence de compétition, ces espèces sont souvent présentes en grand nombre (Dajoz 1982 *In* MDDEFP 2013). Quel que soit le groupe taxonomique, l'indice de Shannon est compris entre moins de 1 et 4,5 de façon générale.

### INDICE D'ÉQUITABILITÉ DE SHANNON

Les principaux indices d'équitabilité consistent le plus souvent à établir le rapport entre la diversité mesurée et la diversité théorique maximale pour une taille d'échantillon et un nombre d'espèces données (Grall et Coïc, 2006). L'évaluation de l'équitabilité (ou régularité) permet de comparer les diversités de deux communautés ayant des nombres d'espèces différents (Dajoz, 1982 *In* MDDEFP, 2013). Elle constitue le rapport entre la répartition des taxons obtenus par l'indice de diversité de Shannon (H') et une distribution fictive équitable de ces mêmes taxons (MDDEFP 2013).

La valeur obtenue varie entre 0 et 1, où 0 indique que la totalité de l'effectif est concentrée dans un même taxon (dominance) et 1 que tous les taxons possèdent une même abondance. L'équitabilité a été estimée selon l'équation suivante :

$$J' = \frac{-3,322 \sum_i^s p_i \log(p_i)}{3,322 \cdot \log(S)}$$

Où :

- J' = équitabilité
- p<sub>i</sub> = abondance relative du i<sup>e</sup> genre à la station
- s = nombre total de taxons (familles) identifiés à la station

### INDICES EPT, C ET EPT/C

Les indices EPT, C et EPT/C correspondent respectivement au nombre d'éphéméroptères, de plécoptères et de trichoptères, de chironomides et au ratio du premier sur le second. Ces indices peuvent s'avérer utiles afin d'évaluer l'intégrité des milieux aquatiques. Les éphéméroptères, les plécoptères et les trichoptères sont

sensibles à la qualité de l'eau et de façon générale, leur nombre tend à diminuer dans les milieux perturbés. Au contraire, les chironomides (détritivores) sont plus tolérants. Un nombre peu élevé de taxons de EPT est généralement lié à une augmentation des perturbations. Ainsi, le rapport EPT/C est généralement inférieur dans les milieux perturbés.

## INDICE DE PERTE DE COMMUNAUTÉ

La perte de taxons benthiques, dans un site d'étude par rapport à un site de référence, est mesurée à l'aide de l'indice de perte de communauté. Les valeurs vont de 0 à « l'infini » et augmentent à mesure que le degré de dissimilitude entre les sites augmente (Plafkin *et al.* 1989 *In* Mandaville 2002). Pour cette étude, le calcul de l'indice a été adapté pour valider la perte de taxons entre deux années pour le même site. L'indice se calcule selon l'équation suivante :

$$Perte\ communautaire = \frac{d - a}{e}$$

Où :

- a = nombre de taxons communs aux deux années pour le même site
- d = nombre total de taxons présents dans le site pour l'année de référence
- e = nombre total de taxons présents dans le site pour l'année étudiée

Dans cette étude, l'indice de perte de communauté a été déterminé en comparant le nombre total de taxons présents dans la zone étudiée (« e ») au nombre de taxons présents dans le même site lors de l'année de référence (« d »). Ceci a été fait pour tenir compte de la variation qui se produit entre les années.

## POURCENTAGE DE CONTRIBUTION DES DOMINANTS

Le pourcentage de contribution de la famille dominante ou pourcentage de dominance est égal à l'abondance de la famille numériquement dominante par rapport au nombre total d'organismes dans l'échantillon. Cet indice, complémentaire à l'équitabilité, indique l'état actuel de l'équilibre communautaire au niveau familial. Par exemple, une communauté dominée par relativement peu de familles aurait une valeur élevée, ce qui indique que la communauté est sous l'influence du stress environnemental (Plafkin *et al.* 1989 *In* Mandaville 2002).

---

### 2.4.1.2 INDICATEURS MULTIDIMENSIONNELS

#### STRUCTURE DES COMMUNAUTÉS

La structure des communautés est un indicateur qui possède autant de dimensions qu'il y a de taxons présents. Cet indicateur prend à la fois en compte l'identité des taxons ainsi que leurs abondances respectives. Pour comparer les multiples dimensions ensemble, il est nécessaire d'utiliser une mesure de ressemblance (coefficient de similarité/ dissimilarité) entre chaque paire d'échantillons. Bien qu'il existe une multitude de coefficients de similarité/ dissimilarité, le coefficient de Bray-Curtis est l'une des mesures les plus utilisées en écologie des communautés (Clarke *et al.* 2014).

Le coefficient de Bray-Curtis est peu affecté par la nature des communautés comparées (Clarke *et al.* 2014). C'est-à-dire que l'ajout ou le retrait d'échantillons n'aura aucun impact sur le coefficient. Aussi, les différences d'abondance ont la même contribution au calcul du coefficient, sans égard à l'abondance du taxon (Clarke *et al.* 2014). Par exemple, la différence entre 1 et 2 est la même qu'entre 99 et 100.

Le coefficient de Bray-Curtis est un coefficient de dissimilarité, qui varie de 0 (deux échantillons possédant des descripteurs identiques) à 100 (deux échantillons totalement différents). En d'autres mots, la dissimilarité de Bray-Curtis est le pourcentage de tous les organismes non pairés entre deux échantillons.

Le coefficient de Bray-Curtis mesure le pourcentage de différence entre les échantillons et se calcule selon l'équation suivante :

$$D_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p |y_{ij} + y_{ik}|} \right\}$$

Où :

- $D_{jk}$  = dissimilarité de Bray-Curtis entre une paire d'échantillons ( $j$  et  $k$ )
- $Y_{ij}$  = nombre d'invertébrés du taxon  $i$  dans l'échantillon  $j$
- $Y_{ik}$  = nombre d'invertébrés du taxon  $i$  dans l'échantillon  $k$
- $p$  = nombre total de taxons présents dans l'un ou l'autre des deux échantillons

La similarité de Bray-Curtis est simplement l'inverse de la dissimilarité, soit  $S_{jk} = 100 - D_{jk}$ . Ainsi, chaque échantillon a un pourcentage de ressemblance avec chacun des autres échantillons. Cette mesure multidimensionnelle n'est pas présentée sous forme de tableaux ou de matrices. Des cadrages non métriques multidimensionnels (nMDS) sont utilisés dans le but de rapporter les distances entre les échantillons en deux dimensions (voir plus bas). Les différences entre les groupes sont statistiquement testables avec des analyses de la variance multivariée par permutations (PERMANOVA; voir plus bas).

Avant de calculer la ressemblance entre deux échantillons, il est recommandé de transformer les abondances dans le but de donner moins d'importance aux espèces très abondantes et d'en donner un peu plus aux espèces rares. La méthode du *shade-plot* a été utilisée pour déterminer la meilleure transformation préalablement aux calculs et analyses (Clarke *et al.* 2013). Cette méthode permet de visualiser en un clin d'œil la répartition des abondances entre les échantillons et les taxons. Ceci permet de déterminer si certains taxons auront trop de poids dans l'analyse.

Pour compléter cette analyse, une routine séparant le pourcentage de dissimilarité de Bray-Curtis par taxons est utilisée (procédure SIMPER; Clarke *et al.* 2014). Cette méthode, qui n'est pas une analyse statistique, permet de connaître les taxons ayant le plus grand impact sur les différences mesurées entre des facteurs choisis tels que des échantillons ou des sites. La procédure SIMPER a été utilisée pour comparer un même site entre les années pour chacune des strates. Les résultats obtenus sont présentés sous forme de tableaux descriptifs relatant, pour chacun des taxons, les abondances transformées moyennes par groupe, la moyenne de la dissimilarité entre les groupes, le ratio de la dissimilarité sur son écart-type, le pourcentage de contribution à la dissimilarité et le cumulatif des contributions. Plus le pourcentage de contribution est élevé pour un taxon, plus ce taxon contribue à la dissimilarité entre les groupes. Plus le ratio de la dissimilarité sur son écart-type est élevé, plus le taxon joue un rôle constant dans la différence entre les groupes ce qui en fait un bon taxon discriminant. De manière générale, un ratio élevé ( $> 1,5$ ) indique que la contribution du taxon  $x$  est constante au sein d'un même groupe. Ainsi, la valeur seuil de 1,5 du ratio a été utilisée afin de déterminer les taxons qui contribuent de manière homogène à la similarité/ dissimilarité entre les groupes (Clarke et Warwick 2001).

### CADRAGE NON MÉTRIQUE MULTIDIMENSIONNEL (NMDS)

Afin de visualiser graphiquement les différences entre les sites et les années, et ainsi avoir un portrait visuel de la trajectoire temporelle de la communauté benthique, des cadrages non métriques multidimensionnels (nMDS) ont été utilisés pour illustrer les centroïdes des sites entre les années. Les nMDS présentant toutes les stations sont présentés à l'annexe 6 dans le but de visualiser la différence entre l'effet de l'emplacement et celui de la dispersion de la PERMANOVA (voir plus loin).

Le but de cette représentation est de rassembler l'information provenant de multiples dimensions (ex. l'abondance de chacun des taxons) et de la ramener à deux dimensions afin que les données puissent être visualisées et interprétées. En réalité, l'analyse de l'abondance de chaque taxon prise séparément ne permet pas de bien comprendre les différences dans les communautés. Pour chaque taxon présent dans la communauté, un axe ou dimension peut s'ajouter à un graphique standard représentant les densités d'organismes, mais la représentation devient impossible après trois dimensions. Le principe d'un nMDS est que chaque dimension représente la densité d'un taxon. Le nMDS se base sur une matrice de similarité/dissimilarité, telle que celle obtenue par le calcul de dissimilarité de Bray-Curtis pour la structure des communautés, qui sera ensuite traduit dans un espace à  $x$  dimensions où  $x$  est le nombre total de taxons présents dans la communauté étudiée. Le nombre de dimensions est ensuite réduit afin de permettre la visualisation sur un graphique standard à deux axes. Chaque échantillon sera positionné sur ce graphique en deux dimensions en fonction des autres échantillons selon un rang de dissimilarité. C'est-à-dire que les groupes les plus semblables seront plus proches et que les groupes les plus dissimilaires seront les plus éloignés, mais qu'il n'y a pas de mesure de distance. Ces opérations d'ordination par les rangs sont réalisées à l'aide de logiciel de statistique spécialisé. La solution est calculée à plusieurs reprises et la meilleure est conservée par le logiciel.

Le niveau d'ajustement du modèle ou la distorsion de la représentation en deux dimensions est appelé le stress. Plus le stress du cadrage est élevé, plus la représentation des points provient d'un agencement aléatoire, c'est-à-dire qu'il ne représente pas fidèlement les différences entre les groupes en deux dimensions. Un niveau de stress inférieur à 0,2 permet une interprétation de la représentation selon Clarke (1993). Il est important de noter que l'orientation du graphique est arbitraire.

Par souci de clarté visuelle, seuls les centroïdes de chacun des sites par année et par strate sont représentés pour visualiser les trajectoires temporelles. Le centroïde correspond au point central à chacun des groupes (strate-site-année). Il ne s'agit là que d'une représentation graphique. Les analyses statistiques sont effectuées sur l'ensemble des stations, mais une représentation de toutes les stations rend le graphique impossible à interpréter.

Alternativement, un cadrage métrique multidimensionnel (mMDS) avec la méthode du bootstrap a été utilisé pour les cas où il y avait une différence significative entre les groupes (interaction Exposition x 'Période', voir section 2.4.2). Un mMDS utilisera donc les dissimilarités réelles plutôt que de les organiser par rang. Ceci a pour effet de contraindre davantage la représentation et d'augmenter le stress, puisque la représentation est obligée de respecter les distances entre tous les points. La méthode du bootstrap est une méthode d'inférence statistique basée sur la moyenne de la distribution des groupes en rééchantillonnant les données indépendamment une à la fois et la moyenne est recalculée autant de fois que désiré. Ainsi, les groupes ont artificiellement plus de répétitions (« stations ») et il devient plus facile de la visualiser spatialement. De plus, la méthode permet aussi de calculer l'intervalle de confiance à 95 % du nuage de point par groupe. De ce fait, deux groupes se touchant ne seraient pas différents, alors que deux groupes ne se touchant pas seraient en théorie statistiquement différents.

## COMPOSITION DES COMMUNAUTÉS

La composition des communautés est aussi un indicateur qui possède autant de dimensions qu'il y a de taxons présents. Toutefois, contrairement à la structure, cet indicateur prend en compte seulement l'identité des taxons sans égard à leurs abondances respectives. Il s'agit donc de la même base que pour la structure, mais comportant seulement des 0 (taxon absent) et des 1 (taxon présent). Les différences en composition se calculent de la même manière que pour la structure, soit la dissimilarité de Bray-Curtis suivie d'une PERMANOVA, et peut s'illustrer de la même manière à l'aide d'une nMDS.

## COURBES DE DOMINANCE

Les courbes de dominance présentent le pourcentage de dominance des taxons à l'instar de l'indicateur pourcentage-contribution des dominants. Les taxons sont ordonnés par pourcentage de dominance et une courbe est tracée entre chacun. Les taxons sont présentés sur une échelle logarithmique de sorte qu'il est plus facile de visualiser les taxons dominants. Une courbe est tracée pour chaque échantillon et la distance entre les courbes se mesure avec la procédure DOMDIS dans PRIMER&PERMANOVA. La procédure DOMDIS crée une matrice de distances similaire à celle créée par la ressemblance de Bray-Curtis. La matrice ainsi créée se teste également avec une PERMANOVA. La procédure DOMDIS mesure l'aire entre les courbes de chaque échantillon et se calcule selon l'équation suivante :

$$d' = \sum_{i=1}^{S_{max}} |y_{i1} - y_{i2}| \log(1 + i^{-1})$$

Où :

- $S_{max}$  = nombre le plus grand de taxons observés dans un seul échantillon
- $y_{i1}$  = courbe de l'échantillon 1
- $y_{i2}$  = courbe de l'échantillon 2

Dans le présent rapport, la distance ou l'aire entre les courbes a été calculée entre chaque station. Cependant, les courbes représentent la moyenne par site et strate par souci de clarté visuelle.

### 2.4.2 SCÉNARIOS D'ANALYSES STATISTIQUES

Des analyses statistiques ont été effectuées afin de vérifier la présence de différences significatives entre les résultats obtenus aux années 1 et 2 du suivi, après la réalisation des travaux de rechargement (2019 et 2020), avec l'année de référence (2018). Les analyses ont été effectuées par strate de profondeur.

L'effet du rechargement de plage a été évalué sur l'abondance totale ( $N$ ), la richesse taxonomique ( $S$ ), l'indice de diversité de Shannon ( $H'$ ), l'indice d'équitabilité de Shannon ( $J'$ ), l'abondance totale des chironomides ( $C$ ), l'abondance totale des éphéméroptère-plécoptère-trichoptère (EPT), le rapport de EPT sur  $C$  (EPT/ $C$ ) et la contribution des dominants. Pour ce faire, des modèles linéaires mixtes (LMM) de mesures répétées d'analyse de la variance par permutations (RM PER ANOVA) à deux facteurs fixes (Exposition [deux niveaux : Exposé ou Témoin] et Année [trois niveaux : 2018, 2019 et 2020]) et à un facteur aléatoire (Sites [quatre niveaux : ERPL, TRPL1, TRPL2, TRPL3]) en utilisant l'identité des stations également en facteur aléatoire comme sujet de répétition entre les années. Puisqu'il s'agit de variables unidimensionnelles, les distances Euclidiennes ont été utilisées comme mesure de ressemblance. Des comparaisons planifiées (contrastes) entre les années ont été ajoutées au modèle : 2018 vs 2019-2020 (équivalent à 'Période', deux niveaux : Avant et Après), 2018 vs 2019 et 2018 vs 2020. Les contrastes sont des tests de  $t$  entre deux groupes choisis pour répondre aux hypothèses de départ. Il est important de noter que ce modèle a été préféré au modèle où Année serait un facteur aléatoire parce que le détail des changements au niveau des années est intéressant à évaluer.

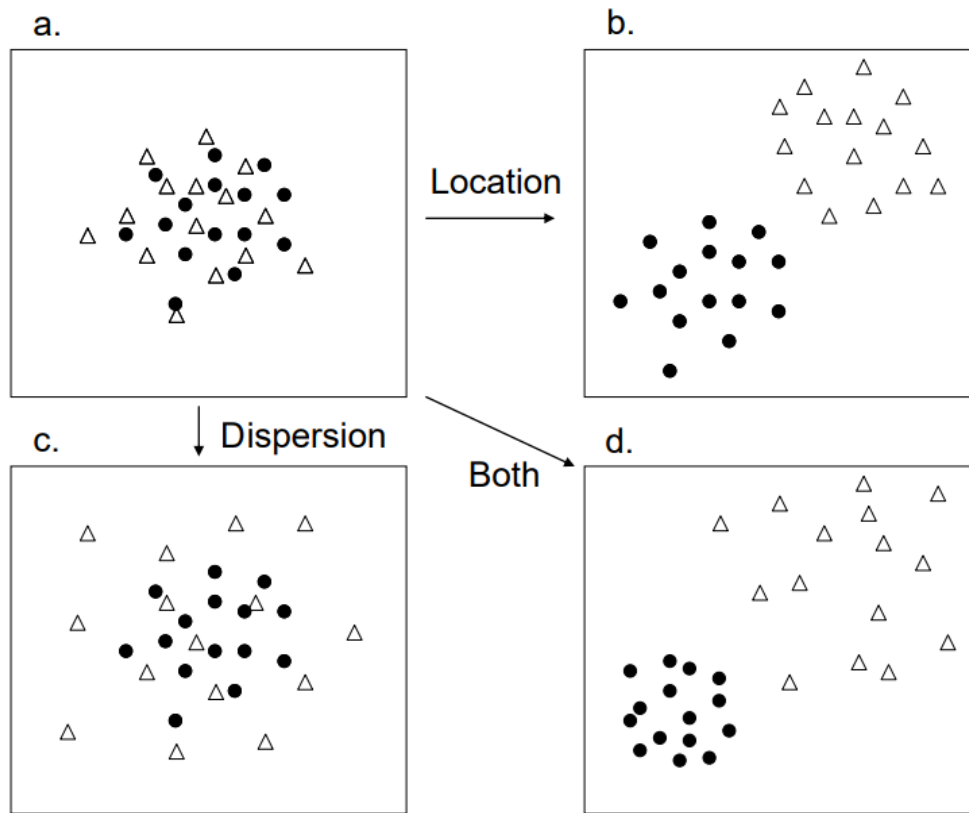
Afin de vérifier si les données respectaient la condition d'application d'homoscédasticité, la dispersion des groupes a été vérifiée avec un test PERMDISP (voir plus bas) qui est l'équivalent d'un test de Levene (Anderson *et al.* 2008). La normalité des données n'est pas une condition aux tests par permutations.

Pour examiner l'effet du rechargement de plage sur la structure des communautés (basée sur la dissimilarité de Bray-Curtis), la composition taxonomique des communautés (données en présence absence; basée sur la dissimilarité de Bray-Curtis) et l'aire entre les courbes de dominance, des analyses de la variance multivariées par permutations à mesures répétées (RM PERMANOVA; Anderson *et al.* 2008) avec 999 permutations en utilisant le même design que les LMM, comme décrit ci-haut, ont été réalisées. Les données d'abondances ont



été transformées à la racine quatrième en utilisant la méthode du *shade-plot* (Clarke *et al.* 2013). Des cadrages non métriques multidimensionnels (nMDS) des centroïdes ont été utilisés pour visualiser les trajectoires temporelles des communautés par site. La contribution des taxons aux différences en structures pour chaque site entre les années du suivi et l'année de référence a été évaluée en utilisant une analyse de pourcentage de similarité (SIMPER).

Le test de PERMANOVA ne requiert pas la vérification de conditions d'applications au préalable, mais il est toutefois recommandé d'évaluer l'homogénéité de la dispersion (c'est-à-dire la variance) entre les groupes afin de déterminer si le résultat est influencé par la dispersion des valeurs (analyse PERMDISP; Anderson *et al.* 2008). Effectivement, si le résultat d'une PERMANOVA est significatif, cela peut être dû autant à la dispersion des valeurs dans l'espace qu'à leur emplacement. En utilisant une analyse de dispersion, il est possible d'écarter que l'effet est dû à la dispersion et de confirmer que l'effet observé est simplement dû à l'emplacement des données si le test PERMDISP est non significatif. Dans le cas où le test de dispersion serait aussi significatif, il n'est pas possible de confirmer si l'effet est dû seulement à la dispersion ou s'il est également attribuable à l'emplacement. L'utilisation de représentation graphique aidera à éclaircir les effets d'emplacement et de dispersion (figure 2). Il est important de noter que le test PERMDISP n'est pas en mesure d'utiliser le design d'analyse à facteurs multiples fixes et aléatoires, mais il est possible de tester des groupes choisis.



**Figure 2.** Figure représentant des cadrages non métriques multidimensionnels (nMDS) dont les groupes ne présentent aucune différence (a), les groupes occupent un emplacement différent dans l'espace, mais ont le même degré de dispersion (b), les groupes ont une dispersion dans l'espace différente, mais occupent le même emplacement (c) et les groupes ont à la fois une différence dans leur dispersion et dans leur emplacement (d). Figure tirée de Anderson *et al.* (2008)

Les RM-PER-ANOVA et analyses multidimensionnelles ont été effectuées dans PRIMER+PERMANOVA v.7 (Anderson *et al.* 2008, Clarke et Gorley 2015). Les résultats de ces RM PER ANOVA ont été validés en utilisant des LMM RM-ANOVA avec le même modèle, toutefois sans contraste, dans le logiciel SYSTAT v13. Un seuil de significativité de 0,1 a été utilisé pour les analyses principales et un seuil de 0,05 a été utilisé pour les conditions d'application des analyses.

---

### 2.4.2.1 DÉTAILS SUR LES LMM RM ANOVA ET PERMANOVA

Le modèle utilisé pour les analyses a plusieurs avantages :

- Il prend en compte l'autocorrélation temporelle (même station dans le temps);
- Il prend en compte l'autocorrélation spatiale (stations d'un même site et d'une même strate);
- Il prend en compte les tendances (ou trajectoires temporelles) des communautés permettant ainsi d'utiliser les témoins pour vérifier si la tendance du site « exposé » est « hors de l'ordinaire »;
- Il tolère les designs non balancés (un site « exposé » en comparaison à trois sites témoins);
- Il tient compte de la structure des données (variance intra- et inter-groupe).

Les résultats sont présentés sous forme de tableaux présentant les variables indépendantes catégorielles (facteur) qui sont testées, soit : Exposition, Période et leur interaction. Ci-dessous, le détail de ce que signifient les effets observés pour chacun de ces facteurs.

#### SOURCE : EXPOSITION

Le facteur « Exposition » teste s'il y a une différence entre les niveaux d'exposition (« Exposé » et Témoins) peu importe l'année. C'est-à-dire que les stations exposées de 2019 et 2020 ainsi que les stations témoins de 2019 et 2020 sont regroupées, puis que ces deux groupes sont comparés statistiquement.

Ce facteur ne permet pas de répondre aux hypothèses de départ, mais est essentiel pour effectuer l'analyse requise.

#### SOURCE : ANNÉE ET CONTRASTES

Le facteur « Année » teste s'il y a une différence entre les années (2018, 2019 et 2020) peu importe le niveau d'exposition. C'est-à-dire que les stations exposées et témoins de 2018 ainsi que les stations exposées et témoins 2019 et celles de 2020 sont regroupées, puis que ces trois groupes sont comparés statistiquement.

Les contrastes sous-jacents (2018 vs 2019-2020, 2018 vs 2019 et 2018 vs 2020) permettent d'évaluer l'effet 'Période' avec le contraste 2018 vs 2019-2020 et de comparer l'année de référence avec chacune des années après les travaux de rechargement. L'utilisation de contrastes préétablis permet de tester statistiquement seulement les combinaisons pertinentes pour expliquer potentiellement les effets observés. Le nombre de contrastes utilisés étant restreint et les contrastes étant établis au préalable, il n'est pas nécessaire de corriger les valeurs de  $p$ .

Ce facteur ne permet pas de répondre aux hypothèses de départ, mais est essentiel pour effectuer l'analyse requise. Toutefois, ce facteur et ses contrastes amènent une dimension naturelle de la variabilité interannuelle puisqu'ils permettent de tester si la moyenne de l'ensemble des sites a changé entre les années.

## SOURCE : EXPOSITION X ANNÉE (ET CONTRASTES)

L'interaction entre les facteurs « Exposition » et « Année » teste s'il y a une interaction entre les expositions et les années. Le test sera significatif si, par exemple, l'une des expositions montre une augmentation de la variable dépendante testée (un indicateur  $x$ ), mais que l'autre groupe montre une diminution. Le test pourra aussi être significatif même si l'effet va dans le même sens (augmentation ou diminution), mais que l'ampleur de l'effet est différente : par exemple, l'indicateur testé a augmenté de 50 % pour l'une des expositions, tandis qu'il aurait augmenté de 150 % pour l'autre exposition.

C'est cette interaction et les contrastes associés qui informeront pour savoir s'il y a eu des différences entre le « avant » et « après » les travaux pour le site « exposé » tout en prenant en compte la variabilité naturelle par l'utilisation des sites témoins.



# 3 RÉSULTATS

## 3.1 CARACTÉRISTIQUES DU SITE « EXPOSÉ » ET DES SITES TÉMOINS

Une caractérisation sommaire a été effectuée afin de décrire chacun des sites chaque année. Les caractéristiques physicochimiques de l'eau, telles que la température de l'eau, l'oxygène dissous, la conductivité spécifique et le pH, ont été mesurées pour chaque site et dans chaque strate de profondeur (tableaux 4 et 5). La granulométrie et le contenu des sédiments en carbone organique total (COT) ont été évalués en laboratoire (tableau 4). Les certificats d'analyses sont présentés à l'annexe 7.

En rive, chacun des secteurs échantillonnés présente une plage de sable sur plusieurs mètres de longueur jusqu'au talus qui est relativement abrupt. Pour le site « exposé » et le site témoin TRPL3, les talus se caractérisent par des terrains résidentiels plus ou moins végétalisés. Pour les sites témoins TRPL1 et TRPL2, les talus se caractérisent par une bande riveraine végétalisée et dépourvue d'habitations.

En considérant les strates de profondeur séparément, les paramètres physicochimiques mesurés lors de la campagne d'échantillonnage sont similaires entre les trois sites témoins et le site « exposé », et ce, pour les trois années de suivi. Les concentrations en oxygène dissous, la température de l'eau, la conductivité et le pH sont très similaires pour chacun des sites. Toutefois, un mauvais fonctionnement de la sonde lors de l'échantillonnage en 2020 empêche certaines comparaisons du site « exposé » avec les sites témoins. Le caractère oligotrophe (peu productif) du lac fait en sorte que les concentrations de nutriments relativement faibles et les niveaux de productivité peu élevés limitent la disponibilité de la nourriture et donc la productivité de la communauté benthique. En général, l'eau du lac Saint-Jean est légèrement acide (WSP 2015). Certaines valeurs sont même inférieures aux critères du MELCC (2019) et des recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement (CCME 2019). Toutefois, ces valeurs de pH sont couramment observées dans les lacs de la région.

Au niveau de l'oxygène dissous, des valeurs inférieures à  $5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  ont été observées dans la zone de marnage inférieure et la zone profonde du site témoin TRPL3, dans la zone profonde du site « exposé » ainsi que dans la zone de marnage supérieure du site témoin TRPL1 en 2018. Selon les critères de qualité de l'eau de surface pour la protection de la vie aquatique du MELCC, les concentrations en oxygène dissous ne devraient pas être inférieures à  $4 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  pour les organismes d'eaux chaudes (p. ex. meuniers, grand brochet) et  $5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  pour les organismes d'eaux froides (p. ex. salmonidés, lotte) lorsque la température de l'eau est de  $20^\circ\text{C}$ . Ces faibles valeurs s'expliquent possiblement par des eaux relativement chaudes en raison de l'été particulièrement chaud qui a été observé en 2018. En effet, au moment de l'inventaire à la mi-septembre, la température de l'eau en surface dépassait  $20^\circ\text{C}$ . Des eaux chaudes durant la saison estivale favorisent la productivité biologique et ainsi la consommation d'oxygène par les organismes vivants dans le plan d'eau. Le brassage automnal causé par l'air froid et les vents dominants en septembre permet de réoxygéner l'ensemble de la colonne d'eau. Au moment de l'inventaire de 2018, le brassage n'était pas encore débuté. Il est à noter qu'en termes de pourcentage de saturation en oxygène, les valeurs obtenues ne sont pas limitantes pour la faune aquatique. Cette situation n'a pas été observée en 2019 ni en 2020, les eaux du lac étant plus froides.

Visuellement, les échantillons prélevés dans les deux zones étaient dominés par le sable. La végétation était complètement absente des sites d'échantillonnage et le substrat était très uniforme. L'analyse des échantillons en laboratoire a permis de constater que le sable était la classe granulométrique la plus importante pour tous les sites et toutes les strates échantillonnées en 2018. On remarque certains changements dans la composition granulométrique entre les années (tableau 4). Pour le site « exposé », la zone de marnage supérieure présente des variations de composition. De 2018 à 2020, le pourcentage de sable est passé respectivement de 77 % à

69 % en passant par 42 % en 2019, tandis que le pourcentage de gravier y a augmenté de 9 à 31 % en passant par un maximum de 50 % en 2019. Ceci est normal considérant la nature des matériaux rechargés (0-5 mm) qui couvrent ces des deux classes granulométriques. La composition granulométrique est restée stable pour la zone de marnage inférieure et la zone profonde du site « exposé ». Au niveau des sites témoins, qui sont localisés à l'extérieur des zones de travaux, on observe une certaine variabilité naturelle dans la zone de marnage puisque l'on retrouve une variation de près de 10 % dans la présence de la catégorie sable pour la zone de marnage inférieure au site témoin TRPL1 ainsi que pour la zone de marnage supérieure (de 84 % en 2018 à 65 % en 2020) au site TRPL3.

Le carbone organique total (COT) traduit l'enrichissement organique du milieu. Dans les sédiments, le carbone est présent sous différentes formes organiques (matières humiques, substances chimiques, matières végétales et animales). Des valeurs élevées de COT peuvent indiquer la présence d'hydrocarbures, de cellulose, de sucre ou de tout autre composé carboné susceptible de modifier les communautés benthiques. Le contenu en COT des échantillons prélevés affiche des valeurs très similaires pour toutes les zones pour les deux années. Le contenu en COT des échantillons est faible pour les trois années de suivi (inférieures à 1,4 %) comparativement à ce qui a été mesuré dans les sédiments de lacs fluviaux du Saint-Laurent comme le lac Saint-François (3,2 %), le lac Saint-Louis (3,2 %) et le lac Saint-Pierre (0,81 %) entre 1999 et 2003 (ENVIRONNEMENT CANADA ET MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC, 2007). Ainsi, la fraction organique n'apporte pas de biais entre les échantillons prélevés.

Tableau 4. Caractéristiques des sites et des strates d'échantillonnage du benthos en 2018 et 2020

| Site        | Station <sup>1</sup> | Date    | Heure | Prof. d'eau échant. (m) | Temp. de l'eau (°C) | Oxygène dissous (mg/L) | Oxygène dissous (%) | Conduct. spéc. (µS/cm) | pH   | Granulométrie (%) |       |         |          | COT (%) <sup>2</sup> |
|-------------|----------------------|---------|-------|-------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|------------------------|------|-------------------|-------|---------|----------|----------------------|
|             |                      |         |       |                         |                     |                        |                     |                        |      | Limon/Argile      | Sable | Gravier | Cailloux |                      |
| <b>2018</b> |                      |         |       |                         |                     |                        |                     |                        |      |                   |       |         |          |                      |
| ERPL        | MS-5                 | 12-sept | 16:50 | Surface                 | 21,2                | 8,2                    | 91                  | 21,3                   | 6,0  | 1,3               | 77,2  | 9,2     | 12,3     | <0,05                |
|             | MI-5                 | 13-sept | 08:50 | 1,1                     | 19,2                | 8,8                    | 89                  | 21,3                   | 5,9  | 0,7               | 99,3  | -       | -        | <0,05                |
|             | PF-10                | 14-sept | 15:10 | 5,3                     | 18,1                | 4,8                    | 75                  | 19,8                   | 7,2  | 3,1               | 96,9  | -       | -        | 0,13                 |
| TRPL1       | MS-5                 | 13-sept | 16:35 | Surface                 | 24,5                | 4,9                    | 86                  | 24,7                   | 7,5  | 0,5               | 99,5  | -       | -        | <0,05                |
|             | MI-5                 | 14-sept | 08:17 | 1,4                     | 18,3                | 5,5                    | 81                  | 20,1                   | 6,3  | 0,7               | 99,3  | -       | -        | <0,05                |
|             | PF-5                 | 14-sept | 08:37 | 5,1                     | 18,0                | 5,1                    | 81                  | 19,9                   | 6,6  | 5,0               | 95,0  | -       | -        | 0,10                 |
| TRPL2       | MS-1                 | 13-sept | 12:23 | Surface                 | 21,2                | 5,2                    | 87                  | 22,1                   | 6,2  | 1,0               | 99,0  | -       | -        | <0,05                |
|             | MI-1                 | 13-sept | 13:00 | 1,5                     | 20,2                | 5,1                    | 85                  | 21,5                   | 6,8  | 0,5               | 99,5  | -       | -        | 0,06                 |
|             | PF-10                | 14-sept | 14:35 | 5,2                     | 19,4                | 5,0                    | 82                  | 20,9                   | 6,9  | 8,4               | 91,6  | -       | -        | 0,10                 |
| TRPL3       | MS-5                 | 14-sept | 10:32 | Surface                 | 20,2                | 5,0                    | 84                  | 24,1                   | 6,4  | 0,1               | 84,3  | 8,9     | 6,7      | <0,05                |
|             | MI-5                 | 14-sept | 11:25 | 1,3                     | 20,0                | 4,9                    | 81                  | 21,7                   | 6,4  | 0,1               | 97,1  | 2,8     | -        | <0,05                |
|             | PF-5                 | 14-sept | 13:00 | 5,5                     | 17,8                | 4,8                    | 77                  | 21,9                   | 6,1  | 1,1               | 98,9  | -       | -        | 0,12                 |
| <b>2019</b> |                      |         |       |                         |                     |                        |                     |                        |      |                   |       |         |          |                      |
| ERPL        | MS-5                 | 4-sept  | 14:45 | Surface                 | 17,1                | 10,6                   | 110                 | 23                     | 7,3  | 8,1               | 42,3  | 49,6    | 0        | 0,42                 |
|             | MI-5                 | 6-sept  | 9:50  | 1,25                    | 13,9                | 11,2                   | 109                 | 25                     | 7,8  | 0,21              | 99,8  | -       | -        | 0,3                  |
|             | PF10                 | 6-sept  | 11:50 | 6                       | 13,5                | 10,9                   | 105                 | 22                     | 7,5  | 1,7               | 98,2  | 0,09    | -        | 0,11                 |
| TRPL1       | MS-5                 | 4-sept  | 10:45 | Surface                 | 15,4                | 10,7                   | 107                 | 22                     | 7,1  | 1,5               | 98,26 | 0,21    | -        | 0,27                 |
|             | MI-1                 | 4-sept  | 12:00 | 1,5                     | 16,2                | 10,4                   | 106                 | 22                     | 7,3  | 10                | 90    | -       | -        | 1,36                 |
|             | PF-5                 | 4-sept  | 13:25 | 6                       | 16,33               | 10,4                   | 106                 | 22                     | 7,1  | 4,54              | 95,46 | -       | -        | 0,42                 |
| TRPL2       | MS-5                 | 6-sept  | 13:48 | 0,6                     | 17,1                | 10,8                   | 112                 | 22                     | 7,6  | 1,5               | 91,4  | 7,1     | -        | 0,54                 |
|             | MI-1                 | 6-sept  | 13:15 | 1,3                     | 16,3                | 10,7                   | 109                 | 22                     | 7,4  | 1,6               | 98,2  | 0,2     | -        | 0,06                 |
|             | PF-6                 | 6-sept  | 16:40 | 6                       | 13                  | 10,9                   | 104                 | 21                     | 7,2  | 3,4               | 96,6  | -       | -        | 1,12                 |
| TRPL3       | MS-5                 | 7-sept  | 9:25  | 0,8                     | 14                  | 10,8                   | 105                 | 22                     | 7,2  | 4,3               | 73,2  | 22,5    | -        | 0,07                 |
|             | MI-1                 | 7-sept  | 9:40  | 1,5                     | 14                  | 10,7                   | 103                 | 21                     | 7,2  | 0,4               | 97,5  | 2,1     | -        | 0,26                 |
|             | PF-5                 | 7-sept  | 11:30 | 6,3                     | 13,7                | 10,4                   | 100                 | 22                     | 6,8  | 4,38              | 95,62 | -       | -        | 0,27                 |
| <b>2020</b> |                      |         |       |                         |                     |                        |                     |                        |      |                   |       |         |          |                      |
| ERPL        | MS-1                 | 25-sept | 11:12 | 0,4                     | 12,1                | n.d.                   | n.d.                | 37,5                   | 7,6  | 0,0               | 68,9  | 31,0    | -        | 0,19                 |
|             | MI-5 <sup>3</sup>    | 22-sept | 17:00 | 1,2                     | n.d.                | n.d.                   | n.d.                | n.d.                   | n.d. | 0,3               | 99,7  | 0,1     | -        | 0,14                 |
|             | PF10 <sup>3</sup>    | 22-sept | 15:20 | 6,2                     | n.d.                | n.d.                   | n.d.                | n.d.                   | n.d. | 1,9               | 98,0  | 0,1     | -        | 0,12                 |
| TRPL1       | MS-1 <sup>3</sup>    | 25-sept | 12:05 | 0,4                     | n.d.                | n.d.                   | n.d.                | n.d.                   | n.d. | 0,0               | 99,8  | 0,0     | -        | 0,20                 |
|             | MI-1                 | 21-sept | 16:25 | 1,5                     | 13,7                | 9,7                    | 93,2                | 23,1                   | 6,8  | 0,0               | 100,0 | 0,0     | -        | 0,25                 |
|             | PF-1                 | 25-sept | 13:13 | 5,5                     | 12,9                | 10,0                   | 95,0                | 23,0                   | 6,9  | 3,6               | 96,5  | 0,0     | -        | 0,18                 |





**Tableau 4. Caractéristiques des sites et des strates d'échantillonnage du benthos en 2018 et 2020 (suite)**

| Site  | Station <sup>1</sup> | Date    | Heure | Prof. d'eau échant. (m) | Temp. de l'eau (°C) | Oxygène dissous (mg/L) | Oxygène dissous (%) | Conduct. spéc. (µS/cm) | pH   | Granulométrie (%) |       |         |          | COT (%) <sup>2</sup> |
|-------|----------------------|---------|-------|-------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|------------------------|------|-------------------|-------|---------|----------|----------------------|
|       |                      |         |       |                         |                     |                        |                     |                        |      | Limon/Argile      | Sable | Gravier | Cailloux |                      |
| TRPL2 | MS-5 <sup>3</sup>    | 22-sept | 14:50 | 0,6                     | n.d.                | n.d.                   | n.d.                | n.d.                   | n.d. | 0,1               | 97,1  | 2,4     | -        | 0,13                 |
|       | MI-5                 | 22-sept | 12:16 | 1,3                     | 12,1                | 10,0                   | 93,2                | 31,4                   | 6,7  | 0,1               | 99,9  | 0,0     | -        | 0,20                 |
|       | PF-6                 | 22-sept | 10:20 | 5,8                     | 13,1                | 9,6                    | 92,0                | 24,2                   | 6,7  | 5,7               | 94,3  | 0,0     | -        | 0,12                 |
| TRPL3 | MS-4                 | 21-sept | 11:15 | 0,7                     | 12,8                | 9,6                    | 91,2                | 21,9                   | 7,1  | 0,0               | 65,0  | 35,0    | -        | 0,18                 |
|       | MI-4                 | 21-sept | 12:50 | 1,5                     | 13,0                | 9,7                    | 92,3                | 21,7                   | 6,8  | 0,0               | 98,0  | 2,0     | -        | 0,24                 |
|       | PF-4                 | 21-sept | 14:55 | 6,3                     | 13,2                | 9,3                    | 89,1                | 23,5                   | 6,7  | 2,2               | 97,1  | 0,4     | -        | 0,24                 |

<sup>1</sup> Une station physicochimique a été échantillonnée par strate de profondeur. À cette station, un échantillon supplémentaire de substrat a été prélevé afin de déterminer la granulométrie et le COT.

MS : zone de marnage supérieure; MI : zone de marnage inférieure; PF : zone profonde.

<sup>2</sup> COT : carbone organique total.

<sup>3</sup> Un problème avec la multisonde a empêché la prise de données à ces stations.



## 3.2 ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE

Pour chacun des quatre sites, cinq stations d'échantillonnage ont été réalisées. Au moment de l'échantillonnage, les profondeurs à ces stations variaient entre 0,3 et 0,8 m (cote d'élévation variant entre 100,3 et 100,8 m). À chaque site, la distance entre chacune des stations varie entre 20 et 40 m (moyenne de 32 m). Ces stations se situent à proximité du rivage à une distance généralement inférieure à 5 m.

La station TRPL2-MS5 a dû être déplacée en 2019 et 2020 puisque la station utilisée initialement en 2018 ne pouvait pas être échantillonnée, dû à une plaque d'argile présente tout autour du secteur. Cependant, au terrain en 2020, l'équipe ne disposait pas du point de 2019 et la station a été repositionnée du côté opposé à 2019 (carte 4). Normalement, cette station aurait dû être exclue des analyses. Elle a cependant été conservée étant donné le manque de réplification.

### 3.2.1 COMPOSITION DESCRIPTIVE DES COMMUNAUTÉS

En 2018, sur les 20 stations échantillonnées dans la zone de marnage supérieure, trois stations n'ont présenté aucun organisme (TRPL1-MS2, TRPL2-MS3 et TRPL3-MS5), ce qui représente 15 % des échantillons (tableau 5). En 2019, cinq stations n'ont présenté aucun organisme (TRPL1-MS1, TRPL1-MS4, TRPL1-MS5, TRPL3-MS4 et TRPL3-MS5), ce qui représente 25 % des échantillons (tableau 6). En 2020, neuf stations n'ont présenté aucun organisme (TRPL1-MS1, TRPL1-MS2, TRPL1-MS4, TRPL1-MS5 et toutes les stations TRPL3-MS), ce qui représente 45 % des stations (tableau 7). Au total, 1 261 organismes ont été recensés en 2018, 1 164 en 2019 et 5 807 en 2020.

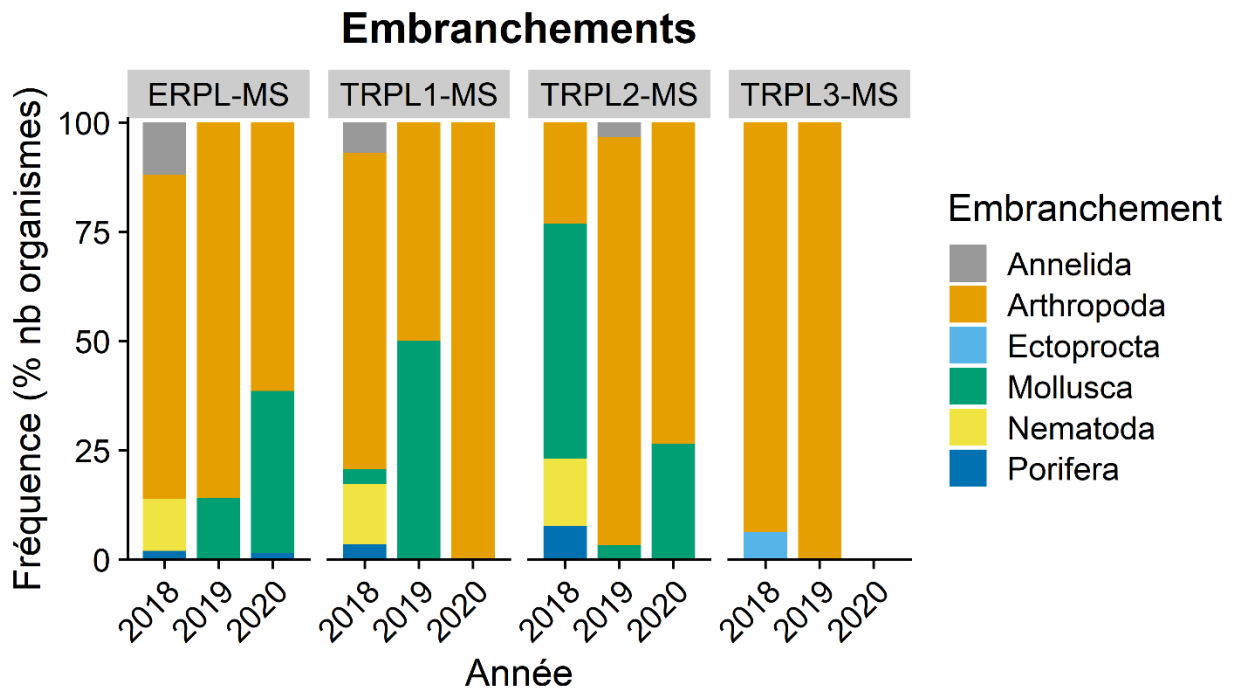
En 2018, 14 taxons d'organismes différents répartis dans 6 embranchements sont présents (tableau 5, figure 3). Les taxons les plus abondants sont les arthropodes de la famille de chironomides (insecte diptère) composant 49 % du total des organismes, suivi des nématodes avec 10 % du total. Le site « exposé » est dominé par les arthropodes à 74 % (principalement des chironomides), suivi des annélides et des nématodes avec chacun 12 % des abondances totales. Le site témoin TRPL1 est dominé par les arthropodes avec 72 % des abondances totales, suivi des nématodes avec 14 %. Le site TRPL2 est dominé par des mollusques de la famille des *sphaeriidae* avec 54 % des abondances totales, suivi des arthropodes avec 23 % et des nématodes avec 15 %. Le site TRPL3 est dominé par les arthropodes avec 94 % des abondances totales.

En 2019, ce sont 4 taxons d'organismes différents répartis dans 3 embranchements qui sont présents (tableau 6, figure 3). Le taxon le plus abondant est encore la famille des chironomides (arthropodes) avec 77 % du total, suivi des *ceratopogonidae* (insecte diptère, 12 %) et des *sphaeriidae* (mollusque, 10 %). Le site « exposé » est dominé par la famille de chironomides avec 86 % des abondances totales, suivi des *sphaeriidae* (mollusque, 14 %). Le site témoin TRPL1 présente des abondances égales de 50 % de chironomides et de *sphaeriidae*. Le site TRPL2 est dominé par les chironomides à 93 %. Le site TRPL3 est dominé par la famille des *ceratopogonidae* (insecte diptère) avec 63 % des abondances totales, suivi des chironomides (insecte diptère) avec 37 % des abondances.

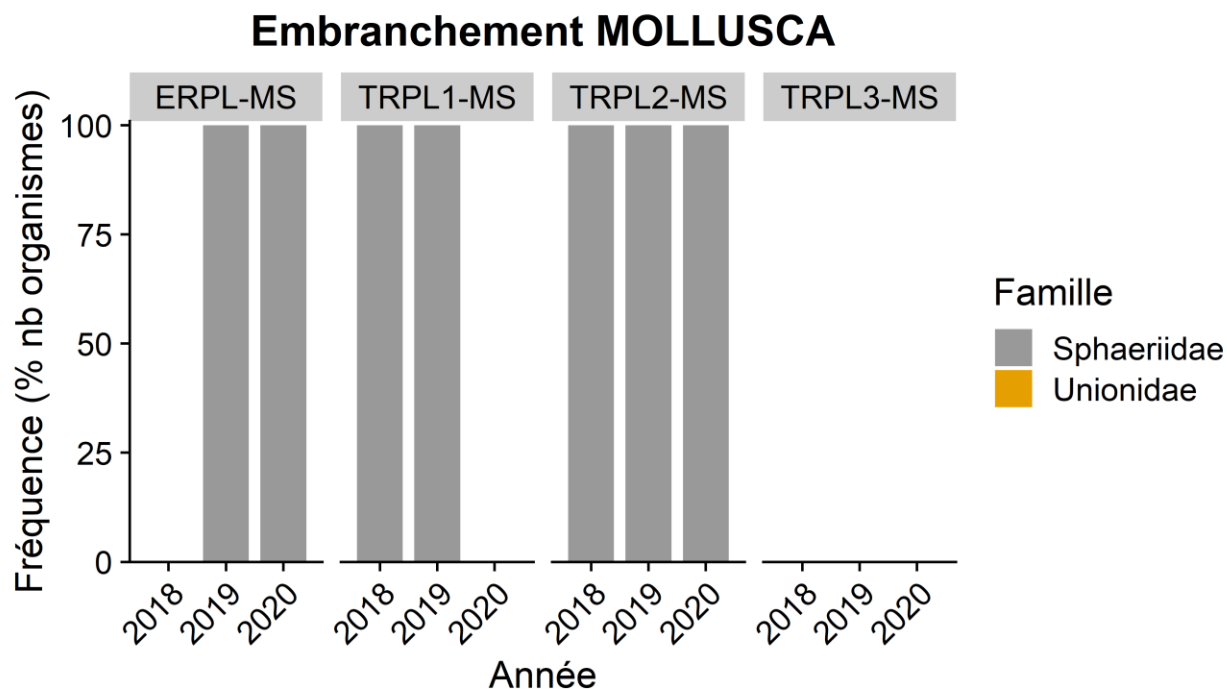
En 2020, ce sont 11 taxons d'organismes différents répartis dans 4 embranchements qui sont présents (tableau 7, figure 3). Le taxon le plus abondant est un trichoptère de la famille des *leptoceridae* (arthropodes) avec 47 % du total, suivi des *sphaeriidae* (mollusque) avec 27 % du total. Il est important de noter que seuls 8 organismes ont été recensés au site TRPL1 et aucun organisme au site TRPL3. Le site « exposé » est encore dominé par les arthropodes avec 61 % des abondances totales (principalement des chironomides, 51 %), suivi des *sphaeriidae* (mollusque) avec 37 %. Le site témoin TRPL1 présente seulement des trichoptères de la famille des *leptoceridae*. Le site témoin TRPL2 est dominé par les arthropodes avec 73 % des abondances totales (principalement des trichoptères de la famille des *leptoceridae* avec 50 %), suivi des *sphaeriidae* (mollusque) avec 26 %.

L'embranchement des mollusques n'est constitué que de la famille des *sphaeriidae* et sa présence varie selon les sites et les années (figure 4).

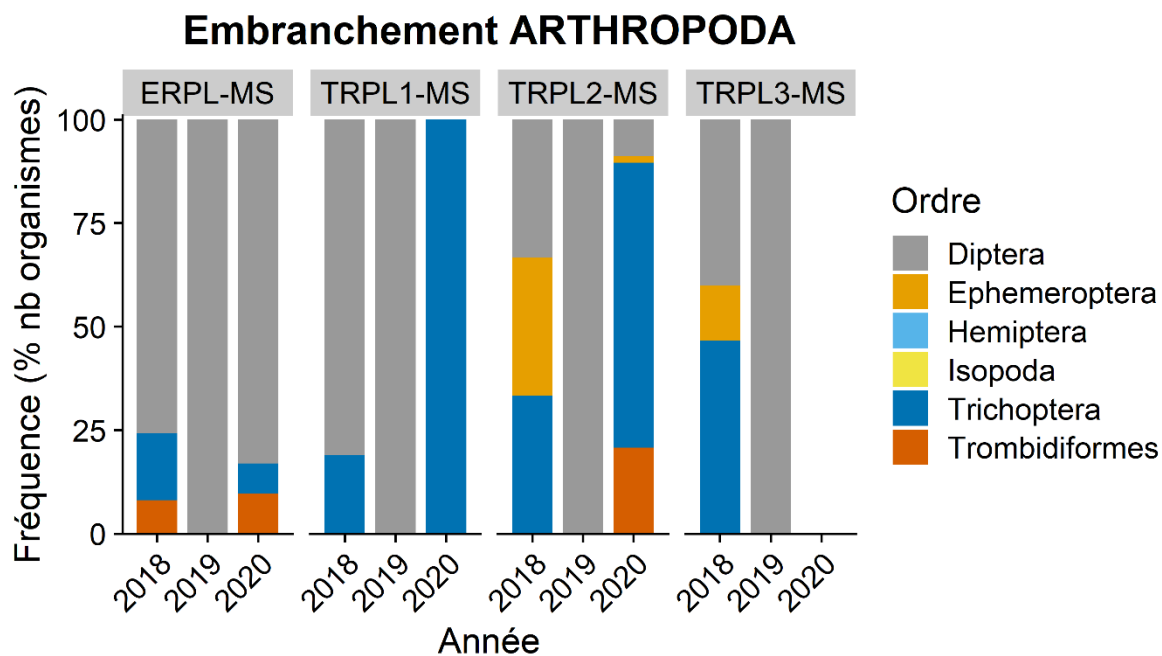
Au niveau de la classe des arthropodes (figure 5), les diptères/ nématocères (seulement des chironomides) dominent l'embranchement en 2018 pour les sites « exposé » et témoin TRPL1 avec respectivement 76 et 81 % des arthropodes, tandis que les abondances sont réparties équitablement entre les éphémères, trichoptère et les chironomides au site témoin TRPL2 et que les trichoptères dominent au site TRPL3 avec 47 % des abondances des arthropodes. En 2019, seuls les diptères/ nématocères sont présents sur tous les sites et il s'agit seulement de chironomides pour les sites « exposé » et témoins TRPL1 et TRPL2, tandis qu'il s'agit principalement de *ceratopogonidae* au site témoin TRPL3 avec 63 %. En 2020, les chironomides dominent les arthropodes seulement au site « exposé » avec 83 % des abondances, le site témoin TRPL1 est composé seulement de trichoptère de la famille des *leptoceridae*, tandis que le site TRPL2 est composé à 69 % des *leptoceridae*, suivi des acariens (ordre des *trombidiformes*) avec 21 % des abondances.



**Figure 3. Abondance relative des différents embranchements d'invertébrés benthiques identifiés dans la zone de marnage supérieure entre 2018 et 2020**



**Figure 4.** Abondance relative des différentes familles de l'embranchement *Mollusca* pour les invertébrés benthiques identifiés dans la zone de marnage supérieure entre 2018 et 2020



**Figure 5.** Abondance relative des différents ordres de l'embranchement *Arthropoda* pour les invertébrés benthiques identifiés dans la zone de marnage supérieure entre 2018 et 2020

## 3.2.2 INDICATEURS DES COMMUNAUTÉS

---

### 3.2.2.1 INDICATEURS UNIDIMENSIONNELS

Les indicateurs unidimensionnels des communautés calculés par station sont présentés aux tableaux 8 à 10. Les moyennes, écart-type, étendues (minimum à maximum), médianes ainsi que le nombre de mesures ayant servi à établir ces statistiques pour chaque site sont présentés au tableau 11. Les moyennes et écarts-types des indicateurs pour chacun des sites en 2018, 2019 et 2020 sont présentés aux figures 6 et 7. Finalement, les pertes des communautés, qui ont été calculées par site entre 2019 et 2018, et entre 2020 et 2018, sont présentées au tableau 12 et à la figure 8.

Les résultats des analyses statistiques sont présentés au tableau 13.

#### ABONDANCE TOTALE

Les densités moyennes d'organismes sont généralement faibles et variables entre les sites et les années au niveau de la zone de marnage supérieure (tableau 11, figure 6A).

En 2018, les densités les plus élevées sont au site « exposé » qui présente en moyenne 145 org./m<sup>2</sup>, tandis que les sites témoins varient entre 19 et 46 org./m<sup>2</sup>. En 2019, les densités les plus élevées sont aussi au site « exposé » qui présente en moyenne 137 org./m<sup>2</sup>, tandis que les sites témoins varient de 6 à 46 org./m<sup>2</sup>. Ceci représente des densités moyennes plutôt stables pour le site « exposé » et le site témoin TRPL3, des densités 86 % plus basses au site témoin TRPL1 et 131 % plus grandes au site TRPL2.

En 2020, les densités moyennes ont généralement diminué par rapport à 2019 à l'exception du site témoin TRPL2 qui présente une forte augmentation avec en moyenne 1 062 org./m<sup>2</sup> avec toutefois beaucoup de variabilité. Notamment, aucun organisme n'a été recensé au site témoin TRPL3. Ceci représente des densités moyennes 29 % plus petites pour le site « exposé » par rapport à 2019, de 76 % plus petite pour le site témoin TRPL1, et une augmentation de 2 342 % pour TRPL2. Les changements observés au site TRPL2 sont principalement dus à l'augmentation des trichoptères et acariens (ordre des *trombidiformes*).

Les résultats obtenus ne présentent pas d'effet sur les abondances totales des macroinvertébrés benthiques à la deuxième année du suivi pour la zone de marnage supérieure (Exposition x 'Période',  $p_{perm} = 0,490$ ; tableau 13). Effectivement, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins.

#### INDICE C

L'indice C moyen est variable en fonction des sites et des années au niveau de la zone de marnage supérieure (tableau 11, figure 6B). L'indice C rend compte des abondances des chironomides.

Entre 2018 et 2019, l'abondance des chironomides est 45 % plus élevée pour le site « exposé » et est passée de 81,2 org./m<sup>2</sup> à 117,9 org./m<sup>2</sup>, tandis qu'elles ont diminué de 88 % pour le site témoin TRPL1 (24,6 org./m<sup>2</sup> à 2,9 org./m<sup>2</sup>) et qu'elles ont augmenté de 2 800 % au site TRPL2 (1,4 org./m<sup>2</sup> à 40,6 org./m<sup>2</sup>). Finalement, les abondances des chironomides sont restées stables pour le site témoin TRPL3 avec des abondances moyennes de 17,4 org./m<sup>2</sup> en 2018 et 2019 (figure 6B).

Entre 2019 et 2020, l'abondance des chironomides a baissé de 58 % au site « exposé » et est passée de 117,9 org./m<sup>2</sup> à 49,8 org./m<sup>2</sup>, tandis que les chironomides sont désormais absent des sites témoins TRPL1 et

TRPL3 et que leurs abondances ont légèrement augmenté au site témoin TRPL2 de 40,6 org./m<sup>2</sup> à 46,4 org./m<sup>2</sup>.

Les résultats obtenus ne présentent pas d'effet sur l'indice C des macroinvertébrés benthiques à la deuxième année du suivi pour la zone de marnage supérieure (Exposition x 'Période',  $p_{perm} = 0,980$ ; tableau 13). Bien que les abondances des chironomides soient plus élevées pour le site « exposé », les stations présentent une très grande variabilité et donc l'évolution dans le temps n'est pas différente des témoins.

## INDICE EPT

L'indice EPT moyen est variable en fonction des sites et des années au niveau de la zone de marnage supérieure (tableau 11, figure 6C). L'indice EPT rend compte des abondances des éphéméroptères, plécoptères et trichoptères.

Tous les groupes appartenant aux éphéméroptères, plécoptères et trichoptères ont disparu sur tous les sites entre 2018 et 2019, tandis que leurs abondances ont légèrement réaugmenté en 2020 aux sites « exposé » et témoin TRPL1 respectivement des abondances moyennes de 4,3 org./m<sup>2</sup> et 1,4 org./m<sup>2</sup>. Finalement, le site témoin TRPL2 présente une forte augmentation des organismes EPT avec en moyenne 549,3 org./m<sup>2</sup>.

Les résultats obtenus ne présentent pas d'effet sur l'indice EPT des macroinvertébrés benthiques à la deuxième année du suivi pour la zone de marnage supérieure (Exposition x 'Période',  $p_{perm} = 0,547$ ; tableau 13). Effectivement, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins à l'exception du site TRPL2.

## INDICE EPT/C

L'indice EPT/C moyen est variable en fonction des sites et des années au niveau de la zone de marnage supérieure (tableau 11, figure 6D). L'indice EPT/C rend compte des abondances des éphéméroptères, plécoptères et trichoptères (plus sensibles) divisés par l'abondance des chironomides qui sont plus tolérants aux stress.

L'indice est généralement faible en 2018 (ratio de 1 ou plus petit en moyenne) et égal à zéro en 2019 pour tous les sites étant donnée l'absence des organismes appartenant aux ordres des EPT. En 2020, l'indice a augmenté à 0,25 pour le site « exposé », alors qu'il est de 12,86 en moyenne pour le site TRPL2.

Les résultats obtenus ne présentent pas d'effet sur l'indice EPT/C des macroinvertébrés benthiques à la deuxième année du suivi pour la zone de marnage supérieure (Exposition x Période,  $p_{perm} = 0,428$ ; tableau 13). Ici, même en présence d'un effet significatif, l'absence de l'indice sur pour deux des trois témoins en 2020 aurait empêché de tirer une conclusion valide de l'effet. De manière générale, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins à l'exception du site TRPL2.

## RICHESSSE TAXONOMIQUE

La richesse taxonomique moyenne est faible et variable en fonction des sites et des années au niveau de la zone de marnage supérieure (tableau 11, figure 7A).

Entre 2018 et 2019, la richesse a diminué sur tous les sites de 22 à 78 %, respectivement : TRPL2 de 1,8 à 1,4 taxons, « exposé » de 2,4 à 1,2 taxons, TRPL3 de 1,8 à 0,8 taxons et TRPL1 de 1,8 à 0,4 taxons. Entre 2019 et 2020, la richesse a augmenté aux sites « exposé » et témoin TRPL2 respectivement de 100 et 271 %, tandis qu'elle a diminué à 0,2 taxons en moyenne au site TRPL1 jusqu'à nulle au site TRPL3.

Les résultats obtenus ne présentent pas d'effet sur la richesse taxonomique des macroinvertébrés benthiques à la deuxième année du suivi pour la zone de marnage supérieure (Exposition x 'Période',  $p_{perm} = 0,964$ ; tableau 13). Effectivement, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins qui présentent des effets variables sur la richesse.

## DIVERSITÉ DE SHANNON

La valeur moyenne de la diversité de Shannon est variable en fonction des sites et des années au niveau de la zone de marnage supérieure (tableau 11, figure 7B). L'indice de diversité de Shannon présente la composition des communautés benthiques en matière du nombre de taxons et de leur abondance relative (densité).

Entre 2018 et 2019, les sites « exposé » et témoins TRPL2 et TRPL3 suivent une tendance similaire avec une baisse respective de 0,82 à 0,17, 0,79 à 0,23 et 0,91 à 0,24, tandis que le site témoin TRPL1 présente une plus forte diminution en passant de 0,90 à 0.

Entre 2019 et 2020, l'indice est remonté de manière similaire pour le site « exposé » et le site témoin TRPL2, respectivement de 0,17 à 1,14 (augmentation de 571 %) et de 0,23 à 1,04 (augmentation de 352 %) alors qu'il est resté nul pour le site témoin TRPL1 et qu'il est incalculable pour le site TRPL3.

Les résultats obtenus ne présentent pas d'effet sur la diversité de Shannon des macroinvertébrés benthiques à la deuxième année du suivi pour la zone de marnage supérieure (Exposition x 'Période',  $p_{perm} = 0,621$ ; tableau 13). Effectivement, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins particulièrement une tendance très similaire au site TRPL2.

## ÉQUITABILITÉ DE SHANNON

La valeur moyenne de l'équitabilité de Shannon est variable en fonction des sites et des années au niveau de la zone de marnage supérieure (tableau 9, figure 7C). L'indice de équitabilité de Shannon informe sur la répartition des abondances entre les taxons.

Il est important de noter qu'étant donné les faibles abondances et la faible richesse, l'indice est basé sur des moyennes de 1 à 2 stations en 2019 et n'est calculable que pour deux sites en 2020. Ainsi, entre 2018 et 2020, l'indice a augmenté de 24 % en passant de 0,74 à 0,92 pour le site « exposé » et a diminué de 44 % en passant de 0,88 à 0,49 pour le site témoin TRPL2.

Ceci semble principalement dû à la diminution des chironomides et à l'augmentation des mollusques en 2020 au site « exposé » rendant les communautés plus équitables (tableaux 5 et 7). Pour le site TRPL2, 6 taxons étaient présents en 2018 et en moyenne 69 % des abondances étaient détenues par deux taxons, alors que les 31 % restant étaient répartis équitablement entre les derniers 4 taxons, puis qu'en 2020, 11 taxons étaient présents au site TRPL2 et en moyenne 77 % des abondances étaient détenues par deux taxons, alors que les 23 % restant ne sont pas répartis équitablement entre les derniers 9 taxons ce qui explique la baisse de l'équitabilité.

Les résultats obtenus ne présentent pas d'effet sur l'équitabilité de Shannon des macroinvertébrés benthiques à la deuxième année du suivi pour la zone de marnage supérieure (Exposition x 'Période',  $p_{perm} = 0,153$ ; tableau 13). Ici, même en présence d'un effet significatif, l'absence de l'indice sur pour deux des trois témoins en 2020 et la faible proportion des stations pour lequel un indice est calculable en 2019 auraient empêché de tirer une conclusion valide sur l'effet. De manière générale, les changements pour le site « exposé » semblent suivre une tendance opposée, mais trop peu de données sont disponibles, p. ex. le point illustré en 2019 à la figure 7C pour le site « exposé » ne représente qu'une seule station.



## CONTRIBUTION DES DOMINANTS

La contribution moyenne des dominants est variable en fonction des sites et des années au niveau de la zone de marnage supérieure (tableau 11, figure 7D). Le pourcentage de contribution des dominants (taxon dominant en nombre comparativement au nombre total) indique l'état actuel de l'équilibre entre les différents taxons représentés.

L'identité des taxons dominants est changeante entre les années (tableaux 5, 6 et 7). En 2018, il s'agit des chironomides pour les sites « exposé », TRPL1 et TRPL3, tandis qu'il s'agit des mollusques de la famille des *sphaeriidae* pour le site TRPL2 (tableau 5). En 2019, tous les sites sont dominés par des diptères/ nématocères, soit des chironomides ou des *ceratopogonidae* (tableau 6). En 2020, les chironomides dominent toujours le site « exposé », alors que les trichoptères de la famille des *leptoceridae* dominent les sites témoins TRPL1 et TRPL2 (tableau 7).

Entre 2018 et 2019, la contribution des dominants a augmenté sur tous les sites de 31 % au site « exposé » et respectivement de 47, 21 et 45 % pour les sites témoins TRPL1, TRPL2 et TRPL3. En 2020, l'indice est incalculable pour le site témoin TRPL3 qui ne présente aucun organisme et est resté stable au site TRPL1, mais avec une seule mesure (tableau 11). Ainsi, entre 2019 et 2020, la contribution des dominants a diminué de 40 % pour le site « exposé » et de 15 % pour le site témoin TRPL2.

Les résultats obtenus ne présentent pas d'effet sur la contribution des dominants des macroinvertébrés benthiques à la deuxième année du suivi pour la zone de marnage supérieure (Exposition x 'Période',  $p_{perm} = 0,358$ , tableau 13). Effectivement, bien que la contribution des dominants diminue davantage au site « exposé » entre 2019 et 2020, trop peu de données sont disponibles en 2020 pour valider un effet hors de la variabilité naturelle.

## PERTES DES COMMUNAUTÉS

L'indice de perte de communauté présente la perte de taxons entre l'année du suivi (2019 ou 2020) et l'année de référence (2018) pour le même site.

Les valeurs obtenues pour la zone de marnage supérieure en 2019 sont généralement élevées (1,33 à 2,50) (tableau 9 et figure 8). Le nombre de taxons inventoriés a diminué pour tous les sites entre 2018 et 2019 (tableau 12). Ainsi, ce sont de 4 à 5 taxons qui ont disparu et aucun ou 1 taxon sont apparus en 2019 (tableau 12).

Les valeurs obtenues pour la zone de marnage supérieure en 2020 sont faibles aux sites « exposé » (0,60) et TRPL2 (0,18), et élevé aux sites témoins TRPL1 (7,00) et TRPL3 (impossible de calculer étant donné une division par 0). Au site « exposé », ce sont 3 taxons qui ont disparu en 2020 par rapport à 2018 comparativement à l'ajout de 2 nouveaux taxons (tableau 12). Au site témoin TRPL2, ce sont 2 taxons qui ont disparu en 2020 par rapport à 2018 comparativement à l'ajout de 7 nouveaux taxons (tableau 12). Les sites TRPL1 et TRPL3 ont respectivement perdu 7 et 5 taxons par rapport à 2018 et gagné 1 et 0 taxon (tableau 12) créant ainsi des indices élevés.



Tableau 5. Densité d'organismes par station pour chacun des sites échantillonnés dans la zone de marnage supérieure en 2018

| Organismes    |                | Site « exposé » ERPL |            |           |            |           |                                 |                     | Site témoin TRPL1 |          |           |          |            |                                 |                     | Site témoin TRPL2 |          |          |          |           |                                 |                     | Site témoin TRPL3 |           |           |           |          | Total par taxon                 |                     |                |                     |
|---------------|----------------|----------------------|------------|-----------|------------|-----------|---------------------------------|---------------------|-------------------|----------|-----------|----------|------------|---------------------------------|---------------------|-------------------|----------|----------|----------|-----------|---------------------------------|---------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|----------|---------------------------------|---------------------|----------------|---------------------|
| Embranchement | Famille        | MS1                  | MS2        | MS3       | MS4        | MS5       | Dens. moy. (nb/m <sup>2</sup> ) | Abond. relative (%) | MS1               | MS2      | MS3       | MS4      | MS5        | Dens. moy. (nb/m <sup>2</sup> ) | Abond. relative (%) | MS1               | MS2      | MS3      | MS4      | MS5       | Dens. moy. (nb/m <sup>2</sup> ) | Abond. relative (%) | MS1               | MS2       | MS3       | MS4       | MS5      | Dens. moy. (nb/m <sup>2</sup> ) | Abond. relative (%) | Densité totale | Abond. relative (%) |
| PORIFERA      | Spongillidae   | 7                    | 0          | 0         | 7          | 0         | 3                               | 2,00                | 7                 | 0        | 0         | 0        | 0          | 1                               | 3,45                | 0                 | 0        | 0        | 0        | 7         | 1                               | 7,69                | 0                 | 0         | 0         | 0         | 0        | 0                               | 0,00                | 29             | 2,30                |
| ECTOPROCTA    | Paludicellidae | 0                    | 0          | 0         | 0          | 0         | 0                               | 0,00                | 0                 | 0        | 0         | 0        | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0         | 0                               | 0,00                | 0                 | 7         | 7         | 0         | 0        | 3                               | 6,25                | 14             | 1,15                |
| MOLLUSCA      | Sphaeriidae    | 0                    | 0          | 0         | 0          | 0         | 0                               | 0,00                | 0                 | 0        | 0         | 7        | 0          | 1                               | 3,45                | 29                | 0        | 0        | 7        | 14        | 10                              | 53,85               | 0                 | 0         | 0         | 0         | 0        | 0                               | 0,00                | 58             | 4,60                |
| ANNELIDA      | Lumbriculidae  | 0                    | 0          | 0         | 0          | 0         | 0                               | 0,00                | 0                 | 0        | 7         | 0        | 0          | 1                               | 3,45                | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0         | 0                               | 0,00                | 0                 | 0         | 0         | 0         | 0        | 0                               | 0,00                | 7              | 0,57                |
|               | Naididae       | 87                   | 0          | 0         | 0          | 0         | 17                              | 12,00               | 7                 | 0        | 0         | 0        | 0          | 1                               | 3,45                | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0         | 0                               | 0,00                | 0                 | 0         | 0         | 0         | 0        | 0                               | 0,00                | 94             | 7,47                |
| NEMATODA      |                | 43                   | 0          | 0         | 0          | 43        | 17                              | 12,00               | 0                 | 0        | 0         | 0        | 29         | 6                               | 13,79               | 7                 | 7        | 0        | 0        | 0         | 3                               | 15,38               | 0                 | 0         | 0         | 0         | 0        | 0                               | 0,00                | 130            | 10,34               |
| ARTHROPODA    | Lebertiidae    | 43                   | 0          | 0         | 0          | 0         | 9                               | 6,00                | 0                 | 0        | 0         | 0        | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0         | 0                               | 0,00                | 0                 | 0         | 0         | 0         | 0        | 0                               | 0,00                | 43             | 3,45                |
|               | Baetiscidae    | 0                    | 0          | 0         | 0          | 0         | 0                               | 0,00                | 0                 | 0        | 0         | 0        | 0          | 0                               | 0,00                | 7                 | 0        | 0        | 0        | 0         | 1                               | 7,69                | 0                 | 0         | 0         | 0         | 0        | 0                               | 0,00                | 7              | 0,57                |
|               | Caenidae       | 0                    | 0          | 0         | 0          | 0         | 0                               | 0,00                | 0                 | 0        | 0         | 0        | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0         | 0                               | 0,00                | 0                 | 0         | 29        | 0         | 0        | 6                               | 12,50               | 29             | 2,30                |
|               | Hydropsychidae | 0                    | 0          | 0         | 0          | 0         | 0                               | 0,00                | 0                 | 0        | 0         | 0        | 29         | 6                               | 13,79               | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0         | 0                               | 0,00                | 0                 | 0         | 0         | 0         | 0        | 0                               | 0,00                | 29             | 2,30                |
|               | Hydroptilidae  | 0                    | 0          | 0         | 0          | 0         | 0                               | 0,00                | 0                 | 0        | 0         | 0        | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0         | 0                               | 0,00                | 0                 | 43        | 0         | 0         | 0        | 9                               | 18,75               | 43             | 3,45                |
|               | Leptoceridae   | 43                   | 43         | 0         | 0          | 0         | 17                              | 12,00               | 0                 | 0        | 0         | 0        | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0        | 0        | 0        | 7         | 1                               | 7,69                | 0                 | 0         | 0         | 0         | 0        | 0                               | 0,00                | 94             | 7,47                |
|               | Philopotamidae | 0                    | 0          | 0         | 0          | 0         | 0                               | 0,00                | 0                 | 0        | 0         | 0        | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0         | 0                               | 0,00                | 0                 | 43        | 0         | 14        | 0        | 12                              | 25,00               | 58             | 4,60                |
|               | Chironomidae   | 0                    | 130        | 58        | 174        | 43        | 81                              | 56,00               | 7                 | 0        | 58        | 0        | 58         | 25                              | 58,62               | 0                 | 0        | 0        | 0        | 7         | 1                               | 7,69                | 29                | 0         | 29        | 29        | 0        | 17                              | 37,50               | 623            | 49,43               |
| <b>Total</b>  |                | <b>225</b>           | <b>174</b> | <b>58</b> | <b>181</b> | <b>87</b> | <b>145</b>                      | <b>100</b>          | <b>22</b>         | <b>0</b> | <b>65</b> | <b>7</b> | <b>116</b> | <b>42</b>                       | <b>100</b>          | <b>43</b>         | <b>7</b> | <b>0</b> | <b>7</b> | <b>36</b> | <b>19</b>                       | <b>100</b>          | <b>29</b>         | <b>94</b> | <b>65</b> | <b>43</b> | <b>0</b> | <b>46</b>                       | <b>100</b>          | <b>1261</b>    | <b>100</b>          |



Tableau 6. Densité d'organismes par station pour chacun des sites échantillonnés dans la zone de marnage supérieure en 2019

| Organismes    |                 | Site « exposé » ERPL |           |           |            |            |                                 |                     | Site témoin TRPL1 |           |           |          |          |                                 |                     | Site témoin TRPL2 |          |          |          |            |                                 |                     | Site témoin TRPL3 |            |           |          |          |                                 |                     | Total par taxon |                     |
|---------------|-----------------|----------------------|-----------|-----------|------------|------------|---------------------------------|---------------------|-------------------|-----------|-----------|----------|----------|---------------------------------|---------------------|-------------------|----------|----------|----------|------------|---------------------------------|---------------------|-------------------|------------|-----------|----------|----------|---------------------------------|---------------------|-----------------|---------------------|
| Embranchement | Famille         | MS1                  | MS2       | MS3       | MS4        | MS5        | Dens. moy. (nb/m <sup>2</sup> ) | Abond. relative (%) | MS1               | MS2       | MS3       | MS4      | MS5      | Dens. moy. (nb/m <sup>2</sup> ) | Abond. relative (%) | MS1               | MS2      | MS3      | MS4      | MS5        | Dens. moy. (nb/m <sup>2</sup> ) | Abond. relative (%) | MS1               | MS2        | MS3       | MS4      | MS5      | Dens. moy. (nb/m <sup>2</sup> ) | Abond. relative (%) | Densité totale  | Abond. relative (%) |
| MOLLUSCA      | Sphaeriidae     | 97                   | 0         | 0         | 0          | 0          | 19                              | 14,08               | 0                 | 14        | 0         | 0        | 0        | 3                               | 50,00               | 7                 | 0        | 0        | 0        | 0          | 1                               | 3,33                | 0                 | 0          | 0         | 0        | 0        | 0                               | 0,00                | 118             | 10,17               |
| ANNELIDA      | Lumbriculidae   | 0                    | 0         | 0         | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0         | 0         | 0        | 0        | 0                               | 0,00                | 0                 | 0        | 0        | 0        | 7          | 1                               | 3,33                | 0                 | 0          | 0         | 0        | 0        | 0                               | 0,00                | 7               | 0,62                |
| ARTHROPODA    | Ceratopogonidae | 0                    | 0         | 0         | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0         | 0         | 0        | 0        | 0                               | 0,00                | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 116        | 29        | 0        | 0        | 29                              | 62,50               | 145             | 12,45               |
|               | Chironomidae    | 39                   | 58        | 58        | 145        | 290        | 118                             | 85,92               | 0                 | 0         | 14        | 0        | 0        | 3                               | 50,00               | 14                | 7        | 7        | 7        | 167        | 41                              | 93,33               | 58                | 29         | 0         | 0        | 0        | 17                              | 37,50               | 894             | 76,76               |
| <b>Total</b>  |                 | <b>135</b>           | <b>58</b> | <b>58</b> | <b>145</b> | <b>290</b> | <b>137</b>                      | <b>100</b>          | <b>0</b>          | <b>14</b> | <b>14</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>6</b>                        | <b>100</b>          | <b>22</b>         | <b>7</b> | <b>7</b> | <b>7</b> | <b>174</b> | <b>43</b>                       | <b>100</b>          | <b>58</b>         | <b>145</b> | <b>29</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>46</b>                       | <b>100</b>          | <b>1164</b>     | <b>100</b>          |



Tableau 7. Densité d'organismes par station pour chacun des sites échantillonnés dans la zone de marnage supérieure en 2020

| Organismes    |                 | Site « exposé » ERPL |           |           |           |            |                                 |                     | Site témoin TRPL1 |          |          |          |          |                                 |                     | Site témoin TRPL2 |            |             |             |            |                                 |                     | Site témoin TRPL3 |          |          |          |          |                                 |                     | Total par taxon |                     |
|---------------|-----------------|----------------------|-----------|-----------|-----------|------------|---------------------------------|---------------------|-------------------|----------|----------|----------|----------|---------------------------------|---------------------|-------------------|------------|-------------|-------------|------------|---------------------------------|---------------------|-------------------|----------|----------|----------|----------|---------------------------------|---------------------|-----------------|---------------------|
| Embranchement | Famille         | MS1                  | MS2       | MS3       | MS4       | MS5        | Dens. moy. (nb/m <sup>2</sup> ) | Abond. relative (%) | MS1               | MS2      | MS3      | MS4      | MS5      | Dens. moy. (nb/m <sup>2</sup> ) | Abond. relative (%) | MS1               | MS2        | MS3         | MS4         | MS5        | Dens. moy. (nb/m <sup>2</sup> ) | Abond. relative (%) | MS1               | MS2      | MS3      | MS4      | MS5      | Dens. moy. (nb/m <sup>2</sup> ) | Abond. relative (%) | Densité totale  | Abond. relative (%) |
| PORIFERA      | Spongillidae    | 7                    | 0         | 0         | 0         | 0          | 1                               | 1,49                | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 7           | 7           | 0          | 3                               | 0,27                | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                               | -                   | 22              | 0,37                |
| ECTOPROCTA    | Pectinatellidae | 0                    | 0         | 0         | 0         | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 0           | 7           | 0          | 1                               | 0,14                | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                               | -                   | 7               | 0,12                |
| MOLLUSCA      | Sphaeriidae     | 29                   | 29        | 22        | 58        | 43         | 36                              | 37,13               | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                               | 0,00                | 196               | 283        | 435         | 167         | 312        | 278                             | 26,19               | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                               | -                   | 1572            | 27,08               |
| ARTHROPODA    | Hygrobatidae    | 0                    | 0         | 0         | 0         | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                               | 0,00                | 22                | 7          | 304         | 109         | 0          | 88                              | 8,32                | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                               | -                   | 442             | 7,61                |
|               | Limnesiidae     | 29                   | 0         | 0         | 0         | 0          | 6                               | 5,94                | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 261         | 109         | 0          | 74                              | 6,96                | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                               | -                   | 399             | 6,86                |
|               | Caenidae        | 0                    | 0         | 0         | 0         | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 0           | 22          | 0          | 4                               | 0,41                | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                               | -                   | 22              | 0,37                |
|               | Ephemeridae     | 0                    | 0         | 0         | 0         | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 43          | 0           | 0          | 9                               | 0,82                | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                               | -                   | 43              | 0,75                |
|               | Leptoceridae    | 0                    | 0         | 22        | 0         | 0          | 4                               | 4,46                | 0                 | 0        | 7        | 0        | 0        | 1                               | 100,00              | 29                | 0          | 1217        | 1435        | 0          | 536                             | 50,48               | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                               | -                   | 2710            | 46,67               |
|               | Ceratopogonidae | 0                    | 0         | 0         | 0         | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 43          | 0           | 0          | 9                               | 0,82                | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                               | -                   | 43              | 0,75                |
|               | Chironomidae    | 0                    | 58        | 22        | 39        | 130        | 50                              | 50,99               | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                               | 0,00                | 7                 | 14         | 174         | 36          | 0          | 46                              | 4,37                | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                               | -                   | 481             | 8,28                |
|               | Empididae       | 0                    | 0         | 0         | 0         | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 43          | 22          | 0          | 13                              | 1,23                | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                               | -                   | 65              | 1,12                |
| <b>Total</b>  |                 | <b>65</b>            | <b>87</b> | <b>65</b> | <b>97</b> | <b>174</b> | <b>98</b>                       | <b>100</b>          | <b>0</b>          | <b>0</b> | <b>7</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>1</b>                        | <b>100</b>          | <b>254</b>        | <b>304</b> | <b>2529</b> | <b>1913</b> | <b>312</b> | <b>1062</b>                     | <b>100</b>          | <b>0</b>          | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b>                        | <b>-</b>            | <b>5807</b>     | <b>100</b>          |





**Tableau 8. Indices de diversité des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de marnage supérieure en 2018**

| Site                 | Station | Fraction analysée | Densité totale (nb/m <sup>2</sup> ) | Richesse taxonomique | Indice de diversité de Shannon | Indice d'équitabilité de Shannon | Chironomide (nb/m <sup>2</sup> ) | ETP (nb/m <sup>2</sup> ) | EPT/C | Contribution des dominants (%) | Perte des communautés |
|----------------------|---------|-------------------|-------------------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------|-------|--------------------------------|-----------------------|
| Site « exposé » ERPL | MS1     | 0,17              | 225                                 | 5                    | 2,07                           | 0,89                             | 0                                | 43                       | n.d.  | 39                             | Année de référence    |
|                      | MS2     | 0,17              | 174                                 | 2                    | 0,81                           | 0,81                             | 130                              | 43                       | 0,33  | 75                             |                       |
|                      | MS3     | 0,50              | 58                                  | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 58                               | 0                        | 0,00  | 100                            |                       |
|                      | MS4     | 0,17              | 181                                 | 2                    | 0,24                           | 0,24                             | 174                              | 0                        | 0,00  | 96                             |                       |
|                      | MS5     | 0,17              | 87                                  | 2                    | 1,00                           | 1,00                             | 43                               | 0                        | 0,00  | 50                             |                       |
| Site témoin TRPL1    | MS1     | 1,00              | 22                                  | 3                    | 1,58                           | 1,00                             | 7                                | 0                        | 0,00  | 33                             | Année de référence    |
|                      | MS2     | 1,00              | 0                                   | 0                    | n.d.                           | n.d.                             | 0                                | 0                        | n.d.  | n.d.                           |                       |
|                      | MS3     | 1,00              | 65                                  | 2                    | 0,50                           | 0,50                             | 58                               | 0                        | 0,00  | 89                             |                       |
|                      | MS4     | 1,00              | 7                                   | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 0                                | 0                        | n.d.  | 100                            |                       |
|                      | MS5     | 0,25              | 116                                 | 3                    | 1,50                           | 0,95                             | 58                               | 29                       | 0,50  | 50                             |                       |
| Site témoin TRPL2    | MS1     | 1,00              | 43                                  | 3                    | 1,25                           | 0,79                             | 0                                | 7                        | n.d.  | 67                             | Année de référence    |
|                      | MS2     | 1,00              | 7                                   | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 0                                | 0                        | n.d.  | 100                            |                       |
|                      | MS3     | 1,00              | 0                                   | 0                    | n.d.                           | n.d.                             | 0                                | 0                        | n.d.  | n.d.                           |                       |
|                      | MS4     | 1,00              | 7                                   | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 0                                | 0                        | n.d.  | 100                            |                       |
|                      | MS5     | 1,00              | 36                                  | 4                    | 1,92                           | 0,96                             | 7                                | 7                        | 1,00  | 40                             |                       |
| Site témoin TRPL3    | MS1     | 0,25              | 29                                  | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 29                               | 0                        | 0,00  | 100                            | Année de référence    |
|                      | MS2     | 0,17              | 94                                  | 3                    | 1,31                           | 0,83                             | 0                                | 87                       | n.d.  | 46                             |                       |
|                      | MS3     | 0,25              | 65                                  | 3                    | 1,39                           | 0,88                             | 29                               | 29                       | 1,00  | 44                             |                       |
|                      | MS4     | 0,50              | 43                                  | 2                    | 0,92                           | 0,92                             | 29                               | 14                       | 0,50  | 67                             |                       |
|                      | MS5     | 0,17              | 0                                   | 0                    | n.d.                           | n.d.                             | 0                                | 0                        | n.d.  | n.d.                           |                       |

n. d. : Données insuffisantes pour calculer l'indice.



**Tableau 9. Indices de diversité des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de marnage supérieure en 2019**

| Site                 | Station | Fraction analysée | Densité totale (nb/m <sup>2</sup> ) | Richesse taxonomique | Indice de diversité de Shannon | Indice d'équitabilité de Shannon | Chironomide (nb/m <sup>2</sup> ) | ETP (nb/m <sup>2</sup> ) | EPT/C | Contribution des dominants (%) | Perte des communautés |
|----------------------|---------|-------------------|-------------------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------|-------|--------------------------------|-----------------------|
| Site « exposé » ERPL | MS1     | 0,38              | 135                                 | 2                    | 0,86                           | 0,86                             | 39                               | 0                        | 0,00  | 71                             | 2,50                  |
|                      | MS2     | 0,25              | 58                                  | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 58                               | 0                        | 0,00  | 100                            |                       |
|                      | MS3     | 0,13              | 58                                  | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 58                               | 0                        | 0,00  | 100                            |                       |
|                      | MS4     | 0,25              | 145                                 | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 145                              | 0                        | 0,00  | 100                            |                       |
|                      | MS5     | 0,13              | 290                                 | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 290                              | 0                        | 0,00  | 100                            |                       |
| Site témoin TRPL1    | MS1     | 1,00              | 0                                   | 0                    | n.d.                           | n.d.                             | 0                                | 0                        | n.d.  | n.d.                           | 2,50                  |
|                      | MS2     | 1,00              | 14                                  | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 0                                | 0                        | n.d.  | 100                            |                       |
|                      | MS3     | 1,00              | 14                                  | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 14                               | 0                        | 0,00  | 100                            |                       |
|                      | MS4     | 1,00              | 0                                   | 0                    | n.d.                           | n.d.                             | 0                                | 0                        | n.d.  | n.d.                           |                       |
|                      | MS5     | 1,00              | 0                                   | 0                    | n.d.                           | n.d.                             | 0                                | 0                        | n.d.  | n.d.                           |                       |
| Site témoin TRPL2    | MS1     | 1,00              | 22                                  | 2                    | 0,92                           | 0,92                             | 14                               | 0                        | 0,00  | 67                             | 1,33                  |
|                      | MS2     | 1,00              | 7                                   | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 7                                | 0                        | 0,00  | 100                            |                       |
|                      | MS3     | 1,00              | 7                                   | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 7                                | 0                        | 0,00  | 100                            |                       |
|                      | MS4     | 1,00              | 7                                   | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 7                                | 0                        | 0,00  | 100                            |                       |
|                      | MS5     | 1,00              | 174                                 | 2                    | 0,25                           | 0,25                             | 167                              | 0                        | 0,00  | 96                             |                       |
| Site témoin TRPL3    | MS1     | 0,25              | 58                                  | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 58                               | 0                        | 0,00  | 100                            | 2,00                  |
|                      | MS2     | 0,25              | 145                                 | 2                    | 0,72                           | 0,72                             | 29                               | 0                        | 0,00  | 80                             |                       |
|                      | MS3     | 0,25              | 29                                  | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 0                                | 0                        | n.d.  | 100                            |                       |
|                      | MS4     | 0,25              | 0                                   | 0                    | n.d.                           | n.d.                             | 0                                | 0                        | n.d.  | n.d.                           |                       |
|                      | MS5     | 0,25              | 0                                   | 0                    | n.d.                           | n.d.                             | 0                                | 0                        | n.d.  | n.d.                           |                       |

n. d. : Données insuffisantes pour calculer l'indice.



**Tableau 10. Indices de diversité des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de marnage supérieure en 2020**

| Site                 | Station | Fraction analysée | Densité totale (nb/m <sup>2</sup> ) | Richesse taxonomique | Indice de diversité de Shannon | Indice d'équitabilité de Shannon | Chironomide (nb/m <sup>2</sup> ) | ETP (nb/m <sup>2</sup> ) | EPT/C | Contribution des dominants (%) | Perte des communautés |
|----------------------|---------|-------------------|-------------------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------|-------|--------------------------------|-----------------------|
| Site « exposé » ERPL | MS1     | 0,25              | 65                                  | 3                    | 1,39                           | 0,88                             | 0                                | 0                        | n.d.  | 44                             | 0,60                  |
|                      | MS2     | 0,25              | 87                                  | 2                    | 0,92                           | 0,92                             | 58                               | 0                        | 0,00  | 67                             |                       |
|                      | MS3     | 0,33              | 65                                  | 3                    | 1,58                           | 1,00                             | 22                               | 22                       | 1,00  | 33                             |                       |
|                      | MS4     | 0,38              | 97                                  | 2                    | 0,97                           | 0,97                             | 39                               | 0                        | 0,00  | 60                             |                       |
|                      | MS5     | 0,17              | 174                                 | 2                    | 0,81                           | 0,81                             | 130                              | 0                        | 0,00  | 75                             |                       |
| Site témoin TRPL1    | MS1     | 1,00              | 0                                   | 0                    | n.d.                           | n.d.                             | 0                                | 0                        | n.d.  | n.d.                           | 7,00                  |
|                      | MS2     | 1,00              | 0                                   | 0                    | n.d.                           | n.d.                             | 0                                | 0                        | n.d.  | n.d.                           |                       |
|                      | MS3     | 1,00              | 7                                   | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 0                                | 7                        | n.d.  | 100                            |                       |
|                      | MS4     | 1,00              | 0                                   | 0                    | n.d.                           | n.d.                             | 0                                | 0                        | n.d.  | n.d.                           |                       |
|                      | MS5     | 1,00              | 0                                   | 0                    | n.d.                           | n.d.                             | 0                                | 0                        | n.d.  | n.d.                           |                       |
| Site témoin TRPL2    | MS1     | 1,00              | 254                                 | 4                    | 1,10                           | 0,55                             | 7                                | 29                       | 4,00  | 77                             | 0,18                  |
|                      | MS2     | 1,00              | 304                                 | 3                    | 0,44                           | 0,28                             | 14                               | 0                        | 0,00  | 93                             |                       |
|                      | MS3     | 0,50              | 2529                                | 9                    | 2,24                           | 0,71                             | 174                              | 1261                     | 7,25  | 48                             |                       |
|                      | MS4     | 1,00              | 1913                                | 9                    | 1,40                           | 0,44                             | 36                               | 1457                     | 40,20 | 75                             |                       |
|                      | MS5     | 1,00              | 312                                 | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 0                                | 0                        | n.d.  | 100                            |                       |
| Site témoin TRPL3    | MS1     | 0,25              | 0                                   | 0                    | n.d.                           | n.d.                             | 0                                | 0                        | n.d.  | n.d.                           | n.d.                  |
|                      | MS2     | 0,25              | 0                                   | 0                    | n.d.                           | n.d.                             | 0                                | 0                        | n.d.  | n.d.                           |                       |
|                      | MS3     | 0,25              | 0                                   | 0                    | n.d.                           | n.d.                             | 0                                | 0                        | n.d.  | n.d.                           |                       |
|                      | MS4     | 0,17              | 0                                   | 0                    | n.d.                           | n.d.                             | 0                                | 0                        | n.d.  | n.d.                           |                       |
|                      | MS5     | 0,33              | 0                                   | 0                    | n.d.                           | n.d.                             | 0                                | 0                        | n.d.  | n.d.                           |                       |

n. d. : Données insuffisantes pour calculer l'indice.



Tableau 11. Statistiques descriptives des indices de diversité des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de marnage supérieure de 2018 à 2020

| Site-strate | Année | Paramètre  | N<br>(nb m <sup>-2</sup> ) | S    | H'        | J'        | C<br>(nb m <sup>-2</sup> ) | EPT<br>(nb m <sup>-2</sup> ) | EPT/C<br>(proportion) | Contribution dominants<br>(% organismes) |
|-------------|-------|------------|----------------------------|------|-----------|-----------|----------------------------|------------------------------|-----------------------|--|
| ERPL-MS     | 2018  | Moyenne    | 144,9                      | 2,4  | 0,82      | 0,74      | 81,2                       | 17,4                         | 0,08                  | 72                                       |
|             |       | Écart-type | 69,7                       | 1,52 | 0,8       | 0,34      | 70                         | 23,8                         | 0,17                  | 27                                       |
|             |       | Étendue    | 58-225                     | 1-5  | 0-2,07    | 0,24-1    | 0-173,9                    | 0-43,5                       | 0-0,33                | 39-100                                   |
|             |       | Médiane    | 173,9                      | 2    | 0,81      | 0,85      | 58                         | 0                            | 0                     | 75                                       |
|             |       | Nb mesures | 5                          | 5    | 5         | 4         | 5                          | 5                            | 4                     | 5  |
|             | 2019  | Moyenne    | 137,2                      | 1,2  | 0,17      | 0,86      | 117,9                      | 0                            | 0                     | 94                                       |
|             |       | Écart-type | 94,8                       | 0,45 | 0,39      | n.d.      | 104,6                      | 0                            | 0                     | 13                                       |
|             |       | Étendue    | 58-290                     | 1-2  | 0-0,86    | 0,86-0,86 | 38,6-289,9                 | 0-0                          | 0-0                   | 71-100                                   |
|             |       | Médiane    | 135,3                      | 1    | 0         | 0,86      | 58                         | 0                            | 0                     | 100                                      |
|             |       | Nb mesures | 5                          | 5    | 5         | 1         | 5                          | 5                            | 5                     | 5  |
|             | 2020  | Moyenne    | 97,6                       | 2,4  | 1,14      | 0,92      | 49,8                       | 4,3                          | 0,25                  | 56                                       |
|             |       | Écart-type | 44,8                       | 0,55 | 0,33      | 0,07      | 49,9                       | 9,7                          | 0,5                   | 17                                       |
|             |       | Étendue    | 65-174                     | 2-3  | 0,81-1,58 | 0,81-1    | 0-130,4                    | 0-21,7                       | 0-1                   | 33-75                                    |
|             |       | Médiane    | 87                         | 2    | 0,97      | 0,92      | 38,6                       | 0                            | 0                     | 60                                       |
|             |       | Nb mesures | 5                          | 5    | 5         | 5         | 5                          | 5                            | 4                     | 5  |
| TRPL1-MS    | 2018  | Moyenne    | 42                         | 1,8  | 0,9       | 0,82      | 24,6                       | 5,8                          | 0,17                  | 68                                       |
|             |       | Écart-type | 48,4                       | 1,3  | 0,77      | 0,27      | 30,6                       | 13                           | 0,29                  | 32                                       |
|             |       | Étendue    | 0-116                      | 0-3  | 0-1,58    | 0,5-1     | 0-58                       | 0-29                         | 0-0,5                 | 33-100                                   |
|             |       | Médiane    | 21,7                       | 2    | 1         | 0,95      | 7,2                        | 0                            | 0                     | 69                                       |
|             |       | Nb mesures | 5                          | 5    | 4         | 3         | 5                          | 5                            | 3                     | 4  |
|             | 2019  | Moyenne    | 5,8                        | 0,4  | 0         | n.d.      | 2,9                        | 0                            | 0                     | 100                                      |
|             |       | Écart-type | 7,9                        | 0,55 | 0         | n.d.      | 6,5                        | 0                            | n.d.                  | 0  |
|             |       | Étendue    | 0-14                       | 0-1  | 0-0       | 0-0       | 0-14,5                     | 0-0                          | 0-0                   | 100-100                                  |
|             |       | Médiane    | 0                          | 0    | 0         | n.d.      | 0                          | 0                            | 0                     | 100                                      |
|             |       | Nb mesures | 5                          | 5    | 2         | 0         | 5                          | 5                            | 1                     | 2  |
|             | 2020  | Moyenne    | 1,4                        | 0,2  | 0         | n.d.      | 0                          | 1,4                          | n.d.                  | 100                                      |
|             |       | Écart-type | 3,2                        | 0,45 | n.d.      | n.d.      | 0                          | 3,2                          | n.d.                  | n.d.                                     |
|             |       | Étendue    | 0-7                        | 0-1  | 0-0       | 0-0       | 0-0                        | 0-7,2                        | 0-0                   | 100-100                                  |
|             |       | Médiane    | 0                          | 0    | 0         | n.d.      | 0                          | 0                            | n.d.                  | 100                                      |
|             |       | Nb mesures | 5                          | 5    | 1         | 0         | 5                          | 5                            | 0                     | 1  |





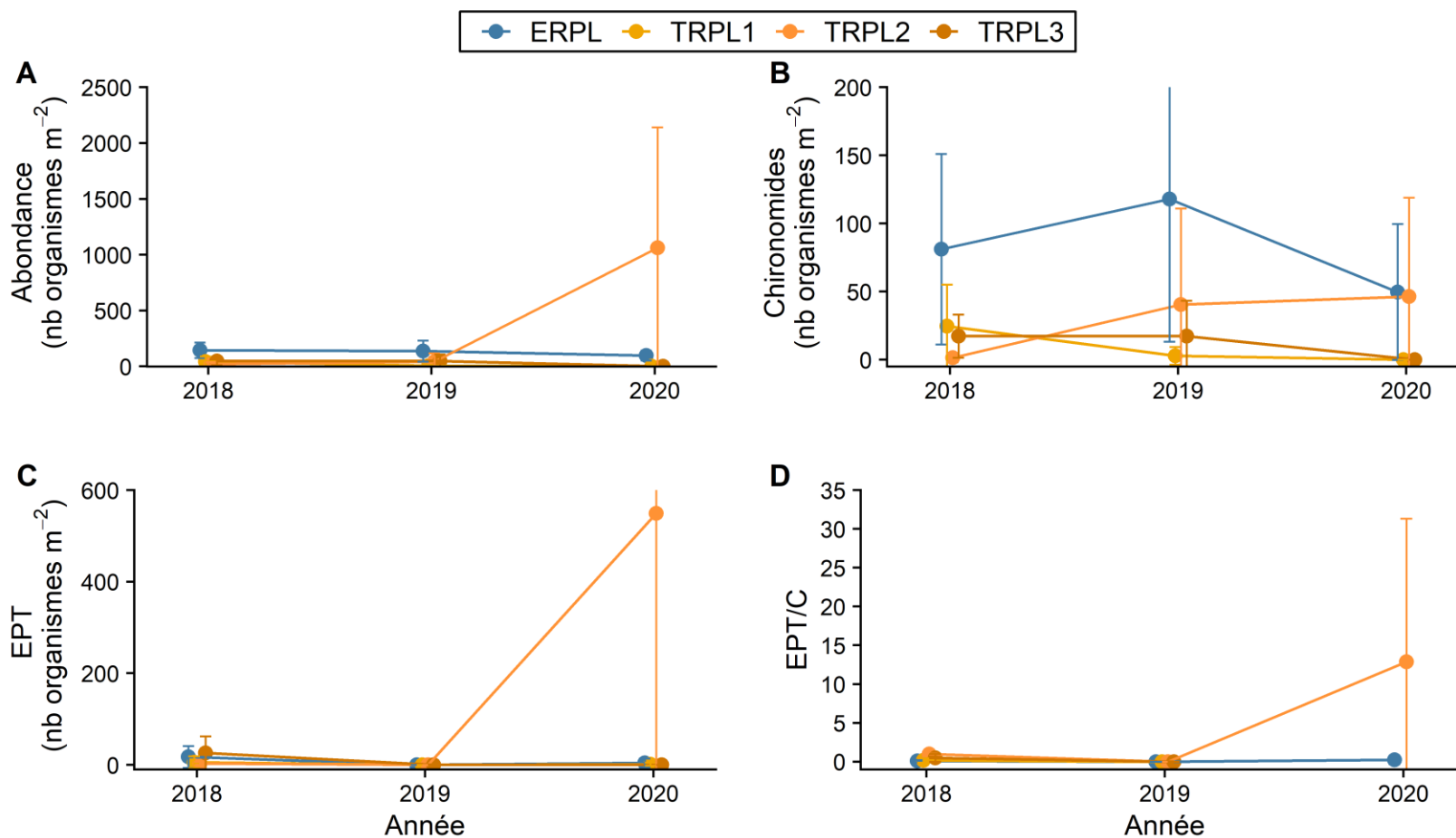
**Tableau 11. Statistiques descriptives des indices de diversité des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de marnage supérieure de 2018 à 2020 (suite)**

| Site-strate | Année | Paramètre  | N<br>(nb m <sup>-2</sup> ) | S    | H'     | J'        | C<br>(nb m <sup>-2</sup> ) | EPT<br>(nb m <sup>-2</sup> ) | EPT/C<br>(proportion) | Contribution dominants<br>(% organismes) |
|-------------|-------|------------|----------------------------|------|--------|-----------|----------------------------|------------------------------|-----------------------|--|
| TRPL2-MS    | 2018  | Moyenne    | 18,8                       | 1,8  | 0,79   | 0,88      | 1,4                        | 2,9                          | 1                     | 77                                       |
|             |       | Écart-type | 19,6                       | 1,64 | 0,96   | 0,12      | 3,2                        | 4                            | n.d.                  | 29                                       |
|             |       | Étendue    | 0-43                       | 0-4  | 0-1,92 | 0,79-0,96 | 0-7,2                      | 0-7,2                        | 1-1                   | 40-100                                   |
|             |       | Médiane    | 7,2                        | 1    | 0,63   | 0,88      | 0                          | 0                            | 1                     | 83                                       |
|             |       | Nb mesures | 5                          | 5    | 4      | 2         | 5                          | 5                            | 1                     | 4  |
|             | 2019  | Moyenne    | 43,5                       | 1,4  | 0,23   | 0,58      | 40,6                       | 0                            | 0                     | 93                                       |
|             |       | Écart-type | 73,2                       | 0,55 | 0,4    | 0,47      | 70,6                       | 0                            | 0                     | 15                                       |
|             |       | Étendue    | 7-174                      | 1-2  | 0-0,92 | 0,25-0,92 | 7,2-166,7                  | 0-0                          | 0-0                   | 67-100                                   |
|             |       | Médiane    | 7,2                        | 1    | 0      | 0,58      | 7,2                        | 0                            | 0                     | 100                                      |
|             |       | Nb mesures | 5                          | 5    | 5      | 2         | 5                          | 5                            | 5                     | 5  |
|             | 2020  | Moyenne    | 1062,3                     | 5,2  | 1,04   | 0,49      | 46,4                       | 549,3                        | 12,86                 | 79                                       |
|             |       | Écart-type | 1080,2                     | 3,63 | 0,87   | 0,18      | 72,6                       | 742,2                        | 18,46                 | 20                                       |
|             |       | Étendue    | 254-2529                   | 1-9  | 0-2,24 | 0,28-0,71 | 0-173,9                    | 0-1456,5                     | 0-40,2                | 48-100                                   |
|             |       | Médiane    | 311,6                      | 4    | 1,1    | 0,5       | 14,5                       | 29                           | 5,63                  | 77                                       |
|             |       | Nb mesures | 5                          | 5    | 5      | 4         | 5                          | 5                            | 4                     | 5  |
| TRPL3-MS    | 2018  | Moyenne    | 46,4                       | 1,8  | 0,91   | 0,88      | 17,4                       | 26,1                         | 0,5                   | 64                                       |
|             |       | Écart-type | 35,7                       | 1,3  | 0,64   | 0,04      | 15,9                       | 36,1                         | 0,5                   | 26                                       |
|             |       | Étendue    | 0-94                       | 0-3  | 0-1,39 | 0,83-0,92 | 0-29                       | 0-87                         | 0-1                   | 44-100                                   |
|             |       | Médiane    | 43,5                       | 2    | 1,12   | 0,88      | 29                         | 14,5                         | 0,5                   | 56                                       |
|             |       | Nb mesures | 5                          | 5    | 4      | 3         | 5                          | 5                            | 3                     | 4  |
|             | 2019  | Moyenne    | 46,4                       | 0,8  | 0,24   | 0,72      | 17,4                       | 0                            | 0                     | 93                                       |
|             |       | Écart-type | 60,1                       | 0,84 | 0,42   | n.d.      | 25,9                       | 0                            | 0                     | 12                                       |
|             |       | Étendue    | 0-145                      | 0-2  | 0-0,72 | 0,72-0,72 | 0-58                       | 0-0                          | 0-0                   | 80-100                                   |
|             |       | Médiane    | 29                         | 1    | 0      | 0,72      | 0                          | 0                            | 0                     | 100                                      |
|             |       | Nb mesures | 5                          | 5    | 3      | 1         | 5                          | 5                            | 2                     | 3  |
|             | 2020  | Moyenne    | 0                          | 0    | n.d.   | n.d.      | 0                          | 0                            | n.d.                  | n.d.                                     |
|             |       | Écart-type | 0                          | 0    | n.d.   | n.d.      | 0                          | 0                            | n.d.                  | n.d.                                     |
|             |       | Étendue    | 0-0                        | 0-0  | 0-0    | 0-0       | 0-0                        | 0-0                          | 0-0                   | 0-0                                      |
|             |       | Médiane    | 0                          | 0    | n.d.   | n.d.      | 0                          | 0                            | n.d.                  | n.d.                                     |
|             |       | Nb mesures | 5                          | 5    | 0      | 0         | 5                          | 5                            | 0                     | 0  |

N : abondance totale (nb organismes m<sup>-2</sup>); S : richesse taxonomique (nb taxons); H' : diversité de Shannon; J' : équitabilité de Shannon; EPT : abondance totale des éphéméroptères, trichoptères et plécoptères par m<sup>2</sup>; C : abondance totale des chironomides par m<sup>2</sup>; EPT/C : rapport de EPT sur C  
n.d. : données insuffisantes pour calculer l'indice/paramètre; Étendue : minimum - maximum.



## Marnage supérieur



**Figure 6.** Moyennes  $\pm$  écart-types de (A) l'abondance totale (nb d'organismes m<sup>2</sup>), (B) l'abondance des chironomides (indice C, nb d'organismes m<sup>2</sup>), (C) l'abondance des éphéméroptère-trichoptère-plécoptère (indice EPT; nb d'organismes m<sup>2</sup>) et (D) le ratio des abondances de EPT (en C) sur l'abondance des chironomides (en B) pour la zone de marnage supérieure

## Marnage supérieur

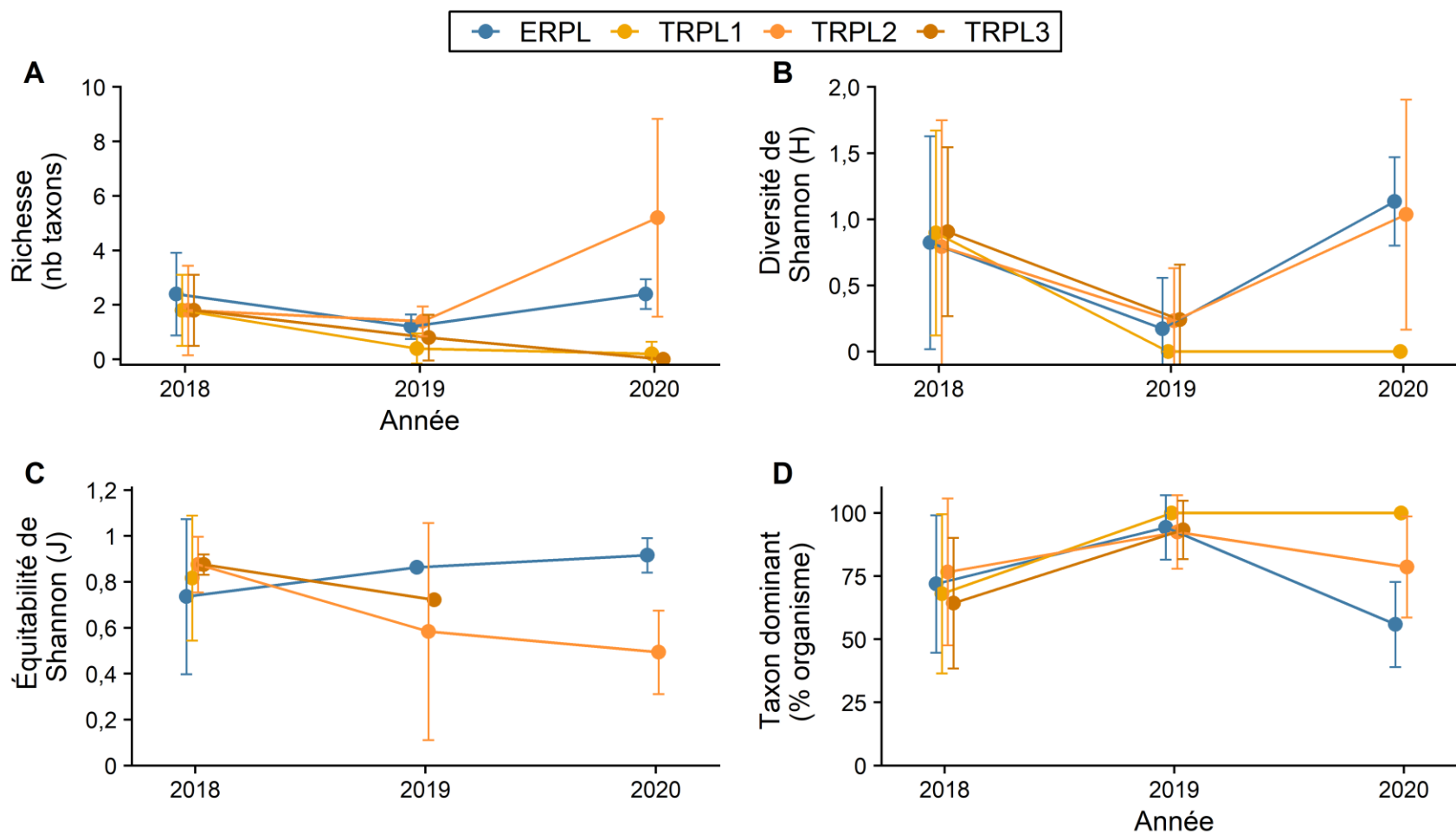


Figure 7. Moyennes  $\pm$  écart-types de (A) la richesse taxonomique, (B) la diversité de Shannon ( $H'$ ), (C) l'équitabilité de Shannon ( $J'$ ) et (D) la contribution des dominants (% d'organismes) pour la zone de marnage supérieure

## Marnage supérieur

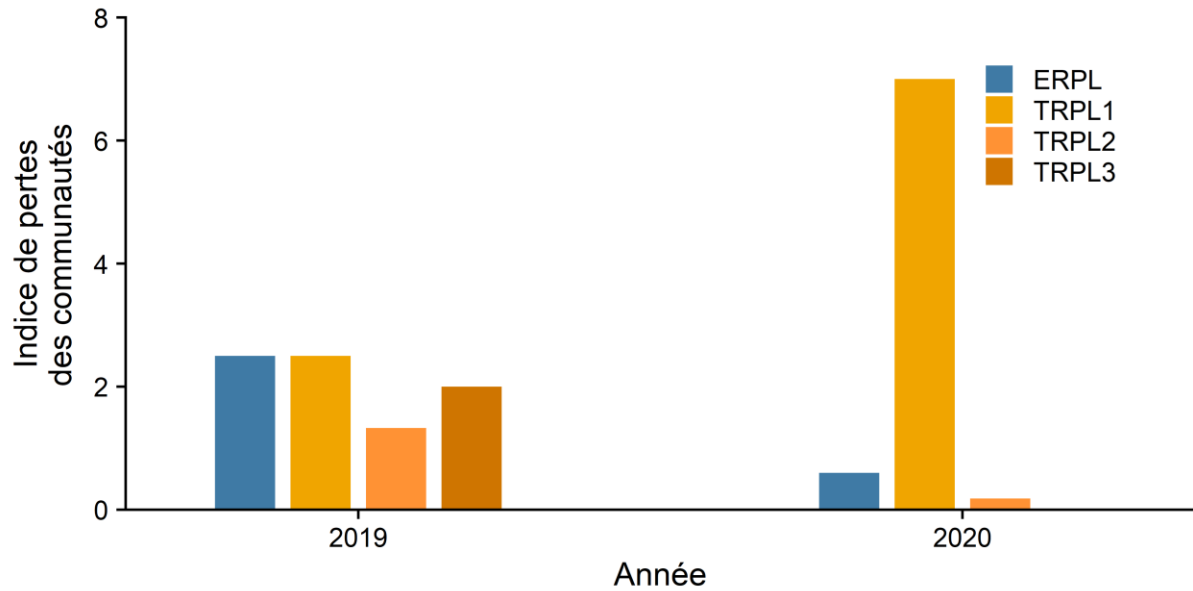


Figure 8. Indice de pertes des communautés pour la zone de marnage supérieure

Tableau 12. Détail des taxons communs et uniques à chaque site pour le calcul des pertes des communautés pour la zone de marnage supérieure entre 2018 et 2020

| Site-Strate | Nb. taxons communs | Nb taxons uniques 2018 | Nb taxons uniques année étudiée | Nombre de taxons total 2018 | Nombre de taxons total année étudiée |
|-------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| <b>2019</b> |                    |                        |                                 |                             |                                      |
| ERPL-MS     | 1                  | 5                      | 1                               | 6                           | 2                                    |
| TRPL1-MS    | 2                  | 5                      | 0                               | 7                           | 2                                    |
| TRPL2-MS    | 2                  | 4                      | 1                               | 6                           | 3                                    |
| TRPL3-MS    | 1                  | 4                      | 1                               | 5                           | 2                                    |
| <b>2020</b> |                    |                        |                                 |                             |                                      |
| ERPL-MS     | 3                  | 3                      | 2                               | 6                           | 5                                    |
| TRPL1-MS    | 0                  | 7                      | 1                               | 7                           | 1                                    |
| TRPL2-MS    | 4                  | 2                      | 7                               | 6                           | 11                                   |
| TRPL3-MS    | 0                  | 5                      | 0                               | 5                           | 0                                    |

**Tableau 13. Résumé des analyses statistiques univariées (modèles linéaires mixtes, PER-ANOVA à mesures répétées avec contrastes) des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de marnage supérieure de 2018 à 2020**

| Source   | ddl num | ddl den | Valeurs de $p_{perm}^1$ |              |              |        |              |              |              |              |
|--|---------|---------|-------------------------|--------------|--------------|--------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|  |         |         | N                       | S            | H'           | J'     | C            | EPT          | EPT/C        | Dom          |
| Exposition   | 1       | 18*     | 0,987                   | 0,393        | 0,870        | 0,198  | <b>0,005</b> | 0,647        | 0,122        | 0,522        |
| Année  | 2       | 36*     | 0,539                   | 0,197        | <b>0,006</b> | 0,807  | 0,120        | 0,535        | 0,154        | <b>0,009</b> |
| 2018 vs 2019-20 <i>contraste</i>   | 1       | 38*     | 0,648                   | 0,380        | 0,219        | 0,648  | 0,863        | 0,679        | 0,966        | 0,207        |
| 2018 vs 2019 <i>contraste</i>  | 1       | 18*     | 0,780                   | <b>0,002</b> | <b>0,007</b> | 0,648  | 0,280        | <b>0,029</b> | 0,216        | <b>0,006</b> |
| 2018 vs 2020 <i>contraste</i>  | 1       | 18*     | 0,484                   | 1,000        | 0,820        | 0,819  | 0,361        | 0,529        | -            | 0,808        |
| Expo. x Année  | 2       | 36*     | 0,384                   | 0,972        | 0,792        | 0,464  | 0,194        | 0,482        | 0,187        | 0,236        |
| Expo x 18vs19-20 <i>contraste</i>  | 1       | 38*     | 0,490                   | 0,912        | 0,621        | 0,153  | 0,980        | 0,547        | 0,964        | 0,358        |
| Expo x 18vs19 <i>contraste</i>   | 1       | 18*     | 0,919                   | 0,689        | 0,823        | 0,668  | 0,409        | 0,638        | 0,467        | 0,849        |
| Expo x 18vs20 <i>contraste</i>   | 1       | 18*     | 0,309                   | 1,000        | 0,531        | 0,406  | 0,324        | 0,419        | -            | 0,263        |
| Tests d'homogénéité des variances et de normalité des résidus <sup>2</sup> |         |         |                         |              |              |        |              |              |              |              |
| Transformation <sup>2</sup>  |         |         | Aucune                  | Aucune       | Aucune       | Aucune | Aucune       | Aucune       | Aucune       | √            |
| PERMDISP (homogénéité) Ex x An   |         |         | 0,085                   | <b>0,024</b> | <b>0,029</b> | 0,304  | 0,145        | 0,047        | <b>0,013</b> | <b>0,020</b> |
| PERMDISP (homogénéité) Ex x Pér  |         |         | 0,319                   | 0,705        | 0,847        | 0,127  | 0,109        | 0,311        | 0,372        | 0,089        |

N : abondance totale; S : richesse taxonomique; H' : diversité de Shannon; J' : équitabilité de Shannon; EPT : abondance totale des éphéméroptères, trichoptères et plécoptères; C : abondance totale des chironomides; EPT/C : rapport de EPT sur C; Dom : contribution des dominants

Les sorties PRIMER sont présentées à l'annexe 6 et les sorties SYSTAT associées sont présentées à l'annexe 8

ddl num : degrés de liberté au numérateur

ddl den : degrés de liberté au dénominateur. \* Les degrés de liberté au dénominateur sont parfois plus bas étant donné l'absence de certaines données. Consultez l'annexe 6 pour les détails.

Les contrastes marqués d'une trame orangee, informe si les changements observés au niveau du site « exposé » ont également été observés pour les sites « témoins » : 'Exposition x 18vs19-20' entre l'année de référence et après les travaux, 'Exposition x 18vs19' entre l'année de référence et l'an 1 après les travaux, 'Exposition x 18vs20' entre l'année de référence et l'an 2 après les travaux.

PER-ANOVA basées sur ressemblances Euclidiennes

Le test PERMDISP est l'équivalent du test de Levene pour l'homogénéité des variances entre les groupes : Exposition x Année et Exposition x Période. Un seuil de significativité de 0,05 a été utilisé pour cette condition. Les valeurs de p en gras indiquent donc une dispersion significativement différente entre les groupes. La condition de normalité n'a pas à être respectée en utilisant une PERMANOVA.

<sup>1</sup> Seuil de significativité établi à 0,1. Les valeurs significatives sont mises en évidence en **gras**. Une valeur de p significative au niveau de l'interaction signifie que le site « exposé » ne suit pas le même patron que les sites « témoins » et est mise en valeur en **gras et rouge**. Les tirets (-) indiquent que les analyses n'ont pas pu être effectuées par manque de réplification.

<sup>2</sup> Transformation : √ : racine carrée, Log<sub>10</sub> : logarithmique en base 10 (x+1).

### 3.2.2.2 INDICATEURS MULTIDIMENSIONNELS

Les résultats des analyses statistiques pour les indicateurs multidimensionnels des communautés sont présentés au tableau 14. Les figures 9 et 10 résument les résultats sous forme graphique.

## STRUCTURE DES COMMUNAUTÉS

La structure des communautés (PERMANOVA basée sur la dissimilarité de Bray-Curtis sur les abondances transformées à la racine quatrième) fournit de l'information sur les types d'organismes présents (abondances et identité de chaque taxon présent; figure 9). La figure 9 permet de constater qu'il y a de la variabilité entre les sites et les années. L'annexe 6 fournit le nMDS de toutes les stations où la variabilité est bien visible.

Le tableau 15 présente la liste des taxons contribuant le plus aux différences en structure des abondances entre les années suivant les travaux de rechargement et l'année de référence pour chacun des sites.

Les résultats obtenus ne présentent pas d'effet sur la structure des macroinvertébrés benthiques à la deuxième année du suivi pour la zone de marnage supérieure (Exposition x 'Période',  $p_{perm} = 0,154$ , tableau 14). Il est important de noter que 17 stations ont dû être exclues étant donné l'absence d'organisme. Ceci représente 28 % des stations. De plus, en 2020, seuls le site TRPL2 et une station de TRPL1 présentent des organismes pour la zone de marnage supérieure. De ce fait, la variabilité naturelle des témoins n'est pas bien prise en compte. Ainsi, même en présence d'un effet significatif, il n'est pas possible de conclure qu'il y aurait réellement eu un effet sur la structure des macroinvertébrés benthiques à la deuxième année du suivi pour la zone de marnage supérieure.

## COMPOSITION DES COMMUNAUTÉS

La composition des communautés (PERMANOVA basée sur la dissimilarité de Bray-Curtis sur la présence/absence des taxons) fournit de l'information sur l'identité des organismes présents (figure 9). La composition est complémentaire à la structure en ce sens où elle reprend le même tableau dans lequel toutes les abondances, autres que zéro, deviennent 1. De cette manière, les disparités entre les abondances sont exclues et il est possible de tirer une conclusion sûre si l'identité des taxons présents est différente.

Les résultats obtenus ne présentent pas d'effet sur la composition des macroinvertébrés benthiques à la deuxième année du suivi pour la zone de marnage supérieure (Exposition x 'Période',  $p_{perm} = 0,170$ , tableau 14). Toutefois, il est important de noter que 17 stations ont dû être exclues étant donné l'absence d'organisme. Ceci représente 28 % des stations. De plus, en 2020, seuls le site TRPL2 et une station de TRPL1 ont des organismes pour la zone de marnage supérieure. De ce fait, la variabilité naturelle des témoins n'est pas bien prise en compte. Ainsi, même en présence d'un effet significatif, il n'est pas possible de conclure qu'il y aurait réellement eu un effet sur la composition des macroinvertébrés benthiques à la deuxième année du suivi pour la zone de marnage supérieure.

## COURBES DE DOMINANCE

Les courbes de dominance fournissent de l'information sur les patrons multivariés des abondances relatives des taxons organisés par ordre de dominance (figure 10). L'aire entre les courbes est utilisée comme distance entre les courbes et est testée statistiquement.

Les résultats obtenus ne présentent pas d'effet sur les courbes de dominance des macroinvertébrés benthiques à la deuxième année du suivi pour la zone de marnage supérieure (Exposition x 'Période',  $p_{perm} = 0,759$ , tableau 14). Effectivement, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins. Il est important de noter ici que tel que pour la structure et la composition, la présence d'un effet n'aurait tout de même pas permis de conclure la réelle présence de cet effet étant donné le manque de réplication des témoins en 2020 pour la zone de marnage supérieure.

**Tableau 14. Résumé des analyses statistiques multivariées (PERMANOVA) des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de marnage supérieure de 2018 à 2020**

| Source   | ddl num | ddl den | Valeurs de $p_{perm}^1$         |                          |                                   |
|--|---------|---------|---------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
|  |         |         | Structure (totale) <sup>2</sup> | Composition <sup>2</sup> | Courbes de dominance <sup>3</sup> |
| Exposition   | 1       | 17      | 0,157                           | 0,288                    | 0,581                             |
| Année  | 2       | 20      | <b>0,001</b>                    | <b>0,001</b>             | <b>0,050</b>                      |
| 2018 vs 2019-20 <small>contraste</small>             | 1       | 22      | 0,110                           | <b>0,080</b>             | 0,215                             |
| 2018 vs 2019 <small>contraste</small>                | 1       | 11      | <b>0,030</b>                    | <b>0,024</b>             | <b>0,036</b>                      |
| 2018 vs 2020 <small>contraste</small>                | 1       | 8       | <b>0,035</b>                    | <b>0,080</b>             | 0,853                             |
| Expo. x Année  | 2       | 20      | 0,152                           | 0,242                    | 0,681                             |
| Expo x 18vs19-20 <small>contraste</small>            | 1       | 22      | 0,154                           | 0,170                    | 0,759                             |
| Expo x 18vs19 <small>contraste</small>               | 1       | 11      | 0,434                           | 0,380                    | 0,838                             |
| Expo x 18vs20 <small>contraste</small>               | 1       | 8       | 0,139                           | 0,218                    | 0,551                             |
| <b>Tests d'homogénéité des variances<sup>5</sup></b> |         |         |                                 |                          |                                   |
| Transformation <sup>4</sup>                          |         |         | $\sqrt{\sqrt{}}$                | Présence/ absence        | Aucune                            |
| PERMDISP (homogénéité) Ex x An                       |         |         | <b>0,009</b>                    | <b>0,009</b>             | 0,055                             |
| PERMDISP (homogénéité) Ex x Pér                      |         |         | <b>0,007</b>                    | <b>0,005</b>             | 0,864                             |

ddl num : degrés de liberté au numérateur

ddl den : degrés de liberté au dénominateur

Les contrastes marqués d'une trame orangee, informe si les changements observés au niveau du site « exposé » ont également été observés pour les sites « témoins » : 'Exposition x 18vs19-20' entre l'année de référence et après les travaux, 'Exposition x 18vs19' entre l'année de référence et l'an 1 après les travaux, 'Exposition x 18vs20' entre l'année de référence et l'an 2 après les travaux.

<sup>1</sup> Seuil de significativité établi à 0,1. Les valeurs significatives sont mises en évidence en gras. Une valeur de p significative au niveau de l'interaction signifie que le site « exposé » ne suit pas le même patron que les sites « témoins » et est mise en valeur en gras et rouge.

<sup>2</sup> Ressemblance de Bray-Curtis.

<sup>3</sup> PERMANOVA sur les aires entre les courbes de dominance basées sur la procédure DOMDIS

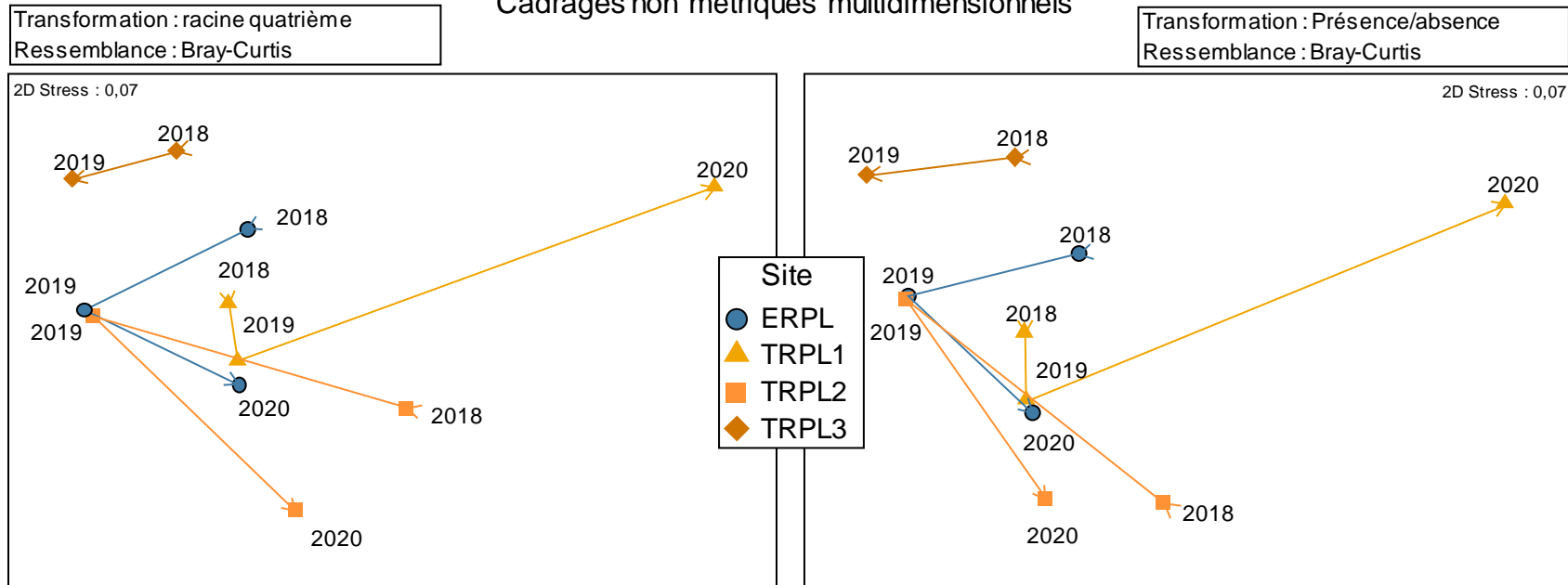
<sup>4</sup> Transformation à la racine quatrième ( $\sqrt{\sqrt{}}$ ) ou en présence/absence (0 ou 1).

<sup>5</sup> La dispersion a été vérifiée au niveau de Exposition x Période et Exposition x Année. Un seuil de significativité de 0,05 a été utilisé pour cette condition. Les valeurs de p en gras indiquent donc une dispersion significativement différente entre les groupes. Il est normal d'observer une disparité dans la dispersion en multivarié en ayant des groupes asymétriques dont les témoins qui comprennent trois sites distincts.

Les sorties PRIMER sont présentées à l'annexe 6.



## Marnage supérieur - centroïdes Cadrages non métriques multidimensionnels



**Figure 9. Cadrages non métriques multidimensionnels montrant les trajectoires temporelles, la structure (gauche) et de la composition (droite) des centroïdes des communautés d'invertébrés benthiques de la zone de marnage supérieure**

### Saint-Henri - courbes de dominance moyenne par site – Marnage supérieur

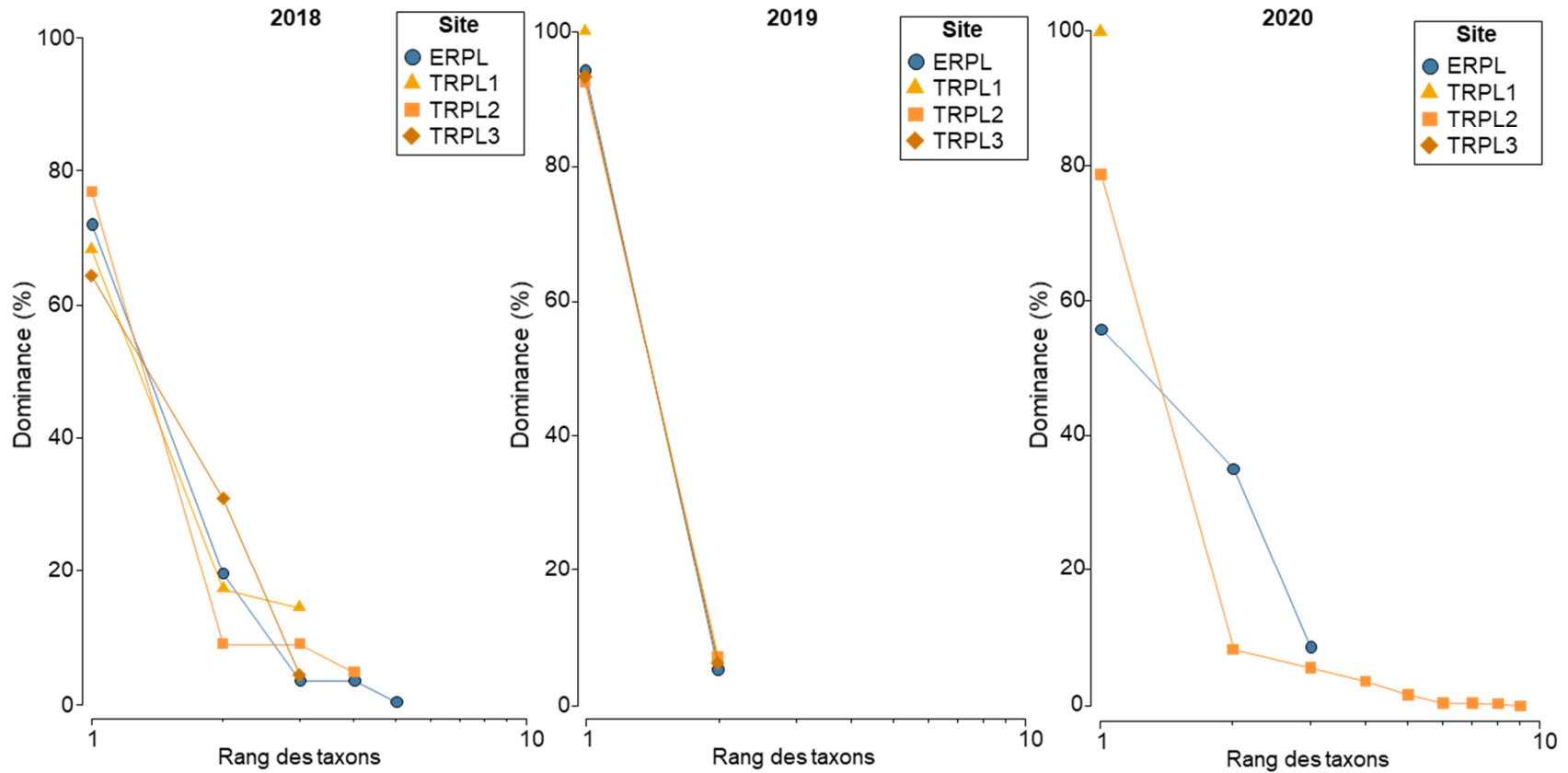


Figure 10. Courbes de dominance basées sur les moyennes des abondances pour la zone de marnage supérieure (stations vides ont été exclues)

**Tableau 15. Résumé des contributions des taxons aux dissimilarités entre les années pour chacun des sites pour la zone de marnage supérieure entre 2018 et 2019, et entre 2018 et 2020**

|                 | Abondance moy. 2018 <sup>1</sup>                               | Abondance moy. 2019 ou 2020 <sup>1</sup> | Dissimilarité moyenne | Ratio diss./écart-type <sup>2</sup> | Contribution (%) | Contribution cumulative (%) |
|-----------------|--|--|-----------------------|-------------------------------------|------------------|-----------------------------|
| <b>Taxon</b>    | <b>ERPL-MS 2018 vs 2019, dissimilarité moyenne = 45,27 %</b>   |  |                       |                                     |                  |                             |
| Chironomidae    | 2,47   | 3,12                                     | 9,36                  | 1,27                                | 20,67            | 20,67                       |
| NEMATODA        | 1,03   | 0  | 9,05                  | 0,74                                | 20               | 40,67                       |
| Leptoceridae    | 1,03   | 0  | 8,55                  | 0,76                                | 18,89            | 59,56                       |
| Spongillidae    | 0,66   | 0  | 5,73                  | 0,74                                | 12,65            | 72,21                       |
| <b>Taxon</b>    | <b>ERPL-MS 2018 vs 2020, dissimilarité moyenne = 63,52 %</b>   |  |                       |                                     |                  |                             |
| Sphaeriidae     | 0  | 2,43                                     | 21,37                 | 3,77                                | 33,65            | 33,65                       |
| Chironomidae    | 2,47   | 2,16                                     | 10,38                 | 1,1                                 | 16,35            | 49,99                       |
| Leptoceridae    | 1,03   | 0,43                                     | 8,46                  | 0,88                                | 13,32            | 63,32                       |
| NEMATODA        | 1,03   | 0  | 7,53                  | 0,76                                | 11,85            | 75,17                       |
| <b>Taxon</b>    | <b>TRPL1-MS 2018 vs 2019, dissimilarité moyenne = 88,99 %</b>  |  |                       |                                     |                  |                             |
| Chironomidae    | 1,43   | 0,39                                     | 30,77                 | 1,15                                | 34,58            | 34,58                       |
| Sphaeriidae     | 0,33   | 0,39                                     | 24,29                 | 0,63                                | 27,29            | 61,87                       |
| Lumbriculidae   | 0,33   | 0  | 7,43                  | 0,52                                | 8,35             | 70,23                       |
| <b>Taxon</b>    | <b>TRPL1-MS 2018 vs 2020, dissimilarité moyenne = 100,00 %</b> |  |                       |                                     |                  |                             |
| Chironomidae    | 1,43   | 0  | 30,22                 | 1,34                                | 30,22            | 30,22                       |
| Sphaeriidae     | 0,33   | 0  | 21,43                 | 0,53                                | 21,43            | 51,64                       |
| Leptoceridae    | 0  | 0,33                                     | 10,49                 | 0,43                                | 10,49            | 62,14                       |
| Lumbriculidae   | 0,33   | 0  | 8,4                   | 0,54                                | 8,4              | 70,53                       |
| <b>Taxon</b>    | <b>TRPL2-MS 2018 vs 2019, dissimilarité moyenne = 87,85 %</b>  |  |                       |                                     |                  |                             |
| Chironomidae    | 0,33   | 2,09                                     | 41,74                 | 1,42                                | 47,52            | 47,52                       |
| Sphaeriidae     | 1,18   | 0,33                                     | 18,55                 | 1,02                                | 21,11            | 68,63                       |
| NEMATODA        | 0,66   | 0  | 12,25                 | 0,7                                 | 13,94            | 82,57                       |
| <b>Taxon</b>    | <b>TRPL2-MS 2018 vs 2020, dissimilarité moyenne = 79,80 %</b>  |  |                       |                                     |                  |                             |
| Sphaeriidae     | 1,18   | 4,04                                     | 24,31                 | 1,05                                | 30,47            | 30,47                       |
| Leptoceridae    | 0,33   | 2,88                                     | 11,62                 | 1,27                                | 14,57            | 45,04                       |
| Hygrobatidae    | 0  | 2,24                                     | 11,28                 | 1,69                                | 14,14            | 59,18                       |
| Chironomidae    | 0,33   | 1,94                                     | 9,6                   | 1,33                                | 12,02            | 71,2                        |
| <b>Taxon</b>    | <b>TRPL3-MS 2018 vs 2019, dissimilarité moyenne = 84,64 %</b>  |  |                       |                                     |                  |                             |
| Chironomidae    | 1,39   | 1,02                                     | 30,59                 | 0,91                                | 36,14            | 36,14                       |
| Ceratopogonidae | 0  | 1,12                                     | 18,48                 | 0,71                                | 21,83            | 57,98                       |
| Philopotamidae  | 0,9  | 0  | 13,92                 | 0,81                                | 16,45            | 74,42                       |

**Tableau 15. Résumé des contributions des taxons aux dissimilarités entre les années pour chacun des sites pour la zone de marnage supérieure entre 2018 et 2019, et entre 2018 et 2020 (suite)**

|                | Abondance moy. 2018 <sup>1</sup>                               | Abondance moy. 2019 ou 2020 <sup>1</sup> | Dissimilarité moyenne | Ratio diss./écart-type <sup>2</sup> | Contribution (%) | Contribution cumulative (%) |
|----------------|--|--|-----------------------|-------------------------------------|------------------|-----------------------------|
| <b>Taxon</b>   | <b>TRPL3-MS 2018 vs 2020, dissimilarité moyenne = 100,00 %</b> |  |                       |                                     |                  |                             |
| Chironomidae   | 1,39   | 0  | 47,82                 | 1,3                                 | 47,82            | 47,82                       |
| Philopotamidae | 0,9  | 0  | 20,89                 | 0,97                                | 20,89            | 68,71                       |
| Paludicellidae | 0,66   | 0  | 12,58                 | 0,97                                | 12,58            | 81,29                       |

<sup>1</sup> Abondance moyenne transformée à la racine quatrième.

<sup>2</sup> Un ratio élevé indique que le taxon est un taxon discriminant entre les années.

Les résultats sont basés sur les mesures de ressemblance de Bray-Curtis.

Seuls les taxons contribuant cumulativement jusqu'à 70 % des différences sont présentés.

## 3.3 ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE

Pour chacun des sites, cinq stations d'échantillonnage ont été réalisées. Au moment de l'échantillonnage, les profondeurs à ces stations variaient entre 1,2 et 1,8 m (cote d'élévation variant entre 98,75 et 99,6 m). À chaque site, la distance entre chacune des stations varie entre 19 et 47 m (moyenne de 33 m). Ces stations se situent à une distance du rivage variant entre 40 et 75 m.

### 3.3.1 COMPOSITION DESCRIPTIVE DES COMMUNAUTÉS

En 2018, sur les 20 stations échantillonnées dans la zone de marnage inférieure, trois stations n'ont présenté aucun organisme (TRPL1-MI2, TRPL1-MI3 et TRPL1-MI4), ce qui représente 15 % des échantillons (tableau 16). En 2019, deux stations n'ont présenté aucun organisme (TRPL1-MI4 et TRPL1-MI5), ce qui représente 10 % des échantillons (tableau 17). En 2020, deux stations n'ont présenté aucun organisme (ERPL-MI4 et TRPL1-MI4), ce qui représente 10 % des stations (tableau 18). Au total, 3 754 organismes ont été recensés en 2018, 3 515 en 2019 et 2 080 en 2020.

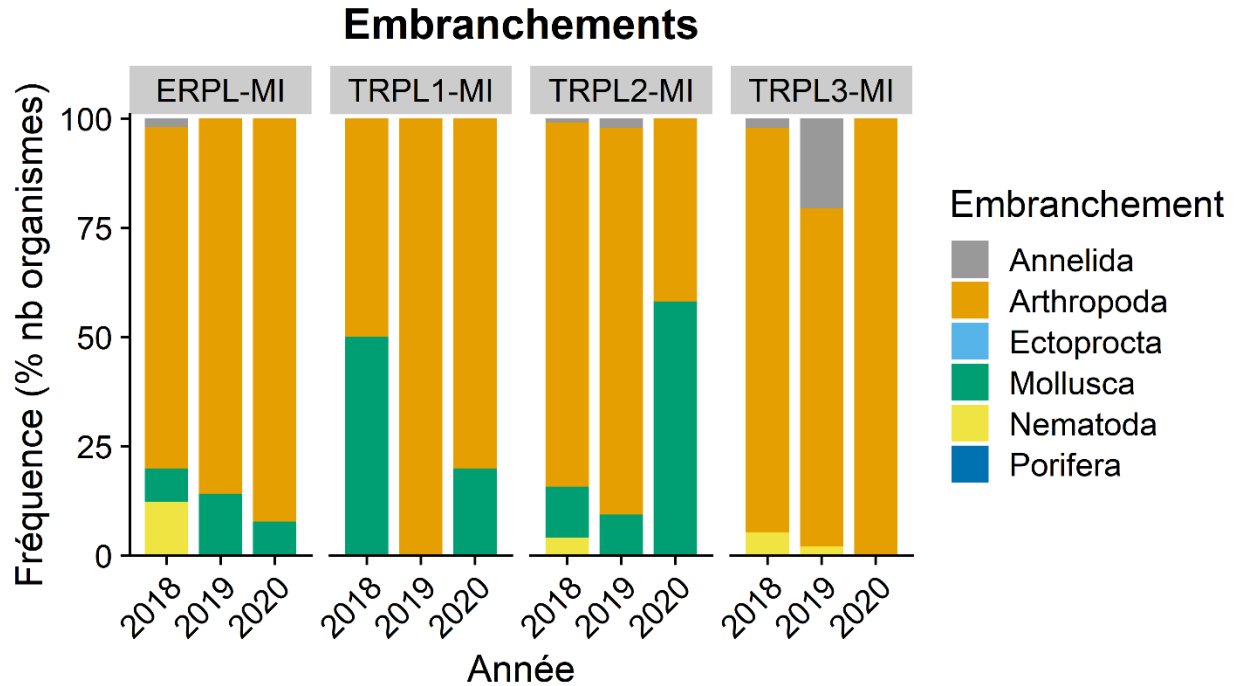
En 2018, 9 taxons d'organismes différents répartis dans 4 embranchements sont présents (tableau 16, figure 11). Les taxons les plus abondants sont les arthropodes de la famille des chironomides (insecte diptère/ nématocère) composant 82 % du total des organismes, suivi des nématodes avec 8 % du total. Le site « exposé » est dominé par les arthropodes à 78 % (seulement des chironomides), suivi des nématodes avec 12 % des abondances totales. Le site témoin TRPL1 présente deux taxons dont les abondances sont réparties équitablement : 50 % de chironomides et 50 % de *sphaeriidae* (mollusque). Le site TRPL2 est dominé par les chironomides avec 80 % des abondances totales, suivi des mollusques de la famille des *sphaeriidae* avec 12 % des abondances. Le site TRPL3 est dominé par les chironomides avec 87 % des abondances totales, suivi des nématodes avec 5 % des abondances.

En 2019, ce sont 7 taxons d'organismes différents répartis dans 4 embranchements qui sont présents (tableau 17, figure 3). Le taxon le plus abondant est encore la famille des chironomides (arthropodes) avec 63 % du total, suivi des *ceratopogonidae* (insecte diptère/ nématocère, 18 %) et des *naididae* (annélides oligochètes, 11 %). Le site « exposé » est dominé par les arthropodes (86 %) principalement des insectes diptères/ nématocère de la famille des chironomides 84 % des abondances totales, suivi des *sphaeriidae* (mollusque, 14 %). Le site témoin TRPL1 présente des seulement des chironomides. Le site TRPL2 est dominé par les insectes diptères/ nématocère (principalement des chironomides) à 88 % des abondances totales, suivi des *sphaeriidae* (mollusque, 7 %). Le site TRPL3 est dominé par les insectes diptères/ nématocère (principalement des chironomides) à 77 % des abondances totales, suivi et des *naididae* (annélides oligochètes, 21 %).

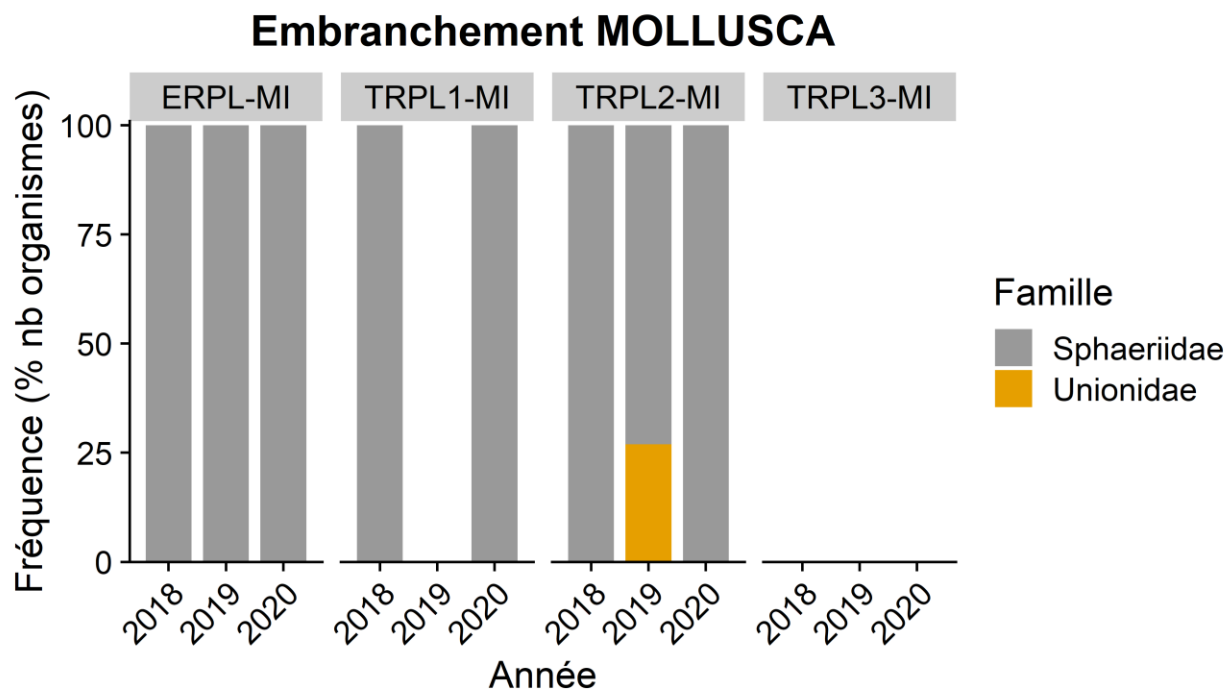
En 2020, ce sont 8 taxons d'organismes différents répartis dans 2 embranchements qui sont présents (tableau 18, figure 3). Le taxon le plus abondant est encore la famille des chironomides (arthropodes) avec 82 % du total, suivi des *sphaeriidae* (mollusque, 14 %). Le site « exposé » est encore dominé par les arthropodes avec 92 % des abondances totales (principalement des chironomides, 91 %), suivi des *sphaeriidae* (mollusque) avec 8 %. Le site témoin TRPL1 est dominé par les arthropodes avec 80 % des abondances totales (seulement des chironomides), suivi des *sphaeriidae* (mollusque) avec 20 %. Le site témoin TRPL2 est dominé par les *sphaeriidae* (mollusque) avec 58 % des abondances totales, suivi des arthropodes avec 42 % (principalement des chironomies avec 18 % et des trichoptères de la famille des *leptoceridae* avec 11 %). Le site TRPL3 est composé à 100 % de chironomides.

L'embranchement des mollusques est constitué principalement de la famille des *sphaeriidae* et sa présence varie selon les sites et les années (figure 12) et la famille des *unionidae* est présente en faibles abondances au site TRPL2 en 2019.

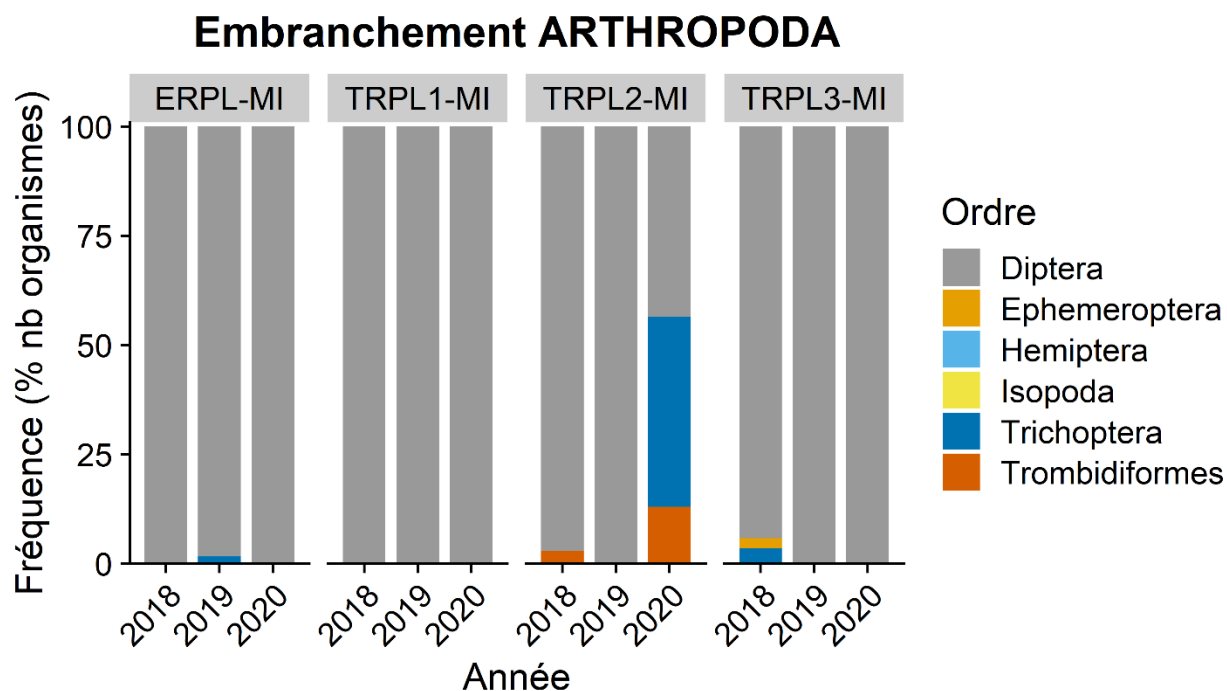
Au niveau de la classe des arthropodes (figure 13), les diptères/ nématocères (chironomides et *ceratopogonidae*) dominent l'embranchement, à l'exception du site TRPL2 en 2020, qui présente deux ordres dominants avec chacun 43 % des abondances de l'embranchement, soit : les chironomides et les trichoptères (familles des *leptoceridae*, *molannidae* et *trichoptera*).



**Figure 11. Abondance relative des différents embranchements d'invertébrés benthiques identifiés dans la zone de marnage inférieure entre 2018 et 2020**



**Figure 12.** Abondance relative des différentes familles de l'embranchement *Mollusca* pour les invertébrés benthiques identifiés dans la zone de marnage inférieure entre 2018 et 2020



**Figure 13.** Abondance relative des différents ordres de l'embranchement *Arthropoda* pour les invertébrés benthiques identifiés dans la zone de marnage inférieure entre 2018 et 2020

### 3.3.2 INDICATEURS DES COMMUNAUTÉS

---

#### 3.3.2.1 INDICATEURS UNIDIMENSIONNELS

Les indicateurs unidimensionnels des communautés calculés par station sont présentés aux tableaux 19, 20 et 21. Les moyennes, écart-type, étendues (minimum à maximum), médianes ainsi que le nombre de mesures ayant servi à établir ces statistiques pour chaque site sont présentés au tableau 22. Les moyennes et écarts-types des indicateurs pour chacun des sites en 2018, 2019 et 2020 sont présentés aux figures 14 et 15. Finalement, les pertes des communautés, qui ont été calculées par site entre 2019 et 2018, et entre 2020 et 2018, sont présentées au tableau 23 et à la figure 16.

Les résultats des analyses statistiques sont présentés au tableau 25.

#### ABONDANCE TOTALE

Les densités moyennes d'organismes sont variables entre les sites et les années au niveau de la zone de marnage inférieure et sont généralement plus élevées que les densités observées dans la zone de marnage supérieure (tableau 22, figure 14A).

En 2018, les densités les plus élevées sont au site « exposé », qui présente en moyenne 304 org./m<sup>2</sup>, tandis que le site témoin TRPL1 présente seulement 3 org./m<sup>2</sup>, TRPL2 a 174 org./m<sup>2</sup> et TRPL3, 270 org./m<sup>2</sup>. En 2019, les densités les plus élevées sont au site témoin TRPL3, qui présente en moyenne 350 org./m<sup>2</sup> (augmentation de 30 %), tandis que le site « exposé » présente une densité moyenne de 209 org./m<sup>2</sup> (diminution de 31 %), le site témoin TRPL1 une densité de 8,7 org./m<sup>2</sup> (augmentation de 200 %) et le site témoin TRPL2 une densité de 133 org./m<sup>2</sup> (diminution de 24%).

En 2020, les densités moyennes ont généralement diminué par rapport à 2019. Ceci représente des densités moyennes 47 % plus petites pour le site « exposé » par rapport à 2019, 17 % plus petites pour le site témoin TRPL1, 40 % plus petites pour le site témoin TRPL2 et 38 % plus petites pour le site TRPL3.

Les résultats obtenus présentent un effet sur les abondances totales des macroinvertébrés benthiques à la deuxième année du suivi pour la zone de marnage inférieure (Exposition x 'Période',  $p_{perm} = 0,055$ ; tableau 24). Il est donc possible de conclure que les différences entre 2018 et 2020 au niveau de la densité pour la zone de marnage inférieure sont significativement différentes entre le site « exposé » et les sites témoins. Le site « exposé » présente une diminution de la densité d'organismes entre 2018 et 2020 plus prononcée que pour les sites témoins (figure 14A).

#### INDICE C

L'indice C moyen est variable en fonction des sites et des années au niveau de la zone de marnage inférieure (tableau 22, figure 14B). L'indice C rend compte des abondances des chironomides qui ont généralement diminué entre 2018 et 2020.

Entre 2018 et 2019, l'abondance des chironomides est 44 % plus basse pour le site « exposé » et est passée de 237,7 org./m<sup>2</sup> à 134,3 org./m<sup>2</sup>, tandis qu'elles ont augmenté de 521 % pour le site témoin TRPL1 (1,4 org./m<sup>2</sup> à 8,7 org./m<sup>2</sup>) et respectivement baissé de 31 et 12 % aux sites TRPL2 (131,9 org./m<sup>2</sup> à 95,7 org./m<sup>2</sup>) et TRPL3 (234,8 org./m<sup>2</sup> à 207,2 org./m<sup>2</sup>). Finalement, les abondances des chironomides sont restées stables pour le site témoin TRPL3 avec des abondances moyennes de 17,4 org./m<sup>2</sup> en 2018 et 2019 (figure 6B).



Entre 2019 et 2020, l'abondance des chironomides a baissé de 24 % au site « exposé » et est passée de 134,3 org./m<sup>2</sup> à 101,4 org./m<sup>2</sup>, tandis qu'elles ont baissé de 33 % au site TRPL1 (8,7 org./m<sup>2</sup> à 5,8 org./m<sup>2</sup>) et de 85 % au site TRPL2 (95,7 org./m<sup>2</sup> à 14,5 org./m<sup>2</sup>). Finalement, le site témoin TRPL3 a montré une légère augmentation de 5 % (207,2 org./m<sup>2</sup> à 217,4 org./m<sup>2</sup>).

Les résultats obtenus ne présentent pas d'effet sur l'indice C des macroinvertébrés benthiques à la deuxième année du suivi pour la zone de marnage inférieure (Exposition x 'Période',  $p_{perm} = 0,278$ ; tableau 24). Effectivement, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins.

## INDICE EPT

L'indice EPT moyen est variable en fonction des sites et des années au niveau de la zone de marnage inférieure (tableau 22, figure 14C). L'indice EPT rend compte des abondances des éphéméroptères, plécoptères et trichoptères.

Tous les groupes appartenant aux éphéméroptères, plécoptères et trichoptères sont pratiquement absents de la zone de marnage inférieure entre 2018 et 2020 aux exceptions d'une faible présence au site témoin TRPL3 en 2018, d'une faible présence au site « exposé » en 2019 et d'une forte proportion au site témoin TRPL2 en 2020.

Les résultats obtenus ne présentent pas d'effet sur l'indice EPT des macroinvertébrés benthiques à la deuxième année du suivi pour la zone de marnage inférieure (Exposition x 'Période',  $p_{perm} = 0,485$ ; tableau 24). Bien qu'à priori il serait possible de croire que l'interaction devrait être significative, la réponse des témoins est variable. Ainsi, la tendance au site « exposé » fait partie de la variabilité naturelle observée chez les témoins.

## INDICE EPT/C

L'indice EPT/C moyen est variable en fonction des sites et des années au niveau de la zone de marnage inférieure (tableau 22, figure 14D). L'indice EPT/C rend compte des abondances des éphéméroptères, plécoptères et trichoptères (plus sensibles) divisés par l'abondance des chironomides qui sont plus tolérants aux stress.

L'indice est très faible (ratio 0,2 ou plus petit) et généralement égal à 0 pour tous les sites étant donné l'absence des organismes appartenant aux ordres des EPT à l'exception du site TRPL2 en 2020 avec un indice de 1,37 en moyenne.

L'interaction Exposition x 'Période' n'est pas testable par PER-ANOVA étant donné le manque de données (tableau 24). Néanmoins, l'interaction Exposition x Année n'était pas significative, il peut être considéré que les résultats ne présentent pas d'effet sur l'indice EPT/C.

## RICHESSSE TAXONOMIQUE

La richesse taxonomique moyenne est faible et varie légèrement en fonction des sites et des années au niveau de la zone de marnage inférieure (tableau 22, figure 15A).

Entre 2018 et 2019, la richesse est restée plutôt stable sur tous les sites : augmentation de 40 % pour le site « exposé » (2 à 2,8 taxons), augmentation de 50 % pour TRPL1 (0,4 à 0,6 taxons), diminution de 6 % pour TRPL2 (3,6 à 3,4 taxons) et aucun changement pour TRPL3 (2 à 2 taxons). Entre 2019 et 2020, la richesse a diminué de 50 % aux sites « exposé » (2,8 à 1,4 taxons) et témoin TRPL3 (2 à 1 taxon) et a augmenté aux sites témoins TRPL1 (0,6 à 0,8 taxon) et TRPL2 (3,4 à 3,8 taxons) respectivement de 33 et 12 %.

Les résultats obtenus ne présentent pas d'effet sur la richesse taxonomique des macroinvertébrés benthiques à la deuxième année du suivi pour la zone de marnage inférieure (Exposition x 'Période',  $p_{perm} = 0,773$ ; tableau 24). Effectivement, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins.

### DIVERSITÉ DE SHANNON

La valeur moyenne de la diversité de Shannon est variable en fonction des sites et des années au niveau de la zone de marnage inférieure (tableau 22, figure 15B). L'indice de diversité de Shannon présente la composition des communautés benthiques en matière du nombre de taxons et de leur abondance relative (densité).

Le site « exposé » présente un patron similaire au site témoin TRPL3 pour la diversité de Shannon (figure 15B) : entre 2018 et 2019, l'indice a augmenté respectivement pour les deux sites de 74 et 61 %, puis entre 2019 et 2020, l'indice a respectivement diminué de 67 et 100 % (tableau 22). Le site TRPL1 présente un indice de diversité nul puisqu'il n'a jamais plus d'un taxon par station (tableaux 20 à 22). Finalement, le site TRPL2 présente une augmentation de 13 % entre 2018 et 2019 et une augmentation de 35 % entre 2019 et 2020.

Les résultats obtenus ne présentent pas d'effet sur la diversité de Shannon des macroinvertébrés benthiques à la deuxième année du suivi pour la zone de marnage inférieure (Exposition x 'Période',  $p_{perm} = 0,903$ ; tableau 24). Effectivement, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins.

### ÉQUITABILITÉ DE SHANNON

La valeur moyenne de l'équitabilité de Shannon est variable en fonction des sites et des années au niveau de la zone de marnage inférieure (tableau 22, figure 15C). L'indice d'équitabilité de Shannon informe sur la répartition des abondances entre les taxons.

Il est important de noter qu'étant donné les faibles abondances et la faible richesse, l'indice ne peut être calculé pour le site TRPL1 (2018 à 2020), qui présente un seul taxon par station et donc une dominance de 100 % par ce taxon et seulement 3 stations ont un indice pour le site TRPL3 en 2018 et 2019 et aucun indice n'est disponible pour le site TRPL3 en 2020.

Entre 2018 et 2019, l'indice a légèrement augmenté pour le site « exposé » (0,72 à 0,79) et TRPL2 (0,64 à 0,69) respectivement de 10 et 8 %, tandis qu'il a fortement augmenté pour le site TRPL3 (0,59 à 0,89) avec une hausse de 51 %. Le changement observé au site TRPL3 est dû à la diminution de la dominance des chironomides et à l'augmentation des abondances des annélides et autres arthropodes.

Entre 2019 et 2020, l'indice a diminué de 29 % au site « exposé » (0,79 à 0,56), tandis qu'il a augmenté de 16 % au site témoin TRPL2 (0,69 à 0,80). La diminution observée au site « exposé » semble principalement due à l'augmentation de la proportion des chironomides en 2020.

Les résultats obtenus ne présentent pas d'effet sur l'équitabilité de Shannon des macroinvertébrés benthiques à la deuxième année du suivi pour la zone de marnage inférieure en utilisant une PER-ANOVA, qui comble le manque de données (Exposition x 'Période',  $p_{perm} = 0,434$ ; tableau 24). Il est important de noter que la présence d'un seul site témoin en 2020 ne permet pas de brosser le portrait de la variabilité naturelle de la zone de marnage inférieure. Ainsi, bien qu'à priori le site « exposé » semble suivre une tendance différente du témoin, il n'est pas possible de tirer une conclusion sur la signification de ces résultats.

## CONTRIBUTION DES DOMINANTS

La contribution moyenne des dominants est variable en fonction des sites et des années au niveau de la zone de marnage inférieure (tableau 22, figure 15D). Le pourcentage de contribution des dominants (taxon dominant en nombre comparativement au nombre total) indique l'état actuel de l'équilibre entre les différents taxons représentés.

L'identité du taxon dominant est stable entre les années (tableaux 17, 18 et 19). Les sites sont dominés par les chironomides à l'exception du site témoin TRPL2 en 2020 qui est dominé par les mollusques de la famille de *sphaeriidae*.

Comme pour la diversité de Shannon les sites « exposé » et TRPL3 présentent un patron similaire (figure 15D) : entre 2018 et 2019, l'indice a diminué respectivement pour les deux sites de 17 et 19 %, puis entre 2019 et 2020, l'indice a respectivement augmenté de 43 et 37 % (tableau 22). Le site TRPL1 présente une contribution de 100 % puisqu'il n'y a qu'un seul taxon par station ou moins (tableaux 20 à 22). Finalement, le site TRPL2 présente une diminution de 7 % entre 2018 et 2019 et une diminution de 19 % entre 2019 et 2020.

Les résultats obtenus ne présentent pas d'effet sur la contribution des dominants des macroinvertébrés benthiques à la deuxième année du suivi pour la zone de marnage inférieure (Exposition x 'Période',  $p_{perm} = 0,652$ , tableau 24). Effectivement, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins.

## PERTES DES COMMUNAUTÉS

L'indice de perte de communauté présente la perte de taxons entre l'année du suivi (2019 ou 2020) et l'année de référence (2018) pour le même site.

Les valeurs obtenues pour la zone de marnage inférieure en 2019 se situent entre 0,5 et 1,0 (tableau 20 et figure 16). Le nombre de taxons inventoriés est plutôt resté stable pour tous les sites entre 2018 et 2019 (tableau 23). Ainsi, ce sont de 1 à 3 taxons qui sont disparus et ce sont 0 à 2 taxons qui sont apparus en 2019 (tableau 23).

Les valeurs obtenues pour la zone de marnage inférieure en 2020 sont faibles aux sites « exposé » (0,67), TRPL1 (0,00) et TRPL2 (0,57), et élevées au site témoin TRPL3 (4,00) (tableau 21). Au site « exposé », ce sont 2 taxons qui ont disparu en 2020 par rapport à 2018, comparativement à l'ajout d'un nouveau taxon (tableau 23). Aucun changement n'a été observé en composition entre 2018 et 2020 au site témoin TRPL1. Au site témoin TRPL2, ce sont 4 taxons qui sont disparus en 2020 par rapport à 2018 comparativement à l'ajout de 4 nouveaux taxons (tableau 23). Le site TRPL3 a perdu 4 taxons par rapport à 2018 et n'a gagné aucun taxon (tableau 12) créant ainsi un indice élevé.



Tableau 16. Densité d'organismes par station pour chacun des sites échantillonnés dans la zone de marnage inférieure en 2018

| Organismes    |                 | Site « exposé » ERPL |            |            |            |            |                                 |                     | Site témoin TRPL1 |          |          |          |          |                                 |                     | Site témoin TRPL2 |            |           |            |            |                                 |                     | Site témoin TRPL3 |            |            |            |            |                                 |                     | Total par taxon |                     |
|---------------|-----------------|----------------------|------------|------------|------------|------------|---------------------------------|---------------------|-------------------|----------|----------|----------|----------|---------------------------------|---------------------|-------------------|------------|-----------|------------|------------|---------------------------------|---------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|---------------------------------|---------------------|-----------------|---------------------|
| Embranchement | Famille         | MI1                  | MI2        | MI3        | MI4        | MI5        | Dens. moy. (nb/m <sup>2</sup> ) | Abond. relative (%) | MI1               | MI2      | MI3      | MI4      | MI5      | Dens. moy. (nb/m <sup>2</sup> ) | Abond. relative (%) | MI1               | MI2        | MI3       | MI4        | MI5        | Dens. moy. (nb/m <sup>2</sup> ) | Abond. relative (%) | MI1               | MI2        | MI3        | MI4        | MI5        | Dens. moy. (nb/m <sup>2</sup> ) | Abond. relative (%) | Densité totale  | Abond. relative (%) |
| MOLLUSCA      | Sphaeriidae     | 0                    | 29         | 87         | 0          | 0          | 23                              | 7,62                | 7                 | 0        | 0        | 0        | 0        | 1                               | 50,00               | 7                 | 29         | 14        | 29         | 22         | 20                              | 11,67               | 0                 | 0          | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 225             | 5,98                |
| ANNELIDA      | Naididae        | 29                   | 0          | 0          | 0          | 0          | 6                               | 1,90                | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 0         | 7          | 0          | 1                               | 0,83                | 0                 | 0          | 0          | 29         | 0          | 6                               | 2,15                | 65              | 1,74                |
| NEMATODA      | NEMATODA        | 0                    | 0          | 130        | 0          | 58         | 38                              | 12,38               | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                               | 0,00                | 14                | 0          | 0         | 14         | 7          | 7                               | 4,17                | 0                 | 43         | 0          | 29         | 0          | 14                              | 5,38                | 297             | 7,92                |
| ARTHROPODA    | Hygrobatidae    | 0                    | 0          | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 0         | 7          | 0          | 1                               | 0,83                | 0                 | 0          | 0          | 0          | 0          | 0,00                            | 7                   | 0,19            |                     |
|               | Limnesiidae     | 0                    | 0          | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                               | 0,00                | 0                 | 7          | 0         | 7          | 0          | 3                               | 1,67                | 0                 | 0          | 0          | 0          | 0          | 0,00                            | 14                  | 0,39            |                     |
|               | Caenidae        | 0                    | 0          | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 0         | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 0          | 29         | 0          | 6                               | 2,15                | 29              | 0,77                |
|               | Philopotamidae  | 0                    | 0          | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 0         | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 0          | 0          | 43         | 9                               | 3,23                | 43              | 1,16                |
|               | Ceratopogonidae | 0                    | 0          | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 0         | 7          | 0          | 1                               | 0,83                | 0                 | 0          | 0          | 0          | 0          | 0,00                            | 7                   | 0,19            |                     |
|               | Chironomidae    | 29                   | 261        | 217        | 159        | 522        | 238                             | 78,10               | 0                 | 0        | 0        | 0        | 7        | 1                               | 50,00               | 22                | 94         | 72        | 413        | 94         | 139                             | 80,00               | 174               | 261        | 174        | 348        | 217        | 235                             | 87,10               | 3065            | 81,66               |
| <b>Total</b>  |                 | <b>58</b>            | <b>290</b> | <b>435</b> | <b>159</b> | <b>580</b> | <b>304</b>                      | <b>100</b>          | <b>7</b>          | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>7</b> | <b>3</b>                        | <b>100</b>          | <b>43</b>         | <b>130</b> | <b>87</b> | <b>486</b> | <b>123</b> | <b>174</b>                      | <b>100</b>          | <b>174</b>        | <b>304</b> | <b>174</b> | <b>435</b> | <b>261</b> | <b>270</b>                      | <b>100</b>          | <b>3754</b>     | <b>100</b>          |



Tableau 17. Densité d'organismes par station pour chacun des sites échantillonnés dans la zone de marnage inférieure en 2019

| Organismes    |                 | Site « exposé » ERPL |            |           |            |           |                                 |                     | Site témoin TRPL1 |           |          |          |          |                                 |                     | Site témoin TRPL2 |            |           |            |           |                                 |                     | Site témoin TRPL3 |           |            |            |            |                                 |                     | Total par taxon |                     |
|---------------|-----------------|----------------------|------------|-----------|------------|-----------|---------------------------------|---------------------|-------------------|-----------|----------|----------|----------|---------------------------------|---------------------|-------------------|------------|-----------|------------|-----------|---------------------------------|---------------------|-------------------|-----------|------------|------------|------------|---------------------------------|---------------------|-----------------|---------------------|
| Embranchement | Famille         | MI1                  | MI2        | MI3       | MI4        | MI5       | Dens. moy. (nb/m <sup>2</sup> ) | Abond. relative (%) | MI1               | MI2       | MI3      | MI4      | MI5      | Dens. moy. (nb/m <sup>2</sup> ) | Abond. relative (%) | MI1               | MI2        | MI3       | MI4        | MI5       | Dens. moy. (nb/m <sup>2</sup> ) | Abond. relative (%) | MI1               | MI2       | MI3        | MI4        | MI5        | Dens. moy. (nb/m <sup>2</sup> ) | Abond. relative (%) | Densité totale  | Abond. relative (%) |
| MOLLUSCA      | Unionidae       | 0                    | 0          | 0         | 0          | 0         | 0                               | 0,00                | 0                 | 0         | 0        | 0        | 0        | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 7         | 10         | 0         | 3                               | 2,55                | 0                 | 0         | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 17              | 0,48                |
|               | Sphaeriidae     | 87                   | 0          | 10        | 23         | 29        | 30                              | 14,22               | 0                 | 0         | 0        | 0        | 0        | 0                               | 0,00                | 0                 | 14         | 7         | 10         | 14        | 9                               | 6,91                | 0                 | 0         | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 195             | 5,54                |
| ANNELIDA      | Naididae        | 0                    | 0          | 0         | 0          | 0         | 0                               | 0,00                | 0                 | 0         | 0        | 0        | 0        | 0                               | 0,00                | 7                 | 7          | 0         | 0          | 0         | 3                               | 2,18                | 0                 | 0         | 0          | 362        | 0          | 72                              | 20,58               | 377             | 10,72               |
| NEMATODA      |                 | 0                    | 0          | 0         | 0          | 0         | 0                               | 0,00                | 0                 | 0         | 0        | 0        | 0        | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 0         | 0          | 0         | 0                               | 0,00                | 0                 | 0         | 0          | 0          | 36         | 7                               | 2,06                | 36              | 1,03                |
| ARTHROPODA    | Leptoceridae    | 0                    | 14         | 0         | 0          | 0         | 3                               | 1,39                | 0                 | 0         | 0        | 0        | 0        | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 0         | 0          | 0         | 0                               | 0,00                | 0                 | 0         | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 14              | 0,41                |
|               | Ceratopogonidae | 29                   | 145        | 0         | 23         | 14        | 42                              | 20,22               | 0                 | 0         | 0        | 0        | 0        | 0                               | 0,00                | 0                 | 7          | 22        | 58         | 22        | 22                              | 16,36               | 217               | 0         | 0          | 36         | 72         | 65                              | 18,52               | 646             | 18,39               |
|               | Chironomidae    | 145                  | 406        | 48        | 58         | 14        | 134                             | 64,17               | 14                | 22        | 7        | 0        | 0        | 9                               | 100,00              | 29                | 210        | 51        | 174        | 14        | 96                              | 72,00               | 130               | 72        | 471        | 326        | 36         | 207                             | 58,85               | 2229            | 63,43               |
| <b>Total</b>  |                 | <b>261</b>           | <b>565</b> | <b>58</b> | <b>104</b> | <b>58</b> | <b>209</b>                      | <b>100</b>          | <b>14</b>         | <b>22</b> | <b>7</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>9</b>                        | <b>100</b>          | <b>36</b>         | <b>239</b> | <b>87</b> | <b>251</b> | <b>51</b> | <b>133</b>                      | <b>100</b>          | <b>348</b>        | <b>72</b> | <b>471</b> | <b>725</b> | <b>145</b> | <b>352</b>                      | <b>100</b>          | <b>3515</b>     | <b>100</b>          |





Tableau 18. Densité d'organismes par station pour chacun des sites échantillonnés dans la zone de marnage inférieure en 2020

| Organismes    |                 | Site « exposé » ERPL |           |           |          |           |                                 |                     | Site témoin TRPL1 |          |           |          |          |                                 |                     | Site témoin TRPL2 |           |           |           |           |                                 |                     | Site témoin TRPL3 |            |            |            |            |                                 |                     | Total par taxon |                     |
|---------------|-----------------|----------------------|-----------|-----------|----------|-----------|---------------------------------|---------------------|-------------------|----------|-----------|----------|----------|---------------------------------|---------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------------------|---------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|---------------------------------|---------------------|-----------------|---------------------|
| Embranchement | Famille         | MI1                  | MI2       | MI3       | MI4      | MI5       | Dens. moy. (nb/m <sup>2</sup> ) | Abond. relative (%) | MI1               | MI2      | MI3       | MI4      | MI5      | Dens. moy. (nb/m <sup>2</sup> ) | Abond. relative (%) | MI1               | MI2       | MI3       | MI4       | MI5       | Dens. moy. (nb/m <sup>2</sup> ) | Abond. relative (%) | MI1               | MI2        | MI3        | MI4        | MI5        | Dens. moy. (nb/m <sup>2</sup> ) | Abond. relative (%) | Densité totale  | Abond. relative (%) |
| MOLLUSCA      | Sphaeriidae     | 29                   | 14        | 0         | 0        | 0         | 9                               | 7,79                | 0                 | 0        | 0         | 0        | 7        | 1                               | 20,00               | 116               | 14        | 29        | 43        | 29        | 46                              | 58,18               | 0                 | 0          | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 283             | 13,59               |
| ARTHROPODA    | Limnesiidae     | 0                    | 0         | 0         | 0        | 0         | 0                               | 0,00                | 0                 | 0        | 0         | 0        | 0        | 0                               | 0,00                | 0                 | 0         | 7         | 0         | 0         | 1                               | 1,82                | 0                 | 0          | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 7               | 0,35                |
|               | Mideopsidae     | 0                    | 0         | 0         | 0        | 0         | 0                               | 0,00                | 0                 | 0        | 0         | 0        | 0        | 0                               | 0,00                | 0                 | 0         | 0         | 7         | 7         | 3                               | 3,64                | 0                 | 0          | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 14              | 0,70                |
|               | Leptoceridae    | 0                    | 0         | 0         | 0        | 0         | 0                               | 0,00                | 0                 | 0        | 0         | 0        | 0        | 0                               | 0,00                | 14                | 0         | 0         | 7         | 22        | 9                               | 10,91               | 0                 | 0          | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 43              | 2,09                |
|               | Molannidae      | 0                    | 0         | 0         | 0        | 0         | 0                               | 0,00                | 0                 | 0        | 0         | 0        | 0        | 0                               | 0,00                | 0                 | 7         | 14        | 0         | 0         | 4                               | 5,45                | 0                 | 0          | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 22              | 1,05                |
|               | Trichoptera     | 0                    | 0         | 0         | 0        | 0         | 0                               | 0,00                | 0                 | 0        | 0         | 0        | 0        | 0                               | 0,00                | 0                 | 0         | 7         | 0         | 0         | 1                               | 1,82                | 0                 | 0          | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 7               | 0,35                |
|               | Ceratopogonidae | 0                    | 7         | 0         | 0        | 0         | 1                               | 1,30                | 0                 | 0        | 0         | 0        | 0        | 0                               | 0,00                | 0                 | 0         | 0         | 0         | 0         | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 7               | 0,35                |
|               | Chironomidae    | 406                  | 43        | 43        | 0        | 14        | 101                             | 90,91               | 7                 | 7        | 14        | 0        | 0        | 6                               | 80,00               | 7                 | 22        | 7         | 14        | 22        | 14                              | 18,18               | 152               | 290        | 174        | 145        | 326        | 217                             | 100,00              | 1696            | 81,53               |
| <b>Total</b>  |                 | <b>435</b>           | <b>65</b> | <b>43</b> | <b>0</b> | <b>14</b> | <b>112</b>                      | <b>100</b>          | <b>7</b>          | <b>7</b> | <b>14</b> | <b>0</b> | <b>7</b> | <b>7</b>                        | <b>100</b>          | <b>138</b>        | <b>43</b> | <b>65</b> | <b>72</b> | <b>80</b> | <b>80</b>                       | <b>100</b>          | <b>152</b>        | <b>290</b> | <b>174</b> | <b>145</b> | <b>326</b> | <b>217</b>                      | <b>100</b>          | <b>2080</b>     | <b>100</b>          |



**Tableau 19. Indices de diversité des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de marnage inférieure en 2018**

| Site                 | Station | Fraction analysée | Densité totale (nb/m <sup>2</sup> ) | Richesse taxonomique | Indice de diversité de Shannon | Indice d'équitabilité de Shannon | Chironomide (nb/m <sup>2</sup> ) | ETP (nb/m <sup>2</sup> ) | EPT/C | Contribution des dominants (%) | Perte des communautés |
|----------------------|---------|-------------------|-------------------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------|-------|--------------------------------|-----------------------|
| Site « exposé » ERPL | MI1     | 0,25              | 58                                  | 2                    | 1,00                           | 1,00                             | 29                               | 0                        | 0,00  | 50                             | Année de référence    |
|                      | MI2     | 0,25              | 290                                 | 2                    | 0,47                           | 0,47                             | 261                              | 0                        | 0,00  | 90                             |                       |
|                      | MI3     | 0,17              | 435                                 | 3                    | 1,49                           | 0,94                             | 217                              | 0                        | 0,00  | 50                             |                       |
|                      | MI4     | 0,50              | 159                                 | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 159                              | 0                        | 0,00  | 100                            |                       |
|                      | MI5     | 0,25              | 580                                 | 2                    | 0,47                           | 0,47                             | 522                              | 0                        | 0,00  | 90                             |                       |
| Site témoin TRPL1    | MI1     | 1,00              | 7                                   | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 0                                | 0                        | n.d.  | 100                            | Année de référence    |
|                      | MI2     | 1,00              | 0                                   | 0                    | n.d.                           | n.d.                             | 0                                | 0                        | n.d.  | n.d.                           |                       |
|                      | MI3     | 1,00              | 0                                   | 0                    | n.d.                           | n.d.                             | 0                                | 0                        | n.d.  | n.d.                           |                       |
|                      | MI4     | 1,00              | 0                                   | 0                    | n.d.                           | n.d.                             | 0                                | 0                        | n.d.  | n.d.                           |                       |
|                      | MI5     | 1,00              | 7                                   | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 7                                | 0                        | 0,00  | 100                            |                       |
| Site témoin TRPL2    | MI1     | 1,00              | 43                                  | 3                    | 1,46                           | 0,92                             | 22                               | 0                        | 0,00  | 50                             | Année de référence    |
|                      | MI2     | 1,00              | 130                                 | 3                    | 1,05                           | 0,66                             | 94                               | 0                        | 0,00  | 72                             |                       |
|                      | MI3     | 1,00              | 87                                  | 2                    | 0,65                           | 0,65                             | 72                               | 0                        | 0,00  | 83                             |                       |
|                      | MI4     | 1,00              | 486                                 | 7                    | 0,95                           | 0,34                             | 413                              | 0                        | 0,00  | 85                             |                       |
|                      | MI5     | 1,00              | 123                                 | 3                    | 0,98                           | 0,62                             | 94                               | 0                        | 0,00  | 76                             |                       |
| Site témoin TRPL3    | MI1     | 0,17              | 174                                 | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 174                              | 0                        | 0,00  | 100                            | Année de référence    |
|                      | MI2     | 0,17              | 304                                 | 2                    | 0,59                           | 0,59                             | 261                              | 0                        | 0,00  | 86                             |                       |
|                      | MI3     | 0,25              | 174                                 | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 174                              | 0                        | 0,00  | 100                            |                       |
|                      | MI4     | 0,25              | 435                                 | 4                    | 1,04                           | 0,52                             | 348                              | 29                       | 0,08  | 80                             |                       |
|                      | MI5     | 0,17              | 261                                 | 2                    | 0,65                           | 0,65                             | 217                              | 43                       | 0,20  | 83                             |                       |

n. d. : Données insuffisantes pour calculer l'indice.



**Tableau 20. Indices de diversité des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de marnage inférieure en 2019**

| Site                 | Station | Fraction analysée | Densité totale (nb/m <sup>2</sup> ) | Richesse taxonomique | Indice de diversité de Shannon | Indice d'équitabilité de Shannon | Chironomide (nb/m <sup>2</sup> ) | ETP (nb/m <sup>2</sup> ) | EPT/C | Contribution des dominants (%) | Perte des communautés <sup>1</sup> |
|----------------------|---------|-------------------|-------------------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------|-------|--------------------------------|------------------------------------|
| Site « exposé » ERPL | MI1     | 0,25              | 261                                 | 3                    | 1,35                           | 0,85                             | 145                              | 0                        | 0,00  | 56                             | 0,50                               |
|                      | MI2     | 0,50              | 565                                 | 3                    | 0,98                           | 0,62                             | 406                              | 14                       | 0,04  | 72                             |                                    |
|                      | MI3     | 0,75              | 58                                  | 2                    | 0,65                           | 0,65                             | 48                               | 0                        | 0,00  | 83                             |                                    |
|                      | MI4     | 0,63              | 104                                 | 3                    | 1,44                           | 0,91                             | 58                               | 0                        | 0,00  | 56                             |                                    |
|                      | MI5     | 0,50              | 58                                  | 3                    | 1,50                           | 0,95                             | 14                               | 0                        | 0,00  | 50                             |                                    |
| Site témoin TRPL1    | MI1     | 1,00              | 14                                  | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 14                               | 0                        | 0,00  | 100                            | 1,00                               |
|                      | MI2     | 1,00              | 22                                  | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 22                               | 0                        | 0,00  | 100                            |                                    |
|                      | MI3     | 1,00              | 7                                   | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 7                                | 0                        | 0,00  | 100                            |                                    |
|                      | MI4     | 1,00              | 0                                   | 0                    | n.d.                           | n.d.                             | 0                                | 0                        | n.d.  | n.d.                           |                                    |
|                      | MI5     | 1,00              | 0                                   | 0                    | n.d.                           | n.d.                             | 0                                | 0                        | n.d.  | n.d.                           |                                    |
| Site témoin TRPL2    | MI1     | 1,00              | 36                                  | 2                    | 0,72                           | 0,72                             | 29                               | 0                        | 0,00  | 80                             | 0,60                               |
|                      | MI2     | 1,00              | 239                                 | 4                    | 0,71                           | 0,36                             | 210                              | 0                        | 0,00  | 88                             |                                    |
|                      | MI3     | 1,00              | 87                                  | 4                    | 1,55                           | 0,78                             | 51                               | 0                        | 0,00  | 58                             |                                    |
|                      | MI4     | 0,75              | 251                                 | 4                    | 1,22                           | 0,61                             | 174                              | 0                        | 0,00  | 69                             |                                    |
|                      | MI5     | 1,00              | 51                                  | 3                    | 1,56                           | 0,98                             | 14                               | 0                        | 0,00  | 43                             |                                    |
| Site témoin TRPL3    | MI1     | 0,17              | 348                                 | 2                    | 0,95                           | 0,95                             | 130                              | 0                        | 0,00  | 63                             | 0,50                               |
|                      | MI2     | 0,20              | 72                                  | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 72                               | 0                        | 0,00  | 100                            |                                    |
|                      | MI3     | 0,20              | 471                                 | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 471                              | 0                        | 0,00  | 100                            |                                    |
|                      | MI4     | 0,20              | 725                                 | 3                    | 1,23                           | 0,78                             | 326                              | 0                        | 0,00  | 50                             |                                    |
|                      | MI5     | 0,20              | 145                                 | 3                    | 1,50                           | 0,95                             | 36                               | 0                        | 0,00  | 50                             |                                    |

n. d. : Données insuffisantes pour calculer l'indice.



**Tableau 21. Indices de diversité des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de marnage inférieure en 2020**

| Site                 | Station | Fraction analysée | Densité totale (nb/m <sup>2</sup> ) | Richesse taxonomique | Indice de diversité de Shannon | Indice d'équitabilité de Shannon | Chironomide (nb/m <sup>2</sup> ) | ETP (nb/m <sup>2</sup> ) | EPT/C | Contribution des dominants (%) | Perte des communautés <sup>1</sup> |
|----------------------|---------|-------------------|-------------------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------|-------|--------------------------------|------------------------------------|
| Site « exposé » ERPL | MI1     | 0,25              | 435                                 | 2                    | 0,35                           | 0,35                             | 406                              | 0                        | 0,00  | 93                             | 0,67                               |
|                      | MI2     | 1,00              | 65                                  | 3                    | 1,22                           | 0,77                             | 43                               | 0                        | 0,00  | 67                             |                                    |
|                      | MI3     | 1,00              | 43                                  | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 43                               | 0                        | 0,00  | 100                            |                                    |
|                      | MI4     | 0,50              | 0                                   | 0                    | n.d.                           | n.d.                             | 0                                | 0                        | n.d.  | n.d.                           |                                    |
|                      | MI5     | 1,00              | 14                                  | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 14                               | 0                        | 0,00  | 100                            |                                    |
| Site témoin TRPL1    | MI1     | 1,00              | 7                                   | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 7                                | 0                        | 0,00  | 100                            | 0,00                               |
|                      | MI2     | 1,00              | 7                                   | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 7                                | 0                        | 0,00  | 100                            |                                    |
|                      | MI3     | 1,00              | 14                                  | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 14                               | 0                        | 0,00  | 100                            |                                    |
|                      | MI4     | 1,00              | 0                                   | 0                    | n.d.                           | n.d.                             | 0                                | 0                        | n.d.  | n.d.                           |                                    |
|                      | MI5     | 1,00              | 7                                   | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 0                                | 0                        | n.d.  | 100                            |                                    |
| Site témoin TRPL2    | MI1     | 1,00              | 138                                 | 3                    | 0,77                           | 0,49                             | 7                                | 14                       | 2,00  | 84                             | 0,57                               |
|                      | MI2     | 1,00              | 43                                  | 3                    | 1,46                           | 0,92                             | 22                               | 7                        | 0,33  | 50                             |                                    |
|                      | MI3     | 1,00              | 65                                  | 5                    | 2,06                           | 0,89                             | 7                                | 22                       | 3,00  | 44                             |                                    |
|                      | MI4     | 1,00              | 72                                  | 4                    | 1,57                           | 0,79                             | 14                               | 7                        | 0,50  | 60                             |                                    |
|                      | MI5     | 1,00              | 80                                  | 4                    | 1,87                           | 0,93                             | 22                               | 22                       | 1,00  | 36                             |                                    |
| Site témoin TRPL3    | MI1     | 0,33              | 152                                 | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 152                              | 0                        | 0,00  | 100                            | 4,00                               |
|                      | MI2     | 0,25              | 290                                 | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 290                              | 0                        | 0,00  | 100                            |                                    |
|                      | MI3     | 0,33              | 174                                 | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 174                              | 0                        | 0,00  | 100                            |                                    |
|                      | MI4     | 0,25              | 145                                 | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 145                              | 0                        | 0,00  | 100                            |                                    |
|                      | MI5     | 0,33              | 326                                 | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 326                              | 0                        | 0,00  | 100                            |                                    |

n. d. : Données insuffisantes pour calculer l'indice.





**Tableau 22. Statistiques descriptives des indices de diversité des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de marnage inférieure de 2018 à 2020**

| Site-strate  | Année | Paramètre  | N<br>(nb m <sup>-2</sup> ) | S     | H'         | J'          | C<br>(nb m <sup>-2</sup> ) | EPT<br>(nb m <sup>-2</sup> ) | EPT/C<br>(proportion) | Contribution dominants<br>(% organismes) |
|--------------|-------|------------|----------------------------|-------|------------|-------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------|--|
| ERPL-<br>MI  | 2018  | Moyenne    | 304,3                      | 2     | 0,68       | 0,72        | 237,7                      | 0                            | 0                     | 76                                       |
|              |       | Écart-type | 209                        | 0,71  | 0,57       | 0,29        | 181,2                      | 0                            | 0                     | 24                                       |
|              |       | Étendue    | 58 - 580                   | 1 - 3 | 0 - 1,49   | 0,47 - 1    | 29 - 521,7                 | 0 - 0                        | 0 - 0                 | 50 - 100                                 |
|              |       | Médiane    | 289,9                      | 2     | 0,47       | 0,7         | 217,4                      | 0                            | 0                     | 90                                       |
|              |       | Nb mesures | 5                          | 5     | 5          | 4           | 5                          | 5                            | 5                     | 5  |
|              | 2019  | Moyenne    | 209,3                      | 2,8   | 1,18       | 0,79        | 134,3                      | 2,9                          | 0,01                  | 63                                       |
|              |       | Écart-type | 215,7                      | 0,45  | 0,36       | 0,15        | 159,2                      | 6,5                          | 0,02                  | 14                                       |
|              |       | Étendue    | 58 - 565                   | 2 - 3 | 0,65 - 1,5 | 0,62 - 0,95 | 14,5 - 405,8               | 0 - 14,5                     | 0 - 0,04              | 50 - 83                                  |
|              |       | Médiane    | 104,3                      | 3     | 1,35       | 0,85        | 58                         | 0                            | 0                     | 56                                       |
|              |       | Nb mesures | 5                          | 5     | 5          | 5           | 5                          | 5                            | 5                     | 5  |
|              | 2020  | Moyenne    | 111,6                      | 1,4   | 0,39       | 0,56        | 101,4                      | 0                            | 0                     | 90                                       |
|              |       | Écart-type | 182,4                      | 1,14  | 0,58       | 0,3         | 171,2                      | 0                            | 0                     | 16                                       |
|              |       | Étendue    | 0 - 435                    | 0 - 3 | 0 - 1,22   | 0,35 - 0,77 | 0 - 405,8                  | 0 - 0                        | 0 - 0                 | 67 - 100                                 |
|              |       | Médiane    | 43,5                       | 1     | 0,18       | 0,56        | 43,5                       | 0                            | 0                     | 97                                       |
|              |       | Nb mesures | 5                          | 5     | 4          | 2           | 5                          | 5                            | 4                     | 4  |
| TRPL1-<br>MI | 2018  | Moyenne    | 2,9                        | 0,4   | 0          | n.d.        | 1,4                        | 0                            | 0                     | 100                                      |
|              |       | Écart-type | 4                          | 0,55  | 0          | n.d.        | 3,2                        | 0                            | n.d.                  | 0  |
|              |       | Étendue    | 0 - 7                      | 0 - 1 | 0 - 0      | n.d.        | 0 - 7,2                    | 0 - 0                        | 0 - 0                 | 100 - 100                                |
|              |       | Médiane    | 0                          | 0     | 0          | n.d.        | 0                          | 0                            | 0                     | 100                                      |
|              |       | Nb mesures | 5                          | 5     | 2          | 0           | 5                          | 5                            | 1                     | 2  |
|              | 2019  | Moyenne    | 8,7                        | 0,6   | 0          | n.d.        | 8,7                        | 0                            | 0                     | 100                                      |
|              |       | Écart-type | 9,4                        | 0,55  | 0          | n.d.        | 9,4                        | 0                            | 0                     | 0  |
|              |       | Étendue    | 0 - 22                     | 0 - 1 | 0 - 0      | n.d.        | 0 - 21,7                   | 0 - 0                        | 0 - 0                 | 100 - 100                                |
|              |       | Médiane    | 7,2                        | 1     | 0          | n.d.        | 7,2                        | 0                            | 0                     | 100                                      |
|              |       | Nb mesures | 5                          | 5     | 3          | 0           | 5                          | 5                            | 3                     | 3  |
|              | 2020  | Moyenne    | 7,2                        | 0,8   | 0          | n.d.        | 5,8                        | 0                            | 0                     | 100                                      |
|              |       | Écart-type | 5,1                        | 0,45  | 0          | n.d.        | 6,1                        | 0                            | 0                     | 0  |
|              |       | Étendue    | 0 - 14                     | 0 - 1 | 0 - 0      | n.d.        | 0 - 14,5                   | 0 - 0                        | 0 - 0                 | 100 - 100                                |
|              |       | Médiane    | 7,2                        | 1     | 0          | n.d.        | 7,2                        | 0                            | 0                     | 100                                      |
|              |       | Nb mesures | 5                          | 5     | 4          | 0           | 5                          | 5                            | 3                     | 4  |



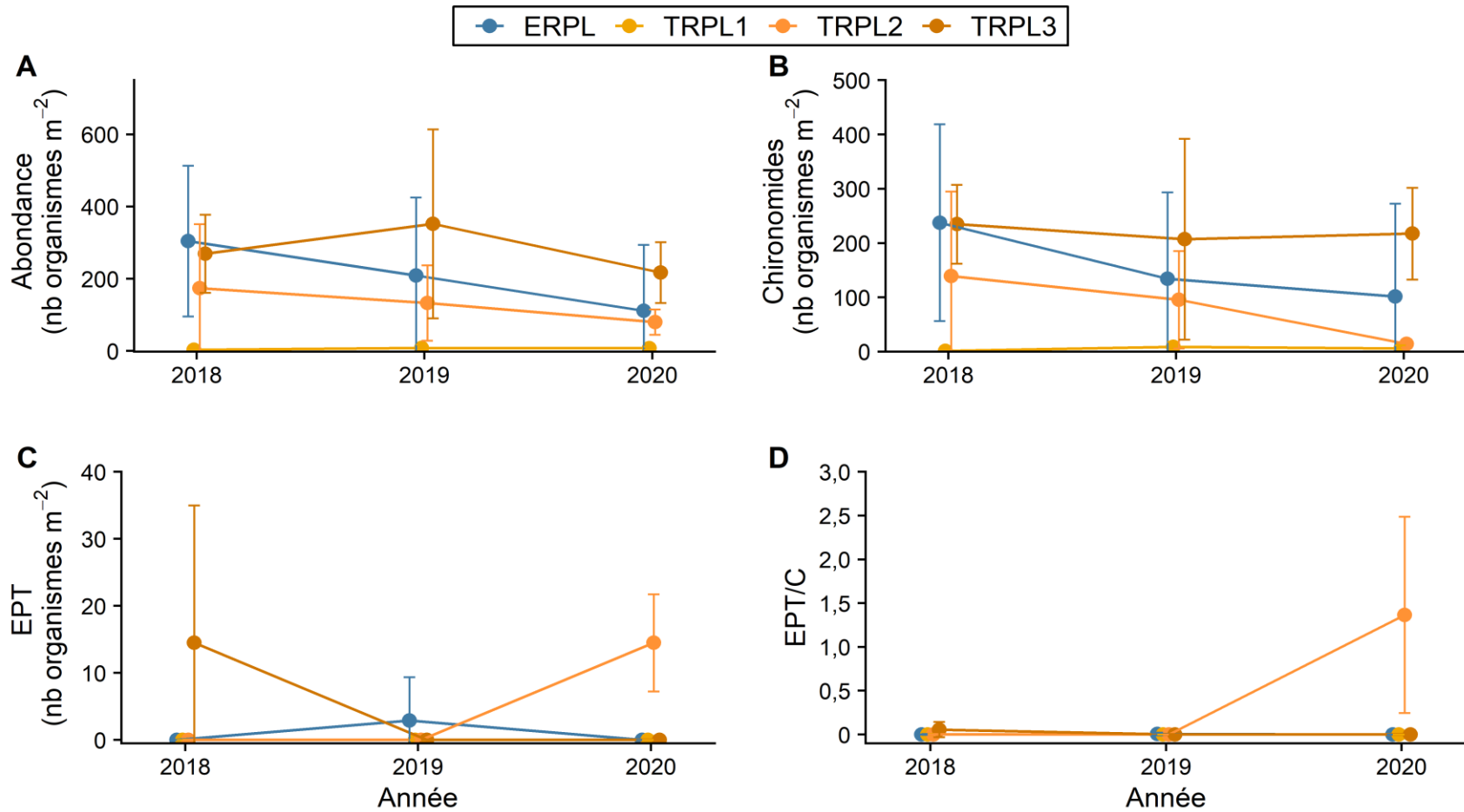
**Tableau 22. Statistiques descriptives des indices de diversité des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de marnage inférieure de 2018 à 2020**

| Site-strate  | Année | Paramètre  | N<br>(nb m <sup>2</sup> ) | S     | H'          | J'          | C<br>(nb m <sup>2</sup> ) | EPT<br>(nb m <sup>-2</sup> ) | EPT/C<br>(proportion) | Contribution dominants<br>(% organismes) |
|--------------|-------|------------|---------------------------|-------|-------------|-------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------|--|
| TRPL2-<br>MI | 2018  | Moyenne    | 173,9                     | 3,6   | 1,02        | 0,64        | 139,1                     | 0                            | 0                     | 73                                       |
|              |       | Écart-type | 177,6                     | 1,95  | 0,29        | 0,21        | 156                       | 0                            | 0                     | 14                                       |
|              |       | Étendue    | 43 - 486                  | 2 - 7 | 0,65 - 1,46 | 0,34 - 0,92 | 21,7 - 413                | 0 - 0                        | 0 - 0                 | 50 - 85                                  |
|              |       | Médiane    | 123,2                     | 3     | 0,98        | 0,65        | 94,2                      | 0                            | 0                     | 76                                       |
|              |       | Nb mesures | 5                         | 5     | 5           | 5           | 5                         | 5                            | 5                     | 5  |
|              | 2019  | Moyenne    | 132,9                     | 3,4   | 1,15        | 0,69        | 95,7                      | 0                            | 0                     | 68                                       |
|              |       | Écart-type | 104,3                     | 0,89  | 0,42        | 0,23        | 89,8                      | 0                            | 0                     | 18                                       |
|              |       | Étendue    | 36 - 251                  | 2 - 4 | 0,71 - 1,56 | 0,36 - 0,98 | 14,5 - 210,1              | 0 - 0                        | 0 - 0                 | 43 - 88                                  |
|              |       | Médiane    | 87                        | 4     | 1,22        | 0,72        | 50,7                      | 0                            | 0                     | 69                                       |
|              |       | Nb mesures | 5                         | 5     | 5           | 5           | 5                         | 5                            | 5                     | 5  |
|              | 2020  | Moyenne    | 79,7                      | 3,8   | 1,55        | 0,8         | 14,5                      | 14,5                         | 1,37                  | 55                                       |
|              |       | Écart-type | 35,1                      | 0,84  | 0,49        | 0,19        | 7,2                       | 7,2                          | 1,12                  | 18                                       |
|              |       | Étendue    | 43 - 138                  | 3 - 5 | 0,77 - 2,06 | 0,49 - 0,93 | 7,2 - 21,7                | 7,2 - 21,7                   | 0,33 - 3              | 36 - 84                                  |
|              |       | Médiane    | 72,5                      | 4     | 1,57        | 0,89        | 14,5                      | 14,5                         | 1                     | 50                                       |
|              |       | Nb mesures | 5                         | 5     | 5           | 5           | 5                         | 5                            | 5                     | 5  |
| TRPL3-<br>MI | 2018  | Moyenne    | 269,6                     | 2     | 0,46        | 0,59        | 234,8                     | 14,5                         | 0,06                  | 90                                       |
|              |       | Écart-type | 108,3                     | 1,22  | 0,45        | 0,07        | 72,8                      | 20,5                         | 0,09                  | 10                                       |
|              |       | Étendue    | 174 - 435                 | 1 - 4 | 0 - 1,04    | 0,52 - 0,65 | 173,9 - 347,8             | 0 - 43,5                     | 0 - 0,2               | 80 - 100                                 |
|              |       | Médiane    | 260,9                     | 2     | 0,59        | 0,59        | 217,4                     | 0                            | 0                     | 86                                       |
|              |       | Nb mesures | 5                         | 5     | 5           | 3           | 5                         | 5                            | 5                     | 5  |
|              | 2019  | Moyenne    | 352,2                     | 2     | 0,74        | 0,89        | 207,2                     | 0                            | 0                     | 73                                       |
|              |       | Écart-type | 261,8                     | 1     | 0,7         | 0,1         | 185,1                     | 0                            | 0                     | 26                                       |
|              |       | Étendue    | 72 - 725                  | 1 - 3 | 0 - 1,5     | 0,78 - 0,95 | 36,2 - 471                | 0 - 0                        | 0 - 0                 | 50 - 100                                 |
|              |       | Médiane    | 347,8                     | 2     | 0,95        | 0,95        | 130,4                     | 0                            | 0                     | 63                                       |
|              |       | Nb mesures | 5                         | 5     | 5           | 3           | 5                         | 5                            | 5                     | 5  |
|              | 2020  | Moyenne    | 217,4                     | 1     | 0           | n.d.        | 217,4                     | 0                            | 0                     | 100                                      |
|              |       | Écart-type | 84,4                      | 0     | 0           | n.d.        | 84,4                      | 0                            | 0                     | 0  |
|              |       | Étendue    | 145 - 326                 | 1 - 1 | 0 - 0       | n.d.        | 144,9 - 326,1             | 0 - 0                        | 0 - 0                 | 100 - 100                                |
|              |       | Médiane    | 173,9                     | 1     | 0           | n.d.        | 173,9                     | 0                            | 0                     | 100                                      |
|              |       | Nb mesures | 5                         | 5     | 5           | 0           | 5                         | 5                            | 5                     | 5  |

N : abondance totale (nb organismes m<sup>-2</sup>); S : richesse taxonomique (nb taxons); H' : diversité de Shannon; J' : équitabilité de Shannon; EPT : abondance totale des éphéméroptères, trichoptères et plécoptères par m<sup>2</sup>; C : abondance totale des chironomides par m<sup>2</sup>; EPT/C : rapport de EPT sur C  
n.d. : données insuffisantes pour calculer l'indice/paramètre; Étendue : minimum - maximum.



## Marnage inférieur



**Figure 14.** Moyennes  $\pm$  écart-types de (A) l'abondance totale (nb d'organismes  $m^{-2}$ ), (B) l'abondance des chironomides, (indice C, nb d'organismes  $m^{-2}$ ), (C) l'abondance des éphéméroptère-trichoptère-plécoptère (indice EPT; nb d'organismes  $m^{-2}$ ) et (D) le ratio des abondances de EPT (en C) sur l'abondance des chironomides (en B) pour la zone de marnage inférieur

## Marnage inférieur

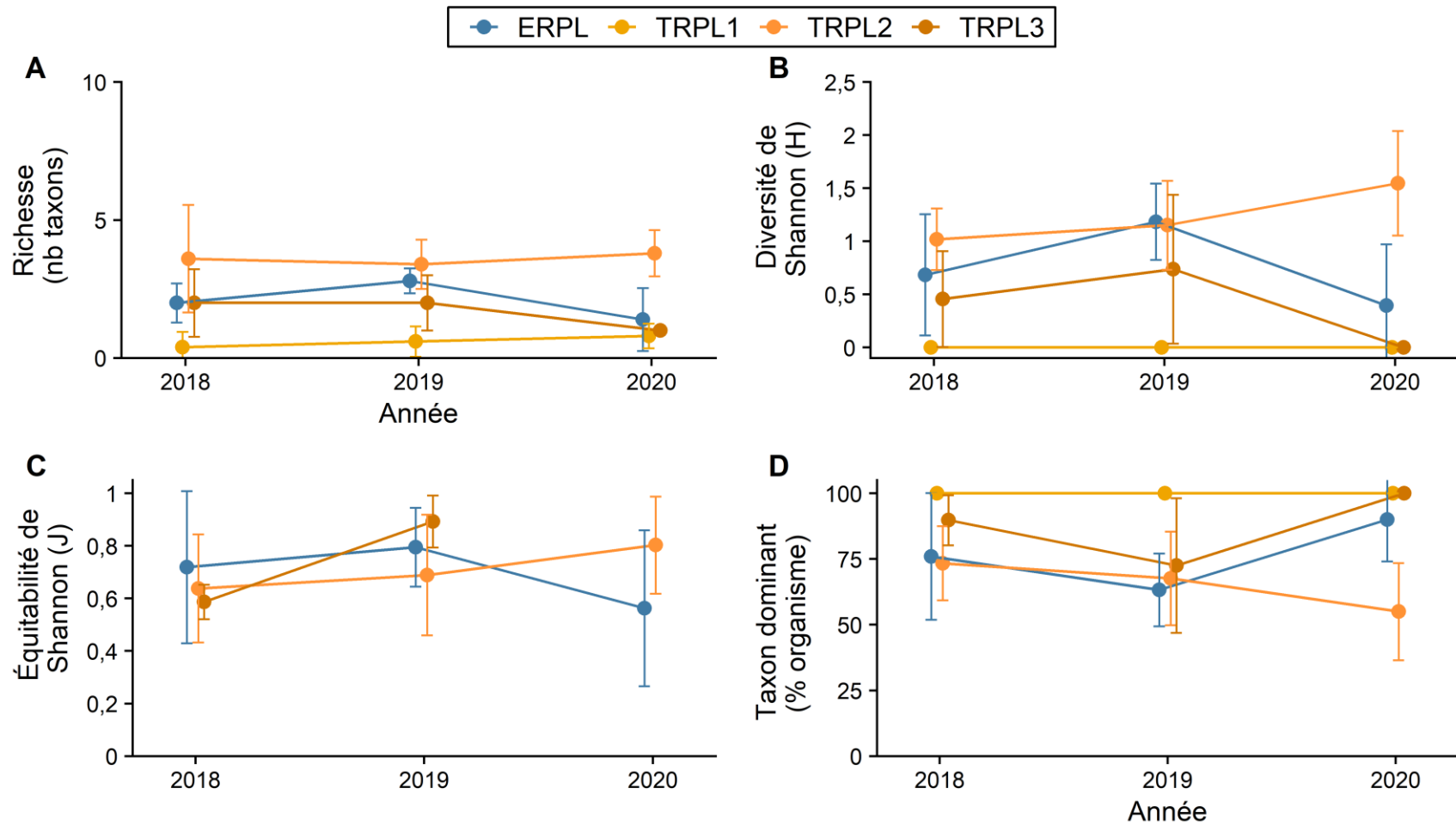


Figure 15. Moyennes ± écart-types de (A) la richesse taxonomique, (B) la diversité de Shannon ( $H'$ ), (C) l'équitabilité de Shannon ( $J'$ ) et (D) la contribution des dominants (% d'organismes) pour la zone de marnage inférieur

## Marnage inférieur

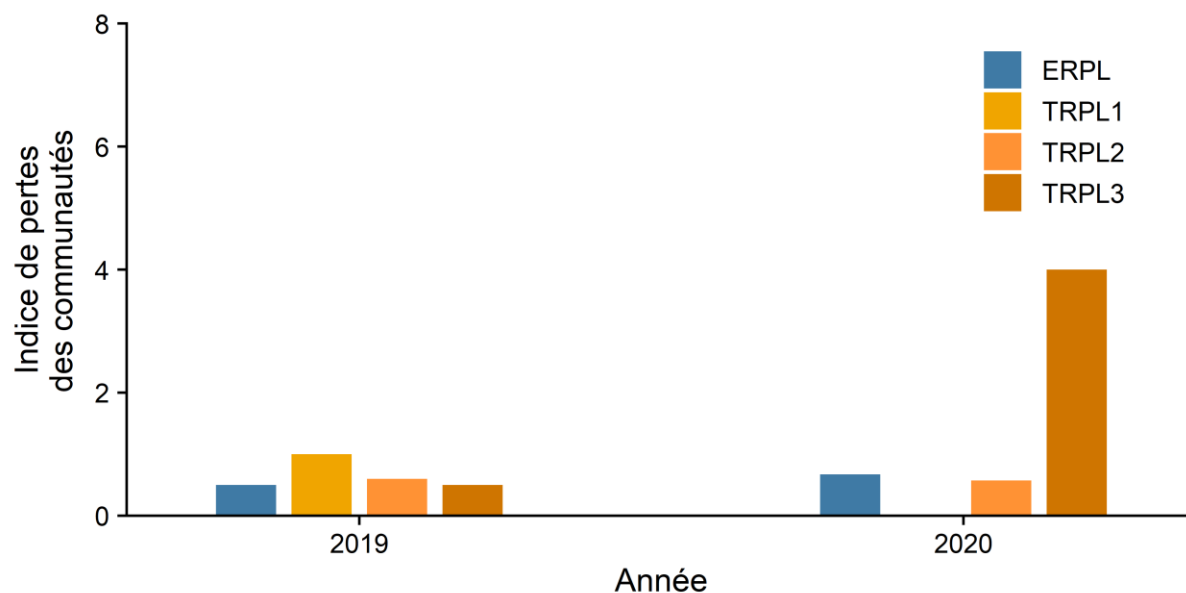


Figure 16. Indice de pertes des communautés pour la zone de marnage inférieure

Tableau 23. Détail des taxons communs et uniques à chaque site pour le calcul des pertes des communautés pour la zone de marnage inférieure entre 2018 et 2020

| Site-Strate | Nb. taxons communs | Nb taxons uniques 2018 | Nb taxons uniques année étudiée | Nombre de taxons total 2018 | Nombre de taxons total année étudiée |
|-------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| <b>2019</b> |                    |                        |                                 |                             |                                      |
| ERPL-MI     | 2                  | 2                      | 2                               | 4                           | 4                                    |
| TRPL1-MI    | 1                  | 1                      | 0                               | 2                           | 1                                    |
| TRPL2-MI    | 4                  | 3                      | 1                               | 7                           | 5                                    |
| TRPL3-MI    | 3                  | 2                      | 1                               | 5                           | 4                                    |
| <b>2020</b> |                    |                        |                                 |                             |                                      |
| ERPL-MI     | 2                  | 2                      | 1                               | 4                           | 3                                    |
| TRPL1-MI    | 2                  | 0                      | 0                               | 2                           | 2                                    |
| TRPL2-MI    | 3                  | 4                      | 4                               | 7                           | 7                                    |
| TRPL3-MI    | 1                  | 4                      | 0                               | 5                           | 1                                    |

**Tableau 24. Résumé des analyses statistiques univariées (modèles linéaires mixtes, PER-ANOVA à mesures répétées avec contrastes) des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de marnage inférieure de 2018 à 2020**

| Source   | ddl num | ddl den | Valeurs de $p_{perm}^1$ |              |              |        |              |        |              |              |
|--|---------|---------|-------------------------|--------------|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------------|
|  |         |         | N                       | S            | H'           | J'     | C            | EPT    | EPT/C        | Dom          |
| Exposition   | 1       | 18*     | 0,415                   | 0,893        | 0,474        | 0,666  | 0,318        | 0,399  | -            | 0,355        |
| Année  | 2       | 36*     | <b>0,034</b>            | <b>0,058</b> | <b>0,053</b> | 0,757  | 0,120        | 0,922  | 0,318        | <b>0,062</b> |
| 2018 vs 2019-20 <i>contraste</i>   | 1       | 38*     | <b>0,092</b>            | 0,953        | 0,499        | 0,478  | <b>0,058</b> | 0,844  | -            | 0,540        |
| 2018 vs 2019 <i>contraste</i>  | 1       | 18*     | 0,661                   | 0,219        | <b>0,078</b> | 0,410  | 0,168        | 0,766  | -            | 0,151        |
| 2018 vs 2020 <i>contraste</i>  | 1       | 18*     | <b>0,026</b>            | 0,331        | 0,367        | 0,992  | <b>0,071</b> | 1,000  | -            | 0,290        |
| Expo. x Année  | 2       | 36*     | <b>0,017</b>            | 0,141        | 0,207        | 0,456  | 0,528        | 0,391  | 0,292        | 0,268        |
| Expo x 18vs19-20 <i>contraste</i>  | 1       | 38*     | <b>0,055</b>            | 0,773        | 0,903        | 0,434  | 0,278        | 0,485  | -            | 0,652        |
| Expo x 18vs19 <i>contraste</i>   | 1       | 18*     | 0,366                   | 0,209        | 0,458        | 0,742  | 0,370        | 0,233  | -            | 0,874        |
| Expo x 18vs20 <i>contraste</i>   | 1       | 18*     | <b>0,029</b>            | 0,532        | 0,305        | 0,410  | 0,336        | -      | -            | 0,163        |
| Tests d'homogénéité des variances et de normalité des résidus <sup>2</sup> |         |         |                         |              |              |        |              |        |              |              |
| Transformation <sup>2</sup>  |         |         | Log <sub>10</sub>       | Aucune       | Aucune       | Aucune | Aucune       | Aucune | Aucune       | Aucune       |
| PERMDISP (homogénéité) Ex x An   |         |         | 0,336                   | 0,229        | 0,141        | 0,478  | 0,996        | 0,115  | <b>0,040</b> | 0,165        |
| PERMDISP (homogénéité) Ex x Pér  |         |         | 0,273                   | 0,381        | 0,099        | 0,299  | 0,938        | 0,362  | 0,197        | 0,066        |

N : abondance totale; S : richesse taxonomique; H' : diversité de Shannon; J' : équitabilité de Shannon; EPT : abondance totale des éphéméroptères, trichoptères et plécoptères; C : abondance totale des chironomides; EPT/C : rapport de EPT sur C; Dom : contribution des dominants

Les sorties PRIMER sont présentées à l'annexe 6 et les sorties SYSTAT associées sont présentées à l'annexe 8.

ddl num : degrés de liberté au numérateur

ddl den : degrés de liberté au dénominateur. \* Les degrés de liberté au dénominateur sont parfois plus bas étant donné l'absence de certaines données. Consultez l'annexe 6 pour les détails.

Les contrastes marqués d'une trame orangee, informe si les changements observés au niveau du site « exposé » ont également été observés pour les sites « témoins » : 'Exposition x 18vs19-20' entre l'année de référence et après les travaux, 'Exposition x 18vs19' entre l'année de référence et l'an 1 après les travaux, 'Exposition x 18vs20' entre l'année de référence et l'an 2 après les travaux.

PER-ANOVA basées sur ressemblances Euclidiennes

Le test PERMDISP est l'équivalent du test de Levene pour l'homogénéité des variances entre les groupes : Exposition x Année et Exposition x Période. Un seuil de significativité de 0,05 a été utilisé pour cette condition. Les valeurs de p en gras indiquent donc une dispersion significativement différente entre les groupes. La condition de normalité n'a pas à être respectée en utilisant une PERMANOVA.

<sup>1</sup> Seuil de significativité établi à 0,1. Les valeurs significatives sont mises en évidence en **gras**. Une valeur de p significative au niveau de l'interaction signifie que le site « exposé » ne suit pas le même patron que les sites « témoins » et est mise en valeur en **gras et rouge**. Les tirets (-) indiquent que les analyses n'ont pas pu être effectuées par manque de réplification.

<sup>2</sup> Transformation : √ : racine carrée, Log<sub>10</sub> : logarithmique en base 10 (x+1).

### 3.3.2.2 INDICATEURS MULTIDIMENSIONNELS

Les résultats des analyses statistiques pour les indicateurs multidimensionnels des communautés sont présentés au tableau 25. Les figures 17 et 18 résument les résultats sous forme graphique.



## STRUCTURE DES COMMUNAUTÉS

La structure des communautés (PERMANOVA basée sur la dissimilarité de Bray-Curtis sur les abondances transformées à la racine quatrième) fournit de l'information sur les types d'organismes présents (abondances et identité de chaque taxon présent; figure 17). La figure 17 permet de constater qu'il y a de la variabilité entre les années. L'annexe 6 fournit le nMDS de toutes les stations où la variabilité est bien visible.

Le tableau 26 présente la liste des taxons contribuant le plus aux différences en structure des abondances entre les années suivant les travaux de rechargement et l'année de référence pour chacun des sites.

Les résultats obtenus ne présentent pas d'effet sur la structure des macroinvertébrés benthiques à la deuxième année du suivi pour la zone de marnage inférieure (Exposition x 'Période',  $p_{perm} = 0,789$ , tableau 25). Effectivement, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins. Il est important de rappeler qu'entre 2018 et 2020, 6 stations ne présentaient aucun organisme (10 % des stations).

## COMPOSITION DES COMMUNAUTÉS

La composition des communautés (PERMANOVA basée sur la dissimilarité de Bray-Curtis sur la présence/absence des taxons) fournit de l'information sur l'identité des organismes présents (figure 17). La composition est complémentaire à la structure en ce sens où elle reprend le même tableau dans lequel toutes les abondances, autres que zéro, deviennent 1. De cette manière, les disparités entre les abondances sont exclues et il est possible de tirer une conclusion sûre si l'identité des taxons présents est différente.

Les résultats obtenus ne présentent pas d'effet sur la composition taxonomique des macroinvertébrés benthiques à la deuxième année du suivi pour la zone de marnage inférieure (Exposition x 'Période',  $p_{perm} = 0,574$ , tableau 25). Effectivement, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins. La même observation que pour la structure des communautés et son explication s'appliquent également. Il est important de rappeler qu'entre 2018 et 2020, 6 stations ne présentaient aucun organisme (10 % des stations).

## COURBES DE DOMINANCE

Les courbes de dominance fournissent de l'information sur les patrons multivariés des abondances relatives des taxons organisés par ordre de dominance (figure 18). L'aire entre les courbes est utilisée comme distance entre les courbes et est testée statistiquement.

Les résultats obtenus ne présentent pas d'effet sur les courbes de dominance des macroinvertébrés benthiques à la deuxième année du suivi pour la zone de marnage inférieure (Exposition x 'Période',  $p_{perm} = 0,556$ , tableau 25). Effectivement, les courbes de dominance moyenne sont plutôt semblables entre les sites et les années. Il est important de rappeler qu'entre 2018 et 2020, 6 stations ne présentaient aucun organisme (10 % des stations).

**Tableau 25. Résumé des analyses statistiques multivariées (PERMANOVA) des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de marnage inférieure de 2018 à 2020**

| Source   | ddl num | ddl den | Valeurs de $p_{perm}^1$         |                          |                                   |
|--|---------|---------|---------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
|  |         |         | Structure (totale) <sup>2</sup> | Composition <sup>2</sup> | Courbes de dominance <sup>3</sup> |
| Exposition   | 1       | 18      | 0,784                           | n.d.                     | 0,655                             |
| Année  | 2       | 30      | <b>0,004</b>                    | <b>0,011</b>             | 0,312                             |
| 2018 vs 2019-20 <i>contraste</i>                     | 1       | 32      | <b>0,013</b>                    | <b>0,016</b>             | 0,307                             |
| 2018 vs 2019 <i>contraste</i>                        | 1       | 14      | <b>0,003</b>                    | <b>0,008</b>             | 0,105                             |
| 2018 vs 2020 <i>contraste</i>                        | 1       | 14      | 0,153                           | 0,215                    | n.d.                              |
| Expo. x Année  | 2       | 30      | 0,507                           | 0,387                    | 0,279                             |
| Expo x 18vs19-20 <i>contraste</i>                    | 1       | 32      | 0,789                           | 0,574                    | 0,556                             |
| Expo x 18vs19 <i>contraste</i>                       | 1       | 14      | 0,247                           | 0,165                    | 0,609                             |
| Expo x 18vs20 <i>contraste</i>                       | 1       | 14      | 0,843                           | 0,916                    | 0,225                             |
| <b>Tests d'homogénéité des variances<sup>5</sup></b> |         |         |                                 |                          |                                   |
| Transformation <sup>4</sup>                          |         |         | $\sqrt{\sqrt{\quad}}$           | Présence/ absence        | Aucune                            |
| PERMDISP (homogénéité) Ex x An                       |         |         | 0,083                           | 0,062                    | 0,270                             |
| PERMDISP (homogénéité) Ex x Pér                      |         |         | 0,160                           | 0,201                    | 0,357                             |

ddl num : degrés de liberté au numérateur

ddl den : degrés de liberté au dénominateur

n.d. : valeur de p non disponible, car le pseudo-F est négatif

Les contrastes marqués d'une **trame orangée**, informe si les changements observés au niveau du site « exposé » ont également été observés pour les sites « témoins » : 'Exposition x 18vs19-20' entre l'année de référence et après les travaux, 'Exposition x 18vs19' entre l'année de référence et l'an 1 après les travaux, 'Exposition x 18vs20' entre l'année de référence et l'an 2 après les travaux.

<sup>1</sup> Seuil de significativité établi à 0,1. Les valeurs significatives sont mises en évidence en **gras**. Une valeur de p significative au niveau de l'**interaction** signifie que le site « exposé » ne suit pas le même patron que les sites « témoins » et est mise en valeur en **gras et rouge**.

<sup>2</sup> Ressemblance de Bray-Curtis.

<sup>3</sup> PERMANOVA sur les aires entre les courbes de dominance basées sur la procédure DOMDIS

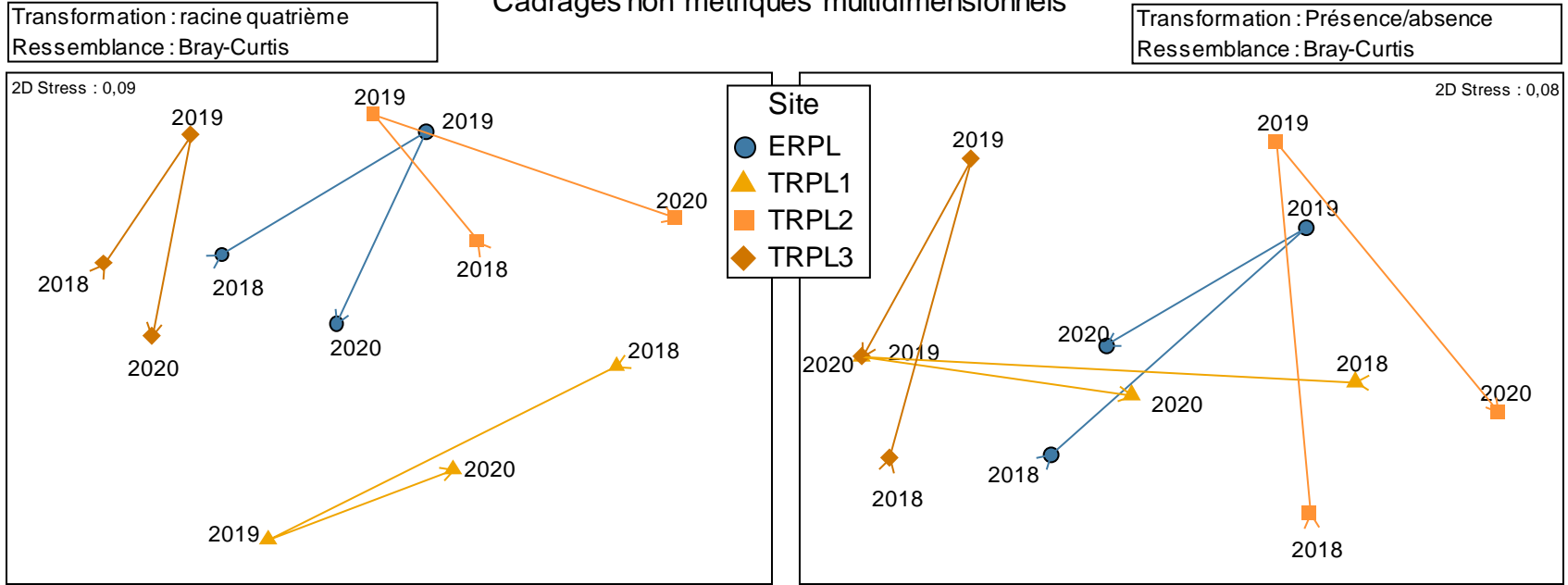
<sup>4</sup> Transformation à la racine quatrième ( $\sqrt{\sqrt{\quad}}$ ) ou en présence/absence (0 ou 1).

<sup>5</sup> La dispersion a été vérifiée au niveau de Exposition x Période et Exposition x Année. Un seuil de significativité de 0,05 a été utilisé pour cette condition. Les valeurs de p en gras indiquent donc une dispersion significativement différente entre les groupes. Il est normal d'observer une disparité dans la dispersion en multivarié en ayant des groupes asymétriques dont les témoins qui comprennent trois sites distincts.

Les sorties PRIMER sont présentées à l'annexe 6.

## Marnage inférieur - centroïdes

### Cadrages non métriques multidimensionnels



**Figure 17.** Cadrages non métriques multidimensionnels montrant les trajectoires temporelles, la structure (gauche) et de la composition (droite) des centroïdes des communautés d'invertébrés benthiques de la zone de marnage inférieure

### Saint-Henri - courbes de dominance moyenne par site – Marnage inférieur

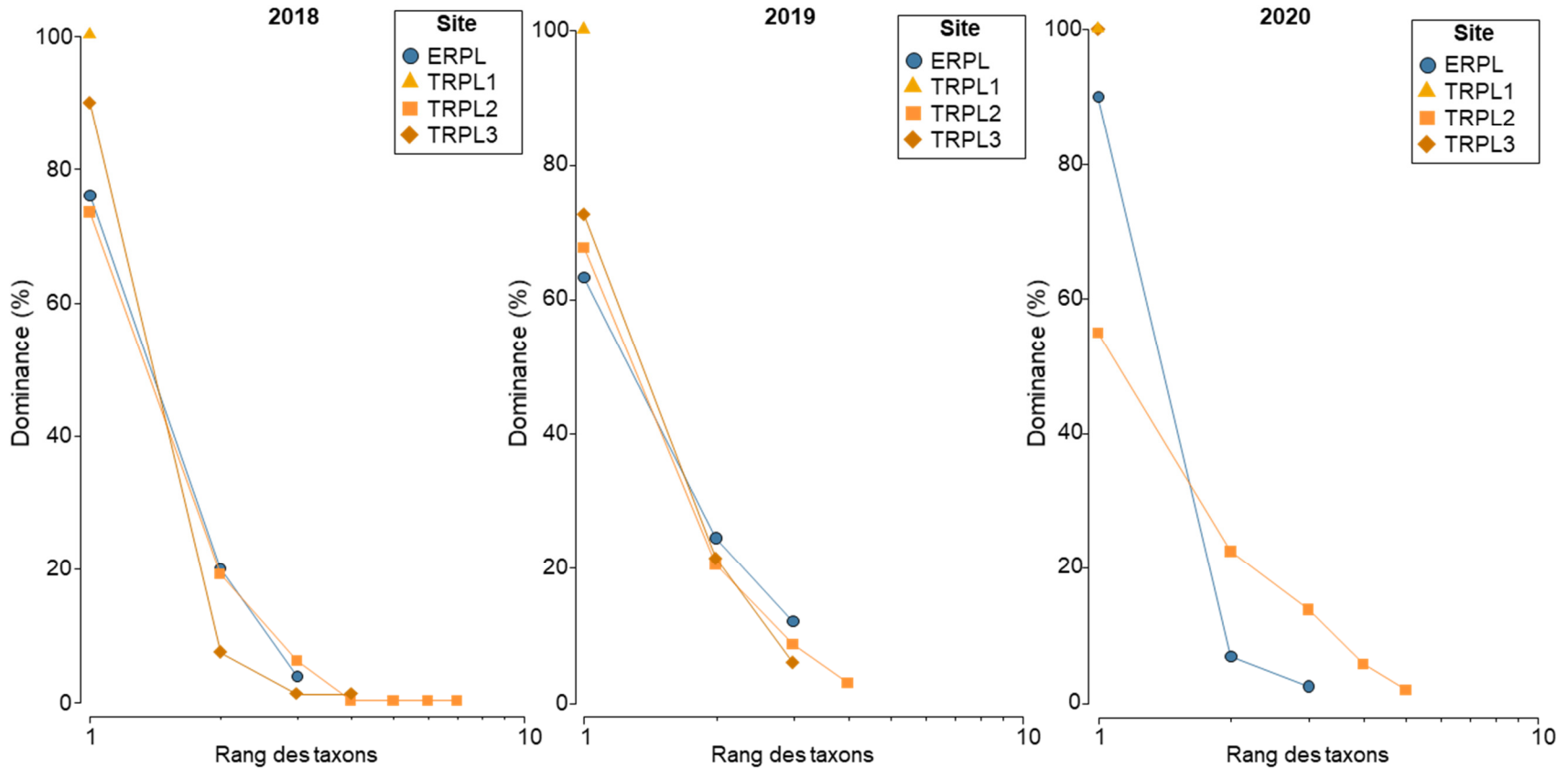


Figure 18. Courbes de dominance basées sur les moyennes des abondances pour la zone de marnage inférieur (stations vides ont été exclues)

**Tableau 26. Résumé des contributions des taxons aux dissimilarités entre les années pour chacun des sites pour la zone de marnage inférieure entre 2018 et 2019, et entre 2018 et 2020**

|                 | Abondance moy. 2018 <sup>1</sup>                              | Abondance moy. 2019 ou 2020 <sup>1</sup> | Dissimilarité moyenne | Ratio diss./écart-type <sup>2</sup> | Contribution (%) | Contribution cumulative (%) |
|-----------------|---|--|-----------------------|-------------------------------------|------------------|-----------------------------|
| <b>Taxon</b>    | <b>ERPL-MI 2018 vs 2019, dissimilarité moyenne = 48,50 %</b>  |  |                       |                                     |                  |                             |
| Ceratopogonidae | 0   | 1,99                                     | 13,92                 | 1,77                                | 28,7             | 28,7                        |
| Sphaeriidae     | 1,07  | 1,87                                     | 11,88                 | 1,32                                | 24,49            | 53,18                       |
| Chironomidae    | 3,7   | 3,06                                     | 8,6                   | 1,51                                | 17,74            | 70,92                       |
| <b>Taxon</b>    | <b>ERPL-MI 2018 vs 2020, dissimilarité moyenne = 54,09 %</b>  |  |                       |                                     |                  |                             |
| Chironomidae    | 3,7   | 2,32                                     | 22,88                 | 0,96                                | 42,3             | 42,3                        |
| Sphaeriidae     | 1,07  | 0,85                                     | 11,77                 | 0,96                                | 21,77            | 64,07                       |
| NEMATODA        | 1,23  | 0  | 10,38                 | 0,77                                | 19,2             | 83,26                       |
| <b>Taxon</b>    | <b>TRPL1-MI 2018 vs 2019, dissimilarité moyenne = 85,38 %</b> |  |                       |                                     |                  |                             |
| Chironomidae    | 0,33  | 1,15                                     | 67,55                 | 1,6                                 | 79,11            | 79,11                       |
| <b>Taxon</b>    | <b>TRPL1-MI 2018 vs 2020, dissimilarité moyenne = 82,21 %</b> |  |                       |                                     |                  |                             |
| Chironomidae    | 0,33  | 1,05                                     | 55,13                 | 1,21                                | 67,06            | 67,06                       |
| Sphaeriidae     | 0,33  | 0,33                                     | 27,08                 | 0,68                                | 32,94            | 100                         |
| <b>Taxon</b>    | <b>TRPL2-MI 2018 vs 2019, dissimilarité moyenne = 43,31 %</b> |  |                       |                                     |                  |                             |
| Ceratopogonidae | 0,33  | 1,74                                     | 10,47                 | 1,47                                | 24,17            | 24,17                       |
| NEMATODA        | 1,11  | 0  | 7,13                  | 1,09                                | 16,47            | 40,64                       |
| Chironomidae    | 3,16  | 2,88                                     | 5,87                  | 1,81                                | 13,56            | 54,2                        |
| Sphaeriidae     | 2,08  | 1,46                                     | 5,24                  | 0,75                                | 12,1             | 66,3                        |
| Naididae        | 0,33  | 0,66                                     | 5,2                   | 0,8                                 | 12               | 78,3                        |
| <b>Taxon</b>    | <b>TRPL2-MI 2018 vs 2020, dissimilarité moyenne = 45,46 %</b> |  |                       |                                     |                  |                             |
| Leptoceridae    | 0   | 1,15                                     | 7,7                   | 1,13                                | 16,94            | 16,94                       |
| Chironomidae    | 3,16  | 1,91                                     | 7,56                  | 2,14                                | 16,64            | 33,58                       |
| NEMATODA        | 1,11  | 0  | 6,94                  | 1,12                                | 15,26            | 48,84                       |
| Molannidae      | 0   | 0,72                                     | 4,89                  | 0,78                                | 10,75            | 59,59                       |
| Limnesiidae     | 0,66  | 0,33                                     | 4,33                  | 0,84                                | 9,53             | 69,12                       |
| Mideopsidae     | 0   | 0,66                                     | 4,28                  | 0,78                                | 9,41             | 78,53                       |
| <b>Taxon</b>    | <b>TRPL3-MI 2018 vs 2019, dissimilarité moyenne = 41,66 %</b> |  |                       |                                     |                  |                             |
| Ceratopogonidae | 0   | 1,84                                     | 13,07                 | 1,06                                | 31,38            | 31,38                       |
| NEMATODA        | 0,98  | 0,49                                     | 7,94                  | 0,83                                | 19,05            | 50,43                       |
| Chironomidae    | 3,89  | 3,53                                     | 6,97                  | 1,74                                | 16,73            | 67,15                       |
| Naididae        | 0,46  | 0,87                                     | 6,95                  | 0,66                                | 16,69            | 83,84                       |

**Tableau 26. Résumé des contributions des taxons aux dissimilarités entre les années pour chacun des sites pour la zone de marnage inférieure entre 2018 et 2019, et entre 2018 et 2020 (suite)**

| Taxon          | Abondance moy. 2018 <sup>1</sup>                              | Abondance moy. 2019 ou 2020 <sup>1</sup> | Dissimilarité moyenne | Ratio diss./écart-type <sup>2</sup> | Contribution (%) | Contribution cumulative (%) |
|----------------|---|--|-----------------------|-------------------------------------|------------------|-----------------------------|
|                | <b>TRPL3-MI 2018 vs 2020, dissimilarité moyenne = 22,70 %</b> |  |                       |                                     |                  |                             |
| NEMATODA       | 0,98  | 0  | 8,03                  | 0,77                                | 35,37            | 35,37                       |
| Philopotamidae | 0,51  | 0  | 5,04                  | 0,49                                | 22,19            | 57,56                       |
| Chironomidae   | 3,89  | 3,8                                      | 3,48                  | 1,49                                | 15,32            | 72,87                       |

<sup>1</sup> Abondance moyenne transformée à la racine quatrième.

<sup>2</sup> Un ratio élevé indique que le taxon est un taxon discriminant entre les années.

Les résultats sont basés sur les mesures de ressemblance de Bray-Curtis.

Seuls les taxons contribuant cumulativement jusqu'à 70 % des différences sont présentés.

## 3.4 ZONE PROFONDE

Pour chacun des sites, cinq stations d'échantillonnage ont été réalisées. Au moment de l'échantillonnage, les profondeurs à ces stations variaient entre 5,3 et 6,7 m (cote d'élévation variant entre 94,7 et 96,0 m). À chaque site, la distance entre chacune des stations varie entre 19 et 47 m (moyenne de 33 m). Ces stations sont relativement éloignées du rivage avec une distance variant entre 370 et 1 540 m.

### 3.4.1 COMPOSITION DESCRIPTIVE DES COMMUNAUTÉS

En 2018, 2019 et 2020, des organismes ont été observés dans l'ensemble des stations (tableaux 29 à 31). Au total, 3 319 organismes ont été recensés en 2018, 4 341 en 2019 et 4 884 en 2020.

En 2018, 21 taxons d'organismes différents répartis dans 5 embranchements sont présents (tableau 27, figure 19). Les taxons les plus abondants sont les mollusques de la famille des *sphaeriidae* composant 55 % du total des organismes, suivi des annélides oligochètes de la famille des *naididae* avec 10 % du total, puis des trichoptères de la famille des *leptoceridae* avec 7 % du total. Le site « exposé » est dominé par les mollusques à 55 % (principalement des *sphaeriidae*), suivi des arthropodes avec 24 % (principalement des trichoptères) et des annélides avec 9 % des abondances totales. Le site témoin TRPL1 est similaire au site « exposé » et est dominé par les mollusques à 60 % (principalement des *sphaeriidae*), suivi des arthropodes avec 27 % (principalement des trichoptères) et des annélides avec 6 % des abondances totales. Le site TRPL2 présente des proportions égales de mollusques (principalement des *sphaeriidae*) et d'arthropodes (principalement des chironomides) avec 44 % des abondances totales chacun, suivi des annélides avec 8 % des abondances. Le site TRPL3 est dominé par les mollusques à 65 % (principalement des *sphaeriidae*), suivi des arthropodes avec 17 % (principalement des diptères/ nématocères) et des annélides avec 16 % des abondances totales.

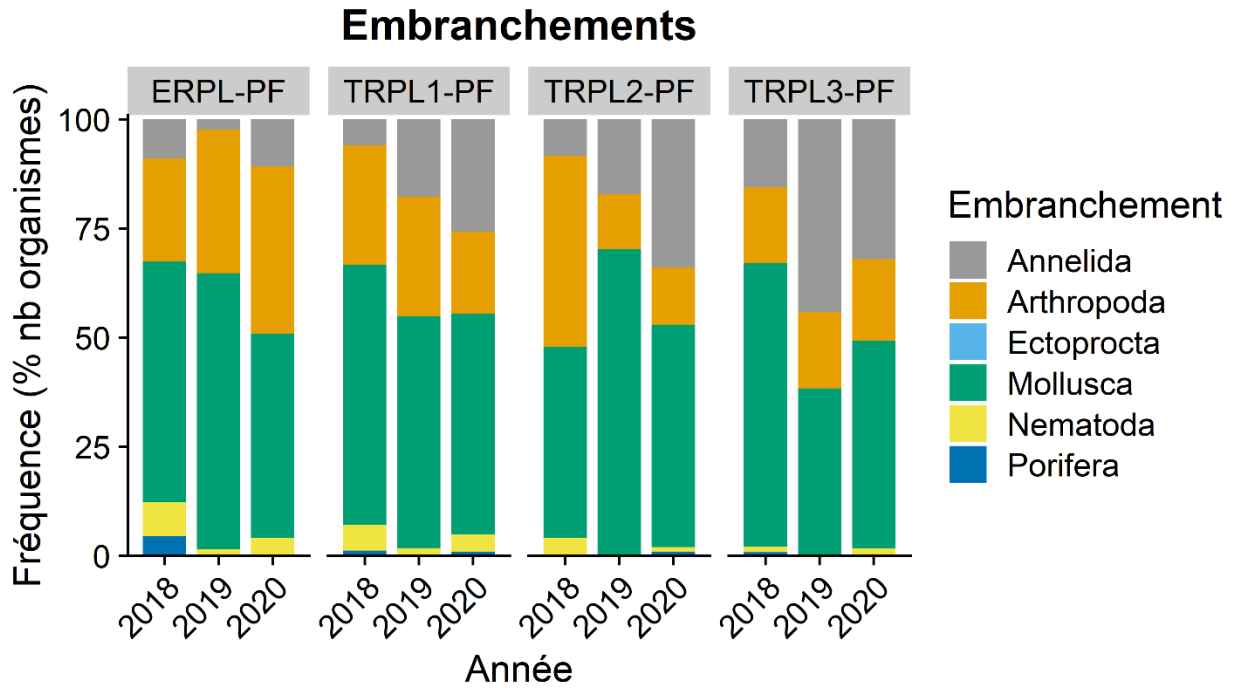
En 2019, ce sont 14 taxons d'organismes différents répartis dans 4 embranchements qui sont présents (tableau 28, figure 19). Le taxon le plus abondant est encore la famille des *sphaeriidae* composant 47 % du total, toujours suivi des annélides oligochètes de la famille des *naididae* avec 26 % du total, puis des chironomides (arthropodes diptères/ nématocères) avec 9 % du total. Le site « exposé » est dominé par les mollusques à 63 % (principalement des *sphaeriidae*), suivi des arthropodes avec 33 % des abondances totales (principalement des chironomides avec 13 % et de trichoptères à 12 %). Le site témoin TRPL1 est similaire au site « exposé » et est dominé par les mollusques à 53 % (seulement des *sphaeriidae*), suivi des arthropodes avec 27 % (principalement des chironomides avec 13 % et de trichoptères à 10 %) et des annélides avec 18 % des abondances totales. Le site TRPL2 est dominé par les mollusques à 70 % (principalement des *sphaeriidae*), suivi des annélides avec 17 % (principalement des *naididae*) puis des arthropodes avec 13 % des abondances

totales (principalement des trichoptères). Le site TRPL3 est dominé par les annélides à 44 % (principalement des *naididae*), suivi des mollusques à 38 % (principalement des *sphaeriidae*) puis des arthropodes à 18 % des abondances totales (principalement des insectes diptères/ nématocères).

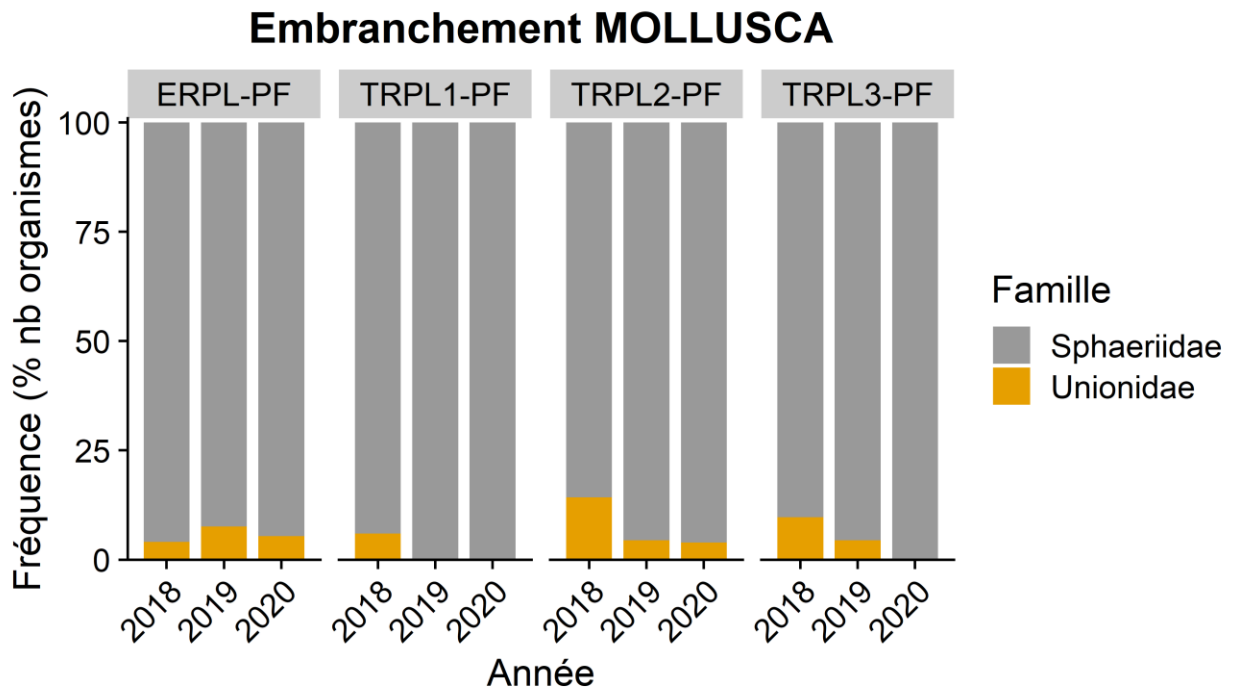
En 2020, ce sont 15 taxons d'organismes différents répartis dans 5 embranchements qui sont présents (tableau 29, figure 19). Le taxon le plus abondant est encore la famille des *sphaeriidae* composant 48 % du total, toujours suivi des annélides oligochètes de la famille des *naididae* avec 22 % du total, puis des trichoptères de la famille des *leptoceridae* avec 9 % et des chironomides (arthropodes diptères/ nématocères) avec 8 % du total. Le site « exposé » est dominé par les mollusques à 47 % (principalement des *sphaeriidae*), suivi des arthropodes avec 38 % des abondances totales (principalement des chironomides avec 23 % et des trichoptères à 13 %) puis des annélides avec 11 % des abondances. Le site témoin TRPL1 est dominé par les mollusques à 51 % (seulement des *sphaeriidae*), suivi des annélides avec 26 % des abondances (principalement des *lumbriculidae* 14 % et des *naididae* 12 %) puis des arthropodes avec 19 % des abondances (principalement des trichoptères). Le site TRPL2 est dominé par les mollusques à 51 % (principalement des *sphaeriidae*), suivi des annélides avec 34 % (principalement des *naididae*) puis des arthropodes avec 13 % des abondances totales (principalement des trichoptères). Le site TRPL3 est dominé par les mollusques à 48 % (seulement des *sphaeriidae*), suivi des annélides avec 32 % (principalement des *naididae*) puis des arthropodes avec 19 % des abondances totales (principalement des trichoptères).

L'embranchement des mollusques est constitué principalement de la famille des *sphaeriidae* (figure 20) et la famille des *unionidae* est régulièrement présente en faibles abondances.

Au niveau de la classe des arthropodes (figure 21), les trichoptères dominent le plus fréquemment l'embranchement trichoptères (familles des *leptoceridae*, *molannidae*, *phryganeidae*, *hydropsychidae* et *hydroptilidae*), alternativement les diptères/ nématocères (chironomides et *ceratopogonidae*) dominent l'embranchement pour le site « exposé » en 2019 et 2020, le site TRPL1 en 2019 et TRPL3 en 2018 et 2019.



**Figure 19.** Abondance relative des différents embranchements d'invertébrés benthiques identifiés dans la zone profonde entre 2018 et 2020



**Figure 20.** Abondance relative des différentes familles de l'embranchement *Mollusca* pour les invertébrés benthiques identifiés dans la zone profonde entre 2018 et 2020



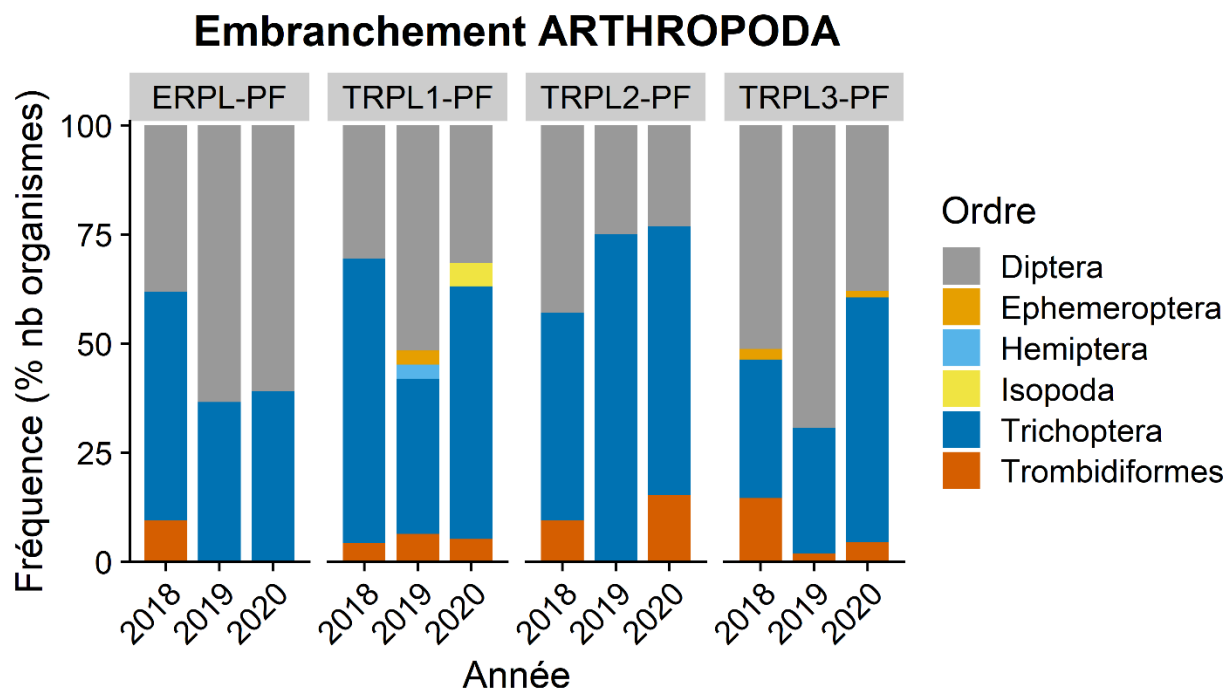


Figure 21. Abondance relative des différents ordres de l'embranchement *Arthropoda* pour les invertébrés benthiques identifiés dans la zone profonde entre 2018 et 2020

### 3.4.2 INDICATEURS DES COMMUNAUTÉS

#### 3.4.2.1 INDICATEURS UNIDIMENSIONNELS

Les indicateurs unidimensionnels des communautés calculés par station sont présentés aux tableaux 30, 31 et 32. Les moyennes, écart-type, étendues (minimum à maximum), médianes ainsi que le nombre de mesures ayant servi à établir ces statistiques pour chaque site sont présentés au tableau 33. Les moyennes et écarts-types des indicateurs pour chacun des sites en 2018, 2019 et 2020 sont présentés aux figures 22 et 23. Finalement, les pertes des communautés, qui ont été calculées par site entre 2019 et 2018, et entre 2020 et 2018, sont présentées au tableau 34 et à la figure 24.

Les résultats des analyses statistiques sont présentés au tableau 35.

#### ABONDANCE TOTALE

Les densités moyennes d'organismes sont variables entre les sites et les années au niveau de la zone profonde et sont généralement plus élevées que les densités observées dans la zone de marnage supérieure (tableau 33, figure 22A).

En 2018, les densités les plus élevées sont au site témoin TRPL3, qui présente en moyenne 345 org./m<sup>2</sup>, tandis que le site « exposé » présente en moyenne 129 org./m<sup>2</sup>, le site témoin TRPL1 présente 122 org./m<sup>2</sup> et le site TRPL2 a 70 org./m<sup>2</sup>.

En 2019, les densités les plus élevées sont au site témoin TRPL3, qui présente en moyenne 430 org./m<sup>2</sup> (augmentation de 25 %), tandis que le site « exposé » présente en moyenne 181 org./m<sup>2</sup> (augmentation de 40 %), le site témoin TRPL1 présente 164 org./m<sup>2</sup> (augmentation de 35 %) et le site TRPL2 a 93 org./m<sup>2</sup> (augmentation de 33 %).

En 2020, les densités les plus élevées sont au site témoin TRPL3, qui présente en moyenne 512 org./m<sup>2</sup> (augmentation de 19 %), tandis que le site « exposé » présente en moyenne 174 org./m<sup>2</sup> (diminution de 4 %), le site témoin TRPL1 présente 146 org./m<sup>2</sup> (diminution de 11 %) et le site TRPL2 a 145 org./m<sup>2</sup> (augmentation de 56 %).

Les résultats obtenus ne présentent pas d'effet sur les abondances totales des macroinvertébrés benthiques à la deuxième année du suivi pour la zone profonde (Exposition x 'Période',  $p_{perm} = 0,784$ ; tableau 38). Effectivement, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins.

### INDICE C

L'indice C moyen est variable en fonction des sites et des années au niveau de la zone profonde (tableau 33, figure 22B). L'indice C rend compte des abondances des chironomides.

Entre 2018 et 2019, l'abondance des chironomides est 100 % plus élevée pour le site « exposé » et est passée de 11,6 org./m<sup>2</sup> à 23,2 org./m<sup>2</sup>, tandis qu'elles ont augmenté respectivement de 201 et 28 % pour les sites témoins TRPL1 (7,2 org./m<sup>2</sup> à 21,7 org./m<sup>2</sup>) et TRPL3 (26,1 org./m<sup>2</sup> à 33,3 org./m<sup>2</sup>) et baissé de 71 % au site TRPL2 (10,1 org./m<sup>2</sup> à 2,9 org./m<sup>2</sup>).

Entre 2019 et 2020, l'abondance des chironomides a augmenté de 67 % au site « exposé » et est passée de 23,2 org./m<sup>2</sup> à 39,1 org./m<sup>2</sup>, tandis qu'elles ont baissé de 73 % au site TRPL1 (21,7 org./m<sup>2</sup> à 5,8 org./m<sup>2</sup>) et de 22 % au site TRPL3 (33,3 org./m<sup>2</sup> à 26,1 org./m<sup>2</sup>) et qu'elles ont augmenté de 48 % au site TRPL2 (2,9 org./m<sup>2</sup> à 4,3 org./m<sup>2</sup>).

Les résultats obtenus présentent un effet sur l'indice C des macroinvertébrés benthiques à la deuxième année du suivi pour la zone profonde (Exposition x 'Période',  $p_{perm} = 0,085$ ; tableau 38). Il est donc possible de conclure que les différences entre 2018 et 2020 au niveau de l'abondance des chironomides pour la zone profonde sont significativement différentes entre le site « exposé » et les sites témoins. Effectivement, contrairement aux sites témoins, l'abondance des chironomides a augmenté entre 2019 et 2020.

### INDICE EPT

L'indice EPT moyen est variable en fonction des sites et des années au niveau de la zone profonde (tableau 33, figure 22C). L'indice EPT rend compte des abondances des éphéméroptères, plécoptères et trichoptères.

Entre 2018 et 2019, l'abondance des EPT est 36 % plus élevée pour le site « exposé » et est passée de 15,9 org./m<sup>2</sup> à 21,7 org./m<sup>2</sup>, tandis qu'elles ont diminué respectivement de 20 et 40 % pour les sites témoins TRPL1 (21,7 org./m<sup>2</sup> à 17,4 org./m<sup>2</sup>) et TRPL2 (14,5 org./m<sup>2</sup> à 8,7 org./m<sup>2</sup>) et augmenté de 7 % au site témoin TRPL3 (20,3 org./m<sup>2</sup> à 21,7 org./m<sup>2</sup>).

Entre 2019 et 2020, l'abondance des EPT a augmenté de 20 % au site « exposé » et est passée de 21,7 org./m<sup>2</sup> à 26,1 org./m<sup>2</sup>, tandis qu'elles ont baissé de 9 % au site TRPL1 (17,4 org./m<sup>2</sup> à 15,9 org./m<sup>2</sup>) et qu'elles ont augmenté respectivement de 33 et 154 % au site TRPL2 (8,7 org./m<sup>2</sup> à 11,6 org./m<sup>2</sup>) et TRPL3 (21,7 org./m<sup>2</sup> à 55,1 org./m<sup>2</sup>).

Les résultats obtenus ne présentent pas d'effet sur l'indice EPT des macroinvertébrés benthiques à la deuxième année du suivi pour la zone profonde (Exposition x Période,  $p_{perm} = 0,701$ ; tableau 38). Effectivement, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins.

### INDICE EPT/C

L'indice EPT/C moyen est variable en fonction des sites et des années au niveau de la zone profonde (tableau 33, figure 22D). L'indice EPT/C rend compte des abondances des éphéméroptères, plécoptères et trichoptères (plus sensibles) divisés par l'abondance des chironomides qui sont plus tolérants aux stress.

Entre 2018 et 2019, l'indice EPT/C a respectivement diminué de 46 et 34 % pour le site « exposé » (1,6 à 0,86) et pour le site témoin TRPL1 (1,83 à 1,2), tandis qu'il a augmenté respectivement de 68 et 105 % pour les sites témoins TRPL2 (0,89 à 1,50) et TRPL3 (0,55 à 1,13).

Entre 2019 et 2020, l'indice EPT/C a augmenté sur tous les sites avec une augmentation de 7 % pour le site « exposé » (0,86 à 0,92), et respectivement une hausse de 25, 50 et 14 % pour les sites témoins TRPL1 (1,2 à 1,5), TRPL2 (1,50 à 2,25) et TRPL3 (1,13 à 1,29).

L'interaction Exposition x 'Période' n'est pas testable par PER-ANOVA étant donné le manque de données (tableau 38). Néanmoins, l'interaction Exposition x Année n'était pas significative, il peut être considéré que les résultats ne présentent pas d'effet sur l'indice EPT/C.

### RICHESSSE TAXONOMIQUE

La richesse taxonomique moyenne varie légèrement en fonction des sites et des années au niveau de la zone profonde (tableau 33, figure 23A).

Entre 2018 et 2019, la richesse a diminué sur tous les sites respectivement de 36, 4, 30 et 11 % au site « exposé » (6,8 à 5 taxons) et aux sites témoins TRPL1 (5,6 à 5,4 taxons), TRPL2 (4,6 à 3,2 taxons) et TRPL3 (7,4 à 6,6 taxons).

Entre 2019 et 2020, la richesse a augmenté de 17 % au site « exposé » (5 à 6 taxons) et respectivement de 38 et 27 % aux sites témoins TRPL2 (3,2 à 4,4 taxons) et TRPL3 (6,6 à 8,4 taxons), tandis qu'elle a diminué de 11 % au site témoin TRPL1 (5,4 à 4,8 taxons).

Les résultats obtenus ne présentent pas d'effet sur la richesse taxonomique des macroinvertébrés benthiques à la deuxième année du suivi pour la zone profonde (Exposition x 'Période',  $p_{perm} = 0,420$ ; tableau 38). Effectivement, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins.

### DIVERSITÉ DE SHANNON

La valeur moyenne de la diversité de Shannon est variable en fonction des sites et des années au niveau de la zone profonde (tableau 33, figure 23B). L'indice de diversité de Shannon présente la composition des communautés benthiques en matière du nombre de taxons et de leur abondance relative (densité).

Entre 2018 et 2019, la diversité a diminué de 24 % sur le site « exposé » (2,12 à 1,62) et respectivement 0,5 et 38 % sur les sites témoins TRPL1 (1,81 à 1,80) et TRPL2 (1,89 à 1,17), tandis qu'elle a augmenté de 8 % au site témoin TRPL3 (1,73 à 1,86).

Entre 2019 et 2020, la diversité a augmenté de 32 % sur le site « exposé » (1,62 à 2,14) et respectivement de 24 et 11 % aux sites témoins TRPL2 (1,17 à 1,45) et TRPL3 (1,86 à 2,07), tandis qu'elle a diminué de 7 % au site témoin TRPL1 (1,80 à 1,67).

Les résultats obtenus ne présentent pas d'effet sur la diversité de Shannon des macroinvertébrés benthiques à la deuxième année du suivi pour la zone profonde (Exposition x 'Période',  $p_{perm} = 0,768$ ; tableau 38). Effectivement, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins.

## ÉQUITABILITÉ DE SHANNON

La valeur moyenne de l'équitabilité de Shannon est variable en fonction des sites et des années au niveau de la zone profonde (tableau 33, figure 23C). L'indice de équitabilité de Shannon informe sur la répartition des abondances entre les taxons.

Entre 2018 et 2019, l'équitabilité a diminué de 10 % sur le site « exposé » (0,77 à 0,69) et de 13 % sur le site témoin TRPL2 (0,90 à 0,78), tandis qu'elle a augmenté de 9 % au site témoin TRPL3 (0,64 à 0,70) et qu'elle est restée stable au site TRPL1 (0,75 à 0,75).

Entre 2019 et 2020, l'équitabilité a augmenté de 20 % sur le site « exposé » (0,69 à 0,83) et de 3 % sur le site témoin TRPL1 (0,75 à 0,77), tandis qu'elle a diminué de 3 % au site témoin TRPL3 (0,70 à 0,68) et qu'elle est restée stable au site TRPL2 (0,78 à 0,78).

L'augmentation de l'équitabilité au site « exposé » en 2020 est directement reliée à la diminution de la dominance des *sphaeriidae*.

Les résultats obtenus ne présentent pas d'effet sur l'équitabilité de Shannon des macroinvertébrés benthiques à la deuxième année du suivi pour la zone profonde (Exposition x Période,  $p_{perm} = 0,921$ ; tableau 38). Effectivement, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins.

## CONTRIBUTION DES DOMINANTS

La contribution moyenne des dominants est variable en fonction des sites et des années au niveau de la zone profonde (tableau 33, figure 23D). Le pourcentage de contribution des dominants (taxon dominant en nombre comparativement au nombre total) indique l'état actuel de l'équilibre entre les différents taxons représentés.

L'identité du taxon dominant est stable entre les années (tableaux 17, 18 et 19). Les sites sont dominés par les mollusques de la famille des *sphaeriidae* à l'exception du site témoin TRPL3 en 2019, qui est dominé par les annélides oligochètes de la famille des *naididae*.

Entre 2018 et 2019, la contribution des dominants a augmenté de 10 % sur le site « exposé » (52 à 57 %) et de 44 % sur le site témoin TRPL2 (45 à 65 %), tandis qu'elle a respectivement diminué de 5 et 16 % aux sites témoins TRPL1 (57 à 54 %) et TRPL3 (62 à 52 %).

Entre 2019 et 2020, la contribution des dominants diminué de 25 % sur le site « exposé » (57 à 43 %) et respectivement de 11 et 8 % sur les sites témoins TRPL2 (65 à 58 %) et TRPL3 (52 à 48 %), tandis qu'elle a augmenté de 4 % au site témoin TRPL1 (54 à 56 %).

Les résultats obtenus ne présentent pas d'effet sur la contribution des dominants des macroinvertébrés benthiques à la deuxième année du suivi pour la zone profonde (Exposition x 'Période',  $p_{perm} = 0,775$ , tableau

10). Bien qu'à priori, la contribution semble avoir diminué davantage au site « exposé », les changements observés seraient du même ordre que les changements observés chez les témoins.

### PERTES DES COMMUNAUTÉS

L'indice de perte de communauté présente la perte de taxons entre l'année du suivi (2019 ou 2020) et l'année de référence (2018) pour le même site.

Les valeurs obtenues pour la zone profonde en 2019 se situent entre 0,25 et 1,17 (tableau 31 et figure 24). Le nombre de taxons inventoriés a diminué légèrement au site « exposé » (de 12 à 9), légèrement augmenté au site témoin TRPL1 (de 11 à 12) et diminué de moitié aux sites témoins TRPL2 (12 à 6) et TRPL3 (18 à 9). Ainsi, de 3 à 9 taxons ont disparu et 0 à 4 taxons sont apparus en 2019 (tableau 34).

Les valeurs obtenues pour la zone profonde en 2020 sont relativement faibles sur tous les sites : « exposé » (0,44), TRPL1 (0,18), TRPL2 (0,40) et TRPL3 (0,58) (tableau 32). Au site « exposé », ce sont 4 taxons qui ont disparu en 2020 par rapport à 2018 comparativement à l'ajout d'un nouveau taxon (tableau 34). Deux taxons ont disparu et deux taxons sont apparus entre 2018 et 2020 au site témoin TRPL1. Au site témoin TRPL2, ce sont 4 taxons qui sont disparus en 2020 par rapport à 2018 comparativement à l'ajout de 2 nouveaux taxons (tableau 34). Le site TRPL3 a perdu 7 taxons par rapport à 2018 et gagné 1 taxon (tableau 12).

Bien qu'il y ait des changements de composition notables, les faibles indices de pertes des communautés à tous les sites pour la zone profonde en comparaison avec les zones de marnage supérieure et inférieure s'expliquent par un nombre important de taxons en commun (tableau 34).



Tableau 27. Densité d'organismes par station pour chacun des sites échantillonnés dans la zone de profonde en 2018

| Organismes    |                 | Site « exposé » ERPL |            |            |           |            |                                 |                     | Site témoin TRPL1 |            |            |           |            |                                 |                     | Site témoin TRPL2 |           |           |            |            |                                 |                     | Site témoin TRPL3 |            |            |            |            |                                 |                     | Total par taxon |                     |
|---------------|-----------------|----------------------|------------|------------|-----------|------------|---------------------------------|---------------------|-------------------|------------|------------|-----------|------------|---------------------------------|---------------------|-------------------|-----------|-----------|------------|------------|---------------------------------|---------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|---------------------------------|---------------------|-----------------|---------------------|
| Embranchement | Famille         | PF6                  | PR7        | PF8        | PF9       | PF10       | Dens. moy. (nb/m <sup>2</sup> ) | Abond. relative (%) | PF1               | PF2        | PF3        | PF4       | PF5        | Dens. moy. (nb/m <sup>2</sup> ) | Abond. relative (%) | PF6               | PR7       | PF8       | PF9        | PF10       | Dens. moy. (nb/m <sup>2</sup> ) | Abond. relative (%) | PF1               | PF2        | PF3        | PF4        | PF5        | Dens. moy. (nb/m <sup>2</sup> ) | Abond. relative (%) | Densité totale  | Abond. relative (%) |
| PORIFERA      | Spongillidae    | 0                    | 7          | 7          | 7         | 7          | 6                               | 4,49                | 0                 | 0          | 0          | 0         | 7          | 1                               | 1,19                | 0                 | 0         | 0         | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 0          | 7          | 7          | 3                               | 0,84                | 51              | 1,53                |
| MOLLUSCA      | Unionidae       | 0                    | 7          | 7          | 0         | 0          | 3                               | 2,25                | 7                 | 7          | 7          | 0         | 0          | 4                               | 3,57                | 7                 | 0         | 0         | 0          | 14         | 4                               | 6,25                | 0                 | 58         | 22         | 14         | 14         | 22                              | 6,33                | 167             | 5,02                |
|               | Sphaeriidae     | 51                   | 94         | 36         | 58        | 101        | 68                              | 52,81               | 58                | 58         | 87         | 43        | 94         | 68                              | 55,95               | 14                | 29        | 0         | 58         | 29         | 26                              | 37,50               | 51                | 384        | 203        | 87         | 283        | 201                             | 58,65               | 1819            | 54,80               |
| ANNELIDA      | Sabellidae      | 0                    | 0          | 0          | 0         | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 0          | 0         | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0         | 0         | 0          | 14         | 3                               | 4,17                | 0                 | 0          | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 14              | 0,44                |
|               | Enchytraeidae   | 0                    | 0          | 0          | 0         | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 0          | 0         | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0         | 0         | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 0          | 0          | 7          | 1                               | 0,42                | 7               | 0,22                |
|               | Lumbriculidae   | 0                    | 0          | 0          | 0         | 7          | 1                               | 1,12                | 7                 | 0          | 0          | 0         | 7          | 3                               | 2,38                | 0                 | 0         | 0         | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 0          | 0          | 7          | 1                               | 0,42                | 29              | 0,87                |
|               | Naididae        | 22                   | 7          | 0          | 0         | 14         | 9                               | 6,74                | 0                 | 7          | 14         | 0         | 0          | 4                               | 3,57                | 0                 | 0         | 0         | 0          | 14         | 3                               | 4,17                | 0                 | 43         | 123        | 14         | 72         | 51                              | 14,77               | 333             | 10,04               |
|               | Glossiphoniidae | 0                    | 0          | 7          | 0         | 0          | 1                               | 1,12                | 0                 | 0          | 0          | 0         | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0         | 0         | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 7               | 0,22                |
| NEMATODA      | NEMATODA        | 7                    | 14         | 14         | 7         | 7          | 10                              | 7,87                | 14                | 0          | 14         | 0         | 7          | 7                               | 5,95                | 0                 | 0         | 0         | 14         | 0          | 3                               | 4,17                | 0                 | 7          | 0          | 7          | 7          | 4                               | 1,27                | 123             | 3,71                |
| ARTHROPODA    | Hygrobatidae    | 0                    | 0          | 0          | 0         | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 7          | 0         | 0          | 1                               | 1,19                | 0                 | 0         | 7         | 0          | 0          | 1                               | 2,08                | 7                 | 0          | 0          | 14         | 0          | 4                               | 1,27                | 36              | 1,09                |
|               | Limnesiidae     | 0                    | 0          | 0          | 7         | 0          | 1                               | 1,12                | 0                 | 0          | 0          | 0         | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0         | 0         | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 7          | 0          | 7          | 3                               | 0,84                | 22              | 0,66                |
|               | Mideopsidae     | 7                    | 0          | 0          | 0         | 0          | 1                               | 1,12                | 0                 | 0          | 0          | 0         | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0         | 0         | 7          | 0          | 1                               | 2,08                | 0                 | 0          | 7          | 0          | 0          | 1                               | 0,42                | 22              | 0,66                |
|               | Ephemerellidae  | 0                    | 0          | 0          | 0         | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 0          | 0         | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0         | 0         | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 7          | 0          | 0          | 0          | 1                               | 0,42                | 7               | 0,22                |
|               | Hydropsychidae  | 0                    | 0          | 0          | 0         | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 0          | 0         | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0         | 0         | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 7          | 0          | 0          | 0          | 1                               | 0,42                | 7               | 0,22                |
|               | Hydroptilidae   | 0                    | 0          | 0          | 0         | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 0          | 0         | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0         | 0         | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 7          | 0          | 0          | 0          | 1                               | 0,42                | 7               | 0,22                |
|               | Leptoceridae    | 0                    | 7          | 22         | 0         | 14         | 9                               | 6,74                | 43                | 22         | 0          | 14        | 7          | 17                              | 14,29               | 7                 | 14        | 14        | 0          | 7          | 9                               | 12,50               | 0                 | 58         | 0          | 0          | 7          | 13                              | 3,80                | 239             | 7,21                |
|               | Molannidae      | 14                   | 0          | 7          | 0         | 14         | 7                               | 5,62                | 7                 | 7          | 7          | 0         | 0          | 4                               | 3,57                | 7                 | 0         | 0         | 14         | 0          | 4                               | 6,25                | 7                 | 7          | 0          | 0          | 0          | 3                               | 0,84                | 94              | 2,84                |
|               | Phryganeidae    | 0                    | 0          | 0          | 0         | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 0          | 0         | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0         | 0         | 0          | 7          | 1                               | 2,08                | 0                 | 0          | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 7               | 0,22                |
|               | Ceratopogonidae | 0                    | 0          | 0          | 0         | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 14         | 0          | 0         | 0          | 3                               | 2,38                | 0                 | 7         | 0         | 7          | 0          | 3                               | 4,17                | 0                 | 7          | 0          | 0          | 0          | 1                               | 0,42                | 36              | 1,09                |
|               | Chironomidae    | 14                   | 7          | 14         | 14        | 7          | 12                              | 8,99                | 0                 | 7          | 14         | 14        | 0          | 7                               | 5,95                | 14                | 14        | 0         | 0          | 22         | 10                              | 14,58               | 0                 | 58         | 22         | 0          | 51         | 26                              | 7,59                | 275             | 8,30                |
| Empididae     | 0               | 0                    | 0          | 0          | 0         | 0          | 0,00                            | 0                   | 0                 | 0          | 0          | 0         | 0          | 0,00                            | 0                   | 0                 | 0         | 0         | 0          | 0          | 0,00                            | 0                   | 14                | 0          | 0          | 0          | 3          | 0,84                            | 14                  | 0,44            |                     |
| <b>Total</b>  |                 | <b>116</b>           | <b>145</b> | <b>116</b> | <b>94</b> | <b>174</b> | <b>129</b>                      | <b>100</b>          | <b>138</b>        | <b>123</b> | <b>152</b> | <b>72</b> | <b>123</b> | <b>122</b>                      | <b>100</b>          | <b>51</b>         | <b>65</b> | <b>22</b> | <b>101</b> | <b>109</b> | <b>70</b>                       | <b>100</b>          | <b>65</b>         | <b>659</b> | <b>384</b> | <b>145</b> | <b>464</b> | <b>343</b>                      | <b>100</b>          | <b>3319</b>     | <b>100</b>          |





Tableau 28. Densité d'organismes par station pour chacun des sites échantillonnés dans la zone de profonde en 2019

| Organismes    |                 | Site « exposé » ERPL |            |            |            |            |                                 |                     | Site témoin TRPL1 |            |            |            |            |                                 |                     | Site témoin TRPL2 |           |            |            |            |                                 |                     | Site témoin TRPL3 |            |            |            |            |                                 |                     | Total par taxon |                     |
|---------------|-----------------|----------------------|------------|------------|------------|------------|---------------------------------|---------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|---------------------------------|---------------------|-------------------|-----------|------------|------------|------------|---------------------------------|---------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|---------------------------------|---------------------|-----------------|---------------------|
| Embranchement | Famille         | PF6                  | PR7        | PF8        | PF9        | PF10       | Dens. moy. (nb/m <sup>2</sup> ) | Abond. relative (%) | PF1               | PF2        | PF3        | PF4        | PF5        | Dens. moy. (nb/m <sup>2</sup> ) | Abond. relative (%) | PF6               | PR7       | PF8        | PF9        | PF10       | Dens. moy. (nb/m <sup>2</sup> ) | Abond. relative (%) | PF1               | PF2        | PF3        | PF4        | PF5        | Dens. moy. (nb/m <sup>2</sup> ) | Abond. relative (%) | Densité totale  | Abond. relative (%) |
| MOLLUSCA      | Unionidae       | 0                    | 0          | 29         | 7          | 7          | 9                               | 4,80                | 0                 | 0          | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0         | 14         | 0          | 0          | 3                               | 3,12                | 7                 | 14         | 7          | 0          | 7          | 7                               | 1,68                | <b>94</b>       | <b>2,17</b>         |
|               | Sphaeriidae     | 7                    | 72         | 94         | 152        | 203        | 106                             | 58,40               | 87                | 65         | 29         | 72         | 181        | 87                              | 53,10               | 14                | 14        | 72         | 101        | 109        | 62                              | 67,19               | 101               | 145        | 181        | 87         | 268        | 157                             | 36,36               | <b>2058</b>     | <b>47,41</b>        |
| ANNELIDA      | Lumbriculidae   | 0                    | 14         | 0          | 0          | 0          | 3                               | 1,60                | 0                 | 0          | 0          | 0          | 14         | 3                               | 1,77                | 0                 | 0         | 0          | 14         | 0          | 3                               | 3,12                | 7                 | 0          | 7          | 0          | 14         | 6                               | 1,35                | <b>72</b>       | <b>1,67</b>         |
|               | Naididae        | 0                    | 0          | 0          | 0          | 7          | 1                               | 0,80                | 7                 | 22         | 43         | 0          | 58         | 26                              | 15,93               | 14                | 0         | 36         | 0          | 14         | 13                              | 14,06               | 203               | 43         | 80         | 65         | 529        | 184                             | 42,76               | <b>1123</b>     | <b>25,88</b>        |
| NEMATODA      |                 | 7                    | 7          | 0          | 0          | 0          | 3                               | 1,60                | 0                 | 0          | 14         | 0          | 0          | 3                               | 1,77                | 0                 | 0         | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 7          | 0          | 0          | 0          | 1                               | 0,34                | <b>36</b>       | <b>0,83</b>         |
| ARTHROPODA    | Hygrobatidae    | 0                    | 0          | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0         | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 7          | 0          | 0          | 1                               | 0,34                | <b>7</b>        | <b>0,17</b>         |
|               | Lebertiidae     | 0                    | 0          | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 7          | 0          | 7          | 0          | 3                               | 1,77                | 0                 | 0         | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | <b>14</b>       | <b>0,33</b>         |
|               | Ephemeridae     | 0                    | 0          | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 0          | 0          | 7          | 1                               | 0,88                | 0                 | 0         | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | <b>7</b>        | <b>0,17</b>         |
|               | Leptoceridae    | 29                   | 22         | 22         | 7          | 14         | 19                              | 10,40               | 22                | 7          | 14         | 22         | 0          | 13                              | 7,96                | 0                 | 7         | 14         | 7          | 14         | 9                               | 9,37                | 7                 | 22         | 22         | 22         | 36         | 22                              | 5,05                | <b>312</b>      | <b>7,18</b>         |
|               | Molannidae      | 0                    | 0          | 0          | 14         | 0          | 3                               | 1,60                | 0                 | 7          | 0          | 0          | 0          | 1                               | 0,88                | 0                 | 0         | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | <b>22</b>       | <b>0,50</b>         |
|               | Phryganeidae    | 0                    | 0          | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 7          | 0          | 0          | 0          | 1                               | 0,88                | 0                 | 0         | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | <b>7</b>        | <b>0,17</b>         |
|               | Ceratopogonidae | 22                   | 43         | 7          | 0          | 0          | 14                              | 8,00                | 0                 | 7          | 0          | 0          | 0          | 1                               | 0,88                | 0                 | 0         | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 7                 | 29         | 29         | 0          | 29         | 19                              | 4,38                | <b>174</b>      | <b>4,01</b>         |
|               | Chironomidae    | 29                   | 51         | 22         | 0          | 14         | 23                              | 12,80               | 14                | 43         | 22         | 7          | 22         | 22                              | 13,27               | 0                 | 0         | 7          | 7          | 0          | 3                               | 3,12                | 22                | 14         | 80         | 7          | 43         | 33                              | 7,74                | <b>406</b>      | <b>9,35</b>         |
| Corixidae     | 0               | 0                    | 0          | 0          | 0          | 0          | 0,00                            | 0                   | 0                 | 0          | 0          | 7          | 1          | 0,88                            | 0                   | 0                 | 0         | 0          | 0          | 0          | 0,00                            | 0                   | 0                 | 0          | 0          | 0          | 0          | 0,00                            | <b>7</b>            | <b>0,17</b>     |                     |
| <b>Total</b>  |                 | <b>94</b>            | <b>210</b> | <b>174</b> | <b>181</b> | <b>246</b> | <b>181</b>                      | <b>100</b>          | <b>130</b>        | <b>167</b> | <b>123</b> | <b>109</b> | <b>290</b> | <b>164</b>                      | <b>100</b>          | <b>29</b>         | <b>22</b> | <b>145</b> | <b>130</b> | <b>138</b> | <b>93</b>                       | <b>100</b>          | <b>355</b>        | <b>275</b> | <b>413</b> | <b>181</b> | <b>928</b> | <b>430</b>                      | <b>100</b>          | <b>4341</b>     | <b>100</b>          |



Tableau 29. Densité d'organismes par station pour chacun des sites échantillonnés dans la zone de profonde en 2020

| Organismes    |                 | Site « exposé » ERPL |           |            |            |            |                                 |                     | Site témoin TRPL1 |            |            |           |            |                                 |                     | Site témoin TRPL2 |           |           |            |            |                                 |                     | Site témoin TRPL3 |            |            |            |            |                                 |                     | Total par taxon |                     |
|---------------|-----------------|----------------------|-----------|------------|------------|------------|---------------------------------|---------------------|-------------------|------------|------------|-----------|------------|---------------------------------|---------------------|-------------------|-----------|-----------|------------|------------|---------------------------------|---------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|---------------------------------|---------------------|-----------------|---------------------|
| Embranchement | Famille         | PF6                  | PR7       | PF8        | PF9        | PF10       | Dens. moy. (nb/m <sup>2</sup> ) | Abond. relative (%) | PF1               | PF2        | PF3        | PF4       | PF5        | Dens. moy. (nb/m <sup>2</sup> ) | Abond. relative (%) | PF6               | PR7       | PF8       | PF9        | PF10       | Dens. moy. (nb/m <sup>2</sup> ) | Abond. relative (%) | PF1               | PF2        | PF3        | PF4        | PF5        | Dens. moy. (nb/m <sup>2</sup> ) | Abond. relative (%) | Densité totale  | Abond. relative (%) |
| PORIFERA      | Spongillidae    | 0                    | 0         | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 0          | 0         | 7          | 1                               | 0,99                | 0                 | 0         | 0         | 7          | 0          | 1                               | 1,00                | 0                 | 0          | 7          | 0          | 0          | 1                               | 0,28                | 22              | 0,45                |
| MOLLUSCA      | Unionidae       | 0                    | 7         | 0          | 14         | 0          | 4                               | 2,50                | 0                 | 0          | 0          | 0         | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0         | 7         | 0          | 7          | 3                               | 2,00                | 0                 | 0          | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 36              | 0,74                |
|               | Sphaeriidae     | 29                   | 14        | 152        | 109        | 80         | 77                              | 44,17               | 145               | 51         | 80         | 29        | 65         | 74                              | 50,50               | 36                | 29        | 29        | 145        | 116        | 71                              | 49,00               | 188               | 362        | 210        | 283        | 174        | 243                             | 47,59               | 2326            | 47,63               |
| ANNELIDA      | Enchytraeidae   | 0                    | 0         | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 0          | 0         | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0         | 0         | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 7          | 0          | 0          | 1                               | 0,28                | 7               | 0,15                |
|               | Lumbriculidae   | 22                   | 0         | 0          | 0          | 0          | 4                               | 2,50                | 14                | 0          | 43         | 0         | 43         | 20                              | 13,86               | 14                | 0         | 0         | 0          | 22         | 7                               | 5,00                | 22                | 14         | 7          | 43         | 14         | 20                              | 3,97                | 261             | 5,34                |
|               | Naididae        | 7                    | 7         | 22         | 7          | 29         | 14                              | 8,33                | 0                 | 22         | 0          | 0         | 65         | 17                              | 11,88               | 0                 | 0         | 22        | 72         | 116        | 42                              | 29,00               | 101               | 123        | 210        | 246        | 29         | 142                             | 27,76               | 1080            | 22,11               |
| NEMATODA      |                 | 0                    | 7         | 7          | 14         | 7          | 7                               | 4,17                | 14                | 0          | 0          | 0         | 14         | 6                               | 3,96                | 0                 | 0         | 0         | 7          | 0          | 1                               | 1,00                | 7                 | 14         | 0          | 7          | 7          | 7                               | 1,42                | 109             | 2,23                |
| ARTHROPODA    | Hygrobatidae    | 0                    | 0         | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 0          | 0         | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0         | 0         | 14         | 0          | 3                               | 2,00                | 0                 | 0          | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 14              | 0,30                |
|               | Limnesiidae     | 0                    | 0         | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 7          | 0          | 0         | 0          | 1                               | 0,99                | 0                 | 0         | 0         | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 7                 | 14         | 0          | 0          | 0          | 4                               | 0,85                | 29              | 0,59                |
|               | Asellidae       | 0                    | 0         | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 0          | 0         | 7          | 1                               | 0,99                | 0                 | 0         | 0         | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 7               | 0,15                |
|               | Heptageniidae   | 0                    | 0         | 0          | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 0          | 0         | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0         | 0         | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 0                 | 0          | 7          | 0          | 0          | 1                               | 0,28                | 7               | 0,15                |
|               | Leptoceridae    | 7                    | 14        | 43         | 22         | 22         | 22                              | 12,50               | 29                | 7          | 14         | 7         | 14         | 14                              | 9,90                | 7                 | 0         | 7         | 22         | 7          | 9                               | 6,00                | 14                | 29         | 43         | 87         | 36         | 42                              | 8,22                | 435             | 8,90                |
|               | Molannidae      | 0                    | 7         | 14         | 0          | 0          | 4                               | 2,50                | 0                 | 0          | 0          | 0         | 7          | 1                               | 0,99                | 0                 | 0         | 14        | 0          | 0          | 3                               | 2,00                | 7                 | 7          | 7          | 22         | 14         | 12                              | 2,27                | 101             | 2,08                |
|               | Ceratopogonidae | 0                    | 0         | 0          | 7          | 0          | 1                               | 0,83                | 0                 | 14         | 0          | 0         | 0          | 3                               | 1,98                | 0                 | 0         | 0         | 0          | 0          | 0                               | 0,00                | 14                | 0          | 22         | 7          | 7          | 10                              | 1,98                | 72              | 1,48                |
|               | Chironomidae    | 58                   | 14        | 29         | 58         | 36         | 39                              | 22,50               | 14                | 0          | 14         | 0         | 0          | 6                               | 3,96                | 0                 | 0         | 7         | 14         | 0          | 4                               | 3,00                | 29                | 36         | 29         | 0          | 36         | 26                              | 5,10                | 377             | 7,72                |
| <b>Total</b>  |                 | <b>123</b>           | <b>72</b> | <b>268</b> | <b>232</b> | <b>174</b> | <b>174</b>                      | <b>100</b>          | <b>217</b>        | <b>101</b> | <b>152</b> | <b>36</b> | <b>225</b> | <b>146</b>                      | <b>100</b>          | <b>58</b>         | <b>29</b> | <b>87</b> | <b>283</b> | <b>268</b> | <b>145</b>                      | <b>100</b>          | <b>391</b>        | <b>601</b> | <b>551</b> | <b>696</b> | <b>319</b> | <b>512</b>                      | <b>100</b>          | <b>4884</b>     | <b>100</b>          |



**Tableau 30. Indices de diversité des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de profonde en 2018**

| Site                 | Station | Fraction analysée | Densité totale (nb/m <sup>2</sup> ) | Richesse taxonomique | Indice de diversité de Shannon | Indice d'équitabilité de Shannon | Chironomide (nb/m <sup>2</sup> ) | ETP (nb/m <sup>2</sup> ) | EPT/C | Contribution des dominants (%) | Perte des communautés |
|----------------------|---------|-------------------|-------------------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------|-------|--------------------------------|-----------------------|
| Site « exposé » ERPL | PF6     | 1,00              | 116                                 | 6                    | 2,22                           | 0,86                             | 14                               | 14                       | 1,00  | 44                             | Année de référence    |
|                      | PF7     | 1,00              | 145                                 | 7                    | 1,82                           | 0,65                             | 7                                | 7                        | 1,00  | 65                             |                       |
|                      | PF8     | 1,00              | 116                                 | 8                    | 2,73                           | 0,91                             | 14                               | 29                       | 2,00  | 31                             |                       |
|                      | PF9     | 1,00              | 94                                  | 5                    | 1,70                           | 0,73                             | 14                               | 0                        | 0,00  | 62                             |                       |
|                      | PF10    | 1,00              | 174                                 | 8                    | 2,11                           | 0,70                             | 7                                | 29                       | 4,00  | 58                             |                       |
| Site témoin TRPL1    | PF1     | 1,00              | 138                                 | 6                    | 2,06                           | 0,80                             | 0                                | 51                       | n.d.  | 42                             | Année de référence    |
|                      | PF2     | 1,00              | 123                                 | 7                    | 2,28                           | 0,81                             | 7                                | 29                       | 4,00  | 47                             |                       |
|                      | PF3     | 1,00              | 152                                 | 7                    | 2,06                           | 0,73                             | 14                               | 7                        | 0,50  | 57                             |                       |
|                      | PF4     | 1,00              | 72                                  | 3                    | 1,37                           | 0,86                             | 14                               | 14                       | 1,00  | 60                             |                       |
|                      | PF5     | 1,00              | 123                                 | 5                    | 1,26                           | 0,54                             | 0                                | 7                        | n.d.  | 76                             |                       |
| Site témoin TRPL2    | PF6     | 1,00              | 51                                  | 5                    | 2,24                           | 0,96                             | 14                               | 14                       | 1,00  | 29                             | Année de référence    |
|                      | PF7     | 1,00              | 65                                  | 4                    | 1,84                           | 0,92                             | 14                               | 14                       | 1,00  | 44                             |                       |
|                      | PF8     | 1,00              | 22                                  | 2                    | 0,92                           | 0,92                             | 0                                | 14                       | n.d.  | 67                             |                       |
|                      | PF9     | 1,00              | 101                                 | 5                    | 1,81                           | 0,78                             | 0                                | 14                       | n.d.  | 57                             |                       |
|                      | PF10    | 1,00              | 109                                 | 7                    | 2,66                           | 0,95                             | 22                               | 14                       | 0,67  | 27                             |                       |
| Site témoin TRPL3    | PF1     | 1,00              | 65                                  | 3                    | 0,99                           | 0,62                             | 0                                | 7                        | n.d.  | 78                             | Année de référence    |
|                      | PF2     | 1,00              | 659                                 | 12                   | 2,19                           | 0,61                             | 58                               | 87                       | 1,50  | 58                             |                       |
|                      | PF3     | 1,00              | 384                                 | 6                    | 1,70                           | 0,66                             | 22                               | 0                        | 0,00  | 53                             |                       |
|                      | PF4     | 1,00              | 145                                 | 6                    | 1,87                           | 0,72                             | 0                                | 0                        | n.d.  | 60                             |                       |
|                      | PF5     | 1,00              | 464                                 | 10                   | 1,92                           | 0,58                             | 51                               | 7                        | 0,14  | 61                             |                       |

n. d. : Données insuffisantes pour calculer l'indice.



**Tableau 31. Indices de diversité des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de profonde en 2019**

| Site                 | Station | Fraction analysée | Densité totale (nb/m <sup>2</sup> ) | Richesse taxonomique | Indice de diversité de Shannon | Indice d'équitabilité de Shannon | Chironomide (nb/m <sup>2</sup> ) | ETP (nb/m <sup>2</sup> ) | EPTC | Contribution des dominants (%) | Perte des communautés <sup>1</sup> |
|----------------------|---------|-------------------|-------------------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------|------|--------------------------------|------------------------------------|
| Site « exposé » ERPL | PF6     | 1,00              | 94                                  | 5                    | 2,10                           | 0,91                             | 29                               | 29                       | 1,00 | 31                             | 0,44                               |
|                      | PF7     | 1,00              | 210                                 | 6                    | 2,27                           | 0,88                             | 51                               | 22                       | 0,43 | 34                             |                                    |
|                      | PF8     | 1,00              | 174                                 | 5                    | 1,85                           | 0,80                             | 22                               | 22                       | 1,00 | 54                             |                                    |
|                      | PF9     | 1,00              | 181                                 | 4                    | 0,87                           | 0,44                             | 0                                | 22                       | n.d. | 84                             |                                    |
|                      | PF10    | 1,00              | 246                                 | 5                    | 1,01                           | 0,44                             | 14                               | 14                       | 1,00 | 82                             |                                    |
| Site témoin TRPL1    | PF1     | 1,00              | 130                                 | 4                    | 1,40                           | 0,70                             | 14                               | 22                       | 1,50 | 67                             | 0,25                               |
|                      | PF2     | 1,00              | 167                                 | 8                    | 2,40                           | 0,80                             | 43                               | 22                       | 0,50 | 39                             |                                    |
|                      | PF3     | 1,00              | 123                                 | 5                    | 2,19                           | 0,94                             | 22                               | 14                       | 0,67 | 35                             |                                    |
|                      | PF4     | 1,00              | 109                                 | 4                    | 1,38                           | 0,69                             | 7                                | 22                       | 3,00 | 67                             |                                    |
|                      | PF5     | 1,00              | 290                                 | 6                    | 1,65                           | 0,64                             | 22                               | 7                        | 0,33 | 63                             |                                    |
| Site témoin TRPL2    | PF6     | 1,00              | 29                                  | 2                    | 1,00                           | 1,00                             | 0                                | 0                        | n.d. | 50                             | 1,17                               |
|                      | PF7     | 1,00              | 22                                  | 2                    | 0,92                           | 0,92                             | 0                                | 7                        | n.d. | 67                             |                                    |
|                      | PF8     | 1,00              | 145                                 | 5                    | 1,88                           | 0,81                             | 7                                | 14                       | 2,00 | 50                             |                                    |
|                      | PF9     | 1,00              | 130                                 | 4                    | 1,10                           | 0,55                             | 7                                | 7                        | 1,00 | 78                             |                                    |
|                      | PF10    | 1,00              | 138                                 | 3                    | 0,95                           | 0,60                             | 0                                | 14                       | n.d. | 79                             |                                    |
| Site témoin TRPL3    | PF1     | 1,00              | 355                                 | 7                    | 1,68                           | 0,60                             | 22                               | 7                        | 0,33 | 57                             | 1,00                               |
|                      | PF2     | 1,00              | 275                                 | 7                    | 2,12                           | 0,76                             | 14                               | 22                       | 1,50 | 53                             |                                    |
|                      | PF3     | 1,00              | 413                                 | 8                    | 2,24                           | 0,75                             | 80                               | 22                       | 0,27 | 44                             |                                    |
|                      | PF4     | 1,00              | 181                                 | 4                    | 1,59                           | 0,80                             | 7                                | 22                       | 3,00 | 48                             |                                    |
|                      | PF5     | 1,00              | 928                                 | 7                    | 1,67                           | 0,60                             | 43                               | 36                       | 0,83 | 57                             |                                    |

n. d. : Données insuffisantes pour calculer l'indice.





**Tableau 32. Indices de diversité des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de profonde en 2020**

| Site                 | Station | Fraction analysée | Densité totale (nb/m <sup>2</sup> ) | Richesse taxonomique | Indice de diversité de Shannon | Indice d'équitabilité de Shannon | Chironomide (nb/m <sup>2</sup> ) | ETP (nb/m <sup>2</sup> ) | EPTC | Contribution des dominants (%) | Perte des communautés <sup>1</sup> |
|----------------------|---------|-------------------|-------------------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------|------|--------------------------------|------------------------------------|
| Site « exposé » ERPL | PF6     | 1,00              | 123                                 | 5                    | 1,93                           | 0,83                             | 58                               | 7                        | 0,13 | 47                             | 0,44                               |
|                      | PF7     | 1,00              | 72                                  | 7                    | 2,72                           | 0,97                             | 14                               | 22                       | 1,50 | 20                             |                                    |
|                      | PF8     | 1,00              | 268                                 | 6                    | 1,90                           | 0,73                             | 29                               | 58                       | 2,00 | 57                             |                                    |
|                      | PF9     | 1,00              | 232                                 | 7                    | 2,15                           | 0,76                             | 58                               | 22                       | 0,38 | 47                             |                                    |
|                      | PF10    | 1,00              | 174                                 | 5                    | 1,98                           | 0,85                             | 36                               | 22                       | 0,60 | 46                             |                                    |
| Site témoin TRPL1    | PF1     | 0,50              | 217                                 | 5                    | 1,56                           | 0,67                             | 14                               | 29                       | 2,00 | 67                             | 0,18                               |
|                      | PF2     | 1,00              | 101                                 | 5                    | 1,92                           | 0,83                             | 0                                | 7                        | n.d. | 50                             |                                    |
|                      | PF3     | 1,00              | 152                                 | 4                    | 1,65                           | 0,83                             | 14                               | 14                       | 1,00 | 52                             |                                    |
|                      | PF4     | 1,00              | 36                                  | 2                    | 0,72                           | 0,72                             | 0                                | 7                        | n.d. | 80                             |                                    |
|                      | PF5     | 1,00              | 225                                 | 8                    | 2,48                           | 0,83                             | 0                                | 22                       | n.d. | 29                             |                                    |
| Site témoin TRPL2    | PF6     | 1,00              | 58                                  | 3                    | 1,30                           | 0,82                             | 0                                | 7                        | n.d. | 63                             | 0,40                               |
|                      | PF7     | 1,00              | 29                                  | 1                    | 0,00                           | n.d.                             | 0                                | 0                        | n.d. | 100                            |                                    |
|                      | PF8     | 1,00              | 87                                  | 6                    | 2,36                           | 0,91                             | 7                                | 22                       | 3,00 | 33                             |                                    |
|                      | PF9     | 1,00              | 283                                 | 7                    | 1,99                           | 0,71                             | 14                               | 22                       | 1,50 | 51                             |                                    |
|                      | PF10    | 1,00              | 268                                 | 5                    | 1,62                           | 0,70                             | 0                                | 7                        | n.d. | 43                             |                                    |
| Site témoin TRPL3    | PF1     | 1,00              | 391                                 | 9                    | 2,19                           | 0,69                             | 29                               | 22                       | 0,75 | 48                             | 0,58                               |
|                      | PF2     | 1,00              | 601                                 | 8                    | 1,83                           | 0,61                             | 36                               | 36                       | 1,00 | 60                             |                                    |
|                      | PF3     | 1,00              | 551                                 | 10                   | 2,17                           | 0,65                             | 29                               | 58                       | 2,00 | 38                             |                                    |
|                      | PF4     | 1,00              | 696                                 | 7                    | 1,98                           | 0,70                             | 0                                | 109                      | n.d. | 41                             |                                    |
|                      | PF5     | 1,00              | 319                                 | 8                    | 2,16                           | 0,72                             | 36                               | 51                       | 1,40 | 55                             |                                    |

n. d. : Données insuffisantes pour calculer l'indice.



**Tableau 33. Statistiques descriptives des indices de diversité des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de profonde de 2018 à 2020**

| Site-strate  | Année | Paramètre  | N<br>(nb m <sup>2</sup> ) | S    | H'        | J'        | C<br>(nb m <sup>2</sup> ) | EPT<br>(nb m <sup>2</sup> ) | EPT/C<br>(proportion) | Contribution dominants<br>(% organismes) |
|--------------|-------|------------|---------------------------|------|-----------|-----------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------|--|
| ERPL-<br>PF  | 2018  | Moyenne    | 129                       | 6,8  | 2,12      | 0,77      | 11,6                      | 15,9                        | 1,6                   | 52                                       |
|              |       | Écart-type | 30,9                      | 1,3  | 0,4       | 0,11      | 4                         | 13                          | 1,52                  | 14                                       |
|              |       | Étendue    | 94-174                    | 5-8  | 1,7-2,73  | 0,65-0,91 | 7,2-14,5                  | 0-29                        | 0-4                   | 31-65                                    |
|              |       | Médiane    | 115,9                     | 7    | 2,11      | 0,73      | 14,5                      | 14,5                        | 1                     | 58                                       |
|              |       | Nb mesures | 5                         | 5    | 5         | 5         | 5                         | 5                           | 5                     | 5  |
|              | 2019  | Moyenne    | 181,2                     | 5    | 1,62      | 0,69      | 23,2                      | 21,7                        | 0,86                  | 57                                       |
|              |       | Écart-type | 56,4                      | 0,71 | 0,64      | 0,24      | 18,8                      | 5,1                         | 0,29                  | 25                                       |
|              |       | Étendue    | 94-246                    | 4-6  | 0,87-2,27 | 0,44-0,91 | 0-50,7                    | 14,5-29                     | 0,43-1                | 31-84                                    |
|              |       | Médiane    | 181,2                     | 5    | 1,85      | 0,8       | 21,7                      | 21,7                        | 1                     | 54                                       |
|              |       | Nb mesures | 5                         | 5    | 5         | 5         | 5                         | 5                           | 4                     | 5  |
|              | 2020  | Moyenne    | 173,9                     | 6    | 2,14      | 0,83      | 39,1                      | 26,1                        | 0,92                  | 43                                       |
|              |       | Écart-type | 79,2                      | 1    | 0,34      | 0,09      | 18,9                      | 18,9                        | 0,8                   | 14                                       |
|              |       | Étendue    | 72-268                    | 5-7  | 1,9-2,72  | 0,73-0,97 | 14,5-58                   | 7,2-58                      | 0,13-2                | 20-57                                    |
|              |       | Médiane    | 173,9                     | 6    | 1,98      | 0,83      | 36,2                      | 21,7                        | 0,6                   | 47                                       |
|              |       | Nb mesures | 5                         | 5    | 5         | 5         | 5                         | 5                           | 5                     | 5  |
| TRPL1-<br>PF | 2018  | Moyenne    | 121,7                     | 5,6  | 1,81      | 0,75      | 7,2                       | 21,7                        | 1,83                  | 57                                       |
|              |       | Écart-type | 30,1                      | 1,67 | 0,46      | 0,13      | 7,2                       | 18,5                        | 1,89                  | 13                                       |
|              |       | Étendue    | 72-152                    | 3-7  | 1,26-2,28 | 0,54-0,86 | 0-14,5                    | 7,2-50,7                    | 0,5-4                 | 42-76                                    |
|              |       | Médiane    | 123,2                     | 6    | 2,06      | 0,8       | 7,2                       | 14,5                        | 1                     | 57                                       |
|              |       | Nb mesures | 5                         | 5    | 5         | 5         | 5                         | 5                           | 3                     | 5  |
|              | 2019  | Moyenne    | 163,8                     | 5,4  | 1,80      | 0,75      | 21,7                      | 17,4                        | 1,2                   | 54                                       |
|              |       | Écart-type | 73,6                      | 1,67 | 0,47      | 0,12      | 13,6                      | 6,5                         | 1,1                   | 16                                       |
|              |       | Étendue    | 109-290                   | 4-8  | 1,38-2,4  | 0,64-0,94 | 7,2-43,5                  | 7,2-21,7                    | 0,33-3                | 35-67                                    |
|              |       | Médiane    | 130,4                     | 5    | 1,65      | 0,7       | 21,7                      | 21,7                        | 0,67                  | 63                                       |
|              |       | Nb mesures | 5                         | 5    | 5         | 5         | 5                         | 5                           | 5                     | 5  |
|              | 2020  | Moyenne    | 146,4                     | 4,8  | 1,67      | 0,77      | 5,8                       | 15,9                        | 1,5                   | 56                                       |
|              |       | Écart-type | 79,6                      | 2,17 | 0,64      | 0,07      | 7,9                       | 9,4                         | 0,71                  | 19                                       |
|              |       | Étendue    | 36-225                    | 2-8  | 0,72-2,48 | 0,67-0,83 | 0-14,5                    | 7,2-29                      | 1-2                   | 29-80                                    |
|              |       | Médiane    | 152,2                     | 5    | 1,65      | 0,83      | 0                         | 14,5                        | 1,5                   | 52                                       |
|              |       | Nb mesures | 5                         | 5    | 5         | 5         | 5                         | 5                           | 2                     | 5  |

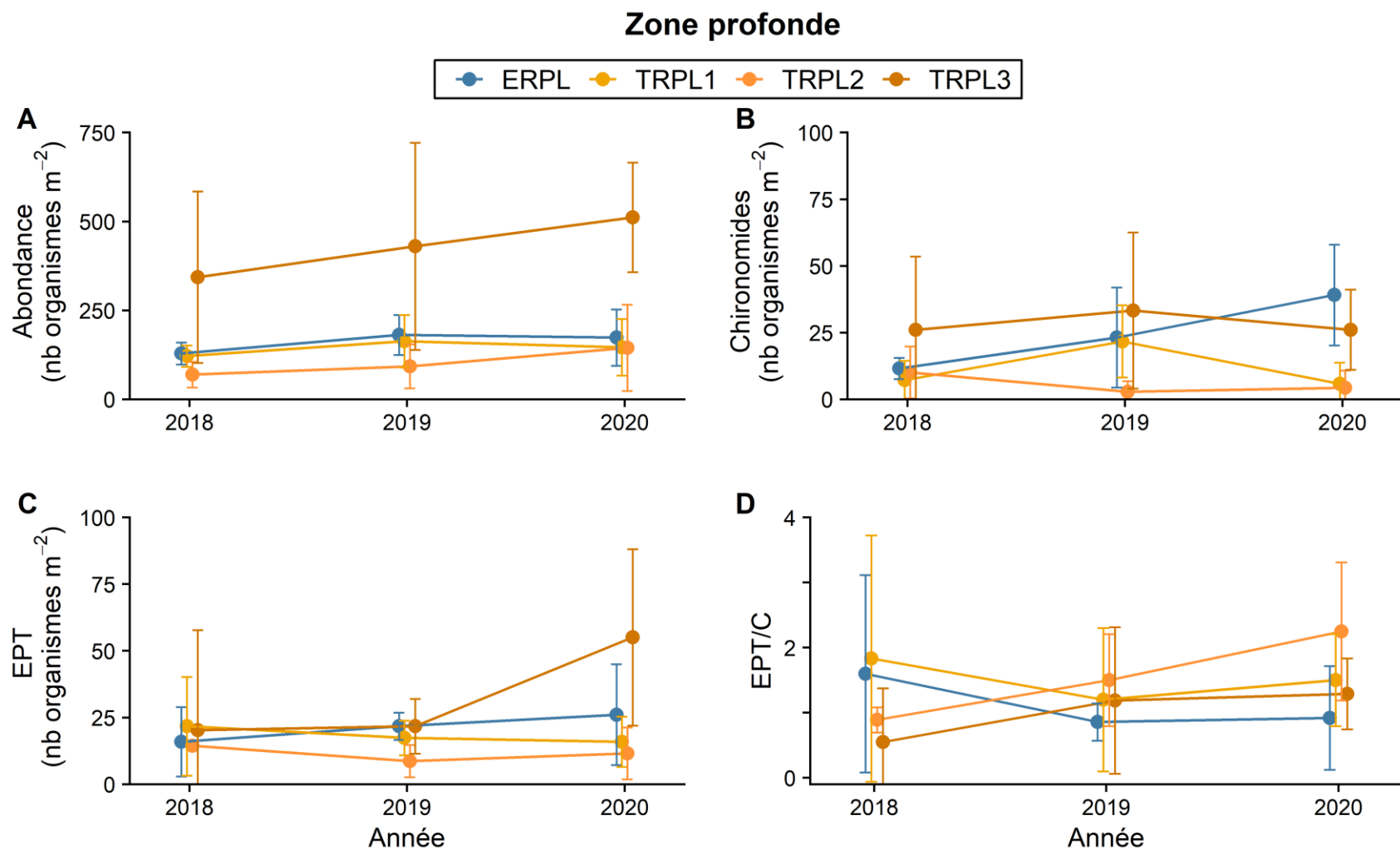


**Tableau 33. Statistiques descriptives des indices de diversité des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de profonde de 2018 à 2020 (suite)**

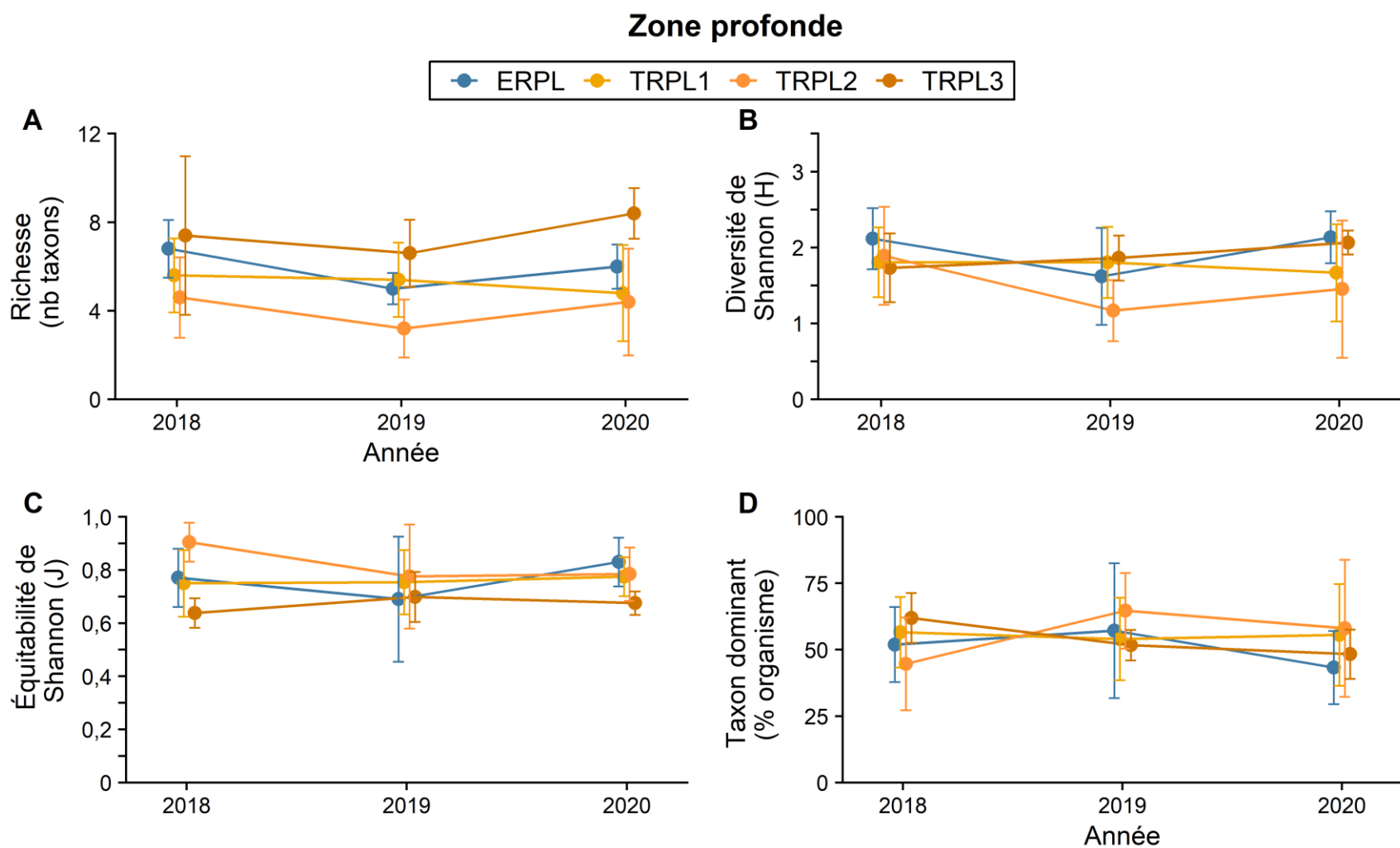
| Site-strate  | Année | Paramètre  | N<br>(nb m <sup>-2</sup> ) | S    | H'        | J'        | C<br>(nb m <sup>-2</sup> ) | EPT<br>(nb m <sup>-2</sup> ) | EPT/C<br>(proportion) | Contribution dominants<br>(% organismes) |
|--------------|-------|------------|----------------------------|------|-----------|-----------|----------------------------|------------------------------|-----------------------|--|
| TRPL2-<br>PF | 2018  | Moyenne    | 69,6                       | 4,6  | 1,89      | 0,9       | 10,1                       | 14,5                         | 0,89                  | 45                                       |
|              |       | Écart-type | 36,1                       | 1,82 | 0,64      | 0,07      | 9,7                        | 0                            | 0,19                  | 17                                       |
|              |       | Étendue    | 22-109                     | 2-7  | 0,92-2,66 | 0,78-0,96 | 0-21,7                     | 14,5-14,5                    | 0,67-1                | 27-67                                    |
|              |       | Médiane    | 65,2                       | 5    | 1,84      | 0,92      | 14,5                       | 14,5                         | 1                     | 44                                       |
|              |       | Nb mesures | 5                          | 5    | 5         | 5         | 5                          | 5                            | 3                     | 5  |
|              | 2019  | Moyenne    | 92,8                       | 3,2  | 1,17      | 0,78      | 2,9                        | 8,7                          | 1,5                   | 65                                       |
|              |       | Écart-type | 61,8                       | 1,3  | 0,4       | 0,2       | 4                          | 6,1                          | 0,71                  | 14                                       |
|              |       | Étendue    | 22-145                     | 2-5  | 0,92-1,88 | 0,55-1    | 0-7,2                      | 0-14,5                       | 1-2                   | 50-79                                    |
|              |       | Médiane    | 130,4                      | 3    | 1         | 0,81      | 0                          | 7,2                          | 1,5                   | 67                                       |
|              |       | Nb mesures | 5                          | 5    | 5         | 5         | 5                          | 5                            | 2                     | 5  |
|              | 2020  | Moyenne    | 144,9                      | 4,4  | 1,45      | 0,78      | 4,3                        | 11,6                         | 2,25                  | 58                                       |
|              |       | Écart-type | 120,9                      | 2,41 | 0,9       | 0,1       | 6,5                        | 9,7                          | 1,06                  | 26                                       |
|              |       | Étendue    | 29-283                     | 1-7  | 0-2,36    | 0,7-0,91  | 0-14,5                     | 0-21,7                       | 1,5-3                 | 33-100                                   |
|              |       | Médiane    | 87                         | 5    | 1,62      | 0,76      | 0                          | 7,2                          | 2,25                  | 51                                       |
|              |       | Nb mesures | 5                          | 5    | 5         | 4         | 5                          | 5                            | 2                     | 5  |
| TRPL3-<br>PF | 2018  | Moyenne    | 343,5                      | 7,4  | 1,73      | 0,64      | 26,1                       | 20,3                         | 0,55                  | 62                                       |
|              |       | Écart-type | 241,2                      | 3,58 | 0,45      | 0,06      | 27,4                       | 37,4                         | 0,83                  | 9  |
|              |       | Étendue    | 65-659                     | 3-12 | 0,99-2,19 | 0,58-0,72 | 0-58                       | 0-87                         | 0-1,5                 | 53-78                                    |
|              |       | Médiane    | 384,1                      | 6    | 1,87      | 0,62      | 21,7                       | 7,2                          | 0,14                  | 60                                       |
|              |       | Nb mesures | 5                          | 5    | 5         | 5         | 5                          | 5                            | 3                     | 5  |
|              | 2019  | Moyenne    | 430,4                      | 6,6  | 1,86      | 0,7       | 33,3                       | 21,7                         | 1,19                  | 52                                       |
|              |       | Écart-type | 291,2                      | 1,52 | 0,3       | 0,09      | 29,3                       | 10,2                         | 1,13                  | 6  |
|              |       | Étendue    | 181-928                    | 4-8  | 1,59-2,24 | 0,6-0,8   | 7,2-79,7                   | 7,2-36,2                     | 0,27-3                | 44-57                                    |
|              |       | Médiane    | 355,1                      | 7    | 1,68      | 0,75      | 21,7                       | 21,7                         | 0,83                  | 53                                       |
|              |       | Nb mesures | 5                          | 5    | 5         | 5         | 5                          | 5                            | 5                     | 5  |
|              | 2020  | Moyenne    | 511,6                      | 8,4  | 2,07      | 0,68      | 26,1                       | 55,1                         | 1,29                  | 48                                       |
|              |       | Écart-type | 154,2                      | 1,14 | 0,16      | 0,04      | 15                         | 33                           | 0,55                  | 9  |
|              |       | Étendue    | 319-696                    | 7-10 | 1,83-2,19 | 0,61-0,72 | 0-36,2                     | 21,7-108,7                   | 0,75-2                | 38-60                                    |
|              |       | Médiane    | 550,7                      | 8    | 2,16      | 0,69      | 29                         | 50,7                         | 1,2                   | 48                                       |
|              |       | Nb mesures | 5                          | 5    | 5         | 5         | 5                          | 5                            | 4                     | 5  |

N : abondance totale (nb organismes m<sup>-2</sup>); S : richesse taxonomique (nb taxons); H' : diversité de Shannon; J' : équitabilité de Shannon; EPT : abondance totale des éphéméroptères, trichoptères et plécoptères par m<sup>-2</sup>; C : abondance totale des chironomides par m<sup>-2</sup>; EPT/C : rapport de EPT sur C  
n.d. : données insuffisantes pour calculer l'indice/paramètre; Étendue : minimum - maximum.





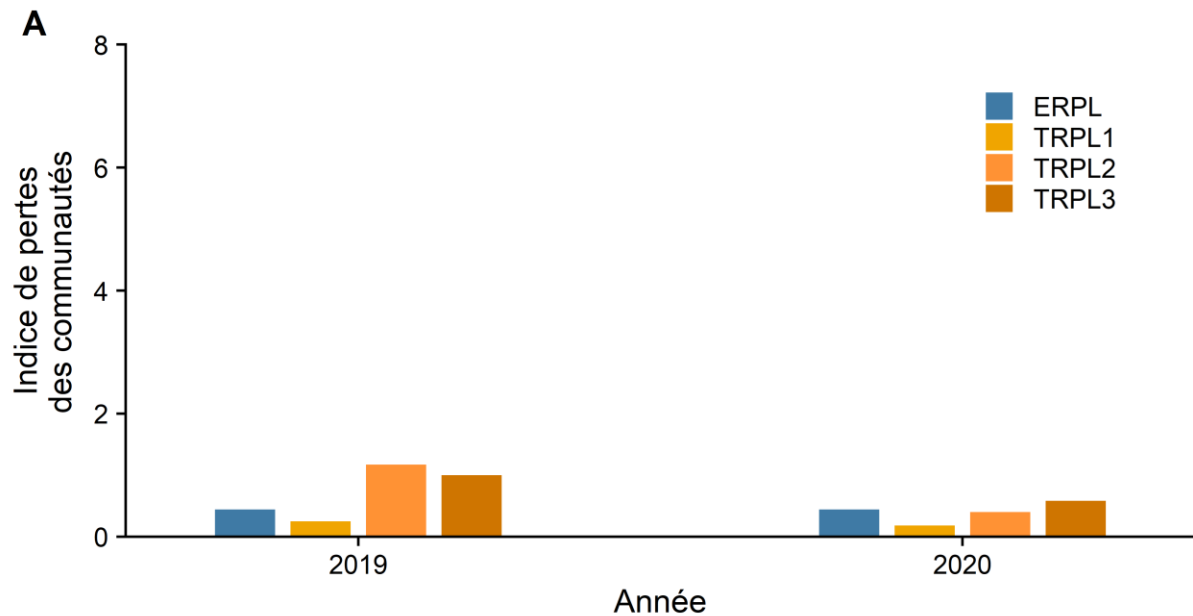
**Figure 22.** Moyennes  $\pm$  écart-types de (A) l'abondance totale (nb d'organismes  $m^{-2}$ ), (B) l'abondance des chironomides, (C) (nb d'organismes  $m^{-2}$ ), (indice C) l'abondance des éphéméroptère-trichoptère-plécoptère (indice EPT; nb d'organismes  $m^{-2}$ ) et (D) le ratio des abondances de EPT (en C) sur l'abondance des chironomides (en B) pour la zone profonde



**Figure 23.** Moyennes  $\pm$  écart-types de (A) la richesse taxonomique, (B) la diversité de Shannon ( $H'$ ), (C) l'équitabilité de Shannon ( $J'$ ) et (D) la contribution des dominants (% d'organismes) pour la zone profonde



## Zone profonde



**Figure 24.** Indice de pertes des communautés pour la zone profonde

**Tableau 34.** Détail des taxons communs et uniques à chaque site pour le calcul des pertes des communautés pour la zone profonde entre 2018 et 2020

| Site-Strate | Nb. taxons communs | Nb taxons uniques 2018 | Nb taxons uniques année étudiée | Nombre de taxons total 2018 | Nombre de taxons total année étudiée |
|-------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| <b>2019</b> |                    |                        |                                 |                             |                                      |
| ERPL-PF     | 8                  | 4                      | 1                               | 12                          | 9                                    |
| TRPL1-PF    | 8                  | 3                      | 4                               | 11                          | 12                                   |
| TRPL2-PF    | 5                  | 7                      | 1                               | 12                          | 6                                    |
| TRPL3-PF    | 9                  | 9                      | 0                               | 18                          | 9                                    |
| <b>2020</b> |                    |                        |                                 |                             |                                      |
| ERPL-PF     | 8                  | 4                      | 1                               | 12                          | 9                                    |
| TRPL1-PF    | 9                  | 2                      | 2                               | 11                          | 11                                   |
| TRPL2-PF    | 8                  | 4                      | 2                               | 12                          | 10                                   |
| TRPL3-PF    | 11                 | 7                      | 1                               | 18                          | 12                                   |

**Tableau 35. Résumé des analyses statistiques univariées (modèles linéaires mixtes, PER-ANOVA à mesures répétées avec contrastes) des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone profonde de 2018 à 2020**

| Source   | ddl num | ddl den | Valeurs de $p_{perm}^1$ |              |              |              |              |        |        |        |
|--|---------|---------|-------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------|--------|--------|
|  |         |         | N                       | S            | H'           | J'           | C            | EPT    | EPT/C  | Dom    |
| Exposition   | 1       | 18*     | 0,442                   | 0,714        | 0,165        | 0,836        | 0,196        | 0,968  | -      | 0,342  |
| Année  | 2       | 36*     | 0,324                   | 0,109        | 0,149        | 0,178        | <b>0,078</b> | 0,342  | 0,364  | 0,369  |
| 2018 vs 2019-20 <i>contraste</i>   | 1       | 38*     | 0,155                   | 0,103        | 0,259        | 0,724        | <b>0,044</b> | 0,376  | -      | 0,939  |
| 2018 vs 2019 <i>contraste</i>  | 1       | 18*     | 0,230                   | <b>0,055</b> | <b>0,079</b> | 0,263        | 0,181        | 0,784  | -      | 0,509  |
| 2018 vs 2020 <i>contraste</i>  | 1       | 18*     | 0,118                   | 0,630        | 0,888        | 0,541        | <b>0,009</b> | 0,310  | -      | 0,540  |
| Expo. x Année  | 2       | 36*     | 0,853                   | 0,693        | 0,578        | 0,298        | <b>0,024</b> | 0,808  | 0,289  | 0,652  |
| Expo x 18vs19-20 <i>contraste</i>  | 1       | 38*     | 0,784                   | 0,420        | 0,768        | 0,921        | <b>0,085</b> | 0,701  | -      | 0,775  |
| Expo x 18vs19 <i>contraste</i>   | 1       | 18*     | 0,985                   | 0,422        | 0,432        | 0,532        | 0,598        | 0,457  | -      | 0,822  |
| Expo x 18vs20 <i>contraste</i>   | 1       | 18*     | 0,610                   | 0,570        | 0,827        | 0,368        | <b>0,002</b> | 0,944  | -      | 0,554  |
| Tests d'homogénéité des variances et de normalité des résidus <sup>2</sup> |         |         |                         |              |              |              |              |        |        |        |
| Transformation <sup>2</sup>  |         |         | Aucune                  | Aucune       | Aucune       | Aucune       | Aucune       | Aucune | Aucune | Aucune |
| PERMDISP (homogénéité) Ex x An   |         |         | 0,379                   | 0,088        | 0,714        | <b>0,004</b> | 0,732        | 0,496  | 0,666  | 0,413  |
| PERMDISP (homogénéité) Ex x Pér  |         |         | 0,125                   | 0,064        | 0,848        | 0,414        | 0,455        | 0,914  | 0,472  | 0,818  |

N : abondance totale; S : richesse taxonomique; H' : diversité de Shannon; J' : équitabilité de Shannon; EPT : abondance totale des éphéméroptères, trichoptères et plécoptères; C : abondance totale des chironomides; EPT/C : rapport de EPT sur C; Dom : contribution des dominants

Les sorties PRIMER sont présentées à l'annexe 6 et les sorties SYSTAT associées sont présentées à l'annexe 8.

ddl num : degrés de liberté au numérateur

ddl den : degrés de liberté au dénominateur. \* Les degrés de liberté au dénominateur sont parfois plus bas étant donné l'absence de certaines données. Consultez l'annexe 6 pour les détails.

Les contrastes marqués d'une *trame orangee*, informe si les changements observés au niveau du site « exposé » ont également été observés pour les sites « témoins » : 'Exposition x 18vs19-20' entre l'année de référence et après les travaux, 'Exposition x 18vs19' entre l'année de référence et l'an 1 après les travaux, 'Exposition x 18vs20' entre l'année de référence et l'an 2 après les travaux.

PER-ANOVA basées sur ressemblances Euclidiennes

Le test PERMDISP est l'équivalent du test de Levene pour l'homogénéité des variances entre les groupes : Exposition x Année et Exposition x Période. Un seuil de significativité de 0,05 a été utilisé pour cette condition. Les valeurs de p en gras indiquent donc une dispersion significativement différente entre les groupes. La condition de normalité n'a pas à être respectée en utilisant une PERMANOVA.

<sup>1</sup> Seuil de significativité établi à 0,1. Les valeurs significatives sont mises en évidence en **gras**. Une valeur de p significative au niveau de l'interaction signifie que le site « exposé » ne suit pas le même patron que les sites « témoins » et est mise en valeur en **gras et rouge**. Les tirets (-) indiquent que les analyses n'ont pas pu être effectuées par manque de réplification.

<sup>2</sup> Transformation :  $\sqrt{\quad}$  : racine carrée,  $\text{Log}_{10}$  : logarithmique en base 10 (x+1).

---

### 3.4.2.2 INDICATEURS MULTIDIMENSIONNELS

Les résultats des analyses statistiques pour les indicateurs multidimensionnels des communautés sont présentés au tableau 36. Les figures 25 et 26 résument les résultats sous forme graphique.

#### STRUCTURE DES COMMUNAUTÉS

La structure des communautés (PERMANOVA basée sur la dissimilarité de Bray-Curtis sur les abondances transformées à la racine quatrième) fournit de l'information sur les types d'organismes présents (abondances et identité de chaque taxon présent; figure 25). La figure 25 permet de constater qu'il y a de la variabilité entre les années. L'annexe 6 fournit le nMDS de toutes les stations où la variabilité est bien visible.

Le tableau 37 présente la liste des taxons contribuant le plus aux différences en structure des abondances entre les années suivant les travaux de rechargement et l'année de référence pour chacun des sites.

Les résultats obtenus ne présentent pas d'effet sur la structure des macroinvertébrés benthiques à la deuxième année du suivi pour la zone profonde (Exposition x 'Période',  $p_{perm} = 0,161$ , tableau 36). Effectivement, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins.

#### COMPOSITION DES COMMUNAUTÉS

La composition des communautés (PERMANOVA basée sur la dissimilarité de Bray-Curtis sur la présence/absence des taxons) fournit de l'information sur l'identité des organismes présents (figure 25). La composition est complémentaire à la structure en ce sens où elle reprend le même tableau dans lequel toutes les abondances, autres que zéro, deviennent 1. De cette manière, les disparités entre les abondances sont exclues et il est possible de tirer une conclusion sûre si l'identité des taxons présents est différente.

Les résultats obtenus ne présentent pas d'effet sur la composition taxonomique des macroinvertébrés benthiques à la deuxième année du suivi pour la zone profonde (Exposition x 'Période',  $p_{perm} = 0,190$ , tableau 36). Effectivement, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins.

#### COURBES DE DOMINANCE

Les courbes de dominance fournissent de l'information sur les patrons multivariés des abondances relatives des taxons organisés par ordre de dominance (figure 26). L'aire entre les courbes est utilisée comme distance entre les courbes et est testée statistiquement.

Les résultats obtenus ne présentent pas d'effet sur les courbes de dominance des macroinvertébrés benthiques à la deuxième année du suivi pour la zone profonde (Exposition x 'Période',  $p_{perm} = 0,293$ , tableau 36). Effectivement, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins.

**Tableau 36. Résumé des analyses statistiques multivariées (PERMANOVA) des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de profonde de 2018 à 2020**

| Source   | ddl num | ddl den | Valeurs de $p_{perm}^1$         |                          |                                   |
|--|---------|---------|---------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
|  |         |         | Structure (totale) <sup>2</sup> | Composition <sup>2</sup> | Courbes de dominance <sup>3</sup> |
| Exposition                                     | 1       | 18      | 0,142                           | 0,153                    | <b>0,084</b>                      |
| Année  | 2       | 36      | <b>0,005</b>                    | <b>0,006</b>             | <b>0,026</b>                      |
| 2018 vs 2019-20 <small>contraste</small>       | 1       | 38      | <b>0,005</b>                    | <b>0,004</b>             | <b>0,034</b>                      |
| 2018 vs 2019 <small>contraste</small>          | 1       | 18      | <b>0,007</b>                    | <b>0,005</b>             | <b>0,010</b>                      |
| 2018 vs 2020 <small>contraste</small>          | 1       | 18      | <b>0,077</b>                    | <b>0,086</b>             | 0,395                             |
| Expo. x Année                                  | 2       | 36      | 0,145                           | 0,146                    | 0,385                             |
| Expo x 18vs19-20 <small>contraste</small>      | 1       | 38      | 0,161                           | 0,190                    | 0,293                             |
| Expo x 18vs19 <small>contraste</small>         | 1       | 18      | 0,181                           | 0,143                    | 0,154                             |
| Expo x 18vs20 <small>contraste</small>         | 1       | 18      | 0,382                           | 0,500                    | 0,684                             |
| Tests d'homogénéité des variances <sup>5</sup> |         |         |                                 |                          |                                   |
| Transformation <sup>4</sup>                    |         |         | $\sqrt{\sqrt{\quad}}$           | Présence/ absence        | Aucune                            |
| PERMDISP (homogénéité) Ex x An                 |         |         | <b>0,003</b>                    | <b>0,002</b>             | 0,793                             |
| PERMDISP (homogénéité) Ex x Pér                |         |         | <b>0,003</b>                    | <b>0,004</b>             | 0,810                             |

ddl num : degrés de liberté au numérateur

ddl den : degrés de liberté au dénominateur

Les contrastes marqués d'une trame orangee, informe si les changements observés au niveau du site « exposé » ont également été observés pour les sites « témoins » : 'Exposition x 18vs19-20' entre l'année de référence et après les travaux, 'Exposition x 18vs19' entre l'année de référence et l'an 1 après les travaux, 'Exposition x 18vs20' entre l'année de référence et l'an 2 après les travaux.

<sup>1</sup> Seuil de significativité établi à 0,1. Les valeurs significatives sont mises en évidence en **gras**. Une valeur de p significative au niveau de l'interaction signifie que le site « exposé » ne suit pas le même patron que les sites « témoins » et est mise en valeur en **gras et rouge**.

<sup>2</sup> Ressemblance de Bray-Curtis.

<sup>3</sup> PERMANOVA sur les aires entre les courbes de dominance basées sur la procédure DOMDIS

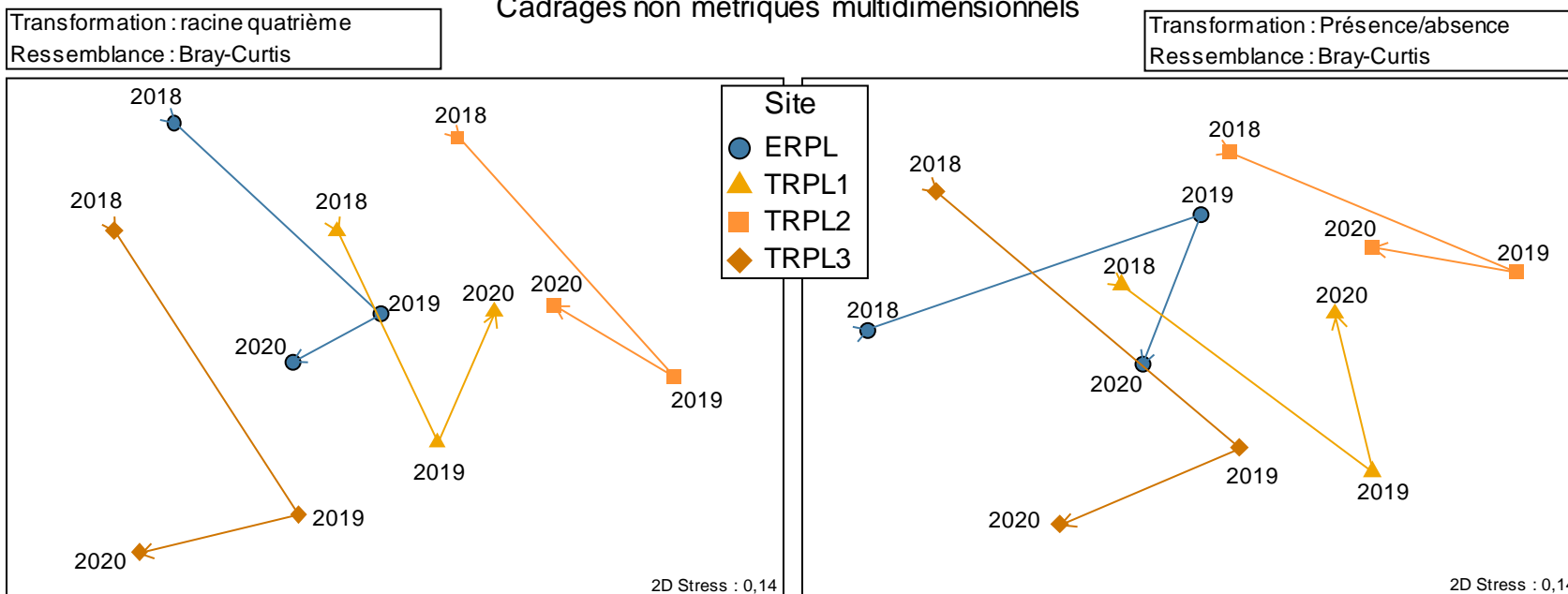
<sup>4</sup> Transformation à la racine quatrième ( $\sqrt{\sqrt{\quad}}$ ) ou en présence/absence (0 ou 1).

<sup>5</sup> La dispersion a été vérifiée au niveau de Exposition x Période et Exposition x Année. Un seuil de significativité de 0,05 a été utilisé pour cette condition. Les valeurs de p en gras indiquent donc une dispersion significativement différente entre les groupes. Il est normal d'observer une disparité dans la dispersion en multivarié en ayant des groupes asymétriques dont les témoins qui comprennent trois sites distincts.

Les sorties PRIMER sont présentées à l'annexe 6.

## Zone profonde - centroïdes

Cadrages non métriques multidimensionnels



**Figure 25. Cadrages non métriques multidimensionnels montrant les trajectoires temporelles, la structure (gauche) et de la composition (droite) des centroïdes des communautés d'invertébrés benthiques de la zone de profonde**

### Saint-Henri - courbes de dominance moyenne par site – Zone profonde

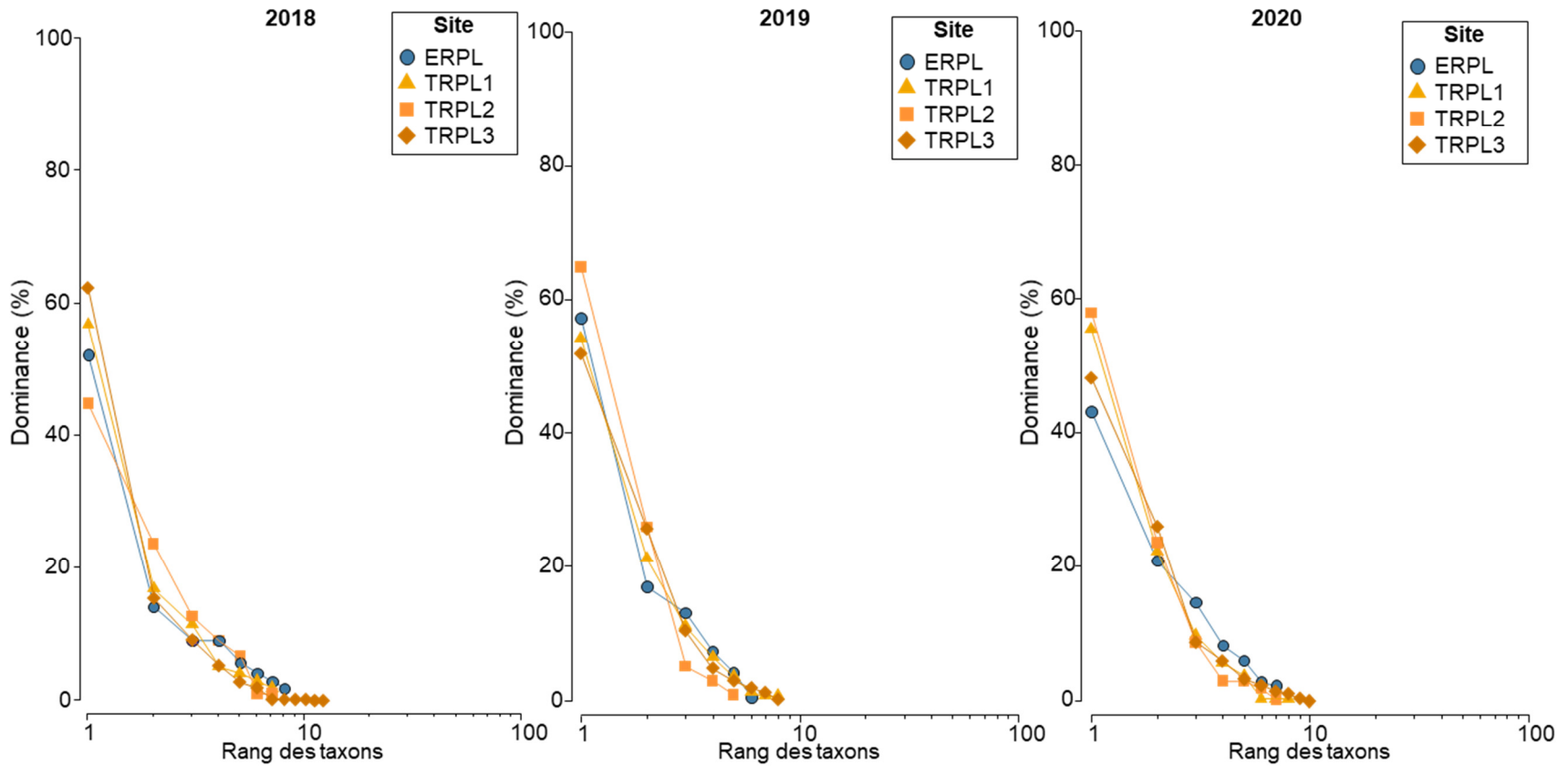


Figure 26. Courbes de dominance basées sur les moyennes des abondances pour la zone profonde (stations vides ont été exclues)

**Tableau 37. Résumé des contributions des taxons aux dissimilarités entre les années pour chacun des sites pour la zone de profonde entre 2018 et 2019, et entre 2018 et 2020**

| Taxon           | Abondance moy. 2018 <sup>1</sup>                              | Abondance moy. 2019 ou 2020 <sup>1</sup> | Dissimilarité moyenne | Ratio diss./écart-type <sub>2</sub> | Contribution (%) | Contribution cumulative (%) |
|-----------------|---|--|-----------------------|-------------------------------------|------------------|-----------------------------|
| <b>Taxon</b>    | <b>ERPL-PF 2018 vs 2019, dissimilarité moyenne = 47,27 %</b>  |  |                       |                                     |                  |                             |
| Spongillidae    | 1,31  | 0  | 5,46                  | 1,89                                | 12,06            | 12,06                       |
| Ceratopogonidae | 0   | 1,27                                     | 5,14                  | 1,16                                | 11,36            | 23,41                       |
| NEMATODA        | 1,76  | 0,66                                     | 4,74                  | 1,31                                | 10,46            | 33,88                       |
| Naididae        | 1,15  | 0,33                                     | 4,48                  | 1,14                                | 9,9              | 43,78                       |
| Leptoceridae    | 1,15  | 2,05                                     | 4,4                   | 1,03                                | 9,73             | 53,5                        |
| Molannidae      | 1,11  | 0,39                                     | 4,3                   | 1,1                                 | 9,49             | 63                          |
| Unionidae       | 0,66  | 1,12                                     | 4,2                   | 1,07                                | 9,28             | 72,27                       |
| <b>Taxon</b>    | <b>ERPL-PF 2018 vs 2020, dissimilarité moyenne = 34,21 %</b>  |  |                       |                                     |                  |                             |
| Spongillidae    | 1,31  | 0  | 5,08                  | 1,89                                | 14,84            | 14,84                       |
| Leptoceridae    | 1,15  | 2,1                                      | 4,25                  | 1,06                                | 12,41            | 27,25                       |
| Molannidae      | 1,11  | 0,72                                     | 3,82                  | 1,08                                | 11,18            | 38,43                       |
| Naididae        | 1,15  | 1,88                                     | 3,72                  | 1,07                                | 10,88            | 49,31                       |
| Unionidae       | 0,66  | 0,72                                     | 3,24                  | 0,98                                | 9,48             | 58,79                       |
| Lumbriculidae   | 0,33  | 0,43                                     | 2,5                   | 0,67                                | 7,31             | 66,09                       |
| Chironomidae    | 1,83  | 2,45                                     | 2,4                   | 1,79                                | 7,02             | 73,12                       |
| <b>Taxon</b>    | <b>TRPL1-PF 2018 vs 2019, dissimilarité moyenne = 44,64 %</b> |  |                       |                                     |                  |                             |
| Naididae        | 0,72  | 1,83                                     | 6,44                  | 1,33                                | 14,43            | 14,43                       |
| NEMATODA        | 1,11  | 0,39                                     | 4,66                  | 1,1                                 | 10,43            | 24,87                       |
| Chironomidae    | 1,11  | 2,1                                      | 4,57                  | 1,12                                | 10,24            | 35,1                        |
| Unionidae       | 0,98  | 0  | 4,04                  | 1,18                                | 9,06             | 44,16                       |
| Molannidae      | 0,98  | 0,33                                     | 3,91                  | 1,1                                 | 8,77             | 52,93                       |
| Leptoceridae    | 1,66  | 1,58                                     | 3,64                  | 1,02                                | 8,15             | 61,08                       |
| Lumbriculidae   | 0,66  | 0,39                                     | 3,5                   | 0,9                                 | 7,84             | 68,92                       |
| Lebertiidae     | 0   | 0,66                                     | 2,96                  | 0,77                                | 6,62             | 75,54                       |
| <b>Taxon</b>    | <b>TRPL1-PF 2018 vs 2020, dissimilarité moyenne = 43,72 %</b> |  |                       |                                     |                  |                             |
| Lumbriculidae   | 0,66  | 1,42                                     | 5,94                  | 1,23                                | 13,59            | 13,59                       |
| Naididae        | 0,72  | 1  | 5,05                  | 1,04                                | 11,54            | 25,14                       |
| Chironomidae    | 1,11  | 0,78                                     | 5,01                  | 0,95                                | 11,45            | 36,59                       |
| NEMATODA        | 1,11  | 0,78                                     | 4,89                  | 1,03                                | 11,17            | 47,76                       |
| Unionidae       | 0,98  | 0  | 4,32                  | 1,15                                | 9,88             | 57,64                       |
| Molannidae      | 0,98  | 0,33                                     | 4,19                  | 1,08                                | 9,59             | 67,23                       |
| Leptoceridae    | 1,66  | 1,9                                      | 3,04                  | 1,04                                | 6,96             | 74,19                       |
| <b>Taxon</b>    | <b>TRPL2-PF 2018 vs 2019, dissimilarité moyenne = 55,90 %</b> |  |                       |                                     |                  |                             |
| Naididae        | 0,39  | 1,27                                     | 8,13                  | 1,04                                | 14,55            | 14,55                       |

**Tableau 37. Résumé des contributions des taxons aux dissimilarités entre les années pour chacun des sites pour la zone de profonde entre 2018 et 2019, et entre 2018 et 2020 (suite)**

|                 | Abondance moy. 2018 <sup>1</sup>                              | Abondance moy. 2019 ou 2020 <sup>1</sup> | Dissimilarité moyenne | Ratio diss./écart-type <sup>2</sup> | Contribution (%) | Contribution cumulative (%) |
|-----------------|---|--|-----------------------|-------------------------------------|------------------|-----------------------------|
| Sphaeriidae     | 1,87  | 2,64                                     | 8,13                  | 0,86                                | 14,54            | 29,09                       |
| Chironomidae    | 1,21  | 0,66                                     | 7,14                  | 1,11                                | 12,76            | 41,86                       |
| Leptoceridae    | 1,44  | 1,44                                     | 4,98                  | 0,74                                | 8,91             | 50,77                       |
| Unionidae       | 0,72  | 0,39                                     | 4,86                  | 0,87                                | 8,69             | 59,46                       |
| Molannidae      | 0,72  | 0  | 4,57                  | 0,78                                | 8,17             | 67,62                       |
| Ceratopogonidae | 0,66  | 0  | 4,34                  | 0,78                                | 7,76             | 75,38                       |
| <b>Taxon</b>    | <b>TRPL2-PF 2018 vs 2020, dissimilarité moyenne = 57,82 %</b> |  |                       |                                     |                  |                             |
| Naididae        | 0,39  | 1,67                                     | 7,88                  | 1,15                                | 13,63            | 13,63                       |
| Sphaeriidae     | 1,87  | 2,77                                     | 6,88                  | 0,71                                | 11,9             | 25,53                       |
| Chironomidae    | 1,21  | 0,72                                     | 6,33                  | 1,01                                | 10,95            | 36,48                       |
| Leptoceridae    | 1,44  | 1,42                                     | 5,18                  | 0,67                                | 8,96             | 45,44                       |
| Lumbriculidae   | 0   | 0,82                                     | 4,91                  | 0,76                                | 8,5              | 53,94                       |
| Molannidae      | 0,72  | 0,39                                     | 4,7                   | 0,83                                | 8,13             | 62,07                       |
| Unionidae       | 0,72  | 0,66                                     | 4,69                  | 0,92                                | 8,11             | 70,18                       |
| <b>Taxon</b>    | <b>TRPL3-PF 2018 vs 2019, dissimilarité moyenne = 45,77 %</b> |  |                       |                                     |                  |                             |
| Leptoceridae    | 0,88  | 2,11                                     | 5,44                  | 1,45                                | 11,89            | 11,89                       |
| Naididae        | 2,15  | 3,39                                     | 5,26                  | 0,9                                 | 11,5             | 23,39                       |
| Ceratopogonidae | 0,33  | 1,72                                     | 4,91                  | 1,46                                | 10,72            | 34,11                       |
| Chironomidae    | 1,52  | 2,26                                     | 4,49                  | 1,11                                | 9,82             | 43,92                       |
| Unionidae       | 1,76  | 1,37                                     | 3,24                  | 1,01                                | 7,09             | 51,01                       |
| Lumbriculidae   | 0,33  | 1,05                                     | 3,07                  | 1,07                                | 6,72             | 57,73                       |
| Hygrobatidae    | 0,72  | 0,33                                     | 2,97                  | 0,83                                | 6,49             | 64,22                       |
| NEMATODA        | 0,98  | 0,33                                     | 2,79                  | 1,03                                | 6,09             | 70,31                       |
| <b>Taxon</b>    | <b>TRPL3-PF 2018 vs 2020, dissimilarité moyenne = 47,75 %</b> |  |                       |                                     |                  |                             |
| Leptoceridae    | 0,88  | 2,47                                     | 5,45                  | 1,49                                | 11,41            | 11,41                       |
| Lumbriculidae   | 0,33  | 2,05                                     | 5,14                  | 1,95                                | 10,77            | 22,18                       |
| Unionidae       | 1,76  | 0  | 4,57                  | 1,9                                 | 9,58             | 31,76                       |
| Naididae        | 2,15  | 3,32                                     | 4,32                  | 0,93                                | 9,05             | 40,81                       |
| Ceratopogonidae | 0,33  | 1,48                                     | 3,81                  | 1,41                                | 7,98             | 48,79                       |
| Chironomidae    | 1,52  | 1,91                                     | 3,74                  | 1                                   | 7,84             | 56,63                       |
| Molannidae      | 0,66  | 1,81                                     | 3,25                  | 1,33                                | 6,82             | 63,44                       |
| Hygrobatidae    | 0,72  | 0  | 2,48                  | 0,8                                 | 5,2              | 68,64                       |
| NEMATODA        | 0,98  | 1,37                                     | 2,46                  | 0,88                                | 5,14             | 73,78                       |

<sup>1</sup> Abondance moyenne transformée à la racine quatrième.

<sup>2</sup> Un ratio élevé indique que le taxon est un taxon discriminant entre les années.

Les résultats sont basés sur les mesures de ressemblance de Bray-Curtis.

Seuls les taxons contribuant cumulativement jusqu'à 70 % des différences sont présentés.



## 3.5 SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

Entre 2018 et 2020, des organismes ont été observés dans la majorité des stations à des densités totales jugées faibles variant entre 7 et 2 529 org./m<sup>2</sup> (moyenne de 192 org./m<sup>2</sup> en excluant les stations vides et 167 org./m<sup>2</sup> en les incluant). Toutefois, 24 stations ne présentaient aucun organisme, soit 13 % de toutes les stations échantillonnées depuis 2018, situées en majorité dans la zone de marnage supérieure (17 stations), suivi de la zone de marnage inférieure (7 stations). Notamment, aucun organisme n'a été recensé au site témoin TRPL3 pour la zone de marnage supérieure en 2020. Des organismes ont été observés dans toutes les stations de la zone profonde depuis 2018.

La zone profonde présente une densité moyenne d'organismes généralement plus élevée (moyennes respectives de 2018 à 2020 de 166, 217 et 244 org./m<sup>2</sup>) que la zone de marnage inférieure (moyennes respectives de 2018 à 2020 de 188, 176 et 104 org./m<sup>2</sup>), tandis que la zone de marnage supérieure présente en moyenne les densités les plus faibles (moyennes respectives de 2018 à 2020 de 63, 58 et 290 org./m<sup>2</sup>) à l'exception de 2020 où le site TRPL2 présentait des densités nettement supérieures avec 1 062 org./m<sup>2</sup>.

Globalement, la richesse taxonomique était aussi plus élevée en zone profonde (respectivement de 2018 à 2020 : 21, 14 et 15 taxons différents identifiés) comparativement à la zone de marnage supérieure (14, 4 et 11 taxons) et inférieure qui est la plus pauvre (9, 7 et 8 taxons). Il est normal que la zone profonde soit plus riche et qu'elle présente des densités plus élevées puisque les conditions y sont plus homogènes tout au long de l'année en comparaison avec les zones moins profondes.

### ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE

Dans la zone de marnage supérieure, les organismes les plus nombreux dans les échantillons sont les trichoptères de la famille de *leptoceridae* (très nombreux en 2020 seulement), suivi des insectes diptère/nématocères de la famille des *chironomidae*, des mollusques de la famille des *sphaeriidae* puis des acariens de l'ordre des *trombidiformes*. La proportion de chacun des taxons est très variable entre les sites et les années.

### Variabilité naturelle interannuelle

Pour l'ensemble des sites, certaines tendances globales ont été observées entre 2018 et 2020 pour la zone de marnage supérieure (tableau 13, Source : Année et contrastes). Une diminution des abondances totales d'organismes a été observée en 2020 à l'exception du site TRPL2, qui montre une forte augmentation des trichoptères et donc des abondances totales (globalement non significatif). La richesse et la diversité (Shannon) ont diminué significativement entre 2018 et 2019 pour l'ensemble des sites (voir contraste 2018 vs 2019, tableau 13), alors que la contribution des dominants a augmenté significativement (ensemble des sites, contraste 2018 vs 2019, tableau 13). Toujours à l'échelle de la moyenne de l'ensemble des sites, l'indice EPT est significativement plus bas en 2019 par rapport à 2018. Les patrons de l'indice EPT sont variables entre 2019 et 2020. Ceci s'explique par le fait que seulement 4 taxons étaient présents en 2019 et que le système était essentiellement dominé par des insectes diptères qui sont des organismes relativement résistants. Ceci indique que les conditions de vie du lac étaient peu favorables en 2019, et ce, pour tous les sites au niveau de la zone de marnage supérieure. Aucune différence significative de l'ensemble des sites n'a été observée entre 2018 et 2020, et ce pour l'ensemble des indicateurs unidimensionnels (tableau 13, contraste 2018 vs 2020).

Pour l'ensemble des sites, des différences interannuelles ont été observées au niveau de la structure et de la composition des communautés entre 2018 et 2020 (tableau 14, Source : Année et contrastes). Ceci signifie que globalement, l'identité des taxons a varié entre les années pour l'ensemble de sites. À l'instar de la contribution des dominants, les courbes de dominance sont significativement différentes entre 2018 et 2019 et cela s'explique par l'augmentation de la dominance par le taxon dominant pour l'ensemble des sites en 2019.

## Comparaisons tendances site « exposé » vs sites témoins

En ce qui a trait à la vérification des tendances des indicateurs du site « exposé » en comparaison avec les tendances des sites témoins, aucune différence n'a été observée pour la zone de marnage supérieure (tableaux 13 et 14, contrastes Expo x 18vs19 et Expo x 18vs19-20). Effectivement, les analyses statistiques sur les divers indicateurs montrent qu'à l'an 1 et 2 du suivi après les travaux de rechargement de plage à Saint-Henri-de-Taillon, aucun des indicateurs testables ne sont statistiquement différents entre le site « exposé » et les sites témoins pour la zone de marnage supérieure (voir contraste Expo x 18vs19 (an 1) et Expo x 18vs19-20 (an 2), tableaux 13 et 14 et annexe 8).

## ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE

Dans la zone de marnage inférieure, les organismes les plus nombreux dans les échantillons sont les insectes diptères/ nématocères de la famille des *chironomidae* et *ceratopogonidae*, suivi des mollusques de la famille des *sphaeriidae*, des annélides oligochètes de la famille des *naididae* et des nématodes. La proportion de chacun des taxons est très variable entre les sites et les années.

## Variabilité naturelle interannuelle

Pour l'ensemble des sites, certaines tendances globales ont été observées entre 2018 et 2020 pour la zone de marnage inférieure (tableau 24, Source : Année et contrastes). De manière générale, on observe une diminution des abondances totales d'organismes de 2018 à 2020 pour l'ensemble des sites (contrastés 2018 vs 2019-20 et 2018 vs 2020 significatifs, tableau 24), notamment en raison d'une diminution de la présence des chironomides (contrastés 2018 vs 2019-20 et 2018 vs 2020 significatif, tableau 24). Entre 2018 et 2019, une augmentation significative de la diversité a été observée pour l'ensemble des sites (contraste 2018 vs 2019 significatif, tableau 24). Les patrons des autres indices de diversité ne semblent pas suivre de tendance globale entre 2018 et 2020.

Pour l'ensemble des sites, des différences interannuelles ont été observées au niveau de la structure et de la composition des communautés entre 2018 et 2020 (tableau 36, Source : Année et contrastes). Ceci signifie que globalement, l'identité des taxons a varié entre les années pour l'ensemble de sites. Il est intéressant de noter que la structure et la composition ne sont pas statistiquement différentes entre 2018 et 2020 pour l'ensemble de sites. Ceci est observable à la figure 17 où il est possible de remarquer que les points 2018 et 2020 sont plus proches.

## Comparaisons tendances site « exposé » vs sites témoins

En ce qui a trait à la vérification des tendances des indicateurs du site « exposé » en comparaison avec les tendances des sites témoins, une seule différence a été observée pour la zone de marnage inférieure (tableaux 24 et 25, contrastés Expo x 18vs19 et Expo x 18vs19-20).

Les analyses statistiques sur les divers indicateurs montrent qu'à l'an 1 du suivi après les travaux de rechargement de plage à Saint-Henri-de-Taillon, aucun des indicateurs testables ne sont statistiquement différents entre le site « exposé » et les sites témoins pour la zone de marnage inférieure (voir contraste Expo x 18vs19, tableaux 24 et 25 et annexe 8).

Les analyses statistiques sur les divers indicateurs montrent qu'à l'an 2 du suivi après les travaux de rechargement de plage à Saint-Henri-de-Taillon, seules les abondances (densité d'organismes par m<sup>2</sup>) sont statistiquement différentes entre le site « exposé » et les sites témoins pour la zone de marnage inférieure (voir contraste Expo x 18vs19-20, tableaux 24 et 25). Ceci est expliqué par une diminution des abondances constante et plus prononcée au site « exposé » par rapport aux sites témoins entre 2018 et 2020. Les plus

faibles abondances observées au site « exposé » (2020) sont toutefois comparables aux abondances retrouvées pour les sites témoins (figure 14A). Il est important de noter que la granulométrie ne semble pas être responsable de cette diminution puisqu'aucun changement n'a été observé au niveau de la composition granulométrique dans la zone de marnage inférieure au site « exposé » (tableau 4). Tous les autres indicateurs testables ne sont pas statistiquement différents entre le site « exposé » et les sites témoins avant et après les travaux de rechargement.

## ZONE PROFONDE

Dans la zone profonde, les organismes les plus nombreux dans les échantillons sont les mollusques de la famille des *sphaeriidae*, suivi des annélides oligochètes de la famille de *naididae* et en moindre proportion de la famille des *lumbriculidae*, des insectes diptères/ nématocères de la famille des *chironomidae* et en moindre proportion de la famille *ceratopogonidae*, puis des trichoptères de la famille des *leptoceridae* principalement. La proportion de chacun des taxons est plus uniforme entre les sites et les années que pour les zones de marnage supérieure et inférieure.

### Variabilité naturelle interannuelle

Pour l'ensemble des sites, certaines tendances globales ont été observées entre 2018 et 2020 pour la zone profonde (tableau 35, Source : Année et contrastes). Les indicateurs sont relativement stables entre 2018 et 2020 et présentent de légères variations selon les sites (figures 22 et 23). Entre 2018 et 2019, on observe une diminution générale de la richesse et de la diversité de Shannon (ensemble des sites, contraste 2018 vs 2019 significatif, tableau 35). Entre 2018 et 2020, on observe une augmentation générale de l'abondance des chironomides (tous sites confondus, contrastes significatifs : 2018 vs 2019-20 et 2018 vs 2020, tableau 35). Cette augmentation est toutefois principalement attribuable au site « exposé », tel que l'illustre les interactions Expo x 18vs19-20 et Expo x 18vs20 (voir section suivante).

Pour l'ensemble des sites, des différences interannuelles ont été observées au niveau de la structure et de la composition des communautés entre 2018 et 2020 (tableau 36, Source : Année et contrastes). Ceci signifie que globalement, l'identité des taxons a varié entre les années pour l'ensemble de sites.

### Comparaisons tendances site « exposé » vs sites témoins

En ce qui a trait à la vérification des tendances des indicateurs du site « exposé » en comparaison avec les tendances des sites témoins, une seule différence a été observée pour la zone profonde (tableaux 35 et 36, contrastes Expo x 18vs19 et Expo x 18vs19-20).

Les analyses statistiques sur les divers indicateurs montrent qu'à l'an 1 du suivi après les travaux de rechargement de plage à Saint-Henri-de-Taillon, aucun des indicateurs testables ne sont statistiquement différents entre le site « exposé » et les sites témoins pour la zone profonde (voir contraste Expo x 18vs19, tableaux 35 et 36 et annexe 8).

Les analyses statistiques sur les divers indicateurs montrent qu'à l'an 2 du suivi après les travaux de rechargement de plage à Saint-Henri-de-Taillon, seules les abondances des chironomides (densité de chironomides par m<sup>2</sup>, indice C) sont statistiquement différentes entre le site « exposé » et les sites témoins pour la zone profonde (voir contraste Expo x 18vs19-20, tableaux 35 et 36). Ceci est expliqué par une augmentation constante de l'abondance des chironomides au site « exposé » par rapport aux sites témoins entre 2018 et 2020. L'abondance des chironomides au site « exposé » en 2020 n'est pas différente de celles observées au site témoin TRPL3. De plus, bien que l'abondance des chironomides ait triplé entre 2018 et 2020, cette augmentation est écologiquement petite, respectivement de 11,6, 23,2 et 39,1 org./m<sup>2</sup> pour 2018, 2019 et 2020.

Tous les autres indicateurs testables ne sont pas statistiquement différents entre le site « exposé » et les sites témoins avant et après les travaux de rechargement.

## 4 CONCLUSION

Concernant les travaux de rechargement de plage en lac, trois sites témoins et un site « exposé » ont été inventoriés en 2018 afin de constituer l'état de référence pour le suivi des communautés d'invertébrés benthiques reliés au PSBLSJ, en 2019 pour le suivi à l'an 1 post-travaux et en 2020 pour le suivi à l'an 2 post-travaux. Ces suivis ont permis de documenter les abondances naturelles des invertébrés benthiques dans le secteur de Saint-Henri-de-Taillon, et ce, pour trois strates de profondeur sur chacun des quatre sites. Les travaux de rechargement de plage ont été effectués au site « exposé » à l'hiver 2018-2019.

Les densités des invertébrés benthiques (nombre d'organismes par échantillon) se sont avérées plus faibles pour la zone de marnage supérieure comparativement à la zone de marnage inférieure (2<sup>e</sup> rang) et de la zone profonde (1<sup>er</sup> rang). La richesse taxonomique, qui présente le nombre de taxons total inventoriés par échantillon, est plus faible pour la zone de marnage inférieure comparativement à la zone de marnage supérieure (2<sup>e</sup> rang) et de la zone profonde (1<sup>er</sup> rang). De plus, les pertes communautaires sont généralement élevées pour tous les sites pour la zone de marnage supérieure en 2019, ainsi que pour les sites témoins des zones de marnage supérieure et inférieure en 2020. La faible abondance d'organisme n'a pas permis de calculer plusieurs indices descriptifs des communautés présentes et plusieurs analyses statistiques n'ont pu être effectuées. Effectivement, pour être calculés, certains indicateurs nécessitent au minimum la présence d'un taxon alors que d'autres nécessitent la présence d'au moins deux taxons. De plus, il n'est pas possible de tirer des conclusions valides si les moyennes sont basées sur moins de trois mesures. Ce sont donc 5 des 11 indicateurs qui n'ont pas pu être testés en 2020 pour la zone de marnage supérieure (1 seul dans la zone de marnage inférieure), alors que 2 indicateurs n'ont pas pu être testés en 2019 pour la zone de marnage supérieure.

Pour l'ensemble des sites, une variabilité interannuelle est présente pour plusieurs indicateurs entre les zones et les années. Globalement, la richesse, la diversité de Shannon et l'indice EPT ont diminué, alors que la contribution des dominants a augmenté au niveau de la zone de marnage supérieure en 2019. Ceci s'explique par le fait que seulement 4 taxons étaient présents en 2019 et que le système était essentiellement dominé par des insectes diptères qui sont des organismes relativement résistants. Ceci indique que les conditions de vie du lac étaient peu favorables en 2019, et ce, pour tous les sites au niveau de la zone de marnage supérieure. Pour l'ensemble des sites de la zone de marnage inférieure, les abondances totales et les abondances des chironomides ont diminué de 2018 à 2020, alors qu'une augmentation globale de la diversité de Shannon a été observée en 2019. Pour l'ensemble des sites de la zone profonde, la richesse et la diversité de Shannon ont diminué en 2019, alors que l'abondance des chironomides a augmenté entre 2018 et 2020. Globalement, la structure et la composition des communautés ont également varié annuellement.

Les comparaisons des tendances des indicateurs du site « exposé » avec celles des sites témoins ont montré peu d'effets. À la première année du suivi, les résultats obtenus ne présentaient pas d'effet sur les macroinvertébrés benthiques pour tous les indicateurs statistiquement testables, et ce, pour les trois strates de profondeurs. À la deuxième année du suivi, les résultats obtenus ne présentent pas d'effet sur les macroinvertébrés benthiques pour la majorité des indicateurs statistiquement testables, et ce, pour les trois strates de profondeur. Des différences entre le site « exposé » et les sites témoins entre avant et après les travaux ont été observées pour les abondances totales (densité d'organismes par m<sup>2</sup>) de la zone de marnage inférieure et pour l'indice C (densité de chironomides par m<sup>2</sup>) pour la zone profonde. Effectivement, entre 2018 et 2020 les abondances totales d'organismes ont constamment diminué au site « exposé » pour la zone de marnage inférieure, tandis que l'indice C a constamment augmenté au site « exposé » pour la zone profonde. Bien que ces changements soient statistiquement significatifs, il est important de noter que les abondances observées au site « exposé » se situent dans la gamme des abondances observées aux sites témoins.

Il appert donc que les travaux de stabilisation ont eu très peu d'effets sur les invertébrés benthiques et que le site « exposé » suit généralement les tendances naturelles. Les variations annuelles des divers facteurs façonnant les communautés d'invertébrés seraient donc plus importantes que les effets potentiels des travaux de rechargement de plage en lac à Saint-Henri-de-Taillon, tel qu'indiqué par les tendances globales. Le dernier suivi prévu en septembre 2021 pourra apporter une meilleure compréhension de la dynamique des populations.

# RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANDERSON, M.J., R.N. Gorley et K.R. Clarke. 2008. *PERMANOVA+ for PRIMER: Guide to software and statistical methods*. PRIMER-E: Plymouth, Royaume-Unis. 214 p.
- CLARKE, K.R. 1993. *Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure*. Australian journal of Ecology 18 :117-143.
- CLARKE, K.R. et R.M. Warwick. 2001. *Changes in marine communities: An approach to statistical analysis and interPLetation 2<sup>nd</sup> edition*. PRIMER-E Ltd, Plymouth, UK.
- CLARKE, K.R., Gorley, R.N., Somerfield, P.J. et R.M. Warwick. 2014. *Changes in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation 3<sup>rd</sup> edition*. PRIMER-E Ltd, Plymouth, UK.
- CLARKE, K.R. et R.N. Gorley. 2015. *PRIMER v7: User manual/tutorial*. PRIMER-E: Plymouth, Royaume-Unis. 296 p.
- CLARKE, K.R., Tweedley, J.R. et F.J. Valesini. 2013. *Simple shade plots aid better long-term choices of data pre-treatment in multivariate assemblage studies*. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 94(1), p. 1-16.
- ENVIRONNEMENT CANADA ET MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC. 2007. *Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application : prévention, dragage et restauration*. 39 pages.
- ENVIRONNEMENT CANADA. 2012. *Guide pour l'étude du suivi des effets sur l'environnement par les mines de métaux*. Pagination multiple.
- GRALL, J. et N. Coïc. 2006. *Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier*. Institut Universitaire Européen de la Mer, Université de Bretagne Occidentale, Laboratoire des sciences de l'Environnement marin. 91 p.
- GRAY J.S. et M. Elliot. 2009. *Ecology of Marine Sediments: From Science to Management*. Oxford University Press, Oxford, UK. 225 p.
- JONES, C., K.M. Somers, B. Craig et T.B. Reynoldson. 2007. *Ontario Benthos Biomonitoring Network Protocol Manual*. Ontario, Ministry of Environment.
- MANDAVILLE, S.M. 2002. *Benthic macroinvertebrates in freshwaters. Taxa tolerance values, metrics and protocols*. Soil & Water Conservation Society of Metro Halifax. 47 p.
- MERRITT, R.W., K.W. Cummins et M.B. Berg eds. 2008. *An introduction to the aquatic insects of North America*. 4<sup>rd</sup> ed., Kendall/Hunt, Dubuque, IA, 1158 pp.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MDDEFP). 2013. *Guide de surveillance biologique basée sur les macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec – Cours d'eau peu profonds à substrat grossier, 2013*. Direction du suivi de l'état de l'environnement. ISBN 978-2-550-69169-3 (PDF), 2<sup>e</sup> édition : 88 p. (incluant 6 ann.).
- MONTGOMERY, D.C. 2012. *Design and analysis of experiments, Eight edition*. États-Unis : John Wiley & Sons, Inc. 752 p.
- MOULTON II, S.R., J.L. Carter, S.A. Grotheer, T.F. Cuffney et T.M. Short. 2000. *Methods of analysis by the U.S. Geological Survey National Water Quality Laboratory; processing, taxonomy, and quality control of benthic macroinvertebrate samples*. Open-file report 00-212. U.S. Geological Survey (USGS), Denver. 49 p.

- PELLETIER, L. 2002. *Le bassin de la rivière Saint-Maurice : les communautés benthiques et l'intégrité biotique du milieu, 1996*. Québec, ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement, envirodoq n° ENV/2002/0291, rapport n° EA/2002-02, 85 p. et 4 annexes.
- QUINN, G.P. et M.J. Keough. 2002. *Experimental design and data analysis for biologists*. Cambridge, Royaume-Unis : Cambridge University Press. 537 p.
- ROY, V. 2014. *Étude des facteurs environnementaux structurant la diversité et la distribution des communautés benthiques de l'Arctique canadien*. Thèse de doctorat. Université du Québec à Rimouski. 275 p.
- THORP, J.H. et A.P. COVICH. 2010. *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates*, Third edition. Elsevier Science. 1 088 pp.
- VALENTINE, M. 1989. *Étude de la densité et de la répartition de la faune ichthyenne et benthique du lac Saint-Jean*. Centre Écologique du Lac Saint-Jean inc., Saint-Félicien. 49 p. et annexes
- WSP. 2015. *Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean 2017-2026, Étude d'impact sur l'environnement*. Rapport produit pour Rio Tinto Alcan. Pagination multiple + annexes.



# ANNEXE

1

PROCOLE 2018-2019 POUR  
LE SUIVI DES COMMUNAUTÉS  
D'INVERTÉBRÉS  
BENTHIQUES AU LAC  
SAINT-JEAN



## NOTE TECHNIQUE

---

|                       |  |                   |              |
|-----------------------|--|-------------------|--------------|
| <b>CLIENT :</b>       | Rio Tinto  |                   |              |
| <b>PROJET :</b>       | PSBLSJ 2018-2027   | <b>Réf. WSP :</b> | 191-11118-00 |
| <b>OBJET :</b>        | Protocole 2018-2019 pour le suivi des communautés d'invertébrés benthiques au lac Saint-Jean | <b>DATE :</b>     | 29 août 2019 |
| <b>DESTINATAIRE :</b> | Mme Caroline Jolette   |                   |              |
| <b>C.C. :</b>         | MFFP, MELCC  |                   |              |
|                       | Changements Août 2019 (voir dans le texte p. 4 et 6 à 8)                                     |                   |              |

---

### 1 MISE EN CONTEXTE

Suite aux différentes rencontres de discussions tenues avec le MELCC et le MFFP dans le cadre du renouvellement du décret du Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean 2018-2027 (PSBLSJ), Rio Tinto s'est engagée à mettre en œuvre, dès 2018 selon le calendrier des travaux, une caractérisation de la faune invertébrée benthique.

Le présent document constitue le protocole final ajusté suite aux commentaires reçus et discutés avec le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) et le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). Le protocole d'échantillonnage établi en collaboration avec le MFFP et le MELCC sera appliqué dans la première année de l'adoption du nouveau décret. Une planification de suivi sera déposée l'été précédent chaque campagne d'inventaire.

Les objectifs de l'étude sont de :

- Caractériser la communauté d'invertébrés benthiques avant et après trois types de travaux de stabilisation des berges au lac Saint-Jean et ce dans deux types de milieux, soit à l'embouchure de rivière et en lac.
- Documenter l'impact de différents types de travaux de stabilisation des berges au lac Saint-Jean sur l'abondance des invertébrés benthiques.

### 2 MÉTHODOLOGIE PROPOSÉE

Afin d'être conforme au décret, il est proposé de couvrir à l'aide du plan d'échantillonnage les trois types d'ouvrages répartis dans deux types de milieux différents. Pour bien cerner l'effet environnemental potentiel relié aux travaux, notamment dans le cadre des rechargements, il sera important de considérer si des rechargements ont déjà été réalisés à proximité du secteur par le passé, ainsi que la date de ces travaux qui pourraient déjà avoir modifié les conditions du secteur. Les types de travaux visés par le suivi sont :

- rechargement de plage à l'embouchure de rivière;
- rechargement de plage en lac;
- nouvelle structure (ex. épi ou brise-lames) à l'embouchure de rivière;
- nouvelle structure (ex. épi ou brise-lames) en lac;
- nouvel empiérement (ex. nouveau perré) à l'embouchure de rivière;
- nouvel empiérement (ex. nouveau perré) en lac.

**Zone d'étude :** La zone d'étude est variable en termes d'étendue et sera dépendante des types de travaux à réaliser.

**Type de plan d'échantillonnage :** Plusieurs plans d'échantillonnage permettent de détecter des changements associés à l'activité anthropique. La méthode « Before/After » (BA) implique la collecte d'informations avant la réalisation des travaux et une comparaison est réalisée avec ces données une ou plusieurs années suivant les travaux. Cette approche est simple d'utilisation et permet de suivre l'évolution des communautés benthiques.

Cette méthode n'implique généralement pas le suivi d'un site témoin. Néanmoins, afin d'avoir un portrait de la variabilité naturelle interannuelle, il est proposé d'inclure dans l'étude des sites témoins. La sélection des sites témoins permettra d'avoir un design s'approchant de celui « Before/After/Control/Impact » (BACI).

En ce qui concerne les sites témoins il est proposé d'utiliser trois sites témoins par type de travaux et par type de milieu. Ces sites témoins ne serviront pas à comparer les résultats obtenus avec les sites exposés aux travaux, mais constitueront des témoins des conditions générales qui permettront d'interpréter les variations interannuelles, si présentes, en condition autres que celles pouvant être associées aux différents types de travaux telles que la météo, les tempêtes, les niveaux d'eau, etc. Chaque site témoin fera l'objet d'une justification, d'une description sommaire des conditions ainsi qu'un historique des interventions dans le secteur.

Le design implique la prise d'échantillons dans les six sites en suivant le même protocole et en échantillonnant durant la même période avant et après la réalisation des ouvrages (Underwood 1991; Green 1979).

**Période d'inventaire :** L'automne est généralement la période recommandée pour réaliser des inventaires d'invertébrés benthiques (Jones et coll. 2007; MDDEFP 2013). À cette période, les communautés benthiques présentent la forte richesse. La composition en espèces et en abondance est le reflet des conditions d'été et certains stades juvéniles sont plus développés, ce qui facilite l'identification. D'autre part, selon le PSBLSJ, le niveau d'eau pourra atteindre un niveau maximum de 16 pieds et un minimum de 14 pieds entre le 24 juin et le 1er septembre, ce qui permettra d'avoir une zone de marnage supérieure complètement inondée. Le niveau maximum passera à 15,5 pieds dès le 1<sup>er</sup> septembre. Entre le 8 et le 21 septembre, la contrainte du niveau minimum du lac sera abaissée graduellement de 14 pieds à 13 pieds. Par la suite, le niveau du lac pourra encore être abaissé jusqu'à 12 pieds jusqu'au 31 décembre. Pour ces raisons, il est donc proposé de réaliser l'inventaire à la fin de l'été ou au début de l'automne soit avant le 8 septembre.

**Fréquence d'échantillonnage :** Une seule période d'échantillonnage sera réalisée afin d'éviter les variations saisonnières. Les échantillons de chaque site seront prélevés durant la même semaine. Ce choix est supporté par les travaux de Valentine (1989) qui n'avait soulevé aucune différence significative en fonction de la période d'échantillonnage couvrant juin à octobre.

**Variables à considérer dans la sélection des stations d'échantillonnage :**

Différentes variables seront considérées pour réaliser les analyses et évaluer les effets des ouvrages sur les communautés benthiques.

- **Site « exposé » :** Le site « exposé » se définit comme un site où des ouvrages sont réalisés.
- **Sites témoins :** Les sites témoins permettront de documenter la variabilité naturelle interannuelle. Pour chaque type de conditions (lac et embouchure de rivière) et pour chaque type de travaux (rechargement, structure et empiérement) trois sites témoins seront choisis; un exemple est présenté sur la figure 1. Le choix de sites témoins devra :
  - Ne doit pas avoir fait l'objet de travaux antérieurement, ou à tout le moins pas d'interventions au cours des 5 dernières années. Il est à noter que cette condition apporte des défis liés à la sélection des sites témoins.
  - Ne pas faire l'objet de travaux durant le suivi, à moins d'une situation urgente nécessitant une intervention pour corriger une source d'érosion importante ponctuelle résultant par exemple d'une tempête.
  - Être localisés à bonne distance des sites exposés afin de limiter les interférences provenant des travaux. De façon préliminaire, nous avons considéré qu'une distance minimale de 500 m devrait être respectée pour éviter l'effet des ouvrages.
  - Présenter des caractéristiques similaires au niveau de la rive (densité d'habitations, présence ou absence d'affluent, type de végétation, état de la bande riveraine, etc.) que les sites exposés.
  - Présenter une composition granulométrique similaire aux sites des travaux.
  - Être situés dans un secteur similaire aux sites exposés en ce qui a trait aux forces érosives et l'exposition aux vents.
  - Être similaires aux sites exposés au niveau de la présence ou l'absence de végétation aquatique.
  - Se retrouver dans un secteur où la bathymétrie est similaire (présence ou absence de fosse, rupture de pente, haut-fond, baie, etc.).

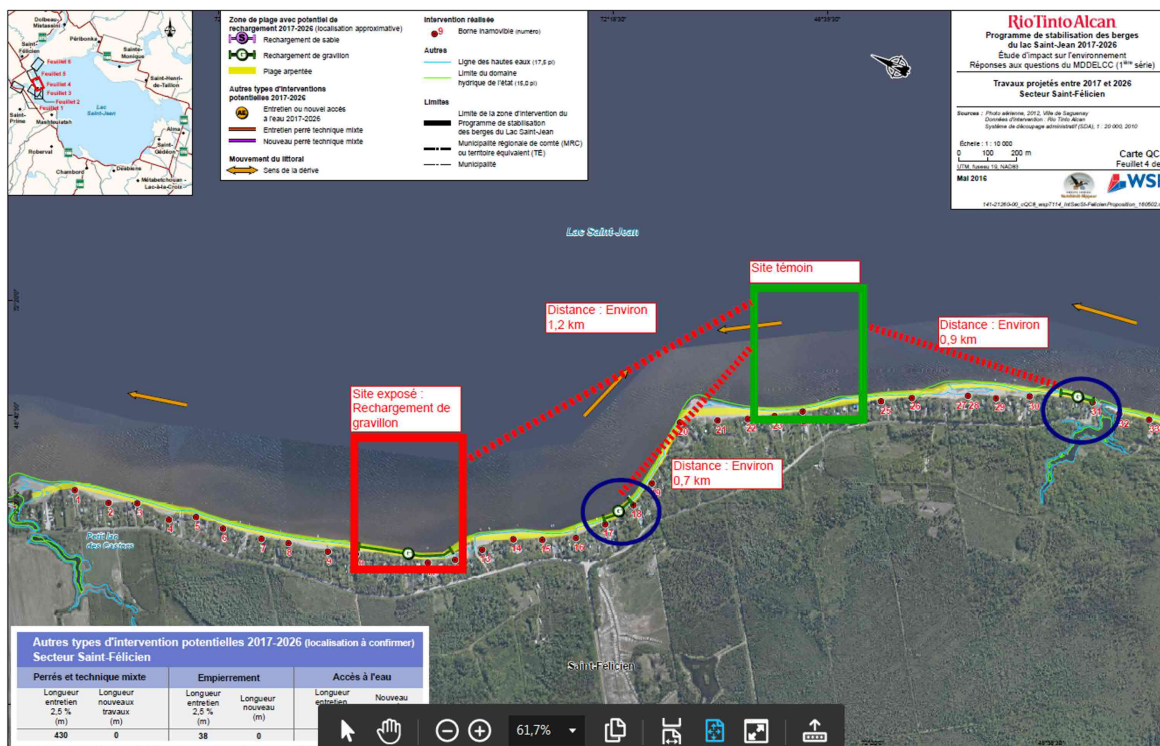


Figure 1. Exemple de sélection d'un site témoin

— **Variable ÉLÉVATION** : Étant donné que l'étude de Valentine (1989) soulignait des différences significatives entre la zone de marnage supérieure et la zone profonde, il est proposé de tenir compte de la profondeur d'eau (cote d'élévation) en échantillonnant des stations dans trois zones différentes soit :

- la zone de marnage supérieure (cote d'élévation supérieure à 100,2 m);
- la zone de marnage inférieure (cote d'élévation entre 98 et 100,2 m);
- la zone profonde (cote d'élévation inférieure à 96 m ou profondeur maximale si élévation supérieure à 96 m).

Ces élévations seront traitées séparément dans les analyses statistiques. A l'année 0, les stations seront placées dans les zones requises en mesurant la profondeur de l'eau. Par la suite, si des modifications dans les élévations des stations ont lieu en raison de travaux de stabilisation, il est proposé de déplacer les stations afin d'obtenir les mêmes profondeurs qu'au site échantillonné lors de l'état de référence tout en étant le plus près possible de la station de référence. ~~conserver les stations de manière fixe à partir de l'an 0 et de retourner à ces mêmes stations jusqu'à l'an 3 malgré les variations locales de profondeur.~~

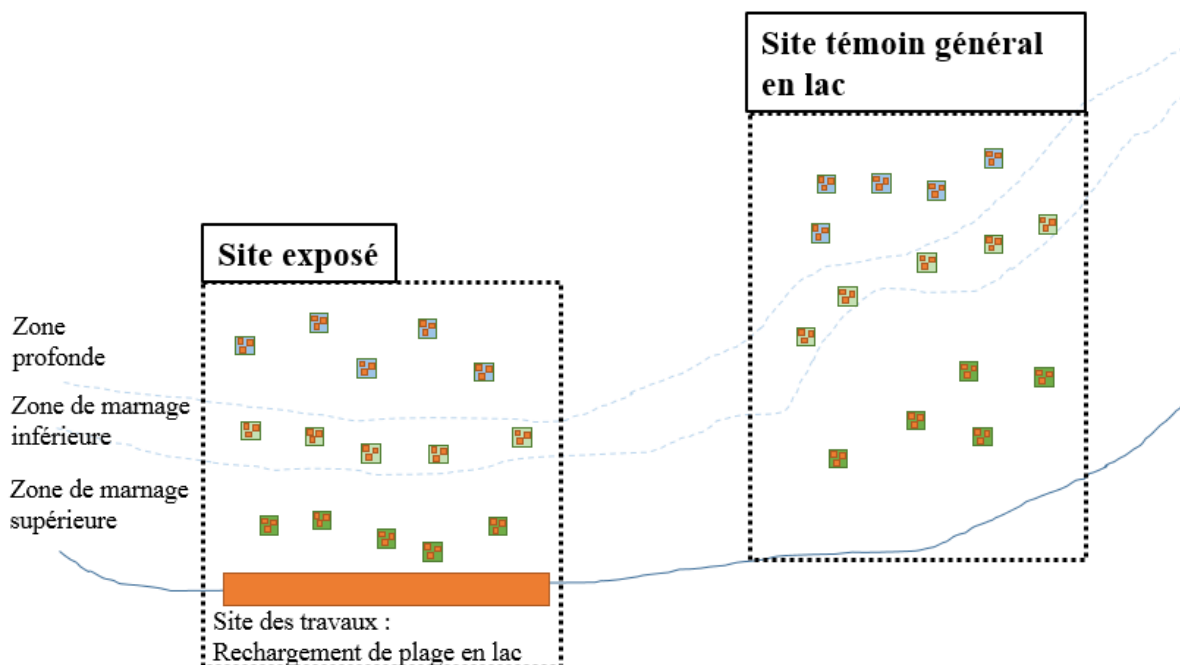
En rivière, il est possible que la zone profonde n'atteigne pas l'élévation de 96 m. Si tel est le cas, la profondeur maximale retrouvée dans le chenal au large du site exposé constituera l'élévation retenue pour la zone profonde. Cette profondeur sera également recherchée aux zones profondes à échantillonner aux sites témoins (voir carte en exemple présentée en annexe).

- **Variable SUBSTRAT** : La variabilité associée au substrat ne sera pas considérée comme un facteur, mais sera intégrée lors de la sélection du site témoin. Ainsi, les sites exposés et témoin devront avoir un substrat similaire afin de limiter la variabilité des communautés d'invertébrés benthiques.
- **Variable ANNÉE** : Cette variable sera un facteur à considérer dans les analyses statistiques. L'échantillonnage des stations sera réalisé avant et après la réalisation des ouvrages selon le calendrier suivant :
  - An 0 : Avant de réaliser les travaux (ex. pour des travaux prévus à l'automne 2018 ou à l'hiver 2019 : échantillonnage en septembre 2018).
  - An 1 : À l'automne suivant la réalisation des travaux.
  - An 2 : Au deuxième automne suivant la réalisation des travaux.
  - An 3 : Au troisième automne suivant la réalisation des travaux.
- **Variable DISTANCE** : Tel que recommandé dans la section traitant de la sélection des sites témoins, la bathymétrie devrait être similaire entre les stations « exposées » et témoins afin d'éviter de retrouver des patrons de distribution des stations trop différents. Ce choix permettra de limiter le plus possible le biais associé à la distance avec la rive. Cette variable sera tout de même mesurée au terrain puis prise en compte lors de certaines analyses univariées.

**Méthode d'échantillonnage** : Il est proposé de placer, au total, cinq stations d'échantillonnage par élévation, et ce pour chaque site pour un total de 15 stations (figure 2). À chaque station, il est prévu de prélever trois sous-échantillons de benthos qui seront mis ensemble afin de constituer un échantillon composite pour augmenter la superficie couverte. Chaque sous-échantillon de benthos sera composé de deux coups de benne. Une superficie de 0,14 m<sup>2</sup> sera ainsi échantillonnée à chaque station. Un échantillon de sédiments sera également récolté afin d'analyser la composition granulométrique selon l'échelle de Wentworth. Les coordonnées géographiques des stations d'échantillonnage seront relevées au moyen d'un appareil GPS *Garmin 62s*, avec correction différentielle WAAS, offrant généralement une précision de l'ordre de 2 à 3 m.

La distance entre les stations pour les sites « exposés » sera ajustée en fonction de la longueur linéaire des travaux. Ainsi, pour un site de rechargement présentant une largeur de 200 m les stations seront également réparties sur toute la longueur (ex. 0 à 20 m, 20 à 60 m, 60 à 120 m, 120 à 180 m et 180 à 200 m). Pour une structure perpendiculaire à la rive tel un épi, deux stations seront réparties de chaque côté de la structure et distancées d'environ 20 m. Pour les sites témoins, l'espacement sera ajusté pour refléter la longueur des sites de travaux et selon les conditions du milieu avec un minimum de 20 m entre les stations.

Le même plan d'échantillonnage sera réutilisé pour chacune des stations témoins et pour tous les types d'ouvrage, et ce pour chaque année de suivi prévu (année 0 à année 3). Bref, le nombre de stations d'échantillonnage serait donc de 15 par sites pour six sites témoins généraux (lac et embouchure de rivière) et trois sites de travaux en lac et en rivière (rechargement et nouvelle structure et nouvel empiérement).



**Figure 2. Exemple de plan d'échantillonnage pour un site des travaux (site « exposé ») et un site témoin (en lac)**

**Matériel d'échantillonnage :** Une petite benne Ponar (0,023 m<sup>2</sup>) munie d'un treillis de 500 µm sera utilisée pour prélever les échantillons. Cet appareil permet de prélever les sept premiers centimètres de substrat. Ce type de benne est plus performant que le modèle Eckman qui présente des problèmes de fermeture en présence de substrat plus grossier.

Une fois récoltés, les échantillons seront tamisés à l'aide d'un tamis de 500 µm afin de conserver uniquement les organismes prélevés. Il est possible qu'une grande quantité de substrat soit récoltée et qu'un fractionnement soit nécessaire lorsque le refus du tamis contient encore beaucoup de substrat. Pour réaliser le fractionnement, le refus qui contient encore beaucoup de sable sera étalé uniformément au fond d'un bac rectangulaire à fond plat préalablement quadrillé. Dépendamment de la quantité de refus, une ou plusieurs parts seront prélevées afin de remplir un pot de 1,5 L. Cette portion représentera ainsi l'échantillon à analyser. La fraction du refus prélevée sera notée afin d'ajuster les calculs d'abondance subséquemment.

En présence de sable trop grossier ou de gravillon, il sera nécessaire d'appliquer la méthode d'élutriation afin de faciliter le tri des échantillons et la récolte des spécimens. L'élutriation est un procédé permettant de retirer une substance d'un mélange en procédant au lavage et à la décantation. Elle permet aux particules les plus légères, soit les débris organiques et les invertébrés benthiques, de se séparer des particules plus lourdes (substrat). Pour ce faire, un vortex est créé afin de pousser les organismes vers le haut (figure 3). Le substrat étant plus lourd, celui-ci demeure en place au fond du bocal. Le mélange est ensuite délicatement versé dans un tamis afin de récupérer les organismes. Cette opération est répétée



minimalement cinq fois en versant de l'eau propre sur le substrat. À la fin, une inspection visuelle du substrat est réalisée afin de s'assurer que les plus gros organismes ont été récupérés (ex : mollusques, gastéropodes). Une validation de contrôle/qualité du substrat sera réalisée sur 10 % des échantillons afin d'évaluer le pourcentage d'organismes qui n'ont pas été récupérés par cette méthode.



**Figure 3.** L'échantillon est brassé afin de créer un vortex dans l'eau. L'échantillon est ensuite versé dans un tamis afin de récolter uniquement les organismes qui remontent à la surface (figure tirée de Burres, 2010)

Les échantillons de chaque station seront conservés séparés dans une solution d'éthanol à 80 % dans des bocaux à couvercle étanche jusqu'à leur traitement au laboratoire.

**Travaux de laboratoire :** Le tri et l'identification des organismes benthiques seront réalisés par des professionnels qualifiés. Au laboratoire, les échantillons seront rincés à l'eau claire dans des tamis superposés. Les organismes récoltés seront dénombrés et regroupés selon les grands groupes taxonomiques. Un contrôle de la qualité du tri sera effectué sur certains échantillons par une personne autre que le trieur d'origine. Les méthodes utilisées lors du tri seront recommandées par les experts mandatés. L'identification taxonomique des organismes benthiques seront réalisés à l'aide de clés d'identification citées dans Merritt et coll. (2008) et dans Thorp et Covich (2010).

**Niveau taxonomique pour l'identification :** Le niveau d'identification proposé est celui de la famille et il pourra être précisé dans des cas plus faciles. Ce niveau taxonomique est celui recommandé par Jones et coll. (2007) pour ce genre d'étude.

La méthodologie d'analyse est basée sur des protocoles que les Laboratoires SAB inc (une firme spécialisée en analyse taxonomique) utilisent depuis des années dont celui des ESEE (Étude du suivi des effets sur l'environnement aquatique par les mines de métaux et les papetières) par Environnement Canada (1998 et 2002). Cette approche rejoint en tout point celle utilisée par U.S. Geological Survey (2000) sauf pour le sous-échantillonnage qui ne sera pas requis puisque les échantillons seront petits et peu riches. Une collection de référence sera également montée, mais non validée par une firme externe.

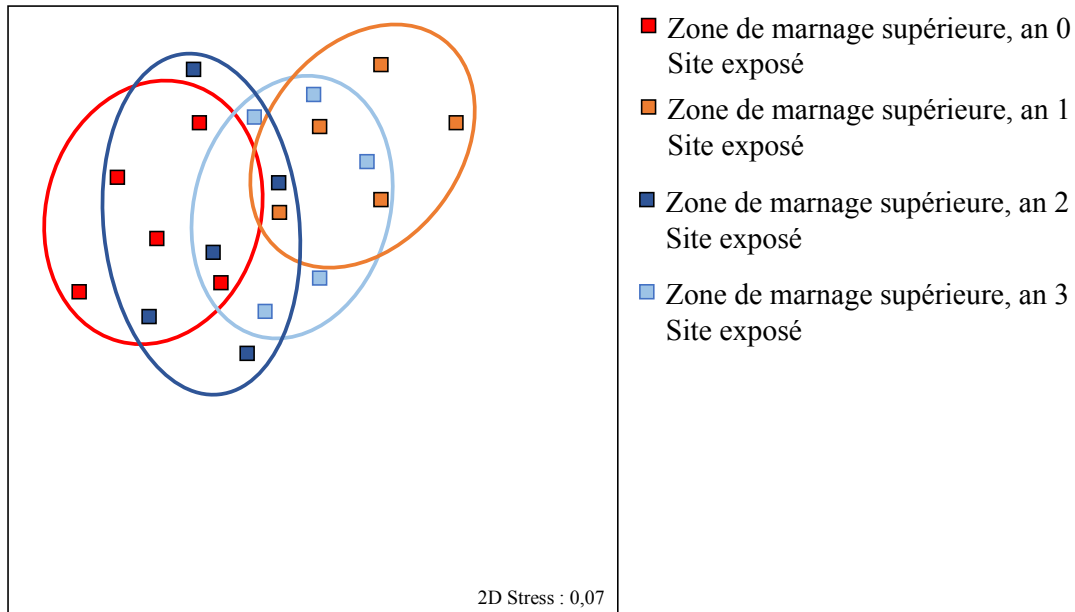
**Indicateurs d'effet :** Il est proposé d'utiliser plusieurs indicateurs d'effet afin d'évaluer l'effet potentiel des ouvrages sur les communautés d'invertébrés benthiques. Des indicateurs d'effet exprimant différents aspects de la structure des communautés benthiques seront utilisés pour évaluer la présence de différences avant et après les travaux. Ces indicateurs sont basés sur ceux recommandés dans le cadre de suivi biologique réalisé dans des cours d'eau (MDDEFP 2013). Les indicateurs d'effet proposés sont :

- densité totale;
- richesse taxonomique;
- indice de diversité de Shannon-Wiener;
- équitabilité de Simpson;
- coefficient de Bray-Curtis.

En raison de la faible abondance et de la faible diversité retrouvées lors du suivi réalisé en 2018, de nouveaux indices seront évalués et proposés dans un addenda au présent protocole suite à la réception des identifications taxonomiques du suivi à réaliser en 2019.

**Analyses statistiques :** Une combinaison d'analyses univariées et multivariées est proposée pour détecter la présence de différences significatives entre les sites et selon les années. Les analyses statistiques seront réalisées avec le logiciel R (R Core Team 2015), SYSTAT ou un équivalent. Les analyses seront réalisées en considérant le facteur ANNÉE. Sans s'y restreindre, les méthodes d'analyses envisagées sont les suivantes :

- **ANOVA :** Une analyse de variance sera réalisée pour chacun des indicateurs d'effet proposés. Les comparaisons seront réalisées pour chacune des élévations et pour chaque type d'ouvrage en utilisant une ANOVA à un seul facteur (facteur ANNÉE). Si des différences sont présentes au niveau de la distance avec la rive, le facteur distance sera également utilisé dans les analyses comme covariable.
- **PERMANOVA :** L'analyse de la structure des assemblages des communautés benthiques sera réalisée en utilisant l'indice de dissimilarité de Bray-Curtis. Les comparaisons seront réalisées pour chacune des élévations en utilisant des analyses de variance multivariées par permutation (PERMANOVA). L'analyse PERMANOVA permet l'application de modèles plus complexes avec ou sans interactions. De plus, cette méthode peut être utilisée avec différentes mesures de similarité telles que les valeurs réelles et non de rang (Grégoire et coll. 2014).
- **SIMPER :** La procédure SIMPER est utilisée pour calculer la contribution des espèces à la similarité moyenne (Bray-Curtis) d'un groupe à la condition que ce dernier comprenne au moins deux échantillons. Cette procédure permet d'identifier les espèces qui sont les plus importantes dans la création des patrons de similarité entre différents groupes d'échantillons (Clarke et Warwick 2001; Grégoire et coll. 2014).
- **NMDS :** Afin de visualiser graphiquement les différences, un cadrage non métrique multidimensionnel (nMDS) sera utilisé. Chaque dimension représentera un taxon. Le but de cette représentation est de rassembler l'information provenant de multiples dimensions (par exemple, l'abondance de chacun des taxons) et de la ramener à deux dimensions afin que les données puissent être visualisées et interprétées. Cette représentation utilise les rangs, ce qui la rend flexible pour plusieurs types de données. La figure 3 présente un exemple de représentation graphique possible dans le cadre de l'étude. Dans cet exemple, chaque point représente une station échantillonnée et son indice calculé en utilisant tous les taxons présents dans cette station. Plus les stations présentent des dissimilarités au niveau des assemblages des espèces, plus la distance qui sépare les points sera grande dans le cadrage. Ainsi, selon l'exemple présenté, pour la zone de marnage supérieure pour des travaux hypothétiques concernant des rechargements de plage, les assemblages des espèces de l'an 1 seraient différents des assemblages obtenus à l'an 0 alors que les assemblages de l'an 2 et l'an 3 se rapprocheraient de ceux obtenus à l'an 0. Des tests statistiques permettraient de confirmer la significativité des différences observées.



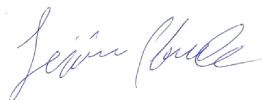
**Figure 4. Exemple de cadrage non métrique multidimensionnel attendu dans le cadre de la présente étude représentant la comparaison pour les quatre années de suivi dans la zone de marnage supérieure pour un type d'ouvrage**

## Références

- BURRESS, Erick. 2010. *Standard Operating Procedure (SOP) 3.5.2.2. Elutriation of Sandy Rapid Bioassessment Benthic Macro Invertebrate Samples*. In State Water Resources Control Board. 2018. *Guidance Compendium for Watershed Monitoring and Assessment. SWAMP - Clean Water Team Citizen Monitoring Program*. California Water Boards. En ligne [[https://www.waterboards.ca.gov/water\\_issues/programs/swamp/cwt\\_guidance.html](https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/swamp/cwt_guidance.html)]
- CLARKE, K.R. et R. M. Warwick. 2001. *Change in marine communities: an approach to statistical analyses and interpretation, 2<sup>nd</sup> edition*. PRIMER-E, Plymouth.
- GREEN, R.H. 1979. *Sampling Design and Statistical Methods for Environmental Biologists*, Wiley, Chichester.
- GRÉGOIRE, F., L. Girard et J.-L. Beaulieu. 2014. *Analyses de similarité appliquées sur les abondances de larves de poissons récoltées dans le sud du golfe du Saint-Laurent entre 1983 et 2012*. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2014/080. v + 16 p.
- JONES, C., K.M. Somers, B. Craig et T.B. Reynoldson. 2007. *Ontario Benthos Biomonitoring Network Protocol Manual*. Ontario, Ministry of Environment.
- MERRIT, R.W., K.W. Cummins et M.B. Berg, eds. 2008. *An introduction to the aquatic insects of North America*. 4<sup>rd</sup> ed., Kendall/Hunt, Dubuque, IA, 1158 pp.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MDDEFP). 2013. *Guide de surveillance biologique basée sur les macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec – Cours d'eau peu profonds à substrat grossier, 2013*. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-69169-3 (PDF), 2<sup>e</sup> édition : 88 p. (incluant 6 ann.).

- R CORE TEAM. 2015. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
- SMITH, Eric P. 2002. *BACI design*. Volume 1, pp. 141-148 dans EL-SHARAWI, Abdel H. ET PIEGORSH, Walter W. 2002. *Encyclopedia of Environmetrics*. 2<sup>nd</sup> edition. Wiley. 2502 p.
- THORP, J.H. et A.P. Covich. 2010. *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates, Third edition*. Elsevier Science. 1088 pp.
- UNDERWOOD, A.J. 1999. *Beyond BACI : Experimental designs for detecting human environmental impacts on temporal variations in natural populations*. Aust. J. Mar. Freshwater Res. Vol. 42, pp 569-587.
- VALENTINE, M. 1989. *Étude de la densité et de la répartition de la faune ichtyenne et benthique du lac St-Jean*. Centre écologique du lac St-Jean Inc. 49 p. + annexes.

#### PRÉPARÉ PAR



Jérôme Plourde, <sup>2018-2021</sup>biologiste M. Sc.  
Études environnementales

#### RÉVISÉ PAR

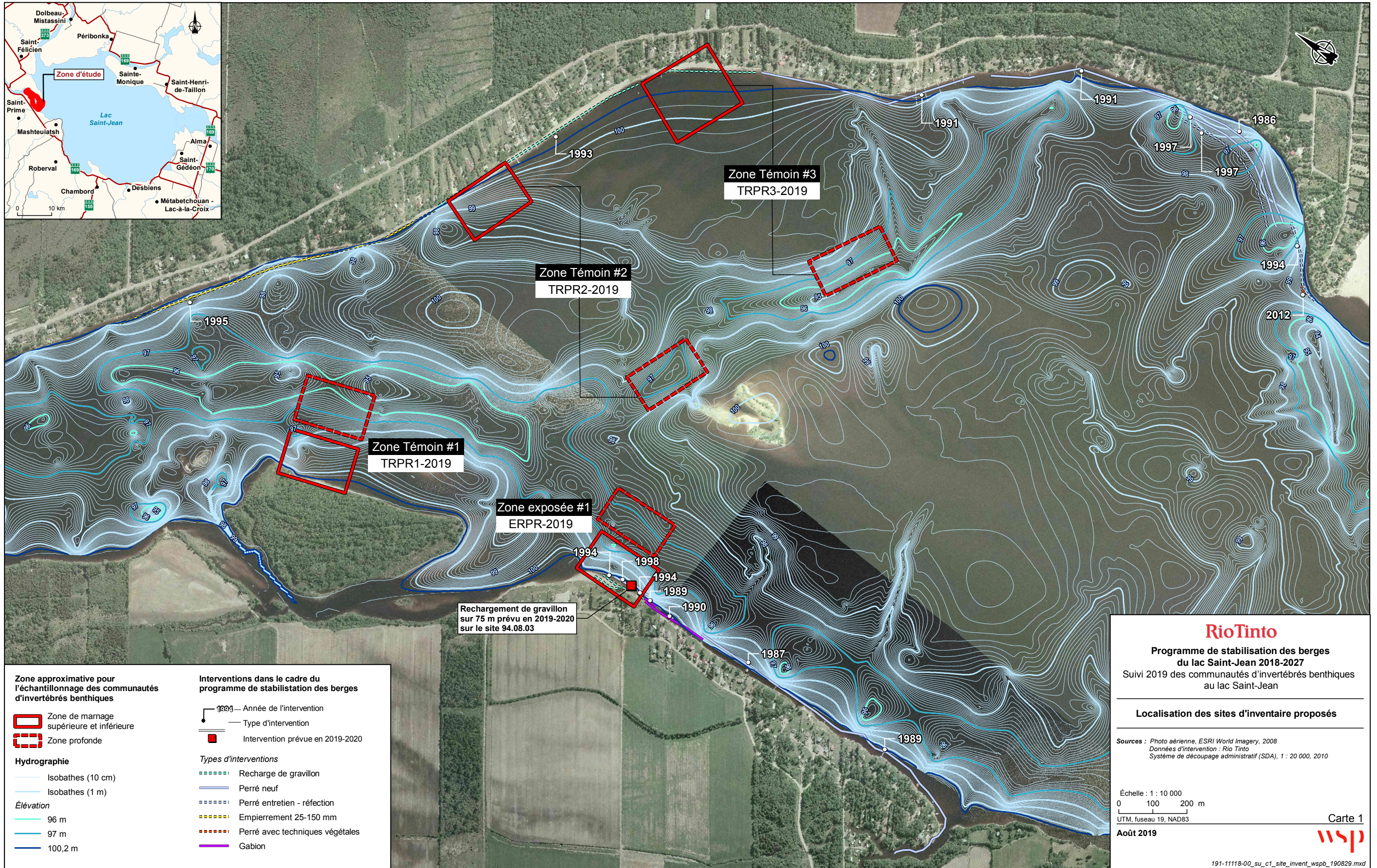


Luc Bouchard, biologiste M. Sc.  
Chargé de projet

## **ANNEXE A**

---





**Zone approximative pour l'échantillonnage des communautés d'invertébrés benthiques**

- Zone de marnage supérieure et inférieure
- Zone profonde

**Hydrographie**

- Isobathes (10 cm)
- Isobathes (1 m)
- 96 m
- 97 m
- 100,2 m

**Élévation**

**Interventions dans le cadre du programme de stabilisation des berges**

- Année de l'intervention
- Type d'intervention
- Intervention prévue en 2019-2020

**Types d'interventions**

- Recharge de gravillon
- Perré neuf
- Perré entretien - réfection
- Empierrement 25-150 mm
- Perré avec techniques végétales
- Gabion

Rechargement de gravillon sur 75 m prévu en 2019-2020 sur le site 94.08.03

**RioTinto**

**Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean 2018-2027**  
Suivi 2019 des communautés d'invertébrés benthiques au lac Saint-Jean

**Localisation des sites d'inventaire proposés**

Sources : Photo aérienne, ESRI World Imagery, 2008  
Données d'intervention : Rio Tinto  
Système de découpage administratif (SDA), 1 : 20 000, 2010

Échelle : 1 : 10 000  
0 100 200 m  
UTM, fuseau 19, NAD83

Août 2019

Carte 1







# ANNEXE

## 2

### CHOIX DES SITES POUR LE SUIVI EN 2018





## NOTE TECHNIQUE

---

|                       |  |                   |              |
|-----------------------|--|-------------------|--------------|
| <b>CLIENT :</b>       | Rio Tinto  |                   |              |
| <b>PROJET :</b>       | PSBLSJ 2018-2027   | <b>Réf. WSP :</b> | 181-03032-00 |
| <b>OBJET :</b>        | Suivi des communautés d'invertébrés benthiques au lac Saint-Jean – Choix de sites pour le suivi 2018 | <b>DATE :</b>     | 21 août 2018 |
| <b>DESTINATAIRE :</b> | Mme Caroline Jollette  |                   |              |
| <b>C.C. :</b>         | MFFP, MDDELCC  |                   |              |

---

### 1 MISE EN CONTEXTE

Suite aux différentes rencontres de discussions tenues avec le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) et le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) dans le cadre du renouvellement du décret du Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean 2018-2027 (PSBLSJ), Rio Tinto s'est engagée à mettre en œuvre, dès 2018 selon le calendrier des travaux, un suivi des communautés d'invertébrés benthiques au lac Saint-Jean.

Les objectifs de l'étude sont de :

- Caractériser la communauté d'invertébrés benthiques avant et après de trois types de travaux de stabilisation des berges au lac Saint-Jean, et ce, dans deux types de milieux, soit à l'embouchure de rivière et en lac.
- Documenter l'impact de différents types de travaux de stabilisation des berges au lac Saint-Jean sur l'abondance des invertébrés benthiques.

Le protocole final a été déposé le 20 juillet 2018 suite à des commentaires reçus et discutés avec le MFFP et le MDDELCC. Le protocole d'échantillonnage établi en collaboration avec le MFFP et le MDDELCC sera appliqué dans la première année de l'adoption du nouveau décret. Une planification de suivi doit être déposée l'été précédent chaque campagne d'inventaire en ce qui concerne le choix des sites.

Ce document présente les sites retenus pour le suivi 2018 qui sera axé sur **le rechargement de plage en lac**. On y retrouve une description des sites des travaux ainsi que des sites témoins retenus avec un argumentaire.

### 2 ZONE D'ÉTUDE

La zone d'étude se situe au nord-est du lac Saint-Jean, dans la municipalité de Saint-Henri-de-Taillon. Ce secteur présente l'avantage d'offrir des sites où des travaux de stabilisation seront effectués à l'hiver 2019 ainsi que des sites qui n'ont jamais fait l'objet d'intervention au cours des 30 dernières années.

## 2.1 CHOIX DU SITE « EXPOSÉ »

L'identification du site exposé a été effectuée en se basant sur plusieurs critères environnementaux et géomorphologiques, soit :

- composition granulométrique actuelle et future similaire au milieu naturel (sable);
- travaux réalisés en rive du lac Saint-Jean;
- distance linéaire prévue pour le rechargement suffisamment élevée pour réaliser cinq stations d'échantillonnage (minimalement 100 m);
- absence de cours d'eau permanent dans un rayon de 500 m;
- absence de structures connexes (épis, perrés, brise-lames) dans un rayon de 1 km;
- la possibilité de retrouver un site témoin similaire à proximité.

Les sites où des interventions en lien avec le PSBLSJ sont prévues en 2018 ainsi que l'analyse permettant de justifier la sélection du site « exposé » sont présentés au tableau 1 (annexe A).

### 2.1.1 SITE 88.15.01 – SITE ERPL-2018

Ce site est localisé dans la municipalité de Saint-Henri-de-Taillon au nord-est du lac Saint-Jean, près du Chemin sur le Lac, un secteur de villégiature développé presque exclusivement en rive (carte 1, annexe B). À l'exception des habitations directement situées sur les rives, l'intérieur des terres est majoritairement de type forestier. Les rives sont peu végétalisées et dominées par une plage de sable. Le site est rechargé par Rio Tinto de manière récurrente avec du sable depuis 1988. Le dernier rechargement a eu lieu en 2015. Une avancée rocheuse au sud semble être la cause du déficit sédimentaire dans ce secteur. La dérive littorale s'effectue principalement envers le nord. L'embouchure de la rivière Taillon est située à environ 1 km au nord du site. La pente du littoral est faible et on ne retrouve pas de végétation aquatique. Le substrat attendu dans ce secteur est le sable fin. Ce site présente l'avantage d'être à proximité de plusieurs sites témoins potentiels similaires où aucuns travaux de stabilisation n'ont été réalisés par le passé.

## 2.2 CHOIX DES SITES TÉMOINS

En plus des critères énoncés ci-haut, l'identification de sites témoins a été réalisée en considérant les éléments suivants afin qu'il soit le plus similaire possible au site « exposé », tel que mentionné dans le protocole soumis préalablement au MFFP. Ainsi, un site témoin doit :

- Ne pas avoir fait l'objet de travaux antérieurement, ou à tout le moins pas d'interventions au cours des cinq dernières années. Il est à noter que cette condition apporte des défis liés à la sélection des sites témoins.
- Ne pas faire l'objet de travaux durant le suivi, à moins d'une situation urgente nécessitant une intervention pour corriger une source d'érosion importante ponctuelle résultant par exemple d'une tempête.
- Être localisé à bonne distance des sites exposés afin de limiter les interférences provenant des travaux. De façon préliminaire, nous avons considéré qu'une distance minimale de 500 m devrait être respectée pour éviter l'effet des ouvrages.

- Présenter des caractéristiques similaires au niveau de la rive (densité d’habitations, présence ou absence d’affluent, type de végétation, état de la bande riveraine, etc.).
- Présenter une composition granulométrique similaire aux sites des travaux.
- Être situés dans un secteur similaire aux sites exposés en ce qui a trait aux forces érosives et l’exposition aux vents.
- Être similaires aux sites exposés au niveau de la présence ou l’absence de végétation aquatique.
- Se retrouver dans un secteur où la bathymétrie est similaire (présence ou absence de fosse, rupture de pente, haut-fond, baie, etc.).

### 2.2.1 SITES TÉMOINS – SITES TRPL-2018

Les caractéristiques des sites « témoins » retenus sont présentées au tableau 1 (annexe A). Les trois sites témoins sont répartis dans des secteurs où aucune intervention récente n’a été réalisée (carte 2, Feuilles 1 à 3, annexe B). Le site TRPL1-2018 est situé dans le secteur de la plage Wilson. Le site TRPL2-2018 se retrouve dans le secteur du parc national de Pointe-Taillon. Enfin, le site TRPL3-2018 se retrouve dans le secteur de Chemin sur le Lac à un endroit où aucuns travaux de stabilisation n’ont été réalisés depuis 1989 (rechargement de sable). Tous ces sites se retrouvent dans la municipalité de Saint-Henri-de-Taillon. Outre le site TRPL2-2018 qui est situé dans le parc national et donc qui ne présente aucune habitation en rive, les deux autres sites se retrouvent dans des secteurs de villégiature développés presque exclusivement en rive. À l’exception des habitations directement situées sur les rives, l’intérieur des terres est majoritairement de type forestier. Les rives sont peu végétalisées et dominées par une plage de sable. La dérive littorale s’effectue soit vers le nord (TRPL3-2018), soit vers le sud (TRPL2-2018) ou les deux directions (TRPL1-2018). On ne retrouve aucun cours d’eau permanent à proximité des sites. La pente du littoral est faible et on ne retrouve pas de végétation aquatique. Le substrat attendu dans chacun des sites est le sable fin.

Les sites témoins 1 à 3 se retrouvent respectivement à une distance de 4,4 km, 1,5 km et 1,8 km du site « exposé » retenu (carte 3).

#### PRÉPARÉ PAR



Jérôme Plourde, biologiste M. Sc.  
Études environnementales

#### RÉVISÉ PAR



Luc Bouchard, biologiste M. Sc.  
Chargé de projet



## **ANNEXE A**

---





Tableau 1. Caractéristiques des sites des travaux prévus en 2018 et des sites témoins retenus

| Site                   | Borne inamovible | Secteur                            | Municipalité           | Type de travaux              | Distance linéaire prévue pour les travaux | Date des derniers travaux réalisés | Description des derniers travaux réalisés à proximité  | Densité d'habitations dans le secteur immédiat                         | Présence de cours d'eau permanent dans un rayon de 500 m  | Type de milieu en rive    | État de la bande riveraine          | Composition granulométrique attendue | Végétation aquatique | Orientation géographique p/r au lac Saint-Jean | Force érosive  | Présence de fosses ou d'îles | Pente du littoral |
|------------------------|------------------|------------------------------------|------------------------|------------------------------|---|------------------------------------|--|--|---|---------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|--|--|------------------------------|-------------------|
| <i>Site « exposé »</i> |                  |                                    |                        |                              |   |                                    |  |  |   |                           |                                     |                                      |                      |  |  |                              |                   |
| 98.02.01               |                  | Chemin des Bernaches               | St-Gédéon              | Rechargement de plage en lac | 35 m                                      |                                    | Travaux dans l'étang du Petit marais de St-Gédéon et non sur les rives du lac Saint-Jean   |  |   |                           |                                     |                                      |                      |  |  |                              |                   |
| 93.02.02               | 30 à 32          | St-Gédéon sur le lac               | St-Gédéon              | Rechargement de plage en lac | -   |                                    | Présence d'épis et de la rivière La Belle-Rivière (travaux importants de reconfiguration du lit à venir) à proximité qui amèneront des facteurs confondants non négligeables |  |   |                           |                                     |                                      |                      |  |  |                              |                   |
| 91.03.01               | -                | Grand marais de Métabetchouan      | Métabetchouan          | Rechargement de plage en lac | 250 m                                     |                                    | Travaux dans l'étang du Grand marais et non sur les rives du lac Saint-Jean  |  |   |                           |                                     |                                      |                      |  |  |                              |                   |
| 94.11.02               | 58 à 62          | Racine-sur-Mer                     | Dolbeau-Mistassini     | Rechargement de plage en lac | 300 m                                     |                                    | Présence de gravillons limite les possibilités de retrouver des sites témoins naturels présentant cette composition granulométrique  |  |   |                           |                                     |                                      |                      |  |  |                              |                   |
| 88.11.01               | 1 à 11           | Pointe Langevin                    | Dolbeau-Mistassini     | Rechargement de plage en lac | 550 m                                     |                                    | Travaux situés à proximité de l'embouchure de la Petite rivière Péribonka et la rivière Péribonka qui amèneront des facteurs confondants non négligeables                    |  |   |                           |                                     |                                      |                      |  |  |                              |                   |
| 94.15.01               | 24 à 27          | Chemin sur le Lac                  | Saint-Henri-de-Taillon | Rechargement de plage en lac | 200 m                                     |                                    | Ce site a fait l'objet d'un léger rechargement à l'hiver 2018.   |  |   |                           |                                     |                                      |                      |  |  |                              |                   |
| 88.15.01               | 11 à 17          | Rivière Taillon                    | Saint-Henri-de-Taillon | Rechargement de plage en lac | 200 m                                     | 2015                               | Rechargement de sable  | Élevée en rive, nulle ailleurs   | Non, rivière Taillon à environ 1 km au nord-ouest   | Villégiature et forestier | Exposé aux vagues, talus sablonneux | Sable                                | Aucune               | Nord-Est                                       | Présence d'une avancée rocheuse qui limite l'apport de sédiments et le transport sédimentaire vers le nord | Non                          | Faible            |
| <i>Site témoin</i>     |                  |                                    |                        |                              |   |                                    |  |  |   |                           |                                     |                                      |                      |  |  |                              |                   |
| T1                     | 4 à 16           | Plage Wilson                       | Saint-Henri-de-Taillon | -                            | -   | 1998                               | Rechargement de sable réalisé au nord du site  | Nulle à élevée en rive, nulle ailleurs (présence d'un camping au nord) | Non, baies Belley et de la Pipe à plus de 1,5 km au nord et rivière Grande Décharge à 1,5 km au sud | Villégiature et forestier | Exposé aux vagues, talus sablonneux | Sable                                | Aucune               | Nord-Est                                       | Petite avancée rocheuse au sud; Dérive littorale vers le sud et le nord                                    | Non                          | Faible            |
| T2                     | -                | Parc national de la Pointe-Taillon | Saint-Henri-de-Taillon | -                            | -   | 1997                               | Brise-lames et rechargement de sable à l'ouest du site (>2 km)   | Nulle  | Non, rivière Taillon à environ 1 km au sud-est  | Forestier et tourbière    | Exposé aux vagues, talus sablonneux | Sable                                | Aucune               | Nord-Est                                       | Dérive littorale vers le sud   | Non                          | Faible            |
| T3                     | 28 à 34          | Chemin sur le Lac (Est)            | Saint-Henri-de-Taillon | -                            | -   | 1999                               | Rechargement de sable sur le site  | Élevée en rive, nulle ailleurs   | Non, baie de la Pipe à plus de 3 km   | Villégiature et forestier | Exposé aux vagues, talus sablonneux | Sable                                | Aucune               | Nord-Est                                       | Entre deux avancées rocheuses; Dérive littorale vers le nord   | Non                          | Faible            |



## **ANNEXE B**

---





# RioTinto Alcan

Programme de stabilisation des berges  
du lac Saint-Jean 2017-2026  
Suivi des communautés d'invertébrés benthiques  
au lac Saint-Jean

Site « exposé » ERPL - 2018

Sources : Photo aérienne, 2012, Ville de Saguenay  
Données d'intervention : Rio Tinto Alcan  
Système de découpage administratif (SDA), 1 : 20 000, 2010

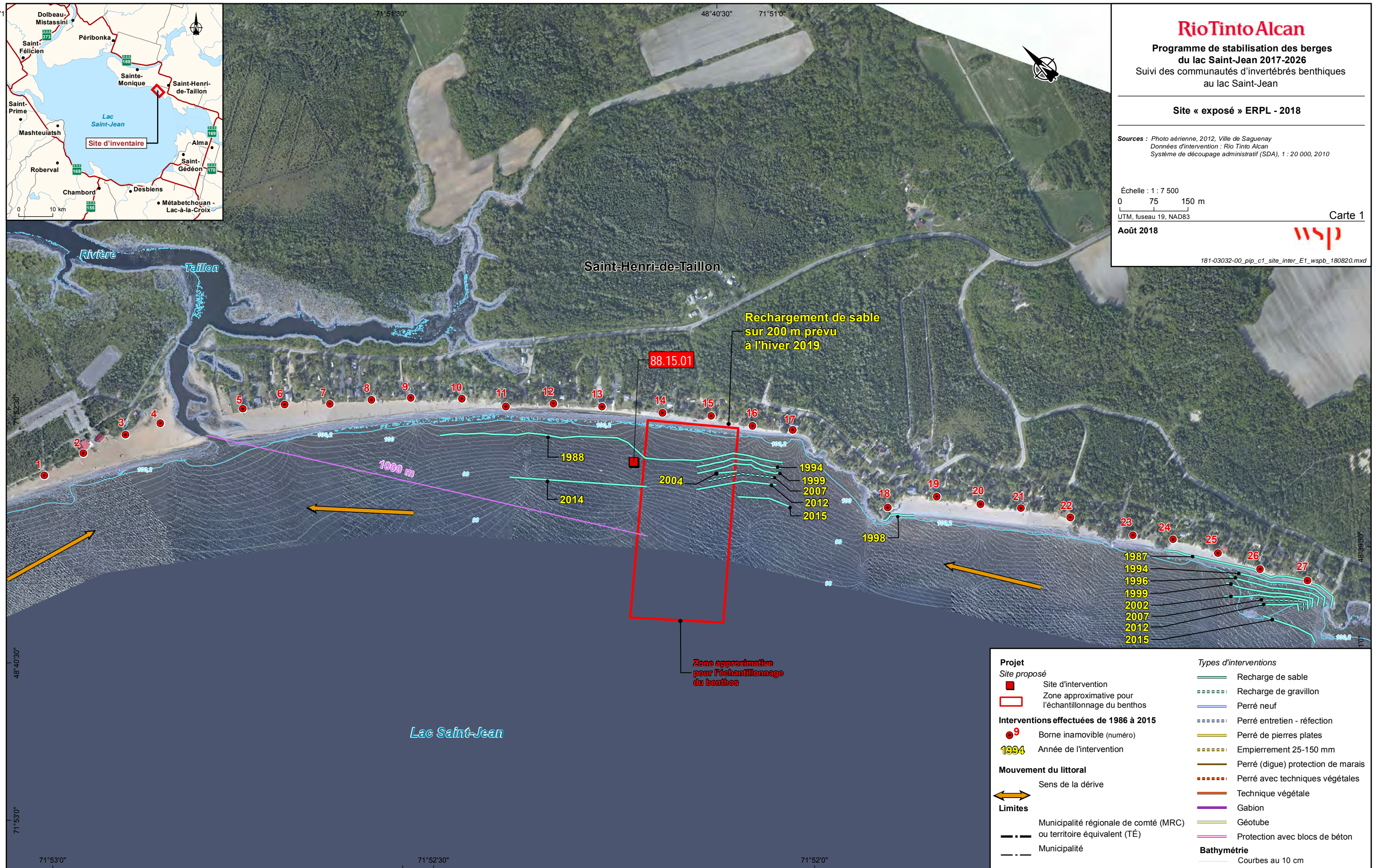
Échelle : 1 : 7 500  
0 75 150 m  
UTM, fuseau 19, NAD83

Carte 1

Août 2018



181-03032-00\_pip\_c1\_site\_inter\_E1\_wspb\_180820.mxd



| Projet  |  | Types d'interventions              |  |
|---|--|------------------------------------|--|
| <b>Site proposé</b>   |  | Recharge de sable                  |  |
| Site d'intervention   |  | Recharge de gravillon              |  |
| Zone approximative pour l'échantillonnage du benthos                |  | Perré neuf                         |  |
| <b>Interventions effectuées de 1986 à 2015</b>                      |  | Perré entretien - réfection        |  |
| Borne inamovible (numéro)   |  | Perré de pierres plates            |  |
| Année de l'intervention   |  | Empierrement 25-150 mm             |  |
| <b>Mouvement du littoral</b>  |  | Perré (digue) protection de marais |  |
| Sens de la dérive   |  | Perré avec techniques végétales    |  |
| <b>Limites</b>  |  | Technique végétale                 |  |
| Municipalité régionale de comté (MRC) ou territoire équivalent (TÉ) |  | Gabion                             |  |
| Municipalité  |  | Géotube                            |  |
|   |  | Protection avec blocs de béton     |  |
|   |  | <b>Bathymétrie</b>                 |  |
|   |  | Courbes au 10 cm                   |  |





# RioTinto Alcan

Programme de stabilisation des berges  
du lac Saint-Jean 2017-2026  
Suivi des communautés d'invertébrés benthiques  
au lac Saint-Jean

Site témoin TRPL1 - 2018

Sources : Photo aérienne, 2012, Ville de Saguenay  
Données d'intervention : Rio Tinto Alcan  
Système de découpage administratif (SDA), 1 : 20 000, 2010

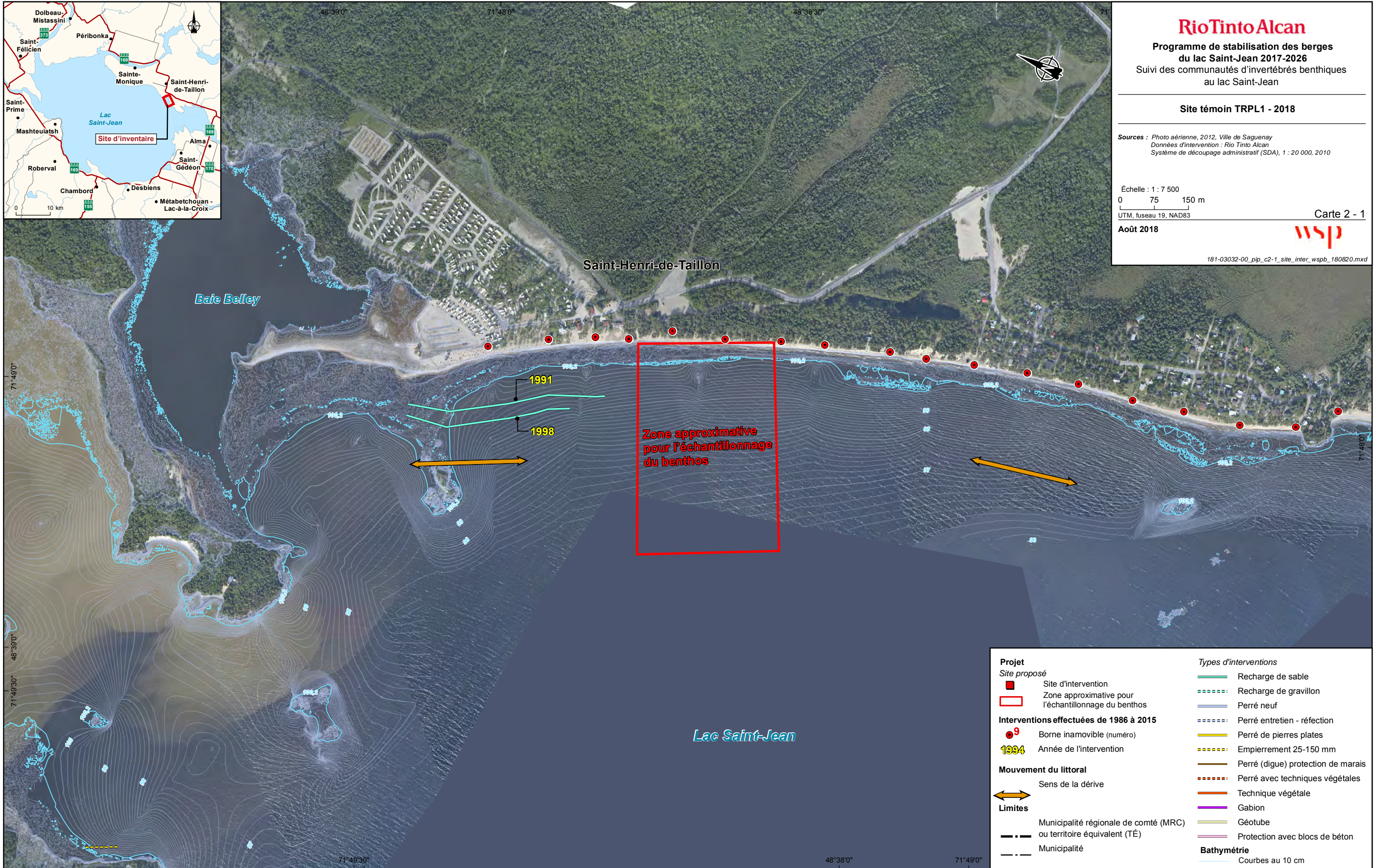
Échelle : 1 : 7 500  
0 75 150 m  
UTM, fuseau 19, NAD83

Carte 2 - 1

Août 2018



181-03032-00\_pip\_c2-1\_site\_inter\_wspb\_180820.mxd



### Projet

#### Site proposé

- Site d'intervention
- Zone approximative pour l'échantillonnage du benthos

#### Interventions effectuées de 1986 à 2015

- 9 Borne inamovible (numéro)
- 1994 Année de l'intervention
- ↔ Mouvement du littoral
- ↔ Sens de la dérive

#### Limites

- Municipalité régionale de comté (MRC) ou territoire équivalent (TÉ)
- Municipalité

### Types d'interventions

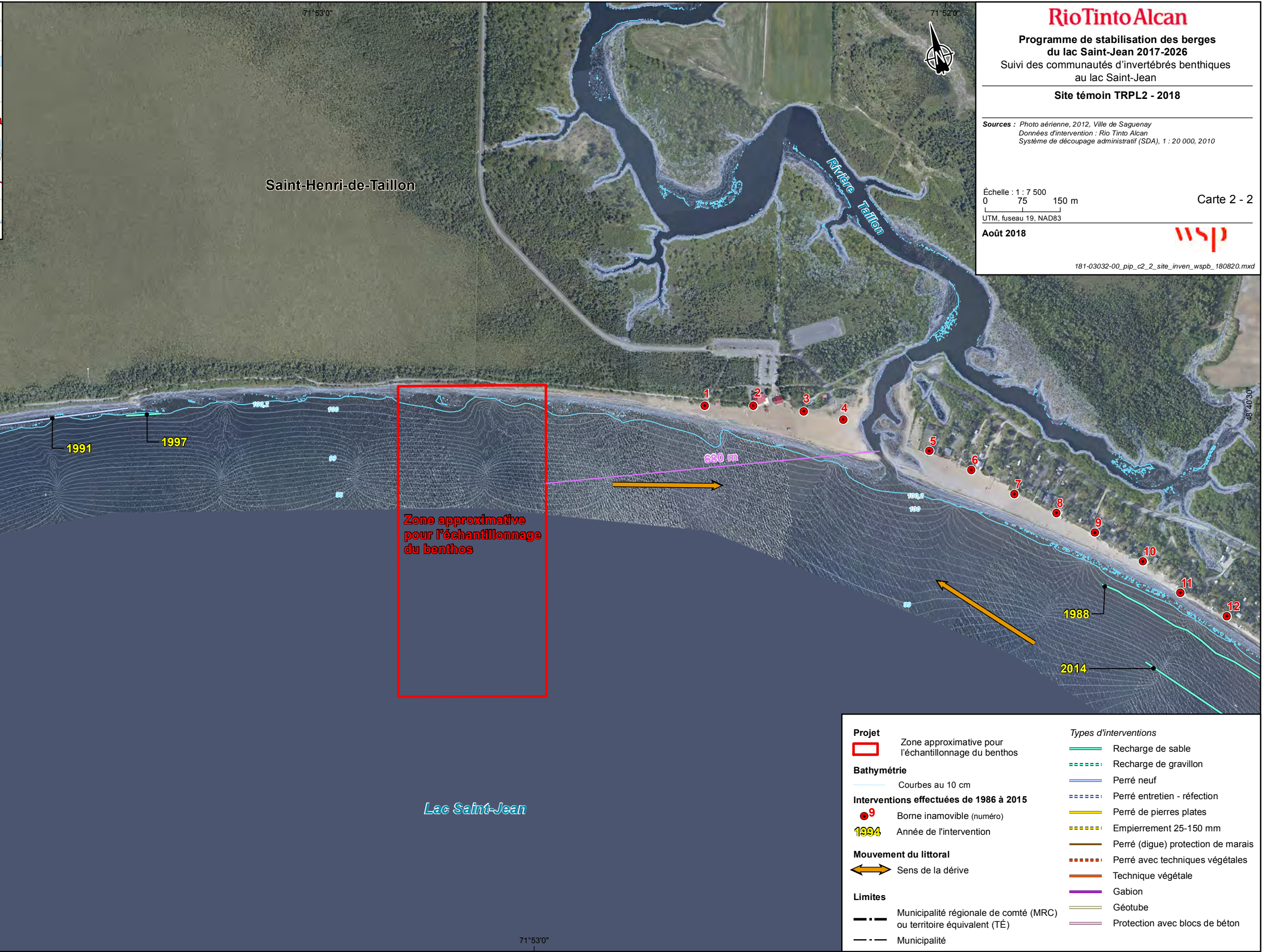
- Recharge de sable
- - - - Recharge de gravillon
- Perré neuf
- - - - Perré entretien - réfection
- Perré de pierres plates
- - - - Empierrement 25-150 mm
- Perré (digue) protection de marais
- - - - Perré avec techniques végétales
- Technique végétale
- - - - Gabion
- Géotube
- - - - Protection avec blocs de béton

### Bathymétrie

- Courbes au 10 cm







# RioTinto Alcan

**Programme de stabilisation des berges  
du lac Saint-Jean 2017-2026**  
Suivi des communautés d'invertébrés benthiques  
au lac Saint-Jean

**Site témoin TRPL2 - 2018**

Sources : Photo aérienne, 2012, Ville de Saguenay  
Données d'intervention : Rio Tinto Alcan  
Système de découpage administratif (SDA), 1 : 20 000, 2010

Échelle : 1 : 7 500  
0 75 150 m  
UTM, fuseau 19, NAD83

Carte 2 - 2

Août 2018



181-03032-00\_pip\_c2\_2\_site\_inven\_wspb\_180820.mxd

**Zone approximative  
pour l'échantillonnage  
du benthos**

Lac Saint-Jean

|  |   |                                 |                                    |
|--|---|---------------------------------|------------------------------------|
| <b>Projet</b>                                  | Zone approximative pour l'échantillonnage du benthos                | <b>Types d'interventions</b>    | Recharge de sable                  |
| <b>Bathymétrie</b>                             | Courbes au 10 cm  | Recharge de gravillon           | Perré neuf                         |
| <b>Interventions effectuées de 1986 à 2015</b> | Borne inamovible (numéro)   | Perré entretien - réfection     | Perré de pierres plates            |
| 1994   | Année de l'intervention   | Empierrement 25-150 mm          | Perré (digue) protection de marais |
| <b>Mouvement du littoral</b>                   | Sens de la dérive   | Perré avec techniques végétales | Technique végétale                 |
| <b>Limites</b>                                 | Municipalité régionale de comté (MRC) ou territoire équivalent (TÉ) | Gabion                          | Géotube                            |
|  | Municipalité  | Protection avec blocs de béton  |                                    |





# RioTinto Alcan

**Programme de stabilisation des berges  
du lac Saint-Jean 2017-2026**  
Suivi des communautés d'invertébrés benthiques  
au lac Saint-Jean

**Site témoin TRPL3 - 2018**

Sources : Photo aérienne, 2012, Ville de Saguenay  
Données d'intervention : Rio Tinto Alcan  
Système de découpage administratif (SDA), 1 : 20 000, 2010

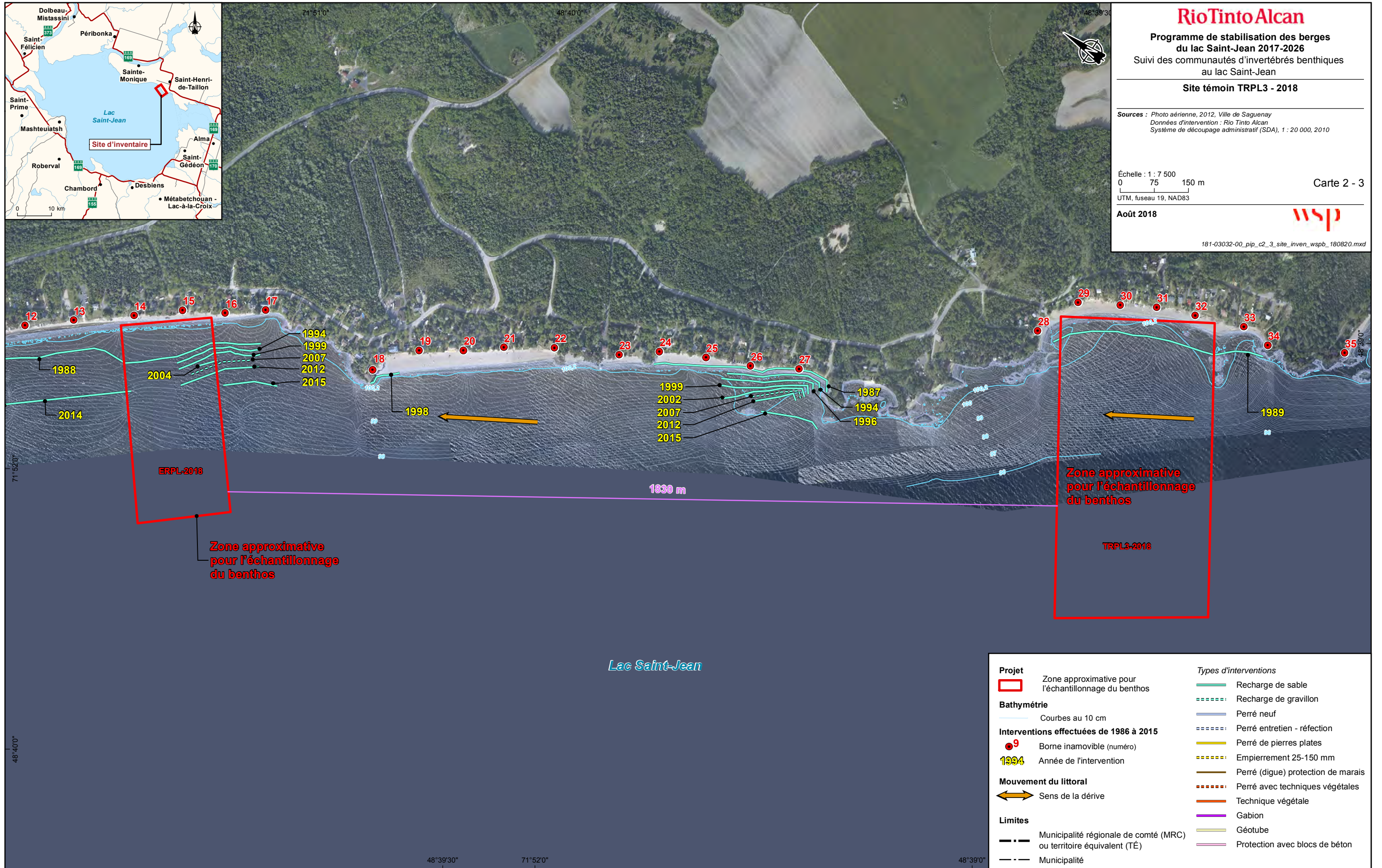
Échelle : 1 : 7 500  
0 75 150 m  
UTM, fuseau 19, NAD83

Carte 2 - 3

Août 2018



181-03032-00\_pip\_c2\_3\_site\_inven\_wspb\_180820.mxd



Zone approximative  
pour l'échantillonnage  
du benthos

Zone approximative  
pour l'échantillonnage  
du benthos

TRPL3-2018

Lac Saint-Jean

| Projet   |   | Types d'interventions |                                    |
|--|---|-----------------------|------------------------------------|
|  | Zone approximative pour l'échantillonnage du benthos                |                       | Recharge de sable                  |
| <b>Bathymétrie</b>                             |   |                       | Recharge de gravillon              |
|  | Courbes au 10 cm  |                       | Perré neuf                         |
| <b>Interventions effectuées de 1986 à 2015</b> |   |                       | Perré entretien - réfection        |
|  | Borne inamovible (numéro)   |                       | Perré de pierres plates            |
|  | Année de l'intervention   |                       | Empierrement 25-150 mm             |
| <b>Mouvement du littoral</b>                   |   |                       | Perré (digue) protection de marais |
|  | Sens de la dérive   |                       | Perré avec techniques végétales    |
| <b>Limites</b>                                 |   |                       | Technique végétale                 |
|  | Municipalité régionale de comté (MRC) ou territoire équivalent (TÉ) |                       | Gabion                             |
|  | Municipalité  |                       | Géotube                            |
|  |   |                       | Protection avec blocs de béton     |





71°49'30" 48°40'30" 71°48'0" 48°39'0"

# RioTinto Alcan

**Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean 2017-2026**  
Suivi des communautés d'invertébrés benthiques au lac Saint-Jean

## Localisation des sites d'inventaire

Sources : Photo aérienne, 2012, Ville de Saguenay  
Données d'intervention : Rio Tinto Alcan  
Système de découpage administratif (SDA), 1 : 20 000, 2010

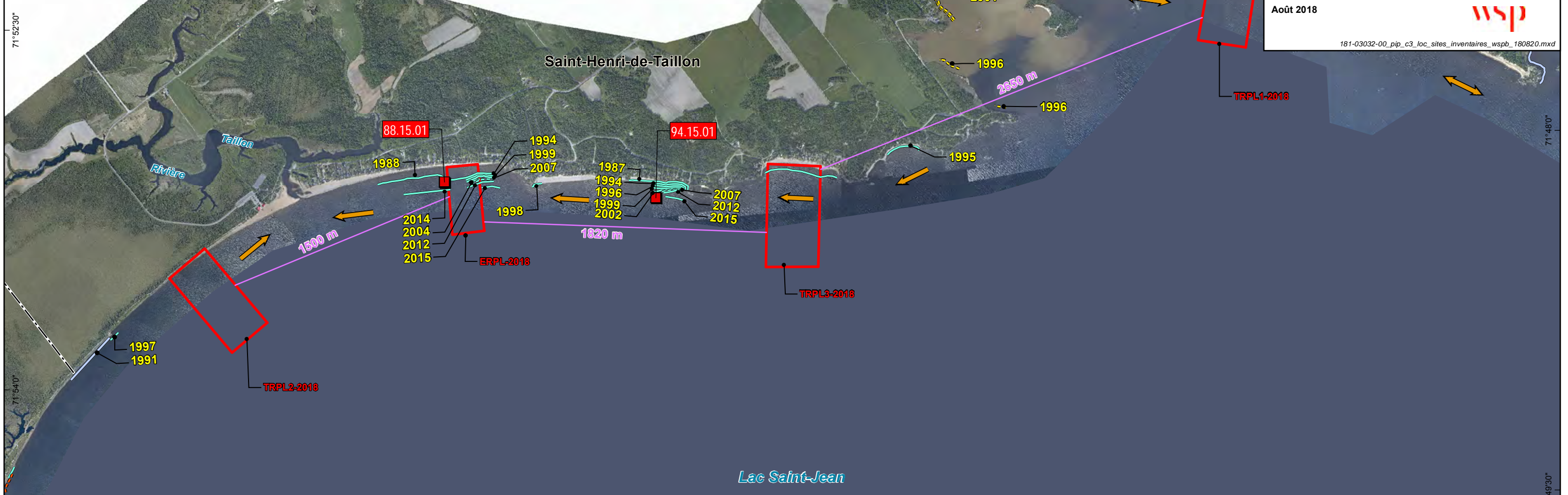
Échelle : 1 : 25 000  
0 250 500 m  
UTM, fuseau 19, NAD83

Carte 3

Août 2018



181-03032-00\_pjp\_c3\_loc\_sites\_inventaires\_wspb\_180820.mxd



71°52'30"

71°54'0"

48°40'30"

71°48'0"

49'30"

71°54'0"

71°52'30" 48°37'30"

| Projet |   | Types d'interventions |                                    |
|--------|---|-----------------------|------------------------------------|
|        | Site d'intervention   |                       | Recharge de sable                  |
|        | Zone approximative pour l'échantillonnage du benthos                |                       | Recharge de gravillon              |
|        | Sens de la dérive   |                       | Perré neuf                         |
|        | Municipalité régionale de comté (MRC) ou territoire équivalent (TÉ) |                       | Perré entretien - réfection        |
|        | Année de l'intervention   |                       | Perré de pierres plates            |
|        | Limite  |                       | Empierrement 25-150 mm             |
|        |   |                       | Perré (digue) protection de marais |
|        |   |                       | Perré avec techniques végétales    |
|        |   |                       | Technique végétale                 |
|        |   |                       | Gabion                             |
|        |   |                       | Géotube                            |
|        |   |                       | Protection avec blocs de béton     |



# ANNEXE

## 3

PLAN DES TRAVAUX DE  
RECHARGEMENT DE PLAGE EN  
LAC AU SITE 88.15.01  
(HIVER 2019)

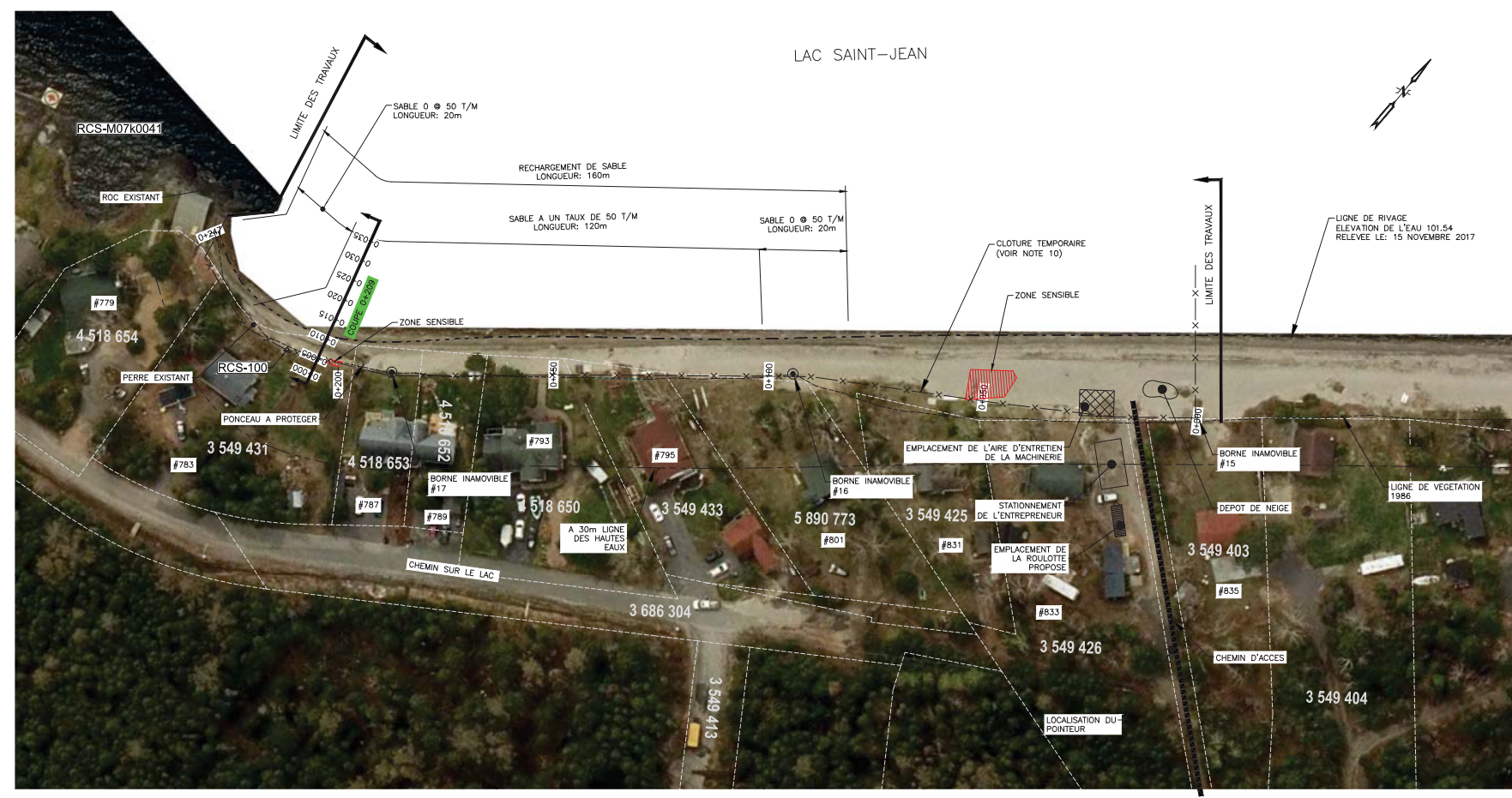
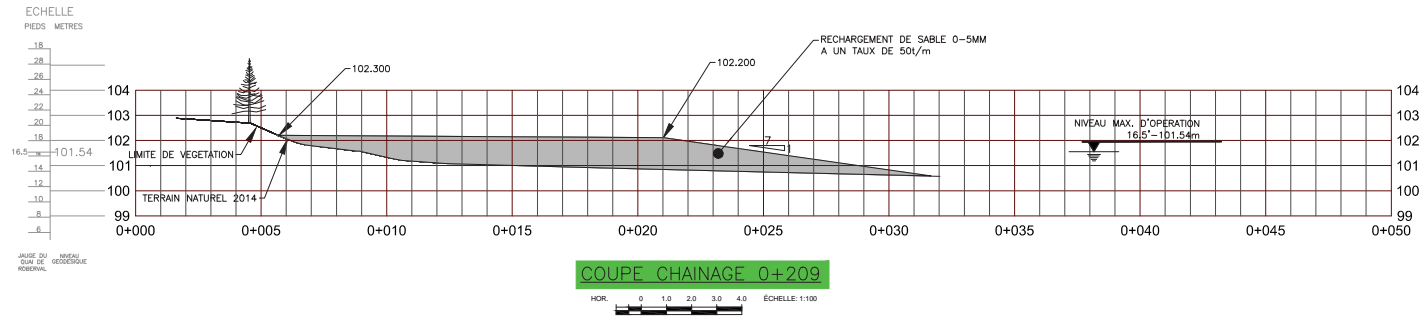




**NOMENCLATURE**

| ARTICLE        | REPERE | QUANT. | DESIGNATION                    | MAT. | LONGUEUR | FOURNI PAR | REMARQUE |
|----------------|--------|--------|--------------------------------|------|----------|------------|----------|
| <b>LEGENDE</b> |        |        |                                |      |          |            |          |
| ---            |        |        | LIGNE DE LOT                   |      |          |            |          |
|                |        |        | BT (BAS TALUS)                 |      |          |            |          |
|                |        |        | HT (HAUT TALUS)                |      |          |            |          |
| ---            |        |        | CLOTURE                        |      |          |            |          |
| ⦿              |        |        | POTEAU ELECTRIQUE              |      |          |            |          |
| ⦿              |        |        | POTEAU ET LAMPADAIRE           |      |          |            |          |
| ⦿              |        |        | POTEAU CORDE A LINGE           |      |          |            |          |
| ⦿              |        |        | STATION                        |      |          |            |          |
| ---            |        |        | ELEVATION EXISTANTE            |      |          |            |          |
| ---            |        |        | ELEVATION PROPOSEE             |      |          |            |          |
| ---            |        |        | COURBE DE NIVEAU AU METRE      |      |          |            |          |
| ---            |        |        | COURBE DE NIVEAU AU 0.50 METRE |      |          |            |          |
| ---            |        |        | PHOTO                          |      |          |            |          |
| ---            |        |        | MILIEU TERRESTRE               |      |          |            |          |
| ---            |        |        | RECHARGEMENT DE SABLE          |      |          |            |          |
| ---            |        |        | RECHARGEMENT DE GRAVILLON      |      |          |            |          |
| ---            |        |        | ENROCHEMENT EXISTANT (PERRE)   |      |          |            |          |
| ---            |        |        | ENROCHEMENT PROPOSE (PERRE)    |      |          |            |          |
| ---            |        |        | EPI PROPOSEE                   |      |          |            |          |
| ---            |        |        | BATIMENT EXISTANT              |      |          |            |          |
| ---            |        |        | BOISE                          |      |          |            |          |
| ---            |        |        | MUR DE SOUTÈNEMENT EXISTANT    |      |          |            |          |
| ---            |        |        | PRESE D'EAU                    |      |          |            |          |
| ---            |        |        | LIGNE DE RIVAGE                |      |          |            |          |
| ---            |        |        | PROFIL BATHYMETRIQUE           |      |          |            |          |
| ---            |        |        | SONDAGE                        |      |          |            |          |
| ---            |        |        | LIMITE DE LA VEGETATION        |      |          |            |          |
| ---            |        |        | RDC                            |      |          |            |          |
| ---            |        |        | ZONE BIOPHYSIQUE SENSIBLE      |      |          |            |          |

**PLAN REPERE**



**ADRESSE ET NOM DES RIVERAINS**

| NUMERO | NOM DU RIVERAIN                 |
|--------|---------------------------------|
| 779    | ROBERT BOVIN                    |
| 783    | LUC LEFEBVRE                    |
| 787    | NORMAND GAGNON ET MONIQUE COUDE |
| 789    | CLAUDE COUDE                    |
| 793    | LISA GAGNON                     |
| 795    | JACQUELIN FORTIN                |
| 801    | ALAIN FLEURY                    |
| 831    | GILLES CARON                    |
| 833    | DORIS BERGERON                  |
| 835    | MONIQUE GAGNE                   |

**COORDONNEES DES STATIONS (MTM 7 NAD83)**

| NOM          | X          | Y           | Z       |
|--------------|------------|-------------|---------|
| RCS-M07K0041 | 204774.113 | 5392965.727 | 103.300 |
| RCS-100      | 204790.081 | 5393010.775 | 103.666 |

**COORDONNEES DES BORNES INAMOVIBLES (MTM 7)**

| BORNE # | X          | Y            |
|---------|------------|--------------|
| 17      | 204 778,29 | 5 393 032,68 |
| 16      | 204 718,41 | 5 393 104,02 |
| 15      | 204 665,64 | 5 393 182,30 |

- NOTES:**
- 1-TYPE DE TRAVAIL: A) RECHARGEMENT DE SABLE QUI TOTALISE 160m.
  - 2-FOND DE PLAN: 2.1 ORTHO PHOTO Mgs2017\_22005-NO-60w, 2.2 RELIEF BATHYMETRIQUE: 2014, 2.3 RELIEF TERRESTRE: AUCUN
  - 3-TOUTES LES DIMENSIONS ET ELEVATIONS INDIQUEES SUR LES PLANS SONT EN SYSTEME METRIQUE
  - 4-TOUTES LES DIMENSIONS SONT EN METRES ET EN MILLIMETRES
  - 5-ENTREPRENEUR EST RESPONSABLE D'IMPLANter LES REPERS ET DE LES VALIDER
  - 6-TOUS LES EQUIPEMENTS EN PLACE SONT A PROTEGER ET A REMETTRE EN PLACE APRES LES TRAVAUX
  - 7-LA LOCALISATION DES BATIMENTS EXISTANTS APPARAISSANT SUR LES PLANS EST APPROXIMATIVE
  - 8-TYPE D'APPROVISIONNEMENT: SABLE
  - 9-ZONE BIOPHYSIQUE SENSIBLE. AUCUNE CIRCULATION ET AUCUN DEPOT DE MATERIAUX NE SONT PERMIS DANS CETTE ZONE. LES ZONES SENSIBLES DOIVENT ETRE IDENTIFIEES ET LOCALISEES SUR LE CHANTIER AVANT LE DEBUT DES TRAVAUX
  - 10-CLOTURE TEMPORAIRE: LA CLOTURE DEVA ETRE AJUSTEE SUR LE TERRAIN ET INSTALLEE DE FACON SECURITAIRE AFIN D'EMPECHER L'ACCES AU PUBLIC AINSI QU'aux VEHICULES TOUT-TERRAIN. -CLOTURE DE TYPE A NEIGE DE SEKUR -HAUTEUR: 1.2m -POTEAU EN T LEGER PEINT VERT 25mmX25mmX2.1m @ 3.05m c/c
  - 11-LE NIVELLEMENT DES MATERIAUX EST PREVU AU PRINTEMPS 2019

| No | DATE    | BUT & DISTRIBUTION | EMETTEUR | No DE DESSINS | TITRE CONCIS | REV. | DATE | OBJET DE LA REVISION | No PROJET | RESSOURCE | DESSINE | DEMANDEUR | INGENIEUR | No CIO |
|----|---------|--------------------|----------|---------------|--------------|------|------|----------------------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|--------|
| A  | 2018/08 | PRELIMINAIRE       | NORDA    |               |              |      |      |                      |           |           |         |           |           |        |
| B  | 2018/10 | DEFINITIF          | NORDA    |               |              |      |      |                      |           |           |         |           |           |        |
| C  | 2018/10 | POUR APPEL D'OFFRE | NORDA    |               |              |      |      |                      |           |           |         |           |           |        |

| REGISTRE DES EMISSIONS |      |                    | DESSINS DE REFERENCE |               |              | REVISIONS |      |                      |
|------------------------|------|--------------------|----------------------|---------------|--------------|-----------|------|----------------------|
| No                     | DATE | BUT & DISTRIBUTION | EMETTEUR             | No DE DESSINS | TITRE CONCIS | REV.      | DATE | OBJET DE LA REVISION |
|                        |      |                    |                      |               |              |           |      |                      |

**SEAU CONCEPTEUR ORIGINAL**

**SEAU DU CONCEPTEUR**  
 Guillaume Massé  
 40210 2018-07-10

**SEAU DU VERIFICATEUR**

**NORDA STELO**  
 N/D: 116888.001

**APPROBATION ADMINISTRATIVE**  
 Caroline Jolette 2018-07-10  
 CHARGE PROJET/DISCIPLINE DATE  
 REPRESENTANT D'USINE DATE

**BERGES**  
 PROGRAMME DE STABILISATION DES BERGES DU LAC SAINT-JEAN 2018-2019  
 SITE 88.15.01, SAINT-HENRI-DE-TAILLON LOTS: 3 549 391, 3 549 434

**Rio Tinto**  
 Energie Electrique  
 1954 Davis, C.P. 1800  
 Jonquière, Québec, Canada  
 G7S 4R5

**SEAU CONCEPTEUR**  
 G.Masse Ing. 2018-07-10  
 CONCEPTEUR DATE  
 S.Lavoie Tech. 2018-07-10  
 VERIFICATEUR DATE

**SEAU DE PROJET**  
 G.Masse Ing. 2018-07-10  
 VERIFICATEUR DATE

**INDIQUEE**

**CB BRG C 0 A0,326862,EE R, C**



# ANNEXE

## 4

### IDENTIFICATION DU BENTHOS, RAPPORTS DES EXPERTS



Laboratoires

**SAB** inc.

Référence: SAB: 118521

ANALYSE DU BENTHOS

Récolté au Lac St-Jean

Rapport final

préparé pour

WSP Chicoutimi

par

Bernadette Jacquaz  
Laboratoires SAB Inc.  
Longueuil

Décembre 2018

813 Bériault, #204  
Longueuil, Québec J4G1X7  
Téléphone 450-463-9666  
courrier électronique [bernadette.jacquaz@labsab.com](mailto:bernadette.jacquaz@labsab.com)

## ÉQUIPE DE TRAVAIL

Chargée de projet, contrôle de qualité  
et taxinomie

Bernadette Jacquaz (M.Sc.)

Taxinomie

Fernand Therrien (M.Sc.)

Tri

Karine Blain (B.Sc.)

Houda Bourghoud (B.Sc.)

Ariane Messier (DEC)

Daniel Auger (DEC)

## ANALYSE EN LABORATOIRE

### Tri

Au laboratoire, les échantillons ont été rincés à l'eau claire dans des tamis superposés ayant des ouvertures de mailles de 2000, 1000 et 500 µm. Les fractions grossières retenues par le tamis de 2000 µm ont été triées à l'aide d'une loupe éclairante. Pour ce qui est de la fraction plus fine (1000 et 500 µm), nous avons tout d'abord séparé la partie organique et la partie sable (inorganique) étant donné la forte quantité de sable contenue dans les échantillons. La méthode utilisée en est une d'élutriation. Elle consistait à rincer et mettre en suspension les sédiments plus légers (organiques) en les brassant. On prélevait par la suite la partie organique pendant qu'elle flottait encore. Le tri de la partie organique de la fraction fine a été effectué en totalité à l'aide d'une loupe binoculaire. L'efficacité de l'élutriation a été vérifiée sur la partie inorganique de plusieurs échantillons. Aucun organisme n'y a été trouvé.

Les organismes récoltés dans les échantillons ont été dénombrés et regroupés selon les grands groupes taxinomiques. Ils ont été conservés dans l'alcool à 70% glycéринé pour une identification ultérieure.

Un contrôle de qualité du tri a été effectué sur 10 % des échantillons (7) et consistait en un tri des matières organiques conservées par une personne autre que le trieur d'origine. Les résultats du contrôle de qualité sont présentés au tableau 1.

Tableau 1. Résultats du contrôle de qualité sur le tri des organismes benthiques récoltés au Lac St-Jean en 2018

| Échantillon | Nombre total<br>d'organismes triés | Nombre oublié | Pourcentage oublié |
|-------------|------------------------------------|---------------|--------------------|
| ERPL MS5    | 2                                  | 0             | 0,0                |
| TRPL2 MI2   | 18                                 | 0             | 0,0                |
| TRPL1 PF1   | 19                                 | 1             | 5,3                |
| TRPL2 PF1   | 45                                 | 1             | 2,2                |
| TRPL2 PF2   | 9                                  | 0             | 0,0                |
| TRPL2 PF3   | 26                                 | 1             | 3,8                |
| TRPL2 PF10  | 15                                 | 1             | 6,7                |

### **Identification**

L'évaluation taxinomique des organismes benthiques a été effectuée à partir des clés d'identification citées dans Merritt *et al.* (2008) et dans Thorp et Covich (2010). Les organismes ont été identifiés à la famille sauf les nématodes qui demandent une méthodologie d'échantillonnage et de préservation particulière pour une identification plus précise. Dans le cas des organismes zooplanctoniques, ils ont été laissés à Copepoda ou Cladocera. L'Ostracoda était abîmé donc n'a pas été identifié plus loin.

### **Saisi des données**

Les données de dénombrement (nombre d'organismes benthiques identifiés) ont été saisies dans un fichier EXCEL sous forme de matrice qui présente les taxons sur les lignes et les échantillons sur les colonnes (tableau 2).

### **Collection de référence**

Une collection de référence a été constituée en isolant quelques individus des différents taxons benthiques rencontrés dans les échantillons. Ces spécimens ont été conservés dans une solution d'alcool à 70 % glycérol. Les taxons représentés dans la collection de référence sont donnés au tableau 3.

### **Références**

Merritt, R. W., Cummins, K. W. et M.B.Berg, eds. 2008. An introduction to the aquatic insects of North America. 4<sup>rd</sup> ed., Kendall/Hunt, Dubuque, IA, 1158 pp.

Thorp, J. H., Covich A. P. 2010. Ecology and classification of North American freshwater invertebrates, Third edition. Elsevier Science. 1088 pp.







| Tableau 2.                                    |                              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |               |               |               |               |                |              |              |
|---|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|--------------|--------------|
| Taxon   |                              | TRPL2 | TRPL2 | TRPL2 | TRPL2 | TRPL2 | TRPL2 | TRPL2 | TRPL2 | TRPL2 | TRPL2 | TRPL2 | TRPL2 | TRPL2         | TRPL2         | x             | x             | x              | x            | x            |
|   |                              | MI4   | MI5   | MS 1  | MS 2  | MS 3  | MS 4  | MS 5  | PF 1  | PF 2  | PF 3  | PF 4  | PF 5  | TRPL2<br>PF 6 | TRPL2<br>PF 7 | TRPL2<br>PF 8 | TRPL2<br>PF 9 | TRPL2<br>PF 10 | TRPL3<br>MI1 | TRPL3<br>MI2 |
| PORIFERA                                      | Spongillidae                 |       |       |       |       |       |       | C     |       |       | C     |       |       |               |               |               |               |                |              |              |
| NEMATODA                                      |                              | 2     | 1     | 1     | 1     |       |       |       | 1     |       | 1     |       | 2     |               |               |               | 2             |                |              | 1            |
| ECTOPROCTA                                    | Paludicellidae               |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |               |               |               |               |                |              |              |
| MOLLUSCA                                      | Bivalvia                     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |               |               |               |               |                |              |              |
|   | Unionidae                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 1     |               |               |               |               | 2              |              |              |
|   | Sphaeriidae                  | 4     | 3     | 4     |       |       | 1     | 2     | 12    | 5     | 9     | 7     | 14    | 2             | 4             |               | 8             | 4              |              |              |
| ANNELIDA                                      | Polychaeta                   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |               |               |               |               |                |              |              |
|   | Sabellidae                   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |               |               |               |               | 2              |              |              |
|   | Oligochaeta                  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |               |               |               |               |                |              |              |
|   | Naididae                     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |               |               |               |               |                |              |              |
|   | Enchytraeidae                |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |               |               |               |               |                |              |              |
|   | Lumbriculidae                |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |               |               |               |               |                |              |              |
|   | Tubificidae                  | 1     |       |       |       |       |       |       | 16    | 3     | 7     | 2     | 1     |               |               |               |               | 2              |              |              |
|   | Hirudinea                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |               |               |               |               |                |              |              |
|   | Glossiphoniidae              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |               |               |               |               |                |              |              |
| CHELICERATA                                   | Arachnida                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |               |               |               |               |                |              |              |
|   | Acari                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |               |               |               |               |                |              |              |
|   | Arrenuridae                  |       |       |       |       |       |       |       | 1     |       |       |       |       |               |               |               |               |                |              |              |
|   | Hygrobatidae                 | 1     |       |       |       |       |       |       |       |       | 1     |       |       |               |               |               | 1             |                |              |              |
|   | Lebertiidae                  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |               |               |               |               |                |              |              |
|   | Limnesiidae                  | 1     |       |       |       |       |       |       |       |       | 1     |       |       |               |               |               |               |                |              |              |
|   | Mideopsidae                  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |               |               |               |               | 1              |              |              |
| ARTHROPODA                                    | Crustacea                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |               |               |               |               |                |              |              |
|   | Cladocera (zooplanctoniques) |       |       | 1     | 2     | 1     |       |       |       |       | 1     |       |       |               |               |               |               |                |              |              |
|   | Copepoda (zooplanctoniques)  | 2     |       |       | 3     |       |       |       |       |       |       |       |       |               | 1             |               |               | 1              |              |              |
|   | Ostracoda                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |               |               |               |               |                |              |              |
|   | Insecta                      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |               |               |               |               |                |              |              |
|   | Ephemeroptera                |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |               |               |               |               |                |              |              |
|   | Caenidae                     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |               |               |               |               |                |              |              |
|   | Baetiscidae                  |       |       | 1     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |               |               |               |               |                |              |              |
|   | Ephemerellidae               |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |               |               |               |               |                |              |              |
|   | Metretopodidae               |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |               |               |               |               |                |              |              |
|   | Trichoptera                  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |               |               |               |               |                |              |              |
|   | Hydropsychidae               |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |               |               |               |               |                |              |              |
|   | Hydroptilidae                |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |               |               |               |               |                |              |              |
|   | Leptoceridae                 |       |       |       |       |       |       | 1     | 5     |       | 2     |       | 4     | 1             | 2             | 2             |               | 1              |              |              |
|   | Molannidae                   |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 1     |       | 1     | 1             |               |               | 2             |                |              |              |
|   | Philopotamidae               |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |               |               |               |               |                |              |              |
|   | Phryganeidae                 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |               |               |               |               |                | 1            |              |
|   | Diptera                      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |               |               |               |               |                |              |              |
|   | Nematocera                   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |               |               |               |               |                |              |              |
|   | Ceratopogonidae              | 1     |       |       |       |       |       |       | 1     |       |       |       | 1     |               | 1             |               |               | 1              |              |              |
|   | Chironomidae (larves)        | 57    | 13    |       |       |       |       | 1     | 7     |       | 5     |       |       | 2             | 2             |               |               |                | 3            | 4            |
|   | Chironomidae (pupes)         |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 1     |       |       |               |               |               |               |                |              |              |
|   | Brachycera                   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |               |               |               |               |                |              |              |
|   | Empididae                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |               |               |               |               |                |              |              |
| En gris: aucun organisme récolté              |                              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |               |               |               |               |                |              |              |
| En bleu avec x: deuxième série d'échantillons |                              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |               |               |               |               |                |              |              |

| Tableau 2.  |                              |   |              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------|------------------------------|---|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| x           |                              |   |              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Taxon       | TRPL3                        |   | TRPL3<br>MI4 | TRPL3 | TRPL3 | TRPL3 | TRPL3 | TRPL3 | TRPL3 | TRPL3 | TRPL3 | TRPL3 | TRPL3 | TRPL3 | TRPL3 |
|             | MI3                          |   |              | MI5   | MS 1  | MS 2  | MS 3  | MS 4  | MS 5  | PF 1  | PF 2  | PF 3  | PF 4  | PF 5  |       |
| PORIFERA    | Spongillidae                 |   |              |       |       |       |       |       |       |       |       |       | C     | C     |       |
| NEMATODA    |                              |   | 1            |       |       |       |       |       |       |       | 1     |       | 1     | 1     |       |
| ECTOPROCTA  | Paludicellidae               |   |              |       | C     | C     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| MOLLUSCA    | Bivalvia                     |   |              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|             | Unionidae                    |   |              |       |       |       |       |       |       |       | 8     | 3     | 2     | 2     |       |
|             | Sphaeriidae                  |   |              |       |       |       |       |       |       | 7     | 53    | 28    | 12    | 39    |       |
| ANNELIDA    | Polychaeta                   |   |              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|             | Sabellidae                   |   |              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|             | Oligochaeta                  |   | 1            |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|             | Naididae                     |   |              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 1     |       |
|             | Enchytraeidae                |   |              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 1     |       |
|             | Lumbriculidae                |   |              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 1     |       |
|             | Tubificidae                  |   |              |       |       |       |       |       |       |       | 6     | 17    | 2     | 10    |       |
|             | Hirudinea                    |   |              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|             | Glossiphoniidae              |   |              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| CHELICERATA | Arachnida                    |   |              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|             | Acari                        |   |              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|             | Arrenuridae                  |   |              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|             | Hygrobatidae                 |   |              |       |       |       |       |       |       | 1     |       |       | 2     |       |       |
|             | Lebertiidae                  |   |              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|             | Limnesiidae                  |   |              |       |       |       |       |       |       |       |       | 1     |       | 1     |       |
|             | Mideopsidae                  |   |              |       |       |       |       |       |       |       |       | 1     |       |       |       |
| ARTHROPODA  | Crustacea                    |   |              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|             | Cladocera (zooplanctoniques) |   |              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|             | Copepoda (zooplanctoniques)  |   |              |       |       |       | 1     |       |       |       |       |       | 1     |       |       |
|             | Ostracoda                    |   |              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|             | Insecta                      |   |              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|             | Ephemeroptera                |   |              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|             | Caenidae                     |   | 1            |       |       |       | 1     |       |       |       |       |       |       |       |       |
|             | Baetiscidae                  |   |              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|             | Ephemerellidae               |   |              |       |       |       |       |       |       |       | 1     |       |       |       |       |
|             | Metretopodidae               |   |              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|             | Trichoptera                  |   |              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|             | Hydropsychidae               |   |              |       |       |       |       |       |       |       | 1     |       |       |       |       |
|             | Hydroptilidae                |   |              |       |       | 1     |       |       |       |       | 1     |       |       |       |       |
|             | Leptoceridae                 |   |              |       |       |       |       |       |       |       | 8     |       |       | 1     |       |
|             | Molannidae                   |   |              |       |       |       |       |       |       | 1     | 1     |       |       |       |       |
|             | Philopotamidae               |   |              |       | 1     |       | 1     |       | 1     |       |       |       |       |       |       |
|             | Phryganeidae                 |   |              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|             | Diptera                      |   |              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|             | Nematocera                   |   |              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|             | Ceratopogonidae              |   |              |       |       |       |       |       |       |       | 1     |       |       |       |       |
|             | Chironomidae (larves)        | 6 | 12           | 5     | 1     |       | 1     | 2     |       |       | 8     | 2     |       | 5     |       |
|             | Chironomidae (pupes)         |   |              |       |       |       |       |       |       |       |       | 1     |       | 2     |       |
|             | Brachycera                   |   |              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|             | Empididae                    |   |              |       |       |       |       |       |       |       | 2     |       |       |       |       |

En gris: aucun organisme récolté  
 En bleu avec x: deuxième série d'échantillons



**G.D.G. Environnement Ltée**

430, rue St-Laurent  
Trois-Rivières (Québec) G8T 6H3  
T: (888) 567-8567 Fax (819) 373-6832  
gdg.environnement@gdg.ca www.gdg.ca

**Contact:**

Marie-Laure Escudero  
[Marie-Laure.Escudero@gdg.ca](mailto:Marie-Laure.Escudero@gdg.ca)  
Cell.: 819-244-6194

## ÉQUIPE DE TRAVAIL

|                     |       |  |
|---------------------|-------|--|
| Chargée de projet   | ..... | Marie-Laure Escudero (Ph.D., Mcb.A.)       |
| Contrôle de qualité | ..... | Bernadette Jacquaz (MSc.) Laboratoires SAB |
| Taxinomie           | ..... | André Leblanc (MSc.)                       |
|                     | ..... | Marc-Antoine Perreault (B.Sc.)             |
|                     | ..... | Simon Pratte (DEC)                         |
| Lavage et tri       | ..... | Annie Michel (DEC; C. Env.)                |
|                     | ..... | Carol-Ann Leblanc (DEC)                    |
|                     | ..... | Joël Boudreault (M.A.)                     |
|                     | ..... | Marie-Hélène Bélanger-Morissette (B.Sc.)   |
|                     | ..... | Stéphanie Duchesne                         |
|                     | ..... | Erika Gauthier (B.Sc.)                     |

## Table des matières

|  |    |
|--|----|
| ANALYSE EN LABORATOIRE.....                    | 4  |
| 1. Lavage et Tri .....                         | 4  |
| 1.1. Échantillons sable et gravier .....       | 4  |
| 1.2. Échantillons organiques.....              | 4  |
| 1.2.1. Méthode de sous-échantillonnage .....   | 4  |
| 2. Contrôle de qualité du tri .....            | 5  |
| 3. Contrôle de qualité du fractionnement ..... | 5  |
| 4. Identification .....                        | 6  |
| 5. Collection de référence.....                | 6  |
| 6. Saisie des données.....                     | 6  |
| 7. Références.....                             | 6  |
| TABLEAUX .....                                 | 8  |
| ANNEXE 1 .....                                 | 13 |

## Table des tableaux

|  |    |
|--|----|
| Tableau 1 : Liste des échantillons (fractions fines) fractionnés lors du tri des organismes benthiques (Lac St-Jean, 2019). .....                | 9  |
| Tableau 2 : Contrôle de qualité sur le tri des organismes benthiques (Lac St-Jean, 2019). ....   | 10 |
| Tableau 3 : Résultats du contrôle de qualité du fractionnement des échantillons lors du tri des organismes benthiques (Lac St-Jean, 2019). ..... | 11 |
| Tableau 4 : Collection de référence complémentaire des organismes benthiques récoltés (Lac St-Jean, 2019).....                                   | 12 |

## ANALYSE EN LABORATOIRE

### 1. Lavage et Tri

Au laboratoire, les échantillons ont été rincés à l'eau claire dans des tamis superposés ayant des ouvertures de mailles de 4000, 2000, 1000 et 500  $\mu\text{m}$ . Les fractions grossières retenues par les tamis de 4000 et 2000  $\mu\text{m}$  ont été triées en totalité à l'aide d'une loupe éclairante. Pour ce qui est des fractions plus fines (1000 et 500  $\mu\text{m}$ ), l'approche dépendait de la composition des échantillons.

#### 1.1. Échantillons sable et gravier

La plupart des échantillons étaient composés d'une forte quantité de sable et de gravier. Pour faciliter le tri de ces échantillons, nous avons tout d'abord séparé la partie organique et la partie sable (inorganique).

La méthode utilisée est l'*élutriation*. Cette méthode qui combine lavage et décantation, consiste à rincer et mettre en suspension les sédiments plus légers (organiques) en les brassant. On prélève ensuite la partie organique plus légère pendant qu'elle flotte encore. Le tri de la partie organique de la fraction fine a été effectué en totalité pour la majorité des échantillons sous un binoculaire.

L'efficacité de l'élutriation a été vérifiée sur la partie inorganique (sable/gravier) de plusieurs échantillons. Aucun organisme n'y a été trouvé.

#### 1.2. Échantillons organiques

Plus d'une dizaine d'échantillons contenaient beaucoup de matière organique, avec de la matière fibreuse. Pour huit d'entre eux, nous avons procédé à un sous-échantillonnage des fractions fines. Les fractions grossières ont été triées au complet.

##### 1.2.1. Méthode de sous-échantillonnage

La méthode utilisée était basé sur le poids des sous-échantillons. Elle consistait à homogénéiser le refus du tamis dans un tamis à maille de 500  $\mu\text{m}$ , d'en retirer l'eau et de



prélever une fraction qui était pesée pour estimer la proportion (%) à analyser. Le sous-échantillon correspondait à la quantité de matériel qui pouvait être analysée dans un temps raisonnable de 8 à 10 heures.

Au moins 25 % de l'échantillon était trié. La ou les autres fractions sont conservées pour d'éventuels tests de contrôle de qualité. La liste des échantillons sous-échantillonnés est donnée au tableau 1. Le nombre d'organismes retrouvés dans les sous-échantillons a été ramené au nombre total contenu dans l'échantillon en multipliant par l'inverse de la fraction analysée.

Les organismes récoltés dans les échantillons ont été dénombrés et regroupés selon les grands groupes taxinomiques. Ils ont été conservés dans l'alcool à 70% glycérolé à 5% pour une identification ultérieure.

## **2. Contrôle de qualité du tri**

Un contrôle de qualité du tri a été effectué sur 10 % des échantillons (12) et consistait en un tri des matières organiques conservées par une autre personne que le trieur d'origine. Les résultats du contrôle de qualité du tri sont présentés au tableau 2. Le critère de tri accepté implique qu'au plus 10 % du nombre total d'organismes aient été manqués.

## **3. Contrôle de qualité du fractionnement**

Pour valider la méthode de sous-échantillonnage, nous avons effectué une analyse de variabilité sur un échantillon (tableau 3). Ce contrôle de qualité du fractionnement a été réalisé sur 10% des échantillons fractionnés (1 échantillon). Ainsi, le tri de trois fractions de 33% de l'échantillon a été effectué. Les 3 fractions ont donc été triées au complet.

L'erreur a été estimée avec la formule suivante :

$(\text{nombre estimé par la fraction} / \text{nombre estimé dans l'échantillon complet} \times 100) - 100$

Le critère d'un protocole de fractionnement implique que les nombres d'organismes dénombrés dans les 3 fractions ne doivent pas différer de plus de 20 % entre chacune.

Les résultats du contrôle de qualité du fractionnement sont présentés au tableau 3.

#### **4. Identification**

L'évaluation taxinomique des organismes benthiques a été effectuée à partir des clés d'identification citées dans Merritt *et al.* (2008) et dans Thorp et Covich (2010). Les organismes ont été identifiés à la famille sauf les nématodes qui demandent une méthodologie d'échantillonnage et de préservation particulière pour une identification plus précise. Dans le cas des organismes zooplanctoniques, ils ont été laissés à Copepoda ou Cladocera. L'Ostracoda était abîmé donc n'a pas été identifié plus loin.

#### **5. Collection de référence**

La collection de référence a été complétée par quelques individus de taxons non rencontrés en 2018. Ces spécimens ont été conservés dans une solution d'alcool à 70 % glycérol afin que l'identification soit validée par un taxinomiste indépendant, Mr Fernand Therrien. Les nouveaux taxons (14) représentés dans la collection de référence sont donnés au tableau 4. et les résultats de leur validation sont présentés à l'annexe 1.

*Note* : Selon le site de référence ITIS (<https://www.itis.gov/>), la famille des Macromiidae est maintenant regroupée dans celle des Corduliidae.

#### **6. Saisie des données**

Les données de dénombrement (nombre d'organismes benthiques identifiés) ont été saisies dans un fichier EXCEL sous forme de matrice qui présente les taxons sur les lignes et les échantillons sur les colonnes (tableau 5).

#### **7. Références**

Merritt, R. W., Cummins, K. W. et M.B.Berg, eds. 2008. An introduction to the aquatic insects of North America. 4<sup>rd</sup> ed., Kendall/Hunt, Dubuque, IA, 1158 pp.

Thorp, J. H., Covich A. P. 2010. Ecology and classification of North American freshwater invertebrates, Third edition. Elsevier Science. 1088 pp.



## TABLEAUX

**Tableau 1 : Liste des échantillons (fractions fines) fractionnés lors du tri des organismes benthiques (Lac St-Jean, 2019).**

| <b>Échantillon</b> | <b>Station</b> | <b>% de sous-échantillonnage</b> |
|--------------------|----------------|----------------------------------|
| BEN 019            | ERPR MI2       | 25%                              |
| BEN 020            | ERPR MI3       | 33%                              |
| BEN 021            | ERPR MI4       | 33%                              |
| BEN 022            | ERPR MI5       | 25%                              |
| BEN 088            | TRPR1 MI1      | 50%                              |
| BEN 089            | TRPR1 MI2      | 33%                              |
| BEN 090            | TRPR1 MI3      | 33%                              |
| BEN 106            | TRPR2 MI4      | 50%                              |

Tableau 2 : Contrôle de qualité sur le tri des organismes benthiques (Lac St-Jean, 2019).

| Échantillon   | Station   | Nombre total<br>d'organismes triés | Nombre oublié | % manqué |
|---------------|-----------|------------------------------------|---------------|----------|
| BEN 014       | ERPR PF2  | 53                                 | 3             | 5,7%     |
| BEN 019 (T)   | ERPR MI2  | 108                                | 5             | 4,6%     |
| BEN 019 (25%) | ERPR MI2  | 358                                | 32            | 8,9%     |
| BEN 026       | TRPL1 PF4 | 17                                 | 1             | 5,9%     |
| BEN 064       | ERPR MS2  | 438                                | 21            | 4,8%     |
| BEN 066       | ERPR MS4  | 677                                | 38            | 5,6%     |
| BEN 067       | ERPR MS5  | 459                                | 24            | 5,2%     |
| BEN 068       | TRPR1 PF1 | 89                                 | 7             | 7,9%     |
| BEN 075       | TRPR3 MS3 | 53                                 | 1             | 1,9%     |
| BEN 097       | TRPR2 MS5 | 120                                | 2             | 1,7%     |
| BEN 104       | TRPR2 MI2 | 416                                | 29            | 7,0%     |
| BEN 109       | TRPL3 MS2 | 7                                  | 0             | 0,0%     |
| BEN 125       | TRPL1 MS3 | 8                                  | 0             | 0,0%     |

**Tableau 3 : Résultats du contrôle de qualité du fractionnement des échantillons lors du tri des organismes benthiques (Lac St-Jean, 2019).**

| Échantillon_Station                                 | BEN018_ERPR MI1 |            |               |             |
|---|-----------------|------------|---------------|-------------|
|   | Fraction (%)    | Nbre trié  | Nombre estimé | Erreur (%)* |
|   | 33,3            | 224        | 672,01        | 6,5         |
|   | 33,3            | 194        | 582,01        | -7,8        |
|   | 33,3            | 213        | 639,01        | 1,3         |
| <b>Total dans l'échantillon</b>                     | <b>100</b>      | <b>631</b> | -             | -           |
| <b>Erreur absolue (moyenne du sous-échantillon)</b> | -               | -          | -             | <b>5,2</b>  |

\* Erreur= (nombre estimé par la fraction /nombre trié ou estimé dans l'échantillon complet X 100) - 100

**Tableau 4 : Collection de référence complémentaire des organismes benthiques récoltés (Lac St-Jean, 2019).**

| <b>Taxon</b>      | <b>No de fiole</b> |
|-------------------|--------------------|
| NEMERTEA          |                    |
| Tetrastemmatidae  | 37                 |
| MOLLUSCA          |                    |
| Gastropoda        |                    |
| Hydrobiidae       | 32                 |
| Planorbidae       | 33                 |
| Valvatidae        | 34                 |
| ARTHROPODA        |                    |
| Chelicerata       |                    |
| Arachnida         |                    |
| Acari             |                    |
| Prostigmata       |                    |
| Oxidae            | 35                 |
| Unionicolidae     | 36                 |
| Insecta           |                    |
| Odonata           |                    |
| Corduliidae       | 38                 |
| Gomphidae         | 39                 |
| Ephemeroptera     |                    |
| Ephemeridae       | 40                 |
| Megaloptera       |                    |
| Sialidae          | 41                 |
| Trichoptera       |                    |
| Dipseudopsidae    | 42                 |
| Polycentropodidae | 43                 |
| Coleoptera        |                    |
| Elmidae           | 44                 |
| Lepidoptera       |                    |
| Crambidae         | 45                 |



## **ANNEXE 1**

### **Résultats de la validation de la collection de référence**

| Tableau . Collection de référence complémentaire des organismes benthiques |             |                         |                       |                         |
|--|-------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|
| récoltés dans le cadre du projet du Lac St-Jean en 2019                    |             |                         |                       |                         |
| Taxon  | No de fiole | Identification correcte | Identification fausse | Remarques               |
| <b>NEMERTEA</b>  |             |                         |                       |                         |
| Tetrastemmatidae   | 37          | x                       |                       |                         |
| <b>MOLLUSCA</b>  |             |                         |                       |                         |
| Gastropoda   |             |                         |                       |                         |
| Hydrobiidae  | 32          | x                       |                       |                         |
| Planorbidae  | 33          | x                       |                       |                         |
| Valvatidae   | 34          | x                       |                       |                         |
| <b>ARTHROPODA</b>  |             |                         |                       |                         |
| Chelicerata  |             |                         |                       |                         |
| Arachnida  |             |                         |                       |                         |
| Acari  |             |                         |                       |                         |
| Prostigmata  |             |                         |                       |                         |
| Oxidae   | 35          | x                       |                       |                         |
| Unionicolidae  | 36          | x                       |                       |                         |
| Insecta  |             |                         |                       |                         |
| Odonata  |             |                         |                       |                         |
| Corduliidae  | 38          |                         | x                     | spécimen de Macromiidae |
| Gomphidae  | 39          | x                       |                       |                         |
| Ephemeroptera  |             |                         |                       |                         |
| Ephemeridae  | 40          | x                       |                       |                         |
| Leptophlebiidae  | 46          | x                       |                       |                         |
| Megaloptera  |             |                         |                       |                         |
| Sialidae   | 41          | x                       |                       |                         |
| Trichoptera  |             |                         |                       |                         |
| Dipseudopsidae   | 42          | x                       |                       |                         |
| Polycentropodidae  | 43          | x                       |                       |                         |
| Coleoptera   |             |                         |                       |                         |
| Elmidae  | 44          | x                       |                       |                         |
| Lepidoptera  |             |                         |                       |                         |
| Crambidae  | 45          | x                       |                       |                         |
| Validé par Fernand Therrien le 26 novembre 2019                            |             |                         |                       |                         |

*F. Therrien*



**G.D.G. Environnement Ltée**

430, rue St-Laurent  
Trois-Rivières (Québec) G8T 6H3  
T: (888) 567-8567 Fax (819) 373-6832  
gdg.environnement@gdg.ca www.gdg.ca

**Contact:**

Marie-Laure Escudero  
[Marie-Laure.Escudero@gdg.ca](mailto:Marie-Laure.Escudero@gdg.ca)  
Cell.: 819-244-6194

## ÉQUIPE DE TRAVAIL

|                     |       |  |
|---------------------|-------|--|
| Chargée de projet   | ..... | Marie-Laure Escudero (Ph.D., Mcb.A.)   |
| Contrôle de qualité | ..... | Carol-Ann Leblanc (DEC)  |
| Taxonomie           | ..... | Fernand Therrien (M.Sc.) Taxonomiste Sénior<br>Responsable du contrôle de qualité Identification |
|                     | ..... | Simon Pratte (DEC)   |
| Lavage et tri       | ..... | Jean-François Houde (B.Sc.)  |
|                     | ..... | Joël Boudreault (MPh.)   |
|                     | ..... | Carol-Ann Leblanc (DEC)  |

## Table des matières

|  |    |
|--|----|
| ANALYSE EN LABORATOIRE .....                   | 4  |
| 1. Lavage et Tri .....                         | 4  |
| 1.1. Échantillons sable et gravier .....       | 4  |
| 1.2. Échantillons organiques.....              | 4  |
| 1.2.1. Méthode de sous-échantillonnage .....   | 4  |
| 2. Contrôle de qualité du tri .....            | 5  |
| 3. Contrôle de qualité du fractionnement ..... | 5  |
| 4. Identification .....                        | 6  |
| 5. Collection de référence .....               | 6  |
| 6. Saisie des données .....                    | 6  |
| 7. Références.....                             | 6  |
| TABLEAUX.....                                  | 7  |
| ANNEXE 1.....                                  | 12 |

## Table des tableaux

|  |    |
|--|----|
| Tableau 1 : Liste des échantillons (fractions fines) fractionnés lors du tri des organismes benthiques (Lac St-Jean, 2020). .....                | 8  |
| Tableau 2 : Contrôle de qualité sur le tri des organismes benthiques (Lac St-Jean, 2020). .....  | 9  |
| Tableau 3 : Résultats du contrôle de qualité du fractionnement des échantillons lors du tri des organismes benthiques (Lac St-Jean, 2020). ..... | 10 |
| Tableau 4 : Collection de référence complémentaire des organismes benthiques récoltés (Lac St-Jean, 2020).....                                   | 11 |

## ANALYSE EN LABORATOIRE

### 1. Lavage et Tri

Au laboratoire, les échantillons ont été rincés à l'eau claire dans des tamis superposés ayant des ouvertures de mailles de 4000, 2000, 1000 et 500  $\mu\text{m}$ . Les fractions grossières retenues par les tamis de 4000 et 2000  $\mu\text{m}$  ont été triées en totalité à l'aide d'une loupe éclairante. Pour ce qui est des fractions plus fines (1000 et 500  $\mu\text{m}$ ), l'approche dépendait de la composition des échantillons.

#### 1.1. Échantillons sable et gravier

La plupart des échantillons étaient composés d'une forte quantité de sable et de gravier. Pour faciliter le tri de ces échantillons, nous avons tout d'abord séparé la partie organique et la partie sable (inorganique).

La méthode utilisée est l'*élutriation*. Cette méthode qui combine lavage et décantation, consiste à rincer et mettre en suspension les sédiments plus légers (organiques) en les brassant. On prélève ensuite la partie organique plus légère pendant qu'elle flotte encore. Le tri de la partie organique de la fraction fine a été effectué en totalité pour la majorité des échantillons sous un binoculaire.

L'efficacité de l'élutriation a été vérifiée sur la partie inorganique (sable/gravier) de plusieurs échantillons. Aucun organisme n'y a été trouvé.

#### 1.2. Échantillons organiques

Neuf échantillons contenaient beaucoup de matière organique. Pour six d'entre eux, nous avons procédé à un sous-échantillonnage des fractions fines. Les fractions grossières ont été triées au complet.

##### 1.2.1. Méthode de sous-échantillonnage

La méthode utilisée était basée sur le poids des sous-échantillons. Elle consistait à homogénéiser le refus du tamis dans un tamis à maille de 500  $\mu\text{m}$ , d'en retirer l'eau et de

prélever une fraction qui était pesée pour estimer la proportion (%) à analyser. Le sous-échantillon correspondait à la quantité de matériel qui pouvait être analysée dans un temps raisonnable de 8 à 10 heures.

Au moins 25 % de l'échantillon était trié. La ou les autres fractions sont conservées pour d'éventuels tests de contrôle de qualité. La liste des échantillons sous-échantillonnés est donnée au tableau 1. Le nombre d'organismes retrouvés dans les sous-échantillons a été ramené au nombre total contenu dans l'échantillon en multipliant par l'inverse de la fraction analysée.

Les organismes récoltés dans les échantillons ont été dénombrés et regroupés selon les grands groupes taxinomiques. Ils ont été conservés dans l'alcool à 70% glycérolisé à 5% pour une identification ultérieure.

## **2. Contrôle de qualité du tri**

Un contrôle de qualité du tri a été effectué sur 10 % des échantillons (12).

Ce contrôle de qualité du tri a été effectué par une autre personne que le trieur d'origine et consistait en un tri des matières organiques et inorganiques conservées afin de s'assurer qu'au plus 10% a été manqué par le trieur d'origine, et qu'aucun groupe taxonomique n'a été oublié lors du tri initial, et ce, même si les organismes manqués d'un groupe en particulier constituent moins de 10 % du nombre total des organismes.

Les résultats du contrôle de qualité du tri sont présentés au tableau 2.

## **3. Contrôle de qualité du fractionnement**

Pour valider la méthode de sous-échantillonnage, nous avons effectué une analyse de variabilité sur un échantillon (tableau 3). Ce contrôle de qualité du fractionnement a été réalisé sur 10% des échantillons fractionnés (1 échantillon). Ainsi, le tri de trois fractions de 33% de l'échantillon a été effectué. Les 3 fractions ont donc été triées au complet.

L'erreur a été estimée avec la formule suivante :

$(\text{Nombre estimé par la fraction} / \text{nombre estimé dans l'échantillon complet} \times 100) - 100$

Le critère d'un protocole de fractionnement implique que les nombres d'organismes dénombrés dans les 3 fractions ne doivent pas différer de plus de 20 % entre chacune.

Les résultats du contrôle de qualité du fractionnement sont présentés au tableau 3.

#### **4. Identification**

L'évaluation taxinomique des organismes benthiques a été effectuée à partir des clés d'identification citées dans Merritt *et al.* (2008) et dans Thorp et Covich (2010). Les organismes ont été identifiés à la famille sauf les nématodes qui demandent une méthodologie d'échantillonnage et de préservation particulière pour une identification plus précise.

#### **5. Collection de référence**

La collection de référence a été complétée par quelques individus de taxons non rencontrés en 2018 et 2019. Ces spécimens ont été conservés dans une solution d'alcool à 70 % glycérol afin que l'identification soit validée par un taxonomiste indépendant, Mr Fernand Therrien. Les nouveaux taxons (8) représentés dans la collection de référence sont donnés au tableau 4 et les résultats de leur validation sont présentés à l'annexe 1.

#### **6. Saisie des données**

Les données de dénombrement (nombre d'organismes benthiques identifiés) ont été saisies dans un fichier EXCEL sous forme de matrice qui présente les taxons sur les lignes et les échantillons sur les colonnes (tableau 5).

#### **7. Références**

Merritt, R. W., Cummins, K. W. et M.B.Berg, eds. 2008. An introduction to the aquatic insects of North America. 4<sup>rd</sup> ed., Kendall/Hunt, Dubuque, IA, 1158 pp.

Thorp, J. H., Covich A. P. 2010. Ecology and classification of North American freshwater invertebrates, Third edition. Elsevier Science. 1088 pp.



## **TABLEAUX**

**Tableau 1 : Liste des échantillons (fractions fines) fractionnés lors du tri des organismes benthiques (Lac St-Jean, 2020).**

| <b>Échantillon</b> | <b>Station</b> | <b>% de sous-échantillonnage</b> |
|--------------------|----------------|----------------------------------|
| BEN 258            | TRPL2 MS3      | 33%                              |
| BEN 259            | TRPL2 MS4      | 40%                              |
| BEN 293            | ERPR MI4       | 50%                              |
| BEN 294            | ERPR MI4       | 25%                              |
| BEN 295            | ERPR MI5       | 33%                              |
| BEN 306            | TRPR1 MI1      | 40%                              |

Tableau 2 : Contrôle de qualité sur le tri des organismes benthiques (Lac St-Jean, 2020).

| Échantillon | Station   | Nombre total<br>d'organismes triés | Nombre oublié | % manqué |
|-------------|-----------|------------------------------------|---------------|----------|
| BEN 251     | TRPL1 PF1 | 17                                 | 0             | 0,0%     |
| BEN 252     | TRPL1 PF2 | 15                                 | 0             | 0,0%     |
| BEN 253     | TRPL1 PF3 | 21                                 | 1             | 4,7%     |
| BEN 282     | TRPL3 PF2 | 83                                 | 2             | 2,4%     |
| BEN 283     | TRPL3 PF3 | 76                                 | 2             | 2,6%     |
| BEN 310     | TRPR1 MI5 | 78                                 | 1             | 1,3%     |
| BEN 311     | TRPR1 PF1 | 45                                 | 3             | 6,7%     |
| BEN 312     | TRPR1 PF2 | 7                                  | 0             | 0,0%     |
| BEN 313     | TRPR1 PF3 | 16                                 | 1             | 6,2%     |
| BEN 334     | TRPR3 MS4 | 48                                 | 1             | 2,1%     |
| BEN 335     | TRPR3 MS5 | 125                                | 1             | 0,8%     |
| BEN 338     | TRPR3 MI3 | 164                                | 6             | 3,6%     |

**Tableau 3 : Résultats du contrôle de qualité du fractionnement des échantillons lors du tri des organismes benthiques (Lac St-Jean, 2020).**

| Échantillon_Station                                 | BEN301_TRPR1 MS1 |            |               |            |
|---|------------------|------------|---------------|------------|
|   | Fraction (%)     | Nbre trié  | Nombre estimé | Erreur (%) |
|   | 33.3             | 35         | 105.00        | -0.9       |
|   | 33.3             | 36         | 108.00        | 1.9        |
|   | 33.3             | 36         | 108.00        | 1.9        |
| <b>Total dans l'échantillon</b>                     | <b>100</b>       | <b>106</b> | -             | -          |
| <b>Erreur absolue (moyenne du sous-échantillon)</b> | -                | -          | -             | <b>1.6</b> |
| Erreur min (%)                                      | -                | -          | -             | 0.9        |
| Erreur max (%)                                      | -                | -          | -             | 1.9        |

\* Erreur= (nombre estimé par la fraction /nombre trié ou estimé dans l'échantillon complet X 100) - 100

**Tableau 4 : Collection de référence complémentaire des organismes benthiques récoltés (Lac St-Jean, 2020).**

| <b>Taxon</b>    | <b>No de fiole</b> |
|-----------------|--------------------|
| PLATYHELMINTHES |                    |
| Trepaxonemata   |                    |
| Neophora        |                    |
| Dugesiidae      | 47                 |
| BRYOZOA         |                    |
| Phylactolaemata |                    |
| Cristatellidae  | 48                 |
| Pectinatellidae | 49                 |
| MOLLUSCA        |                    |
| Gastropoda      |                    |
| Lymnaeidae      | 50                 |
| ARTHROPODA      |                    |
| Crustacea       |                    |
| Malacostraca    |                    |
| Isopoda         |                    |
| Asellidae       | 51                 |
| Uniramia        |                    |
| Insecta         |                    |
| Ephemeroptera   |                    |
| Heptageniidae   | 52                 |
| Plecoptera      |                    |
| Perlodidae      | 53                 |
| Diptera         |                    |
| Brachycera      |                    |
| Tabanidae       | 54                 |

## **ANNEXE 1**

### **Résultats de la validation de la collection de référence**

| Taxon           | No de fiole | Identification<br>correcte | Identification<br>fausse | Remarques |
|-----------------|-------------|----------------------------|--------------------------|-----------|
| PLATYHELMINTHES |             |                            |                          |           |
| Trepaxonemata   |             |                            |                          |           |
| Neoophora       |             |                            |                          |           |
| Dugesiidae      | 47          | X                          |                          |           |
| BRYOZOA         |             |                            |                          |           |
| Phylactolaemata |             |                            |                          |           |
| Cristatellidae  | 48          | X                          |                          |           |
| Pectinatellidae | 49          | X                          |                          |           |
| MOLLUSCA        |             |                            |                          |           |
| Gastropoda      |             |                            |                          |           |
| Lymnaeidae      | 50          | X                          |                          |           |
| ARTHROPODA      |             |                            |                          |           |
| Crustacea       |             |                            |                          |           |
| Isopoda         |             |                            |                          |           |
| Asellidae       | 51          | X                          |                          |           |
| Uniramia        |             |                            |                          |           |
| Ephemeroptera   |             |                            |                          |           |
| Heptageniidae   | 52          | X                          |                          |           |
| Plecoptera      |             |                            |                          |           |
| Perlodidae      | 53          | X                          |                          |           |
| Diptera         |             |                            |                          |           |
| Brachycera      |             |                            |                          |           |
| Tabanidae       | 54          | X                          |                          |           |

*F. Therrien*





# ANNEXE

## 5

### LISTES DES TAXONS OBSERVÉS ENTRE 2018 ET 2020



Tableau A-1. Liste des taxons identifiés 2018-2020

| Taxon                     | Embranchement         | Sous-embranchement | Classe          | Sous-classe | Ordre           | Sous-ordre      | Famille         |
|---------------------------|-----------------------|--------------------|-----------------|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Spongillidae              | PORIFERA              |                    | Demospongiae    |             | Haplosclerida   |                 | Spongillidae    |
| Dugesidae                 | PLATYHELMINTHES       |                    | Trepaxonemata   |             | Neophora        |                 | Dugesidae       |
| Cristatellidae            | ECTOPROCTA ou BRYOZOA |                    | Phylactolaemata |             | Plumatellida    |                 | Cristatellidae  |
| Pectinatellidae           | ECTOPROCTA ou BRYOZOA |                    | Phylactolaemata |             | Plumatellida    |                 | Pectinatellidae |
| Paludicellidae            | ECTOPROCTA ou BRYOZOA |                    | Gymnolaemata    |             | Ctenostomata    |                 | Paludicellidae  |
| Unionidae                 | MOLLUSCA              |                    | Bivalvia        |             | Unionoida       |                 | Unionidae       |
| Pisidiidae <sup>1</sup>   | MOLLUSCA              |                    | Bivalvia        |             | Veneroida       |                 | Pisidiidae      |
| Sphaeriidae               | MOLLUSCA              |                    | Bivalvia        |             | Veneroida       |                 | Sphaeriidae     |
| Lymnaeidae                | MOLLUSCA              |                    | Gastropoda      |             | Basommatophora  |                 | Lymnaeidae      |
| Planorbidae               | MOLLUSCA              |                    | Gastropoda      |             | Basommatophora  |                 | Planorbidae     |
| Valvatidae                | MOLLUSCA              |                    | Gastropoda      |             | Basommatophora  |                 | Valvatidae      |
| Hydrobiidae               | MOLLUSCA              |                    | Gastropoda      |             | Neotaenioglossa | Neotaenioglossa | Hydrobiidae     |
| Sabellidae                | ANNELIDA              |                    | Polychaeta      |             | Sabellida       | Sabellida       | Sabellidae      |
| Enchytraeidae             | ANNELIDA              | Clitellata         | Clitellata      |             | Lumbriculida    | Lumbriculida    | Enchytraeidae   |
| Lumbriculidae             | ANNELIDA              | Clitellata         | Clitellata      |             | Lumbriculida    | Lumbriculida    | Lumbriculidae   |
| Naididae                  | ANNELIDA              | Clitellata         | Clitellata      |             | Haplotaxida     | Tubificida      | Naididae        |
| Tubificidae <sup>2</sup>  | ANNELIDA              | Clitellata         | Clitellata      |             | Haplotaxida     | Tubificida      | Tubificidae     |
| Glossiphoniidae           | ANNELIDA              | Clitellata         | Clitellata      |             | Hirudinida      | Hirudinida      | Glossiphoniidae |
| NEMATODA                  | NEMATODA              |                    |                 |             |                 |                 |                 |
| Acari abîmés <sup>3</sup> | ARTHROPODA            | Chelicerata        | Arachnida       | Acari       |                 |                 |                 |
| Arrenuridae               | ARTHROPODA            | Chelicerata        | Arachnida       | Acari       | Trombidiformes  | Trombidiformes  | Arrenuridae     |
| Hygrobatidae              | ARTHROPODA            | Chelicerata        | Arachnida       | Acari       | Trombidiformes  | Trombidiformes  | Hygrobatidae    |
| Lebertiidae               | ARTHROPODA            | Chelicerata        | Arachnida       | Acari       | Trombidiformes  | Trombidiformes  | Lebertiidae     |
| Limnesiidae               | ARTHROPODA            | Chelicerata        | Arachnida       | Acari       | Trombidiformes  | Trombidiformes  | Limnesiidae     |
| Mideopsidae               | ARTHROPODA            | Chelicerata        | Arachnida       | Acari       | Trombidiformes  | Trombidiformes  | Mideopsidae     |
| Oxidae                    | ARTHROPODA            | Chelicerata        | Arachnida       | Acari       | Trombidiformes  | Trombidiformes  | Oxidae          |
| Unionicolidae             | ARTHROPODA            | Chelicerata        | Arachnida       | Acari       | Trombidiformes  | Trombidiformes  | Unionicolidae   |
| Asellidae                 | ARTHROPODA            | Crustacea          | Malacostraca    |             | Isopoda         | Isopoda         | Asellidae       |
| Cladocera <sup>3</sup>    | ARTHROPODA            | Crustacea          | Branchiopoda    |             | Diplostraca     | Cladocera       |                 |
| Copepoda <sup>3</sup>     | ARTHROPODA            | Crustacea          | Hexanauplia     |             | Copepoda        |                 |                 |
| Cyclopidae <sup>3</sup>   | ARTHROPODA            | Crustacea          | Maxillopoda     |             | Cyclopoida      |                 |                 |
| Daphniidae <sup>3</sup>   | ARTHROPODA            | Crustacea          | Branchiopoda    |             | Diplostraca     | Cladocera       | Daphniidae      |
| Ostracoda <sup>3</sup>    | ARTHROPODA            | Crustacea          | Crustacea       |             | Ostracoda       |                 |                 |



**Tableau A-1. Liste des taxons identifiés 2018-2020 (suite)**

| Taxon                             | Embranchement | Sous-embranchement | Classe  | Sous-classe | Ordre         | Sous-ordre | Famille           |
|-----------------------------------|---------------|--------------------|---------|-------------|---------------|------------|-------------------|
| Corduliidae                       | ARTHROPODA    | Hexapoda           | Insecta |             | Odonata       |            | Corduliidae       |
| Gomphidae                         | ARTHROPODA    | Hexapoda           | Insecta |             | Odonata       |            | Gomphidae         |
| Baetiscidae                       | ARTHROPODA    | Hexapoda           | Insecta |             | Ephemeroptera |            | Baetiscidae       |
| Caenidae                          | ARTHROPODA    | Hexapoda           | Insecta |             | Ephemeroptera |            | Caenidae          |
| Ephemerellidae                    | ARTHROPODA    | Hexapoda           | Insecta |             | Ephemeroptera | Pannota    | Ephemerellidae    |
| Ephemeridae                       | ARTHROPODA    | Hexapoda           | Insecta |             | Ephemeroptera |            | Ephemeridae       |
| Ephemeroptera                     | ARTHROPODA    | Hexapoda           | Insecta |             | Ephemeroptera |            | Ephemeroptera     |
| Ephemeroptera abimés <sup>3</sup> | ARTHROPODA    | Hexapoda           | Insecta |             | Ephemeroptera |            |                   |
| Heptageniidae                     | ARTHROPODA    | Hexapoda           | Insecta |             | Ephemeroptera |            | Heptageniidae     |
| Leptophlebiidae                   | ARTHROPODA    | Hexapoda           | Insecta |             | Ephemeroptera |            | Leptophlebiidae   |
| Metretopodidae                    | ARTHROPODA    | Hexapoda           | Insecta |             | Ephemeroptera | Pisciforma | Metretopodidae    |
| Sialidae                          | ARTHROPODA    | Hexapoda           | Insecta |             | Megaloptera   |            | Sialidae          |
| Dipseudopsidae                    | ARTHROPODA    | Hexapoda           | Insecta |             | Trichoptera   |            | Dipseudopsidae    |
| Hydropsychidae                    | ARTHROPODA    | Hexapoda           | Insecta |             | Trichoptera   |            | Hydropsychidae    |
| Hydroptilidae                     | ARTHROPODA    | Hexapoda           | Insecta |             | Trichoptera   |            | Hydroptilidae     |
| Leptoceridae                      | ARTHROPODA    | Hexapoda           | Insecta |             | Trichoptera   |            | Leptoceridae      |
| Molannidae                        | ARTHROPODA    | Hexapoda           | Insecta |             | Trichoptera   |            | Molannidae        |
| Philopotamidae                    | ARTHROPODA    | Hexapoda           | Insecta |             | Trichoptera   |            | Philopotamidae    |
| Phryganeidae                      | ARTHROPODA    | Hexapoda           | Insecta |             | Trichoptera   |            | Phryganeidae      |
| Polycentropodidae                 | ARTHROPODA    | Hexapoda           | Insecta |             | Trichoptera   |            | Polycentropodidae |
| Trichoptera                       | ARTHROPODA    | Hexapoda           | Insecta |             | Trichoptera   |            |                   |
| Elmidae                           | ARTHROPODA    | Hexapoda           | Insecta |             | Coleoptera    |            | Elmidae           |
| Crambidae                         | ARTHROPODA    | Hexapoda           | Insecta |             | Lepidoptera   |            | Crambidae         |
| Ceratopogonidae                   | ARTHROPODA    | Hexapoda           | Insecta |             | Diptera       | Nematocera | Ceratopogonidae   |
| Chironomidae                      | ARTHROPODA    | Hexapoda           | Insecta |             | Diptera       | Nematocera | Chironomidae      |
| Empididae                         | ARTHROPODA    | Hexapoda           | Insecta |             | Diptera       | Brachycera | Empididae         |
| Tabanidae                         | ARTHROPODA    | Hexapoda           | Insecta |             | Diptera       | Brachycera | Tabanidae         |
| Corixidae                         | ARTHROPODA    | Hexapoda           | Insecta |             | Hemiptera     |            | Corixidae         |
| Perlodidae                        | ARTHROPODA    | Hexapoda           | Insecta |             | Plecoptera    |            | Perlodidae        |
| Tetrastemmatidae                  | NEMERTEA      |                    | Enopla  |             | Hoploneurata  |            | Tetrastemmatidae  |

<sup>1</sup> Ce taxon a été combiné (additionné) au taxon Sphaeriidae

<sup>2</sup> Ce taxon a été combiné (additionné) au taxon Naididae

<sup>3</sup> Ces taxons ont été exclus des analyses.



# ANNEXE

## 6

### SORTIES STATISTIQUES DU LOGICIEL PRIMER ET PERMANOVA





# 1 SAINT-HENRI 2018-2019

## 1.1 ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE

### 1.1.1 STRUCTURE DES COMMUNAUTÉS

#### 1.1.1.1 PERMANOVA

##### Permutational MANOVA

###### *Resemblance worksheet*

Name: Resem11

Data type: Similarity

Selection: 1-5;16-20;31-35;46-50;61-65;76-80;91-95;106-110

Transform: Fourth root

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity (+d)

Sums of squares type: Type III (partial)

Fixed effects sum to zero for mixed terms

Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model

Number of permutations: 999

###### *Factors*

| Name        | Abbrev. | Type   | Levels |
|-------------|---------|--------|--------|
| Exposition  | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site        | Si      | Random | 4      |
| Avant.apres | Av      | Fixed  | 2      |
| Station     | St      | Random | 20     |

###### *Excluded terms*

Avant.apresxStation(Site(Exposition))

###### *Pooled terms*

Si(Ex)

Si(Ex)xAV

###### *Terms whose SS and df were combined*

| Pool      | Terms               |
|-----------|---------------------|
| Pooled(1) | St(Si(Ex)) + Si(Ex) |
| Pooled(2) | Res + Si(Ex)xAV     |

###### *PERMANOVA table of results*

| Source    | df | SS         | MS     | Pseudo-F | P(perm) | Unique perms |
|-----------|----|------------|--------|----------|---------|--------------|
| Ex        | 1  | 11106      | 11106  | 4,0129   | 0,012   | 964          |
| Av        | 1  | 4458,5     | 4458,5 | 1,6101   | 0,162   | 998          |
| ExxAV     | 1  | 1616,7     | 1616,7 | 0,58384  | 0,689   | 999          |
| Pooled(1) | 18 | 49815      | 2767,5 | 0,99941  | 0,476   | 999          |
| Pooled(2) | 18 | 49844      | 2769,1 |          |         |              |
| Total     | 39 | 1,1737E+05 |        |          |         |              |

*Details of the expected mean squares (EMS) for the model*

| Source    | EMS  |
|-----------|--|
| Ex        | $1 * V(\text{Res}) + 2 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 15 * S(\text{Ex})$ |
| Av        | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(\text{Av})$  |
| ExxAv     | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{ExxAv})$                                      |
| Pooled(1) | $1 * V(\text{Res}) + 2 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$                     |
| Pooled(2) | $1 * V(\text{Res})$  |

*Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares*

| Source     | Numerator   | Denominator | Num.df | Den.df |
|------------|-------------|-------------|--------|--------|
| Ex         | 1*Ex        | 1*Pooled(1) | 1      | 18     |
| Av         | 1*Av        | 1*Pooled(2) | 1      | 18     |
| ExxAv      | 1*ExxAv     | 1*Pooled(2) | 1      | 18     |
| St(Si(Ex)) | 1*Pooled(1) | 1*Pooled(2) | 18     | 18     |

*Estimates of components of variation*

| Source        | Estimate | Sq.root  |
|---------------|----------|----------|
| S(Ex)         | 555,88   | 23,577   |
| S(Av)         | 112,63   | 10,612   |
| S(ExxAv)      | -153,65  | -12,396  |
| V(St(Si(Ex))) | -0,82044 | -0,90578 |
| V(Res)        | 2769,1   | 52,622   |

**1.1.1.2 PERMDISP**

## Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: Resem11

Data type: Similarity

Selection: 1-5;16-20;31-35;46-50;61-65;76-80;91-95;106-110

Transform: Fourth root

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity (+d)

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 40

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 26,488 df1: 3 df2: 36

P(perm): 0,001

*PAIRWISE COMPARISONS*

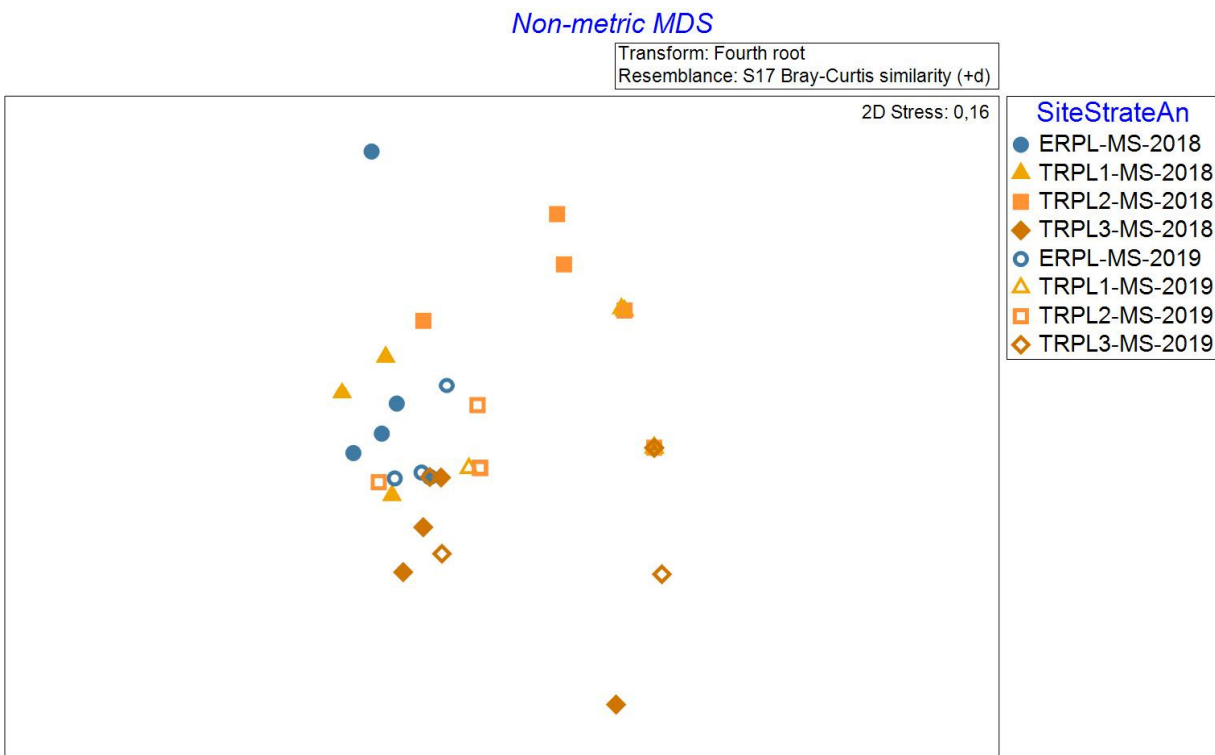
| Groups                     | t      | P(perm) |
|----------------------------|--------|---------|
| (ExposeAvant, TemoinAvant) | 4,7039 | 0,01    |
| (ExposeAvant, ExposeApres) | 2,4741 | 0,102   |
| (ExposeAvant, TemoinApres) | 2,5865 | 0,068   |
| (TemoinAvant, ExposeApres) | 10,693 | 0,002   |
| (TemoinAvant, TemoinApres) | 2,0998 | 0,046   |
| (ExposeApres, TemoinApres) | 6,6124 | 0,001   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group       | Size | Average | SE     |
|-------------|------|---------|--------|
| ExposeAvant | 5    | 35,789  | 6,5681 |
| TemoinAvant | 15   | 57,541  | 1,6627 |

|             |    |        |        |
|-------------|----|--------|--------|
| ExposéAprès | 5  | 15,736 | 4,7493 |
| TemoinAprès | 15 | 50,984 | 2,643  |

1.1.1.3 NMDS



1.1.1.4 SIMPER

Group ERPL-MS-2018  
 Average similarity: 42,89

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Chironomidae | 2,47     | 35,31  | 1,13   | 82,32    | 82,32 |

Group TRPL1-MS-2018  
 Average similarity: 10,86

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.%  |
|--------------|----------|--------|--------|----------|--------|
| Chironomidae | 1,43     | 10,86  | 0,60   | 100,00   | 100,00 |

Group TRPL2-MS-2018  
 Average similarity: 16,04

| Species     | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|-------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Sphaeriidae | 1,18     | 11,51  | 0,61   | 71,76    | 71,76 |

Group TRPL3-MS-2018  
 Average similarity: 22,88

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Chironomidae | 1,39     | 16,83  | 0,60   | 73,58    | 73,58 |

Group ERPL-MS-2019  
 Average similarity: 75,37

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.%  |
|--------------|----------|--------|--------|----------|--------|
| Chironomidae | 3,12     | 75,37  | 4,29   | 100,00   | 100,00 |

Group TRPL1-MS-2019  
All the similarities are zero

Group TRPL2-MS-2019  
Average similarity: 67,56

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.%  |
|--------------|----------|--------|--------|----------|--------|
| Chironomidae | 2,09     | 67,56  | 2,88   | 100,00   | 100,00 |

Group TRPL3-MS-2019  
Average similarity: 12,68

| Species         | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.%  |
|-----------------|----------|--------|--------|----------|--------|
| Ceratopogonidae | 1,12     | 6,51   | 0,33   | 51,35    | 51,35  |
| Chironomidae    | 1,02     | 6,17   | 0,33   | 48,65    | 100,00 |

Groups ERPL-MS-2018 & TRPL1-MS-2018  
Average dissimilarity = 72,41

| Species      | Group ERPL-MS-2018 | Group TRPL1-MS-2018 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|--------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund           | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Chironomidae | 2,47               | 1,43                | 24,1    | 0,89    | 33,29    | 33,29 |
| NEMATODA     | 1,03               | 0,46                | 10,85   | 0,77    | 14,98    | 48,27 |
| Leptoceridae | 1,03               | 0                   | 9,07    | 0,71    | 12,53    | 60,8  |
| Spongillidae | 0,66               | 0,33                | 7,22    | 0,77    | 9,97     | 70,77 |

Groups ERPL-MS-2018 & TRPL2-MS-2018  
Average dissimilarity = 87,15

| Species      | Group ERPL-MS-2018 | Group TRPL2-MS-2018 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|--------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund           | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Chironomidae | 2,47               | 0,33                | 33,94   | 1,3     | 38,94    | 38,94 |
| NEMATODA     | 1,03               | 0,66                | 13,09   | 0,94    | 15,02    | 53,96 |
| Sphaeriidae  | 0                  | 1,18                | 12,01   | 1,06    | 13,78    | 67,74 |
| Leptoceridae | 1,03               | 0,33                | 10,44   | 0,81    | 11,97    | 79,71 |

Groups TRPL1-MS-2018 & TRPL2-MS-2018  
Average dissimilarity = 85,29

| Species      | Group TRPL1-MS-2018 | Group TRPL2-MS-2018 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Sphaeriidae  | 0,33                | 1,18                | 21,41   | 0,77    | 25,1     | 25,1  |
| Chironomidae | 1,43                | 0,33                | 19,21   | 1,07    | 22,52    | 47,62 |
| NEMATODA     | 0,46                | 0,66                | 15,51   | 0,68    | 18,18    | 65,8  |
| Spongillidae | 0,33                | 0,33                | 7       | 0,65    | 8,21     | 74,02 |

## Groups ERPL-MS-2018 &amp; TRPL3-MS-2018

Average dissimilarity = 73,99

| Species        | Group ERPL-MS-2018<br>Av.Abund | Group TRPL3-MS-2018<br>Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|----------------|--------------------------------|---------------------------------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae   | 2,47                           | 1,39                            | 21,08   | 0,87    | 28,49    | 28,49 |
| NEMATODA       | 1,03                           | 0                               | 9,46    | 0,69    | 12,79    | 41,28 |
| Leptoceridae   | 1,03                           | 0                               | 8,85    | 0,71    | 11,96    | 53,24 |
| Philopotamidae | 0                              | 0,9                             | 8,12    | 0,77    | 10,98    | 64,22 |
| Spongillidae   | 0,66                           | 0                               | 5,97    | 0,69    | 8,07     | 72,29 |

## Groups TRPL1-MS-2018 &amp; TRPL3-MS-2018

Average dissimilarity = 83,43

| Species        | Group TRPL1-MS-2018<br>Av.Abund | Group TRPL3-MS-2018<br>Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|----------------|---------------------------------|---------------------------------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae   | 1,43                            | 1,39                            | 23,33   | 0,91    | 27,96    | 27,96 |
| Philopotamidae | 0                               | 0,9                             | 11,27   | 0,76    | 13,51    | 41,48 |
| Sphaeriidae    | 0,33                            | 0                               | 8,72    | 0,39    | 10,46    | 51,93 |
| Paludicellidae | 0                               | 0,66                            | 7,2     | 0,78    | 8,63     | 60,56 |
| Hydroptilidae  | 0                               | 0,51                            | 5,48    | 0,48    | 6,56     | 67,13 |
| Caenidae       | 0                               | 0,46                            | 5,23    | 0,48    | 6,27     | 73,4  |

## Groups TRPL2-MS-2018 &amp; TRPL3-MS-2018

Average dissimilarity = 96,25

| Species        | Group TRPL2-MS-2018<br>Av.Abund | Group TRPL3-MS-2018<br>Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|----------------|---------------------------------|---------------------------------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae   | 0,33                            | 1,39                            | 23,85   | 0,94    | 24,78    | 24,78 |
| Sphaeriidae    | 1,18                            | 0                               | 18,25   | 0,83    | 18,97    | 43,74 |
| NEMATODA       | 0,66                            | 0                               | 12,63   | 0,57    | 13,12    | 56,86 |
| Philopotamidae | 0                               | 0,9                             | 11,98   | 0,77    | 12,44    | 69,31 |
| Paludicellidae | 0                               | 0,66                            | 7,6     | 0,78    | 7,89     | 77,2  |

## Groups ERPL-MS-2018 &amp; ERPL-MS-2019

Average dissimilarity = 45,27

| Species      | Group ERPL-MS-2018<br>Av.Abund | Group ERPL-MS-2019<br>Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|--------------------------------|--------------------------------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae | 2,47                           | 3,12                           | 9,36    | 1,27    | 20,67    | 20,67 |
| NEMATODA     | 1,03                           | 0                              | 9,05    | 0,74    | 20       | 40,67 |
| Leptoceridae | 1,03                           | 0                              | 8,55    | 0,76    | 18,89    | 59,56 |
| Spongillidae | 0,66                           | 0                              | 5,73    | 0,74    | 12,65    | 72,21 |

## Groups TRPL1-MS-2018 &amp; ERPL-MS-2019

Average dissimilarity = 67,15

| Species      | Group TRPL1-MS-2018<br>Av.Abund | Group ERPL-MS-2019<br>Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|---------------------------------|--------------------------------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae | 1,43                            | 3,12                           | 35,12   | 0,96    | 52,31    | 52,31 |
| Sphaeriidae  | 0,33                            | 0,63                           | 11,86   | 0,69    | 17,66    | 69,97 |
| NEMATODA     | 0,46                            | 0                              | 4,2     | 0,49    | 6,25     | 76,22 |

## Groups TRPL2-MS-2018 &amp; ERPL-MS-2019

Average dissimilarity = 89,06

| Species      | Group TRPL2-MS-2018<br>Av.Abund | Group ERPL-MS-2019<br>Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|---------------------------------|--------------------------------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae | 0,33                            | 3,12                           | 51,27   | 1,74    | 57,57    | 57,57 |
| Sphaeriidae  | 1,18                            | 0,63                           | 18,13   | 1,13    | 20,36    | 77,93 |

## Groups TRPL3-MS-2018 &amp; ERPL-MS-2019

Average dissimilarity = 63,15

| Species        | Group TRPL3-MS-2018<br>Av.Abund | Group ERPL-MS-2019<br>Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|----------------|---------------------------------|--------------------------------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae   | 1,39                            | 3,12                           | 30,09   | 0,9     | 47,64    | 47,64 |
| Philopotamidae | 0,9                             | 0                              | 9,87    | 0,79    | 15,63    | 63,27 |
| Sphaeriidae    | 0                               | 0,63                           | 7,14    | 0,46    | 11,3     | 74,57 |

## Groups ERPL-MS-2018 &amp; TRPL1-MS-2019

Average dissimilarity = 90,35

| Species      | Group ERPL-MS-2018<br>Av.Abund | Group TRPL1-MS-2019<br>Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|--------------------------------|---------------------------------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae | 2,47                           | 0,39                            | 43,83   | 1,39    | 48,51    | 48,51 |
| NEMATODA     | 1,03                           | 0                               | 12,82   | 0,7     | 14,19    | 62,7  |
| Leptoceridae | 1,03                           | 0                               | 11,7    | 0,73    | 12,95    | 75,65 |

## Groups TRPL1-MS-2018 &amp; TRPL1-MS-2019

Average dissimilarity = 88,99

| Species       | Group TRPL1-MS-2018<br>Av.Abund | Group TRPL1-MS-2019<br>Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---------------|---------------------------------|---------------------------------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae  | 1,43                            | 0,39                            | 30,77   | 1,15    | 34,58    | 34,58 |
| Sphaeriidae   | 0,33                            | 0,39                            | 24,29   | 0,63    | 27,29    | 61,87 |
| Lumbriculidae | 0,33                            | 0                               | 7,43    | 0,52    | 8,35     | 70,23 |

## Groups TRPL2-MS-2018 &amp; TRPL1-MS-2019

Average dissimilarity = 89,80

| Species | Group TRPL2-MS-2018<br>Av.Abund | Group TRPL1-MS-2019<br>Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---------|---------------------------------|---------------------------------|---------|---------|----------|-------|
|---------|---------------------------------|---------------------------------|---------|---------|----------|-------|

|              |      |      |       |      |       |       |
|--------------|------|------|-------|------|-------|-------|
| Sphaeriidae  | 1,18 | 0,39 | 35,26 | 0,99 | 39,27 | 39,27 |
| NEMATODA     | 0,66 | 0    | 23,76 | 0,68 | 26,46 | 65,73 |
| Chironomidae | 0,33 | 0,39 | 14,92 | 0,58 | 16,61 | 82,34 |

## Groups TRPL3-MS-2018 &amp; TRPL1-MS-2019

Average dissimilarity = 90,84

| Species        | Group TRPL3-MS-2018<br>Av.Abund | Group TRPL1-MS-2019<br>Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|----------------|---------------------------------|---------------------------------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae   | 1,39                            | 0,39                            | 37,95   | 1,06    | 41,78    | 41,78 |
| Philopotamidae | 0,9                             | 0                               | 16,92   | 0,87    | 18,63    | 60,41 |
| Paludicellidae | 0,66                            | 0                               | 10,38   | 0,88    | 11,43    | 71,84 |

## Groups ERPL-MS-2019 &amp; TRPL1-MS-2019

Average dissimilarity = 83,81

| Species      | Group ERPL-MS-2019<br>Av.Abund | Group TRPL1-MS-2019<br>Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|--------------------------------|---------------------------------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae | 3,12                           | 0,39                            | 68,8    | 2,06    | 82,1     | 82,1  |

## Groups ERPL-MS-2018 &amp; TRPL2-MS-2019

Average dissimilarity = 56,81

| Species      | Group ERPL-MS-2018<br>Av.Abund | Group TRPL2-MS-2019<br>Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|--------------------------------|---------------------------------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae | 2,47                           | 2,09                            | 16,66   | 2,04    | 29,32    | 29,32 |
| NEMATODA     | 1,03                           | 0                               | 10,13   | 0,72    | 17,84    | 47,16 |
| Leptoceridae | 1,03                           | 0                               | 9,48    | 0,74    | 16,68    | 63,83 |
| Spongillidae | 0,66                           | 0                               | 6,4     | 0,73    | 11,26    | 75,1  |

## Groups TRPL1-MS-2018 &amp; TRPL2-MS-2019

Average dissimilarity = 69,01

| Species       | Group TRPL1-MS-2018<br>Av.Abund | Group TRPL2-MS-2019<br>Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---------------|---------------------------------|---------------------------------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae  | 1,43                            | 2,09                            | 32,43   | 1       | 47       | 47    |
| Sphaeriidae   | 0,33                            | 0,33                            | 10,97   | 0,59    | 15,9     | 62,89 |
| Lumbriculidae | 0,33                            | 0,33                            | 7,45    | 0,64    | 10,8     | 73,7  |

## Groups TRPL2-MS-2018 &amp; TRPL2-MS-2019

Average dissimilarity = 87,85

| Species      | Group TRPL2-MS-2018<br>Av.Abund | Group TRPL2-MS-2019<br>Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|---------------------------------|---------------------------------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae | 0,33                            | 2,09                            | 41,74   | 1,42    | 47,52    | 47,52 |
| Sphaeriidae  | 1,18                            | 0,33                            | 18,55   | 1,02    | 21,11    | 68,63 |
| NEMATODA     | 0,66                            | 0                               | 12,25   | 0,7     | 13,94    | 82,57 |

## Groups TRPL3-MS-2018 &amp; TRPL2-MS-2019

Average dissimilarity = 66,20

| Species        | Group TRPL3-MS-2018<br>Av.Abund | Group TRPL2-MS-2019<br>Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|----------------|---------------------------------|---------------------------------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae   | 1,39                            | 2,09                            | 27,91   | 0,91    | 42,17    | 42,17 |
| Philopotamidae | 0,9                             | 0                               | 11,28   | 0,78    | 17,04    | 59,21 |
| Paludicellidae | 0,66                            | 0                               | 7,24    | 0,79    | 10,93    | 70,14 |

## Groups ERPL-MS-2019 &amp; TRPL2-MS-2019

Average dissimilarity = 36,27

| Species      | Group ERPL-MS-2019<br>Av.Abund | Group TRPL2-MS-2019<br>Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|--------------------------------|---------------------------------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae | 3,12                           | 2,09                            | 21,74   | 1,71    | 59,95    | 59,95 |
| Sphaeriidae  | 0,63                           | 0,33                            | 10,82   | 0,68    | 29,85    | 89,79 |

## Groups TRPL1-MS-2019 &amp; TRPL2-MS-2019

Average dissimilarity = 81,68

| Species      | Group TRPL1-MS-2019<br>Av.Abund | Group TRPL2-MS-2019<br>Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|---------------------------------|---------------------------------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae | 0,39                            | 2,09                            | 61,6    | 1,78    | 75,41    | 75,41 |

## Groups ERPL-MS-2018 &amp; TRPL3-MS-2019

Average dissimilarity = 80,85

| Species         | Group ERPL-MS-2018<br>Av.Abund | Group TRPL3-MS-2019<br>Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|--------------------------------|---------------------------------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae    | 2,47                           | 1,02                            | 32,37   | 1,03    | 40,03    | 40,03 |
| Ceratopogonidae | 0                              | 1,12                            | 11,91   | 0,75    | 14,73    | 54,77 |
| NEMATODA        | 1,03                           | 0                               | 11,24   | 0,69    | 13,9     | 68,67 |
| Leptoceridae    | 1,03                           | 0                               | 10,37   | 0,72    | 12,82    | 81,49 |

## Groups TRPL1-MS-2018 &amp; TRPL3-MS-2019

Average dissimilarity = 87,50

| Species         | Group TRPL1-MS-2018<br>Av.Abund | Group TRPL3-MS-2019<br>Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------------------|---------------------------------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae    | 1,43                            | 1,02                            | 27,12   | 1,01    | 30,99    | 30,99 |
| Ceratopogonidae | 0                               | 1,12                            | 19,22   | 0,72    | 21,97    | 52,96 |
| Sphaeriidae     | 0,33                            | 0                               | 13,1    | 0,44    | 14,97    | 67,93 |
| Lumbriculidae   | 0,33                            | 0                               | 6,01    | 0,49    | 6,87     | 74,8  |

## Groups TRPL2-MS-2018 &amp; TRPL3-MS-2019

Average dissimilarity = 97,38



| Species         | Group TRPL2-MS-2018 | Group TRPL3-MS-2019 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Sphaeriidae     | 1,18                | 0                   | 25,04   | 0,89    | 25,71    | 25,71 |
| Ceratopogonidae | 0                   | 1,12                | 20,72   | 0,73    | 21,27    | 46,99 |
| Chironomidae    | 0,33                | 1,02                | 20,32   | 0,77    | 20,86    | 67,85 |
| NEMATODA        | 0,66                | 0                   | 18,04   | 0,62    | 18,53    | 86,38 |

## Groups TRPL3-MS-2018 &amp; TRPL3-MS-2019

Average dissimilarity = 84,64

| Species         | Group TRPL3-MS-2018 | Group TRPL3-MS-2019 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Chironomidae    | 1,39                | 1,02                | 30,59   | 0,91    | 36,14    | 36,14 |
| Ceratopogonidae | 0                   | 1,12                | 18,48   | 0,71    | 21,83    | 57,98 |
| Philopotamidae  | 0,9                 | 0                   | 13,92   | 0,81    | 16,45    | 74,42 |

## Groups ERPL-MS-2019 &amp; TRPL3-MS-2019

Average dissimilarity = 72,82

| Species         | Group ERPL-MS-2019 | Group TRPL3-MS-2019 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|--------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund           | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Chironomidae    | 3,12               | 1,02                | 49,21   | 1,22    | 67,57    | 67,57 |
| Ceratopogonidae | 0                  | 1,12                | 14,97   | 0,79    | 20,56    | 88,13 |

## Groups TRPL1-MS-2019 &amp; TRPL3-MS-2019

Average dissimilarity = 92,92

| Species         | Group TRPL1-MS-2019 | Group TRPL3-MS-2019 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Chironomidae    | 0,39                | 1,02                | 41,12   | 1,01    | 44,25    | 44,25 |
| Ceratopogonidae | 0                   | 1,12                | 35,33   | 0,93    | 38,02    | 82,28 |

## Groups TRPL2-MS-2019 &amp; TRPL3-MS-2019

Average dissimilarity = 76,98

| Species         | Group TRPL2-MS-2019 | Group TRPL3-MS-2019 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Chironomidae    | 2,09                | 1,02                | 47,76   | 1,36    | 62,05    | 62,05 |
| Ceratopogonidae | 0                   | 1,12                | 17,9    | 0,77    | 23,26    | 85,3  |

## 1.1.2 COMPOSITION DES COMMUNAUTÉS

### 1.1.2.1 PERMANOVA

#### Permutational MANOVA

##### Resemblance worksheet

Name: Resem12

Data type: Similarity

Selection: 1-5;16-20;31-35;46-50;61-65;76-80;91-95;106-110

Transform: Presence/absence

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity (+d)

Sums of squares type: Type III (partial)

Fixed effects sum to zero for mixed terms

Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model

Number of permutations: 999

##### Factors

| Name        | Abbrev. | Type   | Levels |
|-------------|---------|--------|--------|
| Exposition  | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site        | Si      | Random | 4      |
| Avant.apres | Av      | Fixed  | 2      |
| Station     | St      | Random | 20     |

##### Excluded terms

Avant.apresxStation(Site(Exposition))

##### Pooled terms

Si(Ex)

Si(Ex)xAV

##### Terms whose SS and df were combined

| Pool      | Terms               |
|-----------|---------------------|
| Pooled(1) | St(Si(Ex)) + Si(Ex) |
| Pooled(2) | Res + Si(Ex)xAV     |

##### PERMANOVA table of results

| Source    | df | SS     | MS     | Pseudo-F | P(perm) | Unique perms |
|-----------|----|--------|--------|----------|---------|--------------|
| Ex        | 1  | 2317   | 2317   | 2,5847   | 0,036   | 915          |
| AV        | 1  | 2435,2 | 2435,2 | 2,6566   | 0,048   | 999          |
| ExxAV     | 1  | 813,02 | 813,02 | 0,88696  | 0,482   | 999          |
| Pooled(1) | 18 | 16136  | 896,42 | 0,97794  | 0,553   | 998          |
| Pooled(2) | 18 | 16500  | 916,65 |          |         |              |
| Total     | 39 | 38236  |        |          |         |              |

##### Details of the expected mean squares (EMS) for the model

| Source    | EMS  |
|-----------|--|
| Ex        | $1 * V(\text{Res}) + 2 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 15 * S(\text{Ex})$ |
| Av        | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(\text{Av})$  |
| ExxAV     | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{ExxAV})$                                      |
| Pooled(1) | $1 * V(\text{Res}) + 2 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$                     |
| Pooled(2) | $1 * V(\text{Res})$  |

##### Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares

| Source | Numerator | Denominator | Num.df | Den.df |
|--------|-----------|-------------|--------|--------|
|--------|-----------|-------------|--------|--------|

|            |             |             |    |    |
|------------|-------------|-------------|----|----|
| EX         | 1*EX        | 1*Pooled(1) | 1  | 18 |
| AV         | 1*AV        | 1*Pooled(2) | 1  | 18 |
| ExxAV      | 1*ExxAV     | 1*Pooled(2) | 1  | 18 |
| St(Si(Ex)) | 1*Pooled(1) | 1*Pooled(2) | 18 | 18 |

*Estimates of components of variation*

| Source        | Estimate | Sq.root |
|---------------|----------|---------|
| S(Ex)         | 94,704   | 9,7316  |
| S(AV)         | 101,23   | 10,062  |
| S(ExxAV)      | -13,816  | -3,717  |
| V(St(Si(Ex))) | -10,112  | -3,1799 |
| V(Res)        | 916,65   | 30,276  |

**1.1.2.2 PERMDISP**

## Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: Resem12

Data type: Similarity

Selection: 1-5;16-20;31-35;46-50;61-65;76-80;91-95;106-110

Transform: Presence/absence

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity (+d)

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 40

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 16,649 df1: 3 df2: 36

P(perm): 0,001

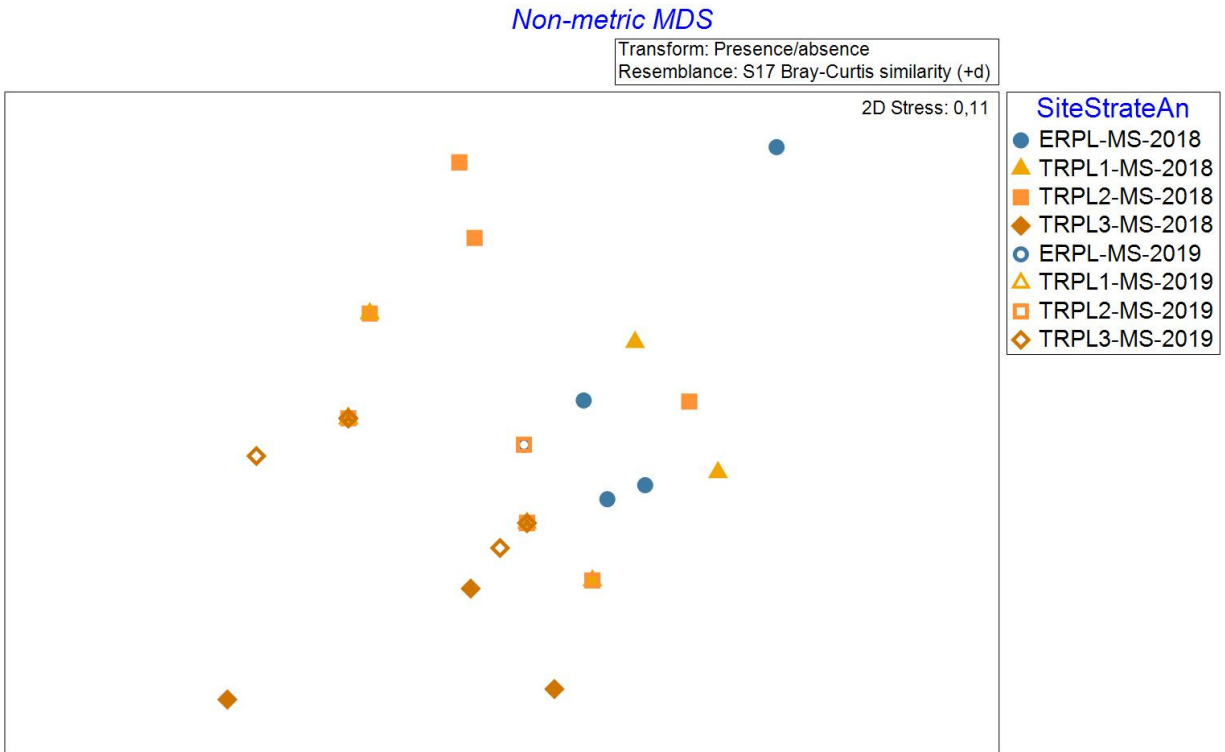
*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                     | t       | P(perm) |
|----------------------------|---------|---------|
| (ExposeAvant, TemoinAvant) | 2,0754  | 0,11    |
| (ExposeAvant, ExposeApres) | 3,2675  | 0,007   |
| (ExposeAvant, TemoinApres) | 0,65645 | 0,633   |
| (TemoinAvant, ExposeApres) | 7,3897  | 0,001   |
| (TemoinAvant, TemoinApres) | 4,4078  | 0,001   |
| (ExposeApres, TemoinApres) | 4,2904  | 0,001   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group       | Size | Average | SE     |
|-------------|------|---------|--------|
| ExposeAvant | 5    | 25,695  | 5,3955 |
| TemoinAvant | 15   | 35,531  | 2,1086 |
| ExposeApres | 5    | 6,4     | 2,4    |
| TemoinApres | 15   | 22,666  | 2,0178 |

1.1.2.3 NMDS



1.1.3 DOMINANCE

1.1.3.1 PERMANOVA

Permutational MANOVA

*Resemblance worksheet*

Name: Resem23  
 Data type: Distance  
 Selection: All

Sums of squares type: Type III (partial)  
 Fixed effects sum to zero for mixed terms  
 Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model  
 Number of permutations: 999

*Factors*

| Name        | Abbrev. | Type   | Levels |
|-------------|---------|--------|--------|
| Exposition  | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site        | Si      | Random | 4      |
| Avant.apres | Av      | Fixed  | 2      |
| Station     | St      | Random | 19     |

*Excluded terms*

Avant.apresxStation(Site(Exposition))

*Pooled terms*

Si(Ex)  
Si(Ex)xAV

*Terms whose SS and df were combined*

Pool Terms  
Pooled(1) St(Si(Ex)) + Si(Ex)  
Pooled(2) Res + Si(Ex)xAV

*PERMANOVA table of results*

| Source    | df | SS         | MS     | Pseudo-F | P(perm) | Unique perms |
|-----------|----|------------|--------|----------|---------|--------------|
| Ex        | 1  | 131,78     | 131,78 | 0,086373 | 0,79    | 997          |
| Av        | 1  | 26412      | 26412  | 6,3244   | 0,023   | 997          |
| ExxAV     | 1  | 245,32     | 245,32 | 0,058742 | 0,852   | 998          |
| Pooled(1) | 17 | 89402      | 5258,9 | 1,2593   | 0,352   | 999          |
| Pooled(2) | 11 | 45938      | 4176,1 |          |         |              |
| Total     | 31 | 1,7365E+05 |        |          |         |              |

*Details of the expected mean squares (EMS) for the model*

Source EMS  
 Ex  $1 * V(\text{Res}) + 1,7898 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 13,149 * S(\text{Ex})$   
 Av  $1 * V(\text{Res}) + 12,308 * S(\text{Av})$   
 ExxAV  $1 * V(\text{Res}) + 6,1538 * S(\text{ExxAv})$   
 Pooled(1)  $1 * V(\text{Res}) + 1,6471 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$   
 Pooled(2)  $1 * V(\text{Res})$

*Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares*

| Source     | Numerator                                     | Denominator                 | Num.df | Den.df |
|------------|---|-----------------------------|--------|--------|
| Ex         | $0,086634 * \text{Pooled}(2) + 1 * \text{Ex}$ | $1,0866 * \text{Pooled}(1)$ | 8,32   | 17     |
| Av         | $1 * \text{Av}$                               | $1 * \text{Pooled}(2)$      | 1      | 11     |
| ExxAV      | $1 * \text{ExxAv}$                            | $1 * \text{Pooled}(2)$      | 1      | 11     |
| St(Si(Ex)) | $1 * \text{Pooled}(1)$                        | $1 * \text{Pooled}(2)$      | 17     | 11     |

*Estimates of components of variation*

| Source        | Estimate | Sq. root |
|---------------|----------|----------|
| S(Ex)         | -397,05  | -19,926  |
| S(Av)         | 1806,6   | 42,504   |
| S(ExxAv)      | -638,76  | -25,274  |
| V(St(Si(Ex))) | 657,4    | 25,64    |
| V(Res)        | 4176,1   | 64,623   |

**1.1.3.2 PERMDISP**

## Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: Resem23  
 Data type: Distance  
 Selection: All

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 32

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 6,0677 df1: 3 df2: 28  
P(perm): 0,034

#### PAIRWISE COMPARISONS

| Groups                    | t       | P(perm) |
|---------------------------|---------|---------|
| (ExposeAvant,TemoinAvant) | 0,50411 | 0,741   |
| (ExposeAvant,ExposeApres) | 2,043   | 0,091   |
| (ExposeAvant,TemoinApres) | 3,02    | 0,01    |
| (TemoinAvant,ExposeApres) | 2,7229  | 0,026   |
| (TemoinAvant,TemoinApres) | 3,9385  | 0,001   |
| (ExposeApres,TemoinApres) | 0,18873 | 0,937   |

#### MEANS AND STANDARD ERRORS

| Group       | Size | Average | SE     |
|-------------|------|---------|--------|
| ExposeAvant | 5    | 82,017  | 33,324 |
| TemoinAvant | 12   | 67,665  | 12,523 |
| ExposeApres | 5    | 13,19   | 4,9464 |
| TemoinApres | 10   | 12,071  | 3,3931 |

### 1.1.3.3 DOMINANCE PLOTS

voir 2018-2020

## 1.2 ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE

### 1.2.1 STRUCTURE DES COMMUNAUTÉS

#### 1.2.1.1 PERMANOVA

##### Permutational MANOVA

##### Resemblance worksheet

Name: Resem11

Data type: Similarity

Selection: 6-10;21-25;36-40;51-55;66-70;81-85;96-100;111-115

Transform: Fourth root

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity (+d)

Sums of squares type: Type III (partial)

Fixed effects sum to zero for mixed terms

Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model

Number of permutations: 999

##### Factors

| Name        | Abbrev. | Type   | Levels |
|-------------|---------|--------|--------|
| Exposition  | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site        | Si      | Random | 4      |
| Avant.apres | Av      | Fixed  | 2      |
| Station     | St      | Random | 20     |

##### Excluded terms

Avant.apresxStation(Site(Exposition))

*Pooled terms*

Si(Ex)  
Si(Ex)xAV

*Terms whose SS and df were combined*

| Pool      | Terms               |
|-----------|---------------------|
| Pooled(1) | St(Si(Ex)) + Si(Ex) |
| Pooled(2) | Res + Si(Ex)xAV     |

*PERMANOVA table of results*

| Source    | df | SS     | MS     | Pseudo-F | P(perm) | Unique perms |
|-----------|----|--------|--------|----------|---------|--------------|
| Ex        | 1  | 2907   | 2907   | 1,2331   | 0,333   | 950          |
| Av        | 1  | 4290,6 | 4290,6 | 2,8603   | 0,035   | 998          |
| ExxAV     | 1  | 1682,9 | 1682,9 | 1,1219   | 0,345   | 999          |
| Pooled(1) | 18 | 42433  | 2357,4 | 1,5715   | 0,06    | 995          |
| Pooled(2) | 18 | 27001  | 1500,1 |          |         |              |
| Total     | 39 | 78528  |        |          |         |              |

*Details of the expected mean squares (EMS) for the model*

| Source    | EMS  |
|-----------|--|
| Ex        | $1 \cdot V(\text{Res}) + 2 \cdot V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 15 \cdot S(\text{Ex})$ |
| Av        | $1 \cdot V(\text{Res}) + 15 \cdot S(\text{Av})$  |
| ExxAV     | $1 \cdot V(\text{Res}) + 7,5 \cdot S(\text{ExxAV})$  |
| Pooled(1) | $1 \cdot V(\text{Res}) + 2 \cdot V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$                         |
| Pooled(2) | $1 \cdot V(\text{Res})$  |

*Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares*

| Source     | Numerator   | Denominator | Num.df | Den.df |
|------------|-------------|-------------|--------|--------|
| Ex         | 1*Ex        | 1*Pooled(1) | 1      | 18     |
| Av         | 1*Av        | 1*Pooled(2) | 1      | 18     |
| ExxAV      | 1*ExxAV     | 1*Pooled(2) | 1      | 18     |
| St(Si(Ex)) | 1*Pooled(1) | 1*Pooled(2) | 18     | 18     |

*Estimates of components of variation*

| Source        | Estimate | Sq.root |
|---------------|----------|---------|
| S(Ex)         | 36,641   | 6,0532  |
| S(Av)         | 186,04   | 13,64   |
| S(ExxAV)      | 24,383   | 4,9379  |
| V(St(Si(Ex))) | 428,66   | 20,704  |
| V(Res)        | 1500,1   | 38,731  |

**1.2.1.2 PERMDISP**

## Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: Resem11  
 Data type: Similarity  
 Selection: 6-10;21-25;36-40;51-55;66-70;81-85;96-100;111-115  
 Transform: Fourth root  
 Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity (+d)

Group factor: ExpositionAvant.apres  
 Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 40

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 5,237 df1: 3 df2: 36

P(perm): 0,046

*PAIRWISE COMPARISONS*

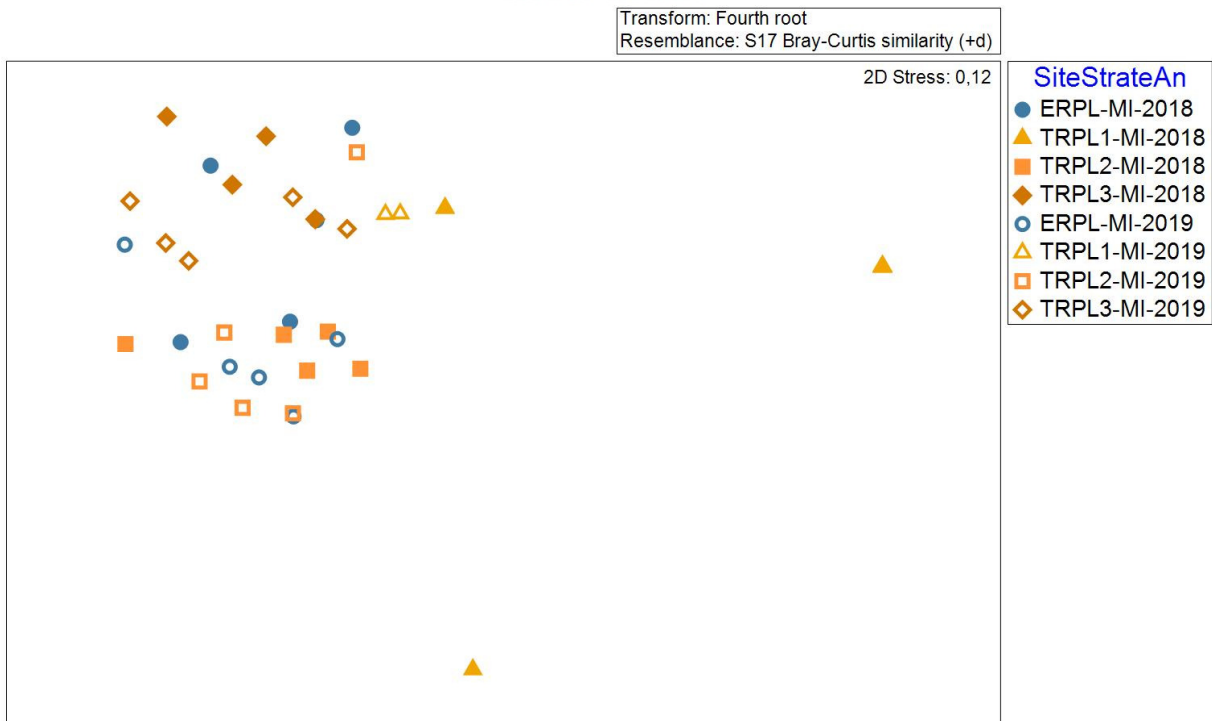
| Groups                     | t       | P(perm) |
|----------------------------|---------|---------|
| (ExposeAvant, TemoinAvant) | 2,4268  | 0,11    |
| (ExposeAvant, ExposeApres) | 1,1934  | 0,337   |
| (ExposeAvant, TemoinApres) | 1,7439  | 0,169   |
| (TemoinAvant, ExposeApres) | 3,4357  | 0,01    |
| (TemoinAvant, TemoinApres) | 0,94179 | 0,523   |
| (ExposeApres, TemoinApres) | 2,8115  | 0,059   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group       | Size | Average | SE     |
|-------------|------|---------|--------|
| ExposeAvant | 5    | 27,53   | 4,1475 |
| TemoinAvant | 15   | 45,788  | 4,069  |
| ExposeApres | 5    | 18,148  | 6,6775 |
| TemoinApres | 15   | 40,421  | 3,9907 |

1.2.1.3 NMDS

Non-metric MDS



1.2.1.4 SIMPER

Similarity Percentages - species contributions

One-Way Analysis



*Data worksheet*

Name: Data5

Data type: Abundance

Sample selection: 6-10;21-25;36-40;51-55;66-70;81-85;96-100;111-115

Variable selection: All

*Parameters*

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

Cut off for low contributions: 70,00%

*Group ERPL-MI-2018*

Average similarity: 56,16

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Chironomidae | 3,70     | 50,27  | 4,03   | 89,51    | 89,51 |

*Group TRPL1-MI-2018*

All the similarities are zero

*Group TRPL2-MI-2018*

Average similarity: 68,42

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Chironomidae | 3,16     | 35,65  | 3,62   | 52,10    | 52,10 |
| Sphaeriidae  | 2,08     | 25,40  | 3,99   | 37,12    | 89,22 |

*Group TRPL3-MI-2018*

Average similarity: 65,77

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Chironomidae | 3,89     | 63,18  | 3,58   | 96,05    | 96,05 |

*Group ERPL-MI-2019*

Average similarity: 68,08

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Chironomidae | 3,06     | 34,22  | 5,25   | 50,26    | 50,26 |
| Sphaeriidae  | 1,87     | 18,14  | 1,15   | 26,65    | 76,91 |

*Group TRPL1-MI-2019*

Average similarity: 30,29

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.%  |
|--------------|----------|--------|--------|----------|--------|
| Chironomidae | 1,15     | 30,29  | 0,67   | 100,00   | 100,00 |

*Group TRPL2-MI-2019*

Average similarity: 63,34

| Species         | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Chironomidae    | 2,88     | 32,34  | 5,95   | 51,05    | 51,05 |
| Ceratopogonidae | 1,74     | 13,96  | 1,11   | 22,04    | 73,09 |

*Group TRPL3-MI-2019*

Average similarity: 55,94

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Chironomidae | 3,53     | 46,78  | 3,14   | 83,63    | 83,63 |

Groups ERPL-MI-2018 &amp; TRPL1-MI-2018

Average dissimilarity = 88,46

Group ERPL-MI-  
2018Group TRPL1-MI-  
2018

| Species      | Av.Abund | Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|----------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae | 3,7      | 0,33     | 52,5    | 2,25    | 59,35    | 59,35 |
| Sphaeriidae  | 1,07     | 0,33     | 13,99   | 0,92    | 15,81    | 75,16 |

## Groups ERPL-MI-2018 &amp; TRPL2-MI-2018

Average dissimilarity = 41,34

| Species      | Group ERPL-MI-2018 |          | Group TRPL2-MI-2018 |         | Contrib% | Cum.% |
|--------------|--------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund           | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Sphaeriidae  | 1,07               | 2,08     | 11,58               | 1,57    | 28,01    | 28,01 |
| NEMATODA     | 1,23               | 1,11     | 10,08               | 1,3     | 24,39    | 52,4  |
| Chironomidae | 3,7                | 3,16     | 7,83                | 1,62    | 18,94    | 71,33 |

## Groups TRPL1-MI-2018 &amp; TRPL2-MI-2018

Average dissimilarity = 84,79

| Species      | Group TRPL1-MI-2018 |          | Group TRPL2-MI-2018 |         | Contrib% | Cum.% |
|--------------|---------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Chironomidae | 0,33                | 3,16     | 35,93               | 2,57    | 42,37    | 42,37 |
| Sphaeriidae  | 0,33                | 2,08     | 23,34               | 1,92    | 27,53    | 69,9  |
| NEMATODA     | 0                   | 1,11     | 13,01               | 1,04    | 15,34    | 85,24 |

## Groups ERPL-MI-2018 &amp; TRPL3-MI-2018

Average dissimilarity = 36,51

| Species      | Group ERPL-MI-2018 |          | Group TRPL3-MI-2018 |         | Contrib% | Cum.% |
|--------------|--------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund           | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| NEMATODA     | 1,23               | 0,98     | 10,52               | 0,99    | 28,81    | 28,81 |
| Sphaeriidae  | 1,07               | 0        | 7,62                | 0,78    | 20,86    | 49,67 |
| Naididae     | 0,46               | 0,46     | 5,99                | 0,62    | 16,4     | 66,07 |
| Chironomidae | 3,7                | 3,89     | 5,61                | 1,05    | 15,36    | 81,43 |

## Groups TRPL1-MI-2018 &amp; TRPL3-MI-2018

Average dissimilarity = 90,78

| Species      | Group TRPL1-MI-2018 |          | Group TRPL3-MI-2018 |         | Contrib% | Cum.% |
|--------------|---------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Chironomidae | 0,33                | 3,89     | 59,92               | 2,27    | 66       | 66    |
| NEMATODA     | 0                   | 0,98     | 11,08               | 0,74    | 12,21    | 78,21 |

## Groups TRPL2-MI-2018 &amp; TRPL3-MI-2018

Average dissimilarity = 49,04

| Species     | Group TRPL2-MI-2018 |          | Group TRPL3-MI-2018 |         | Contrib% | Cum.% |
|-------------|---------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|             | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Sphaeriidae | 2,08                | 0        | 15,73               | 3,65    | 32,09    | 32,09 |
| NEMATODA    | 1,11                | 0,98     | 8,83                | 1,15    | 18,01    | 50,1  |

|              |      |      |      |      |       |       |
|--------------|------|------|------|------|-------|-------|
| Chironomidae | 3,16 | 3,89 | 7,53 | 1,81 | 15,35 | 65,45 |
| Limnesiidae  | 0,66 | 0    | 4,09 | 0,74 | 8,34  | 73,79 |

## Groups ERPL-MI-2018 &amp; ERPL-MI-2019

Average dissimilarity = 48,50

| Species         | Group ERPL-MI-2018<br>Av.Abund | Group ERPL-MI-2019<br>Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|--------------------------------|--------------------------------|---------|---------|----------|-------|
| Ceratopogonidae | 0                              | 1,99                           | 13,92   | 1,77    | 28,7     | 28,7  |
| Sphaeriidae     | 1,07                           | 1,87                           | 11,88   | 1,32    | 24,49    | 53,18 |
| Chironomidae    | 3,7                            | 3,06                           | 8,6     | 1,51    | 17,74    | 70,92 |

## Groups TRPL1-MI-2018 &amp; ERPL-MI-2019

Average dissimilarity = 85,69

| Species         | Group TRPL1-MI-2018<br>Av.Abund | Group ERPL-MI-2019<br>Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------------------|--------------------------------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae    | 0,33                            | 3,06                           | 35,61   | 2,54    | 41,56    | 41,56 |
| Sphaeriidae     | 0,33                            | 1,87                           | 23,41   | 1,56    | 27,32    | 68,88 |
| Ceratopogonidae | 0                               | 1,99                           | 22,95   | 1,87    | 26,79    | 95,67 |

## Groups TRPL2-MI-2018 &amp; ERPL-MI-2019

Average dissimilarity = 38,98

| Species         | Group TRPL2-MI-2018<br>Av.Abund | Group ERPL-MI-2019<br>Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------------------|--------------------------------|---------|---------|----------|-------|
| Ceratopogonidae | 0,33                            | 1,99                           | 12,03   | 1,53    | 30,86    | 30,86 |
| NEMATODA        | 1,11                            | 0                              | 7,15    | 1,1     | 18,34    | 49,2  |
| Chironomidae    | 3,16                            | 3,06                           | 5,92    | 1,56    | 15,18    | 64,38 |
| Sphaeriidae     | 2,08                            | 1,87                           | 4,92    | 1,13    | 12,63    | 77,01 |

## Groups TRPL3-MI-2018 &amp; ERPL-MI-2019

Average dissimilarity = 55,29

| Species         | Group TRPL3-MI-2018<br>Av.Abund | Group ERPL-MI-2019<br>Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------------------|--------------------------------|---------|---------|----------|-------|
| Sphaeriidae     | 0                               | 1,87                           | 14,92   | 1,77    | 26,99    | 26,99 |
| Ceratopogonidae | 0                               | 1,99                           | 14,2    | 1,75    | 25,69    | 52,69 |
| Chironomidae    | 3,89                            | 3,06                           | 8,51    | 1,65    | 15,4     | 68,08 |
| NEMATODA        | 0,98                            | 0                              | 6,3     | 0,76    | 11,39    | 79,48 |

## Groups ERPL-MI-2018 &amp; TRPL1-MI-2019

Average dissimilarity = 70,43

| Species      | Group ERPL-MI-2018<br>Av.Abund | Group TRPL1-MI-2019<br>Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|--------------------------------|---------------------------------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae | 3,7                            | 1,15                            | 38,1    | 1,47    | 54,1     | 54,1  |

|          |      |   |       |      |       |       |
|----------|------|---|-------|------|-------|-------|
| NEMATODA | 1,23 | 0 | 12,39 | 0,79 | 17,59 | 71,69 |
|----------|------|---|-------|------|-------|-------|

## Groups TRPL1-MI-2018 &amp; TRPL1-MI-2019

Average dissimilarity = 85,38

| Species      | Av.Abund | Group TRPL1-MI-2018 | Av.Abund | Group TRPL1-MI-2019 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|---------------------|----------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae | 0,33     |                     | 1,15     |                     | 67,55   | 1,6     | 79,11    | 79,11 |

## Groups TRPL2-MI-2018 &amp; TRPL1-MI-2019

Average dissimilarity = 74,29

| Species      | Av.Abund | Group TRPL2-MI-2018 | Av.Abund | Group TRPL1-MI-2019 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|---------------------|----------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
| Sphaeriidae  | 2,08     |                     | 0        |                     | 25,49   | 3,39    | 34,31    | 34,31 |
| Chironomidae | 3,16     |                     | 1,15     |                     | 24,49   | 1,41    | 32,97    | 67,28 |
| NEMATODA     | 1,11     |                     | 0        |                     | 12,27   | 1,04    | 16,52    | 83,8  |

## Groups TRPL3-MI-2018 &amp; TRPL1-MI-2019

Average dissimilarity = 69,07

| Species      | Av.Abund | Group TRPL3-MI-2018 | Av.Abund | Group TRPL1-MI-2019 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|---------------------|----------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae | 3,89     |                     | 1,15     |                     | 44,15   | 1,56    | 63,92    | 63,92 |
| NEMATODA     | 0,98     |                     | 0        |                     | 10,5    | 0,74    | 15,2     | 79,12 |

## Groups ERPL-MI-2019 &amp; TRPL1-MI-2019

Average dissimilarity = 74,08

| Species         | Av.Abund | Group ERPL-MI-2019 | Av.Abund | Group TRPL1-MI-2019 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|----------|--------------------|----------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
| Sphaeriidae     | 1,87     |                    | 0        |                     | 24,5    | 1,85    | 33,07    | 33,07 |
| Chironomidae    | 3,06     |                    | 1,15     |                     | 24,26   | 1,38    | 32,76    | 65,83 |
| Ceratopogonidae | 1,99     |                    | 0        |                     | 21,76   | 1,85    | 29,37    | 95,2  |

## Groups ERPL-MI-2018 &amp; TRPL2-MI-2019

Average dissimilarity = 49,92

| Species         | Av.Abund | Group ERPL-MI-2018 | Av.Abund | Group TRPL2-MI-2019 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|----------|--------------------|----------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
| Ceratopogonidae | 0        |                    | 1,74     |                     | 12,2    | 1,72    | 24,44    | 24,44 |
| Sphaeriidae     | 1,07     |                    | 1,46     |                     | 10,05   | 1,49    | 20,12    | 44,57 |
| Chironomidae    | 3,7      |                    | 2,88     |                     | 8,54    | 1,27    | 17,11    | 61,67 |
| NEMATODA        | 1,23     |                    | 0        |                     | 7,66    | 0,79    | 15,34    | 77,01 |

## Groups TRPL1-MI-2018 &amp; TRPL2-MI-2019

Average dissimilarity = 86,83

| Species         | Group TRPL1-MI-2018 | Group TRPL2-MI-2019 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Chironomidae    | 0,33                | 2,88                | 33,31   | 2,4     | 38,36    | 38,36 |
| Ceratopogonidae | 0                   | 1,74                | 20,14   | 1,73    | 23,2     | 61,55 |
| Sphaeriidae     | 0,33                | 1,46                | 15,53   | 1,38    | 17,89    | 79,44 |

## Groups TRPL2-MI-2018 &amp; TRPL2-MI-2019

Average dissimilarity = 43,31

| Species         | Group TRPL2-MI-2018 | Group TRPL2-MI-2019 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Ceratopogonidae | 0,33                | 1,74                | 10,47   | 1,47    | 24,17    | 24,17 |
| NEMATODA        | 1,11                | 0                   | 7,13    | 1,09    | 16,47    | 40,64 |
| Chironomidae    | 3,16                | 2,88                | 5,87    | 1,81    | 13,56    | 54,2  |
| Sphaeriidae     | 2,08                | 1,46                | 5,24    | 0,75    | 12,1     | 66,3  |
| Naididae        | 0,33                | 0,66                | 5,2     | 0,8     | 12       | 78,3  |

## Groups TRPL3-MI-2018 &amp; TRPL2-MI-2019

Average dissimilarity = 55,36

| Species         | Group TRPL3-MI-2018 | Group TRPL2-MI-2019 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Ceratopogonidae | 0                   | 1,74                | 12,45   | 1,7     | 22,5     | 22,5  |
| Sphaeriidae     | 0                   | 1,46                | 10,51   | 1,72    | 18,99    | 41,48 |
| Chironomidae    | 3,89                | 2,88                | 8,56    | 1,28    | 15,47    | 56,95 |
| Naididae        | 0,46                | 0,66                | 6,63    | 0,88    | 11,97    | 68,93 |
| NEMATODA        | 0,98                | 0                   | 6,28    | 0,76    | 11,35    | 80,27 |

## Groups ERPL-MI-2019 &amp; TRPL2-MI-2019

Average dissimilarity = 33,40

| Species         | Group ERPL-MI-2019 | Group TRPL2-MI-2019 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|--------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund           | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Ceratopogonidae | 1,99               | 1,74                | 8,23    | 1,02    | 24,64    | 24,64 |
| Sphaeriidae     | 1,87               | 1,46                | 7,36    | 1,01    | 22,04    | 46,68 |
| Chironomidae    | 3,06               | 2,88                | 6,24    | 1,41    | 18,67    | 65,35 |
| Naididae        | 0                  | 0,66                | 5,04    | 0,76    | 15,1     | 80,45 |

## Groups TRPL1-MI-2019 &amp; TRPL2-MI-2019

Average dissimilarity = 73,99

| Species         | Group TRPL1-MI-2019 | Group TRPL2-MI-2019 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Chironomidae    | 1,15                | 2,88                | 22,02   | 1,27    | 29,76    | 29,76 |
| Ceratopogonidae | 0                   | 1,74                | 19,09   | 1,72    | 25,8     | 55,56 |
| Sphaeriidae     | 0                   | 1,46                | 16,17   | 1,71    | 21,85    | 77,41 |

## Groups ERPL-MI-2018 &amp; TRPL3-MI-2019

Average dissimilarity = 45,73

| Species         | Group ERPL-MI-2018 | Group TRPL3-MI-2019 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|--------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund           | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Ceratopogonidae | 0                  | 1,84                | 12,81   | 1,07    | 28,01    | 28,01 |
| NEMATODA        | 1,23               | 0,49                | 9,27    | 0,89    | 20,26    | 48,28 |
| Naididae        | 0,46               | 0,87                | 8,23    | 0,71    | 17,99    | 66,27 |
| Chironomidae    | 3,7                | 3,53                | 8,02    | 1,36    | 17,53    | 83,8  |

## Groups TRPL1-MI-2018 &amp; TRPL3-MI-2019

Average dissimilarity = 91,14

| Species         | Group TRPL1-MI-2018 | Group TRPL3-MI-2019 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Chironomidae    | 0,33                | 3,53                | 52,39   | 1,73    | 57,49    | 57,49 |
| Ceratopogonidae | 0                   | 1,84                | 21      | 1,05    | 23,04    | 80,53 |

## Groups TRPL2-MI-2018 &amp; TRPL3-MI-2019

Average dissimilarity = 53,15

| Species         | Group TRPL2-MI-2018 | Group TRPL3-MI-2019 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Sphaeriidae     | 2,08                | 0                   | 15,28   | 3,47    | 28,75    | 28,75 |
| Ceratopogonidae | 0,33                | 1,84                | 11,68   | 1,08    | 21,97    | 50,71 |
| NEMATODA        | 1,11                | 0,49                | 8,13    | 1,11    | 15,29    | 66    |
| Chironomidae    | 3,16                | 3,53                | 6,83    | 1,16    | 12,86    | 78,86 |

## Groups TRPL3-MI-2018 &amp; TRPL3-MI-2019

Average dissimilarity = 41,66

| Species         | Group TRPL3-MI-2018 | Group TRPL3-MI-2019 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Ceratopogonidae | 0                   | 1,84                | 13,07   | 1,06    | 31,38    | 31,38 |
| NEMATODA        | 0,98                | 0,49                | 7,94    | 0,83    | 19,05    | 50,43 |
| Chironomidae    | 3,89                | 3,53                | 6,97    | 1,74    | 16,73    | 67,15 |
| Naididae        | 0,46                | 0,87                | 6,95    | 0,66    | 16,69    | 83,84 |

## Groups ERPL-MI-2019 &amp; TRPL3-MI-2019

Average dissimilarity = 45,07

| Species         | Group ERPL-MI-2019 | Group TRPL3-MI-2019 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|--------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund           | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Sphaeriidae     | 1,87               | 0                   | 14,48   | 1,74    | 32,13    | 32,13 |
| Ceratopogonidae | 1,99               | 1,84                | 12,22   | 1,25    | 27,12    | 59,25 |
| Chironomidae    | 3,06               | 3,53                | 7,85    | 1,22    | 17,41    | 76,67 |

## Groups TRPL1-MI-2019 &amp; TRPL3-MI-2019

Average dissimilarity = 70,26

| Species         | Group TRPL1-MI-2019 |  | Group TRPL3-MI-2019 |         | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|--|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            |  | Av.Abund            | Av.Diss |         |          |       |
| Chironomidae    | 1,15                |  | 3,53                | 37,61   | 1,23    | 53,54    | 53,54 |
| Ceratopogonidae | 0                   |  | 1,84                | 19,92   | 1,05    | 28,36    | 81,89 |

## Groups TRPL2-MI-2019 &amp; TRPL3-MI-2019

Average dissimilarity = 46,63

| Species         | Group TRPL2-MI-2019 |  | Group TRPL3-MI-2019 |         | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|--|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            |  | Av.Abund            | Av.Diss |         |          |       |
| Ceratopogonidae | 1,74                |  | 1,84                | 11,72   | 1,26    | 25,14    | 25,14 |
| Sphaeriidae     | 1,46                |  | 0                   | 10,23   | 1,7     | 21,93    | 47,07 |
| Naididae        | 0,66                |  | 0,87                | 8,71    | 0,93    | 18,67    | 65,75 |
| Chironomidae    | 2,88                |  | 3,53                | 8,21    | 1,22    | 17,61    | 83,36 |

## 1.2.2 COMPOSITION DES COMMUNAUTÉS

### 1.2.2.1 PERMANOVA

#### Permutational MANOVA

##### Resemblance worksheet

Name: Resem12

Data type: Similarity

Selection: 6-10;21-25;36-40;51-55;66-70;81-85;96-100;111-115

Transform: Presence/absence

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity (+d)

Sums of squares type: Type III (partial)

Fixed effects sum to zero for mixed terms

Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model

Number of permutations: 999

##### Factors

| Name        | Abbrev. | Type   | Levels |
|-------------|---------|--------|--------|
| Exposition  | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site        | Si      | Random | 4      |
| Avant.apres | AV      | Fixed  | 2      |
| Station     | St      | Random | 20     |

##### Excluded terms

Avant.apresxStation(Site(Exposition))

##### Pooled terms

Si(Ex)

$S_i(\text{Ex})x_{AV}$

*Terms whose SS and df were combined*

Pool Terms  
 Pooled(1)  $St(S_i(\text{Ex})) + S_i(\text{Ex})$   
 Pooled(2) Res +  $S_i(\text{Ex})x_{AV}$

*PERMANOVA table of results*

| Source    | df | SS     | MS     | Pseudo-F | P(perm) | Unique perms |
|-----------|----|--------|--------|----------|---------|--------------|
| Ex        | 1  | 901,75 | 901,75 | 0,95763  | 0,382   | 926          |
| AV        | 1  | 2606,5 | 2606,5 | 6,0954   | 0,002   | 998          |
| ExxAV     | 1  | 723,41 | 723,41 | 1,6917   | 0,199   | 997          |
| Pooled(1) | 18 | 16950  | 941,64 | 2,2021   | 0,012   | 998          |
| Pooled(2) | 18 | 7697,1 | 427,62 |          |         |              |
| Total     | 39 | 28893  |        |          |         |              |

*Details of the expected mean squares (EMS) for the model*

| Source    | EMS   |
|-----------|---|
| Ex        | $1 * V(\text{Res}) + 2 * V(St(S_i(\text{Ex}))) + 15 * S(\text{Ex})$ |
| AV        | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(\text{AV})$                             |
| ExxAV     | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{ExxAV})$                         |
| Pooled(1) | $1 * V(\text{Res}) + 2 * V(St(S_i(\text{Ex})))$                     |
| Pooled(2) | $1 * V(\text{Res})$   |

*Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares*

| Source               | Numerator              | Denominator            | Num. df | Den. df |
|----------------------|------------------------|------------------------|---------|---------|
| Ex                   | $1 * \text{Ex}$        | $1 * \text{Pooled}(1)$ | 1       | 18      |
| AV                   | $1 * \text{AV}$        | $1 * \text{Pooled}(2)$ | 1       | 18      |
| ExxAV                | $1 * \text{ExxAV}$     | $1 * \text{Pooled}(2)$ | 1       | 18      |
| $St(S_i(\text{Ex}))$ | $1 * \text{Pooled}(1)$ | $1 * \text{Pooled}(2)$ | 18      | 18      |

*Estimates of components of variation*

| Source                  | Estimate | Sq. root |
|-------------------------|----------|----------|
| $S(\text{Ex})$          | -2,6597  | -1,6308  |
| $S(\text{AV})$          | 145,26   | 12,052   |
| $S(\text{ExxAV})$       | 39,44    | 6,2801   |
| $V(St(S_i(\text{Ex})))$ | 257,01   | 16,032   |
| $V(\text{Res})$         | 427,62   | 20,679   |

### 1.2.2.2 PERMDISP

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: Resem12

Data type: Similarity

Selection: 6-10;21-25;36-40;51-55;66-70;81-85;96-100;111-115

Transform: Presence/absence

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity (+d)

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 40



*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 4,7794 df1: 3 df2: 36

P(perm): 0,012

*PAIRWISE COMPARISONS*

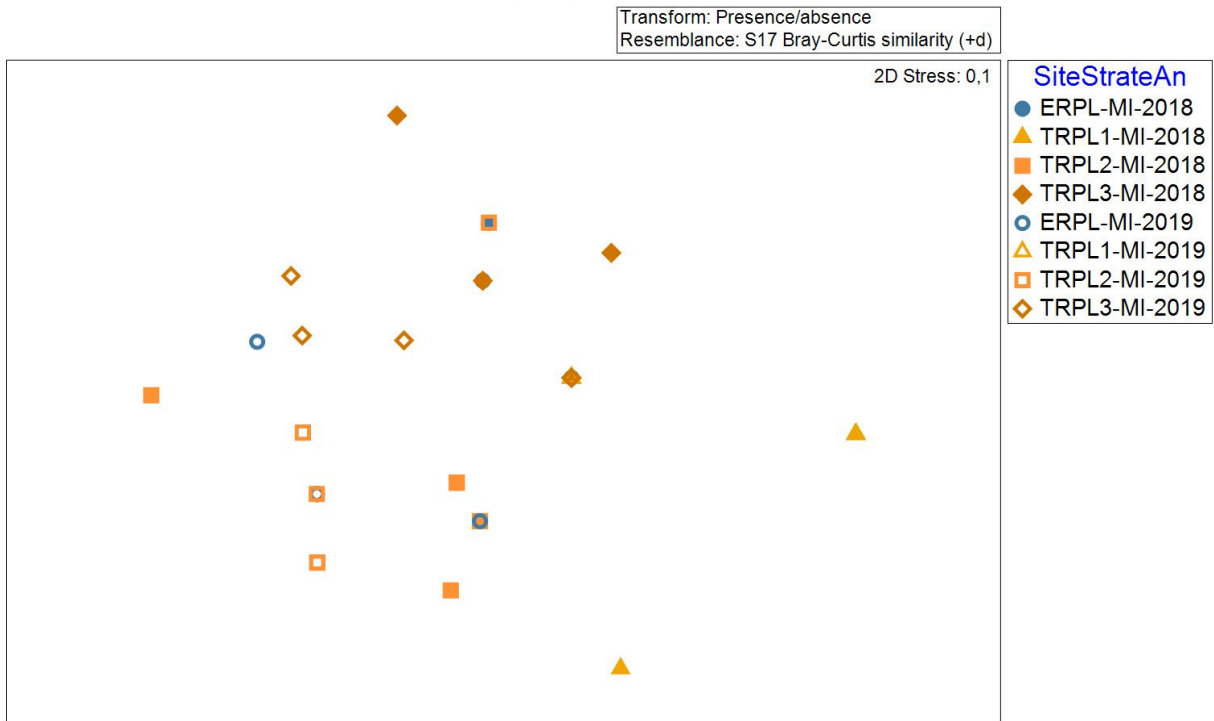
| Groups                     | t      | P(perm) |
|----------------------------|--------|---------|
| (ExposeAvant, TemoinAvant) | 2,0145 | 0,091   |
| (ExposeAvant, ExposeApres) | 1,6161 | 0,254   |
| (ExposeAvant, TemoinApres) | 1,1248 | 0,353   |
| (TemoinAvant, ExposeApres) | 3,3744 | 0,004   |
| (TemoinAvant, TemoinApres) | 1,2042 | 0,265   |
| (ExposeApres, TemoinApres) | 2,6198 | 0,02    |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group       | Size | Average | SE     |
|-------------|------|---------|--------|
| ExposeAvant | 5    | 17,315  | 1,985  |
| TemoinAvant | 15   | 27,43   | 2,7801 |
| ExposeApres | 5    | 8,3324  | 5,1917 |
| TemoinApres | 15   | 22,777  | 2,6841 |

1.2.2.3 NMDS

Non-metric MDS



1.2.3 DOMINANCE

1.2.3.1 PERMANOVA

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Resem24  
Data type: Distance  
Selection: All

Sums of squares type: Type III (partial)  
Fixed effects sum to zero for mixed terms  
Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model  
Number of permutations: 999

*Factors*

| Name        | Abbrev. | Type   | Levels |
|-------------|---------|--------|--------|
| Exposition  | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site        | Si      | Random | 4      |
| Avant.apres | Av      | Fixed  | 2      |
| Station     | St      | Random | 19     |

*Excluded terms*

Avant.apresxStation(Site(Exposition))

*Pooled terms*

Si(Ex)  
Si(Ex)xAV

*Terms whose SS and df were combined*

| Pool      | Terms               |
|-----------|---------------------|
| Pooled(1) | St(Si(Ex)) + Si(Ex) |
| Pooled(2) | Res + Si(Ex)xAV     |

*PERMANOVA table of results*

| Source    | df | SS     | MS     | Pseudo-F | P(perm) | Unique perms |
|-----------|----|--------|--------|----------|---------|--------------|
| Ex        | 1  | 6975,9 | 6975,9 | 2,6941   | 0,104   | 998          |
| AV        | 1  | 7629,4 | 7629,4 | 2,6152   | 0,099   | 999          |
| ExxAV     | 1  | 1140,4 | 1140,4 | 0,39088  | 0,624   | 999          |
| Pooled(1) | 17 | 43599  | 2564,7 | 0,87909  | 0,591   | 997          |
| Pooled(2) | 14 | 40844  | 2917,4 |          |         |              |
| Total     | 34 | 96802  |        |          |         |              |

*Details of the expected mean squares (EMS) for the model*

| Source    | EMS  |
|-----------|--|
| Ex        | $1 * V(\text{Res}) + 1,8538 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 13,62 * S(\text{Ex})$ |
| AV        | $1 * V(\text{Res}) + 13,75 * S(\text{AV})$   |
| ExxAV     | $1 * V(\text{Res}) + 6,875 * S(\text{ExxAV})$  |
| Pooled(1) | $1 * V(\text{Res}) + 1,8235 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$                        |
| Pooled(2) | $1 * V(\text{Res})$  |

*Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares*

| Source     | Numerator                                     | Denominator                 | Num.df | Den.df |
|------------|---|-----------------------------|--------|--------|
| Ex         | $0,016614 * \text{Pooled}(2) + 1 * \text{Ex}$ | $1,0166 * \text{Pooled}(1)$ | 1,01   | 17     |
| AV         | $1 * \text{AV}$                               | $1 * \text{Pooled}(2)$      | 1      | 14     |
| ExxAV      | $1 * \text{ExxAV}$                            | $1 * \text{Pooled}(2)$      | 1      | 14     |
| St(Si(Ex)) | $1 * \text{Pooled}(1)$                        | $1 * \text{Pooled}(2)$      | 17     | 14     |

*Estimates of components of variation*

| Source        | Estimate | Sq.root |
|---------------|----------|---------|
| S(Ex)         | 324,31   | 18,009  |
| S(AV)         | 342,69   | 18,512  |
| S(ExxAV)      | -258,48  | -16,077 |
| V(St(Si(Ex))) | -193,44  | -13,908 |

V(Res) 2917,4 54,013

### 1.2.3.2 PERMDISP

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: Resem24

Data type: Distance

Selection: All

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 35

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 0,89808 df1: 3 df2: 31

P(perm): 0,598

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                     | t       | P(perm) |
|----------------------------|---------|---------|
| (ExposeAvant, TemoinAvant) | 0,46563 | 0,689   |
| (ExposeAvant, ExposeApres) | 0,30194 | 0,772   |
| (ExposeAvant, TemoinApres) | 0,72504 | 0,526   |
| (TemoinAvant, ExposeApres) | 0,18897 | 0,863   |
| (TemoinAvant, TemoinApres) | 1,4848  | 0,215   |
| (ExposeApres, TemoinApres) | 1,0344  | 0,393   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group       | Size | Average | SE     |
|-------------|------|---------|--------|
| ExposeAvant | 5    | 41,846  | 9,2739 |
| TemoinAvant | 12   | 35,466  | 7,8919 |
| ExposeApres | 5    | 38,024  | 8,6156 |
| TemoinApres | 13   | 51,189  | 7,1045 |

### 1.2.3.3 DOMINANCE PLOTS

voir 2018-2020

## 1.3 ZONE PROFONDE

### 1.3.1 STRUCTURE DES COMMUNAUTÉS

#### 1.3.1.1 PERMANOVA

Permutational MANOVA

*Resemblance worksheet*

Name: Resem11  
 Data type: Similarity  
 Selection: 11-15;26-30;41-45;56-60;71-75;86-90;101-105;116-120  
 Transform: Fourth root  
 Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity (+d)

Sums of squares type: Type III (partial)  
 Fixed effects sum to zero for mixed terms  
 Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model  
 Number of permutations: 999

*Factors*

| Name        | Abbrev. | Type   | Levels |
|-------------|---------|--------|--------|
| Exposition  | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site        | Si      | Random | 4      |
| Avant.apres | Av      | Fixed  | 2      |
| Station     | St      | Random | 20     |

*Excluded terms*

Avant.apresxStation(Site(Exposition))

*Pooled terms*

Si(Ex)  
 Si(Ex)xAV

*Terms whose SS and df were combined*

| Pool      | Terms               |
|-----------|---------------------|
| Pooled(1) | St(Si(Ex)) + Si(Ex) |
| Pooled(2) | Res + Si(Ex)xAV     |

*PERMANOVA table of results*

| Source    | df | SS     | MS     | Pseudo-F | P(perm) | Unique perms |
|-----------|----|--------|--------|----------|---------|--------------|
| Ex        | 1  | 1645,7 | 1645,7 | 1,4071   | 0,233   | 968          |
| AV        | 1  | 3633,9 | 3633,9 | 3,4544   | 0,004   | 999          |
| ExxAV     | 1  | 1763,5 | 1763,5 | 1,6763   | 0,166   | 999          |
| Pooled(1) | 18 | 21052  | 1169,6 | 1,1118   | 0,318   | 997          |
| Pooled(2) | 18 | 18936  | 1052   |          |         |              |
| Total     | 39 | 47549  |        |          |         |              |

*Details of the expected mean squares (EMS) for the model*

| Source    | EMS  |
|-----------|--|
| Ex        | $1 \cdot V(\text{Res}) + 2 \cdot V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 15 \cdot S(\text{Ex})$ |
| AV        | $1 \cdot V(\text{Res}) + 15 \cdot S(\text{AV})$  |
| ExxAV     | $1 \cdot V(\text{Res}) + 7,5 \cdot S(\text{ExxAV})$  |
| Pooled(1) | $1 \cdot V(\text{Res}) + 2 \cdot V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$                         |
| Pooled(2) | $1 \cdot V(\text{Res})$  |

*Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares*

| Source     | Numerator   | Denominator | Num. df | Den. df |
|------------|-------------|-------------|---------|---------|
| Ex         | 1*Ex        | 1*Pooled(1) | 1       | 18      |
| AV         | 1*AV        | 1*Pooled(2) | 1       | 18      |
| ExxAV      | 1*ExxAV     | 1*Pooled(2) | 1       | 18      |
| St(Si(Ex)) | 1*Pooled(1) | 1*Pooled(2) | 18      | 18      |

*Estimates of components of variation*

| Source | Estimate | Sq. root |
|--------|----------|----------|
| S(Ex)  | 31,742   | 5,634    |
| S(AV)  | 172,13   | 13,12    |

|               |        |        |
|---------------|--------|--------|
| S(ExxAv)      | 94,863 | 9,7397 |
| V(St(Si(Ex))) | 58,784 | 7,6671 |
| V(Res)        | 1052   | 32,434 |

### 1.3.1.2 PERMDISP

#### Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

##### *Resemblance worksheet*

Name: Resem11

Data type: Similarity

Selection: 11-15;26-30;41-45;56-60;71-75;86-90;101-105;116-120

Transform: Fourth root

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity (+d)

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 40

##### *DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 4,8306 df1: 3 df2: 36

P(perm): 0,011

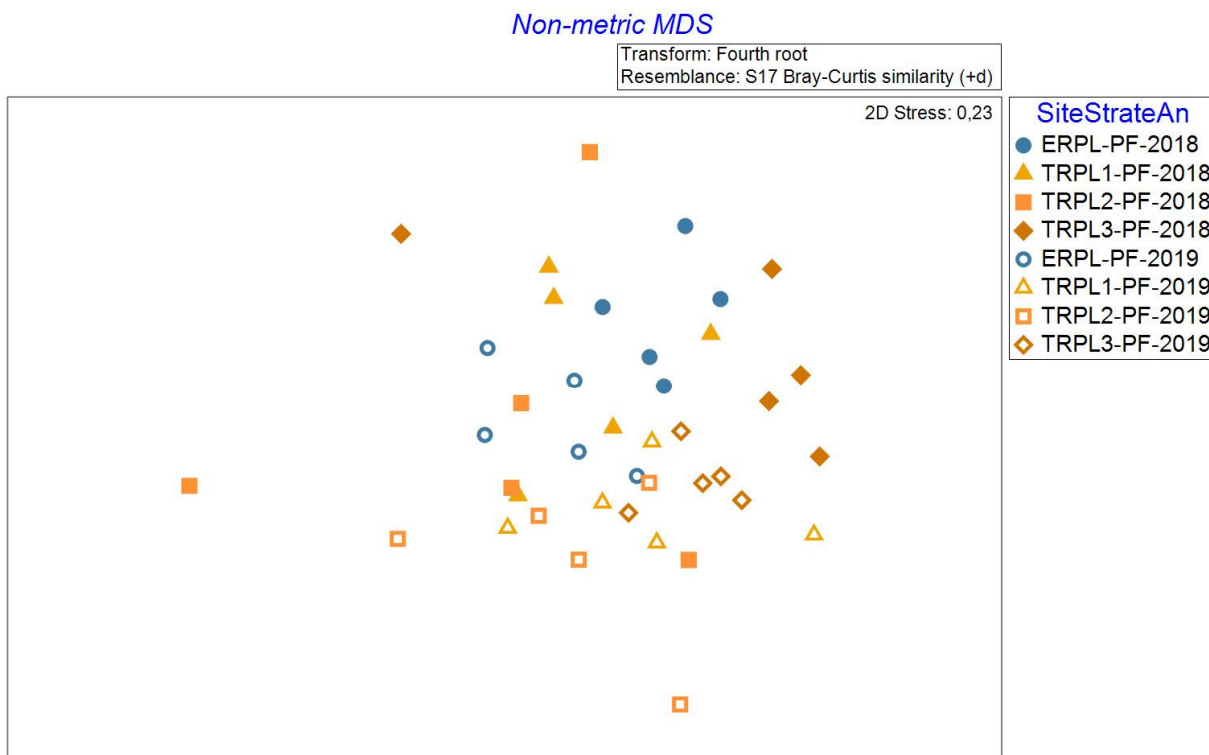
##### *PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                     | t       | P(perm) |
|----------------------------|---------|---------|
| (ExposeAvant, TemoinAvant) | 3,1926  | 0,005   |
| (ExposeAvant, ExposeApres) | 0,48039 | 0,679   |
| (ExposeAvant, TemoinApres) | 0,8915  | 0,426   |
| (TemoinAvant, ExposeApres) | 2,4134  | 0,051   |
| (TemoinAvant, TemoinApres) | 2,8328  | 0,02    |
| (ExposeApres, TemoinApres) | 0,35773 | 0,761   |

##### *MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group       | Size | Average | SE     |
|-------------|------|---------|--------|
| ExposeAvant | 5    | 21,1    | 2,3946 |
| TemoinAvant | 15   | 37,299  | 2,7801 |
| ExposeApres | 5    | 23,764  | 5,0009 |
| TemoinApres | 15   | 25,854  | 2,9316 |

1.3.1.3 NMDS



1.3.1.4 SIMPER

Similarity Percentages - species contributions

One-Way Analysis

*Data worksheet*

Name: Data5

Data type: Abundance

Sample selection: 11-15;26-30;41-45;56-60;71-75;86-90;101-105;116-120

Variable selection: All

*Parameters*

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

Cut off for low contributions: 70,00%

*Group ERPL-PF-2018*

Average similarity: 66,36

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Sphaeriidae  | 2,83     | 20,40  | 7,24   | 30,74    | 30,74 |
| Chironomidae | 1,83     | 13,41  | 5,91   | 20,21    | 50,94 |
| NEMATODA     | 1,76     | 12,86  | 9,39   | 19,38    | 70,32 |

*Group TRPL1-PF-2018*

Average similarity: 54,90

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Sphaeriidae  | 2,85     | 24,85  | 7,29   | 45,26    | 45,26 |
| Leptoceridae | 1,66     | 10,69  | 1,13   | 19,47    | 64,73 |
| Chironomidae | 1,11     | 4,77   | 0,61   | 8,70     | 73,43 |

*Group TRPL2-PF-2018*

Average similarity: 36,75

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Leptoceridae | 1,44     | 12,91  | 1,04   | 35,13    | 35,13 |
| Sphaeriidae  | 1,87     | 12,89  | 1,14   | 35,08    | 70,21 |

*Group TRPL3-PF-2018*

Average similarity: 45,51

| Species     | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|-------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Sphaeriidae | 3,60     | 20,31  | 4,52   | 44,63    | 44,63 |
| Naididae    | 2,15     | 7,50   | 1,12   | 16,49    | 61,12 |
| Unionidae   | 1,76     | 6,52   | 1,12   | 14,33    | 75,45 |

*Group ERPL-PF-2019*

Average similarity: 61,63

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Sphaeriidae  | 2,99     | 22,87  | 3,11   | 37,12    | 37,12 |
| Leptoceridae | 2,05     | 17,17  | 11,04  | 27,87    | 64,99 |
| Chironomidae | 1,82     | 10,82  | 1,15   | 17,56    | 82,55 |

*Group TRPL1-PF-2019*

Average similarity: 61,63

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Sphaeriidae  | 2,96     | 23,68  | 4,91   | 38,43    | 38,43 |
| Chironomidae | 2,10     | 16,56  | 8,45   | 26,87    | 65,29 |
| Leptoceridae | 1,58     | 10,44  | 1,07   | 16,93    | 82,22 |

*Group TRPL2-PF-2019*

Average similarity: 58,53

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Sphaeriidae  | 2,64     | 34,47  | 4,57   | 58,89    | 58,89 |
| Leptoceridae | 1,44     | 14,03  | 1,11   | 23,97    | 82,86 |

*Group TRPL3-PF-2019*

Average similarity: 77,91

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Sphaeriidae  | 3,48     | 20,40  | 9,69   | 26,18    | 26,18 |
| Naididae     | 3,39     | 18,05  | 6,28   | 23,16    | 49,35 |
| Leptoceridae | 2,11     | 12,39  | 4,97   | 15,90    | 65,25 |
| Chironomidae | 2,26     | 12,04  | 14,34  | 15,45    | 80,70 |

## Groups ERPL-PF-2018 &amp; TRPL1-PF-2018

Average dissimilarity = 39,20

| Species      | Group ERPL-PF-2018 |  | Group TRPL1-PF-2018 |         | Contrib% | Cum.% |
|--------------|--------------------|--|---------------------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund           |  | Av.Abund            | Av.Diss |          |       |
| Spongillidae | 1,31               |  | 0,33                | 4,64    | 11,83    | 11,83 |
| Leptoceridae | 1,15               |  | 1,66                | 4,6     | 11,73    | 23,57 |
| Naididae     | 1,15               |  | 0,72                | 4,36    | 11,13    | 34,7  |
| Molannidae   | 1,11               |  | 0,98                | 3,9     | 9,96     | 44,65 |
| NEMATODA     | 1,76               |  | 1,11                | 3,55    | 9,06     | 53,72 |
| Unionidae    | 0,66               |  | 0,98                | 3,52    | 8,98     | 62,7  |
| Chironomidae | 1,83               |  | 1,11                | 3,44    | 8,77     | 71,47 |

## Groups ERPL-PF-2018 &amp; TRPL2-PF-2018

Average dissimilarity = 55,62

| Species      | Group ERPL-PF-2018 |          | Group TRPL2-PF-2018 |         | Contrib% | Cum.% |
|--------------|--------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund           | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| NEMATODA     | 1,76               | 0,39     | 6,95                | 1,98    | 12,49    | 12,49 |
| Spongillidae | 1,31               | 0        | 6,14                | 1,78    | 11,05    | 23,54 |
| Sphaeriidae  | 2,83               | 1,87     | 5,32                | 0,84    | 9,56     | 33,1  |
| Naididae     | 1,15               | 0,39     | 5,13                | 1,09    | 9,22     | 42,31 |
| Molannidae   | 1,11               | 0,72     | 4,62                | 1,05    | 8,3      | 50,62 |
| Leptoceridae | 1,15               | 1,44     | 4,54                | 0,98    | 8,16     | 58,77 |
| Chironomidae | 1,83               | 1,21     | 4,31                | 0,91    | 7,75     | 66,52 |
| Unionidae    | 0,66               | 0,72     | 3,82                | 0,97    | 6,87     | 73,39 |

## Groups TRPL1-PF-2018 &amp; TRPL2-PF-2018

Average dissimilarity = 50,83

| Species         | Group TRPL1-PF-2018 |          | Group TRPL2-PF-2018 |         | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Sphaeriidae     | 2,85                | 1,87     | 6,07                | 0,81    | 11,93    | 11,93 |
| NEMATODA        | 1,11                | 0,39     | 5,37                | 1,09    | 10,57    | 22,5  |
| Chironomidae    | 1,11                | 1,21     | 5,29                | 0,96    | 10,41    | 32,91 |
| Molannidae      | 0,98                | 0,72     | 4,67                | 1,04    | 9,19     | 42,1  |
| Unionidae       | 0,98                | 0,72     | 4,62                | 1,06    | 9,08     | 51,18 |
| Leptoceridae    | 1,66                | 1,44     | 4,14                | 1,04    | 8,15     | 59,33 |
| Ceratopogonidae | 0,39                | 0,66     | 3,98                | 0,89    | 7,83     | 67,16 |
| Naididae        | 0,72                | 0,39     | 3,82                | 0,87    | 7,52     | 74,68 |

## Groups ERPL-PF-2018 &amp; TRPL3-PF-2018

Average dissimilarity = 47,40

| Species      | Group ERPL-PF-2018 |          | Group TRPL3-PF-2018 |         | Contrib% | Cum.% |
|--------------|--------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund           | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Naididae     | 1,15               | 2,15     | 5,26                | 1,28    | 11,09    | 11,09 |
| Unionidae    | 0,66               | 1,76     | 4,64                | 1,41    | 9,79     | 20,88 |
| Chironomidae | 1,83               | 1,52     | 4,6                 | 1,3     | 9,7      | 30,58 |
| Leptoceridae | 1,15               | 0,88     | 4,08                | 1,15    | 8,6      | 39,18 |
| Molannidae   | 1,11               | 0,66     | 3,53                | 1,05    | 7,45     | 46,62 |
| Spongillidae | 1,31               | 0,66     | 3,44                | 1       | 7,25     | 53,88 |
| NEMATODA     | 1,76               | 0,98     | 3,37                | 0,86    | 7,1      | 60,98 |
| Hygrobatidae | 0                  | 0,72     | 3,3                 | 0,79    | 6,96     | 67,94 |
| Sphaeriidae  | 2,83               | 3,6      | 2,7                 | 1,76    | 5,7      | 73,63 |

## Groups TRPL1-PF-2018 &amp; TRPL3-PF-2018

Average dissimilarity = 51,07



| Species       | Group TRPL1-PF-2018 |          | Group TRPL3-PF-2018 |         | Contrib% | Cum.% |
|---------------|---------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|               | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Naididae      | 0,72                | 2,15     | 6,38                | 1,39    | 12,48    | 12,48 |
| Leptoceridae  | 1,66                | 0,88     | 5,83                | 1,21    | 11,42    | 23,9  |
| Chironomidae  | 1,11                | 1,52     | 4,98                | 1,18    | 9,76     | 33,65 |
| Unionidae     | 0,98                | 1,76     | 4,54                | 1,22    | 8,89     | 42,55 |
| NEMATODA      | 1,11                | 0,98     | 3,7                 | 0,97    | 7,24     | 49,79 |
| Hygrobataidae | 0,33                | 0,72     | 3,67                | 0,82    | 7,19     | 56,98 |
| Molannidae    | 0,98                | 0,66     | 3,38                | 0,9     | 6,61     | 63,59 |
| Lumbriculidae | 0,66                | 0,33     | 2,82                | 0,81    | 5,52     | 69,11 |
| Sphaeriidae   | 2,85                | 3,6      | 2,82                | 1,68    | 5,51     | 74,62 |

## Groups TRPL2-PF-2018 &amp; TRPL3-PF-2018

Average dissimilarity = 63,03

| Species         | Group TRPL2-PF-2018 |          | Group TRPL3-PF-2018 |         | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Naididae        | 0,39                | 2,15     | 7,61                | 1,44    | 12,07    | 12,07 |
| Sphaeriidae     | 1,87                | 3,6      | 7,6                 | 1,12    | 12,06    | 24,14 |
| Leptoceridae    | 1,44                | 0,88     | 5,93                | 1,12    | 9,4      | 33,54 |
| Unionidae       | 0,72                | 1,76     | 5,51                | 1,25    | 8,74     | 42,28 |
| Chironomidae    | 1,21                | 1,52     | 5,44                | 1,11    | 8,63     | 50,91 |
| Hygrobataidae   | 0,33                | 0,72     | 4                   | 0,86    | 6,34     | 57,25 |
| Molannidae      | 0,72                | 0,66     | 3,9                 | 0,84    | 6,19     | 63,43 |
| NEMATODA        | 0,39                | 0,98     | 3,88                | 1,05    | 6,16     | 69,59 |
| Ceratopogonidae | 0,66                | 0,33     | 3,06                | 0,79    | 4,85     | 74,44 |

## Groups ERPL-PF-2018 &amp; ERPL-PF-2019

Average dissimilarity = 45,27

| Species         | Group ERPL-PF-2018 |          | Group ERPL-PF-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|--------------------|----------|--------------------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund           | Av.Abund | Av.Diss            | Diss/SD |          |       |
| Spongillidae    | 1,31               | 0        | 5,46               | 1,89    | 12,06    | 12,06 |
| Ceratopogonidae | 0                  | 1,27     | 5,14               | 1,16    | 11,36    | 23,41 |
| NEMATODA        | 1,76               | 0,66     | 4,74               | 1,31    | 10,46    | 33,88 |
| Naididae        | 1,15               | 0,33     | 4,48               | 1,14    | 9,9      | 43,78 |
| Leptoceridae    | 1,15               | 2,05     | 4,4                | 1,03    | 9,73     | 53,5  |
| Molannidae      | 1,11               | 0,39     | 4,3                | 1,1     | 9,49     | 63    |
| Unionidae       | 0,66               | 1,12     | 4,2                | 1,07    | 9,28     | 72,27 |

## Groups TRPL1-PF-2018 &amp; ERPL-PF-2019

Average dissimilarity = 39,70

| Species         | Group TRPL1-PF-2018 |          | Group ERPL-PF-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|----------|--------------------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss            | Diss/SD |          |       |
| Ceratopogonidae | 0,39                | 1,27     | 5,48               | 1,13    | 13,79    | 13,79 |

|               |      |      |      |      |       |       |
|---------------|------|------|------|------|-------|-------|
| Chironomidae  | 1,11 | 1,82 | 5,27 | 1,17 | 13,27 | 27,07 |
| NEMATODA      | 1,11 | 0,66 | 4,43 | 1,1  | 11,17 | 38,24 |
| Unionidae     | 0,98 | 1,12 | 4,35 | 1,01 | 10,96 | 49,2  |
| Molannidae    | 0,98 | 0,39 | 4,3  | 1,12 | 10,84 | 60,04 |
| Lumbriculidae | 0,66 | 0,39 | 3,54 | 0,9  | 8,91  | 68,95 |
| Naididae      | 0,72 | 0,33 | 3,37 | 0,88 | 8,49  | 77,44 |

## Groups TRPL2-PF-2018 &amp; ERPL-PF-2019

Average dissimilarity = 47,92

| Species         | Group TRPL2-PF-2018 | Group ERPL-PF-2019 |         |         |          |       |
|-----------------|---------------------|--------------------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund           | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
| Sphaeriidae     | 1,87                | 2,99               | 7,82    | 1,05    | 16,31    | 16,31 |
| Chironomidae    | 1,21                | 1,82               | 6,03    | 1,02    | 12,58    | 28,9  |
| Ceratopogonidae | 0,66                | 1,27               | 5,84    | 1,14    | 12,19    | 41,09 |
| Unionidae       | 0,72                | 1,12               | 5,48    | 1,07    | 11,43    | 52,52 |
| Molannidae      | 0,72                | 0,39               | 4,27    | 0,85    | 8,91     | 61,43 |
| NEMATODA        | 0,39                | 0,66               | 3,94    | 0,88    | 8,23     | 69,66 |
| Leptoceridae    | 1,44                | 2,05               | 3,23    | 0,92    | 6,74     | 76,4  |

## Groups TRPL3-PF-2018 &amp; ERPL-PF-2019

Average dissimilarity = 53,95

| Species         | Group TRPL3-PF-2018 | Group ERPL-PF-2019 |         |         |          |       |
|-----------------|---------------------|--------------------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund           | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
| Naididae        | 2,15                | 0,33               | 6,92    | 1,61    | 12,82    | 12,82 |
| Leptoceridae    | 0,88                | 2,05               | 6,4     | 1,46    | 11,86    | 24,68 |
| Chironomidae    | 1,52                | 1,82               | 5,16    | 1,01    | 9,57     | 34,25 |
| Ceratopogonidae | 0,33                | 1,27               | 4,72    | 1,05    | 8,75     | 43    |
| Unionidae       | 1,76                | 1,12               | 4,49    | 1,15    | 8,31     | 51,31 |
| Hygrobatidae    | 0,72                | 0                  | 3,64    | 0,79    | 6,75     | 58,07 |
| Sphaeriidae     | 3,6                 | 2,99               | 3,45    | 1,38    | 6,39     | 64,45 |
| Molannidae      | 0,66                | 0,39               | 3,27    | 0,84    | 6,06     | 70,51 |

## Groups ERPL-PF-2018 &amp; TRPL1-PF-2019

Average dissimilarity = 44,35

| Species      | Group ERPL-PF-2018 | Group TRPL1-PF-2019 |         |         |          |       |
|--------------|--------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund           | Av.Abund            | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
| NEMATODA     | 1,76               | 0,39                | 5,98    | 2,09    | 13,48    | 13,48 |
| Spongillidae | 1,31               | 0                   | 5,39    | 1,85    | 12,15    | 25,63 |
| Naididae     | 1,15               | 1,83                | 4,98    | 1,21    | 11,24    | 36,86 |
| Leptoceridae | 1,15               | 1,58                | 4,26    | 0,99    | 9,6      | 46,46 |
| Molannidae   | 1,11               | 0,33                | 4,21    | 1,12    | 9,49     | 55,95 |
| Lebertiidae  | 0                  | 0,66                | 2,69    | 0,78    | 6,06     | 62,01 |
| Unionidae    | 0,66               | 0                   | 2,59    | 0,79    | 5,83     | 67,84 |

|               |      |      |      |      |      |       |
|---------------|------|------|------|------|------|-------|
| Lumbriculidae | 0,33 | 0,39 | 2,23 | 0,68 | 5,04 | 72,88 |
|---------------|------|------|------|------|------|-------|

## Groups TRPL1-PF-2018 &amp; TRPL1-PF-2019

Average dissimilarity = 44,64

| Species       | Group TRPL1-PF-2018 | Group TRPL1-PF-2019 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum. % |
|---------------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|--------|
|               | Av.Abund            | Av.Abund            |         |         |          |        |
| Naididae      | 0,72                | 1,83                | 6,44    | 1,33    | 14,43    | 14,43  |
| NEMATODA      | 1,11                | 0,39                | 4,66    | 1,1     | 10,43    | 24,87  |
| Chironomidae  | 1,11                | 2,1                 | 4,57    | 1,12    | 10,24    | 35,1   |
| Unionidae     | 0,98                | 0                   | 4,04    | 1,18    | 9,06     | 44,16  |
| Molannidae    | 0,98                | 0,33                | 3,91    | 1,1     | 8,77     | 52,93  |
| Leptoceridae  | 1,66                | 1,58                | 3,64    | 1,02    | 8,15     | 61,08  |
| Lumbriculidae | 0,66                | 0,39                | 3,5     | 0,9     | 7,84     | 68,92  |
| Lebertiidae   | 0                   | 0,66                | 2,96    | 0,77    | 6,62     | 75,54  |

## Groups TRPL2-PF-2018 &amp; TRPL1-PF-2019

Average dissimilarity = 53,38

| Species         | Group TRPL2-PF-2018 | Group TRPL1-PF-2019 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum. % |
|-----------------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|--------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund            |         |         |          |        |
| Naididae        | 0,39                | 1,83                | 8,16    | 1,47    | 15,28    | 15,28  |
| Sphaeriidae     | 1,87                | 2,96                | 6,54    | 0,88    | 12,26    | 27,54  |
| Chironomidae    | 1,21                | 2,1                 | 5,45    | 0,97    | 10,21    | 37,75  |
| Molannidae      | 0,72                | 0,33                | 3,81    | 0,86    | 7,13     | 44,89  |
| Leptoceridae    | 1,44                | 1,58                | 3,79    | 0,95    | 7,1      | 51,99  |
| Ceratopogonidae | 0,66                | 0,33                | 3,58    | 0,85    | 6,7      | 58,69  |
| Lebertiidae     | 0                   | 0,66                | 3,35    | 0,76    | 6,28     | 64,98  |
| Unionidae       | 0,72                | 0                   | 3,21    | 0,79    | 6,02     | 71     |

## Groups TRPL3-PF-2018 &amp; TRPL1-PF-2019

Average dissimilarity = 54,70

| Species      | Group TRPL3-PF-2018 | Group TRPL1-PF-2019 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum. % |
|--------------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|--------|
|              | Av.Abund            | Av.Abund            |         |         |          |        |
| Unionidae    | 1,76                | 0                   | 5,96    | 1,84    | 10,9     | 10,9   |
| Leptoceridae | 0,88                | 1,58                | 5,57    | 1,19    | 10,19    | 21,09  |
| Naididae     | 2,15                | 1,83                | 5,08    | 1,03    | 9,29     | 30,37  |
| Chironomidae | 1,52                | 2,1                 | 5,07    | 1,08    | 9,27     | 39,64  |
| Hygrobatidae | 0,72                | 0                   | 3,59    | 0,78    | 6,57     | 46,22  |
| NEMATODA     | 0,98                | 0,39                | 3,49    | 1,05    | 6,38     | 52,6   |
| Molannidae   | 0,66                | 0,33                | 2,95    | 0,76    | 5,4      | 57,99  |
| Sphaeriidae  | 3,6                 | 2,96                | 2,87    | 1,72    | 5,25     | 63,24  |
| Lebertiidae  | 0                   | 0,66                | 2,55    | 0,73    | 4,66     | 67,9   |
| Spongillidae | 0,66                | 0                   | 2,4     | 0,77    | 4,39     | 72,3   |

## Groups ERPL-PF-2019 &amp; TRPL1-PF-2019

Average dissimilarity = 42,12

| Species         | Group ERPL-PF-2019 |          | Group TRPL1-PF-2019 |         |          |       |
|-----------------|--------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund           | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
| Naididae        | 0,33               | 1,83     | 7,07                | 1,6     | 16,78    | 16,78 |
| Ceratopogonidae | 1,27               | 0,33     | 5,32                | 1,14    | 12,64    | 29,42 |
| Unionidae       | 1,12               | 0        | 5,19                | 1,15    | 12,31    | 41,74 |
| NEMATODA        | 0,66               | 0,39     | 3,48                | 0,89    | 8,27     | 50,01 |
| Chironomidae    | 1,82               | 2,1      | 3,3                 | 0,88    | 7,85     | 57,86 |
| Sphaeriidae     | 2,99               | 2,96     | 3,16                | 1,29    | 7,5      | 65,36 |
| Lebertiidae     | 0                  | 0,66     | 2,94                | 0,78    | 6,97     | 72,33 |

## Groups ERPL-PF-2018 &amp; TRPL2-PF-2019

Average dissimilarity = 53,35

| Species      | Group ERPL-PF-2018 |          | Group TRPL2-PF-2019 |         |          |       |
|--------------|--------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund           | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
| NEMATODA     | 1,76               | 0        | 9,12                | 5,45    | 17,1     | 17,1  |
| Spongillidae | 1,31               | 0        | 6,74                | 1,79    | 12,63    | 29,73 |
| Chironomidae | 1,83               | 0,66     | 6,62                | 1,29    | 12,4     | 42,13 |
| Naididae     | 1,15               | 1,27     | 5,55                | 1,08    | 10,4     | 52,53 |
| Molannidae   | 1,11               | 0        | 5,42                | 1,15    | 10,15    | 62,69 |
| Leptoceridae | 1,15               | 1,44     | 4,93                | 1,03    | 9,24     | 71,93 |

## Groups TRPL1-PF-2018 &amp; TRPL2-PF-2019

Average dissimilarity = 47,46

| Species      | Group TRPL1-PF-2018 |          | Group TRPL2-PF-2019 |         |          |       |
|--------------|---------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
| Naididae     | 0,72                | 1,27     | 6,55                | 1,07    | 13,8     | 13,8  |
| NEMATODA     | 1,11                | 0        | 6,08                | 1,17    | 12,8     | 26,61 |
| Chironomidae | 1,11                | 0,66     | 5,99                | 0,98    | 12,62    | 39,23 |
| Unionidae    | 0,98                | 0,39     | 5,2                 | 1,16    | 10,96    | 50,19 |
| Molannidae   | 0,98                | 0        | 5,04                | 1,17    | 10,62    | 60,81 |
| Leptoceridae | 1,66                | 1,44     | 5,01                | 0,94    | 10,56    | 71,38 |

## Groups TRPL2-PF-2018 &amp; TRPL2-PF-2019

Average dissimilarity = 55,90

| Species      | Group TRPL2-PF-2018 |          | Group TRPL2-PF-2019 |         |          |       |
|--------------|---------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
| Naididae     | 0,39                | 1,27     | 8,13                | 1,04    | 14,55    | 14,55 |
| Sphaeriidae  | 1,87                | 2,64     | 8,13                | 0,86    | 14,54    | 29,09 |
| Chironomidae | 1,21                | 0,66     | 7,14                | 1,11    | 12,76    | 41,86 |
| Leptoceridae | 1,44                | 1,44     | 4,98                | 0,74    | 8,91     | 50,77 |
| Unionidae    | 0,72                | 0,39     | 4,86                | 0,87    | 8,69     | 59,46 |

|                 |      |   |      |      |      |       |
|-----------------|------|---|------|------|------|-------|
| Molannidae      | 0,72 | 0 | 4,57 | 0,78 | 8,17 | 67,62 |
| Ceratopogonidae | 0,66 | 0 | 4,34 | 0,78 | 7,76 | 75,38 |

## Groups TRPL3-PF-2018 &amp; TRPL2-PF-2019

Average dissimilarity = 58,52

| Species      | Group TRPL3-PF-2018 |          | Group TRPL2-PF-2019 |         | Contrib% | Cum.% |       |
|--------------|---------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|-------|
|              | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |       |
| Naididae     | 2,15                | 1,27     | 6,91                | 1,12    | 11,81    | 11,81 |       |
| Unionidae    | 1,76                | 0,39     | 6,55                | 1,42    | 11,2     | 23,01 |       |
| Leptoceridae | 0,88                | 1,44     | 6,13                | 1,21    | 10,48    | 33,49 |       |
| Chironomidae | 1,52                | 0,66     | 5,72                | 1,28    | 9,77     | 43,26 |       |
| Sphaeriidae  | 3,6                 | 2,64     | 4,88                | 1,65    | 8,35     | 51,61 |       |
| Hygrobatidae |                     | 0,72     | 0                   | 4,8     | 0,77     | 8,21  | 59,82 |
| NEMATODA     |                     | 0,98     | 0                   | 3,91    | 1,09     | 6,69  | 66,5  |
| Molannidae   |                     | 0,66     | 0                   | 3,68    | 0,66     | 6,28  | 72,79 |

## Groups ERPL-PF-2019 &amp; TRPL2-PF-2019

Average dissimilarity = 47,25

| Species         | Group ERPL-PF-2019 |          | Group TRPL2-PF-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|--------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund           | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Chironomidae    | 1,82               | 0,66     | 8,36                | 1,39    | 17,69    | 17,69 |
| Ceratopogonidae | 1,27               | 0        | 7                   | 1,14    | 14,82    | 32,51 |
| Naididae        | 0,33               | 1,27     | 6,75                | 1,18    | 14,29    | 46,8  |
| Unionidae       | 1,12               | 0,39     | 6,51                | 1,12    | 13,78    | 60,58 |
| Sphaeriidae     | 2,99               | 2,64     | 5,02                | 1,19    | 10,62    | 71,2  |

## Groups TRPL1-PF-2019 &amp; TRPL2-PF-2019

Average dissimilarity = 42,61

| Species       | Group TRPL1-PF-2019 |          | Group TRPL2-PF-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|---------------|---------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|               | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Chironomidae  | 2,1                 | 0,66     | 8,6                 | 1,51    | 20,18    | 20,18 |
| Naididae      | 1,83                | 1,27     | 6,9                 | 1,17    | 16,2     | 36,38 |
| Leptoceridae  | 1,58                | 1,44     | 4,63                | 0,88    | 10,87    | 47,25 |
| Sphaeriidae   | 2,96                | 2,64     | 3,85                | 1,21    | 9,03     | 56,28 |
| Lebertiidae   | 0,66                | 0        | 3,72                | 0,76    | 8,72     | 65    |
| Lumbriculidae | 0,39                | 0,39     | 3,22                | 0,66    | 7,56     | 72,56 |

## Groups ERPL-PF-2018 &amp; TRPL3-PF-2019

Average dissimilarity = 45,64

| Species         | Group ERPL-PF-2018 |          | Group TRPL3-PF-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|--------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund           | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Naididae        | 1,15               | 3,39     | 7,76                | 1,76    | 17,01    | 17,01 |
| Ceratopogonidae | 0                  | 1,72     | 5,61                | 1,87    | 12,3     | 29,31 |

|              |      |      |      |      |       |       |
|--------------|------|------|------|------|-------|-------|
| NEMATODA     | 1,76 | 0,33 | 5,04 | 1,95 | 11,05 | 40,36 |
| Spongillidae | 1,31 | 0    | 4,57 | 1,84 | 10    | 50,36 |
| Leptoceridae | 1,15 | 2,11 | 3,81 | 1,03 | 8,35  | 58,71 |
| Molannidae   | 1,11 | 0    | 3,74 | 1,16 | 8,19  | 66,9  |
| Unionidae    | 0,66 | 1,37 | 3,41 | 1,13 | 7,48  | 74,37 |

## Groups TRPL1-PF-2018 &amp; TRPL3-PF-2019

Average dissimilarity = 41,75

| Species         | Group TRPL1-PF-2018 |          | Group TRPL3-PF-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Naididae        | 0,72                | 3,39     | 10,21               | 2,06    | 24,46    | 24,46 |
| Ceratopogonidae | 0,39                | 1,72     | 5,45                | 1,53    | 13,04    | 37,51 |
| Chironomidae    | 1,11                | 2,26     | 4,38                | 1,24    | 10,49    | 48    |
| NEMATODA        | 1,11                | 0,33     | 3,84                | 1,13    | 9,21     | 57,2  |
| Molannidae      | 0,98                | 0        | 3,43                | 1,17    | 8,22     | 65,42 |
| Lumbriculidae   | 0,66                | 1,05     | 3,37                | 1,04    | 8,08     | 73,5  |

## Groups TRPL2-PF-2018 &amp; TRPL3-PF-2019

Average dissimilarity = 52,57

| Species         | Group TRPL2-PF-2018 |          | Group TRPL3-PF-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Naididae        | 0,39                | 3,39     | 12,68               | 2,44    | 24,13    | 24,13 |
| Sphaeriidae     | 1,87                | 3,48     | 7,1                 | 1,2     | 13,51    | 37,64 |
| Ceratopogonidae | 0,66                | 1,72     | 5,33                | 1,38    | 10,14    | 47,78 |
| Chironomidae    | 1,21                | 2,26     | 4,99                | 1,11    | 9,49     | 57,27 |
| Unionidae       | 0,72                | 1,37     | 4,26                | 1,16    | 8,09     | 65,36 |
| Lumbriculidae   | 0                   | 1,05     | 3,95                | 1,17    | 7,51     | 72,88 |

## Groups TRPL3-PF-2018 &amp; TRPL3-PF-2019

Average dissimilarity = 45,77

| Species         | Group TRPL3-PF-2018 |          | Group TRPL3-PF-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Leptoceridae    | 0,88                | 2,11     | 5,44                | 1,45    | 11,89    | 11,89 |
| Naididae        | 2,15                | 3,39     | 5,26                | 0,9     | 11,5     | 23,39 |
| Ceratopogonidae | 0,33                | 1,72     | 4,91                | 1,46    | 10,72    | 34,11 |
| Chironomidae    | 1,52                | 2,26     | 4,49                | 1,11    | 9,82     | 43,92 |
| Unionidae       | 1,76                | 1,37     | 3,24                | 1,01    | 7,09     | 51,01 |
| Lumbriculidae   | 0,33                | 1,05     | 3,07                | 1,07    | 6,72     | 57,73 |
| Hygrobatidae    | 0,72                | 0,33     | 2,97                | 0,83    | 6,49     | 64,22 |
| NEMATODA        | 0,98                | 0,33     | 2,79                | 1,03    | 6,09     | 70,31 |

## Groups ERPL-PF-2019 &amp; TRPL3-PF-2019

Average dissimilarity = 34,90

| Species         | Group ERPL-PF-2019 |          | Group TRPL3-PF-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|--------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund           | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Naididae        | 0,33               | 3,39     | 11,38               | 3,11    | 32,62    | 32,62 |
| Ceratopogonidae | 1,27               | 1,72     | 4,33                | 1,12    | 12,4     | 45,02 |
| Lumbriculidae   | 0,39               | 1,05     | 3,62                | 1,14    | 10,37    | 55,39 |
| Unionidae       | 1,12               | 1,37     | 3,42                | 1,01    | 9,79     | 65,18 |
| Chironomidae    | 1,82               | 2,26     | 3,15                | 0,97    | 9,02     | 74,2  |

Groups TRPL1-PF-2019 & TRPL3-PF-2019

Average dissimilarity = 35,87

| Species         | Group TRPL1-PF-2019 |          | Group TRPL3-PF-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Naididae        | 1,83                | 3,39     | 5,97                | 1,17    | 16,65    | 16,65 |
| Ceratopogonidae | 0,33                | 1,72     | 5,41                | 1,58    | 15,09    | 31,74 |
| Unionidae       | 0                   | 1,37     | 4,79                | 1,85    | 13,34    | 45,08 |
| Lumbriculidae   | 0,39                | 1,05     | 3,58                | 1,13    | 9,97     | 55,05 |
| Lebertiidae     | 0,66                | 0        | 2,42                | 0,77    | 6,76     | 61,81 |
| Sphaeriidae     | 2,96                | 3,48     | 2,22                | 1,48    | 6,19     | 68    |
| Leptoceridae    | 1,58                | 2,11     | 2,2                 | 0,81    | 6,12     | 74,12 |

Groups TRPL2-PF-2019 & TRPL3-PF-2019

Average dissimilarity = 44,06

| Species         | Group TRPL2-PF-2019 |          | Group TRPL3-PF-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Naididae        | 1,27                | 3,39     | 9,61                | 1,54    | 21,81    | 21,81 |
| Chironomidae    | 0,66                | 2,26     | 7,41                | 1,62    | 16,82    | 38,63 |
| Ceratopogonidae | 0                   | 1,72     | 7,13                | 1,84    | 16,18    | 54,8  |
| Unionidae       | 0,39                | 1,37     | 5,29                | 1,47    | 12       | 66,81 |
| Lumbriculidae   | 0,39                | 1,05     | 4,31                | 1,12    | 9,79     | 76,59 |

## 1.3.2 COMPOSITION DES COMMUNAUTÉS

### 1.3.2.1 PERMANOVA

#### Permutational MANOVA

##### *Resemblance worksheet*

Name: Resem12

Data type: Similarity

Selection: 11-15;26-30;41-45;56-60;71-75;86-90;101-105;116-120

Transform: Presence/absence

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity (+d)

Sums of squares type: Type III (partial)

Fixed effects sum to zero for mixed terms

Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model

Number of permutations: 999

#### Factors

| Name        | Abbrev. | Type   | Levels |
|-------------|---------|--------|--------|
| Exposition  | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site        | Si      | Random | 4      |
| Avant.apres | Av      | Fixed  | 2      |
| Station     | St      | Random | 20     |

#### Excluded terms

Avant.apresxStation(Site(Exposition))

#### Pooled terms

Si(Ex)

Si(Ex)xAV

#### Terms whose SS and df were combined

Pool Terms

Pooled(1) St(Si(Ex)) + Si(Ex)

Pooled(2) Res + Si(Ex)xAV

#### PERMANOVA table of results

| Source    | df | SS     | MS     | Pseudo-F | P(perm) | Unique perms |
|-----------|----|--------|--------|----------|---------|--------------|
| Ex        | 1  | 1193,4 | 1193,4 | 1,6347   | 0,186   | 978          |
| AV        | 1  | 3050,2 | 3050,2 | 3,9813   | 0,001   | 999          |
| ExxAV     | 1  | 1335,9 | 1335,9 | 1,7437   | 0,159   | 999          |
| Pooled(1) | 18 | 13141  | 730,05 | 0,95288  | 0,578   | 999          |
| Pooled(2) | 18 | 13791  | 766,15 |          |         |              |
| Total     | 39 | 32875  |        |          |         |              |

#### Details of the expected mean squares (EMS) for the model

| Source    | EMS  |
|-----------|--|
| Ex        | $1 \cdot V(\text{Res}) + 2 \cdot V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 15 \cdot S(\text{Ex})$ |
| AV        | $1 \cdot V(\text{Res}) + 15 \cdot S(\text{AV})$  |
| ExxAV     | $1 \cdot V(\text{Res}) + 7,5 \cdot S(\text{ExxAV})$  |
| Pooled(1) | $1 \cdot V(\text{Res}) + 2 \cdot V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$                         |
| Pooled(2) | $1 \cdot V(\text{Res})$  |

#### Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares

| Source     | Numerator   | Denominator | Num. df | Den. df |
|------------|-------------|-------------|---------|---------|
| Ex         | 1*EX        | 1*Pooled(1) | 1       | 18      |
| AV         | 1*AV        | 1*Pooled(2) | 1       | 18      |
| ExxAV      | 1*ExxAV     | 1*Pooled(2) | 1       | 18      |
| St(Si(Ex)) | 1*Pooled(1) | 1*Pooled(2) | 18      | 18      |

#### Estimates of components of variation

| Source        | Estimate | Sq. root |
|---------------|----------|----------|
| S(Ex)         | 30,892   | 5,558    |
| S(AV)         | 152,27   | 12,34    |
| S(ExxAV)      | 75,97    | 8,7161   |
| V(St(Si(Ex))) | -18,051  | -4,2486  |
| V(Res)        | 766,15   | 27,679   |



**1.3.2.2 PERMDISP**

## Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: Resem12

Data type: Similarity

Selection: 11-15;26-30;41-45;56-60;71-75;86-90;101-105;116-120

Transform: Presence/absence

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity (+d)

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 40

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 5,9077 df1: 3 df2: 36

P(perm): 0,005

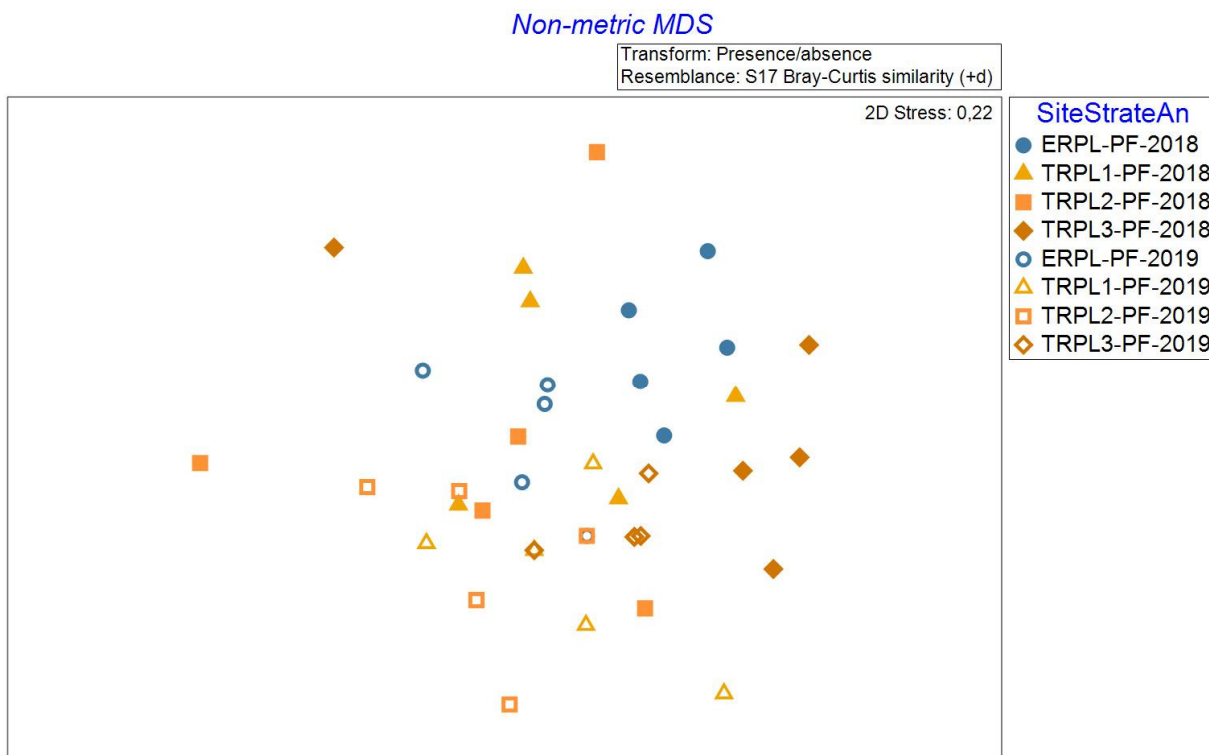
*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                     | t       | P(perm) |
|----------------------------|---------|---------|
| (ExposeAvant, TemoinAvant) | 3,1648  | 0,015   |
| (ExposeAvant, ExposeApres) | 0,11082 | 0,938   |
| (ExposeAvant, TemoinApres) | 0,24803 | 0,834   |
| (TemoinAvant, ExposeApres) | 2,9337  | 0,03    |
| (TemoinAvant, TemoinApres) | 3,4786  | 0,003   |
| (ExposeApres, TemoinApres) | 0,33644 | 0,748   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group       | Size | Average | SE     |
|-------------|------|---------|--------|
| ExposeAvant | 5    | 18,06   | 2,4959 |
| TemoinAvant | 15   | 31,658  | 2,311  |
| ExposeApres | 5    | 17,461  | 4,7912 |
| TemoinApres | 15   | 19,289  | 2,7022 |

1.3.2.3 NMDS



1.3.3 DOMINANCE

1.3.3.1 PERMANOVA

Permutational MANOVA

*Resemblance worksheet*

Name: Resem25  
 Data type: Distance  
 Selection: All

Sums of squares type: Type III (partial)  
 Fixed effects sum to zero for mixed terms  
 Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model  
 Number of permutations: 999

*Factors*

| Name        | Abbrev. | Type   | Levels |
|-------------|---------|--------|--------|
| Exposition  | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site        | Si      | Random | 4      |
| Avant.apres | Av      | Fixed  | 2      |
| Station     | St      | Random | 20     |

*Excluded terms*

Avant.apresxStation(Site(Exposition))

*Pooled terms*

Si(Ex)  
Si(Ex)xAV

*Terms whose SS and df were combined*

| Pool      | Terms               |
|-----------|---------------------|
| Pooled(1) | St(Si(Ex)) + Si(Ex) |
| Pooled(2) | Res + Si(Ex)xAV     |

*PERMANOVA table of results*

| Source    | df | SS         | MS         | Pseudo-F | P(perm) | Unique perms |
|-----------|----|------------|------------|----------|---------|--------------|
| Ex        | 1  | 40818      | 40818      | 1,384    | 0,241   | 963          |
| Av        | 1  | 1,7871E+05 | 1,7871E+05 | 8,4944   | 0,004   | 999          |
| ExxAV     | 1  | 41652      | 41652      | 1,9798   | 0,156   | 999          |
| Pooled(1) | 18 | 5,3086E+05 | 29492      | 1,4018   | 0,207   | 999          |
| Pooled(2) | 18 | 3,787E+05  | 21039      |          |         |              |
| Total     | 39 | 1,1334E+06 |            |          |         |              |

*Details of the expected mean squares (EMS) for the model*

| Source    | EMS  |
|-----------|--|
| Ex        | $1 * V(\text{Res}) + 2 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 15 * S(\text{Ex})$ |
| Av        | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(\text{Av})$  |
| ExxAV     | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{ExxAv})$                                      |
| Pooled(1) | $1 * V(\text{Res}) + 2 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$                     |
| Pooled(2) | $1 * V(\text{Res})$  |

*Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares*

| Source     | Numerator   | Denominator | Num.df | Den.df |
|------------|-------------|-------------|--------|--------|
| Ex         | 1*Ex        | 1*Pooled(1) | 1      | 18     |
| Av         | 1*Av        | 1*Pooled(2) | 1      | 18     |
| ExxAV      | 1*ExxAV     | 1*Pooled(2) | 1      | 18     |
| St(Si(Ex)) | 1*Pooled(1) | 1*Pooled(2) | 18     | 18     |

*Estimates of components of variation*

| Source        | Estimate | Sq. root |
|---------------|----------|----------|
| S(Ex)         | 755,02   | 27,478   |
| S(Av)         | 10511    | 102,53   |
| S(ExxAv)      | 2748,4   | 52,425   |
| V(St(Si(Ex))) | 4226,8   | 65,014   |
| V(Res)        | 21039    | 145,05   |

**1.3.3.2 PERMDISP**

## Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: Resem25  
Data type: Distance  
Selection: All

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 40

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 0,93363 df1: 3 df2: 36

P(perm): 0,561

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                     | t        | P(perm) |
|----------------------------|----------|---------|
| (ExposeAvant, TemoinAvant) | 0,029708 | 0,974   |
| (ExposeAvant, ExposeApres) | 1,0472   | 0,364   |
| (ExposeAvant, TemoinApres) | 0,97324  | 0,454   |
| (TemoinAvant, ExposeApres) | 1,1581   | 0,308   |
| (TemoinAvant, TemoinApres) | 1,3226   | 0,267   |
| (ExposeApres, TemoinApres) | 0,32018  | 0,845   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group       | Size | Average | SE     |
|-------------|------|---------|--------|
| ExposeAvant | 5    | 148,36  | 41,697 |
| TemoinAvant | 15   | 149,77  | 23,798 |
| ExposeApres | 5    | 99,352  | 21,245 |
| TemoinApres | 15   | 110,23  | 18,105 |

---

### 1.3.3.3 DOMINANCE PLOTS

voir 2018-2020

## 2 SAINT-HENRI 2018-2020

### 2.1 ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE

#### 2.1.1 STRUCTURE DES COMMUNAUTÉS

##### 2.1.1.1 PERMANOVA

##### Permutational MANOVA

###### *Resemblance worksheet*

Name: BC MS structure

Data type: Similarity

Selection: All

Transform: Fourth root

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

Sums of squares type: Type III (partial)

Fixed effects sum to zero for mixed terms

Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model

Number of permutations: 999

###### *Factors*

| Name       | Abbrev. | Type   | Levels |
|------------|---------|--------|--------|
| Exposition | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site       | Si      | Random | 4      |
| Annee      | An      | Fixed  | 3      |
| Station    | St      | Random | 19     |

###### *Contrasts*

| Name | Abbrev.       | Factor | Contrast           |
|------|---------------|--------|--------------------|
| 201  | 2018 vs 19-20 | Annee  | (2019,2020)v(2018) |
| 19   | 19vs18        | Annee  | (2018)v(2019)      |
| 20v  | 20vs18        | Annee  | (2018)v(2020)      |

###### *Excluded terms*

AnneexStation(Site(Exposition))

###### *Pooled terms*

Si(Ex)

Si(Ex)xAn

###### *Terms whose SS and df were combined*

| Pool      | Terms               |
|-----------|---------------------|
| Pooled(1) | St(Si(Ex)) + Si(Ex) |
| Pooled(2) | Res + Si(Ex)xAn     |

###### *PERMANOVA table of results*

| Source | df | SS     | MS     | Pseudo-F | P(perm) | Unique perms |
|--------|----|--------|--------|----------|---------|--------------|
| Ex     | 1  | 4532,2 | 4532,2 | 1,6784   | 0,157   | 999          |
| An     | 2  | 18608  | 9303,9 | 5,1136   | 0,001   | 998          |

|           |    |            |        |        |       |     |
|-----------|----|------------|--------|--------|-------|-----|
| 201       | 1  | 4797,7     | 4797,7 | 1,9743 | 0,11  | 998 |
| 19        | 1  | 6444,5     | 6444,5 | 3,087  | 0,03  | 999 |
| 20v       | 1  | 6253,4     | 6253,4 | 2,9557 | 0,035 | 999 |
| ExxAn     | 2  | 5636,9     | 2818,5 | 1,5491 | 0,152 | 997 |
| Exx201    | 1  | 3937,1     | 3937,1 | 1,6202 | 0,154 | 999 |
| Exx19     | 1  | 2115,6     | 2115,6 | 1,0134 | 0,434 | 998 |
| Exx20v    | 1  | 4147,3     | 4147,3 | 1,9602 | 0,139 | 999 |
| Pooled(1) | 17 | 45532      | 2678,3 | 1,4721 | 0,049 | 995 |
| Pooled(2) | 20 | 36389      | 1819,4 |        |       |     |
| Total     | 42 | 1,1231E+05 |        |        |       |     |

*Details of the expected mean squares (EMS) for the model*

|           |   |
|-----------|---|
| Source    | EMS   |
| Ex        | $1 * V(\text{Res}) + 2,2065 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 16,211 * S(\text{Ex})$ |
| An        | $1 * V(\text{Res}) + 11,564 * S(\text{An})$   |
| 201       | $1 * V(\text{Res}) + 15,782 * S(201)$   |
| 19        | $1 * V(\text{Res}) + 12,308 * S(19)$  |
| 20v       | $1 * V(\text{Res}) + 10 * S(20v)$   |
| ExxAn     | $1 * V(\text{Res}) + 5,7821 * S(\text{ExxAn})$  |
| Exx201    | $1 * V(\text{Res}) + 7,8912 * S(\text{Exx201})$   |
| Exx19     | $1 * V(\text{Res}) + 6,1538 * S(\text{Exx19})$  |
| Exx20v    | $1 * V(\text{Res}) + 5 * S(\text{Exx20v})$  |
| Pooled(1) | $1 * V(\text{Res}) + 2,1765 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$                         |
| Pooled(2) | $1 * V(\text{Res})$   |

*Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares*

| Source     | Numerator                                     | Denominator                 | Num.df | Den.df |
|------------|---|-----------------------------|--------|--------|
| Ex         | $0,013784 * \text{Pooled}(2) + 1 * \text{Ex}$ | $1,0138 * \text{Pooled}(1)$ | 1,01   | 17     |
| An         | $1 * \text{An}$                               | $1 * \text{Pooled}(2)$      | 2      | 20     |
| 201        | $1 * 201$                                     | $1 * \text{Res}$            | 1      | 22     |
| 19         | $1 * 19$                                      | $1 * \text{Res}$            | 1      | 11     |
| 20v        | $1 * 20v$                                     | $1 * \text{Res}$            | 1      | 8      |
| ExxAn      | $1 * \text{ExxAn}$                            | $1 * \text{Pooled}(2)$      | 2      | 20     |
| Exx201     | $1 * \text{Exx201}$                           | $1 * \text{Res}$            | 1      | 22     |
| Exx19      | $1 * \text{Exx19}$                            | $1 * \text{Res}$            | 1      | 11     |
| Exx20v     | $1 * \text{Exx20v}$                           | $1 * \text{Res}$            | 1      | 8      |
| St(Si(Ex)) | $1 * \text{Pooled}(1)$                        | $1 * \text{Pooled}(2)$      | 17     | 20     |

*Estimates of components of variation*

| Source        | Estimate | Sq.root |
|---------------|----------|---------|
| S(Ex)         | 113,63   | 10,66   |
| S(An)         | 647,21   | 25,44   |
| S(201)        | 150,02   | 12,248  |
| S(19)         | 354      | 18,815  |
| S(20v)        | 413,76   | 20,341  |
| S(ExxAn)      | 172,78   | 13,145  |
| S(Exx201)     | 190,99   | 13,82   |
| S(Exx19)      | 4,5417   | 2,1311  |
| S(Exx20v)     | 406,31   | 20,157  |
| V(St(Si(Ex))) | 394,62   | 19,865  |
| V(Res)        | 1819,4   | 42,655  |

**2.1.1.2 PERMDISP****EXPOSITION ANNÉE**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: BC MS structure

Data type: Similarity  
 Selection: All  
 Transform: Fourth root  
 Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

Group factor: ExpositionAnnee  
 Number of permutations: 999

Number of groups: 6  
 Number of samples: 43

#### DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 5,7955 df1: 5 df2: 37  
 P(perm): 0,009

#### PAIRWISE COMPARISONS

| Groups                  | t        | P(perm) |
|-------------------------|----------|---------|
| (Expose2018,Temoi2018)  | 3,1435   | 0,046   |
| (Expose2018,Expose2019) | 2,4694   | 0,108   |
| (Expose2018,Temoi2019)  | 0,28159  | 0,732   |
| (Expose2018,Expose2020) | 1,4151   | 0,443   |
| (Expose2018,Temoi2020)  | 0,38929  | 0,723   |
| (Temoi2018,Expose2019)  | 7,2586   | 0,002   |
| (Temoi2018,Temoi2019)   | 2,3213   | 0,081   |
| (Temoi2018,Expose2020)  | 5,2837   | 0,002   |
| (Temoi2018,Temoi2020)   | 2,2947   | 0,072   |
| (Expose2019,Temoi2019)  | 2,2509   | 0,137   |
| (Expose2019,Expose2020) | 0,82065  | 0,568   |
| (Expose2019,Temoi2020)  | 2,5756   | 0,05    |
| (Temoi2019,Expose2020)  | 1,5176   | 0,346   |
| (Temoi2019,Temoi2020)   | 0,090104 | 0,943   |
| (Expose2020,Temoi2020)  | 1,6826   | 0,255   |

#### MEANS AND STANDARD ERRORS

| Group      | Size | Average | SE     |
|------------|------|---------|--------|
| Expose2018 | 5    | 36,343  | 6,6044 |
| Temoi2018  | 12   | 55,467  | 2,8697 |
| Expose2019 | 5    | 16,128  | 4,8373 |
| Temoi2019  | 10   | 39,376  | 6,7944 |
| Expose2020 | 5    | 22,957  | 6,7719 |
| Temoi2020  | 6    | 40,328  | 7,5251 |

#### EXPOSITION PÉRIODE

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

##### Resemblance worksheet

Name: BC MS structure  
 Data type: Similarity  
 Selection: All  
 Transform: Fourth root  
 Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

Group factor: ExpositionAvant.apres  
 Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 43

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 8,5295 df1: 3 df2: 39

P(perm): 0,007

*PAIRWISE COMPARISONS*

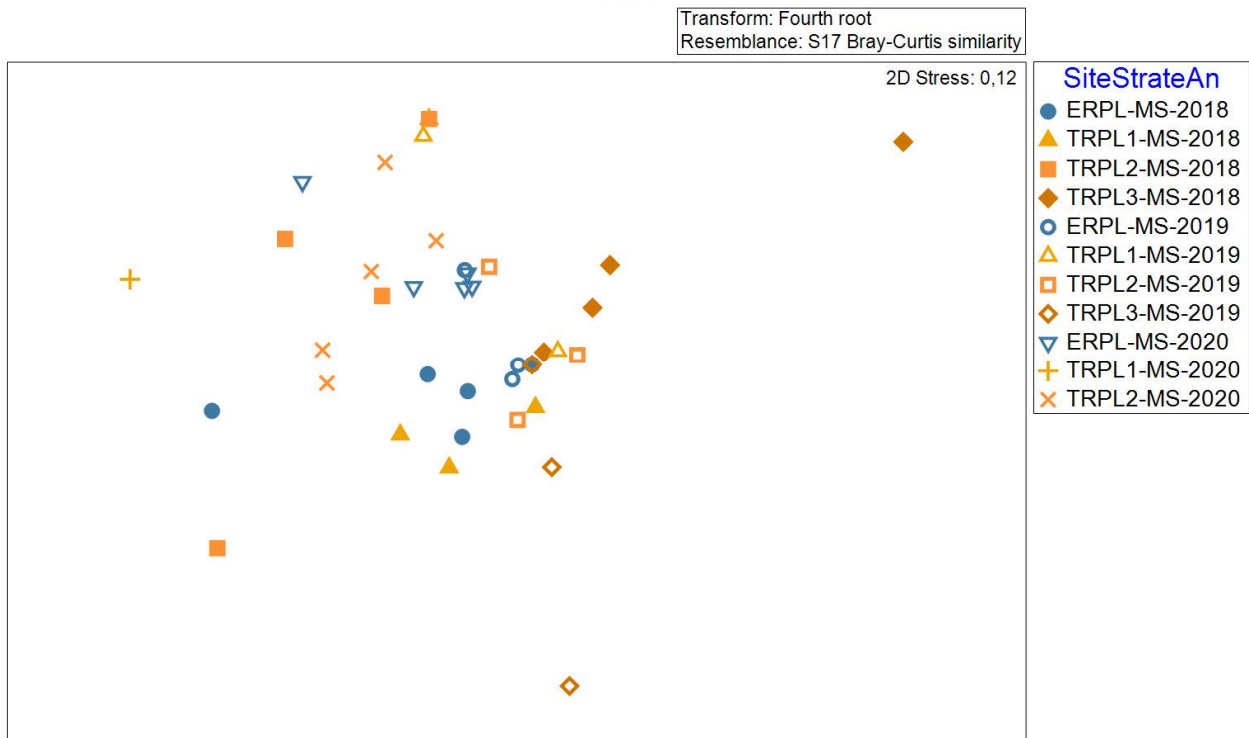
| Groups                     | t      | P(perm) |
|----------------------------|--------|---------|
| (ExposeAvant, TemoinAvant) | 3,1435 | 0,036   |
| (ExposeAvant, ExposeApres) | 1,074  | 0,372   |
| (ExposeAvant, TemoinApres) | 1,792  | 0,165   |
| (TemoinAvant, ExposeApres) | 4,5409 | 0,004   |
| (TemoinAvant, TemoinApres) | 1,0592 | 0,405   |
| (ExposeApres, TemoinApres) | 3,5733 | 0,014   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group       | Size | Average | SE     |
|-------------|------|---------|--------|
| ExposeAvant | 5    | 36,343  | 6,6044 |
| TemoinAvant | 12   | 55,467  | 2,8697 |
| ExposeApres | 10   | 25,265  | 6,4456 |
| TemoinApres | 16   | 50,142  | 3,7747 |

2.1.1.3 NMDS

Non-metric MDS



2.1.1.4 SIMPER

Similarity Percentages - species contributions



## One-Way Analysis

### Data worksheet

Name: MS SHT fth root

Data type: Abundance

Sample selection: All

Variable selection: All

### Parameters

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

Cut off for low contributions: 70,00%

### Group ERPL-MS-2018

Average similarity: 42,89

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Chironomidae | 2,47     | 35,31  | 1,13   | 82,32    | 82,32 |

### Group TRPL1-MS-2018

Average similarity: 10,86

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.%  |
|--------------|----------|--------|--------|----------|--------|
| Chironomidae | 1,43     | 10,86  | 0,60   | 100,00   | 100,00 |

### Group TRPL2-MS-2018

Average similarity: 16,04

| Species     | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|-------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Sphaeriidae | 1,18     | 11,51  | 0,61   | 71,76    | 71,76 |

### Group TRPL3-MS-2018

Average similarity: 22,88

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Chironomidae | 1,39     | 16,83  | 0,60   | 73,58    | 73,58 |

### Group ERPL-MS-2019

Average similarity: 75,37

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.%  |
|--------------|----------|--------|--------|----------|--------|
| Chironomidae | 3,12     | 75,37  | 4,29   | 100,00   | 100,00 |

### Group TRPL1-MS-2019

All the similarities are zero

### Group TRPL2-MS-2019

Average similarity: 67,56

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.%  |
|--------------|----------|--------|--------|----------|--------|
| Chironomidae | 2,09     | 67,56  | 2,88   | 100,00   | 100,00 |

### Group TRPL3-MS-2019

Average similarity: 12,68

| Species         | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.%  |
|-----------------|----------|--------|--------|----------|--------|
| Ceratopogonidae | 1,12     | 6,51   | 0,33   | 51,35    | 51,35  |
| Chironomidae    | 1,02     | 6,17   | 0,33   | 48,65    | 100,00 |

*Group ERPL-MS-2020*

Average similarity: 64,64

| Species      | Av. Abund | Av. Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum. % |
|--------------|-----------|---------|--------|----------|--------|
| Sphaeriidae  | 2,43      | 39,47   | 9,75   | 61,05    | 61,05  |
| Chironomidae | 2,16      | 25,18   | 1,13   | 38,95    | 100,00 |

*Group TRPL1-MS-2020*

All the similarities are zero

*Group TRPL2-MS-2020*

Average similarity: 50,86

| Species      | Av. Abund | Av. Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum. % |
|--------------|-----------|---------|--------|----------|--------|
| Sphaeriidae  | 4,04      | 30,41   | 1,66   | 59,79    | 59,79  |
| Hygrobatidae | 2,24      | 7,02    | 1,06   | 13,80    | 73,60  |

*Group TRPL3-MS-2020*

All the samples in the group are empty

Groups ERPL-MS-2018 &amp; TRPL1-MS-2018

Average dissimilarity = 72,41

| Species      | Group ERPL-MS-2018 |  | Group TRPL1-MS-2018 |          | Contrib% | Cum. % |
|--------------|--------------------|--|---------------------|----------|----------|--------|
|              | Av. Abund          |  | Av. Abund           | Av. Diss |          |        |
| Chironomidae | 2,47               |  | 1,43                | 24,1     | 0,89     | 33,29  |
| NEMATODA     | 1,03               |  | 0,46                | 10,85    | 0,77     | 48,27  |
| Leptoceridae | 1,03               |  | 0                   | 9,07     | 0,71     | 60,8   |
| Spongillidae | 0,66               |  | 0,33                | 7,22     | 0,77     | 70,77  |

Groups ERPL-MS-2018 &amp; TRPL2-MS-2018

Average dissimilarity = 87,15

| Species      | Group ERPL-MS-2018 |  | Group TRPL2-MS-2018 |          | Contrib% | Cum. % |
|--------------|--------------------|--|---------------------|----------|----------|--------|
|              | Av. Abund          |  | Av. Abund           | Av. Diss |          |        |
| Chironomidae | 2,47               |  | 0,33                | 33,94    | 1,3      | 38,94  |
| NEMATODA     | 1,03               |  | 0,66                | 13,09    | 0,94     | 53,96  |
| Sphaeriidae  | 0                  |  | 1,18                | 12,01    | 1,06     | 67,74  |
| Leptoceridae | 1,03               |  | 0,33                | 10,44    | 0,81     | 79,71  |

Groups TRPL1-MS-2018 &amp; TRPL2-MS-2018

Average dissimilarity = 85,29

| Species      | Group TRPL1-MS-2018 |  | Group TRPL2-MS-2018 |          | Contrib% | Cum. % |
|--------------|---------------------|--|---------------------|----------|----------|--------|
|              | Av. Abund           |  | Av. Abund           | Av. Diss |          |        |
| Sphaeriidae  | 0,33                |  | 1,18                | 21,41    | 0,77     | 25,1   |
| Chironomidae | 1,43                |  | 0,33                | 19,21    | 1,07     | 47,62  |

|              |      |      |       |      |       |       |
|--------------|------|------|-------|------|-------|-------|
| NEMATODA     | 0,46 | 0,66 | 15,51 | 0,68 | 18,18 | 65,8  |
| Spongillidae | 0,33 | 0,33 | 7     | 0,65 | 8,21  | 74,02 |

Groups ERPL-MS-2018 & TRPL3-MS-2018

Average dissimilarity = 73,99

| Species        | Group ERPL-MS-2018 |          | Group TRPL3-MS-2018 |         | Contrib% | Cum.% |
|----------------|--------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|                | Av.Abund           | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Chironomidae   | 2,47               | 1,39     | 21,08               | 0,87    | 28,49    | 28,49 |
| NEMATODA       | 1,03               | 0        | 9,46                | 0,69    | 12,79    | 41,28 |
| Leptoceridae   | 1,03               | 0        | 8,85                | 0,71    | 11,96    | 53,24 |
| Philopotamidae | 0                  | 0,9      | 8,12                | 0,77    | 10,98    | 64,22 |
| Spongillidae   | 0,66               | 0        | 5,97                | 0,69    | 8,07     | 72,29 |

Groups TRPL1-MS-2018 & TRPL3-MS-2018

Average dissimilarity = 83,43

| Species        | Group TRPL1-MS-2018 |          | Group TRPL3-MS-2018 |         | Contrib% | Cum.% |
|----------------|---------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|                | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Chironomidae   | 1,43                | 1,39     | 23,33               | 0,91    | 27,96    | 27,96 |
| Philopotamidae | 0                   | 0,9      | 11,27               | 0,76    | 13,51    | 41,48 |
| Sphaeriidae    | 0,33                | 0        | 8,72                | 0,39    | 10,46    | 51,93 |
| Paludicellidae | 0                   | 0,66     | 7,2                 | 0,78    | 8,63     | 60,56 |
| Hydroptilidae  | 0                   | 0,51     | 5,48                | 0,48    | 6,56     | 67,13 |
| Caenidae       | 0                   | 0,46     | 5,23                | 0,48    | 6,27     | 73,4  |

Groups TRPL2-MS-2018 & TRPL3-MS-2018

Average dissimilarity = 96,25

| Species        | Group TRPL2-MS-2018 |          | Group TRPL3-MS-2018 |         | Contrib% | Cum.% |
|----------------|---------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|                | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Chironomidae   | 0,33                | 1,39     | 23,85               | 0,94    | 24,78    | 24,78 |
| Sphaeriidae    | 1,18                | 0        | 18,25               | 0,83    | 18,97    | 43,74 |
| NEMATODA       | 0,66                | 0        | 12,63               | 0,57    | 13,12    | 56,86 |
| Philopotamidae | 0                   | 0,9      | 11,98               | 0,77    | 12,44    | 69,31 |
| Paludicellidae | 0                   | 0,66     | 7,6                 | 0,78    | 7,89     | 77,2  |

Groups ERPL-MS-2018 & ERPL-MS-2019

Average dissimilarity = 45,27

| Species | Group ERPL-MS-2018 |          | Group ERPL-MS-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|---------|--------------------|----------|--------------------|---------|----------|-------|
|         | Av.Abund           | Av.Abund | Av.Diss            | Diss/SD |          |       |

|              |      |      |      |      |       |       |
|--------------|------|------|------|------|-------|-------|
| Chironomidae | 2,47 | 3,12 | 9,36 | 1,27 | 20,67 | 20,67 |
| NEMATODA     | 1,03 | 0    | 9,05 | 0,74 | 20    | 40,67 |
| Leptoceridae | 1,03 | 0    | 8,55 | 0,76 | 18,89 | 59,56 |
| Spongillidae | 0,66 | 0    | 5,73 | 0,74 | 12,65 | 72,21 |

Groups TRPL1-MS-2018 & ERPL-MS-2019

Average dissimilarity = 67,15

| Species      | Group TRPL1-MS-2018 |  | Group ERPL-MS-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|--------------|---------------------|--|--------------------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            |  | Av.Abund           | Av.Diss |          |       |
| Chironomidae | 1,43                |  | 3,12               | 35,12   | 0,96     | 52,31 |
| Sphaeriidae  | 0,33                |  | 0,63               | 11,86   | 0,69     | 17,66 |
| NEMATODA     | 0,46                |  | 0                  | 4,2     | 0,49     | 6,25  |

Groups TRPL2-MS-2018 & ERPL-MS-2019

Average dissimilarity = 89,06

| Species      | Group TRPL2-MS-2018 |  | Group ERPL-MS-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|--------------|---------------------|--|--------------------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            |  | Av.Abund           | Av.Diss |          |       |
| Chironomidae | 0,33                |  | 3,12               | 51,27   | 1,74     | 57,57 |
| Sphaeriidae  | 1,18                |  | 0,63               | 18,13   | 1,13     | 20,36 |

Groups TRPL3-MS-2018 & ERPL-MS-2019

Average dissimilarity = 63,15

| Species        | Group TRPL3-MS-2018 |  | Group ERPL-MS-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|----------------|---------------------|--|--------------------|---------|----------|-------|
|                | Av.Abund            |  | Av.Abund           | Av.Diss |          |       |
| Chironomidae   | 1,39                |  | 3,12               | 30,09   | 0,9      | 47,64 |
| Philopotamidae | 0,9                 |  | 0                  | 9,87    | 0,79     | 15,63 |
| Sphaeriidae    | 0                   |  | 0,63               | 7,14    | 0,46     | 11,3  |

Groups ERPL-MS-2018 & TRPL1-MS-2019

Average dissimilarity = 90,35

| Species      | Group ERPL-MS-2018 |  | Group TRPL1-MS-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|--------------|--------------------|--|---------------------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund           |  | Av.Abund            | Av.Diss |          |       |
| Chironomidae | 2,47               |  | 0,39                | 43,83   | 1,39     | 48,51 |
| NEMATODA     | 1,03               |  | 0                   | 12,82   | 0,7      | 14,19 |
| Leptoceridae | 1,03               |  | 0                   | 11,7    | 0,73     | 12,95 |

Groups TRPL1-MS-2018 & TRPL1-MS-2019

Average dissimilarity = 88,99

| Species       | Group TRPL1-MS-2018 |  | Group TRPL1-MS-2019 |         |         |          |       |
|---------------|---------------------|--|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|               | Av.Abund            |  | Av.Abund            | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
| Chironomidae  | 1,43                |  | 0,39                | 30,77   | 1,15    | 34,58    | 34,58 |
| Sphaeriidae   | 0,33                |  | 0,39                | 24,29   | 0,63    | 27,29    | 61,87 |
| Lumbriculidae | 0,33                |  | 0                   | 7,43    | 0,52    | 8,35     | 70,23 |

Groups TRPL2-MS-2018 & TRPL1-MS-2019

Average dissimilarity = 89,80

| Species      | Group TRPL2-MS-2018 |  | Group TRPL1-MS-2019 |         |         |          |       |
|--------------|---------------------|--|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            |  | Av.Abund            | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
| Sphaeriidae  | 1,18                |  | 0,39                | 35,26   | 0,99    | 39,27    | 39,27 |
| NEMATODA     | 0,66                |  | 0                   | 23,76   | 0,68    | 26,46    | 65,73 |
| Chironomidae | 0,33                |  | 0,39                | 14,92   | 0,58    | 16,61    | 82,34 |

Groups TRPL3-MS-2018 & TRPL1-MS-2019

Average dissimilarity = 90,84

| Species        | Group TRPL3-MS-2018 |  | Group TRPL1-MS-2019 |         |         |          |       |
|----------------|---------------------|--|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|                | Av.Abund            |  | Av.Abund            | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
| Chironomidae   | 1,39                |  | 0,39                | 37,95   | 1,06    | 41,78    | 41,78 |
| Philopotamidae | 0,9                 |  | 0                   | 16,92   | 0,87    | 18,63    | 60,41 |
| Paludicellidae | 0,66                |  | 0                   | 10,38   | 0,88    | 11,43    | 71,84 |

Groups ERPL-MS-2019 & TRPL1-MS-2019

Average dissimilarity = 83,81

| Species      | Group ERPL-MS-2019 |  | Group TRPL1-MS-2019 |         |         |          |       |
|--------------|--------------------|--|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund           |  | Av.Abund            | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
| Chironomidae | 3,12               |  | 0,39                | 68,8    | 2,06    | 82,1     | 82,1  |

Groups ERPL-MS-2018 & TRPL2-MS-2019

Average dissimilarity = 56,81

| Species      | Group ERPL-MS-2018 |  | Group TRPL2-MS-2019 |         |         |          |       |
|--------------|--------------------|--|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund           |  | Av.Abund            | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
| Chironomidae | 2,47               |  | 2,09                | 16,66   | 2,04    | 29,32    | 29,32 |
| NEMATODA     | 1,03               |  | 0                   | 10,13   | 0,72    | 17,84    | 47,16 |
| Leptoceridae | 1,03               |  | 0                   | 9,48    | 0,74    | 16,68    | 63,83 |
| Spongillidae | 0,66               |  | 0                   | 6,4     | 0,73    | 11,26    | 75,1  |

## Groups TRPL1-MS-2018 &amp; TRPL2-MS-2019

Average dissimilarity = 69,01

| Species       | Group TRPL1-MS-2018 | Group TRPL2-MS-2019 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---------------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|               | Av.Abund            | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Chironomidae  | 1,43                | 2,09                | 32,43   | 1       | 47       | 47    |
| Sphaeriidae   | 0,33                | 0,33                | 10,97   | 0,59    | 15,9     | 62,89 |
| Lumbriculidae | 0,33                | 0,33                | 7,45    | 0,64    | 10,8     | 73,7  |

## Groups TRPL2-MS-2018 &amp; TRPL2-MS-2019

Average dissimilarity = 87,85

| Species      | Group TRPL2-MS-2018 | Group TRPL2-MS-2019 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Chironomidae | 0,33                | 2,09                | 41,74   | 1,42    | 47,52    | 47,52 |
| Sphaeriidae  | 1,18                | 0,33                | 18,55   | 1,02    | 21,11    | 68,63 |
| NEMATODA     | 0,66                | 0                   | 12,25   | 0,7     | 13,94    | 82,57 |

## Groups TRPL3-MS-2018 &amp; TRPL2-MS-2019

Average dissimilarity = 66,20

| Species        | Group TRPL3-MS-2018 | Group TRPL2-MS-2019 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|----------------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|                | Av.Abund            | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Chironomidae   | 1,39                | 2,09                | 27,91   | 0,91    | 42,17    | 42,17 |
| Philopotamidae | 0,9                 | 0                   | 11,28   | 0,78    | 17,04    | 59,21 |
| Paludicellidae | 0,66                | 0                   | 7,24    | 0,79    | 10,93    | 70,14 |

## Groups ERPL-MS-2019 &amp; TRPL2-MS-2019

Average dissimilarity = 36,27

| Species      | Group ERPL-MS-2019 | Group TRPL2-MS-2019 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|--------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund           | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Chironomidae | 3,12               | 2,09                | 21,74   | 1,71    | 59,95    | 59,95 |
| Sphaeriidae  | 0,63               | 0,33                | 10,82   | 0,68    | 29,85    | 89,79 |

## Groups TRPL1-MS-2019 &amp; TRPL2-MS-2019

Average dissimilarity = 81,68

| Species      | Group TRPL1-MS-2019 | Group TRPL2-MS-2019 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Chironomidae | 0,39                | 2,09                | 61,6    | 1,78    | 75,41    | 75,41 |

## Groups ERPL-MS-2018 &amp; TRPL3-MS-2019

Average dissimilarity = 80,85

| Species         | Group ERPL-MS-2018 | Group TRPL3-MS-2019 |         | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|--------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund           | Av.Abund            | Av.Diss |         |          |       |
| Chironomidae    | 2,47               | 1,02                | 32,37   | 1,03    | 40,03    | 40,03 |
| Ceratopogonidae | 0                  | 1,12                | 11,91   | 0,75    | 14,73    | 54,77 |
| NEMATODA        | 1,03               | 0                   | 11,24   | 0,69    | 13,9     | 68,67 |
| Leptoceridae    | 1,03               | 0                   | 10,37   | 0,72    | 12,82    | 81,49 |

## Groups TRPL1-MS-2018 &amp; TRPL3-MS-2019

Average dissimilarity = 87,50

| Species         | Group TRPL1-MS-2018 | Group TRPL3-MS-2019 |         | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund            | Av.Diss |         |          |       |
| Chironomidae    | 1,43                | 1,02                | 27,12   | 1,01    | 30,99    | 30,99 |
| Ceratopogonidae | 0                   | 1,12                | 19,22   | 0,72    | 21,97    | 52,96 |
| Sphaeriidae     | 0,33                | 0                   | 13,1    | 0,44    | 14,97    | 67,93 |
| Lumbriculidae   | 0,33                | 0                   | 6,01    | 0,49    | 6,87     | 74,8  |

## Groups TRPL2-MS-2018 &amp; TRPL3-MS-2019

Average dissimilarity = 97,38

| Species         | Group TRPL2-MS-2018 | Group TRPL3-MS-2019 |         | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund            | Av.Diss |         |          |       |
| Sphaeriidae     | 1,18                | 0                   | 25,04   | 0,89    | 25,71    | 25,71 |
| Ceratopogonidae | 0                   | 1,12                | 20,72   | 0,73    | 21,27    | 46,99 |
| Chironomidae    | 0,33                | 1,02                | 20,32   | 0,77    | 20,86    | 67,85 |
| NEMATODA        | 0,66                | 0                   | 18,04   | 0,62    | 18,53    | 86,38 |

## Groups TRPL3-MS-2018 &amp; TRPL3-MS-2019

Average dissimilarity = 84,64

| Species         | Group TRPL3-MS-2018 | Group TRPL3-MS-2019 |         | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund            | Av.Diss |         |          |       |
| Chironomidae    | 1,39                | 1,02                | 30,59   | 0,91    | 36,14    | 36,14 |
| Ceratopogonidae | 0                   | 1,12                | 18,48   | 0,71    | 21,83    | 57,98 |
| Philopotamidae  | 0,9                 | 0                   | 13,92   | 0,81    | 16,45    | 74,42 |

## Groups ERPL-MS-2019 &amp; TRPL3-MS-2019

Average dissimilarity = 72,82

| Species         | Group ERPL-MS-2019 |      | Group TRPL3-MS-2019 |         | Contrib% | Cum.% |         |
|-----------------|--------------------|------|---------------------|---------|----------|-------|---------|
|                 | Av.Abund           |      | Av.Abund            | Av.Diss |          |       | Diss/SD |
| Chironomidae    |                    | 3,12 | 1,02                | 49,21   | 1,22     | 67,57 | 67,57   |
| Ceratopogonidae |                    | 0    | 1,12                | 14,97   | 0,79     | 20,56 | 88,13   |

Groups TRPL1-MS-2019 & TRPL3-MS-2019

Average dissimilarity = 92,92

| Species         | Group TRPL1-MS-2019 |      | Group TRPL3-MS-2019 |         | Contrib% | Cum.% |         |
|-----------------|---------------------|------|---------------------|---------|----------|-------|---------|
|                 | Av.Abund            |      | Av.Abund            | Av.Diss |          |       | Diss/SD |
| Chironomidae    |                     | 0,39 | 1,02                | 41,12   | 1,01     | 44,25 | 44,25   |
| Ceratopogonidae |                     | 0    | 1,12                | 35,33   | 0,93     | 38,02 | 82,28   |

Groups TRPL2-MS-2019 & TRPL3-MS-2019

Average dissimilarity = 76,98

| Species         | Group TRPL2-MS-2019 |      | Group TRPL3-MS-2019 |         | Contrib% | Cum.% |         |
|-----------------|---------------------|------|---------------------|---------|----------|-------|---------|
|                 | Av.Abund            |      | Av.Abund            | Av.Diss |          |       | Diss/SD |
| Chironomidae    |                     | 2,09 | 1,02                | 47,76   | 1,36     | 62,05 | 62,05   |
| Ceratopogonidae |                     | 0    | 1,12                | 17,9    | 0,77     | 23,26 | 85,3    |

Groups ERPL-MS-2018 & ERPL-MS-2020

Average dissimilarity = 63,52

| Species      | Group ERPL-MS-2018 |      | Group ERPL-MS-2020 |         | Contrib% | Cum.% |         |
|--------------|--------------------|------|--------------------|---------|----------|-------|---------|
|              | Av.Abund           |      | Av.Abund           | Av.Diss |          |       | Diss/SD |
| Sphaeriidae  |                    | 0    | 2,43               | 21,37   | 3,77     | 33,65 | 33,65   |
| Chironomidae |                    | 2,47 | 2,16               | 10,38   | 1,1      | 16,35 | 49,99   |
| Leptoceridae |                    | 1,03 | 0,43               | 8,46    | 0,88     | 13,32 | 63,32   |
| NEMATODA     |                    | 1,03 | 0                  | 7,53    | 0,76     | 11,85 | 75,17   |

Groups TRPL1-MS-2018 & ERPL-MS-2020

Average dissimilarity = 70,65

| Species      | Group TRPL1-MS-2018 |      | Group ERPL-MS-2020 |         | Contrib% | Cum.% |         |
|--------------|---------------------|------|--------------------|---------|----------|-------|---------|
|              | Av.Abund            |      | Av.Abund           | Av.Diss |          |       | Diss/SD |
| Sphaeriidae  |                     | 0,33 | 2,43               | 23,62   | 2,07     | 33,43 | 33,43   |
| Chironomidae |                     | 1,43 | 2,16               | 18,66   | 1        | 26,41 | 59,84   |
| Spongillidae |                     | 0,33 | 0,33               | 5,45    | 0,64     | 7,71  | 67,55   |
| Limnesiidae  |                     | 0    | 0,46               | 5,02    | 0,47     | 7,11  | 74,66   |

Groups TRPL2-MS-2018 & ERPL-MS-2020



Average dissimilarity = 70,76

| Species      | Group TRPL2-MS-2018 |  | Group ERPL-MS-2020 |         | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|---------------------|--|--------------------|---------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            |  | Av.Abund           | Av.Diss |         |          |       |
| Chironomidae | 0,33                |  | 2,16               | 25,24   | 1,4     | 35,67    | 35,67 |
| Sphaeriidae  | 1,18                |  | 2,43               | 18,24   | 1,06    | 25,77    | 61,44 |
| NEMATODA     | 0,66                |  | 0                  | 7,31    | 0,77    | 10,34    | 71,78 |

Groups TRPL3-MS-2018 &amp; ERPL-MS-2020

Average dissimilarity = 77,36

| Species        | Group TRPL3-MS-2018 |  | Group ERPL-MS-2020 |         | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|----------------|---------------------|--|--------------------|---------|---------|----------|-------|
|                | Av.Abund            |  | Av.Abund           | Av.Diss |         |          |       |
| Sphaeriidae    | 0                   |  | 2,43               | 27,22   | 2,85    | 35,19    | 35,19 |
| Chironomidae   | 1,39                |  | 2,16               | 16,11   | 0,94    | 20,83    | 56,01 |
| Philopotamidae | 0,9                 |  | 0                  | 7,97    | 0,8     | 10,31    | 66,32 |
| Paludicellidae | 0,66                |  | 0                  | 5,33    | 0,8     | 6,89     | 73,21 |

Groups ERPL-MS-2019 &amp; ERPL-MS-2020

Average dissimilarity = 46,90

| Species      | Group ERPL-MS-2019 |  | Group ERPL-MS-2020 |         | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|--------------------|--|--------------------|---------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund           |  | Av.Abund           | Av.Diss |         |          |       |
| Sphaeriidae  | 0,63               |  | 2,43               | 22,81   | 2,47    | 48,65    | 48,65 |
| Chironomidae | 3,12               |  | 2,16               | 11,83   | 1,02    | 25,23    | 73,88 |

Groups TRPL1-MS-2019 &amp; ERPL-MS-2020

Average dissimilarity = 81,67

| Species      | Group TRPL1-MS-2019 |  | Group ERPL-MS-2020 |         | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|---------------------|--|--------------------|---------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            |  | Av.Abund           | Av.Diss |         |          |       |
| Sphaeriidae  | 0,39                |  | 2,43               | 32,95   | 2,14    | 40,35    | 40,35 |
| Chironomidae | 0,39                |  | 2,16               | 31,26   | 1,49    | 38,27    | 78,62 |

Groups TRPL2-MS-2019 &amp; ERPL-MS-2020

Average dissimilarity = 56,70

| Species      | Group TRPL2-MS-2019 |  | Group ERPL-MS-2020 |         | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|---------------------|--|--------------------|---------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            |  | Av.Abund           | Av.Diss |         |          |       |
| Sphaeriidae  | 0,33                |  | 2,43               | 25,82   | 2,43    | 45,54    | 45,54 |
| Chironomidae | 2,09                |  | 2,16               | 14,13   | 1,9     | 24,92    | 70,46 |

## Groups TRPL3-MS-2019 &amp; ERPL-MS-2020

Average dissimilarity = 83,80

| Species         | Group TRPL3-MS-2019 |          | Group ERPL-MS-2020 |         | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|----------|--------------------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss            | Diss/SD |          |       |
| Sphaeriidae     | 0                   |          | 2,43               | 32,92   | 3,34     | 39,28 |
| Chironomidae    | 1,02                |          | 2,16               | 24,11   | 1,14     | 28,77 |
| Ceratopogonidae | 1,12                |          | 0                  | 11,5    | 0,8      | 13,73 |

## Groups ERPL-MS-2018 &amp; TRPL1-MS-2020

Average dissimilarity = 97,34

| Species      | Group ERPL-MS-2018 |          | Group TRPL1-MS-2020 |         | Contrib% | Cum.% |
|--------------|--------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund           | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Chironomidae | 2,47               |          | 0                   | 52,02   | 1,63     | 53,44 |
| Leptoceridae | 1,03               |          | 0,33                | 14,38   | 0,86     | 14,78 |
| NEMATODA     | 1,03               |          | 0                   | 13,56   | 0,7      | 13,93 |

## Groups TRPL1-MS-2018 &amp; TRPL1-MS-2020

Average dissimilarity = 100,00

| Species       | Group TRPL1-MS-2018 |          | Group TRPL1-MS-2020 |         | Contrib% | Cum.% |
|---------------|---------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|               | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Chironomidae  | 1,43                |          | 0                   | 30,22   | 1,34     | 30,22 |
| Sphaeriidae   | 0,33                |          | 0                   | 21,43   | 0,53     | 21,43 |
| Leptoceridae  | 0                   |          | 0,33                | 10,49   | 0,43     | 10,49 |
| Lumbriculidae | 0,33                |          | 0                   | 8,4     | 0,54     | 8,4   |

## Groups TRPL2-MS-2018 &amp; TRPL1-MS-2020

Average dissimilarity = 98,16

| Species      | Group TRPL2-MS-2018 |          | Group TRPL1-MS-2020 |         | Contrib% | Cum.% |
|--------------|---------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Sphaeriidae  | 1,18                |          | 0                   | 37,34   | 1,06     | 38,04 |
| NEMATODA     | 0,66                |          | 0                   | 28,09   | 0,73     | 28,61 |
| Leptoceridae | 0,33                |          | 0,33                | 15,15   | 0,59     | 15,43 |

## Groups TRPL3-MS-2018 &amp; TRPL1-MS-2020

Average dissimilarity = 100,00

| Species | Group TRPL3-MS-2018 |          | Group TRPL1-MS-2020 |         | Contrib% | Cum.% |
|---------|---------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|         | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |

|                |      |   |       |      |       |       |
|----------------|------|---|-------|------|-------|-------|
| Chironomidae   | 1,39 | 0 | 42,48 | 1,2  | 42,48 | 42,48 |
| Philopotamidae | 0,9  | 0 | 18,94 | 0,91 | 18,94 | 61,43 |
| Paludicellidae | 0,66 | 0 | 11,5  | 0,92 | 11,5  | 72,93 |

Groups ERPL-MS-2019 & TRPL1-MS-2020

Average dissimilarity = 100,00

| Species      | Group ERPL-MS-2019 | Group TRPL1-MS-2020 |         | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|--------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund           | Av.Abund            | Av.Diss |         |          |       |
| Chironomidae | 3,12               | 0                   | 83,05   | 3,42    | 83,05    | 83,05 |

Groups TRPL1-MS-2019 & TRPL1-MS-2020

Average dissimilarity = 100,00

| Species      | Group TRPL1-MS-2019 | Group TRPL1-MS-2020 |         | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            | Av.Abund            | Av.Diss |         |          |       |
| Sphaeriidae  | 0,39                | 0                   | 34,95   | 0,74    | 34,95    | 34,95 |
| Chironomidae | 0,39                | 0                   | 34,95   | 0,74    | 34,95    | 69,9  |
| Leptoceridae | 0                   | 0,33                | 30,1    | 0,7     | 30,1     | 100   |

Groups TRPL2-MS-2019 & TRPL1-MS-2020

Average dissimilarity = 100,00

| Species      | Group TRPL2-MS-2019 | Group TRPL1-MS-2020 |         | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            | Av.Abund            | Av.Diss |         |          |       |
| Chironomidae | 2,09                | 0                   | 77,26   | 3,31    | 77,26    | 77,26 |

Groups TRPL3-MS-2019 & TRPL1-MS-2020

Average dissimilarity = 100,00

| Species         | Group TRPL3-MS-2019 | Group TRPL1-MS-2020 |         | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund            | Av.Diss |         |          |       |
| Ceratopogonidae | 1,12                | 0                   | 43,42   | 1,05    | 43,42    | 43,42 |
| Chironomidae    | 1,02                | 0                   | 38,85   | 0,96    | 38,85    | 82,27 |

Groups ERPL-MS-2020 & TRPL1-MS-2020

Average dissimilarity = 98,38

| Species     | Group ERPL-MS-2020 | Group TRPL1-MS-2020 |         | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-------------|--------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|             | Av.Abund           | Av.Abund            | Av.Diss |         |          |       |
| Sphaeriidae | 2,43               | 0                   | 40,44   | 5,35    | 41,1     | 41,1  |

|              |      |   |       |      |       |       |
|--------------|------|---|-------|------|-------|-------|
| Chironomidae | 2,16 | 0 | 36,65 | 1,77 | 37,25 | 78,35 |
|--------------|------|---|-------|------|-------|-------|

Groups ERPL-MS-2018 & TRPL2-MS-2020

Average dissimilarity = 80,49

| Species      | Group ERPL-MS-2018 |          | Group TRPL2-MS-2020 |         | Contrib% | Cum.% |
|--------------|--------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund           | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Sphaeriidae  | 0                  | 4,04     | 24,23               | 1,77    | 30,1     | 30,1  |
| Leptoceridae | 1,03               | 2,88     | 10,83               | 1,3     | 13,45    | 43,55 |
| Chironomidae | 2,47               | 1,94     | 10,39               | 0,89    | 12,91    | 56,46 |
| Hygrobatidae | 0                  | 2,24     | 9,44                | 1,8     | 11,72    | 68,19 |
| NEMATODA     | 1,03               | 0        | 5,28                | 0,67    | 6,56     | 74,75 |

Groups TRPL1-MS-2018 & TRPL2-MS-2020

Average dissimilarity = 84,45

| Species      | Group TRPL1-MS-2018 |          | Group TRPL2-MS-2020 |         | Contrib% | Cum.% |
|--------------|---------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Sphaeriidae  | 0,33                | 4,04     | 27,69               | 1,36    | 32,79    | 32,79 |
| Leptoceridae | 0                   | 2,88     | 11,07               | 1,16    | 13,11    | 45,9  |
| Hygrobatidae | 0                   | 2,24     | 10,92               | 1,7     | 12,94    | 58,84 |
| Chironomidae | 1,43                | 1,94     | 9,4                 | 1,05    | 11,13    | 69,97 |
| Limnesiidae  | 0                   | 1,45     | 4,46                | 0,8     | 5,28     | 75,25 |

Groups TRPL2-MS-2018 & TRPL2-MS-2020

Average dissimilarity = 79,80

| Species      | Group TRPL2-MS-2018 |          | Group TRPL2-MS-2020 |         | Contrib% | Cum.% |
|--------------|---------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Sphaeriidae  | 1,18                | 4,04     | 24,31               | 1,05    | 30,47    | 30,47 |
| Leptoceridae | 0,33                | 2,88     | 11,62               | 1,27    | 14,57    | 45,04 |
| Hygrobatidae | 0                   | 2,24     | 11,28               | 1,69    | 14,14    | 59,18 |
| Chironomidae | 0,33                | 1,94     | 9,6                 | 1,33    | 12,02    | 71,2  |

Groups TRPL3-MS-2018 & TRPL2-MS-2020

Average dissimilarity = 89,29

| Species      | Group TRPL3-MS-2018 |          | Group TRPL2-MS-2020 |         | Contrib% | Cum.% |
|--------------|---------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Sphaeriidae  | 0                   | 4,04     | 29,75               | 1,42    | 33,32    | 33,32 |
| Leptoceridae | 0                   | 2,88     | 10,94               | 1,16    | 12,25    | 45,57 |
| Hygrobatidae | 0                   | 2,24     | 10,75               | 1,71    | 12,04    | 57,61 |

|                |      |      |      |      |       |       |
|----------------|------|------|------|------|-------|-------|
| Chironomidae   | 1,39 | 1,94 | 8,98 | 0,94 | 10,05 | 67,66 |
| Philopotamidae | 0,9  | 0    | 5,44 | 0,68 | 6,09  | 73,75 |

Groups ERPL-MS-2019 & TRPL2-MS-2020

Average dissimilarity = 74,06

| Species      | Group ERPL-MS-2019 |          | Group TRPL2-MS-2020 |         | Contrib% | Cum.% |
|--------------|--------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund           | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Sphaeriidae  | 0,63               | 4,04     | 24,73               | 1,36    | 33,39    | 33,39 |
| Chironomidae | 3,12               | 1,94     | 13,07               | 0,87    | 17,65    | 51,04 |
| Leptoceridae | 0                  | 2,88     | 10,88               | 1,18    | 14,69    | 65,72 |
| Hygrobatidae | 0                  | 2,24     | 10,6                | 1,83    | 14,31    | 80,04 |

Groups TRPL1-MS-2019 & TRPL2-MS-2020

Average dissimilarity = 89,76

| Species      | Group TRPL1-MS-2019 |          | Group TRPL2-MS-2020 |         | Contrib% | Cum.% |
|--------------|---------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Sphaeriidae  | 0,39                | 4,04     | 36,58               | 1,25    | 40,75    | 40,75 |
| Hygrobatidae | 0                   | 2,24     | 12,98               | 1,71    | 14,46    | 55,21 |
| Leptoceridae | 0                   | 2,88     | 12,6                | 1,18    | 14,04    | 69,25 |
| Chironomidae | 0,39                | 1,94     | 11,33               | 1,23    | 12,62    | 81,87 |

Groups TRPL2-MS-2019 & TRPL2-MS-2020

Average dissimilarity = 78,32

| Species      | Group TRPL2-MS-2019 |          | Group TRPL2-MS-2020 |         | Contrib% | Cum.% |
|--------------|---------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Sphaeriidae  | 0,33                | 4,04     | 29,39               | 1,46    | 37,53    | 37,53 |
| Leptoceridae | 0                   | 2,88     | 11,42               | 1,18    | 14,58    | 52,11 |
| Hygrobatidae | 0                   | 2,24     | 11,33               | 1,78    | 14,47    | 66,58 |
| Chironomidae | 2,09                | 1,94     | 8,89                | 0,79    | 11,35    | 77,92 |

Groups TRPL3-MS-2019 & TRPL2-MS-2020

Average dissimilarity = 91,95

| Species      | Group TRPL3-MS-2019 |          | Group TRPL2-MS-2020 |         | Contrib% | Cum.% |
|--------------|---------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Sphaeriidae  | 0                   | 4,04     | 35,08               | 1,37    | 38,16    | 38,16 |
| Hygrobatidae | 0                   | 2,24     | 11,96               | 1,69    | 13       | 51,16 |
| Leptoceridae | 0                   | 2,88     | 11,85               | 1,17    | 12,89    | 64,05 |
| Chironomidae | 1,02                | 1,94     | 10,9                | 1,1     | 11,85    | 75,9  |

## Groups ERPL-MS-2020 &amp; TRPL2-MS-2020

Average dissimilarity = 54,61

| Species      | Group ERPL-MS-2020 |  | Group TRPL2-MS-2020 |       | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|--------------------|--|---------------------|-------|---------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund           |  | Av.Abund            |       |         |         |          |       |
| Leptoceridae | 0,43               |  | 2,88                | 10,36 | 1,27    | 18,97   | 18,97    |       |
| Sphaeriidae  | 2,43               |  | 4,04                | 9,57  | 1,81    | 17,53   | 36,5     |       |
| Hygrobatidae | 0                  |  | 2,24                | 9,44  | 1,89    | 17,29   | 53,79    |       |
| Chironomidae | 2,16               |  | 1,94                | 8,62  | 0,92    | 15,79   | 69,57    |       |
| Limnesiidae  | 0,46               |  | 1,45                | 5,76  | 0,87    | 10,54   | 80,11    |       |

## Groups TRPL1-MS-2020 &amp; TRPL2-MS-2020

Average dissimilarity = 97,99

| Species      | Group TRPL1-MS-2020 |  | Group TRPL2-MS-2020 |       | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|---------------------|--|---------------------|-------|---------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            |  | Av.Abund            |       |         |         |          |       |
| Sphaeriidae  | 0                   |  | 4,04                | 42,09 | 1,36    | 42,96   | 42,96    |       |
| Leptoceridae | 0,33                |  | 2,88                | 13,72 | 1,3     | 14,01   | 56,96    |       |
| Hygrobatidae | 0                   |  | 2,24                | 13,41 | 1,7     | 13,69   | 70,65    |       |

## Groups ERPL-MS-2018 &amp; TRPL3-MS-2020

Average dissimilarity = 100,00

| Species      | Group ERPL-MS-2018 |  | Group TRPL3-MS-2020 |       | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|--------------------|--|---------------------|-------|---------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund           |  | Av.Abund            |       |         |         |          |       |
| Chironomidae | 2,47               |  | 0                   | 55,14 | 1,66    | 55,14   | 55,14    |       |
| NEMATODA     | 1,03               |  | 0                   | 14,14 | 0,71    | 14,14   | 69,28    |       |
| Leptoceridae | 1,03               |  | 0                   | 12,78 | 0,73    | 12,78   | 82,06    |       |

## Groups TRPL1-MS-2018 &amp; TRPL3-MS-2020

Average dissimilarity = 100,00

| Species       | Group TRPL1-MS-2018 |  | Group TRPL3-MS-2020 |       | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---------------|---------------------|--|---------------------|-------|---------|---------|----------|-------|
|               | Av.Abund            |  | Av.Abund            |       |         |         |          |       |
| Chironomidae  | 1,43                |  | 0                   | 33,33 | 1,46    | 33,33   | 33,33    |       |
| Sphaeriidae   | 0,33                |  | 0                   | 25    | 0,56    | 25      | 58,33    |       |
| Lumbriculidae | 0,33                |  | 0                   | 9,32  | 0,56    | 9,32    | 67,66    |       |
| Spongillidae  | 0,33                |  | 0                   | 8,33  | 0,56    | 8,33    | 75,99    |       |

## Groups TRPL2-MS-2018 &amp; TRPL3-MS-2020

Average dissimilarity = 100,00

| Species     | Group TRPL2-MS-2018 |      | Group TRPL3-MS-2020 |   | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-------------|---------------------|------|---------------------|---|---------|---------|----------|-------|
|             | Av.Abund            |      | Av.Abund            |   |         |         |          |       |
| Sphaeriidae |                     | 1,18 |                     | 0 | 42,45   | 1,14    | 42,45    | 42,45 |
| NEMATODA    |                     | 0,66 |                     | 0 | 32,32   | 0,77    | 32,32    | 74,77 |

## Groups TRPL3-MS-2018 &amp; TRPL3-MS-2020

Average dissimilarity = 100,00

| Species        | Group TRPL3-MS-2018 |      | Group TRPL3-MS-2020 |   | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|----------------|---------------------|------|---------------------|---|---------|---------|----------|-------|
|                | Av.Abund            |      | Av.Abund            |   |         |         |          |       |
| Chironomidae   |                     | 1,39 |                     | 0 | 47,82   | 1,3     | 47,82    | 47,82 |
| Philopotamidae |                     | 0,9  |                     | 0 | 20,89   | 0,97    | 20,89    | 68,71 |
| Paludicellidae |                     | 0,66 |                     | 0 | 12,58   | 0,97    | 12,58    | 81,29 |

## Groups ERPL-MS-2019 &amp; TRPL3-MS-2020

Average dissimilarity = 100,00

| Species      | Group ERPL-MS-2019 |      | Group TRPL3-MS-2020 |   | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|--------------------|------|---------------------|---|---------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund           |      | Av.Abund            |   |         |         |          |       |
| Chironomidae |                    | 3,12 |                     | 0 | 88,86   | 3,91    | 88,86    | 88,86 |

## Groups TRPL1-MS-2019 &amp; TRPL3-MS-2020

Average dissimilarity = 100,00

| Species      | Group TRPL1-MS-2019 |      | Group TRPL3-MS-2020 |   | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|---------------------|------|---------------------|---|---------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            |      | Av.Abund            |   |         |         |          |       |
| Sphaeriidae  |                     | 0,39 |                     | 0 | 50      | 0,95    | 50       | 50    |
| Chironomidae |                     | 0,39 |                     | 0 | 50      | 0,95    | 50       | 100   |

## Groups TRPL2-MS-2019 &amp; TRPL3-MS-2020

Average dissimilarity = 100,00

| Species      | Group TRPL2-MS-2019 |      | Group TRPL3-MS-2020 |   | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|---------------------|------|---------------------|---|---------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            |      | Av.Abund            |   |         |         |          |       |
| Chironomidae |                     | 2,09 |                     | 0 | 84,59   | 4,27    | 84,59    | 84,59 |

## Groups TRPL3-MS-2019 &amp; TRPL3-MS-2020

Average dissimilarity = 100,00

| Group TRPL3-MS-2019 |  | Group TRPL3-MS-2020 |  |
|---------------------|--|---------------------|--|
|---------------------|--|---------------------|--|

| Species         | Av.Abund | Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|----------|----------|---------|---------|----------|-------|
| Ceratopogonidae | 1,12     |          | 0       | 52,86   | 1,24     | 52,86 |
| Chironomidae    | 1,02     |          | 0       | 47,14   | 1,11     | 47,14 |

Groups ERPL-MS-2020 & TRPL3-MS-2020

Average dissimilarity = 100,00

| Species      | Group ERPL-MS-2020 |          | Group TRPL3-MS-2020 |         | Contrib% | Cum.% |
|--------------|--------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund           | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Sphaeriidae  | 2,43               |          | 0                   | 42,33   | 6,17     | 42,33 |
| Chironomidae | 2,16               |          | 0                   | 38,39   | 1,8      | 38,39 |

Groups TRPL1-MS-2020 & TRPL3-MS-2020

Average dissimilarity = 100,00

| Species      | Group TRPL1-MS-2020 |          | Group TRPL3-MS-2020 |         | Contrib%   | Cum.% |
|--------------|---------------------|----------|---------------------|---------|------------|-------|
|              | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |            |       |
| Leptoceridae | 0,33                |          | 0                   | 100     | Undefined! | 100   |

Groups TRPL2-MS-2020 & TRPL3-MS-2020

Average dissimilarity = 100,00

| Species      | Group TRPL2-MS-2020 |          | Group TRPL3-MS-2020 |         | Contrib% | Cum.% |
|--------------|---------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Sphaeriidae  | 4,04                |          | 0                   | 43,87   | 1,35     | 43,87 |
| Hygrobatidae | 2,24                |          | 0                   | 13,74   | 1,7      | 13,74 |
| Leptoceridae | 2,88                |          | 0                   | 13,13   | 1,18     | 13,13 |

## 2.1.2 COMPOSITION DES COMMUNAUTÉS

### 2.1.2.1 PERMANOVA

#### Permutational MANOVA

##### *Resemblance worksheet*

Name: BC MS compo

Data type: Similarity

Selection: All

Transform: Fourth root

Transform: Presence/absence

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity



Sums of squares type: Type III (partial)

Fixed effects sum to zero for mixed terms

Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model

Number of permutations: 999

#### Factors

| Name       | Abbrev. | Type   | Levels |
|------------|---------|--------|--------|
| Exposition | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site       | Si      | Random | 4      |
| Annee      | An      | Fixed  | 3      |
| Station    | St      | Random | 19     |

#### Contrasts

| Name | Abbrev.       | Factor | Contrast           |
|------|---------------|--------|--------------------|
| 201  | 2018 vs 19-20 | Annee  | (2019,2020)v(2018) |
| 19   | 19vs18        | Annee  | (2018)v(2019)      |
| 20v  | 20vs18        | Annee  | (2018)v(2020)      |

#### Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

#### Pooled terms

Si(Ex)  
Si(Ex)xAn

#### Terms whose SS and df were combined

| Pool      | Terms               |
|-----------|---------------------|
| Pooled(1) | St(Si(Ex)) + Si(Ex) |
| Pooled(2) | Res + Si(Ex)xAn     |

#### PERMANOVA table of results

| Source    | df | SS         | MS     | Pseudo-F | P(perm) | Unique perms |
|-----------|----|------------|--------|----------|---------|--------------|
| Ex        | 1  | 2955,3     | 2955,3 | 1,1471   | 0,288   | 999          |
| An        | 2  | 18115      | 9057,4 | 5,4278   | 0,001   | 997          |
| 201       | 1  | 5084,4     | 5084,4 | 2,3083   | 0,08    | 999          |
| 19        | 1  | 7123,7     | 7123,7 | 3,7149   | 0,024   | 997          |
| 20v       | 1  | 5495,8     | 5495,8 | 2,699    | 0,08    | 999          |
| ExxAn     | 2  | 4489,8     | 2244,9 | 1,3453   | 0,242   | 998          |
| Exx201    | 1  | 3855,8     | 3855,8 | 1,7505   | 0,17    | 998          |
| Exx19     | 1  | 2132,3     | 2132,3 | 1,1119   | 0,38    | 999          |
| Exx20v    | 1  | 3578,3     | 3578,3 | 1,7573   | 0,218   | 999          |
| Pooled(1) | 17 | 43536      | 2560,9 | 1,5347   | 0,05    | 997          |
| Pooled(2) | 20 | 33374      | 1668,7 |          |         |              |
| Total     | 42 | 1,0323E+05 |        |          |         |              |

#### Details of the expected mean squares (EMS) for the model

| Source    | EMS   |
|-----------|---|
| Ex        | $1 * V(\text{Res}) + 2,2065 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 16,211 * S(\text{Ex})$ |
| An        | $1 * V(\text{Res}) + 11,564 * S(\text{An})$   |
| 201       | $1 * V(\text{Res}) + 15,782 * S(201)$   |
| 19        | $1 * V(\text{Res}) + 12,308 * S(19)$  |
| 20v       | $1 * V(\text{Res}) + 10 * S(20v)$   |
| ExxAn     | $1 * V(\text{Res}) + 5,7821 * S(\text{ExxAn})$  |
| Exx201    | $1 * V(\text{Res}) + 7,8912 * S(\text{Exx201})$   |
| Exx19     | $1 * V(\text{Res}) + 6,1538 * S(\text{Exx19})$  |
| Exx20v    | $1 * V(\text{Res}) + 5 * S(\text{Exx20v})$  |
| Pooled(1) | $1 * V(\text{Res}) + 2,1765 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$                         |
| Pooled(2) | $1 * V(\text{Res})$   |

*Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares*

| Source     | Numerator                 | Denominator      | Num.df | Den.df |
|------------|---------------------------|------------------|--------|--------|
| Ex         | 0,013784*Pooled(2) + 1*Ex | 1,0138*Pooled(1) | 1,02   | 17     |
| An         | 1*An                      | 1*Pooled(2)      | 2      | 20     |
| 201        | 1*201                     | 1*Res            | 1      | 22     |
| 19         | 1*19                      | 1*Res            | 1      | 11     |
| 20v        | 1*20v                     | 1*Res            | 1      | 8      |
| ExxAn      | 1*ExxAn                   | 1*Pooled(2)      | 2      | 20     |
| Exx201     | 1*Exx201                  | 1*Res            | 1      | 22     |
| Exx19      | 1*Exx19                   | 1*Res            | 1      | 11     |
| Exx20v     | 1*Exx20v                  | 1*Res            | 1      | 8      |
| St(Si(Ex)) | 1*Pooled(1)               | 1*Pooled(2)      | 17     | 20     |

*Estimates of components of variation*

| Source        | Estimate | Sq.root |
|---------------|----------|---------|
| S(Ex)         | 23,566   | 4,8545  |
| S(An)         | 638,93   | 25,277  |
| S(201)        | 182,6    | 13,513  |
| S(19)         | 423      | 20,567  |
| S(20v)        | 345,96   | 18,6    |
| S(ExxAn)      | 99,649   | 9,9825  |
| S(Exx201)     | 209,49   | 14,474  |
| S(Exx19)      | 34,884   | 5,9063  |
| S(Exx20v)     | 308,42   | 17,562  |
| V(St(Si(Ex))) | 409,95   | 20,247  |
| V(Res)        | 1668,7   | 40,85   |

**2.1.2.2 PERMDISP****EXPOSITION ANNÉE****Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions***Resemblance worksheet*

Name: BC MS compo

Data type: Similarity

Selection: All

Transform: Fourth root

Transform: Presence/absence

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 6

Number of samples: 43

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 5,813 df1: 5 df2: 37

P(perm): 0,009

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                   | t        | P(perm) |
|--------------------------|----------|---------|
| (Expose2018, Temoin2018) | 3,1354   | 0,041   |
| (Expose2018, Expose2019) | 3,4342   | 0,06    |
| (Expose2018, Temoin2019) | 0,041495 | 0,947   |
| (Expose2018, Expose2020) | 1,5515   | 0,456   |

|                         |          |       |
|-------------------------|----------|-------|
| (Expose2018,Temoi2020)  | 0,080044 | 0,922 |
| (Temoi2018,Expose2019)  | 8,3749   | 0,001 |
| (Temoi2018,Temoi2019)   | 2,5642   | 0,066 |
| (Temoi2018,Expose2020)  | 5,2305   | 0,004 |
| (Temoi2018,Temoi2020)   | 2,359    | 0,061 |
| (Expose2019,Temoi2019)  | 2,2273   | 0,158 |
| (Expose2019,Expose2020) | 1,2935   | 0,429 |
| (Expose2019,Temoi2020)  | 2,4261   | 0,117 |
| (Temoi2019,Expose2020)  | 1,1985   | 0,48  |
| (Temoi2019,Temoi2020)   | 0,11722  | 0,967 |
| (Expose2020,Temoi2020)  | 1,2938   | 0,307 |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group      | Size | Average | SE     |
|------------|------|---------|--------|
| Expose2018 | 5    | 35,954  | 6,1822 |
| Temoi2018  | 12   | 54,814  | 2,9531 |
| Expose2019 | 5    | 10,667  | 4      |
| Temoi2019  | 10   | 35,473  | 7,4947 |
| Expose2020 | 5    | 21,276  | 7,1607 |
| Temoi2020  | 6    | 36,884  | 9,213  |

## EXPOSITION PÉRIODE

## Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: BC MS compo

Data type: Similarity

Selection: All

Transform: Fourth root

Transform: Presence/absence

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 43

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 7,663 df1: 3 df2: 39

P(perm): 0,005

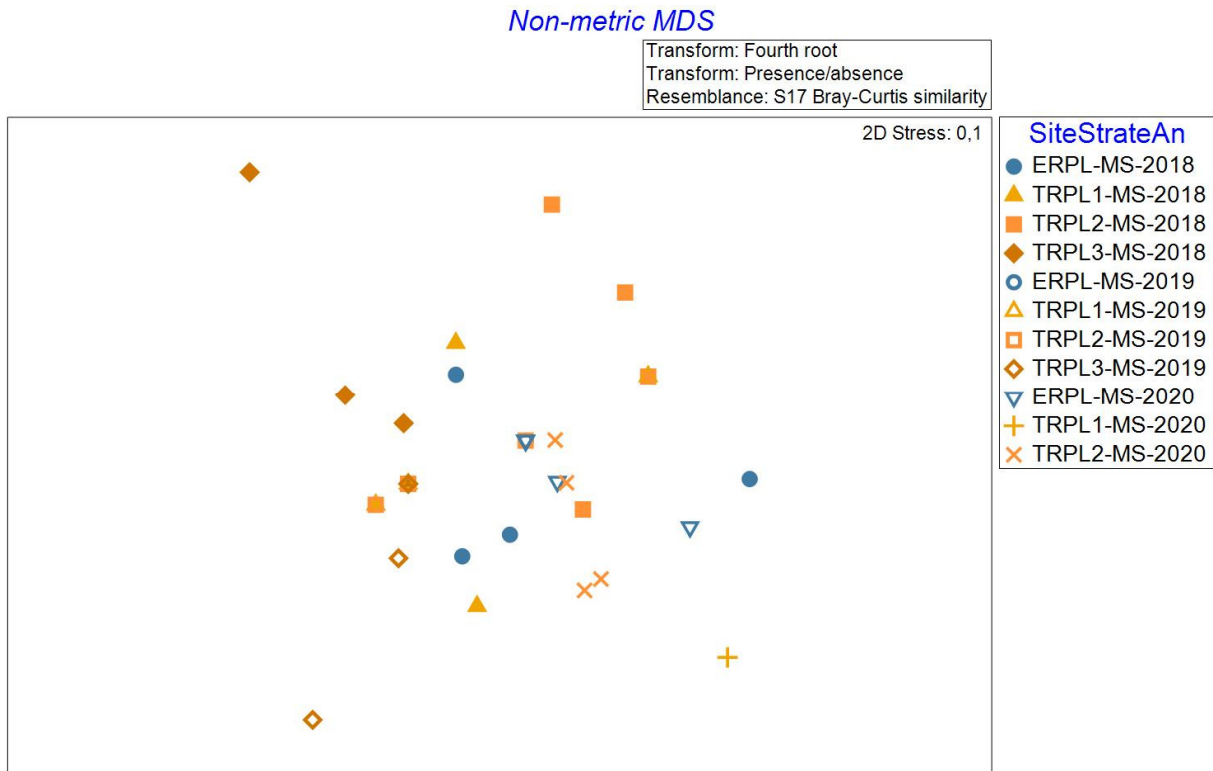
*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                    | t      | P(perm) |
|---------------------------|--------|---------|
| (ExposeAvant,TemoiAvant)  | 3,1354 | 0,042   |
| (ExposeAvant,ExposeApres) | 1,3428 | 0,311   |
| (ExposeAvant,TemoiApres)  | 1,1198 | 0,364   |
| (TemoiAvant,ExposeApres)  | 4,6776 | 0,004   |
| (TemoiAvant,TemoiApres)   | 1,5049 | 0,199   |
| (ExposeApres,TemoiApres)  | 3,0904 | 0,011   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group       | Size | Average | SE     |
|-------------|------|---------|--------|
| ExposeAvant | 5    | 35,954  | 6,1822 |
| TemoiAvant  | 12   | 54,814  | 2,9531 |
| ExposeApres | 10   | 21,16   | 7,0679 |
| TemoiApres  | 16   | 45,962  | 4,5722 |

2.1.2.3 NMDS



2.1.3 DOMINANCE

2.1.3.1 PERMANOVA

Permutational MANOVA

*Resemblance worksheet*

Name: Resem6  
 Data type: Distance  
 Selection: All

Sums of squares type: Type III (partial)  
 Fixed effects sum to zero for mixed terms  
 Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model  
 Number of permutations: 999

*Factors*

| Name       | Abbrev. | Type   | Levels |
|------------|---------|--------|--------|
| Exposition | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site       | Si      | Random | 4      |
| Annee      | An      | Fixed  | 3      |
| Station    | St      | Random | 19     |

*Contrasts*

| Name | Abbrev. | Factor | Contrast |
|------|---------|--------|----------|
|------|---------|--------|----------|

201 2018 vs 19-20 Année (2019,2020)v(2018)  
 19 19vs18 Année (2018)v(2019)  
 20v 20vs18 Année (2018)v(2020)

*Excluded terms*

AnneexStation(Site(Exposition))

*Pooled terms*

Si(Ex)  
 Si(Ex)xAn

*Terms whose SS and df were combined*

Pool Terms  
 Pooled(1) St(Si(Ex)) + Si(Ex)  
 Pooled(2) Res + Si(Ex)xAn

*PERMANOVA table of results*

| Source    | df | SS         | MS     | Pseudo-F | P(perm) | Unique perms |
|-----------|----|------------|--------|----------|---------|--------------|
| Ex        | 1  | 2496,3     | 2496,3 | 0,38373  | 0,581   | 999          |
| An        | 2  | 48147      | 24073  | 3,4501   | 0,05    | 999          |
| 201       | 1  | 13777      | 13777  | 1,6713   | 0,215   | 999          |
| 19        | 1  | 26412      | 26412  | 6,3244   | 0,036   | 998          |
| 20v       | 1  | 755,79     | 755,79 | 0,078909 | 0,853   | 998          |
| ExxAn     | 2  | 6694,4     | 3347,2 | 0,4797   | 0,681   | 998          |
| Exx201    | 1  | 1464,7     | 1464,7 | 0,17768  | 0,759   | 999          |
| Exx19     | 1  | 245,32     | 245,32 | 0,058742 | 0,838   | 999          |
| Exx20v    | 1  | 4694,7     | 4694,7 | 0,49015  | 0,551   | 999          |
| Pooled(1) | 17 | 1,1329E+05 | 6664,3 | 0,9551   | 0,508   | 999          |
| Pooled(2) | 20 | 1,3955E+05 | 6977,6 |          |         |              |
| Total     | 42 | 3,2253E+05 |        |          |         |              |

*Details of the expected mean squares (EMS) for the model*

| Source    | EMS   |
|-----------|---|
| Ex        | $1 * V(\text{Res}) + 2,2065 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 16,211 * S(\text{Ex})$ |
| An        | $1 * V(\text{Res}) + 11,564 * S(\text{An})$   |
| 201       | $1 * V(\text{Res}) + 15,782 * S(201)$   |
| 19        | $1 * V(\text{Res}) + 12,308 * S(19)$  |
| 20v       | $1 * V(\text{Res}) + 10 * S(20v)$   |
| ExxAn     | $1 * V(\text{Res}) + 5,7821 * S(\text{ExxAn})$  |
| Exx201    | $1 * V(\text{Res}) + 7,8912 * S(\text{Exx201})$   |
| Exx19     | $1 * V(\text{Res}) + 6,1538 * S(\text{Exx19})$  |
| Exx20v    | $1 * V(\text{Res}) + 5 * S(\text{Exx20v})$  |
| Pooled(1) | $1 * V(\text{Res}) + 2,1765 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$                         |
| Pooled(2) | $1 * V(\text{Res})$   |

*Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares*

| Source     | Numerator                                     | Denominator                 | Num.df | Den.df |
|------------|---|-----------------------------|--------|--------|
| Ex         | $0,013784 * \text{Pooled}(2) + 1 * \text{Ex}$ | $1,0138 * \text{Pooled}(1)$ | 1,08   | 17     |
| An         | $1 * \text{An}$                               | $1 * \text{Pooled}(2)$      | 2      | 20     |
| 201        | $1 * 201$                                     | $1 * \text{Res}$            | 1      | 22     |
| 19         | $1 * 19$                                      | $1 * \text{Res}$            | 1      | 11     |
| 20v        | $1 * 20v$                                     | $1 * \text{Res}$            | 1      | 8      |
| ExxAn      | $1 * \text{ExxAn}$                            | $1 * \text{Pooled}(2)$      | 2      | 20     |
| Exx201     | $1 * \text{Exx201}$                           | $1 * \text{Res}$            | 1      | 22     |
| Exx19      | $1 * \text{Exx19}$                            | $1 * \text{Res}$            | 1      | 11     |
| Exx20v     | $1 * \text{Exx20v}$                           | $1 * \text{Res}$            | 1      | 8      |
| St(Si(Ex)) | $1 * \text{Pooled}(1)$                        | $1 * \text{Pooled}(2)$      | 17     | 20     |

*Estimates of components of variation*

| Source | Estimate | Sq.root |
|--------|----------|---------|
|--------|----------|---------|

|               |         |         |
|---------------|---------|---------|
| S(Ex)         | -256,84 | -16,026 |
| S(An)         | 1478,3  | 38,449  |
| S(201)        | 350,63  | 18,725  |
| S(19)         | 1806,6  | 42,504  |
| S(20v)        | -882,22 | -29,702 |
| S(ExxAn)      | -627,88 | -25,057 |
| S(Exx201)     | -859,02 | -29,309 |
| S(Exx19)      | -638,76 | -25,274 |
| S(Exx20v)     | -976,67 | -31,252 |
| V(St(Si(Ex))) | -143,96 | -11,998 |
| V(Res)        | 6977,6  | 83,532  |

### 2.1.3.2 PERMDISP

#### EXPOSITION ANNÉE

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

##### *Resemblance worksheet*

Name: Resem6  
Data type: Distance  
Selection: All

Group factor: ExpositionAnnee  
Number of permutations: 999

Number of groups: 6  
Number of samples: 43

##### *DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 4,8163 df1: 5 df2: 37  
P(perm): 0,055

##### *PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                  | t       | P(perm) |
|-------------------------|---------|---------|
| (Expose2018,Temoin2018) | 0,50411 | 0,738   |
| (Expose2018,Expose2019) | 2,043   | 0,093   |
| (Expose2018,Temoin2019) | 3,02    | 0,004   |
| (Expose2018,Expose2020) | 1,0128  | 0,6     |
| (Expose2018,Temoin2020) | 0,60154 | 0,524   |
| (Temoin2018,Expose2019) | 2,7229  | 0,021   |
| (Temoin2018,Temoin2019) | 3,9385  | 0,001   |
| (Temoin2018,Expose2020) | 1,0234  | 0,446   |
| (Temoin2018,Temoin2020) | 1,4898  | 0,274   |
| (Expose2019,Temoin2019) | 0,18873 | 0,931   |
| (Expose2019,Expose2020) | 2,4158  | 0,068   |
| (Expose2019,Temoin2020) | 2,6998  | 0,013   |
| (Temoin2019,Expose2020) | 3,431   | 0,009   |
| (Temoin2019,Temoin2020) | 3,9599  | 0,001   |
| (Expose2020,Temoin2020) | 1,7156  | 0,275   |

##### *MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group      | Size | Average | SE     |
|------------|------|---------|--------|
| Expose2018 | 5    | 82,017  | 33,324 |
| Temoin2018 | 12   | 67,665  | 12,523 |
| Expose2019 | 5    | 13,19   | 4,9464 |
| Temoin2019 | 10   | 12,071  | 3,3931 |
| Expose2020 | 5    | 45,928  | 12,616 |

Temoin2020      6   110,05      32,2

## EXPOSITION PÉRIODE

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

### *Resemblance worksheet*

Name: Resem6

Data type: Distance

Selection: All

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 43

### *DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 0,64318 df1: 3 df2: 39

P(perm): 0,864

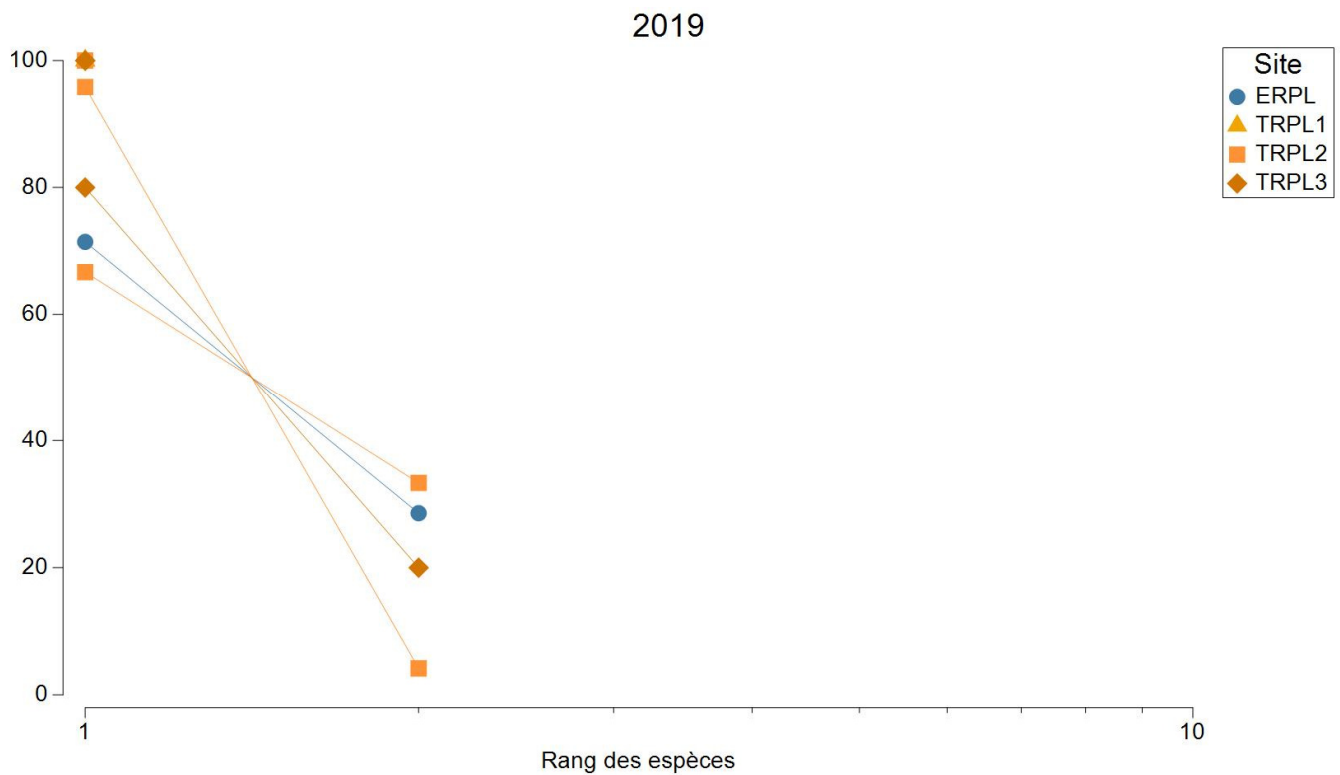
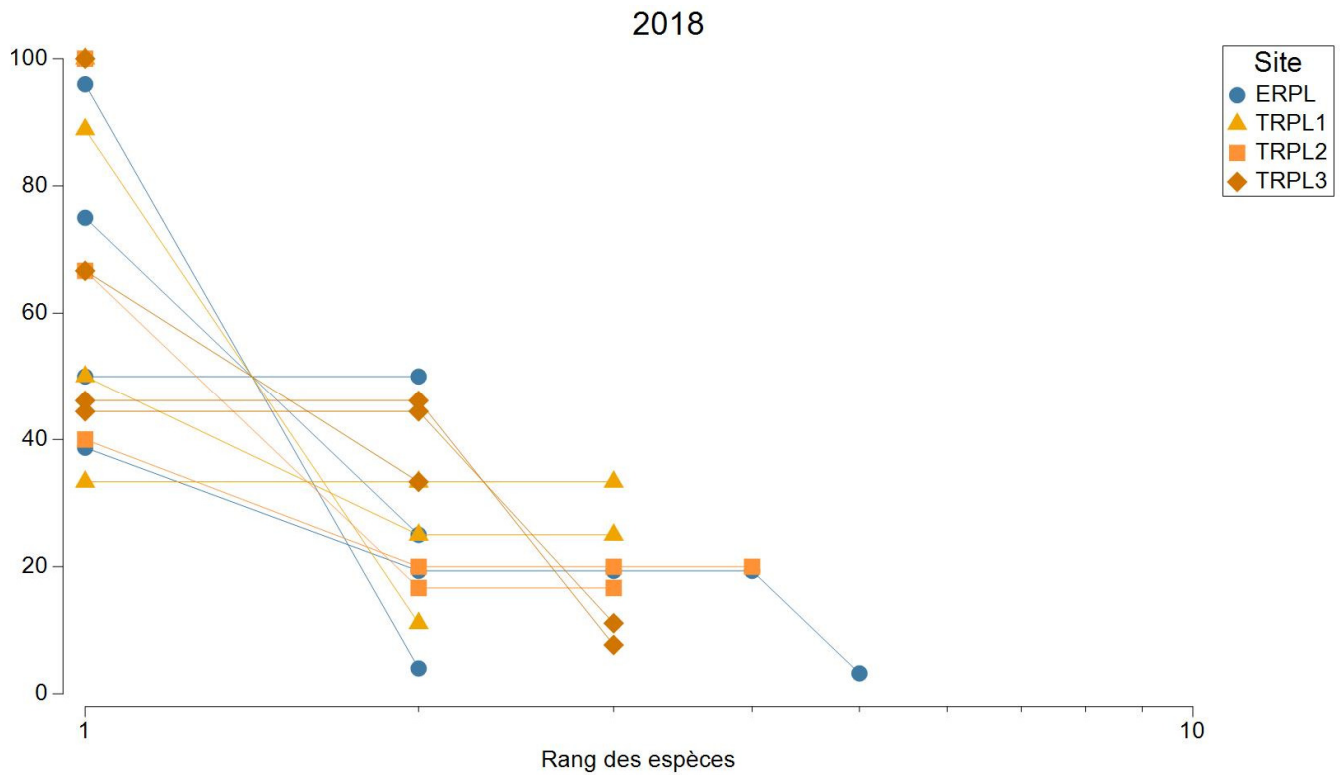
### *PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                     | t       | P(perm) |
|----------------------------|---------|---------|
| (ExposeAvant, TemoinAvant) | 0,50411 | 0,755   |
| (ExposeAvant, ExposeApres) | 1,4376  | 0,411   |
| (ExposeAvant, TemoinApres) | 0,54839 | 0,717   |
| (TemoinAvant, ExposeApres) | 1,5188  | 0,238   |
| (TemoinAvant, TemoinApres) | 0,26715 | 0,878   |
| (ExposeApres, TemoinApres) | 0,80743 | 0,721   |

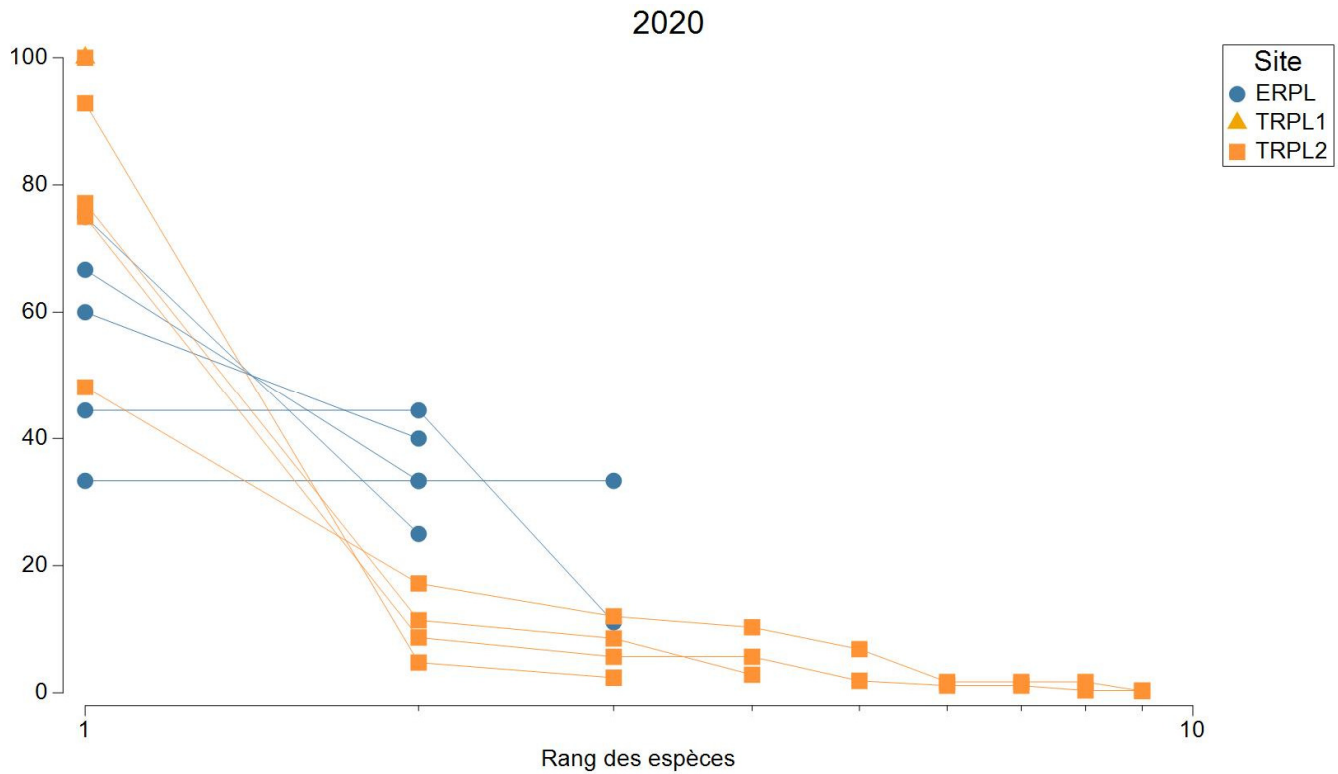
### *MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group       | Size | Average | SE     |
|-------------|------|---------|--------|
| ExposeAvant | 5    | 82,017  | 33,324 |
| TemoinAvant | 12   | 67,665  | 12,523 |
| ExposeApres | 10   | 40,826  | 12,187 |
| TemoinApres | 16   | 61,274  | 18,411 |

2.1.3.3 DOMINANCE PLOTS







## 2.1.4 TESTS UNIDIMENSIONNELS AVEC CONTRASTES

### 2.1.4.1 ABONDANCES

PERMDISP

#### Exposition année

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

#### Resemblance worksheet

Name: eucli abund sht MS 2018-2020 no trans

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 6

Number of samples: 60

#### DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 5,3933 df1: 5 df2: 54

P(perm): 0,085

#### PAIRWISE COMPARISONS

| Groups                  | t       | P(perm) |
|-------------------------|---------|---------|
| (Expose2018,Temoi2018)  | 2,6008  | 0,013   |
| (Expose2018,Expose2019) | 0,2063  | 0,903   |
| (Expose2018,Temoi2019)  | 1,1146  | 0,493   |
| (Expose2018,Expose2020) | 1,5842  | 0,124   |
| (Expose2018,Temoi2020)  | 1,6646  | 0,275   |
| (Temoi2018,Expose2019)  | 2,004   | 0,082   |
| (Temoi2018,Temoi2019)   | 0,80686 | 0,594   |
| (Temoi2018,Expose2020)  | 0,17435 | 0,901   |
| (Temoi2018,Temoi2020)   | 3,132   | 0,001   |
| (Expose2019,Temoi2019)  | 1,1626  | 0,518   |
| (Expose2019,Expose2020) | 1,0991  | 0,53    |
| (Expose2019,Temoi2020)  | 1,639   | 0,256   |
| (Temoi2019,Expose2020)  | 0,37246 | 0,862   |
| (Temoi2019,Temoi2020)   | 3,0672  | 0,001   |
| (Expose2020,Temoi2020)  | 1,7684  | 0,255   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group      | Size | Average | SE     |
|------------|------|---------|--------|
| Expose2018 | 5    | 57,971  | 11,458 |
| Temoi2018  | 15   | 28,47   | 5,3715 |
| Expose2019 | 5    | 64,155  | 27,697 |
| Temoi2019  | 15   | 37,488  | 9,8008 |
| Expose2020 | 5    | 30,531  | 12,989 |
| Temoi2020  | 15   | 497,71  | 149,73 |

**Exposition période**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: eucli abond sht MS 2018-2020 no trans

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 60

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 2,555 df1: 3 df2: 56

P(perm): 0,319

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                    | t       | P(perm) |
|---------------------------|---------|---------|
| (ExposeAvant,TemoiAvant)  | 2,6008  | 0,019   |
| (ExposeAvant,ExposeApres) | 0,14254 | 0,963   |
| (ExposeAvant,TemoiApres)  | 1,0622  | 0,498   |
| (TemoiAvant,ExposeApres)  | 2,01    | 0,098   |
| (TemoiAvant,TemoiApres)   | 2,0874  | 0,101   |
| (ExposeApres,TemoiApres)  | 1,5263  | 0,261   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group       | Size | Average | SE     |
|-------------|------|---------|--------|
| ExposeAvant | 5    | 57,971  | 11,458 |

|             |    |        |        |
|-------------|----|--------|--------|
| TemoinAvant | 15 | 28,47  | 5,3715 |
| ExposeApres | 10 | 54,879 | 14,049 |
| TemoinApres | 30 | 289,69 | 87,941 |

## PERMANOVA

## Permutational MANOVA

*Resemblance worksheet*

Name: eucli abond sht MS 2018-2020 no trans

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Sums of squares type: Type III (partial)

Fixed effects sum to zero for mixed terms

Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model

Number of permutations: 999

*Factors*

| Name       | Abbrev. | Type   | Levels |
|------------|---------|--------|--------|
| Exposition | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site       | Si      | Random | 4      |
| Annee      | An      | Fixed  | 3      |
| Station    | St      | Random | 20     |

*Contrasts*

| Name | Abbrev.  | Factor | Contrast           |
|------|----------|--------|--------------------|
| Pe   | Periode  | Annee  | (2018)v(2019,2020) |
| 19   | 19 vs 18 | Annee  | (2019)v(2018)      |
| 20   | 20 vs 18 | Annee  | (2018)v(2020)      |

*Excluded terms*

AnneexStation(Site(Exposition))

*Pooled terms*Si(Ex)  
Si(Ex)xAn*Terms whose SS and df were combined*

| Pool      | Terms               |
|-----------|---------------------|
| Pooled(1) | St(Si(Ex)) + Si(Ex) |
| Pooled(2) | Res + Si(Ex)xAn     |

*PERMANOVA table of results*

| Source    | df | SS         | MS         | Pseudo-F  | P(perm) | Unique perms |
|-----------|----|------------|------------|-----------|---------|--------------|
| Ex        | 1  | 2259,1     | 2259,1     | 0,015018  | 0,987   | 483          |
| An        | 2  | 1,9248E+05 | 96241      | 0,59339   | 0,539   | 999          |
| Pe        | 1  | 42219      | 42219      | 0,2422    | 0,648   | 995          |
| 19        | 1  | 252,05     | 252,05     | 0,085411  | 0,78    | 996          |
| 20        | 1  | 1,3821E+05 | 1,3821E+05 | 0,56663   | 0,484   | 997          |
| ExxAn     | 2  | 3,3173E+05 | 1,6586E+05 | 1,0226    | 0,384   | 999          |
| ExxPe     | 1  | 85585      | 85585      | 0,49099   | 0,49    | 998          |
| Exx19     | 1  | 28,005     | 28,005     | 0,0094901 | 0,919   | 994          |
| Exx20     | 1  | 2,5142E+05 | 2,5142E+05 | 1,0308    | 0,309   | 998          |
| Pooled(1) | 18 | 2,7076E+06 | 1,5042E+05 | 0,92745   | 0,627   | 997          |
| Pooled(2) | 36 | 5,8388E+06 | 1,6219E+05 |           |         |              |
| Total     | 59 | 9,5842E+06 |            |           |         |              |

*Details of the expected mean squares (EMS) for the model*

| Source    | EMS  |
|-----------|--|
| Ex        | $1 * V(\text{Res}) + 3 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 22,5 * S(\text{Ex})$ |
| An        | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(\text{An})$  |
| Pe        | $1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Pe})$  |
| 19        | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(19)$   |
| 20        | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(20)$   |
| ExxAn     | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{ExxAn})$  |
| ExxPe     | $1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxPe})$   |
| Exx19     | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx19})$  |
| Exx20     | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx20})$  |
| Pooled(1) | $1 * V(\text{Res}) + 3 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$                       |
| Pooled(2) | $1 * V(\text{Res})$  |

*Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares*

| Source     | Numerator              | Denominator            | Num.df | Den.df |
|------------|------------------------|------------------------|--------|--------|
| Ex         | $1 * \text{Ex}$        | $1 * \text{Pooled}(1)$ | 1      | 18     |
| An         | $1 * \text{An}$        | $1 * \text{Pooled}(2)$ | 2      | 36     |
| Pe         | $1 * \text{Pe}$        | $1 * \text{Res}$       | 1      | 38     |
| 19         | $1 * 19$               | $1 * \text{Res}$       | 1      | 18     |
| 20         | $1 * 20$               | $1 * \text{Res}$       | 1      | 18     |
| ExxAn      | $1 * \text{ExxAn}$     | $1 * \text{Pooled}(2)$ | 2      | 36     |
| ExxPe      | $1 * \text{ExxPe}$     | $1 * \text{Res}$       | 1      | 38     |
| Exx19      | $1 * \text{Exx19}$     | $1 * \text{Res}$       | 1      | 18     |
| Exx20      | $1 * \text{Exx20}$     | $1 * \text{Res}$       | 1      | 18     |
| St(Si(Ex)) | $1 * \text{Pooled}(1)$ | $1 * \text{Pooled}(2)$ | 18     | 36     |

*Estimates of components of variation*

| Source        | Estimate   | Sq.root |
|---------------|------------|---------|
| S(Ex)         | -6585,1    | -81,148 |
| S(An)         | -4396,6    | -66,306 |
| S(Pe)         | -6604,6    | -81,269 |
| S(19)         | -179,93    | -13,414 |
| S(20)         | -7047,1    | -83,947 |
| S(ExxAn)      | 489,73     | 22,13   |
| S(ExxPe)      | -8872,6    | -94,194 |
| S(Exx19)      | -389,73    | -19,742 |
| S(Exx20)      | 1000,7     | 31,634  |
| V(St(Si(Ex))) | -3922,1    | -62,627 |
| V(Res)        | 1,6219E+05 | 402,73  |

**2.1.4.2 RICHESSE**

## PERMDISP

**Exposition Année**

## Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: eucli richesse MS sht 2018-2020 no trans

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 6  
Number of samples: 60

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 5,2948 df1: 5 df2: 54

P(perm): 0,024

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                  | t       | P(perm) |
|-------------------------|---------|---------|
| (Expose2018,Temoïn2018) | 0,30113 | 0,797   |
| (Expose2018,Expose2019) | 1,5941  | 0,47    |
| (Expose2018,Temoïn2019) | 1,4875  | 0,17    |
| (Expose2018,Expose2020) | 1,278   | 0,761   |
| (Expose2018,Temoïn2020) | 1,4177  | 0,437   |
| (Temoïn2018,Expose2019) | 3,048   | 0,009   |
| (Temoïn2018,Temoïn2019) | 3,0299  | 0,009   |
| (Temoïn2018,Expose2020) | 2,5197  | 0,018   |
| (Temoïn2018,Temoïn2020) | 2,2837  | 0,099   |
| (Expose2019,Temoïn2019) | 1,2199  | 0,258   |
| (Expose2019,Expose2020) | 1,2344  | 0,671   |
| (Expose2019,Temoïn2020) | 2,2504  | 0,063   |
| (Temoïn2019,Expose2020) | 0,48233 | 0,687   |
| (Temoïn2019,Temoïn2020) | 3,398   | 0,001   |
| (Expose2020,Temoïn2020) | 2,0795  | 0,069   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group      | Size | Average | SE      |
|------------|------|---------|---------|
| Expose2018 | 5    | 1,04    | 0,43543 |
| Temoïn2018 | 15   | 1,1467  | 0,14924 |
| Expose2019 | 5    | 0,32    | 0,12    |
| Temoïn2019 | 15   | 0,57778 | 0,11393 |
| Expose2020 | 5    | 0,48    | 0,04899 |
| Temoïn2020 | 15   | 2,3733  | 0,51598 |

**Exposition période**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: eucli richesse MS sht 2018-2020 no trans

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 60

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 0,93271 df1: 3 df2: 56

P(perm): 0,705

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                    | t       | P(perm) |
|---------------------------|---------|---------|
| (ExposeAvant,TemoïnAvant) | 0,30113 | 0,801   |

|                            |         |       |
|----------------------------|---------|-------|
| (ExposeAvant, ExposeApres) | 1,1442  | 0,46  |
| (ExposeAvant, TemoinApres) | 0,49124 | 0,822 |
| (TemoinAvant, ExposeApres) | 2,394   | 0,021 |
| (TemoinAvant, TemoinApres) | 0,62777 | 0,745 |
| (ExposeApres, TemoinApres) | 1,4039  | 0,312 |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group       | Size | Average | SE      |
|-------------|------|---------|---------|
| ExposeAvant | 5    | 1,04    | 0,43543 |
| TemoinAvant | 15   | 1,1467  | 0,14924 |
| ExposeApres | 10   | 0,64    | 0,12927 |
| TemoinApres | 30   | 1,4444  | 0,32532 |

## PERMANOVA

## Permutational MANOVA

*Resemblance worksheet*

Name: eucli richesse MS sht 2018-2020 no trans

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Sums of squares type: Type III (partial)

Fixed effects sum to zero for mixed terms

Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model

Number of permutations: 999

*Factors*

| Name       | Abbrev. | Type   | Levels |
|------------|---------|--------|--------|
| Exposition | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site       | Si      | Random | 4      |
| Annee      | An      | Fixed  | 3      |
| Station    | St      | Random | 20     |

*Contrasts*

| Name | Abbrev.  | Factor | Contrast           |
|------|----------|--------|--------------------|
| Pe   | Periode  | Annee  | (2018)v(2019,2020) |
| 19   | 19 vs 18 | Annee  | (2019)v(2018)      |
| 20   | 20 vs 18 | Annee  | (2018)v(2020)      |

*Excluded terms*

AnneexStation(Site(Exposition))

*Pooled terms*

Si(Ex)

Si(Ex)xAn

*Terms whose SS and df were combined*

| Pool      | Terms               |
|-----------|---------------------|
| Pooled(1) | St(Si(Ex)) + Si(Ex) |
| Pooled(2) | Res + Si(Ex)xAn     |

*PERMANOVA table of results*

| Source | df | SS     | MS     | Pseudo-F | P(perm) | Unique perms |
|--------|----|--------|--------|----------|---------|--------------|
| Ex     | 1  | 2,9389 | 2,9389 | 0,87326  | 0,393   | 36           |
| An     | 2  | 11,378 | 5,6889 | 1,6629   | 0,197   | 999          |

|           |    |            |            |            |       |     |
|-----------|----|------------|------------|------------|-------|-----|
| Pe        | 1  | 2,8444     | 2,8444     | 0,81094    | 0,38  | 996 |
| 19        | 1  | 8,5333     | 8,5333     | 11,077     | 0,002 | 984 |
| 20        | 1  | 1,0825E-15 | 1,0825E-15 | 6,5662E-16 | 1     | 949 |
| ExxAn     | 2  | 0,17778    | 0,088889   | 0,025983   | 0,972 | 999 |
| ExxPe     | 1  | 0,044444   | 0,044444   | 0,012671   | 0,912 | 991 |
| Exx19     | 1  | 0,13333    | 0,13333    | 0,17308    | 0,689 | 554 |
| Exx20     | 1  | 1,1081E-14 | 1,1081E-14 | 2,5111E-15 | 1     | 946 |
| Pooled(1) | 18 | 60,578     | 3,3654     | 0,98376    | 0,486 | 998 |
| Pooled(2) | 36 | 123,16     | 3,421      |            |       |     |
| Total     | 59 | 200,18     |            |            |       |     |

*Details of the expected mean squares (EMS) for the model*

| Source    | EMS  |
|-----------|--|
| Ex        | $1 * V(\text{Res}) + 3 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 22,5 * S(\text{Ex})$ |
| An        | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(\text{An})$  |
| Pe        | $1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Pe})$  |
| 19        | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(19)$   |
| 20        | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(20)$   |
| ExxAn     | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{ExxAn})$  |
| ExxPe     | $1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxPe})$   |
| Exx19     | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx19})$  |
| Exx20     | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx20})$  |
| Pooled(1) | $1 * V(\text{Res}) + 3 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$                       |
| Pooled(2) | $1 * V(\text{Res})$  |

*Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares*

| Source     | Numerator   | Denominator | Num.df | Den.df |
|------------|-------------|-------------|--------|--------|
| Ex         | 1*Ex        | 1*Pooled(1) | 1      | 18     |
| An         | 1*An        | 1*Pooled(2) | 2      | 36     |
| Pe         | 1*Pe        | 1*Res       | 1      | 38     |
| 19         | 1*19        | 1*Res       | 1      | 18     |
| 20         | 1*20        | 1*Res       | 1      | 18     |
| ExxAn      | 1*ExxAn     | 1*Pooled(2) | 2      | 36     |
| ExxPe      | 1*ExxPe     | 1*Res       | 1      | 38     |
| Exx19      | 1*Exx19     | 1*Res       | 1      | 18     |
| Exx20      | 1*Exx20     | 1*Res       | 1      | 18     |
| St(Si(Ex)) | 1*Pooled(1) | 1*Pooled(2) | 18     | 36     |

*Estimates of components of variation*

| Source        | Estimate  | Sq.root  |
|---------------|-----------|----------|
| S(Ex)         | -0,018957 | -0,13769 |
| S(An)         | 0,15119   | 0,38884  |
| S(Pe)         | -0,033158 | -0,18209 |
| S(19)         | 0,51753   | 0,7194   |
| S(20)         | -0,38889  | -0,62361 |
| S(ExxAn)      | -0,44428  | -0,66654 |
| S(ExxPe)      | -0,34632  | -0,58849 |
| S(Exx19)      | -0,084938 | -0,29144 |
| S(Exx20)      | -0,77778  | -0,88192 |
| V(St(Si(Ex))) | -0,018519 | -0,13608 |
| V(Res)        | 3,421     | 1,8496   |

**2.1.4.3 SHANNON**

## PERMDISP

**Exposition Année**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: eucli shannon MS 2018-2020 no missing

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 6

Number of samples: 43

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 3,3827 df1: 5 df2: 37

P(perm): 0,029

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                   | t        | P(perm) |
|--------------------------|----------|---------|
| (Expose2018, Temoin2018) | 0,37081  | 0,733   |
| (Expose2018, Expose2019) | 1,1898   | 0,492   |
| (Expose2018, Temoin2019) | 1,7134   | 0,251   |
| (Expose2018, Expose2020) | 1,2547   | 0,3     |
| (Expose2018, Temoin2020) | 0,55434  | 0,634   |
| (Temoin2018, Expose2019) | 2,4685   | 0,025   |
| (Temoin2018, Temoin2019) | 3,4303   | 0,002   |
| (Temoin2018, Expose2020) | 2,626    | 0,015   |
| (Temoin2018, Temoin2020) | 0,48601  | 0,649   |
| (Expose2019, Temoin2019) | 0,099784 | 0,948   |
| (Expose2019, Expose2020) | 0,054274 | 0,92    |
| (Expose2019, Temoin2020) | 2,1403   | 0,078   |
| (Temoin2019, Expose2020) | 0,18134  | 0,928   |
| (Temoin2019, Temoin2020) | 2,9978   | 0,007   |
| (Expose2020, Temoin2020) | 2,301    | 0,031   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group      | Size | Average | SE       |
|------------|------|---------|----------|
| Expose2018 | 5    | 0,56715 | 0,22154  |
| Temoin2018 | 12   | 0,63741 | 0,083439 |
| Expose2019 | 5    | 0,2762  | 0,10357  |
| Temoin2019 | 10   | 0,26461 | 0,064068 |
| Expose2020 | 5    | 0,28242 | 0,049217 |
| Temoin2020 | 6    | 0,71776 | 0,16635  |

**Exposition Période**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: eucli shannon MS 2018-2020 no missing

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999



Number of groups: 4  
Number of samples: 43

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 0,29145 df1: 3 df2: 39  
P(perm): 0,847

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                    | t        | P(perm) |
|---------------------------|----------|---------|
| (ExposeAvant,TemoinAvant) | 0,37081  | 0,732   |
| (ExposeAvant,ExposeApres) | 0,22809  | 0,862   |
| (ExposeAvant,TemoinApres) | 0,21187  | 0,896   |
| (TemoinAvant,ExposeApres) | 0,96008  | 0,359   |
| (TemoinAvant,TemoinApres) | 0,85531  | 0,5     |
| (ExposeApres,TemoinApres) | 0,010552 | 0,994   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group       | Size | Average | SE       |
|-------------|------|---------|----------|
| ExposeAvant | 5    | 0,56715 | 0,22154  |
| TemoinAvant | 12   | 0,63741 | 0,083439 |
| ExposeApres | 10   | 0,52326 | 0,083212 |
| TemoinApres | 16   | 0,52177 | 0,098749 |

## PERMANOVA

## Permutational MANOVA

*Resemblance worksheet*

Name: eucli shannon MS 2018-2020 no missing  
Data type: Distance  
Selection: All  
Resemblance: D1 Euclidean distance

Sums of squares type: Type III (partial)  
Fixed effects sum to zero for mixed terms  
Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model  
Number of permutations: 999

*Factors*

| Name       | Abbrev. | Type   | Levels |
|------------|---------|--------|--------|
| Exposition | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site       | Si      | Random | 4      |
| Annee      | An      | Fixed  | 3      |
| Station    | St      | Random | 19     |

*Contrasts*

| Name | Abbrev.  | Factor | Contrast           |
|------|----------|--------|--------------------|
| Pe   | Periode  | Annee  | (2018)v(2019,2020) |
| 19   | 19 vs 18 | Annee  | (2019)v(2018)      |
| 20   | 20 vs 18 | Annee  | (2018)v(2020)      |

*Excluded terms*

AnneexStation(Site(Exposition))

*Pooled terms*

Si(Ex)  
Si(Ex)xAn

*Terms whose SS and df were combined*

|           |                     |
|-----------|---------------------|
| Pool      | Terms               |
| Pooled(1) | St(Si(Ex)) + Si(Ex) |
| Pooled(2) | Res + Si(Ex)xAn     |

*PERMANOVA table of results*

| Source    | df | SS        | MS        | Pseudo-F | P(perm) | Unique perms |
|-----------|----|-----------|-----------|----------|---------|--------------|
| Ex        | 1  | 0,0095766 | 0,0095766 | 0,030983 | 0,87    | 998          |
| An        | 2  | 4,4842    | 2,2421    | 6,6666   | 0,006   | 999          |
| Pe        | 1  | 0,70785   | 0,70785   | 1,4827   | 0,219   | 997          |
| 19        | 1  | 2,2631    | 2,2631    | 12,547   | 0,007   | 998          |
| 20        | 1  | 0,033593  | 0,033593  | 0,059178 | 0,82    | 996          |
| ExxAn     | 2  | 0,15829   | 0,079146  | 0,23533  | 0,792   | 998          |
| ExxPe     | 1  | 0,13287   | 0,13287   | 0,27831  | 0,621   | 993          |
| Exx19     | 1  | 0,012337  | 0,012337  | 0,068399 | 0,823   | 997          |
| Exx20     | 1  | 0,26391   | 0,26391   | 0,4649   | 0,531   | 999          |
| Pooled(1) | 17 | 7,6922    | 0,45248   | 1,3454   | 0,25    | 999          |
| Pooled(2) | 20 | 6,7263    | 0,33631   |          |         |              |
| Total     | 42 | 19,843    |           |          |         |              |

*Details of the expected mean squares (EMS) for the model*

| Source    | EMS   |
|-----------|---|
| Ex        | $1 \cdot V(\text{Res}) + 2,2065 \cdot V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 16,211 \cdot S(\text{Ex})$ |
| An        | $1 \cdot V(\text{Res}) + 11,564 \cdot S(\text{An})$   |
| Pe        | $1 \cdot V(\text{Res}) + 15,782 \cdot S(\text{Pe})$   |
| 19        | $1 \cdot V(\text{Res}) + 12,308 \cdot S(19)$  |
| 20        | $1 \cdot V(\text{Res}) + 10 \cdot S(20)$  |
| ExxAn     | $1 \cdot V(\text{Res}) + 5,7821 \cdot S(\text{ExxAn})$  |
| ExxPe     | $1 \cdot V(\text{Res}) + 7,8912 \cdot S(\text{ExxPe})$  |
| Exx19     | $1 \cdot V(\text{Res}) + 6,1538 \cdot S(\text{Exx19})$  |
| Exx20     | $1 \cdot V(\text{Res}) + 5 \cdot S(\text{Exx20})$   |
| Pooled(1) | $1 \cdot V(\text{Res}) + 2,1765 \cdot V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$                             |
| Pooled(2) | $1 \cdot V(\text{Res})$   |

*Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares*

| Source     | Numerator   | Denominator                     | Num.df | Den.df |
|------------|---|---------------------------------|--------|--------|
| Ex         | $0,013784 \cdot \text{Pooled}(2) + 1 \cdot \text{Ex}$ | $1,0138 \cdot \text{Pooled}(1)$ | 2,18   | 17     |
| An         | $1 \cdot \text{An}$                                   | $1 \cdot \text{Pooled}(2)$      | 2      | 20     |
| Pe         | $1 \cdot \text{Pe}$                                   | $1 \cdot \text{Res}$            | 1      | 22     |
| 19         | $1 \cdot 19$  | $1 \cdot \text{Res}$            | 1      | 11     |
| 20         | $1 \cdot 20$  | $1 \cdot \text{Res}$            | 1      | 8      |
| ExxAn      | $1 \cdot \text{ExxAn}$                                | $1 \cdot \text{Pooled}(2)$      | 2      | 20     |
| ExxPe      | $1 \cdot \text{ExxPe}$                                | $1 \cdot \text{Res}$            | 1      | 22     |
| Exx19      | $1 \cdot \text{Exx19}$                                | $1 \cdot \text{Res}$            | 1      | 11     |
| Exx20      | $1 \cdot \text{Exx20}$                                | $1 \cdot \text{Res}$            | 1      | 8      |
| St(Si(Ex)) | $1 \cdot \text{Pooled}(1)$                            | $1 \cdot \text{Pooled}(2)$      | 17     | 20     |

*Estimates of components of variation*

| Source        | Estimate  | Sq.root |
|---------------|-----------|---------|
| S(Ex)         | -0,02742  | 0,16559 |
| S(An)         | 0,1648    | 0,40595 |
| S(Pe)         | 0,014602  | 0,12084 |
| S(19)         | 0,16922   | 0,41136 |
| S(20)         | -0,053406 | 0,2311  |
| S(ExxAn)      | -0,044477 | 0,2109  |
| S(ExxPe)      | -0,043661 | 0,20895 |
| S(Exx19)      | -0,027304 | 0,16524 |
| S(Exx20)      | -0,06075  | 0,24648 |
| V(St(Si(Ex))) | 0,053374  | 0,23103 |
| V(Res)        | 0,33631   | 0,57993 |

**2.1.4.4 EVENNESS**

## PERMDISP

**Exposition Année**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: eucli equitabilite MS no missing

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 6

Number of samples: 25

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 2,1868 df1: 5 df2: 19

P(perm): 0,304

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                   | t        | P(perm) |
|--------------------------|----------|---------|
| (Expose2018, Temoin2018) | 1,6849   | 0,343   |
| (Expose2018, Expose2019) | 1,2139   | 0,572   |
| (Expose2018, Temoin2019) | 0,051871 | 0,936   |
| (Expose2018, Expose2020) | 2,3067   | 0,03    |
| (Expose2018, Temoin2020) | 1,0984   | 0,547   |
| (Temoin2018, Expose2019) | 0,97702  | 0,215   |
| (Temoin2018, Temoin2019) | 1,8318   | 0,136   |
| (Temoin2018, Expose2020) | 1,0543   | 0,633   |
| (Temoin2018, Temoin2020) | 0,39706  | 0,848   |
| (Expose2019, Temoin2019) | 1,4905   | 0,514   |
| (Expose2019, Expose2020) | 1,3005   | 0,34    |
| (Expose2019, Temoin2020) | 1,2744   | 0,208   |
| (Temoin2019, Expose2020) | 2,9584   | 0,027   |
| (Temoin2019, Temoin2020) | 1,3184   | 0,296   |
| (Expose2020, Temoin2020) | 1,683    | 0,118   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group      | Size | Average  | SE        |
|------------|------|----------|-----------|
| Expose2018 | 4    | 0,24675  | 0,090902  |
| Temoin2018 | 8    | 0,10941  | 0,037327  |
| Expose2019 | 1    | 0        | Undefined |
| Temoin2019 | 3    | 0,25344  | 0,085016  |
| Expose2020 | 5    | 0,056769 | 0,01782   |
| Temoin2020 | 4    | 0,13428  | 0,047121  |

**Exposition Période**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: eucli equitabilite MS no missing  
 Data type: Distance  
 Selection: All  
 Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres  
 Number of permutations: 999

Number of groups: 4  
 Number of samples: 25

#### DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 2,991 df1: 3 df2: 21  
 P(perm): 0,127

#### PAIRWISE COMPARISONS

| Groups                    | t       | P(perm) |
|---------------------------|---------|---------|
| (ExposeAvant,TemoinAvant) | 1,6849  | 0,296   |
| (ExposeAvant,ExposeApres) | 2,5775  | 0,017   |
| (ExposeAvant,TemoinApres) | 0,53649 | 0,685   |
| (TemoinAvant,ExposeApres) | 1,1806  | 0,443   |
| (TemoinAvant,TemoinApres) | 1,482   | 0,201   |
| (ExposeApres,TemoinApres) | 2,6732  | 0,022   |

#### MEANS AND STANDARD ERRORS

| Group       | Size | Average  | SE       |
|-------------|------|----------|----------|
| ExposeAvant | 4    | 0,24675  | 0,090902 |
| TemoinAvant | 8    | 0,10941  | 0,037327 |
| ExposeApres | 6    | 0,056083 | 0,014028 |
| TemoinApres | 7    | 0,19753  | 0,047208 |

#### PERMANOVA

##### Permutational MANOVA

##### Resemblance worksheet

Name: eucli equitabilite MS no missing  
 Data type: Distance  
 Selection: All  
 Resemblance: D1 Euclidean distance

Sums of squares type: Type III (partial)  
 Fixed effects sum to zero for mixed terms  
 Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model  
 Number of permutations: 999

##### Factors

| Name       | Abbrev. | Type   | Levels |
|------------|---------|--------|--------|
| Exposition | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site       | Si      | Random | 4      |
| Annee      | An      | Fixed  | 3      |
| Station    | St      | Random | 16     |

##### Contrasts

| Name | Abbrev.  | Factor | Contrast           |
|------|----------|--------|--------------------|
| Pe   | Periode  | Annee  | (2018)v(2019,2020) |
| 19   | 19 vs 18 | Annee  | (2019)v(2018)      |

20 20 vs 18 Annee (2018)v(2020)

*Excluded terms*

AnneexStation(Site(Exposition))

*Pooled terms*

Si(Ex)  
Si(Ex)xAn

*Terms whose SS and df were combined*

Pool Terms  
Pooled(1) St(Si(Ex)) + Si(Ex)  
Pooled(2) Res + Si(Ex)xAn

*PERMANOVA table of results*

| Source    | df | SS        | MS        | Pseudo-F | P(perm) | Unique perms |
|-----------|----|-----------|-----------|----------|---------|--------------|
| Ex        | 1  | 0,088762  | 0,088762  | 1,625    | 0,198   | 995          |
| An        | 2  | 0,036357  | 0,018179  | 0,21332  | 0,807   | 999          |
| Pe        | 1  | 0,014615  | 0,014615  | 0,22529  | 0,648   | 998          |
| 19        | 1  | 0,024649  | 0,024649  | 0,26287  | 0,6482  | 762          |
| 20        | 1  | 0,0027131 | 0,0027131 | 0,03412  | 0,8188  | 970          |
| ExxAn     | 2  | 0,16322   | 0,081609  | 0,95764  | 0,464   | 998          |
| ExxPe     | 1  | 0,15956   | 0,15956   | 2,4597   | 0,153   | 998          |
| Exx19     | 1  | 0,015526  | 0,015526  | 0,16558  | 0,6683  | 796          |
| Exx20     | 1  | 0,064071  | 0,064071  | 0,80575  | 0,4064  | 968          |
| Pooled(1) | 14 | 0,44768   | 0,031977  | 0,37523  | 0,933   | 999          |
| Pooled(2) | 5  | 0,42609   | 0,085219  |          |         |              |
| Total     | 24 | 1,412     |           |          |         |              |

*Details of the expected mean squares (EMS) for the model*

| Source    | EMS   |
|-----------|---|
| Ex        | 1*v(Res) + 0,77994*v(St(Si(Ex))) + 5,2646*s(Ex) |
| An        | 1*v(Res) + 3,3514*s(An)                         |
| Pe        | 1*v(Res) + 7,5362*s(Pe)                         |
| 19        | 1*v(Res) + 3*s(19)                              |
| 20        | 1*v(Res) + 3,2*s(20)                            |
| ExxAn     | 1*v(Res) + 1,6757*s(ExxAn)                      |
| ExxPe     | 1*v(Res) + 3,7681*s(ExxPe)                      |
| Exx19     | 1*v(Res) + 1,5*s(Exx19)                         |
| Exx20     | 1*v(Res) + 1,6*s(Exx20)                         |
| Pooled(1) | 1*v(Res) + 1,3571*v(St(Si(Ex)))                 |
| Pooled(2) | 1*v(Res)  |

*Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares*

| Source     | Numerator   | Denominator                           | Num. df | Den. df |
|------------|-------------|---------------------------------------|---------|---------|
| Ex         | 1*Ex        | 0,57469*Pooled(1) + 0,42531*Pooled(2) | 1       | 10,4    |
| An         | 1*An        | 1*Pooled(2)                           | 2       | 5       |
| Pe         | 1*Pe        | 1*Res                                 | 1       | 7       |
| 19         | 1*19        | 1*Res                                 | 1       | 2       |
| 20         | 1*20        | 1*Res                                 | 1       | 3       |
| ExxAn      | 1*ExxAn     | 1*Pooled(2)                           | 2       | 5       |
| ExxPe      | 1*ExxPe     | 1*Res                                 | 1       | 7       |
| Exx19      | 1*Exx19     | 1*Res                                 | 1       | 2       |
| Exx20      | 1*Exx20     | 1*Res                                 | 1       | 3       |
| St(Si(Ex)) | 1*Pooled(1) | 1*Pooled(2)                           | 14      | 5       |

*Estimates of components of variation*

| Source | Estimate  | Sq. root |
|--------|-----------|----------|
| S(Ex)  | 0,006485  | 0,080529 |
| S(An)  | -0,020004 | -0,14144 |

|               |            |           |
|---------------|------------|-----------|
| S(Pe)         | -0,0066685 | -0,081661 |
| S(19)         | -0,023041  | -0,15179  |
| S(20)         | -0,024001  | -0,15492  |
| S(ExxAn)      | -0,0021543 | -0,046414 |
| S(ExxPe)      | 0,025129   | 0,15852   |
| S(Exx19)      | -0,052164  | -0,22839  |
| S(Exx20)      | -0,0096536 | -0,098253 |
| V(St(Si(Ex))) | -0,039231  | -0,19807  |
| V(Res)        | 0,085219   | 0,29192   |

### 2.1.4.5 CHIRONOMIDES

#### PERMDISP

#### Exposition Année

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

##### *Resemblance worksheet*

Name: eucli chirono MS sht 2018-2020

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 6

Number of samples: 60

##### *DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 3,6423 df1: 5 df2: 54

P(perm): 0,145

##### *PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                  | t       | P(perm) |
|-------------------------|---------|---------|
| (Expose2018,Temoïn2018) | 4,5363  | 0,001   |
| (Expose2018,Expose2019) | 0,81882 | 0,644   |
| (Expose2018,Temoïn2019) | 1,8114  | 0,28    |
| (Expose2018,Expose2020) | 1,1299  | 0,409   |
| (Expose2018,Temoïn2020) | 1,7789  | 0,324   |
| (Temoïn2018,Expose2019) | 4,3627  | 0,001   |
| (Temoïn2018,Temoïn2019) | 0,89421 | 0,786   |
| (Temoïn2018,Expose2020) | 2,0501  | 0,156   |
| (Temoïn2018,Temoïn2020) | 0,64552 | 0,916   |
| (Expose2019,Temoïn2019) | 2,6217  | 0,043   |
| (Expose2019,Expose2020) | 1,5719  | 0,43    |
| (Expose2019,Temoïn2020) | 2,5693  | 0,051   |
| (Temoïn2019,Expose2020) | 0,57092 | 0,809   |
| (Temoïn2019,Temoïn2020) | 0,13747 | 0,868   |
| (Expose2020,Temoïn2020) | 0,62738 | 0,811   |

##### *MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group      | Size | Average | SE     |
|------------|------|---------|--------|
| Expose2018 | 5    | 56,812  | 13,111 |

|            |    |        |        |
|------------|----|--------|--------|
| Temoin2018 | 15 | 17,391 | 2,811  |
| Expose2019 | 5  | 79,614 | 24,568 |
| Temoin2019 | 15 | 25,7   | 8,8569 |
| Expose2020 | 5  | 35,556 | 13,49  |
| Temoin2020 | 15 | 23,897 | 9,6783 |

### Exposition Période

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

#### Resemblance worksheet

Name: eucli chirono MS sht 2018-2020

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 60

#### DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 4,7885 df1: 3 df2: 56

P(perm): 0,109

#### PAIRWISE COMPARISONS

| Groups                     | t       | P(perm) |
|----------------------------|---------|---------|
| (ExposeAvant, TemoinAvant) | 4,5363  | 0,001   |
| (ExposeAvant, ExposeApres) | 0,2282  | 0,932   |
| (ExposeAvant, TemoinApres) | 1,9049  | 0,12    |
| (TemoinAvant, ExposeApres) | 3,2075  | 0,003   |
| (TemoinAvant, TemoinApres) | 0,80763 | 0,727   |
| (ExposeApres, TemoinApres) | 2,5615  | 0,134   |

#### MEANS AND STANDARD ERRORS

| Group       | Size | Average | SE     |
|-------------|------|---------|--------|
| ExposeAvant | 5    | 56,812  | 13,111 |
| TemoinAvant | 15   | 17,391  | 2,811  |
| ExposeApres | 10   | 62,754  | 16,978 |

|             |    |       |        |
|-------------|----|-------|--------|
| TemoinApres | 30 | 24,96 | 6,4418 |
|-------------|----|-------|--------|

### PERMANOVA

Permutational MANOVA

#### Resemblance worksheet

Name: eucli chirono MS sht 2018-2020

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Sums of squares type: Type III (partial)

Fixed effects sum to zero for mixed terms

Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model

Number of permutations: 999

#### Factors

| Name       | Abbrev. | Type   | Levels |
|------------|---------|--------|--------|
| Exposition | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site       | Si      | Random | 4      |
| Annee      | An      | Fixed  | 3      |
| Station    | St      | Random | 20     |

#### Contrasts

| Name | Abbrev.  | Factor | Contrast           |
|------|----------|--------|--------------------|
| Pe   | Periode  | Annee  | (2018)v(2019,2020) |
| 19   | 19 vs 18 | Annee  | (2019)v(2018)      |
| 20   | 20 vs 18 | Annee  | (2018)v(2020)      |

#### Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

#### Pooled terms

Si(Ex)  
Si(Ex)xAn

#### Terms whose SS and df were combined

| Pool      | Terms               |
|-----------|---------------------|
| Pooled(1) | St(Si(Ex)) + Si(Ex) |
| Pooled(2) | Res + Si(Ex)xAn     |

#### PERMANOVA table of results

| Source    | df | SS        | MS     | Pseudo-F   | P(perm) | Unique perms |
|-----------|----|-----------|--------|------------|---------|--------------|
| Ex        | 1  | 49278     | 49278  | 16,495     | 0,005   | 294          |
| An        | 2  | 10068     | 5034,2 | 2,2559     | 0,12    | 999          |
| Pe        | 1  | 91,163    | 91,163 | 0,037608   | 0,863   | 997          |
| 19        | 1  | 3388,6    | 3388,6 | 1,2775     | 0,28    | 996          |
| 20        | 1  | 1736,8    | 1736,8 | 0,91082    | 0,361   | 994          |
| ExxAn     | 2  | 7510,7    | 3755,3 | 1,6828     | 0,194   | 999          |
| ExxPe     | 1  | 1,3127    | 1,3127 | 0,00054156 | 0,98    | 996          |
| Exx19     | 1  | 1792,3    | 1792,3 | 0,67573    | 0,409   | 997          |
| Exx20     | 1  | 1964,3    | 1964,3 | 1,0301     | 0,324   | 997          |
| Pooled(1) | 18 | 53775     | 2987,5 | 1,3387     | 0,211   | 998          |
| Pooled(2) | 36 | 80338     | 2231,6 |            |         |              |
| Total     | 59 | 1,953E+05 |        |            |         |              |

#### Details of the expected mean squares (EMS) for the model

| Source    | EMS  |
|-----------|--|
| Ex        | $1 * V(\text{Res}) + 3 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 22,5 * S(\text{Ex})$ |
| An        | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(\text{An})$  |
| Pe        | $1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Pe})$  |
| 19        | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(19)$   |
| 20        | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(20)$   |
| ExxAn     | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{ExxAn})$  |
| ExxPe     | $1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxPe})$   |
| Exx19     | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx19})$  |
| Exx20     | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx20})$  |
| Pooled(1) | $1 * V(\text{Res}) + 3 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$                       |
| Pooled(2) | $1 * V(\text{Res})$  |

#### Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares

| Source | Numerator | Denominator | Num.df | Den.df |
|--------|-----------|-------------|--------|--------|
| Ex     | 1*Ex      | 1*Pooled(1) | 1      | 18     |
| An     | 1*An      | 1*Pooled(2) | 2      | 36     |



|            |             |             |    |    |
|------------|-------------|-------------|----|----|
| Pe         | 1*Pe        | 1*Res       | 1  | 38 |
| 19         | 1*19        | 1*Res       | 1  | 18 |
| 20         | 1*20        | 1*Res       | 1  | 18 |
| ExxAn      | 1*ExxAn     | 1*Pooled(2) | 2  | 36 |
| ExxPe      | 1*ExxPe     | 1*Res       | 1  | 38 |
| Exx19      | 1*Exx19     | 1*Res       | 1  | 18 |
| Exx20      | 1*Exx20     | 1*Res       | 1  | 18 |
| St(Si(Ex)) | 1*Pooled(1) | 1*Pooled(2) | 18 | 36 |

*Estimates of components of variation*

| Source        | Estimate | Sq.root |
|---------------|----------|---------|
| S(Ex)         | 2057,4   | 45,358  |
| S(An)         | 186,84   | 13,669  |
| S(Pe)         | -116,64  | -10,8   |
| S(19)         | 49,078   | 7,0056  |
| S(20)         | -11,337  | -3,3671 |
| S(ExxAn)      | 203,16   | 14,254  |
| S(ExxPe)      | -242,27  | -15,565 |
| S(Exx19)      | -114,68  | -10,709 |
| S(Exx20)      | 7,6647   | 2,7685  |
| V(St(Si(Ex))) | 251,96   | 15,873  |
| V(Res)        | 2231,6   | 47,24   |

**2.1.4.6 EPT**

## PERMDISP

**Exposition Année**

## Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: eucli EPT MS 2018-2020

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 6

Number of samples: 60

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 6,5315 df1: 5 df2: 54

P(perm): 0,047

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                   | t       | P(perm) |
|--------------------------|---------|---------|
| (Expose2018, Temoin2018) | 0,73287 | 0,678   |
| (Expose2018, Expose2019) | 9,798   | 0,014   |
| (Expose2018, Temoin2019) | 18      | 0,001   |
| (Expose2018, Expose2020) | 4,1312  | 0,028   |
| (Expose2018, Temoin2020) | 1,8251  | 0,197   |
| (Temoin2018, Expose2019) | 1,9263  | 0,228   |
| (Temoin2018, Temoin2019) | 3,3976  | 0,001   |

|                         |        |       |
|-------------------------|--------|-------|
| (Temoin2018,Expose2020) | 1,0206 | 0,529 |
| (Temoin2018,Temoin2020) | 3,2791 | 0,001 |
| (Expose2019,Temoin2019) | ∞      | 0,001 |
| (Expose2019,Expose2020) | 2,6667 | 0,006 |
| (Expose2019,Temoin2020) | 1,9553 | 0,048 |
| (Temoin2019,Expose2020) | 4,899  | 0,002 |
| (Temoin2019,Temoin2020) | 3,4489 | 0,001 |
| (Expose2020,Temoin2020) | 1,9118 | 0,051 |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group      | Size | Average    | SE     |
|------------|------|------------|--------|
| Expose2018 | 5    | 20,87      | 2,13   |
| Temoin2018 | 15   | 15,072     | 4,4362 |
| Expose2019 | 5    | 0          | 0      |
| Temoin2019 | 15   | 1,4211E-14 | 0      |
| Expose2020 | 5    | 6,9565     | 2,6087 |
| Temoin2020 | 15   | 313,37     | 90,86  |

**Exposition Période**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: eucli EPT MS 2018-2020

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 60

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 2,6416 df1: 3 df2: 56

P(perm): 0,311

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                    | t       | P(perm) |
|---------------------------|---------|---------|
| (ExposeAvant,TemoinAvant) | 0,73287 | 0,685   |
| (ExposeAvant,ExposeApres) | 5,859   | 0,001   |
| (ExposeAvant,TemoinApres) | 1,0912  | 0,579   |
| (TemoinAvant,ExposeApres) | 1,9752  | 0,25    |
| (TemoinAvant,TemoinApres) | 1,9757  | 0,087   |
| (ExposeApres,TemoinApres) | 1,7264  | 0,261   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group       | Size | Average | SE     |
|-------------|------|---------|--------|
| ExposeAvant | 5    | 20,87   | 2,13   |
| TemoinAvant | 15   | 15,072  | 4,4362 |
| ExposeApres | 10   | 3,913   | 1,7391 |
| TemoinApres | 30   | 168,92  | 54,703 |

## PERMANOVA

## Permutational MANOVA

*Resemblance worksheet*

Name: eucli EPT MS 2018-2020

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Sums of squares type: Type III (partial)

Fixed effects sum to zero for mixed terms

Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model

Number of permutations: 999

*Factors*

| Name       | Abbrev. | Type   | Levels |
|------------|---------|--------|--------|
| Exposition | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site       | Si      | Random | 4      |
| Annee      | An      | Fixed  | 3      |
| Station    | St      | Random | 20     |

*Contrasts*

| Name | Abbrev.  | Factor | Contrast           |
|------|----------|--------|--------------------|
| Pe   | Periode  | Annee  | (2018)v(2019,2020) |
| 19   | 19 vs 18 | Annee  | (2019)v(2018)      |
| 20   | 20 vs 18 | Annee  | (2018)v(2020)      |

*Excluded terms*

AnneexStation(Site(Exposition))

*Pooled terms*Si(Ex)  
Si(Ex)xAn*Terms whose SS and df were combined*

| Pool      | Terms               |
|-----------|---------------------|
| Pooled(1) | St(Si(Ex)) + Si(Ex) |
| Pooled(2) | Res + Si(Ex)xAn     |

*PERMANOVA table of results*

| Source    | df | SS         | MS     | Pseudo-F | P(perm) | Unique perms |
|-----------|----|------------|--------|----------|---------|--------------|
| Ex        | 1  | 37597      | 37597  | 0,64399  | 0,647   | 102          |
| An        | 2  | 76770      | 38385  | 0,63799  | 0,535   | 997          |
| Pe        | 1  | 10555      | 10555  | 0,16582  | 0,679   | 994          |
| 19        | 1  | 1575,3     | 1575,3 | 5,7816   | 0,029   | 995          |
| 20        | 1  | 47364      | 47364  | 0,51969  | 0,529   | 998          |
| ExxAn     | 2  | 82987      | 41494  | 0,68966  | 0,482   | 999          |
| ExxPe     | 1  | 22758      | 22758  | 0,35754  | 0,547   | 996          |
| Exx19     | 1  | 63,012     | 63,012 | 0,23126  | 0,638   | 997          |
| Exx20     | 1  | 64189      | 64189  | 0,70429  | 0,419   | 997          |
| Pooled(1) | 18 | 1,0509E+06 | 58382  | 0,97036  | 0,49    | 996          |
| Pooled(2) | 36 | 2,166E+06  | 60165  |          |         |              |
| Total     | 59 | 3,5723E+06 |        |          |         |              |

*Details of the expected mean squares (EMS) for the model*

| Source | EMS  |
|--------|--|
| Ex     | $1 * V(\text{Res}) + 3 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 22,5 * S(\text{Ex})$ |

An  $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(\text{An})$   
 Pe  $1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Pe})$   
 19  $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(19)$   
 20  $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(20)$   
 ExxAn  $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{ExxAn})$   
 ExxPe  $1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxPe})$   
 Exx19  $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx19})$   
 Exx20  $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx20})$   
 Pooled(1)  $1 * V(\text{Res}) + 3 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$   
 Pooled(2)  $1 * V(\text{Res})$

*Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares*

| Source     | Numerator   | Denominator | Num.df | Den.df |
|------------|-------------|-------------|--------|--------|
| Ex         | 1*Ex        | 1*Pooled(1) | 1      | 18     |
| An         | 1*An        | 1*Pooled(2) | 2      | 36     |
| Pe         | 1*Pe        | 1*Res       | 1      | 38     |
| 19         | 1*19        | 1*Res       | 1      | 18     |
| 20         | 1*20        | 1*Res       | 1      | 18     |
| ExxAn      | 1*ExxAn     | 1*Pooled(2) | 2      | 36     |
| ExxPe      | 1*ExxPe     | 1*Res       | 1      | 38     |
| Exx19      | 1*Exx19     | 1*Res       | 1      | 18     |
| Exx20      | 1*Exx20     | 1*Res       | 1      | 18     |
| St(Si(Ex)) | 1*Pooled(1) | 1*Pooled(2) | 18     | 36     |

*Estimates of components of variation*

| Source        | Estimate | Sq. root |
|---------------|----------|----------|
| S(Ex)         | -923,77  | -30,394  |
| S(An)         | -1452    | -38,105  |
| S(Pe)         | -2654,8  | -51,525  |
| S(19)         | 86,855   | 9,3196   |
| S(20)         | -2918,3  | -54,022  |
| S(ExxAn)      | -2489,5  | -49,895  |
| S(ExxPe)      | -4089,3  | -63,948  |
| S(Exx19)      | -27,928  | -5,2847  |
| S(Exx20)      | -3593,4  | -59,945  |
| V(St(Si(Ex))) | -594,34  | -24,379  |
| V(Res)        | 60165    | 245,29   |

**2.1.4.7 EPT/C**

## PERMDISP

**Exposition Année**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: eucli EPTC MS sht 2018-2020

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 6

Number of samples: 32

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 12,045 df1: 5 df2: 26

P(perm): 0,013

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                   | t        | P(perm) |
|--------------------------|----------|---------|
| (Expose2018, Temoin2018) | 2,1521   | 0,073   |
| (Expose2018, Expose2019) | 3,4157   | 0,012   |
| (Expose2018, Temoin2019) | 4,4721   | 0,002   |
| (Expose2018, Expose2020) | 1,8974   | 0,48    |
| (Expose2018, Temoin2020) | 2,8266   | 0,026   |
| (Temoin2018, Expose2019) | 3,8203   | 0,003   |
| (Temoin2018, Temoin2019) | 4,928    | 0,001   |
| (Temoin2018, Expose2020) | 0,054175 | 0,962   |
| (Temoin2018, Temoin2020) | 3,8339   | 0,004   |
| (Expose2019, Temoin2019) | ∞        | 0,001   |
| (Expose2019, Expose2020) | 3,4157   | 0,009   |
| (Expose2019, Temoin2020) | 3,248    | 0,009   |
| (Temoin2019, Expose2020) | 4,4721   | 0,004   |
| (Temoin2019, Temoin2020) | 4,2527   | 0,002   |
| (Expose2020, Temoin2020) | 2,7736   | 0,028   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group      | Size | Average    | SE       |
|------------|------|------------|----------|
| Expose2018 | 4    | 0,125      | 0,041667 |
| Temoin2018 | 7    | 0,36735    | 0,080131 |
| Expose2019 | 5    | 2,2204E-16 | 0        |
| Temoin2019 | 8    | 0          | 0        |
| Expose2020 | 4    | 0,375      | 0,125    |
| Temoin2020 | 4    | 13,669     | 4,7914   |

**Exposition Période**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: eucli EPTC MS sht 2018-2020

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 32

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 2,8348 df1: 3 df2: 28

P(perm): 0,372

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                     | t       | P(perm) |
|----------------------------|---------|---------|
| (ExposeAvant, TemoinAvant) | 2,1521  | 0,065   |
| (ExposeAvant, ExposeApres) | 0,53563 | 0,768   |
| (ExposeAvant, TemoinApres) | 1,3289  | 0,242   |

|                            |        |       |
|----------------------------|--------|-------|
| (TemoïnAvant, ExposeAprès) | 1,4032 | 0,403 |
| (TemoïnAvant, TemoïnAprès) | 1,7096 | 0,35  |
| (ExposeAprès, TemoïnAprès) | 2,0033 | 0,031 |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group       | Size | Average | SE       |
|-------------|------|---------|----------|
| ExposeAvant | 4    | 0,125   | 0,041667 |
| TemoïnAvant | 7    | 0,36735 | 0,080131 |
| ExposeAprès | 9    | 0,19753 | 0,08642  |
| TemoïnAprès | 12   | 6,4792  | 2,6972   |

## PERMANOVA

## Permutational MANOVA

*Resemblance worksheet*

Name: eucli EPTC MS sht 2018-2020

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Sums of squares type: Type III (partial)

Fixed effects sum to zero for mixed terms

Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model

Number of permutations: 999

*Factors*

| Name       | Abbrev. | Type   | Levels |
|------------|---------|--------|--------|
| Exposition | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site       | Si      | Random | 4      |
| Annee      | An      | Fixed  | 3      |
| Station    | St      | Random | 17     |

*Contrasts*

| Name | Abbrev.  | Factor | Contrast           |
|------|----------|--------|--------------------|
| Pe   | Periode  | Annee  | (2018)v(2019,2020) |
| 19   | 19 vs 18 | Annee  | (2019)v(2018)      |
| 20   | 20 vs 18 | Annee  | (2018)v(2020)      |

*Excluded terms*

AnneexStation(Site(Exposition))

*Pooled terms*

Si(Ex)

Si(Ex)xAn

*Terms whose SS and df were combined*

| Pool      | Terms               |
|-----------|---------------------|
| Pooled(1) | St(Si(Ex)) + Si(Ex) |
| Pooled(2) | Res + Si(Ex)xAn     |

*PERMANOVA table of results*

| Source | df | SS     | MS     | Pseudo-F | P(perm) | Unique perms |
|--------|----|--------|--------|----------|---------|--------------|
| Ex     | 1  | 89,475 | 89,475 | 2,4339   | 0,122   | 998          |
| An     | 2  | 179,35 | 89,677 | 1,9253   | 0,154   | 998          |

|           |    |          |          |           |        |     |
|-----------|----|----------|----------|-----------|--------|-----|
| Pe        | 1  | 0,081667 | 0,081667 | 0,0012588 | 0,966  | 992 |
| 19        | 1  | 0,14881  | 0,14881  | 1,9841    | 0,2162 | 957 |
| 20        | 0  | 0        |          | No test   |        |     |
| ExxAn     | 2  | 166,71   | 83,354   | 1,7896    | 0,187  | 997 |
| ExxPe     | 1  | 0,135    | 0,135    | 0,0020809 | 0,964  | 998 |
| Exx19     | 1  | 0,053571 | 0,053571 | 0,71429   | 0,467  | 934 |
| Exx20     | 0  | 0        |          | No test   |        |     |
| Pooled(1) | 15 | 512,52   | 34,168   | 0,73356   | 0,606  | 999 |
| Pooled(2) | 11 | 512,36   | 46,578   |           |        |     |
| Total     | 31 | 1591     |          |           |        |     |

*Details of the expected mean squares (EMS) for the model*

| Source    | EMS   |
|-----------|---|
| Ex        | $1 * V(\text{Res}) + 1,3709 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 9,5524 * S(\text{Ex})$ |
| An        | $1 * V(\text{Res}) + 6,9434 * S(\text{An})$   |
| Pe        | $1 * V(\text{Res}) + 7,68 * S(\text{Pe})$   |
| 19        | $1 * V(\text{Res}) + 6,8571 * S(19)$  |
| 20        |   |
| ExxAn     | $1 * V(\text{Res}) + 3,4717 * S(\text{ExxAn})$  |
| ExxPe     | $1 * V(\text{Res}) + 3,84 * S(\text{ExxPe})$  |
| Exx19     | $1 * V(\text{Res}) + 3,4286 * S(\text{Exx19})$  |
| Exx20     |   |
| Pooled(1) | $1 * V(\text{Res}) + 1,7333 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$                         |
| Pooled(2) | $1 * V(\text{Res})$   |

*Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares*

| Source     | Numerator              | Denominator   | Num.df | Den.df |
|------------|------------------------|---|--------|--------|
| Ex         | $1 * \text{Ex}$        | $0,79093 * \text{Pooled}(1) + 0,20907 * \text{Pooled}(2)$ | 1      | 23,58  |
| An         | $1 * \text{An}$        | $1 * \text{Pooled}(2)$                                    | 2      | 11     |
| Pe         | $1 * \text{Pe}$        | $1 * \text{Res}$  | 1      | 13     |
| 19         | $1 * 19$               | $1 * \text{Res}$  | 1      | 5      |
| 20         |                        |   | 0      | 0      |
| ExxAn      | $1 * \text{ExxAn}$     | $1 * \text{Pooled}(2)$                                    | 2      | 11     |
| ExxPe      | $1 * \text{ExxPe}$     | $1 * \text{Res}$  | 1      | 13     |
| Exx19      | $1 * \text{Exx19}$     | $1 * \text{Res}$  | 1      | 5      |
| Exx20      |                        |   | 0      | 0      |
| St(Si(Ex)) | $1 * \text{Pooled}(1)$ | $1 * \text{Pooled}(2)$                                    | 15     | 11     |

*Estimates of components of variation*

| Source        | Estimate | Sq. root  |
|---------------|----------|-----------|
| S(Ex)         | 5,5183   | 2,3491    |
| S(An)         | 6,2071   | 2,4914    |
| S(Pe)         | -8,4366  | -2,9046   |
| S(19)         | 0,010764 | 0,10375   |
| S(20)         | No test  |           |
| S(ExxAn)      | 10,593   | 3,2547    |
| S(ExxPe)      | -16,859  | -4,106    |
| S(Exx19)      | -0,00625 | -0,079057 |
| S(Exx20)      | No test  |           |
| V(St(Si(Ex))) | -7,1597  | -2,6758   |
| V(Res)        | 46,578   | 6,8248    |

**2.1.4.8 CONTRIBUTION DOMINANTS**

PERMDISP

**Exposition Année**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: Resem29

Data type: Distance

Selection: All

Transform: Square root

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 6

Number of samples: 43

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 3,9163 df1: 5 df2: 37

P(perm): 0,02

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                   | t       | P(perm) |
|--------------------------|---------|---------|
| (Expose2018, Temoin2018) | 0,11245 | 0,907   |
| (Expose2018, Expose2019) | 2,4628  | 0,068   |
| (Expose2018, Temoin2019) | 3,297   | 0,059   |
| (Expose2018, Expose2020) | 1,1162  | 0,318   |
| (Expose2018, Temoin2020) | 1,2059  | 0,337   |
| (Temoin2018, Expose2019) | 2,6046  | 0,03    |
| (Temoin2018, Temoin2019) | 3,6845  | 0,003   |
| (Temoin2018, Expose2020) | 1,2852  | 0,229   |
| (Temoin2018, Temoin2020) | 1,4994  | 0,169   |
| (Expose2019, Temoin2019) | 0,18406 | 0,946   |
| (Expose2019, Expose2020) | 1,5467  | 0,377   |
| (Expose2019, Temoin2020) | 1,105   | 0,488   |
| (Temoin2019, Expose2020) | 2,0442  | 0,253   |
| (Temoin2019, Temoin2020) | 1,5844  | 0,371   |
| (Expose2020, Temoin2020) | 0,19312 | 0,85    |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group      | Size | Average | SE      |
|------------|------|---------|---------|
| Expose2018 | 5    | 1,363   | 0,29926 |
| Temoin2018 | 12   | 1,4056  | 0,20912 |
| Expose2019 | 5    | 0,49551 | 0,18581 |
| Temoin2019 | 10   | 0,4541  | 0,1292  |
| Expose2020 | 5    | 0,94575 | 0,22407 |
| Temoin2020 | 6    | 0,87579 | 0,27181 |

**Exposition Période**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: Resem29

Data type: Distance

Selection: All

Transform: Square root

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres



Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 43

#### DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 2,8616 df1: 3 df2: 39

P(perm): 0,089

#### PAIRWISE COMPARISONS

| Groups                    | t       | P(perm) |
|---------------------------|---------|---------|
| (ExposeAvant,TemoinAvant) | 0,11245 | 0,917   |
| (ExposeAvant,ExposeApres) | 0,40722 | 0,726   |
| (ExposeAvant,TemoinApres) | 2,2906  | 0,105   |
| (TemoinAvant,ExposeApres) | 0,65739 | 0,508   |
| (TemoinAvant,TemoinApres) | 2,9588  | 0,014   |
| (ExposeApres,TemoinApres) | 1,7857  | 0,195   |

#### MEANS AND STANDARD ERRORS

| Group       | Size | Average | SE      |
|-------------|------|---------|---------|
| ExposeAvant | 5    | 1,363   | 0,29926 |
| TemoinAvant | 12   | 1,4056  | 0,20912 |
| ExposeApres | 10   | 1,1858  | 0,26713 |

TemoinApres 16 0,70883 0,13092

#### PERMANOVA

#### Permutational MANOVA

##### Resemblance worksheet

Name: Resem29

Data type: Distance

Selection: All

Transform: Square root

Resemblance: D1 Euclidean distance

Sums of squares type: Type III (partial)

Fixed effects sum to zero for mixed terms

Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model

Number of permutations: 999

##### Factors

| Name       | Abbrev. | Type   | Levels |
|------------|---------|--------|--------|
| Exposition | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site       | Si      | Random | 4      |
| Annee      | An      | Fixed  | 3      |
| Station    | St      | Random | 19     |

##### Contrasts

| Name | Abbrev.  | Factor | Contrast           |
|------|----------|--------|--------------------|
| Pe   | Periode  | Annee  | (2018)v(2019,2020) |
| 19   | 19 vs 18 | Annee  | (2019)v(2018)      |
| 20   | 20 vs 18 | Annee  | (2018)v(2020)      |

##### Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

*Pooled terms*

Si(Ex)  
Si(Ex)xAn

*Terms whose SS and df were combined*

Pool Terms  
Pooled(1) St(Si(Ex)) + Si(Ex)  
Pooled(2) Res + Si(Ex)xAn

*PERMANOVA table of results*

| Source    | df | SS       | MS       | Pseudo-F | P(perm) | Unique perms |
|-----------|----|----------|----------|----------|---------|--------------|
| Ex        | 1  | 0,86025  | 0,86025  | 0,45643  | 0,522   | 999          |
| An        | 2  | 16,858   | 8,4289   | 6,4658   | 0,009   | 997          |
| Pe        | 1  | 3,1313   | 3,1313   | 1,6744   | 0,207   | 998          |
| 19        | 1  | 9,8491   | 9,8491   | 9,3618   | 0,006   | 996          |
| 20        | 1  | 0,12445  | 0,12445  | 0,05739  | 0,808   | 999          |
| ExxAn     | 2  | 4,0317   | 2,0158   | 1,5463   | 0,236   | 999          |
| ExxPe     | 1  | 1,4853   | 1,4853   | 0,79421  | 0,358   | 996          |
| Exx19     | 1  | 0,034623 | 0,034623 | 0,03291  | 0,849   | 997          |
| Exx20     | 1  | 3,1218   | 3,1218   | 1,4396   | 0,263   | 997          |
| Pooled(1) | 17 | 32,265   | 1,8979   | 1,4559   | 0,19    | 998          |
| Pooled(2) | 20 | 26,072   | 1,3036   |          |         |              |
| Total     | 42 | 85,499   |          |          |         |              |

*Details of the expected mean squares (EMS) for the model*

Source EMS  
 Ex  $1 * V(\text{Res}) + 2,2065 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 16,211 * S(\text{Ex})$   
 An  $1 * V(\text{Res}) + 11,564 * S(\text{An})$   
     Pe  $1 * V(\text{Res}) + 15,782 * S(\text{Pe})$   
     19  $1 * V(\text{Res}) + 12,308 * S(19)$   
     20  $1 * V(\text{Res}) + 10 * S(20)$   
 ExxAn  $1 * V(\text{Res}) + 5,7821 * S(\text{ExxAn})$   
     ExxPe  $1 * V(\text{Res}) + 7,8912 * S(\text{ExxPe})$   
     Exx19  $1 * V(\text{Res}) + 6,1538 * S(\text{Exx19})$   
     Exx20  $1 * V(\text{Res}) + 5 * S(\text{Exx20})$   
 Pooled(1)  $1 * V(\text{Res}) + 2,1765 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$   
 Pooled(2)  $1 * V(\text{Res})$

*Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares*

| Source     | Numerator                                     | Denominator                 | Num.df | Den.df |
|------------|---|-----------------------------|--------|--------|
| Ex         | $0,013784 * \text{Pooled}(2) + 1 * \text{Ex}$ | $1,0138 * \text{Pooled}(1)$ | 1,04   | 17     |
| An         | $1 * \text{An}$                               | $1 * \text{Pooled}(2)$      | 2      | 20     |
| Pe         | $1 * \text{Pe}$                               | $1 * \text{Res}$            | 1      | 22     |
| 19         | $1 * 19$                                      | $1 * \text{Res}$            | 1      | 11     |
| 20         | $1 * 20$                                      | $1 * \text{Res}$            | 1      | 8      |
| ExxAn      | $1 * \text{ExxAn}$                            | $1 * \text{Pooled}(2)$      | 2      | 20     |
| ExxPe      | $1 * \text{ExxPe}$                            | $1 * \text{Res}$            | 1      | 22     |
| Exx19      | $1 * \text{Exx19}$                            | $1 * \text{Res}$            | 1      | 11     |
| Exx20      | $1 * \text{Exx20}$                            | $1 * \text{Res}$            | 1      | 8      |
| St(Si(Ex)) | $1 * \text{Pooled}(1)$                        | $1 * \text{Pooled}(2)$      | 17     | 20     |

*Estimates of components of variation*

| Source   | Estimate  | Sq. root |
|----------|-----------|----------|
| S(Ex)    | -0,064518 | -0,254   |
| S(An)    | 0,61615   | 0,78496  |
| S(Pe)    | 0,079914  | 0,28269  |
| S(19)    | 0,71476   | 0,84544  |
| S(20)    | -0,2044   | -0,45211 |
| S(ExxAn) | 0,12318   | 0,35097  |
| S(ExxPe) | -0,04877  | -0,22084 |

|               |          |          |
|---------------|----------|----------|
| S(Exx19)      | -0,16533 | -0,40661 |
| S(Exx20)      | 0,19066  | 0,43665  |
| V(St(Si(Ex))) | 0,27307  | 0,52256  |
| V(Res)        | 1,3036   | 1,1418   |

## 2.2 ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE

### 2.2.1 STRUCTURE DES COMMUNAUTÉS

#### 2.2.1.1 PERMANOVA

##### Permutational MANOVA

###### *Resemblance worksheet*

Name: BC MI structure

Data type: Similarity

Selection: All

Transform: Fourth root

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

Sums of squares type: Type III (partial)

Fixed effects sum to zero for mixed terms

Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model

Number of permutations: 999

###### *Factors*

| Name       | Abbrev. | Type   | Levels |
|------------|---------|--------|--------|
| Exposition | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site       | Si      | Random | 4      |
| Annee      | An      | Fixed  | 3      |
| Station    | St      | Random | 19     |

###### *Contrasts*

| Name | Abbrev.       | Factor | Contrast           |
|------|---------------|--------|--------------------|
| 201  | 2018 vs 19-20 | Annee  | (2019,2020)v(2018) |
| 19   | 19vs18        | Annee  | (2018)v(2019)      |
| 20v  | 20vs18        | Annee  | (2018)v(2020)      |

###### *Excluded terms*

AnneexStation(Site(Exposition))

###### *Pooled terms*

Si(Ex)

Si(Ex)xAn

###### *Terms whose SS and df were combined*

| Pool      | Terms               |
|-----------|---------------------|
| Pooled(1) | St(Si(Ex)) + Si(Ex) |
| Pooled(2) | Res + Si(Ex)xAn     |

###### *PERMANOVA table of results*

Unique

| Source    | df | SS     | MS     | Pseudo-F | P(perm) | perms |
|-----------|----|--------|--------|----------|---------|-------|
| Ex        | 1  | 639,75 | 639,75 | 0,37251  | 0,784   | 999   |
| An        | 2  | 6914,1 | 3457   | 3,1232   | 0,004   | 998   |
| 201       | 1  | 4239   | 4239   | 3,5388   | 0,013   | 998   |
| 19        | 1  | 4984,8 | 4984,8 | 4,5951   | 0,003   | 998   |
| 20v       | 1  | 2698,5 | 2698,5 | 1,8544   | 0,153   | 998   |
| ExxAn     | 2  | 1901,3 | 950,65 | 0,85886  | 0,507   | 998   |
| Exx201    | 1  | 526,6  | 526,6  | 0,43962  | 0,789   | 998   |
| Exx19     | 1  | 1540,1 | 1540,1 | 1,4197   | 0,247   | 999   |
| Exx20v    | 1  | 430,38 | 430,38 | 0,29576  | 0,843   | 999   |
| Pooled(1) | 17 | 29656  | 1744,4 | 1,576    | 0,031   | 998   |
| Pooled(2) | 30 | 33206  | 1106,9 |          |         |       |
| Total     | 52 | 73729  |        |          |         |       |

*Details of the expected mean squares (EMS) for the model*

| Source    | EMS   |
|-----------|---|
| Ex        | $1 * V(Res) + 2,6474 * V(St(Si(Ex))) + 19,45 * S(Ex)$ |
| An        | $1 * V(Res) + 13,157 * S(An)$                         |
| 201       | $1 * V(Res) + 18,04 * S(201)$                         |
| 19        | $1 * V(Res) + 13,75 * S(19)$                          |
| 20v       | $1 * V(Res) + 12 * S(20v)$                            |
| ExxAn     | $1 * V(Res) + 6,5784 * S(ExxAn)$                      |
| Exx201    | $1 * V(Res) + 9,0202 * S(Exx201)$                     |
| Exx19     | $1 * V(Res) + 6,875 * S(Exx19)$                       |
| Exx20v    | $1 * V(Res) + 6 * S(Exx20v)$                          |
| Pooled(1) | $1 * V(Res) + 2,7647 * V(St(Si(Ex)))$                 |
| Pooled(2) | $1 * V(Res)$  |

*Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares*

| Source     | Numerator       | Denominator                                  | Num.df | Den.df |
|------------|-----------------|--|--------|--------|
| Ex         | $1 * Ex$        | $0,95758 * Pooled(1) + 0,042422 * Pooled(2)$ | 1      | 17,96  |
| An         | $1 * An$        | $1 * Pooled(2)$                              | 2      | 30     |
| 201        | $1 * 201$       | $1 * Res$                                    | 1      | 32     |
| 19         | $1 * 19$        | $1 * Res$                                    | 1      | 14     |
| 20v        | $1 * 20v$       | $1 * Res$                                    | 1      | 14     |
| ExxAn      | $1 * ExxAn$     | $1 * Pooled(2)$                              | 2      | 30     |
| Exx201     | $1 * Exx201$    | $1 * Res$                                    | 1      | 32     |
| Exx19      | $1 * Exx19$     | $1 * Res$                                    | 1      | 14     |
| Exx20v     | $1 * Exx20v$    | $1 * Res$                                    | 1      | 14     |
| St(Si(Ex)) | $1 * Pooled(1)$ | $1 * Pooled(2)$                              | 17     | 30     |

*Estimates of components of variation*

| Source        | Estimate | Sq.root |
|---------------|----------|---------|
| S(Ex)         | -55,405  | -7,4434 |
| S(An)         | 178,63   | 13,365  |
| S(201)        | 168,57   | 12,984  |
| S(19)         | 283,63   | 16,841  |
| S(20v)        | 103,61   | 10,179  |
| S(ExxAn)      | -23,749  | -4,8732 |
| S(Exx201)     | -74,417  | -8,6265 |
| S(Exx19)      | 66,227   | 8,138   |
| S(Exx20v)     | -170,8   | -13,069 |
| V(St(Si(Ex))) | 230,61   | 15,186  |
| V(Res)        | 1106,9   | 33,27   |

2.2.1.2 PERMDISP

EXPOSITION ANNÉE

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: BC MI structure

Data type: Similarity

Selection: All

Transform: Fourth root

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 6

Number of samples: 53

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 2,6028 df1: 5 df2: 47

P(perm): 0,083

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                   | t       | P(perm) |
|--------------------------|---------|---------|
| (Expose2018, Temoin2018) | 0,83256 | 0,489   |
| (Expose2018, Expose2019) | 1,2036  | 0,32    |
| (Expose2018, Temoin2019) | 1,6044  | 0,215   |
| (Expose2018, Expose2020) | 0,49756 | 0,756   |
| (Expose2018, Temoin2020) | 1,635   | 0,231   |
| (Temoin2018, Expose2019) | 1,9135  | 0,082   |
| (Temoin2018, Temoin2019) | 0,28709 | 0,769   |
| (Temoin2018, Expose2020) | 1,0944  | 0,363   |
| (Temoin2018, Temoin2020) | 0,61901 | 0,596   |
| (Expose2019, Temoin2019) | 3,2978  | 0,026   |
| (Expose2019, Expose2020) | 0,86851 | 0,471   |
| (Expose2019, Temoin2020) | 2,8919  | 0,022   |
| (Temoin2019, Expose2020) | 2,9666  | 0,053   |
| (Temoin2019, Temoin2020) | 1,3267  | 0,27    |
| (Expose2020, Temoin2020) | 1,9708  | 0,205   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group      | Size | Average | SE     |
|------------|------|---------|--------|
| Expose2018 | 5    | 27,984  | 4,204  |
| Temoin2018 | 12   | 34,396  | 4,5947 |
| Expose2019 | 5    | 18,392  | 6,7703 |
| Temoin2019 | 13   | 33,08   | 1,2126 |
| Expose2020 | 4    | 25,352  | 2,6144 |
| Temoin2020 | 14   | 37,801  | 3,2346 |

**EXPOSITION PÉRIODE**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: BC MI structure

Data type: Similarity

Selection: All

Transform: Fourth root

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4  
 Number of samples: 53

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 2,2614 df1: 3 df2: 49

P(perm): 0,16

*PAIRWISE COMPARISONS*

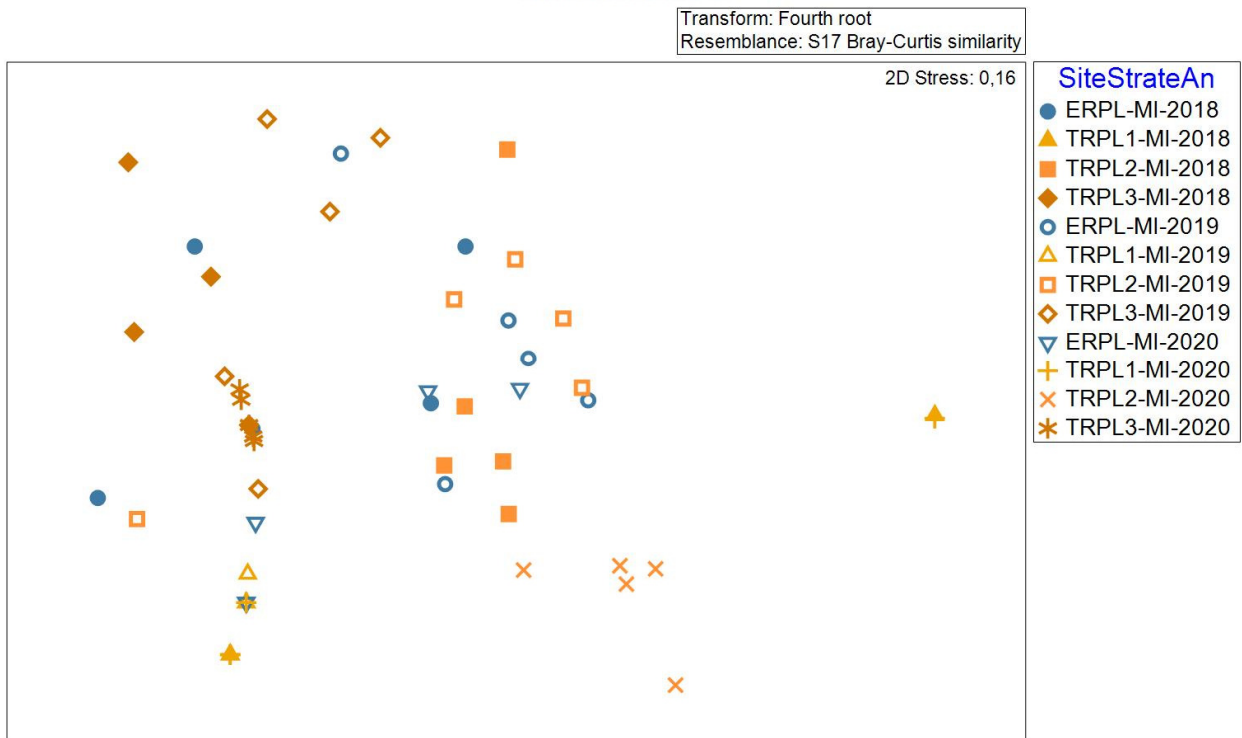
| Groups                    | t       | P(perm) |
|---------------------------|---------|---------|
| (ExposeAvant,TemoinAvant) | 0,83256 | 0,479   |
| (ExposeAvant,ExposeApres) | 0,44527 | 0,753   |
| (ExposeAvant,TemoinApres) | 1,5968  | 0,261   |
| (TemoinAvant,ExposeApres) | 1,4574  | 0,165   |
| (TemoinAvant,TemoinApres) | 0,54722 | 0,662   |
| (ExposeApres,TemoinApres) | 2,5898  | 0,017   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group       | Size | Average | SE     |
|-------------|------|---------|--------|
| ExposeAvant | 5    | 27,984  | 4,204  |
| TemoinAvant | 12   | 34,396  | 4,5947 |
| ExposeApres | 9    | 25,454  | 3,5203 |
| TemoinApres | 27   | 36,887  | 2,2584 |

2.2.1.3 NMDS

Non-metric MDS



**2.2.1.4 SIMPER**

## Similarity Percentages - species contributions

## One-Way Analysis

*Data worksheet*

Name: MI SHT fth root

Data type: Abundance

Sample selection: All

Variable selection: All

*Parameters*

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

Cut off for low contributions: 70,00%

*Group ERPL-MI-2018*

Average similarity: 56,16

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Chironomidae | 3,70     | 50,27  | 4,03   | 89,51    | 89,51 |

*Group TRPL1-MI-2018*

All the similarities are zero

*Group TRPL2-MI-2018*

Average similarity: 68,42

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Chironomidae | 3,16     | 35,65  | 3,62   | 52,10    | 52,10 |
| Sphaeriidae  | 2,08     | 25,40  | 3,99   | 37,12    | 89,22 |

*Group TRPL3-MI-2018*

Average similarity: 65,77

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Chironomidae | 3,89     | 63,18  | 3,58   | 96,05    | 96,05 |

*Group ERPL-MI-2019*

Average similarity: 68,08

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Chironomidae | 3,06     | 34,22  | 5,25   | 50,26    | 50,26 |
| Sphaeriidae  | 1,87     | 18,14  | 1,15   | 26,65    | 76,91 |

*Group TRPL1-MI-2019*

Average similarity: 30,29

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.%  |
|--------------|----------|--------|--------|----------|--------|
| Chironomidae | 1,15     | 30,29  | 0,67   | 100,00   | 100,00 |

*Group TRPL2-MI-2019*

Average similarity: 63,34

| Species         | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Chironomidae    | 2,88     | 32,34  | 5,95   | 51,05    | 51,05 |
| Ceratopogonidae | 1,74     | 13,96  | 1,11   | 22,04    | 73,09 |

*Group TRPL3-MI-2019*

Average similarity: 55,94

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Chironomidae | 3,53     | 46,78  | 3,14   | 83,63    | 83,63 |

*Group ERPL-MI-2020*

Average similarity: 36,23

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Chironomidae | 2,32     | 33,22  | 1,07   | 91,69    | 91,69 |

*Group TRPL1-MI-2020*

Average similarity: 28,27

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.%  |
|--------------|----------|--------|--------|----------|--------|
| Chironomidae | 1,05     | 28,27  | 0,62   | 100,00   | 100,00 |

*Group TRPL2-MI-2020*

Average similarity: 63,61

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Sphaeriidae  | 2,49     | 29,09  | 11,18  | 45,73    | 45,73 |
| Chironomidae | 1,91     | 23,43  | 5,85   | 36,84    | 82,57 |

*Group TRPL3-MI-2020*

Average similarity: 94,35

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.%  |
|--------------|----------|--------|--------|----------|--------|
| Chironomidae | 3,80     | 94,35  | 25,35  | 100,00   | 100,00 |

Groups ERPL-MI-2018 &amp; TRPL1-MI-2018

Average dissimilarity = 88,46

Group ERPL-MI-2018

Group TRPL1-MI-2018

| Species      | Av.Abund | Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|----------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae | 3,7      | 0,33     | 52,5    | 2,25    | 59,35    | 59,35 |
| Sphaeriidae  | 1,07     | 0,33     | 13,99   | 0,92    | 15,81    | 75,16 |

Groups ERPL-MI-2018 &amp; TRPL2-MI-2018

Average dissimilarity = 41,34

Group ERPL-MI-2018

Group TRPL2-MI-2018

| Species      | Av.Abund | Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|----------|---------|---------|----------|-------|
| Sphaeriidae  | 1,07     | 2,08     | 11,58   | 1,57    | 28,01    | 28,01 |
| NEMATODA     | 1,23     | 1,11     | 10,08   | 1,3     | 24,39    | 52,4  |
| Chironomidae | 3,7      | 3,16     | 7,83    | 1,62    | 18,94    | 71,33 |

Groups TRPL1-MI-2018 &amp; TRPL2-MI-2018

Average dissimilarity = 84,79

Group TRPL1-MI-2018

Group TRPL2-MI-2018

| Species      | Av.Abund | Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|----------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae | 0,33     | 3,16     | 35,93   | 2,57    | 42,37    | 42,37 |
| Sphaeriidae  | 0,33     | 2,08     | 23,34   | 1,92    | 27,53    | 69,9  |
| NEMATODA     | 0        | 1,11     | 13,01   | 1,04    | 15,34    | 85,24 |

Groups ERPL-MI-2018 &amp; TRPL3-MI-2018

Average dissimilarity = 36,51

Group ERPL-MI-2018

Group TRPL3-MI-2018



| Species      | Av.Abund | Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|----------|---------|---------|----------|-------|
| NEMATODA     | 1,23     |          | 0,98    | 10,52   | 0,99     | 28,81 |
| Sphaeriidae  | 1,07     |          | 0       | 7,62    | 0,78     | 20,86 |
| Naididae     | 0,46     |          | 0,46    | 5,99    | 0,62     | 16,4  |
| Chironomidae | 3,7      |          | 3,89    | 5,61    | 1,05     | 15,36 |

Groups TRPL1-MI-2018 & TRPL3-MI-2018

Average dissimilarity = 90,78

Group TRPL1-MI-2018      Group TRPL3-MI-2018

| Species      | Av.Abund | Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|----------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae | 0,33     |          | 3,89    | 59,92   | 2,27     | 66    |
| NEMATODA     | 0        |          | 0,98    | 11,08   | 0,74     | 12,21 |

Groups TRPL2-MI-2018 & TRPL3-MI-2018

Average dissimilarity = 49,04

Group TRPL2-MI-2018      Group TRPL3-MI-2018

| Species      | Av.Abund | Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|----------|---------|---------|----------|-------|
| Sphaeriidae  | 2,08     |          | 0       | 15,73   | 3,65     | 32,09 |
| NEMATODA     | 1,11     |          | 0,98    | 8,83    | 1,15     | 18,01 |
| Chironomidae | 3,16     |          | 3,89    | 7,53    | 1,81     | 15,35 |
| Limnesiidae  | 0,66     |          | 0       | 4,09    | 0,74     | 8,34  |

Groups ERPL-MI-2018 & ERPL-MI-2019

Average dissimilarity = 48,50

Group ERPL-MI-2018      Group ERPL-MI-2019

| Species         | Av.Abund | Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|----------|----------|---------|---------|----------|-------|
| Ceratopogonidae | 0        |          | 1,99    | 13,92   | 1,77     | 28,7  |
| Sphaeriidae     | 1,07     |          | 1,87    | 11,88   | 1,32     | 24,49 |
| Chironomidae    | 3,7      |          | 3,06    | 8,6     | 1,51     | 17,74 |

Groups TRPL1-MI-2018 & ERPL-MI-2019

Average dissimilarity = 85,69

Group TRPL1-MI-2018      Group ERPL-MI-2019

| Species         | Av.Abund | Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|----------|----------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae    | 0,33     |          | 3,06    | 35,61   | 2,54     | 41,56 |
| Sphaeriidae     | 0,33     |          | 1,87    | 23,41   | 1,56     | 27,32 |
| Ceratopogonidae | 0        |          | 1,99    | 22,95   | 1,87     | 26,79 |

Groups TRPL2-MI-2018 & ERPL-MI-2019

Average dissimilarity = 38,98

Group TRPL2-MI-2018      Group ERPL-MI-2019

| Species | Av.Abund | Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---------|----------|----------|---------|---------|----------|-------|
|---------|----------|----------|---------|---------|----------|-------|

|                 |      |      |       |      |       |       |
|-----------------|------|------|-------|------|-------|-------|
| Ceratopogonidae | 0,33 | 1,99 | 12,03 | 1,53 | 30,86 | 30,86 |
| NEMATODA        | 1,11 | 0    | 7,15  | 1,1  | 18,34 | 49,2  |
| Chironomidae    | 3,16 | 3,06 | 5,92  | 1,56 | 15,18 | 64,38 |
| Sphaeriidae     | 2,08 | 1,87 | 4,92  | 1,13 | 12,63 | 77,01 |

Groups TRPL3-MI-2018 &amp; ERPL-MI-2019

Average dissimilarity = 55,29

| Species         | Group TRPL3-MI-2018 |  | Group ERPL-MI-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|--|--------------------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            |  | Av.Abund           | Av.Diss |          |       |
| Sphaeriidae     | 0                   |  | 1,87               | 14,92   | 1,77     | 26,99 |
| Ceratopogonidae | 0                   |  | 1,99               | 14,2    | 1,75     | 52,69 |
| Chironomidae    | 3,89                |  | 3,06               | 8,51    | 1,65     | 68,08 |
| NEMATODA        | 0,98                |  | 0                  | 6,3     | 0,76     | 79,48 |

Groups ERPL-MI-2018 &amp; TRPL1-MI-2019

Average dissimilarity = 70,43

| Species      | Group ERPL-MI-2018 |  | Group TRPL1-MI-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|--------------|--------------------|--|---------------------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund           |  | Av.Abund            | Av.Diss |          |       |
| Chironomidae | 3,7                |  | 1,15                | 38,1    | 1,47     | 54,1  |
| NEMATODA     | 1,23               |  | 0                   | 12,39   | 0,79     | 71,69 |

Groups TRPL1-MI-2018 &amp; TRPL1-MI-2019

Average dissimilarity = 85,38

| Species      | Group TRPL1-MI-2018 |  | Group TRPL1-MI-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|--------------|---------------------|--|---------------------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            |  | Av.Abund            | Av.Diss |          |       |
| Chironomidae | 0,33                |  | 1,15                | 67,55   | 1,6      | 79,11 |

Groups TRPL2-MI-2018 &amp; TRPL1-MI-2019

Average dissimilarity = 74,29

| Species      | Group TRPL2-MI-2018 |  | Group TRPL1-MI-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|--------------|---------------------|--|---------------------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            |  | Av.Abund            | Av.Diss |          |       |
| Sphaeriidae  | 2,08                |  | 0                   | 25,49   | 3,39     | 34,31 |
| Chironomidae | 3,16                |  | 1,15                | 24,49   | 1,41     | 67,28 |
| NEMATODA     | 1,11                |  | 0                   | 12,27   | 1,04     | 83,8  |

Groups TRPL3-MI-2018 &amp; TRPL1-MI-2019

Average dissimilarity = 69,07

| Species      | Group TRPL3-MI-2018 |  | Group TRPL1-MI-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|--------------|---------------------|--|---------------------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            |  | Av.Abund            | Av.Diss |          |       |
| Chironomidae | 3,89                |  | 1,15                | 44,15   | 1,56     | 63,92 |
| NEMATODA     | 0,98                |  | 0                   | 10,5    | 0,74     | 79,12 |

Groups ERPL-MI-2019 &amp; TRPL1-MI-2019

Average dissimilarity = 74,08

| Species         | Group ERPL-MI-2019 |  | Group TRPL1-MI-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|--------------------|--|---------------------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund           |  | Av.Abund            | Av.Diss |          |       |
| Sphaeriidae     | 1,87               |  | 0                   | 24,5    | 1,85     | 33,07 |
| Chironomidae    | 3,06               |  | 1,15                | 24,26   | 1,38     | 65,83 |
| Ceratopogonidae | 1,99               |  | 0                   | 21,76   | 1,85     | 95,2  |

Groups ERPL-MI-2018 &amp; TRPL2-MI-2019

Average dissimilarity = 49,92

| Species         | Group ERPL-MI-2018 |  | Group TRPL2-MI-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|--------------------|--|---------------------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund           |  | Av.Abund            | Av.Diss |          |       |
| Ceratopogonidae | 0                  |  | 1,74                | 12,2    | 1,72     | 24,44 |
| Sphaeriidae     | 1,07               |  | 1,46                | 10,05   | 1,49     | 44,57 |
| Chironomidae    | 3,7                |  | 2,88                | 8,54    | 1,27     | 61,67 |
| NEMATODA        | 1,23               |  | 0                   | 7,66    | 0,79     | 77,01 |

Groups TRPL1-MI-2018 &amp; TRPL2-MI-2019

Average dissimilarity = 86,83

| Species         | Group TRPL1-MI-2018 |  | Group TRPL2-MI-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|--|---------------------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            |  | Av.Abund            | Av.Diss |          |       |
| Chironomidae    | 0,33                |  | 2,88                | 33,31   | 2,4      | 38,36 |
| Ceratopogonidae | 0                   |  | 1,74                | 20,14   | 1,73     | 61,55 |
| Sphaeriidae     | 0,33                |  | 1,46                | 15,53   | 1,38     | 79,44 |

Groups TRPL2-MI-2018 &amp; TRPL2-MI-2019

Average dissimilarity = 43,31

| Species         | Group TRPL2-MI-2018 |  | Group TRPL2-MI-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|--|---------------------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            |  | Av.Abund            | Av.Diss |          |       |
| Ceratopogonidae | 0,33                |  | 1,74                | 10,47   | 1,47     | 24,17 |
| NEMATODA        | 1,11                |  | 0                   | 7,13    | 1,09     | 40,64 |
| Chironomidae    | 3,16                |  | 2,88                | 5,87    | 1,81     | 54,2  |
| Sphaeriidae     | 2,08                |  | 1,46                | 5,24    | 0,75     | 66,3  |
| Naididae        | 0,33                |  | 0,66                | 5,2     | 0,8      | 78,3  |

Groups TRPL3-MI-2018 &amp; TRPL2-MI-2019

Average dissimilarity = 55,36

| Species         | Group TRPL3-MI-2018 |  | Group TRPL2-MI-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|--|---------------------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            |  | Av.Abund            | Av.Diss |          |       |
| Ceratopogonidae | 0                   |  | 1,74                | 12,45   | 1,7      | 22,5  |
| Sphaeriidae     | 0                   |  | 1,46                | 10,51   | 1,72     | 41,48 |
| Chironomidae    | 3,89                |  | 2,88                | 8,56    | 1,28     | 56,95 |
| Naididae        | 0,46                |  | 0,66                | 6,63    | 0,88     | 68,93 |
| NEMATODA        | 0,98                |  | 0                   | 6,28    | 0,76     | 80,27 |

## Groups ERPL-MI-2019 &amp; TRPL2-MI-2019

Average dissimilarity = 33,40

| Species         | Group ERPL-MI-2019 |  | Group TRPL2-MI-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|--------------------|--|---------------------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund           |  | Av.Abund            | Av.Diss |          |       |
| Ceratopogonidae | 1,99               |  | 1,74                | 8,23    | 1,02     | 24,64 |
| Sphaeriidae     | 1,87               |  | 1,46                | 7,36    | 1,01     | 22,04 |
| Chironomidae    | 3,06               |  | 2,88                | 6,24    | 1,41     | 18,67 |
| Naididae        | 0                  |  | 0,66                | 5,04    | 0,76     | 15,1  |

## Groups TRPL1-MI-2019 &amp; TRPL2-MI-2019

Average dissimilarity = 73,99

| Species         | Group TRPL1-MI-2019 |  | Group TRPL2-MI-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|--|---------------------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            |  | Av.Abund            | Av.Diss |          |       |
| Chironomidae    | 1,15                |  | 2,88                | 22,02   | 1,27     | 29,76 |
| Ceratopogonidae | 0                   |  | 1,74                | 19,09   | 1,72     | 25,8  |
| Sphaeriidae     | 0                   |  | 1,46                | 16,17   | 1,71     | 21,85 |

## Groups ERPL-MI-2018 &amp; TRPL3-MI-2019

Average dissimilarity = 45,73

| Species         | Group ERPL-MI-2018 |  | Group TRPL3-MI-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|--------------------|--|---------------------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund           |  | Av.Abund            | Av.Diss |          |       |
| Ceratopogonidae | 0                  |  | 1,84                | 12,81   | 1,07     | 28,01 |
| NEMATODA        | 1,23               |  | 0,49                | 9,27    | 0,89     | 20,26 |
| Naididae        | 0,46               |  | 0,87                | 8,23    | 0,71     | 17,99 |
| Chironomidae    | 3,7                |  | 3,53                | 8,02    | 1,36     | 17,53 |

## Groups TRPL1-MI-2018 &amp; TRPL3-MI-2019

Average dissimilarity = 91,14

| Species         | Group TRPL1-MI-2018 |  | Group TRPL3-MI-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|--|---------------------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            |  | Av.Abund            | Av.Diss |          |       |
| Chironomidae    | 0,33                |  | 3,53                | 52,39   | 1,73     | 57,49 |
| Ceratopogonidae | 0                   |  | 1,84                | 21      | 1,05     | 23,04 |

## Groups TRPL2-MI-2018 &amp; TRPL3-MI-2019

Average dissimilarity = 53,15

| Species         | Group TRPL2-MI-2018 |  | Group TRPL3-MI-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|--|---------------------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            |  | Av.Abund            | Av.Diss |          |       |
| Sphaeriidae     | 2,08                |  | 0                   | 15,28   | 3,47     | 28,75 |
| Ceratopogonidae | 0,33                |  | 1,84                | 11,68   | 1,08     | 21,97 |
| NEMATODA        | 1,11                |  | 0,49                | 8,13    | 1,11     | 15,29 |
| Chironomidae    | 3,16                |  | 3,53                | 6,83    | 1,16     | 12,86 |

## Groups TRPL3-MI-2018 &amp; TRPL3-MI-2019

Average dissimilarity = 41,66

| Species         | Group TRPL3-MI-2018 |      | Group TRPL3-MI-2019 |      | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|------|---------------------|------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            |      | Av.Abund            |      |         |         |          |       |
| Ceratopogonidae |                     | 0    |                     | 1,84 | 13,07   | 1,06    | 31,38    | 31,38 |
| NEMATODA        |                     | 0,98 |                     | 0,49 | 7,94    | 0,83    | 19,05    | 50,43 |
| Chironomidae    |                     | 3,89 |                     | 3,53 | 6,97    | 1,74    | 16,73    | 67,15 |
| Naididae        |                     | 0,46 |                     | 0,87 | 6,95    | 0,66    | 16,69    | 83,84 |

## Groups ERPL-MI-2019 &amp; TRPL3-MI-2019

Average dissimilarity = 45,07

| Species         | Group ERPL-MI-2019 |      | Group TRPL3-MI-2019 |      | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|--------------------|------|---------------------|------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund           |      | Av.Abund            |      |         |         |          |       |
| Sphaeriidae     |                    | 1,87 |                     | 0    | 14,48   | 1,74    | 32,13    | 32,13 |
| Ceratopogonidae |                    | 1,99 |                     | 1,84 | 12,22   | 1,25    | 27,12    | 59,25 |
| Chironomidae    |                    | 3,06 |                     | 3,53 | 7,85    | 1,22    | 17,41    | 76,67 |

## Groups TRPL1-MI-2019 &amp; TRPL3-MI-2019

Average dissimilarity = 70,26

| Species         | Group TRPL1-MI-2019 |      | Group TRPL3-MI-2019 |      | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|------|---------------------|------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            |      | Av.Abund            |      |         |         |          |       |
| Chironomidae    |                     | 1,15 |                     | 3,53 | 37,61   | 1,23    | 53,54    | 53,54 |
| Ceratopogonidae |                     | 0    |                     | 1,84 | 19,92   | 1,05    | 28,36    | 81,89 |

## Groups TRPL2-MI-2019 &amp; TRPL3-MI-2019

Average dissimilarity = 46,63

| Species         | Group TRPL2-MI-2019 |      | Group TRPL3-MI-2019 |      | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|------|---------------------|------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            |      | Av.Abund            |      |         |         |          |       |
| Ceratopogonidae |                     | 1,74 |                     | 1,84 | 11,72   | 1,26    | 25,14    | 25,14 |
| Sphaeriidae     |                     | 1,46 |                     | 0    | 10,23   | 1,7     | 21,93    | 47,07 |
| Naididae        |                     | 0,66 |                     | 0,87 | 8,71    | 0,93    | 18,67    | 65,75 |
| Chironomidae    |                     | 2,88 |                     | 3,53 | 8,21    | 1,22    | 17,61    | 83,36 |

## Groups ERPL-MI-2018 &amp; ERPL-MI-2020

Average dissimilarity = 54,09

| Species      | Group ERPL-MI-2018 |      | Group ERPL-MI-2020 |      | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|--------------------|------|--------------------|------|---------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund           |      | Av.Abund           |      |         |         |          |       |
| Chironomidae |                    | 3,7  |                    | 2,32 | 22,88   | 0,96    | 42,3     | 42,3  |
| Sphaeriidae  |                    | 1,07 |                    | 0,85 | 11,77   | 0,96    | 21,77    | 64,07 |
| NEMATODA     |                    | 1,23 |                    | 0    | 10,38   | 0,77    | 19,2     | 83,26 |

## Groups TRPL1-MI-2018 &amp; ERPL-MI-2020

Average dissimilarity = 84,95

## Group TRPL1-MI-2018      Group ERPL-MI-2020

| Species      | Av.Abund | Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|----------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae | 0,33     | 2,32     | 59,11   | 1,76    | 69,59    | 69,59 |
| Sphaeriidae  | 0,33     | 0,85     | 20,29   | 0,83    | 23,89    | 93,47 |

Groups TRPL2-MI-2018 & ERPL-MI-2020  
Average dissimilarity = 52,97

## Group TRPL2-MI-2018      Group ERPL-MI-2020

| Species      | Av.Abund | Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|----------|---------|---------|----------|-------|
| Sphaeriidae  | 2,08     | 0,85     | 15,41   | 1,21    | 29,1     | 29,1  |
| Chironomidae | 3,16     | 2,32     | 15,26   | 0,98    | 28,8     | 57,9  |
| NEMATODA     | 1,11     | 0        | 10,06   | 1,01    | 18,99    | 76,89 |

Groups TRPL3-MI-2018 & ERPL-MI-2020  
Average dissimilarity = 56,07

## Group TRPL3-MI-2018      Group ERPL-MI-2020

| Species      | Av.Abund | Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|----------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae | 3,89     | 2,32     | 25,61   | 0,95    | 45,67    | 45,67 |
| NEMATODA     | 0,98     | 0        | 8,7     | 0,73    | 15,51    | 61,18 |
| Sphaeriidae  | 0        | 0,85     | 6,96    | 0,77    | 12,42    | 73,6  |

Groups ERPL-MI-2019 & ERPL-MI-2020  
Average dissimilarity = 51,22

## Group ERPL-MI-2019      Group ERPL-MI-2020

| Species         | Av.Abund | Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|----------|----------|---------|---------|----------|-------|
| Ceratopogonidae | 1,99     | 0,33     | 16,77   | 1,5     | 32,75    | 32,75 |
| Sphaeriidae     | 1,87     | 0,85     | 16,11   | 1,16    | 31,45    | 64,2  |
| Chironomidae    | 3,06     | 2,32     | 15,31   | 0,96    | 29,89    | 94,1  |

Groups TRPL1-MI-2019 & ERPL-MI-2020  
Average dissimilarity = 64,54

## Group TRPL1-MI-2019      Group ERPL-MI-2020

| Species      | Av.Abund | Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|----------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae | 1,15     | 2,32     | 47,23   | 1,19    | 73,18    | 73,18 |

Groups TRPL2-MI-2019 & ERPL-MI-2020  
Average dissimilarity = 54,23

## Group TRPL2-MI-2019      Group ERPL-MI-2020

| Species         | Av.Abund | Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|----------|----------|---------|---------|----------|-------|
| Ceratopogonidae | 1,74     | 0,33     | 14,62   | 1,4     | 26,95    | 26,95 |
| Chironomidae    | 2,88     | 2,32     | 14,49   | 0,97    | 26,73    | 53,68 |
| Sphaeriidae     | 1,46     | 0,85     | 11,65   | 1,18    | 21,48    | 75,16 |

## Groups TRPL3-MI-2019 &amp; ERPL-MI-2020

Average dissimilarity = 56,18

| Species         | Group TRPL3-MI-2019 |  | Group ERPL-MI-2020 |         | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|--|--------------------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            |  | Av.Abund           | Av.Diss |          |       |
| Chironomidae    | 3,53                |  | 2,32               | 22,14   | 0,83     | 39,4  |
| Ceratopogonidae | 1,84                |  | 0,33               | 16,52   | 1,06     | 29,41 |
| Sphaeriidae     | 0                   |  | 0,85               | 6,75    | 0,77     | 12,02 |

## Groups ERPL-MI-2018 &amp; TRPL1-MI-2020

Average dissimilarity = 69,66

| Species      | Group ERPL-MI-2018 |  | Group TRPL1-MI-2020 |         | Contrib% | Cum.% |
|--------------|--------------------|--|---------------------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund           |  | Av.Abund            | Av.Diss |          |       |
| Chironomidae | 3,7                |  | 1,05                | 36,77   | 1,73     | 52,79 |
| Sphaeriidae  | 1,07               |  | 0,33                | 12,99   | 0,93     | 18,64 |

## Groups TRPL1-MI-2018 &amp; TRPL1-MI-2020

Average dissimilarity = 82,21

| Species      | Group TRPL1-MI-2018 |  | Group TRPL1-MI-2020 |         | Contrib% | Cum.% |
|--------------|---------------------|--|---------------------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            |  | Av.Abund            | Av.Diss |          |       |
| Chironomidae | 0,33                |  | 1,05                | 55,13   | 1,21     | 67,06 |
| Sphaeriidae  | 0,33                |  | 0,33                | 27,08   | 0,68     | 32,94 |

## Groups TRPL2-MI-2018 &amp; TRPL1-MI-2020

Average dissimilarity = 68,48

| Species      | Group TRPL2-MI-2018 |  | Group TRPL1-MI-2020 |         | Contrib% | Cum.% |
|--------------|---------------------|--|---------------------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            |  | Av.Abund            | Av.Diss |          |       |
| Chironomidae | 3,16                |  | 1,05                | 24,07   | 1,69     | 35,15 |
| Sphaeriidae  | 2,08                |  | 0,33                | 20,77   | 1,99     | 30,32 |
| NEMATODA     | 1,11                |  | 0                   | 11,87   | 1,05     | 17,33 |

## Groups TRPL3-MI-2018 &amp; TRPL1-MI-2020

Average dissimilarity = 71,09

| Species      | Group TRPL3-MI-2018 |  | Group TRPL1-MI-2020 |         | Contrib% | Cum.% |
|--------------|---------------------|--|---------------------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            |  | Av.Abund            | Av.Diss |          |       |
| Chironomidae | 3,89                |  | 1,05                | 42,27   | 1,87     | 59,46 |
| NEMATODA     | 0,98                |  | 0                   | 10,19   | 0,75     | 14,33 |

## Groups ERPL-MI-2019 &amp; TRPL1-MI-2020

Average dissimilarity = 69,12

| Group ERPL-MI-2019 |  | Group TRPL1-MI-2020 |  |
|--------------------|--|---------------------|--|
|--------------------|--|---------------------|--|

| Species         | Av.Abund | Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|----------|----------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae    | 3,06     | 1,05     | 23,67   | 1,59    | 34,25    | 34,25 |
| Ceratopogonidae | 1,99     | 0        | 21,12   | 1,87    | 30,55    | 64,8  |
| Sphaeriidae     | 1,87     | 0,33     | 20,86   | 1,59    | 30,17    | 94,98 |

Groups TRPL1-MI-2019 & TRPL1-MI-2020

Average dissimilarity = 63,40

Group TRPL1-MI-2019      Group TRPL1-MI-2020

| Species      | Av.Abund | Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|----------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae | 1,15     | 1,05     | 48,67   | 1,08    | 76,76    | 76,76 |

Groups TRPL2-MI-2019 & TRPL1-MI-2020

Average dissimilarity = 70,19

Group TRPL2-MI-2019      Group TRPL1-MI-2020

| Species         | Av.Abund | Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|----------|----------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae    | 2,88     | 1,05     | 21,46   | 1,48    | 30,57    | 30,57 |
| Ceratopogonidae | 1,74     | 0        | 18,52   | 1,75    | 26,39    | 56,96 |
| Sphaeriidae     | 1,46     | 0,33     | 14,15   | 1,39    | 20,16    | 77,11 |

Groups TRPL3-MI-2019 & TRPL1-MI-2020

Average dissimilarity = 72,21

Group TRPL3-MI-2019      Group TRPL1-MI-2020

| Species         | Av.Abund | Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|----------|----------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae    | 3,53     | 1,05     | 36,02   | 1,41    | 49,89    | 49,89 |
| Ceratopogonidae | 1,84     | 0        | 19,35   | 1,06    | 26,79    | 76,68 |

Groups ERPL-MI-2020 & TRPL1-MI-2020

Average dissimilarity = 64,15

Group ERPL-MI-2020      Group TRPL1-MI-2020

| Species      | Av.Abund | Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|----------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae | 2,32     | 1,05     | 42,15   | 1,19    | 65,71    | 65,71 |
| Sphaeriidae  | 0,85     | 0,33     | 17,41   | 0,74    | 27,15    | 92,86 |

Groups ERPL-MI-2018 & TRPL2-MI-2020

Average dissimilarity = 59,74

Group ERPL-MI-2018      Group TRPL2-MI-2020

| Species      | Av.Abund | Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|----------|---------|---------|----------|-------|
| Sphaeriidae  | 1,07     | 2,49     | 13,16   | 1,41    | 22,02    | 22,02 |
| Chironomidae | 3,7      | 1,91     | 12,65   | 2,21    | 21,17    | 43,19 |
| Leptoceridae | 0        | 1,15     | 8,38    | 1,15    | 14,02    | 57,21 |
| NEMATODA     | 1,23     | 0        | 7,48    | 0,8     | 12,51    | 69,73 |
| Molannidae   | 0        | 0,72     | 5,33    | 0,78    | 8,92     | 78,65 |



## Groups TRPL1-MI-2018 &amp; TRPL2-MI-2020

Average dissimilarity = 85,52

| Species      | Group TRPL1-MI-2018 |  | Group TRPL2-MI-2020 |         |         |          |       |
|--------------|---------------------|--|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            |  | Av.Abund            | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
| Sphaeriidae  | 0,33                |  | 2,49                | 27,48   | 2,3     | 32,13    | 32,13 |
| Chironomidae | 0,33                |  | 1,91                | 20,51   | 1,92    | 23,98    | 56,11 |
| Leptoceridae | 0                   |  | 1,15                | 14,03   | 1,17    | 16,4     | 72,51 |

## Groups TRPL2-MI-2018 &amp; TRPL2-MI-2020

Average dissimilarity = 45,46

| Species      | Group TRPL2-MI-2018 |  | Group TRPL2-MI-2020 |         |         |          |       |
|--------------|---------------------|--|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            |  | Av.Abund            | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
| Leptoceridae | 0                   |  | 1,15                | 7,7     | 1,13    | 16,94    | 16,94 |
| Chironomidae | 3,16                |  | 1,91                | 7,56    | 2,14    | 16,64    | 33,58 |
| NEMATODA     | 1,11                |  | 0                   | 6,94    | 1,12    | 15,26    | 48,84 |
| Molannidae   | 0                   |  | 0,72                | 4,89    | 0,78    | 10,75    | 59,59 |
| Limnesiidae  | 0,66                |  | 0,33                | 4,33    | 0,84    | 9,53     | 69,12 |
| Mideopsidae  | 0                   |  | 0,66                | 4,28    | 0,78    | 9,41     | 78,53 |

## Groups TRPL3-MI-2018 &amp; TRPL2-MI-2020

Average dissimilarity = 71,08

| Species      | Group TRPL3-MI-2018 |  | Group TRPL2-MI-2020 |         |         |          |       |
|--------------|---------------------|--|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            |  | Av.Abund            | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
| Sphaeriidae  | 0                   |  | 2,49                | 18,73   | 3,55    | 26,35    | 26,35 |
| Chironomidae | 3,89                |  | 1,91                | 14,49   | 6,9     | 20,39    | 46,73 |
| Leptoceridae | 0                   |  | 1,15                | 8,55    | 1,14    | 12,03    | 58,77 |
| NEMATODA     | 0,98                |  | 0                   | 6,12    | 0,77    | 8,61     | 67,38 |
| Molannidae   | 0                   |  | 0,72                | 5,45    | 0,78    | 7,67     | 75,05 |

## Groups ERPL-MI-2019 &amp; TRPL2-MI-2020

Average dissimilarity = 47,02

| Species         | Group ERPL-MI-2019 |  | Group TRPL2-MI-2020 |         |         |          |       |
|-----------------|--------------------|--|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund           |  | Av.Abund            | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
| Ceratopogonidae | 1,99               |  | 0                   | 12,68   | 1,83    | 26,96    | 26,96 |
| Leptoceridae    | 0,39               |  | 1,15                | 7,54    | 1,11    | 16,05    | 43,01 |
| Chironomidae    | 3,06               |  | 1,91                | 7,52    | 1,59    | 15,99    | 59    |
| Sphaeriidae     | 1,87               |  | 2,49                | 5,92    | 1,11    | 12,59    | 71,59 |

## Groups TRPL1-MI-2019 &amp; TRPL2-MI-2020

Average dissimilarity = 76,92

| Group TRPL1-MI-2019 |  | Group TRPL2-MI-2020 |  |  |  |
|---------------------|--|---------------------|--|--|--|
|---------------------|--|---------------------|--|--|--|

| Species      | Av.Abund | Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|----------|---------|---------|----------|-------|
| Sphaeriidae  | 0        | 2,49     | 29,38   | 3,85    | 38,19    | 38,19 |
| Leptoceridae | 0        | 1,15     | 13,27   | 1,16    | 17,26    | 55,45 |
| Chironomidae | 1,15     | 1,91     | 11,99   | 0,95    | 15,58    | 71,03 |

Groups TRPL2-MI-2019 & TRPL2-MI-2020

Average dissimilarity = 55,17

Group TRPL2-MI-2019      Group TRPL2-MI-2020

| Species         | Av.Abund | Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|----------|----------|---------|---------|----------|-------|
| Ceratopogonidae | 1,74     | 0        | 11,11   | 1,8     | 20,14    | 20,14 |
| Leptoceridae    | 0        | 1,15     | 7,81    | 1,15    | 14,16    | 34,31 |
| Sphaeriidae     | 1,46     | 2,49     | 7,7     | 0,97    | 13,96    | 48,27 |
| Chironomidae    | 2,88     | 1,91     | 6,23    | 1,51    | 11,29    | 59,56 |
| Molannidae      | 0        | 0,72     | 4,96    | 0,78    | 8,99     | 68,55 |
| Naididae        | 0,66     | 0        | 4,86    | 0,77    | 8,81     | 77,36 |

Groups TRPL3-MI-2019 & TRPL2-MI-2020

Average dissimilarity = 71,90

Group TRPL3-MI-2019      Group TRPL2-MI-2020

| Species         | Av.Abund | Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|----------|----------|---------|---------|----------|-------|
| Sphaeriidae     | 0        | 2,49     | 18,2    | 3,4     | 25,31    | 25,31 |
| Ceratopogonidae | 1,84     | 0        | 11,68   | 1,1     | 16,24    | 41,56 |
| Chironomidae    | 3,53     | 1,91     | 11,65   | 1,76    | 16,2     | 57,76 |
| Leptoceridae    | 0        | 1,15     | 8,32    | 1,13    | 11,57    | 69,32 |
| Molannidae      | 0        | 0,72     | 5,29    | 0,77    | 7,36     | 76,69 |

Groups ERPL-MI-2020 & TRPL2-MI-2020

Average dissimilarity = 61,52

Group ERPL-MI-2020      Group TRPL2-MI-2020

| Species      | Av.Abund | Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|----------|---------|---------|----------|-------|
| Sphaeriidae  | 0,85     | 2,49     | 18,22   | 1,3     | 29,62    | 29,62 |
| Chironomidae | 2,32     | 1,91     | 11,5    | 1,17    | 18,69    | 48,31 |
| Leptoceridae | 0        | 1,15     | 10,94   | 1,11    | 17,78    | 66,09 |
| Molannidae   | 0        | 0,72     | 7,06    | 0,75    | 11,48    | 77,57 |

Groups TRPL1-MI-2020 & TRPL2-MI-2020

Average dissimilarity = 70,46

Group TRPL1-MI-2020      Group TRPL2-MI-2020

| Species      | Av.Abund | Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|----------|---------|---------|----------|-------|
| Sphaeriidae  | 0,33     | 2,49     | 24,82   | 2,37    | 35,23    | 35,23 |
| Leptoceridae | 0        | 1,15     | 12,87   | 1,17    | 18,27    | 53,49 |
| Chironomidae | 1,05     | 1,91     | 11,14   | 0,99    | 15,81    | 69,31 |
| Molannidae   | 0        | 0,72     | 8,37    | 0,79    | 11,88    | 81,18 |

## Groups ERPL-MI-2018 &amp; TRPL3-MI-2020

Average dissimilarity = 31,28

| Species      | Group ERPL-MI-2018 |  | Group TRPL3-MI-2020 |         |         |          |       |
|--------------|--------------------|--|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund           |  | Av.Abund            | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
| NEMATODA     | 1,23               |  | 0                   | 9,68    | 0,8     | 30,94    | 30,94 |
| Sphaeriidae  | 1,07               |  | 0                   | 8,93    | 0,8     | 28,54    | 59,48 |
| Chironomidae | 3,7                |  | 3,8                 | 7,16    | 1,14    | 22,91    | 82,39 |

## Groups TRPL1-MI-2018 &amp; TRPL3-MI-2020

Average dissimilarity = 87,89

| Species      | Group TRPL1-MI-2018 |  | Group TRPL3-MI-2020 |         |         |          |       |
|--------------|---------------------|--|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            |  | Av.Abund            | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
| Chironomidae | 0,33                |  | 3,8                 | 81,84   | 3,3     | 93,11    | 93,11 |

## Groups TRPL2-MI-2018 &amp; TRPL3-MI-2020

Average dissimilarity = 46,42

| Species      | Group TRPL2-MI-2018 |  | Group TRPL3-MI-2020 |         |         |          |       |
|--------------|---------------------|--|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            |  | Av.Abund            | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
| Sphaeriidae  | 2,08                |  | 0                   | 18,68   | 4,85    | 40,24    | 40,24 |
| NEMATODA     | 1,11                |  | 0                   | 9,2     | 1,1     | 19,81    | 60,05 |
| Chironomidae | 3,16                |  | 3,8                 | 8,66    | 1,57    | 18,66    | 78,72 |

## Groups TRPL3-MI-2018 &amp; TRPL3-MI-2020

Average dissimilarity = 22,70

| Species        | Group TRPL3-MI-2018 |  | Group TRPL3-MI-2020 |         |         |          |       |
|----------------|---------------------|--|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|                | Av.Abund            |  | Av.Abund            | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
| NEMATODA       | 0,98                |  | 0                   | 8,03    | 0,77    | 35,37    | 35,37 |
| Philopotamidae | 0,51                |  | 0                   | 5,04    | 0,49    | 22,19    | 57,56 |
| Chironomidae   | 3,89                |  | 3,8                 | 3,48    | 1,49    | 15,32    | 72,87 |

## Groups ERPL-MI-2019 &amp; TRPL3-MI-2020

Average dissimilarity = 47,17

| Species         | Group ERPL-MI-2019 |  | Group TRPL3-MI-2020 |         |         |          |       |
|-----------------|--------------------|--|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund           |  | Av.Abund            | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
| Sphaeriidae     | 1,87               |  | 0                   | 17,79   | 1,93    | 37,72    | 37,72 |
| Ceratopogonidae | 1,99               |  | 0                   | 16,65   | 1,88    | 35,3     | 73,01 |

## Groups TRPL1-MI-2019 &amp; TRPL3-MI-2020

Average dissimilarity = 59,73

| Group TRPL1-MI-2019 |  | Group TRPL3-MI-2020 |  |  |  |
|---------------------|--|---------------------|--|--|--|
|---------------------|--|---------------------|--|--|--|

| Species      | Av.Abund | Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|----------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae | 1,15     | 3,8      | 59,73   | 1,76    | 100      | 100   |

Groups TRPL2-MI-2019 & TRPL3-MI-2020

Average dissimilarity = 49,34

Group TRPL2-MI-2019      Group TRPL3-MI-2020

| Species         | Av.Abund | Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|----------|----------|---------|---------|----------|-------|
| Ceratopogonidae | 1,74     | 0        | 14,6    | 1,8     | 29,59    | 29,59 |
| Sphaeriidae     | 1,46     | 0        | 12,33   | 1,82    | 25       | 54,59 |
| Chironomidae    | 2,88     | 3,8      | 10,28   | 1,29    | 20,83    | 75,42 |

Groups TRPL3-MI-2019 & TRPL3-MI-2020

Average dissimilarity = 33,71

Group TRPL3-MI-2019      Group TRPL3-MI-2020

| Species         | Av.Abund | Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|----------|----------|---------|---------|----------|-------|
| Ceratopogonidae | 1,84     | 0        | 15,3    | 1,09    | 45,4     | 45,4  |
| Chironomidae    | 3,53     | 3,8      | 8,31    | 1,55    | 24,65    | 70,04 |

Groups ERPL-MI-2020 & TRPL3-MI-2020

Average dissimilarity = 45,58

Group ERPL-MI-2020      Group TRPL3-MI-2020

| Species      | Av.Abund | Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|----------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae | 2,32     | 3,8      | 33,98   | 0,97    | 74,55    | 74,55 |

Groups TRPL1-MI-2020 & TRPL3-MI-2020

Average dissimilarity = 62,16

Group TRPL1-MI-2020      Group TRPL3-MI-2020

| Species      | Av.Abund | Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|----------|---------|---------|----------|-------|
| Chironomidae | 1,05     | 3,8      | 56,11   | 2,14    | 90,26    | 90,26 |

Groups TRPL2-MI-2020 & TRPL3-MI-2020

Average dissimilarity = 65,84

Group TRPL2-MI-2020      Group TRPL3-MI-2020

| Species      | Av.Abund | Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|----------|---------|---------|----------|-------|
| Sphaeriidae  | 2,49     | 0        | 22,1    | 4,69    | 33,56    | 33,56 |
| Chironomidae | 1,91     | 3,8      | 16,62   | 5,07    | 25,25    | 58,81 |
| Leptoceridae | 1,15     | 0        | 10,07   | 1,18    | 15,29    | 74,1  |

## 2.2.2 COMPOSITION DES COMMUNAUTÉS

### 2.2.2.1 PERMANOVA

#### Permutational MANOVA

##### Resemblance worksheet

Name: BC MI compo

Data type: Similarity

Selection: All

Transform: Fourth root

Transform: Presence/absence

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

Sums of squares type: Type III (partial)

Fixed effects sum to zero for mixed terms

Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model

Number of permutations: 999

##### Factors

| Name       | Abbrev. | Type   | Levels |
|------------|---------|--------|--------|
| Exposition | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site       | Si      | Random | 4      |
| Annee      | An      | Fixed  | 3      |
| Station    | St      | Random | 19     |

##### Contrasts

| Name | Abbrev.       | Factor | Contrast           |
|------|---------------|--------|--------------------|
| 201  | 2018 vs 19-20 | Annee  | (2019,2020)v(2018) |
| 19   | 19vs18        | Annee  | (2018)v(2019)      |
| 20v  | 20vs18        | Annee  | (2018)v(2020)      |

##### Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

##### Pooled terms

Si(Ex)

Si(Ex)xAn

##### Terms whose SS and df were combined

| Pool      | Terms               |
|-----------|---------------------|
| Pooled(1) | St(Si(Ex)) + Si(Ex) |
| Pooled(2) | Res + Si(Ex)xAn     |

##### PERMANOVA table of results

| Source    | df | SS     | MS     | Pseudo-F | P(perm) | Unique perms |
|-----------|----|--------|--------|----------|---------|--------------|
| Ex        | 1  | -483,1 | -483,1 | Negative |         |              |
| An        | 2  | 6467,8 | 3233,9 | 3,4305   | 0,011   | 998          |
| 201       | 1  | 3857,2 | 3857,2 | 3,6973   | 0,016   | 999          |
| 19        | 1  | 5160   | 5160   | 5,4863   | 0,008   | 998          |
| 20v       | 1  | 1972,2 | 1972,2 | 1,5027   | 0,215   | 998          |
| ExxAn     | 2  | 1914,1 | 957,05 | 1,0152   | 0,387   | 999          |
| Exx201    | 1  | 677,57 | 677,57 | 0,64949  | 0,574   | 998          |
| Exx19     | 1  | 1850,8 | 1850,8 | 1,9678   | 0,165   | 999          |
| Exx20v    | 1  | 192,86 | 192,86 | 0,14695  | 0,916   | 999          |
| Pooled(1) | 17 | 23690  | 1393,5 | 1,4782   | 0,097   | 998          |

Pooled(2) 30 28281 942,7  
Total 52 61655

*Details of the expected mean squares (EMS) for the model*

| Source    | EMS  |
|-----------|--|
| Ex        | $1 * V(\text{Res}) + 2,6474 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 19,45 * S(\text{Ex})$ |
| An        | $1 * V(\text{Res}) + 13,157 * S(\text{An})$  |
| 201       | $1 * V(\text{Res}) + 18,04 * S(201)$   |
| 19        | $1 * V(\text{Res}) + 13,75 * S(19)$  |
| 20v       | $1 * V(\text{Res}) + 12 * S(20v)$  |
| ExxAn     | $1 * V(\text{Res}) + 6,5784 * S(\text{ExxAn})$   |
| Exx201    | $1 * V(\text{Res}) + 9,0202 * S(\text{Exx201})$  |
| Exx19     | $1 * V(\text{Res}) + 6,875 * S(\text{Exx19})$  |
| Exx20v    | $1 * V(\text{Res}) + 6 * S(\text{Exx20v})$   |
| Pooled(1) | $1 * V(\text{Res}) + 2,7647 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$                        |
| Pooled(2) | $1 * V(\text{Res})$  |

*Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares*

| Source     | Numerator              | Denominator  | Num. df | Den. df |
|------------|------------------------|--|---------|---------|
| Ex         | $1 * \text{Ex}$        | $0,95758 * \text{Pooled}(1) + 0,042422 * \text{Pooled}(2)$ | 1       | 18,03   |
| An         | $1 * \text{An}$        | $1 * \text{Pooled}(2)$                                     | 2       | 30      |
| 201        | $1 * 201$              | $1 * \text{Res}$   | 1       | 32      |
| 19         | $1 * 19$               | $1 * \text{Res}$   | 1       | 14      |
| 20v        | $1 * 20v$              | $1 * \text{Res}$   | 1       | 14      |
| ExxAn      | $1 * \text{ExxAn}$     | $1 * \text{Pooled}(2)$                                     | 2       | 30      |
| Exx201     | $1 * \text{Exx201}$    | $1 * \text{Res}$   | 1       | 32      |
| Exx19      | $1 * \text{Exx19}$     | $1 * \text{Res}$   | 1       | 14      |
| Exx20v     | $1 * \text{Exx20v}$    | $1 * \text{Res}$   | 1       | 14      |
| St(Si(Ex)) | $1 * \text{Pooled}(1)$ | $1 * \text{Pooled}(2)$                                     | 17      | 30      |

*Estimates of components of variation*

| Source        | Estimate | Sq. root |
|---------------|----------|----------|
| S(Ex)         | -95,5    | -9,7724  |
| S(An)         | 174,15   | 13,196   |
| S(201)        | 155,98   | 12,489   |
| S(19)         | 306,87   | 17,518   |
| S(20v)        | 54,982   | 7,415    |
| S(ExxAn)      | 2,1817   | 1,477    |
| S(Exx201)     | -40,539  | -6,367   |
| S(Exx19)      | 132,4    | 11,506   |
| S(Exx20v)     | -186,59  | -13,66   |
| V(St(Si(Ex))) | 163,07   | 12,77    |
| V(Res)        | 942,7    | 30,703   |

**2.2.2.2 PERMDISP****EXPOSITION ANNÉE**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: BC MI compo

Data type: Similarity

Selection: All

Transform: Fourth root

Transform: Presence/absence

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 6

Number of samples: 53

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 2,888 df1: 5 df2: 47

P(perm): 0,062

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                  | t       | P(perm) |
|-------------------------|---------|---------|
| (Expose2018,Temoïn2018) | 0,9767  | 0,352   |
| (Expose2018,Expose2019) | 1,944   | 0,107   |
| (Expose2018,Temoïn2019) | 0,65012 | 0,587   |
| (Expose2018,Expose2020) | 1,3106  | 0,198   |
| (Expose2018,Temoïn2020) | 0,97681 | 0,475   |
| (Temoïn2018,Expose2019) | 2,5481  | 0,034   |
| (Temoïn2018,Temoïn2019) | 1,0891  | 0,269   |
| (Temoïn2018,Expose2020) | 1,4691  | 0,205   |
| (Temoïn2018,Temoïn2020) | 0,17431 | 0,875   |
| (Expose2019,Temoïn2019) | 3,2694  | 0,017   |
| (Expose2019,Expose2020) | 1,1008  | 0,348   |
| (Expose2019,Temoïn2020) | 2,7783  | 0,016   |
| (Temoïn2019,Expose2020) | 1,9714  | 0,136   |
| (Temoïn2019,Temoïn2020) | 1,0079  | 0,495   |
| (Expose2020,Temoïn2020) | 1,5679  | 0,262   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group      | Size | Average | SE     |
|------------|------|---------|--------|
| Expose2018 | 5    | 26,219  | 2,3404 |
| Temoïn2018 | 12   | 33,644  | 4,7275 |
| Expose2019 | 5    | 11,554  | 7,1712 |
| Temoïn2019 | 13   | 28,312  | 1,7713 |
| Expose2020 | 4    | 21,06   | 3,3095 |
| Temoïn2020 | 14   | 32,604  | 3,7555 |

**EXPOSITION PÉRIODE**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: BC MI compo

Data type: Similarity

Selection: All

Transform: Fourth root

Transform: Presence/absence

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 53

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 2,0686 df1: 3 df2: 49

P(perm): 0,201

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                     | t       | P(perm) |
|----------------------------|---------|---------|
| (ExposeAvant, TemoinAvant) | 0,9767  | 0,373   |
| (ExposeAvant, ExposeApres) | 0,99588 | 0,416   |
| (ExposeAvant, TemoinApres) | 1,053   | 0,434   |
| (TemoinAvant, ExposeApres) | 1,9613  | 0,057   |
| (TemoinAvant, TemoinApres) | 0,27832 | 0,808   |
| (ExposeApres, TemoinApres) | 2,3234  | 0,054   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group       | Size | Average | SE     |
|-------------|------|---------|--------|
| ExposeAvant | 5    | 26,219  | 2,3404 |
| TemoinAvant | 12   | 33,644  | 4,7275 |
| ExposeApres | 9    | 21,657  | 3,1173 |
| TemoinApres | 27   | 32,309  | 2,4237 |

**2.2.2.3 NMDS**

*Non-metric MDS*



**2.2.3 DOMINANCE**

**2.2.3.1 PERMANOVA**

Permutational MANOVA

*Resemblance worksheet*

Name: Resem9

Data type: Distance



Selection: All

Sums of squares type: Type III (partial)

Fixed effects sum to zero for mixed terms

Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model

Number of permutations: 999

#### Factors

| Name       | Abbrev. | Type   | Levels |
|------------|---------|--------|--------|
| Exposition | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site       | Si      | Random | 4      |
| Annee      | An      | Fixed  | 3      |
| Station    | St      | Random | 19     |

#### Contrasts

| Name | Abbrev.       | Factor | Contrast           |
|------|---------------|--------|--------------------|
| 201  | 2018 vs 19-20 | Annee  | (2019,2020)v(2018) |
| 19   | 19vs18        | Annee  | (2018)v(2019)      |
| 20v  | 20vs18        | Annee  | (2018)v(2020)      |

#### Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

#### Pooled terms

Si(Ex)

Si(Ex)xAn

#### Terms whose SS and df were combined

| Pool      | Terms               |
|-----------|---------------------|
| Pooled(1) | St(Si(Ex)) + Si(Ex) |
| Pooled(2) | Res + Si(Ex)xAn     |

#### PERMANOVA table of results

| Source    | df | SS         | MS      | Pseudo-F | P(perm) | Unique perms |
|-----------|----|------------|---------|----------|---------|--------------|
| Ex        | 1  | 1863,7     | 1863,7  | 0,30824  | 0,655   | 999          |
| An        | 2  | 8255,7     | 4127,9  | 1,2041   | 0,312   | 999          |
| 201       | 1  | 3997,6     | 3997,6  | 1,1585   | 0,307   | 999          |
| 19        | 1  | 7629,4     | 7629,4  | 2,6152   | 0,105   | 998          |
| 20v       | 1  | -443,37    | -443,37 | Negative |         |              |
| ExxAn     | 2  | 9367,5     | 4683,7  | 1,3662   | 0,279   | 999          |
| Exx201    | 1  | 1579       | 1579    | 0,4576   | 0,556   | 999          |
| Exx19     | 1  | 1140,4     | 1140,4  | 0,39088  | 0,609   | 998          |
| Exx20v    | 1  | 7310,4     | 7310,4  | 1,5005   | 0,225   | 999          |
| Pooled(1) | 17 | 1,0476E+05 | 6162,4  | 1,7976   | 0,076   | 998          |
| Pooled(2) | 30 | 1,0285E+05 | 3428,2  |          |         |              |
| Total     | 52 | 2,2215E+05 |         |          |         |              |

#### Details of the expected mean squares (EMS) for the model

| Source    | EMS  |
|-----------|--|
| Ex        | $1 * V(\text{Res}) + 2,6474 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 19,45 * S(\text{Ex})$ |
| An        | $1 * V(\text{Res}) + 13,157 * S(\text{An})$  |
| 201       | $1 * V(\text{Res}) + 18,04 * S(201)$   |
| 19        | $1 * V(\text{Res}) + 13,75 * S(19)$  |
| 20v       | $1 * V(\text{Res}) + 12 * S(20v)$  |
| ExxAn     | $1 * V(\text{Res}) + 6,5784 * S(\text{ExxAn})$   |
| Exx201    | $1 * V(\text{Res}) + 9,0202 * S(\text{Exx201})$  |
| Exx19     | $1 * V(\text{Res}) + 6,875 * S(\text{Exx19})$  |
| Exx20v    | $1 * V(\text{Res}) + 6 * S(\text{Exx20v})$   |
| Pooled(1) | $1 * V(\text{Res}) + 2,7647 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$                        |

Pooled(2) 1\*v(Res)

*Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares*

| Source     | Numerator   | Denominator                            | Num.df | Den.df |
|------------|-------------|--|--------|--------|
| Ex         | 1*Ex        | 0,95758*Pooled(1) + 0,042422*Pooled(2) | 1      | 17,84  |
| An         | 1*An        | 1*Pooled(2)                            | 2      | 30     |
| 201        | 1*201       | 1*Res                                  | 1      | 32     |
| 19         | 1*19        | 1*Res                                  | 1      | 14     |
| 20v        | 1*20v       | 1*Res                                  | 1      | 14     |
| ExxAn      | 1*ExxAn     | 1*Pooled(2)                            | 2      | 30     |
| Exx201     | 1*Exx201    | 1*Res                                  | 1      | 32     |
| Exx19      | 1*Exx19     | 1*Res                                  | 1      | 14     |
| Exx20v     | 1*Exx20v    | 1*Res                                  | 1      | 14     |
| St(Si(Ex)) | 1*Pooled(1) | 1*Pooled(2)                            | 17     | 30     |

*Estimates of components of variation*

| Source        | Estimate | Sq. root |
|---------------|----------|----------|
| S(Ex)         | -215,04  | -14,664  |
| S(An)         | 53,178   | 7,2923   |
| S(201)        | 30,32    | 5,5064   |
| S(19)         | 342,69   | 18,512   |
| S(20v)        | -442,94  | -21,046  |
| S(ExxAn)      | 190,86   | 13,815   |
| S(Exx201)     | -207,49  | -14,405  |
| S(Exx19)      | -258,48  | -16,077  |
| S(Exx20v)     | 406,41   | 20,16    |
| V(St(Si(Ex))) | 988,96   | 31,448   |
| V(Res)        | 3428,2   | 58,551   |

**2.2.3.2 PERMDISP****EXPOSITION ANNÉE**

## Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: Resem9

Data type: Distance

Selection: All

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 6

Number of samples: 53

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 2,3847 df1: 5 df2: 47

P(perm): 0,27

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                   | t       | P(perm) |
|--------------------------|---------|---------|
| (Expose2018, Temoin2018) | 0,46563 | 0,679   |
| (Expose2018, Expose2019) | 0,30194 | 0,802   |
| (Expose2018, Temoin2019) | 0,72504 | 0,541   |
| (Expose2018, Expose2020) | 1,1062  | 0,473   |
| (Expose2018, Temoin2020) | 1,3342  | 0,447   |
| (Temoin2018, Expose2019) | 0,18897 | 0,855   |

|                         |         |       |
|-------------------------|---------|-------|
| (Temoin2018,Temoin2019) | 1,4848  | 0,221 |
| (Temoin2018,Expose2020) | 0,5628  | 0,619 |
| (Temoin2018,Temoin2020) | 2,3154  | 0,179 |
| (Expose2019,Temoin2019) | 1,0344  | 0,372 |
| (Expose2019,Expose2020) | 0,85666 | 0,43  |
| (Expose2019,Temoin2020) | 1,4889  | 0,355 |
| (Temoin2019,Expose2020) | 1,7276  | 0,234 |
| (Temoin2019,Temoin2020) | 1,4777  | 0,397 |
| (Expose2020,Temoin2020) | 1,7206  | 0,409 |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group      | Size | Average | SE     |
|------------|------|---------|--------|
| Expose2018 | 5    | 41,846  | 9,2739 |
| Temoin2018 | 12   | 35,466  | 7,8919 |
| Expose2019 | 5    | 38,024  | 8,6156 |
| Temoin2019 | 13   | 51,189  | 7,1045 |
| Expose2020 | 4    | 27,108  | 9,3159 |
| Temoin2020 | 14   | 75,779  | 14,599 |

## EXPOSITION PÉRIODE

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: Resem9

Data type: Distance

Selection: All

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 53

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 1,9992 df1: 3 df2: 49

P(perm): 0,357

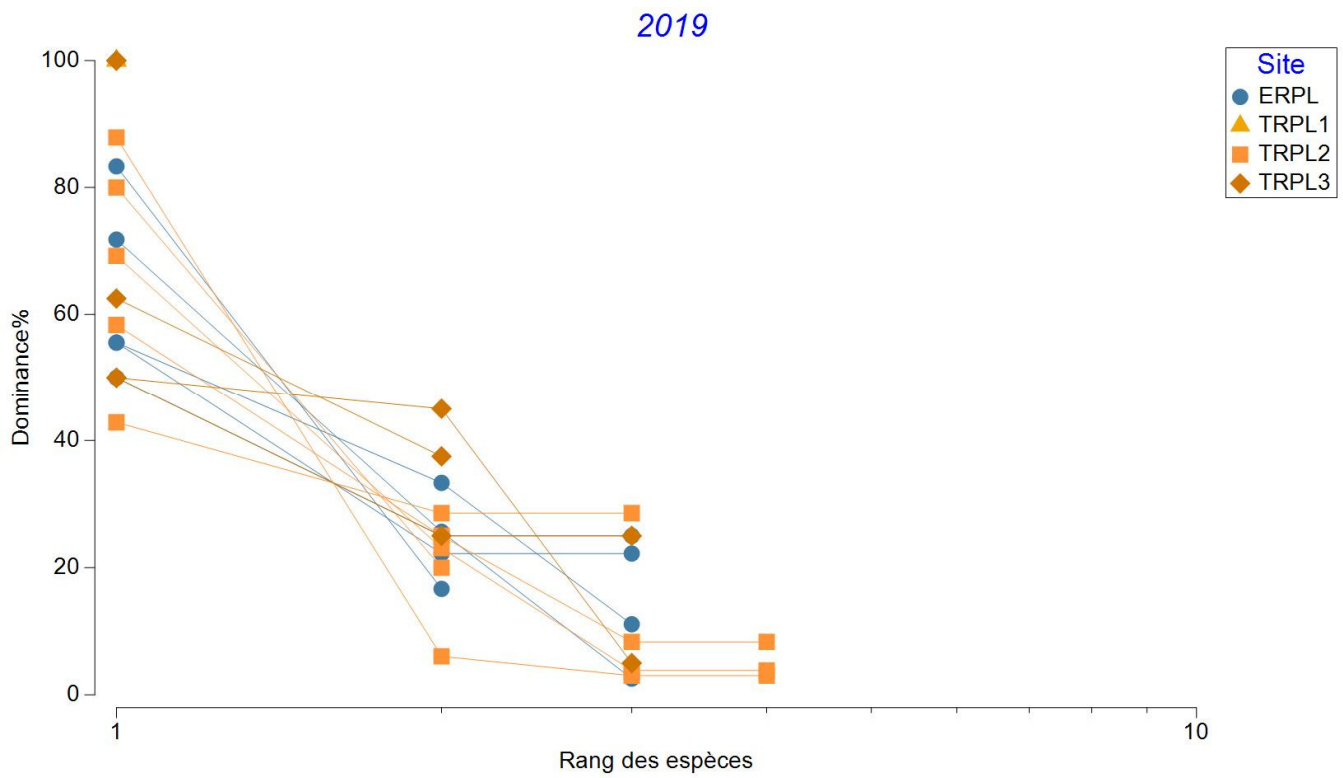
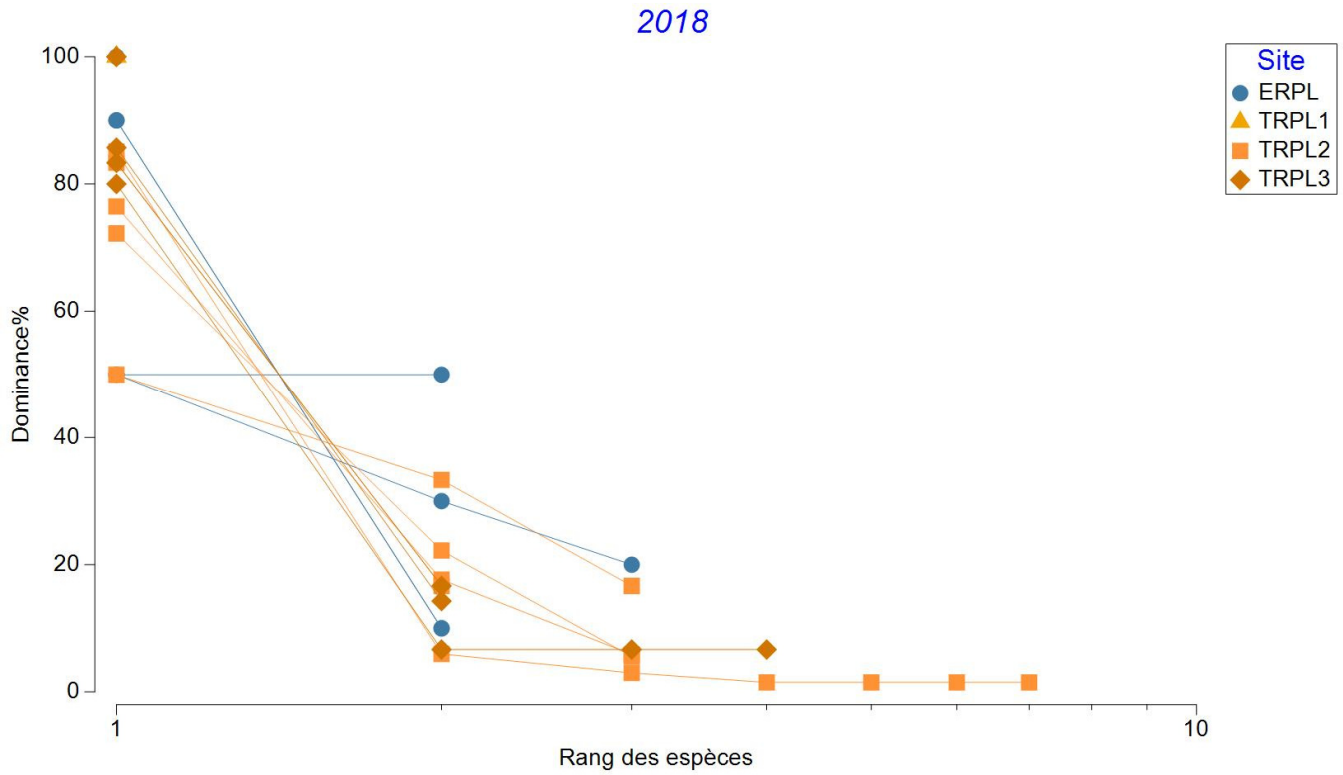
*PAIRWISE COMPARISONS*

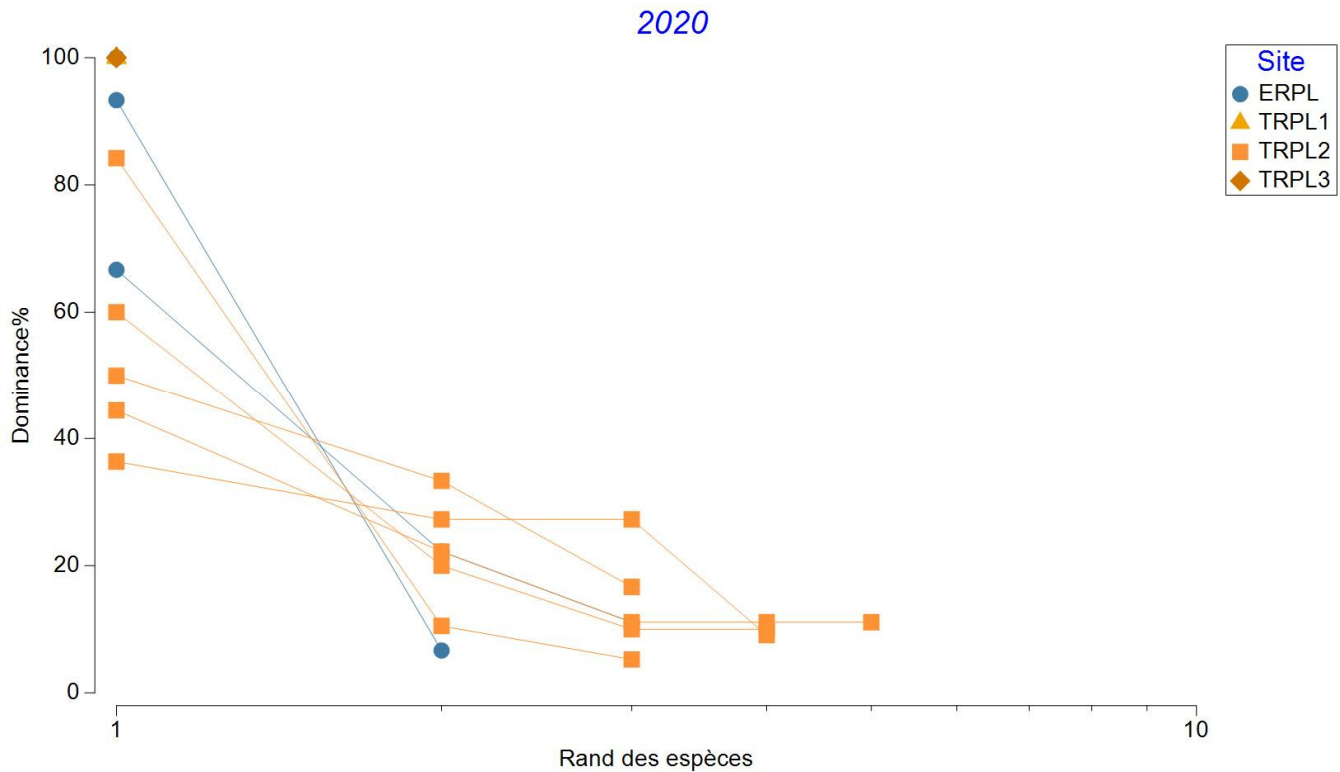
| Groups                    | t       | P(perm) |
|---------------------------|---------|---------|
| (ExposeAvant,TemoinAvant) | 0,46563 | 0,679   |
| (ExposeAvant,ExposeApres) | 0,1665  | 0,862   |
| (ExposeAvant,TemoinApres) | 1,0586  | 0,489   |
| (TemoinAvant,ExposeApres) | 0,75378 | 0,495   |
| (TemoinAvant,TemoinApres) | 2,0158  | 0,176   |
| (ExposeApres,TemoinApres) | 1,268   | 0,401   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group       | Size | Average | SE     |
|-------------|------|---------|--------|
| ExposeAvant | 5    | 41,846  | 9,2739 |
| TemoinAvant | 12   | 35,466  | 7,8919 |
| ExposeApres | 9    | 43,851  | 7,3322 |
| TemoinApres | 27   | 63,497  | 8,5415 |

2.2.3.3 DOMINANCE PLOTS





## 2.2.4 TESTS UNIDIMENSIONNELS AVEC CONTRASTES

### 2.2.4.1 ABONDANCES

PERMDISP

#### Exposition Année

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: MI abund eucl log10x+1

Data type: Distance

Selection: All

Transform: Log(X+1)

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 6

Number of samples: 60

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 1,6593 df1: 5 df2: 54

P(perm): 0,336

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                  | t         | P(perm) |
|-------------------------|-----------|---------|
| (Expose2018,Temoi2018)  | 2,3748    | 0,104   |
| (Expose2018,Expose2019) | 0,38936   | 0,648   |
| (Expose2018,Temoi2019)  | 1,5956    | 0,155   |
| (Expose2018,Expose2020) | 1,401     | 0,243   |
| (Expose2018,Temoi2020)  | 1,5041    | 0,261   |
| (Temoi2018,Expose2019)  | 2,1798    | 0,098   |
| (Temoi2018,Temoi2019)   | 0,78817   | 0,522   |
| (Temoi2018,Expose2020)  | 0,55942   | 0,629   |
| (Temoi2018,Temoi2020)   | 1,5923    | 0,245   |
| (Expose2019,Temoi2019)  | 1,4116    | 0,215   |
| (Expose2019,Expose2020) | 1,2478    | 0,333   |
| (Expose2019,Temoi2020)  | 1,2632    | 0,317   |
| (Temoi2019,Expose2020)  | 0,0051724 | 0,996   |
| (Temoi2019,Temoi2020)   | 0,65357   | 0,573   |
| (Expose2020,Temoi2020)  | 0,47739   | 0,712   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group      | Size | Average | SE      |
|------------|------|---------|---------|
| Expose2018 | 5    | 0,70111 | 0,20549 |
| Temoi2018  | 15   | 1,9296  | 0,28634 |
| Expose2019 | 5    | 0,80782 | 0,18134 |
| Temoi2019  | 15   | 1,596   | 0,31159 |
| Expose2020 | 5    | 1,5927  | 0,60231 |
| Temoi2020  | 15   | 1,3417  | 0,233   |

**Exposition Période**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: MI abond eucl log10x+1

Data type: Distance

Selection: All

Transform: Log(X+1)

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 60

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 1,9218 df1: 3 df2: 56

P(perm): 0,268

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                    | t       | P(perm) |
|---------------------------|---------|---------|
| (ExposeAvant,TemoiAvant)  | 2,3748  | 0,092   |
| (ExposeAvant,ExposeApres) | 0,83918 | 0,592   |
| (ExposeAvant,TemoiApres)  | 1,5846  | 0,179   |
| (TemoiAvant,ExposeApres)  | 1,4715  | 0,268   |
| (TemoiAvant,TemoiApres)   | 1,3567  | 0,303   |
| (ExposeApres,TemoiApres)  | 0,62169 | 0,611   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group | Size | Average | SE |
|-------|------|---------|----|
|-------|------|---------|----|

|             |    |         |         |
|-------------|----|---------|---------|
| ExposeAvant | 5  | 0,70111 | 0,20549 |
| TemoinAvant | 15 | 1,9296  | 0,28634 |
| ExposeApres | 10 | 1,2145  | 0,41328 |
| TemoinApres | 30 | 1,4689  | 0,19286 |

## PERMANOVA

## Permutational MANOVA

*Resemblance worksheet*

Name: MI abond eucl log10x+1

Data type: Distance

Selection: All

Transform: Log(X+1)

Resemblance: D1 Euclidean distance

Sums of squares type: Type III (partial)

Fixed effects sum to zero for mixed terms

Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model

Number of permutations: 999

*Factors*

| Name       | Abbrev. | Type   | Levels |
|------------|---------|--------|--------|
| Exposition | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site       | Si      | Random | 4      |
| Annee      | An      | Fixed  | 3      |
| Station    | St      | Random | 20     |

*Contrasts*

| Name | Abbrev.  | Factor | Contrast           |
|------|----------|--------|--------------------|
| Pe   | Periode  | Annee  | (2018)v(2019,2020) |
| 19   | 19 vs 18 | Annee  | (2019)v(2018)      |
| 20   | 20 vs 18 | Annee  | (2018)v(2020)      |

*Excluded terms*

AnneexStation(Site(Exposition))

*Pooled terms*

Si(Ex)

Si(Ex)xAn

*Terms whose SS and df were combined*

| Pool      | Terms               |
|-----------|---------------------|
| Pooled(1) | St(Si(Ex)) + Si(Ex) |
| Pooled(2) | Res + Si(Ex)xAn     |

*PERMANOVA table of results*

| Source | df | SS      | MS      | Pseudo-F | P(perm) | Unique perms |
|--------|----|---------|---------|----------|---------|--------------|
| Ex     | 1  | 6,4527  | 6,4527  | 0,73558  | 0,415   | 973          |
| An     | 2  | 8,7402  | 4,3701  | 3,9999   | 0,034   | 998          |
| Pe     | 1  | 3,3965  | 3,3965  | 2,8257   | 0,092   | 996          |
| 19     | 1  | 0,1938  | 0,1938  | 0,19942  | 0,661   | 996          |
| 20     | 1  | 7,5728  | 7,5728  | 5,6976   | 0,026   | 994          |
| ExxAn  | 2  | 9,2544  | 4,6272  | 4,2353   | 0,017   | 999          |
| ExxPe  | 1  | 5,1646  | 5,1646  | 4,2966   | 0,055   | 994          |
| Exx19  | 1  | 0,91574 | 0,91574 | 0,94227  | 0,366   | 996          |

|           |    |        |        |        |       |     |
|-----------|----|--------|--------|--------|-------|-----|
| Exx20     | 1  | 8,8761 | 8,8761 | 6,6781 | 0,029 | 997 |
| Pooled(1) | 18 | 157,9  | 8,7723 | 8,0292 | 0,001 | 999 |
| Pooled(2) | 36 | 39,332 | 1,0925 |        |       |     |
| Total     | 59 | 215,86 |        |        |       |     |

*Details of the expected mean squares (EMS) for the model*

|           |  |
|-----------|--|
| Source    | EMS  |
| Ex        | $1 * V(\text{Res}) + 3 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 22,5 * S(\text{Ex})$ |
| An        | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(\text{An})$  |
| Pe        | $1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Pe})$  |
| 19        | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(19)$   |
| 20        | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(20)$   |
| ExxAn     | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{ExxAn})$  |
| ExxPe     | $1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxPe})$   |
| Exx19     | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx19})$  |
| Exx20     | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx20})$  |
| Pooled(1) | $1 * V(\text{Res}) + 3 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$                       |
| Pooled(2) | $1 * V(\text{Res})$  |

*Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares*

| Source     | Numerator   | Denominator | Num.df | Den.df |
|------------|-------------|-------------|--------|--------|
| Ex         | 1*Ex        | 1*Pooled(1) | 1      | 18     |
| An         | 1*An        | 1*Pooled(2) | 2      | 36     |
| Pe         | 1*Pe        | 1*Res       | 1      | 38     |
| 19         | 1*19        | 1*Res       | 1      | 18     |
| 20         | 1*20        | 1*Res       | 1      | 18     |
| ExxAn      | 1*ExxAn     | 1*Pooled(2) | 2      | 36     |
| ExxPe      | 1*ExxPe     | 1*Res       | 1      | 38     |
| Exx19      | 1*Exx19     | 1*Res       | 1      | 18     |
| Exx20      | 1*Exx20     | 1*Res       | 1      | 18     |
| St(Si(Ex)) | 1*Pooled(1) | 1*Pooled(2) | 18     | 36     |

*Estimates of components of variation*

| Source        | Estimate   | Sq. root  |
|---------------|------------|-----------|
| S(Ex)         | -0,10309   | -0,32108  |
| S(An)         | 0,2185     | 0,46744   |
| S(Pe)         | 0,10972    | 0,33125   |
| S(19)         | -0,05187   | -0,22775  |
| S(20)         | 0,41625    | 0,64517   |
| S(ExxAn)      | 0,47129    | 0,68651   |
| S(ExxPe)      | 0,39626    | 0,62949   |
| S(Exx19)      | -0,0074802 | -0,086488 |
| S(Exx20)      | 1,0063     | 1,0031    |
| V(St(Si(Ex))) | 2,5599     | 1,6       |
| V(Res)        | 1,0925     | 1,0452    |

**2.2.4.2 RICHESSE**

## PERMDISP

**Exposition Année**

## Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: eucli riches MI sht 2018-2020 no trans

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance



Group factor: ExpositionAnnee  
Number of permutations: 999

Number of groups: 6  
Number of samples: 60

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 2,0894 df1: 5 df2: 54  
P(perm): 0,229

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                   | t       | P(perm) |
|--------------------------|---------|---------|
| (Expose2018, Temoin2018) | 1,6154  | 0,169   |
| (Expose2018, Expose2019) | 0,29329 | 0,72    |
| (Expose2018, Temoin2019) | 2,3842  | 0,047   |
| (Expose2018, Expose2020) | 1,3501  | 0,233   |
| (Expose2018, Temoin2020) | 2,5796  | 0,135   |
| (Temoin2018, Expose2019) | 1,7905  | 0,145   |
| (Temoin2018, Temoin2019) | 0,3669  | 0,844   |
| (Temoin2018, Expose2020) | 0,7824  | 0,617   |
| (Temoin2018, Temoin2020) | 0,1214  | 0,934   |
| (Expose2019, Temoin2019) | 2,7957  | 0,013   |
| (Expose2019, Expose2020) | 1,9701  | 0,122   |
| (Expose2019, Temoin2020) | 2,9868  | 0,014   |
| (Temoin2019, Expose2020) | 0,94573 | 0,451   |
| (Temoin2019, Temoin2020) | 0,35435 | 0,792   |
| (Expose2020, Temoin2020) | 1,1773  | 0,408   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group      | Size | Average | SE      |
|------------|------|---------|---------|
| Expose2018 | 5    | 0,4     | 0,24495 |
| Temoin2018 | 15   | 1,3333  | 0,31873 |
| Expose2019 | 5    | 0,32    | 0,12    |
| Temoin2019 | 15   | 1,2     | 0,17457 |
| Expose2020 | 5    | 0,88    | 0,25768 |
| Temoin2020 | 15   | 1,2889  | 0,18014 |

**Exposition Période**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: eucli richness MI sht 2018-2020 no trans  
Data type: Distance  
Selection: All  
Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres  
Number of permutations: 999

Number of groups: 4  
Number of samples: 60

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 2,1214 df1: 3 df2: 56  
P(tables): 0,1077

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                    | t       | P(tables) |
|---------------------------|---------|-----------|
| (ExposeAvant,TemoinAvant) | 1,6154  | 0,12362   |
| (ExposeAvant,ExposeApres) | 1,6457  | 0,12377   |
| (ExposeAvant,TemoinApres) | 2,7655  | 0,0092347 |
| (TemoinAvant,ExposeApres) | 1,0362  | 0,31087   |
| (TemoinAvant,TemoinApres) | 0,26973 | 0,78866   |
| (ExposeApres,TemoinApres) | 1,5489  | 0,1297    |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group       | Size | Average | SE      |
|-------------|------|---------|---------|
| ExposeAvant | 5    | 0,4     | 0,24495 |
| TemoinAvant | 15   | 1,3333  | 0,31873 |
| ExposeApres | 10   | 0,9     | 0,17638 |
| TemoinApres | 30   | 1,2578  | 0,11942 |

## PERMANOVA

## Permutational MANOVA

*Resemblance worksheet*

Name: eucli richese MI sht 2018-2020 no trans

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Sums of squares type: Type III (partial)

Fixed effects sum to zero for mixed terms

Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model

Number of permutations: 999

*Factors*

| Name       | Abbrev. | Type   | Levels |
|------------|---------|--------|--------|
| Exposition | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site       | Si      | Random | 4      |
| Annee      | An      | Fixed  | 3      |
| Station    | St      | Random | 20     |

*Contrasts*

| Name | Abbrev.  | Factor | Contrast           |
|------|----------|--------|--------------------|
| Pe   | Periode  | Annee  | (2018)v(2019,2020) |
| 19   | 19 vs 18 | Annee  | (2019)v(2018)      |
| 20   | 20 vs 18 | Annee  | (2018)v(2020)      |

*Excluded terms*

AnneexStation(Site(Exposition))

*Pooled terms*

Si(Ex)

Si(Ex)xAn

*Terms whose SS and df were combined*

| Pool      | Terms               |
|-----------|---------------------|
| Pooled(1) | St(Si(Ex)) + Si(Ex) |
| Pooled(2) | Res + Si(Ex)xAn     |

## PERMANOVA table of results

| Source    | df | SS        | MS        | Pseudo-F | P(perm) | Unique perms |
|-----------|----|-----------|-----------|----------|---------|--------------|
| Ex        | 1  | 0,13889   | 0,13889   | 0,028352 | 0,893   | 39           |
| An        | 2  | 4,4111    | 2,2056    | 2,8815   | 0,058   | 999          |
| Pe        | 1  | 0,0027778 | 0,0027778 | 0,003239 | 0,953   | 997          |
| 19        | 1  | 1,2       | 1,2       | 1,6119   | 0,219   | 981          |
| 20        | 1  | 1,0083    | 1,0083    | 0,98285  | 0,331   | 990          |
| ExxAn     | 2  | 3,0778    | 1,5389    | 2,0105   | 0,141   | 999          |
| ExxPe     | 1  | 0,069444  | 0,069444  | 0,080975 | 0,773   | 999          |
| Exx19     | 1  | 1,2       | 1,2       | 1,6119   | 0,209   | 978          |
| Exx20     | 1  | 0,40833   | 0,40833   | 0,39801  | 0,532   | 921          |
| Pooled(1) | 18 | 88,178    | 4,8988    | 6,4      | 0,001   | 999          |
| Pooled(2) | 36 | 27,556    | 0,76543   |          |         |              |
| Total     | 59 | 120,98    |           |          |         |              |

## Details of the expected mean squares (EMS) for the model

| Source    | EMS  |
|-----------|--|
| Ex        | $1 * V(\text{Res}) + 3 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 22,5 * S(\text{Ex})$ |
| An        | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(\text{An})$  |
| Pe        | $1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Pe})$  |
| 19        | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(19)$   |
| 20        | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(20)$   |
| ExxAn     | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{ExxAn})$  |
| ExxPe     | $1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxPe})$   |
| Exx19     | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx19})$  |
| Exx20     | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx20})$  |
| Pooled(1) | $1 * V(\text{Res}) + 3 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$                       |
| Pooled(2) | $1 * V(\text{Res})$  |

## Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares

| Source     | Numerator   | Denominator | Num. df | Den. df |
|------------|-------------|-------------|---------|---------|
| Ex         | 1*Ex        | 1*Pooled(1) | 1       | 18      |
| An         | 1*An        | 1*Pooled(2) | 2       | 36      |
| Pe         | 1*Pe        | 1*Res       | 1       | 38      |
| 19         | 1*19        | 1*Res       | 1       | 18      |
| 20         | 1*20        | 1*Res       | 1       | 18      |
| ExxAn      | 1*ExxAn     | 1*Pooled(2) | 2       | 36      |
| ExxPe      | 1*ExxPe     | 1*Res       | 1       | 38      |
| Exx19      | 1*Exx19     | 1*Res       | 1       | 18      |
| Exx20      | 1*Exx20     | 1*Res       | 1       | 18      |
| St(Si(Ex)) | 1*Pooled(1) | 1*Pooled(2) | 18      | 36      |

## Estimates of components of variation

| Source        | Estimate   | Sq. root  |
|---------------|------------|-----------|
| S(Ex)         | -0,21155   | -0,45995  |
| S(An)         | 0,096008   | 0,30985   |
| S(Pe)         | -0,042741  | -0,20674  |
| S(19)         | 0,03037    | 0,17427   |
| S(20)         | -0,0011728 | -0,034247 |
| S(ExxAn)      | 0,10313    | 0,32113   |
| S(ExxPe)      | -0,078816  | -0,28074  |
| S(Exx19)      | 0,060741   | 0,24646   |
| S(Exx20)      | -0,082346  | -0,28696  |
| V(St(Si(Ex))) | 1,3778     | 1,1738    |
| V(Res)        | 0,76543    | 0,87489   |

**2.2.4.3 SHANNON**

## PERMDISP

**Exposition Année**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: eucli shannon MI 2018-2020 no missing

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 6

Number of samples: 53

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 2,2432 df1: 5 df2: 47

P(perm): 0,141

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                   | t         | P(perm) |
|--------------------------|-----------|---------|
| (Expose2018, Temoin2018) | 0,22801   | 0,764   |
| (Expose2018, Expose2019) | 1,0897    | 0,249   |
| (Expose2018, Temoin2019) | 0,75245   | 0,468   |
| (Expose2018, Expose2020) | 0,15771   | 0,898   |
| (Expose2018, Temoin2020) | 1,5117    | 0,296   |
| (Temoin2018, Expose2019) | 0,92623   | 0,372   |
| (Temoin2018, Temoin2019) | 1,3068    | 0,19    |
| (Temoin2018, Expose2020) | 0,0087366 | 0,994   |
| (Temoin2018, Temoin2020) | 2,3866    | 0,062   |
| (Expose2019, Temoin2019) | 1,9073    | 0,101   |
| (Expose2019, Expose2020) | 0,75582   | 0,505   |
| (Expose2019, Temoin2020) | 2,5372    | 0,068   |
| (Temoin2019, Expose2020) | 0,85115   | 0,465   |
| (Temoin2019, Temoin2020) | 1,181     | 0,314   |
| (Expose2020, Temoin2020) | 1,5058    | 0,317   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group      | Size | Average | SE       |
|------------|------|---------|----------|
| Expose2018 | 5    | 0,44644 | 0,12369  |
| Temoin2018 | 12   | 0,41356 | 0,07759  |
| Expose2019 | 5    | 0,29422 | 0,064911 |
| Temoin2019 | 13   | 0,56185 | 0,082174 |
| Expose2020 | 4    | 0,41498 | 0,16146  |
| Temoin2020 | 14   | 0,70997 | 0,093687 |

**Exposition Période**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: eucli shannon MI 2018-2020 no missing

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 53

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 2,5751 df1: 3 df2: 49

P(perm): 0,099

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                    | t       | P(perm) |
|---------------------------|---------|---------|
| (ExposeAvant,TemoinAvant) | 0,22801 | 0,775   |
| (ExposeAvant,ExposeApres) | 0,49347 | 0,633   |
| (ExposeAvant,TemoinApres) | 1,4993  | 0,238   |
| (TemoinAvant,ExposeApres) | 0,90511 | 0,374   |
| (TemoinAvant,TemoinApres) | 2,4714  | 0,033   |
| (ExposeApres,TemoinApres) | 1,3003  | 0,231   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group       | Size | Average | SE       |
|-------------|------|---------|----------|
| ExposeAvant | 5    | 0,44644 | 0,12369  |
| TemoinAvant | 12   | 0,41356 | 0,07759  |
| ExposeApres | 9    | 0,51748 | 0,082796 |
| TemoinApres | 27   | 0,6599  | 0,056734 |

## PERMANOVA

## Permutational MANOVA

*Resemblance worksheet*

Name: eucli shannon MI 2018-2020 no missing

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Sums of squares type: Type III (partial)

Fixed effects sum to zero for mixed terms

Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model

Number of permutations: 999

*Factors*

| Name       | Abbrev. | Type   | Levels |
|------------|---------|--------|--------|
| Exposition | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site       | Si      | Random | 4      |
| Annee      | An      | Fixed  | 3      |
| Station    | St      | Random | 19     |

*Contrasts*

| Name | Abbrev. | Factor | Contrast           |
|------|---------|--------|--------------------|
| Pe   | Periode | Annee  | (2018)v(2019,2020) |

19 19 vs 18 Annee (2019)v(2018)  
 20 20 vs 18 Annee (2018)v(2020)

*Excluded terms*

AnneexStation(Site(Exposition))

*Pooled terms*

Si(Ex)  
 Si(Ex)xAn

*Terms whose SS and df were combined*

Pool Terms  
 Pooled(1) St(Si(Ex)) + Si(Ex)  
 Pooled(2) Res + Si(Ex)xAn

*PERMANOVA table of results*

| Source    | df | SS        | MS        | Pseudo-F | P(perm) | Unique perms |
|-----------|----|-----------|-----------|----------|---------|--------------|
| Ex        | 1  | 0,35961   | 0,35961   | 0,52248  | 0,474   | 998          |
| An        | 2  | 1,6511    | 0,82554   | 3,3254   | 0,053   | 999          |
| Pe        | 1  | 0,13805   | 0,13805   | 0,48736  | 0,499   | 996          |
| 19        | 1  | 0,81314   | 0,81314   | 3,5208   | 0,078   | 997          |
| 20        | 1  | 0,27968   | 0,27968   | 0,95555  | 0,367   | 997          |
| ExxAn     | 2  | 0,8046    | 0,4023    | 1,6205   | 0,207   | 996          |
| ExxPe     | 1  | 0,0037112 | 0,0037112 | 0,013102 | 0,903   | 997          |
| Exx19     | 1  | 0,16575   | 0,16575   | 0,71768  | 0,458   | 998          |
| Exx20     | 1  | 0,3617    | 0,3617    | 1,2358   | 0,305   | 998          |
| Pooled(1) | 17 | 12,032    | 0,70777   | 2,851    | 0,007   | 999          |
| Pooled(2) | 30 | 7,4477    | 0,24826   |          |         |              |
| Total     | 52 | 21,378    |           |          |         |              |

*Details of the expected mean squares (EMS) for the model*

| Source    | EMS   |
|-----------|---|
| Ex        | 1*v(Res) + 2,6474*v(St(Si(Ex))) + 19,45*s(Ex) |
| An        | 1*v(Res) + 13,157*s(An)                       |
| Pe        | 1*v(Res) + 18,04*s(Pe)                        |
| 19        | 1*v(Res) + 13,75*s(19)                        |
| 20        | 1*v(Res) + 12*s(20)                           |
| ExxAn     | 1*v(Res) + 6,5784*s(ExxAn)                    |
| ExxPe     | 1*v(Res) + 9,0202*s(ExxPe)                    |
| Exx19     | 1*v(Res) + 6,875*s(Exx19)                     |
| Exx20     | 1*v(Res) + 6*s(Exx20)                         |
| Pooled(1) | 1*v(Res) + 2,7647*v(St(Si(Ex)))               |
| Pooled(2) | 1*v(Res)                                      |

*Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares*

| Source     | Numerator   | Denominator                            | Num. df | Den. df |
|------------|-------------|--|---------|---------|
| Ex         | 1*Ex        | 0,95758*Pooled(1) + 0,042422*Pooled(2) | 1       | 17,53   |
| An         | 1*An        | 1*Pooled(2)                            | 2       | 30      |
| Pe         | 1*Pe        | 1*Res                                  | 1       | 32      |
| 19         | 1*19        | 1*Res                                  | 1       | 14      |
| 20         | 1*20        | 1*Res                                  | 1       | 14      |
| ExxAn      | 1*ExxAn     | 1*Pooled(2)                            | 2       | 30      |
| ExxPe      | 1*ExxPe     | 1*Res                                  | 1       | 32      |
| Exx19      | 1*Exx19     | 1*Res                                  | 1       | 14      |
| Exx20      | 1*Exx20     | 1*Res                                  | 1       | 14      |
| St(Si(Ex)) | 1*Pooled(1) | 1*Pooled(2)                            | 17      | 30      |

*Estimates of components of variation*

| Source | Estimate  | Sq. root |
|--------|-----------|----------|
| S(Ex)  | -0,016898 | -0,12999 |

|               |            |           |
|---------------|------------|-----------|
| S(An)         | 0,043878   | 0,20947   |
| S(Pe)         | -0,0080491 | -0,089717 |
| S(19)         | 0,042341   | 0,20577   |
| S(20)         | -0,0010843 | -0,032928 |
| S(ExxAn)      | 0,023417   | 0,15303   |
| S(ExxPe)      | -0,030991  | -0,17604  |
| S(Exx19)      | -0,009484  | -0,097386 |
| S(Exx20)      | 0,011502   | 0,10725   |
| V(St(Si(Ex))) | 0,16621    | 0,40769   |
| V(Res)        | 0,24826    | 0,49825   |

#### 2.2.4.4 EVENNESS

##### PERMDISP

##### Exposition Année

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

##### Resemblance worksheet

Name: eucli equitabilite MI no missing

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 6

Number of samples: 32

##### DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 1,2732 df1: 5 df2: 26

P(perm): 0,478

##### PAIRWISE COMPARISONS

| Groups                  | t        | P(perm) |
|-------------------------|----------|---------|
| (Expose2018,Temoin2018) | 2,3881   | 0,055   |
| (Expose2018,Expose2019) | 4,7429   | 0,008   |
| (Expose2018,Temoin2019) | 1,4232   | 0,268   |
| (Expose2018,Expose2020) | 2,0935   | 0,262   |
| (Expose2018,Temoin2020) | 2,0445   | 0,178   |
| (Temoin2018,Expose2019) | 0,45872  | 0,656   |
| (Temoin2018,Temoin2019) | 0,79487  | 0,511   |
| (Temoin2018,Expose2020) | 1,2156   | 0,313   |
| (Temoin2018,Temoin2020) | 0,46309  | 0,652   |
| (Expose2019,Temoin2019) | 0,38885  | 0,838   |
| (Expose2019,Expose2020) | 2,3941   | 0,247   |
| (Expose2019,Temoin2020) | 0,089251 | 0,954   |
| (Temoin2019,Expose2020) | 0,58379  | 0,816   |
| (Temoin2019,Temoin2020) | 0,2729   | 0,829   |
| (Expose2020,Temoin2020) | 0,92702  | 0,696   |

##### MEANS AND STANDARD ERRORS

| Group | Size | Average | SE |
|-------|------|---------|----|
|-------|------|---------|----|

|            |   |         |          |
|------------|---|---------|----------|
| Expose2018 | 4 | 0,24981 | 0,012813 |
| Temoin2018 | 8 | 0,1021  | 0,042269 |
| Expose2019 | 5 | 0,12805 | 0,020349 |
| Temoin2019 | 8 | 0,15229 | 0,046911 |
| Expose2020 | 2 | 0,20957 | 0        |
| Temoin2020 | 5 | 0,13283 | 0,049476 |

### Exposition Période

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

#### Resemblance worksheet

Name: eucli equitabilite MI no missing

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 32

#### DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 1,583 df1: 3 df2: 28

P(perm): 0,299

#### PAIRWISE COMPARISONS

| Groups                     | t       | P(perm) |
|----------------------------|---------|---------|
| (ExposeAvant, TemoinAvant) | 2,3881  | 0,028   |
| (ExposeAvant, ExposeApres) | 1,5458  | 0,224   |
| (ExposeAvant, TemoinApres) | 1,6805  | 0,229   |
| (TemoinAvant, ExposeApres) | 0,98051 | 0,385   |
| (TemoinAvant, TemoinApres) | 0,81632 | 0,498   |
| (ExposeApres, TemoinApres) | 0,26862 | 0,795   |

#### MEANS AND STANDARD ERRORS

| Group       | Size | Average | SE       |
|-------------|------|---------|----------|
| ExposeAvant | 4    | 0,24981 | 0,012813 |
| TemoinAvant | 8    | 0,1021  | 0,042269 |
| ExposeApres | 7    | 0,16081 | 0,041966 |
| TemoinApres | 13   | 0,14607 | 0,033291 |

### PERMANOVA

Permutational MANOVA

#### Resemblance worksheet

Name: eucli equitabilite MI no missing

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Sums of squares type: Type III (partial)

Fixed effects sum to zero for mixed terms

Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model



Number of permutations: 999

#### Factors

| Name       | Abbrev. | Type   | Levels |
|------------|---------|--------|--------|
| Exposition | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site       | Si      | Random | 3      |
| Annee      | An      | Fixed  | 3      |
| Station    | St      | Random | 14     |

#### Contrasts

| Name | Abbrev.  | Factor | Contrast           |
|------|----------|--------|--------------------|
| Pe   | Periode  | Annee  | (2018)v(2019,2020) |
| 19   | 19 vs 18 | Annee  | (2019)v(2018)      |
| 20   | 20 vs 18 | Annee  | (2018)v(2020)      |

#### Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

#### Pooled terms

Si(Ex)  
Si(Ex)xAn

#### Terms whose SS and df were combined

| Pool      | Terms               |
|-----------|---------------------|
| Pooled(1) | St(Si(Ex)) + Si(Ex) |
| Pooled(2) | Res + Si(Ex)xAn     |

#### PERMANOVA table of results

| Source    | df | SS         | MS         | Pseudo-F   | P(perm) | Unique perms |
|-----------|----|------------|------------|------------|---------|--------------|
| Ex        | 1  | 0,0072142  | 0,0072142  | 0,22056    | 0,666   | 998          |
| An        | 2  | 0,035289   | 0,017644   | 0,30392    | 0,757   | 998          |
| Pe        | 1  | 0,029376   | 0,029376   | 0,53725    | 0,478   | 995          |
| 19        | 1  | 0,034241   | 0,034241   | 0,80899    | 0,41    | 997          |
| 20        | 1  | 3,4556E-05 | 3,4556E-05 | 0,00037434 | 0,992   | 999          |
| ExxAn     | 2  | 0,098277   | 0,049139   | 0,84641    | 0,456   | 999          |
| ExxPe     | 1  | 0,036297   | 0,036297   | 0,66384    | 0,434   | 997          |
| Exx19     | 1  | 0,0057443  | 0,0057443  | 0,13572    | 0,742   | 998          |
| Exx20     | 1  | 0,080723   | 0,080723   | 0,87447    | 0,41    | 998          |
| Pooled(1) | 12 | 0,24633    | 0,020527   | 0,35359    | 0,961   | 999          |
| Pooled(2) | 14 | 0,81277    | 0,058055   |            |         |              |
| Total     | 31 | 1,269      |            |            |         |              |

#### Details of the expected mean squares (EMS) for the model

| Source    | EMS   |
|-----------|---|
| Ex        | $1 * V(\text{Res}) + 1,4634 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 9,3659 * S(\text{Ex})$ |
| An        | $1 * V(\text{Res}) + 7,9481 * S(\text{An})$   |
| Pe        | $1 * V(\text{Res}) + 12,133 * S(\text{Pe})$   |
| 19        | $1 * V(\text{Res}) + 10,182 * S(19)$  |
| 20        | $1 * V(\text{Res}) + 5,7143 * S(20)$  |
| ExxAn     | $1 * V(\text{Res}) + 3,974 * S(\text{ExxAn})$   |
| ExxPe     | $1 * V(\text{Res}) + 6,0667 * S(\text{ExxPe})$  |
| Exx19     | $1 * V(\text{Res}) + 5,0909 * S(\text{Exx19})$  |
| Exx20     | $1 * V(\text{Res}) + 2,8571 * S(\text{Exx20})$  |
| Pooled(1) | $1 * V(\text{Res}) + 2,1667 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$                         |
| Pooled(2) | $1 * V(\text{Res})$   |

#### Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares

| Source | Numerator       | Denominator   | Num.df | Den.df |
|--------|-----------------|---|--------|--------|
| Ex     | $1 * \text{Ex}$ | $0,67542 * \text{Pooled}(1) + 0,32458 * \text{Pooled}(2)$ | 1      | 25,85  |
| An     | $1 * \text{An}$ | $1 * \text{Pooled}(2)$                                    | 2      | 14     |

|            |             |             |    |    |
|------------|-------------|-------------|----|----|
| Pe         | 1*Pe        | 1*Res       | 1  | 16 |
| 19         | 1*19        | 1*Res       | 1  | 9  |
| 20         | 1*20        | 1*Res       | 1  | 5  |
| ExxAn      | 1*ExxAn     | 1*Pooled(2) | 2  | 14 |
| ExxPe      | 1*ExxPe     | 1*Res       | 1  | 16 |
| Exx19      | 1*Exx19     | 1*Res       | 1  | 9  |
| Exx20      | 1*Exx20     | 1*Res       | 1  | 5  |
| St(Si(Ex)) | 1*Pooled(1) | 1*Pooled(2) | 12 | 14 |

*Estimates of components of variation*

| Source        | Estimate    | Sq.root   |
|---------------|-------------|-----------|
| S(Ex)         | -0,002722   | -0,052173 |
| S(An)         | -0,0050844  | -0,071305 |
| S(Pe)         | -0,0020853  | -0,045665 |
| S(19)         | -0,00079404 | -0,028179 |
| S(20)         | -0,016148   | -0,12708  |
| S(ExxAn)      | -0,0022437  | -0,047367 |
| S(ExxPe)      | -0,0030297  | -0,055043 |
| S(Exx19)      | -0,0071856  | -0,084768 |
| S(Exx20)      | -0,0040558  | -0,063685 |
| V(St(Si(Ex))) | -0,01732    | -0,13161  |
| V(Res)        | 0,058055    | 0,24095   |

**2.2.4.5 CHIRONOMIDES**

PERMDISP

**Exposition Année**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: eucli chirono MI sht 2018-2020

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 6

Number of samples: 60

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 0,18929 df1: 5 df2: 54

P(perm): 0,996

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                   | t        | P(perm) |
|--------------------------|----------|---------|
| (Expose2018, Temoin2018) | 0,2645   | 0,815   |
| (Expose2018, Expose2019) | 0,14695  | 0,881   |
| (Expose2018, Temoin2019) | 0,3578   | 0,817   |
| (Expose2018, Expose2020) | 0,016488 | 1       |
| (Expose2018, Temoin2020) | 0,79709  | 0,589   |
| (Temoin2018, Expose2019) | 0,033921 | 0,972   |
| (Temoin2018, Temoin2019) | 0,20545  | 0,875   |
| (Temoin2018, Expose2020) | 0,25063  | 0,837   |

|                         |         |       |
|-------------------------|---------|-------|
| (Temoin2018,Temoin2020) | 0,83022 | 0,546 |
| (Expose2019,Temoin2019) | 0,15895 | 0,897 |
| (Expose2019,Expose2020) | 0,13983 | 0,729 |
| (Expose2019,Temoin2020) | 0,59278 | 0,642 |
| (Temoin2019,Expose2020) | 0,34813 | 0,833 |
| (Temoin2019,Temoin2020) | 0,51258 | 0,752 |
| (Expose2020,Temoin2020) | 0,82054 | 0,614 |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group      | Size | Average | SE     |
|------------|------|---------|--------|
| Expose2018 | 5    | 122,9   | 52,819 |
| Temoin2018 | 15   | 111,5   | 18,207 |
| Expose2019 | 5    | 112,85  | 43,429 |
| Temoin2019 | 15   | 105,64  | 21,966 |
| Expose2020 | 5    | 121,74  | 46,422 |
| Temoin2020 | 15   | 92,11   | 14,625 |

**Exposition Période**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: eucli chirono MI sht 2018-2020

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 60

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 0,28346 df1: 3 df2: 56

P(perm): 0,938

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                    | t        | P(perm) |
|---------------------------|----------|---------|
| (ExposeAvant,TemoinAvant) | 0,2645   | 0,835   |
| (ExposeAvant,ExposeApres) | 0,042062 | 0,96    |
| (ExposeAvant,TemoinApres) | 0,62655  | 0,674   |
| (TemoinAvant,ExposeApres) | 0,27969  | 0,862   |
| (TemoinAvant,TemoinApres) | 0,5559   | 0,689   |
| (ExposeApres,TemoinApres) | 0,76734  | 0,648   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group       | Size | Average | SE     |
|-------------|------|---------|--------|
| ExposeAvant | 5    | 122,9   | 52,819 |
| TemoinAvant | 15   | 111,5   | 18,207 |
| ExposeApres | 10   | 120,58  | 29,041 |
| TemoinApres | 30   | 98,873  | 13,225 |

**PERMANOVA**

Permutational MANOVA

*Resemblance worksheet*

Name: eucli chirono MI sht 2018-2020

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Sums of squares type: Type III (partial)

Fixed effects sum to zero for mixed terms

Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model

Number of permutations: 999

#### Factors

| Name       | Abbrev. | Type   | Levels |
|------------|---------|--------|--------|
| Exposition | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site       | Si      | Random | 4      |
| Annee      | An      | Fixed  | 3      |
| Station    | St      | Random | 20     |

#### Contrasts

| Name | Abbrev.  | Factor | Contrast           |
|------|----------|--------|--------------------|
| Pe   | Periode  | Annee  | (2018)v(2019,2020) |
| 19   | 19 vs 18 | Annee  | (2019)v(2018)      |
| 20   | 20 vs 18 | Annee  | (2018)v(2020)      |

#### Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

#### Pooled terms

Si(Ex)

Si(Ex)xAn

#### Terms whose SS and df were combined

| Pool      | Terms               |
|-----------|---------------------|
| Pooled(1) | St(Si(Ex)) + Si(Ex) |
| Pooled(2) | Res + Si(Ex)xAn     |

#### PERMANOVA table of results

| Source    | df | SS         | MS     | Pseudo-F | P(perm) | Unique perms |
|-----------|----|------------|--------|----------|---------|--------------|
| Ex        | 1  | 34121      | 34121  | 1,2106   | 0,318   | 398          |
| An        | 2  | 65011      | 32506  | 2,1689   | 0,12    | 998          |
| Pe        | 1  | 58815      | 58815  | 4,0874   | 0,058   | 998          |
| 19        | 1  | 29127      | 29127  | 2,0656   | 0,168   | 995          |
| 20        | 1  | 62193      | 62193  | 3,6929   | 0,071   | 997          |
| ExxAn     | 2  | 18716      | 9358,2 | 0,62441  | 0,528   | 999          |
| ExxPe     | 1  | 18590      | 18590  | 1,2919   | 0,278   | 998          |
| Exx19     | 1  | 12646      | 12646  | 0,8968   | 0,37    | 999          |
| Exx20     | 1  | 15302      | 15302  | 0,90859  | 0,336   | 996          |
| Pooled(1) | 18 | 5,0735E+05 | 28186  | 1,8807   | 0,057   | 999          |
| Pooled(2) | 36 | 5,3954E+05 | 14987  |          |         |              |
| Total     | 59 | 1,1474E+06 |        |          |         |              |

#### Details of the expected mean squares (EMS) for the model

| Source | EMS  |
|--------|--|
| Ex     | $1 * V(\text{Res}) + 3 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 22,5 * S(\text{Ex})$ |
| An     | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(\text{An})$  |
| Pe     | $1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Pe})$  |
| 19     | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(19)$   |
| 20     | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(20)$   |
| ExxAn  | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{ExxAn})$  |

ExxPe  $1 \cdot V(\text{Res}) + 10 \cdot S(\text{ExxPe})$   
 Exx19  $1 \cdot V(\text{Res}) + 7,5 \cdot S(\text{Exx19})$   
 Exx20  $1 \cdot V(\text{Res}) + 7,5 \cdot S(\text{Exx20})$   
 Pooled(1)  $1 \cdot V(\text{Res}) + 3 \cdot V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$   
 Pooled(2)  $1 \cdot V(\text{Res})$

*Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares*

| Source     | Numerator   | Denominator | Num. df | Den. df |
|------------|-------------|-------------|---------|---------|
| Ex         | 1*Ex        | 1*Pooled(1) | 1       | 18      |
| An         | 1*An        | 1*Pooled(2) | 2       | 36      |
| Pe         | 1*Pe        | 1*Res       | 1       | 38      |
| 19         | 1*19        | 1*Res       | 1       | 18      |
| 20         | 1*20        | 1*Res       | 1       | 18      |
| ExxAn      | 1*ExxAn     | 1*Pooled(2) | 2       | 36      |
| ExxPe      | 1*ExxPe     | 1*Res       | 1       | 38      |
| Exx19      | 1*Exx19     | 1*Res       | 1       | 18      |
| Exx20      | 1*Exx20     | 1*Res       | 1       | 18      |
| St(Si(Ex)) | 1*Pooled(1) | 1*Pooled(2) | 18      | 36      |

*Estimates of components of variation*

| Source        | Estimate | Sq. root |
|---------------|----------|----------|
| S(Ex)         | 263,77   | 16,241   |
| S(An)         | 1167,9   | 34,174   |
| S(Pe)         | 2221,3   | 47,13    |
| S(19)         | 1001,7   | 31,65    |
| S(20)         | 3023,5   | 54,986   |
| S(ExxAn)      | -750,55  | -27,396  |
| S(ExxPe)      | 420,06   | 20,495   |
| S(Exx19)      | -194,03  | -13,93   |
| S(Exx20)      | -205,26  | -14,327  |
| V(St(Si(Ex))) | 4399,6   | 66,33    |
| V(Res)        | 14987    | 122,42   |

## 2.2.4.6 EPT

### PERMDISP

#### Exposition Année

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: eucli EPT MI 2018-2020

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 6

Number of samples: 60

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 5,0094 df1: 5 df2: 54

P(perm): 0,115

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                  | t       | P(perm) |
|-------------------------|---------|---------|
| (Expose2018,Temoi2018)  | 1,8873  | 0,234   |
| (Expose2018,Expose2019) | 2,6667  | 0,008   |
| (Expose2018,Temoi2019)  | ∞       | 0,001   |
| (Expose2018,Expose2020) | NaN     | 0,001   |
| (Expose2018,Temoi2020)  | 3,1193  | 0,06    |
| (Temoi2018,Expose2019)  | 0,82351 | 0,709   |
| (Temoi2018,Temoi2019)   | 3,329   | 0,001   |
| (Temoi2018,Expose2020)  | 1,8873  | 0,286   |
| (Temoi2018,Temoi2020)   | 0,69648 | 0,824   |
| (Expose2019,Temoi2019)  | 4,899   | 0,001   |
| (Expose2019,Expose2020) | 2,6667  | 0,009   |
| (Expose2019,Temoi2020)  | 0,79394 | 0,58    |
| (Temoi2019,Expose2020)  | ∞       | 0,001   |
| (Temoi2019,Temoi2020)   | 5,5018  | 0,001   |
| (Expose2020,Temoi2020)  | 3,1193  | 0,044   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group      | Size | Average    | SE     |
|------------|------|------------|--------|
| Expose2018 | 5    | 0          | 0      |
| Temoi2018  | 15   | 8,3736     | 2,5154 |
| Expose2019 | 5    | 4,6377     | 1,7391 |
| Temoi2019  | 15   | 4,4409E-16 | 0      |
| Expose2020 | 5    | 0          | 0      |
| Temoi2020  | 15   | 6,4412     | 1,1707 |

**Exposition Période**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: eucli EPT MI 2018-2020

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 60

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 3,3598 df1: 3 df2: 56

P(perm): 0,362

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                    | t       | P(perm) |
|---------------------------|---------|---------|
| (ExposeAvant,TemoiAvant)  | 1,8873  | 0,239   |
| (ExposeAvant,ExposeApres) | 1,5612  | 0,326   |
| (ExposeAvant,TemoiApres)  | 1,9562  | 0,139   |
| (TemoiAvant,ExposeApres)  | 1,7787  | 0,406   |
| (TemoiAvant,TemoiApres)   | 2,0535  | 0,304   |
| (ExposeApres,TemoiApres)  | 0,89156 | 0,614   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group       | Size | Average | SE |
|-------------|------|---------|----|
| ExposeAvant | 5    | 0       | 0  |

|             |    |        |         |
|-------------|----|--------|---------|
| TemoinAvant | 15 | 8,3736 | 2,5154  |
| ExposeApres | 10 | 2,6087 | 1,1594  |
| TemoinApres | 30 | 4,0258 | 0,82976 |

## PERMANOVA

## Permutational MANOVA

*Resemblance worksheet*

Name: eucli EPT MI 2018-2020

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Sums of squares type: Type III (partial)

Fixed effects sum to zero for mixed terms

Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model

Number of permutations: 999

*Factors*

| Name       | Abbrev. | Type   | Levels |
|------------|---------|--------|--------|
| Exposition | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site       | Si      | Random | 4      |
| Annee      | An      | Fixed  | 3      |
| Station    | St      | Random | 20     |

*Contrasts*

| Name | Abbrev.  | Factor | Contrast           |
|------|----------|--------|--------------------|
| Pe   | Periode  | Annee  | (2018)v(2019,2020) |
| 19   | 19 vs 18 | Annee  | (2019)v(2018)      |
| 20   | 20 vs 18 | Annee  | (2018)v(2020)      |

*Excluded terms*

AnneexStation(Site(Exposition))

*Pooled terms*

Si(Ex)

Si(Ex)xAn

*Terms whose SS and df were combined*

| Pool      | Terms               |
|-----------|---------------------|
| Pooled(1) | St(Si(Ex)) + Si(Ex) |
| Pooled(2) | Res + Si(Ex)xAn     |

*PERMANOVA table of results*

| Source    | df | SS          | MS          | Pseudo-F   | P(perm) | Unique perms |
|-----------|----|-------------|-------------|------------|---------|--------------|
| Ex        | 1  | 57,178      | 57,178      | 1,1193     | 0,399   | 9            |
| An        | 2  | 9,3351      | 4,6676      | 0,066176   | 0,922   | 999          |
| Pe        | 1  | 2,3338      | 2,3338      | 0,032423   | 0,844   | 995          |
| 19        | 1  | 7,0013      | 7,0013      | 0,098901   | 0,766   | 945          |
| 20        | 1  | 9,3892E-13  | 9,3892E-13  | 1,0474E-14 | 1       | 823          |
| ExxAn     | 2  | 149,36      | 74,681      | 1,0588     | 0,391   | 999          |
| ExxPe     | 1  | 37,34       | 37,34       | 0,51877    | 0,485   | 995          |
| Exx19     | 1  | 112,02      | 112,02      | 1,5824     | 0,233   | 941          |
| Exx20     | 1  | -1,0972E-13 | -1,0972E-13 | Negative   |         |              |
| Pooled(1) | 18 | 919,51      | 51,084      | 0,72426    | 0,817   | 999          |
| Pooled(2) | 36 | 2539,1      | 70,532      |            |         |              |
| Total     | 59 | 3777,2      |             |            |         |              |

*Details of the expected mean squares (EMS) for the model*

| Source    | EMS  |
|-----------|--|
| Ex        | $1 * V(\text{Res}) + 3 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 22,5 * S(\text{Ex})$ |
| An        | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(\text{An})$  |
| Pe        | $1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Pe})$  |
| 19        | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(19)$   |
| 20        | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(20)$   |
| ExxAn     | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{ExxAn})$  |
| ExxPe     | $1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxPe})$   |
| Exx19     | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx19})$  |
| Exx20     | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx20})$  |
| Pooled(1) | $1 * V(\text{Res}) + 3 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$                       |
| Pooled(2) | $1 * V(\text{Res})$  |

*Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares*

| Source     | Numerator   | Denominator | Num.df | Den.df |
|------------|-------------|-------------|--------|--------|
| Ex         | 1*Ex        | 1*Pooled(1) | 1      | 18     |
| An         | 1*An        | 1*Pooled(2) | 2      | 36     |
| Pe         | 1*Pe        | 1*Res       | 1      | 38     |
| 19         | 1*19        | 1*Res       | 1      | 18     |
| 20         | 1*20        | 1*Res       | 1      | 18     |
| ExxAn      | 1*ExxAn     | 1*Pooled(2) | 2      | 36     |
| ExxPe      | 1*ExxPe     | 1*Res       | 1      | 38     |
| Exx19      | 1*Exx19     | 1*Res       | 1      | 18     |
| Exx20      | 1*Exx20     | 1*Res       | 1      | 18     |
| St(Si(Ex)) | 1*Pooled(1) | 1*Pooled(2) | 18     | 36     |

*Estimates of components of variation*

| Source        | Estimate | Sq.root |
|---------------|----------|---------|
| S(Ex)         | 0,27083  | 0,52042 |
| S(An)         | -4,391   | -2,0955 |
| S(Pe)         | -3,4822  | -1,8661 |
| S(19)         | -4,2527  | -2,0622 |
| S(20)         | -7,3903  | -2,7185 |
| S(ExxAn)      | 0,55319  | 0,74377 |
| S(ExxPe)      | -3,4638  | -1,8611 |
| S(Exx19)      | 5,4973   | 2,3446  |
| S(Exx20)      | -14,781  | -3,8446 |
| V(St(Si(Ex))) | -6,4827  | -2,5461 |
| V(Res)        | 70,532   | 8,3983  |

**2.2.4.7 EPT/C**

PERMDISP

**Exposition Année**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: eucli EPTC MI sht 2018-2020

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999



Number of groups: 6  
Number of samples: 51

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 8,1496 df1: 5 df2: 45

P(perm): 0,04

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                  | t      | P(perm) |
|-------------------------|--------|---------|
| (Expose2018,Temoïn2018) | 2,0622 | 0,316   |
| (Expose2018,Expose2019) | 2,6667 | 0,013   |
| (Expose2018,Temoïn2019) | ∞      | 0,001   |
| (Expose2018,Expose2020) | NaN    | 0,001   |
| (Expose2018,Temoïn2020) | 2,3733 | 0,052   |
| (Temoïn2018,Expose2019) | 1,4895 | 0,629   |
| (Temoïn2018,Temoïn2019) | 3,4034 | 0,001   |
| (Temoïn2018,Expose2020) | 1,8356 | 0,275   |
| (Temoïn2018,Temoïn2020) | 3,3463 | 0,001   |
| (Expose2019,Temoïn2019) | 4,5325 | 0,001   |
| (Expose2019,Expose2020) | 2,3518 | 0,083   |
| (Expose2019,Temoïn2020) | 2,3334 | 0,061   |
| (Temoïn2019,Expose2020) | ∞      | 0,001   |
| (Temoïn2019,Temoïn2020) | 3,8998 | 0,001   |
| (Expose2020,Temoïn2020) | 2,115  | 0,201   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group      | Size | Average    | SE        |
|------------|------|------------|-----------|
| Expose2018 | 5    | 0          | 0         |
| Temoïn2018 | 11   | 0,042149   | 0,013519  |
| Expose2019 | 5    | 0,011429   | 0,0042857 |
| Temoïn2019 | 13   | 5,5511E-17 | 0         |
| Expose2020 | 4    | 0          | 0         |
| Temoïn2020 | 13   | 0,68047    | 0,17449   |

**Exposition Période**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: eucli EPTC MI sht 2018-2020

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 51

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 4,1324 df1: 3 df2: 47

P(perm): 0,197

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                    | t      | P(perm) |
|---------------------------|--------|---------|
| (ExposeAvant,TemoïnAvant) | 2,0622 | 0,318   |

|                            |        |       |
|----------------------------|--------|-------|
| (ExposeAvant, ExposeApres) | 1,673  | 0,386 |
| (ExposeAvant, TemoiApres)  | 1,668  | 0,156 |
| (TemoiAvant, ExposeApres)  | 2,2974 | 0,169 |
| (TemoiAvant, TemoiApres)   | 2,238  | 0,104 |
| (ExposeApres, TemoiApres)  | 2,2092 | 0,104 |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group       | Size | Average   | SE        |
|-------------|------|-----------|-----------|
| ExposeAvant | 5    | 0         | 0         |
| TemoiAvant  | 11   | 0,042149  | 0,013519  |
| ExposeApres | 9    | 0,0070547 | 0,0030864 |
| TemoiApres  | 26   | 0,42456   | 0,1101    |

## PERMANOVA

## Permutational MANOVA

*Resemblance worksheet*

Name: eucli EPTC MI sht 2018-2020

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Sums of squares type: Type III (partial)

Fixed effects sum to zero for mixed terms

Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model

Number of permutations: 999

*Factors*

| Name       | Abbrev. | Type   | Levels |
|------------|---------|--------|--------|
| Exposition | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site       | Si      | Random | 4      |
| Annee      | An      | Fixed  | 3      |
| Station    | St      | Random | 19     |

*Contrasts*

| Name | Abbrev.  | Factor | Contrast           |
|------|----------|--------|--------------------|
| Pe   | Periode  | Annee  | (2018)v(2019,2020) |
| 19   | 19 vs 18 | Annee  | (2019)v(2018)      |
| 20   | 20 vs 18 | Annee  | (2018)v(2020)      |

*Excluded terms*

AnneexStation(Site(Exposition))

*Pooled terms*

Si(Ex)

Si(Ex)xAn

*Terms whose SS and df were combined*

| Pool      | Terms               |
|-----------|---------------------|
| Pooled(1) | St(Si(Ex)) + Si(Ex) |
| Pooled(2) | Res + Si(Ex)xAn     |

*PERMANOVA table of results*

| Source | df | SS      | MS      | Pseudo-F | P(perm) | Unique perms |
|--------|----|---------|---------|----------|---------|--------------|
| Ex     | 1  | 0       | 0       | No test  |         |              |
| An     | 2  | 0,60088 | 0,30044 | 1,1756   | 0,318   | 998          |

|           |    |         |         |         |       |     |
|-----------|----|---------|---------|---------|-------|-----|
| Pe        | 1  | 0       | 0       | No test |       |     |
| 19        | 1  | 0       | 0       | No test |       |     |
| 20        | 1  | 0       | 0       | No test |       |     |
| ExxAn     | 2  | 0,61903 | 0,30952 | 1,2111  | 0,292 | 999 |
| ExxPe     | 1  | 0       | 0       | No test |       |     |
| Exx19     | 1  | 0       | 0       | No test |       |     |
| Exx20     | 1  | 0       | 0       | No test |       |     |
| Pooled(1) | 17 | 3,6543  | 0,21496 | 0,84114 | 0,644 | 997 |
| Pooled(2) | 28 | 7,1556  | 0,25556 |         |       |     |
| Total     | 50 | 13,406  |         |         |       |     |

*Details of the expected mean squares (EMS) for the model*

| Source    | EMS   |
|-----------|---|
| Ex        |   |
| An        | $1 * V(\text{Res}) + 12,822 * S(\text{An})$                       |
| Pe        |   |
| 19        |   |
| 20        |   |
| ExxAn     | $1 * V(\text{Res}) + 6,411 * S(\text{ExxAn})$                     |
| ExxPe     |   |
| Exx19     |   |
| Exx20     |   |
| Pooled(1) | $1 * V(\text{Res}) + 2,6471 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$ |
| Pooled(2) | $1 * V(\text{Res})$   |

*Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares*

| Source     | Numerator              | Denominator            | Num.df | Den.df |
|------------|------------------------|------------------------|--------|--------|
| Ex         |                        |                        | 0      | 0      |
| An         | $1 * \text{An}$        | $1 * \text{Pooled}(2)$ | 2      | 28     |
| Pe         |                        |                        | 0      | 0      |
| 19         |                        |                        | 0      | 0      |
| 20         |                        |                        | 0      | 0      |
| ExxAn      | $1 * \text{ExxAn}$     | $1 * \text{Pooled}(2)$ | 2      | 28     |
| ExxPe      |                        |                        | 0      | 0      |
| Exx19      |                        |                        | 0      | 0      |
| Exx20      |                        |                        | 0      | 0      |
| St(Si(Ex)) | $1 * \text{Pooled}(1)$ | $1 * \text{Pooled}(2)$ | 17     | 28     |

*Estimates of components of variation*

| Source        | Estimate  | Sq. root |
|---------------|-----------|----------|
| S(Ex)         | No test   |          |
| S(An)         | 0,0035004 | 0,059164 |
| S(Pe)         | No test   |          |
| S(19)         | No test   |          |
| S(20)         | No test   |          |
| S(ExxAn)      | 0,0084166 | 0,091742 |
| S(ExxPe)      | No test   |          |
| S(Exx19)      | No test   |          |
| S(Exx20)      | No test   |          |
| V(St(Si(Ex))) | -0,015337 | -0,12384 |
| V(Res)        | 0,25556   | 0,50553  |

**2.2.4.8 CONTRIBUTION DOMINANTS**

## PERMDISP

**Exposition Année**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: eucli dominants MI sht 2018-2020

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 6

Number of samples: 53

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 2,4842 df1: 5 df2: 47

P(perm): 0,165

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                  | t        | P(perm) |
|-------------------------|----------|---------|
| (Expose2018,Temoin2018) | 2,141    | 0,048   |
| (Expose2018,Expose2019) | 2,538    | 0,036   |
| (Expose2018,Temoin2019) | 0,22395  | 0,854   |
| (Expose2018,Expose2020) | 1,878    | 0,203   |
| (Expose2018,Temoin2020) | 0,017289 | 0,997   |
| (Temoin2018,Expose2019) | 0,21066  | 0,841   |
| (Temoin2018,Temoin2019) | 2,5312   | 0,025   |
| (Temoin2018,Expose2020) | 0,21901  | 0,911   |
| (Temoin2018,Temoin2020) | 2,35     | 0,092   |
| (Expose2019,Temoin2019) | 2,0066   | 0,065   |
| (Expose2019,Expose2020) | 0,046705 | 0,948   |
| (Expose2019,Temoin2020) | 1,643    | 0,295   |
| (Temoin2019,Expose2020) | 1,6648   | 0,208   |
| (Temoin2019,Temoin2020) | 0,21168  | 0,869   |
| (Expose2020,Temoin2020) | 1,3973   | 0,349   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group      | Size | Average | SE     |
|------------|------|---------|--------|
| Expose2018 | 5    | 20,8    | 2,8    |
| Temoin2018 | 12   | 10,452  | 2,8601 |
| Expose2019 | 5    | 11,453  | 2,3924 |
| Temoin2019 | 13   | 19,844  | 2,3964 |
| Expose2020 | 4    | 11,667  | 4,1944 |
| Temoin2020 | 14   | 20,702  | 3,2054 |

**Exposition Période**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: eucli dominants MI sht 2018-2020

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 53

#### DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 3,8054 df1: 3 df2: 49

P(perm): 0,066

#### PAIRWISE COMPARISONS

| Groups                     | t        | P(perm) |
|----------------------------|----------|---------|
| (ExposeAvant, TemoinAvant) | 2,141    | 0,065   |
| (ExposeAvant, ExposeApres) | 0,91326  | 0,381   |
| (ExposeAvant, TemoinApres) | 0,031759 | 0,979   |
| (TemoinAvant, ExposeApres) | 1,5865   | 0,115   |
| (TemoinAvant, TemoinApres) | 3,1316   | 0,016   |
| (ExposeApres, TemoinApres) | 1,1309   | 0,339   |

#### MEANS AND STANDARD ERRORS

| Group       | Size | Average | SE     |
|-------------|------|---------|--------|
| ExposeAvant | 5    | 20,8    | 2,8    |
| TemoinAvant | 12   | 10,452  | 2,8601 |
| ExposeApres | 9    | 16,915  | 2,742  |
| TemoinApres | 27   | 20,942  | 1,837  |

#### PERMANOVA

##### Permutational MANOVA

##### Resemblance worksheet

Name: eucli dominants MI sht 2018-2020

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Sums of squares type: Type III (partial)

Fixed effects sum to zero for mixed terms

Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model

Number of permutations: 999

##### Factors

| Name       | Abbrev. | Type   | Levels |
|------------|---------|--------|--------|
| Exposition | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site       | Si      | Random | 4      |
| Annee      | An      | Fixed  | 3      |
| Station    | St      | Random | 19     |

##### Contrasts

| Name | Abbrev.  | Factor | Contrast           |
|------|----------|--------|--------------------|
| Pe   | Periode  | Annee  | (2018)v(2019,2020) |
| 19   | 19 vs 18 | Annee  | (2019)v(2018)      |
| 20   | 20 vs 18 | Annee  | (2018)v(2020)      |

##### Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

##### Pooled terms

Si(Ex)

Si(Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

| Pool      | Terms               |
|-----------|---------------------|
| Pooled(1) | St(Si(Ex)) + Si(Ex) |
| Pooled(2) | Res + Si(Ex)xAn     |

PERMANOVA table of results

| Source    | df | SS     | MS     | Pseudo-F | P(perm) | Unique perms |
|-----------|----|--------|--------|----------|---------|--------------|
| Ex        | 1  | 523,05 | 523,05 | 0,88343  | 0,355   | 998          |
| An        | 2  | 2028,1 | 1014   | 3,0859   | 0,062   | 999          |
| Pe        | 1  | 119,79 | 119,79 | 0,32402  | 0,54    | 997          |
| 19        | 1  | 928,16 | 928,16 | 2,6523   | 0,151   | 996          |
| 20        | 1  | 411,97 | 411,97 | 1,2045   | 0,29    | 998          |
| ExxAn     | 2  | 959,34 | 479,67 | 1,4597   | 0,268   | 999          |
| ExxPe     | 1  | 81,965 | 81,965 | 0,22171  | 0,652   | 997          |
| Exx19     | 1  | 8,8248 | 8,8248 | 0,025217 | 0,874   | 998          |
| Exx20     | 1  | 823,27 | 823,27 | 2,407    | 0,163   | 994          |
| Pooled(1) | 17 | 10264  | 603,74 | 1,8373   | 0,061   | 997          |
| Pooled(2) | 30 | 9858,2 | 328,61 |          |         |              |
| Total     | 52 | 22601  |        |          |         |              |

Details of the expected mean squares (EMS) for the model

| Source    | EMS   |
|-----------|---|
| Ex        | 1*v(Res) + 2,6474*v(St(Si(Ex))) + 19,45*s(Ex) |
| An        | 1*v(Res) + 13,157*s(An)                       |
| Pe        | 1*v(Res) + 18,04*s(Pe)                        |
| 19        | 1*v(Res) + 13,75*s(19)                        |
| 20        | 1*v(Res) + 12*s(20)                           |
| ExxAn     | 1*v(Res) + 6,5784*s(ExxAn)                    |
| ExxPe     | 1*v(Res) + 9,0202*s(ExxPe)                    |
| Exx19     | 1*v(Res) + 6,875*s(Exx19)                     |
| Exx20     | 1*v(Res) + 6*s(Exx20)                         |
| Pooled(1) | 1*v(Res) + 2,7647*v(St(Si(Ex)))               |
| Pooled(2) | 1*v(Res)                                      |

Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares

| Source     | Numerator   | Denominator                            | Num. df | Den. df |
|------------|-------------|--|---------|---------|
| Ex         | 1*Ex        | 0,95758*Pooled(1) + 0,042422*Pooled(2) | 1       | 17,82   |
| An         | 1*An        | 1*Pooled(2)                            | 2       | 30      |
| Pe         | 1*Pe        | 1*Res                                  | 1       | 32      |
| 19         | 1*19        | 1*Res                                  | 1       | 14      |
| 20         | 1*20        | 1*Res                                  | 1       | 14      |
| ExxAn      | 1*ExxAn     | 1*Pooled(2)                            | 2       | 30      |
| ExxPe      | 1*ExxPe     | 1*Res                                  | 1       | 32      |
| Exx19      | 1*Exx19     | 1*Res                                  | 1       | 14      |
| Exx20      | 1*Exx20     | 1*Res                                  | 1       | 14      |
| St(Si(Ex)) | 1*Pooled(1) | 1*Pooled(2)                            | 17      | 30      |

Estimates of components of variation

| Source        | Estimate | Sq. root |
|---------------|----------|----------|
| S(Ex)         | -3,5485  | -1,8837  |
| S(An)         | 52,097   | 7,2178   |
| S(Pe)         | -13,853  | -3,7219  |
| S(19)         | 42,052   | 6,4847   |
| S(20)         | 5,8282   | 2,4142   |
| S(ExxAn)      | 22,964   | 4,792    |
| S(ExxPe)      | -31,899  | -5,6479  |
| S(Exx19)      | -49,618  | -7,044   |
| S(Exx20)      | 80,206   | 8,9558   |
| V(St(Si(Ex))) | 99,515   | 9,9757   |
| V(Res)        | 328,61   | 18,128   |

## 2.3 ZONE PROFONDE

### 2.3.1 STRUCTURE DES COMMUNAUTÉS

#### 2.3.1.1 PERMANOVA

##### Permutational MANOVA

###### *Resemblance worksheet*

Name: BC PF structure

Data type: Similarity

Selection: All

Transform: Fourth root

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

Sums of squares type: Type III (partial)

Fixed effects sum to zero for mixed terms

Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model

Number of permutations: 999

###### *Factors*

| Name       | Abbrev. | Type   | Levels |
|------------|---------|--------|--------|
| Exposition | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site       | Si      | Random | 4      |
| Annee      | An      | Fixed  | 3      |
| Station    | St      | Random | 20     |

###### *Contrasts*

| Name | Abbrev.       | Factor | Contrast           |
|------|---------------|--------|--------------------|
| 201  | 2018 vs 19-20 | Annee  | (2019,2020)v(2018) |
| 19   | 19vs18        | Annee  | (2018)v(2019)      |
| 20v  | 20vs18        | Annee  | (2018)v(2020)      |

###### *Excluded terms*

AnneexStation(Site(Exposition))

###### *Pooled terms*

Si(Ex)

Si(Ex)xAn

###### *Terms whose SS and df were combined*

| Pool      | Terms               |
|-----------|---------------------|
| Pooled(1) | St(Si(Ex)) + Si(Ex) |
| Pooled(2) | Res + Si(Ex)xAn     |

###### *PERMANOVA table of results*

| Source | df | SS     | MS     | Pseudo-F | P(perm) | Unique perms |
|--------|----|--------|--------|----------|---------|--------------|
| Ex     | 1  | 2390,6 | 2390,6 | 1,7311   | 0,142   | 963          |
| An     | 2  | 4666,7 | 2333,4 | 2,5652   | 0,005   | 998          |
| 201    | 1  | 3650,3 | 3650,3 | 3,9047   | 0,005   | 999          |
| 19     | 1  | 3698,7 | 3698,7 | 3,4441   | 0,007   | 999          |
| 20v    | 1  | 2284,9 | 2284,9 | 2,2952   | 0,077   | 999          |
| ExxAn  | 2  | 2716,3 | 1358,2 | 1,4931   | 0,145   | 998          |

|           |    |        |        |        |       |     |
|-----------|----|--------|--------|--------|-------|-----|
| Exx201    | 1  | 1510,9 | 1510,9 | 1,6162 | 0,161 | 999 |
| Exx19     | 1  | 1802,6 | 1802,6 | 1,6785 | 0,181 | 999 |
| Exx20v    | 1  | 1066,5 | 1066,5 | 1,0713 | 0,382 | 999 |
| Pooled(1) | 18 | 24858  | 1381   | 1,5182 | 0,008 | 998 |
| Pooled(2) | 36 | 32747  | 909,64 |        |       |     |
| Total     | 59 | 68551  |        |        |       |     |

*Details of the expected mean squares (EMS) for the model*

|           |  |
|-----------|--|
| Source    | EMS  |
| Ex        | $1 * V(\text{Res}) + 3 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 22,5 * S(\text{Ex})$ |
| An        | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(\text{An})$  |
| 201       | $1 * V(\text{Res}) + 20 * S(201)$  |
| 19        | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(19)$   |
| 20v       | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(20v)$  |
| ExxAn     | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{ExxAn})$  |
| Exx201    | $1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{Exx201})$  |
| Exx19     | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx19})$  |
| Exx20v    | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx20v})$                                       |
| Pooled(1) | $1 * V(\text{Res}) + 3 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$                       |
| Pooled(2) | $1 * V(\text{Res})$  |

*Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares*

| Source     | Numerator   | Denominator | Num.df | Den.df |
|------------|-------------|-------------|--------|--------|
| Ex         | 1*Ex        | 1*Pooled(1) | 1      | 18     |
| An         | 1*An        | 1*Pooled(2) | 2      | 36     |
| 201        | 1*201       | 1*Res       | 1      | 38     |
| 19         | 1*19        | 1*Res       | 1      | 18     |
| 20v        | 1*20v       | 1*Res       | 1      | 18     |
| ExxAn      | 1*ExxAn     | 1*Pooled(2) | 2      | 36     |
| Exx201     | 1*Exx201    | 1*Res       | 1      | 38     |
| Exx19      | 1*Exx19     | 1*Res       | 1      | 18     |
| Exx20v     | 1*Exx20v    | 1*Res       | 1      | 18     |
| St(Si(Ex)) | 1*Pooled(1) | 1*Pooled(2) | 18     | 36     |

*Estimates of components of variation*

| Source        | Estimate | Sq.root |
|---------------|----------|---------|
| S(Ex)         | 44,871   | 6,6986  |
| S(An)         | 94,916   | 9,7425  |
| S(201)        | 135,77   | 11,652  |
| S(19)         | 174,99   | 13,228  |
| S(20v)        | 85,959   | 9,2714  |
| S(ExxAn)      | 59,804   | 7,7333  |
| S(Exx201)     | 57,61    | 7,5901  |
| S(Exx19)      | 97,16    | 9,857   |
| S(Exx20v)     | 9,4612   | 3,0759  |
| V(St(Si(Ex))) | 157,12   | 12,535  |
| V(Res)        | 909,64   | 30,16   |

**2.3.1.2 PERMDISP****EXPOSITION ANNÉE****Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions***Resemblance worksheet*

Name: BC PF structure

Data type: Similarity

Selection: All

Transform: Fourth root



Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 6

Number of samples: 60

#### DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 4,9821 df1: 5 df2: 54

P(perm): 0,003

#### PAIRWISE COMPARISONS

| Groups                  | t       | P(perm) |
|-------------------------|---------|---------|
| (Expose2018,Temoi2018)  | 3,1784  | 0,008   |
| (Expose2018,Expose2019) | 0,48429 | 0,688   |
| (Expose2018,Temoi2019)  | 0,89761 | 0,452   |
| (Expose2018,Expose2020) | 1,4131  | 0,173   |
| (Expose2018,Temoi2020)  | 2,1387  | 0,13    |
| (Temoi2018,Expose2019)  | 2,4006  | 0,035   |
| (Temoi2018,Temoi2019)   | 2,8166  | 0,012   |
| (Temoi2018,Expose2020)  | 4,1398  | 0,001   |
| (Temoi2018,Temoi2020)   | 1,8621  | 0,107   |
| (Expose2019,Temoi2019)  | 0,35993 | 0,743   |
| (Expose2019,Expose2020) | 1,3676  | 0,253   |
| (Expose2019,Temoi2020)  | 1,3398  | 0,343   |
| (Temoi2019,Expose2020)  | 1,8344  | 0,125   |
| (Temoi2019,Temoi2020)   | 1,2151  | 0,307   |
| (Expose2020,Temoi2020)  | 3,26    | 0,013   |

#### MEANS AND STANDARD ERRORS

| Group      | Size | Average | SE     |
|------------|------|---------|--------|
| Expose2018 | 5    | 21,264  | 2,4201 |
| Temoi2018  | 15   | 37,645  | 2,825  |
| Expose2019 | 5    | 23,979  | 5,0574 |
| Temoi2019  | 15   | 26,107  | 2,9666 |
| Expose2020 | 5    | 16,136  | 2,7043 |
| Temoi2020  | 15   | 30,744  | 2,3994 |

#### EXPOSITION PÉRIODE

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

##### Resemblance worksheet

Name: BC PF structure

Data type: Similarity

Selection: All

Transform: Fourth root

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 60

#### DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 6,973 df1: 3 df2: 56  
 P(perm): 0,003

*PAIRWISE COMPARISONS*

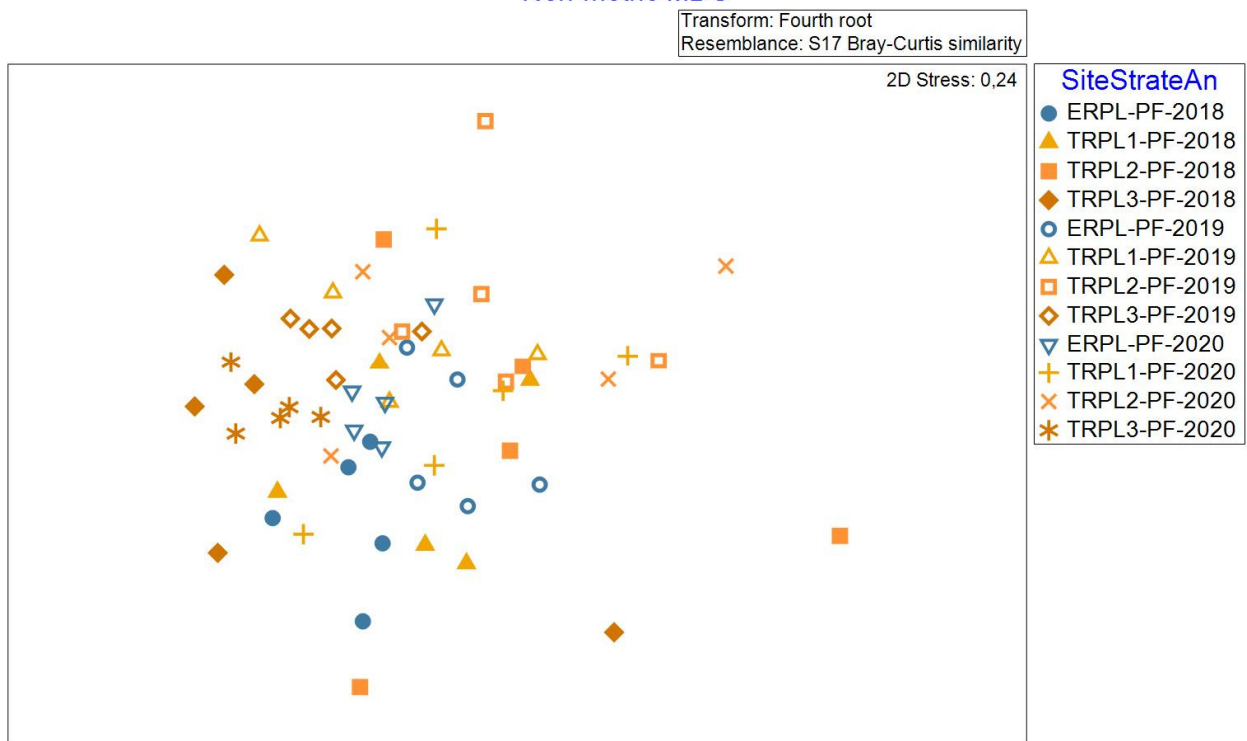
| Groups                     | t       | P(perm) |
|----------------------------|---------|---------|
| (ExposeAvant, TemoinAvant) | 3,1784  | 0,008   |
| (ExposeAvant, ExposeApres) | 0,30321 | 0,798   |
| (ExposeAvant, TemoinApres) | 2,0311  | 0,133   |
| (TemoinAvant, ExposeApres) | 3,7253  | 0,001   |
| (TemoinAvant, TemoinApres) | 2,4736  | 0,03    |
| (ExposeApres, TemoinApres) | 2,2689  | 0,061   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group       | Size | Average | SE     |
|-------------|------|---------|--------|
| ExposeAvant | 5    | 21,264  | 2,4201 |
| TemoinAvant | 15   | 37,645  | 2,825  |
| ExposeApres | 10   | 22,502  | 2,5919 |
| TemoinApres | 30   | 29,96   | 1,6867 |

2.3.1.3 NMDS

Non-metric MDS



2.3.1.4 SIMPER

Similarity Percentages - species contributions

One-Way Analysis

Data worksheet

Name: PF SHT fth root

Data type: Abundance

Sample selection: All

Variable selection: All

*Parameters*

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

Cut off for low contributions: 70,00%

*Group ERPL-PF-2018*

Average similarity: 66,36

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Sphaeriidae  | 2,83     | 20,40  | 7,24   | 30,74    | 30,74 |
| Chironomidae | 1,83     | 13,41  | 5,91   | 20,21    | 50,94 |
| NEMATODA     | 1,76     | 12,86  | 9,39   | 19,38    | 70,32 |

*Group TRPL1-PF-2018*

Average similarity: 54,90

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Sphaeriidae  | 2,85     | 24,85  | 7,29   | 45,26    | 45,26 |
| Leptoceridae | 1,66     | 10,69  | 1,13   | 19,47    | 64,73 |
| Chironomidae | 1,11     | 4,77   | 0,61   | 8,70     | 73,43 |

*Group TRPL2-PF-2018*

Average similarity: 36,75

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Leptoceridae | 1,44     | 12,91  | 1,04   | 35,13    | 35,13 |
| Sphaeriidae  | 1,87     | 12,89  | 1,14   | 35,08    | 70,21 |

*Group TRPL3-PF-2018*

Average similarity: 45,51

| Species     | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|-------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Sphaeriidae | 3,60     | 20,31  | 4,52   | 44,63    | 44,63 |
| Naididae    | 2,15     | 7,50   | 1,12   | 16,49    | 61,12 |
| Unionidae   | 1,76     | 6,52   | 1,12   | 14,33    | 75,45 |

*Group ERPL-PF-2019*

Average similarity: 61,63

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Sphaeriidae  | 2,99     | 22,87  | 3,11   | 37,12    | 37,12 |
| Leptoceridae | 2,05     | 17,17  | 11,04  | 27,87    | 64,99 |
| Chironomidae | 1,82     | 10,82  | 1,15   | 17,56    | 82,55 |

*Group TRPL1-PF-2019*

Average similarity: 61,63

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Sphaeriidae  | 2,96     | 23,68  | 4,91   | 38,43    | 38,43 |
| Chironomidae | 2,10     | 16,56  | 8,45   | 26,87    | 65,29 |
| Leptoceridae | 1,58     | 10,44  | 1,07   | 16,93    | 82,22 |

*Group TRPL2-PF-2019*

Average similarity: 58,53

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Sphaeriidae  | 2,64     | 34,47  | 4,57   | 58,89    | 58,89 |
| Leptoceridae | 1,44     | 14,03  | 1,11   | 23,97    | 82,86 |

*Group TRPL3-PF-2019*

Average similarity: 77,91

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Sphaeriidae  | 3,48     | 20,40  | 9,69   | 26,18    | 26,18 |
| Naididae     | 3,39     | 18,05  | 6,28   | 23,16    | 49,35 |
| Leptoceridae | 2,11     | 12,39  | 4,97   | 15,90    | 65,25 |
| Chironomidae | 2,26     | 12,04  | 14,34  | 15,45    | 80,70 |

Group ERPL-PF-2020  
Average similarity: 74,26

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Sphaeriidae  | 2,80     | 18,72  | 5,75   | 25,21    | 25,21 |
| Chironomidae | 2,45     | 17,65  | 6,62   | 23,76    | 48,97 |
| Leptoceridae | 2,10     | 14,77  | 11,35  | 19,89    | 68,86 |
| Naididae     | 1,88     | 13,31  | 7,96   | 17,93    | 86,79 |

Group TRPL1-PF-2020  
Average similarity: 53,53

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Sphaeriidae  | 2,86     | 26,06  | 4,83   | 48,68    | 48,68 |
| Leptoceridae | 1,90     | 17,53  | 4,17   | 32,74    | 81,43 |

Group TRPL2-PF-2020  
Average similarity: 47,79

| Species      | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Sphaeriidae  | 2,77     | 28,46  | 2,64   | 59,54    | 59,54 |
| Leptoceridae | 1,42     | 9,01   | 1,12   | 18,85    | 78,39 |

Group TRPL3-PF-2020  
Average similarity: 79,96

| Species       | Av.Abund | Av.Sim | Sim/SD | Contrib% | Cum.% |
|---------------|----------|--------|--------|----------|-------|
| Sphaeriidae   | 3,92     | 18,68  | 17,28  | 23,36    | 23,36 |
| Naididae      | 3,32     | 14,56  | 6,17   | 18,21    | 41,58 |
| Leptoceridae  | 2,47     | 11,13  | 8,19   | 13,91    | 55,49 |
| Lumbriculidae | 2,05     | 9,28   | 6,95   | 11,60    | 67,09 |
| Molannidae    | 1,81     | 8,38   | 10,11  | 10,47    | 77,57 |

Groups ERPL-PF-2018 & TRPL1-PF-2018  
Average dissimilarity = 39,20

| Species      | Group ERPL-PF-2018 |          | Group TRPL1-PF-2018 |         | Contrib% | Cum.% |
|--------------|--------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund           | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Spongillidae | 1,31               | 0,33     | 4,64                | 1,37    | 11,83    | 11,83 |
| Leptoceridae | 1,15               | 1,66     | 4,6                 | 1,07    | 11,73    | 23,57 |
| Naididae     | 1,15               | 0,72     | 4,36                | 1,08    | 11,13    | 34,7  |
| Molannidae   | 1,11               | 0,98     | 3,9                 | 1,05    | 9,96     | 44,65 |
| NEMATODA     | 1,76               | 1,11     | 3,55                | 0,95    | 9,06     | 53,72 |
| Unionidae    | 0,66               | 0,98     | 3,52                | 1,01    | 8,98     | 62,7  |
| Chironomidae | 1,83               | 1,11     | 3,44                | 0,93    | 8,77     | 71,47 |

Groups ERPL-PF-2018 & TRPL2-PF-2018  
Average dissimilarity = 55,62

| Species      | Group ERPL-PF-2018 |          | Group TRPL2-PF-2018 |         | Contrib% | Cum.% |
|--------------|--------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund           | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| NEMATODA     | 1,76               | 0,39     | 6,95                | 1,98    | 12,49    | 12,49 |
| Spongillidae | 1,31               | 0        | 6,14                | 1,78    | 11,05    | 23,54 |
| Sphaeriidae  | 2,83               | 1,87     | 5,32                | 0,84    | 9,56     | 33,1  |
| Naididae     | 1,15               | 0,39     | 5,13                | 1,09    | 9,22     | 42,31 |
| Molannidae   | 1,11               | 0,72     | 4,62                | 1,05    | 8,3      | 50,62 |

|              |      |      |      |      |      |       |
|--------------|------|------|------|------|------|-------|
| Leptoceridae | 1,15 | 1,44 | 4,54 | 0,98 | 8,16 | 58,77 |
| Chironomidae | 1,83 | 1,21 | 4,31 | 0,91 | 7,75 | 66,52 |
| Unionidae    | 0,66 | 0,72 | 3,82 | 0,97 | 6,87 | 73,39 |

Groups TRPL1-PF-2018 &amp; TRPL2-PF-2018

Average dissimilarity = 50,83

| Species         | Group TRPL1-PF-2018 | Group TRPL2-PF-2018 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Sphaeriidae     | 2,85                | 1,87                | 6,07    | 0,81    | 11,93    | 11,93 |
| NEMATODA        | 1,11                | 0,39                | 5,37    | 1,09    | 10,57    | 22,5  |
| Chironomidae    | 1,11                | 1,21                | 5,29    | 0,96    | 10,41    | 32,91 |
| Molannidae      | 0,98                | 0,72                | 4,67    | 1,04    | 9,19     | 42,1  |
| Unionidae       | 0,98                | 0,72                | 4,62    | 1,06    | 9,08     | 51,18 |
| Leptoceridae    | 1,66                | 1,44                | 4,14    | 1,04    | 8,15     | 59,33 |
| Ceratopogonidae | 0,39                | 0,66                | 3,98    | 0,89    | 7,83     | 67,16 |
| Naididae        | 0,72                | 0,39                | 3,82    | 0,87    | 7,52     | 74,68 |

Groups ERPL-PF-2018 &amp; TRPL3-PF-2018

Average dissimilarity = 47,40

| Species      | Group ERPL-PF-2018 | Group TRPL3-PF-2018 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|--------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund           | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Naididae     | 1,15               | 2,15                | 5,26    | 1,28    | 11,09    | 11,09 |
| Unionidae    | 0,66               | 1,76                | 4,64    | 1,41    | 9,79     | 20,88 |
| Chironomidae | 1,83               | 1,52                | 4,6     | 1,3     | 9,7      | 30,58 |
| Leptoceridae | 1,15               | 0,88                | 4,08    | 1,15    | 8,6      | 39,18 |
| Molannidae   | 1,11               | 0,66                | 3,53    | 1,05    | 7,45     | 46,62 |
| Spongillidae | 1,31               | 0,66                | 3,44    | 1       | 7,25     | 53,88 |
| NEMATODA     | 1,76               | 0,98                | 3,37    | 0,86    | 7,1      | 60,98 |
| Hygrobatidae | 0                  | 0,72                | 3,3     | 0,79    | 6,96     | 67,94 |
| Sphaeriidae  | 2,83               | 3,6                 | 2,7     | 1,76    | 5,7      | 73,63 |

Groups TRPL1-PF-2018 &amp; TRPL3-PF-2018

Average dissimilarity = 51,07

| Species       | Group TRPL1-PF-2018 | Group TRPL3-PF-2018 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---------------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|               | Av.Abund            | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Naididae      | 0,72                | 2,15                | 6,38    | 1,39    | 12,48    | 12,48 |
| Leptoceridae  | 1,66                | 0,88                | 5,83    | 1,21    | 11,42    | 23,9  |
| Chironomidae  | 1,11                | 1,52                | 4,98    | 1,18    | 9,76     | 33,65 |
| Unionidae     | 0,98                | 1,76                | 4,54    | 1,22    | 8,89     | 42,55 |
| NEMATODA      | 1,11                | 0,98                | 3,7     | 0,97    | 7,24     | 49,79 |
| Hygrobatidae  | 0,33                | 0,72                | 3,67    | 0,82    | 7,19     | 56,98 |
| Molannidae    | 0,98                | 0,66                | 3,38    | 0,9     | 6,61     | 63,59 |
| Lumbriculidae | 0,66                | 0,33                | 2,82    | 0,81    | 5,52     | 69,11 |
| Sphaeriidae   | 2,85                | 3,6                 | 2,82    | 1,68    | 5,51     | 74,62 |

Groups TRPL2-PF-2018 &amp; TRPL3-PF-2018

Average dissimilarity = 63,03

| Species  | Group TRPL2-PF-2018 | Group TRPL3-PF-2018 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|----------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|          | Av.Abund            | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Naididae | 0,39                | 2,15                | 7,61    | 1,44    | 12,07    | 12,07 |

|                 |      |      |      |      |       |       |
|-----------------|------|------|------|------|-------|-------|
| Sphaeriidae     | 1,87 | 3,6  | 7,6  | 1,12 | 12,06 | 24,14 |
| Leptoceridae    | 1,44 | 0,88 | 5,93 | 1,12 | 9,4   | 33,54 |
| Unionidae       | 0,72 | 1,76 | 5,51 | 1,25 | 8,74  | 42,28 |
| Chironomidae    | 1,21 | 1,52 | 5,44 | 1,11 | 8,63  | 50,91 |
| Hygrobatidae    | 0,33 | 0,72 | 4    | 0,86 | 6,34  | 57,25 |
| Molannidae      | 0,72 | 0,66 | 3,9  | 0,84 | 6,19  | 63,43 |
| NEMATODA        | 0,39 | 0,98 | 3,88 | 1,05 | 6,16  | 69,59 |
| Ceratopogonidae | 0,66 | 0,33 | 3,06 | 0,79 | 4,85  | 74,44 |

## Groups ERPL-PF-2018 &amp; ERPL-PF-2019

Average dissimilarity = 45,27

| Species         | Group ERPL-PF-2018 |          | Group ERPL-PF-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|--------------------|----------|--------------------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund           | Av.Abund | Av.Diss            | Diss/SD |          |       |
| Spongillidae    | 1,31               | 0        | 5,46               | 1,89    | 12,06    | 12,06 |
| Ceratopogonidae | 0                  | 1,27     | 5,14               | 1,16    | 11,36    | 23,41 |
| NEMATODA        | 1,76               | 0,66     | 4,74               | 1,31    | 10,46    | 33,88 |
| Naididae        | 1,15               | 0,33     | 4,48               | 1,14    | 9,9      | 43,78 |
| Leptoceridae    | 1,15               | 2,05     | 4,4                | 1,03    | 9,73     | 53,5  |
| Molannidae      | 1,11               | 0,39     | 4,3                | 1,1     | 9,49     | 63    |
| Unionidae       | 0,66               | 1,12     | 4,2                | 1,07    | 9,28     | 72,27 |

## Groups TRPL1-PF-2018 &amp; ERPL-PF-2019

Average dissimilarity = 39,70

| Species         | Group TRPL1-PF-2018 |          | Group ERPL-PF-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|----------|--------------------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss            | Diss/SD |          |       |
| Ceratopogonidae | 0,39                | 1,27     | 5,48               | 1,13    | 13,79    | 13,79 |
| Chironomidae    | 1,11                | 1,82     | 5,27               | 1,17    | 13,27    | 27,07 |
| NEMATODA        | 1,11                | 0,66     | 4,43               | 1,1     | 11,17    | 38,24 |
| Unionidae       | 0,98                | 1,12     | 4,35               | 1,01    | 10,96    | 49,2  |
| Molannidae      | 0,98                | 0,39     | 4,3                | 1,12    | 10,84    | 60,04 |
| Lumbriculidae   | 0,66                | 0,39     | 3,54               | 0,9     | 8,91     | 68,95 |
| Naididae        | 0,72                | 0,33     | 3,37               | 0,88    | 8,49     | 77,44 |

## Groups TRPL2-PF-2018 &amp; ERPL-PF-2019

Average dissimilarity = 47,92

| Species         | Group TRPL2-PF-2018 |          | Group ERPL-PF-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|----------|--------------------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss            | Diss/SD |          |       |
| Sphaeriidae     | 1,87                | 2,99     | 7,82               | 1,05    | 16,31    | 16,31 |
| Chironomidae    | 1,21                | 1,82     | 6,03               | 1,02    | 12,58    | 28,9  |
| Ceratopogonidae | 0,66                | 1,27     | 5,84               | 1,14    | 12,19    | 41,09 |
| Unionidae       | 0,72                | 1,12     | 5,48               | 1,07    | 11,43    | 52,52 |
| Molannidae      | 0,72                | 0,39     | 4,27               | 0,85    | 8,91     | 61,43 |
| NEMATODA        | 0,39                | 0,66     | 3,94               | 0,88    | 8,23     | 69,66 |
| Leptoceridae    | 1,44                | 2,05     | 3,23               | 0,92    | 6,74     | 76,4  |

## Groups TRPL3-PF-2018 &amp; ERPL-PF-2019

Average dissimilarity = 53,95

| Species  | Group TRPL3-PF-2018 |          | Group ERPL-PF-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|----------|---------------------|----------|--------------------|---------|----------|-------|
|          | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss            | Diss/SD |          |       |
| Naididae | 2,15                | 0,33     | 6,92               | 1,61    | 12,82    | 12,82 |

|                 |      |      |      |      |       |       |
|-----------------|------|------|------|------|-------|-------|
| Leptoceridae    | 0,88 | 2,05 | 6,4  | 1,46 | 11,86 | 24,68 |
| Chironomidae    | 1,52 | 1,82 | 5,16 | 1,01 | 9,57  | 34,25 |
| Ceratopogonidae | 0,33 | 1,27 | 4,72 | 1,05 | 8,75  | 43    |
| Unionidae       | 1,76 | 1,12 | 4,49 | 1,15 | 8,31  | 51,31 |
| Hygrobatidae    | 0,72 | 0    | 3,64 | 0,79 | 6,75  | 58,07 |
| Sphaeriidae     | 3,6  | 2,99 | 3,45 | 1,38 | 6,39  | 64,45 |
| Molannidae      | 0,66 | 0,39 | 3,27 | 0,84 | 6,06  | 70,51 |

Groups ERPL-PF-2018 &amp; TRPL1-PF-2019

Average dissimilarity = 44,35

| Species       | Group ERPL-PF-2018 | Group TRPL1-PF-2019 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---------------|--------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|               | Av.Abund           | Av.Abund            |         |         |          |       |
| NEMATODA      | 1,76               | 0,39                | 5,98    | 2,09    | 13,48    | 13,48 |
| Spongillidae  | 1,31               | 0                   | 5,39    | 1,85    | 12,15    | 25,63 |
| Naididae      | 1,15               | 1,83                | 4,98    | 1,21    | 11,24    | 36,86 |
| Leptoceridae  | 1,15               | 1,58                | 4,26    | 0,99    | 9,6      | 46,46 |
| Molannidae    | 1,11               | 0,33                | 4,21    | 1,12    | 9,49     | 55,95 |
| Lebertiidae   | 0                  | 0,66                | 2,69    | 0,78    | 6,06     | 62,01 |
| Unionidae     | 0,66               | 0                   | 2,59    | 0,79    | 5,83     | 67,84 |
| Lumbriculidae | 0,33               | 0,39                | 2,23    | 0,68    | 5,04     | 72,88 |

Groups TRPL1-PF-2018 &amp; TRPL1-PF-2019

Average dissimilarity = 44,64

| Species       | Group TRPL1-PF-2018 | Group TRPL1-PF-2019 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---------------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|               | Av.Abund            | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Naididae      | 0,72                | 1,83                | 6,44    | 1,33    | 14,43    | 14,43 |
| NEMATODA      | 1,11                | 0,39                | 4,66    | 1,1     | 10,43    | 24,87 |
| Chironomidae  | 1,11                | 2,1                 | 4,57    | 1,12    | 10,24    | 35,1  |
| Unionidae     | 0,98                | 0                   | 4,04    | 1,18    | 9,06     | 44,16 |
| Molannidae    | 0,98                | 0,33                | 3,91    | 1,1     | 8,77     | 52,93 |
| Leptoceridae  | 1,66                | 1,58                | 3,64    | 1,02    | 8,15     | 61,08 |
| Lumbriculidae | 0,66                | 0,39                | 3,5     | 0,9     | 7,84     | 68,92 |
| Lebertiidae   | 0                   | 0,66                | 2,96    | 0,77    | 6,62     | 75,54 |

Groups TRPL2-PF-2018 &amp; TRPL1-PF-2019

Average dissimilarity = 53,38

| Species         | Group TRPL2-PF-2018 | Group TRPL1-PF-2019 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Naididae        | 0,39                | 1,83                | 8,16    | 1,47    | 15,28    | 15,28 |
| Sphaeriidae     | 1,87                | 2,96                | 6,54    | 0,88    | 12,26    | 27,54 |
| Chironomidae    | 1,21                | 2,1                 | 5,45    | 0,97    | 10,21    | 37,75 |
| Molannidae      | 0,72                | 0,33                | 3,81    | 0,86    | 7,13     | 44,89 |
| Leptoceridae    | 1,44                | 1,58                | 3,79    | 0,95    | 7,1      | 51,99 |
| Ceratopogonidae | 0,66                | 0,33                | 3,58    | 0,85    | 6,7      | 58,69 |
| Lebertiidae     | 0                   | 0,66                | 3,35    | 0,76    | 6,28     | 64,98 |
| Unionidae       | 0,72                | 0                   | 3,21    | 0,79    | 6,02     | 71    |

Groups TRPL3-PF-2018 &amp; TRPL1-PF-2019

Average dissimilarity = 54,70

Group TRPL3-PF-2018 Group TRPL1-PF-2019

| Species      | Av.Abund | Av.Abund | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|----------|----------|---------|---------|----------|-------|
| Unionidae    | 1,76     | 0        | 5,96    | 1,84    | 10,9     | 10,9  |
| Leptoceridae | 0,88     | 1,58     | 5,57    | 1,19    | 10,19    | 21,09 |
| Naididae     | 2,15     | 1,83     | 5,08    | 1,03    | 9,29     | 30,37 |
| Chironomidae | 1,52     | 2,1      | 5,07    | 1,08    | 9,27     | 39,64 |
| Hygrobatidae | 0,72     | 0        | 3,59    | 0,78    | 6,57     | 46,22 |
| NEMATODA     | 0,98     | 0,39     | 3,49    | 1,05    | 6,38     | 52,6  |
| Molannidae   | 0,66     | 0,33     | 2,95    | 0,76    | 5,4      | 57,99 |
| Sphaeriidae  | 3,6      | 2,96     | 2,87    | 1,72    | 5,25     | 63,24 |
| Lebertiidae  | 0        | 0,66     | 2,55    | 0,73    | 4,66     | 67,9  |
| Spongillidae | 0,66     | 0        | 2,4     | 0,77    | 4,39     | 72,3  |

Groups ERPL-PF-2019 & TRPL1-PF-2019

Average dissimilarity = 42,12

| Species         | Group ERPL-PF-2019 |          | Group TRPL1-PF-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|--------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund           | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Naididae        | 0,33               | 1,83     | 7,07                | 1,6     | 16,78    | 16,78 |
| Ceratopogonidae | 1,27               | 0,33     | 5,32                | 1,14    | 12,64    | 29,42 |
| Unionidae       | 1,12               | 0        | 5,19                | 1,15    | 12,31    | 41,74 |
| NEMATODA        | 0,66               | 0,39     | 3,48                | 0,89    | 8,27     | 50,01 |
| Chironomidae    | 1,82               | 2,1      | 3,3                 | 0,88    | 7,85     | 57,86 |
| Sphaeriidae     | 2,99               | 2,96     | 3,16                | 1,29    | 7,5      | 65,36 |
| Lebertiidae     | 0                  | 0,66     | 2,94                | 0,78    | 6,97     | 72,33 |

Groups ERPL-PF-2018 & TRPL2-PF-2019

Average dissimilarity = 53,35

| Species      | Group ERPL-PF-2018 |          | Group TRPL2-PF-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|--------------|--------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund           | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| NEMATODA     | 1,76               | 0        | 9,12                | 5,45    | 17,1     | 17,1  |
| Spongillidae | 1,31               | 0        | 6,74                | 1,79    | 12,63    | 29,73 |
| Chironomidae | 1,83               | 0,66     | 6,62                | 1,29    | 12,4     | 42,13 |
| Naididae     | 1,15               | 1,27     | 5,55                | 1,08    | 10,4     | 52,53 |
| Molannidae   | 1,11               | 0        | 5,42                | 1,15    | 10,15    | 62,69 |
| Leptoceridae | 1,15               | 1,44     | 4,93                | 1,03    | 9,24     | 71,93 |

Groups TRPL1-PF-2018 & TRPL2-PF-2019

Average dissimilarity = 47,46

| Species      | Group TRPL1-PF-2018 |          | Group TRPL2-PF-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|--------------|---------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Naididae     | 0,72                | 1,27     | 6,55                | 1,07    | 13,8     | 13,8  |
| NEMATODA     | 1,11                | 0        | 6,08                | 1,17    | 12,8     | 26,61 |
| Chironomidae | 1,11                | 0,66     | 5,99                | 0,98    | 12,62    | 39,23 |
| Unionidae    | 0,98                | 0,39     | 5,2                 | 1,16    | 10,96    | 50,19 |
| Molannidae   | 0,98                | 0        | 5,04                | 1,17    | 10,62    | 60,81 |
| Leptoceridae | 1,66                | 1,44     | 5,01                | 0,94    | 10,56    | 71,38 |

Groups TRPL2-PF-2018 & TRPL2-PF-2019

Average dissimilarity = 55,90

| Species | Group TRPL2-PF-2018 |          | Group TRPL2-PF-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|---------|---------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|         | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |



|                 |      |      |      |      |       |       |
|-----------------|------|------|------|------|-------|-------|
| Naididae        | 0,39 | 1,27 | 8,13 | 1,04 | 14,55 | 14,55 |
| Sphaeriidae     | 1,87 | 2,64 | 8,13 | 0,86 | 14,54 | 29,09 |
| Chironomidae    | 1,21 | 0,66 | 7,14 | 1,11 | 12,76 | 41,86 |
| Leptoceridae    | 1,44 | 1,44 | 4,98 | 0,74 | 8,91  | 50,77 |
| Unionidae       | 0,72 | 0,39 | 4,86 | 0,87 | 8,69  | 59,46 |
| Molannidae      | 0,72 | 0    | 4,57 | 0,78 | 8,17  | 67,62 |
| Ceratopogonidae | 0,66 | 0    | 4,34 | 0,78 | 7,76  | 75,38 |

Groups TRPL3-PF-2018 & TRPL2-PF-2019

Average dissimilarity = 58,52

| Species      | Group TRPL3-PF-2018 |          | Group TRPL2-PF-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|--------------|---------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Naididae     | 2,15                | 1,27     | 6,91                | 1,12    | 11,81    | 11,81 |
| Unionidae    | 1,76                | 0,39     | 6,55                | 1,42    | 11,2     | 23,01 |
| Leptoceridae | 0,88                | 1,44     | 6,13                | 1,21    | 10,48    | 33,49 |
| Chironomidae | 1,52                | 0,66     | 5,72                | 1,28    | 9,77     | 43,26 |
| Sphaeriidae  | 3,6                 | 2,64     | 4,88                | 1,65    | 8,35     | 51,61 |
| Hygrobatidae | 0,72                | 0        | 4,8                 | 0,77    | 8,21     | 59,82 |
| NEMATODA     | 0,98                | 0        | 3,91                | 1,09    | 6,69     | 66,5  |
| Molannidae   | 0,66                | 0        | 3,68                | 0,66    | 6,28     | 72,79 |

Groups ERPL-PF-2019 & TRPL2-PF-2019

Average dissimilarity = 47,25

| Species         | Group ERPL-PF-2019 |          | Group TRPL2-PF-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|--------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund           | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Chironomidae    | 1,82               | 0,66     | 8,36                | 1,39    | 17,69    | 17,69 |
| Ceratopogonidae | 1,27               | 0        | 7                   | 1,14    | 14,82    | 32,51 |
| Naididae        | 0,33               | 1,27     | 6,75                | 1,18    | 14,29    | 46,8  |
| Unionidae       | 1,12               | 0,39     | 6,51                | 1,12    | 13,78    | 60,58 |
| Sphaeriidae     | 2,99               | 2,64     | 5,02                | 1,19    | 10,62    | 71,2  |

Groups TRPL1-PF-2019 & TRPL2-PF-2019

Average dissimilarity = 42,61

| Species       | Group TRPL1-PF-2019 |          | Group TRPL2-PF-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|---------------|---------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|               | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Chironomidae  | 2,1                 | 0,66     | 8,6                 | 1,51    | 20,18    | 20,18 |
| Naididae      | 1,83                | 1,27     | 6,9                 | 1,17    | 16,2     | 36,38 |
| Leptoceridae  | 1,58                | 1,44     | 4,63                | 0,88    | 10,87    | 47,25 |
| Sphaeriidae   | 2,96                | 2,64     | 3,85                | 1,21    | 9,03     | 56,28 |
| Lebertiidae   | 0,66                | 0        | 3,72                | 0,76    | 8,72     | 65    |
| Lumbriculidae | 0,39                | 0,39     | 3,22                | 0,66    | 7,56     | 72,56 |

Groups ERPL-PF-2018 & TRPL3-PF-2019

Average dissimilarity = 45,64

| Species         | Group ERPL-PF-2018 |          | Group TRPL3-PF-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|--------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund           | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Naididae        | 1,15               | 3,39     | 7,76                | 1,76    | 17,01    | 17,01 |
| Ceratopogonidae | 0                  | 1,72     | 5,61                | 1,87    | 12,3     | 29,31 |
| NEMATODA        | 1,76               | 0,33     | 5,04                | 1,95    | 11,05    | 40,36 |
| Spongillidae    | 1,31               | 0        | 4,57                | 1,84    | 10       | 50,36 |

|              |      |      |      |      |      |       |
|--------------|------|------|------|------|------|-------|
| Leptoceridae | 1,15 | 2,11 | 3,81 | 1,03 | 8,35 | 58,71 |
| Molannidae   | 1,11 | 0    | 3,74 | 1,16 | 8,19 | 66,9  |
| Unionidae    | 0,66 | 1,37 | 3,41 | 1,13 | 7,48 | 74,37 |

Groups TRPL1-PF-2018 & TRPL3-PF-2019  
Average dissimilarity = 41,75

| Species         | Group TRPL1-PF-2018 |          | Group TRPL3-PF-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Naididae        | 0,72                | 3,39     | 10,21               | 2,06    | 24,46    | 24,46 |
| Ceratopogonidae | 0,39                | 1,72     | 5,45                | 1,53    | 13,04    | 37,51 |
| Chironomidae    | 1,11                | 2,26     | 4,38                | 1,24    | 10,49    | 48    |
| NEMATODA        | 1,11                | 0,33     | 3,84                | 1,13    | 9,21     | 57,2  |
| Molannidae      | 0,98                | 0        | 3,43                | 1,17    | 8,22     | 65,42 |
| Lumbriculidae   | 0,66                | 1,05     | 3,37                | 1,04    | 8,08     | 73,5  |

Groups TRPL2-PF-2018 & TRPL3-PF-2019  
Average dissimilarity = 52,57

| Species         | Group TRPL2-PF-2018 |          | Group TRPL3-PF-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Naididae        | 0,39                | 3,39     | 12,68               | 2,44    | 24,13    | 24,13 |
| Sphaeriidae     | 1,87                | 3,48     | 7,1                 | 1,2     | 13,51    | 37,64 |
| Ceratopogonidae | 0,66                | 1,72     | 5,33                | 1,38    | 10,14    | 47,78 |
| Chironomidae    | 1,21                | 2,26     | 4,99                | 1,11    | 9,49     | 57,27 |
| Unionidae       | 0,72                | 1,37     | 4,26                | 1,16    | 8,09     | 65,36 |
| Lumbriculidae   | 0                   | 1,05     | 3,95                | 1,17    | 7,51     | 72,88 |

Groups TRPL3-PF-2018 & TRPL3-PF-2019  
Average dissimilarity = 45,77

| Species         | Group TRPL3-PF-2018 |          | Group TRPL3-PF-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Leptoceridae    | 0,88                | 2,11     | 5,44                | 1,45    | 11,89    | 11,89 |
| Naididae        | 2,15                | 3,39     | 5,26                | 0,9     | 11,5     | 23,39 |
| Ceratopogonidae | 0,33                | 1,72     | 4,91                | 1,46    | 10,72    | 34,11 |
| Chironomidae    | 1,52                | 2,26     | 4,49                | 1,11    | 9,82     | 43,92 |
| Unionidae       | 1,76                | 1,37     | 3,24                | 1,01    | 7,09     | 51,01 |
| Lumbriculidae   | 0,33                | 1,05     | 3,07                | 1,07    | 6,72     | 57,73 |
| Hygrobatidae    | 0,72                | 0,33     | 2,97                | 0,83    | 6,49     | 64,22 |
| NEMATODA        | 0,98                | 0,33     | 2,79                | 1,03    | 6,09     | 70,31 |

Groups ERPL-PF-2019 & TRPL3-PF-2019  
Average dissimilarity = 34,90

| Species         | Group ERPL-PF-2019 |          | Group TRPL3-PF-2019 |         | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|--------------------|----------|---------------------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund           | Av.Abund | Av.Diss             | Diss/SD |          |       |
| Naididae        | 0,33               | 3,39     | 11,38               | 3,11    | 32,62    | 32,62 |
| Ceratopogonidae | 1,27               | 1,72     | 4,33                | 1,12    | 12,4     | 45,02 |
| Lumbriculidae   | 0,39               | 1,05     | 3,62                | 1,14    | 10,37    | 55,39 |
| Unionidae       | 1,12               | 1,37     | 3,42                | 1,01    | 9,79     | 65,18 |
| Chironomidae    | 1,82               | 2,26     | 3,15                | 0,97    | 9,02     | 74,2  |

Groups TRPL1-PF-2019 & TRPL3-PF-2019

Average dissimilarity = 35,87

| Species         | Group TRPL1-PF-2019 | Group TRPL3-PF-2019 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Naididae        | 1,83                | 3,39                | 5,97    | 1,17    | 16,65    | 16,65 |
| Ceratopogonidae | 0,33                | 1,72                | 5,41    | 1,58    | 15,09    | 31,74 |
| Unionidae       | 0                   | 1,37                | 4,79    | 1,85    | 13,34    | 45,08 |
| Lumbriculidae   | 0,39                | 1,05                | 3,58    | 1,13    | 9,97     | 55,05 |
| Lebertiidae     | 0,66                | 0                   | 2,42    | 0,77    | 6,76     | 61,81 |
| Sphaeriidae     | 2,96                | 3,48                | 2,22    | 1,48    | 6,19     | 68    |
| Leptoceridae    | 1,58                | 2,11                | 2,2     | 0,81    | 6,12     | 74,12 |

Groups TRPL2-PF-2019 &amp; TRPL3-PF-2019

Average dissimilarity = 44,06

| Species         | Group TRPL2-PF-2019 | Group TRPL3-PF-2019 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Naididae        | 1,27                | 3,39                | 9,61    | 1,54    | 21,81    | 21,81 |
| Chironomidae    | 0,66                | 2,26                | 7,41    | 1,62    | 16,82    | 38,63 |
| Ceratopogonidae | 0                   | 1,72                | 7,13    | 1,84    | 16,18    | 54,8  |
| Unionidae       | 0,39                | 1,37                | 5,29    | 1,47    | 12       | 66,81 |
| Lumbriculidae   | 0,39                | 1,05                | 4,31    | 1,12    | 9,79     | 76,59 |

Groups ERPL-PF-2018 &amp; ERPL-PF-2020

Average dissimilarity = 34,21

| Species       | Group ERPL-PF-2018 | Group ERPL-PF-2020 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---------------|--------------------|--------------------|---------|---------|----------|-------|
|               | Av.Abund           | Av.Abund           |         |         |          |       |
| Spongillidae  | 1,31               | 0                  | 5,08    | 1,89    | 14,84    | 14,84 |
| Leptoceridae  | 1,15               | 2,1                | 4,25    | 1,06    | 12,41    | 27,25 |
| Molannidae    | 1,11               | 0,72               | 3,82    | 1,08    | 11,18    | 38,43 |
| Naididae      | 1,15               | 1,88               | 3,72    | 1,07    | 10,88    | 49,31 |
| Unionidae     | 0,66               | 0,72               | 3,24    | 0,98    | 9,48     | 58,79 |
| Lumbriculidae | 0,33               | 0,43               | 2,5     | 0,67    | 7,31     | 66,09 |
| Chironomidae  | 1,83               | 2,45               | 2,4     | 1,79    | 7,02     | 73,12 |

Groups TRPL1-PF-2018 &amp; ERPL-PF-2020

Average dissimilarity = 36,29

| Species       | Group TRPL1-PF-2018 | Group ERPL-PF-2020 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---------------|---------------------|--------------------|---------|---------|----------|-------|
|               | Av.Abund            | Av.Abund           |         |         |          |       |
| Chironomidae  | 1,11                | 2,45               | 5,68    | 1,34    | 15,64    | 15,64 |
| Naididae      | 0,72                | 1,88               | 5,58    | 1,36    | 15,37    | 31,01 |
| Molannidae    | 0,98                | 0,72               | 3,81    | 1,07    | 10,49    | 41,5  |
| Unionidae     | 0,98                | 0,72               | 3,8     | 1,07    | 10,46    | 51,96 |
| NEMATODA      | 1,11                | 1,37               | 3,74    | 1,01    | 10,31    | 62,28 |
| Lumbriculidae | 0,66                | 0,43               | 3,59    | 0,9     | 9,9      | 72,17 |

Groups TRPL2-PF-2018 &amp; ERPL-PF-2020

Average dissimilarity = 48,88

| Species  | Group TRPL2-PF-2018 | Group ERPL-PF-2020 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|----------|---------------------|--------------------|---------|---------|----------|-------|
|          | Av.Abund            | Av.Abund           |         |         |          |       |
| Naididae | 0,39                | 1,88               | 7,8     | 1,99    | 15,96    | 15,96 |

|                 |      |      |      |      |       |       |
|-----------------|------|------|------|------|-------|-------|
| Chironomidae    | 1,21 | 2,45 | 6,42 | 1,09 | 13,14 | 29,1  |
| NEMATODA        | 0,39 | 1,37 | 5,73 | 1,48 | 11,72 | 40,82 |
| Sphaeriidae     | 1,87 | 2,8  | 5,69 | 0,92 | 11,64 | 52,45 |
| Molannidae      | 0,72 | 0,72 | 4,16 | 0,96 | 8,5   | 60,96 |
| Unionidae       | 0,72 | 0,72 | 4,05 | 0,97 | 8,28  | 69,24 |
| Ceratopogonidae | 0,66 | 0,33 | 3,35 | 0,86 | 6,86  | 76,1  |

Groups TRPL3-PF-2018 &amp; ERPL-PF-2020

Average dissimilarity = 47,06

| Species      | Group TRPL3-PF-2018 | Group ERPL-PF-2020 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|---------------------|--------------------|---------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            | Av.Abund           |         |         |          |       |
| Leptoceridae | 0,88                | 2,1                | 6,03    | 1,48    | 12,8     | 12,8  |
| Chironomidae | 1,52                | 2,45               | 5,21    | 0,94    | 11,06    | 23,86 |
| Unionidae    | 1,76                | 0,72               | 4,59    | 1,3     | 9,75     | 33,62 |
| Naididae     | 2,15                | 1,88               | 4,28    | 1,22    | 9,09     | 42,71 |
| Hygrobatidae | 0,72                | 0                  | 3,33    | 0,79    | 7,09     | 49,79 |
| Sphaeriidae  | 3,6                 | 2,8                | 3,33    | 1,77    | 7,07     | 56,86 |
| NEMATODA     | 0,98                | 1,37               | 3,18    | 0,88    | 6,76     | 63,62 |
| Molannidae   | 0,66                | 0,72               | 3,16    | 0,91    | 6,72     | 70,34 |

Groups ERPL-PF-2019 &amp; ERPL-PF-2020

Average dissimilarity = 34,60

| Species         | Group ERPL-PF-2019 | Group ERPL-PF-2020 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|--------------------|--------------------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund           | Av.Abund           |         |         |          |       |
| Naididae        | 0,33               | 1,88               | 6,59    | 2,04    | 19,05    | 19,05 |
| Ceratopogonidae | 1,27               | 0,33               | 4,99    | 1,16    | 14,41    | 33,47 |
| Unionidae       | 1,12               | 0,72               | 4,38    | 1,12    | 12,67    | 46,14 |
| NEMATODA        | 0,66               | 1,37               | 4,16    | 1,15    | 12,03    | 58,17 |
| Molannidae      | 0,39               | 0,72               | 3,49    | 0,88    | 10,08    | 68,25 |
| Chironomidae    | 1,82               | 2,45               | 3,49    | 0,82    | 10,07    | 78,32 |

Groups TRPL1-PF-2019 &amp; ERPL-PF-2020

Average dissimilarity = 32,73

| Species       | Group TRPL1-PF-2019 | Group ERPL-PF-2020 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---------------|---------------------|--------------------|---------|---------|----------|-------|
|               | Av.Abund            | Av.Abund           |         |         |          |       |
| NEMATODA      | 0,39                | 1,37               | 4,98    | 1,52    | 15,22    | 15,22 |
| Naididae      | 1,83                | 1,88               | 3,5     | 1,09    | 10,7     | 25,92 |
| Molannidae    | 0,33                | 0,72               | 3,18    | 0,87    | 9,7      | 35,62 |
| Unionidae     | 0                   | 0,72               | 2,86    | 0,79    | 8,73     | 44,35 |
| Lumbriculidae | 0,39                | 0,43               | 2,82    | 0,66    | 8,62     | 52,97 |
| Lebertiidae   | 0,66                | 0                  | 2,71    | 0,78    | 8,29     | 61,26 |
| Leptoceridae  | 1,58                | 2,1                | 2,55    | 0,88    | 7,78     | 69,04 |
| Sphaeriidae   | 2,96                | 2,8                | 2,52    | 1,4     | 7,69     | 76,73 |

Groups TRPL2-PF-2019 &amp; ERPL-PF-2020

Average dissimilarity = 42,38

| Species      | Group TRPL2-PF-2019 | Group ERPL-PF-2020 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|--------------|---------------------|--------------------|---------|---------|----------|-------|
|              | Av.Abund            | Av.Abund           |         |         |          |       |
| Chironomidae | 0,66                | 2,45               | 9,92    | 1,73    | 23,41    | 23,41 |
| NEMATODA     | 0                   | 1,37               | 6,96    | 1,86    | 16,42    | 39,83 |

|              |      |      |      |      |       |       |
|--------------|------|------|------|------|-------|-------|
| Naididae     | 1,27 | 1,88 | 5,27 | 1,17 | 12,43 | 52,27 |
| Unionidae    | 0,39 | 0,72 | 4,03 | 0,88 | 9,52  | 61,78 |
| Leptoceridae | 1,44 | 2,1  | 3,95 | 0,86 | 9,32  | 71,11 |

Groups TRPL3-PF-2019 & ERPL-PF-2020  
Average dissimilarity = 30,67

| Species         | Group TRPL3-PF-2019 | Group ERPL-PF-2020 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|--------------------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund           |         |         |          |       |
| Naididae        | 3,39                | 1,88               | 5,16    | 1,93    | 16,84    | 16,84 |
| Ceratopogonidae | 1,72                | 0,33               | 5,13    | 1,6     | 16,71    | 33,55 |
| NEMATODA        | 0,33                | 1,37               | 4,1     | 1,42    | 13,38    | 46,93 |
| Lumbriculidae   | 1,05                | 0,43               | 3,59    | 1,14    | 11,71    | 58,64 |
| Unionidae       | 1,37                | 0,72               | 3,56    | 1,18    | 11,62    | 70,26 |

Groups ERPL-PF-2018 & TRPL1-PF-2020  
Average dissimilarity = 48,01

| Species       | Group ERPL-PF-2018 | Group TRPL1-PF-2020 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---------------|--------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|               | Av.Abund           | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Lumbriculidae | 0,33               | 1,42                | 5,48    | 1,18    | 11,42    | 11,42 |
| NEMATODA      | 1,76               | 0,78                | 5,48    | 1,31    | 11,42    | 22,84 |
| Naididae      | 1,15               | 1                   | 5,28    | 1,17    | 11       | 33,84 |
| Chironomidae  | 1,83               | 0,78                | 5,21    | 1,18    | 10,85    | 44,69 |
| Spongillidae  | 1,31               | 0,33                | 5,12    | 1,34    | 10,67    | 55,35 |
| Molannidae    | 1,11               | 0,33                | 4,5     | 1,09    | 9,37     | 64,73 |
| Leptoceridae  | 1,15               | 1,9                 | 4,33    | 1,02    | 9,02     | 73,75 |

Groups TRPL1-PF-2018 & TRPL1-PF-2020  
Average dissimilarity = 43,72

| Species       | Group TRPL1-PF-2018 | Group TRPL1-PF-2020 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---------------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|               | Av.Abund            | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Lumbriculidae | 0,66                | 1,42                | 5,94    | 1,23    | 13,59    | 13,59 |
| Naididae      | 0,72                | 1                   | 5,05    | 1,04    | 11,54    | 25,14 |
| Chironomidae  | 1,11                | 0,78                | 5,01    | 0,95    | 11,45    | 36,59 |
| NEMATODA      | 1,11                | 0,78                | 4,89    | 1,03    | 11,17    | 47,76 |
| Unionidae     | 0,98                | 0                   | 4,32    | 1,15    | 9,88     | 57,64 |
| Molannidae    | 0,98                | 0,33                | 4,19    | 1,08    | 9,59     | 67,23 |
| Leptoceridae  | 1,66                | 1,9                 | 3,04    | 1,04    | 6,96     | 74,19 |

Groups TRPL2-PF-2018 & TRPL1-PF-2020  
Average dissimilarity = 55,28

| Species         | Group TRPL2-PF-2018 | Group TRPL1-PF-2020 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Lumbriculidae   | 0                   | 1,42                | 6,9     | 1,11    | 12,48    | 12,48 |
| Sphaeriidae     | 1,87                | 2,86                | 6,63    | 0,79    | 11,99    | 24,47 |
| Chironomidae    | 1,21                | 0,78                | 5,81    | 0,97    | 10,52    | 34,99 |
| Naididae        | 0,39                | 1                   | 5,11    | 0,88    | 9,25     | 44,23 |
| Ceratopogonidae | 0,66                | 0,39                | 4,34    | 0,86    | 7,84     | 52,08 |
| NEMATODA        | 0,39                | 0,78                | 4,2     | 0,83    | 7,6      | 59,68 |
| Molannidae      | 0,72                | 0,33                | 4,1     | 0,84    | 7,41     | 67,09 |
| Unionidae       | 0,72                | 0                   | 3,47    | 0,77    | 6,27     | 73,36 |

## Groups TRPL3-PF-2018 &amp; TRPL1-PF-2020

Average dissimilarity = 58,59

| Species       | Group TRPL3-PF-2018 | Group TRPL1-PF-2020 |      | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---------------|---------------------|---------------------|------|---------|---------|----------|-------|
|               | Av.Abund            | Av.Abund            |      |         |         |          |       |
| Naididae      | 2,15                | 1                   | 6,62 | 1,22    | 11,31   | 11,31    |       |
| Leptoceridae  | 0,88                | 1,9                 | 6,33 | 1,38    | 10,8    | 22,1     |       |
| Unionidae     | 1,76                | 0                   | 6,29 | 1,76    | 10,74   | 32,84    |       |
| Lumbriculidae | 0,33                | 1,42                | 5,19 | 1,07    | 8,86    | 41,7     |       |
| Chironomidae  | 1,52                | 0,78                | 5,08 | 1,15    | 8,66    | 50,36    |       |
| Hygrobatidae  | 0,72                | 0                   | 3,94 | 0,75    | 6,73    | 57,1     |       |
| NEMATODA      | 0,98                | 0,78                | 3,8  | 1,05    | 6,48    | 63,58    |       |
| Sphaeriidae   | 3,6                 | 2,86                | 3,25 | 1,58    | 5,55    | 69,13    |       |
| Molannidae    | 0,66                | 0,33                | 3,21 | 0,71    | 5,48    | 74,61    |       |

## Groups ERPL-PF-2019 &amp; TRPL1-PF-2020

Average dissimilarity = 44,52

| Species         | Group ERPL-PF-2019 | Group TRPL1-PF-2020 |      | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|--------------------|---------------------|------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund           | Av.Abund            |      |         |         |          |       |
| Chironomidae    | 1,82               | 0,78                | 6,56 | 1,2     | 14,73   | 14,73    |       |
| Lumbriculidae   | 0,39               | 1,42                | 5,96 | 1,14    | 13,39   | 28,12    |       |
| Ceratopogonidae | 1,27               | 0,39                | 5,77 | 1,11    | 12,95   | 41,07    |       |
| Unionidae       | 1,12               | 0                   | 5,61 | 1,11    | 12,6    | 53,68    |       |
| Naididae        | 0,33               | 1                   | 4,6  | 0,94    | 10,33   | 64       |       |
| NEMATODA        | 0,66               | 0,78                | 4,16 | 1       | 9,35    | 73,36    |       |

## Groups TRPL1-PF-2019 &amp; TRPL1-PF-2020

Average dissimilarity = 43,97

| Species         | Group TRPL1-PF-2019 | Group TRPL1-PF-2020 |      | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|---------------------|------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund            |      |         |         |          |       |
| Naididae        | 1,83                | 1                   | 6,99 | 1,26    | 15,89   | 15,89    |       |
| Chironomidae    | 2,1                 | 0,78                | 6,6  | 1,31    | 15      | 30,89    |       |
| Lumbriculidae   | 0,39                | 1,42                | 5,88 | 1,12    | 13,38   | 44,27    |       |
| NEMATODA        | 0,39                | 0,78                | 3,74 | 0,83    | 8,5     | 52,77    |       |
| Lebertiidae     | 0,66                | 0                   | 3,13 | 0,75    | 7,12    | 59,89    |       |
| Leptoceridae    | 1,58                | 1,9                 | 2,76 | 0,94    | 6,29    | 66,17    |       |
| Ceratopogonidae | 0,33                | 0,39                | 2,62 | 0,66    | 5,95    | 72,12    |       |

## Groups TRPL2-PF-2019 &amp; TRPL1-PF-2020

Average dissimilarity = 43,13

| Species       | Group TRPL2-PF-2019 | Group TRPL1-PF-2020 |      | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---------------|---------------------|---------------------|------|---------|---------|----------|-------|
|               | Av.Abund            | Av.Abund            |      |         |         |          |       |
| Naididae      | 1,27                | 1                   | 7,88 | 1,08    | 18,27   | 18,27    |       |
| Lumbriculidae | 0,39                | 1,42                | 7,52 | 1,1     | 17,44   | 35,71    |       |
| Chironomidae  | 0,66                | 0,78                | 5,46 | 0,96    | 12,67   | 48,38    |       |
| Sphaeriidae   | 2,64                | 2,86                | 4,06 | 1,37    | 9,41    | 57,79    |       |
| Leptoceridae  | 1,44                | 1,9                 | 3,92 | 0,69    | 9,08    | 66,87    |       |
| NEMATODA      | 0                   | 0,78                | 3,82 | 0,78    | 8,86    | 75,73    |       |

## Groups TRPL3-PF-2019 &amp; TRPL1-PF-2020

Average dissimilarity = 43,79

| Species         | Group TRPL3-PF-2019 | Group TRPL1-PF-2020 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Naididae        | 3,39                | 1                   | 9,86    | 1,53    | 22,53    | 22,53 |
| Chironomidae    | 2,26                | 0,78                | 5,97    | 1,46    | 13,63    | 36,15 |
| Ceratopogonidae | 1,72                | 0,39                | 5,62    | 1,49    | 12,84    | 48,99 |
| Unionidae       | 1,37                | 0                   | 5,05    | 1,78    | 11,53    | 60,52 |
| Lumbriculidae   | 1,05                | 1,42                | 4,7     | 1,2     | 10,73    | 71,25 |

Groups ERPL-PF-2020 &amp; TRPL1-PF-2020

Average dissimilarity = 41,32

| Species       | Group ERPL-PF-2020 | Group TRPL1-PF-2020 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---------------|--------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|               | Av.Abund           | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Chironomidae  | 2,45               | 0,78                | 7,62    | 1,43    | 18,43    | 18,43 |
| Naididae      | 1,88               | 1                   | 6,47    | 1,63    | 15,65    | 34,08 |
| Lumbriculidae | 0,43               | 1,42                | 5,61    | 1,12    | 13,57    | 47,65 |
| NEMATODA      | 1,37               | 0,78                | 4,88    | 1,23    | 11,82    | 59,47 |
| Molannidae    | 0,72               | 0,33                | 3,36    | 0,85    | 8,13     | 67,6  |
| Unionidae     | 0,72               | 0                   | 3,04    | 0,78    | 7,37     | 74,97 |

Groups ERPL-PF-2018 &amp; TRPL2-PF-2020

Average dissimilarity = 50,49

| Species       | Group ERPL-PF-2018 | Group TRPL2-PF-2020 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---------------|--------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|               | Av.Abund           | Av.Abund            |         |         |          |       |
| NEMATODA      | 1,76               | 0,33                | 7,13    | 1,81    | 14,11    | 14,11 |
| Naididae      | 1,15               | 1,67                | 6,47    | 1,29    | 12,82    | 26,93 |
| Chironomidae  | 1,83               | 0,72                | 6,09    | 1,2     | 12,06    | 38,99 |
| Spongillidae  | 1,31               | 0,33                | 5,44    | 1,3     | 10,77    | 49,76 |
| Molannidae    | 1,11               | 0,39                | 4,79    | 1,05    | 9,49     | 59,25 |
| Leptoceridae  | 1,15               | 1,42                | 4,46    | 1,03    | 8,83     | 68,08 |
| Lumbriculidae | 0,33               | 0,82                | 4,08    | 0,88    | 8,07     | 76,15 |

Groups TRPL1-PF-2018 &amp; TRPL2-PF-2020

Average dissimilarity = 46,26

| Species       | Group TRPL1-PF-2018 | Group TRPL2-PF-2020 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---------------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|               | Av.Abund            | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Naididae      | 0,72                | 1,67                | 7,04    | 1,25    | 15,22    | 15,22 |
| Chironomidae  | 1,11                | 0,72                | 5,46    | 0,92    | 11,81    | 27,02 |
| NEMATODA      | 1,11                | 0,33                | 5,29    | 1,07    | 11,44    | 38,47 |
| Leptoceridae  | 1,66                | 1,42                | 5,03    | 0,85    | 10,87    | 49,33 |
| Lumbriculidae | 0,66                | 0,82                | 4,97    | 0,98    | 10,74    | 60,07 |
| Molannidae    | 0,98                | 0,39                | 4,73    | 1,11    | 10,22    | 70,3  |

Groups TRPL2-PF-2018 &amp; TRPL2-PF-2020

Average dissimilarity = 57,82

| Species     | Group TRPL2-PF-2018 | Group TRPL2-PF-2020 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-------------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|             | Av.Abund            | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Naididae    | 0,39                | 1,67                | 7,88    | 1,15    | 13,63    | 13,63 |
| Sphaeriidae | 1,87                | 2,77                | 6,88    | 0,71    | 11,9     | 25,53 |

|               |      |      |      |      |       |       |
|---------------|------|------|------|------|-------|-------|
| Chironomidae  | 1,21 | 0,72 | 6,33 | 1,01 | 10,95 | 36,48 |
| Leptoceridae  | 1,44 | 1,42 | 5,18 | 0,67 | 8,96  | 45,44 |
| Lumbriculidae | 0    | 0,82 | 4,91 | 0,76 | 8,5   | 53,94 |
| Molannidae    | 0,72 | 0,39 | 4,7  | 0,83 | 8,13  | 62,07 |
| Unionidae     | 0,72 | 0,66 | 4,69 | 0,92 | 8,11  | 70,18 |

Groups TRPL3-PF-2018 & TRPL2-PF-2020

Average dissimilarity = 54,71

| Species       | Group TRPL3-PF-2018 |  | Group TRPL2-PF-2020 |         | Contrib% | Cum.% |
|---------------|---------------------|--|---------------------|---------|----------|-------|
|               | Av.Abund            |  | Av.Abund            | Av.Diss |          |       |
| Naididae      | 2,15                |  | 1,67                | 6,65    | 1,04     | 12,16 |
| Unionidae     | 1,76                |  | 0,66                | 5,55    | 1,3      | 10,15 |
| Chironomidae  | 1,52                |  | 0,72                | 5,19    | 1,2      | 9,49  |
| Leptoceridae  | 0,88                |  | 1,42                | 5,14    | 1,27     | 9,39  |
| Hygrobatidae  | 0,72                |  | 0,39                | 4,41    | 0,77     | 8,06  |
| Sphaeriidae   | 3,6                 |  | 2,77                | 3,97    | 1,81     | 7,25  |
| Lumbriculidae | 0,33                |  | 0,82                | 3,83    | 0,8      | 7     |
| Molannidae    | 0,66                |  | 0,39                | 3,72    | 0,73     | 6,81  |

Groups ERPL-PF-2019 & TRPL2-PF-2020

Average dissimilarity = 49,04

| Species         | Group ERPL-PF-2019 |  | Group TRPL2-PF-2020 |         | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|--------------------|--|---------------------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund           |  | Av.Abund            | Av.Diss |          |       |
| Chironomidae    | 1,82               |  | 0,72                | 7,5     | 1,23     | 15,29 |
| Naididae        | 0,33               |  | 1,67                | 7,05    | 1,24     | 14,38 |
| Ceratopogonidae | 1,27               |  | 0                   | 6,32    | 1,09     | 12,9  |
| Unionidae       | 1,12               |  | 0,66                | 5,33    | 0,98     | 10,88 |
| Lumbriculidae   | 0,39               |  | 0,82                | 4,56    | 0,85     | 9,29  |
| Leptoceridae    | 2,05               |  | 1,42                | 4,4     | 0,76     | 8,97  |

Groups TRPL1-PF-2019 & TRPL2-PF-2020

Average dissimilarity = 47,23

| Species       | Group TRPL1-PF-2019 |  | Group TRPL2-PF-2020 |         | Contrib% | Cum.% |
|---------------|---------------------|--|---------------------|---------|----------|-------|
|               | Av.Abund            |  | Av.Abund            | Av.Diss |          |       |
| Chironomidae  | 2,1                 |  | 0,72                | 7,81    | 1,34     | 16,53 |
| Naididae      | 1,83                |  | 1,67                | 7,42    | 1,17     | 15,71 |
| Leptoceridae  | 1,58                |  | 1,42                | 4,65    | 0,8      | 9,84  |
| Lumbriculidae | 0,39                |  | 0,82                | 4,5     | 0,84     | 9,53  |
| Lebertiidae   | 0,66                |  | 0                   | 3,35    | 0,73     | 7,09  |
| Sphaeriidae   | 2,96                |  | 2,77                | 2,98    | 1,38     | 6,3   |
| Unionidae     | 0                   |  | 0,66                | 2,87    | 0,79     | 6,08  |

Groups TRPL2-PF-2019 & TRPL2-PF-2020

Average dissimilarity = 42,53

| Species       | Group TRPL2-PF-2019 |  | Group TRPL2-PF-2020 |         | Contrib% | Cum.% |
|---------------|---------------------|--|---------------------|---------|----------|-------|
|               | Av.Abund            |  | Av.Abund            | Av.Diss |          |       |
| Naididae      | 1,27                |  | 1,67                | 9,71    | 1,12     | 22,83 |
| Lumbriculidae | 0,39                |  | 0,82                | 6,06    | 0,82     | 14,24 |
| Leptoceridae  | 1,44                |  | 1,42                | 5,75    | 0,74     | 13,52 |
| Chironomidae  | 0,66                |  | 0,72                | 5,02    | 0,94     | 11,81 |



|             |      |      |      |      |       |       |
|-------------|------|------|------|------|-------|-------|
| Sphaeriidae | 2,64 | 2,77 | 4,57 | 1,65 | 10,74 | 73,14 |
|-------------|------|------|------|------|-------|-------|

Groups TRPL3-PF-2019 & TRPL2-PF-2020

Average dissimilarity = 43,80

| Species         | Group TRPL3-PF-2019 | Group TRPL2-PF-2020 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Naididae        | 3,39                | 1,67                | 8,62    | 1,11    | 19,67    | 19,67 |
| Chironomidae    | 2,26                | 0,72                | 6,8     | 1,47    | 15,53    | 35,2  |
| Ceratopogonidae | 1,72                | 0                   | 6,55    | 1,75    | 14,95    | 50,15 |
| Lumbriculidae   | 1,05                | 0,82                | 4,18    | 1,07    | 9,55     | 59,7  |
| Unionidae       | 1,37                | 0,66                | 4,1     | 1,09    | 9,35     | 69,05 |
| Leptoceridae    | 2,11                | 1,42                | 3,62    | 0,78    | 8,27     | 77,32 |

Groups ERPL-PF-2020 & TRPL2-PF-2020

Average dissimilarity = 44,23

| Species       | Group ERPL-PF-2020 | Group TRPL2-PF-2020 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---------------|--------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|               | Av.Abund           | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Chironomidae  | 2,45               | 0,72                | 8,92    | 1,48    | 20,16    | 20,16 |
| Naididae      | 1,88               | 1,67                | 6,69    | 1,48    | 15,12    | 35,28 |
| NEMATODA      | 1,37               | 0,33                | 5,66    | 1,36    | 12,8     | 48,08 |
| Lumbriculidae | 0,43               | 0,82                | 4,43    | 0,84    | 10,02    | 58,1  |
| Leptoceridae  | 2,1                | 1,42                | 4,13    | 0,8     | 9,33     | 67,43 |
| Unionidae     | 0,72               | 0,66                | 3,85    | 0,94    | 8,7      | 76,13 |

Groups TRPL1-PF-2020 & TRPL2-PF-2020

Average dissimilarity = 44,94

| Species       | Group TRPL1-PF-2020 | Group TRPL2-PF-2020 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---------------|---------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|               | Av.Abund            | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Naididae      | 1                   | 1,67                | 7,62    | 1,1     | 16,97    | 16,97 |
| Lumbriculidae | 1,42                | 0,82                | 6,79    | 1,03    | 15,11    | 32,08 |
| Chironomidae  | 0,78                | 0,72                | 4,88    | 0,9     | 10,85    | 42,93 |
| Leptoceridae  | 1,9                 | 1,42                | 4,3     | 0,63    | 9,56     | 52,49 |
| NEMATODA      | 0,78                | 0,33                | 3,88    | 0,85    | 8,64     | 61,13 |
| Unionidae     | 0                   | 0,66                | 3,08    | 0,77    | 6,86     | 67,99 |
| Sphaeriidae   | 2,86                | 2,77                | 2,79    | 1,29    | 6,22     | 74,21 |

Groups ERPL-PF-2018 & TRPL3-PF-2020

Average dissimilarity = 41,96

| Species         | Group ERPL-PF-2018 | Group TRPL3-PF-2020 | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|--------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund           | Av.Abund            |         |         |          |       |
| Naididae        | 1,15               | 3,32                | 6,59    | 1,84    | 15,71    | 15,71 |
| Lumbriculidae   | 0,33               | 2,05                | 5,34    | 2,21    | 12,72    | 28,43 |
| Ceratopogonidae | 0                  | 1,48                | 4,46    | 1,92    | 10,63    | 39,07 |
| Leptoceridae    | 1,15               | 2,47                | 4,23    | 1,24    | 10,09    | 49,16 |
| Spongillidae    | 1,31               | 0,33                | 3,42    | 1,41    | 8,14     | 57,3  |
| Sphaeriidae     | 2,83               | 3,92                | 3,31    | 2,68    | 7,89     | 65,19 |
| Molannidae      | 1,11               | 1,81                | 2,68    | 1       | 6,39     | 71,58 |

Groups TRPL1-PF-2018 & TRPL3-PF-2020

Average dissimilarity = 43,34

| Species         | Group TRPL1-PF-2018 | Group TRPL3-PF-2020 |      | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|---------------------|------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund            |      |         |         |          |       |
| Naididae        | 0,72                | 3,32                | 8,57 | 2,19    | 19,78   | 19,78    |       |
| Lumbriculidae   | 0,66                | 2,05                | 4,56 | 1,54    | 10,53   | 30,31    |       |
| Ceratopogonidae | 0,39                | 1,48                | 4,22 | 1,51    | 9,74    | 40,05    |       |
| Chironomidae    | 1,11                | 1,91                | 4,03 | 1,31    | 9,3     | 49,35    |       |
| Sphaeriidae     | 2,85                | 3,92                | 3,5  | 2,67    | 8,07    | 57,43    |       |
| Unionidae       | 0,98                | 0                   | 2,97 | 1,2     | 6,86    | 64,29    |       |
| Molannidae      | 0,98                | 1,81                | 2,91 | 0,93    | 6,72    | 71       |       |

Groups TRPL2-PF-2018 & TRPL3-PF-2020

Average dissimilarity = 58,21

| Species         | Group TRPL2-PF-2018 | Group TRPL3-PF-2020 |       | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|---------------------|-------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund            |       |         |         |          |       |
| Naididae        | 0,39                | 3,32                | 10,48 | 2,66    | 18,01   | 18,01    |       |
| Sphaeriidae     | 1,87                | 3,92                | 7,58  | 1,56    | 13,03   | 31,03    |       |
| Lumbriculidae   | 0                   | 2,05                | 7,28  | 4,51    | 12,51   | 43,54    |       |
| NEMATODA        | 0,39                | 1,37                | 4,39  | 1,51    | 7,54    | 51,08    |       |
| Chironomidae    | 1,21                | 1,91                | 4,31  | 1,11    | 7,41    | 58,49    |       |
| Molannidae      | 0,72                | 1,81                | 4,2   | 1,32    | 7,21    | 65,71    |       |
| Ceratopogonidae | 0,66                | 1,48                | 3,81  | 1,22    | 6,55    | 72,26    |       |

Groups TRPL3-PF-2018 & TRPL3-PF-2020

Average dissimilarity = 47,75

| Species         | Group TRPL3-PF-2018 | Group TRPL3-PF-2020 |      | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|---------------------|------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund            |      |         |         |          |       |
| Leptoceridae    | 0,88                | 2,47                | 5,45 | 1,49    | 11,41   | 11,41    |       |
| Lumbriculidae   | 0,33                | 2,05                | 5,14 | 1,95    | 10,77   | 22,18    |       |
| Unionidae       | 1,76                | 0                   | 4,57 | 1,9     | 9,58    | 31,76    |       |
| Naididae        | 2,15                | 3,32                | 4,32 | 0,93    | 9,05    | 40,81    |       |
| Ceratopogonidae | 0,33                | 1,48                | 3,81 | 1,41    | 7,98    | 48,79    |       |
| Chironomidae    | 1,52                | 1,91                | 3,74 | 1       | 7,84    | 56,63    |       |
| Molannidae      | 0,66                | 1,81                | 3,25 | 1,33    | 6,82    | 63,44    |       |
| Hygrobatidae    | 0,72                | 0                   | 2,48 | 0,8     | 5,2     | 68,64    |       |
| NEMATODA        | 0,98                | 1,37                | 2,46 | 0,88    | 5,14    | 73,78    |       |

Groups ERPL-PF-2019 & TRPL3-PF-2020

Average dissimilarity = 43,21

| Species         | Group ERPL-PF-2019 | Group TRPL3-PF-2020 |      | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|--------------------|---------------------|------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund           | Av.Abund            |      |         |         |          |       |
| Naididae        | 0,33               | 3,32                | 9,63 | 3,39    | 22,28   | 22,28    |       |
| Lumbriculidae   | 0,39               | 2,05                | 5,59 | 2,02    | 12,95   | 35,23    |       |
| Molannidae      | 0,39               | 1,81                | 4,76 | 2,15    | 11,03   | 46,26    |       |
| Unionidae       | 1,12               | 0                   | 3,69 | 1,16    | 8,53    | 54,79    |       |
| Ceratopogonidae | 1,27               | 1,48                | 3,39 | 1,22    | 7,85    | 62,64    |       |
| NEMATODA        | 0,66               | 1,37                | 3,24 | 1,15    | 7,49    | 70,13    |       |

Groups TRPL1-PF-2019 & TRPL3-PF-2020

Average dissimilarity = 41,96

| Species         | Group TRPL1-PF-2019 | Group TRPL3-PF-2020 |      | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|---------------------|------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund            |      |         |         |          |       |
| Lumbriculidae   | 0,39                | 2,05                | 5,51 | 1,98    | 13,14   | 13,14    |       |
| Naididae        | 1,83                | 3,32                | 5,1  | 1,3     | 12,16   | 25,3     |       |
| Molannidae      | 0,33                | 1,81                | 4,89 | 1,99    | 11,65   | 36,94    |       |
| Ceratopogonidae | 0,33                | 1,48                | 4,15 | 1,49    | 9,89    | 46,84    |       |
| NEMATODA        | 0,39                | 1,37                | 3,94 | 1,54    | 9,38    | 56,22    |       |
| Sphaeriidae     | 2,96                | 3,92                | 3,11 | 1,84    | 7,41    | 63,63    |       |
| Leptoceridae    | 1,58                | 2,47                | 2,82 | 1,1     | 6,72    | 70,35    |       |

Groups TRPL2-PF-2019 & TRPL3-PF-2020

Average dissimilarity = 54,37

| Species         | Group TRPL2-PF-2019 | Group TRPL3-PF-2020 |      | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|---------------------|------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund            |      |         |         |          |       |
| Naididae        | 1,27                | 3,32                | 7,84 | 1,64    | 14,42   | 14,42    |       |
| Molannidae      | 0                   | 1,81                | 6,86 | 5,05    | 12,62   | 27,04    |       |
| Lumbriculidae   | 0,39                | 2,05                | 6,51 | 1,96    | 11,97   | 39,01    |       |
| Chironomidae    | 0,66                | 1,91                | 5,87 | 1,49    | 10,79   | 49,8     |       |
| Ceratopogonidae | 0                   | 1,48                | 5,55 | 1,89    | 10,21   | 60,01    |       |
| NEMATODA        | 0                   | 1,37                | 5,32 | 1,89    | 9,79    | 69,8     |       |
| Sphaeriidae     | 2,64                | 3,92                | 5,01 | 1,68    | 9,22    | 79,02    |       |

Groups TRPL3-PF-2019 & TRPL3-PF-2020

Average dissimilarity = 30,62

| Species         | Group TRPL3-PF-2019 | Group TRPL3-PF-2020 |      | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|---------------------|------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            | Av.Abund            |      |         |         |          |       |
| Molannidae      | 0                   | 1,81                | 5,09 | 5,23    | 16,61   | 16,61    |       |
| Unionidae       | 1,37                | 0                   | 3,67 | 1,89    | 11,99   | 28,6     |       |
| NEMATODA        | 0,33                | 1,37                | 3,35 | 1,43    | 10,96   | 39,56    |       |
| Lumbriculidae   | 1,05                | 2,05                | 3,1  | 1,07    | 10,13   | 49,68    |       |
| Ceratopogonidae | 1,72                | 1,48                | 2,6  | 1,06    | 8,48    | 58,17    |       |
| Naididae        | 3,39                | 3,32                | 2,3  | 1,53    | 7,5     | 65,67    |       |
| Chironomidae    | 2,26                | 1,91                | 2,29 | 1,03    | 7,47    | 73,14    |       |

Groups ERPL-PF-2020 & TRPL3-PF-2020

Average dissimilarity = 33,19

| Species         | Group ERPL-PF-2020 | Group TRPL3-PF-2020 |      | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|--------------------|---------------------|------|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund           | Av.Abund            |      |         |         |          |       |
| Lumbriculidae   | 0,43               | 2,05                | 5,13 | 2,12    | 15,46   | 15,46    |       |
| Naididae        | 1,88               | 3,32                | 4,35 | 2,18    | 13,11   | 28,57    |       |
| Ceratopogonidae | 0,33               | 1,48                | 3,94 | 1,51    | 11,87   | 40,45    |       |
| Molannidae      | 0,72               | 1,81                | 3,61 | 1,37    | 10,86   | 51,31    |       |
| Sphaeriidae     | 2,8                | 3,92                | 3,49 | 1,65    | 10,52   | 61,82    |       |
| Limnesiidae     | 0                  | 0,72                | 2,19 | 0,79    | 6,6     | 68,43    |       |
| Chironomidae    | 2,45               | 1,91                | 2,18 | 0,75    | 6,56    | 74,99    |       |

Groups TRPL1-PF-2020 & TRPL3-PF-2020

Average dissimilarity = 43,01

| Species | Group TRPL1-PF-2020 | Group TRPL3-PF-2020 |  | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|---------|---------------------|---------------------|--|---------|---------|----------|-------|
|         | Av.Abund            | Av.Abund            |  |         |         |          |       |

|                 |      |      |      |      |       |       |
|-----------------|------|------|------|------|-------|-------|
| Naididae        | 1    | 3,32 | 8,22 | 1,65 | 19,12 | 19,12 |
| Molannidae      | 0,33 | 1,81 | 5,2  | 1,93 | 12,1  | 31,21 |
| Chironomidae    | 0,78 | 1,91 | 4,86 | 1,32 | 11,3  | 42,52 |
| Ceratopogonidae | 0,39 | 1,48 | 4,32 | 1,48 | 10,05 | 52,57 |
| Lumbriculidae   | 1,42 | 2,05 | 3,86 | 1,1  | 8,98  | 61,55 |
| NEMATODA        | 0,78 | 1,37 | 3,72 | 1,24 | 8,64  | 70,19 |

Groups TRPL2-PF-2020 & TRPL3-PF-2020

Average dissimilarity = 49,44

| Species         | Group TRPL2-PF-2020 |  | Group TRPL3-PF-2020 |  | Av.Diss | Diss/SD | Contrib% | Cum.% |
|-----------------|---------------------|--|---------------------|--|---------|---------|----------|-------|
|                 | Av.Abund            |  | Av.Abund            |  |         |         |          |       |
| Naididae        | 1,67                |  | 3,32                |  | 6,88    | 1,14    | 13,92    | 13,92 |
| Chironomidae    | 0,72                |  | 1,91                |  | 5,37    | 1,34    | 10,85    | 24,78 |
| Molannidae      | 0,39                |  | 1,81                |  | 5,32    | 1,92    | 10,77    | 35,54 |
| Ceratopogonidae | 0                   |  | 1,48                |  | 5,13    | 1,81    | 10,38    | 45,92 |
| Lumbriculidae   | 0,82                |  | 2,05                |  | 4,67    | 1,3     | 9,44     | 55,36 |
| NEMATODA        | 0,33                |  | 1,37                |  | 4,33    | 1,39    | 8,76     | 64,12 |
| Sphaeriidae     | 2,77                |  | 3,92                |  | 4,24    | 1,69    | 8,58     | 72,71 |

## 2.3.2 COMPOSITION DES COMMUNAUTÉS

### 2.3.2.1 PERMANOVA

#### Permutational MANOVA

##### *Resemblance worksheet*

Name: BC PF compo

Data type: Similarity

Selection: All

Transform: Fourth root

Transform: Presence/absence

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

Sums of squares type: Type III (partial)

Fixed effects sum to zero for mixed terms

Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model

Number of permutations: 999

##### *Factors*

| Name       | Abbrev. | Type   | Levels |
|------------|---------|--------|--------|
| Exposition | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site       | Si      | Random | 4      |
| Annee      | An      | Fixed  | 3      |
| Station    | St      | Random | 20     |

##### *Contrasts*

| Name | Abbrev.       | Factor | Contrast           |
|------|---------------|--------|--------------------|
| 201  | 2018 vs 19-20 | Annee  | (2019,2020)v(2018) |
| 19   | 19vs18        | Annee  | (2018)v(2019)      |
| 20v  | 20vs18        | Annee  | (2018)v(2020)      |

##### *Excluded terms*

## AnneexStation(Site(Exposition))

*Pooled terms*

Si(Ex)  
Si(Ex)xAn

*Terms whose SS and df were combined*

Pool Terms  
Pooled(1) St(Si(Ex)) + Si(Ex)  
Pooled(2) Res + Si(Ex)xAn

*PERMANOVA table of results*

| Source    | df | SS     | MS     | Pseudo-F | P(perm) | Unique perms |
|-----------|----|--------|--------|----------|---------|--------------|
| Ex        | 1  | 2086,9 | 2086,9 | 1,7957   | 0,153   | 971          |
| An        | 2  | 5189   | 2594,5 | 2,8338   | 0,006   | 998          |
| 201       | 1  | 4051,2 | 4051,2 | 4,2703   | 0,004   | 999          |
| 19        | 1  | 4320,2 | 4320,2 | 3,8656   | 0,005   | 996          |
| 20v       | 1  | 2325,5 | 2325,5 | 2,3038   | 0,086   | 999          |
| ExxAn     | 2  | 2803,2 | 1401,6 | 1,5309   | 0,146   | 999          |
| Exx201    | 1  | 1487,7 | 1487,7 | 1,5682   | 0,19    | 999          |
| Exx19     | 1  | 1981,5 | 1981,5 | 1,773    | 0,143   | 998          |
| Exx20v    | 1  | 907,84 | 907,84 | 0,89935  | 0,5     | 998          |
| Pooled(1) | 18 | 20919  | 1162,1 | 1,2693   | 0,11    | 998          |
| Pooled(2) | 36 | 32960  | 915,55 |          |         |              |
| Total     | 59 | 65326  |        |          |         |              |

*Details of the expected mean squares (EMS) for the model*

Source EMS  
 Ex  $1 * V(\text{Res}) + 3 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 22,5 * S(\text{Ex})$   
 An  $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(\text{An})$   
 201  $1 * V(\text{Res}) + 20 * S(201)$   
 19  $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(19)$   
 20v  $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(20v)$   
 ExxAn  $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{ExxAn})$   
 Exx201  $1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{Exx201})$   
 Exx19  $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx19})$   
 Exx20v  $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx20v})$   
 Pooled(1)  $1 * V(\text{Res}) + 3 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$   
 Pooled(2)  $1 * V(\text{Res})$

*Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares*

| Source     | Numerator   | Denominator | Num.df | Den.df |
|------------|-------------|-------------|--------|--------|
| Ex         | 1*Ex        | 1*Pooled(1) | 1      | 18     |
| An         | 1*An        | 1*Pooled(2) | 2      | 36     |
| 201        | 1*201       | 1*Res       | 1      | 38     |
| 19         | 1*19        | 1*Res       | 1      | 18     |
| 20v        | 1*20v       | 1*Res       | 1      | 18     |
| ExxAn      | 1*ExxAn     | 1*Pooled(2) | 2      | 36     |
| Exx201     | 1*Exx201    | 1*Res       | 1      | 38     |
| Exx19      | 1*Exx19     | 1*Res       | 1      | 18     |
| Exx20v     | 1*Exx20v    | 1*Res       | 1      | 18     |
| St(Si(Ex)) | 1*Pooled(1) | 1*Pooled(2) | 18     | 36     |

*Estimates of components of variation*

| Source   | Estimate | Sq. root |
|----------|----------|----------|
| S(Ex)    | 41,099   | 6,4108   |
| S(An)    | 111,93   | 10,58    |
| S(201)   | 155,13   | 12,455   |
| S(19)    | 213,51   | 14,612   |
| S(20v)   | 87,74    | 9,367    |
| S(ExxAn) | 64,81    | 8,0505   |

|               |         |         |
|---------------|---------|---------|
| S(Exx201)     | 53,904  | 7,342   |
| S(Exx19)      | 115,19  | 10,733  |
| S(Exx20v)     | -13,547 | -3,6806 |
| V(St(Si(Ex))) | 82,198  | 9,0663  |
| V(Res)        | 915,55  | 30,258  |

### 2.3.2.2 PERMDISP

#### EXPOSITION ANNÉE

#### Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

##### *Resemblance worksheet*

Name: BC PF compo

Data type: Similarity

Selection: All

Transform: Fourth root

Transform: Presence/absence

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 6

Number of samples: 60

##### *DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 5,4147 df1: 5 df2: 54

P(perm): 0,002

##### *PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                   | t        | P(perm) |
|--------------------------|----------|---------|
| (Expose2018, Temoin2018) | 3,0088   | 0,011   |
| (Expose2018, Expose2019) | 0,036627 | 0,958   |
| (Expose2018, Temoin2019) | 0,41239  | 0,676   |
| (Expose2018, Expose2020) | 1,9515   | 0,109   |
| (Expose2018, Temoin2020) | 1,728    | 0,233   |
| (Temoin2018, Expose2019) | 2,6709   | 0,03    |
| (Temoin2018, Temoin2019) | 3,1632   | 0,002   |
| (Temoin2018, Expose2020) | 4,4956   | 0,001   |
| (Temoin2018, Temoin2020) | 2,0793   | 0,071   |
| (Expose2019, Temoin2019) | 0,34172  | 0,747   |
| (Expose2019, Expose2020) | 1,3072   | 0,218   |
| (Expose2019, Temoin2020) | 1,4716   | 0,289   |
| (Temoin2019, Expose2020) | 1,7662   | 0,116   |
| (Temoin2019, Temoin2020) | 1,3994   | 0,214   |
| (Expose2020, Temoin2020) | 3,4203   | 0,003   |

##### *MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group      | Size | Average | SE     |
|------------|------|---------|--------|
| Expose2018 | 5    | 20,774  | 3,0063 |
| Temoin2018 | 15   | 37,543  | 3,0204 |
| Expose2019 | 5    | 21,013  | 5,7859 |
| Temoin2019 | 15   | 23,296  | 3,3408 |
| Expose2020 | 5    | 12,499  | 2,9903 |
| Temoin2020 | 15   | 29,234  | 2,616  |

## EXPOSITION PÉRIODE

## Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: BC PF compo

Data type: Similarity

Selection: All

Transform: Fourth root

Transform: Presence/absence

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 60

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 7,5359 df1: 3 df2: 56

P(perm): 0,004

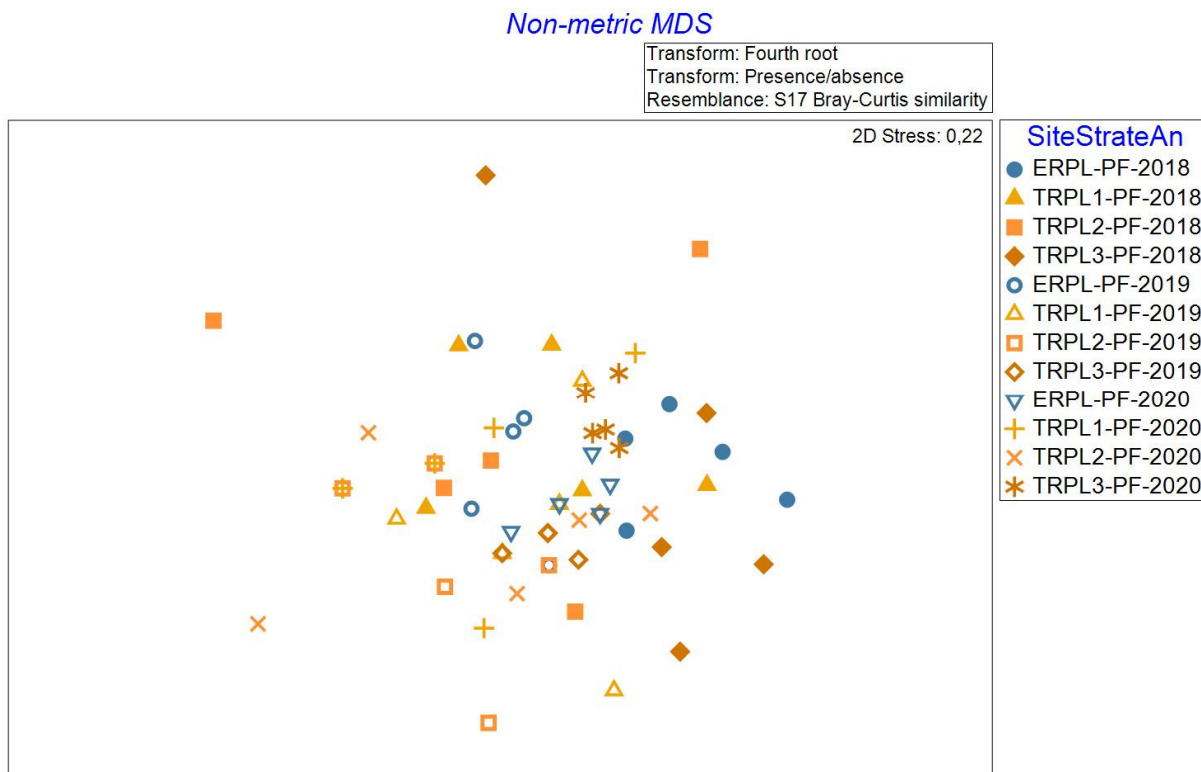
*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                     | t       | P(perm) |
|----------------------------|---------|---------|
| (ExposeAvant, TemoïnAvant) | 3,0088  | 0,012   |
| (ExposeAvant, ExposeApres) | 0,11891 | 0,92    |
| (ExposeAvant, TemoïnApres) | 1,6618  | 0,211   |
| (TemoïnAvant, ExposeApres) | 4,0458  | 0,001   |
| (TemoïnAvant, TemoïnApres) | 2,7894  | 0,011   |
| (ExposeApres, TemoïnApres) | 2,354   | 0,036   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group       | Size | Average | SE     |
|-------------|------|---------|--------|
| ExposeAvant | 5    | 20,774  | 3,0063 |
| TemoïnAvant | 15   | 37,543  | 3,0204 |
| ExposeApres | 10   | 20,27   | 2,5809 |
| TemoïnApres | 30   | 28,348  | 1,7801 |

2.3.2.3 NMDS



2.3.3 DOMINANCE

2.3.3.1 PERMANOVA

Permutational MANOVA

*Resemblance worksheet*

Name: Resem10  
 Data type: Distance  
 Selection: All

Sums of squares type: Type III (partial)  
 Fixed effects sum to zero for mixed terms  
 Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model  
 Number of permutations: 999

*Factors*

| Name       | Abbrev. | Type   | Levels |
|------------|---------|--------|--------|
| Exposition | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site       | Si      | Random | 4      |
| Annee      | An      | Fixed  | 3      |
| Station    | St      | Random | 20     |

*Contrasts*

| Name | Abbrev. | Factor | Contrast |
|------|---------|--------|----------|
|------|---------|--------|----------|



201 2018 vs 19-20 Annee (2019,2020)v(2018)  
 19 19vs18 Annee (2018)v(2019)  
 20v 20vs18 Annee (2018)v(2020)

*Excluded terms*

AnneexStation(Site(Exposition))

*Pooled terms*

Si(Ex)  
 Si(Ex)xAn

*Terms whose SS and df were combined*

Pool Terms  
 Pooled(1) St(Si(Ex)) + Si(Ex)  
 Pooled(2) Res + Si(Ex)xAn

*PERMANOVA table of results*

| Source    | df | SS         | MS         | Pseudo-F | P(perm) | Unique perms |
|-----------|----|------------|------------|----------|---------|--------------|
| Ex        | 1  | 86428      | 86428      | 2,9018   | 0,084   | 963          |
| An        | 2  | 1,8728E+05 | 93641      | 3,8613   | 0,026   | 999          |
| 201       | 1  | 1,1462E+05 | 1,1462E+05 | 4,5896   | 0,034   | 999          |
| 19        | 1  | 1,7871E+05 | 1,7871E+05 | 8,4944   | 0,01    | 999          |
| 20v       | 1  | 29548      | 29548      | 0,7861   | 0,395   | 998          |
| ExxAn     | 2  | 50674      | 25337      | 1,0448   | 0,385   | 999          |
| Exx201    | 1  | 27632      | 27632      | 1,1064   | 0,293   | 999          |
| Exx19     | 1  | 41652      | 41652      | 1,9798   | 0,154   | 999          |
| Exx20v    | 1  | 11317      | 11317      | 0,30107  | 0,684   | 999          |
| Pooled(1) | 18 | 5,3611E+05 | 29784      | 1,2281   | 0,27    | 999          |
| Pooled(2) | 36 | 8,7305E+05 | 24251      |          |         |              |
| Total     | 59 | 1,693E+06  |            |          |         |              |

*Details of the expected mean squares (EMS) for the model*

| Source    | EMS                                     |
|-----------|---|
| Ex        | 1*v(Res) + 3*v(St(Si(Ex))) + 22,5*s(Ex) |
| An        | 1*v(Res) + 15*s(An)                     |
| 201       | 1*v(Res) + 20*s(201)                    |
| 19        | 1*v(Res) + 15*s(19)                     |
| 20v       | 1*v(Res) + 15*s(20v)                    |
| ExxAn     | 1*v(Res) + 7,5*s(ExxAn)                 |
| Exx201    | 1*v(Res) + 10*s(Exx201)                 |
| Exx19     | 1*v(Res) + 7,5*s(Exx19)                 |
| Exx20v    | 1*v(Res) + 7,5*s(Exx20v)                |
| Pooled(1) | 1*v(Res) + 3*v(St(Si(Ex)))              |
| Pooled(2) | 1*v(Res)                                |

*Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares*

| Source     | Numerator   | Denominator | Num.df | Den.df |
|------------|-------------|-------------|--------|--------|
| Ex         | 1*Ex        | 1*Pooled(1) | 1      | 18     |
| An         | 1*An        | 1*Pooled(2) | 2      | 36     |
| 201        | 1*201       | 1*Res       | 1      | 38     |
| 19         | 1*19        | 1*Res       | 1      | 18     |
| 20v        | 1*20v       | 1*Res       | 1      | 18     |
| ExxAn      | 1*ExxAn     | 1*Pooled(2) | 2      | 36     |
| Exx201     | 1*Exx201    | 1*Res       | 1      | 38     |
| Exx19      | 1*Exx19     | 1*Res       | 1      | 18     |
| Exx20v     | 1*Exx20v    | 1*Res       | 1      | 18     |
| St(Si(Ex)) | 1*Pooled(1) | 1*Pooled(2) | 18     | 36     |

*Estimates of components of variation*

| Source | Estimate | Sq.root |
|--------|----------|---------|
|--------|----------|---------|

|               |         |         |
|---------------|---------|---------|
| S(Ex)         | 2517,5  | 50,175  |
| S(An)         | 4626    | 68,015  |
| S(201)        | 4482,2  | 66,949  |
| S(19)         | 10511   | 102,53  |
| S(20v)        | -536,01 | -23,152 |
| S(ExxAn)      | 144,77  | 12,032  |
| S(Exx201)     | 265,82  | 16,304  |
| S(Exx19)      | 2748,4  | 52,425  |
| S(Exx20v)     | -3502,9 | -59,185 |
| V(St(Si(Ex))) | 1844,3  | 42,945  |
| V(Res)        | 24251   | 155,73  |

### 2.3.3.2 PERMDISP

#### EXPOSITION ANNÉE

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

##### *Resemblance worksheet*

Name: Resem10

Data type: Distance

Selection: All

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 6

Number of samples: 60

##### *DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 0,60379 df1: 5 df2: 54

P(perm): 0,793

##### *PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                  | t        | P(perm) |
|-------------------------|----------|---------|
| (Expose2018,Temoi2018)  | 0,029708 | 0,976   |
| (Expose2018,Expose2019) | 1,0472   | 0,369   |
| (Expose2018,Temoi2019)  | 0,97324  | 0,454   |
| (Expose2018,Expose2020) | 0,049841 | 0,933   |
| (Expose2018,Temoi2020)  | 0,48797  | 0,64    |
| (Temoi2018,Expose2019)  | 1,1581   | 0,298   |
| (Temoi2018,Temoi2019)   | 1,3226   | 0,267   |
| (Temoi2018,Expose2020)  | 0,039738 | 0,972   |
| (Temoi2018,Temoi2020)   | 0,69111  | 0,504   |
| (Expose2019,Temoi2019)  | 0,32018  | 0,836   |
| (Expose2019,Expose2020) | 0,87661  | 0,748   |
| (Expose2019,Temoi2020)  | 0,8512   | 0,395   |
| (Temoi2019,Expose2020)  | 0,9427   | 0,545   |
| (Temoi2019,Temoi2020)   | 0,72061  | 0,509   |
| (Expose2020,Temoi2020)  | 0,51245  | 0,68    |

##### *MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group      | Size | Average | SE     |
|------------|------|---------|--------|
| Expose2018 | 5    | 148,36  | 41,697 |
| Temoi2018  | 15   | 149,77  | 23,798 |
| Expose2019 | 5    | 99,352  | 21,245 |
| Temoi2019  | 15   | 110,23  | 18,105 |
| Expose2020 | 5    | 151,84  | 55,974 |

Temoin2020 15 128,91 18,566

## EXPOSITION PÉRIODE

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

### *Resemblance worksheet*

Name: Resem10

Data type: Distance

Selection: All

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 60

### *DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 0,4075 df1: 3 df2: 56

P(perm): 0,81

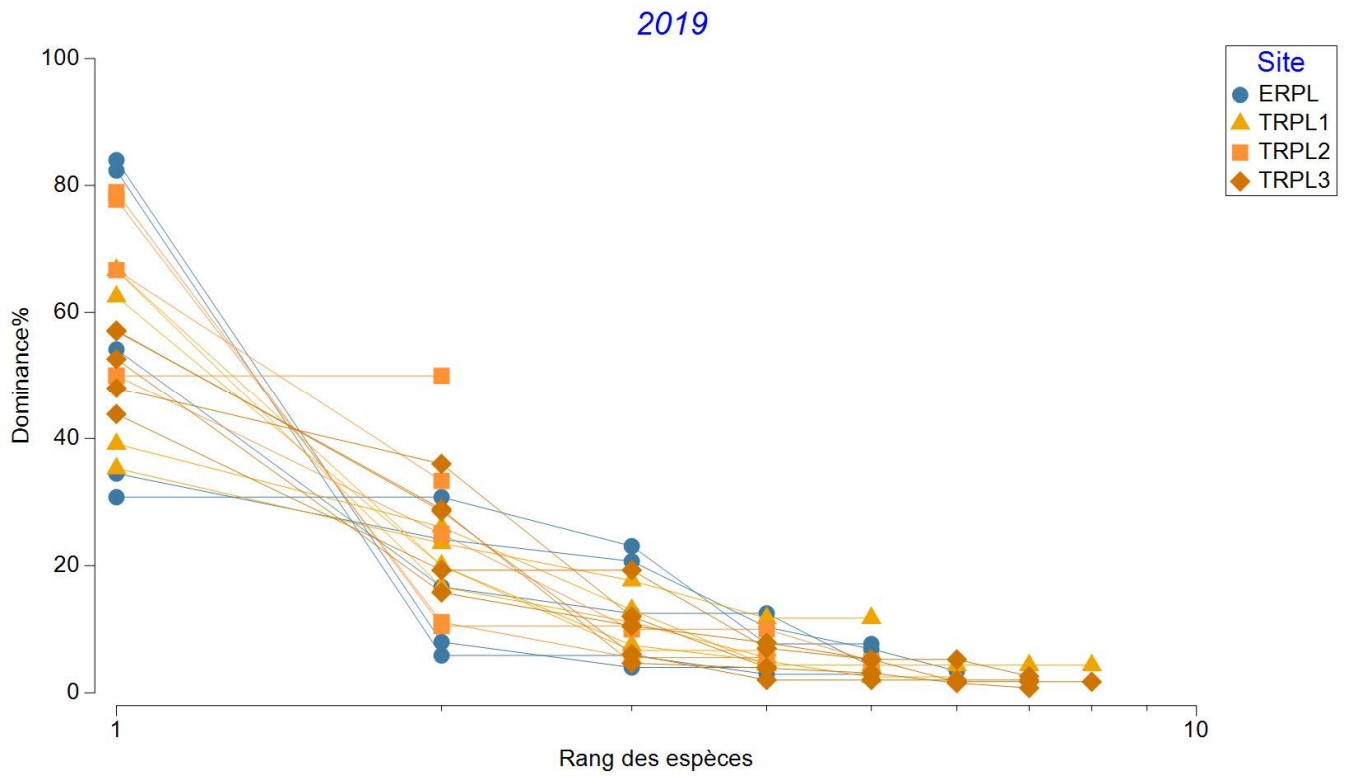
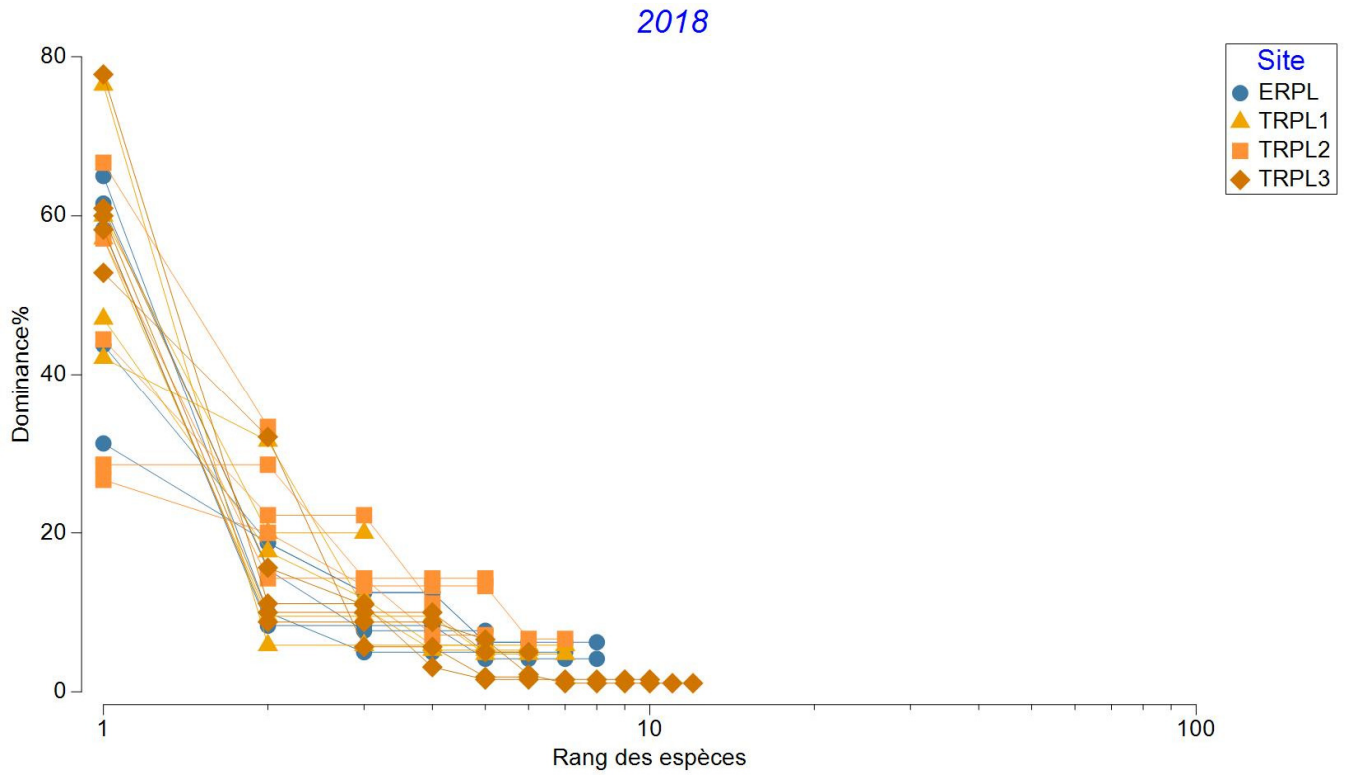
### *PAIRWISE COMPARISONS*

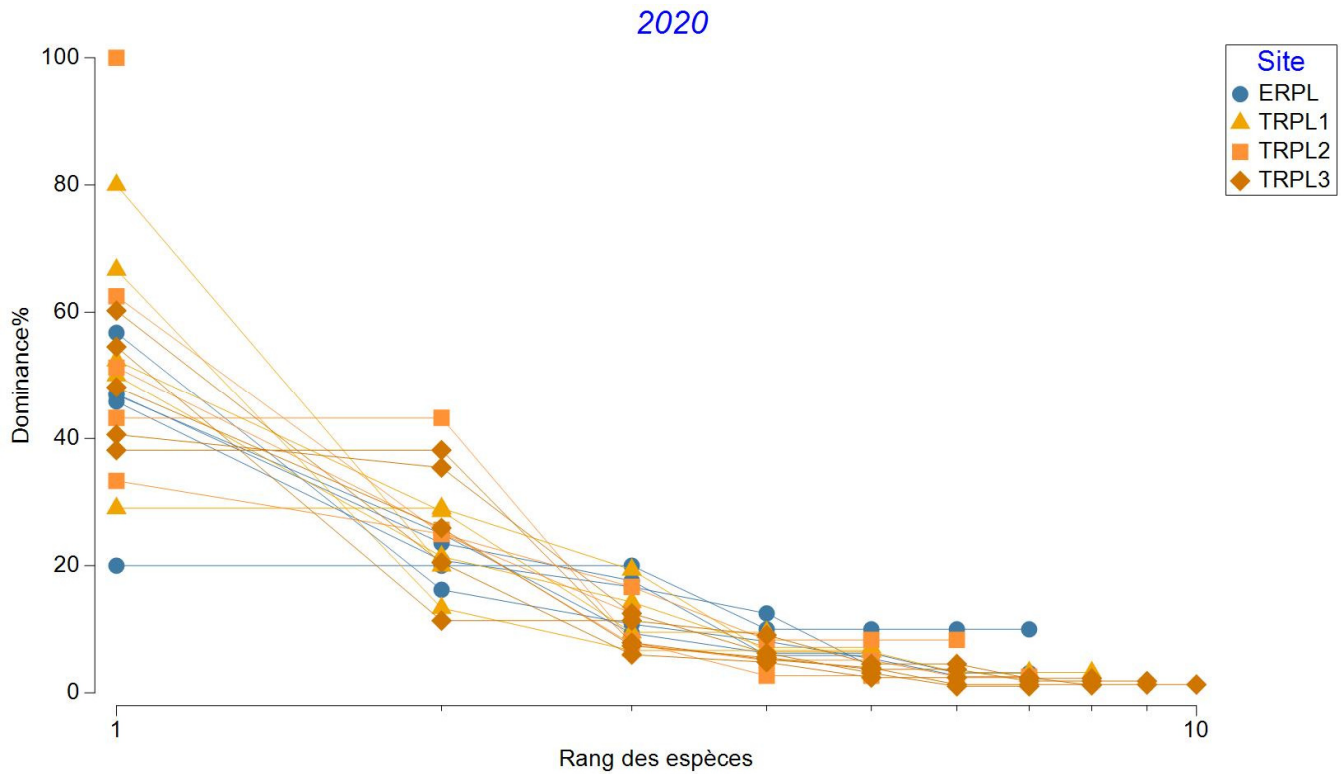
| Groups                     | t        | P(perm) |
|----------------------------|----------|---------|
| (ExposeAvant, TemoinAvant) | 0,029708 | 0,984   |
| (ExposeAvant, ExposeApres) | 0,41039  | 0,818   |
| (ExposeAvant, TemoinApres) | 0,72752  | 0,535   |
| (TemoinAvant, ExposeApres) | 0,63706  | 0,567   |
| (TemoinAvant, TemoinApres) | 1,0975   | 0,324   |
| (ExposeApres, TemoinApres) | 0,034962 | 0,977   |

### *MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group       | Size | Average | SE     |
|-------------|------|---------|--------|
| ExposeAvant | 5    | 148,36  | 41,697 |
| TemoinAvant | 15   | 149,77  | 23,798 |
| ExposeApres | 10   | 121,89  | 40,205 |
| TemoinApres | 30   | 122,99  | 12,557 |

2.3.3.3 DOMINANCE PLOTS





### 2.3.4 TESTS UNIDIMENSIONNELS AVEC CONTRASTES

#### 2.3.4.1 ABONDANCES

PERMDISP

#### Exposition Année

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

#### Resemblance worksheet

Name: eucli abon sht PF 2018-2020 no trans

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 6

Number of samples: 60

#### DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 1,917 df1: 5 df2: 54

P(perm): 0,379

#### PAIRWISE COMPARISONS

| Groups                   | t       | P(perm) |
|--------------------------|---------|---------|
| (Expose2018, Temoin2018) | 1,926   | 0,133   |
| (Expose2018, Expose2019) | 0,7415  | 0,47    |
| (Expose2018, Temoin2019) | 1,6993  | 0,271   |
| (Expose2018, Expose2020) | 1,8945  | 0,087   |
| (Expose2018, Temoin2020) | 2,4624  | 0,044   |
| (Temoin2018, Expose2019) | 1,6627  | 0,323   |
| (Temoin2018, Temoin2019) | 0,36977 | 0,813   |
| (Temoin2018, Expose2020) | 1,2407  | 0,609   |
| (Temoin2018, Temoin2020) | 0,78409 | 0,597   |
| (Expose2019, Temoin2019) | 1,5074  | 0,252   |
| (Expose2019, Expose2020) | 0,93955 | 0,374   |
| (Expose2019, Temoin2020) | 2,2048  | 0,063   |
| (Temoin2019, Expose2020) | 1,1913  | 0,397   |
| (Temoin2019, Temoin2020) | 0,30285 | 0,838   |
| (Expose2020, Temoin2020) | 1,7984  | 0,107   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group      | Size | Average | SE     |
|------------|------|---------|--------|
| Expose2018 | 5    | 24,348  | 6,5523 |
| Temoin2018 | 15   | 129,66  | 30,934 |
| Expose2019 | 5    | 37,681  | 16,745 |
| Temoin2019 | 15   | 148,79  | 41,469 |
| Expose2020 | 5    | 60,87   | 18,13  |
| Temoin2020 | 15   | 164,7   | 32,252 |

**Exposition Période**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: eucli abon sht PF 2018-2020 no trans

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 60

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 3,3896 df1: 3 df2: 56

P(perm): 0,125

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                     | t       | P(perm) |
|----------------------------|---------|---------|
| (ExposeAvant, TemoinAvant) | 1,926   | 0,15    |
| (ExposeAvant, ExposeApres) | 1,4376  | 0,184   |
| (ExposeAvant, TemoinApres) | 2,1278  | 0,057   |
| (TemoinAvant, ExposeApres) | 2,0234  | 0,212   |
| (TemoinAvant, TemoinApres) | 0,70132 | 0,621   |
| (ExposeApres, TemoinApres) | 2,4209  | 0,049   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group       | Size | Average | SE     |
|-------------|------|---------|--------|
| ExposeAvant | 5    | 24,348  | 6,5523 |
| TemoinAvant | 15   | 129,66  | 30,934 |

|             |    |        |        |
|-------------|----|--------|--------|
| ExposéAprès | 10 | 50     | 11,99  |
| TemoinAprès | 30 | 159,32 | 25,557 |

## PERMANOVA

## Permutational MANOVA

*Resemblance worksheet*

Name: eucli abon sht PF 2018-2020 no trans

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Sums of squares type: Type III (partial)

Fixed effects sum to zero for mixed terms

Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model

Number of permutations: 999

*Factors*

| Name       | Abbrev. | Type   | Levels |
|------------|---------|--------|--------|
| Exposition | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site       | Si      | Random | 4      |
| Annee      | An      | Fixed  | 3      |
| Station    | St      | Random | 20     |

*Contrasts*

| Name | Abbrev.  | Factor | Contrast           |
|------|----------|--------|--------------------|
| Pe   | Periode  | Annee  | (2018)v(2019,2020) |
| 19   | 19 vs 18 | Annee  | (2019)v(2018)      |
| 20   | 20 vs 18 | Annee  | (2018)v(2020)      |

*Excluded terms*

AnneexStation(Site(Exposition))

*Pooled terms*Si(Ex)  
Si(Ex)xAn*Terms whose SS and df were combined*

| Pool      | Terms               |
|-----------|---------------------|
| Pooled(1) | St(Si(Ex)) + Si(Ex) |
| Pooled(2) | Res + Si(Ex)xAn     |

*PERMANOVA table of results*

| Source    | df | SS         | MS     | Pseudo-F  | P(perm) | Unique perms |
|-----------|----|------------|--------|-----------|---------|--------------|
| Ex        | 1  | 45516      | 45516  | 0,67015   | 0,442   | 407          |
| An        | 2  | 37013      | 18507  | 1,1277    | 0,324   | 998          |
| Pe        | 1  | 35164      | 35164  | 2,2193    | 0,155   | 996          |
| 19        | 1  | 19853      | 19853  | 1,5254    | 0,23    | 998          |
| 20        | 1  | 33818      | 33818  | 2,6376    | 0,118   | 997          |
| ExxAn     | 2  | 5104,6     | 2552,3 | 0,15553   | 0,853   | 999          |
| ExxPe     | 1  | 1155,4     | 1155,4 | 0,072917  | 0,784   | 996          |
| Exx19     | 1  | 3,9382     | 3,9382 | 0,0003026 | 0,985   | 999          |
| Exx20     | 1  | 3703,7     | 3703,7 | 0,28887   | 0,61    | 998          |
| Pooled(1) | 18 | 1,2225E+06 | 67919  | 4,1388    | 0,002   | 999          |
| Pooled(2) | 36 | 5,9078E+05 | 16410  |           |         |              |
| Total     | 59 | 1,9271E+06 |        |           |         |              |

*Details of the expected mean squares (EMS) for the model*

| Source    | EMS  |
|-----------|--|
| Ex        | $1 * V(\text{Res}) + 3 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 22,5 * S(\text{Ex})$ |
| An        | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(\text{An})$  |
| Pe        | $1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Pe})$  |
| 19        | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(19)$   |
| 20        | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(20)$   |
| ExxAn     | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{ExxAn})$  |
| ExxPe     | $1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxPe})$   |
| Exx19     | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx19})$  |
| Exx20     | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx20})$  |
| Pooled(1) | $1 * V(\text{Res}) + 3 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$                       |
| Pooled(2) | $1 * V(\text{Res})$  |

*Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares*

| Source     | Numerator   | Denominator | Num.df | Den.df |
|------------|-------------|-------------|--------|--------|
| Ex         | 1*Ex        | 1*Pooled(1) | 1      | 18     |
| An         | 1*An        | 1*Pooled(2) | 2      | 36     |
| Pe         | 1*Pe        | 1*Res       | 1      | 38     |
| 19         | 1*19        | 1*Res       | 1      | 18     |
| 20         | 1*20        | 1*Res       | 1      | 18     |
| ExxAn      | 1*ExxAn     | 1*Pooled(2) | 2      | 36     |
| ExxPe      | 1*ExxPe     | 1*Res       | 1      | 38     |
| Exx19      | 1*Exx19     | 1*Res       | 1      | 18     |
| Exx20      | 1*Exx20     | 1*Res       | 1      | 18     |
| St(Si(Ex)) | 1*Pooled(1) | 1*Pooled(2) | 18     | 36     |

*Estimates of components of variation*

| Source        | Estimate | Sq.root |
|---------------|----------|---------|
| S(Ex)         | -995,7   | -31,555 |
| S(An)         | 139,74   | 11,821  |
| S(Pe)         | 965,97   | 31,08   |
| S(19)         | 455,85   | 21,351  |
| S(20)         | 1399,8   | 37,414  |
| S(ExxAn)      | -1847,8  | -42,986 |
| S(ExxPe)      | -1469    | -38,327 |
| S(Exx19)      | -1734,8  | -41,651 |
| S(Exx20)      | -1215,7  | -34,867 |
| V(St(Si(Ex))) | 17170    | 131,03  |
| V(Res)        | 16410    | 128,1   |

**2.3.4.2 RICHESSE**

## PERMDISP

**Exposition Année**

## Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: eucli richesse PF sht 2018-2020 no trans

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999



Number of groups: 6  
Number of samples: 60

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 2,1643 df1: 5 df2: 54

P(perm): 0,088

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                  | t       | P(perm) |
|-------------------------|---------|---------|
| (Expose2018,Temoïn2018) | 1,0307  | 0,362   |
| (Expose2018,Expose2019) | 1,7778  | 0,094   |
| (Expose2018,Temoïn2019) | 1,315   | 0,206   |
| (Expose2018,Expose2020) | 0,72495 | 0,416   |
| (Expose2018,Temoïn2020) | 1,7026  | 0,116   |
| (Temoïn2018,Expose2019) | 1,8241  | 0,08    |
| (Temoïn2018,Temoïn2019) | 0,37351 | 0,731   |
| (Temoïn2018,Expose2020) | 1,3357  | 0,226   |
| (Temoïn2018,Temoïn2020) | 0,46233 | 0,652   |
| (Expose2019,Temoïn2019) | 2,6459  | 0,01    |
| (Expose2019,Expose2020) | 1,2649  | 0,538   |
| (Expose2019,Temoïn2020) | 2,7004  | 0,016   |
| (Temoïn2019,Expose2020) | 1,8425  | 0,086   |
| (Temoïn2019,Temoïn2020) | 1,0398  | 0,272   |
| (Expose2020,Temoïn2020) | 2,0954  | 0,057   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group      | Size | Average | SE      |
|------------|------|---------|---------|
| Expose2018 | 5    | 1,04    | 0,26382 |
| Temoïn2018 | 15   | 1,8756  | 0,45234 |
| Expose2019 | 5    | 0,4     | 0,24495 |
| Temoïn2019 | 15   | 1,68    | 0,26365 |
| Expose2020 | 5    | 0,8     | 0,2     |
| Temoïn2020 | 15   | 2,1422  | 0,35788 |

**Exposition Période**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: eucli richesse PF sht 2018-2020 no trans

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 60

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 2,7079 df1: 3 df2: 56

P(perm): 0,064

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                    | t      | P(perm) |
|---------------------------|--------|---------|
| (ExposeAvant,TemoïnAvant) | 1,0307 | 0,35    |

|                            |         |       |
|----------------------------|---------|-------|
| (ExposeAvant, ExposeApres) | 0,84544 | 0,414 |
| (ExposeAvant, TemoinApres) | 1,6748  | 0,131 |
| (TemoinAvant, ExposeApres) | 1,8821  | 0,086 |
| (TemoinAvant, TemoinApres) | 0,20032 | 0,85  |
| (ExposeApres, TemoinApres) | 2,9705  | 0,007 |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group       | Size | Average | SE      |
|-------------|------|---------|---------|
| ExposeAvant | 5    | 1,04    | 0,26382 |
| TemoinAvant | 15   | 1,8756  | 0,45234 |
| ExposeApres | 10   | 0,8     | 0,15275 |
| TemoinApres | 30   | 1,9644  | 0,21892 |

## PERMANOVA

## Permutational MANOVA

*Resemblance worksheet*

Name: eucli richesse PF sht 2018-2020 no trans

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Sums of squares type: Type III (partial)

Fixed effects sum to zero for mixed terms

Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model

Number of permutations: 999

*Factors*

| Name       | Abbrev. | Type   | Levels |
|------------|---------|--------|--------|
| Exposition | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site       | Si      | Random | 4      |
| Annee      | An      | Fixed  | 3      |
| Station    | St      | Random | 20     |

*Contrasts*

| Name | Abbrev.  | Factor | Contrast           |
|------|----------|--------|--------------------|
| Pe   | Periode  | Annee  | (2018)v(2019,2020) |
| 19   | 19 vs 18 | Annee  | (2019)v(2018)      |
| 20   | 20 vs 18 | Annee  | (2018)v(2020)      |

*Excluded terms*

AnneexStation(Site(Exposition))

*Pooled terms*

Si(Ex)

Si(Ex)xAn

*Terms whose SS and df were combined*

| Pool      | Terms               |
|-----------|---------------------|
| Pooled(1) | St(Si(Ex)) + Si(Ex) |
| Pooled(2) | Res + Si(Ex)xAn     |

*PERMANOVA table of results*

| Source | df | SS   | MS   | Pseudo-F | P(perm) | Unique perms |
|--------|----|------|------|----------|---------|--------------|
| Ex     | 1  | 1,25 | 1,25 | 0,14027  | 0,714   | 55           |
| An     | 2  | 13,3 | 6,65 | 2,375    | 0,109   | 999          |

|           |    |        |        |         |       |     |
|-----------|----|--------|--------|---------|-------|-----|
| Pe        | 1  | 7,225  | 7,225  | 2,5398  | 0,103 | 993 |
| 19        | 1  | 12,675 | 12,675 | 4,4215  | 0,055 | 994 |
| 20        | 1  | 1,2    | 1,2    | 0,29032 | 0,63  | 994 |
| ExxAn     | 2  | 2,1    | 1,05   | 0,375   | 0,693 | 999 |
| ExxPe     | 1  | 2,025  | 2,025  | 0,71184 | 0,42  | 999 |
| Exx19     | 1  | 1,875  | 1,875  | 0,65407 | 0,422 | 992 |
| Exx20     | 1  | 1,2    | 1,2    | 0,29032 | 0,57  | 992 |
| Pooled(1) | 18 | 160,4  | 8,9111 | 3,1825  | 0,002 | 998 |
| Pooled(2) | 36 | 100,8  | 2,8    |         |       |     |
| Total     | 59 | 276,98 |        |         |       |     |

*Details of the expected mean squares (EMS) for the model*

|           |  |
|-----------|--|
| Source    | EMS  |
| Ex        | $1 * V(\text{Res}) + 3 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 22,5 * S(\text{Ex})$ |
| An        | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(\text{An})$  |
| Pe        | $1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Pe})$  |
| 19        | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(19)$   |
| 20        | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(20)$   |
| ExxAn     | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{ExxAn})$  |
| ExxPe     | $1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxPe})$   |
| Exx19     | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx19})$  |
| Exx20     | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx20})$  |
| Pooled(1) | $1 * V(\text{Res}) + 3 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$                       |
| Pooled(2) | $1 * V(\text{Res})$  |

*Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares*

| Source     | Numerator   | Denominator | Num.df | Den.df |
|------------|-------------|-------------|--------|--------|
| Ex         | 1*Ex        | 1*Pooled(1) | 1      | 18     |
| An         | 1*An        | 1*Pooled(2) | 2      | 36     |
| Pe         | 1*Pe        | 1*Res       | 1      | 38     |
| 19         | 1*19        | 1*Res       | 1      | 18     |
| 20         | 1*20        | 1*Res       | 1      | 18     |
| ExxAn      | 1*ExxAn     | 1*Pooled(2) | 2      | 36     |
| ExxPe      | 1*ExxPe     | 1*Res       | 1      | 38     |
| Exx19      | 1*Exx19     | 1*Res       | 1      | 18     |
| Exx20      | 1*Exx20     | 1*Res       | 1      | 18     |
| St(Si(Ex)) | 1*Pooled(1) | 1*Pooled(2) | 18     | 36     |

*Estimates of components of variation*

| Source        | Estimate  | Sq.root  |
|---------------|-----------|----------|
| S(Ex)         | -0,34049  | -0,58352 |
| S(An)         | 0,25667   | 0,50662  |
| S(Pe)         | 0,21901   | 0,46799  |
| S(19)         | 0,65389   | 0,80863  |
| S(20)         | -0,19556  | -0,44222 |
| S(ExxAn)      | -0,23333  | -0,48305 |
| S(ExxPe)      | -0,081974 | -0,28631 |
| S(Exx19)      | -0,13222  | -0,36362 |
| S(Exx20)      | -0,39111  | -0,62539 |
| V(St(Si(Ex))) | 2,037     | 1,4272   |
| V(Res)        | 2,8       | 1,6733   |

**2.3.4.3 SHANNON**

## PERMDISP

**Exposition Année**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: eucli shannon PF 2018-2020 no missing

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 6

Number of samples: 60

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 0,73551 df1: 5 df2: 54

P(perm): 0,714

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                  | t       | P(perm) |
|-------------------------|---------|---------|
| (Expose2018,Temoin2018) | 0,59474 | 0,572   |
| (Expose2018,Expose2019) | 1,8231  | 0,102   |
| (Expose2018,Temoin2019) | 0,76596 | 0,459   |
| (Expose2018,Expose2020) | 0,33737 | 0,701   |
| (Expose2018,Temoin2020) | 0,87823 | 0,576   |
| (Temoin2018,Expose2019) | 1,1498  | 0,301   |
| (Temoin2018,Temoin2019) | 0,15709 | 0,88    |
| (Temoin2018,Expose2020) | 0,93797 | 0,366   |
| (Temoin2018,Temoin2020) | 0,68246 | 0,614   |
| (Expose2019,Temoin2019) | 1,1316  | 0,292   |
| (Expose2019,Expose2020) | 2,3313  | 0,035   |
| (Expose2019,Temoin2020) | 0,36008 | 0,823   |
| (Temoin2019,Expose2020) | 1,1447  | 0,28    |
| (Temoin2019,Temoin2020) | 0,57937 | 0,61    |
| (Expose2020,Temoin2020) | 1,1234  | 0,376   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group      | Size | Average | SE       |
|------------|------|---------|----------|
| Expose2018 | 5    | 0,28746 | 0,10829  |
| Temoin2018 | 15   | 0,37611 | 0,077612 |
| Expose2019 | 5    | 0,54309 | 0,089074 |
| Temoin2019 | 15   | 0,39255 | 0,070238 |
| Expose2020 | 5    | 0,23877 | 0,095422 |
| Temoin2020 | 15   | 0,46945 | 0,11263  |

**Exposition Période**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: eucli shannon PF 2018-2020 no missing

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 60

#### DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 0,32974 df1: 3 df2: 56

P(perm): 0,848

#### PAIRWISE COMPARISONS

| Groups                     | t        | P(perm) |
|----------------------------|----------|---------|
| (ExposeAvant, TemoiAvant)  | 0,59474  | 0,578   |
| (ExposeAvant, ExposeApres) | 0,48735  | 0,684   |
| (ExposeAvant, TemoiApres)  | 0,8906   | 0,452   |
| (TemoiAvant, ExposeApres)  | 0,026374 | 0,979   |
| (TemoiAvant, TemoiApres)   | 0,55879  | 0,634   |
| (ExposeApres, TemoiApres)  | 0,42535  | 0,722   |

#### MEANS AND STANDARD ERRORS

| Group       | Size | Average | SE       |
|-------------|------|---------|----------|
| ExposeAvant | 5    | 0,28746 | 0,10829  |
| TemoiAvant  | 15   | 0,37611 | 0,077612 |
| ExposeApres | 10   | 0,37971 | 0,12102  |
| TemoiApres  | 30   | 0,43622 | 0,065312 |

#### PERMANOVA

##### Permutational MANOVA

##### Resemblance worksheet

Name: eucli shannon PF 2018-2020 no missing

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Sums of squares type: Type III (partial)

Fixed effects sum to zero for mixed terms

Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model

Number of permutations: 999

##### Factors

| Name       | Abbrev. | Type   | Levels |
|------------|---------|--------|--------|
| Exposition | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site       | Si      | Random | 4      |
| Annee      | An      | Fixed  | 3      |
| Station    | St      | Random | 20     |

##### Contrasts

| Name | Abbrev.  | Factor | Contrast           |
|------|----------|--------|--------------------|
| Pe   | Periode  | Annee  | (2018)v(2019,2020) |
| 19   | 19 vs 18 | Annee  | (2019)v(2018)      |
| 20   | 20 vs 18 | Annee  | (2018)v(2020)      |

##### Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

##### Pooled terms

Si(Ex)

Si(Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

| Pool      | Terms               |
|-----------|---------------------|
| Pooled(1) | St(Si(Ex)) + Si(Ex) |
| Pooled(2) | Res + Si(Ex)xAn     |

PERMANOVA table of results

| Source    | df | SS        | MS        | Pseudo-F | P(perm) | Unique perms |
|-----------|----|-----------|-----------|----------|---------|--------------|
| Ex        | 1  | 0,65197   | 0,65197   | 2,015    | 0,165   | 964          |
| An        | 2  | 1,1018    | 0,55091   | 2,0598   | 0,149   | 998          |
| Pe        | 1  | 0,35672   | 0,35672   | 1,3046   | 0,259   | 997          |
| 19        | 1  | 0,9003    | 0,9003    | 3,4795   | 0,079   | 997          |
| 20        | 1  | 0,0073351 | 0,0073351 | 0,019586 | 0,888   | 996          |
| ExxAn     | 2  | 0,31973   | 0,15987   | 0,59773  | 0,578   | 998          |
| ExxPe     | 1  | 0,024486  | 0,024486  | 0,089553 | 0,768   | 997          |
| Exx19     | 1  | 0,16581   | 0,16581   | 0,64084  | 0,432   | 997          |
| Exx20     | 1  | 0,018542  | 0,018542  | 0,04951  | 0,827   | 997          |
| Pooled(1) | 18 | 5,824     | 0,32355   | 1,2097   | 0,317   | 998          |
| Pooled(2) | 36 | 9,6284    | 0,26746   |          |         |              |
| Total     | 59 | 17,25     |           |          |         |              |

Details of the expected mean squares (EMS) for the model

| Source    | EMS  |
|-----------|--|
| Ex        | $1 * V(\text{Res}) + 3 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 22,5 * S(\text{Ex})$ |
| An        | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(\text{An})$  |
| Pe        | $1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Pe})$  |
| 19        | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(19)$   |
| 20        | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(20)$   |
| ExxAn     | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{ExxAn})$  |
| ExxPe     | $1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxPe})$   |
| Exx19     | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx19})$  |
| Exx20     | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx20})$  |
| Pooled(1) | $1 * V(\text{Res}) + 3 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$                       |
| Pooled(2) | $1 * V(\text{Res})$  |

Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares

| Source     | Numerator   | Denominator | Num. df | Den. df |
|------------|-------------|-------------|---------|---------|
| Ex         | 1*Ex        | 1*Pooled(1) | 1       | 18      |
| An         | 1*An        | 1*Pooled(2) | 2       | 36      |
| Pe         | 1*Pe        | 1*Res       | 1       | 38      |
| 19         | 1*19        | 1*Res       | 1       | 18      |
| 20         | 1*20        | 1*Res       | 1       | 18      |
| ExxAn      | 1*ExxAn     | 1*Pooled(2) | 2       | 36      |
| ExxPe      | 1*ExxPe     | 1*Res       | 1       | 38      |
| Exx19      | 1*Exx19     | 1*Res       | 1       | 18      |
| Exx20      | 1*Exx20     | 1*Res       | 1       | 18      |
| St(Si(Ex)) | 1*Pooled(1) | 1*Pooled(2) | 18      | 36      |

Estimates of components of variation

| Source        | Estimate  | Sq. root |
|---------------|-----------|----------|
| S(Ex)         | 0,014596  | 0,12081  |
| S(An)         | 0,018897  | 0,13747  |
| S(Pe)         | 0,0041647 | 0,064535 |
| S(19)         | 0,042771  | 0,20681  |
| S(20)         | -0,024478 | -0,15645 |
| S(ExxAn)      | -0,014345 | -0,11977 |
| S(ExxPe)      | -0,024894 | -0,15778 |
| S(Exx19)      | -0,012391 | -0,11131 |
| S(Exx20)      | -0,047461 | -0,21786 |
| V(St(Si(Ex))) | 0,018699  | 0,13674  |
| V(Res)        | 0,26746   | 0,51716  |

### 2.3.4.4 EVENNESS

#### PERMDISP

#### Exposition Année

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

##### *Resemblance worksheet*

Name: eucli equitabilite PF no missing

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 6

Number of samples: 59

##### *DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 3,9173 df1: 5 df2: 53

P(perm): 0,004

##### *PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                   | t       | P(perm) |
|--------------------------|---------|---------|
| (Expose2018, Temoin2018) | 0,80278 | 0,481   |
| (Expose2018, Expose2019) | 3,4075  | 0,029   |
| (Expose2018, Temoin2019) | 0,52497 | 0,64    |
| (Expose2018, Expose2020) | 0,84315 | 0,488   |
| (Expose2018, Temoin2020) | 0,90888 | 0,483   |
| (Temoin2018, Expose2019) | 2,4492  | 0,027   |
| (Temoin2018, Temoin2019) | 0,28886 | 0,772   |
| (Temoin2018, Expose2020) | 1,529   | 0,106   |
| (Temoin2018, Temoin2020) | 2,1569  | 0,042   |
| (Expose2019, Temoin2019) | 2,473   | 0,013   |
| (Expose2019, Expose2020) | 3,7454  | 0,021   |
| (Expose2019, Temoin2020) | 5,3623  | 0,002   |
| (Temoin2019, Expose2020) | 1,2066  | 0,274   |
| (Temoin2019, Temoin2020) | 1,678   | 0,137   |
| (Expose2020, Temoin2020) | 0,25953 | 0,821   |

##### *MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group      | Size | Average  | SE       |
|------------|------|----------|----------|
| Expose2018 | 5    | 0,091262 | 0,018292 |
| Temoin2018 | 15   | 0,11787  | 0,01792  |
| Expose2019 | 5    | 0,20345  | 0,027375 |
| Temoin2019 | 15   | 0,11019  | 0,019642 |
| Expose2020 | 5    | 0,065345 | 0,024704 |
| Temoin2020 | 14   | 0,071493 | 0,011227 |

#### Exposition Période

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

##### *Resemblance worksheet*

Name: eucli equitabilite PF no missing  
 Data type: Distance  
 Selection: All  
 Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres  
 Number of permutations: 999

Number of groups: 4  
 Number of samples: 59

#### DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 1,0359 df1: 3 df2: 55  
 P(perm): 0,414

#### PAIRWISE COMPARISONS

| Groups                    | t        | P(perm) |
|---------------------------|----------|---------|
| (ExposeAvant,TemoinAvant) | 0,80278  | 0,46    |
| (ExposeAvant,ExposeApres) | 0,79929  | 0,56    |
| (ExposeAvant,TemoinApres) | 0,010265 | 0,995   |
| (TemoinAvant,ExposeApres) | 0,45901  | 0,692   |
| (TemoinAvant,TemoinApres) | 1,2564   | 0,231   |
| (ExposeApres,TemoinApres) | 1,4764   | 0,155   |

#### MEANS AND STANDARD ERRORS

| Group       | Size | Average  | SE       |
|-------------|------|----------|----------|
| ExposeAvant | 5    | 0,091262 | 0,018292 |
| TemoinAvant | 15   | 0,11787  | 0,01792  |
| ExposeApres | 10   | 0,13489  | 0,036882 |
| TemoinApres | 29   | 0,091568 | 0,011873 |

### PERMANOVA

#### Permutational MANOVA

##### Resemblance worksheet

Name: eucli equitabilite PF no missing  
 Data type: Distance  
 Selection: All  
 Resemblance: D1 Euclidean distance

Sums of squares type: Type III (partial)  
 Fixed effects sum to zero for mixed terms  
 Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model  
 Number of permutations: 999

##### Factors

| Name       | Abbrev. | Type   | Levels |
|------------|---------|--------|--------|
| Exposition | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site       | Si      | Random | 4      |
| Annee      | An      | Fixed  | 3      |
| Station    | St      | Random | 20     |

##### Contrasts

| Name | Abbrev.  | Factor | Contrast           |
|------|----------|--------|--------------------|
| Pe   | Periode  | Annee  | (2018)v(2019,2020) |
| 19   | 19 vs 18 | Annee  | (2019)v(2018)      |



20 20 vs 18 Annee (2018)v(2020)

*Excluded terms*

AnneexStation(Site(Exposition))

*Pooled terms*

Si(Ex)  
Si(Ex)xAn

*Terms whose SS and df were combined*

Pool Terms  
Pooled(1) St(Si(Ex)) + Si(Ex)  
Pooled(2) Res + Si(Ex)xAn

*PERMANOVA table of results*

| Source    | df | SS         | MS         | Pseudo-F  | P(perm) | Unique perms |
|-----------|----|------------|------------|-----------|---------|--------------|
| Ex        | 1  | 0,0011417  | 0,0011417  | 0,043916  | 0,836   | 996          |
| An        | 2  | 0,043953   | 0,021977   | 1,8085    | 0,178   | 998          |
| Pe        | 1  | 0,001741   | 0,001741   | 0,1356    | 0,724   | 995          |
| 19        | 1  | 0,019355   | 0,019355   | 1,3866    | 0,263   | 999          |
| 20        | 1  | 0,0043347  | 0,0043347  | 0,38913   | 0,541   | 995          |
| ExxAn     | 2  | 0,030731   | 0,015365   | 1,2644    | 0,298   | 997          |
| ExxPe     | 1  | 8,5926E-05 | 8,5926E-05 | 0,0066923 | 0,921   | 995          |
| Exx19     | 1  | 0,0064796  | 0,0064796  | 0,46419   | 0,532   | 997          |
| Exx20     | 1  | 0,0092177  | 0,0092177  | 0,82749   | 0,368   | 999          |
| Pooled(1) | 18 | 0,51198    | 0,028443   | 2,3406    | 0,017   | 997          |
| Pooled(2) | 35 | 0,42532    | 0,012152   |           |         |              |
| Total     | 58 | 0,99335    |            |           |         |              |

*Details of the expected mean squares (EMS) for the model*

| Source    | EMS  |
|-----------|--|
| Ex        | 1*v(Res) + 2,9735*v(St(Si(Ex))) + 22,301*s(Ex) |
| An        | 1*v(Res) + 14,868*s(An)                        |
| Pe        | 1*v(Res) + 19,916*s(Pe)                        |
| 19        | 1*v(Res) + 15*s(19)                            |
| 20        | 1*v(Res) + 14,737*s(20)                        |
| ExxAn     | 1*v(Res) + 7,4342*s(ExxAn)                     |
| ExxPe     | 1*v(Res) + 9,9578*s(ExxPe)                     |
| Exx19     | 1*v(Res) + 7,5*s(Exx19)                        |
| Exx20     | 1*v(Res) + 7,3684*s(Exx20)                     |
| Pooled(1) | 1*v(Res) + 2,9444*v(St(Si(Ex)))                |
| Pooled(2) | 1*v(Res)                                       |

*Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares*

| Source     | Numerator                  | Denominator      | Num.df | Den.df |
|------------|----------------------------|------------------|--------|--------|
| Ex         | 0,0098514*Pooled(2) + 1*Ex | 1,0099*Pooled(1) | 1,22   | 18     |
| An         | 1*An                       | 1*Pooled(2)      | 2      | 35     |
| Pe         | 1*Pe                       | 1*Res            | 1      | 37     |
| 19         | 1*19                       | 1*Res            | 1      | 18     |
| 20         | 1*20                       | 1*Res            | 1      | 17     |
| ExxAn      | 1*ExxAn                    | 1*Pooled(2)      | 2      | 35     |
| ExxPe      | 1*ExxPe                    | 1*Res            | 1      | 37     |
| Exx19      | 1*Exx19                    | 1*Res            | 1      | 18     |
| Exx20      | 1*Exx20                    | 1*Res            | 1      | 17     |
| St(Si(Ex)) | 1*Pooled(1)                | 1*Pooled(2)      | 18     | 35     |

*Estimates of components of variation*

| Source | Estimate   | Sq.root  |
|--------|------------|----------|
| S(Ex)  | -0,0012314 | 0,035092 |
| S(An)  | 0,00066077 | 0,025705 |

|               |             |           |
|---------------|-------------|-----------|
| S(Pe)         | -0,00055728 | -0,023607 |
| S(19)         | 0,00035978  | 0,018968  |
| S(20)         | -0,00046175 | -0,021488 |
| S(ExxAn)      | 0,00043224  | 0,02079   |
| S(ExxPe)      | -0,0012808  | -0,035788 |
| S(Exx19)      | -0,00099723 | -0,031579 |
| S(Exx20)      | -0,00026081 | -0,016149 |
| V(St(Si(Ex))) | 0,0055328   | 0,074383  |
| V(Res)        | 0,012152    | 0,11024   |

### 2.3.4.5 CHIRONOMIDES

#### PERMDISP

#### Exposition Année

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

#### *Resemblance worksheet*

Name: eucli chirono PF sht 2018-2020

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 6

Number of samples: 60

#### *DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 0,9282 df1: 5 df2: 54

P(perm): 0,732

#### *PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                   | t        | P(perm) |
|--------------------------|----------|---------|
| (Expose2018, Temoin2018) | 1,5706   | 0,119   |
| (Expose2018, Expose2019) | 1,9311   | 0,055   |
| (Expose2018, Temoin2019) | 1,7974   | 0,224   |
| (Expose2018, Expose2020) | 3,0194   | 0,032   |
| (Expose2018, Temoin2020) | 2,6721   | 0,024   |
| (Temoin2018, Expose2019) | 0,1206   | 0,921   |
| (Temoin2018, Temoin2019) | 0,57966  | 0,69    |
| (Temoin2018, Expose2020) | 0,40897  | 0,805   |
| (Temoin2018, Temoin2020) | 0,17259  | 0,894   |
| (Expose2019, Temoin2019) | 0,29456  | 0,849   |
| (Expose2019, Expose2020) | 0,27315  | 0,763   |
| (Expose2019, Temoin2020) | 0,33765  | 0,754   |
| (Temoin2019, Expose2020) | 0,055366 | 0,98    |
| (Temoin2019, Temoin2020) | 0,84777  | 0,549   |
| (Expose2020, Temoin2020) | 0,83563  | 0,436   |

#### *MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group      | Size | Average | SE     |
|------------|------|---------|--------|
| Expose2018 | 5    | 3,4783  | 0,355  |
| Temoin2018 | 15   | 12,56   | 3,2765 |
| Expose2019 | 5    | 13,333  | 5,0911 |

|            |    |        |        |
|------------|----|--------|--------|
| Temoin2019 | 15 | 15,459 | 3,7775 |
| Expose2020 | 5  | 15,072 | 3,8235 |
| Temoin2020 | 15 | 11,916 | 1,787  |

### Exposition Période

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

#### Resemblance worksheet

Name: eucli chirono PF sht 2018-2020

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 60

#### DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 1,3559 df1: 3 df2: 56

P(perm): 0,455

#### PAIRWISE COMPARISONS

| Groups                     | t       | P(perm) |
|----------------------------|---------|---------|
| (ExposeAvant, TemoinAvant) | 1,5706  | 0,121   |
| (ExposeAvant, ExposeApres) | 2,5049  | 0,025   |
| (ExposeAvant, TemoinApres) | 1,883   | 0,149   |
| (TemoinAvant, ExposeApres) | 0,63462 | 0,594   |
| (TemoinAvant, TemoinApres) | 0,29196 | 0,841   |
| (ExposeApres, TemoinApres) | 0,46099 | 0,728   |

#### MEANS AND STANDARD ERRORS

| Group       | Size | Average | SE     |
|-------------|------|---------|--------|
| ExposeAvant | 5    | 3,4783  | 0,355  |
| TemoinAvant | 15   | 12,56   | 3,2765 |
| ExposeApres | 10   | 15,652  | 3,3682 |
| TemoinApres | 30   | 13,688  | 2,1854 |

### PERMANOVA

Permutational MANOVA

#### Resemblance worksheet

Name: eucli chirono PF sht 2018-2020

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Sums of squares type: Type III (partial)

Fixed effects sum to zero for mixed terms

Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model

Number of permutations: 999

#### Factors

| Name       | Abbrev. | Type   | Levels |
|------------|---------|--------|--------|
| Exposition | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site       | Si      | Random | 4      |
| Annee      | An      | Fixed  | 3      |
| Station    | St      | Random | 20     |

*Contrasts*

| Name | Abbrev.  | Factor | Contrast           |
|------|----------|--------|--------------------|
| Pe   | Periode  | Annee  | (2018)v(2019,2020) |
| 19   | 19 vs 18 | Annee  | (2019)v(2018)      |
| 20   | 20 vs 18 | Annee  | (2018)v(2020)      |

*Excluded terms*

AnneexStation(Site(Exposition))

*Pooled terms*Si(Ex)  
Si(Ex)xAn*Terms whose SS and df were combined*

| Pool      | Terms               |
|-----------|---------------------|
| Pooled(1) | St(Si(Ex)) + Si(Ex) |
| Pooled(2) | Res + Si(Ex)xAn     |

*PERMANOVA table of results*

| Source    | df | SS     | MS     | Pseudo-F | P(perm) | Unique perms |
|-----------|----|--------|--------|----------|---------|--------------|
| Ex        | 1  | 981,35 | 981,35 | 2,0019   | 0,196   | 31           |
| An        | 2  | 1220,6 | 610,28 | 2,72     | 0,078   | 999          |
| Pe        | 1  | 1078,8 | 1078,8 | 4,5017   | 0,044   | 996          |
| 19        | 1  | 505,85 | 505,85 | 1,7646   | 0,181   | 992          |
| 20        | 1  | 1183,2 | 1183,2 | 10,123   | 0,009   | 994          |
| ExxAn     | 2  | 1850,7 | 925,34 | 4,1242   | 0,024   | 998          |
| ExxPe     | 1  | 842,49 | 842,49 | 3,5156   | 0,085   | 998          |
| Exx19     | 1  | 85,766 | 85,766 | 0,29919  | 0,598   | 994          |
| Exx20     | 1  | 1682,1 | 1682,1 | 14,391   | 0,002   | 993          |
| Pooled(1) | 18 | 8824   | 490,22 | 2,1849   | 0,021   | 999          |
| Pooled(2) | 36 | 8077,2 | 224,37 |          |         |              |
| Total     | 59 | 20202  |        |          |         |              |

*Details of the expected mean squares (EMS) for the model*

| Source    | EMS  |
|-----------|--|
| Ex        | $1 * V(\text{Res}) + 3 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 22,5 * S(\text{Ex})$ |
| An        | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(\text{An})$  |
| Pe        | $1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Pe})$  |
| 19        | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(19)$   |
| 20        | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(20)$   |
| ExxAn     | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{ExxAn})$  |
| ExxPe     | $1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxPe})$   |
| Exx19     | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx19})$  |
| Exx20     | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx20})$  |
| Pooled(1) | $1 * V(\text{Res}) + 3 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$                       |
| Pooled(2) | $1 * V(\text{Res})$  |

*Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares*

| Source | Numerator | Denominator | Num.df | Den.df |
|--------|-----------|-------------|--------|--------|
| Ex     | 1*Ex      | 1*Pooled(1) | 1      | 18     |
| An     | 1*An      | 1*Pooled(2) | 2      | 36     |
| Pe     | 1*Pe      | 1*Res       | 1      | 38     |
| 19     | 1*19      | 1*Res       | 1      | 18     |
| 20     | 1*20      | 1*Res       | 1      | 18     |

|            |             |             |    |    |
|------------|-------------|-------------|----|----|
| ExxAn      | 1*ExxAn     | 1*Pooled(2) | 2  | 36 |
| ExxPe      | 1*ExxPe     | 1*Res       | 1  | 38 |
| Exx19      | 1*Exx19     | 1*Res       | 1  | 18 |
| Exx20      | 1*Exx20     | 1*Res       | 1  | 18 |
| St(Si(Ex)) | 1*Pooled(1) | 1*Pooled(2) | 18 | 36 |

*Estimates of components of variation*

| Source        | Estimate | Sq. root |
|---------------|----------|----------|
| S(Ex)         | 21,828   | 4,672    |
| S(An)         | 25,728   | 5,0723   |
| S(Pe)         | 41,957   | 6,4774   |
| S(19)         | 14,612   | 3,8226   |
| S(20)         | 71,089   | 8,4315   |
| S(ExxAn)      | 93,463   | 9,6676   |
| S(ExxPe)      | 60,285   | 7,7644   |
| S(Exx19)      | -26,787  | -5,1756  |
| S(Exx20)      | 208,69   | 14,446   |
| V(St(Si(Ex))) | 88,619   | 9,4138   |
| V(Res)        | 224,37   | 14,979   |

**2.3.4.6 EPT**

## PERMDISP

**Exposition Année**

## Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: eucli EPT PF 2018-2020

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 6

Number of samples: 60

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 1,7326 df1: 5 df2: 54

P(perm): 0,496

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                   | t       | P(perm) |
|--------------------------|---------|---------|
| (Expose2018, Temoi2018)  | 0,55136 | 0,812   |
| (Expose2018, Expose2019) | 2,4405  | 0,023   |
| (Expose2018, Temoi2019)  | 1,1416  | 0,308   |
| (Expose2018, Expose2020) | 0,38052 | 0,912   |
| (Expose2018, Temoi2020)  | 0,99707 | 0,531   |
| (Temoi2018, Expose2019)  | 1,5412  | 0,314   |
| (Temoi2018, Temoi2019)   | 1,6318  | 0,3     |
| (Temoi2018, Expose2020)  | 0,23666 | 0,841   |
| (Temoi2018, Temoi2020)   | 0,70366 | 0,623   |
| (Expose2019, Temoi2019)  | 1,76    | 0,06    |
| (Expose2019, Expose2020) | 1,6926  | 0,205   |

|                        |         |       |
|------------------------|---------|-------|
| (Expose2019,Temoi2020) | 1,8536  | 0,243 |
| (Temoi2019,Expose2020) | 1,4182  | 0,223 |
| (Temoi2019,Temoi2020)  | 2,3191  | 0,02  |
| (Expose2020,Temoi2020) | 0,70562 | 0,657 |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group      | Size | Average | SE     |
|------------|------|---------|--------|
| Expose2018 | 5    | 10,435  | 2,5269 |
| Temoi2018  | 15   | 14,686  | 4,3013 |
| Expose2019 | 5    | 2,8986  | 1,775  |
| Temoi2019  | 15   | 7,343   | 1,3227 |
| Expose2020 | 5    | 12,754  | 5,5453 |
| Temoi2020  | 15   | 19,324  | 4,9938 |

**Exposition Période**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: eucli EPT PF 2018-2020

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 60

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 0,42643 df1: 3 df2: 56

P(perm): 0,914

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                    | t       | P(perm) |
|---------------------------|---------|---------|
| (ExposeAvant,TemoiAvant)  | 0,55136 | 0,783   |
| (ExposeAvant,ExposeApres) | 0,51877 | 0,806   |
| (ExposeAvant,TemoiApres)  | 0,27553 | 0,822   |
| (TemoiAvant,ExposeApres)  | 1,1568  | 0,473   |
| (TemoiAvant,TemoiApres)   | 0,39947 | 0,806   |
| (ExposeApres,TemoiApres)  | 0,83067 | 0,55    |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group       | Size | Average | SE     |
|-------------|------|---------|--------|
| ExposeAvant | 5    | 10,435  | 2,5269 |
| TemoiAvant  | 15   | 14,686  | 4,3013 |
| ExposeApres | 10   | 7,8261  | 3,2797 |
| TemoiApres  | 30   | 12,56   | 3,0868 |

**PERMANOVA**

Permutational MANOVA

*Resemblance worksheet*

Name: eucli EPT PF 2018-2020

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Sums of squares type: Type III (partial)

Fixed effects sum to zero for mixed terms

Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model

Number of permutations: 999

*Factors*

| Name       | Abbrev. | Type   | Levels |
|------------|---------|--------|--------|
| Exposition | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site       | Si      | Random | 4      |
| Annee      | An      | Fixed  | 3      |
| Station    | St      | Random | 20     |

*Contrasts*

| Name | Abbrev.  | Factor | Contrast           |
|------|----------|--------|--------------------|
| Pe   | Periode  | Annee  | (2018)v(2019,2020) |
| 19   | 19 vs 18 | Annee  | (2019)v(2018)      |
| 20   | 20 vs 18 | Annee  | (2018)v(2020)      |

*Excluded terms*

AnneexStation(Site(Exposition))

*Pooled terms*

Si(Ex)

Si(Ex)xAn

*Terms whose SS and df were combined*

| Pool      | Terms               |
|-----------|---------------------|
| Pooled(1) | St(Si(Ex)) + Si(Ex) |
| Pooled(2) | Res + Si(Ex)xAn     |

*PERMANOVA table of results*

| Source    | df | SS     | MS     | Pseudo-F  | P(perm) | Unique perms |
|-----------|----|--------|--------|-----------|---------|--------------|
| Ex        | 1  | 2,6255 | 2,6255 | 0,0059159 | 0,968   | 53           |
| An        | 2  | 771,9  | 385,95 | 1,0406    | 0,342   | 998          |
| Pe        | 1  | 295,37 | 295,37 | 0,77907   | 0,376   | 997          |
| 19        | 1  | 15,753 | 15,753 | 0,069054  | 0,784   | 926          |
| 20        | 1  | 665,56 | 665,56 | 1,114     | 0,31    | 996          |
| ExxAn     | 2  | 162,78 | 81,39  | 0,21945   | 0,808   | 999          |
| ExxPe     | 1  | 64,325 | 64,325 | 0,16966   | 0,701   | 997          |
| Exx19     | 1  | 141,78 | 141,78 | 0,62148   | 0,457   | 995          |
| Exx20     | 1  | 3,9382 | 3,9382 | 0,0065918 | 0,944   | 991          |
| Pooled(1) | 18 | 7988,5 | 443,81 | 1,1966    | 0,282   | 999          |
| Pooled(2) | 36 | 13352  | 370,88 |           |         |              |
| Total     | 59 | 22694  |        |           |         |              |

*Details of the expected mean squares (EMS) for the model*

| Source | EMS  |
|--------|--|
| Ex     | $1 * V(\text{Res}) + 3 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 22,5 * S(\text{Ex})$ |
| An     | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(\text{An})$  |
| Pe     | $1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Pe})$  |
| 19     | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(19)$   |
| 20     | $1 * V(\text{Res}) + 15 * S(20)$   |
| ExxAn  | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{ExxAn})$  |
| ExxPe  | $1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxPe})$   |
| Exx19  | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx19})$  |
| Exx20  | $1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx20})$  |

Pooled(1)  $1 * V(\text{Res}) + 3 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$   
 Pooled(2)  $1 * V(\text{Res})$

*Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares*

| Source     | Numerator   | Denominator | Num. df | Den. df |
|------------|-------------|-------------|---------|---------|
| Ex         | 1*Ex        | 1*Pooled(1) | 1       | 18      |
| An         | 1*An        | 1*Pooled(2) | 2       | 36      |
| Pe         | 1*Pe        | 1*Res       | 1       | 38      |
| 19         | 1*19        | 1*Res       | 1       | 18      |
| 20         | 1*20        | 1*Res       | 1       | 18      |
| ExxAn      | 1*ExxAn     | 1*Pooled(2) | 2       | 36      |
| ExxPe      | 1*ExxPe     | 1*Res       | 1       | 38      |
| Exx19      | 1*Exx19     | 1*Res       | 1       | 18      |
| Exx20      | 1*Exx20     | 1*Res       | 1       | 18      |
| St(Si(Ex)) | 1*Pooled(1) | 1*Pooled(2) | 18      | 36      |

*Estimates of components of variation*

| Source        | Estimate | Sq. root |
|---------------|----------|----------|
| S(Ex)         | -19,608  | -4,4281  |
| S(An)         | 1,0048   | 1,0024   |
| S(Pe)         | -4,1881  | -2,0465  |
| S(19)         | -14,158  | -3,7627  |
| S(20)         | 4,5411   | 2,131    |
| S(ExxAn)      | -38,598  | -6,2127  |
| S(ExxPe)      | -31,481  | -5,6108  |
| S(Exx19)      | -11,513  | -3,3931  |
| S(Exx20)      | -79,134  | -8,8958  |
| V(St(Si(Ex))) | 24,31    | 4,9305   |
| V(Res)        | 370,88   | 19,258   |

### 2.3.4.7 EPT/C

#### PERMDISP

#### Exposition Année

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: eucli EPTC PF sht 2018-2020  
 Data type: Distance  
 Selection: All  
 Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee  
 Number of permutations: 999

Number of groups: 6  
 Number of samples: 43

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 1,1176 df1: 5 df2: 37  
 P(perm): 0,666

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                   | t       | P(perm) |
|--------------------------|---------|---------|
| (Expose2018, Temoin2018) | 0,77828 | 0,653   |



|                          |         |       |
|--------------------------|---------|-------|
| (Expose2018, Expose2019) | 2,0661  | 0,057 |
| (Expose2018, Temoin2019) | 0,96979 | 0,476 |
| (Expose2018, Expose2020) | 1,1298  | 0,56  |
| (Expose2018, Temoin2020) | 1,5872  | 0,245 |
| (Temoin2018, Expose2019) | 1,139   | 0,454 |
| (Temoin2018, Temoin2019) | 0,18764 | 0,92  |
| (Temoin2018, Expose2020) | 0,17703 | 0,962 |
| (Temoin2018, Temoin2020) | 0,50238 | 0,826 |
| (Expose2019, Temoin2019) | 2,1593  | 0,064 |
| (Expose2019, Expose2020) | 2,8366  | 0,047 |
| (Expose2019, Temoin2020) | 1,593   | 0,172 |
| (Temoin2019, Expose2020) | 0,52697 | 0,676 |
| (Temoin2019, Temoin2020) | 1,0501  | 0,395 |
| (Expose2020, Temoin2020) | 0,46638 | 0,722 |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group      | Size | Average | SE       |
|------------|------|---------|----------|
| Expose2018 | 5    | 1,12    | 0,38262  |
| Temoin2018 | 9    | 0,7378  | 0,29753  |
| Expose2019 | 4    | 0,21429 | 0,071429 |
| Temoin2019 | 12   | 0,79588 | 0,1504   |
| Expose2020 | 5    | 0,664   | 0,12841  |
| Temoin2020 | 8    | 0,56406 | 0,14786  |

**Exposition Période**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: eucli EPTC PF sht 2018-2020

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 43

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 1,245 df1: 3 df2: 39

P(perm): 0,472

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                     | t       | P(perm) |
|----------------------------|---------|---------|
| (ExposeAvant, TemoinAvant) | 0,77828 | 0,623   |
| (ExposeAvant, ExposeApres) | 2,1057  | 0,04    |
| (ExposeAvant, TemoinApres) | 1,4126  | 0,264   |
| (TemoinAvant, ExposeApres) | 0,89283 | 0,674   |
| (TemoinAvant, TemoinApres) | 0,1056  | 0,928   |
| (ExposeApres, TemoinApres) | 1,39    | 0,231   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group       | Size | Average | SE      |
|-------------|------|---------|---------|
| ExposeAvant | 5    | 1,12    | 0,38262 |
| TemoinAvant | 9    | 0,7378  | 0,29753 |
| ExposeApres | 9    | 0,45326 | 0,11419 |
| TemoinApres | 20   | 0,71053 | 0,11242 |

## PERMANOVA

## Permutational MANOVA

*Resemblance worksheet*

Name: eucli EPTC PF sht 2018-2020

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Sums of squares type: Type III (partial)

Fixed effects sum to zero for mixed terms

Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model

Number of permutations: 999

*Factors*

| Name       | Abbrev. | Type   | Levels |
|------------|---------|--------|--------|
| Exposition | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site       | Si      | Random | 4      |
| Annee      | An      | Fixed  | 3      |
| Station    | St      | Random | 20     |

*Contrasts*

| Name | Abbrev.  | Factor | Contrast           |
|------|----------|--------|--------------------|
| Pe   | Periode  | Annee  | (2018)v(2019,2020) |
| 19   | 19 vs 18 | Annee  | (2019)v(2018)      |
| 20   | 20 vs 18 | Annee  | (2018)v(2020)      |

*Excluded terms*

AnneexStation(Site(Exposition))

*Pooled terms*Si(Ex)  
Si(Ex)xAn*Terms whose SS and df were combined*

| Pool      | Terms               |
|-----------|---------------------|
| Pooled(1) | St(Si(Ex)) + Si(Ex) |
| Pooled(2) | Res + Si(Ex)xAn     |

*PERMANOVA table of results*

| Source    | df | SS     | MS      | Pseudo-F | P(perm) | Unique perms |
|-----------|----|--------|---------|----------|---------|--------------|
| Ex        | 1  | 0      | 0       | No test  |         |              |
| An        | 2  | 1,8815 | 0,94075 | 1,0616   | 0,364   | 997          |
| Pe        | 1  | 0      | 0       | No test  |         |              |
| 19        | 1  | 0      | 0       | No test  |         |              |
| 20        | 1  | 0      | 0       | No test  |         |              |
| ExxAn     | 2  | 2,2965 | 1,1483  | 1,2958   | 0,289   | 997          |
| ExxPe     | 1  | 0      | 0       | No test  |         |              |
| Exx19     | 1  | 0      | 0       | No test  |         |              |
| Exx20     | 1  | 0      | 0       | No test  |         |              |
| Pooled(1) | 18 | 20,772 | 1,154   | 1,3023   | 0,293   | 998          |
| Pooled(2) | 19 | 16,837 | 0,88614 |          |         |              |
| Total     | 42 | 40,489 |         |          |         |              |

*Details of the expected mean squares (EMS) for the model*Source EMS  
Ex

An 1\*v(Res) + 10,636\*S(An)  
 Pe  
 19  
 20  
 ExxAn 1\*v(Res) + 5,318\*S(ExxAn)  
 ExxPe  
 Exx19  
 Exx20  
 Pooled(1) 1\*v(Res) + 2,0556\*v(St(Si(Ex)))  
 Pooled(2) 1\*v(Res)

*Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares*

| Source     | Numerator   | Denominator | Num.df | Den.df |
|------------|-------------|-------------|--------|--------|
| Ex         |             |             | 0      | 0      |
| An         | 1*An        | 1*Pooled(2) | 2      | 19     |
| Pe         |             |             | 0      | 0      |
| 19         |             |             | 0      | 0      |
| 20         |             |             | 0      | 0      |
| ExxAn      | 1*ExxAn     | 1*Pooled(2) | 2      | 19     |
| ExxPe      |             |             | 0      | 0      |
| Exx19      |             |             | 0      | 0      |
| Exx20      |             |             | 0      | 0      |
| St(Si(Ex)) | 1*Pooled(1) | 1*Pooled(2) | 18     | 19     |

*Estimates of components of variation*

| Source        | Estimate  | Sq. root |
|---------------|-----------|----------|
| S(Ex)         | No test   |          |
| S(An)         | 0,0051342 | 0,071654 |
| S(Pe)         | No test   |          |
| S(19)         | No test   |          |
| S(20)         | No test   |          |
| S(ExxAn)      | 0,049291  | 0,22202  |
| S(ExxPe)      | No test   |          |
| S(Exx19)      | No test   |          |
| S(Exx20)      | No test   |          |
| V(St(Si(Ex))) | 0,1303    | 0,36098  |
| V(Res)        | 0,88614   | 0,94135  |

**2.3.4.8 CONTRIBUTION DOMINANTS**

PERMDISP

**Exposition Année**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: eucli dominants PF sht 2018-2020  
 Data type: Distance  
 Selection: All  
 Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee  
 Number of permutations: 999

Number of groups: 6  
 Number of samples: 60

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 1,1 df1: 5 df2: 54

P(perm): 0,413

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                   | t        | P(perm) |
|--------------------------|----------|---------|
| (Expose2018, Temoin2018) | 0,064423 | 0,951   |
| (Expose2018, Expose2019) | 1,7842   | 0,135   |
| (Expose2018, Temoin2019) | 0,30011  | 0,794   |
| (Expose2018, Expose2020) | 0,47536  | 0,607   |
| (Expose2018, Temoin2020) | 0,30551  | 0,84    |
| (Temoin2018, Expose2019) | 1,9831   | 0,059   |
| (Temoin2018, Temoin2019) | 0,26395  | 0,774   |
| (Temoin2018, Expose2020) | 0,42377  | 0,681   |
| (Temoin2018, Temoin2020) | 0,51677  | 0,629   |
| (Expose2019, Temoin2019) | 2,513    | 0,02    |
| (Expose2019, Expose2020) | 1,9019   | 0,145   |
| (Expose2019, Temoin2020) | 1,2403   | 0,303   |
| (Temoin2019, Expose2020) | 0,30139  | 0,774   |
| (Temoin2019, Temoin2020) | 0,77077  | 0,53    |
| (Expose2020, Temoin2020) | 0,67279  | 0,579   |

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group      | Size | Average | SE     |
|------------|------|---------|--------|
| Expose2018 | 5    | 11,579  | 2,5327 |
| Temoin2018 | 15   | 11,299  | 2,3372 |
| Expose2019 | 5    | 20,818  | 4,5159 |
| Temoin2019 | 15   | 10,511  | 1,8614 |
| Expose2020 | 5    | 9,3219  | 4,0175 |
| Temoin2020 | 15   | 13,319  | 3,1316 |

**Exposition Période**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

*Resemblance worksheet*

Name: eucli dominants PF sht 2018-2020

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 60

*DEVIATIONS FROM CENTROID*

F: 0,35989 df1: 3 df2: 56

P(perm): 0,818

*PAIRWISE COMPARISONS*

| Groups                     | t        | P(perm) |
|----------------------------|----------|---------|
| (ExposeAvant, TemoinAvant) | 0,064423 | 0,938   |
| (ExposeAvant, ExposeApres) | 0,60617  | 0,573   |
| (ExposeAvant, TemoinApres) | 0,12921  | 0,932   |
| (TemoinAvant, ExposeApres) | 0,91051  | 0,387   |
| (TemoinAvant, TemoinApres) | 0,28672  | 0,791   |

(ExposeApres,TemoinApres) 0,80979 0,479

*MEANS AND STANDARD ERRORS*

| Group       | Size | Average | SE     |
|-------------|------|---------|--------|
| ExposeAvant | 5    | 11,579  | 2,5327 |
| TemoinAvant | 15   | 11,299  | 2,3372 |
| ExposeApres | 10   | 15,272  | 4,0543 |
| TemoinApres | 30   | 12,16   | 1,7708 |

PERMANOVA

Permutational MANOVA

*Resemblance worksheet*

Name: eucli dominants PF sht 2018-2020

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Sums of squares type: Type III (partial)

Fixed effects sum to zero for mixed terms

Permutation method: Permutation of residuals under a reduced model

Number of permutations: 999

*Factors*

| Name       | Abbrev. | Type   | Levels |
|------------|---------|--------|--------|
| Exposition | Ex      | Fixed  | 2      |
| Site       | Si      | Random | 4      |
| Annee      | An      | Fixed  | 3      |
| Station    | St      | Random | 20     |

*Contrasts*

| Name | Abbrev.  | Factor | Contrast           |
|------|----------|--------|--------------------|
| Pe   | Periode  | Annee  | (2018)v(2019,2020) |
| 19   | 19 vs 18 | Annee  | (2019)v(2018)      |
| 20   | 20 vs 18 | Annee  | (2018)v(2020)      |

*Excluded terms*

AnneexStation(Site(Exposition))

*Pooled terms*

Si(Ex)  
Si(Ex)xAn

*Terms whose SS and df were combined*

| Pool      | Terms               |
|-----------|---------------------|
| Pooled(1) | St(Si(Ex)) + Si(Ex) |
| Pooled(2) | Res + Si(Ex)xAn     |

*PERMANOVA table of results*

| Source | df | SS     | MS     | Pseudo-F  | P(perm) | Unique perms |
|--------|----|--------|--------|-----------|---------|--------------|
| Ex     | 1  | 204,86 | 204,86 | 0,83642   | 0,342   | 971          |
| An     | 2  | 521,77 | 260,88 | 0,94968   | 0,369   | 999          |
| Pe     | 1  | 1,3428 | 1,3428 | 0,0048932 | 0,939   | 996          |
| 19     | 1  | 108,22 | 108,22 | 0,43507   | 0,509   | 998          |
| 20     | 1  | 154,01 | 154,01 | 0,42207   | 0,54    | 999          |
| ExxAn  | 2  | 247,48 | 123,74 | 0,45045   | 0,652   | 996          |

|           |    |        |        |          |       |     |
|-----------|----|--------|--------|----------|-------|-----|
| ExxPe     | 1  | 18,999 | 18,999 | 0,06923  | 0,775 | 995 |
| Exx19     | 1  | 14,311 | 14,311 | 0,057536 | 0,822 | 999 |
| Exx20     | 1  | 128,43 | 128,43 | 0,35197  | 0,554 | 998 |
| Pooled(1) | 18 | 4408,5 | 244,92 | 0,89155  | 0,596 | 999 |
| Pooled(2) | 36 | 9889,5 | 274,71 |          |       |     |
| Total     | 59 | 15062  |        |          |       |     |

*Details of the expected mean squares (EMS) for the model*

|           |   |
|-----------|---|
| Source    | EMS   |
| Ex        | $1 * V(Res) + 3 * V(St(Si(Ex))) + 22,5 * S(Ex)$ |
| An        | $1 * V(Res) + 15 * S(An)$                       |
| Pe        | $1 * V(Res) + 20 * S(Pe)$                       |
| 19        | $1 * V(Res) + 15 * S(19)$                       |
| 20        | $1 * V(Res) + 15 * S(20)$                       |
| ExxAn     | $1 * V(Res) + 7,5 * S(ExxAn)$                   |
| ExxPe     | $1 * V(Res) + 10 * S(ExxPe)$                    |
| Exx19     | $1 * V(Res) + 7,5 * S(Exx19)$                   |
| Exx20     | $1 * V(Res) + 7,5 * S(Exx20)$                   |
| Pooled(1) | $1 * V(Res) + 3 * V(St(Si(Ex)))$                |
| Pooled(2) | $1 * V(Res)$                                    |

*Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares*

| Source     | Numerator   | Denominator | Num.df | Den.df |
|------------|-------------|-------------|--------|--------|
| Ex         | 1*Ex        | 1*Pooled(1) | 1      | 18     |
| An         | 1*An        | 1*Pooled(2) | 2      | 36     |
| Pe         | 1*Pe        | 1*Res       | 1      | 38     |
| 19         | 1*19        | 1*Res       | 1      | 18     |
| 20         | 1*20        | 1*Res       | 1      | 18     |
| ExxAn      | 1*ExxAn     | 1*Pooled(2) | 2      | 36     |
| ExxPe      | 1*ExxPe     | 1*Res       | 1      | 38     |
| Exx19      | 1*Exx19     | 1*Res       | 1      | 18     |
| Exx20      | 1*Exx20     | 1*Res       | 1      | 18     |
| St(Si(Ex)) | 1*Pooled(1) | 1*Pooled(2) | 18     | 36     |

*Estimates of components of variation*

| Source        | Estimate | Sq.root  |
|---------------|----------|----------|
| S(Ex)         | -1,7806  | -1,3344  |
| S(An)         | -0,92164 | -0,96002 |
| S(Pe)         | -13,654  | -3,6952  |
| S(19)         | -9,368   | -3,0607  |
| S(20)         | -14,059  | -3,7495  |
| S(ExxAn)      | -20,129  | -4,4865  |
| S(ExxPe)      | -25,543  | -5,054   |
| S(Exx19)      | -31,257  | -5,5908  |
| S(Exx20)      | -31,528  | -5,615   |
| V(St(Si(Ex))) | -9,9303  | -3,1512  |
| V(Res)        | 274,71   | 16,574   |

# ANNEXE

## 7

GRANULOMÉTRIE ET CARBONE  
ORGANIQUE TOTAL,  
CERTIFICATS D'ANALYSES







**NOM DU CLIENT: WSP CANADA INC  
125, RUE RACINE EST  
CHICOUTIMI, QC G7H1R5  
(418) 698-4488**

**À L'ATTENTION DE: JEROME PLOURDE**

**N° DE PROJET: Suivi Benthos 2018PSBLS5**

**N° BON DE TRAVAIL: 18A386451**

**ANALYSE DES SOLS VÉRIFIÉ PAR: Amar Bellahsene, Chimiste**

**DATE DU RAPPORT: 2018-09-25**

**VERSION\*: 1**

**NOMBRE DE PAGES: 6**

Si vous désirez de l'information concernant cette analyse, S.V.P. contacter votre chargé de projets au (418) 266-5511.

\*NOTES

**Nous disposerons des échantillons dans les 30 jours suivants les analyses. S.V.P. Contactez le laboratoire si vous désirez avoir un délai d'entreposage.**



## Certificat d'analyse

N° BON DE TRAVAIL: 18A386451

N° DE PROJET: Suivi Benthos 2018PSBLS5

350, rue Franquet  
 Québec, Québec  
 CANADA G1P 4P3  
 TEL (418)266-5511  
 FAX (418)653-2335  
<http://www.agatlabs.com>

NOM DU CLIENT: WSP CANADA INC

PRÉLEVÉ PAR: Jérôme Plourde

À L'ATTENTION DE: JEROME PLOURDE

LIEU DE PRÉLÈVEMENT: Lac Saint-Jean

### Analyses inorganiques (sédiments)

DATE DE RÉCEPTION: 2018-09-17

DATE DU RAPPORT: 2018-09-25

| Paramètre               | IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON: |       |      | TRPL2 PF10 | ERPL PF10  | TRPL3 Mi3  | TRPL3 MS5  | ERPL MS5   | TRPL2 M11  | TRPL1 MS5  | TRPL3 PF5  |
|-------------------------|----------------------------------|-------|------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                         | Unités                           | C / N | LDR  | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   |
|                         | DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:          |       |      | 2018-09-14 | 2018-09-14 | 2018-09-14 | 2018-09-14 | 2018-09-12 | 2018-09-12 | 2018-09-13 | 2018-09-14 |
| Carbone organique total | %                                |       | 0.05 | 0.10       | 0.13       | <0.05      | <0.05      | 0.05       | 0.06       | <0.05      | 0.12       |
| Paramètre               | IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON: |       |      | TRPL1 PF5  | TRPL2 MS1  | ERPL Mi5   | TRPL1 Mi5  |            |            |            |            |
|                         | Unités                           | C / N | LDR  | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   |            |            |            |            |
|                         | DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:          |       |      | 2018-09-14 | 2018-09-13 | 2018-09-12 | 2018-09-14 |            |            |            |            |
| Carbone organique total | %                                |       | 0.05 | 0.10       | <0.05      | <0.05      | <0.05      |            |            |            |            |

Commentaires: LDR - Limite de détection rapportée; C / N - Critères Normes

9554230-9554242 Une LDR plus élevée indique qu'une dilution a été effectuée afin de réduire la concentration des analytes ou de réduire l'interférence de la matrice.

Certifié par:



*[Signature]*

La procédure des Laboratoires AGAT concernant les signatures et les signataires se conforme strictement aux exigences d'accréditation ISO 17025:2005 comme le requiert, lorsque applicable, CALA, CCN et MDELCC. Toutes les signatures sur les certificats d'AGAT sont protégées par des mots de passe et les signataires rencontrent les exigences des domaines d'accréditation ainsi que les exigences régionales approuvées par CALA, CCN et MDELCC.



## Certificat d'analyse

N° BON DE TRAVAIL: 18A386451

N° DE PROJET: Suivi Benthos 2018PSBLS5

350, rue Franquet  
 Québec, Québec  
 CANADA G1P 4P3  
 TEL (418)266-5511  
 FAX (418)653-2335  
<http://www.agatlabs.com>

NOM DU CLIENT: WSP CANADA INC

PRÉLEVÉ PAR: Jérôme Plourde

À L'ATTENTION DE: JEROME PLOURDE

LIEU DE PRÉLÈVEMENT: Lac Saint-Jean

### Analyses inorganiques - Granulométrie

DATE DE RÉCEPTION: 2018-09-17

DATE DU RAPPORT: 2018-09-25

| IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON: |        |       |        | TRPL2 PF10 | ERPL PF10  | TRPL3 Mi3  | TRPL3 MS5  | ERPL MS5   | TRPL2 M11  | TRPL1 MS5  | TRPL3 PF5  |
|----------------------------------|--------|-------|--------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| MATRICE:                         |        |       |        | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   |
| DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:          |        |       |        | 2018-09-14 | 2018-09-14 | 2018-09-14 | 2018-09-14 | 2018-09-12 | 2018-09-12 | 2018-09-13 | 2018-09-14 |
| Paramètre                        | Unités | C / N | LDR    | 9554230    | 9554232    | 9554233    | 9554234    | 9554235    | 9554236    | 9554237    | 9554238    |
| Granulométrie (Wentworth)        | NA     | NA    | Annexe | Annexe     | Annexe     | Annexe     | Annexe     | Annexe     | Annexe     | Annexe     | Annexe     |
| IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON: |        |       |        | TRPL1 PF5  | TRPL2 MS1  | ERPL Mi5   | TRPL1 Mi5  |            |            |            |            |
| MATRICE:                         |        |       |        | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   |            |            |            |            |
| DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:          |        |       |        | 2018-09-14 | 2018-09-13 | 2018-09-12 | 2018-09-14 |            |            |            |            |
| Paramètre                        | Unités | C / N | LDR    | 9554239    | 9554240    | 9554241    | 9554242    |            |            |            |            |
| Granulométrie (Wentworth)        | NA     | NA    | Annexe | Annexe     | Annexe     | Annexe     | Annexe     |            |            |            |            |

Commentaires: LDR - Limite de détection rapportée; C / N - Critères Normes

Certifié par:



La procédure des Laboratoires AGAT concernant les signatures et les signataires se conforme strictement aux exigences d'accréditation ISO 17025:2005 comme le requiert, lorsque applicable, CALA, CCN et MDELCC. Toutes les signatures sur les certificats d'AGAT sont protégées par des mots de passe et les signataires rencontrent les exigences des domaines d'accréditation ainsi que les exigences régionales approuvées par CALA, CCN et MDELCC.

## Contrôle de qualité

**NOM DU CLIENT: WSP CANADA INC**
**N° BON DE TRAVAIL: 18A386451**
**N° DE PROJET: Suivi Benthos 2018PSBLS5**
**À L'ATTENTION DE: JEROME PLOURDE**
**PRÉLEVÉ PAR: Jérôme Plourde**
**LIEU DE PRÉLÈVEMENT: Lac Saint-Jean**

### Analyse des Sols

| Date du rapport: |     |         | DUPLICATA |        |           | MATÉRIAU DE RÉFÉRENCE |          |         | BLANC FORTIFIÉ |          |         | ÉCH. FORTIFIÉ |          |         |      |
|------------------|-----|---------|-----------|--------|-----------|-----------------------|----------|---------|----------------|----------|---------|---------------|----------|---------|------|
| PARAMÈTRE        | Lot | N° éch. | Dup #1    | Dup #2 | % d'écart | Blanc de méthode      | % Récup. | Limites |                | % Récup. | Limites |               | % Récup. | Limites |      |
|                  |     |         |           |        |           |                       |          | Inf.    | Sup.           |          | Inf.    | Sup.          |          | Inf.    | Sup. |

**Analyses inorganiques (sédiments)**

|                         |         |  |      |      |    |        |      |     |      |    |     |      |    |     |      |
|-------------------------|---------|--|------|------|----|--------|------|-----|------|----|-----|------|----|-----|------|
| Carbone organique total | 9554230 |  | 0.10 | 0.10 | NA | < 0.05 | 102% | 80% | 120% | NA | 80% | 120% | NA | 80% | 120% |
|-------------------------|---------|--|------|------|----|--------|------|-----|------|----|-----|------|----|-----|------|

Commentaires: NA : Non applicable

NA dans l'écart du duplicata indique que l'écart n'a pu être calculé car l'un ou les deux résultats sont &lt; 5x LDR.

NA dans le pourcentage de récupération de l'échantillon fortifié indique que le résultat n'est pas fourni en raison de l'hétérogénéité de l'échantillon ou de la concentration trop élevée par rapport à l'ajout.

NA dans le blanc fortifié ou le MRC indique qu'il n'est pas requis par la procédure.

Le pourcentage de récupération du MRC peut être en dehors du critère d'acceptabilité de 80-120%, s'il est conforme à l'écart du certificat du matériau de référence.

**Analyses inorganiques (sédiments)**

|                         |         |  |        |        |     |        |      |     |      |    |     |      |     |     |      |
|-------------------------|---------|--|--------|--------|-----|--------|------|-----|------|----|-----|------|-----|-----|------|
| Carbone organique total | 9554241 |  | < 0.05 | < 0.05 | 0.0 | < 0.05 | 100% | 80% | 120% | NA | 80% | 120% | 86% | 80% | 120% |
|-------------------------|---------|--|--------|--------|-----|--------|------|-----|------|----|-----|------|-----|-----|------|

Commentaires: NA : Non applicable

NA dans l'écart du duplicata indique que l'écart n'a pu être calculé car l'un ou les deux résultats sont &lt; 5x LDR.

NA dans le pourcentage de récupération de l'échantillon fortifié indique que le résultat n'est pas fourni en raison de l'hétérogénéité de l'échantillon ou de la concentration trop élevée par rapport à l'ajout.

NA dans le blanc fortifié ou le MRC indique qu'il n'est pas requis par la procédure.

Le pourcentage de récupération du MRC peut être en dehors du critère d'acceptabilité de 80-120%, s'il est conforme à l'écart du certificat du matériau de référence.

**Certifié par:**


La procédure des Laboratoires AGAT concernant les signatures et les signataires se conforme strictement aux exigences d'accréditation ISO 17025:2005 comme le requiert, lorsque applicable, CALA, CCN et MDDELCC. Toutes les signatures sur les certificats d'AGAT sont protégées par des mots de passe et les signataires rencontrent les exigences des domaines d'accréditation ainsi que les exigences régionales approuvées par CALA, CCN et MDDELCC.

## Sommaire de méthode

NOM DU CLIENT: WSP CANADA INC

N° BON DE TRAVAIL: 18A386451

N° DE PROJET: Suivi Benthos 2018PSBLS5

À L'ATTENTION DE: JEROME PLOURDE

PRÉLEVÉ PAR: Jérôme Plourde

LIEU DE PRÉLÈVEMENT: Lac Saint-Jean

| PARAMÈTRE                 | PRÉPARÉ LE | ANALYSÉ LE | AGAT P.O.N.                           | RÉFÉRENCE DE LITTÉRATURE | TECHNIQUE ANALYTIQUE |
|---------------------------|------------|------------|---------------------------------------|--------------------------|----------------------|
| <b>Analyse des Sols</b>   |            |            |                                       |                          |                      |
| Carbone organique total   | 2018-09-24 | 2018-09-24 | INOR-101-6057F                        | MA. 405-C 1.1            | TITRAGE              |
| Granulométrie (Wentworth) | 2018-09-19 | 2018-09-21 | INOR-161-6031F, non accrédité MDDELCC | MA. 100 - Gran. 2.0      | TAMISAGE             |



# AGAT

## Laboratoires

350 rue Franquet  
Québec, QC  
G1P 4P3  
fr.agatlabs.com

### À l'usage exclusif du laboratoire

Température à l'arrivée: 12°C  
Bon de travail AGAT: 18A386451  
Notes:

### Chaîne de traçabilité - Environnement

Tél.: 418.266.5511 • Téléc.: 418.653.2335

#### Information du client

Compagnie: WSB Canada Inc.  
Adresse: \_\_\_\_\_  
Téléphone: \_\_\_\_\_ Téléc.: \_\_\_\_\_  
Projet: Suivi Penthas 2018 (SAL)  
Lieu de prélèvement: St-Luc Saint-Jean  
Prélevé par: Jerome Proulx

Même adresse:  Oui  Non

#### Facturé à

Compagnie: \_\_\_\_\_  
Contact: \_\_\_\_\_  
Courriel: \_\_\_\_\_  
Adresse: \_\_\_\_\_

Bon de commande: \_\_\_\_\_ Soumission: \_\_\_\_\_

#### Commentaires:

#### Matrice (légende)

S Sol B Boue ES Eau de surface  
SL Solide EU Eau usée EE Effluent  
SE Sédiment ST Eau souterraine AE Affluent  
EP Eau potable (note pour réseau - Veuillez fournir votre formulaire MDELOQ) A Air

#### Rapport envoyé à

1. Nom: \_\_\_\_\_  
Courriel: \_\_\_\_\_  
2. Nom: \_\_\_\_\_  
Courriel: \_\_\_\_\_

#### Critères à respecter

PRTC  Eau consom.  RQEP  RESC  
 CCME  Eau résurg.  Autre: \_\_\_\_\_

#### Format de rapport

Portrait un échantillon par page  
 Paysage plusieurs échantillons/page  
 Un échantillon par bon de travail

#### Délais d'analyse requis (jours ouvrables)

Environnemental: Haute Résolution:  
Régulier:  5 à 7 jours Régulier:  10 à 15 jours  
Urgent:  < 12 heures Urgent:  < 10 jours  
Date Reçue: \_\_\_\_\_  
JJ/MM/AAAA

LES ÉCHANTILLONS REÇUS APRÈS 16 H SERONT ENREGISTRÉS COMME ÉTANT REÇUS LE JOUR OUVRABLE SUIVANT.

| IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON | DATE DE PRÉLEVEMENT | MATRICE    | NOMBRE DE CONTENANTS |
|---------------------------------|---------------------|------------|----------------------|
| TRPL2 PF10                      | 2018/09/14          |            | 1                    |
| ERPL PF10                       | 2018/09/14          |            | 1                    |
| TRPL3 M13                       | 2018/09/14          | COT        | 2                    |
| TAPL3 M15                       | 2018/09/14          | pour grain | 2                    |
| ERPL M15                        | 2018/09/13          |            | 2                    |
| TAPL3 M11                       | 2018/09/12          |            | 2                    |
| TAPL1 M15                       | 2018/09/13          |            | 2                    |
| TAPL3 PF5                       | 2018/09/14          |            | 2                    |
| TRPL2 M15                       | 2018/09/13          | M15        | 2018/09/12           |
| TRPL2 M15                       | 2018/09/13          | M15        | 2018/09/12           |

Echantillon remis par (nom en lettres moulées et signature) Jerome Proulx Date/heure 2018/09/17  
Echantillon reçu par (nom en lettres moulées et signature) Kevin Groll Date/heure 15:00  
Copies: Client Rose - AGAT  
Jaune - AGAT  
Blanche - AGAT  
Page de 047826













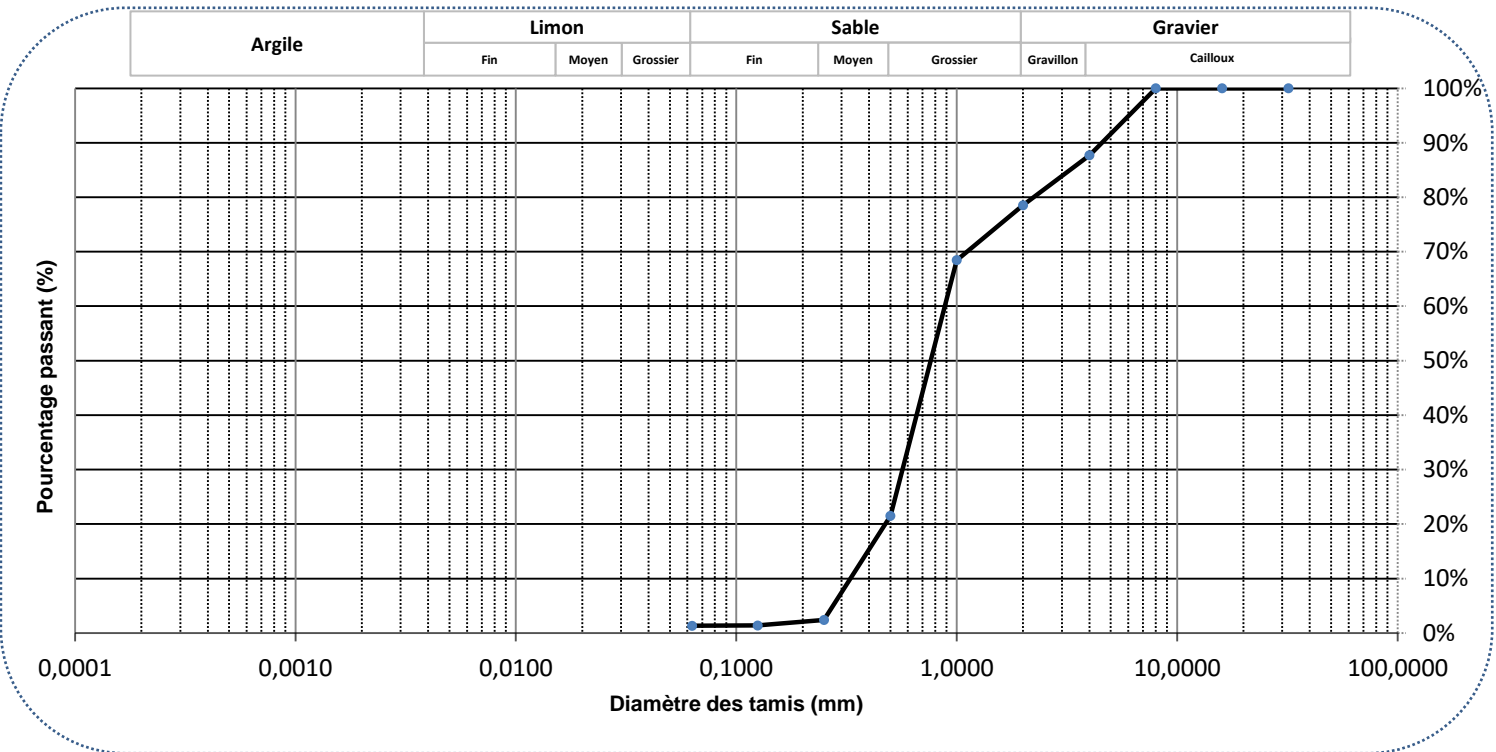
## GRANULOMÉTRIE - SÉDIMENTOMÉTRIE

### Classification Wentworth

No bon de travail : 18A386451 Client : WSP CANADA INC  
 No échantillon : 9554235 Votre référence : ERPL MS5  
 Version du certificat :

| Granulométrie<br>Tamis<br>(mm) | Pourcentage<br>Passant<br>(%) |
|--------------------------------|-------------------------------|
| 32                             | 100,0%                        |
| 16                             | 100,0%                        |
| 8                              | 100,0%                        |
| 4                              | 87,7%                         |
| 2                              | 78,5%                         |
| 1                              | 68,5%                         |
| 0,500                          | 21,5%                         |
| 0,250                          | 2,4%                          |
| 0,125                          | 1,4%                          |
| 0,063                          | 1,3%                          |

| Sédimentométrie<br>Diamètre équivalent<br>(µm) | Pourcentage<br>Passant<br>(%) |
|--|-------------------------------|
|  |                               |
|  |                               |
|  |                               |
|  |                               |
|  |                               |
|  |                               |
|  |                               |
|  |                               |
|  |                               |
|  |                               |



**Commentaires :** Gravier (2-32mm) : 21,48% Limon,Argile (<63µm) 1,32%  
 Sable (0.063-<2mm) : 77,20%

**Date :** 2018-09-24











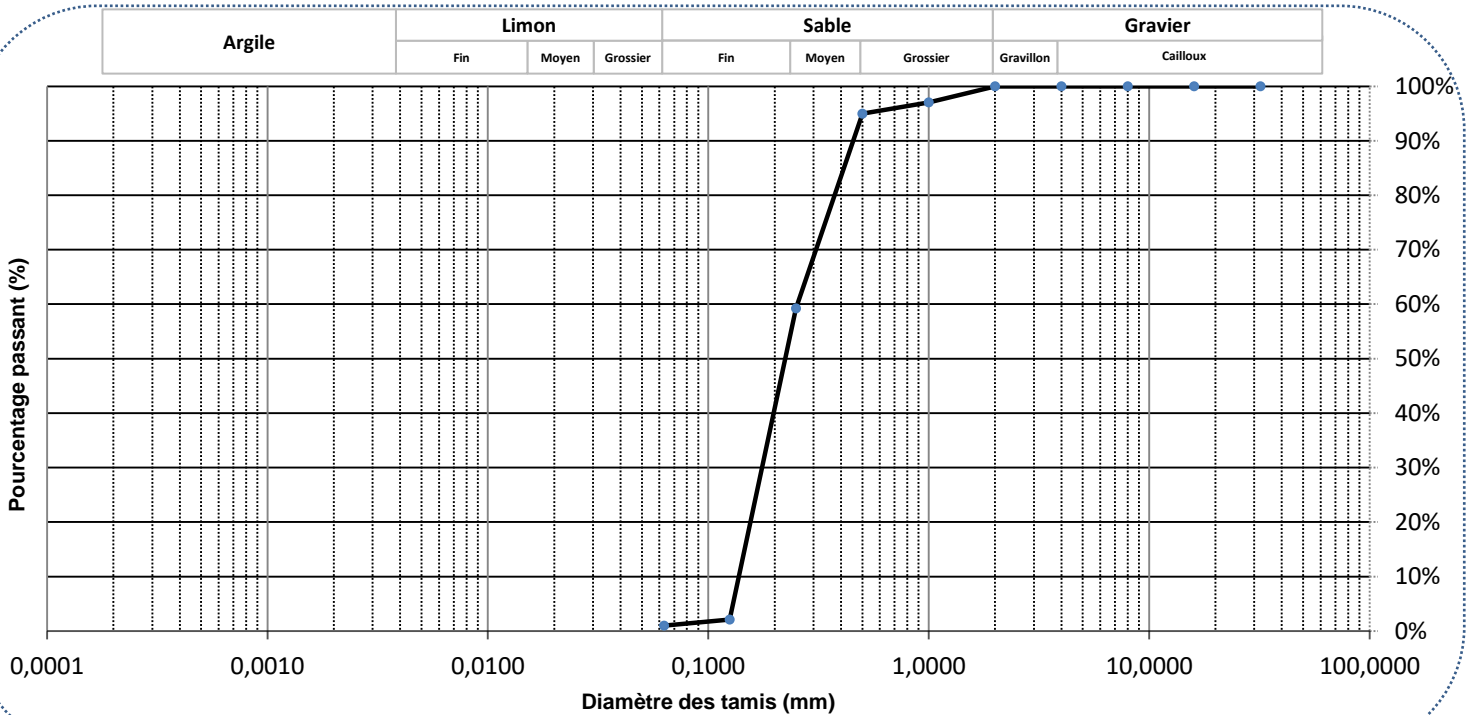
## GRANULOMÉTRIE - SÉDIMENTOMÉTRIE

### Classification Wentworth

No bon de travail : 18A386451 Client : WSP CANADA INC  
No échantillon : 9554240 Votre référence : TRPL2 MS1  
Version du certificat :

| Granulométrie<br>Tamis<br>(mm) | Pourcentage<br>Passant<br>(%) |
|--------------------------------|-------------------------------|
| 32                             | 100,0%                        |
| 16                             | 100,0%                        |
| 8                              | 100,0%                        |
| 4                              | 100,0%                        |
| 2                              | 100,0%                        |
| 1                              | 97,0%                         |
| 0,500                          | 95,0%                         |
| 0,250                          | 59,2%                         |
| 0,125                          | 2,1%                          |
| 0,063                          | 1,0%                          |

| Sédimentométrie<br>Diamètre équivalent<br>( $\mu\text{m}$ ) | Pourcentage<br>Passant<br>(%) |
|---|-------------------------------|
|---|-------------------------------|



**Commentaires :** Gravier (2-32mm) : 0,00% Limon, Argile (<63 $\mu\text{m}$ ) : 0,99%  
Sable (0.063-<2mm) : 99,01%

**Date :** 2018-09-24









NOM DU CLIENT: WSP CANADA INC  
125, RUE RACINE EST  
CHICOUTIMI, QC G7H1R5  
(418) 698-4488

À L'ATTENTION DE: JEROME PLOURDE

N° DE PROJET: Suivi invertèbres LSJ 191-11118-00

N° BON DE TRAVAIL: 19A516476

ANALYSE DES SOLS VÉRIFIÉ PAR: Francois Boutin, Chimiste

DATE DU RAPPORT: 2019-10-03

VERSION\*: 1

NOMBRE DE PAGES: 7

Si vous désirez de l'information concernant cette analyse, S.V.P. contacter votre chargé de projets au (418) 266-5511.

\*NOTES

Nous disposerons des échantillons dans les 30 jours suivants les analyses. S.V.P. Contactez le laboratoire si vous désirez avoir un délai d'entreposage.



## Certificat d'analyse

N° BON DE TRAVAIL: 19A516476

N° DE PROJET: Suivi invertèbres LSJ 191-11118-00

350, rue Franquet  
 Québec, Québec  
 CANADA G1P 4P3  
 TEL (418)266-5511  
 FAX (418)653-2335  
<http://www.agatlabs.com>

NOM DU CLIENT: WSP CANADA INC

PRÉLEVÉ PAR: Marie-Claude Julien

À L'ATTENTION DE: JEROME PLOURDE

LIEU DE PRÉLÈVEMENT: Lac-Saint-Jean

### Analyses inorganiques (sédiments)

DATE DE RÉCEPTION: 2019-09-11

DATE DU RAPPORT: 2019-10-03

| Paramètre               | IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON: |       |      |          |          |          |          |          |          |          |          |
|-------------------------|----------------------------------|-------|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                         | Unités                           | C / N | LDR  | ERPLMS5  | TRPL2MS5 | ERPRM1   | TRPL1MI1 | TRPL2PF6 | TRPR1MI1 | TRPL1MS5 | ERPLMI5  |
| Carbone organique total | %                                |       | 0.05 | 0.42     | 0.54     | 2.66     | 1.35     | 1.12     | 0.23     | 0.27     | 0.30     |
|                         | IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON: |       |      |          |          |          |          |          |          |          |          |
|                         | Unités                           | C / N | LDR  | TRPL3MS5 | TRPL1PF5 | TRPL3MI1 | TRPL3PF5 | ERPRPF5  | TRPR2MS5 | TRPR3MS5 | TRPR1MS5 |
| Carbone organique total | %                                |       | 0.05 | 0.07     | 0.42     | 0.26     | 0.27     | <0.05    | <0.05    | <0.05    | 0.08     |
|                         | IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON: |       |      |          |          |          |          |          |          |          |          |
|                         | Unités                           | C / N | LDR  | ERPRMS5  | TRPR2MI1 | TRPR1PF5 | TRPL2MI1 | TRPR3PF1 | TRPR2PF5 | ERPLPF10 | TRPR3MI1 |
| Carbone organique total | %                                |       | 0.05 | 0.24     | 0.14     | 0.06     | 0.06     | <0.05    | <0.05    | 0.11     | 0.88     |

Commentaires: LDR - Limite de détection rapportée; C / N - Critères Normes

517117-517145 Une LDR plus élevée indique qu'une dilution a été effectuée afin de réduire la concentration des analytes ou de réduire l'interférence de la matrice.

Certifié par:



La procédure des Laboratoires AGAT concernant les signatures et les signataires se conforme strictement aux exigences d'accréditation ISO 17025:2005 comme le requiert, lorsque applicable, CALA, CCN et MDDELCC. Toutes les signatures sur les certificats d'AGAT sont protégées par des mots de passe et les signataires rencontrent les exigences des domaines d'accréditation ainsi que les exigences régionales approuvées par CALA, CCN et MDDELCC.



## Certificat d'analyse

N° BON DE TRAVAIL: 19A516476

N° DE PROJET: Suivi invertèbres LSJ 191-11118-00

350, rue Franquet  
 Québec, Québec  
 CANADA G1P 4P3  
 TEL (418)266-5511  
 FAX (418)653-2335  
<http://www.agatlabs.com>

NOM DU CLIENT: WSP CANADA INC

PRÉLEVÉ PAR: Marie-Claude Julien

À L'ATTENTION DE: JEROME PLOURDE

LIEU DE PRÉLÈVEMENT: Lac-Saint-Jean

### Analyses inorganiques - Granulométrie

DATE DE RÉCEPTION: 2019-09-11

DATE DU RAPPORT: 2019-10-03

| IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON: |        | ERPLMS5    | TRPL2MS5   | ERPRM1     | TRPL1MI1   | TRPL2PF6   | TRPR1MI1   | TRPL1MS5   | ERPLMI5    |        |        |
|----------------------------------|--------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------|--------|
| MATRICE:                         |        | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   |        |        |
| DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:          |        | 2019-09-04 | 2019-09-06 | 2019-09-08 | 2019-09-04 | 2019-09-06 | 2019-09-08 | 2019-09-04 | 2019-09-06 |        |        |
| Paramètre                        | Unités | C / N      | LDR        | 517117     | 517123     | 517124     | 517125     | 517126     | 517127     | 517128 | 517129 |
| Granulométrie (Wentworth)        | NA     | NA         | Annexe     | Annexe     | Annexe     | Annexe     | Annexe     | Annexe     | Annexe     | Annexe | Annexe |
| IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON: |        | TRPL3MS5   | TRPL1PF5   | TRPL3MI1   | TRPL3PF5   | ERPRPF5    | TRPR2MS5   | TRPR3MS5   | TRPR1MS5   |        |        |
| MATRICE:                         |        | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   |        |        |
| DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:          |        | 2019-09-07 | 2019-09-04 | 2019-09-07 | 2019-09-07 | 2019-09-09 | 2019-09-09 | 2019-09-08 | 2019-09-09 |        |        |
| Paramètre                        | Unités | C / N      | LDR        | 517130     | 517131     | 517132     | 517133     | 517134     | 517135     | 517136 | 517137 |
| Granulométrie (Wentworth)        | NA     | NA         | Annexe     | Annexe     | Annexe     | Annexe     | Annexe     | Annexe     | Annexe     | Annexe | Annexe |
| IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON: |        | ERPRMS5    | TRPR2MI1   | TRPR1PF5   | TRPL2MI1   | TRPR3PF1   | TRPR2PF5   | ERPLPF10   | TRPR3MI1   |        |        |
| MATRICE:                         |        | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   |        |        |
| DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:          |        | 2019-09-09 | 2019-09-08 | 2019-09-09 | 2019-09-06 | 2019-09-08 | 2019-09-09 | 2019-09-06 | 2019-09-08 |        |        |
| Paramètre                        | Unités | C / N      | LDR        | 517138     | 517139     | 517140     | 517141     | 517142     | 517143     | 517144 | 517145 |
| Granulométrie (Wentworth)        | NA     | NA         | Annexe     | Annexe     | Annexe     | Annexe     | Annexe     | Annexe     | Annexe     | Annexe | Annexe |

Commentaires: LDR - Limite de détection rapportée; C / N - Critères Normes

Certifié par:



La procédure des Laboratoires AGAT concernant les signatures et les signataires se conforme strictement aux exigences d'accréditation ISO 17025:2005 comme le requiert, lorsque applicable, CALA, CCN et MDDELCC. Toutes les signatures sur les certificats d'AGAT sont protégées par des mots de passe et les signataires rencontrent les exigences des domaines d'accréditation ainsi que les exigences régionales approuvées par CALA, CCN et MDDELCC.

## Contrôle de qualité

NOM DU CLIENT: WSP CANADA INC  
 N° DE PROJET: Suivi invertèbres LSJ 191-11118-00  
 PRÉLEVÉ PAR: Marie-Claude Julien

N° BON DE TRAVAIL: 19A516476  
 À L'ATTENTION DE: JEROME PLOURDE  
 LIEU DE PRÉLÈVEMENT: Lac-Saint-Jean

### Analyse des Sols

| Date du rapport: 2019-10-03 |     |         | DUPLICATA |        |           | MATÉRIAU DE RÉFÉRENCE |          |         | BLANC FORTIFIÉ |          |         | ÉCH. FORTIFIÉ |          |         |      |
|-----------------------------|-----|---------|-----------|--------|-----------|-----------------------|----------|---------|----------------|----------|---------|---------------|----------|---------|------|
| PARAMÈTRE                   | Lot | N° éch. | Dup #1    | Dup #2 | % d'écart | Blanc de méthode      | % Récup. | Limites |                | % Récup. | Limites |               | % Récup. | Limites |      |
|                             |     |         |           |        |           |                       |          | Inf.    | Sup.           |          | Inf.    | Sup.          |          | Inf.    | Sup. |

Analyses inorganiques (sédiments)

|                         |        |        |    |    |      |        |      |     |      |    |     |      |      |     |      |
|-------------------------|--------|--------|----|----|------|--------|------|-----|------|----|-----|------|------|-----|------|
| Carbone organique total | 513503 | 513503 | 26 | 30 | 14.3 | < 0.05 | 106% | 80% | 120% | NA | 80% | 120% | 105% | 80% | 120% |
|-------------------------|--------|--------|----|----|------|--------|------|-----|------|----|-----|------|------|-----|------|

Commentaires: NA : Non applicable

NA dans l'écart du duplicata indique que l'écart n'a pu être calculé car l'un ou les deux résultats sont < 5x LDR.

NA dans le pourcentage de récupération de l'échantillon fortifié indique que le résultat n'est pas fourni en raison de l'hétérogénéité de l'échantillon ou de la concentration trop élevée par rapport à l'ajout.

NA dans le blanc fortifié ou le MRC indique qu'il n'est pas requis par la procédure.

Le pourcentage de récupération du MRC peut être en dehors du critère d'acceptabilité de 80-120%, s'il est conforme à l'écart du certificat du matériau de référence.

Analyses inorganiques (sédiments)

|                         |        |        |      |      |     |        |      |     |      |    |     |      |     |     |      |
|-------------------------|--------|--------|------|------|-----|--------|------|-----|------|----|-----|------|-----|-----|------|
| Carbone organique total | 517127 | 517127 | 0.46 | 0.47 | 2.2 | < 0.05 | 100% | 80% | 120% | NA | 80% | 120% | 99% | 80% | 120% |
|-------------------------|--------|--------|------|------|-----|--------|------|-----|------|----|-----|------|-----|-----|------|

Commentaires: NA : Non applicable

NA dans l'écart du duplicata indique que l'écart n'a pu être calculé car l'un ou les deux résultats sont < 5x LDR.

NA dans le pourcentage de récupération de l'échantillon fortifié indique que le résultat n'est pas fourni en raison de l'hétérogénéité de l'échantillon ou de la concentration trop élevée par rapport à l'ajout.

NA dans le blanc fortifié ou le MRC indique qu'il n'est pas requis par la procédure.

Le pourcentage de récupération du MRC peut être en dehors du critère d'acceptabilité de 80-120%, s'il est conforme à l'écart du certificat du matériau de référence.

Certifié par:




La procédure des Laboratoires AGAT concernant les signatures et les signataires se conforme strictement aux exigences d'accréditation ISO 17025:2005 comme le requiert, lorsque applicable, CALA, CCN et MDDELCC. Toutes les signatures sur les certificats d'AGAT sont protégées par des mots de passe et les signataires rencontrent les exigences des domaines d'accréditation ainsi que les exigences régionales approuvées par CALA, CCN et MDDELCC. Les pourcentages de différence relative sont calculés à partir des données brutes. Il se peut que le pourcentage de différence relative ne reflète pas les valeurs dupliquées rapportées en raison de l'arrondissement des résultats finaux.



## Sommaire de méthode

NOM DU CLIENT: WSP CANADA INC

N° BON DE TRAVAIL: 19A516476

N° DE PROJET: Suivi invertébrés LSJ 191-11118-00

À L'ATTENTION DE: JEROME PLOURDE

PRÉLEVÉ PAR: Marie-Claude Julien

LIEU DE PRÉLÈVEMENT: Lac-Saint-Jean

| PARAMÈTRE                 | PRÉPARÉ LE | ANALYSÉ LE | AGAT P.O.N.                            | RÉFÉRENCE DE LITTÉRATURE | TECHNIQUE ANALYTIQUE |
|---------------------------|------------|------------|--|--------------------------|----------------------|
| Analyse des Sols          |            |            |  |                          |                      |
| Carbone organique total   | 2019-09-16 | 2019-09-18 | INOR-101-6057F                         | MA. 405-C 1.1            | TITRAGE              |
| Granulométrie (Wentworth) | 2019-09-26 | 2019-10-02 | INOR-161-6031F, non<br>accrédité MELCC | MA. 100 - Gran. 2.0      | TAMISAGE             |







# AGAT Laboratoires

350 rue Franquet, Ville de Québec,  
 Québec, G1P 4P3  
 Tél.: 418.266.5511 Téléc.: 418.653.2335  
 fr.agatlabs.com

## Chaîne de traçabilité Environnement

**Information pour le rapport**  
 Compagnie : WSP Ganach Inc.  
 Adresse : 125, rue Racine est  
 Chicoutimi  
 Téléphone : 581-543-0128 Téléc. : 581-1118-00  
 Projet : suivi inventaires LSS 19-1118-00  
 Lieu de prélèvement : Lac Saint-Jean  
 Prélevé par : Marie-Claude Julien

**Facturé à**  
 Compagnie : WSP Ganach Inc.  
 Contact : Jérôme Plourde  
 Courriel : 91-1118-00  
 Adresse :  
 Bon de commande : Soumission :  
 Commentaires : 2 de 2

Même adresse :  Oui  Non

| Matrice (légende)  | PRÉLÈVEMENT     |       |         | EPI | Eau de piscine |
|--------------------|-----------------|-------|---------|-----|----------------|
|                    | DATE (AA/MM/JJ) | HEURE | MATRICE |     |                |
| EP Eau potable     | 19/09/09        |       | SE      | 2   |                |
| S Sol              | 19/09/09        |       | SE      | 2   |                |
| SE Sédiment        | 19/09/09        |       | SE      | 2   |                |
| EF Effluent        | 19/09/09        |       | SE      | 2   |                |
| ST Eau souterraine | 19/09/09        |       | SE      | 2   |                |
| A Air              | 19/09/08        |       | SE      | 2   |                |
|                    | 19/09/09        |       | SE      | 2   |                |
|                    | 19/09/06        |       | SE      | 2   |                |
|                    | 19/09/08        |       | SE      | 2   |                |
|                    | 19/09/09        |       | SE      | 2   |                |
|                    | 19/09/06        |       | SE      | 2   |                |
|                    | 19/09/08        |       | SE      | 2   |                |

**À l'usage exclusif du laboratoire**  
 Bon de travail AGAT: 19A516476  
 Nb. de glacières: 2  
 Température à l'arrivée: 5°C 55c 58

glace  Bloc réfrigérant  Aucun  
 Scellé légal intact:  Oui  Non  N/A

**Délais d'analyse requis (jours ouvrables)**  
 Environnemental: Haute Résolution:  
 Régulier: 5 à 7 jours  10 à 15 jours  
 Urgent:  Même jour  < 10 jours  
 1 jour  2 jours  3 jours  
 Date Requisé: décembre 2019

Eau potable ROEP (réseau) - Veuillez utiliser le formulaire du MDEELCC

**Rapport envoyé à**  
 1. Nom: Jérôme Plourde  
 Courriel: jerome.plourde@wsp.com  
 2. Nom:  
 Courriel:

**Format de rapport**  
 Portrait (échantillon/page)  Paysage (échantillons/page)

**Critères à respecter**  
 PRTC ABC  RESC  
 CCME  
 Eau consommation  
 Eau résurg. Surface  
 Eau résurg. Salée  
 CMM Sanitaire  Pluvial  
 Autre.

| IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON |                    | DATE (AA/MM/JJ) | HEURE | MATRICE | NB. DE CONTENANTS |
|---------------------------------|--------------------|-----------------|-------|---------|-------------------|
| ERPR PF5                        | EP Eau potable     | 19/09/09        |       | SE      | 2                 |
| TRPR2 MS5                       | S Sol              | 19/09/09        |       | SE      | 2                 |
| TRPR3 MS5                       | SE Sédiment        | 19/09/09        |       | SE      | 2                 |
| TRPR1 MS5                       | EF Effluent        | 19/09/09        |       | SE      | 2                 |
| ERPR MS5                        | ST Eau souterraine | 19/09/09        |       | SE      | 2                 |
| TRPR2 MI1                       | A Air              | 19/09/08        |       | SE      | 2                 |
| TRPR1 PF5                       |                    | 19/09/09        |       | SE      | 2                 |
| TRPL2 MI1                       |                    | 19/09/06        |       | SE      | 2                 |
| TRPR3 PF1                       |                    | 19/09/08        |       | SE      | 2                 |
| TRPR2 PF5                       |                    | 19/09/09        |       | SE      | 2                 |
| ERPL PF10                       |                    | 19/09/06        |       | SE      | 2                 |
| TRPR3 MI1                       |                    | 19/09/08        |       | SE      | 2                 |

| COURT DELAI DE CONSERVATION |                          | Sulfures - Eau  |                          | Sulfures - Sol  |                          | Solides : Total                   |                          | Cyanures : Total |                          | Métaux (spécifier): |                          | Métaux - Sol |                          | Métaux - ST |                          | Phénols (GC-MS) |                          | Pesticides |                          | Huiles et graisses |                          | Ethyène glycol |                          | Chlorobenzènes  |                          | BTEX |                          | HAP |                          | Hydrocarbures pétroliers C10-C50 |                          |     |                          |
|-----------------------------|--------------------------|-----------------|--------------------------|-----------------|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|--------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-----------------|--------------------------|------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|----------------|--------------------------|-----------------|--------------------------|------|--------------------------|-----|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|-----|--------------------------|
| DBO <sub>5</sub> Carbonée   | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> + NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NTR              | <input type="checkbox"/> | NH <sub>4</sub>     | <input type="checkbox"/> | Hg           | <input type="checkbox"/> | CVI         | <input type="checkbox"/> | Hg              | <input type="checkbox"/> | OP         | <input type="checkbox"/> | Minérales          | <input type="checkbox"/> | Formaldéhyde   | <input type="checkbox"/> | BPC: Congénères | <input type="checkbox"/> | HAM  | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> | THM                              | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> |
| Coliformes : Total          | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> + NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NTR              | <input type="checkbox"/> | NH <sub>4</sub>     | <input type="checkbox"/> | Hg           | <input type="checkbox"/> | CVI         | <input type="checkbox"/> | Hg              | <input type="checkbox"/> | OP         | <input type="checkbox"/> | Minérales          | <input type="checkbox"/> | Formaldéhyde   | <input type="checkbox"/> | BPC: Congénères | <input type="checkbox"/> | HAM  | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> | THM                              | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> |
| Fécules                     | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> + NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NTR              | <input type="checkbox"/> | NH <sub>4</sub>     | <input type="checkbox"/> | Hg           | <input type="checkbox"/> | CVI         | <input type="checkbox"/> | Hg              | <input type="checkbox"/> | OP         | <input type="checkbox"/> | Minérales          | <input type="checkbox"/> | Formaldéhyde   | <input type="checkbox"/> | BPC: Congénères | <input type="checkbox"/> | HAM  | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> | THM                              | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> |
| E.coli                      | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> + NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NTR              | <input type="checkbox"/> | NH <sub>4</sub>     | <input type="checkbox"/> | Hg           | <input type="checkbox"/> | CVI         | <input type="checkbox"/> | Hg              | <input type="checkbox"/> | OP         | <input type="checkbox"/> | Minérales          | <input type="checkbox"/> | Formaldéhyde   | <input type="checkbox"/> | BPC: Congénères | <input type="checkbox"/> | HAM  | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> | THM                              | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> |
| Absorbance UV               | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> + NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NTR              | <input type="checkbox"/> | NH <sub>4</sub>     | <input type="checkbox"/> | Hg           | <input type="checkbox"/> | CVI         | <input type="checkbox"/> | Hg              | <input type="checkbox"/> | OP         | <input type="checkbox"/> | Minérales          | <input type="checkbox"/> | Formaldéhyde   | <input type="checkbox"/> | BPC: Congénères | <input type="checkbox"/> | HAM  | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> | THM                              | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> |
| pH                          | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> + NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NTR              | <input type="checkbox"/> | NH <sub>4</sub>     | <input type="checkbox"/> | Hg           | <input type="checkbox"/> | CVI         | <input type="checkbox"/> | Hg              | <input type="checkbox"/> | OP         | <input type="checkbox"/> | Minérales          | <input type="checkbox"/> | Formaldéhyde   | <input type="checkbox"/> | BPC: Congénères | <input type="checkbox"/> | HAM  | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> | THM                              | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> |
| SO <sub>4</sub>             | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> + NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NTR              | <input type="checkbox"/> | NH <sub>4</sub>     | <input type="checkbox"/> | Hg           | <input type="checkbox"/> | CVI         | <input type="checkbox"/> | Hg              | <input type="checkbox"/> | OP         | <input type="checkbox"/> | Minérales          | <input type="checkbox"/> | Formaldéhyde   | <input type="checkbox"/> | BPC: Congénères | <input type="checkbox"/> | HAM  | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> | THM                              | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> |
| Chlorures                   | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> + NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NTR              | <input type="checkbox"/> | NH <sub>4</sub>     | <input type="checkbox"/> | Hg           | <input type="checkbox"/> | CVI         | <input type="checkbox"/> | Hg              | <input type="checkbox"/> | OP         | <input type="checkbox"/> | Minérales          | <input type="checkbox"/> | Formaldéhyde   | <input type="checkbox"/> | BPC: Congénères | <input type="checkbox"/> | HAM  | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> | THM                              | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> |
| Fluorures                   | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> + NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NTR              | <input type="checkbox"/> | NH <sub>4</sub>     | <input type="checkbox"/> | Hg           | <input type="checkbox"/> | CVI         | <input type="checkbox"/> | Hg              | <input type="checkbox"/> | OP         | <input type="checkbox"/> | Minérales          | <input type="checkbox"/> | Formaldéhyde   | <input type="checkbox"/> | BPC: Congénères | <input type="checkbox"/> | HAM  | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> | THM                              | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> |
| Sulfates                    | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> + NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NTR              | <input type="checkbox"/> | NH <sub>4</sub>     | <input type="checkbox"/> | Hg           | <input type="checkbox"/> | CVI         | <input type="checkbox"/> | Hg              | <input type="checkbox"/> | OP         | <input type="checkbox"/> | Minérales          | <input type="checkbox"/> | Formaldéhyde   | <input type="checkbox"/> | BPC: Congénères | <input type="checkbox"/> | HAM  | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> | THM                              | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> |
| Bromures                    | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> + NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NTR              | <input type="checkbox"/> | NH <sub>4</sub>     | <input type="checkbox"/> | Hg           | <input type="checkbox"/> | CVI         | <input type="checkbox"/> | Hg              | <input type="checkbox"/> | OP         | <input type="checkbox"/> | Minérales          | <input type="checkbox"/> | Formaldéhyde   | <input type="checkbox"/> | BPC: Congénères | <input type="checkbox"/> | HAM  | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> | THM                              | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> |
| Conductivité                | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> + NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NTR              | <input type="checkbox"/> | NH <sub>4</sub>     | <input type="checkbox"/> | Hg           | <input type="checkbox"/> | CVI         | <input type="checkbox"/> | Hg              | <input type="checkbox"/> | OP         | <input type="checkbox"/> | Minérales          | <input type="checkbox"/> | Formaldéhyde   | <input type="checkbox"/> | BPC: Congénères | <input type="checkbox"/> | HAM  | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> | THM                              | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> |
| Alcalinité                  | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> + NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NTR              | <input type="checkbox"/> | NH <sub>4</sub>     | <input type="checkbox"/> | Hg           | <input type="checkbox"/> | CVI         | <input type="checkbox"/> | Hg              | <input type="checkbox"/> | OP         | <input type="checkbox"/> | Minérales          | <input type="checkbox"/> | Formaldéhyde   | <input type="checkbox"/> | BPC: Congénères | <input type="checkbox"/> | HAM  | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> | THM                              | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> |
| Dureté totale               | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> + NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NTR              | <input type="checkbox"/> | NH <sub>4</sub>     | <input type="checkbox"/> | Hg           | <input type="checkbox"/> | CVI         | <input type="checkbox"/> | Hg              | <input type="checkbox"/> | OP         | <input type="checkbox"/> | Minérales          | <input type="checkbox"/> | Formaldéhyde   | <input type="checkbox"/> | BPC: Congénères | <input type="checkbox"/> | HAM  | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> | THM                              | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> |
| Métaux (spécifier):         | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> + NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NTR              | <input type="checkbox"/> | NH <sub>4</sub>     | <input type="checkbox"/> | Hg           | <input type="checkbox"/> | CVI         | <input type="checkbox"/> | Hg              | <input type="checkbox"/> | OP         | <input type="checkbox"/> | Minérales          | <input type="checkbox"/> | Formaldéhyde   | <input type="checkbox"/> | BPC: Congénères | <input type="checkbox"/> | HAM  | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> | THM                              | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> |
| Métaux: Filtré sur terrain  | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> + NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NTR              | <input type="checkbox"/> | NH <sub>4</sub>     | <input type="checkbox"/> | Hg           | <input type="checkbox"/> | CVI         | <input type="checkbox"/> | Hg              | <input type="checkbox"/> | OP         | <input type="checkbox"/> | Minérales          | <input type="checkbox"/> | Formaldéhyde   | <input type="checkbox"/> | BPC: Congénères | <input type="checkbox"/> | HAM  | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> | THM                              | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> |
| Métaux: Filtré au lab       | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> + NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NTR              | <input type="checkbox"/> | NH <sub>4</sub>     | <input type="checkbox"/> | Hg           | <input type="checkbox"/> | CVI         | <input type="checkbox"/> | Hg              | <input type="checkbox"/> | OP         | <input type="checkbox"/> | Minérales          | <input type="checkbox"/> | Formaldéhyde   | <input type="checkbox"/> | BPC: Congénères | <input type="checkbox"/> | HAM  | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> | THM                              | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> |
| Chlorures                   | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> + NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NTR              | <input type="checkbox"/> | NH <sub>4</sub>     | <input type="checkbox"/> | Hg           | <input type="checkbox"/> | CVI         | <input type="checkbox"/> | Hg              | <input type="checkbox"/> | OP         | <input type="checkbox"/> | Minérales          | <input type="checkbox"/> | Formaldéhyde   | <input type="checkbox"/> | BPC: Congénères | <input type="checkbox"/> | HAM  | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> | THM                              | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> |
| Fluorures                   | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> + NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NTR              | <input type="checkbox"/> | NH <sub>4</sub>     | <input type="checkbox"/> | Hg           | <input type="checkbox"/> | CVI         | <input type="checkbox"/> | Hg              | <input type="checkbox"/> | OP         | <input type="checkbox"/> | Minérales          | <input type="checkbox"/> | Formaldéhyde   | <input type="checkbox"/> | BPC: Congénères | <input type="checkbox"/> | HAM  | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> | THM                              | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> |
| Sulfates                    | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> + NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NTR              | <input type="checkbox"/> | NH <sub>4</sub>     | <input type="checkbox"/> | Hg           | <input type="checkbox"/> | CVI         | <input type="checkbox"/> | Hg              | <input type="checkbox"/> | OP         | <input type="checkbox"/> | Minérales          | <input type="checkbox"/> | Formaldéhyde   | <input type="checkbox"/> | BPC: Congénères | <input type="checkbox"/> | HAM  | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> | THM                              | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> |
| Bromures                    | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> + NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NTR              | <input type="checkbox"/> | NH <sub>4</sub>     | <input type="checkbox"/> | Hg           | <input type="checkbox"/> | CVI         | <input type="checkbox"/> | Hg              | <input type="checkbox"/> | OP         | <input type="checkbox"/> | Minérales          | <input type="checkbox"/> | Formaldéhyde   | <input type="checkbox"/> | BPC: Congénères | <input type="checkbox"/> | HAM  | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> | THM                              | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> |
| Oxydables                   | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> + NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NTR              | <input type="checkbox"/> | NH <sub>4</sub>     | <input type="checkbox"/> | Hg           | <input type="checkbox"/> | CVI         | <input type="checkbox"/> | Hg              | <input type="checkbox"/> | OP         | <input type="checkbox"/> | Minérales          | <input type="checkbox"/> | Formaldéhyde   | <input type="checkbox"/> | BPC: Congénères | <input type="checkbox"/> | HAM  | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> | THM                              | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> |
| Disponibles                 | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> + NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NTR              | <input type="checkbox"/> | NH <sub>4</sub>     | <input type="checkbox"/> | Hg           | <input type="checkbox"/> | CVI         | <input type="checkbox"/> | Hg              | <input type="checkbox"/> | OP         | <input type="checkbox"/> | Minérales          | <input type="checkbox"/> | Formaldéhyde   | <input type="checkbox"/> | BPC: Congénères | <input type="checkbox"/> | HAM  | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> | THM                              | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> |
| Totaux                      | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> + NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NTR              | <input type="checkbox"/> | NH <sub>4</sub>     | <input type="checkbox"/> | Hg           | <input type="checkbox"/> | CVI         | <input type="checkbox"/> | Hg              | <input type="checkbox"/> | OP         | <input type="checkbox"/> | Minérales          | <input type="checkbox"/> | Formaldéhyde   | <input type="checkbox"/> | BPC: Congénères | <input type="checkbox"/> | HAM  | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> | THM                              | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> |
| Formaldéhyde                | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> + NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NTR              | <input type="checkbox"/> | NH <sub>4</sub>     | <input type="checkbox"/> | Hg           | <input type="checkbox"/> | CVI         | <input type="checkbox"/> | Hg              | <input type="checkbox"/> | OP         | <input type="checkbox"/> | Minérales          | <input type="checkbox"/> | Formaldéhyde   | <input type="checkbox"/> | BPC: Congénères | <input type="checkbox"/> | HAM  | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> | THM                              | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> |
| Bromures                    | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> + NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NTR              | <input type="checkbox"/> | NH <sub>4</sub>     | <input type="checkbox"/> | Hg           | <input type="checkbox"/> | CVI         | <input type="checkbox"/> | Hg              | <input type="checkbox"/> | OP         | <input type="checkbox"/> | Minérales          | <input type="checkbox"/> | Formaldéhyde   | <input type="checkbox"/> | BPC: Congénères | <input type="checkbox"/> | HAM  | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> | THM                              | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> |
| Sulfates                    | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> + NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NTR              | <input type="checkbox"/> | NH <sub>4</sub>     | <input type="checkbox"/> | Hg           | <input type="checkbox"/> | CVI         | <input type="checkbox"/> | Hg              | <input type="checkbox"/> | OP         | <input type="checkbox"/> | Minérales          | <input type="checkbox"/> | Formaldéhyde   | <input type="checkbox"/> | BPC: Congénères | <input type="checkbox"/> | HAM  | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> | THM                              | <input type="checkbox"/> | THM | <input type="checkbox"/> |
| Conductivité                | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NO <sub>2</sub> + NO <sub>3</sub> | <input type="checkbox"/> | NTR              | <input type="checkbox"/> | NH                  |                          |              |                          |             |                          |                 |                          |            |                          |                    |                          |                |                          |                 |                          |      |                          |     |                          |                                  |                          |     |                          |











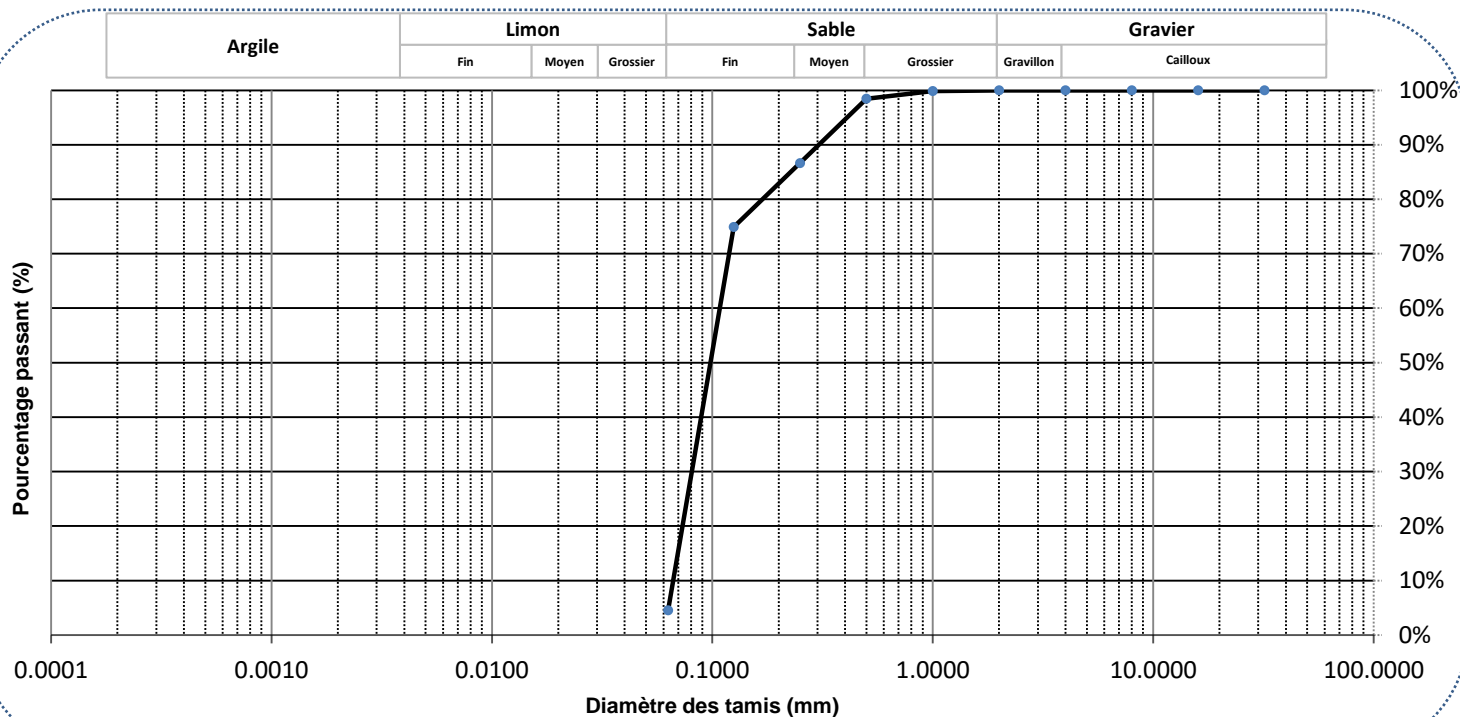
## GRANULOMÉTRIE - SÉDIMENTOMÉTRIE

### Classification Wentworth

No bon de travail : 19A516476 Client : WSP CANADA INC  
 No échantillon : 517131 Votre référence : TRPL1PF5  
 Version du certificat :

| Granulométrie<br>Tamis<br>(mm) | Pourcentage<br>Passant<br>(%) |
|--------------------------------|-------------------------------|
| 32                             | 100.0%                        |
| 16                             | 100.0%                        |
| 8                              | 100.0%                        |
| 4                              | 100.0%                        |
| 2                              | 100.0%                        |
| 1                              | 99.9%                         |
| 0.500                          | 98.5%                         |
| 0.250                          | 86.6%                         |
| 0.125                          | 74.9%                         |
| 0.063                          | 4.5%                          |

| Sédimentométrie<br>Diamètre équivalent<br>( $\mu$ m) | Pourcentage<br>Passant<br>(%) |
|--|-------------------------------|
|  |                               |
|  |                               |
|  |                               |
|  |                               |
|  |                               |
|  |                               |
|  |                               |
|  |                               |
|  |                               |
|  |                               |



**Commentaires :** Gravier (2-32mm) : 0.00% Limon,Argile (<63 $\mu$ m) 4.54%  
 Sable (0.063-<2mm) : 95.46%

Tamis rouges

**Date :** 2019-10-01



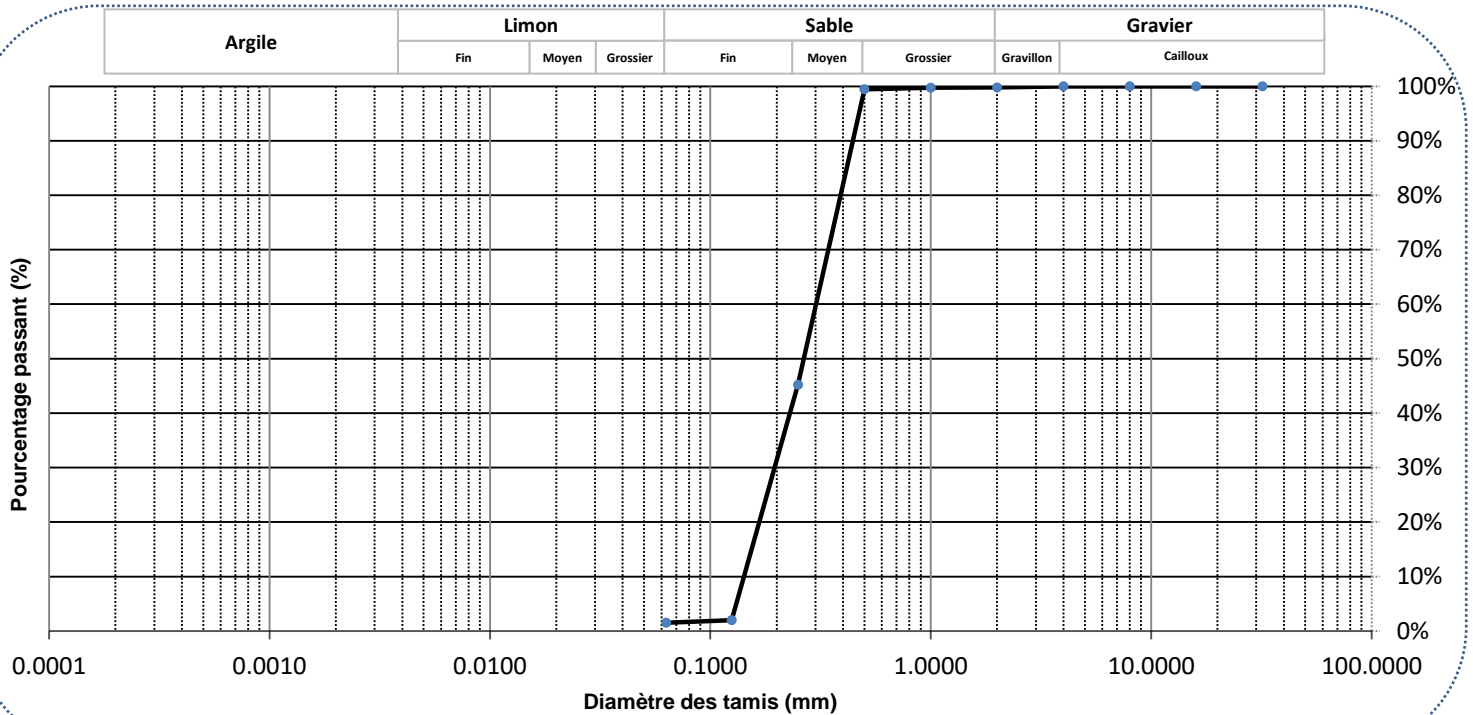
## GRANULOMÉTRIE - SÉDIMENTOMÉTRIE

### Classification Wentworth

No bon de travail : 19A516476 Client : WSP CANADA INC  
No échantillon : 517128 Votre référence : TRPL1MS5  
Version du certificat :

| Granulométrie<br>Tamis<br>(mm) | Pourcentage<br>Passant<br>(%) |
|--------------------------------|-------------------------------|
| 32                             | 100.0%                        |
| 16                             | 100.0%                        |
| 8                              | 100.0%                        |
| 4                              | 100.0%                        |
| 2                              | 99.8%                         |
| 1                              | 99.7%                         |
| 0.500                          | 99.5%                         |
| 0.250                          | 45.2%                         |
| 0.125                          | 2.0%                          |
| 0.063                          | 1.5%                          |

| Sédimentométrie<br>Diamètre équivalent<br>( $\mu\text{m}$ ) | Pourcentage<br>Passant<br>(%) |
|---|-------------------------------|
|---|-------------------------------|



**Commentaires :** Gravier (2-32mm) : 0.21% Limon,Argile (<63um) 1.53%  
Sable (0.063-<2mm) : 98.26%

Tamis rouges

**Date :** 2019-09-30











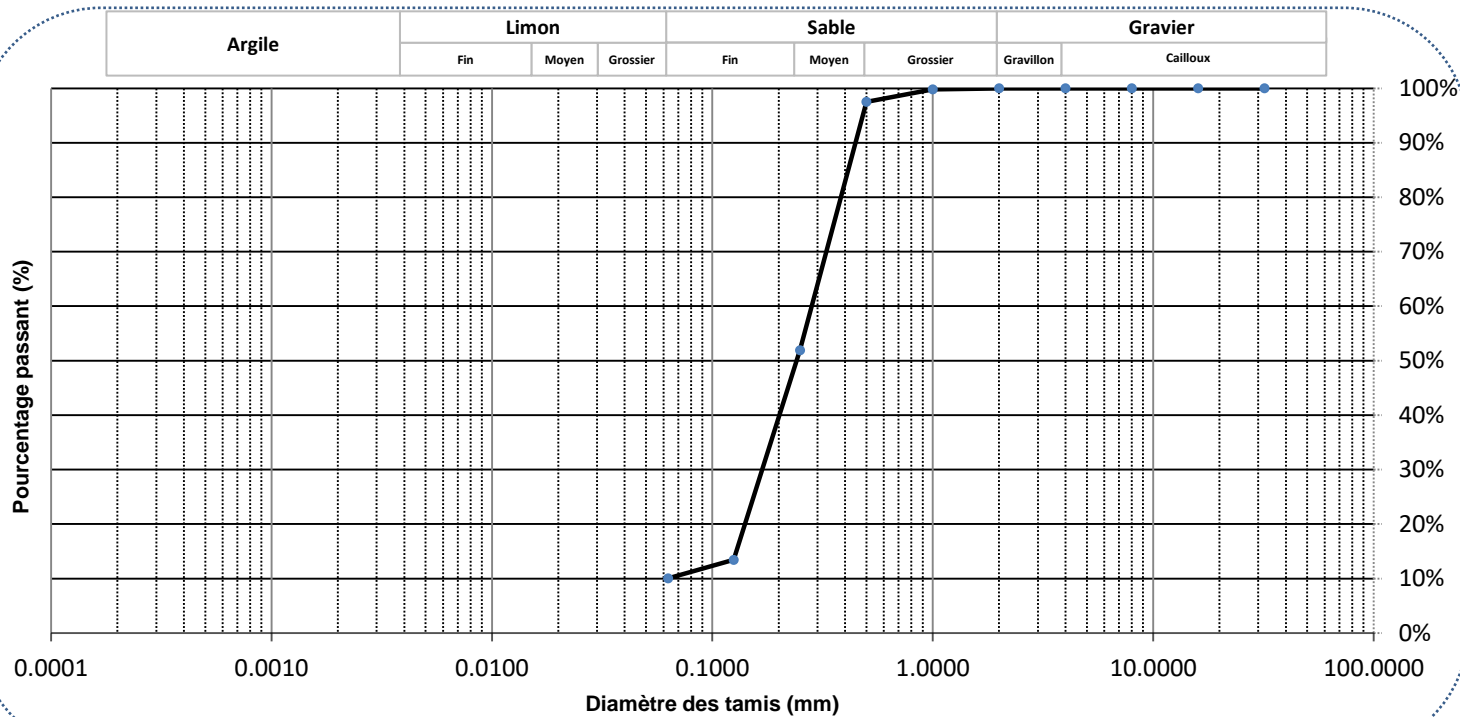
## GRANULOMÉTRIE - SÉDIMENTOMÉTRIE

### Classification Wentworth

No bon de travail : 19A516476 Client : WSP CANADA INC  
 No échantillon : 517125 Votre référence : TRPL1MI1  
 Version du certificat :

| Granulométrie<br>Tamis<br>(mm) | Pourcentage<br>Passant<br>(%) |
|--------------------------------|-------------------------------|
| 32                             | 100.0%                        |
| 16                             | 100.0%                        |
| 8                              | 100.0%                        |
| 4                              | 100.0%                        |
| 2                              | 100.0%                        |
| 1                              | 99.8%                         |
| 0.500                          | 97.5%                         |
| 0.250                          | 51.9%                         |
| 0.125                          | 13.4%                         |
| 0.063                          | 10.0%                         |

| Sédimentométrie<br>Diamètre équivalent<br>( $\mu\text{m}$ ) | Pourcentage<br>Passant<br>(%) |
|---|-------------------------------|
|   |                               |
|   |                               |
|   |                               |
|   |                               |
|   |                               |
|   |                               |
|   |                               |
|   |                               |
|   |                               |
|   |                               |
|   |                               |



**Commentaires :** Gravier (2-32mm) : 0.00% Limon, Argile (<63 $\mu\text{m}$ ) 10.03%  
 Sable (0.063-<2mm) : 89.96%

Tamis oranges

**Date :** 2019-09-30







NOM DU CLIENT: WSP CANADA INC.  
1890, AVE CHARLES-NORMAND  
BAIE-COMEAU, QC G4Z0A8  
(418) 296-8911

À L'ATTENTION DE: Luc Bouchard

N° DE PROJET: 201-08448

N° BON DE TRAVAIL: 20M657240

ANALYSE DES SOLS VÉRIFIÉ PAR: Marie-Flora Coustou, Report Writer

DATE DU RAPPORT: 21 oct. 2020

NOMBRE DE PAGES: 8

VERSION\*: 1

Pour tout complément d'information concernant cette analyse, veuillez contacter votre chargé(e) de projet client au (514) 337-1000.

\*Notes

**Avis de non-responsabilité:**

- L'ensemble des travaux réalisés dans le présent document ont été effectués en utilisant des protocoles normalisés reconnus, ainsi que des pratiques et des méthodes généralement acceptées. En vue d'améliorer la performance, les méthodes analytiques d'AGAT pourraient comprendre des modifications issues des méthodes de référence spécifiées.
- Tous les échantillons seront éliminés dans les 30 jours suivant l'analyse, sauf accord contraire expressément convenu par écrit. Veuillez contacter votre chargé(e) de projet client si vous avez besoin d'un délai d'entreposage supplémentaire pour vos échantillons.
- La responsabilité d'AGAT en ce qui concerne tout retard, exécution ou non-exécution de ces services s'applique uniquement envers le client et ne s'étend à aucune autre tierce partie. À moins qu'il n'en soit par ailleurs convenu expressément par écrit, la responsabilité d'AGAT se limite au coût réel de l'analyse ou des analyses spécifiques incluses dans les services.
- Sauf accord écrit préalable d'AGAT Laboratoires, ce certificat ne doit être reproduit que dans sa totalité.
- Les résultats d'analyse communiqués ci-joint ne concernent que les échantillons reçus par le laboratoire.
- L'application des lignes directrices est fournie « en l'état » sans garantie de quelque nature que ce soit, ni expresse ni tacite, y compris, mais sans s'y limiter, les garanties de qualité marchande, d'aptitude à un usage particulier ou de non-contrefaçon. AGAT n'assume aucune responsabilité à l'égard de toute erreur ou omission dans les directives que contient ce document.
- Toutes les informations rapportables sont disponibles sur demande auprès d'AGAT Laboratoires, conformément aux normes ISO/IEC 17025:2017, DR-12-PALA et/ou NELAP.



NOM DU CLIENT: WSP CANADA INC.

PRÉLEVÉ PAR: Antoine Therrien / Carl Gauthier

À L'ATTENTION DE: Luc Bouchard

LIEU DE PRÉLÈVEMENT: Lac Saint-Jean

### Analyses inorganiques (sédiments)

DATE DE RÉCEPTION: 2020-09-30

DATE DU RAPPORT: 2020-10-21

| Paramètre               | Unités | C / N | LDR  | IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON: |                         | LDR        | C / N      | LDR        | C / N      | LDR        | C / N      | LDR |
|-------------------------|--------|-------|------|----------------------------------|-------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----|
|                         |        |       |      | MATRICE:                         | DATE D'ÉCHANTILLONNAGE: |            |            |            |            |            |            |     |
| Carbone organique total | %      |       | 0.05 | TRPR3-MS1                        | DUP-2                   | TRPR3-MI2  | TRPR3-PF1  | ERPL-MI5   | ERPL-PF10  | TRPL2-MS5  | TRPL2-MI5  |     |
|                         |        |       |      | Sédiment                         | Sédiment                | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   |     |
|                         |        |       |      | 2020-09-23                       | 2020-09-23              | 2020-09-20 | 2020-09-20 | 2020-09-22 | 2020-09-22 | 2020-09-22 | 2020-09-22 |     |
|                         |        |       |      | 1498203                          | 1498212                 | 1498213    | 1498214    | 1498215    | 1498216    | 1498217    | 1498218    |     |
| Carbone organique total | %      |       | 0.05 | TRPL2-PF6                        | TRPL1-MI1               | TRPL3-MS4  | TRPL3-MI4  | ERPL-MS1B  | TRPL1-MS1B | TRPL1-PF1  | ERPR-PF1   |     |
|                         |        |       |      | Sédiment                         | Sédiment                | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   |     |
|                         |        |       |      | 2020-09-22                       | 2020-09-21              | 2020-09-21 | 2020-09-21 | 2020-09-25 | 2020-09-25 | 2020-09-25 | 2020-09-24 |     |
|                         |        |       |      | 1498219                          | 1498220                 | 1498221    | 1498222    | 1498223    | 1498226    | 1498227    | 1498228    |     |
| Carbone organique total | %      |       | 0.05 | TRPR1-MS1                        | TRPR1-MI1               | TRPR1-PF1  | ERPR-MS1   | ERPR-MI1   | TRPR2-MS1  | TRPR2-MI1  | TRPR2-PF1  |     |
|                         |        |       |      | Sédiment                         | Sédiment                | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   |     |
|                         |        |       |      | 2020-09-24                       | 2020-09-24              | 2020-09-24 | 2020-09-23 | 2020-09-23 | 2020-09-23 | 2020-09-23 | 2020-09-23 |     |
|                         |        |       |      | 1498230                          | 1498231                 | 1498232    | 1498233    | 1498234    | 1498235    | 1498236    | 1498237    |     |
| Carbone organique total | %      |       | 0.05 | TRPL3-PF4                        | DUP-1                   |            |            |            |            |            |            |     |
|                         |        |       |      | Sédiment                         | Sédiment                |            |            |            |            |            |            |     |
|                         |        |       |      | 2020-09-21                       | 2020-09-21              |            |            |            |            |            |            |     |
|                         |        |       |      | 1498245                          | 1498246                 |            |            |            |            |            |            |     |

Commentaires: LDR - Limite de détection rapportée; C / N - Critères Normes

1498203-1498246 Une LDR plus élevée indique qu'une dilution a été effectuée afin de réduire la concentration des analytes ou de réduire l'interférence de la matrice.

Certifié par:



La procédure des Laboratoires AGAT concernant les signatures et les signataires se conforme strictement aux exigences d'accréditation ISO 17025:2005 comme le requiert, lorsque applicable, CALA, CCN et MDDELCC. Toutes les signatures sur les certificats d'AGAT sont protégées par des mots de passe et les signataires rencontrent les exigences des domaines d'accréditation ainsi que les exigences régionales approuvées par CALA, CCN et MDDELCC.



NOM DU CLIENT: WSP CANADA INC.

PRÉLEVÉ PAR: Antoine Therrien / Carl Gauthier

À L'ATTENTION DE: Luc Bouchard

LIEU DE PRÉLÈVEMENT: Lac Saint-Jean

### Analyses inorganiques - Granulométrie

DATE DE RÉCEPTION: 2020-09-30

DATE DU RAPPORT: 2020-10-21

| Paramètre                        | Unités     | C / N      | LDR        | 1498203    | 1498212    | 1498213    | 1498214    | 1498215    | 1498216 | 1498217 | 1498218 |
|----------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|---------|---------|---------|
| Granulométrie (Wentworth)        | NA         | NA         | annexe     | annexe     | annexe     | annexe     | annexe     | annexe     | annexe  | annexe  | annexe  |
| IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON: | TRPL2-PF6  | TRPL1-MI1  | TRPL3-MS4  | TRPL3-MI4  | ERPL-MS1B  | TRPL1-MS1B | TRPL1-PF1  | ERPR-PF1   |         |         |         |
| MATRICE:                         | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   |         |         |         |
| DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:          | 2020-09-22 | 2020-09-21 | 2020-09-21 | 2020-09-21 | 2020-09-25 | 2020-09-25 | 2020-09-25 | 2020-09-24 |         |         |         |
| Paramètre                        | Unités     | C / N      | LDR        | 1498219    | 1498220    | 1498221    | 1498222    | 1498223    | 1498226 | 1498227 | 1498228 |
| Granulométrie (Wentworth)        | NA         | NA         | annexe     | Annexe     | annexe     | annexe     | annexe     | annexe     | annexe  | annexe  | annexe  |
| IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON: | TRPR1-MS1  | TRPR1-MI1  | TRPR1-PF1  | ERPR-MS1   | ERPR-MI1   | TRPR2-MS1  | TRPR2-MI1  | TRPR2-PF1  |         |         |         |
| MATRICE:                         | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   |         |         |         |
| DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:          | 2020-09-24 | 2020-09-24 | 2020-09-24 | 2020-09-23 | 2020-09-23 | 2020-09-23 | 2020-09-23 | 2020-09-23 |         |         |         |
| Paramètre                        | Unités     | C / N      | LDR        | 1498230    | 1498231    | 1498232    | 1498233    | 1498234    | 1498235 | 1498236 | 1498237 |
| Granulométrie (Wentworth)        | NA         | NA         | annexe     | annexe     | annexe     | annexe     | annexe     | annexe     | annexe  | annexe  | annexe  |
| IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON: | TRPL3-PF4  | DUP-1      |            |            |            |            |            |            |         |         |         |
| MATRICE:                         | Sédiment   | Sédiment   |            |            |            |            |            |            |         |         |         |
| DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:          | 2020-09-21 | 2020-09-21 |            |            |            |            |            |            |         |         |         |
| Paramètre                        | Unités     | C / N      | LDR        | 1498245    | 1498246    |            |            |            |         |         |         |
| Granulométrie (Wentworth)        | NA         | NA         | annexe     | annexe     |            |            |            |            |         |         |         |

Commentaires: LDR - Limite de détection rapportée; C / N - Critères Normes

Certifié par:



La procédure des Laboratoires AGAT concernant les signatures et les signataires se conforme strictement aux exigences d'accréditation ISO 17025:2005 comme le requiert, lorsque applicable, CALA, CCN et MDDELCC. Toutes les signatures sur les certificats d'AGAT sont protégées par des mots de passe et les signataires rencontrent les exigences des domaines d'accréditation ainsi que les exigences régionales approuvées par CALA, CCN et MDDELCC.



## Contrôle de qualité

NOM DU CLIENT: WSP CANADA INC.  
 N° DE PROJET: 201-08448  
 PRÉLEVÉ PAR: Antoine Therrien / Carl Gauthier

N° BON DE TRAVAIL: 20M657240  
 À L'ATTENTION DE: Luc Bouchard  
 LIEU DE PRÉLÈVEMENT: Lac Saint-Jean

| Analyse des Sols            |     |         |           |        |           |                       |          |         |                |          |         |               |          |         |      |
|-----------------------------|-----|---------|-----------|--------|-----------|-----------------------|----------|---------|----------------|----------|---------|---------------|----------|---------|------|
| Date du rapport: 2020-10-21 |     |         | DUPLICATA |        |           | MATÉRIAU DE RÉFÉRENCE |          |         | BLANC FORTIFIÉ |          |         | ÉCH. FORTIFIÉ |          |         |      |
| PARAMÈTRE                   | Lot | N° éch. | Dup #1    | Dup #2 | % d'écart | Blanc de méthode      | % Récup. | Limites |                | % Récup. | Limites |               | % Récup. | Limites |      |
|                             |     |         |           |        |           |                       |          | Inf.    | Sup.           |          | Inf.    | Sup.          |          | Inf.    | Sup. |

Analyses inorganiques (sédiments)

|                         |         |         |      |      |    |        |      |     |      |    |     |      |      |     |      |
|-------------------------|---------|---------|------|------|----|--------|------|-----|------|----|-----|------|------|-----|------|
| Carbone organique total | 1498203 | 1498203 | 0.12 | 0.15 | NA | < 0.05 | 103% | 80% | 120% | NA | 80% | 120% | 109% | 70% | 130% |
|-------------------------|---------|---------|------|------|----|--------|------|-----|------|----|-----|------|------|-----|------|

Commentaires: NA : Non applicable

NA dans l'écart du duplicata indique que l'écart n'a pu être calculé car l'un ou les deux résultats sont < 5x LDR.

NA dans le pourcentage de récupération de l'échantillon fortifié indique que le résultat n'est pas fourni en raison de la concentration trop élevée par rapport à l'ajout.

NA dans le blanc fortifié ou le MRC indique qu'il n'est pas requis par la procédure.

Le pourcentage de récupération du MRC peut être en dehors du critère d'acceptabilité s'il est conforme à l'écart du certificat du matériau de référence.

Analyses inorganiques (sédiments)

|                         |         |         |      |      |    |        |      |     |      |    |     |      |     |     |      |
|-------------------------|---------|---------|------|------|----|--------|------|-----|------|----|-----|------|-----|-----|------|
| Carbone organique total | 1498233 | 1498233 | 0.26 | 0.24 | NA | < 0.05 | 113% | 80% | 120% | NA | 80% | 120% | 91% | 70% | 130% |
|-------------------------|---------|---------|------|------|----|--------|------|-----|------|----|-----|------|-----|-----|------|

Commentaires: NA : Non applicable

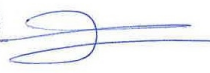
NA dans l'écart du duplicata indique que l'écart n'a pu être calculé car l'un ou les deux résultats sont < 5x LDR.

NA dans le pourcentage de récupération de l'échantillon fortifié indique que le résultat n'est pas fourni en raison de la concentration trop élevée par rapport à l'ajout.

NA dans le blanc fortifié ou le MRC indique qu'il n'est pas requis par la procédure.

Le pourcentage de récupération du MRC peut être en dehors du critère d'acceptabilité s'il est conforme à l'écart du certificat du matériau de référence.

Certifié par:



CHIMISTE  
 Marie-Florence Coustou  
 2015-119  
 QUÉBEC

La procédure des Laboratoires AGAT concernant les signatures et les signataires se conforme strictement aux exigences d'accréditation ISO 17025:2005 comme le requiert, lorsque applicable, CALA, CCN et MDDELCC. Toutes les signatures sur les certificats d'AGAT sont protégées par des mots de passe et les signataires rencontrent les exigences des domaines d'accréditation ainsi que les exigences régionales approuvées par CALA, CCN et MDDELCC. Les pourcentages de différence relative sont calculés à partir des données brutes. Il se peut que le pourcentage de différence relative ne reflète pas les valeurs dupliquées rapportées en raison de l'arrondissement des résultats finaux.

## Sommaire de méthode

NOM DU CLIENT: WSP CANADA INC.

N° BON DE TRAVAIL: 20M657240

N° DE PROJET: 201-08448

À L'ATTENTION DE: Luc Bouchard

PRÉLEVÉ PAR: Antoine Therrien / Carl Gauthier

LIEU DE PRÉLÈVEMENT: Lac Saint-Jean

| PARAMÈTRE                 | PRÉPARÉ LE | ANALYSÉ LE | AGAT P.O.N.                            | RÉFÉRENCE DE LITTÉRATURE | TECHNIQUE ANALYTIQUE |
|---------------------------|------------|------------|--|--------------------------|----------------------|
| Analyse des Sols          |            |            |  |                          |                      |
| Carbone organique total   | 2020-10-06 | 2020-10-06 | INOR-101-6057F                         | MA. 405-C 1.1            | TITRAGE              |
| Granulométrie (Wentworth) | 2020-10-01 | 2020-10-19 | INOR-161-6031F, non<br>accrédité MELCC | MA. 100 - Gran. 2.0      | TAMISAGE             |







### À l'usage exclusif du laboratoire

Bon de travail AGAT: \_\_\_\_\_

Nb. de glaciers: \_\_\_\_\_

Température à l'arrivée: \_\_\_\_\_

Glace  Bloc réfrigérant  Ancun

Scélé légal intact:  Oui  Non  N/A

## Chaîne de traçabilité Environnement

Eau potable RQEP (réseau) - Veuillez utiliser le formulaire du MDDELCC

### Information pour le rapport

Compagnie : WSP Canada inc.  
 Adresse : 1890 Charles-Normand, Baie-Comeau  
G4Z 0A8  
 Téléphone : 418-589-8911 Téléc. : \_\_\_\_\_  
 Projet : 201-08448-00  
 Lieu de prélèvement : Lac Saint-Jean  
 Prélevé par : Antoine Therrien/Carl Gauthier

### Rapport envoyé à

1. Nom: Luc Bouchard  
 Courriel: luc.bouchard@wsp.com  
 2. Nom: \_\_\_\_\_  
 Courriel: \_\_\_\_\_

### Critères à respecter

PRTC ABC  RESC  
 CCME  
 Eau consommation  
 Eau résurg. Surface  
 Eau résurg. Salée  
 CMM Sanitaire  Pluvial   
 Autre: \_\_\_\_\_

### Format de rapport

Portrait (échantillon/page)  Paysage (échantillons/page)

### Délais d'analyse requis (jours ouvrables)

**Environnemental:** Régulier:  5 à 7 jours Urgent:  Même jour  
 1 jour  
 2 jours  
 3 jours

**Haute Résolution:** Régulier:  10 à 15 jours Urgent:  < 10 jours  
 Date Requite: \_\_\_\_\_

Facturé à \_\_\_\_\_ Même adresse:  Oui  Non

Compagnie : \_\_\_\_\_  
 Contact : \_\_\_\_\_  
 Courriel : \_\_\_\_\_  
 Adresse : \_\_\_\_\_  
 Bon de commande : \_\_\_\_\_ Soumission : \_\_\_\_\_

### Commentaires:

**Matrice (légende)** EP Eau potable EB Eau brute EPI Eau de piscine  
 S Sol B Boue SE Sédiment ES Eau de surface AF Affluent  
 SL Solide EU Eau usée EF Effluent ST Eau souterraine A Air

| IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON | PRÉLEVEMENT     |       | MATRICE | NB. DE CONTENANTS |
|---------------------------------|-----------------|-------|---------|-------------------|
|                                 | DATE (AA/MM/JJ) | HEURE |         |                   |
| TRPL3-PF4                       | 20-09-21        | 14:55 | SE      | 2                 |
| DUP1                            | 20-09-21        | 12:50 | SE      | 2                 |
|                                 |                 |       |         |                   |
|                                 |                 |       |         |                   |
|                                 |                 |       |         |                   |
|                                 |                 |       |         |                   |
|                                 |                 |       |         |                   |
|                                 |                 |       |         |                   |

|                                  |     |      |                |                 |                 |                               |                |                   |                 |              |             |                            |                     |               |            |           |                  |     |                                   |                 |                |    |               |                  |                    |                        |                         |             |     |  |
|----------------------------------|-----|------|----------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|----------------|-------------------|-----------------|--------------|-------------|----------------------------|---------------------|---------------|------------|-----------|------------------|-----|-----------------------------------|-----------------|----------------|----|---------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-------------|-----|--|
| Hydrocarbures pétroliers C10-C50 | HAP | BTEX | Chlorobenzènes | BPC: Congénères | Éthylène glycol | Huiles et graisses: Minérales | Pesticides: OC | Diquat / Paraquat | Phénols (GC-MS) | Métaux - Sol | Métaux - ST | Métaux: Filtré sur terrain | Métaux (spécifier): | Dureté totale | Alcalinité | Chlorures | Cyanures: Totaux | DCO | NH <sub>3</sub> + NH <sub>4</sub> | Solides: Totaux | Sulfures - Eau | pH | Absorbance UV | DBO <sub>5</sub> | Coliformes: Totaux | Microbiologie (autre): | HR/MS: Dioxines/Furanes | CMM 2008-47 | RMD |  |
|                                  |     |      |                |                 |                 |                               |                |                   |                 |              |             |                            |                     |               |            |           |                  |     |                                   |                 |                |    |               |                  |                    |                        |                         |             |     |  |
|                                  |     |      |                |                 |                 |                               |                |                   |                 |              |             |                            |                     |               |            |           |                  |     |                                   |                 |                |    |               |                  |                    |                        |                         |             |     |  |

Echantillon remis par (nom en lettres moulées et signature)  
Charles Otis / Charles Otis

Date (AA/MM/JJ) Heure  
20-09-20 15:00

Echantillon reçu par (nom en lettres moulées et signature)  
 \_\_\_\_\_

Date (AA/MM/JJ) Heure  
 \_\_\_\_\_

Page \_\_\_\_ de \_\_\_\_  
 N°: **84297**































# ANNEXE

## 8

### SORTIES STATISTIQUES DU LOGICIEL SYSTAT



# 1 SAINT-HENRI 2018-2019

## 1.1 Zone de marnage supérieure

### 1.1.1 ABONDANCES

#### ▼ Mixed Models Analysis

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels    |           |           |           |           |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MS1  | ERPL-MS2  | ERPL-MS3  | ERPL-MS4  | ERPL-MS5  |
|                         | TRPL1-MS1 | TRPL1-MS2 | TRPL1-MS3 | TRPL1-MS4 | TRPL1-MS5 |
|                         | TRPL2-MS1 | TRPL2-MS2 | TRPL2-MS3 | TRPL2-MS4 | TRPL2-MS5 |
|                         | TRPL3-MS1 | TRPL3-MS2 | TRPL3-MS3 | TRPL3-MS4 | TRPL3-MS5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MS        |           |           |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL      | TRPL1     | TRPL2     | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose    | Temoin    |           |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après     | Avant     |           |           |           |

Dependent Variable : ABONDANCE

Fixed Factor(s) : PERIODE\$, EXPOSITION\$, PERIODE\$\*EXPOSITION\$

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 9

Columns in Z : 20

No. of Observations : 40

#### Fit Statistics

Final L-L : -215,946

-2L-L : 431,892

AIC : 443,892

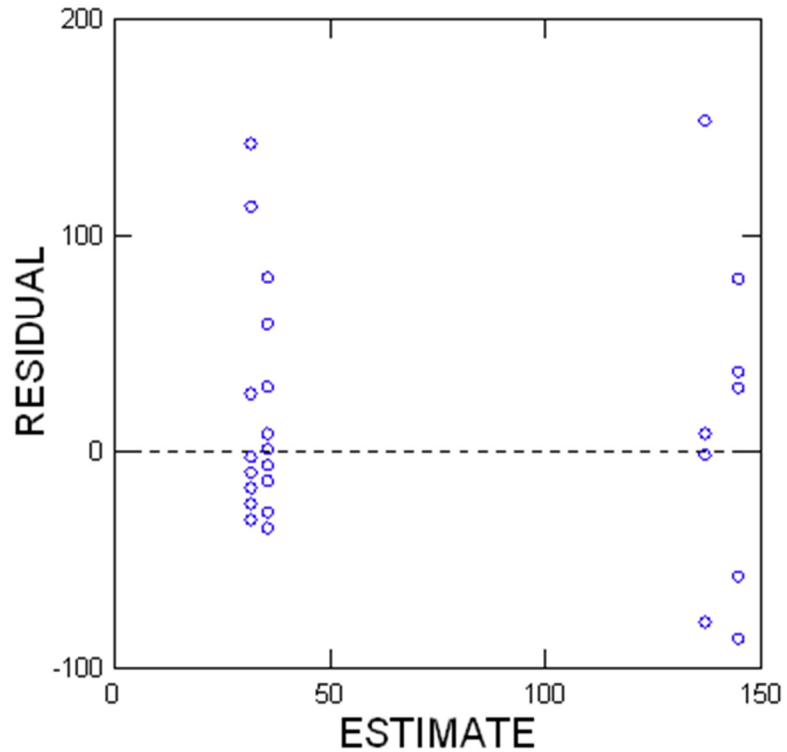
AIC(Corrected) : 446,438

BIC : 454,026

| Estimates of Covariance Components        |                    |           |
|---|--------------------|-----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate  |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 214,591   |
| Error variance                            | Variance Parameter | 2 655,896 |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| PERIODE\$                        | 1            | 18             | 0,095   | 0,762   |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 27,961  | 0,000   |
| PERIODE\$*EXPOSITION\$           | 1            | 18             | 0,011   | 0,919   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values



Data, conditional residuals, and marginal residuals have been saved

### 1.1.2 ABONDANCE LOGX1

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels    |           |           |           |           |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MS1  | ERPL-MS2  | ERPL-MS3  | ERPL-MS4  | ERPL-MS5  |
|                         | TRPL1-MS1 | TRPL1-MS2 | TRPL1-MS3 | TRPL1-MS4 | TRPL1-MS5 |
|                         | TRPL2-MS1 | TRPL2-MS2 | TRPL2-MS3 | TRPL2-MS4 | TRPL2-MS5 |
|                         | TRPL3-MS1 | TRPL3-MS2 | TRPL3-MS3 | TRPL3-MS4 | TRPL3-MS5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MS        |           |           |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL      | TRPL1     | TRPL2     | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose    | Temoin    |           |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après     | Avant     |           |           |           |

Dependent Variable : ABONDANCE\_LOGX1

Fixed Factor(s) : PERIODE\$, EXPOSITION\$, PERIODE\$\*EXPOSITION\$

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 9

Columns in Z : 20

No. of Observations : 40

#### Fit Statistics

Final L-L : -72,127

-2L-L : 144,254

AIC : 156,254

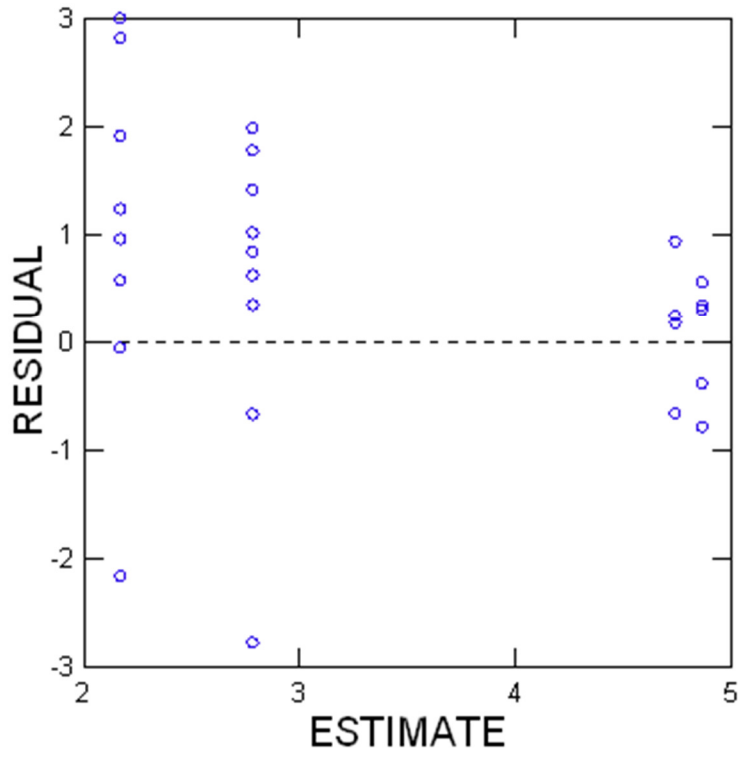
AIC(Corrected) : 158,800

BIC : 166,387

| Estimates of Covariance Components        |                       |          |
|---|-----------------------|----------|
| Random Effect                             | Description           | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance<br>Parameter | 0,562    |
| Error variance                            | Variance<br>Parameter | 1,666    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| PERIODE\$                        | 1            | 18             | 0,611   | 0,444   |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 14,581  | 0,001   |
| PERIODE\$*EXPOSITION\$           | 1            | 18             | 0,270   | 0,609   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values





### 1.1.3 RICHESSE

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels    |           |           |           |           |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MS1  | ERPL-MS2  | ERPL-MS3  | ERPL-MS4  | ERPL-MS5  |
|                         | TRPL1-MS1 | TRPL1-MS2 | TRPL1-MS3 | TRPL1-MS4 | TRPL1-MS5 |
|                         | TRPL2-MS1 | TRPL2-MS2 | TRPL2-MS3 | TRPL2-MS4 | TRPL2-MS5 |
|                         | TRPL3-MS1 | TRPL3-MS2 | TRPL3-MS3 | TRPL3-MS4 | TRPL3-MS5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MS        |           |           |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL      | TRPL1     | TRPL2     | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose    | Temoin    |           |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après     | Avant     |           |           |           |

Dependent Variable : RICHESSE

Fixed Factor(s) : PERIODE\$, EXPOSITION\$, PERIODE\$\*EXPOSITION\$

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 9

Columns in Z : 20

No. of Observations : 40

#### Fit Statistics

Final L-L : -56,555

-2L-L : 113,109

AIC : 125,109

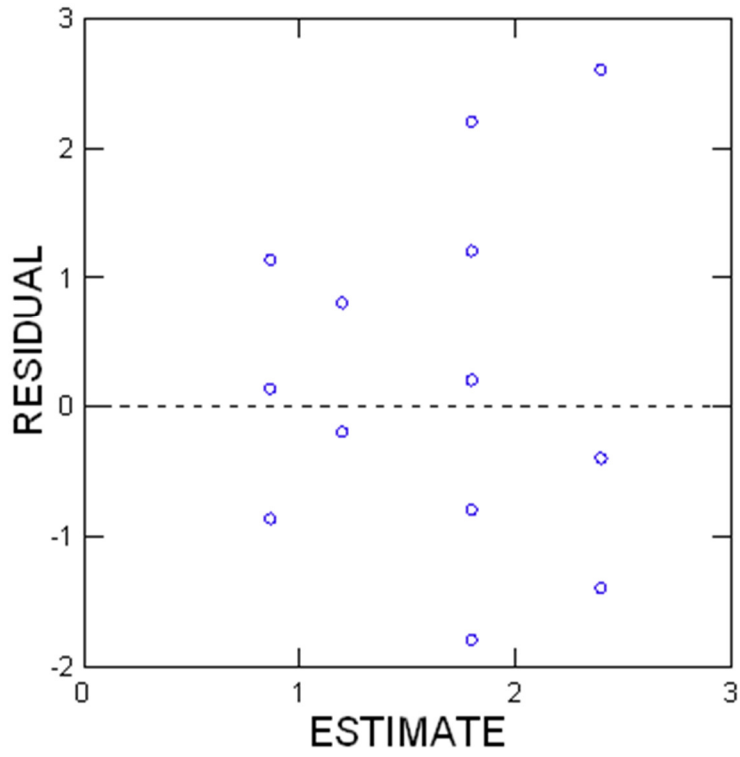
AIC(Corrected) : 127,655

BIC : 135,242

| Estimates of Covariance Components        |                       |          |
|---|-----------------------|----------|
| Random Effect                             | Description           | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance<br>Parameter | 0,360    |
| Error variance                            | Variance<br>Parameter | 0,693    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| PERIODE\$                        | 1            | 18             | 12,308  | 0,003   |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 1,156   | 0,297   |
| PERIODE\$*EXPOSITION\$           | 1            | 18             | 0,192   | 0,666   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values



### 1.1.4 SHANNON

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels    |           |           |           |           |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MS1  | ERPL-MS2  | ERPL-MS3  | ERPL-MS4  | ERPL-MS5  |
|                         | TRPL1-MS1 | TRPL1-MS2 | TRPL1-MS3 | TRPL1-MS4 | TRPL1-MS5 |
|                         | TRPL2-MS1 | TRPL2-MS2 | TRPL2-MS3 | TRPL2-MS4 | TRPL2-MS5 |
|                         | TRPL3-MS1 | TRPL3-MS2 | TRPL3-MS3 | TRPL3-MS4 | TRPL3-MS5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MS        |           |           |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL      | TRPL1     | TRPL2     | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose    | Temoin    |           |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après     | Avant     |           |           |           |

Dependent Variable : SHANNON

Fixed Factor(s) : PERIODE\$, EXPOSITION\$, PERIODE\$\*EXPOSITION\$

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 9

Columns in Z : 19

No. of Observations : 32

#### Fit Statistics

Final L-L : -24,882

-2L-L : 49,764

AIC : 61,764

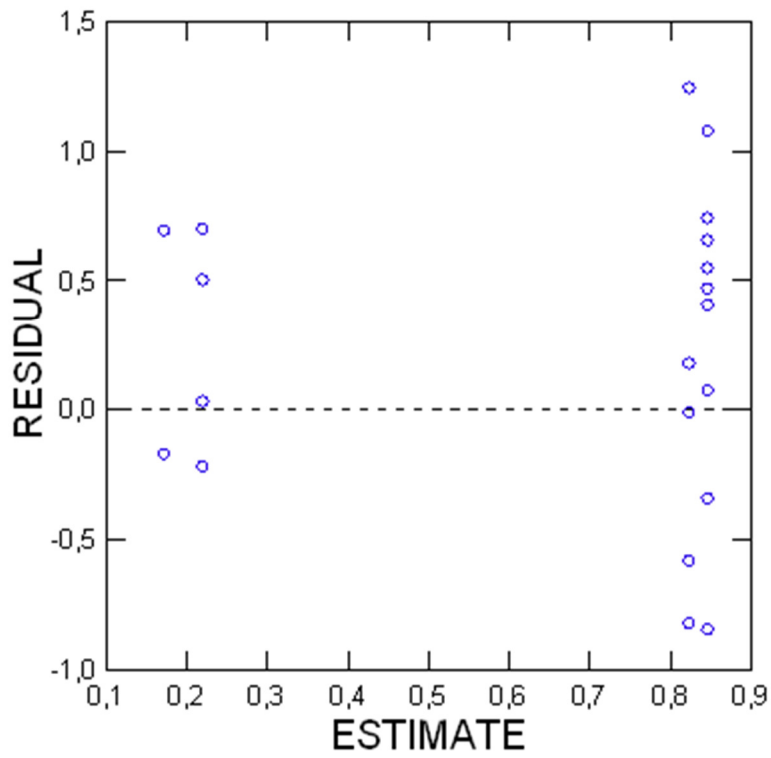
AIC(Corrected) : 65,124

BIC : 70,559

| Estimates of Covariance Components        |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 0,161    |
| Error variance                            | Variance Parameter | 0,153    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| PERIODE\$                        | 1            | 11             | 17,399  | 0,002   |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 17             | 0,019   | 0,892   |
| PERIODE\$*EXPOSITION\$           | 1            | 11             | 0,007   | 0,936   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values



### 1.1.5 EVENNESS

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels    |           |           |           |           |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MS1  | ERPL-MS2  | ERPL-MS3  | ERPL-MS4  | ERPL-MS5  |
|                         | TRPL1-MS1 | TRPL1-MS2 | TRPL1-MS3 | TRPL1-MS4 | TRPL1-MS5 |
|                         | TRPL2-MS1 | TRPL2-MS2 | TRPL2-MS3 | TRPL2-MS4 | TRPL2-MS5 |
|                         | TRPL3-MS1 | TRPL3-MS2 | TRPL3-MS3 | TRPL3-MS4 | TRPL3-MS5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MS        |           |           |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL      | TRPL1     | TRPL2     | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose    | Temoin    |           |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après     | Avant     |           |           |           |

Dependent Variable : EQUITABILITE  
 Fixed Factor(s) : PERIODE\$, EXPOSITION\$, PERIODE\$\*EXPOSITION\$  
 Fixed Covariate(s) : Intercept  
 Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))  
 Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2  
 Columns in X : 9  
 Columns in Z : 12  
 No. of Observations : 16

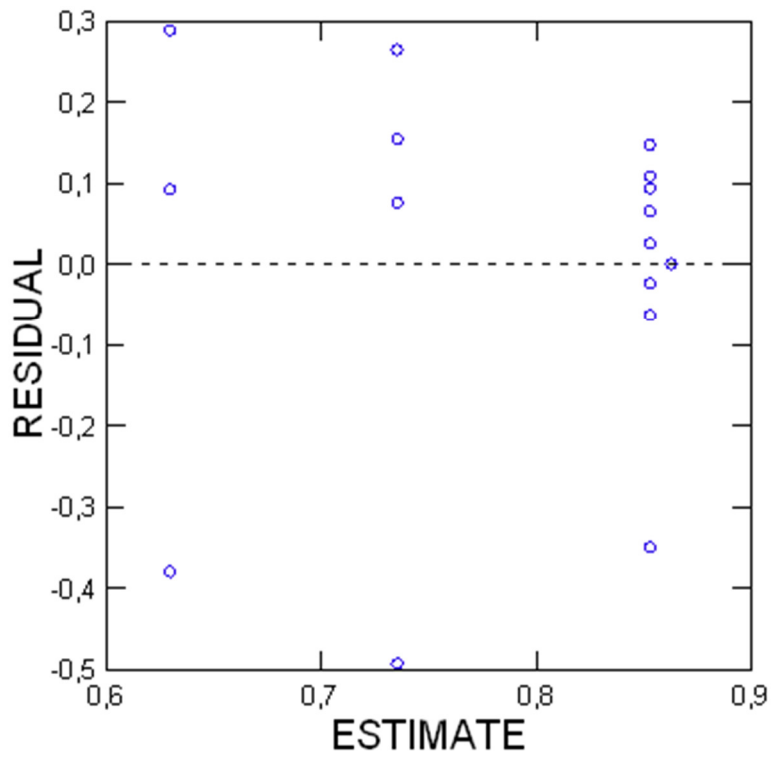
#### Fit Statistics

Final L-L : 1,752  
 -2L-L : -3,504  
 AIC : 8,496  
 AIC(Corrected) : 17,829  
 BIC : 13,131

| Estimates of Covariance Components        |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 0,000    |
| Error variance                            | Variance Parameter | 0,047    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| PERIODE\$                        | 1            | 2              | 0,114   | 0,767   |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 10             | 0,166   | 0,692   |
| PERIODE\$*EXPOSITION\$           | 1            | 2              | 1,530   | 0,342   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values



### 1.1.6 EPT

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels    |           |           |           |           |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MS1  | ERPL-MS2  | ERPL-MS3  | ERPL-MS4  | ERPL-MS5  |
|                         | TRPL1-MS1 | TRPL1-MS2 | TRPL1-MS3 | TRPL1-MS4 | TRPL1-MS5 |
|                         | TRPL2-MS1 | TRPL2-MS2 | TRPL2-MS3 | TRPL2-MS4 | TRPL2-MS5 |
|                         | TRPL3-MS1 | TRPL3-MS2 | TRPL3-MS3 | TRPL3-MS4 | TRPL3-MS5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MS        |           |           |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL      | TRPL1     | TRPL2     | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose    | Temoin    |           |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après     | Avant     |           |           |           |

Dependent Variable : EPT

Fixed Factor(s) : PERIODE\$, EXPOSITION\$, PERIODE\$\*EXPOSITION\$

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 9

Columns in Z : 20

No. of Observations : 40

#### Fit Statistics

Final L-L : -166,801

-2L-L : 333,602

AIC : 345,602

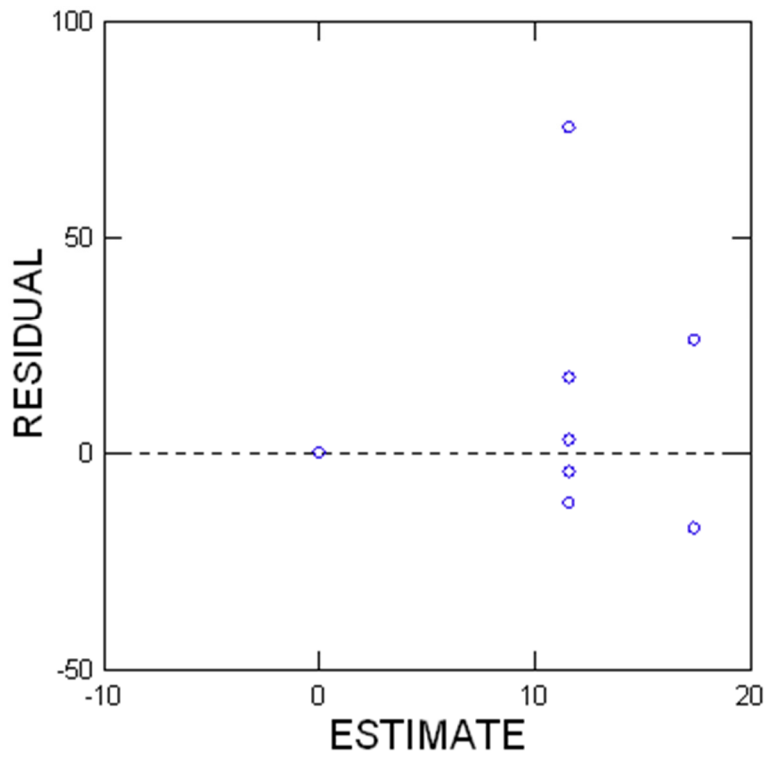
AIC(Corrected) : 348,147

BIC : 355,735

| Estimates of Covariance Components        |                       |          |
|---|-----------------------|----------|
| Random Effect                             | Description           | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance<br>Parameter | 0,025    |
| Error variance                            | Variance<br>Parameter | 245,196  |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| PERIODE\$                        | 1            | 18             | 6,425   | 0,021   |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 0,257   | 0,618   |
| PERIODE\$*EXPOSITION\$           | 1            | 18             | 0,257   | 0,618   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values



Data, conditional residuals, and marginal residuals have been saved.



### 1.1.7 EPT\_LOGX1

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels    |           |           |           |           |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MS1  | ERPL-MS2  | ERPL-MS3  | ERPL-MS4  | ERPL-MS5  |
|                         | TRPL1-MS1 | TRPL1-MS2 | TRPL1-MS3 | TRPL1-MS4 | TRPL1-MS5 |
|                         | TRPL2-MS1 | TRPL2-MS2 | TRPL2-MS3 | TRPL2-MS4 | TRPL2-MS5 |
|                         | TRPL3-MS1 | TRPL3-MS2 | TRPL3-MS3 | TRPL3-MS4 | TRPL3-MS5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MS        |           |           |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL      | TRPL1     | TRPL2     | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose    | Temoin    |           |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après     | Avant     |           |           |           |

Dependent Variable : EPT\_LOGX1

Fixed Factor(s) : PERIODE\$, EXPOSITION\$, PERIODE\$\*EXPOSITION\$

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 9

Columns in Z : 20

No. of Observations : 40

#### Fit Statistics

Final L-L : -63,014

-2L-L : 126,028

AIC : 138,028

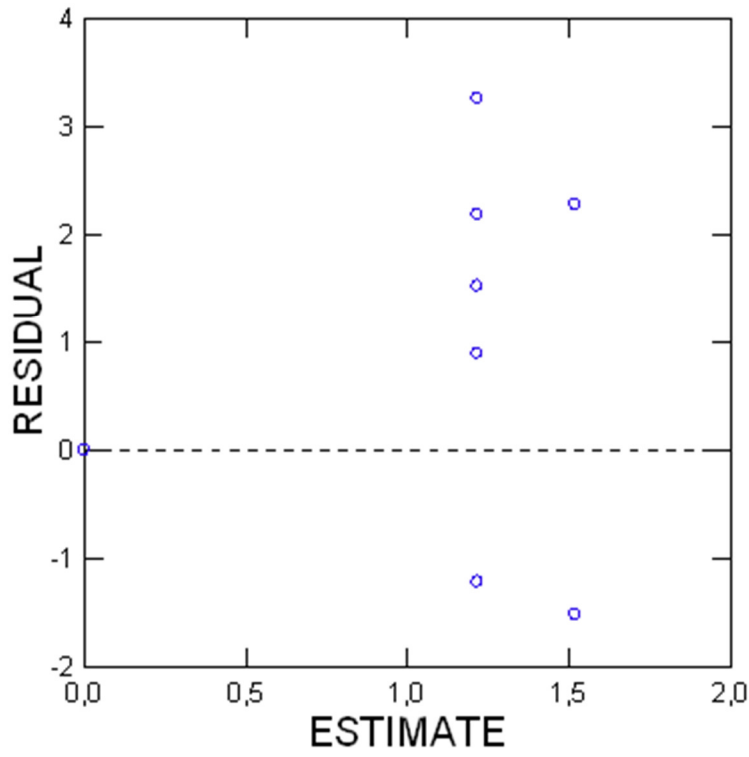
AIC(Corrected) : 140,573

BIC : 148,161

| Estimates of Covariance Components        |                       |          |
|---|-----------------------|----------|
| Random Effect                             | Description           | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance<br>Parameter | 0,000    |
| Error variance                            | Variance<br>Parameter | 1,367    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| PERIODE\$                        | 1            | 18             | 10,250  | 0,005   |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 0,125   | 0,728   |
| PERIODE\$*EXPOSITION\$           | 1            | 18             | 0,125   | 0,728   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values



### 1.1.8 CHIRONOMIDE

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels    |           |           |           |           |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MS1  | ERPL-MS2  | ERPL-MS3  | ERPL-MS4  | ERPL-MS5  |
|                         | TRPL1-MS1 | TRPL1-MS2 | TRPL1-MS3 | TRPL1-MS4 | TRPL1-MS5 |
|                         | TRPL2-MS1 | TRPL2-MS2 | TRPL2-MS3 | TRPL2-MS4 | TRPL2-MS5 |
|                         | TRPL3-MS1 | TRPL3-MS2 | TRPL3-MS3 | TRPL3-MS4 | TRPL3-MS5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MS        |           |           |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL      | TRPL1     | TRPL2     | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose    | Temoin    |           |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après     | Avant     |           |           |           |

Dependent Variable : CHIRONOMIDAE

Fixed Factor(s) : PERIODE\$, EXPOSITION\$, PERIODE\$\*EXPOSITION\$

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 9

Columns in Z : 20

No. of Observations : 40

#### Fit Statistics

Final L-L : -212,404

-2L-L : 424,809

AIC : 436,809

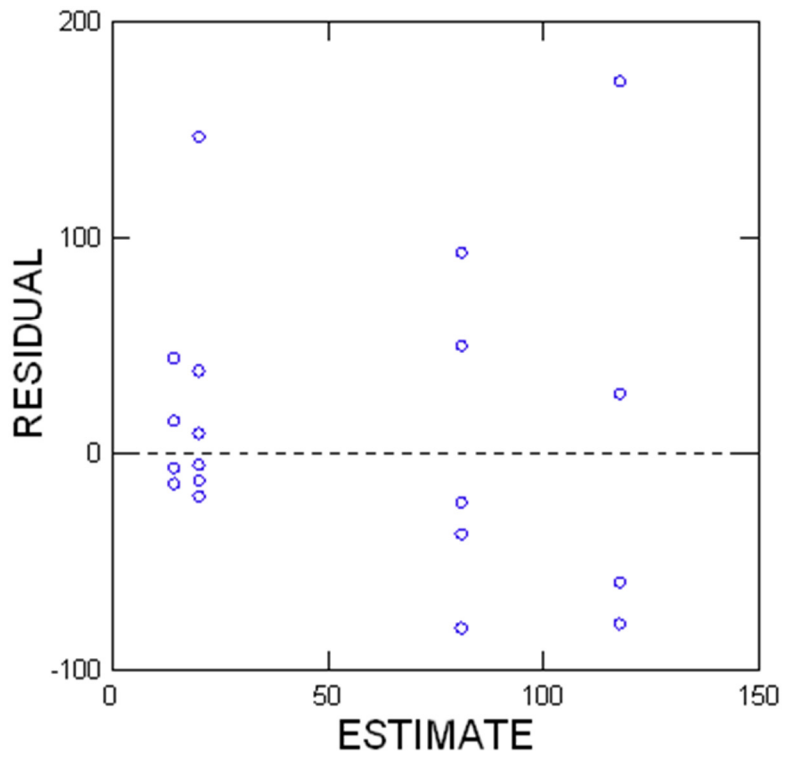
AIC(Corrected) : 439,354

BIC : 446,942

| Estimates of Covariance Components        |                       |           |
|---|-----------------------|-----------|
| Random Effect                             | Description           | Estimate  |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance<br>Parameter | 10,682    |
| Error variance                            | Variance<br>Parameter | 2 387,215 |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| PERIODE\$                        | 1            | 18             | 1,419   | 0,249   |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 21,002  | 0,000   |
| PERIODE\$*EXPOSITION\$           | 1            | 18             | 0,751   | 0,398   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values



### 1.1.9 CHIRONOMIDE\_LOGX1

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels    |           |           |           |           |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MS1  | ERPL-MS2  | ERPL-MS3  | ERPL-MS4  | ERPL-MS5  |
|                         | TRPL1-MS1 | TRPL1-MS2 | TRPL1-MS3 | TRPL1-MS4 | TRPL1-MS5 |
|                         | TRPL2-MS1 | TRPL2-MS2 | TRPL2-MS3 | TRPL2-MS4 | TRPL2-MS5 |
|                         | TRPL3-MS1 | TRPL3-MS2 | TRPL3-MS3 | TRPL3-MS4 | TRPL3-MS5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MS        |           |           |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL      | TRPL1     | TRPL2     | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose    | Temoin    |           |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après     | Avant     |           |           |           |

Dependent Variable : CHIRONOMIDES\_LOGX1

Fixed Factor(s) : PERIODE\$, EXPOSITION\$, PERIODE\$\*EXPOSITION\$

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 9

Columns in Z : 20

No. of Observations : 40

#### Fit Statistics

Final L-L : -76,207

-2L-L : 152,415

AIC : 164,415

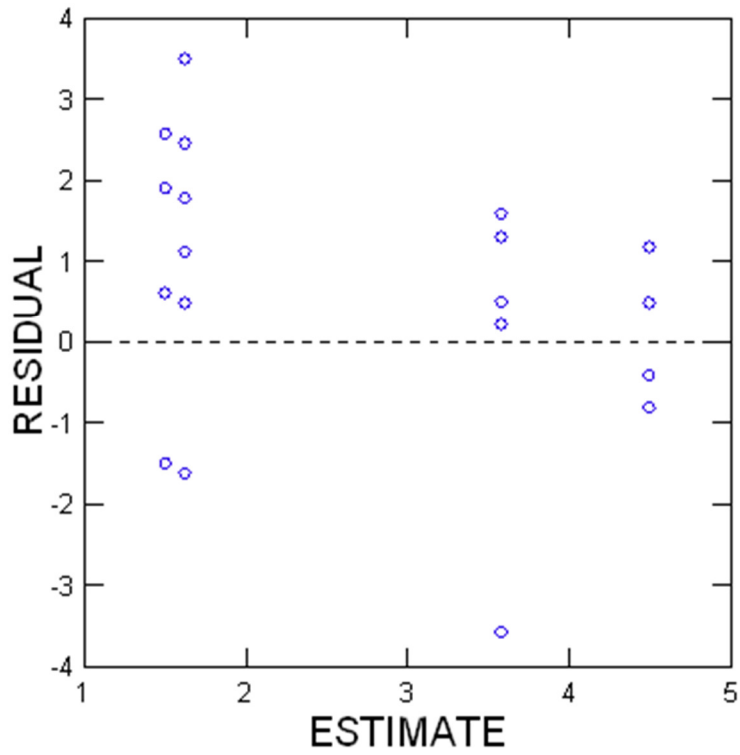
AIC(Corrected) : 166,960

BIC : 174,548

| Estimates of Covariance Components        |                       |          |
|---|-----------------------|----------|
| Random Effect                             | Description           | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance<br>Parameter | 0,115    |
| Error variance                            | Variance<br>Parameter | 2,532    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| PERIODE\$                        | 1            | 18             | 0,797   | 0,384   |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 16,624  | 0,001   |
| PERIODE\$*EXPOSITION\$           | 1            | 18             | 0,465   | 0,504   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values



### 1.1.10 EPTC

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels    |           |           |           |           |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MS1  | ERPL-MS2  | ERPL-MS3  | ERPL-MS4  | ERPL-MS5  |
|                         | TRPL1-MS1 | TRPL1-MS2 | TRPL1-MS3 | TRPL1-MS4 | TRPL1-MS5 |
|                         | TRPL2-MS1 | TRPL2-MS2 | TRPL2-MS3 | TRPL2-MS4 | TRPL2-MS5 |
|                         | TRPL3-MS1 | TRPL3-MS2 | TRPL3-MS3 | TRPL3-MS4 | TRPL3-MS5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MS        |           |           |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL      | TRPL1     | TRPL2     | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose    | Temoin    |           |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après     | Avant     |           |           |           |

Dependent Variable : EPTC

Fixed Factor(s) : PERIODE\$, EXPOSITION\$, PERIODE\$\*EXPOSITION\$

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 9

Columns in Z : 17

No. of Observations : 24

#### Fit Statistics

Final L-L : 0,956

-2L-L : -1,911

AIC : 10,089

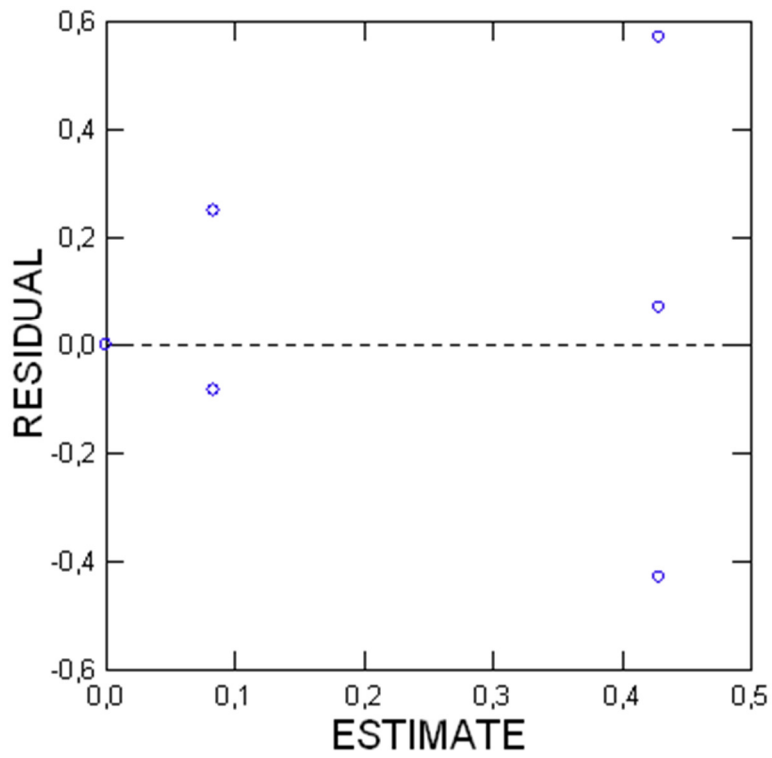
AIC(Corrected) : 15,030

BIC : 17,157

| Estimates of Covariance Components        |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 0,000    |
| Error variance                            | Variance Parameter | 0,054    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| PERIODE\$                        | 1            | 5              | 6,752   | 0,048   |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 15             | 3,071   | 0,100   |
| PERIODE\$*EXPOSITION\$           | 1            | 5              | 3,071   | 0,140   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values





### 1.1.11 DOMINANT

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels    |           |           |           |           |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MS1  | ERPL-MS2  | ERPL-MS3  | ERPL-MS4  | ERPL-MS5  |
|                         | TRPL1-MS1 | TRPL1-MS2 | TRPL1-MS3 | TRPL1-MS4 | TRPL1-MS5 |
|                         | TRPL2-MS1 | TRPL2-MS2 | TRPL2-MS3 | TRPL2-MS4 | TRPL2-MS5 |
|                         | TRPL3-MS1 | TRPL3-MS2 | TRPL3-MS3 | TRPL3-MS4 | TRPL3-MS5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MS        |           |           |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL      | TRPL1     | TRPL2     | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose    | Temoin    |           |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après     | Avant     |           |           |           |

Dependent Variable : DOMINANT

Fixed Factor(s) : PERIODE\$, EXPOSITION\$, PERIODE\$\*EXPOSITION\$

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 9

Columns in Z : 19

No. of Observations : 32

#### Fit Statistics

Final L-L : -140,140

-2L-L : 280,279

AIC : 292,279

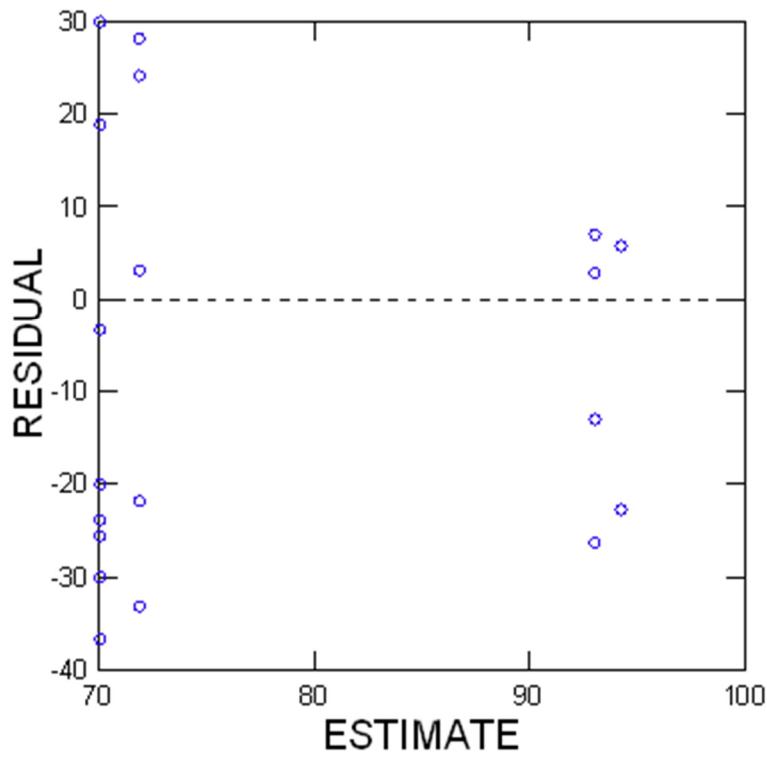
AIC(Corrected) : 295,639

BIC : 301,073

| Estimates of Covariance Components        |                       |          |
|---|-----------------------|----------|
| Random Effect                             | Description           | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance<br>Parameter | 152,843  |
| Error variance                            | Variance<br>Parameter | 244,882  |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| PERIODE\$                        | 1            | 11             | 13,861  | 0,003   |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 17             | 0,029   | 0,866   |
| PERIODE\$*EXPOSITION\$           | 1            | 11             | 0,003   | 0,961   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values



**1.1.12 TEST HOMOGENÉITÉ DES VARIANCES**

| Variable     |                 | F-Ratio | df    | p-Value |
|--------------|-----------------|---------|-------|---------|
| ABONDANCE    | Based on Mean   | 0,779   | 1, 38 | 0,383   |
|              | Based on Median | 4,739   | 1, 38 | 0,036   |
| RICHESSSE    | Based on Mean   | 0,344   | 1, 38 | 0,561   |
|              | Based on Median | 0,046   | 1, 38 | 0,831   |
| SHANNON      | Based on Mean   | 0,113   | 1, 30 | 0,739   |
|              | Based on Median | 0,075   | 1, 30 | 0,786   |
| EQUITABILITE | Based on Mean   | 0,244   | 1, 14 | 0,629   |
|              | Based on Median | 0,023   | 1, 14 | 0,882   |

| Variable        |                 | F-Ratio | df    | p-Value |
|-----------------|-----------------|---------|-------|---------|
| ABONDANCE_LOGX1 | Based on Mean   | 1,836   | 1, 38 | 0,183   |
|                 | Based on Median | 9,285   | 1, 38 | 0,004   |

| Variable     |                 | F-Ratio | df    | p-Value |
|--------------|-----------------|---------|-------|---------|
| CHIRONOMIDAE | Based on Mean   | 3,115   | 1, 38 | 0,086   |
|              | Based on Median | 6,644   | 1, 38 | 0,014   |
| EPT          | Based on Mean   | 0,901   | 1, 38 | 0,348   |
|              | Based on Median | 0,207   | 1, 38 | 0,652   |
| EPTC         | Based on Mean   | 3,508   | 1, 22 | 0,074   |
|              | Based on Median | 1,644   | 1, 22 | 0,213   |
| EPT_LOGX1    | Based on Mean   | 0,635   | 1, 38 | 0,431   |
|              | Based on Median | 0,091   | 1, 38 | 0,765   |
| DOMINANT     | Based on Mean   | 0,170   | 1, 30 | 0,683   |
|              | Based on Median | 0,071   | 1, 30 | 0,792   |

| Variable           |                 | F-Ratio | df    | p-Value |
|--------------------|-----------------|---------|-------|---------|
| CHIRONOMIDES_LOGX1 | Based on Mean   | 0,806   | 1, 38 | 0,375   |
|                    | Based on Median | 3,559   | 1, 38 | 0,067   |

**1.1.13 TEST NORMALITÉ DES RÉSIDUS****1.1.13.1 DOMINANT**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 32         | 0,110              | 0,397                           |

**1.1.13.2 EPTC**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 24         | 0,292              | 0,000                           |

**1.1.13.3 EPT\_LOG**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 40         | 0,300              | 0,000                           |

**1.1.13.4****1.1.13.5 EPT**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 40         | 0,350              | 0,000                           |

**1.1.13.6 CHIRO\_LOG**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 40         | 0,208              | 0,000                           |

**1.1.13.7 CHIRO**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 40         | 0,246              | 0,000                           |

**1.1.13.8 EVENESS**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 16         | 0,207              | 0,065                           |

**1.1.13.9 SHANNON**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 32         | 0,102              | 0,527                           |

**1.1.13.10 RICHESSE**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 40         | 0,078              | 0,806                           |

**1.1.13.11 ABONDANCE\_LOG**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 40         | 0,133              | 0,071                           |

**1.1.13.12****1.1.13.13 ABONDANCE**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 40         | 0,188              | 0,001                           |

## 1.2 ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE

### 1.2.1 ABONDANCES

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels    |           |           |           |           |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MI1  | ERPL-MI2  | ERPL-MI3  | ERPL-MI4  | ERPL-MI5  |
|                         | TRPL1-MI1 | TRPL1-MI2 | TRPL1-MI3 | TRPL1-MI4 | TRPL1-MI5 |
|                         | TRPL2-MI1 | TRPL2-MI2 | TRPL2-MI3 | TRPL2-MI4 | TRPL2-MI5 |
|                         | TRPL3-MI1 | TRPL3-MI2 | TRPL3-MI3 | TRPL3-MI4 | TRPL3-MI5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MI        |           |           |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL      | TRPL1     | TRPL2     | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose    | Temoin    |           |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après     | Avant     |           |           |           |

Dependent Variable : ABONDANCE  
 Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$, EXPOSITION\$\*PERIODE\$  
 Fixed Covariate(s) : Intercept  
 Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))  
 Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2  
 Columns in X : 9  
 Columns in Z : 20  
 No. of Observations : 40

#### Fit Statistics

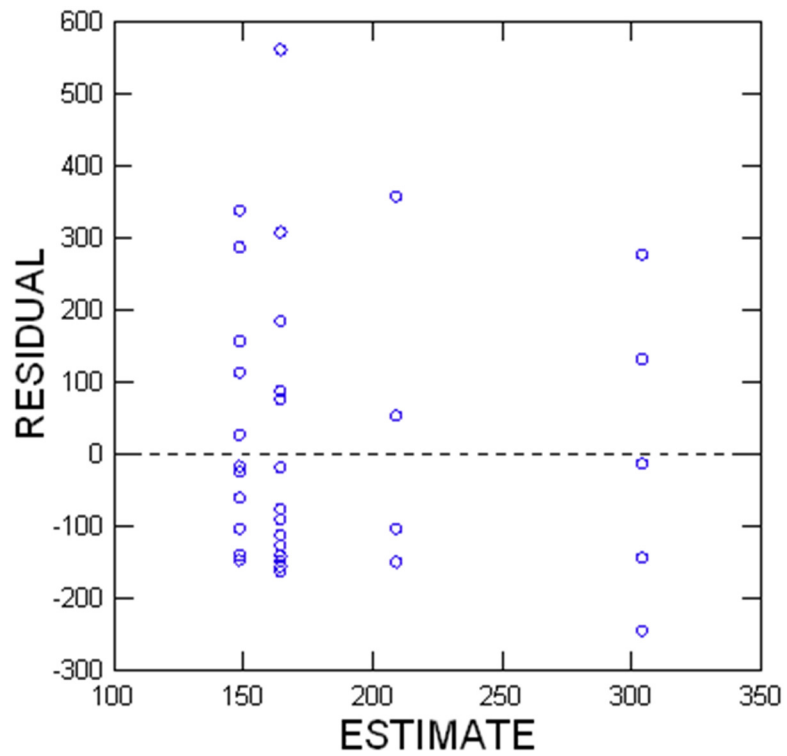
Final L-L : -263,530  
 -2L-L : 527,059  
 AIC : 539,059  
 AIC(Corrected) : 541,605  
 BIC : 549,193

| Estimates of Covariance Components        |                       |            |
|---|-----------------------|------------|
| Random Effect                             | Description           | Estimate   |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance<br>Parameter | 12 730,110 |
| Error variance                            | Variance<br>Parameter | 20 692,071 |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 1,629   | 0,218   |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| PERIODE\$                        | 1            | 18             | 0,570   | 0,460   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$           | 1            | 18             | 1,114   | 0,305   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values



Data, conditional residuals, and marginal residuals have been saved.

### 1.2.2 ABONDANCE LOGX1

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels    |           |           |           |           |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MI1  | ERPL-MI2  | ERPL-MI3  | ERPL-MI4  | ERPL-MI5  |
|                         | TRPL1-MI1 | TRPL1-MI2 | TRPL1-MI3 | TRPL1-MI4 | TRPL1-MI5 |
|                         | TRPL2-MI1 | TRPL2-MI2 | TRPL2-MI3 | TRPL2-MI4 | TRPL2-MI5 |
|                         | TRPL3-MI1 | TRPL3-MI2 | TRPL3-MI3 | TRPL3-MI4 | TRPL3-MI5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MI        |           |           |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL      | TRPL1     | TRPL2     | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose    | Temoin    |           |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après     | Avant     |           |           |           |

Dependent Variable : ABONDANCE\_LOGX1

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$, EXPOSITION\$\*PERIODE\$

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 9

Columns in Z : 20

No. of Observations : 40

#### Fit Statistics

Final L-L : -73,451

-2L-L : 146,903

AIC : 158,903

AIC(Corrected) : 161,448

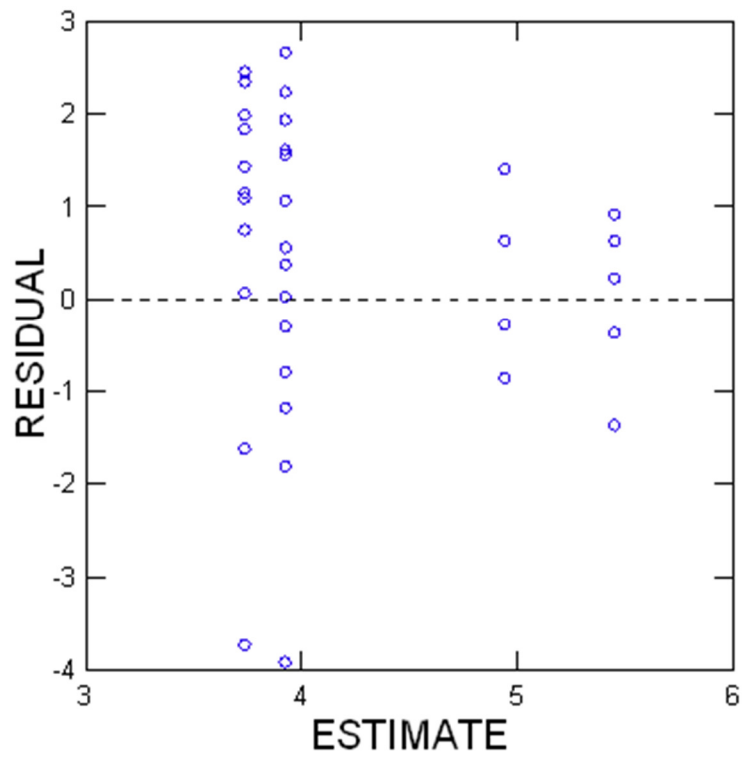
BIC : 169,036

| Estimates of Covariance Components        |                       |          |
|---|-----------------------|----------|
| Random Effect                             | Description           | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance<br>Parameter | 2,598    |
| Error variance                            | Variance<br>Parameter | 0,875    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 2,306   | 0,146   |
| PERIODE\$                        | 1            | 18             | 0,222   | 0,643   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$           | 1            | 18             | 1,047   | 0,320   |



## Plot of Residuals vs. Predicted Values



Data, conditional residuals, and marginal residuals have been saved.

### 1.2.3 RICHESSE

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels    |           |           |           |           |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MI1  | ERPL-MI2  | ERPL-MI3  | ERPL-MI4  | ERPL-MI5  |
|                         | TRPL1-MI1 | TRPL1-MI2 | TRPL1-MI3 | TRPL1-MI4 | TRPL1-MI5 |
|                         | TRPL2-MI1 | TRPL2-MI2 | TRPL2-MI3 | TRPL2-MI4 | TRPL2-MI5 |
|                         | TRPL3-MI1 | TRPL3-MI2 | TRPL3-MI3 | TRPL3-MI4 | TRPL3-MI5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MI        |           |           |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL      | TRPL1     | TRPL2     | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose    | Temoin    |           |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après     | Avant     |           |           |           |

Dependent Variable : RICHESSE

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$, EXPOSITION\$\*PERIODE\$

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 9

Columns in Z : 20

No. of Observations : 40

#### Fit Statistics

Final L-L : -64,601

-2L-L : 129,201

AIC : 141,201

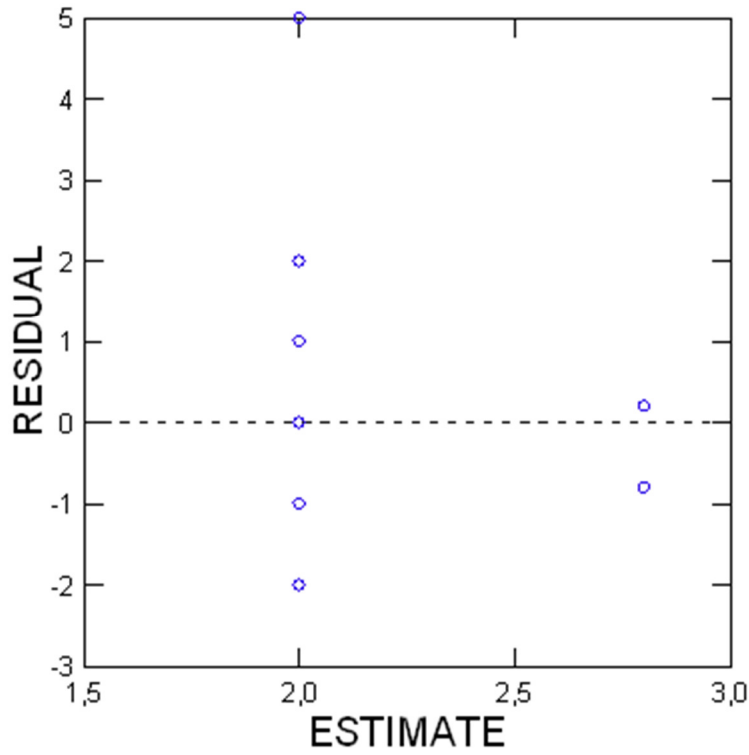
AIC(Corrected) : 143,747

BIC : 151,335

| Estimates of Covariance Components        |                       |          |
|---|-----------------------|----------|
| Random Effect                             | Description           | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance<br>Parameter | 1,300    |
| Error variance                            | Variance<br>Parameter | 0,670    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 0,367   | 0,552   |
| PERIODE\$                        | 1            | 18             | 1,791   | 0,197   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$           | 1            | 18             | 1,791   | 0,197   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values



Data, conditional residuals, and marginal residuals have been saved.

### 1.2.4 SHANNON

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels    |           |           |           |           |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MI1  | ERPL-MI2  | ERPL-MI3  | ERPL-MI4  | ERPL-MI5  |
|                         | TRPL1-MI1 | TRPL1-MI2 | TRPL1-MI3 | TRPL1-MI4 | TRPL1-MI5 |
|                         | TRPL2-MI1 | TRPL2-MI2 | TRPL2-MI3 | TRPL2-MI4 | TRPL2-MI5 |
|                         | TRPL3-MI1 | TRPL3-MI2 | TRPL3-MI3 | TRPL3-MI4 | TRPL3-MI5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MI        |           |           |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL      | TRPL1     | TRPL2     | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose    | Temoin    |           |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après     | Avant     |           |           |           |

Dependent Variable : SHANNON

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$, EXPOSITION\$\*PERIODE\$

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 9

Columns in Z : 19

No. of Observations : 35

#### Fit Statistics

Final L-L : -27,006

-2L-L : 54,011

AIC : 66,011

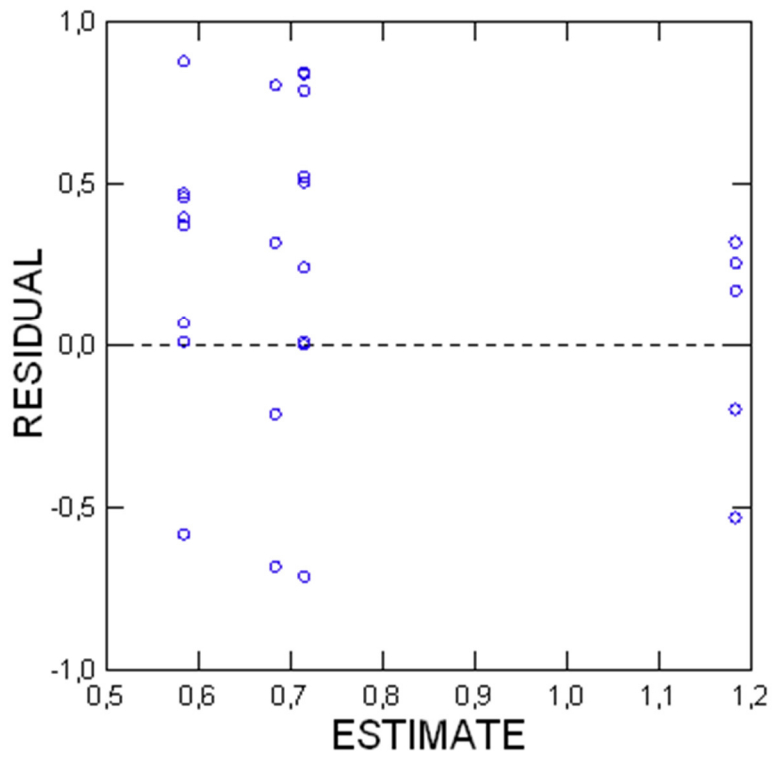
AIC(Corrected) : 69,011

BIC : 75,343

| Estimates of Covariance Components        |                       |          |
|---|-----------------------|----------|
| Random Effect                             | Description           | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance<br>Parameter | 0,069    |
| Error variance                            | Variance<br>Parameter | 0,213    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 17             | 1,650   | 0,216   |
| PERIODE\$                        | 1            | 14             | 3,303   | 0,091   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$           | 1            | 14             | 1,131   | 0,306   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values



### 1.2.5 EVENNESS

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels    |           |           |           |           |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MI1  | ERPL-MI2  | ERPL-MI3  | ERPL-MI4  | ERPL-MI5  |
|                         | TRPL1-MI1 | TRPL1-MI2 | TRPL1-MI3 | TRPL1-MI4 | TRPL1-MI5 |
|                         | TRPL2-MI1 | TRPL2-MI2 | TRPL2-MI3 | TRPL2-MI4 | TRPL2-MI5 |
|                         | TRPL3-MI1 | TRPL3-MI2 | TRPL3-MI3 | TRPL3-MI4 | TRPL3-MI5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MI        |           |           |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL      | TRPL1     | TRPL2     | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose    | Temoin    |           |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après     | Avant     |           |           |           |

Dependent Variable : EQUITABILITE  
 Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$, EXPOSITION\$\*PERIODE\$  
 Fixed Covariate(s) : Intercept  
 Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))  
 Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2  
 Columns in X : 9  
 Columns in Z : 14  
 No. of Observations : 25

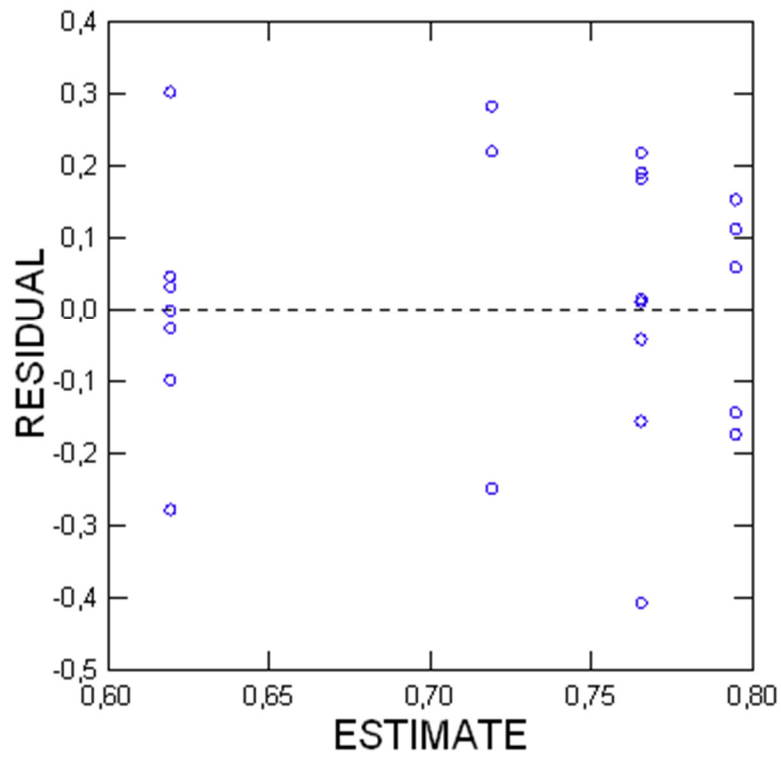
#### Fit Statistics

Final L-L : 7,032  
 -2L-L : -14,064  
 AIC : -2,064  
 AIC(Corrected) : 2,603  
 BIC : 5,249

| Estimates of Covariance Components        |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 0,001    |
| Error variance                            | Variance Parameter | 0,033    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 12             | 0,703   | 0,418   |
| PERIODE\$                        | 1            | 9              | 2,136   | 0,178   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$           | 1            | 9              | 0,215   | 0,654   |

## Plot of Residuals vs. Predicted Values



Data, conditional residuals, and marginal residuals have been saved.

### 1.2.6 EPT

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels    |           |           |           |           |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MI1  | ERPL-MI2  | ERPL-MI3  | ERPL-MI4  | ERPL-MI5  |
|                         | TRPL1-MI1 | TRPL1-MI2 | TRPL1-MI3 | TRPL1-MI4 | TRPL1-MI5 |
|                         | TRPL2-MI1 | TRPL2-MI2 | TRPL2-MI3 | TRPL2-MI4 | TRPL2-MI5 |
|                         | TRPL3-MI1 | TRPL3-MI2 | TRPL3-MI3 | TRPL3-MI4 | TRPL3-MI5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MI        |           |           |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL      | TRPL1     | TRPL2     | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose    | Temoin    |           |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après     | Avant     |           |           |           |

Dependent Variable : EPT

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$, EXPOSITION\$\*PERIODE\$

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 9

Columns in Z : 20

No. of Observations : 40

#### Fit Statistics

Final L-L : -139,845

-2L-L : 279,690

AIC : 291,690

AIC(Corrected) : 294,236

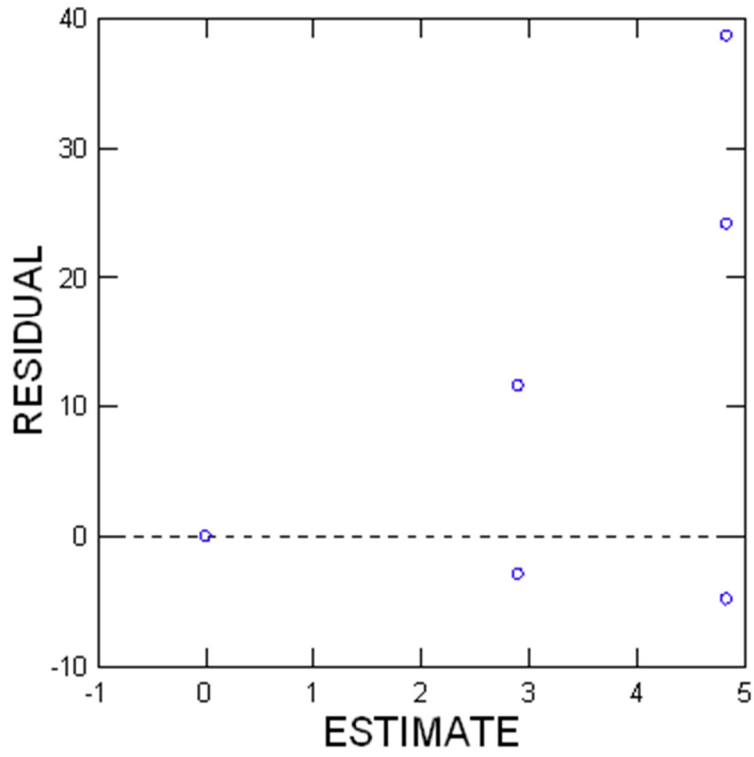
BIC : 301,823

| Estimates of Covariance Components        |                       |          |
|---|-----------------------|----------|
| Random Effect                             | Description           | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance<br>Parameter | 0,007    |
| Error variance                            | Variance<br>Parameter | 63,706   |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 0,110   | 0,744   |
| PERIODE\$                        | 1            | 18             | 0,110   | 0,744   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$           | 1            | 18             | 1,758   | 0,201   |



### Plot of Residuals vs. Predicted Values



### 1.2.7 EPT\_LOGX1

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels    |           |           |           |           |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MI1  | ERPL-MI2  | ERPL-MI3  | ERPL-MI4  | ERPL-MI5  |
|                         | TRPL1-MI1 | TRPL1-MI2 | TRPL1-MI3 | TRPL1-MI4 | TRPL1-MI5 |
|                         | TRPL2-MI1 | TRPL2-MI2 | TRPL2-MI3 | TRPL2-MI4 | TRPL2-MI5 |
|                         | TRPL3-MI1 | TRPL3-MI2 | TRPL3-MI3 | TRPL3-MI4 | TRPL3-MI5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MI        |           |           |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL      | TRPL1     | TRPL2     | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose    | Temoin    |           |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après     | Avant     |           |           |           |

Dependent Variable : EPT\_LOGX1

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$, EXPOSITION\$\*PERIODE\$

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 9

Columns in Z : 20

No. of Observations : 40

#### Fit Statistics

Final L-L : -49,994

-2L-L : 99,988

AIC : 111,988

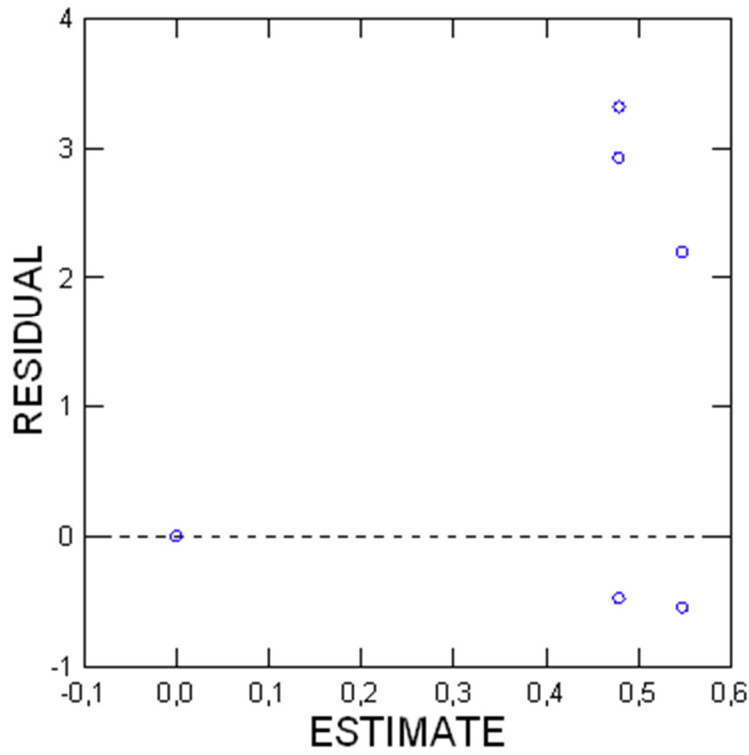
AIC(Corrected) : 114,533

BIC : 122,121

| Estimates of Covariance Components        |                       |          |
|---|-----------------------|----------|
| Random Effect                             | Description           | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance<br>Parameter | 0,000    |
| Error variance                            | Variance<br>Parameter | 0,713    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 0,012   | 0,913   |
| PERIODE\$                        | 1            | 18             | 0,012   | 0,913   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$           | 1            | 18             | 2,778   | 0,113   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values



Data, conditional residuals, and marginal residuals have been saved.

### 1.2.8 CHIRONOMIDE

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels    |           |           |           |           |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MI1  | ERPL-MI2  | ERPL-MI3  | ERPL-MI4  | ERPL-MI5  |
|                         | TRPL1-MI1 | TRPL1-MI2 | TRPL1-MI3 | TRPL1-MI4 | TRPL1-MI5 |
|                         | TRPL2-MI1 | TRPL2-MI2 | TRPL2-MI3 | TRPL2-MI4 | TRPL2-MI5 |
|                         | TRPL3-MI1 | TRPL3-MI2 | TRPL3-MI3 | TRPL3-MI4 | TRPL3-MI5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MI        |           |           |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL      | TRPL1     | TRPL2     | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose    | Temoin    |           |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après     | Avant     |           |           |           |

Dependent Variable : CHIRONOMIDAE  
 Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$, EXPOSITION\$\*PERIODE\$  
 Fixed Covariate(s) : Intercept  
 Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))  
 Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2  
 Columns in X : 9  
 Columns in Z : 20  
 No. of Observations : 40

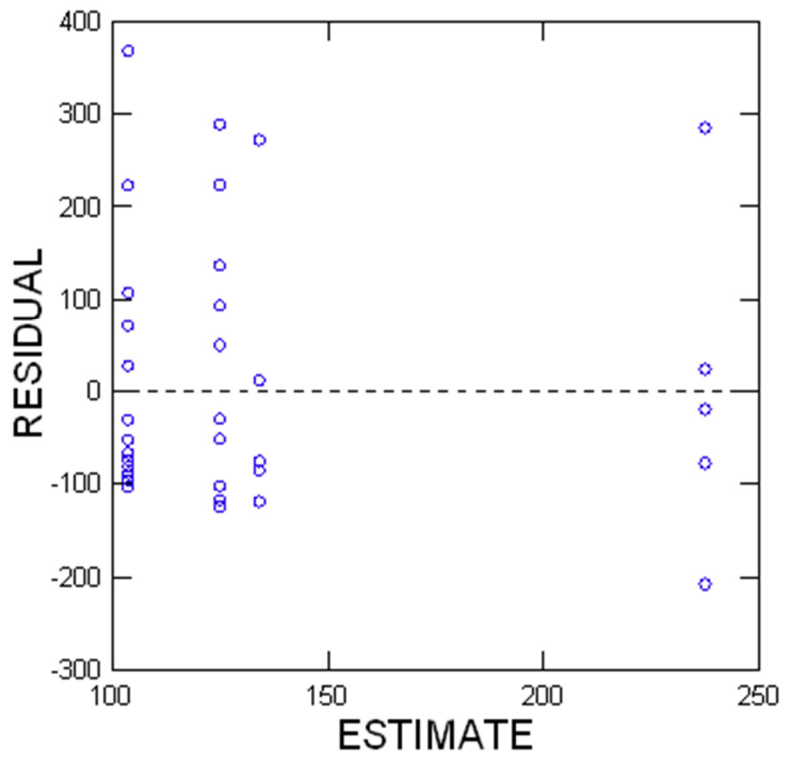
#### Fit Statistics

Final L-L : -252,584  
 -2L-L : 505,168  
 AIC : 517,168  
 AIC(Corrected) : 519,714  
 BIC : 527,301

| Estimates of Covariance Components        |                       |            |
|---|-----------------------|------------|
| Random Effect                             | Description           | Estimate   |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance<br>Parameter | 6 246,587  |
| Error variance                            | Variance<br>Parameter | 12 691,253 |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 1,522   | 0,233   |
| PERIODE\$                        | 1            | 18             | 2,295   | 0,147   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$           | 1            | 18             | 0,996   | 0,331   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values



### 1.2.9 CHIRONOMIDE\_LOGX1

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels    |           |           |           |           |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MI1  | ERPL-MI2  | ERPL-MI3  | ERPL-MI4  | ERPL-MI5  |
|                         | TRPL1-MI1 | TRPL1-MI2 | TRPL1-MI3 | TRPL1-MI4 | TRPL1-MI5 |
|                         | TRPL2-MI1 | TRPL2-MI2 | TRPL2-MI3 | TRPL2-MI4 | TRPL2-MI5 |
|                         | TRPL3-MI1 | TRPL3-MI2 | TRPL3-MI3 | TRPL3-MI4 | TRPL3-MI5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MI        |           |           |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL      | TRPL1     | TRPL2     | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose    | Temoin    |           |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après     | Avant     |           |           |           |

Dependent Variable : CHIRONOMIDES\_LOGX1

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$, EXPOSITION\$\*PERIODE\$

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 9

Columns in Z : 20

No. of Observations : 40

#### Fit Statistics

Final L-L : -76,646

-2L-L : 153,291

AIC : 165,291

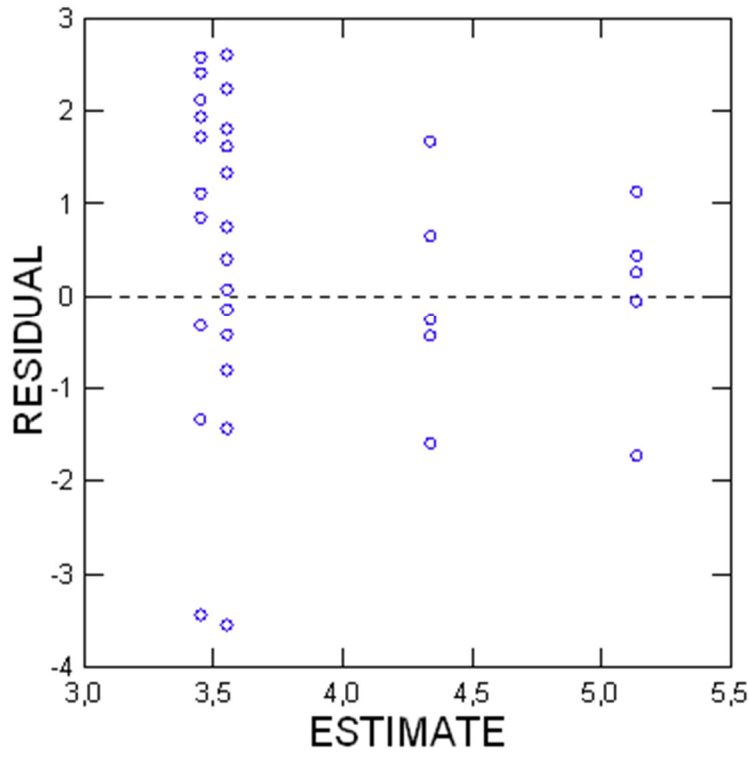
AIC(Corrected) : 167,837

BIC : 175,425

| Estimates of Covariance Components        |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 2,172    |
| Error variance                            | Variance Parameter | 1,296    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 2,031   | 0,171   |
| PERIODE\$                        | 1            | 18             | 0,701   | 0,413   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$           | 1            | 18             | 1,166   | 0,294   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values



**1.2.10 EPTC**

| Variables               | Levels    |           |           |           |           |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MI1  | ERPL-MI2  | ERPL-MI3  | ERPL-MI4  | ERPL-MI5  |
|                         | TRPL1-MI1 | TRPL1-MI2 | TRPL1-MI3 | TRPL1-MI4 | TRPL1-MI5 |
|                         | TRPL2-MI1 | TRPL2-MI2 | TRPL2-MI3 | TRPL2-MI4 | TRPL2-MI5 |
|                         | TRPL3-MI1 | TRPL3-MI2 | TRPL3-MI3 | TRPL3-MI4 | TRPL3-MI5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MI        |           |           |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL      | TRPL1     | TRPL2     | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose    | Temoin    |           |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après     | Avant     |           |           |           |

Dependent Variable : EPTC

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$, EXPOSITION\$\*PERIODE\$

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

**Dimensions**

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 9

Columns in Z : 19

No. of Observations : 34

**Fit Statistics**

Final L-L : 66,144

-2L-L : -132,288

AIC : -120,288

AIC(Corrected) : -117,177

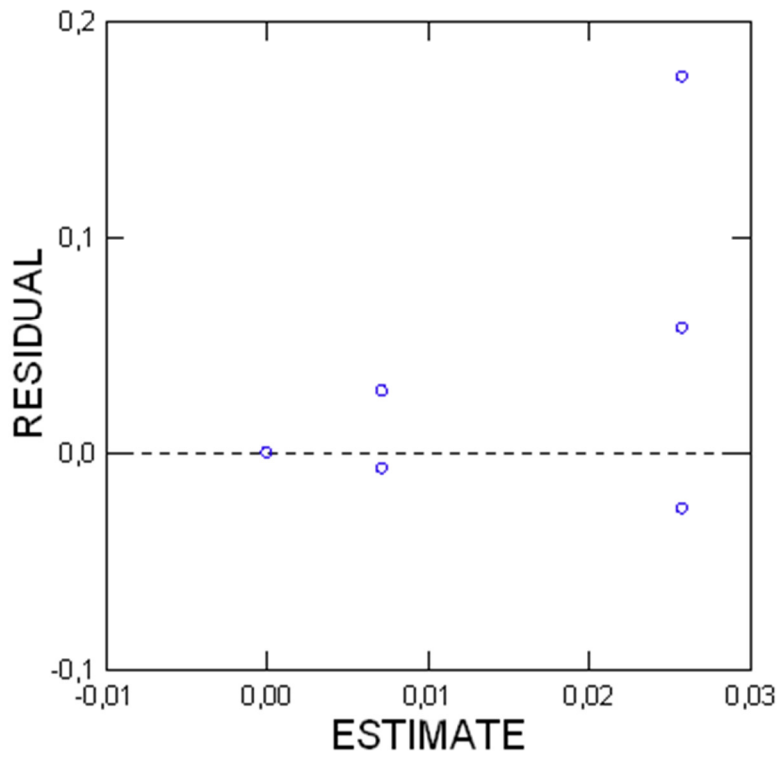
BIC : -111,130

| Estimates of Covariance Components        |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 0,000    |
| Error variance                            | Variance Parameter | 0,001    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 17             | 0,510   | 0,485   |
| PERIODE\$                        | 1            | 13             | 0,510   | 0,488   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$           | 1            | 13             | 1,594   | 0,229   |



### Plot of Residuals vs. Predicted Values



### 1.2.11 DOMINANT

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels    |           |           |           |           |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MI1  | ERPL-MI2  | ERPL-MI3  | ERPL-MI4  | ERPL-MI5  |
|                         | TRPL1-MI1 | TRPL1-MI2 | TRPL1-MI3 | TRPL1-MI4 | TRPL1-MI5 |
|                         | TRPL2-MI1 | TRPL2-MI2 | TRPL2-MI3 | TRPL2-MI4 | TRPL2-MI5 |
|                         | TRPL3-MI1 | TRPL3-MI2 | TRPL3-MI3 | TRPL3-MI4 | TRPL3-MI5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MI        |           |           |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL      | TRPL1     | TRPL2     | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose    | Temoin    |           |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après     | Avant     |           |           |           |

Dependent Variable : DOMINANT

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$, EXPOSITION\$\*PERIODE\$

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 9

Columns in Z : 19

No. of Observations : 35

#### Fit Statistics

Final L-L : -151,057

-2L-L : 302,115

AIC : 314,115

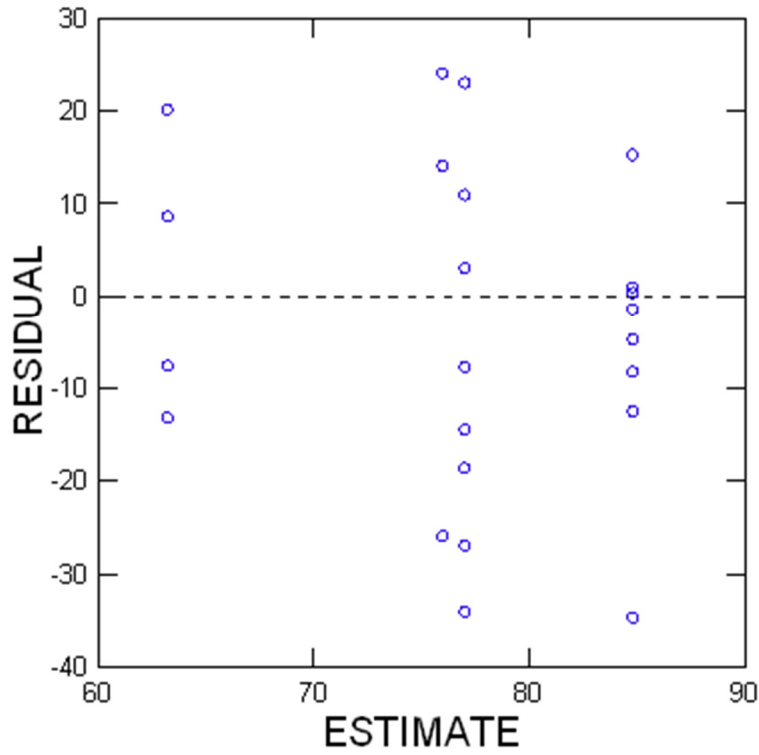
AIC(Corrected) : 317,115

BIC : 323,447

| Estimates of Covariance Components        |                       |          |
|---|-----------------------|----------|
| Random Effect                             | Description           | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance<br>Parameter | 10,973   |
| Error variance                            | Variance<br>Parameter | 317,510  |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 17             | 2,685   | 0,120   |
| PERIODE\$                        | 1            | 14             | 2,368   | 0,146   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$           | 1            | 14             | 0,139   | 0,715   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values



Data, conditional residuals, and marginal residuals have been saved.

**1.2.12 TEST HOMOGENÉITÉ DES VARIANCES****Levene's Test**

| Variable           |                 | F-Ratio | df    | p-Value |
|--------------------|-----------------|---------|-------|---------|
| ABONDANCE          | Based on Mean   | 0,378   | 1, 38 | 0,542   |
|                    | Based on Median | 0,515   | 1, 38 | 0,477   |
| RICHESSSE          | Based on Mean   | 4,698   | 1, 38 | 0,037   |
|                    | Based on Median | 4,403   | 1, 38 | 0,043   |
| EQUITABILITE       | Based on Mean   | 0,500   | 1, 23 | 0,486   |
|                    | Based on Median | 0,215   | 1, 23 | 0,647   |
| SHANNON            | Based on Mean   | 0,255   | 1, 33 | 0,617   |
|                    | Based on Median | 0,454   | 1, 33 | 0,505   |
| EPT_LOGX1          | Based on Mean   | 0,027   | 1, 38 | 0,871   |
|                    | Based on Median | 0,011   | 1, 38 | 0,918   |
| CHIRONOMIDAE       | Based on Mean   | 0,521   | 1, 38 | 0,475   |
|                    | Based on Median | 0,467   | 1, 38 | 0,499   |
| CHIRONOMIDES_LOGX1 | Based on Mean   | 1,982   | 1, 38 | 0,167   |
|                    | Based on Median | 3,151   | 1, 38 | 0,084   |
| EPTC               | Based on Mean   | 1,255   | 1, 32 | 0,271   |
|                    | Based on Median | 0,342   | 1, 32 | 0,563   |
| DOMINANT           | Based on Mean   | 0,185   | 1, 33 | 0,670   |
|                    | Based on Median | 0,256   | 1, 33 | 0,616   |

|                 |                 |       |       |       |
|-----------------|-----------------|-------|-------|-------|
| ABONDANCE_LOGX1 | Based on Mean   | 2,523 | 1, 38 | 0,121 |
|                 | Based on Median | 3,525 | 1, 38 | 0,068 |

|     |                 |       |       |       |
|-----|-----------------|-------|-------|-------|
| EPT | Based on Mean   | 0,449 | 1, 38 | 0,507 |
|     | Based on Median | 0,097 | 1, 38 | 0,757 |

### 1.2.13 TEST NORMALITÉ DES RÉSIDUS

---

#### 1.2.13.1 DOMINANT

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 35         | 0,144              | 0,065                           |

---

#### 1.2.13.2 EPTC

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 34         | 0,412              | 0,000                           |

---

#### 1.2.13.3 EPT\_LOG

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 40         | 0,425              | 0,000                           |

#### 1.2.14 EPT

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 40         | 0,425              | 0,000                           |

---

#### 1.2.14.1 CHIRO\_LOG

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 40         | 0,112              | 0,225                           |

---

#### 1.2.14.2 CHIRO

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 40         | 0,230              | 0,000                           |

---

#### 1.2.14.3 EVENESS

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 25         | 0,087              | 1,000                           |

---

#### 1.2.14.4 SHANNON

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 35         | 0,112              | 0,316                           |

**1.2.14.5 RICHESSE**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 40         | 0,125              | 0,114                           |

**1.2.14.6 ABONDANCE\_LOG**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 40         | 0,104              | 0,321                           |

**1.2.14.7****1.2.14.8 ABONDANCE**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 40         | 0,250              | 0,000                           |

## 1.3 ZONE PROFONDE

### 1.3.1 ABONDANCES

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels     |           |           |           |           |
|-------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-PF10  | ERPL-PF6  | ERPL-PF7  | ERPL-PF8  | ERPL-PF9  |
|                         | TRPL1-PF1  | TRPL1-PF2 | TRPL1-PF3 | TRPL1-PF4 | TRPL1-PF5 |
|                         | TRPL2-PF10 | TRPL2-PF6 | TRPL2-PF7 | TRPL2-PF8 | TRPL2-PF9 |
|                         | TRPL3-PF1  | TRPL3-PF2 | TRPL3-PF3 | TRPL3-PF4 | TRPL3-PF5 |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL       | TRPL1     | TRPL2     | TRPL3     |           |
| STRATE\$ (1 levels)     | PF         |           |           |           |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose     | Temoin    |           |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Apres      | Avant     |           |           |           |

Dependent Variable : ABONDANCE

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$, EXPOSITION\$\*PERIODE\$

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(STRATE\$(SITE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 9

Columns in Z : 20

No. of Observations : 40

#### Fit Statistics

Final L-L : -257,900

-2L-L : 515,799

AIC : 527,799

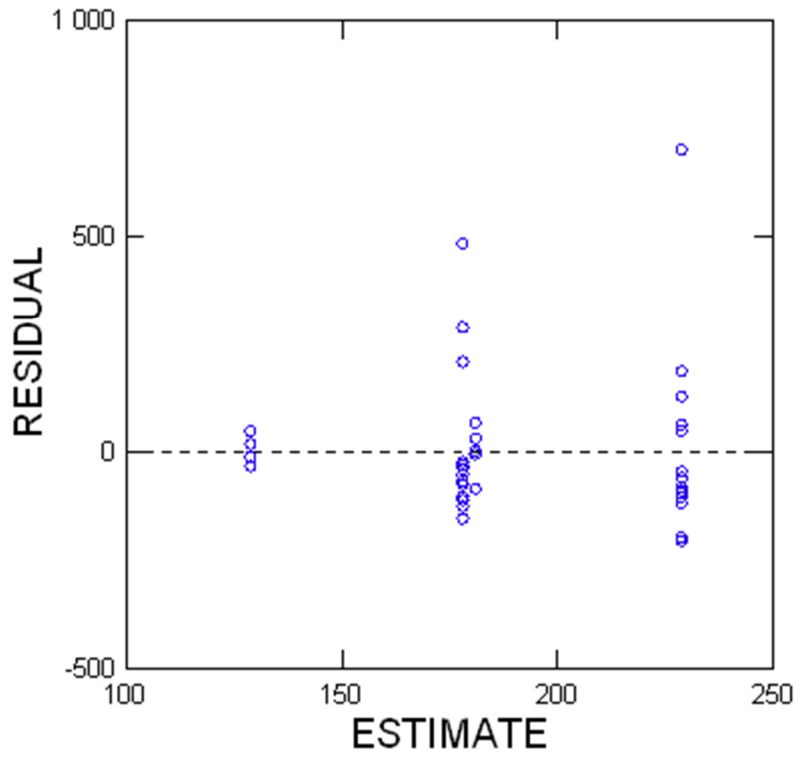
AIC(Corrected) : 530,345

BIC : 537,933

| Estimates of Covariance Components        |                       |            |
|---|-----------------------|------------|
| Random Effect                             | Description           | Estimate   |
| EXPOSITION\$(STRATE\$(SITE\$(STATION\$))) | Variance<br>Parameter | 17 358,748 |
| Error variance                            | Variance<br>Parameter | 11 713,401 |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 0,381   | 0,545   |
| PERIODE\$                        | 1            | 18             | 1,695   | 0,209   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$           | 1            | 18             | 0,000   | 0,986   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values





### 1.3.2 ABONDANCE LOGX1

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels     |           |           |           |           |
|-------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-PF10  | ERPL-PF6  | ERPL-PF7  | ERPL-PF8  | ERPL-PF9  |
|                         | TRPL1-PF1  | TRPL1-PF2 | TRPL1-PF3 | TRPL1-PF4 | TRPL1-PF5 |
|                         | TRPL2-PF10 | TRPL2-PF6 | TRPL2-PF7 | TRPL2-PF8 | TRPL2-PF9 |
|                         | TRPL3-PF1  | TRPL3-PF2 | TRPL3-PF3 | TRPL3-PF4 | TRPL3-PF5 |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL       | TRPL1     | TRPL2     | TRPL3     |           |
| STRATE\$ (1 levels)     | PF         |           |           |           |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose     | Temoin    |           |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Apres      | Avant     |           |           |           |

Dependent Variable : ABONDANCE\_LOGX1

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$, EXPOSITION\$\*PERIODE\$

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(STRATE\$(SITE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 9

Columns in Z : 20

No. of Observations : 40

#### Fit Statistics

Final L-L : -41,876

-2L-L : 83,753

AIC : 95,753

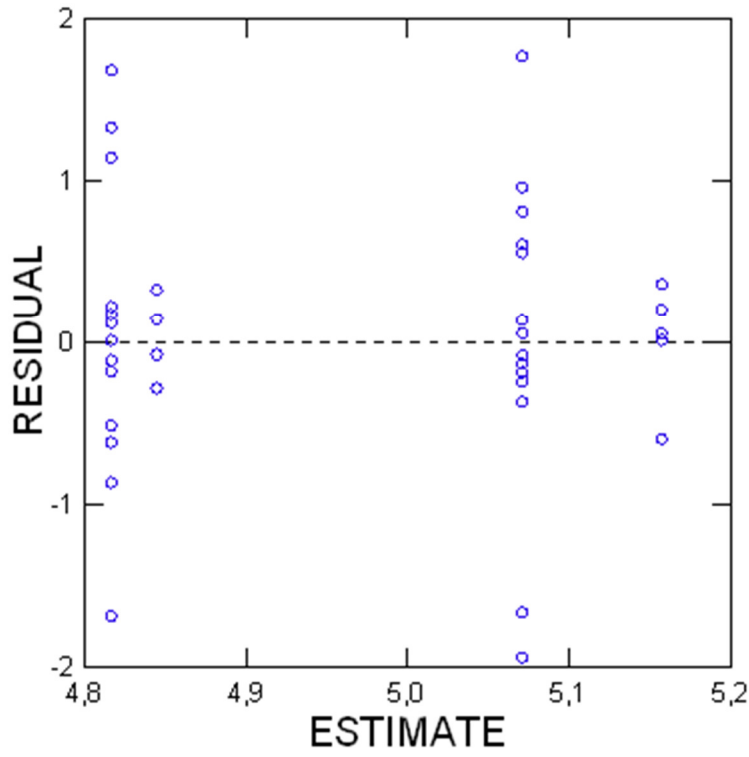
AIC(Corrected) : 98,298

BIC : 105,886

| Estimates of Covariance Components        |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(STRATE\$(SITE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 0,352    |
| Error variance                            | Variance Parameter | 0,240    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 0,026   | 0,874   |
| PERIODE\$                        | 1            | 18             | 2,514   | 0,130   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$           | 1            | 18             | 0,026   | 0,873   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values



### 1.3.3 RICHESSE

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels     |           |           |           |           |
|-------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-PF10  | ERPL-PF6  | ERPL-PF7  | ERPL-PF8  | ERPL-PF9  |
|                         | TRPL1-PF1  | TRPL1-PF2 | TRPL1-PF3 | TRPL1-PF4 | TRPL1-PF5 |
|                         | TRPL2-PF10 | TRPL2-PF6 | TRPL2-PF7 | TRPL2-PF8 | TRPL2-PF9 |
|                         | TRPL3-PF1  | TRPL3-PF2 | TRPL3-PF3 | TRPL3-PF4 | TRPL3-PF5 |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL       | TRPL1     | TRPL2     | TRPL3     |           |
| STRATE\$ (1 levels)     | PF         |           |           |           |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose     | Temoin    |           |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Apres      | Avant     |           |           |           |

Dependent Variable : RICHESSE

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$, EXPOSITION\$\*PERIODE\$

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(STRATE\$(SITE\$(STATION\$\$\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 9

Columns in Z : 20

No. of Observations : 40

#### Fit Statistics

Final L-L : -83,271

-2L-L : 166,542

AIC : 178,542

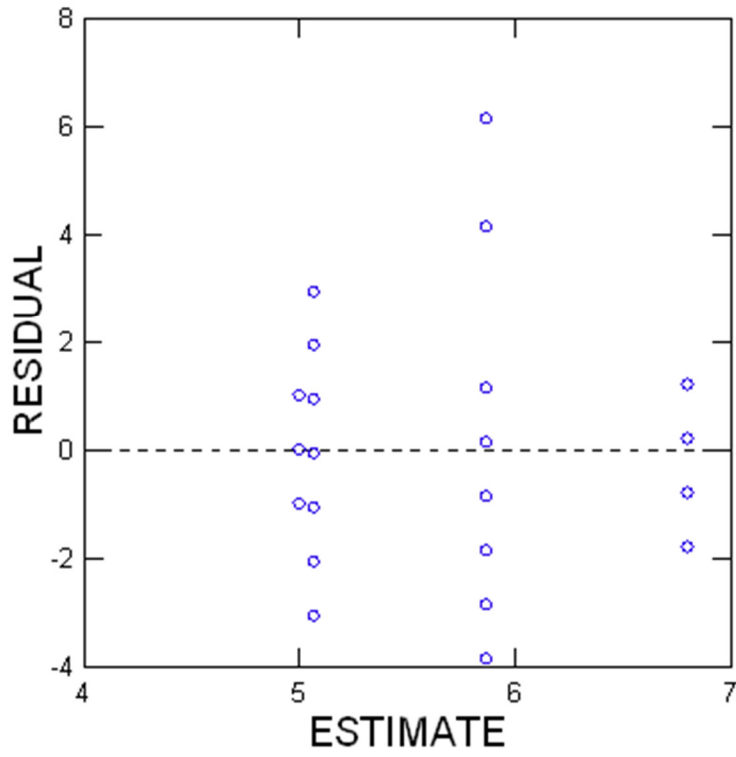
AIC(Corrected) : 181,087

BIC : 188,675

| Estimates of Covariance Components            |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                                 | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(STRATE\$(SITE\$(STATION\$\$\$))) | Variance Parameter | 1,457    |
| Error variance                                | Variance Parameter | 2,580    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 0,256   | 0,619   |
| PERIODE\$                        | 1            | 18             | 4,913   | 0,040   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$           | 1            | 18             | 0,727   | 0,405   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values



### 1.3.4 SHANNON

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels     |           |           |           |           |
|-------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-PF10  | ERPL-PF6  | ERPL-PF7  | ERPL-PF8  | ERPL-PF9  |
|                         | TRPL1-PF1  | TRPL1-PF2 | TRPL1-PF3 | TRPL1-PF4 | TRPL1-PF5 |
|                         | TRPL2-PF10 | TRPL2-PF6 | TRPL2-PF7 | TRPL2-PF8 | TRPL2-PF9 |
|                         | TRPL3-PF1  | TRPL3-PF2 | TRPL3-PF3 | TRPL3-PF4 | TRPL3-PF5 |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL       | TRPL1     | TRPL2     | TRPL3     |           |
| STRATE\$ (1 levels)     | PF         |           |           |           |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose     | Temoin    |           |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Apres      | Avant     |           |           |           |

Dependent Variable : SHANNON

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$, EXPOSITION\$\*PERIODE\$

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(STRATE\$(SITE\$(STATION\$\$\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 9

Columns in Z : 20

No. of Observations : 40

#### Fit Statistics

Final L-L : -26,959

-2L-L : 53,917

AIC : 65,917

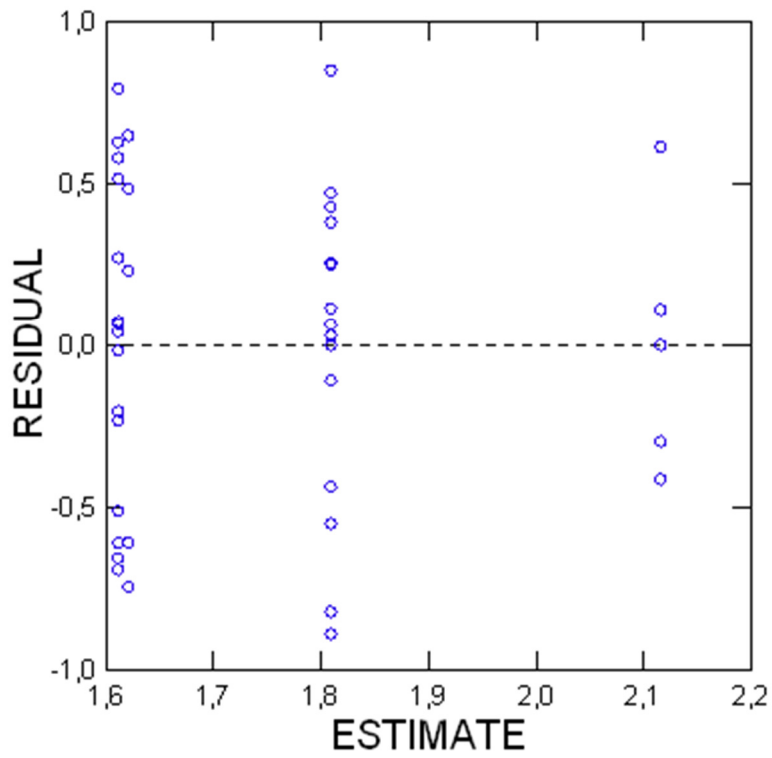
AIC(Corrected) : 68,463

BIC : 76,050

| Estimates of Covariance Components            |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                                 | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(STRATE\$(SITE\$(STATION\$\$\$))) | Variance Parameter | 0,000    |
| Error variance                                | Variance Parameter | 0,225    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 0,831   | 0,374   |
| PERIODE\$                        | 1            | 18             | 3,995   | 0,061   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$           | 1            | 18             | 0,736   | 0,402   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values



### 1.3.5 EVENNESS

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels     |           |           |           |           |
|-------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-PF10  | ERPL-PF6  | ERPL-PF7  | ERPL-PF8  | ERPL-PF9  |
|                         | TRPL1-PF1  | TRPL1-PF2 | TRPL1-PF3 | TRPL1-PF4 | TRPL1-PF5 |
|                         | TRPL2-PF10 | TRPL2-PF6 | TRPL2-PF7 | TRPL2-PF8 | TRPL2-PF9 |
|                         | TRPL3-PF1  | TRPL3-PF2 | TRPL3-PF3 | TRPL3-PF4 | TRPL3-PF5 |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL       | TRPL1     | TRPL2     | TRPL3     |           |
| STRATE\$ (1 levels)     | PF         |           |           |           |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose     | Temoin    |           |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Apres      | Avant     |           |           |           |

Dependent Variable : EQUITABILITE  
 Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$, EXPOSITION\$\*PERIODE\$  
 Fixed Covariate(s) : Intercept  
 Random Factor(s) : EXPOSITION\$(STRATE\$(SITE\$(STATION\$)))  
 Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2  
 Columns in X : 9  
 Columns in Z : 20  
 No. of Observations : 40

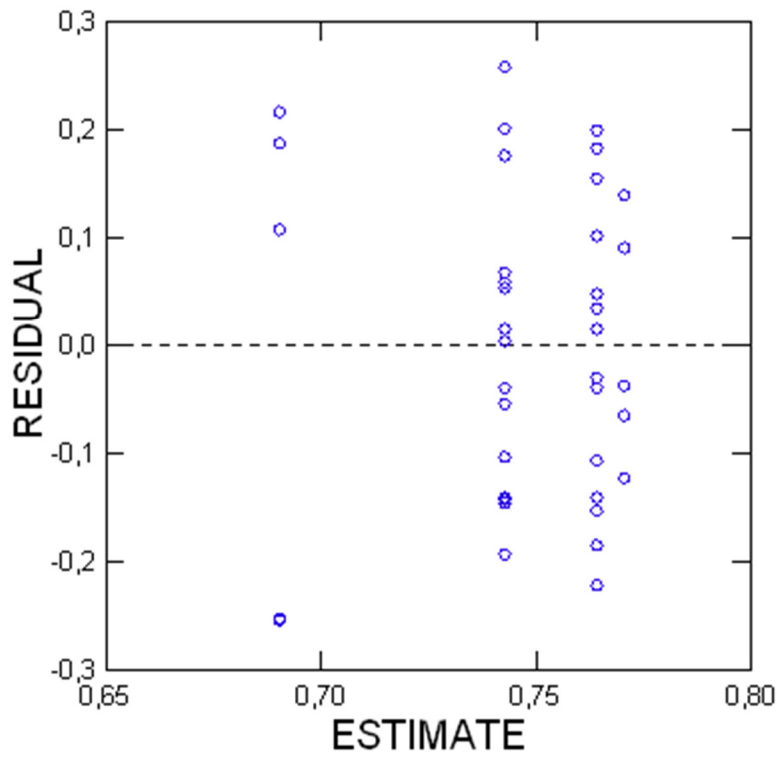
#### Fit Statistics

Final L-L : 22,804  
 -2L-L : -45,608  
 AIC : -33,608  
 AIC(Corrected) : -31,063  
 BIC : -23,475

| Estimates of Covariance Components        |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(STRATE\$(SITE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 0,008    |
| Error variance                            | Variance Parameter | 0,013    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 0,142   | 0,710   |
| PERIODE\$                        | 1            | 18             | 1,541   | 0,230   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$           | 1            | 18             | 0,516   | 0,482   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values





### 1.3.6 CHIRONOMIDE

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels     |           |           |           |           |
|-------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-PF10  | ERPL-PF6  | ERPL-PF7  | ERPL-PF8  | ERPL-PF9  |
|                         | TRPL1-PF1  | TRPL1-PF2 | TRPL1-PF3 | TRPL1-PF4 | TRPL1-PF5 |
|                         | TRPL2-PF10 | TRPL2-PF6 | TRPL2-PF7 | TRPL2-PF8 | TRPL2-PF9 |
|                         | TRPL3-PF1  | TRPL3-PF2 | TRPL3-PF3 | TRPL3-PF4 | TRPL3-PF5 |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL       | TRPL1     | TRPL2     | TRPL3     |           |
| STRATE\$ (1 levels)     | PF         |           |           |           |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose     | Temoin    |           |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Apres      | Avant     |           |           |           |

Dependent Variable : CHIRONOMIDAE

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$, EXPOSITION\$\*PERIODE\$

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(STRATE\$(SITE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 9

Columns in Z : 20

No. of Observations : 40

#### Fit Statistics

Final L-L : -171,573

-2L-L : 343,146

AIC : 355,146

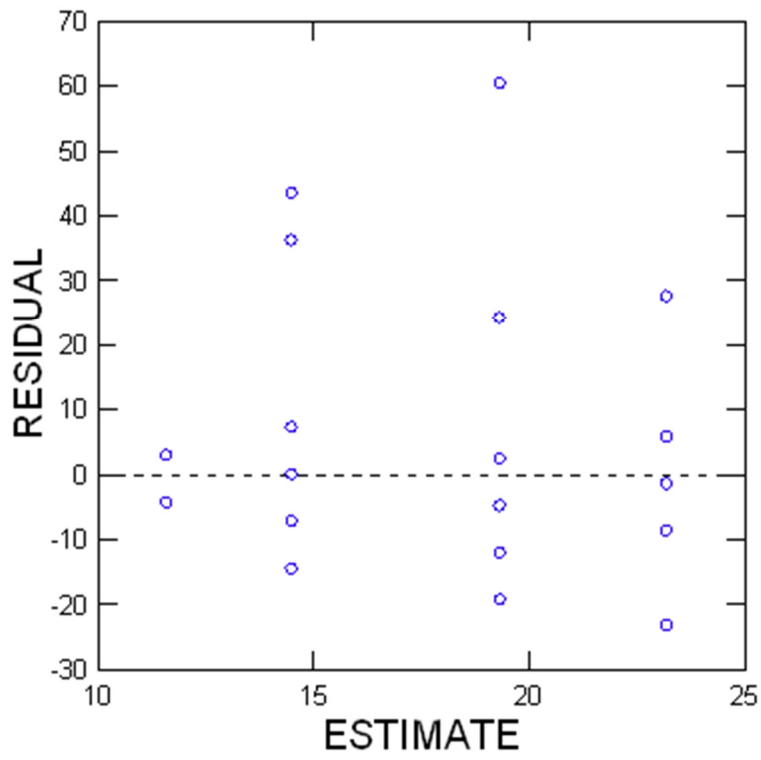
AIC(Corrected) : 357,691

BIC : 365,279

| Estimates of Covariance Components        |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(STRATE\$(SITE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 58,811   |
| Error variance                            | Variance Parameter | 257,999  |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 0,005   | 0,946   |
| PERIODE\$                        | 1            | 18             | 1,961   | 0,178   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$           | 1            | 18             | 0,332   | 0,571   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values



### 1.3.7 CHIRONOMIDE\_LOGX1

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels     |           |           |           |           |
|-------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-PF10  | ERPL-PF6  | ERPL-PF7  | ERPL-PF8  | ERPL-PF9  |
|                         | TRPL1-PF1  | TRPL1-PF2 | TRPL1-PF3 | TRPL1-PF4 | TRPL1-PF5 |
|                         | TRPL2-PF10 | TRPL2-PF6 | TRPL2-PF7 | TRPL2-PF8 | TRPL2-PF9 |
|                         | TRPL3-PF1  | TRPL3-PF2 | TRPL3-PF3 | TRPL3-PF4 | TRPL3-PF5 |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL       | TRPL1     | TRPL2     | TRPL3     |           |
| STRATE\$ (1 levels)     | PF         |           |           |           |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose     | Temoin    |           |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Apres      | Avant     |           |           |           |

Dependent Variable : CHIRONOMIDES\_LOGX1

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$, EXPOSITION\$\*PERIODE\$

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(STRATE\$(SITE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 9

Columns in Z : 20

No. of Observations : 40

#### Fit Statistics

Final L-L : -68,947

-2L-L : 137,894

AIC : 149,894

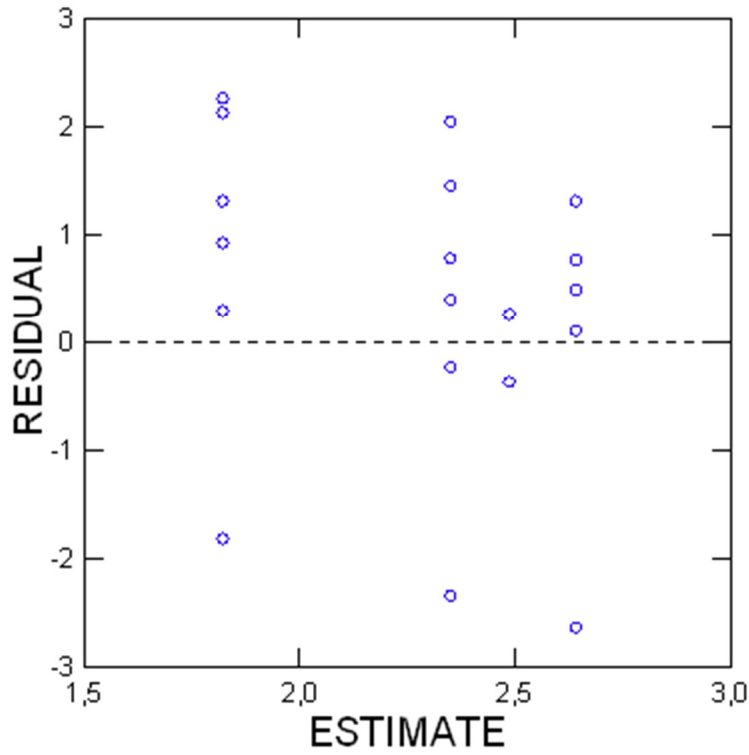
AIC(Corrected) : 152,440

BIC : 160,028

| Estimates of Covariance Components        |                       |          |
|---|-----------------------|----------|
| Random Effect                             | Description           | Estimate |
| EXPOSITION\$(STRATE\$(SITE\$(STATION\$))) | Variance<br>Parameter | 0,000    |
| Error variance                            | Variance<br>Parameter | 1,839    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 0,932   | 0,347   |
| PERIODE\$                        | 1            | 18             | 0,475   | 0,499   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$           | 1            | 18             | 0,143   | 0,710   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values



### 1.3.8 EPT

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels     |           |           |           |           |
|-------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-PF10  | ERPL-PF6  | ERPL-PF7  | ERPL-PF8  | ERPL-PF9  |
|                         | TRPL1-PF1  | TRPL1-PF2 | TRPL1-PF3 | TRPL1-PF4 | TRPL1-PF5 |
|                         | TRPL2-PF10 | TRPL2-PF6 | TRPL2-PF7 | TRPL2-PF8 | TRPL2-PF9 |
|                         | TRPL3-PF1  | TRPL3-PF2 | TRPL3-PF3 | TRPL3-PF4 | TRPL3-PF5 |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL       | TRPL1     | TRPL2     | TRPL3     |           |
| STRATE\$ (1 levels)     | PF         |           |           |           |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose     | Temoin    |           |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Apres      | Avant     |           |           |           |

Dependent Variable : EPT

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$, EXPOSITION\$\*PERIODE\$

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(STRATE\$(SITE\$(STATION\$\$\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 9

Columns in Z : 20

No. of Observations : 40

#### Fit Statistics

Final L-L : -165,152

-2L-L : 330,304

AIC : 342,304

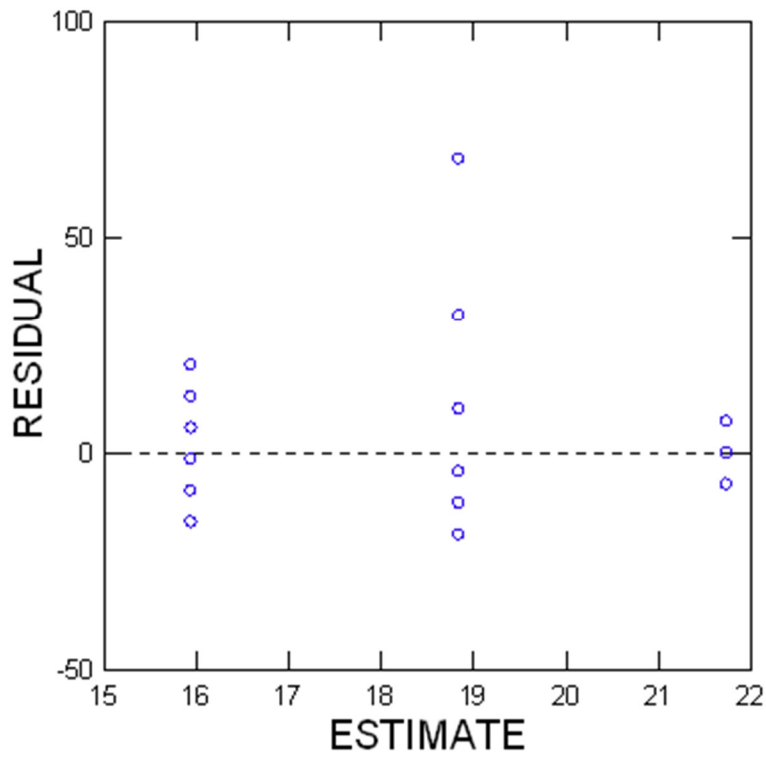
AIC(Corrected) : 344,850

BIC : 352,438

| Estimates of Covariance Components            |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                                 | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(STRATE\$(SITE\$(STATION\$\$\$))) | Variance Parameter | 21,529   |
| Error variance                                | Variance Parameter | 205,314  |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 0,063   | 0,804   |
| PERIODE\$                        | 1            | 18             | 0,077   | 0,785   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$           | 1            | 18             | 0,691   | 0,417   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values



### 1.3.9 EPT\_LOGX1

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels     |           |           |           |           |
|-------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-PF10  | ERPL-PF6  | ERPL-PF7  | ERPL-PF8  | ERPL-PF9  |
|                         | TRPL1-PF1  | TRPL1-PF2 | TRPL1-PF3 | TRPL1-PF4 | TRPL1-PF5 |
|                         | TRPL2-PF10 | TRPL2-PF6 | TRPL2-PF7 | TRPL2-PF8 | TRPL2-PF9 |
|                         | TRPL3-PF1  | TRPL3-PF2 | TRPL3-PF3 | TRPL3-PF4 | TRPL3-PF5 |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL       | TRPL1     | TRPL2     | TRPL3     |           |
| STRATE\$ (1 levels)     | PF         |           |           |           |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose     | Temoin    |           |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Apres      | Avant     |           |           |           |

Dependent Variable : EPT\_LOGX1

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$, EXPOSITION\$\*PERIODE\$

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(STRATE\$(SITE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 9

Columns in Z : 20

No. of Observations : 40

#### Fit Statistics

Final L-L : -56,172

-2L-L : 112,345

AIC : 124,345

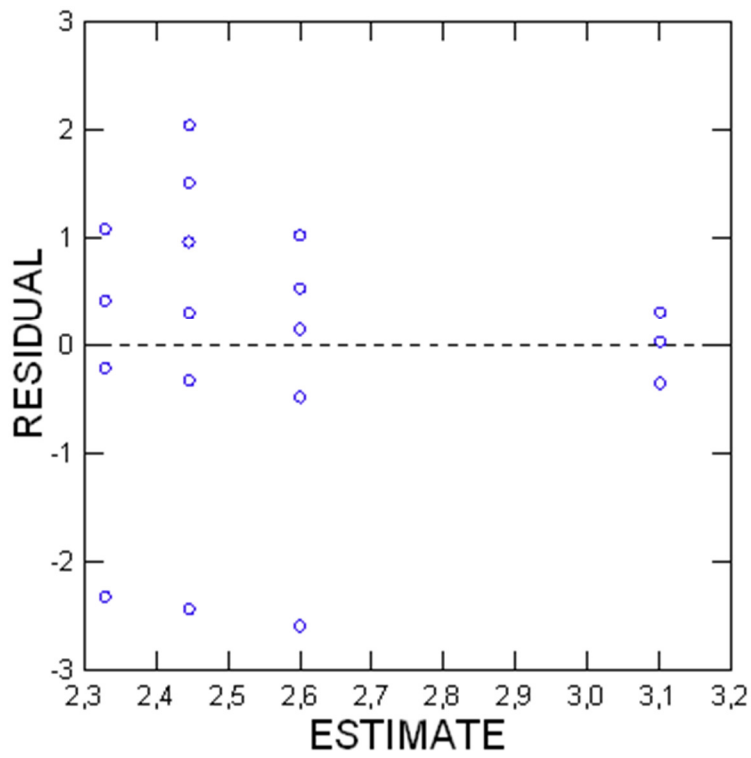
AIC(Corrected) : 126,890

BIC : 134,478

| Estimates of Covariance Components        |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(STRATE\$(SITE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 0,000    |
| Error variance                            | Variance Parameter | 0,971    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 0,285   | 0,600   |
| PERIODE\$                        | 1            | 18             | 1,658   | 0,214   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$           | 1            | 18             | 0,737   | 0,402   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values





### 1.3.10 EPTC

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels     |           |           |           |           |
|-------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-PF10  | ERPL-PF6  | ERPL-PF7  | ERPL-PF8  | ERPL-PF9  |
|                         | TRPL1-PF1  | TRPL1-PF2 | TRPL1-PF3 | TRPL1-PF4 | TRPL1-PF5 |
|                         | TRPL2-PF10 | TRPL2-PF6 | TRPL2-PF7 | TRPL2-PF8 | TRPL2-PF9 |
|                         | TRPL3-PF1  | TRPL3-PF2 | TRPL3-PF3 | TRPL3-PF4 | TRPL3-PF5 |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL       | TRPL1     | TRPL2     | TRPL3     |           |
| STRATE\$ (1 levels)     | PF         |           |           |           |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose     | Temoin    |           |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Apres      | Avant     |           |           |           |

Dependent Variable : EPTC

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$, EXPOSITION\$\*PERIODE\$

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(STRATE\$(SITE\$(STATION\$\$\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 9

Columns in Z : 20

No. of Observations : 30

#### Fit Statistics

Final L-L : -43,206

-2L-L : 86,412

AIC : 98,412

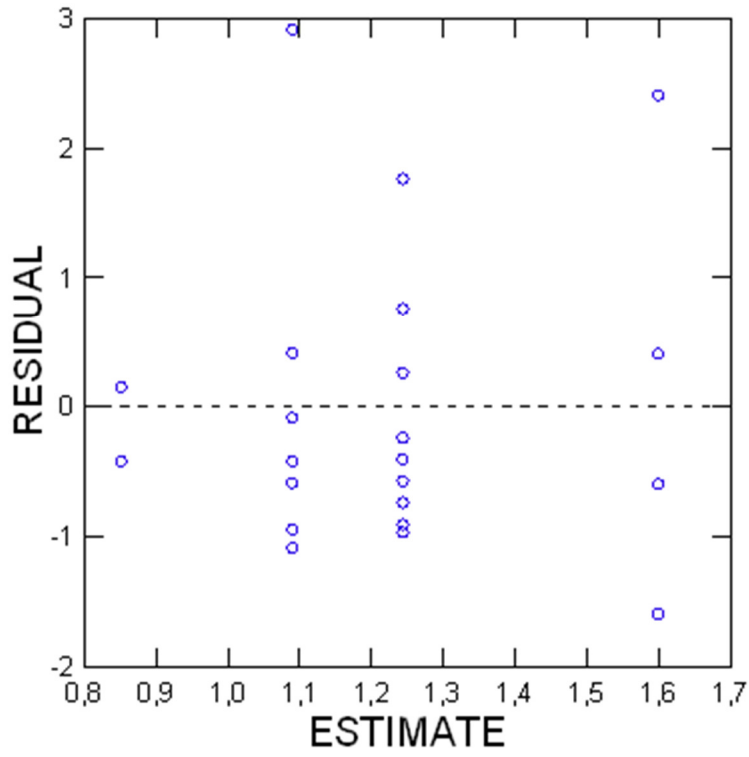
AIC(Corrected) : 102,064

BIC : 106,819

| Estimates of Covariance Components            |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                                 | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(STRATE\$(SITE\$(STATION\$\$\$))) | Variance Parameter | 0,012    |
| Error variance                                | Variance Parameter | 1,031    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 0,020   | 0,888   |
| PERIODE\$                        | 1            | 8              | 0,530   | 0,487   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$           | 1            | 8              | 1,219   | 0,302   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values



### 1.3.11 DOMINANT

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels     |           |           |           |           |
|-------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-PF10  | ERPL-PF6  | ERPL-PF7  | ERPL-PF8  | ERPL-PF9  |
|                         | TRPL1-PF1  | TRPL1-PF2 | TRPL1-PF3 | TRPL1-PF4 | TRPL1-PF5 |
|                         | TRPL2-PF10 | TRPL2-PF6 | TRPL2-PF7 | TRPL2-PF8 | TRPL2-PF9 |
|                         | TRPL3-PF1  | TRPL3-PF2 | TRPL3-PF3 | TRPL3-PF4 | TRPL3-PF5 |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL       | TRPL1     | TRPL2     | TRPL3     |           |
| STRATE\$ (1 levels)     | PF         |           |           |           |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose     | Temoin    |           |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Apres      | Avant     |           |           |           |

Dependent Variable : DOMINANT

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$, EXPOSITION\$\*PERIODE\$

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(STRATE\$(SITE\$(STATION\$\$\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 9

Columns in Z : 20

No. of Observations : 40

#### Fit Statistics

Final L-L : -164,677

-2L-L : 329,353

AIC : 341,353

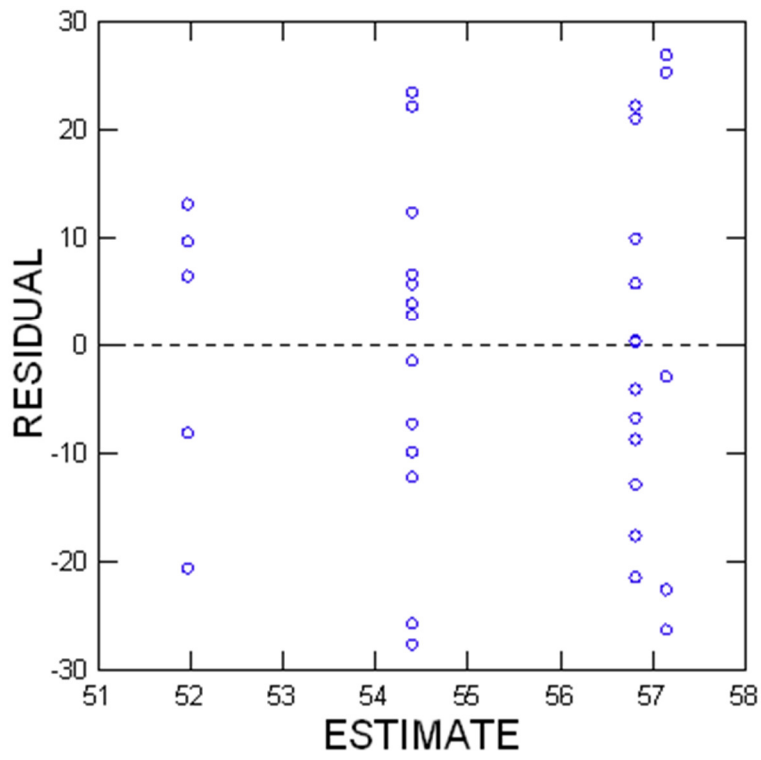
AIC(Corrected) : 343,899

BIC : 351,486

| Estimates of Covariance Components            |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                                 | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(STRATE\$(SITE\$(STATION\$\$\$))) | Variance Parameter | 0,000    |
| Error variance                                | Variance Parameter | 220,512  |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 0,037   | 0,849   |
| PERIODE\$                        | 1            | 18             | 0,491   | 0,493   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$           | 1            | 18             | 0,065   | 0,802   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values



**1.3.12 TEST HOMOGENÉITÉ DES VARIANCES**

| Variable           |                 | F-Ratio | df    | p-Value |
|--------------------|-----------------|---------|-------|---------|
| ABONDANCE          | Based on Mean   | 3,542   | 1, 38 | 0,068   |
|                    | Based on Median | 1,868   | 1, 38 | 0,180   |
| ABONDANCE_LOGX1    | Based on Mean   | 3,530   | 1, 38 | 0,068   |
|                    | Based on Median | 3,356   | 1, 38 | 0,075   |
| EQUITABILITE       | Based on Mean   | 0,708   | 1, 38 | 0,405   |
|                    | Based on Median | 0,693   | 1, 38 | 0,410   |
| SHANNON            | Based on Mean   | 0,012   | 1, 38 | 0,912   |
|                    | Based on Median | 0,013   | 1, 38 | 0,908   |
| CHIRONOMIDES_LOGX1 | Based on Mean   | 2,667   | 1, 38 | 0,111   |
|                    | Based on Median | 2,271   | 1, 38 | 0,140   |
| EPTC               | Based on Mean   | 0,003   | 1, 28 | 0,953   |
|                    | Based on Median | 0,104   | 1, 28 | 0,749   |
| DOMINANT           | Based on Mean   | 2,309   | 1, 38 | 0,137   |
|                    | Based on Median | 2,286   | 1, 38 | 0,139   |
| EPT                | Based on Mean   | 0,452   | 1, 38 | 0,505   |
|                    | Based on Median | 0,267   | 1, 38 | 0,608   |
| EPT_LOGX1          | Based on Mean   | 0,048   | 1, 38 | 0,829   |
|                    | Based on Median | 0,095   | 1, 38 | 0,760   |

| Variable     |                 | F-Ratio | df    | p-Value |
|--------------|-----------------|---------|-------|---------|
| CHIRONOMIDAE | Based on Mean   | 0,958   | 1, 38 | 0,334   |
|              | Based on Median | 0,924   | 1, 38 | 0,342   |

| Variable  |                 | F-Ratio | df    | p-Value |
|-----------|-----------------|---------|-------|---------|
| RICHESSSE | Based on Mean   | 2,308   | 1, 38 | 0,137   |
|           | Based on Median | 1,908   | 1, 38 | 0,175   |

### 1.3.13 TEST NORMALITÉ DES RÉSIDUS

---

#### 1.3.13.1 DOMINANT

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 40         | 0,072              | 0,926                           |

---

#### 1.3.13.2 EPTC

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 30         | 0,181              | 0,013                           |

---

#### 1.3.13.3 EPT\_LOG

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 40         | 0,211              | 0,000                           |

---

#### 1.3.13.4

#### 1.3.13.5 EPT

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 40         | 0,160              | 0,011                           |

---

#### 1.3.13.6 CHIRO\_LOG

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 40         | 0,158              | 0,014                           |

---

#### 1.3.13.7 CHIRO

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 40         | 0,183              | 0,002                           |

---

#### 1.3.13.8 EVENESS

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 40         | 0,100              | 0,376                           |

**1.3.13.9 SHANNON**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 40         | 0,108              | 0,269                           |

**1.3.13.10 RICHESSE**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 40         | 0,092              | 0,508                           |

**1.3.13.11 ABONDANCE\_LOG**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 40         | 0,169              | 0,005                           |

**1.3.13.12 ABONDANCE**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 40         | 0,239              | 0,000                           |

## 2 SAINT-HENRI 2018-2020

### 2.1 ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE

IMPORT successfully completed. Processed 19 variables and 60 cases.

#### 2.1.1 ABONDANCES

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels      |             |             |           |           |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MS1    | ERPL-MS2    | ERPL-MS3    | ERPL-MS4  | ERPL-MS5  |
|                         | TRPL1-MS1   | TRPL1-MS2   | TRPL1-MS3   | TRPL1-MS4 | TRPL1-MS5 |
|                         | TRPL2-MS1   | TRPL2-MS2   | TRPL2-MS3   | TRPL2-MS4 | TRPL2-MS5 |
|                         | TRPL3-MS1   | TRPL3-MS2   | TRPL3-MS3   | TRPL3-MS4 | TRPL3-MS5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MS          |             |             |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL        | TRPL1       | TRPL2       | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose      | Temoin      |             |           |           |
| ANNEE\$ (3 levels)      | 2018.000000 | 2019.000000 | 2020.000000 |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Apres       | Avant       |             |           |           |

Dependent Variable : ABONDANCE

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$(ANNEE\$), EXPOSITION\$\*PERIODE\$(ANNEE\$)

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 12

Columns in Z : 20

No. of Observations : 60

#### Fit Statistics

Final L-L : -441,137

-2L-L : 882,274

AIC : 898,274

AIC(Corrected) : 901,097

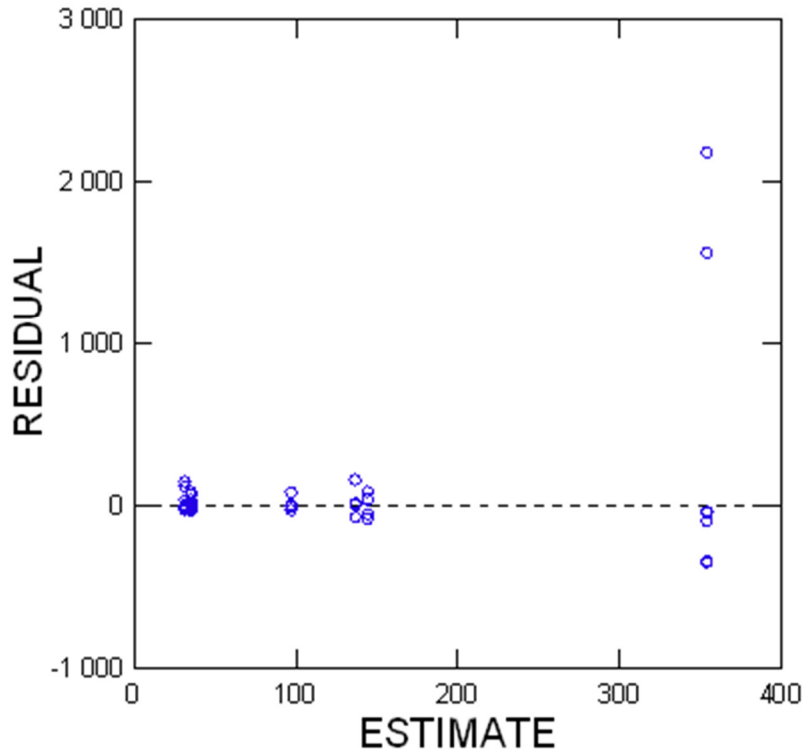
BIC : 915,028

| Estimates of Covariance Components        |                    |             |
|---|--------------------|-------------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate    |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 0,050       |
| Error variance                            | Variance Parameter | 142 440,772 |



| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 0,016   | 0,901   |
| PERIODE\$(ANNEE\$)               | 2            | 36             | 0,676   | 0,515   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$)  | 2            | 36             | 1,164   | 0,324   |

Plot of Residuals vs. Predicted Values



Conditional residuals and marginal residuals have been saved.

### 2.1.2 ABONDANCES LOG X+1

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels      |             |             |           |           |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MS1    | ERPL-MS2    | ERPL-MS3    | ERPL-MS4  | ERPL-MS5  |
|                         | TRPL1-MS1   | TRPL1-MS2   | TRPL1-MS3   | TRPL1-MS4 | TRPL1-MS5 |
|                         | TRPL2-MS1   | TRPL2-MS2   | TRPL2-MS3   | TRPL2-MS4 | TRPL2-MS5 |
|                         | TRPL3-MS1   | TRPL3-MS2   | TRPL3-MS3   | TRPL3-MS4 | TRPL3-MS5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MS          |             |             |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL        | TRPL1       | TRPL2       | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose      | Temoin      |             |           |           |
| ANNEE\$ (3 levels)      | 2018.000000 | 2019.000000 | 2020.000000 |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après       | Avant       |             |           |           |

Dependent Variable : ABONDANCE\_LOGX1

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$(ANNEE\$), EXPOSITION\$\*PERIODE\$(ANNEE\$)

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 12

Columns in Z : 20

No. of Observations : 60

#### Fit Statistics

Final L-L : -125,264

-2L-L : 250,528

AIC : 266,528

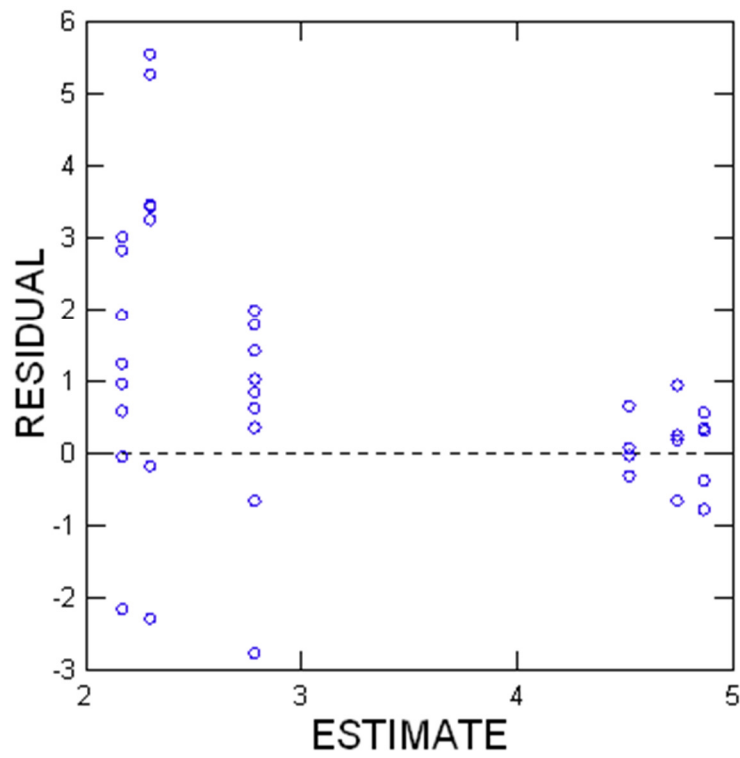
AIC(Corrected) : 269,352

BIC : 283,283

| Estimates of Covariance Components        |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 0,281    |
| Error variance                            | Variance Parameter | 3,549    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 13,471  | 0,002   |
| PERIODE\$(ANNEE\$)               | 2            | 36             | 0,219   | 0,805   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$)  | 2            | 36             | 0,068   | 0,935   |

## Plot of Residuals vs. Predicted Values



Conditional residuals and marginal residuals have been saved.

### 2.1.3 RICHESSE

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels      |             |             |           |           |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MS1    | ERPL-MS2    | ERPL-MS3    | ERPL-MS4  | ERPL-MS5  |
|                         | TRPL1-MS1   | TRPL1-MS2   | TRPL1-MS3   | TRPL1-MS4 | TRPL1-MS5 |
|                         | TRPL2-MS1   | TRPL2-MS2   | TRPL2-MS3   | TRPL2-MS4 | TRPL2-MS5 |
|                         | TRPL3-MS1   | TRPL3-MS2   | TRPL3-MS3   | TRPL3-MS4 | TRPL3-MS5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MS          |             |             |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL        | TRPL1       | TRPL2       | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose      | Temoin      |             |           |           |
| ANNEE\$ (3 levels)      | 2018.000000 | 2019.000000 | 2020.000000 |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après       | Avant       |             |           |           |

Dependent Variable : RICHESSE

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$(ANNEE\$), EXPOSITION\$\*PERIODE\$(ANNEE\$)

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 12

Columns in Z : 20

No. of Observations : 60

#### Fit Statistics

Final L-L : -118,711

-2L-L : 237,421

AIC : 253,421

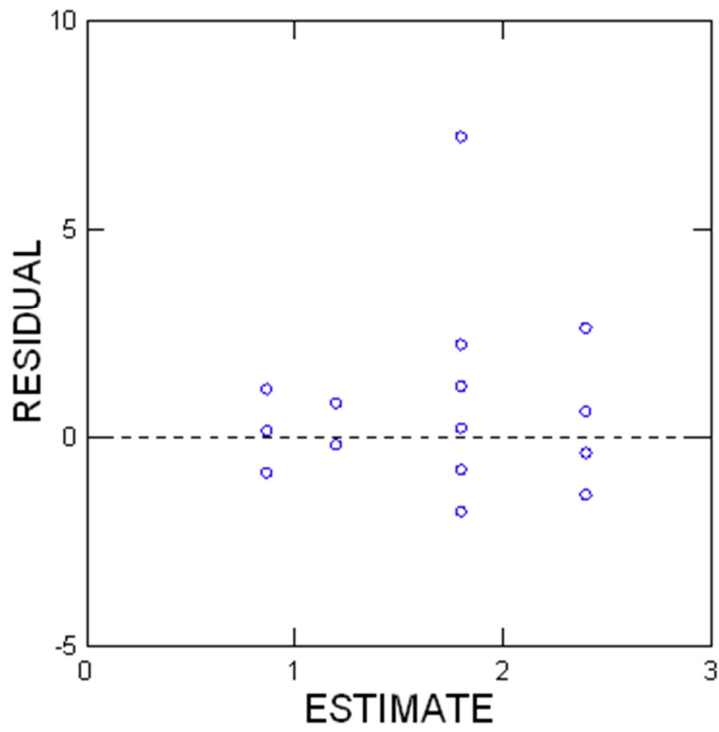
AIC(Corrected) : 256,245

BIC : 270,176

| Estimates of Covariance Components        |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 0,000    |
| Error variance                            | Variance Parameter | 3,062    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 0,960   | 0,340   |
| PERIODE\$(ANNEE\$)               | 2            | 36             | 1,858   | 0,171   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$)  | 2            | 36             | 0,029   | 0,971   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values



Conditional residuals and marginal residuals have been saved.

### 2.1.4 SHANNON

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels      |             |             |           |           |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MS1    | ERPL-MS2    | ERPL-MS3    | ERPL-MS4  | ERPL-MS5  |
|                         | TRPL1-MS1   | TRPL1-MS2   | TRPL1-MS3   | TRPL1-MS4 | TRPL1-MS5 |
|                         | TRPL2-MS1   | TRPL2-MS2   | TRPL2-MS3   | TRPL2-MS4 | TRPL2-MS5 |
|                         | TRPL3-MS1   | TRPL3-MS2   | TRPL3-MS3   | TRPL3-MS4 | TRPL3-MS5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MS          |             |             |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL        | TRPL1       | TRPL2       | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose      | Temoin      |             |           |           |
| ANNEE\$ (3 levels)      | 2018.000000 | 2019.000000 | 2020.000000 |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après       | Avant       |             |           |           |

Dependent Variable : SHANNON

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$(ANNEE\$), EXPOSITION\$\*PERIODE\$(ANNEE\$)

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 12

Columns in Z : 19

No. of Observations : 43

#### Fit Statistics

Final L-L : -37,139

-2L-L : 74,278

AIC : 90,278

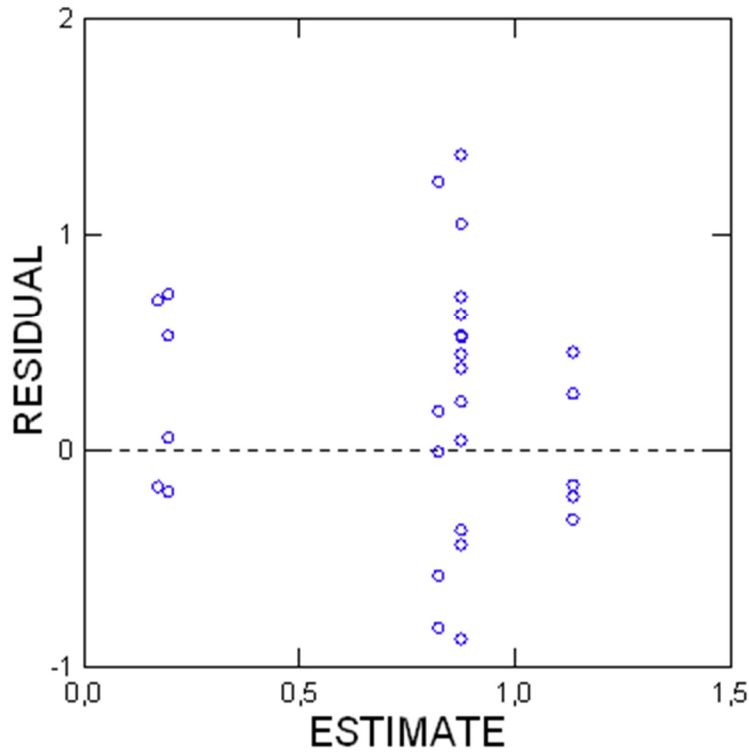
AIC(Corrected) : 94,514

BIC : 104,368

| Estimates of Covariance Components        |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 0,053    |
| Error variance                            | Variance Parameter | 0,282    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 17             | 0,082   | 0,778   |
| PERIODE\$(ANNEE\$)               | 2            | 20             | 8,458   | 0,002   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$)  | 2            | 20             | 0,303   | 0,742   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values

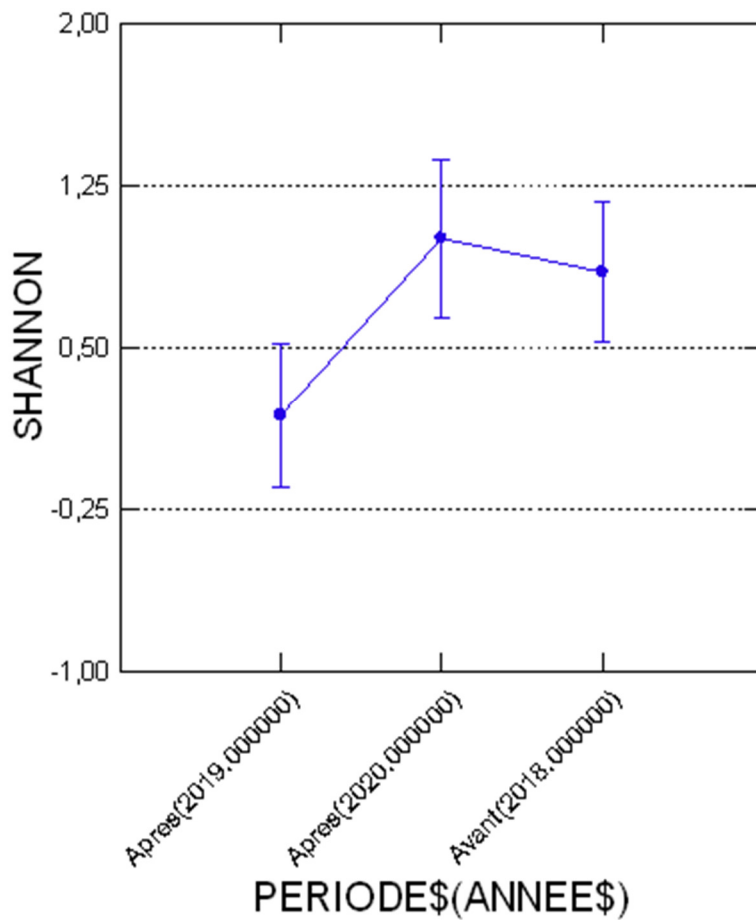


Conditional residuals and marginal residuals have been saved.

[▼ Hypothesis Testing](#)

| Least squares means for effect PERIODE\$(ANNEE\$) |          |                |    |       |         |                            |       |
|---|----------|----------------|----|-------|---------|----------------------------|-------|
| Level   | Estimate | Standard Error | df | t     | p-Value | 95,00% Confidence Interval |       |
|   |          |                |    |       |         | Lower                      | Upper |
| Avant(2018.000000)                                | 0,850    | 0,154          | 20 | 5,517 | 0,000   | 0,529                      | 1,171 |
| Après(2019.000000)                                | 0,185    | 0,158          | 20 | 1,166 | 0,257   | -0,146                     | 0,515 |
| Après(2020.000000)                                | 1,006    | 0,175          | 20 | 5,761 | 0,000   | 0,642                      | 1,370 |

### Least Squares Means



**Tukey's Honestly-Significant-Difference Test of effect PERIODE\$(ANNEE\$)**

| PERIODE\$(ANNEE\$) | PERIODE\$(ANNEE\$) | Difference | Standard Error | t      | p-Value | 95,00% Confidence Interval |        |
|--------------------|--------------------|------------|----------------|--------|---------|----------------------------|--------|
|                    |                    |            |                |        |         | Lower                      | Upper  |
| Avant(2018.000000) | Apres(2019.000000) | 0,665      | 0,204          | 3,256  | 0,011   | 0,148                      | 1,182  |
|                    | Apres(2020.000000) | -0,156     | 0,217          | -0,718 | 0,756   | -0,705                     | 0,393  |
| Apres(2019.000000) | Apres(2020.000000) | -0,821     | 0,218          | -3,758 | 0,003   | -1,374                     | -0,268 |



### 2.1.5 EVENNESS

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels      |             |             |           |           |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MS1    | ERPL-MS2    | ERPL-MS3    | ERPL-MS4  | ERPL-MS5  |
|                         | TRPL1-MS1   | TRPL1-MS2   | TRPL1-MS3   | TRPL1-MS4 | TRPL1-MS5 |
|                         | TRPL2-MS1   | TRPL2-MS2   | TRPL2-MS3   | TRPL2-MS4 | TRPL2-MS5 |
|                         | TRPL3-MS1   | TRPL3-MS2   | TRPL3-MS3   | TRPL3-MS4 | TRPL3-MS5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MS          |             |             |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL        | TRPL1       | TRPL2       | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose      | Temoin      |             |           |           |
| ANNEE\$ (3 levels)      | 2018.000000 | 2019.000000 | 2020.000000 |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après       | Avant       |             |           |           |

Dependent Variable : EQUITABILITE

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$(ANNEE\$), EXPOSITION\$\*PERIODE\$(ANNEE\$)

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 12

Columns in Z : 16

No. of Observations : 25

#### Fit Statistics

Final L-L : 6,449

-2L-L : -12,898

AIC : 3,102

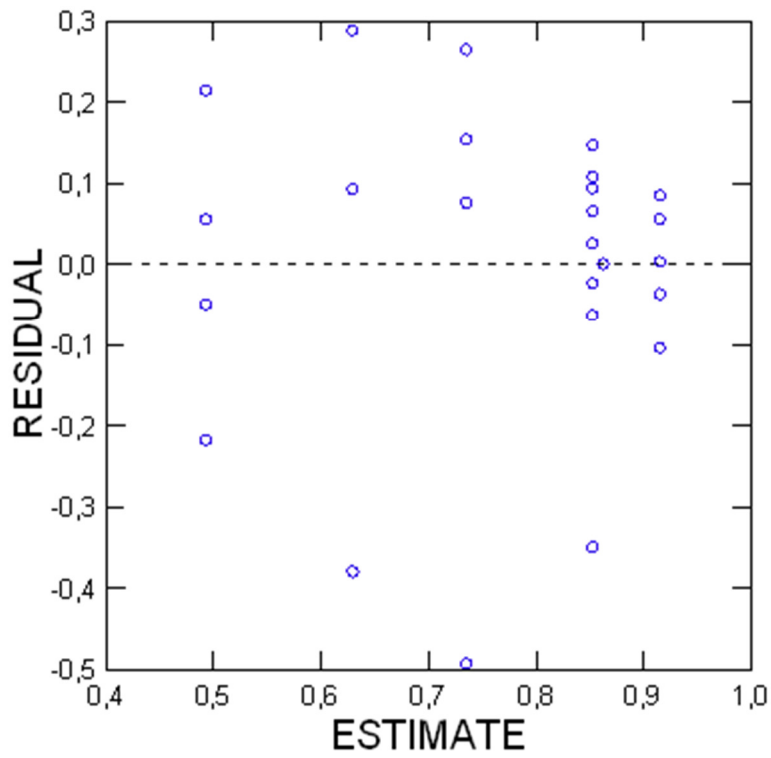
AIC(Corrected) : 12,102

BIC : 12,853

| Estimates of Covariance Components        |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 0,000    |
| Error variance                            | Variance Parameter | 0,035    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 14             | 3,834   | 0,070   |
| PERIODE\$(ANNEE\$)               | 2            | 5              | 0,562   | 0,602   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$)  | 2            | 5              | 5,153   | 0,061   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values



Conditional residuals and marginal residuals have been saved.

### 2.1.6 CHRIRONOMIDE

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels      |             |             |           |           |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MS1    | ERPL-MS2    | ERPL-MS3    | ERPL-MS4  | ERPL-MS5  |
|                         | TRPL1-MS1   | TRPL1-MS2   | TRPL1-MS3   | TRPL1-MS4 | TRPL1-MS5 |
|                         | TRPL2-MS1   | TRPL2-MS2   | TRPL2-MS3   | TRPL2-MS4 | TRPL2-MS5 |
|                         | TRPL3-MS1   | TRPL3-MS2   | TRPL3-MS3   | TRPL3-MS4 | TRPL3-MS5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MS          |             |             |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL        | TRPL1       | TRPL2       | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose      | Temoin      |             |           |           |
| ANNEE\$ (3 levels)      | 2018.000000 | 2019.000000 | 2020.000000 |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après       | Avant       |             |           |           |

Dependent Variable : CHIRONOMIDAE

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$(ANNEE\$), EXPOSITION\$\*PERIODE\$(ANNEE\$)

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 12

Columns in Z : 20

No. of Observations : 60

#### Fit Statistics

Final L-L : -316,207

-2L-L : 632,414

AIC : 648,414

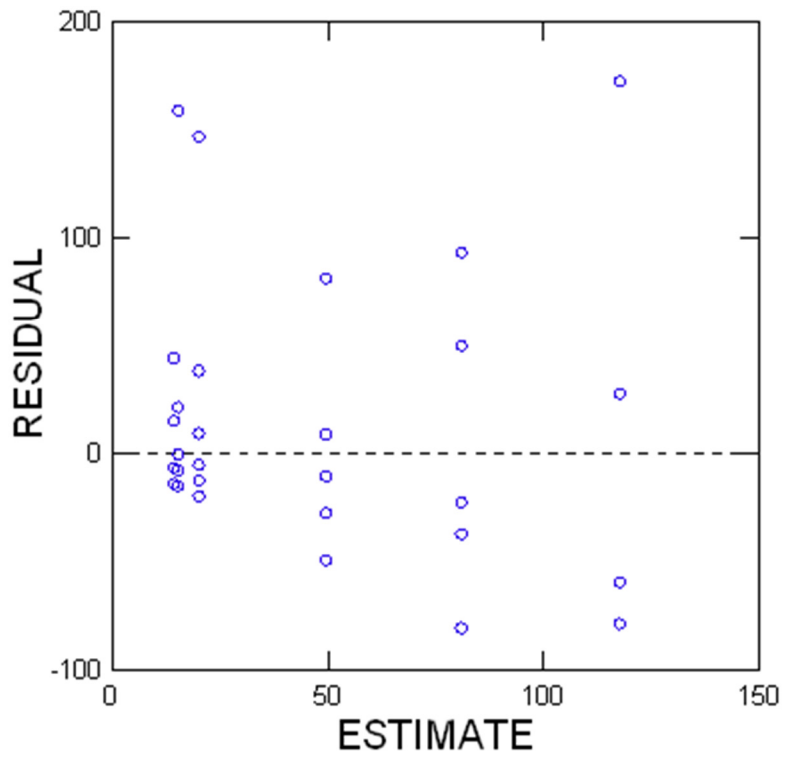
AIC(Corrected) : 651,237

BIC : 665,169

| Estimates of Covariance Components        |                    |           |
|---|--------------------|-----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate  |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 226,765   |
| Error variance                            | Variance Parameter | 2 008,448 |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 18,328  | 0,000   |
| PERIODE\$(ANNEE\$)               | 2            | 36             | 2,507   | 0,096   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$)  | 2            | 36             | 1,870   | 0,169   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values



Conditional residuals and marginal residuals have been saved.

### 2.1.7 CHIRONOMIDES LOG X+1

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels      |             |             |           |           |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MS1    | ERPL-MS2    | ERPL-MS3    | ERPL-MS4  | ERPL-MS5  |
|                         | TRPL1-MS1   | TRPL1-MS2   | TRPL1-MS3   | TRPL1-MS4 | TRPL1-MS5 |
|                         | TRPL2-MS1   | TRPL2-MS2   | TRPL2-MS3   | TRPL2-MS4 | TRPL2-MS5 |
|                         | TRPL3-MS1   | TRPL3-MS2   | TRPL3-MS3   | TRPL3-MS4 | TRPL3-MS5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MS          |             |             |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL        | TRPL1       | TRPL2       | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose      | Temoin      |             |           |           |
| ANNEE\$ (3 levels)      | 2018.000000 | 2019.000000 | 2020.000000 |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après       | Avant       |             |           |           |

Dependent Variable : CHIRONOMIDES\_LOGX1

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$(ANNEE\$), EXPOSITION\$\*PERIODE\$(ANNEE\$)

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 12

Columns in Z : 20

No. of Observations : 60

#### Fit Statistics

Final L-L : -114,351

-2L-L : 228,702

AIC : 244,702

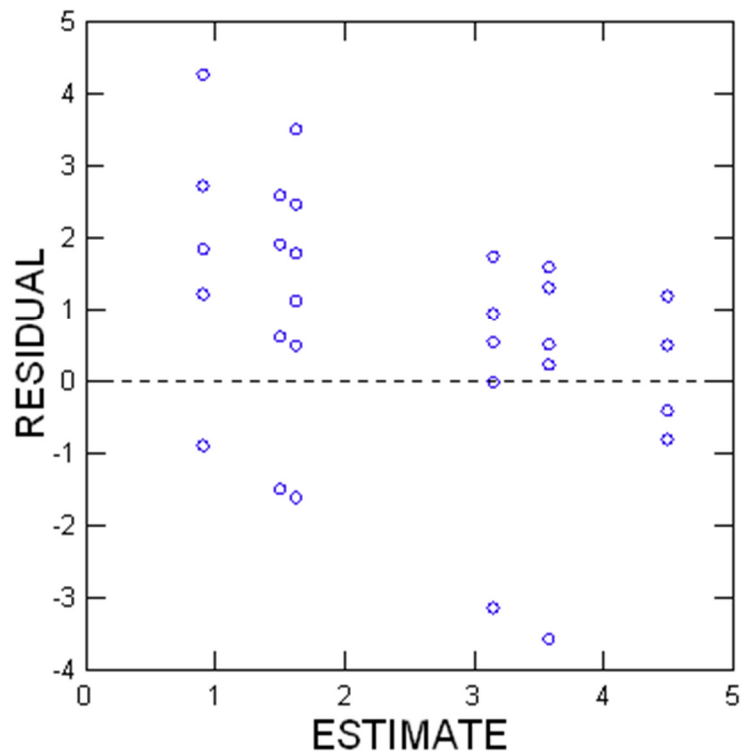
AIC(Corrected) : 247,525

BIC : 261,457

| Estimates of Covariance Components        |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 0,131    |
| Error variance                            | Variance Parameter | 2,523    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 22,171  | 0,000   |
| PERIODE\$(ANNEE\$)               | 2            | 36             | 1,584   | 0,219   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$)  | 2            | 36             | 0,260   | 0,773   |

## Plot of Residuals vs. Predicted Values



Conditional residuals and marginal residuals have been saved.

### 2.1.8 EPT

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels      |             |             |           |           |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MS1    | ERPL-MS2    | ERPL-MS3    | ERPL-MS4  | ERPL-MS5  |
|                         | TRPL1-MS1   | TRPL1-MS2   | TRPL1-MS3   | TRPL1-MS4 | TRPL1-MS5 |
|                         | TRPL2-MS1   | TRPL2-MS2   | TRPL2-MS3   | TRPL2-MS4 | TRPL2-MS5 |
|                         | TRPL3-MS1   | TRPL3-MS2   | TRPL3-MS3   | TRPL3-MS4 | TRPL3-MS5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MS          |             |             |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL        | TRPL1       | TRPL2       | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose      | Temoin      |             |           |           |
| ANNEE\$ (3 levels)      | 2018.000000 | 2019.000000 | 2020.000000 |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après       | Avant       |             |           |           |

Dependent Variable : EPT

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$(ANNEE\$), EXPOSITION\$\*PERIODE\$(ANNEE\$)

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 12

Columns in Z : 20

No. of Observations : 60

#### Fit Statistics

Final L-L : -411,823

-2L-L : 823,646

AIC : 839,646

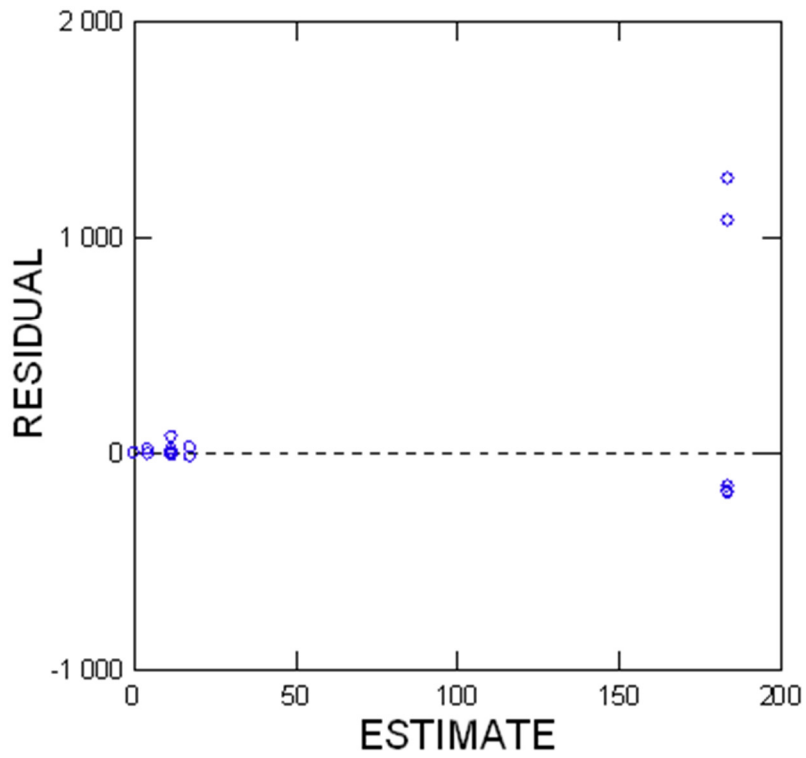
AIC(Corrected) : 842,470

BIC : 856,401

| Estimates of Covariance Components        |                    |            |
|---|--------------------|------------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate   |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 0,029      |
| Error variance                            | Variance Parameter | 53 613,825 |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 0,701   | 0,413   |
| PERIODE\$(ANNEE\$)               | 2            | 36             | 0,716   | 0,496   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$)  | 2            | 36             | 0,774   | 0,469   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values



Conditional residuals and marginal residuals have been saved.



### 2.1.9 EPT LOG X+1

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels      |             |             |           |           |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MS1    | ERPL-MS2    | ERPL-MS3    | ERPL-MS4  | ERPL-MS5  |
|                         | TRPL1-MS1   | TRPL1-MS2   | TRPL1-MS3   | TRPL1-MS4 | TRPL1-MS5 |
|                         | TRPL2-MS1   | TRPL2-MS2   | TRPL2-MS3   | TRPL2-MS4 | TRPL2-MS5 |
|                         | TRPL3-MS1   | TRPL3-MS2   | TRPL3-MS3   | TRPL3-MS4 | TRPL3-MS5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MS          |             |             |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL        | TRPL1       | TRPL2       | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose      | Temoin      |             |           |           |
| ANNEE\$ (3 levels)      | 2018.000000 | 2019.000000 | 2020.000000 |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après       | Avant       |             |           |           |

Dependent Variable : EPT\_LOGX1

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$(ANNEE\$), EXPOSITION\$\*PERIODE\$(ANNEE\$)

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 12

Columns in Z : 20

No. of Observations : 60

#### Fit Statistics

Final L-L : -113,815

-2L-L : 227,630

AIC : 243,630

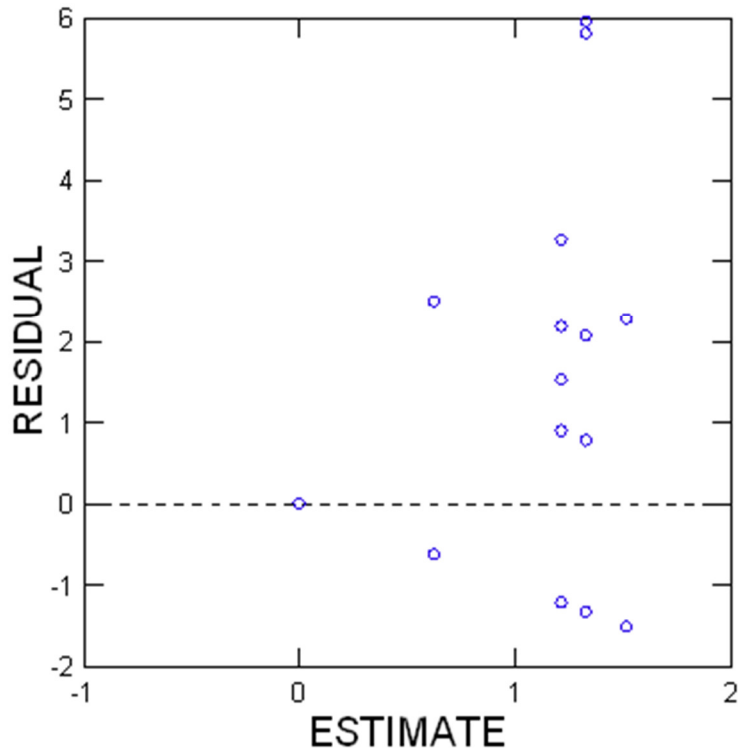
AIC(Corrected) : 246,453

BIC : 260,384

| Estimates of Covariance Components        |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 0,000    |
| Error variance                            | Variance Parameter | 2,601    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 0,078   | 0,784   |
| PERIODE\$(ANNEE\$)               | 2            | 36             | 2,859   | 0,070   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$)  | 2            | 36             | 0,384   | 0,684   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values



Conditional residuals and marginal residuals have been saved.

### 2.1.10 EPT/C

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels      |             |             |           |           |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MS1    | ERPL-MS2    | ERPL-MS3    | ERPL-MS4  | ERPL-MS5  |
|                         | TRPL1-MS1   | TRPL1-MS2   | TRPL1-MS3   | TRPL1-MS4 | TRPL1-MS5 |
|                         | TRPL2-MS1   | TRPL2-MS2   | TRPL2-MS3   | TRPL2-MS4 | TRPL2-MS5 |
|                         | TRPL3-MS1   | TRPL3-MS2   | TRPL3-MS3   | TRPL3-MS4 | TRPL3-MS5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MS          |             |             |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL        | TRPL1       | TRPL2       | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose      | Temoin      |             |           |           |
| ANNEE\$ (3 levels)      | 2018.000000 | 2019.000000 | 2020.000000 |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après       | Avant       |             |           |           |

Dependent Variable : EPTC

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$(ANNEE\$), EXPOSITION\$\*PERIODE\$(ANNEE\$)

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 12

Columns in Z : 17

No. of Observations : 32

#### Fit Statistics

Final L-L : -100,871

-2L-L : 201,743

AIC : 217,743

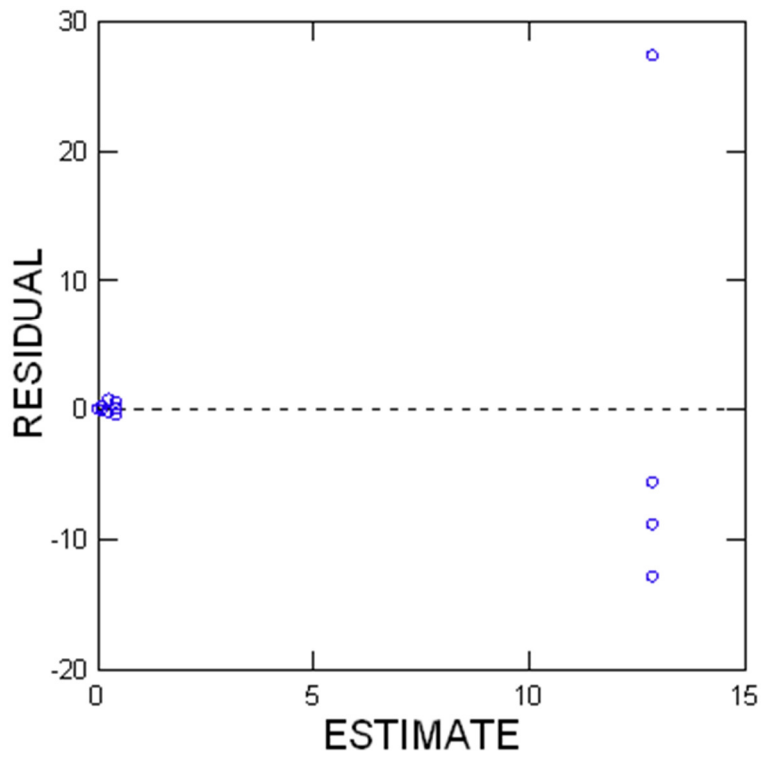
AIC(Corrected) : 224,004

BIC : 229,469

| Estimates of Covariance Components        |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 0,002    |
| Error variance                            | Variance Parameter | 32,026   |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 15             | 4,304   | 0,056   |
| PERIODE\$(ANNEE\$)               | 2            | 11             | 3,827   | 0,055   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$)  | 2            | 11             | 3,576   | 0,064   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values



Conditional residuals and marginal residuals have been saved.

### 2.1.11 DOMINANT

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels      |             |             |           |           |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MS1    | ERPL-MS2    | ERPL-MS3    | ERPL-MS4  | ERPL-MS5  |
|                         | TRPL1-MS1   | TRPL1-MS2   | TRPL1-MS3   | TRPL1-MS4 | TRPL1-MS5 |
|                         | TRPL2-MS1   | TRPL2-MS2   | TRPL2-MS3   | TRPL2-MS4 | TRPL2-MS5 |
|                         | TRPL3-MS1   | TRPL3-MS2   | TRPL3-MS3   | TRPL3-MS4 | TRPL3-MS5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MS          |             |             |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL        | TRPL1       | TRPL2       | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose      | Temoin      |             |           |           |
| ANNEE\$ (3 levels)      | 2018.000000 | 2019.000000 | 2020.000000 |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après       | Avant       |             |           |           |

Dependent Variable : DOMINANT

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$(ANNEE\$), EXPOSITION\$\*PERIODE\$(ANNEE\$)

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2  
 Columns in X : 12  
 Columns in Z : 19  
 No. of Observations : 43

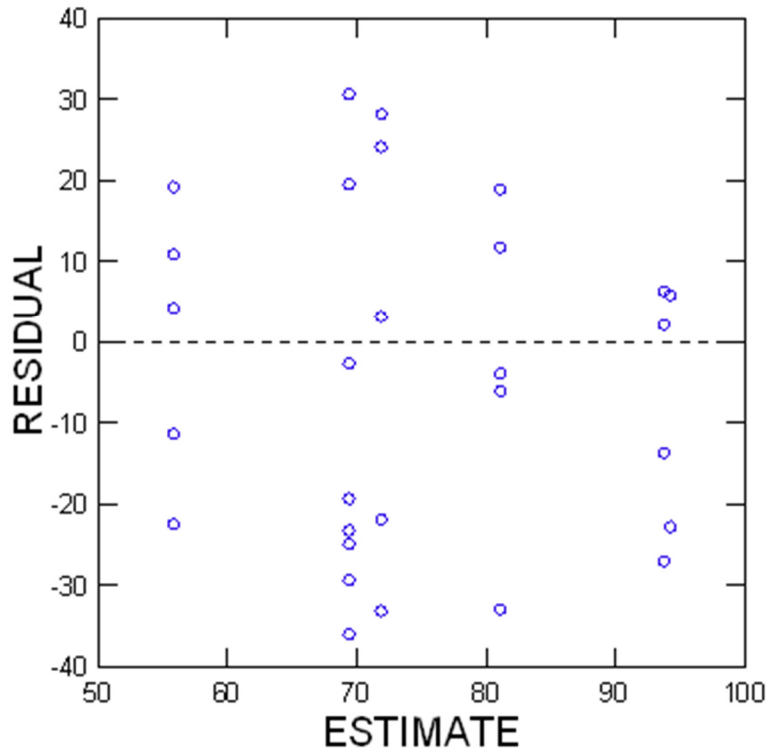
#### Fit Statistics

Final L-L : -187,639  
 -2L-L : 375,278  
 AIC : 391,278  
 AIC(Corrected) : 395,513  
 BIC : 405,368

| Estimates of Covariance Components        |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 59,799   |
| Error variance                            | Variance Parameter | 308,541  |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 17             | 1,110   | 0,307   |
| PERIODE\$(ANNEE\$)               | 2            | 20             | 8,281   | 0,002   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$)  | 2            | 20             | 2,229   | 0,134   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values

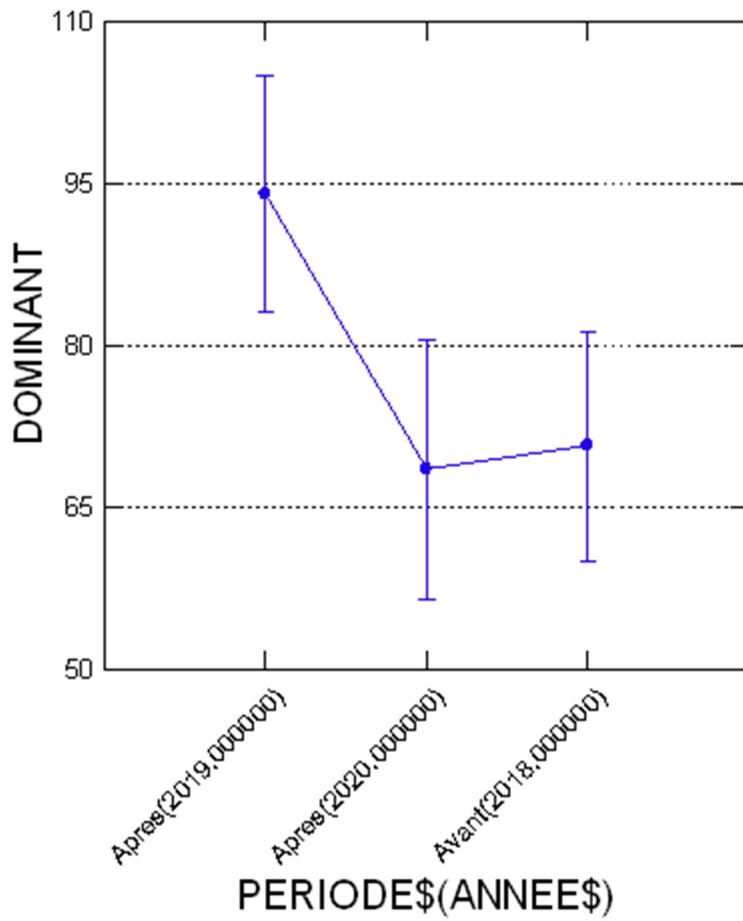


Conditional residuals and marginal residuals have been saved.

[▼ Hypothesis Testing](#)

| Least squares means for effect PERIODE\$(ANNEE\$) |          |                |    |        |         |                            |         |
|---|----------|----------------|----|--------|---------|----------------------------|---------|
| Level   | Estimate | Standard Error | df | t      | p-Value | 95,00% Confidence Interval |         |
|   |          |                |    |        |         | Lower                      | Upper   |
| Avant(2018.000000)                                | 70,697   | 5,104          | 20 | 13,850 | 0,000   | 60,049                     | 81,344  |
| Après(2019.000000)                                | 94,042   | 5,250          | 20 | 17,913 | 0,000   | 83,091                     | 104,993 |
| Après(2020.000000)                                | 68,524   | 5,783          | 20 | 11,849 | 0,000   | 56,461                     | 80,587  |

### Least Squares Means



**Tukey's Honestly-Significant-Difference Test of effect PERIODE\$(ANNEE\$)**

| PERIODE\$(ANNEE\$) | PERIODE\$(ANNEE\$) | Difference | Standard Error | t      | p-Value | 95,00% Confidence Interval |        |
|--------------------|--------------------|------------|----------------|--------|---------|----------------------------|--------|
|                    |                    |            |                |        |         | Lower                      | Upper  |
| Avant(2018.000000) | Apres(2019.000000) | -23,346    | 6,755          | -3,456 | 0,007   | -40,437                    | -6,254 |
|                    | Apres(2020.000000) | 2,173      | 7,173          | 0,303  | 0,951   | -15,975                    | 20,320 |
| Apres(2019.000000) | Apres(2020.000000) | 25,518     | 7,223          | 3,533  | 0,006   | 7,244                      | 43,792 |

**2.1.12 HOMOGENÉITÉ DES VARIANCES**

| Variable           |                 | F-Ratio | df    | p-Value |
|--------------------|-----------------|---------|-------|---------|
| ABONDANCE          | Based on Mean   | 1,834   | 1, 58 | 0,181   |
|                    | Based on Median | 0,470   | 1, 58 | 0,496   |
| RICHESSSE          | Based on Mean   | 3,886   | 1, 58 | 0,053   |
|                    | Based on Median | 1,655   | 1, 58 | 0,203   |
| CHIRONOMIDES_LOGX1 | Based on Mean   | 0,721   | 1, 58 | 0,399   |
|                    | Based on Median | 0,439   | 1, 58 | 0,510   |
| EPT                | Based on Mean   | 1,974   | 1, 58 | 0,165   |
|                    | Based on Median | 0,617   | 1, 58 | 0,435   |
| EPT_LOGX1          | Based on Mean   | 0,233   | 1, 58 | 0,631   |
|                    | Based on Median | 0,066   | 1, 58 | 0,798   |
| EPTC               | Based on Mean   | 2,632   | 1, 30 | 0,115   |
|                    | Based on Median | 1,154   | 1, 30 | 0,291   |
| DOMINANT           | Based on Mean   | 0,023   | 1, 41 | 0,879   |
|                    | Based on Median | 0,118   | 1, 41 | 0,733   |

| Variable        |                 | F-Ratio | df    | p-Value |
|-----------------|-----------------|---------|-------|---------|
| ABONDANCE_LOGX1 | Based on Mean   | 6,387   | 1, 58 | 0,014   |
|                 | Based on Median | 18,875  | 1, 58 | 0,000   |

| Variable |                 | F-Ratio | df    | p-Value |
|----------|-----------------|---------|-------|---------|
| SHANNON  | Based on Mean   | 0,827   | 1, 41 | 0,369   |
|          | Based on Median | 0,409   | 1, 41 | 0,526   |

| Variable     |                 | F-Ratio | df    | p-Value |
|--------------|-----------------|---------|-------|---------|
| EQUITABILITE | Based on Mean   | 1,180   | 1, 23 | 0,289   |
|              | Based on Median | 1,378   | 1, 23 | 0,253   |

| Variable     |                 | F-Ratio | df    | p-Value |
|--------------|-----------------|---------|-------|---------|
| CHIRONOMIDAE | Based on Mean   | 4,599   | 1, 58 | 0,036   |
|              | Based on Median | 7,231   | 1, 58 | 0,009   |



### 2.1.13 NORMALITÉ DES RÉSIDUS

#### Kolmogorov-Smirnov One-Sample Test using Normal (0,00, 1,00) Distribution

##### 2.1.13.1 DOMINANT

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 43         | 0,150              | 0,016                           |

##### 2.1.13.2 EPT/C

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 32         | 0,417              | 0,000                           |

##### 2.1.13.3 EPT LOG X+1

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 60         | 0,283              | 0,000                           |

##### 2.1.13.4 EPT

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 60         | 0,406              | 0,000                           |

##### 2.1.13.5 CHIRONOMIDES LOG X+1

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 60         | 0,146              | 0,003                           |

##### 2.1.13.6 CHIRONOMIDES

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 60         | 0,248              | 0,000                           |

**2.1.13.7 EVENNESS**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 25         | 0,169              | 0,062                           |

**2.1.13.8 SHANNON**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 43         | 0,125              | 0,088                           |

**2.1.13.9 RICHESSE**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 60         | 0,172              | 0,000                           |

**2.1.13.10 ABONDANCES LOG X+1**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 60         | 0,108              | 0,080                           |

**2.1.13.11 ABONDANCES**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 60         | 0,333              | 0,000                           |

## 2.2 ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE

IMPORT successfully completed. Processed 19 variables and 60 cases.

### 2.2.1 ABONDANCES

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels      |             |             |           |           |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MI1    | ERPL-MI2    | ERPL-MI3    | ERPL-MI4  | ERPL-MI5  |
|                         | TRPL1-MI1   | TRPL1-MI2   | TRPL1-MI3   | TRPL1-MI4 | TRPL1-MI5 |
|                         | TRPL2-MI1   | TRPL2-MI2   | TRPL2-MI3   | TRPL2-MI4 | TRPL2-MI5 |
|                         | TRPL3-MI1   | TRPL3-MI2   | TRPL3-MI3   | TRPL3-MI4 | TRPL3-MI5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MI          |             |             |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL        | TRPL1       | TRPL2       | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose      | Temoin      |             |           |           |
| ANNEE\$ (3 levels)      | 2018.000000 | 2019.000000 | 2020.000000 |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après       | Avant       |             |           |           |

Dependent Variable : ABONDANCE

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$(ANNEE\$), EXPOSITION\$\*PERIODE\$(ANNEE\$)

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 12

Columns in Z : 20

No. of Observations : 60

#### Fit Statistics

Final L-L : -389,337

-2L-L : 778,674

AIC : 794,674

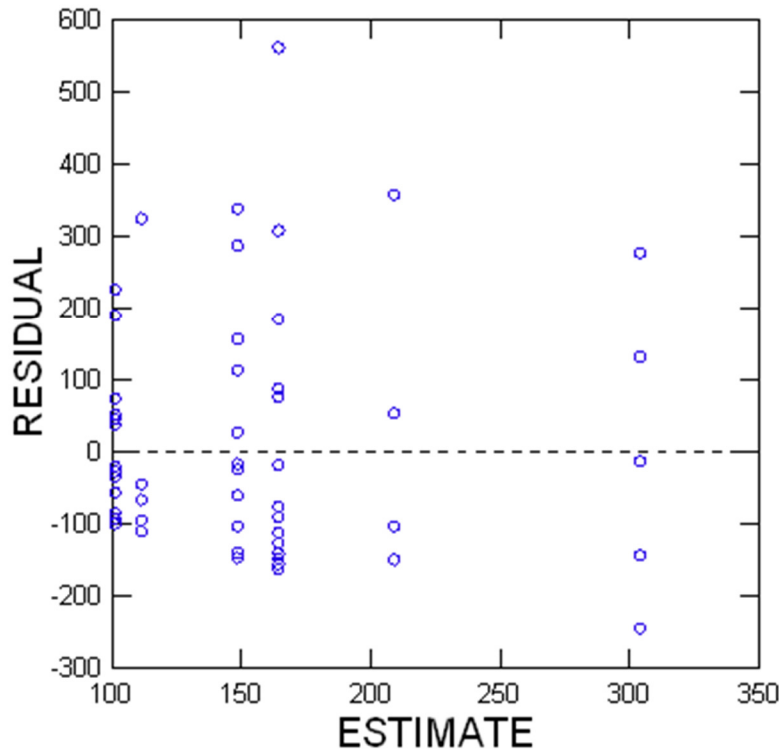
AIC(Corrected) : 797,497

BIC : 811,429

| Estimates of Covariance Components        |                    |            |
|---|--------------------|------------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate   |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 7 057,531  |
| Error variance                            | Variance Parameter | 19 900,111 |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 1,347   | 0,261   |
| PERIODE\$(ANNEE\$)               | 2            | 36             | 2,820   | 0,073   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$)  | 2            | 36             | 1,088   | 0,348   |

Plot of Residuals vs. Predicted Values



Conditional residuals and marginal residuals have been saved.

### 2.2.2 ABONDANCES LOG X+1

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels      |             |             |           |           |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MI1    | ERPL-MI2    | ERPL-MI3    | ERPL-MI4  | ERPL-MI5  |
|                         | TRPL1-MI1   | TRPL1-MI2   | TRPL1-MI3   | TRPL1-MI4 | TRPL1-MI5 |
|                         | TRPL2-MI1   | TRPL2-MI2   | TRPL2-MI3   | TRPL2-MI4 | TRPL2-MI5 |
|                         | TRPL3-MI1   | TRPL3-MI2   | TRPL3-MI3   | TRPL3-MI4 | TRPL3-MI5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MI          |             |             |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL        | TRPL1       | TRPL2       | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose      | Temoin      |             |           |           |
| ANNEE\$ (3 levels)      | 2018.000000 | 2019.000000 | 2020.000000 |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après       | Avant       |             |           |           |

Dependent Variable : ABONDANCE\_LOGX1

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$(ANNEE\$), EXPOSITION\$\*PERIODE\$(ANNEE\$)

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 12

Columns in Z : 20

No. of Observations : 60

#### Fit Statistics

Final L-L : -105,462

-2L-L : 210,923

AIC : 226,923

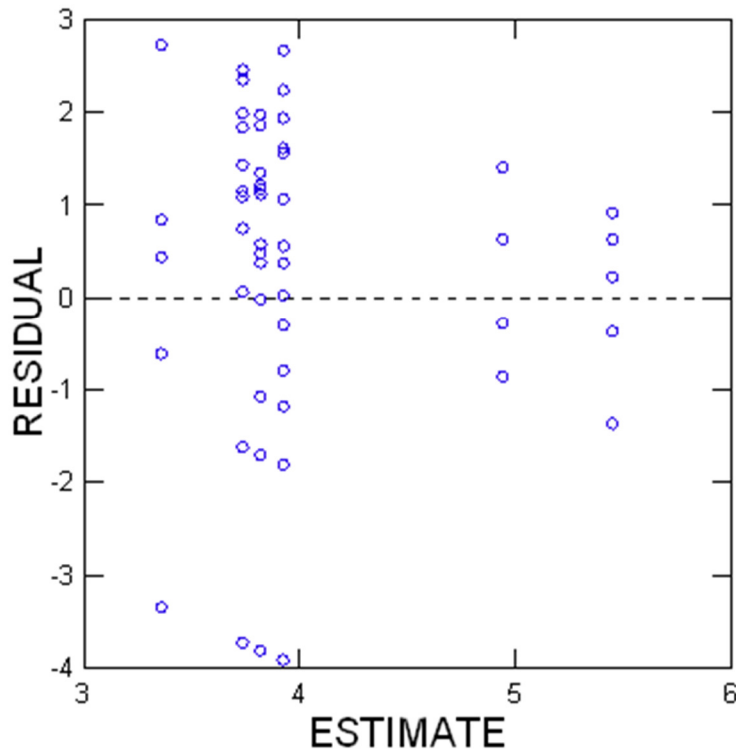
AIC(Corrected) : 229,747

BIC : 243,678

| Estimates of Covariance Components        |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 2,304    |
| Error variance                            | Variance Parameter | 0,983    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 0,817   | 0,378   |
| PERIODE\$(ANNEE\$)               | 2            | 36             | 4,444   | 0,019   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$)  | 2            | 36             | 4,706   | 0,015   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values

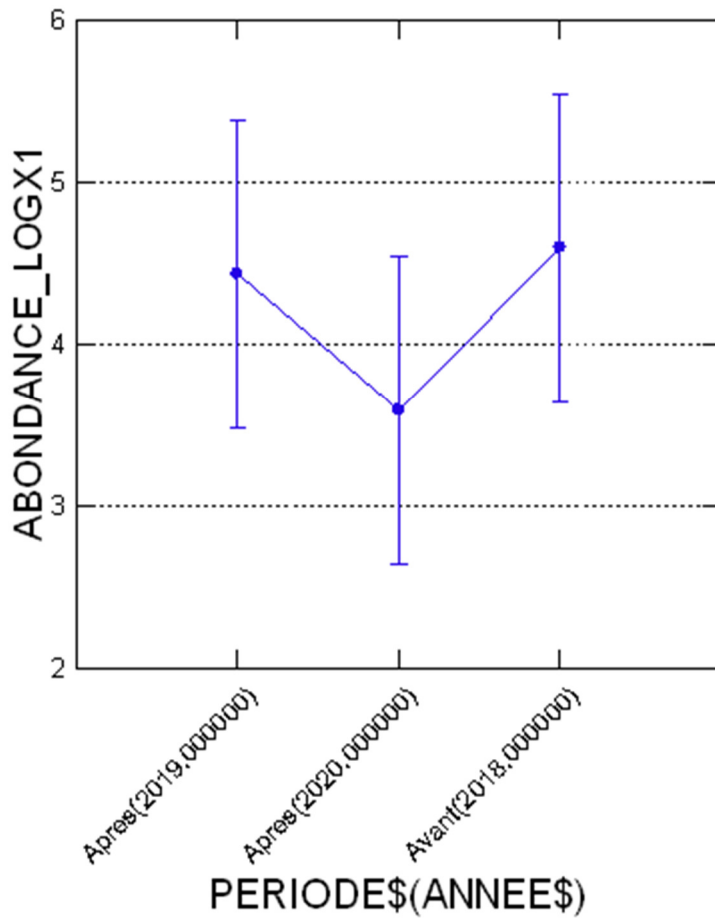


Conditional residuals and marginal residuals have been saved.

### ▼ [Hypothesis Testing](#)

| Least squares means for effect PERIODE\$(ANNEE\$) |          |                |    |       |         |                            |       |
|---|----------|----------------|----|-------|---------|----------------------------|-------|
| Level   | Estimate | Standard Error | df | t     | p-Value | 95,00% Confidence Interval |       |
|   |          |                |    |       |         | Lower                      | Upper |
| Avant(2018.000000)                                | 4,596    | 0,468          | 36 | 9,818 | 0,000   | 3,647                      | 5,545 |
| Après(2019.000000)                                | 4,435    | 0,468          | 36 | 9,474 | 0,000   | 3,486                      | 5,385 |
| Après(2020.000000)                                | 3,591    | 0,468          | 36 | 7,671 | 0,000   | 2,642                      | 4,541 |

Least Squares Means

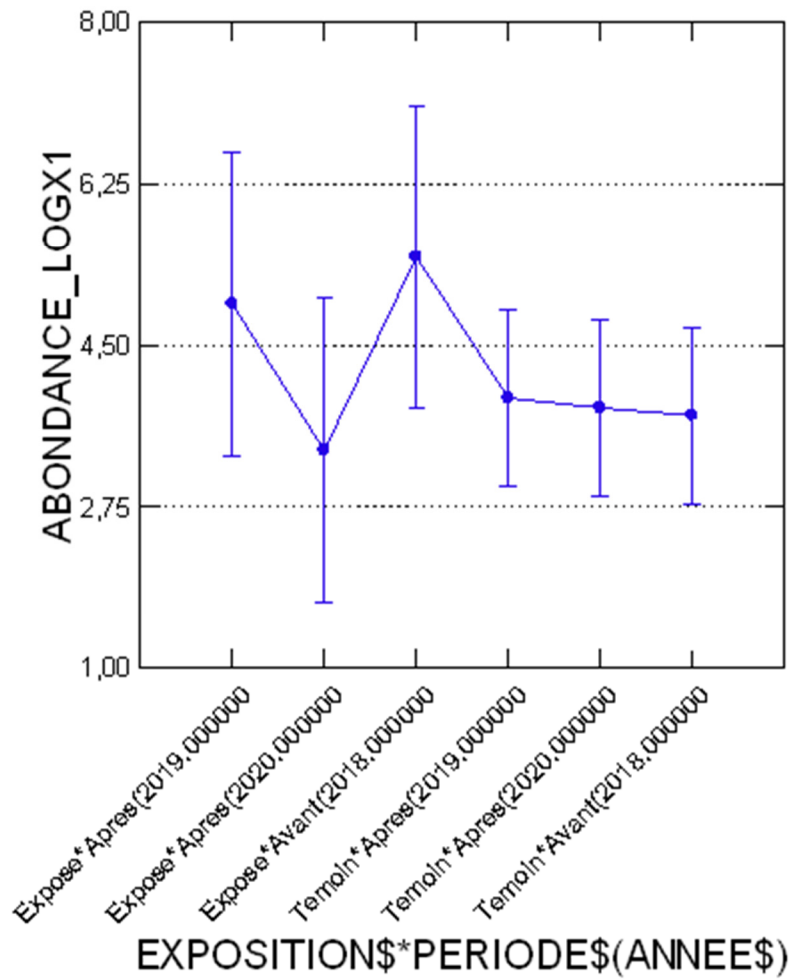


| Tukey's Honestly-Significant-Difference Test of effect PERIODE\$(ANNEE\$) |                    |            |                |       |         |                            |       |
|---|--------------------|------------|----------------|-------|---------|----------------------------|-------|
| PERIODE\$(ANNEE\$)  | PERIODE\$(ANNEE\$) | Difference | Standard Error | t     | p-Value | 95,00% Confidence Interval |       |
|   |                    |            |                |       |         | Lower                      | Upper |
| Avant(2018.000000)  | Apres(2019.000000) | 0,161      | 0,362          | 0,444 | 0,897   | -0,724                     | 1,046 |
|   | Apres(2020.000000) | 1,005      | 0,362          | 2,775 | 0,023   | 0,120                      | 1,890 |
| Apres(2019.000000)  | Apres(2020.000000) | 0,844      | 0,362          | 2,331 | 0,064   | -0,041                     | 1,729 |

| Least squares means for effect EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$) |          |                |     |       |         |                            |       |
|--|----------|----------------|-----|-------|---------|----------------------------|-------|
| Level  | Estimate | Standard Error | df  | t     | p-Value | 95,00% Confidence Interval |       |
|  |          |                |     |       |         | Lower                      | Upper |
| Expose*Avant(2018.000000)                                      | 5,454    | 0,811          | 366 | 6,726 | 0,000   | 3,809                      | 7,098 |
| Expose*Apres(2019.000000)                                      | 4,944    | 0,811          | 366 | 6,097 | 0,000   | 3,299                      | 6,588 |
| Expose*Apres(2020.000000)                                      | 3,361    | 0,811          | 364 | 4,145 | 0,000   | 1,717                      | 5,006 |
| Temoin*Avant(2018.000000)                                      | 3,738    | 0,468          | 367 | 7,986 | 0,000   | 2,789                      | 4,688 |
| Temoin*Apres(2019.000000)                                      | 3,927    | 0,468          | 368 | 8,389 | 0,000   | 2,978                      | 4,876 |
| Temoin*Apres(2020.000000)                                      | 3,821    | 0,468          | 368 | 8,163 | 0,000   | 2,872                      | 4,771 |



### Least Squares Means



**Tukey's Honestly-Significant-Difference Test of effect EXPOSITION\$\*PERIODE\$(ANNEE\$)**

| EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$) | EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$) | Difference | Standard Error | t     | p-Value | 95,00% Confidence Interval |       |
|---------------------------------|---------------------------------|------------|----------------|-------|---------|----------------------------|-------|
|                                 |                                 |            |                |       |         | Lower                      | Upper |
| Expose*Avant(2018.0000-00)      | Expose*Apres(2019.0000-00)      | 0,510      | 0,627          | 0,813 | 0,963   | -1,377                     | 2,397 |
|                                 | Expose*Apres(2020.0000-00)      | 2,093      | 0,627          | 3,337 | 0,022   | 0,206                      | 3,980 |
|                                 | Temoin*Avant(2018.0000-00)      | 1,716      | 0,936          | 1,832 | 0,459   | -1,101                     | 4,532 |

| Tukey's Honestly-Significant-Difference Test of effect EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$) |                                  |            |                |        |         |                            |       |
|--|----------------------------------|------------|----------------|--------|---------|----------------------------|-------|
| EXPOSITION\$*PERIODE\$(A-NNEE\$)   | EXPOSITION\$*PERIODE\$(A-NNEE\$) | Difference | Standard Error | t      | p-Value | 95,00% Confidence Interval |       |
|  |                                  |            |                |        |         | Lower                      | Upper |
|  | Temoin*Apres(2019.0000-00)       | 1,527      | 0,936          | 1,631  | 0,584   | -1,290                     | 4,344 |
|  | Temoin*Apres(2020.0000-00)       | 1,633      | 0,936          | 1,744  | 0,513   | -1,184                     | 4,449 |
| Expose*Apres(2019.0000-00)   | Expose*Apres(2020.0000-00)       | 1,583      | 0,627          | 2,523  | 0,144   | -0,304                     | 3,469 |
|  | Temoin*Avant(2018.0000-00)       | 1,205      | 0,936          | 1,287  | 0,790   | -1,611                     | 4,022 |
|  | Temoin*Apres(2019.0000-00)       | 1,017      | 0,936          | 1,086  | 0,884   | -1,800                     | 3,834 |
|  | Temoin*Apres(2020.0000-00)       | 1,122      | 0,936          | 1,199  | 0,835   | -1,695                     | 3,939 |
| Expose*Apres(2020.0000-00)   | Temoin*Avant(2018.0000-00)       | -0,377     | 0,936          | -0,403 | 0,999   | -3,194                     | 2,440 |
|  | Temoin*Apres(2019.0000-00)       | -0,566     | 0,936          | -0,604 | 0,990   | -3,383                     | 2,251 |
|  | Temoin*Apres(2020.0000-00)       | -0,460     | 0,936          | -0,492 | 0,996   | -3,277                     | 2,357 |
| Temoin*Avant(2018.0000-00)   | Temoin*Apres(2019.0000-00)       | -0,189     | 0,362          | -0,521 | 0,995   | -1,278                     | 0,901 |
|  | Temoin*Apres(2020.0000-00)       | -0,083     | 0,362          | -0,229 | 1,000   | -1,172                     | 1,006 |
| Temoin*Apres(2019.0000-00)   | Temoin*Apres(2020.0000-00)       | 0,106      | 0,362          | 0,292  | 1,000   | -0,984                     | 1,195 |

### 2.2.3 RICHESSE

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels      |             |             |           |           |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MI1    | ERPL-MI2    | ERPL-MI3    | ERPL-MI4  | ERPL-MI5  |
|                         | TRPL1-MI1   | TRPL1-MI2   | TRPL1-MI3   | TRPL1-MI4 | TRPL1-MI5 |
|                         | TRPL2-MI1   | TRPL2-MI2   | TRPL2-MI3   | TRPL2-MI4 | TRPL2-MI5 |
|                         | TRPL3-MI1   | TRPL3-MI2   | TRPL3-MI3   | TRPL3-MI4 | TRPL3-MI5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MI          |             |             |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL        | TRPL1       | TRPL2       | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose      | Temoin      |             |           |           |
| ANNEE\$ (3 levels)      | 2018.000000 | 2019.000000 | 2020.000000 |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après       | Avant       |             |           |           |

Dependent Variable : RICHESSE

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$(ANNEE\$), EXPOSITION\$\*PERIODE\$(ANNEE\$)

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 12

Columns in Z : 20

No. of Observations : 60

#### Fit Statistics

Final L-L : -92,519

-2L-L : 185,038

AIC : 201,038

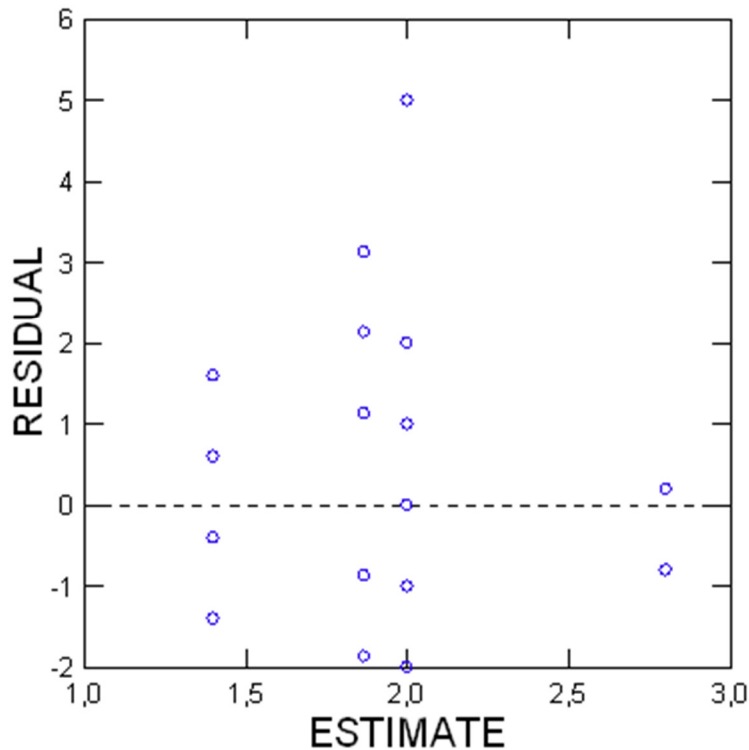
AIC(Corrected) : 203,862

BIC : 217,793

| Estimates of Covariance Components        |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 1,240    |
| Error variance                            | Variance Parameter | 0,689    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 0,032   | 0,861   |
| PERIODE\$(ANNEE\$)               | 2            | 36             | 3,202   | 0,053   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$)  | 2            | 36             | 2,234   | 0,122   |

Plot of Residuals vs. Predicted Values



Conditional residuals and marginal residuals have been saved.

## 2.2.4 SHANNON

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels      |             |             |           |           |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MI1    | ERPL-MI2    | ERPL-MI3    | ERPL-MI4  | ERPL-MI5  |
|                         | TRPL1-MI1   | TRPL1-MI2   | TRPL1-MI3   | TRPL1-MI4 | TRPL1-MI5 |
|                         | TRPL2-MI1   | TRPL2-MI2   | TRPL2-MI3   | TRPL2-MI4 | TRPL2-MI5 |
|                         | TRPL3-MI1   | TRPL3-MI2   | TRPL3-MI3   | TRPL3-MI4 | TRPL3-MI5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MI          |             |             |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL        | TRPL1       | TRPL2       | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose      | Temoin      |             |           |           |
| ANNEE\$ (3 levels)      | 2018.000000 | 2019.000000 | 2020.000000 |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après       | Avant       |             |           |           |

Dependent Variable : SHANNON

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$(ANNEE\$), EXPOSITION\$\*PERIODE\$(ANNEE\$)

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 12

Columns in Z : 19

No. of Observations : 53

### Fit Statistics

Final L-L : -45,110

-2L-L : 90,219

AIC : 106,219

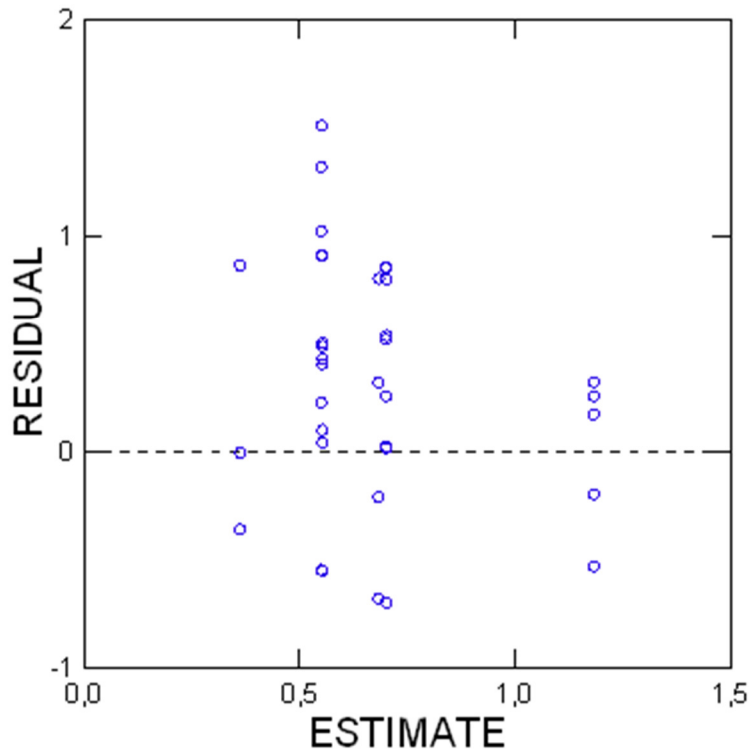
AIC(Corrected) : 109,492

BIC : 121,982

| Estimates of Covariance Components        |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 0,149    |
| Error variance                            | Variance Parameter | 0,220    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 17             | 0,318   | 0,580   |
| PERIODE\$(ANNEE\$)               | 2            | 30             | 3,711   | 0,036   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$)  | 2            | 30             | 1,676   | 0,204   |

Plot of Residuals vs. Predicted Values



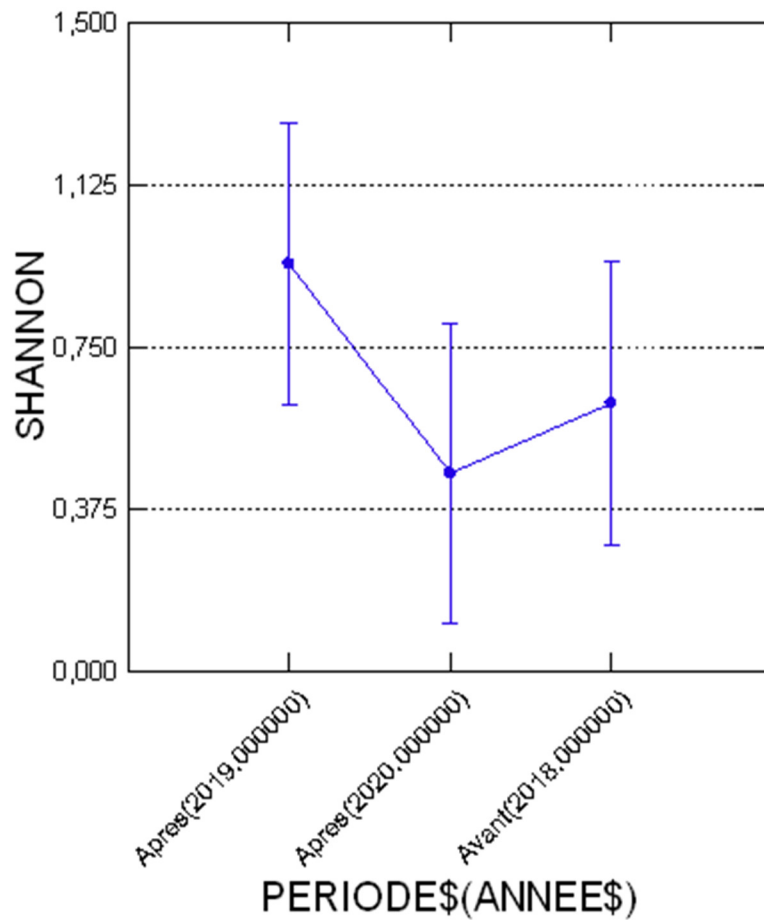
Conditional residuals and marginal residuals have been saved.

▼ Hypothesis Testing

**Least squares means for effect PERIODE\$(ANNEE\$)**

| Level              | Estimate | Standard Error | df | t     | p-Value | 95,00% Confidence Interval |       |
|--------------------|----------|----------------|----|-------|---------|----------------------------|-------|
|                    |          |                |    |       |         | Lower                      | Upper |
| Avant(2018.000000) | 0,620    | 0,161          | 30 | 3,850 | 0,001   | 0,291                      | 0,948 |
| Après(2019.000000) | 0,943    | 0,160          | 30 | 5,913 | 0,000   | 0,617                      | 1,269 |
| Après(2020.000000) | 0,458    | 0,169          | 30 | 2,707 | 0,011   | 0,112                      | 0,803 |

Least Squares Means



**Tukey's Honestly-Significant-Difference Test of effect PERIODE\$(ANNEE\$)**

| PERIODE\$(ANNEE\$) | PERIODE\$(ANNEE\$) | Difference | Standard Error | t      | p-Value | 95,00% Confidence Interval |       |
|--------------------|--------------------|------------|----------------|--------|---------|----------------------------|-------|
|                    |                    |            |                |        |         | Lower                      | Upper |
| Avant(2018.000000) | Après(2019.000000) | -0,324     | 0,176          | -1,835 | 0,176   | -0,758                     | 0,111 |
|                    | Après(2020.000000) | 0,162      | 0,185          | 0,875  | 0,660   | -0,294                     | 0,618 |
| Après(2019.000000) | Après(2020.000000) | 0,485      | 0,184          | 2,642  | 0,034   | 0,032                      | 0,938 |



### 2.2.5 EVENNESS (ÉQUITABILITÉ)

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels      |             |             |           |           |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MI1    | ERPL-MI2    | ERPL-MI3    | ERPL-MI4  | ERPL-MI5  |
|                         | TRPL1-MI1   | TRPL1-MI2   | TRPL1-MI3   | TRPL1-MI4 | TRPL1-MI5 |
|                         | TRPL2-MI1   | TRPL2-MI2   | TRPL2-MI3   | TRPL2-MI4 | TRPL2-MI5 |
|                         | TRPL3-MI1   | TRPL3-MI2   | TRPL3-MI3   | TRPL3-MI4 | TRPL3-MI5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MI          |             |             |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL        | TRPL1       | TRPL2       | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose      | Temoin      |             |           |           |
| ANNEE\$ (3 levels)      | 2018.000000 | 2019.000000 | 2020.000000 |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après       | Avant       |             |           |           |

Dependent Variable : EQUITABILITE

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$(ANNEE\$), EXPOSITION\$\*PERIODE\$(ANNEE\$)

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 12

Columns in Z : 14

No. of Observations : 32

#### Fit Statistics

Final L-L : 9,127

-2L-L : -18,254

AIC : -2,254

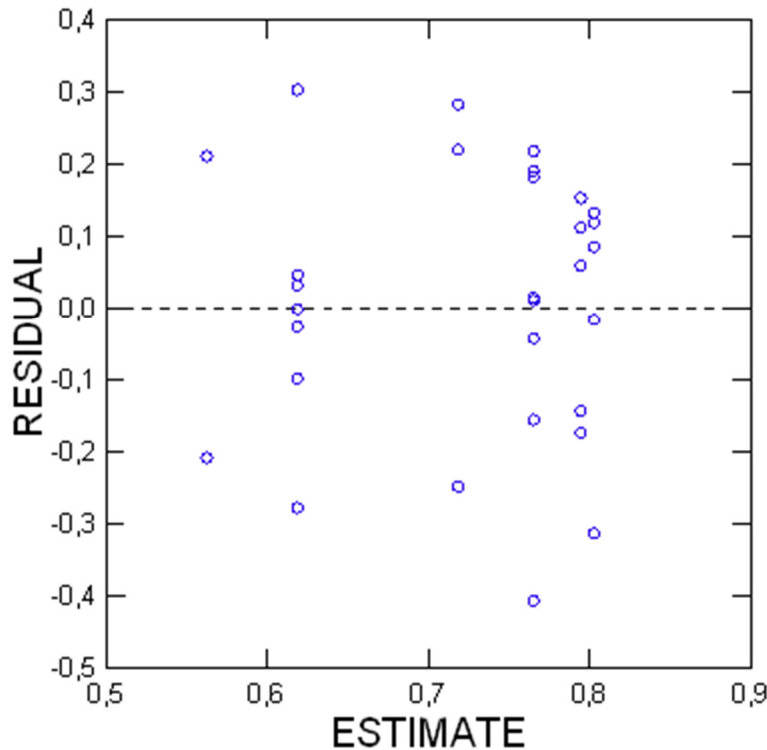
AIC(Corrected) : 4,007

BIC : 9,472

| Estimates of Covariance Components        |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 0,000    |
| Error variance                            | Variance Parameter | 0,033    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 12             | 0,267   | 0,615   |
| PERIODE\$(ANNEE\$)               | 2            | 14             | 1,213   | 0,327   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$)  | 2            | 14             | 1,684   | 0,221   |

Plot of Residuals vs. Predicted Values



Conditional residuals and marginal residuals have been saved.

## 2.2.6 CHIRONOMIDES

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels      |             |             |           |           |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MI1    | ERPL-MI2    | ERPL-MI3    | ERPL-MI4  | ERPL-MI5  |
|                         | TRPL1-MI1   | TRPL1-MI2   | TRPL1-MI3   | TRPL1-MI4 | TRPL1-MI5 |
|                         | TRPL2-MI1   | TRPL2-MI2   | TRPL2-MI3   | TRPL2-MI4 | TRPL2-MI5 |
|                         | TRPL3-MI1   | TRPL3-MI2   | TRPL3-MI3   | TRPL3-MI4 | TRPL3-MI5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MI          |             |             |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL        | TRPL1       | TRPL2       | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose      | Temoin      |             |           |           |
| ANNEE\$ (3 levels)      | 2018.000000 | 2019.000000 | 2020.000000 |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après       | Avant       |             |           |           |

Dependent Variable : CHIRONOMIDAE

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$(ANNEE\$), EXPOSITION\$\*PERIODE\$(ANNEE\$)

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 12

Columns in Z : 20

No. of Observations : 60

### Fit Statistics

Final L-L : -376,740

-2L-L : 753,481

AIC : 769,481

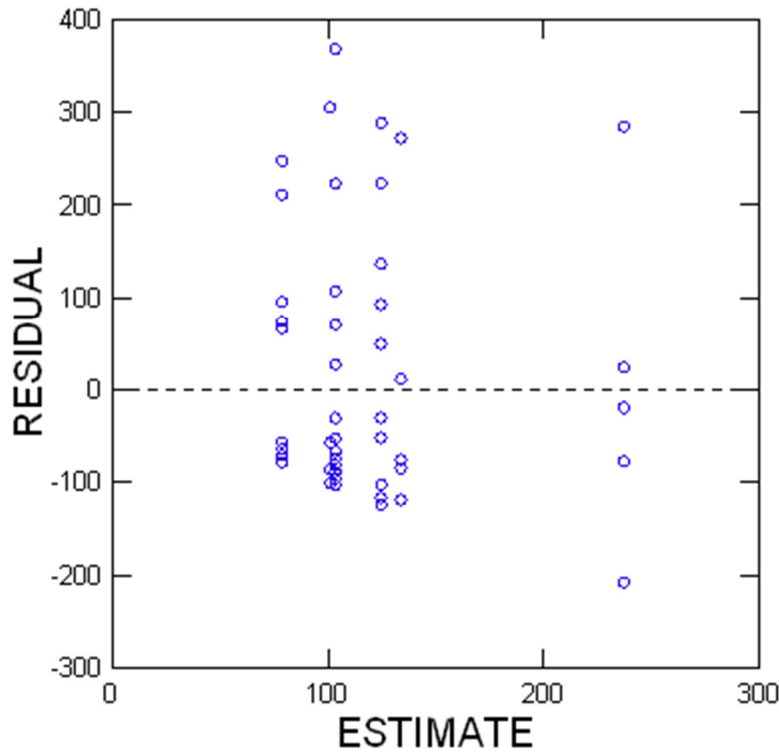
AIC(Corrected) : 772,305

BIC : 786,236

| Estimates of Covariance Components        |                    |            |
|---|--------------------|------------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate   |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 3 959,661  |
| Error variance                            | Variance Parameter | 13 488,549 |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 1,345   | 0,261   |
| PERIODE\$(ANNEE\$)               | 2            | 36             | 2,410   | 0,104   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$)  | 2            | 36             | 0,694   | 0,506   |

Plot of Residuals vs. Predicted Values



Conditional residuals and marginal residuals have been saved.

## 2.2.7 CHIRONOMIDES LOG X+1

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels      |             |             |           |           |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MI1    | ERPL-MI2    | ERPL-MI3    | ERPL-MI4  | ERPL-MI5  |
|                         | TRPL1-MI1   | TRPL1-MI2   | TRPL1-MI3   | TRPL1-MI4 | TRPL1-MI5 |
|                         | TRPL2-MI1   | TRPL2-MI2   | TRPL2-MI3   | TRPL2-MI4 | TRPL2-MI5 |
|                         | TRPL3-MI1   | TRPL3-MI2   | TRPL3-MI3   | TRPL3-MI4 | TRPL3-MI5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MI          |             |             |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL        | TRPL1       | TRPL2       | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose      | Temoin      |             |           |           |
| ANNEE\$ (3 levels)      | 2018.000000 | 2019.000000 | 2020.000000 |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après       | Avant       |             |           |           |

Dependent Variable : CHIRONOMIDES\_LOGX1

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$(ANNEE\$), EXPOSITION\$\*PERIODE\$(ANNEE\$)

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 12

Columns in Z : 20

No. of Observations : 60

### Fit Statistics

Final L-L : -111,849

-2L-L : 223,698

AIC : 239,698

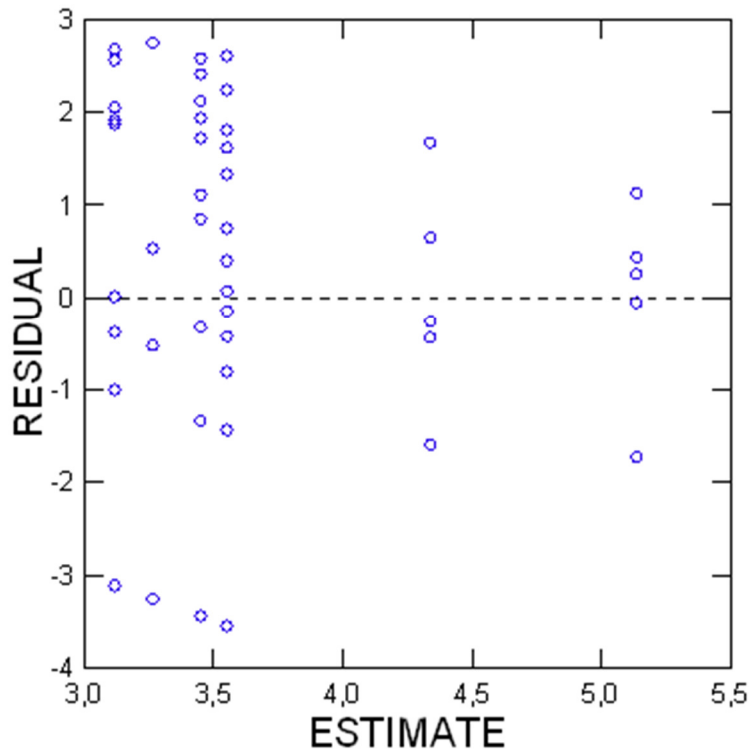
AIC(Corrected) : 242,522

BIC : 256,453

| Estimates of Covariance Components        |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 2,059    |
| Error variance                            | Variance Parameter | 1,383    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 1,134   | 0,301   |
| PERIODE\$(ANNEE\$)               | 2            | 36             | 3,441   | 0,043   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$)  | 2            | 36             | 1,618   | 0,212   |

Plot of Residuals vs. Predicted Values

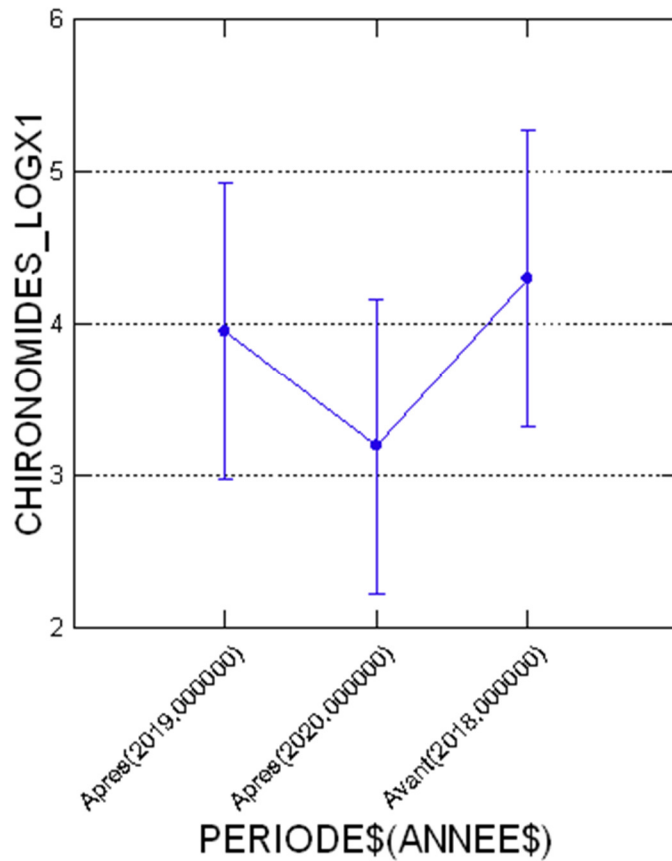


Conditional residuals and marginal residuals have been saved.

▼ Hypothesis Testing

| Least squares means for effect PERIODE\$(ANNEE\$) |          |                |    |       |         |                            |       |
|---|----------|----------------|----|-------|---------|----------------------------|-------|
| Level   | Estimate | Standard Error | df | t     | p-Value | 95,00% Confidence Interval |       |
|   |          |                |    |       |         | Lower                      | Upper |
| Avant(2018.000000)                                | 4,296    | 0,479          | 36 | 8,968 | 0,000   | 3,325                      | 5,268 |
| Après(2019.000000)                                | 3,948    | 0,479          | 36 | 8,242 | 0,000   | 2,976                      | 4,919 |
| Après(2020.000000)                                | 3,194    | 0,479          | 36 | 6,668 | 0,000   | 2,223                      | 4,166 |

Least Squares Means



| Tukey's Honestly-Significant-Difference Test of effect PERIODE\$(ANNEE\$) |                    |            |                |       |         |                            |       |
|---|--------------------|------------|----------------|-------|---------|----------------------------|-------|
| PERIODE\$(ANNEE\$)  | PERIODE\$(ANNEE\$) | Difference | Standard Error | t     | p-Value | 95,00% Confidence Interval |       |
|   |                    |            |                |       |         | Lower                      | Upper |
| Avant(2018.000000)  | Après(2019.000000) | 0,348      | 0,429          | 0,811 | 0,699   | -0,702                     | 1,398 |
|   | Après(2020.000000) | 1,102      | 0,429          | 2,566 | 0,038   | 0,052                      | 2,151 |
| Après(2019.000000)  | Après(2020.000000) | 0,754      | 0,429          | 1,755 | 0,199   | -0,296                     | 1,803 |

### 2.2.8 EPT

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels      |             |             |           |           |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MI1    | ERPL-MI2    | ERPL-MI3    | ERPL-MI4  | ERPL-MI5  |
|                         | TRPL1-MI1   | TRPL1-MI2   | TRPL1-MI3   | TRPL1-MI4 | TRPL1-MI5 |
|                         | TRPL2-MI1   | TRPL2-MI2   | TRPL2-MI3   | TRPL2-MI4 | TRPL2-MI5 |
|                         | TRPL3-MI1   | TRPL3-MI2   | TRPL3-MI3   | TRPL3-MI4 | TRPL3-MI5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MI          |             |             |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL        | TRPL1       | TRPL2       | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose      | Temoin      |             |           |           |
| ANNEE\$ (3 levels)      | 2018.000000 | 2019.000000 | 2020.000000 |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après       | Avant       |             |           |           |

Dependent Variable : EPT

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$(ANNEE\$), EXPOSITION\$\*PERIODE\$(ANNEE\$)

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 12

Columns in Z : 20

No. of Observations : 60

#### Fit Statistics

Final L-L : -206,765

-2L-L : 413,530

AIC : 429,530

AIC(Corrected) : 432,354

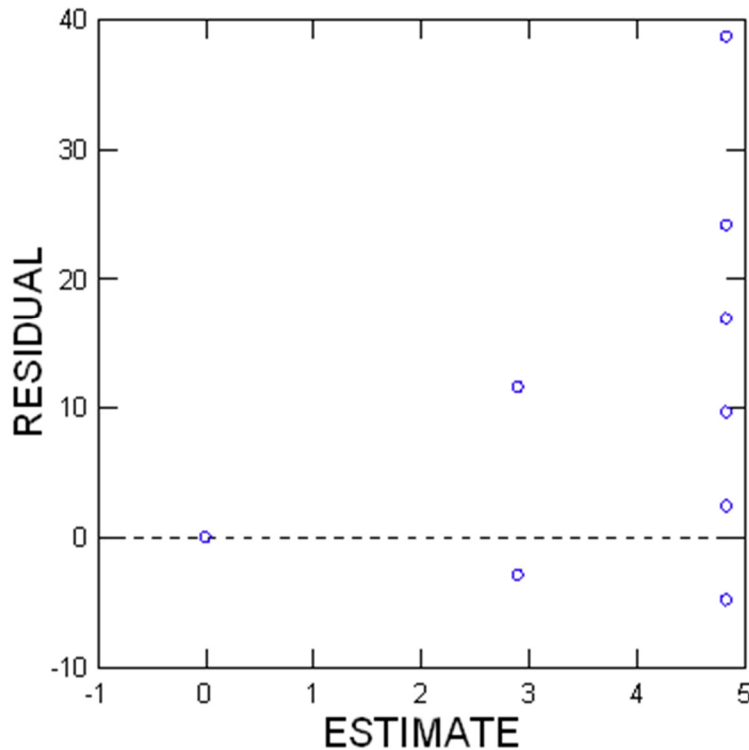
BIC : 446,285



| Estimates of Covariance Components        |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 0,000    |
| Error variance                            | Variance Parameter | 57,644   |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 0,992   | 0,332   |
| PERIODE\$(ANNEE\$)               | 2            | 36             | 0,081   | 0,922   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$)  | 2            | 36             | 1,296   | 0,286   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values



Conditional residuals and marginal residuals have been saved.

## 2.2.9 EPT LOG X+1

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels      |             |             |           |           |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MI1    | ERPL-MI2    | ERPL-MI3    | ERPL-MI4  | ERPL-MI5  |
|                         | TRPL1-MI1   | TRPL1-MI2   | TRPL1-MI3   | TRPL1-MI4 | TRPL1-MI5 |
|                         | TRPL2-MI1   | TRPL2-MI2   | TRPL2-MI3   | TRPL2-MI4 | TRPL2-MI5 |
|                         | TRPL3-MI1   | TRPL3-MI2   | TRPL3-MI3   | TRPL3-MI4 | TRPL3-MI5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MI          |             |             |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL        | TRPL1       | TRPL2       | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose      | Temoin      |             |           |           |
| ANNEE\$ (3 levels)      | 2018.000000 | 2019.000000 | 2020.000000 |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après       | Avant       |             |           |           |

Dependent Variable : EPT\_LOGX1

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$(ANNEE\$), EXPOSITION\$\*PERIODE\$(ANNEE\$)

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 12

Columns in Z : 20

No. of Observations : 60

### Fit Statistics

Final L-L : -81,315

-2L-L : 162,630

AIC : 178,630

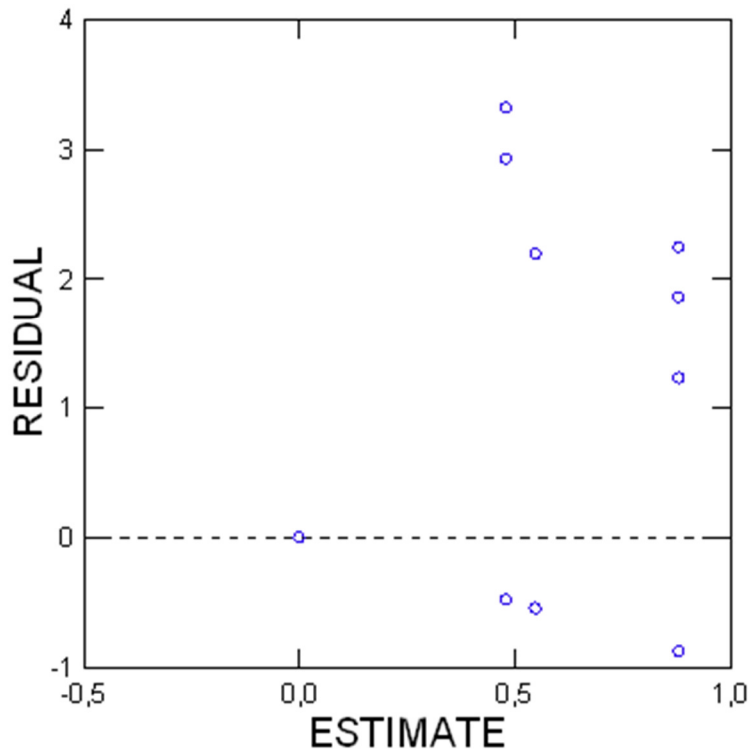
AIC(Corrected) : 181,454

BIC : 195,385

| Estimates of Covariance Components        |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 0,000    |
| Error variance                            | Variance Parameter | 0,880    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 0,937   | 0,346   |
| PERIODE\$(ANNEE\$)               | 2            | 36             | 0,196   | 0,823   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$)  | 2            | 36             | 2,313   | 0,114   |

Plot of Residuals vs. Predicted Values



Conditional residuals and marginal residuals have been saved.

### 2.2.10 EPT/C

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels      |             |             |           |           |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MI1    | ERPL-MI2    | ERPL-MI3    | ERPL-MI4  | ERPL-MI5  |
|                         | TRPL1-MI1   | TRPL1-MI2   | TRPL1-MI3   | TRPL1-MI4 | TRPL1-MI5 |
|                         | TRPL2-MI1   | TRPL2-MI2   | TRPL2-MI3   | TRPL2-MI4 | TRPL2-MI5 |
|                         | TRPL3-MI1   | TRPL3-MI2   | TRPL3-MI3   | TRPL3-MI4 | TRPL3-MI5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MI          |             |             |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL        | TRPL1       | TRPL2       | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose      | Temoin      |             |           |           |
| ANNEE\$ (3 levels)      | 2018.000000 | 2019.000000 | 2020.000000 |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après       | Avant       |             |           |           |

Dependent Variable : EPTC

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$(ANNEE\$), EXPOSITION\$\*PERIODE\$(ANNEE\$)

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 12

Columns in Z : 19

No. of Observations : 51

#### Fit Statistics

Final L-L : -32,806

-2L-L : 65,612

AIC : 81,612

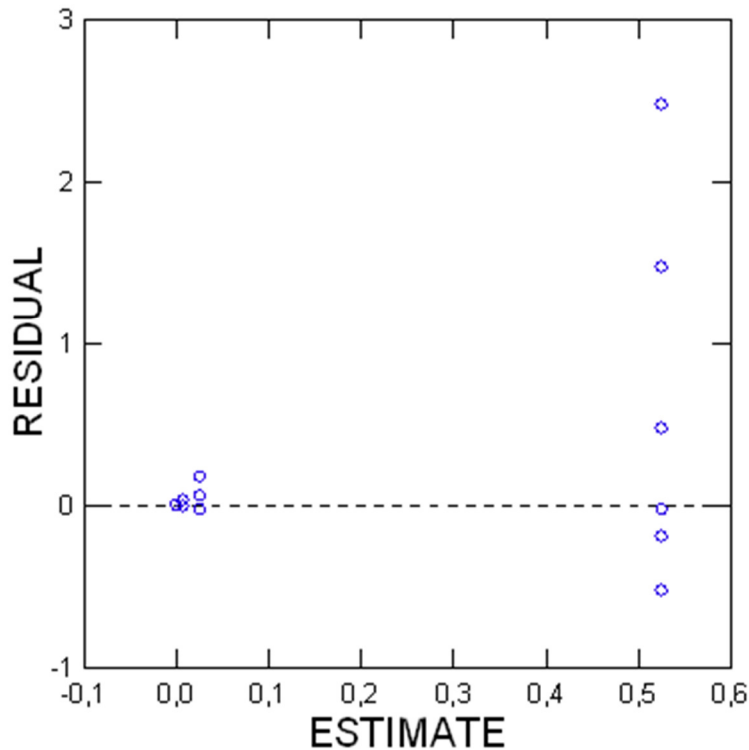
AIC(Corrected) : 85,041

BIC : 97,067

| Estimates of Covariance Components        |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 0,000    |
| Error variance                            | Variance Parameter | 0,212    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 17             | 1,562   | 0,228   |
| PERIODE\$(ANNEE\$)               | 2            | 28             | 1,307   | 0,287   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$)  | 2            | 28             | 1,348   | 0,276   |

Plot of Residuals vs. Predicted Values



Conditional residuals and marginal residuals have been saved.

### 2.2.11 DOMINANT

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels      |             |             |           |           |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-MI1    | ERPL-MI2    | ERPL-MI3    | ERPL-MI4  | ERPL-MI5  |
|                         | TRPL1-MI1   | TRPL1-MI2   | TRPL1-MI3   | TRPL1-MI4 | TRPL1-MI5 |
|                         | TRPL2-MI1   | TRPL2-MI2   | TRPL2-MI3   | TRPL2-MI4 | TRPL2-MI5 |
|                         | TRPL3-MI1   | TRPL3-MI2   | TRPL3-MI3   | TRPL3-MI4 | TRPL3-MI5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | MI          |             |             |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL        | TRPL1       | TRPL2       | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose      | Temoin      |             |           |           |
| ANNEE\$ (3 levels)      | 2018.000000 | 2019.000000 | 2020.000000 |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après       | Avant       |             |           |           |

Dependent Variable : DOMINANT

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$(ANNEE\$), EXPOSITION\$\*PERIODE\$(ANNEE\$)

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 12

Columns in Z : 19

No. of Observations : 53

#### Fit Statistics

Final L-L : -231,417

-2L-L : 462,834

AIC : 478,834

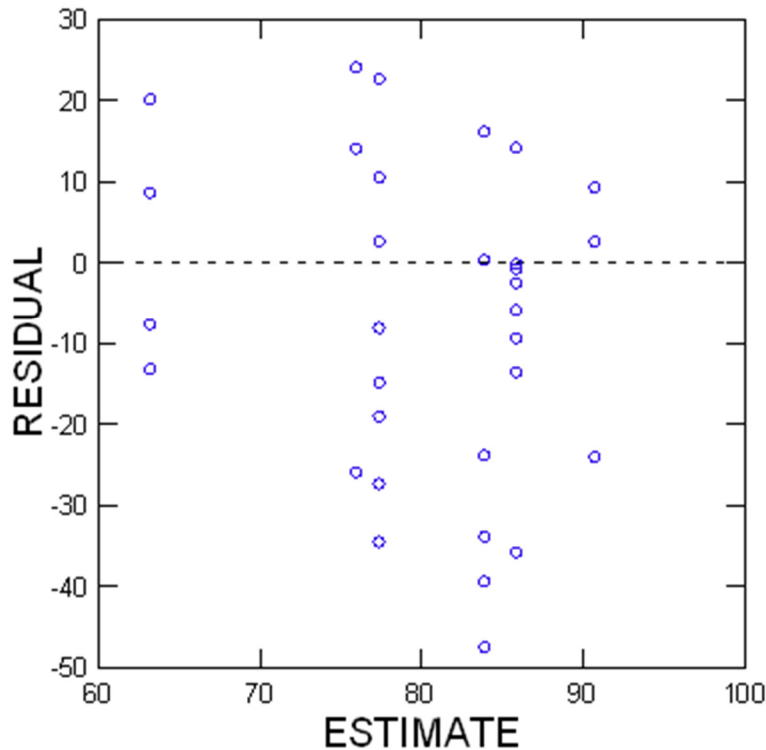
AIC(Corrected) : 482,106

BIC : 494,596

| Estimates of Covariance Components        |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 88,808   |
| Error variance                            | Variance Parameter | 291,553  |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 17             | 0,622   | 0,441   |
| PERIODE\$(ANNEE\$)               | 2            | 30             | 3,388   | 0,047   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$)  | 2            | 30             | 1,356   | 0,273   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values

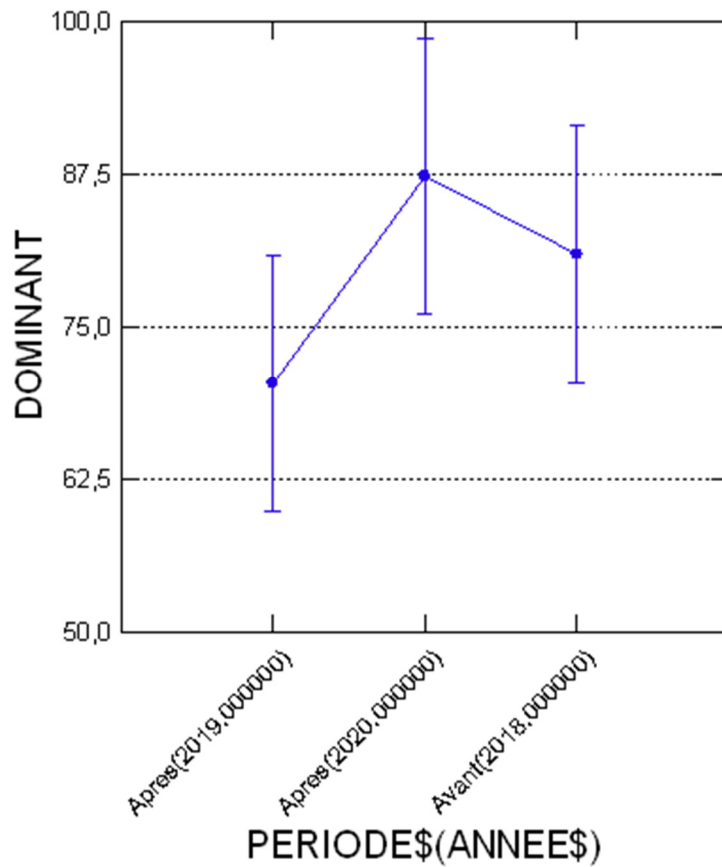


Conditional residuals and marginal residuals have been saved.

▼ Hypothesis Testing

| Least squares means for effect PERIODE\$(ANNEE\$) |          |                |    |        |         |                            |        |
|---|----------|----------------|----|--------|---------|----------------------------|--------|
| Level   | Estimate | Standard Error | df | t      | p-Value | 95,00% Confidence Interval |        |
|   |          |                |    |        |         | Lower                      | Upper  |
| Avant(2018.000000)                                | 80,949   | 5,181          | 30 | 15,624 | 0,000   | 70,368                     | 91,530 |
| Apres(2019.000000)                                | 70,336   | 5,127          | 30 | 13,719 | 0,000   | 59,865                     | 80,807 |
| Apres(2020.000000)                                | 87,351   | 5,490          | 30 | 15,910 | 0,000   | 76,138                     | 98,564 |

Least Squares Means



| Tukey's Honestly-Significant-Difference Test of effect PERIODE\$(ANNEE\$) |                    |            |                |        |         |                            |        |
|---|--------------------|------------|----------------|--------|---------|----------------------------|--------|
| PERIODE\$(ANNEE\$)  | PERIODE\$(ANNEE\$) | Difference | Standard Error | t      | p-Value | 95,00% Confidence Interval |        |
|   |                    |            |                |        |         | Lower                      | Upper  |
| Avant(2018.000000)  | Apres(2019.000000) | 10,613     | 6,411          | 1,655  | 0,239   | -5,193                     | 26,420 |
|   | Apres(2020.000000) | -6,402     | 6,703          | -0,955 | 0,610   | -22,928                    | 10,124 |
| Apres(2019.000000)  | Apres(2020.000000) | -17,015    | 6,662          | -2,554 | 0,041   | -33,438                    | -0,591 |



### 2.2.12 HOMOGENÉITÉ DES VARIANCES

| Variable           |                 | F-Ratio | df    | p-Value |
|--------------------|-----------------|---------|-------|---------|
| ABONDANCE          | Based on Mean   | 2,899   | 1, 58 | 0,094   |
|                    | Based on Median | 1,325   | 1, 58 | 0,254   |
| EQUITABILITE       | Based on Mean   | 0,707   | 1, 30 | 0,407   |
|                    | Based on Median | 0,464   | 1, 30 | 0,501   |
| RICHELLESSE        | Based on Mean   | 5,260   | 1, 58 | 0,025   |
|                    | Based on Median | 1,799   | 1, 58 | 0,185   |
| SHANNON            | Based on Mean   | 0,713   | 1, 51 | 0,402   |
|                    | Based on Median | 0,763   | 1, 51 | 0,387   |
| CHIRONOMIDES_LOGX1 | Based on Mean   | 1,280   | 1, 58 | 0,263   |
|                    | Based on Median | 1,919   | 1, 58 | 0,171   |
| CHIRONOMIDAE       | Based on Mean   | 1,802   | 1, 58 | 0,185   |
|                    | Based on Median | 0,895   | 1, 58 | 0,348   |
| EPT                | Based on Mean   | 2,614   | 1, 58 | 0,111   |
|                    | Based on Median | 0,891   | 1, 58 | 0,349   |
| EPT_LOGX1          | Based on Mean   | 2,538   | 1, 58 | 0,117   |
|                    | Based on Median | 0,802   | 1, 58 | 0,374   |
| EPTC               | Based on Mean   | 3,477   | 1, 49 | 0,068   |
|                    | Based on Median | 1,375   | 1, 49 | 0,247   |

| Variable        |                 | F-Ratio | df    | p-Value |
|-----------------|-----------------|---------|-------|---------|
| ABONDANCE_LOGX1 | Based on Mean   | 0,997   | 1, 58 | 0,322   |
|                 | Based on Median | 0,754   | 1, 58 | 0,389   |

| Variable |                 | F-Ratio | df    | p-Value |
|----------|-----------------|---------|-------|---------|
| DOMINANT | Based on Mean   | 0,049   | 1, 51 | 0,826   |
|          | Based on Median | 0,114   | 1, 51 | 0,737   |

### 2.2.13 NORMALITÉ DES RÉSIDUS

Kolmogorov-Smirnov One-Sample Test using Normal(0,00, 1,00) Distribution

#### 2.2.13.1 DOMINANT

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 53         | 0,214              | 0,000                           |

**2.2.13.2 EPT/C**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 51         | 0,382              | 0,000                           |

**2.2.13.3 EPT LOG X+1**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 60         | 0,367              | 0,000                           |

**2.2.13.4 EPT**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 60         | 0,367              | 0,000                           |

**2.2.13.5 CHIRONOMIDES LOG X+1**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 60         | 0,108              | 0,081                           |

**2.2.13.6 CHIRONOMIDES**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 60         | 0,218              | 0,000                           |

**2.2.13.7 EVENNESS**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 32         | 0,097              | 0,617                           |

**2.2.13.8 SHANNON**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 53         | 0,186              | 0,000                           |

**2.2.13.9 RICHESSE**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 60         | 0,118              | 0,038                           |

**2.2.13.10 ABONDANCES LOG X+1**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 60         | 0,091              | 0,234                           |

**2.2.13.11 ABONDANCES**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 60         | 0,198              | 0,000                           |

## 2.3 ZONE PROFONDE

### 2.3.1 ABONDANCES

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels      |             |             |           |           |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-PF10   | ERPL-PF6    | ERPL-PF7    | ERPL-PF8  | ERPL-PF9  |
|                         | TRPL1-PF1   | TRPL1-PF2   | TRPL1-PF3   | TRPL1-PF4 | TRPL1-PF5 |
|                         | TRPL2-PF10  | TRPL2-PF6   | TRPL2-PF7   | TRPL2-PF8 | TRPL2-PF9 |
|                         | TRPL3-PF1   | TRPL3-PF2   | TRPL3-PF3   | TRPL3-PF4 | TRPL3-PF5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | PF          |             |             |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL        | TRPL1       | TRPL2       | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose      | Temoin      |             |           |           |
| ANNEE\$ (3 levels)      | 2018.000000 | 2019.000000 | 2020.000000 |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après       | Avant       |             |           |           |

Dependent Variable : ABONDANCE

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$(ANNEE\$), EXPOSITION\$\*PERIODE\$(ANNEE\$)

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2  
 Columns in X : 12  
 Columns in Z : 20  
 No. of Observations : 60

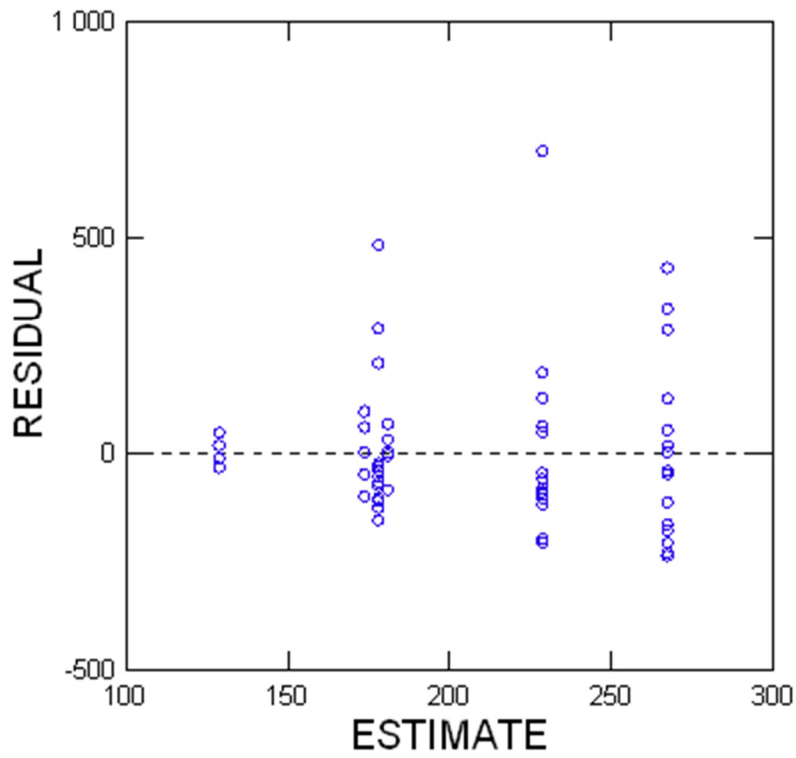
#### Fit Statistics

Final L-L : -387,350  
 -2L-L : 774,699  
 AIC : 790,699  
 AIC(Corrected) : 793,523  
 BIC : 807,454

| Estimates of Covariance Components        |                    |            |
|---|--------------------|------------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate   |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 15 452,636 |
| Error variance                            | Variance Parameter | 14 769,423 |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 0,745   | 0,400   |
| PERIODE\$(ANNEE\$)               | 2            | 36             | 1,253   | 0,298   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$)  | 2            | 36             | 0,173   | 0,842   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values



Conditional residuals and marginal residuals have been saved.

### 2.3.2 ABONDANCE LOG X+1

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels      |             |             |           |           |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-PF10   | ERPL-PF6    | ERPL-PF7    | ERPL-PF8  | ERPL-PF9  |
|                         | TRPL1-PF1   | TRPL1-PF2   | TRPL1-PF3   | TRPL1-PF4 | TRPL1-PF5 |
|                         | TRPL2-PF10  | TRPL2-PF6   | TRPL2-PF7   | TRPL2-PF8 | TRPL2-PF9 |
|                         | TRPL3-PF1   | TRPL3-PF2   | TRPL3-PF3   | TRPL3-PF4 | TRPL3-PF5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | PF          |             |             |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL        | TRPL1       | TRPL2       | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose      | Temoin      |             |           |           |
| ANNEE\$ (3 levels)      | 2018.000000 | 2019.000000 | 2020.000000 |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Apres       | Avant       |             |           |           |

Dependent Variable : ABONDANCE\_LOGX1

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$(ANNEE\$), EXPOSITION\$\*PERIODE\$(ANNEE\$)

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 12

Columns in Z : 20

No. of Observations : 60

#### Fit Statistics

Final L-L : -60,128

-2L-L : 120,255

AIC : 136,255

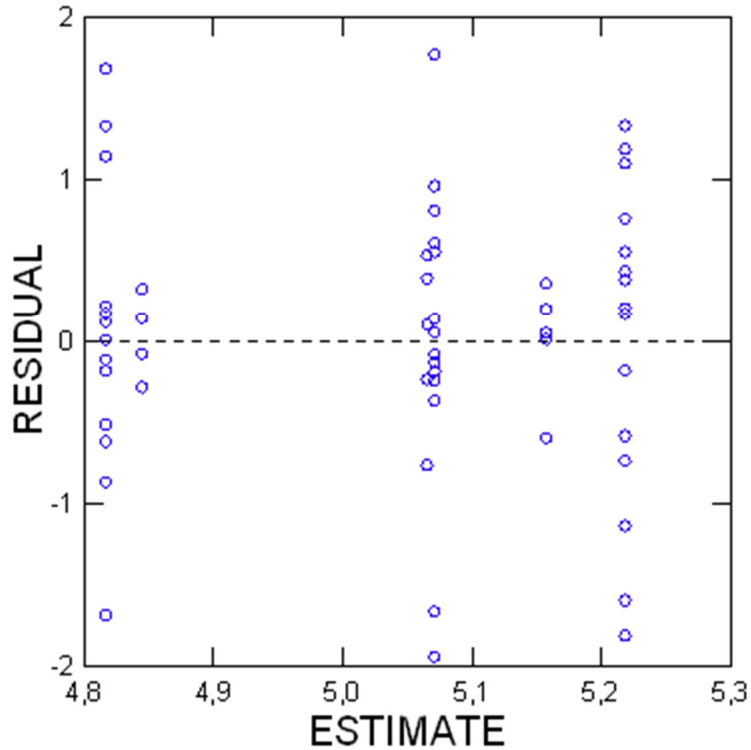
AIC(Corrected) : 139,079

BIC : 153,010

| Estimates of Covariance Components        |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 0,403    |
| Error variance                            | Variance Parameter | 0,238    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 0,001   | 0,972   |
| PERIODE\$(ANNEE\$)               | 2            | 36             | 1,866   | 0,169   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$)  | 2            | 36             | 0,245   | 0,784   |

Plot of Residuals vs. Predicted Values



Conditional residuals and marginal residuals have been saved.

### 2.3.3 RICHESSE

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels      |             |             |           |           |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-PF10   | ERPL-PF6    | ERPL-PF7    | ERPL-PF8  | ERPL-PF9  |
|                         | TRPL1-PF1   | TRPL1-PF2   | TRPL1-PF3   | TRPL1-PF4 | TRPL1-PF5 |
|                         | TRPL2-PF10  | TRPL2-PF6   | TRPL2-PF7   | TRPL2-PF8 | TRPL2-PF9 |
|                         | TRPL3-PF1   | TRPL3-PF2   | TRPL3-PF3   | TRPL3-PF4 | TRPL3-PF5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | PF          |             |             |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL        | TRPL1       | TRPL2       | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose      | Temoin      |             |           |           |
| ANNEE\$ (3 levels)      | 2018.000000 | 2019.000000 | 2020.000000 |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Apres       | Avant       |             |           |           |

Dependent Variable : RICHESSE

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$(ANNEE\$), EXPOSITION\$\*PERIODE\$(ANNEE\$)

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 12

Columns in Z : 20

No. of Observations : 60

#### Fit Statistics

Final L-L : -124,441

-2L-L : 248,882

AIC : 264,882

AIC(Corrected) : 267,705

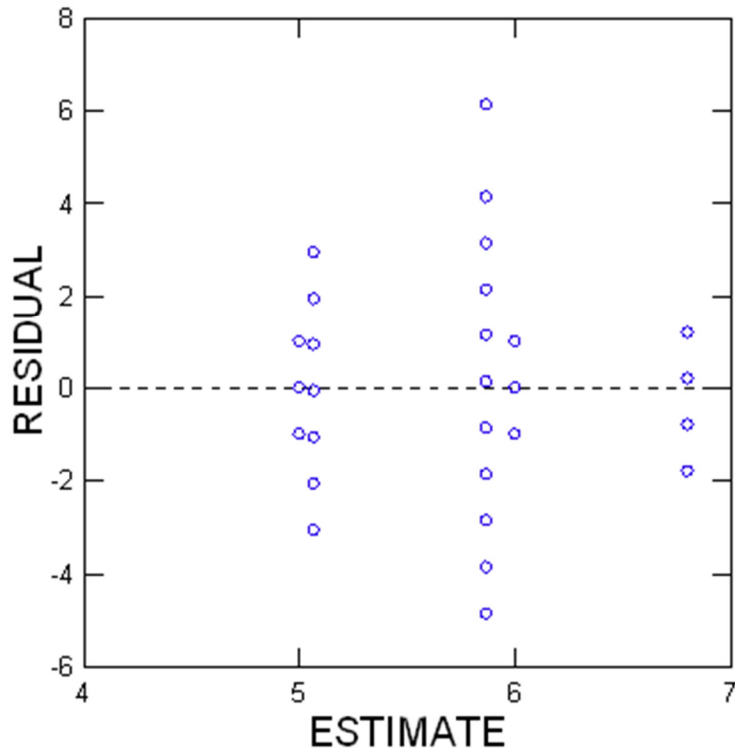
BIC : 281,637

| Estimates of Covariance Components        |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 1,833    |
| Error variance                            | Variance Parameter | 2,520    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 0,156   | 0,698   |
| PERIODE\$(ANNEE\$)               | 2            | 36             | 2,639   | 0,085   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$)  | 2            | 36             | 0,417   | 0,662   |



### Plot of Residuals vs. Predicted Values



Conditional residuals and marginal residuals have been saved.

### 2.3.4 SHANNON

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels      |             |             |           |           |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-PF10   | ERPL-PF6    | ERPL-PF7    | ERPL-PF8  | ERPL-PF9  |
|                         | TRPL1-PF1   | TRPL1-PF2   | TRPL1-PF3   | TRPL1-PF4 | TRPL1-PF5 |
|                         | TRPL2-PF10  | TRPL2-PF6   | TRPL2-PF7   | TRPL2-PF8 | TRPL2-PF9 |
|                         | TRPL3-PF1   | TRPL3-PF2   | TRPL3-PF3   | TRPL3-PF4 | TRPL3-PF5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | PF          |             |             |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL        | TRPL1       | TRPL2       | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose      | Temoin      |             |           |           |
| ANNEE\$ (3 levels)      | 2018.000000 | 2019.000000 | 2020.000000 |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Apres       | Avant       |             |           |           |

Dependent Variable : SHANNON

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$(ANNEE\$), EXPOSITION\$\*PERIODE\$(ANNEE\$)

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2  
 Columns in X : 12  
 Columns in Z : 20  
 No. of Observations : 60

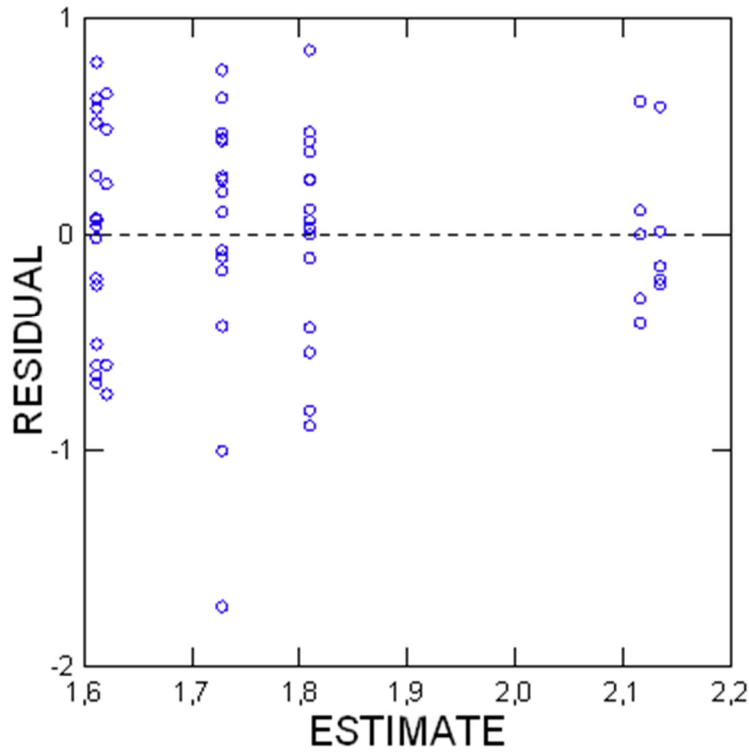
#### Fit Statistics

Final L-L : -44,316  
 -2L-L : 88,631  
 AIC : 104,631  
 AIC(Corrected) : 107,455  
 BIC : 121,386

| Estimates of Covariance Components        |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 0,017    |
| Error variance                            | Variance Parameter | 0,241    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 2,239   | 0,152   |
| PERIODE\$(ANNEE\$)               | 2            | 36             | 2,289   | 0,116   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$)  | 2            | 36             | 0,664   | 0,521   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values



Conditional residuals and marginal residuals have been saved.

### 2.3.5 EVENNESS (ÉQUITABILITÉ)

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels      |             |             |           |           |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-PF10   | ERPL-PF6    | ERPL-PF7    | ERPL-PF8  | ERPL-PF9  |
|                         | TRPL1-PF1   | TRPL1-PF2   | TRPL1-PF3   | TRPL1-PF4 | TRPL1-PF5 |
|                         | TRPL2-PF10  | TRPL2-PF6   | TRPL2-PF7   | TRPL2-PF8 | TRPL2-PF9 |
|                         | TRPL3-PF1   | TRPL3-PF2   | TRPL3-PF3   | TRPL3-PF4 | TRPL3-PF5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | PF          |             |             |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL        | TRPL1       | TRPL2       | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose      | Temoin      |             |           |           |
| ANNEE\$ (3 levels)      | 2018.000000 | 2019.000000 | 2020.000000 |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après       | Avant       |             |           |           |

Dependent Variable : EQUITABILITE

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$(ANNEE\$), EXPOSITION\$\*PERIODE\$(ANNEE\$)

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 12

Columns in Z : 20

No. of Observations : 59

#### Fit Statistics

Final L-L : 40,884

-2L-L : -81,768

AIC : -65,768

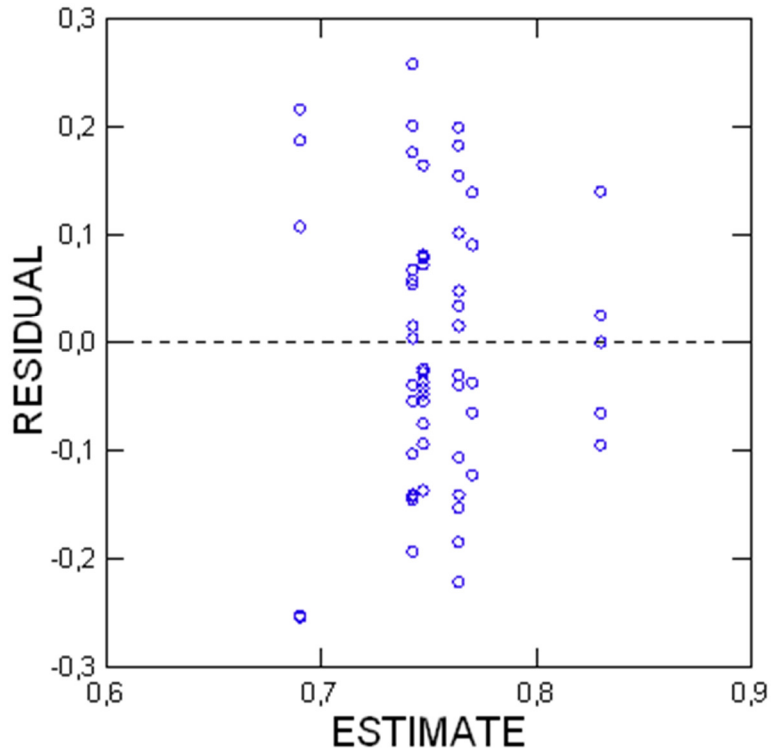
AIC(Corrected) : -62,888

BIC : -49,147

| Estimates of Covariance Components        |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 0,005    |
| Error variance                            | Variance Parameter | 0,011    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 0,064   | 0,803   |
| PERIODE\$(ANNEE\$)               | 2            | 35             | 1,868   | 0,169   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$)  | 2            | 35             | 1,543   | 0,228   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values



Conditional residuals and marginal residuals have been saved.

### 2.3.6 CHIRONOMIDE

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels      |             |             |           |           |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-PF10   | ERPL-PF6    | ERPL-PF7    | ERPL-PF8  | ERPL-PF9  |
|                         | TRPL1-PF1   | TRPL1-PF2   | TRPL1-PF3   | TRPL1-PF4 | TRPL1-PF5 |
|                         | TRPL2-PF10  | TRPL2-PF6   | TRPL2-PF7   | TRPL2-PF8 | TRPL2-PF9 |
|                         | TRPL3-PF1   | TRPL3-PF2   | TRPL3-PF3   | TRPL3-PF4 | TRPL3-PF5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | PF          |             |             |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL        | TRPL1       | TRPL2       | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose      | Temoin      |             |           |           |
| ANNEE\$ (3 levels)      | 2018.000000 | 2019.000000 | 2020.000000 |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après       | Avant       |             |           |           |

Dependent Variable : CHIRONOMIDAE

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$(ANNEE\$), EXPOSITION\$\*PERIODE\$(ANNEE\$)

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 12

Columns in Z : 20

No. of Observations : 60

#### Fit Statistics

Final L-L : -252,190

-2L-L : 504,379

AIC : 520,379

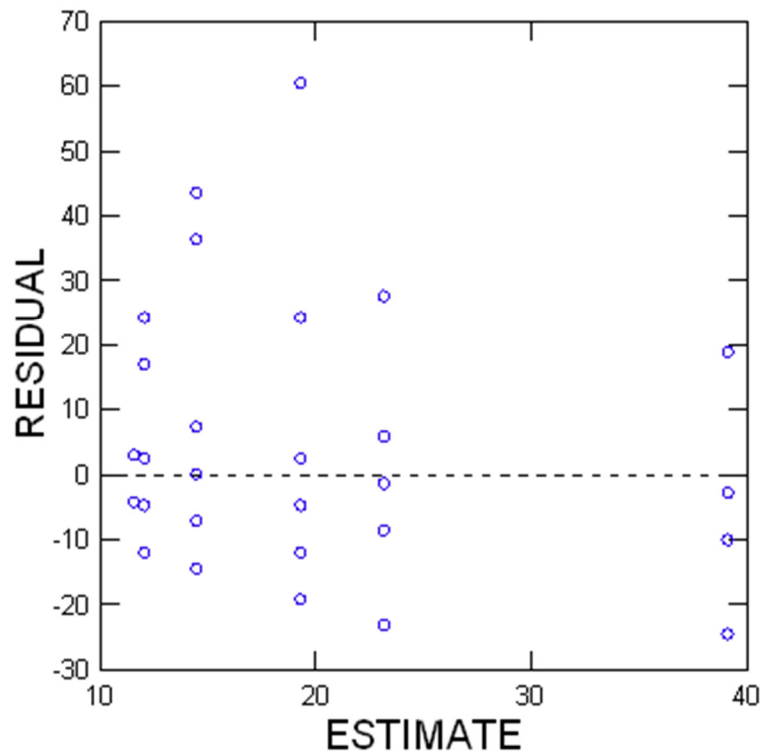
AIC(Corrected) : 523,203

BIC : 537,134

| Estimates of Covariance Components        |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 79,757   |
| Error variance                            | Variance Parameter | 201,930  |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 2,224   | 0,153   |
| PERIODE\$(ANNEE\$)               | 2            | 36             | 3,022   | 0,061   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$)  | 2            | 36             | 4,582   | 0,017   |

## Plot of Residuals vs. Predicted Values

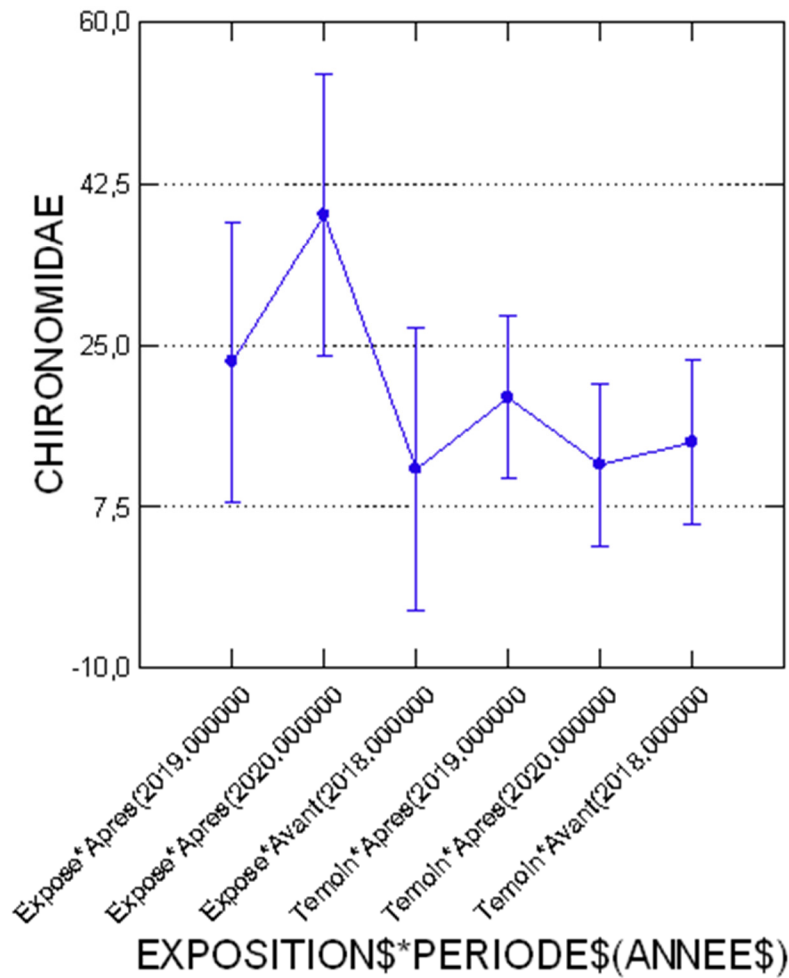


Conditional residuals and marginal residuals have been saved.

### ▼ Hypothesis Testing

| Least squares means for effect EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$) |          |                |    |       |         |                            |        |
|--|----------|----------------|----|-------|---------|----------------------------|--------|
| Level  | Estimate | Standard Error | df | t     | p-Value | 95,00% Confidence Interval |        |
|  |          |                |    |       |         | Lower                      | Upper  |
| Expose*Avant(2018.000000)                                      | 11,594   | 7,506          | 36 | 1,545 | 0,131   | -3,628                     | 26,817 |
| Expose*Apres(2019.000000)                                      | 23,188   | 7,506          | 36 | 3,089 | 0,004   | 7,966                      | 38,411 |
| Expose*Apres(2020.000000)                                      | 39,130   | 7,506          | 36 | 5,213 | 0,000   | 23,908                     | 54,353 |
| Temoin*Avant(2018.000000)                                      | 14,493   | 4,333          | 36 | 3,344 | 0,002   | 5,704                      | 23,281 |
| Temoin*Apres(2019.000000)                                      | 19,324   | 4,333          | 36 | 4,459 | 0,000   | 10,535                     | 28,112 |
| Temoin*Apres(2020.000000)                                      | 12,077   | 4,333          | 36 | 2,787 | 0,008   | 3,289                      | 20,866 |

### Least Squares Means



**Tukey's Honestly-Significant-Difference Test of effect EXPOSITION\$\*PERIODE\$(ANNEE\$)**

| EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$) | EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$) | Difference | Standard Error | t      | p-Value | 95,00% Confidence Interval |        |
|---------------------------------|---------------------------------|------------|----------------|--------|---------|----------------------------|--------|
|                                 |                                 |            |                |        |         | Lower                      | Upper  |
| Expose*Avant(2018.000000)       | Expose*Apres(2019.000000)       | -11,594    | 8,987          | -1,290 | 0,788   | -38,634                    | 15,445 |
|                                 | Expose*Apres(2020.000000)       | -27,536    | 8,987          | -3,064 | 0,044   | -54,576                    | -0,497 |
|                                 | Temoin*Avant(2018.000000)       | -2,899     | 8,667          | -0,334 | 0,999   | -28,974                    | 23,177 |



| Tukey's Honestly-Significant-Difference Test of effect EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$) |                                  |            |                |        |         |                            |        |
|--|----------------------------------|------------|----------------|--------|---------|----------------------------|--------|
| EXPOSITION\$*PERIODE\$(A-NNEE\$)   | EXPOSITION\$*PERIODE\$(A-NNEE\$) | Difference | Standard Error | t      | p-Value | 95,00% Confidence Interval |        |
|  |                                  |            |                |        |         | Lower                      | Upper  |
|  | Temoin*Apres(2019.0000-00)       | -7,729     | 8,667          | -0,892 | 0,946   | -33,805                    | 18,346 |
|  | Temoin*Apres(2020.0000-00)       | -0,483     | 8,667          | -0,056 | 1,000   | -26,559                    | 25,593 |
| Expose*Apres(2019.0000-00)   | Expose*Apres(2020.0000-00)       | -15,942    | 8,987          | -1,774 | 0,495   | -42,981                    | 11,097 |
|  | Temoin*Avant(2018.0000-00)       | 8,696      | 8,667          | 1,003  | 0,914   | -17,380                    | 34,771 |
|  | Temoin*Apres(2019.0000-00)       | 3,865      | 8,667          | 0,446  | 0,998   | -22,211                    | 29,940 |
|  | Temoin*Apres(2020.0000-00)       | 11,111     | 8,667          | 1,282  | 0,793   | -14,964                    | 37,187 |
| Expose*Apres(2020.0000-00)   | Temoin*Avant(2018.0000-00)       | 24,638     | 8,667          | 2,843  | 0,073   | -1,438                     | 50,713 |
|  | Temoin*Apres(2019.0000-00)       | 19,807     | 8,667          | 2,285  | 0,226   | -6,269                     | 45,882 |
|  | Temoin*Apres(2020.0000-00)       | 27,053     | 8,667          | 3,121  | 0,038   | 0,978                      | 53,129 |
| Temoin*Avant(2018.0000-00)   | Temoin*Apres(2019.0000-00)       | -4,831     | 5,189          | -0,931 | 0,936   | -20,442                    | 10,780 |
|  | Temoin*Apres(2020.0000-00)       | 2,415      | 5,189          | 0,466  | 0,997   | -13,196                    | 18,027 |
| Temoin*Apres(2019.0000-00)   | Temoin*Apres(2020.0000-00)       | 7,246      | 5,189          | 1,397  | 0,729   | -8,365                     | 22,858 |

### 2.3.7 CHIRONOMIDE\_LOGX1

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels      |             |             |           |           |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-PF10   | ERPL-PF6    | ERPL-PF7    | ERPL-PF8  | ERPL-PF9  |
|                         | TRPL1-PF1   | TRPL1-PF2   | TRPL1-PF3   | TRPL1-PF4 | TRPL1-PF5 |
|                         | TRPL2-PF10  | TRPL2-PF6   | TRPL2-PF7   | TRPL2-PF8 | TRPL2-PF9 |
|                         | TRPL3-PF1   | TRPL3-PF2   | TRPL3-PF3   | TRPL3-PF4 | TRPL3-PF5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | PF          |             |             |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL        | TRPL1       | TRPL2       | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose      | Temoin      |             |           |           |
| ANNEE\$ (3 levels)      | 2018.000000 | 2019.000000 | 2020.000000 |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Apres       | Avant       |             |           |           |

Dependent Variable : CHIRONOMIDES\_LOGX1

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$(ANNEE\$), EXPOSITION\$\*PERIODE\$(ANNEE\$)

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 12

Columns in Z : 20

No. of Observations : 60

#### Fit Statistics

Final L-L : -103,128

-2L-L : 206,255

AIC : 222,255

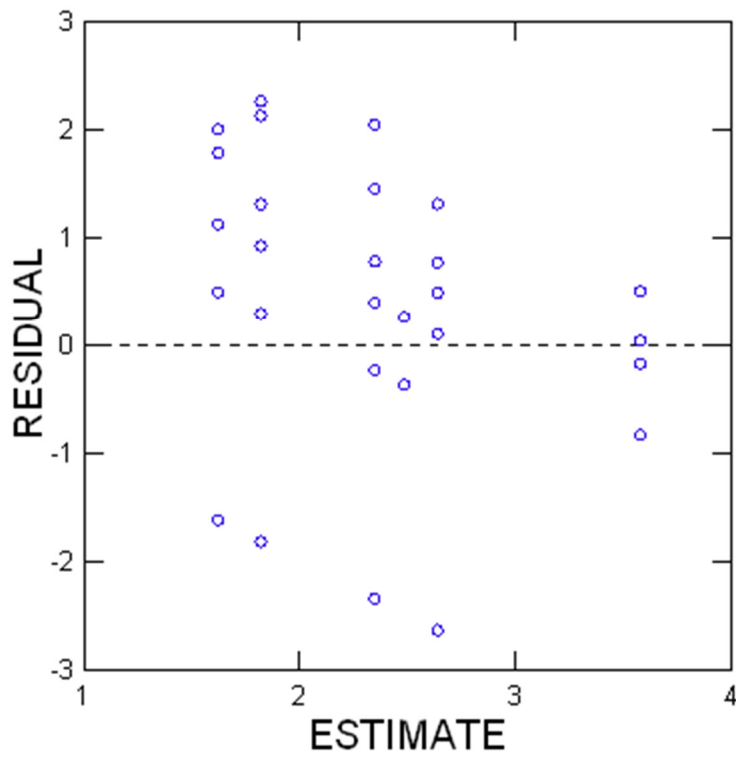
AIC(Corrected) : 225,079

BIC : 239,010

| Estimates of Covariance Components        |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 0,273    |
| Error variance                            | Variance Parameter | 1,586    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 4,415   | 0,050   |
| PERIODE\$(ANNEE\$)               | 2            | 36             | 0,518   | 0,600   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$)  | 2            | 36             | 1,810   | 0,178   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values



Conditional residuals and marginal residuals have been saved.

### 2.3.8 EPT

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels      |             |             |           |           |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-PF10   | ERPL-PF6    | ERPL-PF7    | ERPL-PF8  | ERPL-PF9  |
|                         | TRPL1-PF1   | TRPL1-PF2   | TRPL1-PF3   | TRPL1-PF4 | TRPL1-PF5 |
|                         | TRPL2-PF10  | TRPL2-PF6   | TRPL2-PF7   | TRPL2-PF8 | TRPL2-PF9 |
|                         | TRPL3-PF1   | TRPL3-PF2   | TRPL3-PF3   | TRPL3-PF4 | TRPL3-PF5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | PF          |             |             |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL        | TRPL1       | TRPL2       | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose      | Temoin      |             |           |           |
| ANNEE\$ (3 levels)      | 2018.000000 | 2019.000000 | 2020.000000 |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Apres       | Avant       |             |           |           |

Dependent Variable : EPT

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$(ANNEE\$), EXPOSITION\$\*PERIODE\$(ANNEE\$)

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 12

Columns in Z : 20

No. of Observations : 60

#### Fit Statistics

Final L-L : -261,247

-2L-L : 522,493

AIC : 538,493

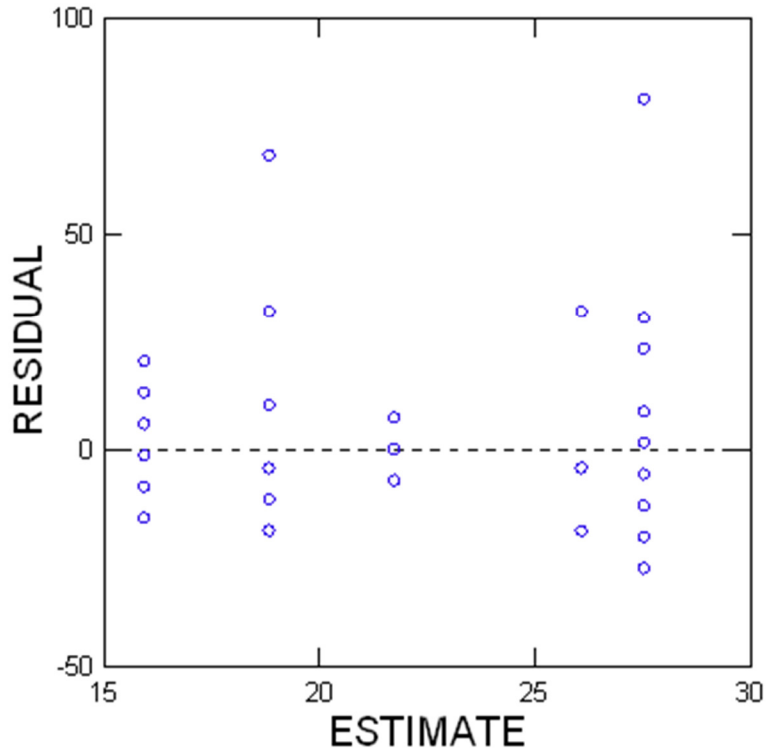
AIC(Corrected) : 541,317

BIC : 555,248

| Estimates of Covariance Components        |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 21,879   |
| Error variance                            | Variance Parameter | 333,788  |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 0,007   | 0,936   |
| PERIODE\$(ANNEE\$)               | 2            | 36             | 1,156   | 0,326   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$)  | 2            | 36             | 0,244   | 0,785   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values



Conditional residuals and marginal residuals have been saved.

### 2.3.9 EPT\_LOGX1

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels      |             |             |           |           |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-PF10   | ERPL-PF6    | ERPL-PF7    | ERPL-PF8  | ERPL-PF9  |
|                         | TRPL1-PF1   | TRPL1-PF2   | TRPL1-PF3   | TRPL1-PF4 | TRPL1-PF5 |
|                         | TRPL2-PF10  | TRPL2-PF6   | TRPL2-PF7   | TRPL2-PF8 | TRPL2-PF9 |
|                         | TRPL3-PF1   | TRPL3-PF2   | TRPL3-PF3   | TRPL3-PF4 | TRPL3-PF5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | PF          |             |             |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL        | TRPL1       | TRPL2       | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose      | Temoin      |             |           |           |
| ANNEE\$ (3 levels)      | 2018.000000 | 2019.000000 | 2020.000000 |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Apres       | Avant       |             |           |           |

Dependent Variable : EPT\_LOGX1

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$(ANNEE\$), EXPOSITION\$\*PERIODE\$(ANNEE\$)

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2  
 Columns in X : 12  
 Columns in Z : 20  
 No. of Observations : 60

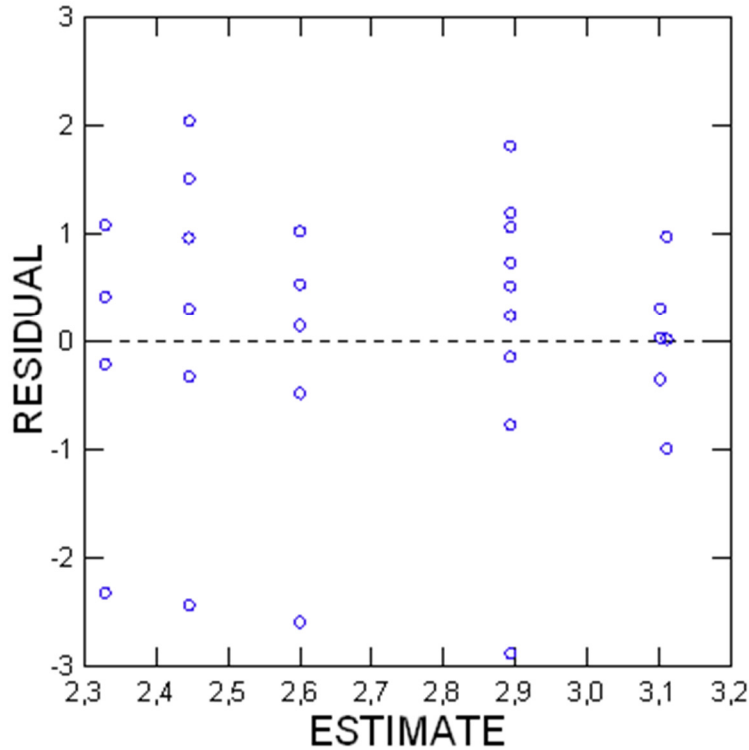
#### Fit Statistics

Final L-L : -84,322  
 -2L-L : 168,643  
 AIC : 184,643  
 AIC(Corrected) : 187,467  
 BIC : 201,398

| Estimates of Covariance Components        |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 0,000    |
| Error variance                            | Variance Parameter | 0,973    |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 0,466   | 0,504   |
| PERIODE\$(ANNEE\$)               | 2            | 36             | 1,580   | 0,220   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$)  | 2            | 36             | 0,369   | 0,694   |

Plot of Residuals vs. Predicted Values



Conditional residuals and marginal residuals have been saved.

### 2.3.10 EPTC

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels      |             |             |           |           |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-PF10   | ERPL-PF6    | ERPL-PF7    | ERPL-PF8  | ERPL-PF9  |
|                         | TRPL1-PF1   | TRPL1-PF2   | TRPL1-PF3   | TRPL1-PF4 | TRPL1-PF5 |
|                         | TRPL2-PF10  | TRPL2-PF6   | TRPL2-PF7   | TRPL2-PF8 | TRPL2-PF9 |
|                         | TRPL3-PF1   | TRPL3-PF2   | TRPL3-PF3   | TRPL3-PF4 | TRPL3-PF5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | PF          |             |             |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL        | TRPL1       | TRPL2       | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose      | Temoin      |             |           |           |
| ANNEE\$ (3 levels)      | 2018.000000 | 2019.000000 | 2020.000000 |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Apres       | Avant       |             |           |           |

Dependent Variable : EPTC

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$(ANNEE\$), EXPOSITION\$\*PERIODE\$(ANNEE\$)

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 12

Columns in Z : 20

No. of Observations : 43

#### Fit Statistics

Final L-L : -57,991

-2L-L : 115,982

AIC : 131,982

AIC(Corrected) : 136,217

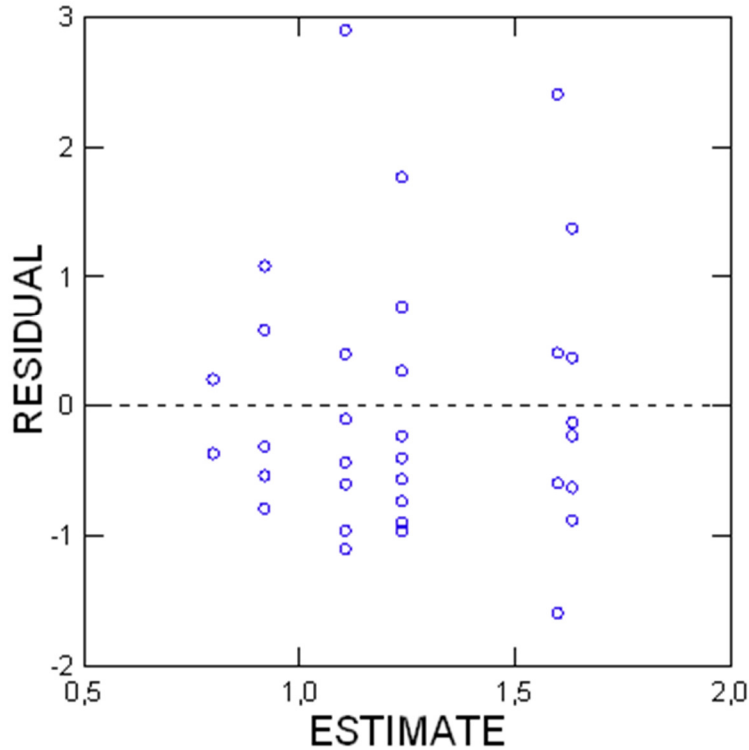
BIC : 146,072

| Estimates of Covariance Components        |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 0,102    |
| Error variance                            | Variance Parameter | 0,775    |



| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 0,430   | 0,520   |
| PERIODE\$(ANNEE\$)               | 2            | 19             | 0,475   | 0,629   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$)  | 2            | 19             | 1,587   | 0,230   |

Plot of Residuals vs. Predicted Values



Conditional residuals and marginal residuals have been saved.

### 2.3.11 DOMINANT

The categorical values encountered during processing are

| Variables               | Levels      |             |             |           |           |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| STATION\$ (20 levels)   | ERPL-PF10   | ERPL-PF6    | ERPL-PF7    | ERPL-PF8  | ERPL-PF9  |
|                         | TRPL1-PF1   | TRPL1-PF2   | TRPL1-PF3   | TRPL1-PF4 | TRPL1-PF5 |
|                         | TRPL2-PF10  | TRPL2-PF6   | TRPL2-PF7   | TRPL2-PF8 | TRPL2-PF9 |
|                         | TRPL3-PF1   | TRPL3-PF2   | TRPL3-PF3   | TRPL3-PF4 | TRPL3-PF5 |
| STRATE\$ (1 levels)     | PF          |             |             |           |           |
| SITE\$ (4 levels)       | ERPL        | TRPL1       | TRPL2       | TRPL3     |           |
| EXPOSITION\$ (2 levels) | Expose      | Temoin      |             |           |           |
| ANNEE\$ (3 levels)      | 2018.000000 | 2019.000000 | 2020.000000 |           |           |
| PERIODE\$ (2 levels)    | Après       | Avant       |             |           |           |

Dependent Variable : DOMINANT

Fixed Factor(s) : EXPOSITION\$, PERIODE\$(ANNEE\$), EXPOSITION\$\*PERIODE\$(ANNEE\$)

Fixed Covariate(s) : Intercept

Random Factor(s) : EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$)))

Estimation Method : Maximum Likelihood (ML)

#### Dimensions

Covariance Parameters : 2

Columns in X : 12

Columns in Z : 20

No. of Observations : 60

#### Fit Statistics

Final L-L : -249,342

-2L-L : 498,685

AIC : 514,685

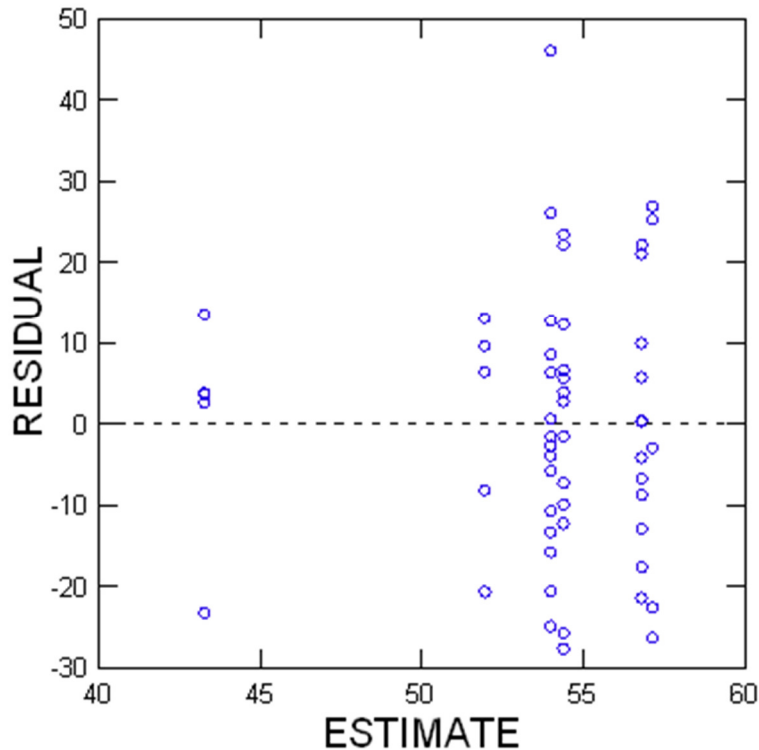
AIC(Corrected) : 517,508

BIC : 531,439

| Estimates of Covariance Components        |                    |          |
|---|--------------------|----------|
| Random Effect                             | Description        | Estimate |
| EXPOSITION\$(SITE\$(STRATE\$(STATION\$))) | Variance Parameter | 0,000    |
| Error variance                            | Variance Parameter | 238,301  |

| Type III Tests for Fixed Effects |              |                |         |         |
|----------------------------------|--------------|----------------|---------|---------|
| Effect                           | Numerator df | Denominator df | F-Ratio | p-Value |
| EXPOSITION\$                     | 1            | 18             | 0,860   | 0,366   |
| PERIODE\$(ANNEE\$)               | 2            | 36             | 1,095   | 0,345   |
| EXPOSITION\$*PERIODE\$(ANNEE\$)  | 2            | 36             | 0,519   | 0,599   |

### Plot of Residuals vs. Predicted Values



Conditional residuals and marginal residuals have been saved.

### 2.3.12 TEST HOMOGENÉITÉ DES VARIANCES

| Variable     |                 | F-Ratio | df     | p-Value |
|--------------|-----------------|---------|--------|---------|
| ABONDANCE    | Based on Mean   | 6,330   | 1, 580 | 0,015   |
|              | Based on Median | 4,229   | 1, 580 | 0,044   |
| RICHESSSE    | Based on Mean   | 6,112   | 1, 580 | 0,016   |
|              | Based on Median | 5,224   | 1, 580 | 0,026   |
| SHANNON      | Based on Mean   | 0,462   | 1, 580 | 0,499   |
|              | Based on Median | 0,469   | 1, 580 | 0,496   |
| EPT          | Based on Mean   | 1,415   | 1, 580 | 0,239   |
|              | Based on Median | 0,820   | 1, 580 | 0,369   |
| EQUITABILITE | Based on Mean   | 0,619   | 1, 570 | 0,435   |
|              | Based on Median | 0,439   | 1, 570 | 0,510   |
| CHIRONOMIDAE | Based on Mean   | 0,229   | 1, 580 | 0,634   |

| Variable           |                 | F-Ratio | df     | p-Value |
|--------------------|-----------------|---------|--------|---------|
|                    | Based on Median | 0,060   | 1, 580 | 0,808   |
| CHIRONOMIDES_LOGX1 | Based on Mean   | 3,986   | 1, 580 | 0,051   |
|                    | Based on Median | 3,786   | 1, 580 | 0,057   |
| EPT_LOGX1          | Based on Mean   | 0,470   | 1, 580 | 0,496   |
|                    | Based on Median | 0,867   | 1, 580 | 0,356   |
| EPTC               | Based on Mean   | 0,056   | 1, 410 | 0,814   |
|                    | Based on Median | 0,066   | 1, 410 | 0,798   |
| DOMINANT           | Based on Mean   | 0,611   | 1, 580 | 0,437   |
|                    | Based on Median | 0,515   | 1, 580 | 0,476   |

| Variable        |                 | F-Ratio | df     | p-Value |
|-----------------|-----------------|---------|--------|---------|
| ABONDANCE_LOGX1 | Based on Mean   | 7,101   | 1, 580 | 0,010   |
|                 | Based on Median | 6,983   | 1, 580 | 0,011   |

### 2.3.13 TEST NORMALITÉ DES RÉSIDUS

---

#### 2.3.13.1 DOMINANT

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 60         | 0,064              | 0,789                           |

---

#### 2.3.13.2 EPTC

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 43         | 0,143              | 0,027                           |

---

#### 2.3.13.3 EPT\_LOG

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 60         | 0,155              | 0,001                           |

---

#### 2.3.13.4 EPT

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 60         | 0,188              | 0,000                           |

**2.3.13.5 CHIRO\_LOG**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 60         | 0,127              | 0,018                           |

**2.3.13.6 CHIRO**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 60         | 0,117              | 0,041                           |

**2.3.13.7 EVENESS**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 59         | 0,066              | 0,750                           |

**2.3.13.8 SHANNON**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 60         | 0,093              | 0,204                           |

**2.3.13.9 RICHESSE**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 60         | 0,049              | 1,000                           |

**2.3.13.10 ABONDANCE\_LOG**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 60         | 0,080              | 0,414                           |

**2.3.13.11 ABONDANCE**

| Variable  | N of Cases | Maximum Difference | Lilliefors Probability (2-Tail) |
|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| CRESIDUAL | 60         | 0,158              | 0,001                           |

