

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 2021)

RÉF. WSP : 211-09917-00

DATE : MARS 2022





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
2021)**

RÉF. WSP : 211-09917-00
DATE : MARS 2022

VERSION FINALE

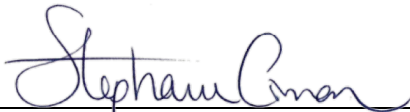
WSP CANADA INC.
2010, RUE POWELL
JONQUIÈRE (QUÉBEC) G7S 2Z3

TÉLÉPHONE : +1 418-548-3060
TÉLÉCOPIEUR : + 1 418-548-4191

WSP.COM

SIGNATURES

PRÉPARÉ PAR



Stéphanie Cimon, biologiste, Ph. D.
Assistante de projet

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	Marie-Claude Julien, technicienne de la faune Samantha Guay, technicienne de la faune Charles Otis, technicien de la faune Geoffrey Poulain, technicien de la faune Kiefer Thouin, technicien biochimiste
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. 2022. *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 2021)*. Rapport produit pour Rio tinto. 190 p. et annexes.

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 quatrième rapport de suivi (an 3) des invertébrés benthiques pour le **rechargement de plage en lac**. Ce rapport utilise l'approche statistique présentée en hiver 2021, dans le but de mieux répondre à l'objectif principal du suivi qui est de déterminer si les travaux de rechargement de plage affectent ou non les communautés d'invertébrés benthiques. Précédemment (2018-2019), 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 E). L'un des sites témoins a dû être déplacé en 2021 (an 3) puisque des épis ont été construits directement dans la zone de marnage supérieure.

Entre 2018 et 2021, des organismes ont été observés dans la majorité des stations à des densités totales jugées relativement faibles, variant entre 7 et 2 529 org./m² (moyenne de 188,6 org./m² en excluant les stations vides et 162,5 org./m² en les incluant). Toutefois, 33 stations ne présentaient aucun organisme, soit 14 % de toutes les stations échantillonnées depuis 2018, situées en majorité dans la zone de marnage supérieure (24 stations), suivi de la zone de marnage inférieure (9 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^e rang) et de la zone profonde (1^{er} rang). La richesse taxonomique qui présente le nombre total de taxons inventoriés par échantillon est plus faible pour la zone de marnage inférieure comparativement à la zone de marnage supérieure (2^e rang) et de la zone profonde (1^{er} 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. 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 généralement les assemblages.

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 et entre 2018 et 2021. Pour l'ensemble des sites, les abondances totales étaient plus faibles en 2021 qu'en 2018. De plus, la diversité a augmenté entre 2019 et 2020, alors que la contribution des dominants a diminué. Ceci s'explique par le fait que seulement 4 taxons étaient présents en 2019 et 2021 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 en 2021, 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 ni entre 2019 et 2021 pour les indicateurs unidimensionnels. 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 diminution des abondances totales et des abondances des chironomides a été observée de 2018 à 2021 entre avant et après les travaux. La richesse taxonomique était plus faible en 2020 et 2021 qu'en 2019. La diversité de Shannon a augmenté entre 2019 et 2018, puis diminué entre 2019 et 2020, et était généralement plus basse en 2021 qu'en 2018 ou 2019. La contribution des dominants a augmenté entre 2019 et 2020 et était également plus élevée en 2021 qu'en 2019. Les autres indicateurs n'ont pas montré de tendance globale que ce soit pour 2019, 2020 ou 2021 pour la zone de marnage inférieure.

Pour l'ensemble des sites de la zone profonde, une augmentation des abondances totales et des abondances des chironomides a été observée de 2018 à 2021 entre avant et après les travaux. L'indice EPT/C a diminué entre 2021 et 2018. La richesse a diminué entre 2018 et 2019, puis a augmenté entre 2019 et 2020, et était généralement plus élevée en 2021 qu'en 2019. La diversité de Shannon a diminué entre 2018 et 2019. L'équitabilité de Shannon a augmenté entre 2019 et 2020, puis diminué entre 2020 et 2021, et était plus faible en 2018 qu'en 2021. Les EPT et la contribution des dominants n'ont pas montré de tendances globales temporelles.

Globalement, la structure et la composition des communautés ont également varié annuellement, ce qui signifie que les abondances et l'identité des taxons ont varié entre les années pour l'ensemble de sites. De manière générale, la structure et la composition étaient plus similaires entre 2018 et 2021 qu'elles ne l'étaient en 2019 ou 2020. 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 des tendances des indicateurs du site « exposé » avec les tendances des sites témoins ont montré quelques effets ponctuels temporels et peu d'effets significatifs entre avant et après les travaux. Sur onze indicateurs statistiquement testables par zone, sept effets ponctuels ont été observés et deux effets ont été observés entre avant et après les travaux, dont seulement un l'a été pour l'ensemble du suivi.

— Effets ponctuels entre les années du suivi :

■ Zone de marnage supérieure :

- Les abondances totales étaient inférieures en 2021 par rapport à 2018 pour le site « exposé », mais elles sont comparables pour les témoins. Les abondances du site « exposé » ont généralement été supérieures à celles des sites témoins, sauf en 2021 (à l'exception de 2020 où l'un des sites témoins avait beaucoup d'organismes).
- Les chironomides ont approximativement été réduits de moitié au site « exposé », alors qu'ils ont doublé pour l'ensemble des sites témoins entre 2018 et 2021.

■ Zone de marnage inférieure :

- Les abondances totales étaient inférieures en 2020 par rapport à 2018 et en 2021 par rapport à 2019 pour le site « exposé », mais celles-ci étaient comparables pour les témoins. Les abondances au site « exposé » étaient plus élevées que pour les témoins en 2018, alors qu'elles sont davantage comparables aux témoins en 2020 et en 2021.
- La contribution des dominants a augmenté au site « exposé » en 2021 en comparaison à 2018 et 2019, alors qu'elle est davantage comparable pour les sites témoins.
- Les courbes de dominance ont montré une différence entre 2018 et 2021 qui est attribuable à une dominance par un seul taxon en 2021 au site « exposé ».

■ Zone profonde :

- Les abondances des chironomides sont plus élevées en 2020 par rapport à 2018 pour le site « exposé », mais elles sont comparables pour les témoins.
- Une différence en structure et composition entre 2018 et 2021 a été notée. Les différences ont été attribuées à deux oligochètes, l'un plus fréquent chez les témoins, l'autre plus fréquent au site « exposé ».

— Effets globaux entre avant et après les travaux :

- Lors du premier suivi (2018 vs 2019), aucun effet n'avait été détecté entre avant et après les travaux.
- Lors du suivi suivant (2018 vs 2019 à 2020), deux changements significatifs avaient été notés. Les deux effets observés étaient une diminution 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 augmenté pour la zone profonde au site « exposé » contrairement aux sites témoins qui n'ont pas montré une telle tendance. Toutefois, les abondances observées au site « exposé » restent relativement comparables aux abondances observées chez les témoins. De plus, l'ajout de 2021 au suivi est venu tempérer l'effet sur les chironomides pointant plutôt 2020 comme étant une année exceptionnelle pour l'abondance des chironomides au site « exposé » comme observé dans les effets ponctuels.

- Pour l'ensemble du suivi entre avant et après les travaux (2018 vs 2019 à 2021), le seul changement significatif obtenu concerne la diminution des abondances de manière plus prononcée au site « exposé » qu'aux sites témoins dans la zone de marnage inférieure. Il est important de rappeler les abondances observées se situent entre les abondances naturelles mesurées pour deux des sites témoins. Il est intéressant de noter que les abondances plus faibles observées chez les témoins sont attribuables à un seul des trois sites témoins, et son retrait fait en sorte qu'une diminution des abondances comparable au site « exposé » est aussi observée chez les témoins bien qu'elle soit plus prononcée au site « exposé ».

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. La majorité des effets ayant été observés étaient ponctuels et un seul effet interactif entre le site « exposé » et les témoins et la période avant ou après les travaux a été observé soit la diminution des abondances dans la zone de marnage inférieure. De plus, de nombreuses variations interannuelles ont été constatées pour l'ensemble des sites.

En conséquence, on peut conclure que les variations annuelles des divers facteurs façonnant les communautés d'invertébrés sont globalement plus importantes que les effets pouvant être associés aux travaux de rechargement de plage en lac à Saint-Henri-de-Taillon.

Étant donné la forte variabilité naturelle, le peu d'effets pouvant être attribuables aux travaux et le fait que plus le temps avance plus l'effet des travaux devrait s'estomper, il n'est pas recommandé de poursuivre le suivi des assemblages benthiques pour le rechargement de plage en lac à Saint-Henri-de-Taillon.

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION.....	1
1.1	Contexte	1
1.2	Objectifs et hypothèses	2
2	MÉTHODOLOGIE.....	5
2.1	Zone d'étude	5
2.1.1	Site « exposé »	5
2.1.2	Sites témoins	6
2.2	Échantillonnage.....	17
2.2.1	Période d'inventaire	17
2.2.2	Méthode d'échantillonnage.....	17
2.3	Laboratoire	19
2.3.1	Tri	19
2.3.1	Identification	21
2.4	Analyses statistiques.....	23
2.4.1	Indicateurs d'effets retenus.....	23
2.4.2	Scénarios d'analyses statistiques	29
2.4.3	Présentation des résultats	32
3	RÉSULTATS.....	35
3.1	Caractéristiques du site « exposé » et des sites témoins.....	35
3.2	Zone de marnage supérieure	41
3.2.1	Composition descriptive des communautés	41
3.2.2	Indicateurs des communautés.....	44
3.3	Zone de marnage inférieure	82
3.3.1	Composition descriptive des communautés	82
3.3.2	Indicateurs des communautés.....	85
3.4	Zone profonde	124
3.4.1	Composition descriptive des communautés	124
3.4.2	Indicateurs des communautés.....	128
3.5	Synthèse des résultats	171
4	CONCLUSION	185
	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	189

TABLEAUX

TABLEAU 1.	CLASSE GRANULOMÉTRIQUE SELON L'ÉCHELLE DE WENTWORTH	19
TABLEAU 2.	RÉSULTATS DU CONTRÔLE DE QUALITÉ SUR LE TRI DES ORGANISMES BENTHIQUES RÉCOLTÉS AU LAC SAINT-JEAN DE 2018 À 2021 À SAINT-HENRI-DE-TAILLON	21
TABLEAU 3.	RÉSULTATS DU CONTRÔLE DE QUALITÉ DU FRACTIONNEMENT DES ÉCHANTILLONS LORS DU TRI DES ORGANISMES BENTHIQUES DE 2019 À 2021	22
TABLEAU 4.	CARACTÉRISTIQUES DES SITES PAR ZONE DE PROFONDEUR D'ÉCHANTILLONNAGE DU BENTHOS DE 2018 À 2021.....	37
TABLEAU 5.	DENSITÉ D'ORGANISMES PAR STATION POUR CHACUN DES SITES ÉCHANTILLONNÉS DANS LA ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE EN 2018	53
TABLEAU 6.	DENSITÉ D'ORGANISMES PAR STATION POUR CHACUN DES SITES ÉCHANTILLONNÉS DANS LA ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE EN 2019	53
TABLEAU 7.	DENSITÉ D'ORGANISMES PAR STATION POUR CHACUN DES SITES ÉCHANTILLONNÉS DANS LA ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE EN 2020	55
TABLEAU 8.	DENSITÉ D'ORGANISMES PAR STATION POUR CHACUN DES SITES ÉCHANTILLONNÉS DANS LA ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE EN 2021	55
TABLEAU 9.	INDICES DE DIVERSITÉ DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES POUR LA ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE EN 2018	57
TABLEAU 10.	INDICES DE DIVERSITÉ DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES POUR LA ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE EN 2019	59
TABLEAU 11.	INDICES DE DIVERSITÉ DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES POUR LA ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE EN 2020	61
TABLEAU 12.	INDICES DE DIVERSITÉ DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS	

	BENTHIQUES POUR LA ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE EN 2021	63
TABLEAU 13.	STATISTIQUES DESCRIPTIVES DES INDICES DE DIVERSITÉ DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES POUR LA ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE DE 2018 À 2021.....	65
TABLEAU 14.	STATISTIQUES DESCRIPTIVES PAR NIVEAU D'EXPOSITION (« EXPOSÉ » OU TÉMOIN) ET DE PÉRIODE (AVANT OU APRÈS LES TRAVAUX) POUR LA ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE	69
TABLEAU 15.	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 2021	73
TABLEAU 16.	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 2021.....	74
TABLEAU 17.	RÉSUMÉ DES ANALYSES STATISTIQUES MULTIVARIÉES (PERMANOVA) DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES POUR LA ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE DE 2018 À 2021.....	78
TABLEAU 18.	RÉSUMÉ DES CONTRIBUTIONS DES TAXONS AUX DISSIMILARITÉS ENTRE LES ANNÉES POUR CHACUN DES SITES POUR LA ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE ENTRE 2018 ET 2019, ENTRE 2018 ET 2020 ET ENTRE 2018 ET 2021	81
TABLEAU 19.	DENSITÉ D'ORGANISMES PAR STATION POUR CHACUN DES SITES ÉCHANTILLONNÉS DANS LA ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE EN 2018.....	95
TABLEAU 20.	DENSITÉ D'ORGANISMES PAR STATION POUR CHACUN DES SITES ÉCHANTILLONNÉS DANS LA ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE EN 2019.....	95
TABLEAU 21.	DENSITÉ D'ORGANISMES PAR STATION POUR CHACUN DES SITES	

	ÉCHANTILLONNÉS DANS LA ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE EN 2020.....	97
TABLEAU 22.	DENSITÉ D'ORGANISMES PAR STATION POUR CHACUN DES SITES	
	ÉCHANTILLONNÉS DANS LA ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE EN 2021.....	97
TABLEAU 23.	INDICES DE DIVERSITÉ DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES POUR LA ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE EN 2018.....	99
TABLEAU 24.	INDICES DE DIVERSITÉ DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES POUR LA ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE EN 2019.....	101
TABLEAU 25.	INDICES DE DIVERSITÉ DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES POUR LA ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE EN 2020.....	103
TABLEAU 26.	INDICES DE DIVERSITÉ DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES POUR LA ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE EN 2021.....	105
TABLEAU 27.	STATISTIQUES DESCRIPTIVES DES INDICES DE DIVERSITÉ DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES POUR LA ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE DE 2018 À 2021	107
TABLEAU 28.	STATISTIQUES DESCRIPTIVES PAR NIVEAU D'EXPOSITION (« EXPOSÉ » OU TÉMOIN) ET DE PÉRIODE (AVANT OU APRÈS LES TRAVAUX) POUR LA ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE.....	111
TABLEAU 29.	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 2021	115
TABLEAU 30.	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 2021	116
TABLEAU 31.	RÉSUMÉ DES ANALYSES STATISTIQUES MULTIVARIÉES (PERMANOVA) DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS	

	BENTHIQUES POUR LA ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE DE 2018 À 2021	120
TABLEAU 32.	RÉSUMÉ DES CONTRIBUTIONS DES TAXONS AUX DISSIMILARITÉS ENTRE LES ANNÉES POUR CHACUN DES SITES POUR LA ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE ENTRE 2018 ET 2019, ENTRE 2018 ET 2020 ET ENTRE 2018 ET 2021	123
TABLEAU 33.	DENSITÉ D'ORGANISMES PAR STATION POUR CHACUN DES SITES ÉCHANTILLONNÉS DANS LA ZONE DE PROFONDE EN 2018	137
TABLEAU 34.	DENSITÉ D'ORGANISMES PAR STATION POUR CHACUN DES SITES ÉCHANTILLONNÉS DANS LA ZONE DE PROFONDE EN 2019	139
TABLEAU 35.	DENSITÉ D'ORGANISMES PAR STATION POUR CHACUN DES SITES ÉCHANTILLONNÉS DANS LA ZONE DE PROFONDE EN 2020	141
TABLEAU 36.	DENSITÉ D'ORGANISMES PAR STATION POUR CHACUN DES SITES ÉCHANTILLONNÉS DANS LA ZONE DE PROFONDE EN 2021	143
TABLEAU 37.	INDICES DE DIVERSITÉ DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES POUR LA ZONE DE PROFONDE EN 2018	145
TABLEAU 38.	INDICES DE DIVERSITÉ DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES POUR LA ZONE DE PROFONDE EN 2019	147
TABLEAU 39.	INDICES DE DIVERSITÉ DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES POUR LA ZONE DE PROFONDE EN 2020	149
TABLEAU 40.	INDICES DE DIVERSITÉ DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES POUR LA ZONE DE PROFONDE EN 2021	151
TABLEAU 41.	STATISTIQUES DESCRIPTIVES DES INDICES DE DIVERSITÉ DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES POUR LA ZONE DE PROFONDE DE 2018 À 2021	153
TABLEAU 42.	STATISTIQUES DESCRIPTIVES PAR NIVEAU D'EXPOSITION (« EXPOSÉ » OU	

	TÉMOIN) ET DE PÉRIODE (AVANT OU APRÈS LES TRAVAUX) POUR LA ZONE PROFONDE.....	157
TABLEAU 43.	DÉTAIL DES TAXONS COMMUNS ET UNIQUES À CHAQUE SITE POUR LE CALCUL DES PERTES DES COMMUNAUTÉS POUR LA ZONE PROFONDE ENTRE 2018 ET 2021	161
TABLEAU 44.	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 2021	162
TABLEAU 45.	RÉSUMÉ DES ANALYSES STATISTIQUES MULTIVARIÉES (PERMANOVA) DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES POUR LA ZONE DE PROFONDE DE 2018 À 2021	166
TABLEAU 46.	RÉSUMÉ DES CONTRIBUTIONS DES TAXONS AUX DISSIMILARITÉS ENTRE LES ANNÉES POUR CHACUN DES SITES POUR LA ZONE DE PROFONDE ENTRE 2018 ET 2019, ENTRE 2018 ET 2020 ET ENTRE 2018 ET 2021	169
TABLEAU 47.	RÉSUMÉ DES EFFETS POUR LA SOURCE ANNÉE DANS LA ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE.....	173
TABLEAU 48.	RÉSUMÉ DES EFFETS POUR LA SOURCE EXPOSITION × ANNÉE DANS LA ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE	174
TABLEAU 49.	RÉSUMÉ DES EFFETS POUR LA SOURCE ANNÉE DANS LA ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE	176
TABLEAU 50.	RÉSUMÉ DES EFFETS POUR LA SOURCE EXPOSITION × ANNÉE DANS LA ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE	177
TABLEAU 51.	RÉSUMÉ DES EFFETS POUR LA SOURCE ANNÉE DANS LA ZONE PROFONDE	179
TABLEAU 52.	RÉSUMÉ DES EFFETS POUR LA SOURCE EXPOSITION × ANNÉE DANS LA ZONE PROFONDE.....	180

FIGURES

FIGURE 1.	GESTION DES NIVEAUX D'EAU DU LAC SAINT-JEAN DANS LE CADRE DU PSBLSJ 2018-2027	17
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)	31
FIGURE 3.	ABONDANCE RELATIVE DES DIFFÉRENTS EMBRANCHEMENTS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES IDENTIFIÉS DANS LA ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE ENTRE 2018 ET 2021	43
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 2021	43
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 2021	44
FIGURE 6.	MOYENNES \pm ÉCART-TYPES DE (A) L'ABONDANCE TOTALE (NB D'ORGANISMES M2), (B) L'ABONDANCE DES CHIRONOMIDES (INDICE C, NB D'ORGANISMES M2), (C) L'ABONDANCE DES ÉPHÉMÉROPTÈRE-TRICHOPTÈRE-PLÉCOPTÈRE (INDICE	

	EPT; NB D'ORGANISMES M2) ET (D) LE RATIO DES ABONDANCES DE EPT (EN C) SUR L'ABONDANCE DES CHIRONOMIDES (EN B) POUR LA ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE.....	71
FIGURE 7.	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 SUPÉRIEURE	72
FIGURE 8.	INDICE DE PERTES DES COMMUNAUTÉS POUR LA ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE.....	73
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	79
FIGURE 10.	COURBES DE DOMINANCE BASÉES SUR LES MOYENNES DES ABONDANCES POUR LA ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE (STATIONS VIDES EXCLUES).....	80
FIGURE 11.	ABONDANCE RELATIVE DES DIFFÉRENTS EMBRANCHEMENTS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES IDENTIFIÉS DANS LA ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE ENTRE 2018 ET 2021	84
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 2021	84
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 2021	85

FIGURE 14.	MOYENNES \pm ÉCARTS-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 INFÉRIEURE	113
FIGURE 15.	MOYENNES \pm ÉCARTS-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 INFÉRIEURE	114
FIGURE 16.	INDICE DE PERTES DES COMMUNAUTÉS POUR LA ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE	115
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	121
FIGURE 18.	COURBES DE DOMINANCE BASÉES SUR LES MOYENNES DES ABONDANCES POUR LA ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE (STATIONS VIDES EXCLUES)	122
FIGURE 19.	ABONDANCE RELATIVE DES DIFFÉRENTS EMBRANCHEMENTS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES IDENTIFIÉS DANS LA ZONE PROFONDE ENTRE 2018 ET 2021	127
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 2021	127
FIGURE 21.	ABONDANCE RELATIVE DES DIFFÉRENTS ORDRES DE	

	L'EMBRANCHEMENT ARTHROPODA POUR LES INVERTÉBRÉS BENTHIQUES IDENTIFIÉS DANS LA ZONE PROFONDE ENTRE 2018 ET 2021	128
FIGURE 22.	MOYENNES ± ÉCARTS-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.....	159
FIGURE 23.	MOYENNES ± ÉCARTS-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.....	160
FIGURE 24.	INDICE DE PERTES DES COMMUNAUTÉS POUR LA ZONE PROFONDE.....	161
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	167
FIGURE 26.	COURBES DE DOMINANCE BASÉES SUR LES MOYENNES DES ABONDANCES POUR LA ZONE PROFONDE (STATIONS VIDES ONT ÉTÉ EXCLUES)	168

CARTES

CARTE 1.	LOCALISATION DES SITES D'INVENTAIRES 2018 À 2021	7
CARTE 2.	SITE « EXPOSÉ » ERPL – 2018 À 2021 88.15.01	9
CARTE 3.	SITE TÉMOIN TRPL1 – 2018 À 2021	11
CARTE 4.	SITE TÉMOIN TRPL2 – 2018 À 2021	13
CARTE 5.	SITE TÉMOIN TRPL3 – 2018 À 2021	15
CARTE 6.	LOCALISATION DES SITES D'INVENTAIRES 2018 À 2021 ET SYNTHÈSE DES RÉSULTATS	183

ANNEXES

A	PROTOCOLE 2018-2019 POUR LE SUIVI DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES AU LAC SAINT-JEAN	
B	PROTOCOLE 2018-2021 POUR LE SUIVI DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES AU LAC SAINT-JEAN	
C	CHOIX DES SITES POUR LE SUIVI EN 2018	
D	CHOIX DES SITES POUR LE SUIVI EN 2021	
E	PLAN DES TRAVAUX DE RECHARGEMENT DE PLAGE EN LAC AU SITE 88.15.01 (HIVER 2019)	
F	IDENTIFICATION DU BENTHOS, RAPPORTS DES EXPERTS	
G	LISTES DES TAXONS OBSERVÉS ENTRE 2018 ET 2021	
H	SORTIES STATISTIQUES DU LOGICIEL PRIMER ET PERMANOVA	
I	GRANULOMÉTRIE ET CARBONE ORGANIQUE TOTAL, CERTIFICATS D'ANALYSES	
J	CARACTÉRISTIQUES DES SITES	

1 INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE

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 et la diversité 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 vise à déterminer si les travaux ont un effet sur les assemblages d'invertébrés benthiques. Pour ce faire, le site exposé aux travaux est comparé à trois sites témoins pour chacune des profondeurs. Le suivi ne vise pas à comparer les sites, 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, 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 (p. ex. épi ou brise-lames) à l'embouchure de rivière;
- la nouvelle structure (p. ex. épi ou brise-lames) en lac;
- le nouvel empierrement (p. ex. nouveau perré) à l'embouchure de rivière;
- le nouvel empierrement (p. 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 A). Le protocole mis à jour à l'été 2021 est présenté à l'annexe B. 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 lequel un choix de site avait été déposé au MELCC et au MFFP pour approbation (annexe C). Pour la poursuite du programme de suivi, il a été proposé et accepté de débiter le suivi du **rechargement de plage à l'embouchure de rivière** à compter de l'année 2019 pour un deuxième des six volets. En 2021, il a été proposé d'ajouter un suivi pour un nouvel empiérement à l'embouchure de rivière (annexe D). Toutefois, les travaux n'ayant pas encore été approuvés, le suivi potentiel a été mis en suspens. Les sites témoins proposés pour ces travaux devront être acceptés par les ministères.

À l'hiver 2021, quatre épis ont été mis en place par le Parc national de la Pointe-Taillon à Saint-Henri-de-Taillon directement dans la zone de marnage supérieure de l'un des sites témoin du rechargement de plage en lac, et un nouveau site témoin a été proposé pour le remplacer (annexe D). Le nouveau site proposé a été accepté à l'exception de la zone profonde qui a été relocalisée à la demande des ministères.

Le présent document constitue le quatrième rapport de suivi (an 3) des invertébrés benthiques pour le **rechargement de plage en lac**. Il contient une description de la méthodologie d'échantillonnage ainsi qu'une présentation des résultats obtenus. Une conclusion complète le document. Ce rapport utilise la nouvelle approche statistique présentée en 2021, 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 (2018-2019), 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.

1.2 OBJECTIFS ET HYPOTHÈSES

Spécifiquement, les objectifs pour chacune des zones de profondeurs sont de :

- vérifier la présence d'un effet des travaux de stabilisation sur les différents indicateurs d'effets retenus (voir section 2.4 pour les détails) :
 - il sera considéré que les travaux ont potentiellement un effet si l'interaction entre Exposition et 'Période' est significative.
- documenter la variabilité naturelle observée spatialement (sites) et temporellement (années) pour les différents indicateurs d'effets retenus :
 - les indicateurs d'effets seront examinés entre les années ainsi qu'avant et après les travaux pour l'ensemble des sites (incluant le site « exposé »).

Les hypothèses nulles sont :

- les travaux n'ont pas eu d'effets sur les assemblages benthiques, soit que les tendances observées au site exposé seront les mêmes que chez les témoins;
- le temps et l'espace n'ont pas d'effet sur les indicateurs d'effets.

Les hypothèses alternatives sont :

- les travaux ont un effet sur les assemblages benthiques, soit que les tendances observées au site exposé sont différentes (peu importe comment elles sont différentes) de celles observées chez les témoins;
- le temps ou l'espace ont un effet sur les indicateurs d'effets.

Il est attendu que la variabilité naturelle soit élevée et qu'elle sera plus importante que la variabilité pouvant être attribuée aux travaux. Il est attendu que la variabilité entre les sites (spatiale) soit élevée. Ainsi, un effet observé pour l'interaction Exposition × 'Période' ne serait pas forcément identifié hors de tout doute comme attribuable aux travaux.

2 MÉTHODOLOGIE

2.1 ZONE D'ÉTUDE

La zone d'étude a été définie en 2018 en fonction du site « exposé »¹ et de ses sites témoins associés. Le site « exposé » se définit comme un site où des travaux seront réalisés dans le cadre du PSBLSJ. La présente étude concerne des travaux de rechargement de plage en lac. 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 trouver 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, annexe C). 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 pas fait l'objet d'intervention minimalement dans les cinq 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 (cartes 1 et 2). 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 sont 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 vers le nord-ouest 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 il n'y a 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

¹ 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.

respecte 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 ».

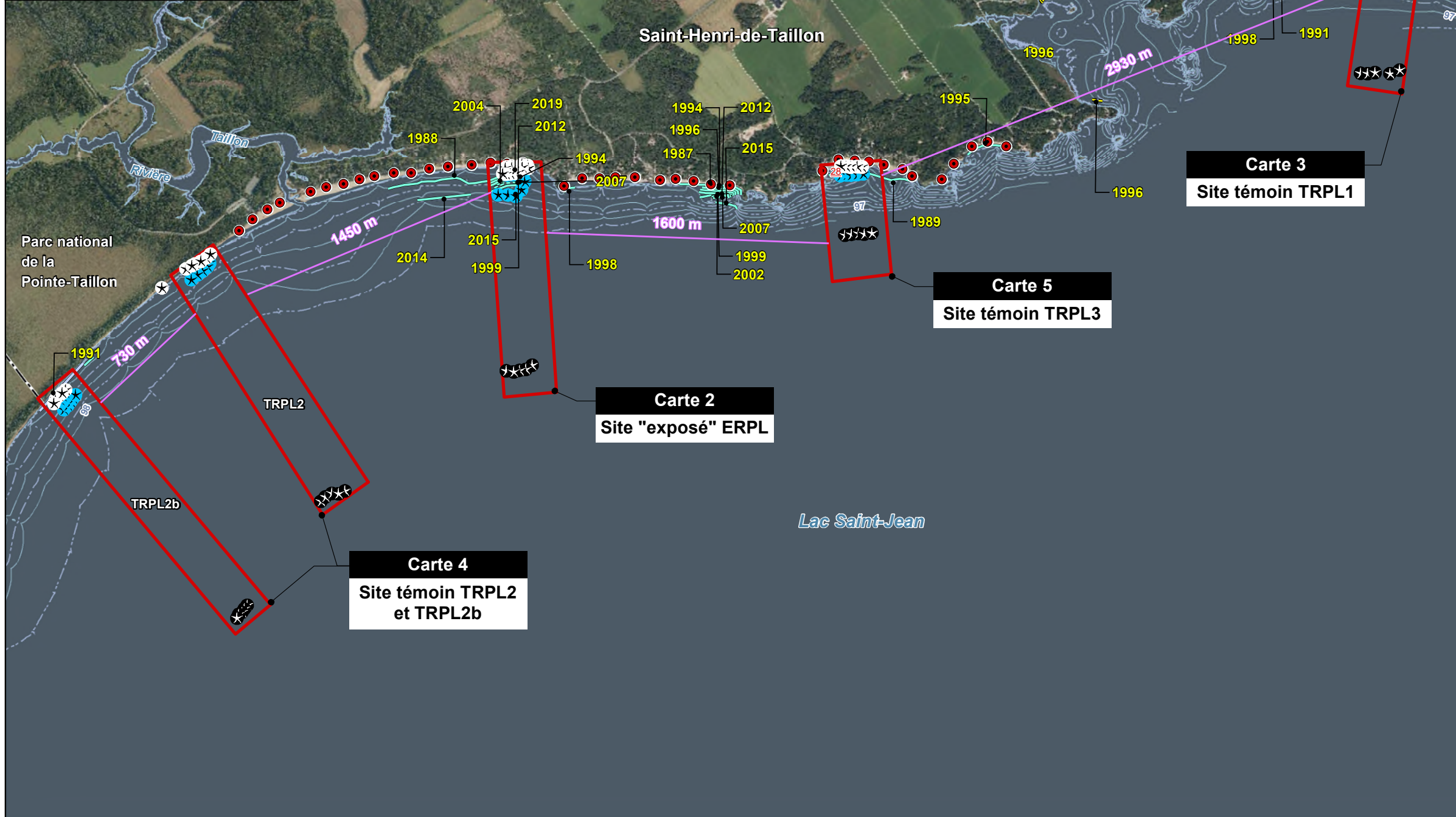
Les travaux réalisés à l'automne 2018 consistaient en un rechargement de sable d'une dimension variant entre 0 et 5 mm, à raison de 50 tonnes par mètre, sur une longueur d'environ 160 m avec une épaisseur variable d'environ 1,5 m en rive et dans la zone de marnage sur une largeur d'environ 25 m (annexe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

2.1.2 SITES TÉMOINS

Trois sites témoins ont été utilisés aux fins de comparaisons. 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, les éléments suivants ont été pris en compte dans la sélection des sites témoins :

- 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 de rive similaires au site « exposé » (densité d'habitations, présence ou absence d'affluent, type de végétation, état de la bande riveraine, etc.).
- 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 » pour la présence ou l'absence de végétation aquatique.
- Être situé 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 aux annexes C et D. 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 (secteur Les Amicaux du Parc national de la Pointe-Taillon). Le site TRPL2 se trouve dans le secteur du Parc national de la Pointe-Taillon. Quatre épis ont été construits en 2021 dans la zone de marnage supérieure au site TRPL2. Il a été convenu de déplacer ce site d'environ 800 m vers l'ouest et il a été nommé TRPL2b (pour le suivi de 2021 seulement). Enfin, le site TRPL3 est situé 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 sont dans la municipalité de Saint-Henri-de-Taillon. Outre les sites TRPL2 et TRPL2b, qui sont situés dans le parc national et qui ne présentent aucune habitation en rive, les deux autres sites se trouvent 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-ouest (TRPL3), soit vers l'est (TRPL2) ou dans les deux directions (TRPL1). Aucun cours d'eau permanent n'est situé à proximité des sites. La pente du littoral est faible et il n'y a pas de végétation aquatique. Le substrat attendu dans chacun des sites est le sable. Les sites témoins 1 à 3 sont respectivement à une distance de 5 km, 1,5 km et 1,6 km du site « exposé » retenu. Le site TRPL2b est situé à 2,5 km du site « exposé ». Les cartes 3 à 5 présentent le détail des stations d'échantillonnage aux sites témoins.



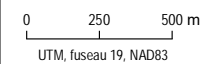
- Inventaire**
- ☼ Zone de marnage supérieure
 - ☼ Zone de marnage inférieure
 - ☼ Zone profonde
 - ☐ Zone approximative pour l'échantillonnage des communautés d'invertébrés benthiques
- Intervention dans le cadre du programme de stabilisation des berges**
- Borne inamovible
- Type d'intervention**
- Rechargement de sable
 - - - - Recharge de gravillon
 - Perré neuf
 - - - - Empierrement 25-150 mm
 - 2009 Année de l'intervention
- Bathymétrie**
- Isobathes (1m)
 - - - - Isobathes (0,5m)

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 1 Localisation des sites d'inventaires 2018 à 2021

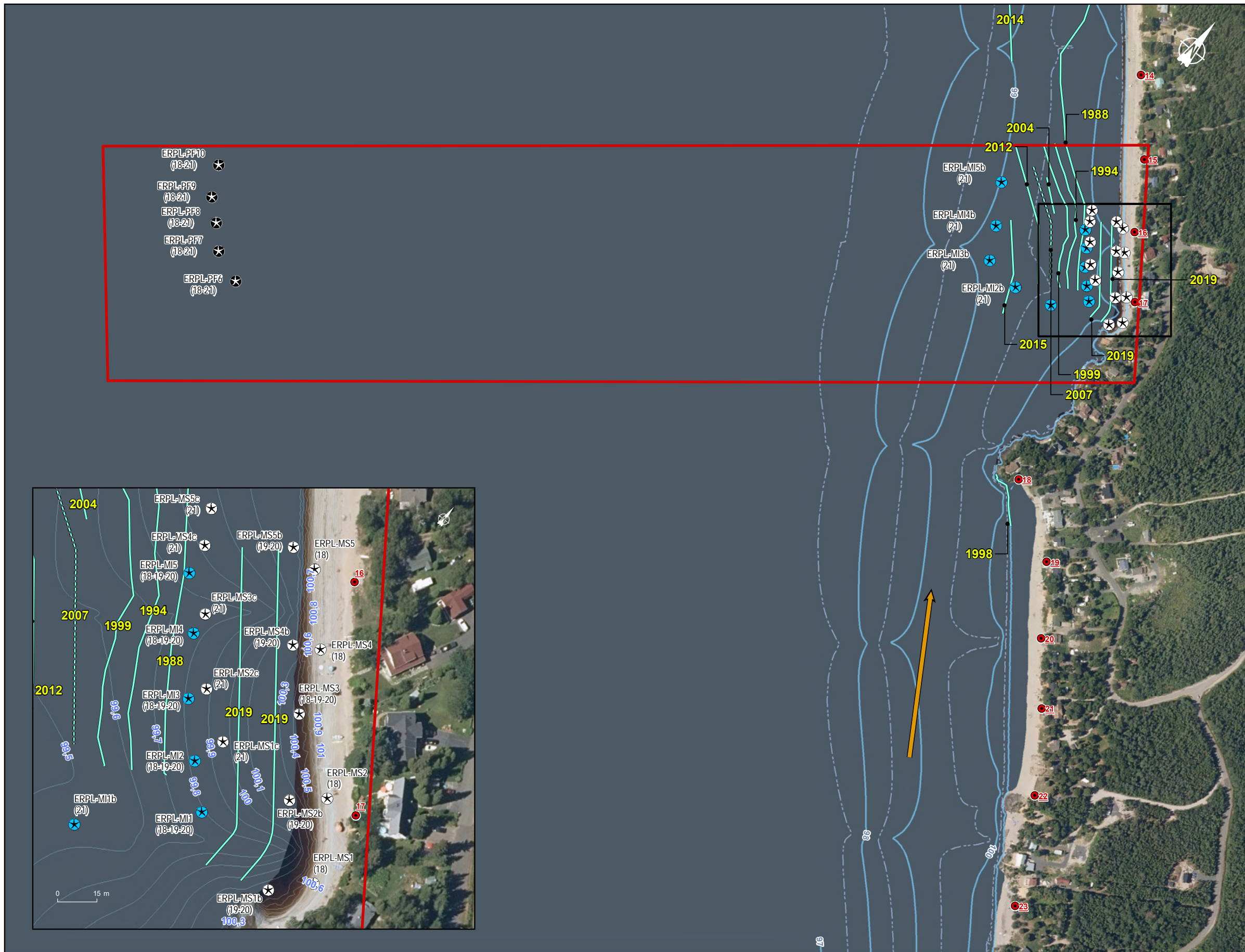
Sources :
 Service d'imagerie, MERN
 Données d'intervention : Rio Tinto, WSP 2021
 Bathymétrie, WSP, 2014
 SDA, 1/20 000, MRNF Québec, avril 2015



Février 2022

Préparation : S. Cimon
 Dessin : C. Forgues
 Approbation : L. Bouchard
 211-09917-00_su_C1_loc_wspb_220207.mxd





Inventaire

- ☒ Zone de marnage supérieure
- ☒ Zone de marnage inférieure
- ☒ 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

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 2021
88.15.01

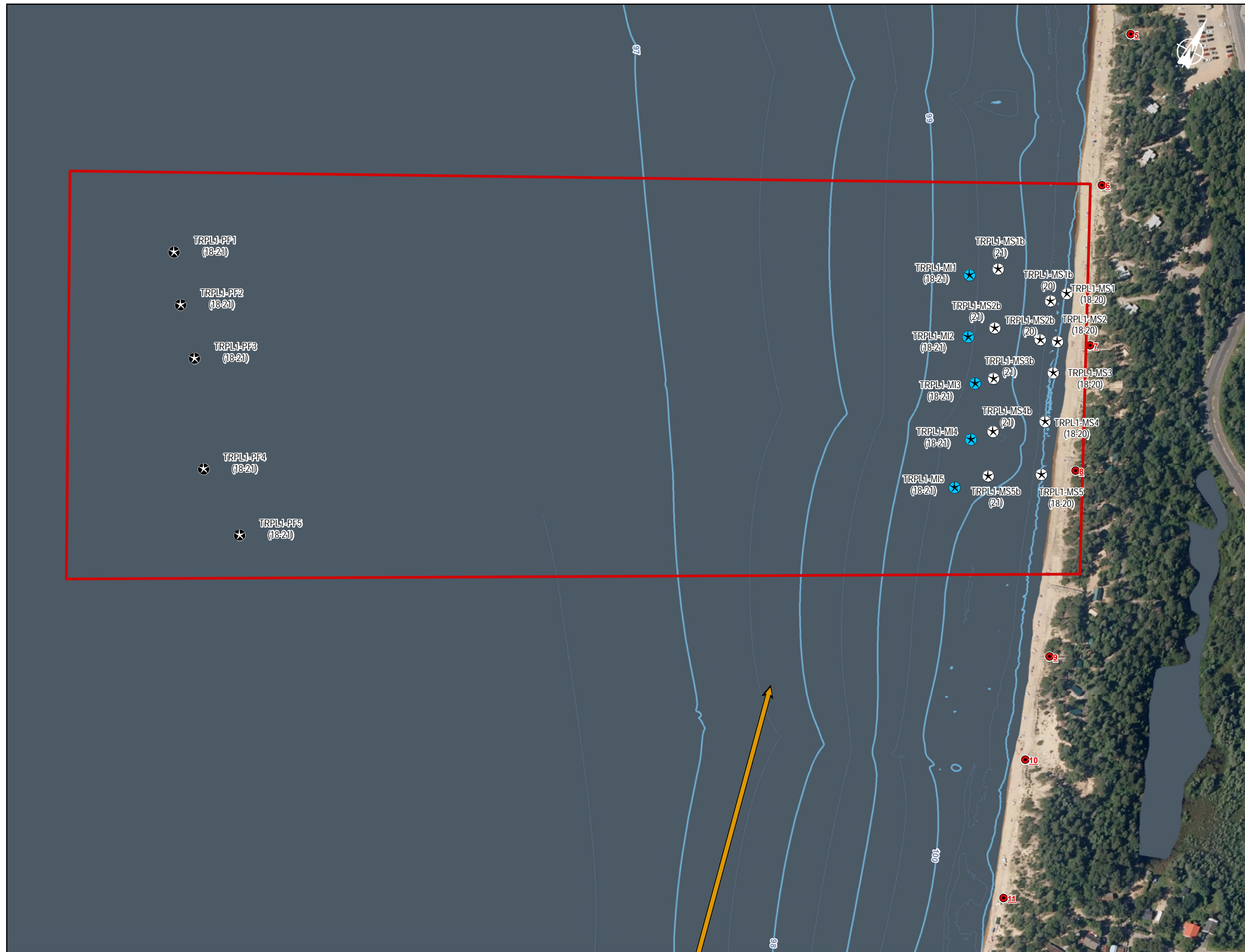
Sources :
Service d'imagerie, MERN
Données d'intervention : Rio Tinto, WSP 2021
Bathymétrie, WSP, 2014
SDA, 1/20 000, MRNF Québec, avril 2015

0 50 100 m
UTM, fuseau 19, NAD83

Février 2022

Préparation : S. Cimon
Dessin : C. Forgues
Approbation : L. Bouchard
211-09917-00_su_C2_ERPL_wspb_220207.mxd





- Inventaire**
- Zone de marnage supérieure
 - Zone de marnage inférieure
 - Zone profonde
 - Zone approximative pour l'échantillonnage des communautés d'invertébrés benthiques

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

Dérive
 Sens de la

Intervention dans le cadre du programme de stabilisation des berges

- Borne inamovible (numéro)

Bathymétrie

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

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 3 Site témoin TRPL1 – 2018 à 2021

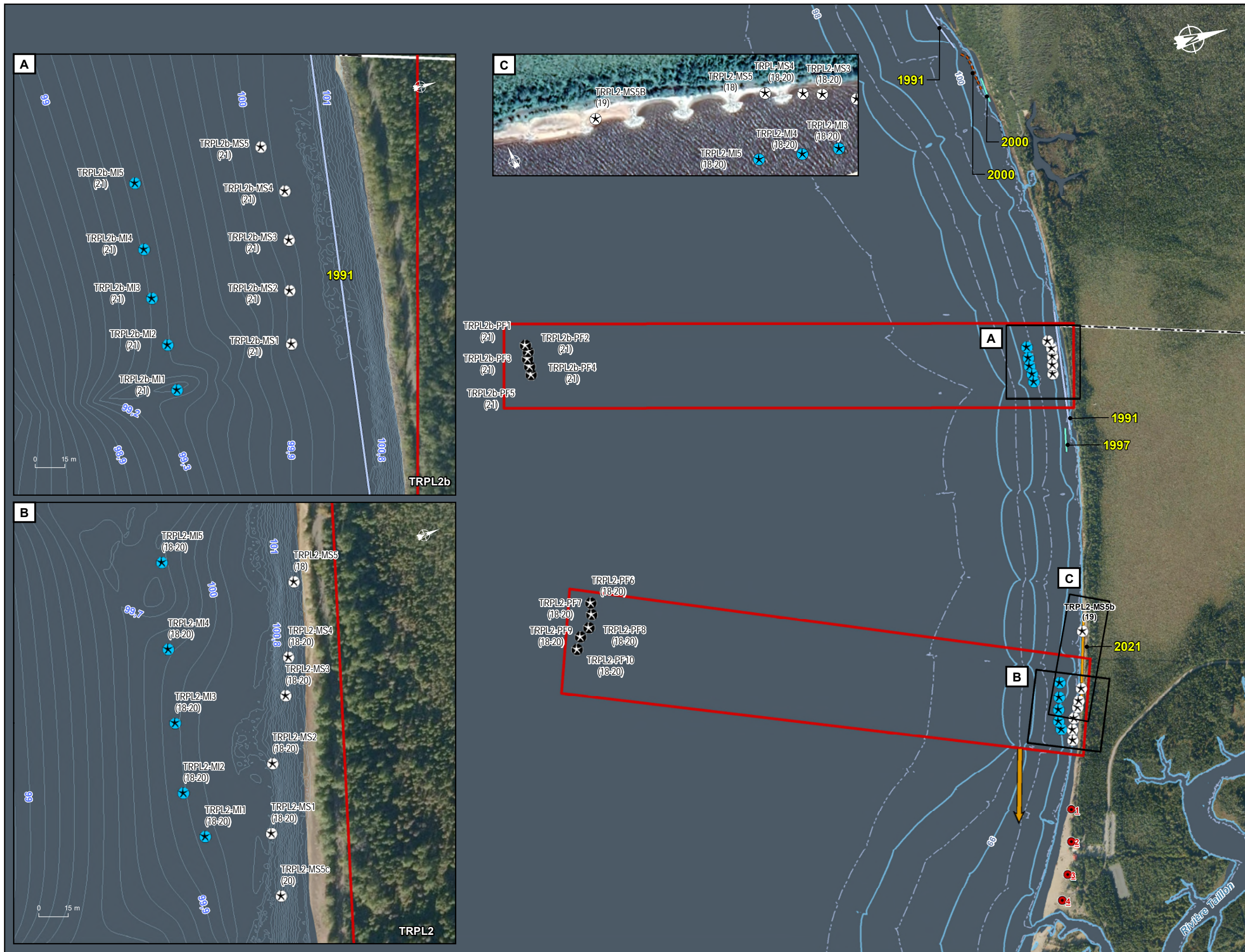
Sources :
 Service d'imagerie, MERN
 Données d'intervention : Rio Tinto, WSP 2021
 Bathymétrie, WSP, 2014
 SDA, 1/20 000, MRNF Québec, avril 2015

0 30 60 m
 UTM, fuseau 19, NAD83

Février 2022

Préparation : S. Cimon
 Dessin : C. Forques
 Approbation : L. Bouchard
 211-09917-00_su_C3_TRPL1_wspb_220207.mxd





- Inventaire**
- ★ Zone de marnage supérieure
 - ★ Zone de marnage inférieure
 - ★ 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

- Épis en éventail
- Rechargement de sable
- Perré neuf
- Perré avec techniques végétales

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 4 Site témoin TRPL2 – 2018 à 2021

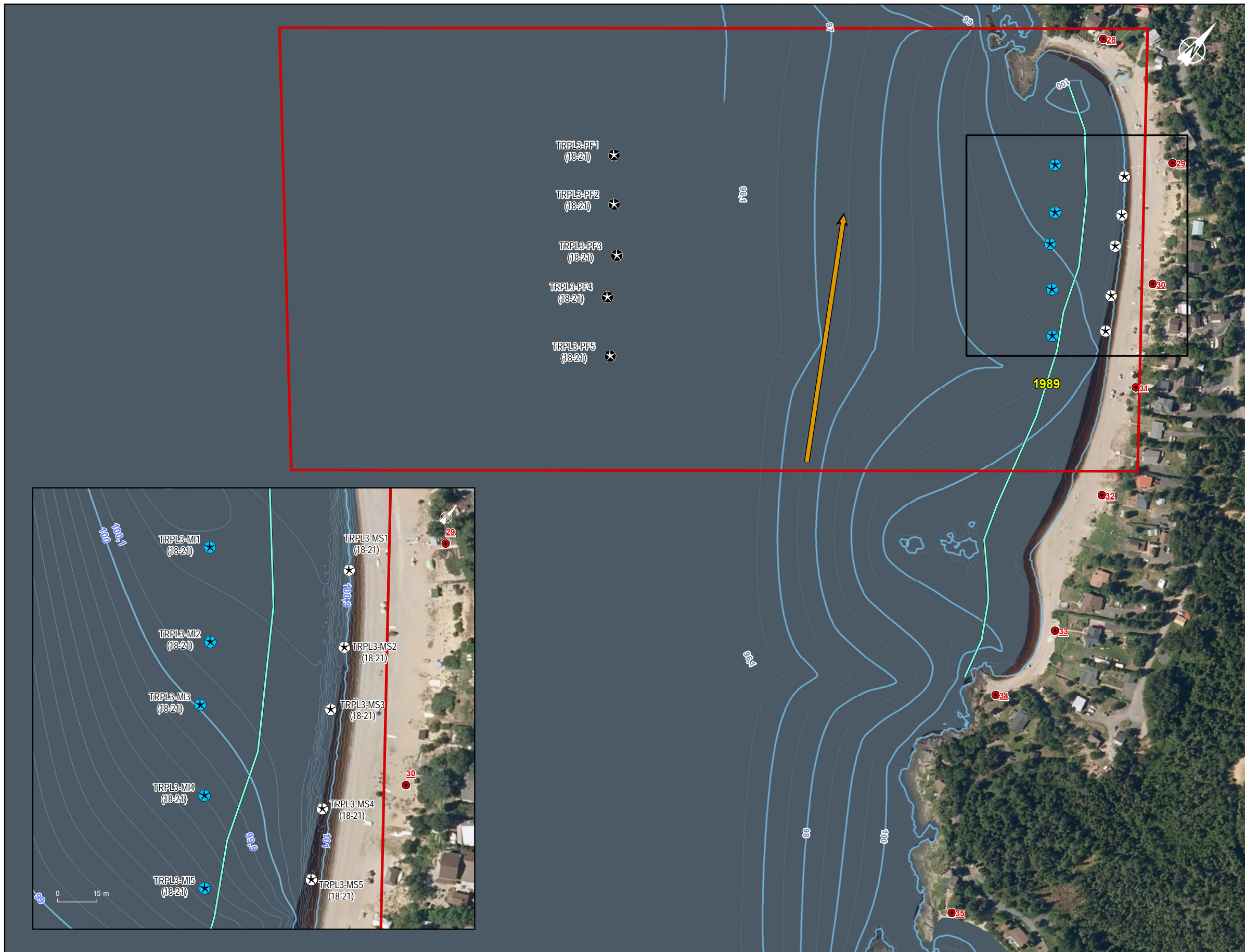
Sources :
 Service d'imagerie (1), MERN 2020.
 Service d'imagerie (2), Google Earth Maxar, 2021
 Données d'intervention : Rio Tinto, WSP 2021
 Bathymétrie, WSP, 2014
 SDA, 1/20 000, MRNF Québec, avril 2015

0 120 240 m
 UTM, fuseau 19, NAD83

Février 2022

Préparation : S. Cimon
 Dessin : C. Forgues
 Approbation : L. Bouchard
 211-09917-00_su_C4_TRPL2_wspb_220207.mxd





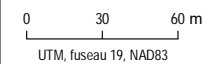
- Inventaire**
- Zone de marnage supérieure
 - Zone de marnage inférieure
 - Zone profonde
 - Zone approximative pour l'échantillonnage des communautés d'invertébrés benthiques
- ERP1F10 — No du site
 (19-20) — Année d'inventaire
- Dérive littorale**
- Sens de la dérive
- Intervention dans le cadre du 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

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 5 Site témoin TRPL3 – 2018 à 2021

Sources :
 Service d'imagerie, MERN
 Données d'intervention : Rio Tinto, WSP 2021
 Bathymétrie, WSP, 2014
 SDA, 1/20 000, MRNF Québec, avril 2015



Février 2021

Préparation : L. Bouchard
 Dessin : C. Forgues
 Approbation : L. Bouchard
 211-09917-00_su_C5_TRPL3_wspb_220207.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 peut atteindre un niveau maximum de 16 pieds entre le 24 juin et le 1^{er} septembre et un minimum de 14 pieds entre le 24 juin et le 7 septembre, ce qui permet d'avoir une zone de marnage supérieure submergée. Le niveau maximum passe à 15,5 pieds dès le 1^{er} septembre. Entre le 8 et le 21 septembre, la contrainte du niveau minimum du lac est abaissée graduellement de 14 à 13 pieds. Par la suite, le niveau du lac peut encore être abaissé jusqu'à 12 pieds jusqu'au 31 décembre. Du 1^{er} janvier au 31 mars, le niveau minimal est de 2 pieds, alors que le niveau maximal est de 15,5 pieds. Le niveau maximal grimpe jusqu'à 17 pieds lors de la crue printanière.

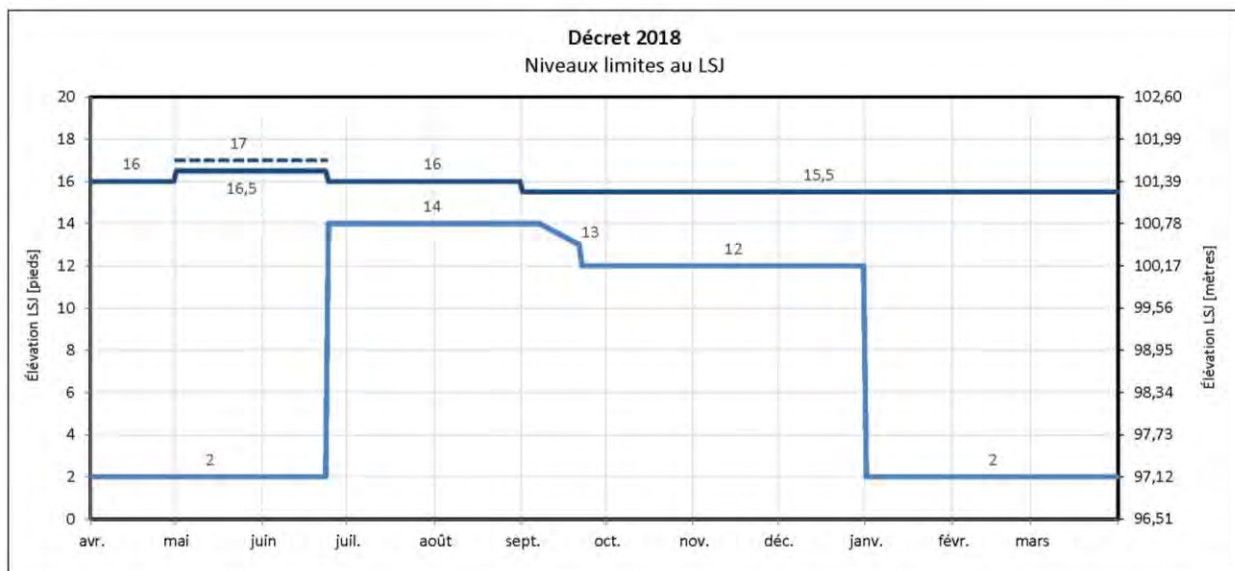


Figure 1. Gestion des niveaux d'eau du lac Saint-Jean dans le cadre du PSBLSJ 2018-2027

Une seule période d'échantillonnage par an 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, entre le 21 et le 25 septembre 2020 et entre le 14 et le 16 septembre 2021.

En 2021, le niveau minimal n'a pas pu être respecté étant donné les conditions météorologiques particulières. Effectivement, le lac est passé sous la barre des 14 pieds le 12 août 2021 et était à 12,8 pieds en date du 1^{er} septembre.

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 zones de profondeur d'eau

correspondant aux cotes d'élévation du lac Saint-Jean. Les trois zones 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).

Les niveaux exceptionnellement bas du lac Saint-Jean à l'été 2021 ont fait en sorte que la cote d'élévation échantillonnée pour la zone de marnage supérieure n'a pas pu être respectée. Le lac a atteint 100,2 m le 9 septembre et se situait près de 100,1 m au moment de l'échantillonnage.

Au total, cinq stations d'échantillonnage par zone 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 en ce qui a trait à la granulométrie, la profondeur et 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 2021, 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, composés de deux coups de benne chacun, ont été prélevés à l'aide d'une petite benne Ponar (superficie couverte de 0,023 m²) munie d'un treillis de 500 µm. Les sous-échantillons ont ensuite été regroupés pour constituer un échantillon composite, ce qui permet d'augmenter la superficie couverte. Une superficie de 0,14 m² 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 ou directement dans le tamis si la quantité le permettait, puis était divisé en six ou huit parts égales. Dépendamment de la quantité de refus, entre une et quatre parts (fraction de 1/2, 1/4, 1/6 ou 1/8) étaient prélevées afin de remplir un pot de 1 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 par zone afin d'analyser la composition granulométrique, selon l'échelle de Wentworth (tableau 1), de même que pour connaître 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 de la famille. 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, 2020 et 2021, 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 F.

La méthodologie d'analyse est basée sur des protocoles que les laboratoires SAB et GDG utilisent depuis des années, dont celui des études du suivi des effets sur l'environnement aquatique (ESEE) par les mines de métaux et les papetières par Environnement et Changement climatique 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 µm. Les fractions grossières retenues par le tamis de 2 000 µm ont été triées à l'aide d'une loupe éclairante. Pour ce qui est de la fraction plus fine (1 000 et 500 µm), 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 % glyciné 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 À 2021

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 µm. Les fractions grossières retenues par les tamis de 4 000 et 2 000 µm ont été triées en totalité à l'aide d'une loupe éclairante. Pour ce qui est des fractions plus fines (1 000 et 500 µm), 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 à 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, 9 en 2020 et 27 en 2021) contenaient beaucoup de matière organique avec de la matière fibreuse. Pour certains (8 en 2019, 6 en 2020 et 27 en 2021), un sous-échantillonnage des fractions fines a été effectué. Les fractions grossières ont été triées au complet. Aucun fractionnement n'a eu lieu en 2021 pour les stations du présent rapport.

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.

En 2019 et en 2021, aucun fractionnement des fractions fines n'a eu lieu pour les échantillons du site de Saint-Henri-de-Taillon. En 2020, deux échantillons ont été fractionnés en laboratoire. Ces échantillons ont été triés sur 33 et 40 % du total de l'échantillon envoyé au laboratoire (voir annexe F pour plus de détails). La ou les autres fractions ont été conservées pour d'éventuels tests de contrôle de qualité. La liste des échantillons sous-échantillonnés est donnée aux tableaux 1 des rapports de 2019 à 2021 à l'annexe F. Le nombre d'organismes trouvés 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 (12 échantillons), chaque année, pour les deux sites du projet, incluant Saint-Henri-de-Taillon, et consistait en un tri des matières organiques et inorganiques conservées par une autre personne que le trieur d'origine. Les résultats du contrôle de qualité du tri pour les échantillons provenant de Saint-Henri-de-Taillon sont présentés au tableau 2. Le critère de tri accepté implique qu'au plus 10 % du nombre total d'organismes aient été manqués et qu'aucun groupe taxonomique n'a été oublié.

Pour valider la méthode de sous-échantillonnage en 2019, 2020 et 2021, une analyse de variabilité a été effectuée sur 10 % des échantillons, soit un échantillon en 2019 et en 2020 et sur trois échantillons en 2021 (tableau 3). Ainsi, le tri de trois fractions de 33 % de chaque échantillon a été effectué. Les trois fractions ont donc été triées au complet. L'erreur a été estimée avec la formule suivante :

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

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.

Tableau 2. Résultats du contrôle de qualité sur le tri des organismes benthiques récoltés au lac Saint-Jean de 2018 à 2021 à Saint-Henri-de-Taillon

Échantillon	Nombre total d'organismes triés	Nombre d'organismes oubliés	Pourcentage d'organismes oubliés
2018			
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
2019			
TRPL1-PF4	17	1	5,9
TRPL3-MS2	7	0	0,0
TRPL1-MS3	8	0	0,0
2020			
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
2021			
ERPL-MI3	5	0	0,0
ERPL-MI5	7	0	0,0
TRPL1-MS3	1	0	0,0
TRPL1-MI5	2	0	0,0
TRPL2b-MS5	10	0	0,0
TRPL2b-MI3	15	0	0,0

2.3.1 IDENTIFICATION

L'évaluation taxonomique des organismes benthiques a été effectuée à partir des clés d'identification citées dans Merritt *et al.* (2008 et 2019) 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 abimés 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 F.

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

Tableau 3. Résultats du contrôle de qualité du fractionnement des échantillons lors du tri des organismes benthiques de 2019 à 2021

Fraction (%)	Nombre trié	Nombre estimé	Erreur (%)
2019 / ERPR-MI1 (Saint-Prime)			
33,3	224	672	6,5
33,3	194	582	-7,8
33,3	213	639	1,3
Total dans l'échantillon	631	-	-
<i>Erreur absolue</i>	-	-	5,2
2020 / TRPR1-MS1 (Saint-Prime)			
33,3	35	105	-0,9
33,3	36	108	1,9
33,3	36	108	1,9
Total dans l'échantillon	106	-	-
<i>Erreur absolue</i>	-	-	1,6
2021 / ERPR-MI3 (Saint-Prime)			
33,3	102	306	0,0
33,3	103	309	1,0
33,3	101	303	-1,0
Total dans l'échantillon	306	-	-
<i>Erreur absolue</i>	-	-	0,7
2021 / TRPL1-MI3 (Saint-Henri-de-Taillon)			
33,3	1	3	0,0
33,3	1	3	0,0
33,3	1	3	0,0
Total dans l'échantillon	3	-	-
<i>Erreur absolue</i>	-	-	0,0
2021 / TRPL3-MI3 (Saint-Henri-de-Taillon)			
33,3	2	6	0,0
33,3	2	6	0,0
33,3	2	6	0,0
Total dans l'échantillon	6	-	-
<i>Erreur absolue</i>	-	-	0,0

Les contrôles effectués au site dans Saint-Prime sont présentés à titre indicatif, puisqu'aucun contrôle n'a été fait pour les échantillons de Saint-Henri-de-Taillon en 2019 et 2020.

2.4 ANALYSES STATISTIQUES

La diversité et la distribution des communautés benthiques sont structurées à la fois par des facteurs abiotiques et biotiques. La disponibilité des ressources (p. ex. productivité du milieu), l'environnement physicochimique (p. ex. oxygène dissous, température) et la localisation spatiale (p. 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. Une liste complète des taxons identifiés depuis 2018 dans le cadre du *Suivi des communautés d'invertébrés benthiques au lac Saint-Jean du PSBLSJ* est présentée à l'annexe G.

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 compté dans l'échantillon de 0,14 m² rapporté sur 1 m²);
- la richesse taxonomique (S ; 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 appartenant à ces ordres dénombrés dans l'échantillon de 0,14 m² rapporté sur 1 m²);
- l'abondance totale des Chironomides (C ; nombre d'organismes de la famille *chironomidae* dans l'échantillon de 0,14 m² rapporté sur 1 m²);
- 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 zone 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 par site et par année 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 zones de profondeur et sa valeur est également représentée graphiquement.

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. 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/m²). 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*, *crystalloididae* et *pectinatellidae*) n'ont pas été multipliés par la fraction de l'échantillon puisqu'ils auraient été indiqués par la même nomenclature par les laboratoires experts si l'échantillon avait été complet soit par un « C ». La multiplication des organismes coloniaux par la fraction de l'échantillon, en prenant pour compte que « C » est égal à 1 par exemple, induirait donc un biais entre les échantillons fractionnés et non fractionnés, de même que selon le niveau fractionnement.

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 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 indique généralement des conditions de vie particulières qui favorisent l'établissement de seulement quelques espèces adaptées à ces conditions (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 pour 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_i = proportion du i^e 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). L'indice de Shannon est généralement compris entre moins de 1 et 4,5.

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 seul taxon (dominance) et 1, que tous les taxons possèdent une abondance égale (équitable). 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_i = abondance relative du i^e genre à la station
 S = nombre total de taxons identifiés à la station (richesse)

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 appartenant aux 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 multiplié par 100. Cet indice, complémentaire à l'équitabilité, indique l'état actuel de l'équilibre communautaire au niveau familial. Par exemple, une communauté dominée par peu de familles aurait une valeur élevée, ce qui pourrait indiquer que la communauté est sous l'influence d'un 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 relatives 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 zones. L'ensemble des comparaisons entre les sites et les années est présenté à l'annexe H. 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 H 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 (p. 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 graphique 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 zone de profondeur sont représentés pour visualiser les trajectoires temporelles. Le centroïde correspond au point central à chacun des groupes (profondeur-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 \times '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 les 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 de 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 zone de profondeur par souci de clarté visuelle. Les courbes par station et par année sont présentées à l'annexe H.

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, 2 et 3 du suivi, après la réalisation des travaux de rechargement (2019, 2020 et 2021), avec l'année de référence (2018). L'objectif n'est pas de comparer les sites entre eux, mais bien d'utiliser la variabilité naturelle de sites témoins afin de vérifier si les communautés d'invertébrés au site « exposé » se comportent différemment de ce qui serait naturellement attendu. Ainsi, le modèle statistique utilisé permet de comparer le site « exposé » à l'ensemble des sites témoins en prenant en compte la variabilité naturelle des témoins pendant le suivi. Toutefois, les graphiques présentent l'évolution des sites au fil des ans afin de visualiser la variabilité naturelle de chacun des sites qui est prise en compte dans le modèle par les facteurs aléatoires. Les analyses ont été effectuées par zone de profondeur. Les analyses statistiques utilisées permettent également de tester les tendances temporelles pour l'ensemble de sites, c'est-à-dire, tant le site « exposé » que les sites témoins mis ensembles.

2.4.2.1 ANALYSES UNIDIMENSIONNELLES

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' [quatre niveaux : 2018, 2019, 2020 et 2021]) et à un facteur aléatoire (Sites [quatre niveaux : ERPL, TRPL1, TRPL2 (TRPL2b)², 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

² TRPL2b a été considéré équivalent à TRPL2 aux fins d'analyses.

(contrastes) entre les années ont été ajoutées au modèle : 2018 vs 2019-2020-2021 (équivalent à 'Période', deux niveaux : Avant et Après), 2018 vs 2019, 2018 vs 2020 et 2018 vs 2021. 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.

2.4.2.2 ANALYSES MULTIDIMENSIONNELLES

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 ('Exposition', 'Année' et contrastes), 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.

Les RM-PER-ANOVA et les 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 lors du rapport an 2 (WSP 2021). 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.

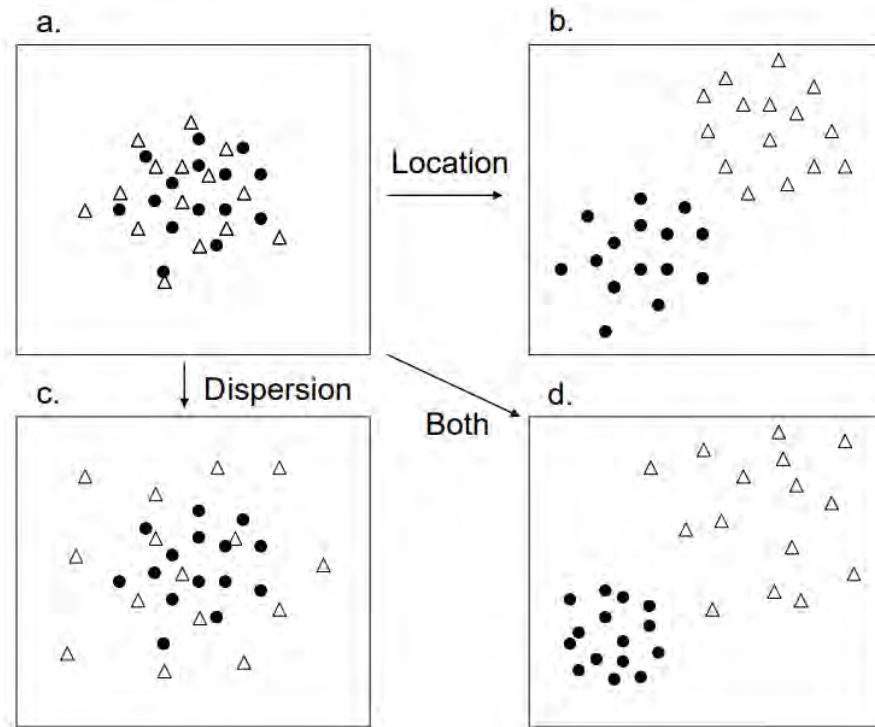


Figure 2. Figure représentant des cadrages non métriques multidimensionnels (nMDS) dont les groupes ne présentent aucune différence (a), les groupes occupent un emplacement différent dans l'espace, mais ont le même degré de dispersion (b), les groupes ont une dispersion dans l'espace différente, mais 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)

2.4.2.3 DÉTAILS SUR LES LMM RM ANOVA ET PERMANOVA

Le modèle utilisé pour les analyses présente plusieurs avantages :

- Prend en compte l'autocorrélation temporelle (même station dans le temps);
- Prend en compte l'autocorrélation spatiale (stations d'un même site et d'une même zone de profondeur);
- Tient compte des 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 »;
- Tolère les designs non équilibrés (un site « exposé » en comparaison à trois sites témoins);
- 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 (facteurs) qui sont testées, soit : Exposition, Année 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 Témoin) peu importe l'année. C'est-à-dire que les stations exposées de 2018 à 2021 ainsi que les stations témoins de 2018 à 2021 sont regroupées, puis que ces deux groupes (« Exposé » 2018 à 2021 et Témoin 2018-2021) 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, 2020 et 2021) 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, celles de 2020 et celles de 2021 sont regroupées, puis que ces quatre groupes (2018, 2019, 2020 et 2021) sont comparés statistiquement.

Les contrastes sous-jacents (2018 vs 2019–2021, 2018 vs 2019, 2018 vs 2020 et 2018 vs 2021) permettent d'évaluer l'effet 'Période' avec le contraste 2018 vs 2019–2021 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 .

Le facteur « Année » 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 , p. ex. la richesse), 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 s'il y a eu des différences entre le « avant » et le « après » les travaux pour le site « exposé » tout en prenant en compte la variabilité naturelle par l'utilisation des sites témoins.

2.4.3 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

Les résultats de chaque indicateur sont présentés en trois temps afin de survoler pleinement les résultats :

- Description des résultats par site et par année :
 - Les résultats par site et par année sont d'abord décrits.

- Évaluation de la variabilité interannuelle :
 - La variabilité temporelle est abordée statistiquement pour l'ensemble des sites (Année et contrastes sous-jacents, soit 2019 vs 2020-2021, 2019 vs 2020 et 2019 vs 2021). C'est-à-dire que les résultats sont comparés sur la base des années seulement sans égard à l'identité « exposé » ou témoin.
- Interaction Exposition × 'Période' et contrastes entre les différentes années de suivi et l'année de référence :
 - Les contrastes de l'interaction de l'exposition et du temps sont évalués entre l'année de référence et chacune des années du suivi (Expo x 18vs19, Expo x 18vs20 et Expo x 18vs21).
 - Pour répondre à l'objectif de l'étude de déterminer si les travaux ont eu un effet sur les abondances et la diversité des macroinvertébrés benthiques, la comparaison entre le site « exposé » et les sites témoins avant et après les travaux (Exposition x 'Période') est présentée. S'il y a divergence de conclusion en comparaison avec le rapport de l'année antérieure, celle-ci sera discutée.
 - Le rôle joué par chacun des sites témoins est également évalué pour l'interaction Exposition x 'Période'. Les sites témoins sont retirés un à la fois et les analyses statistiques sont relancées. Si le retrait d'un des sites produit un changement du niveau de significativité pour l'interaction Exposition x 'Période', la cause du changement sera investiguée et expliquée. Pour terminer, il sera évalué s'il serait pertinent ou non de retirer le site témoin occasionnant le changement.

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, l'oxygène dissous, la conductivité spécifique et le pH, ont été mesurées pour chaque site et dans chaque strate de profondeur (tableau 4 et annexe J figures J-1 à J-3). La granulométrie et le contenu des sédiments en carbone organique total (COT) ont été évalués en laboratoire (tableau 4 et annexe J figures J-1 à J-6). Les certificats d'analyses sont présentés à l'annexe I.

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, TRPL2 et TRPL2b, les talus se caractérisent par une bande riveraine végétalisée et dépourvue d'habitation.

En considérant les zones de profondeur séparément, les paramètres physicochimiques mesurés lors de la campagne d'échantillonnage sont généralement similaires entre les trois sites témoins et le site « exposé », et ce, pour les quatre 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. Quelques mesures sortent du lot même si les différences sont minimes, soit la conductivité spécifique de ERPL dans la zone de marnage supérieure en 2020, la conductivité spécifique de TRPL2 dans la zone de marnage inférieure en 2020, le carbone organique total de TRPL1 dans la zone de marnage inférieure en 2019 et le carbone organique total de TRPL2 dans la zone profonde en 2019. 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 inférieures aux critères du MELCC (2021) et des recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement (CCME 2021). 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°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°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 de 2019 à 2021, 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 zones de profondeur 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 2021, le pourcentage de sable est passé respectivement de 77 % en 2018 à 99,7 % en 2021, en passant par 42 % en 2019 et 69 % en 2020, tandis que le pourcentage de gravier y a augmenté de 9 à 50 % entre 2018 et 2019 pour atteindre 0,2 % en 2021, en passant par 23 % en 2020 (tableau 4, figure J-4 à l'annexe J). Il est normal que les proportions de gravier et de limon aient augmenté entre 2018 et 2019 considérant la nature des matériaux rechargés (0-5 mm) qui couvrent les classes granulométriques allant du limon jusqu'aux cailloux. La composition granulométrique est restée stable pour la zone de marnage inférieure et la zone profonde du site « exposé » (tableau 4, figures J-5 et J-6, annexe J). En ce qui a trait aux sites témoins, qui sont localisés à l'extérieur des zones de travaux, on observe une certaine variabilité naturelle dans la zone de marnage. Effectivement, une variation de près de 10 % de sable pour la zone de marnage inférieure est présente au site témoin TRPL1 ainsi qu'une variation de 19 % pour la zone de marnage supérieure 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 sucres ou de tout autre composé carboné susceptible de modifier les communautés benthiques. Le contenu en COT des échantillons prélevés affiche des valeurs similaires pour toutes les zones pour les quatre années. Le contenu en COT des échantillons est faible pour les quatre 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 (EC et MDDEP 2007). Ainsi, la fraction organique n'apporte pas de biais entre les échantillons prélevés.

Tableau 4. Caractéristiques des sites par zone de profondeur d'échantillonnage du benthos de 2018 à 2021

Zone de profondeur	Site	Année	Station ¹	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 (%) ²	
												Limon (< 0,063 µm)	Sable (0,063 - 2 mm)	Gravier (2 - 4 mm)	Cailloux (> 4 mm)		
MS	ERPL	2018	MS5	12-sept	16:50	Surface	21,2	8,2	91	21,3	6,0	1,3	77,2	9,2	12,3	<0,05	
		2019	MS5	4-sept	14:45	Surface	17,1	10,6	110	23	7,3	8,1	42,3	35,6	14	0,42	
		2020	MS1	25-sept	11:12	0,4	12,1	n.d.	n.d.	37,5	7,6	0	69	23,4	7,6	0,19	
		2021	MS5	16-sept	NA	0,3	14,8	10,7	105	27,2	7,0	0,1	99,7	0,2	0	0,25	
	TRPL1	2018	MS5	13-sept	16:35	16:35	Surface	24,5	4,9	86	24,7	7,5	0,5	99,5	0	0	<0,05
		2019	MS5	4-sept	10:45	10:45	Surface	15,4	10,7	107	22	7,1	1,5	98,3	0,2	0	0,27
		2020	MS1 ³	25-sept	12:05	12:05	0,4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,1	99,9	0	0	0,20
		2021	MS5	14-sept	16h40	16h40	0,3	17,5	9,7	102	24,0	7,0	0	100	0	0	0,26
	TRPL2 ⁴	2018	MS1	13-sept	12:23	12:23	Surface	21,2	5,2	87	22,1	6,2	1	99	0	0	<0,05
		2019	MS5	6-sept	13:48	13:48	0,6	17,1	10,8	112	22	7,6	1,5	91,3	6	1,2	0,54
		2020	MS5 ³	22-sept	14:50	14:50	0,6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,5	97,1	1,7	0,7	0,13
		2021	MS5	16-sept	14h50	14h50	0,3	20,8	9,5	105	19,8	6,9	0,2	99,8	0	0	0,36
	TRPL3	2018	MS5	14-sept	10:32	10:32	Surface	20,2	5,0	84	24,1	6,4	0,1	84,3	8,9	6,7	<0,05
2019		MS5	7-sept	9:25	9:25	0,8	14	10,8	105	22	7,2	4,3	73,2	3,2	19,3	0,07	
2020		MS4	21-sept	11:15	11:15	0,7	12,8	9,6	91,2	21,9	7,1	0	65	15,9	19,1	0,18	
2021		MS5	15-sept	16h00	16h00	0,3	16,0	10,0	101	21,0	7,1	0,2	84,5	6,4	8,9	0,19	
MI	ERPL	2018	MI5	13-sept	08:50	1,1	19,2	8,8	89	21,3	5,9	0,7	99,3	0	0	<0,05	
		2019	MI5	6-sept	9:50	1,25	13,9	11,2	109	25	7,8	0,2	99,8	0	0	0,3	
		2020	MI5 ³	22-sept	17:00	17:00	1,2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,2	99,8	0	0	0,14
		2021	MI5	16-sept	11h00	11h00	0,6	15,2	10,2	102	20,9	6,9	0	100	0	0	0,22
	TRPL1	2018	MI5	14-sept	08:17	08:17	1,4	18,3	5,5	81	20,1	6,3	0,7	99,3	0	0	<0,05
		2019	MI1	4-sept	12:00	12:00	1,5	16,2	10,4	106	22	7,3	10	90	0	0	1,36
		2020	MI1	21-sept	16:25	16:25	1,5	13,7	9,7	93,2	23,1	6,8	0	100	0	0	0,25
		2021	MI5	14-sept	16h25	16h25	0,6	17,4	9,7	100	24,3	7,1	0,1	99,9	0	0	0,35
	TRPL2 ⁴	2018	MI1	13-sept	13:00	13:00	1,5	20,2	5,1	85	21,5	6,8	0,5	99,5	0	0	0,06
		2019	MI1	6-sept	13:15	13:15	1,3	16,3	10,7	109	22	7,4	1,6	98,2	0,2	0	0,06
		2020	MI5	22-sept	12:16	12:16	1,3	12,1	10,0	93,2	31,4	6,7	0,1	99,9	0	0	0,20
		2021	MI5	16-sept	14h33	14h33	0,6	17,2	10,0	105	19,3	7,0	0,1	99,9	0	0	0,39
	TRPL3	2018	MI5	14-sept	11:25	11:25	1,3	20,0	4,9	81	21,7	6,4	0,1	97,1	2,8	0	<0,05
2019		MI1	7-sept	9:40	9:40	1,5	14	10,7	103	21	7,2	0,4	97,5	1,1	1	0,26	
2020		MI4	21-sept	12:50	12:50	1,5	13,0	9,7	92,3	21,7	6,8	0	98	1,7	0,3	0,24	
2021		MI1	16-sept	8h45	8h45	0,6	14,8	10,3	102	21,3	6,7	0	89,1	1,9	9	0,23	
PF	ERPL	2018	PF10	14-sept	15:10	5,3	18,1	4,8	75	19,8	7,2	3,1	96,9	0	0	0,13	
		2019	PF10	6-sept	11:50	11:50	6	13,5	10,9	105	22	7,5	1,7	98,2	0,1	0	0,11
		2020	PF10 ³	22-sept	15:20	15:20	6,2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,9	98,0	0,1	0	0,12
		2021	PF10	14-sept	10h30	10h30	5,3	16,3	9,5	97	21,7	6,9	1,9	98	0,1	0	0,28

Tableau 4. Caractéristiques des sites par zone de profondeur d'échantillonnage du benthos de 2018 à 2021 (suite)

Zone de profondeur	Site	Année	Station ¹	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 (%) ²	
												Limon (< 0,063 µm)	Sable (0,063 - 2 mm)	Gravier (2 - 4 mm)	Cailloux (> 4 mm)		
	TRPL1	2018	PF5	14-sept	08:37	5,1	18,0	5,1	81	19,9	6,6	5	95	0	0	0,10	
		2019	PF5	4-sept	13:25	6	16,33	10,4	106	22	7,1	4,5	95,5	0	0	0,42	
		2020	PF1	25-sept	13:13	13:13	5,5	12,9	10,0	95,0	23,0	6,9	3,5	96,5	0	0	0,18
		2021	PF5	14-sept	15h12	15h12	5,1	15,6	10,0	98,2	21,7	7,0	3,6	96,1	0	0,3	0,59
	TRPL2 ⁴	2018	PF10	14-sept	14:35	14:35	5,2	19,4	5,0	82	20,9	6,9	8,4	91,6	0	0	0,10
		2019	PF6	6-sept	16:40	16:40	6	13	10,9	104	21	7,2	3,4	96,6	0	0	1,12
		2020	PF6	22-sept	10:20	10:20	5,8	13,1	9,6	92,0	24,2	6,7	5,7	94,3	0	0	0,12
		2021	PF5	14-sept	10h00	10h00	5,6	15,9	9,7	97,9	16,7	6,8	5	95	0	0	0,52
	TRPL3	2018	PF5	14-sept	13:00	13:00	5,5	17,8	4,8	77	21,9	6,1	1,1	98,9	0	0	0,12
		2019	PF5	7-sept	11:30	11:30	6,3	13,7	10,4	100	22	6,8	4,4	95,6	0	0	0,27
		2020	PF4	21-sept	14:55	14:55	6,3	13,2	9,3	89,1	23,5	6,7	2,5	97,1	0,1	0,3	0,24
		2021	PF5	14-sept	14h34	14h34	5,6	16,0	9,8	98,8	19,6	7,0	2,1	97,8	0	0,1	0,48

¹ Une station physicochimique a été échantillonnée par zone 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.

² COT : carbone organique total.

³ Un problème avec la multisonde a empêché la prise de données à ces stations.

⁴ TRPL2 a été remplacé par TRPL2b en 2021, étant donné la construction d'épis dans la zone de marnage supérieure.

3.2 ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE

Pour chacun des quatre sites, cinq stations d'échantillonnage ont été réalisées chaque année du suivi. Au moment de l'échantillonnage en 2020, les profondeurs à ces stations variaient entre 0,3 et 0,8 m (cote d'élévation variant entre 100,3 et 100,8 m). En 2021, toutes les stations de la zone de marnage supérieure ont dû être déplacées étant donné les faibles niveaux du lac. Au moment de l'échantillonnage, la profondeur d'eau aux stations était alors en moyenne de 0,3 m (cote d'élévation variant de 99,85 à 99,75 en 2021). 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. Tel que déjà mentionné, le site TRPL2 a été remplacé par le site TRPL2b et les deux sites sont considérés équivalents aux fins d'analyses.

3.2.1 COMPOSITION DESCRIPTIVE DES COMMUNAUTÉS

En 2018, sur les 20 stations échantillonnées dans la zone de marnage supérieure, trois stations ne dénombrèrent aucun organisme (TRPL1-MS2, TRPL2-MS3 et TRPL3-MS5), ce qui représente 15 % des échantillons (tableau 5). En 2019, cinq stations ne recensaient 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 ne présentaient aucun organisme (TRPL1-MS1, TRPL1-MS2, TRPL1-MS4, TRPL1-MS5 et toutes les stations TRPL3-MS), ce qui représente 45 % des stations (tableau 7). En 2021, sept stations ne comptaient aucun organisme (ERPL-MS1, ERPL-MS2, TRPL1-MS2, TRPL1-MS4, TRPL1-MS5, TRPL3-MS3 et TRPL3-MS5), ce qui représente 35 % des stations (tableau 8). Au total, 1 261 organismes ont été recensés en 2018, 1 164 en 2019, 5 807 en 2020 et 790 en 2021 (tableaux 5 à 8).

En 2018, 14 taxons 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 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 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 %.

En 2021, ce sont 4 taxons différents répartis dans 3 embranchements qui sont présents (tableau 8, figure 3). Le taxon le plus abondant est la famille des chironomides (arthropodes, insecte diptère) avec 78 % du total, suivi de la famille des *sphaeriidae* (mollusque) avec 10 % du total. Il est important de noter que seuls 14 organismes ont été recensés au site TRPL1. Le site « exposé » est encore dominé par les arthropodes avec 100 % des abondances totales (seulement des chironomides, 100 %). Le site témoin TRPL1 présente des bryozoaires de la famille de *pectinatellidae* (50 % des abondances totales) et des mollusques de la famille des *sphaeriidae* (50 % du total). Le site témoin TRPL2b est dominé par les arthropodes avec 79 % des abondances totales (tous des chironomides) suivis des *sphaeriidae* (mollusque) avec 19 %. Le site TRPL3 est composé seulement de chironomides.

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).

En ce qui concerne l'embranchement 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. En 2021, seuls les diptères/ nématocères sont présents sur tous les sites et il s'agit seulement de chironomides pour tous les sites.

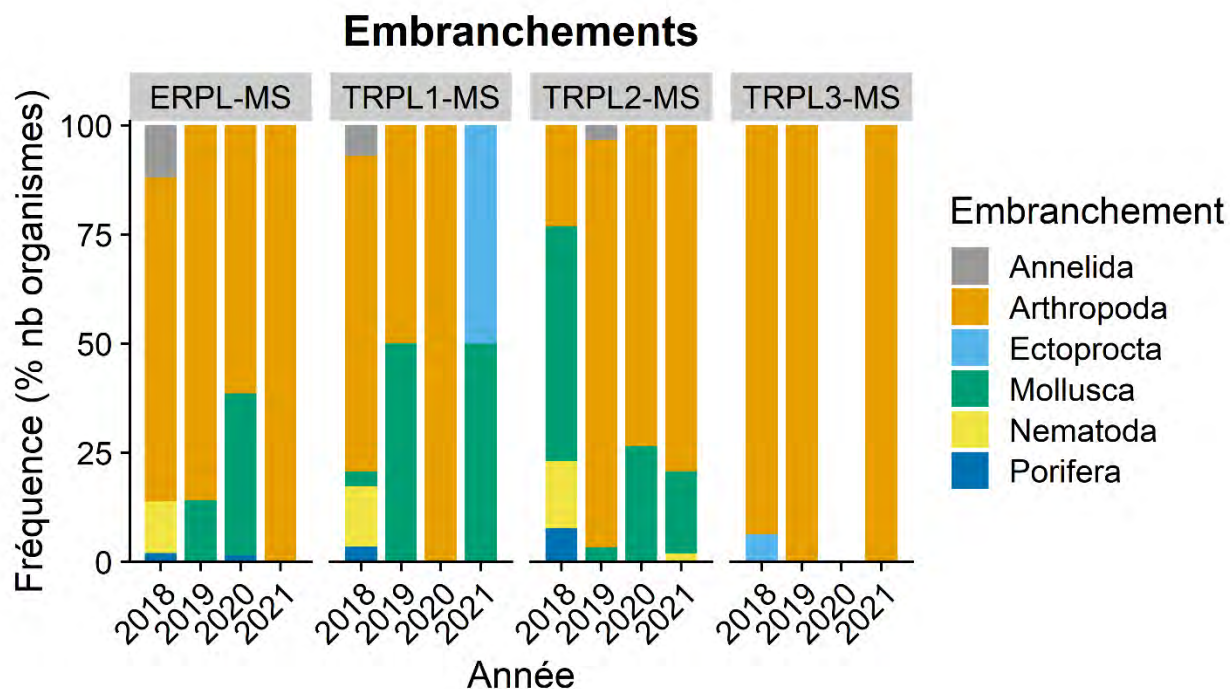


Figure 3. Abondance relative des différents embranchements d'invertébrés benthiques identifiés dans la zone de marnage supérieure entre 2018 et 2021

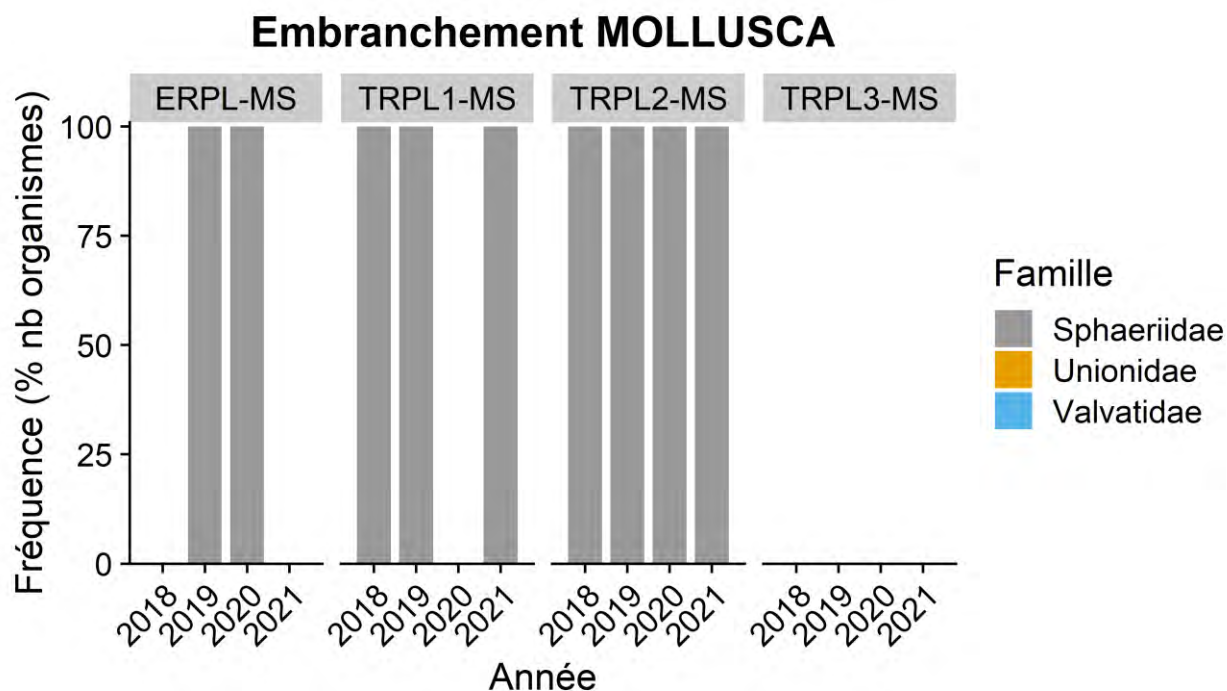


Figure 4. Abondance relative des différentes familles de l'embranchement *Mollusca* pour les invertébrés benthiques identifiés dans la zone de marnage supérieure entre 2018 et 2021

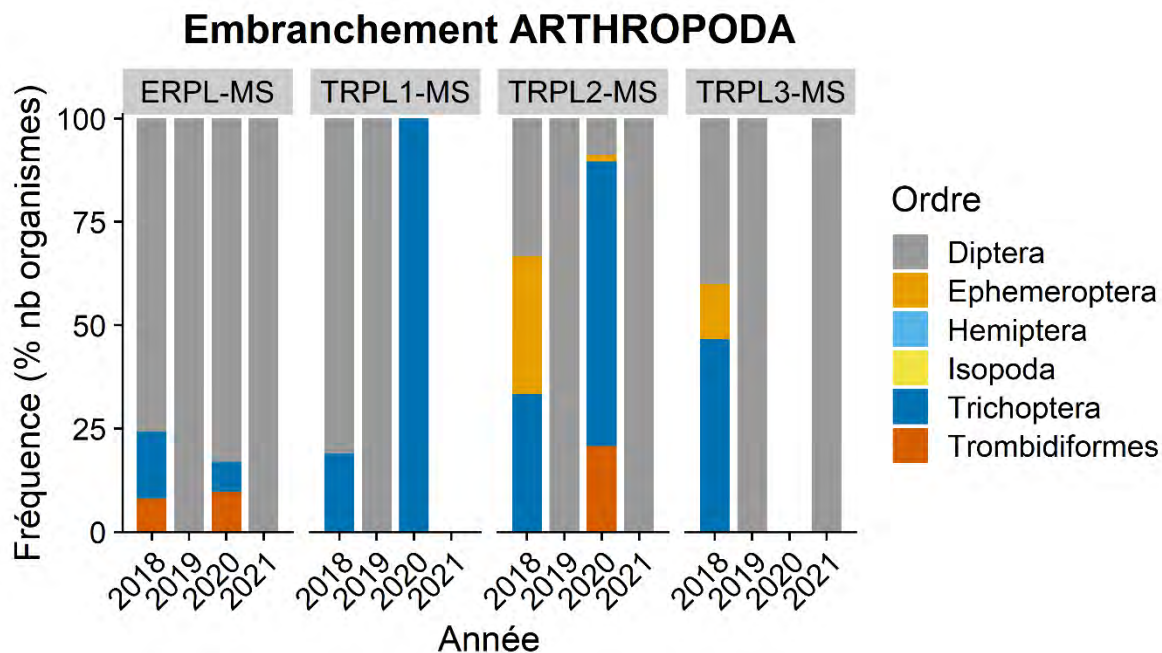


Figure 5. Abondance relative des différents ordres de l'embranchement *Arthropoda* pour les invertébrés benthiques identifiés dans la zone de marnage supérieure entre 2018 et 2021

3.2.2 INDICATEURS DES COMMUNAUTÉS

3.2.2.1 INDICATEURS UNIDIMENSIONNELS

Les indicateurs unidimensionnels des communautés calculés par station ainsi que les statistiques descriptives pour l'ensemble des sites à chacune des années et pour l'ensemble des témoins sont présentés aux tableaux 9 à 12. Les moyennes, écarts-types, étendues (minimum à maximum), médianes ainsi que le nombre de mesures ayant servi à établir ces statistiques pour chaque site sont présentés au tableau 13. Les moyennes, erreurs types, minimums, maximums, médianes ainsi que le nombre de mesures ayant servi à établir ces statistiques pour chaque combinaison d'exposition et de période sont présentés au tableau 14. Les moyennes et écarts-types des indicateurs pour chacun des sites en 2018, 2019, 2020 et 2021 sont présentés aux figures 6 et 7. Finalement, les pertes des communautés, qui ont été calculées par site entre 2019 et 2018, entre 2020 et 2018, et entre 2021 et 2018, sont présentées au tableau 15 et à la figure 8.

Les résultats des analyses statistiques sont présentés au tableau 16.

ABONDANCE TOTALE (N)

Les densités moyennes d'organismes (abondances par m²) sont généralement faibles et variables entre les sites et les années dans la zone de marnage supérieure (tableau 13, figure 6A).

En 2018, les densités les plus élevées sont au site « exposé » qui présente en moyenne 145 org./m², tandis que les sites témoins varient entre 19 et 46 org./m².

En 2019, les densités les plus élevées sont aussi au site « exposé » qui présente en moyenne 137 org./m², tandis que les sites témoins varient de 6 à 46 org./m². 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./m² avec toutefois beaucoup de variabilité. Aucun organisme n'a été recensé au site témoin TRPL3. Les densités moyennes sont 29 % plus petites pour le site « exposé » par rapport à 2019, 76 % plus petites pour le site témoin TRPL1, et 2 342 % supérieures pour TRPL2. Les changements observés au site TRPL2 sont principalement dus à l'augmentation des trichoptères et acariens (ordre des *trombidiformes*).

En 2021, les densités moyennes ont généralement diminué par rapport à 2020. Les densités moyennes sont 55 % inférieures pour le site « exposé », 107 % supérieures au site témoin TRPL1 (moyenne passée de 1,4 à 2,9 org./m²), 93 % inférieures au site témoin TRPL2 et le site TRPL3 présente maintenant des organismes.

Variabilité interannuelle

Les densités ont généralement diminué entre 2018 et 2021 (non significatif) sur l'ensemble des sites à l'exception notable de TRPL2 en 2020 où les abondances étaient très élevées. Pour l'ensemble des sites, un seul effet temporel est présent, soit des abondances significativement plus basses en 2021 qu'en 2018 (contraste 2018 vs 2021, $p_{perm} = 0,014$; tableau 16). La moyenne des densités de 2018 à 2021 était respectivement de 63, 58, 290 et 39 org/m² (tableaux 9 à 12). La moyenne de 2020 chute à 33 org/m² en absence du site TRPL2 étant donné les fortes abondances sur ce site témoin. Cette baisse est toutefois majoritairement attribuable à la baisse observée au site « exposé » comme l'interaction Expo x 18vs21 le montre (voir ci-dessous).

Interaction Exposition × 'Période' et contrastes entre les différentes années de suivi et l'année de référence

Le contraste entre 2018 et 2021 dans l'interaction Exposition × Année est significatif (Expo x 18vs21, $p_{perm} = 0,015$, tableau 16). Ceci s'explique par le fait que les abondances sont inférieures en 2021 par rapport à 2018 pour le site « exposé », mais que celles-ci sont comparables pour les témoins. Il est intéressant de noter que les abondances totales moyennes ont diminué progressivement au site « exposé » entre 2018 et 2021. En 2021, 2 des 5 stations du site « exposé » ne contenaient aucun organisme. Les abondances au site « exposé » étaient plus élevées que pour les témoins en 2018 et 2019 (144,9 org./m² en comparaison avec 35,7 org./m² en 2018), alors qu'elles sont davantage comparables aux témoins en 2021 avec 43,5 org./m² en moyenne en comparaison avec 38,2 org./m².

Les résultats obtenus pour l'ensemble du suivi ne présentent pas d'effet des travaux sur les abondances totales des macroinvertébrés benthiques pour la zone de marnage supérieure (Exposition × 'Période', $p_{perm} = 0,454$; tableau 16). Effectivement, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins entre avant et après les travaux.

Le retrait de l'un des sites témoins, que ce soit TRPL1, TRPL2 ou TRPL3, ne change pas la conclusion globale d'absence d'effets des travaux (voir section 1.4.1 de l'annexe H).

INDICE C

L'indice C rend compte des abondances des chironomides. L'indice C moyen est variable en fonction des sites et des années dans la zone de marnage supérieure (tableau 13, figure 6B).

Entre 2018 et 2019, l'abondance des chironomides est 45 % plus élevée pour le site « exposé » et est passée de 81,2 org./m² à 117,9 org./m², tandis qu'elle a diminué de 88 % pour le site témoin TRPL1 (24,6 org./m² à 2,9 org./m²) et qu'elle a augmenté de 2 800 % au site TRPL2 (1,4 org./m² à 40,6 org./m²). Finalement, les abondances des chironomides sont restées stables pour le site témoin TRPL3 avec des abondances moyennes de 17,4 org./m² en 2018 et 2019 (figure 6B).

Entre 2019 et 2020, l'abondance des chironomides a baissé de 58 % au site « exposé » (117,9 org./m² à 49,8 org./m²), tandis que les chironomides sont désormais absents des sites témoins TRPL1 et TRPL3 et que leurs abondances ont légèrement augmenté au site témoin TRPL2 de 40,6 org./m² à 46,4 org./m².

Entre 2020 et 2021, l'abondance des chironomides est restée stable au site « exposé » (diminution de 13 %) et est passée de 49,8 à 43,5 org./m², tandis que leur abondance a augmenté chez les témoins TRPL2 et TRPL3 de 31 % pour TRPL2 (46,4 à 60,9 org./m²) et à l'infini pour TRPL3 en passant de 0 à 34,8 org./m².

Globalement, le site « exposé » présente une abondance des chironomides plus grande que les sites témoins pour l'ensemble du suivi (facteur Exposition, $p_{perm} = 0,006$, tableau 16).

Variabilité interannuelle

Il n'y a aucun résultat significatif pour la variabilité interannuelle pour l'ensemble des sites (Année et contrastes, tableau 16).

Interaction Exposition × 'Période' et contrastes entre les différentes années de suivi et l'année de référence

Le contraste entre 2018 et 2021 dans l'interaction Exposition × Année et l'interaction Exposition × Année sont significatifs (Expo × 18vs21, $p_{perm} = 0,062$; Expo × Année, $p_{perm} = 0,061$; tableau 16). Les petites différences entre 2020 et 2021 ont occasionné un contraste significatif entre 2018 et 2021, alors que ce n'était pas le cas entre 2018 et 2020 (Expo × 18vs21, $p_{perm} = 0,062$, tableau 16). Effectivement, les chironomides ont approximativement été divisés par deux au site « exposé » (diminution de 46 %), alors qu'ils ont doublé pour l'ensemble des sites témoins (augmentation de 102 %) entre 2018 et 2021. À l'instar des abondances totales, l'abondance des chironomides est davantage comparable entre le site « exposé » et les témoins en 2021 qu'elles ne l'étaient en 2018 avec des abondances moyennes respectives de 43,5 et 31,9 org./m² en 2021. Le test post-hoc sur l'interaction Exposition × Année confirme que les témoins et le site « exposé » étaient différents en 2018, 2019 et 2020, mais que ce n'était plus le cas pour 2021.

Les résultats obtenus pour l'ensemble du suivi ne présentent pas d'effet des travaux sur l'indice C des macroinvertébrés benthiques pour la zone de marnage supérieure (Exposition × 'Période', $p_{perm} = 0,529$; tableau 16). 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.

Le retrait de l'un des sites témoins, que ce soit TRPL1, TRPL2 ou TRPL3 ne change pas la conclusion globale d'absence d'effets des travaux (voir section 1.4.5 de l'annexe H).

INDICE EPT

L'indice EPT rend compte des abondances des éphéméroptères, plécoptères et trichoptères. L'indice EPT moyen est variable en fonction des sites et des années dans la zone de marnage supérieure (tableau 13, figure 6C).

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 avec respectivement des abondances moyennes de 4,3 org./m² et 1,4 org./m². Le site témoin TRPL2 présentait une forte augmentation des organismes EPT avec en moyenne 549,3 org./m². En 2021, les éphéméroptères, plécoptères et trichoptères étaient complètement absents de tous les sites pour la zone de marnage supérieure.

Variabilité interannuelle

Le contraste entre 2018 et 2019 dans Année est significatif (contraste 2018 vs 2019, $p_{perm} = 0,030$, tableau 16). Ceci s'explique par le fait qu'aucun taxon appartenant aux EPT n'a été collecté en 2019.

Le contraste entre 2018 et 2021 Année est significatif (contraste 2018 vs 2021, $p_{perm} = 0,026$, tableau 16). Ceci s'explique par le fait qu'aucun taxon appartenant aux EPT n'a été collecté en 2021.

Interaction Exposition x 'Période' et contrastes entre les différentes années de suivi et l'année de référence

Les résultats obtenus pour l'ensemble du suivi ne présentent pas d'effet des travaux sur l'indice EPT des macroinvertébrés benthiques pour la zone de marnage supérieure (Exposition x 'Période', $p_{perm} = 0,579$; tableau 16). Effectivement, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins à l'exception du site TRPL2.

Le retrait de l'un des sites témoins, que ce soit TRPL1, TRPL2 ou TRPL3, ne change pas la conclusion globale d'absence d'effets des travaux (voir section 1.4.6 de l'annexe H).

INDICE EPT/C

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 EPT/C moyen est variable en fonction des sites et des années dans la zone de marnage supérieure (tableau 13, figure 6D).

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. En 2021, l'indice est revenu à zéro pour tous les sites étant donné l'absence des organismes EPT.

Variabilité interannuelle

Aucun des contrastes dans Année n'est significatif (tableau 16). Le facteur Année est significatif ($p_{perm} = 0,099$, tableau 16). Toutefois, le test post-hoc ne permet pas d'établir où sont les différences. Ce résultat démontre néanmoins la présence de variabilité temporelle pour cet indicateur. Il est important de noter que les valeurs sont faibles et rarement différentes de zéro.

Interaction Exposition x 'Période' et contrastes entre les différentes années de suivi et l'année de référence

Les résultats obtenus pour l'ensemble du suivi ne présentent pas d'effet des travaux sur l'indice EPT/C des macroinvertébrés benthiques pour la zone de marnage supérieure (Exposition x 'Période', $p_{perm} = 0,946$; tableau 16). 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.

Le retrait de l'un des sites témoins, que ce soit TRPL1, TRPL2 ou TRPL3, ne change pas la conclusion globale d'absence d'effets des travaux (voir section 1.4.7 de l'annexe H).

RICHESSSE TAXONOMIQUE (S)

La richesse taxonomique correspond au nombre de taxons, le plus petit niveau taxonomique identifiable avec la famille comme niveau maximal atteint, différents observés. La richesse taxonomique moyenne est faible et variable en fonction des sites et des années dans la zone de marnage supérieure (tableau 13, figure 7A).

Entre 2018 et 2019, la richesse a diminué de 22 à 78 % sur tous les sites, respectivement : TRPL2 de 1,8 à 1,4 taxon, « exposé » de 2,4 à 1,2 taxon, TRPL3 de 1,8 à 0,8 taxon et TRPL1 de 1,8 à 0,4 taxon. Entre 2019 et 2020, la richesse a augmenté aux sites « exposé » et témoin TRPL2 respectivement de 100 et 271 % (5 et 5,2 taxons en moyenne), tandis qu'elle a diminué à 0,2 taxon en moyenne au site TRPL1 jusqu'à nulle au site TRPL3. En 2021, la richesse a doublé au site témoin TRPL1 et est passée de 0 à 0,6 taxon en moyenne au site témoin TRPL3. La richesse a diminué de 75 % au site « exposé » et de 62 % au site témoin TRPL2.

Variabilité interannuelle

Le contraste entre 2018 et 2019 dans Année est significatif (contraste 2018 vs 2019, $p_{perm} = 0,002$, tableau 16). Pour l'ensemble des sites, la richesse a diminué entre 2018 et 2019, passant de 2 taxons à 1 taxon en moyenne (tableaux 10 et 11).

Le contraste entre 2018 et 2021 dans Année est significatif (contraste 2018 vs 2021, $p_{perm} = 0,009$, tableau 16). Pour l'ensemble des sites, la richesse est plus élevée en 2018 qu'en 2021 passant de 2 taxons à 0,9 taxon en moyenne (tableaux 10 et 13).

Le facteur Année est significatif ($p_{perm} = 0,048$, tableau 16). Le test post-hoc révèle qu'en plus des contrastes déjà effectués, 2020 et 2021 sont significativement différentes. Globalement, la richesse a diminué entre 2018 et 2019, est restée stable entre 2019 et 2020 et a diminué entre 2020 et 2021.

Interaction Exposition × 'Période' et contrastes entre les différentes années de suivi et l'année de référence

Les résultats obtenus pour l'ensemble du suivi ne présentent pas d'effet des travaux sur la richesse taxonomique des macroinvertébrés benthiques pour la zone de marnage supérieure (Exposition × 'Période', $p_{perm} = 0,665$; tableau 16). 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.

Le retrait de l'un des sites témoins, que ce soit TRPL1, TRPL2 ou TRPL3, ne change pas cette conclusion (voir section 1.4.2 de l'annexe H).

DIVERSITÉ DE SHANNON (H')

L'indice de diversité de Shannon présente la composition des communautés benthiques en matière du nombre de taxons et de leur abondance relative (densité). La valeur moyenne de la diversité de Shannon est variable en fonction des sites et des années dans la zone de marnage supérieure (tableau 13, figure 7B).

Entre 2018 et 2019, les sites « exposé » et témoin TRPL2 et TRPL3 ont suivi 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 a fortement diminué 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.

Entre 2020 et 2021, l'indice a diminué au site « exposé » et au site témoin TRPL2, respectivement de 1,14 à 0 (diminution de 100 %) et de 1,04 à 0,69 (diminution de 34 %), alors qu'il est resté nul au site témoin TRPL1 et qu'il est également nul pour TRPL3.

Variabilité interannuelle

Le contraste entre 2018 et 2019 dans Année est significatif (contraste 2018 vs 2019, $p_{perm} = 0,004$, tableau 16). Pour l'ensemble des sites, la diversité a diminué entre 2018 et 2019 passant de 0,85 à 0,18 en moyenne (tableaux 10 et 11).

Le contraste entre 2018 et 2021 dans Année est significatif (contraste 2018 vs 2021, $p_{perm} = 0,051$, tableau 16). Pour l'ensemble des sites, la diversité est plus élevée en 2018 qu'en 2021 passant de 0,85 à 0,27 en moyenne (tableaux 10 et 13).

Le contraste entre avant et après dans l'interaction dans Année est significatif (contraste 2018 vs 2019-21, $p_{perm} = 0,039$, tableau 16). Pour l'ensemble des sites, la diversité était plus élevée avant qu'après les travaux avec en moyenne un indice de 0,85 avant et 0,44 après les travaux (tableau 14).

Le facteur Année est significatif ($p_{perm} = 0,001$, tableau 16). Le test post-hoc révèle qu'en plus des contrastes déjà effectués, 2019 et 2020 et 2020 et 2021 sont significativement différentes (voir tableaux 11 à 13). Globalement, la diversité a diminué entre 2018 et 2019, a augmenté entre 2019 et 2020 et a diminué entre 2020 et 2021.

Interaction Exposition × 'Période' et contrastes entre les différentes années de suivi et l'année de référence

Les résultats obtenus pour l'ensemble du suivi ne présentent pas d'effet des travaux sur la diversité de Shannon des macroinvertébrés benthiques pour la zone de marnage supérieure (Exposition × 'Période', $p_{perm} = 0,484$; tableau 16). 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.

Le retrait de l'un des sites témoins, que ce soit TRPL1, TRPL2 ou TRPL3, ne change pas la conclusion globale d'absence d'effets des travaux (voir section 1.4.3 de l'annexe H).

ÉQUITABILITÉ DE SHANNON (J')

L'indice de l'équitabilité de Shannon informe sur la répartition des abondances entre les taxons. L'équitabilité de Shannon requiert minimalement 2 taxons pour être calculée. L'enjeu des faibles abondances et des faibles richesses pour la zone de marnage supérieure a donc un effet sur le nombre de stations où l'indice est calculable. Avant les travaux (2018), l'indice est quantifiable pour 4 stations du site « exposé » (80 % des stations) et pour 8 stations des sites témoins (80 % des stations). Après les travaux (2019, 2020 et 2021), ce sont 6 stations du site « exposé » (40 % des stations) et 11 stations des sites témoins (24 % des stations) qui présentent cet indice. Ces faibles effectifs diminuent la puissance des analyses statistiques et donc les possibilités de confirmer ou d'infirmer la présence d'un effet.

La valeur moyenne de l'équitabilité de Shannon est variable en fonction des sites et des années dans la zone de marnage supérieure (tableau 13, figure 7C). L'indice est basé sur des moyennes de 1 à 2 stations en 2019 et n'est calculable que pour deux sites en 2020 et seulement pour TRPL2 en 2021.

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. 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. Entre 2020 et 2021, l'équitabilité a augmenté au site témoin TRPL2 passant de 0,49 à 0,78 et ceci s'explique par le fait qu'il y a moins de taxons présentant des abondances variables allant de faible à très forte en 2021 (tableaux 7 et 8).

Variabilité interannuelle

Il n'y a aucun résultat significatif pour la variabilité interannuelle pour l'ensemble des sites (Année et contrastes, tableau 16).

Interaction Exposition x 'Période' et contrastes entre les différentes années de suivi et l'année de référence

Les résultats obtenus pour l'ensemble du suivi ne présentent pas d'effet des travaux sur l'équitabilité de Shannon des macroinvertébrés pour la zone de marnage supérieure (Exposition x 'Période', $p_{perm} = 0,149$; tableau 16). 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.

Le retrait de l'un des sites témoins réduirait grandement puissance de l'analyse étant donné le faible effectif de l'indice disponible pour les analyses.

CONTRIBUTION DES DOMINANTS

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. La contribution moyenne des dominants est variable en fonction des sites et des années dans la zone de marnage supérieure (tableau 13, figure 7D).

L'identité des taxons dominants est changeante entre les années (tableaux 5, 6, 7 et 8). 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). En 2021, les chironomides dominent aux sites « exposé » et témoin TRPL2b et TRPL3, alors que la famille *pectinatellidae* (bryzoaire) ou les *sphaeriidae* (mollusque) dominent TRPL1 où seulement deux stations comportent des organismes et dont un seul taxon constitue la communauté (tableau 8).

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). Entre 2019 et 2020, la contribution des dominants a diminué de 40 % pour le site « exposé » et de 15 % pour le site témoin TRPL2. Entre 2020 et 2021, elle a augmenté 79 % au site « exposé » pour atteindre une contribution comparable à 2019 (100 % en 2021 et 94 % en 2019), alors qu'elle est restée stable aux sites témoins TRPL1 (100 et 100 %) et TRPL2 (de 79 à 77 %). Le site TRPL3 présente aussi une contribution des dominants moyenne de 100 % en 2021.

Variabilité interannuelle

Le contraste entre 2018 et 2019 dans Année est significatif (contraste 2018 vs 2019, $p_{perm} = 0,010$, tableau 16). Pour l'ensemble des sites, le pourcentage de contribution du taxon dominant a augmenté en moyenne entre 2018 et 2019 en passant de 70,3 à 94,3 % (tableaux 10 et 11).

Le contraste entre 2018 et 2021 dans Année est significatif (contraste 2018 vs 2021, $p_{perm} = 0,066$, tableau 16). Pour l'ensemble des sites, le pourcentage de contribution du taxon dominant a augmenté en moyenne entre 2018 et 2021 en passant de 70,3 à 91,1 % (tableaux 10 et 13).

Le contraste entre avant et après dans l'interaction dans Année est significatif (contraste 2018 vs 2019-21, $p_{perm} = 0,035$, tableau 16). Pour l'ensemble des sites, le pourcentage de contribution du taxon dominant était plus faible avant qu'après les travaux avec en moyenne 70,3 % avant et 86,4 % après les travaux (tableau 14).

Le facteur Année est significatif ($p_{perm} = 0,002$, tableau 16). Le test post-hoc révèle qu'en plus des contrastes déjà effectués, 2019 et 2020 et 2020 et 2021 sont significativement différentes (voir tableaux 11 à 13). Globalement, la contribution des dominants a augmenté entre 2018 et 2019, a diminué entre 2019 et 2020 et a augmenté entre 2020 et 2021.

Interaction Exposition x 'Période' et contrastes entre les différentes années de suivi et l'année de référence

Les résultats obtenus pour l'ensemble du suivi ne présentent pas d'effet des travaux sur la contribution des dominants des macroinvertébrés benthiques pour la zone de marnage supérieure (Exposition x 'Période', $p_{perm} = 0,289$, tableau 16). Effectivement, bien que la contribution des dominants diminue davantage au site « exposé » entre 2019 et 2020 puis qu'elle remonte en 2021, trop peu de données sont disponibles en 2020 et plusieurs données sont manquantes en 2021 pour valider un effet hors de la variabilité naturelle.

Le retrait de l'un des sites témoins, que ce soit TRPL1, TRPL2 ou TRPL3, ne change pas la conclusion globale d'absence d'effets des travaux (voir section 1.4.8 de l'annexe H).

PERTES DES COMMUNAUTÉS

L'indice de perte de communauté présente la perte de taxons entre l'année du suivi (2019, 2020 ou 2021) et l'année de référence (2018) pour le même site. L'indice n'est pas testé avec le même modèle statistique que les autres indicateurs puisqu'il est calculé par site et non par station. De plus, l'indice est calculé par rapport aux taxons observés en 2018 rendant impossible la comparaison entre avant et après les travaux.

Les valeurs obtenues pour la zone de marnage supérieure en 2019 sont généralement élevées (1,33 à 2,50) (tableau 15 et figure 8). Le nombre de taxons inventoriés a diminué pour tous les sites entre 2018 et 2019 (tableau 15). Ainsi, ce sont de 4 à 5 taxons qui sont disparus et aucun ou 1 taxon est apparu en 2019 (tableau 15).

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 15). 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 15). Les sites TRPL1 et TRPL3 ont respectivement perdu 7 et 5 taxons par rapport à 2018 et gagné 1 et 0 taxon (tableau 15) créant ainsi des indices élevés.

Les valeurs obtenues pour la zone de marnage supérieure en 2021 sont généralement élevées (1,00 à 5,00) (tableau 15 et figure 8). Le nombre de taxons inventorié a diminué pour tous les sites entre 2018 et 2021 et ce sont de 3 à 5 taxons qui sont disparus, alors qu'il n'y a eu aucun ajout pour le site « exposé » et les sites témoins TRPL2 et TRPL3 (tableau 15). Un seul ajout a eu lieu au site témoin TRPL1.

Globalement, la perte est plus élevée chez les témoins avec un indice de 1,8 en moyenne en comparaison à 1,3 au site « exposé » (tableau 15). Ces différences ne sont toutefois pas significativement différentes (*t*-test de Welch pour groupes inégaux, $p = 0,579$).

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 ¹	
Embranchement	Famille	MS1	MS2	MS3	MS4	MS5	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	MS1	MS2	MS3	MS4	MS5	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	MS1	MS2	MS3	MS4	MS5	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	MS1	MS2	MS3	MS4	MS5	Dens. moy. (nb/m ²)	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	
Total¹		225	174	58	181	87	145	100	22	0	65	7	116	42	100	43	7	0	7	36	19	100	29	94	65	43	0	46	100	1261	100

¹ Les totaux sont basés sur les abondances brutes (non arrondies) et peuvent donc différer des totaux calculés à partir des chiffres arrondis présentés dans le tableau.

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 ¹	
Embranchement	Famille	MS1	MS2	MS3	MS4	MS5	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	MS1	MS2	MS3	MS4	MS5	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	MS1	MS2	MS3	MS4	MS5	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	MS1	MS2	MS3	MS4	MS5	Dens. moy. (nb/m ²)	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
Total¹		135	58	58	145	290	137	100	0	14	14	0	0	6	100	22	7	7	7	174	43	100	58	145	29	0	0	46	100	1164	100

¹ Les totaux sont basés sur les abondances brutes (non arrondies) et peuvent donc différer des totaux calculés à partir des chiffres arrondis présentés dans le tableau.

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 ¹	
Embranchement	Famille	MS1	MS2	MS3	MS4	MS5	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	MS1	MS2	MS3	MS4	MS5	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	MS1	MS2	MS3	MS4	MS5	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	MS1	MS2	MS3	MS4	MS5	Dens. moy. (nb/m ²)	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	
Total¹		65	87	65	97	174	98	100	0	0	7	0	0	1	100	254	304	2529	1913	312	1062	100	0	0	0	0	0	0	-	5807	100

¹ Les totaux sont basés sur les abondances brutes (non arrondies) et peuvent donc différer des totaux calculés à partir des chiffres arrondis présentés dans le tableau.

Tableau 8. Densité d'organismes par station pour chacun des sites échantillonnés dans la zone de marnage supérieure en 2021

Organismes		Site « exposé » ERPL							Site témoin TRPL1							Site témoin TRPL2b							Site témoin TRPL3							Total par taxon ¹	
Embranchement	Famille	MS1	MS2	MS3	MS4	MS5	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	MS1	MS2	MS3	MS4	MS5	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	MS1	MS2	MS3	MS4	MS5	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	MS1	MS2	MS3	MS4	MS5	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	Densité totale	Abond. relative (%)
ECTOPROCTA	Pectinatellidae	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	7	0	0	1	50,00	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0,00	7	0,92
MOLLUSCA	Sphaeriidae	0	0	0	0	0	0	0,00	7	0	0	0	0	1	50,00	29	29	7	0	7	14	18,87	0	0	0	0	0	0	0,00	80	10,09
NEMATODA		0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	7	1	1,89	0	0	0	0	0	0	0,00	7	0,92
ARTHROPODA	Chironomidae	0	0	43	130	43	43	100,00	0	0	0	0	0	0	0,00	72	159	7	14	51	61	79,25	58	58	0	58	0	35	100,00	696	88,07
Total¹		0	0	43	130	43	43	100	7	0	7	0	0	3	100	101	188	14	14	65	77	100	58	58	0	58	0	35	100	790	100

¹ Les totaux sont basés sur les abondances brutes (non arrondies) et peuvent donc différer des totaux calculés à partir des chiffres arrondis présentés dans le tableau.

Tableau 9. Indices de diversité des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de marnage supérieure en 2018

Site	Station	Fraction analysée	Densité totale (nb/m ²)	Richesse taxonomique	Indice de diversité de Shannon	Indice d'équitabilité de Shannon	Chironomide (nb/m ²)	EPT (nb/m ²)	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.	
Ensemble des témoins 2018	<i>Moyenne ± écart-type</i>		<i>35,7 ± 36,1</i>	<i>1,8 ± 1,3</i>	<i>0,87 ± 0,73</i>	<i>0,85 ± 0,16</i>	<i>14,5 ± 21</i>	<i>11,6 ± 23,2</i>	<i>0,4 ± 0,4</i>	<i>69,7 ± 26,7</i>	-
	<i>Médiane</i>		<i>29</i>	<i>2</i>	<i>1,08</i>	<i>0,90</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0,5</i>	<i>66,7</i>	-
	<i>Minimum</i>		<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0,00</i>	<i>0,50</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>33</i>	-
	<i>Maximum</i>		<i>116</i>	<i>4</i>	<i>1,92</i>	<i>1</i>	<i>58</i>	<i>87</i>	<i>1</i>	<i>100</i>	-
Ensemble des sites en 2018	Moyenne ± écart-type		63 ± 65,8	2 ± 1,4	0,85 ± 0,72	0,81 ± 0,22	31,2 ± 47,3	13 ± 22,9	0,3 ± 0,4	70,3 ± 26	-
	Médiane		43,5	2	0,9	0,88	7,25	0	0	66,7	-
	Minimum		0	0	0	0,24	0	0	0	33	-
	Maximum		225	5	2,07	1	174	87	1	100	-

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

Notes : Les statistiques descriptives sont calculées à partir des données brutes et donc le résultat d'un calcul à partir des données arrondies comme celles présentées dans les tableaux pourrait légèrement différer du résultat présenté.

Tableau 10. Indices de diversité des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de marnage supérieure en 2019

Site	Station	Fraction analysée	Densité totale (nb/m ²)	Richesse taxonomique	Indice de diversité de Shannon	Indice d'équitabilité de Shannon	Chironomide (nb/m ²)	EPT (nb/m ²)	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.	
Ensemble des témoins 2019	<i>Moyenne ± écart-type</i>		<i>31,9 ± 54,3</i>	<i>0,9 ± 0,7</i>	<i>0,19 ± 0,34</i>	<i>0,63 ± 0,34</i>	<i>20,3 ± 43,4</i>	<i>0 ± 0</i>	<i>0 ± 0</i>	<i>94,3 ± 11,5</i>	<i>1,9 ± 0,6</i>
	<i>Médiane</i>		<i>7,2</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>0,72</i>	<i>7,2</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>100</i>	<i>2</i>
	<i>Minimum</i>		<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0,00</i>	<i>0,25</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>67</i>	<i>1</i>
	<i>Maximum</i>		<i>174</i>	<i>2</i>	<i>0,92</i>	<i>0,92</i>	<i>167</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>100</i>	<i>3</i>
Ensemble des sites en 2019	Moyenne ± écart-type		58,2 ± 79,1	1 ± 0,7	0,18 ± 0,35	0,69 ± 0,3	44,7 ± 74,6	0 ± 0	0 ± 0	94,3 ± 11,5	2,08 ± 0,55
	Médiane		18,1	1	0	0,79	10,87	0	0	100	2,25
	Minimum		0	0	0	0,25	0	0	0	67	1,33
	Maximum		290	2	0,92	0,92	290	0	0	100	2,5

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

Notes : Les statistiques descriptives sont calculées à partir des données brutes et donc le résultat d'un calcul à partir des données arrondies comme celles présentées dans les tableaux pourrait légèrement différer du résultat présenté.

Tableau 11. Indices de diversité des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de marnage supérieure en 2020

Site	Station	Fraction analysée	Densité totale (nb/m ²)	Richesse taxonomique	Indice de diversité de Shannon	Indice d'équitabilité de Shannon	Chironomide (nb/m ²)	EPT (nb/m ²)	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.	
Ensemble des témoins 2020	<i>Moyenne ± écart-type</i>		<i>354,6 ± 775,7</i>	<i>1,8 ± 3,2</i>	<i>0,86 ± 0,89</i>	<i>0,49 ± 0,18</i>	<i>15,5 ± 44,9</i>	<i>183,6 ± 478,6</i>	<i>12,9 ± 18,5</i>	<i>82,2 ± 19,9</i>	<i>3,6 ± 4,8</i>
	<i>Médiane</i>		<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0,77</i>	<i>0,50</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>5,6</i>	<i>85</i>	<i>3,6</i>
	<i>Minimum</i>		<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0,00</i>	<i>0,28</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>48</i>	<i>0</i>
	<i>Maximum</i>		<i>2529</i>	<i>9</i>	<i>2,24</i>	<i>0,71</i>	<i>174</i>	<i>1457</i>	<i>40</i>	<i>100</i>	<i>7</i>
Ensemble des sites en 2020	Moyenne ± écart-type		290,3 ± 675,9	2 ± 2,7	0,99 ± 0,68	0,73 ± 0,25	24 ± 47,4	138,8 ± 418,5	6,56 ± 13,84	70,2 ± 22,4	2,59 ± 3,82
	Médiane		36,2	1	1	0,81	0	0	0,5	75	0,6
	Minimum		0	0	0	0,28	0	0	0	33	0,18
	Maximum		2529	9	2,24	1	174	1457	40,2	100	7

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

Notes : Les statistiques descriptives sont calculées à partir des données brutes et donc le résultat d'un calcul à partir des données arrondies comme celles présentées dans les tableaux pourrait légèrement différer du résultat présenté.

Tableau 12. Indices de diversité des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de marnage supérieure en 2021

Site	Station	Fraction analysée	Densité totale (nb/m ²)	Richesse taxonomique	Indice de diversité de Shannon	Indice d'équitabilité de Shannon	Chironomide (nb/m ²)	EPT (nb/m ²)	EPT/C	Contribution des dominants (%)	Perte des communautés
Site « exposé » ERPL	MS1	0,25	0	0	n.d.	n.d.	0	0	n.d.	n.d.	0,71
	MS2	0,25	0	0	n.d.	n.d.	0	0	n.d.	n.d.	
	MS3	0,17	43	1	0,00	n.d.	43	0	0,00	100	
	MS4	0,17	130	1	0,00	n.d.	130	0	0,00	100	
	MS5	0,17	43	1	0,00	n.d.	43	0	0,00	100	
Site témoin TRPL1	MS1	1,00	7	1	0,00	n.d.	0	0	n.d.	100	0,78
	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	0	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 TRPL2b	MS1	0,50	101	2	0,86	0,86	72	0	0,00	71	0,33
	MS2	0,50	188	2	0,62	0,62	159	0	0,00	85	
	MS3	1,00	14	2	1,00	1,00	7	0	0,00	50	
	MS4	1,00	14	1	0,00	n.d.	14	0	0,00	100	
	MS5	1,00	65	3	0,99	0,62	51	0	0,00	78	
Site témoin TRPL3	MS1	0,13	58	1	0,00	n.d.	58	0	0,00	100	0,67
	MS2	0,13	58	1	0,00	n.d.	58	0	0,00	100	
	MS3	0,13	0	0	n.d.	n.d.	0	0	n.d.	n.d.	
	MS4	0,13	58	1	0,00	n.d.	58	0	0,00	100	
	MS5	0,13	0	0	n.d.	n.d.	0	0	n.d.	n.d.	
Ensemble des témoins en 2021	<i>Moyenne ± écart-type</i>		<i>38,2 ± 52,6</i>	<i>1 ± 0,9</i>	<i>0,35 ± 0,46</i>	<i>0,78 ± 0,19</i>	<i>31,9 ± 45</i>	<i>0 ± 0</i>	<i>0 ± 0</i>	<i>88,4 ± 17,3</i>	<i>0,6 ± 0,2</i>
	<i>Médiane</i>		<i>14,5</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>0,74</i>	<i>7,2</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>100</i>	<i>0,7</i>
	<i>Minimum</i>		<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0,00</i>	<i>0,62</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>50</i>	<i>0</i>
	<i>Maximum</i>		<i>188</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>159</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>100</i>	<i>1</i>
Ensemble des sites en 2021	Moyenne ± écart-type		39,5 ± 51,4	0,9 ± 0,9	0,27 ± 0,43	0,78 ± 0,19	34,8 ± 46	0 ± 0	0 ± 0	91,1 ± 15,8	0,62 ± 0,2
	Médiane		14,5	1	0	0,74	10,87	0	0	100	0,69
	Minimum		0	0	0	0,62	0	0	0	50	0,33
	Maximum		188	3	1	1	159	0	0	100	0,78

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

Notes : Les statistiques descriptives sont calculées à partir des données brutes et donc le résultat d'un calcul à partir des données arrondies comme celles présentées dans les tableaux pourrait légèrement différer du résultat présenté.

Tableau 13. Statistiques descriptives des indices de diversité des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de marnage supérieure de 2018 à 2021

Site-zone	Année	Paramètre	N (nb m ⁻²)	S	H'	J'	C (nb m ⁻²)	EPT (nb m ⁻²)	EPT/C (proportion)	Contribution dominants (% 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	0,00 - 2,07	0,24 - 1,00	0 - 174	0 - 43	0,00 - 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	0,00 - 0,86	0,86 - 0,86	39 - 290	0 - 0	0,00 - 0,00	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 - 1,00	0 - 130	0 - 22	0,00 - 1,00	33 - 75
		Médiane	87	2	0,97	0,92	38,6	0	0	60
		Nb mesures	5	5	5	5	5	5	4	5
2021	Moyenne	43,5	0,6	0	n.d.	43,5	0	0	100	
	Écart-type	53,2	0,55	0	n.d.	53,2	0	0	0	
	Étendue	0 - 130	0 - 1	0,00 - 0,00	n.d.	0 - 130	0 - 0	0,00 - 0,00	100 - 100	
	Médiane	43,5	1	0	n.d.	43,5	0	0	100	
	Nb mesures	5	5	3	0	5	5	3	3	
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	0,00 - 1,58	0,50 - 1,00	0 - 58	0 - 29	0,00 - 0,50	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	0,00 - 0,00	n.d.	0 - 14	0 - 0	0,00 - 0,00	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	0,00 - 0,00	n.d.	0 - 0	0 - 7	n.d.	100 - 100
		Médiane	0	0	0	n.d.	0	0	n.d.	100
		Nb mesures	5	5	1	0	5	5	0	1
2021	Moyenne	2,9	0,4	0	n.d.	0	0	n.d.	100	
	Écart-type	4	0,55	0	n.d.	0	0	n.d.	0	
	Étendue	0 - 7	0 - 1	0,00 - 0,00	n.d.	0 - 0	0 - 0	n.d.	100 - 100	
	Médiane	0	0	0	n.d.	0	0	n.d.	100	
	Nb mesures	5	5	2	0	5	5	0	2	

Tableau 13. Statistiques descriptives des indices de diversité des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de marnage supérieure de 2018 à 2021 (suite)

Site-zone	Année	Paramètre	N (nb m ⁻²)	S	H'	J'	C (nb m ⁻²)	EPT (nb m ⁻²)	EPT/C (proportion)	Contribution dominants (% 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	0,00 - 1,92	0,79 - 0,96	0 - 7	0 - 7	1,00 - 1,00	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	92
		Écart-type	73,2	0,55	0,4	0,47	70,6	0	0	15
		Étendue	7 - 174	1 - 2	0,00 - 0,92	0,25 - 0,92	7 - 167	0 - 0	0,00 - 0,00	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	0,00 - 2,24	0,28 - 0,71	0 - 174	0 - 1457	0,00 - 40,20	48 - 100
		Médiane	311,6	4	1,1	0,5	14,5	29	5,62	77
		Nb mesures	5	5	5	4	5	5	4	5
TRPL2b 2021	Moyenne	76,8	2	0,69	0,78	60,9	0	0	77	
	Écart-type	72,4	0,71	0,42	0,19	61,2	0	0	18	
	Étendue	14 - 188	1 - 3	0,00 - 1,00	0,62 - 1,00	7 - 159	0 - 0	0,00 - 0,00	50 - 100	
	Médiane	65,2	2	0,86	0,74	50,7	0	0	78	
	Nb mesures	5	5	5	4	5	5	5	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	0,00 - 1,39	0,83 - 0,92	0 - 29	0 - 87	0,00 - 1,00	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	0,00 - 0,72	0,72 - 0,72	0 - 58	0 - 0	0,00 - 0,00	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	n.d.	n.d.	0 - 0	0 - 0	n.d.	n.d.
		Médiane	0	0	n.d.	n.d.	0	0	n.d.	n.d.
		Nb mesures	5	5	0	0	5	5	0	0
2021	Moyenne	34,8	0,6	0	n.d.	34,8	0	0	100	
	Écart-type	31,8	0,55	0	n.d.	31,8	0	0	0	
	Étendue	0 - 58	0 - 1	0,00 - 0,00	n.d.	0 - 58	0 - 0	0,00 - 0,00	100 - 100	
	Médiane	58	1	0	n.d.	58	0	0	100	
	Nb mesures	5	5	3	0	5	5	3	3	

N : abondance totale (nb organismes m⁻²); S : richesse taxonomique (nb taxons); H' : diversité de Shannon; J' : équitabilité de Shannon; EPT : abondance totale des éphéméroptères, trichoptères et plécoptères par m²; C : abondance totale des chironomides par m²; EPT/C : rapport de EPT sur C
n.d. : Données insuffisantes pour calculer l'indice/paramètre; Étendue : minimum - maximum.

Notes : Les statistiques descriptives sont calculées à partir des données brutes et donc le résultat d'un calcul à partir des données arrondies comme celles présentées dans les tableaux pourrait légèrement différer du résultat présenté.

Tableau 14. Statistiques descriptives par niveau d'exposition (« exposé » ou témoin) et de période (avant ou après les travaux) pour la zone de marnage supérieure

Exposition Période	Paramètre	Densité totale (nb/m ²)	Richesse taxonomique	Indice de diversité de Shannon	Indice d'équitabilité de Shannon	Chironomide (nb/m ²)	EPT (nb/m ²)	EPT/C	Contribution des dominants (%)	Perte des communautés
Avant les travaux (2018)										
« Exposé » Avant	Moyenne ± erreur-type	144,9 ± 31,2	2,4 ± 0,7	0,82 ± 0,36	0,74 ± 0,17	81,2 ± 31,3	17,4 ± 10,6	0,1 ± 0,1	71,9 ± 12,2	-
	Médiane	173,9	2	0,81	0,85	58	0	0	75	-
	Minimum	58	1	0,00	0,24	0	0	0	39	-
	Maximum	225	5	2,07	1	174	43	0	100	-
	Nb. de mesures / total possible	5 / 5	5 / 5	5 / 5	4 / 5	5 / 5	5 / 5	4 / 5	5 / 5	0 / 0
Témoins Avant	Moyenne ± erreur-type	35,7 ± 9,3	1,8 ± 0,3	0,87 ± 0,21	0,85 ± 0,06	14,5 ± 5,4	11,6 ± 6	0,4 ± 0,2	69,7 ± 7,7	-
	Médiane	29	2	1,08	0,9	0	0	0,5	66,7	-
	Minimum	0	0	0	0,5	0	0	0	33	-
	Maximum	116	4	1,92	1	58	87	1	100	-
	Nb. de mesures / total possible	15 / 15	15 / 15	12 / 15	8 / 15	15 / 15	15 / 15	7 / 15	12 / 15	0 / 0
Ensemble des sites avant	Moyenne ± erreur-type	63 ± 14,7	2 ± 0,3	0,85 ± 0,18	0,81 ± 0,06	31,2 ± 10,6	13 ± 5,1	0,3 ± 0,12	70,3 ± 6,3	-
	Médiane	43,5	2	0,9	0,88	7,25	0	0	66,7	-
	Minimum	0	0	0	0,24	0	0	0	33	-
	Maximum	225	5	2,07	1	174	87	1	100	-
	Nb. de mesures / total possible	20 / 20	20 / 20	17 / 20	12 / 20	20 / 20	20 / 20	11 / 20	17 / 20	0 / 0
Après les travaux (2019, 2020 et 2021)										
« Exposé » Après	Moyenne ± erreur-type	92,8 ± 19,2	1,4 ± 0,2	0,5 ± 0,17	0,91 ± 0,03	70,4 ± 19,8	1,4 ± 1,4	0,1 ± 0,1	80,8 ± 6,7	1,3 ± 0,6
	Médiane	65,2	1	0	0,9	43,5	0	0	100	0,71
	Minimum	0	0	0	0,81	0	0	0	33	0,6
	Maximum	290	3	1,58	1	290	22	1	100	2,5
	Nb. de mesures / total possible	15 / 15	15 / 15	13 / 15	6 / 15	15 / 15	15 / 15	12 / 15	13	3 / 3
Témoins Après	Moyenne ± erreur-type	141,5 ± 465,3	1,2 ± 2	0,41 ± 0,59	0,63 ± 0,25	22,5 ± 44	61,2 ± 283,8	2,6 ± 9	89,2 ± 16	1,8 ± 2,2
	Médiane	7,2	1	0,00	0,62	0	0	0	100	1,1
	Minimum	0	0	0,00	0,25	0	0	0	48	0
	Maximum	2529	9	2,24	1	174	1457	40	100	7
	Nb. de mesures / total possible	45 / 45	45 / 45	26 / 45	11 / 45	45 / 45	45 / 45	20 / 45	26 / 45	8 / 9
Ensemble des sites après	Moyenne ± erreur-type	129,3 ± 52,2	1,3 ± 0,2	0,44 ± 0,09	0,73 ± 0,06	34,5 ± 7,4	46,3 ± 31,8	1,6 ± 1,3	86,4 ± 3,1	1,7 ± 0,6
	Médiane	14,5	1	0,00	0,81	7,2	0,0	0,0	100	0,8
	Minimum	0	0	0,00	0,25	0	0	0,0	33	0
	Maximum	2529	9	2,24	1	290	1457	40,2	100	7
	Nb. de mesures / total possible	60 / 60	60 / 60	39 / 60	17 / 60	60 / 60	60 / 60	32 / 60	39 / 60	11 / 12

Notes : L'erreur type est utilisée aux fins de comparaisons de groupes inégaux.
Les statistiques descriptives sont calculées à partir des données brutes et donc le résultat d'un calcul à partir des données arrondies comme celles présentées dans les tableaux pourrait légèrement différer du résultat présenté.

Zone de marnage supérieure

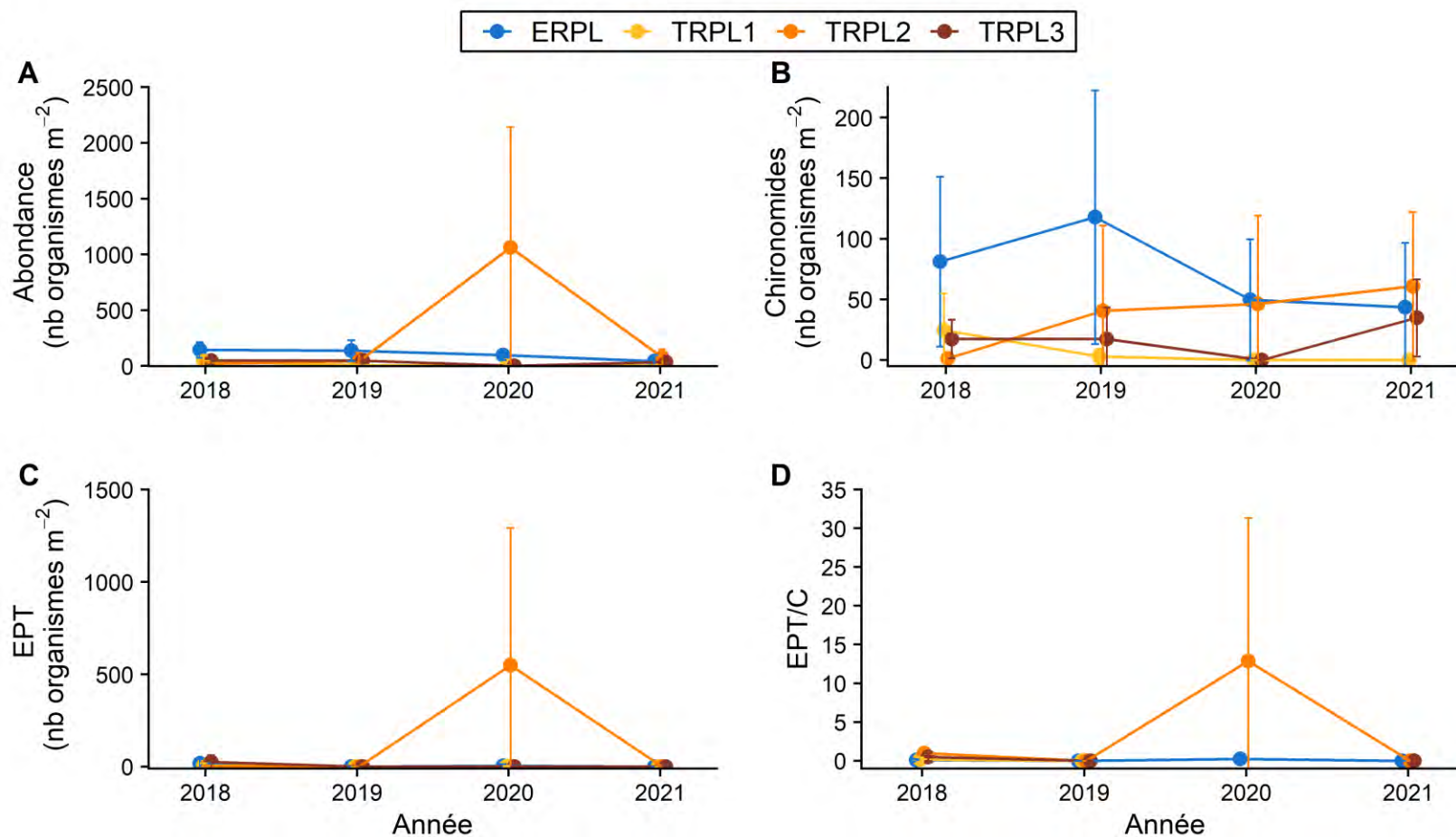


Figure 6. Moyennes \pm écart-types de (A) l'abondance totale (nb d'organismes m²), (B) l'abondance des chironomides (indice C, nb d'organismes m²), (C) l'abondance des éphéméroptère-trichoptère-plécoptère (indice EPT; nb d'organismes m²) et (D) le ratio des abondances de EPT (en C) sur l'abondance des chironomides (en B) pour la zone de marnage supérieure

Zone de mariage supérieure

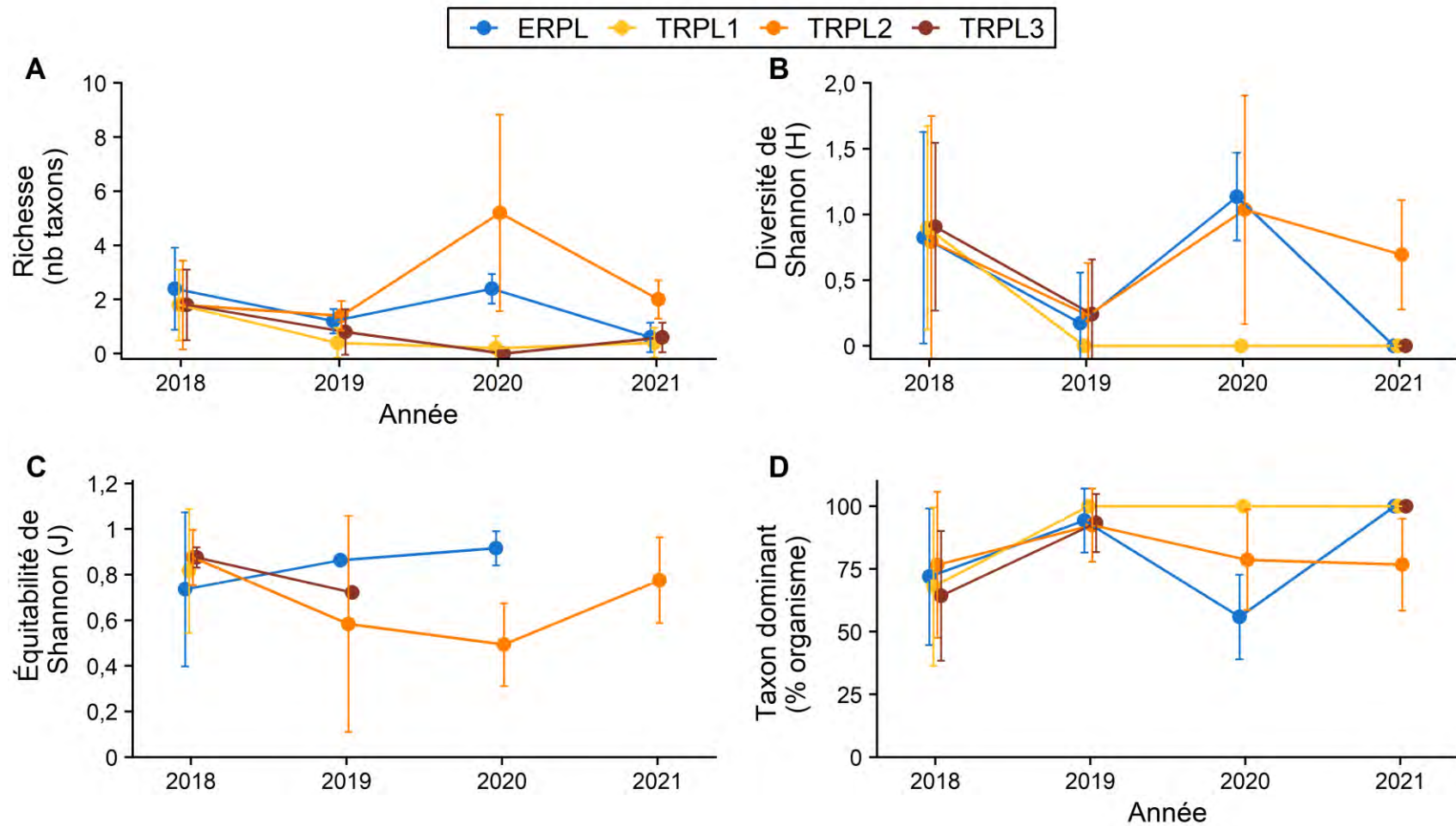


Figure 7. Moyennes \pm écart-types de (A) la richesse taxonomique, (B) la diversité de Shannon (H'), (C) l'équitabilité de Shannon (J') et (D) la contribution des dominants (% d'organismes) pour la zone de mariage supérieure

Zone de mariage supérieure

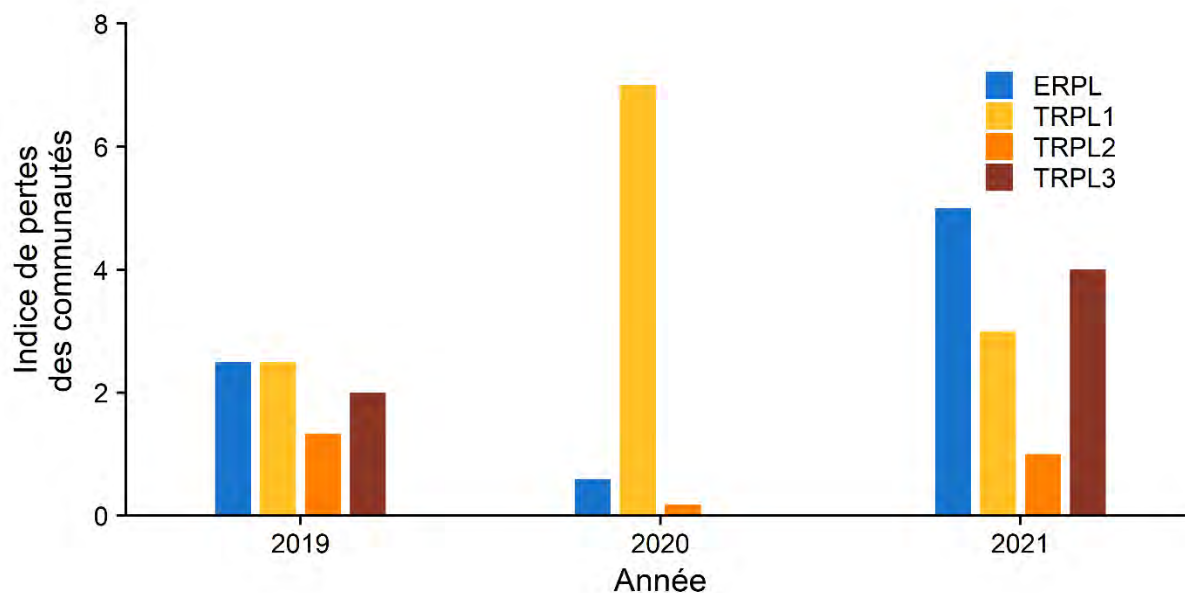


Figure 8. Indice de pertes des communautés pour la zone de mariage supérieure

Tableau 15. Détail des taxons communs et uniques à chaque site pour le calcul des pertes des communautés pour la zone de mariage supérieure entre 2018 et 2021

Site-zone	Nombre de taxons communs	Nombre de taxons uniques 2018	Nombre de taxons uniques année étudiée	Nombre de taxons total 2018	Nombre de taxons total année étudiée
2019					
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
2020					
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
2021					
ERPL-MS	1	5	0	6	1
TRPL1-MS	1	6	1	7	2
TRPL2-MS	3	3	0	6	3
TRPL3-MS	1	4	0	5	1

Tableau 16. 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 2021

Source	ddl num	ddl den	Valeurs de p_{perm}^1							
			N	S	H'	J'	C	EPT	EPT/C	Dom
Exposition	1	18*	0,976	0,575	0,826	0,199	0,006	0,654	0,168	0,483
Année	3	54*	0,489	0,048	0,001	0,636	0,169	0,542	0,099	0,002
2018 vs 2019-21 <small>contraste</small>	1	58*	0,796	0,119	0,039	0,737	0,923	0,782	0,950	0,035
2018 vs 2019 <small>contraste</small>	1	18*	0,787	0,002	0,004	0,657	0,289	0,030	0,216	0,010
2018 vs 2020 <small>contraste</small>	1	18*	0,481	1,000	0,803	0,838	0,351	0,479	-	0,763
2018 vs 2021 <small>contraste</small>	1	18*	0,014	0,009	0,051	0,942	0,482	0,026	0,153	0,066
Expo. × Année	3	54*	0,422	0,782	0,737	0,196	0,061	0,529	0,119	0,144
Expo × 18vs19-21 <small>contraste</small>	1	58*	0,454	0,665	0,484	0,149	0,529	0,579	0,946	0,289
Expo × 18vs19 <small>contraste</small>	1	18*	0,930	0,692	0,798	0,713	0,414	0,670	0,491	0,835
Expo × 18vs20 <small>contraste</small>	1	18*	0,336	1,000	0,538	0,431	0,343	0,424	-	0,289
Expo × 18vs21 <small>contraste</small>	1	18*	0,015	0,200	0,728	- ²	0,062	0,645	0,178	0,860
Tests d'homogénéité des variances et de normalité des résidus										
Transformation ³			Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune
PERMDISP Exposition × Année ⁴			0,093	0,019	0,004	0,292	0,220	0,062	0,058	0,010
PERMDISP Exposition × Période ⁴			0,432	0,897	0,682	0,155	0,120	0,401	0,557	0,048

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.

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. Les détails sont présentés à l'annexe H.

PER-ANOVA basées sur ressemblances Euclidiennes.

Les sorties PRIMER sont présentées à l'annexe H.

Contraste marqué d'une **trame orangé foncé** : informe si les changements observés au niveau du site « exposé » ont également été observés pour les sites « témoins » : 'Exposition x 18vs19-21' entre l'année de référence et après les travaux équivalent de 'Exposition x 'Période'.

Contrastes marqués d'une **trame orangé pâle** : informent si les changements observés au niveau du site « exposé » ont également été observés pour les sites « témoins » : 'Exposition x 18vs00' entre l'année de référence et l'année 00 après les travaux.

¹ Seuil de significativité établi à 0,1. Les valeurs significatives sont mises en évidence en **gras**. Une valeur de p significative à 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** pour les divers contrastes. Les tirets (-) indiquent que les analyses n'ont pas pu être effectuées par manque de réplication.

² Test est non disponible. Aucune donnée d'équitabilité pour ERPL-MS en 2021, voir tableau 12.

³ Transformation : $\sqrt{\quad}$: racine carrée, $\sqrt[4]{\quad}$: racine quatrième, Log_{10} : logarithmique en base 10 (x+1). En cas de test PERMDISP significatif, les transformations ont été testées. Si la transformation n'améliorait pas l'homogénéité des variances, l'analyse sans transformation était conservée. Pour les cas où une transformation avait été utilisée dans le rapport précédent (WSP 2021) et que l'une des interactions était significative, la transformation était conservée.

⁴ Le test PERMDISP est l'équivalent du test de Levene pour l'homogénéité des variances entre les groupes : Exposition × Année et Exposition × '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.

3.2.2.2 INDICATEURS MULTIDIMENSIONNELS

Les résultats des analyses statistiques pour les indicateurs multidimensionnels des communautés sont présentés au tableau 17. 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 calculée à partir des 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 H fournit le nMDS de toutes les stations.

Le tableau 18 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.

Globalement, le site « exposé » présente une structure des abondances différentes des sites témoins pour l'ensemble du suivi (facteur Exposition, $p_{perm} = 0,095$, tableau 17).

Variabilité interannuelle

Pour l'ensemble des sites, la structure des communautés est différente entre 2018 et 2019 et entre 2018 et 2020 (contraste 2018 vs 2019, $p_{perm} = 0,027$; contraste 2018 vs 2020, $p_{perm} = 0,054$; tableau 17). Ceci s'explique par le fait que pour l'ensemble des sites, la structure des abondances était différente entre 2018 et 2019 et entre 2018 et 2020. L'analyse SIMPER révèle que les *chironomidae* (diminution en 2019 et en 2020, insecte diptère), les *sphaeriidae* (diminution en 2019 et augmentation en 2020, mollusque), les *nematoda* (disparition en 2019 et 2020) et les *leptoceridae* (augmentation en 2020, trichoptère) sont les taxons contribuant le plus à ces différences.

Pour l'ensemble des sites, la structure des communautés est différente entre avant et après les travaux (contraste 2018 vs 2019-21, $p_{perm} = 0,038$, tableau 17). Ceci s'explique par le fait que pour l'ensemble des sites, la structure des abondances était différente entre avant et après les travaux. L'analyse SIMPER révèle que les *chironomidae* (diminution après, insecte diptère), les *sphaeriidae* (augmentation après, mollusque), les *nematoda* (diminution après) et les *leptoceridae* (diminution après, trichoptère) sont les taxons contribuant le plus à cette différence.

Le facteur Année est significatif ($p_{perm} = 0,001$, tableau 17). Le test post-hoc révèle qu'en plus des contrastes déjà effectués, 2019 et 2020 et 2020 et 2021 sont significativement différentes. Ceci signifie que pour l'ensemble des sites, la structure des communautés n'est pas différente pour 2018 en comparaison avec 2021.

Interaction Exposition × 'Période' et contrastes entre les différentes années de suivi et l'année de référence

Les résultats obtenus pour l'ensemble du suivi ne présentent pas d'effet des travaux sur la structure des macroinvertébrés benthiques pour la zone de marnage supérieure (Exposition × 'Période', $p_{perm} = 0,360$, tableau 17). Il est important de noter que 24 stations ont dû être exclues étant donné l'absence d'organisme. Ceci représente 30 % des stations. De plus, en 2020, seuls le site témoin TRPL2 et une station de TRPL1 présentaient des organismes pour la zone de marnage supérieure. De ce fait, la variabilité naturelle des témoins n'est pas bien prise en compte en 2020. Finalement, il appert que les changements de la structure des communautés observés sont essentiellement dus à la variabilité naturelle puisqu'aucune différence n'a été notée au niveau de l'interaction, mais qu'une différence au niveau des années est perceptible pour l'ensemble des sites (Année et contrastes, tableau 17).

Cependant, le retrait du site témoin TRPL1 (celui présentant le plus de variabilité), change la conclusion d'absence d'effet des travaux (Exposition × 'Période', voir section 1.1 de l'annexe H). Son retrait cause une différence significative dans la dispersion des témoins entre avant et après les travaux (moins dispersés après), alors que ce n'est pas le cas en sa présence. Le site « exposé » ne présente pas de différence en ce qui a trait à la dispersion entre avant et après les travaux. La dispersion devient plus élevée avant les travaux puisque TRPL2 et TRPL3 n'ont qu'un seul taxon commun. La dispersion est réduite chez les témoins après les travaux puisque TRPL3 est absent des analyses pour 2020 (aucun organisme sur un des sites donc moins de variabilité pour les témoins) et que la richesse et la diversité sont plus faibles en 2019 et en 2021 comparativement à 2018. Une richesse et une diversité plus élevée augmentent les chances que deux sites soient plus différents et présentent donc des dispersions plus grandes. Aussi, la présence de TRPL1 accroît la dispersion, après les travaux notamment, puisqu'il ne possède aucun chironomide en 2020 ou 2021 et puisqu'il ne présente qu'un seul taxon en 2021 et que ce taxon est absent les autres années. Finalement, le nombre de stations manquantes reste imposant et une diminution similaire en dispersion est aussi observée pour le site « exposé » bien que la comparaison par paire soit non significative. En conséquence, il n'apparaît pas pertinent de retirer TRPL1 notamment puisqu'il possède davantage de taxons en commun avec TRPL2.

COMPOSITION DES COMMUNAUTÉS

La composition des communautés (PERMANOVA basée sur la dissimilarité de Bray-Curtis calculée à partir de 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 déterminer si l'identité des taxons présents est différente.

Variabilité interannuelle

Pour l'ensemble des sites, la composition des communautés est différente entre 2018 et 2019 et entre 2018 et 2020 (contraste 2018 vs 2019, $p_{perm} = 0,084$; contraste 2018 vs 2020, $p_{perm} = 0,054$; tableau 17). Ceci s'explique par le fait que pour l'ensemble des sites, la composition en taxons était différente entre 2018 et 2019 et entre 2018 et 2020. L'analyse SIMPER révèle que les *chironomidae* (insecte diptère plus fréquent en 2019 et moins fréquent en 2020), les *sphaeriidae* (mollusque moins fréquent en 2019 et plus fréquent en 2020) et les *nematoda* (absent en 2019 et en 2020) sont les taxons contribuant le plus à ces différences.

Pour l'ensemble des sites, la composition des communautés est différente entre avant et après les travaux (contraste 2018 vs 2019-21, $p_{perm} = 0,027$, tableau 17). Ceci s'explique par le fait que pour l'ensemble des sites, la composition en taxons était différente entre avant et après les travaux. L'analyse SIMPER révèle que les *chironomidae* (insecte diptère plus fréquent avant les travaux), les *sphaeriidae* (mollusque plus fréquent après les travaux) et les *nematoda* (plus fréquent avant les travaux) sont les taxons contribuant le plus à cette différence.

Le facteur Année est significatif ($p_{perm} = 0,001$, tableau 17). Le test post-hoc révèle qu'en plus des contrastes déjà effectués, 2019 et 2020 et 2020 et 2021 sont significativement différentes. Ceci signifie que pour l'ensemble des sites, la composition des communautés n'est pas différente pour 2018 en comparaison avec 2021.

Les résultats pour les différences en composition en comparaison avec ceux de la structure indiquent que les différences notées pour les communautés entre les années sont surtout attribuables à l'identité des taxons (composition).

Interaction Exposition × 'Période' et contrastes entre les différentes années de suivi et l'année de référence

Les résultats obtenus pour l'ensemble du suivi ne présentent pas d'effet des travaux sur la composition des macroinvertébrés pour la zone de marnage supérieure (Exposition × 'Période', $p_{perm} = 0,378$, tableau 17). Toutefois, il est important de noter que 24 stations ont dû être exclues étant donné l'absence d'organisme. Ceci représente 30 % 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 en 2020. Finalement, il appert que les changements dans la composition des communautés observés sont essentiellement dus à la variabilité naturelle puisqu'aucune différence n'a été notée au niveau de l'interaction, mais qu'une différence au niveau des années est perceptible pour l'ensemble des sites (Année et contrastes, tableau 17).

Cependant, comme pour la structure, le retrait du site témoin TRPL1 (celui présentant le plus de variabilité), change la conclusion d'absence d'effet des travaux (voir section 1.2 de l'annexe H). Son retrait cause une différence significative dans la dispersion des témoins entre avant et après les travaux (moins dispersés après), alors que ce n'est pas le cas en sa présence. Le site « exposé » ne présente pas de différence en ce qui a trait à la dispersion entre avant et après les travaux. » La dispersion devient plus élevée avant les travaux puisque TRPL2 et TRPL3 n'ont qu'un seul taxon commun. La dispersion est réduite chez les témoins après les travaux puisque TRPL3 est absent des analyses pour 2020 (aucun organisme sur un des sites donc moins de variabilité pour les témoins) et que la richesse et la diversité sont plus faibles en 2019 et en 2021 comparativement à 2018. Une richesse et une diversité plus élevée augmentent les chances que deux sites soient plus différents et présentent donc des dispersions plus grandes. Aussi, la présence de TRPL1 accroît la dispersion après les travaux notamment puisqu'il ne possède aucun chironomide en 2020 ou 2021 et puisqu'il ne présente qu'un seul taxon en 2021 et que ce taxon est absent les autres années. Finalement, le nombre de stations manquantes reste imposant et une diminution similaire en dispersion est aussi observée pour le site « exposé » bien que la comparaison par paire soit non significative. En conséquence, il n'apparaît pas pertinent de retirer TRPL1 notamment puisqu'il possède davantage de taxons en commun avec TRPL2. Le retrait de TRPL2 ou TRPL3 ne change pas la conclusion globale d'absence d'effets des travaux sur l'ensemble du suivi.

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 stations et est testée statistiquement. L'annexe H fournit les courbes de dominance de toutes les stations pour chacune des années du suivi.

Variabilité interannuelle

Pour l'ensemble des sites, la dominance est différente entre 2018 et 2019 et entre 2018 et 2021 (contraste 2018 vs 2019, $p_{perm} = 0,032$; contraste 2018 vs 2021, $p_{perm} = 0,094$; tableau 17).

Pour l'ensemble des sites, la dominance est différente entre avant et après les travaux (contraste 2018 vs 2019-21, $p_{perm} = 0,062$, tableau 17). La plupart du temps, les sites sont représentés par un seul taxon après les travaux alors que les sites présentaient au moins 3 taxons différents avant les travaux.

Le facteur Année est significatif ($p_{perm} = 0,009$, tableau 17). Le test post-hoc révèle qu'en plus des contrastes déjà effectués, 2019 et 2020 sont significativement différentes.

Les différences en dominance semblent donc résulter de la faible richesse comme reflétée par la diminution de la diversité et l'augmentation du pourcentage de contribution du taxon dominant (tableau 14).

Interaction Exposition × 'Période' et contrastes entre les différentes années de suivi et l'année de référence

Les résultats obtenus pour l'ensemble du suivi ne présentent pas d'effet des travaux sur les courbes de dominance des macroinvertébrés benthiques pour la zone de marnage supérieure (Exposition × 'Période', $p_{perm} = 0,667$, tableau 17). Effectivement, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins.

Le retrait de l'un des sites témoins, que ce soit TRPL1, TRPL1 ou TRPL3, ne change pas la conclusion d'absence d'effet des travaux (voir section 1.3.1 de l'annexe H).

Tableau 17. Résumé des analyses statistiques multivariées (PERMANOVA) des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de marnage supérieure de 2018 à 2021

Source	ddl num	ddl den	Valeurs de p_{perm} ¹		
			Structure (totale) ²	Composition ²	Courbes de dominance ³
Exposition	1	18	0,095	0,149	0,637
Année	3	31	0,001	0,001	0,009
2018 vs 2019-21 <i>contraste</i>	1	35	0,038	0,027	0,062
2018 vs 2019 <i>contraste</i>	1	11	0,027	0,021	0,032
2018 vs 2020 <i>contraste</i>	1	8	0,054	0,084	0,877
2018 vs 2021 <i>contraste</i>	1	10	0,572	0,552	0,094
Expo. × Année	3	31	0,339	0,536	0,707
Expo × 18vs19-21 <i>contraste</i>	1	35	0,360	0,378	0,667
Expo × 18vs19 <i>contraste</i>	1	11	0,430	0,350	0,832
Expo × 18vs20 <i>contraste</i>	1	8	0,148	0,200	0,557
Expo × 18vs21 <i>contraste</i>	1	10	0,967	n.d.	0,482
Tests d'homogénéité des variances ⁵					
Transformation ⁴			$\sqrt{\quad}$	Présence/ absence	Aucune
PERMDISP Exposition × Année ⁵			0,007	0,014	0,020
PERMDISP Exposition × 'Période' ⁵			0,007	0,009	0,652

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.

Contraste marqué d'une trame orangé foncé : informe si les changements observés au niveau du site « exposé » ont également été observés pour les sites « témoins » : 'Exposition × 18vs19-21' entre l'année de référence et après les travaux (équivalent de 'Exposition × 'Période').

Contrastes marqués d'une trame orangé pâle : informent si les changements observés au niveau du site « exposé » ont également été observés pour les sites « témoins » : 'Exposition × 18vs00' entre l'année de référence et l'année 00 après les travaux.

Les sorties PRIMER sont présentées à l'annexe H.

¹ Seuil de significativité établi à 0,1. Les valeurs significatives sont mises en évidence en **gras**. Une valeur de p significative à 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** pour les divers contrastes.

² Ressemblance de Bray-Curtis.

³ PERMANOVA sur les aires entre les courbes de dominance basées sur la procédure DOMDIS

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

⁵ La dispersion a été vérifiée au niveau de 'Exposition × 'Période' et 'Exposition × 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. Consulter la section 2.4.2.2 pour de plus amples détails.

Zone de marnage supérieure - centroïdes

Cadrages non métriques multidimensionnels

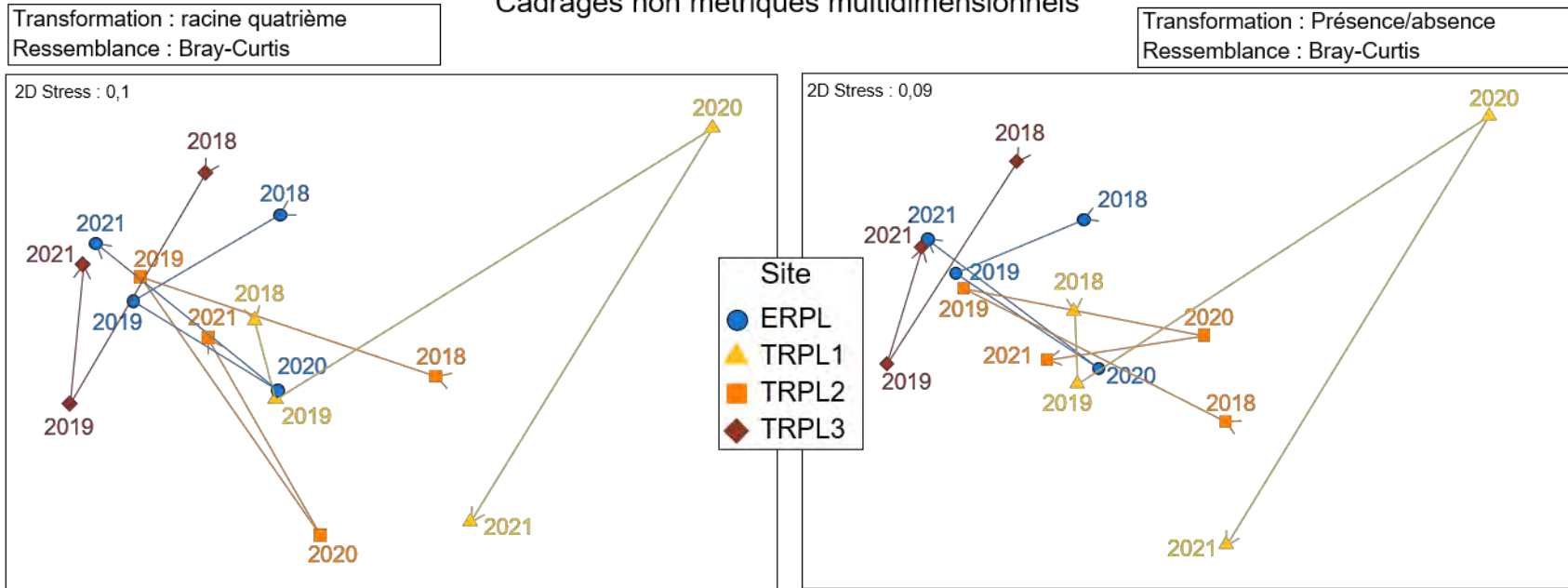


Figure 9. Cadrages non métriques multidimensionnels montrant les trajectoires temporelles, la structure (gauche) et de la composition (droite) des centroïdes des communautés d'invertébrés benthiques de la zone de marnage supérieure

Saint-Henri - courbes de dominance moyenne par site – Zone de marnage supérieure

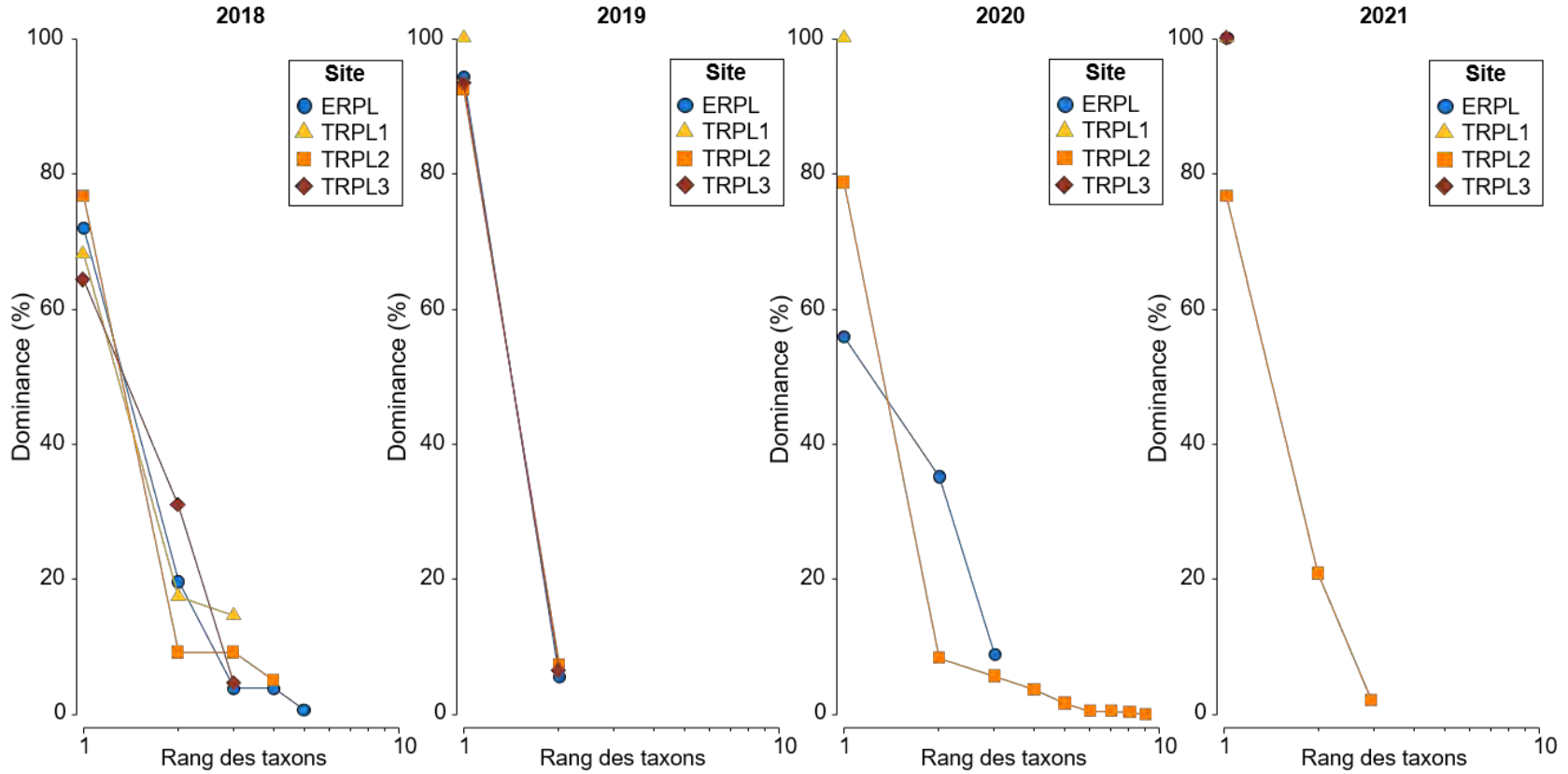


Figure 10. Courbes de dominance basées sur les moyennes des abondances pour la zone de marnage supérieure (stations vides exclues)

Tableau 18. Résumé des contributions des taxons aux dissimilarités entre les années pour chacun des sites pour la zone de marnage supérieure entre 2018 et 2019, entre 2018 et 2020 et entre 2018 et 2021

	Abondance moy. 2018 ¹	Abondance moy. 2019 ou 2020 ¹	Dissimilarité moyenne	Ratio diss./écart-type ²	Contribution (%)	Contribution cumulative (%)
Taxon	ERPL-MS 2018 vs 2019, dissimilarité moyenne = 45,27 %					
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
Taxon	ERPL-MS 2018 vs 2020, dissimilarité moyenne = 63,52 %					
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
Taxon	ERPL-MS 2018 vs 2021, dissimilarité moyenne = 64,86 %					
Chironomidae	2,47	1,7	27,32	0,86	42,13	42,13
NEMATODA	1,03	0	11,55	0,7	17,81	59,94
Leptoceridae	1,03	0	10,65	0,72	16,42	76,36
Taxon	TRPL1-MS 2018 vs 2019, dissimilarité moyenne = 88,99 %					
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
Taxon	TRPL1-MS 2018 vs 2020, dissimilarité moyenne = 100,00 %					
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
Taxon	TRPL1-MS 2018 vs 2021, dissimilarité moyenne = 95,45 %					
Chironomidae	1,43	0	27,38	1,25	28,69	28,69
Sphaeriidae	0,33	0,33	23,65	0,61	24,78	53,46
Pectinatellidae	0	0,33	10,01	0,42	10,49	63,95
Lumbriculidae	0,33	0	7,55	0,52	7,91	71,87
Taxon	TRPL2-MS 2018 vs 2019, dissimilarité moyenne = 87,85 %					
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
Taxon	TRPL2-MS 2018 vs 2020, dissimilarité moyenne = 79,80 %					
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

Tableau 18. Résumé des contributions des taxons aux dissimilarités entre les années pour chacun des sites pour la zone de marnage supérieure entre 2018 et 2019, entre 2018 et 2020 et entre 2018 et 2021 (suite)

	Abondance moy. 2018 ¹	Abondance moy. 2019 ou 2020 ¹	Dissimilarité moyenne	Ratio diss./écart-type ²	Contribution (%)	Contribution cumulative (%)
Taxon	TRPL2-MS 2018 vs 2021, dissimilarité moyenne = 72,39 %					
Chironomidae	0,33	2,55	35,94	1,66	49,64	49,64
Sphaeriidae	1,18	1,58	16,93	0,98	23,39	73,03
Taxon	TRPL3-MS 2018 vs 2019, dissimilarité moyenne = 84,64 %					
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
Taxon	TRPL3-MS 2018 vs 2020, dissimilarité moyenne = 100,00 %					
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
Taxon	TRPL3-MS 2018 vs 2021, dissimilarité moyenne = 72,78 %					
Chironomidae	1,39	1,66	36,02	0,95	49,5	49,5
Philopotamidae	0,9	0	14,4	0,82	19,78	69,28
Paludicellidae	0,66	0	8,99	0,83	12,35	81,63

¹ Abondance moyenne transformée à la racine quatrième.

² Un ratio élevé (généralement >1,5) indique que le taxon est un taxon discriminant entre les années.

Notes : 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 chaque année du suivi. 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). Au moment de l'échantillonnage en 2021, les profondeurs à ces stations étaient en moyenne de 0,6 m (cote d'élévation variant entre 99,5 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. Tel que déjà mentionné, le site TRPL2 a été remplacé par le site TRPL2b et les deux sites sont considérés équivalents aux fins d'analyses.

3.3.1 COMPOSITION DESCRIPTIVE DES COMMUNAUTÉS

En 2018, sur les 20 stations échantillonnées dans la zone de marnage inférieure, trois stations ne présentaient aucun organisme (TRPL1-MI2, TRPL1-MI3 et TRPL1-MI4), ce qui représente 15 % des échantillons (tableau 19). En 2019, deux stations ne contenaient aucun organisme (TRPL1-MI4 et TRPL1-MI5), ce qui représente 10 % des échantillons (tableau 20). En 2020, deux stations ne possédaient aucun organisme (ERPL-MI4 et TRPL1-MI4), ce qui représente 10 % des stations (tableau 21). En 2021, deux stations ne contenaient aucun organisme (TRPL1-MI1 et TRPL1-MI4), ce qui représente 10 % des stations (tableau 22). Au total, 3 754 organismes ont été recensés en 2018, 3 515 en 2019, 2 080 en 2020 et 1 978 en 2021.

En 2018, 9 taxons différents répartis dans 4 embranchements sont présents (tableau 19, 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 différents répartis dans 4 embranchements qui sont présents (tableau 20, figure 11). 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 composant 84 % des abondances totales, suivi des *sphaeriidae* (mollusque, 14 %). Le site témoin TRPL1 présente 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 différents répartis dans 2 embranchements qui sont présents (tableau 21, figure 11). 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.

En 2021, ce sont 6 taxons différents répartis dans 4 embranchements qui sont présents (tableau 22, figure 11). Le taxon le plus abondant est encore la famille des chironomides (arthropodes) avec 89 % du total, suivi des *sphaeriidae* (mollusque, 9 %). Le site « exposé » est encore dominé par les arthropodes avec 94,5 % des abondances totales (seulement des chironomides) et le seul autre taxon présent à une seule des stations est les *sphaeriidae* (mollusque) avec 5,5 %. Le témoin TRPL1 est encore dominé par les arthropodes avec 71 % des abondances totales (seulement des chironomides), suivi par les *sphaeriidae* (mollusque, 14 %) et les *enchytraeidae* (annélide oligochète, 14 %). Le site témoin TRPL2 est dominé par les arthropodes avec 69 % des abondances totales (seulement des chironomides), suivi par les *sphaeriidae* (mollusque) avec 27 % des abondances totales, tandis que les *naididae* (annélide oligochète) occupent le 4 % restant.

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 seulement.

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*).

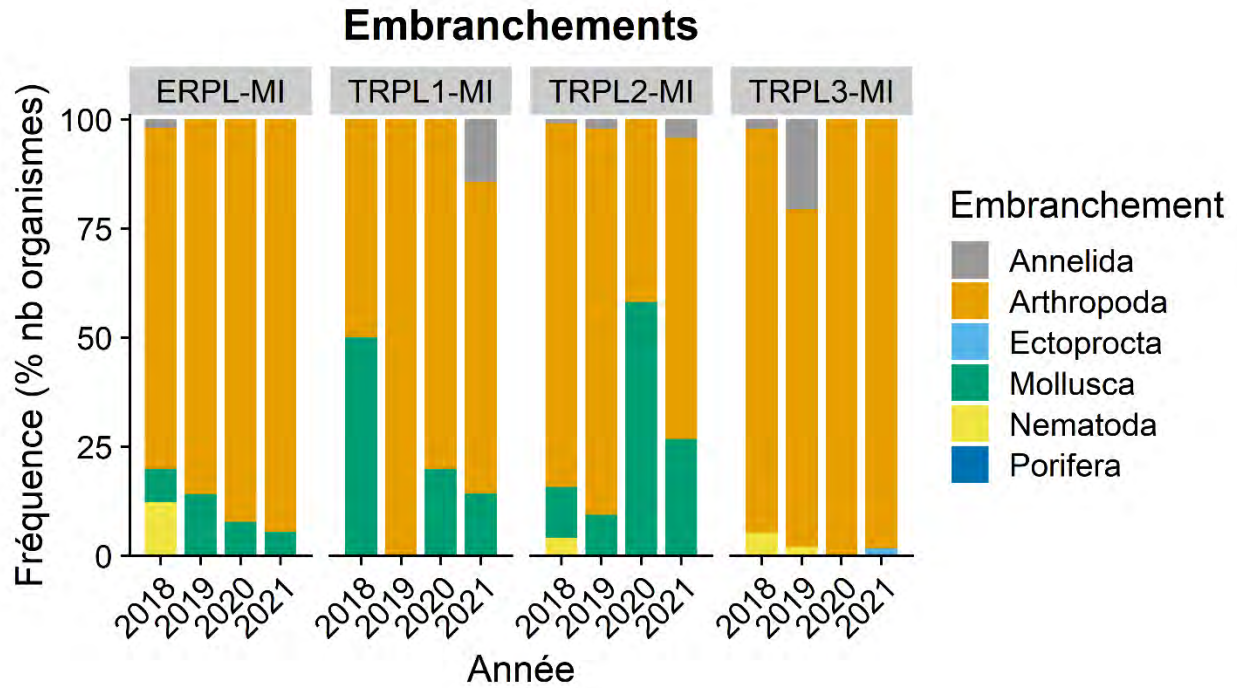


Figure 11. Abondance relative des différents embranchements d'invertébrés benthiques identifiés dans la zone de marnage inférieure entre 2018 et 2021

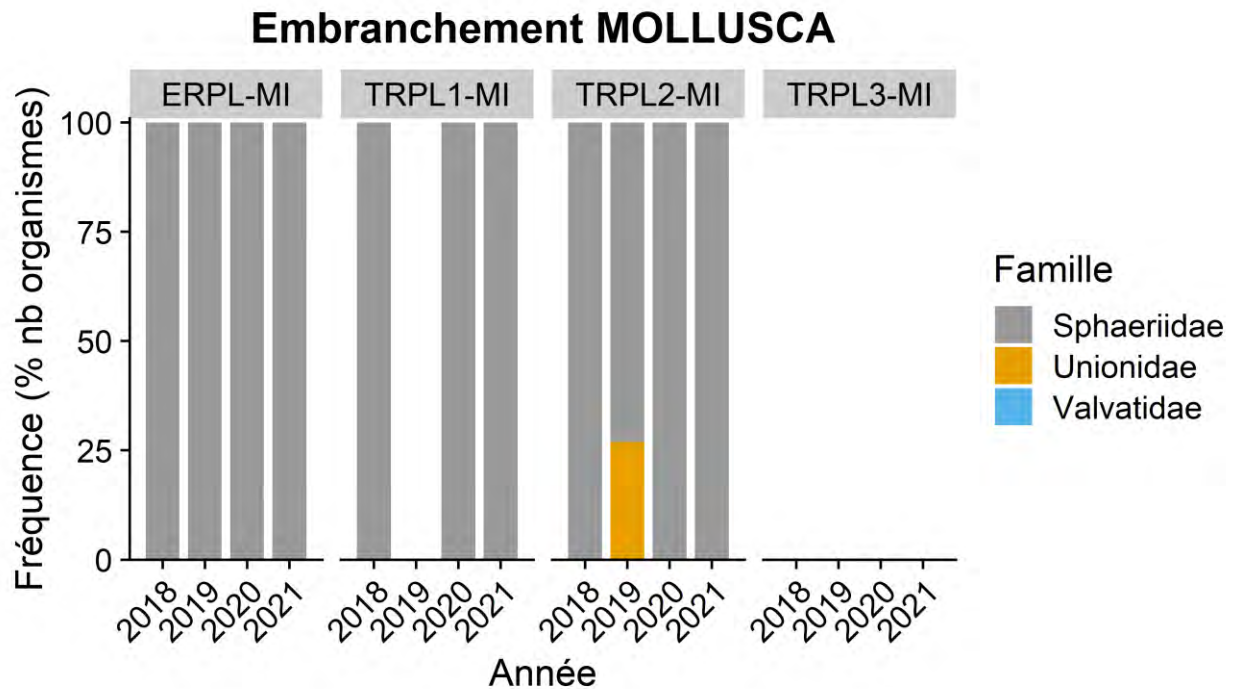


Figure 12. Abondance relative des différentes familles de l'embranchement *Mollusca* pour les invertébrés benthiques identifiés dans la zone de marnage inférieure entre 2018 et 2021

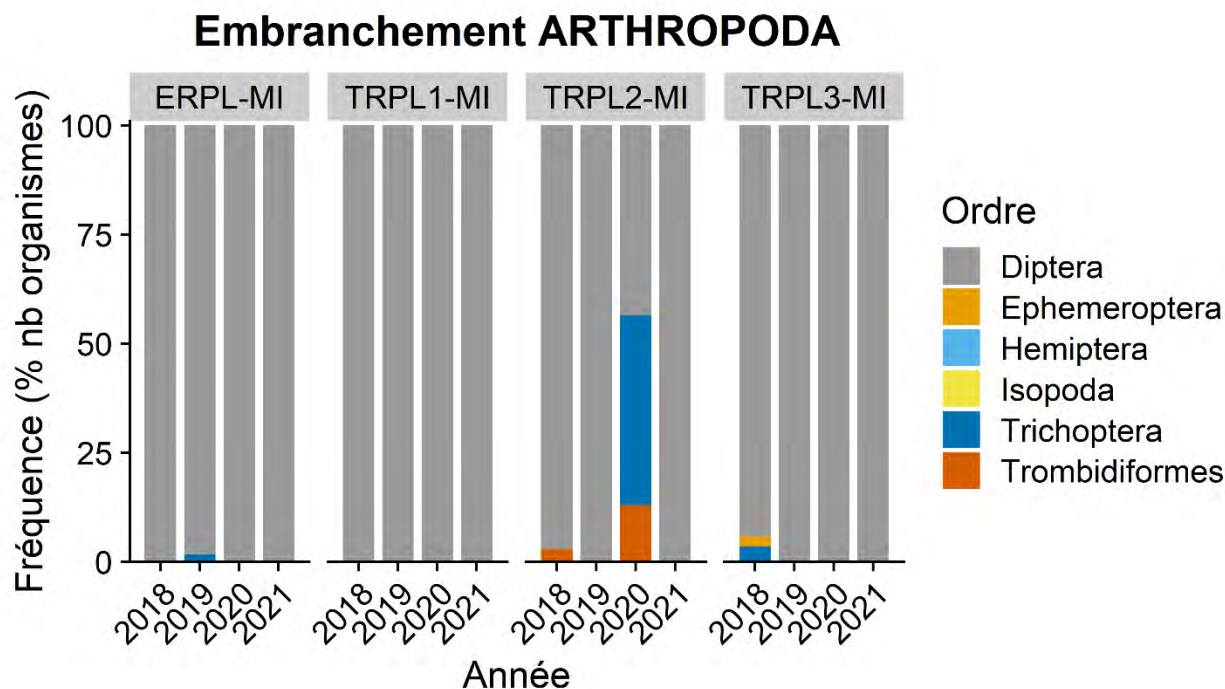


Figure 13. Abondance relative des différents ordres de l'embranchement *Arthropoda* pour les invertébrés benthiques identifiés dans la zone de marnage inférieure entre 2018 et 2021

3.3.2 INDICATEURS DES COMMUNAUTÉS

3.3.2.1 INDICATEURS UNIDIMENSIONNELS

Les indicateurs unidimensionnels des communautés calculés par station ainsi que les statistiques descriptives pour l'ensemble des sites à chacune des années et pour l'ensemble des témoins sont présentés aux tableaux 23 à 26. Les moyennes, écarts-types, étendues (minimum à maximum), médianes ainsi que le nombre de mesures ayant servi à établir ces statistiques pour chaque site sont présentés au tableau 27. Les moyennes, erreurs types, minimums, maximums, médianes ainsi que le nombre de mesures ayant servi à établir ces statistiques pour chaque combinaison d'exposition et de période sont présentés au tableau 28. Les moyennes et écarts-types des indicateurs pour chacun des sites en 2018, 2019, 2020 et 2021 sont présentés aux figures 14 et 15. Finalement, les pertes des communautés, qui ont été calculées par site entre 2019 et 2018, entre 2020 et 2018, et entre 2021 et 2018 sont présentées au tableau 29 et à la figure 16.

Les résultats des analyses statistiques sont présentés au tableau 30.

ABONDANCE TOTALE (N)

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 27, figure 14A).

En 2018, les densités moyennes les plus élevées sont au site « exposé », qui présente en moyenne 304 org./m², tandis que le site témoin TRPL1 présente seulement 3 org./m², TRPL2, 174 org./m² et TRPL3, 270 org./m².

En 2019, les densités les plus élevées sont au site témoin TRPL3 qui présente en moyenne 350 org./m² (augmentation de 30 %), tandis que le site « exposé » présente une densité moyenne de 209 org./m² (diminution de 31 %), le site témoin TRPL1, 8,7 org./m² (augmentation de 200 %) et le site témoin TRPL2, 133 org./m² (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 (209 à 112 org./m²), 17 % plus petites pour le site témoin TRPL1 (9 à 7 org./m²), 40 % plus petites pour le site témoin TRPL2 (133 à 80 org./m²) et 38 % plus petites pour le site TRPL3 (352 à 217 org./m²).

En 2021, les changements en densités moyennes par rapport à 2020 sont variables selon les sites. Elles sont passées de 112 à 106 org./m² au site « exposé » (diminution de 5 %), de 7 à 10 org./m² au site témoin TRPL1, de 80 à 103 org./m² au site TRPL2 (augmentation de 29 %) et de 217 à 177 org./m² au site TRPL3 (diminution de 19 %).

Variabilité interannuelle

Le contraste entre 2018 et 2020 dans Année est significatif (contraste 2018 vs 2020, $p_{perm} = 0,034$, tableau 30). Ceci s'explique par le fait que les densités étaient globalement plus élevées en 2018 avec 187,7 org./m² en comparaison avec 104 org./m² en 2020. Ce contraste est également significatif au niveau de l'interaction Exposition × 'Période' et l'effet est essentiellement dû au site « exposé » (voir ci-dessous).

Le contraste entre avant et après dans l'interaction dans Année est significatif (contraste 2018 vs 2019-21, $p_{perm} = 0,074$, tableau 30). Pour l'ensemble des sites, l'abondance était plus élevée avant qu'après les travaux avec en moyenne une densité de 187,7 org./m² avant et 126,2 org./m² après les travaux (tableau 28). Ce contraste est également significatif au niveau de l'interaction Exposition × 'Période' et l'effet est essentiellement dû au site « exposé » (voir ci-dessous).

Le facteur Année est significatif ($p_{perm} = 0,050$, tableau 30). Le test post-hoc révèle qu'en plus des contrastes déjà effectués, 2019 et 2020 sont significativement différentes.

Interaction Exposition × 'Période' et contrastes entre les différentes années de suivi et l'année de référence

Le contraste entre 2018 et 2020 dans l'interaction Exposition × Année et l'interaction Exposition × Année sont significatifs (Expo × 18vs20, $p_{perm} = 0,014$; Expo × Année, $p_{perm} = 0,037$; tableau 30). Ceci s'explique par le fait que les abondances sont inférieures en 2020 par rapport à 2018 pour le site « exposé », mais que celles-ci sont comparables pour les témoins. Les abondances au site « exposé » étaient plus élevées que pour les témoins en 2018 (304,3 org./m² en comparaison avec 148,8 org./m² en 2018), alors qu'elles sont davantage comparables aux témoins en 2020 avec 111,6 org./m² en moyenne en comparaison avec 101,4 org./m². Il est intéressant de noter que les abondances totales moyennes ont diminué constamment au site « exposé » entre 2018 et 2021 comme c'était le cas pour la zone de marnage supérieure.

Les résultats obtenus pour l'ensemble du suivi présentent un effet des travaux sur les abondances totales des macroinvertébrés benthiques pour la zone de marnage inférieure (Exposition × 'Période', $p_{perm} = 0,035$; tableau 30). Ceci s'explique par le fait que la baisse des abondances observée au site « exposé » est plus prononcée que celle observée pour les témoins, respectivement en moyenne de 304,3 à 142,2 org./m² et de 148,8 à 120,9 org./m² (figure 14A et voir graphique à la section 2.4.1 de l'annexe H). Il est donc possible de conclure que les différences entre 2018 et 2019-2021 en ce qui a trait à la densité pour la zone de marnage inférieure sont significativement différentes entre le site « exposé » et les sites témoins.

Il est toutefois intéressant de noter que la grande variabilité observée en 2018 chez les témoins est en grande partie attribuable au site TRPL1 et ses densités moyennes presque nulles. Ceci a eu pour effet de diminuer les densités moyennes des témoins, et ce, pour toute la durée de l'étude. En retirant le site TRPL1 des analyses pour cet indicateur, l'interaction Exposition × 'Période' devient non significative ($p_{perm} = 0,158$; section 2.4.1 de l'annexe H).

Le retrait de TRPL1 des analyses change les abondances moyennes pour les témoins : elles passent de 149 à 222 org./m² avant les travaux, alors qu'elles passent de 121 à 177 org./m² après les travaux. Ceci rapproche les abondances des témoins et du site « exposé » préalablement aux travaux rendant les diminutions observées comparables. Le retrait de TRPL2 ou TRPL3, ne change pas la conclusion globale d'absence d'effets des travaux (voir section 2.4.1 de l'annexe H).

INDICE C

L'indice C rend compte des abondances des chironomides qui ont généralement diminué entre 2018 et 2021. L'indice C moyen est variable en fonction des sites et des années au niveau de la zone de marnage inférieure (tableau 27, figure 14B).

Entre 2018 et 2019, l'abondance des chironomides est 44 % plus basse pour le site « exposé » (237,7 org./m² à 134,3 org./m²), tandis qu'elles ont augmenté de 521 % pour le site témoin TRPL1 (1,4 org./m² à 8,7 org./m²) et respectivement baissé de 31 et 12 % aux sites TRPL2 (139,1 org./m² à 95,7 org./m²) et TRPL3 (234,8 org./m² à 207,2 org./m²).

Entre 2019 et 2020, l'abondance des chironomides a baissé de 24 % au site « exposé » (134,3 org./m² à 101,4 org./m²), tandis qu'elles ont baissé de 33 % au site TRPL1 (8,7 org./m² à 5,8 org./m²) et de 85 % au site TRPL2 (95,7 org./m² à 14,5 org./m²). Finalement, le site témoin TRPL3 a montré une légère augmentation de 5 % (207,2 org./m² à 217,4 org./m²).

Entre 2020 et 2021, l'abondance des chironomides a diminué de 1 % au site « exposé » (101,4 à 100 org./m²) et de 20 % au site témoin TRPL3 (217,4 à 173,9 org./m²), tandis qu'elle a augmenté de 24 et 390 % aux sites témoins TRPL1 (5,8 à 7,2 org./m²) et TRPL2 (14,5 à 71 org./m²).

Variabilité interannuelle

Les contrastes entre 2018 et 2020 et entre 2018 et 2021 dans Année sont significatifs (contraste 2018 vs 2020, $p_{perm} = 0,088$; contraste 2018 vs 2021, $p_{perm} = 0,024$; tableau 30). Ceci s'explique par le fait que les chironomides étaient globalement plus élevées en 2018 avec 153,3 org./m² en comparaison à 84,8 org./m² en 2020 et en comparaison à 88 org./m² en 2021.

Le contraste entre avant et après dans l'interaction dans Année est significatif (contraste 2018 vs 2019-21, $p_{perm} = 0,018$, tableau 30). Pour l'ensemble des sites, l'abondance des chironomides était plus élevée avant qu'après les travaux avec en moyenne une densité de 153,3 org./m² avant et 94,8 org./m² après les travaux (tableau 30).

Le facteur Année est significatif ($p_{perm} = 0,072$, tableau 30). Le test post-hoc révèle qu'aucune autre comparaison n'est significativement différente.

Interaction Exposition × 'Période' et contrastes entre les différentes années de suivi et l'année de référence

Les résultats obtenus pour l'ensemble du suivi ne présentent pas un effet des travaux sur l'indice C des macroinvertébrés benthiques pour la zone de marnage inférieure (Exposition × 'Période', $p_{perm} = 0,149$; tableau 30). Effectivement, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins.

Le retrait de l'un des sites témoins, que ce soit TRPL1, TRPL2 ou TRPL3, ne change pas la conclusion globale d'absence d'effets des travaux (voir section 2.4.5 de l'annexe H).

INDICE EPT

L'indice EPT rend compte des abondances des éphéméroptères, plécoptères et trichoptères. L'indice EPT moyen est variable en fonction des sites et des années au niveau de la zone de marnage inférieure (tableau 27, figure 14C).

Tous les groupes appartenant aux éphéméroptères, plécoptères et trichoptères sont pratiquement absents de la zone de marnage inférieure entre 2018 et 2021 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.

Variabilité interannuelle

Il n'y a aucun résultat significatif pour la variabilité interannuelle pour l'ensemble des sites (Année et contrastes, tableau 30).

Interaction Exposition × 'Période' et contrastes entre les différentes années de suivi et l'année de référence

Les résultats obtenus pour l'ensemble du suivi ne présentent pas d'effet des travaux sur l'indice EPT des macroinvertébrés benthiques pour la zone de marnage inférieure (Exposition × 'Période', $p_{perm} = 0,322$; tableau 30). Bien qu'à priori il serait possible de croire que l'interaction devrait être significative, la réponse des témoins est variable et la majorité des abondances sont égales à zéro. Ainsi, la tendance au site « exposé » fait partie de la variabilité naturelle observée chez les témoins.

Le retrait de TRPL2 viendrait changer la conclusion globale d'absence d'effets des travaux sur l'abondance des chironomides. Il faut toutefois noter que les EPT sont présents à TRPL3 avant les travaux et qu'ils sont présents au site « exposé » et au site TRPL2 après les travaux. Le retrait de TRPL2 a donc pour effet de rendre le site « exposé » comme seul site montrant ce patron. Toutefois, étant donné que la présence et l'abondance des EPT semblent très variables naturellement, il n'est pas pertinent de retirer le site TRPL2 de cette analyse. Le retrait de TRPL1 ou TRPL3, ne change pas la conclusion globale d'absence d'effets des travaux.

INDICE EPT/C

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 EPT/C moyen est variable en fonction des sites et des années au niveau de la zone de marnage inférieure (tableau 27, figure 14D).

L'indice est en moyenne 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.

Variabilité interannuelle

Il n'y a aucun résultat significatif pour la variabilité interannuelle pour l'ensemble des sites (Année et contrastes, tableau 30).

Interaction Exposition × 'Période' et contrastes entre les différentes années de suivi et l'année de référence

Les résultats obtenus pour l'ensemble du suivi ne présentent pas d'effet des travaux sur l'indice EPT/C des macroinvertébrés benthiques pour la zone de marnage inférieure (Exposition × 'Période', $p_{perm} = 0,500$; tableau 30). Toutefois, il est important de noter l'omniprésence des zéros. Effectivement, le site « exposé » a un résultat différent de zéro pour aucune station avant et une seule station après, alors que TRPL1 n'a jamais de résultat différent de zéro, TRPL2 a cinq stations ayant un résultat différent de zéro après les travaux et TRPL3 a deux stations où l'indice est différent de zéro avant les travaux. Néanmoins, il peut être considéré que les résultats ne présentent pas d'effet des travaux sur l'indice EPT/C puisque l'indice est égal à zéro de manière générale étant donné l'absence globale des taxons appartenant aux EPT.

Le retrait du site témoin TRPL1 permet d'obtenir des valeurs de p pour chaque facteur, contraste et interaction comparables à ce qui est présenté au tableau 30 et tous les résultats obtenus sont non significatifs (voir section 2.4.7 de l'annexe H). Le retrait de TRPL2 rend l'interaction Exposition × 'Période' significative puisque cela fait en sorte que seuls les témoins ont un indice différent de zéro avant les travaux ($n = 2$, TRPL3) et que seul le site « exposé » a un indice différent de zéro après les travaux ($n = 1$, ERPL). Ce résultat n'a donc aucune valeur écologique. Le retrait de TRPL1 ou TRPL3, ne change pas la conclusion globale d'absence d'effets des travaux.

RICHESSSE TAXONOMIQUE (S)

La richesse taxonomique moyenne est faible (< 4 taxons) et varie légèrement en fonction des sites et des années au niveau de la zone de marnage inférieure (tableau 27, 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 taxon), 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 taxon) 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 %.

Entre 2020 et 2021, la richesse a diminué de 14 % au site « exposé » (1,4 à 1,2 taxon) et de 42 % au site TRPL2 (3,8 à 2,2 taxons), alors qu'elle a augmenté de 25 % au site TRPL1 (0,8 à 1 taxon) et de 40 % au site TRPL3 (1 à 1,4 taxon).

Variabilité interannuelle

Le facteur Année est significatif ($p_{perm} = 0,015$, tableau 30). Le test post-hoc révèle que 2019 (2,2 taxons en moyenne) est différente de 2020 (1,8 taxon en moyenne) et de 2021 (1,5 taxon en moyenne).

Interaction Exposition × 'Période' et contrastes entre les différentes années de suivi et l'année de référence

Les résultats obtenus pour l'ensemble du suivi ne présentent pas d'effet des travaux sur la richesse taxonomique des macroinvertébrés benthiques pour la zone de marnage inférieure (Exposition × 'Période', $p_{perm} = 1,000$; tableau 30). Effectivement, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins.

Le retrait de l'un des sites témoins, que ce soit TRPL1, TRPL2 ou TRPL3, ne change pas la conclusion globale d'absence d'effets des travaux (voir section 2.4.2 de l'annexe H).

DIVERSITÉ DE SHANNON (H')

L'indice de diversité de Shannon présente la composition des communautés benthiques en matière du nombre de taxons et de leur abondance relative (densité). 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 27, figure 15B).

Entre 2018 et 2020, 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 27). Le site TRPL1 présente un indice de diversité nul puisqu'il n'a jamais plus d'un taxon par station (tableaux 23 à 25). Finalement, le site TRPL2 présente une augmentation de 13 % entre 2018 et 2019 et une augmentation de 35 % entre 2019 et 2020.

Entre 2020 et 2021, les changements en diversité sont variables. L'indicateur a diminué de 69 % au site « exposé » (0,39 à 0,12) et de 45 % au site TRPL2 (1,55 à 0,86), tandis qu'il était nul aux sites témoins TRPL1 et TRPL3 et qu'il a augmenté sur les deux sites, respectivement de 0 à 0,67 et de 0 à 0,08.

Variabilité interannuelle

Les contrastes entre 2018 et 2019 et entre 2018 et 2021 dans Année sont significatifs (contraste 2018 vs 2019, $p_{perm} = 0,074$; contraste 2018 vs 2021, $p_{perm} = 0,037$; tableau 30). Ceci s'explique par le fait que la diversité était globalement plus faible en 2018 avec un indice de 0,64 en moyenne en comparaison avec 0,85 en 2019 et que 2018 était globalement plus élevé que 2021 avec en moyenne un indice de 0,41 en 2021.

Le facteur Année est significatif ($p_{perm} = 0,008$, tableau 30). Le test post-hoc révèle qu'en plus des contrastes déjà effectués, 2019 (0,85) est significativement plus élevée que 2020 (0,52) et 2021 (0,41).

Ainsi, il est possible de dire que, globalement, la diversité a significativement augmenté entre 2018 et 2019 puis qu'elle a significativement diminué entre 2019 et 2020. De plus, la diversité était significativement plus élevée au début du suivi en 2018 qu'à la fin du suivi en 2021. Globalement, la diversité a augmenté entre 2018 et 2019, puis a diminué entre 2019 et 2020 et est restée stable entre 2020 et 2021.

Interaction Exposition × 'Période' et contrastes entre les différentes années de suivi et l'année de référence

Les résultats obtenus pour l'ensemble du suivi ne présentent pas d'effet des travaux sur la diversité de Shannon des macroinvertébrés benthiques pour la zone de marnage inférieure (Exposition × 'Période', $p_{perm} = 0,676$; tableau 30). Effectivement, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins.

Le retrait de l'un des sites témoins, que ce soit TRPL1, TRPL2 ou TRPL3, ne change pas la conclusion globale d'absence d'effets des travaux (voir section 2.4.3 de l'annexe H).

ÉQUITABILITÉ DE SHANNON (J')

L'indice d'équitabilité de Shannon informe sur la répartition des abondances entre les taxons. 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 27, figure 15C).

Il est important de noter qu'étant donné les faibles abondances et la faible richesse, l'indice ne peut pas 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, 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. En 2021, l'indice est calculable pour une seule des stations du site « exposé », deux stations au site témoin TRPL1, toutes les stations au site TRPL2 et deux stations pour TRPL3.

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.

Entre 2020 et 2021, l'indice a légèrement diminué au site TRPL2 de 0,80 à 0,77. Aucune tendance ne peut être tirée pour les autres sites.

Variabilité interannuelle

Il n'y a aucun résultat significatif pour la variabilité interannuelle pour l'ensemble des sites (Année et contrastes, tableau 30).

Interaction Exposition × 'Période' et contrastes entre les différentes années de suivi et l'année de référence

Les résultats obtenus pour l'ensemble du suivi ne présentent pas d'effet des travaux sur l'équitabilité de Shannon des macroinvertébrés benthiques pour la zone de marnage inférieure en utilisant une PER-ANOVA, qui comble le manque de données (Exposition × 'Période', $p_{perm} = 0,531$; tableau 30). 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. De plus, une seule station « exposée » est disponible aux analyses pour 2021. Ainsi, bien qu'à priori le site « exposé » semble suivre une tendance différente du témoin TRPL2, il n'est pas possible de tirer une conclusion sur la signification de ces résultats.

Étant donné le manque de données disponibles pour cet indicateur, il ne serait pas pertinent de retirer l'un ou l'autre des sites témoins même s'ils présentent une certaine variabilité. Néanmoins, le retrait de l'un des sites témoins, que ce soit TRPL1, TRPL2 ou TRPL3, ne change pas la conclusion globale d'absence d'effets des travaux (voir section 2.4.4 de l'annexe H).

CONTRIBUTION DES DOMINANTS

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. La contribution moyenne des dominants est variable en fonction des sites et des années au niveau de la zone de marnage inférieure (tableau 27, figure 15D).

L'identité du taxon dominant est stable entre les années (tableaux 19 à 22). 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 entre 2018 et 2020, 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 27). Le site TRPL1 présente une contribution de 100 % entre 2018 et 2020 puisqu'il n'y a qu'un seul taxon par station ou moins (tableaux 23 à 25). Finalement, le site TRPL2 présente une diminution de 7 % entre 2018 et 2019 et une diminution de 19 % entre 2019 et 2020.

Entre 2020 et 2021, le pourcentage des dominants est passé de 90 à 97 % au site « exposé » (augmentation de 8 %), de 100 à 67 % au site TRPL1 (diminution de 33 %), 55 à 68 % (augmentation de 24 %) au site TRPL2 et de 100 à 99 % au site TRPL3 (diminution de 1 %).

Variabilité interannuelle

Le facteur Année est significatif ($p_{perm} = 0,039$, tableau 30). Le test post-hoc révèle que 2019 (73,2 % en moyenne) est significativement différente de 2020 (85,3 %) et 2021 (84,3 %). La dominance était significativement plus élevée en 2020 et 2021 qu'en 2019 pour l'ensemble des sites. Toutefois, l'effet observé en 2021 est principalement causé par le site témoin TRPL3 et le site « exposé » qui suivent des patrons très similaires (figure 15D).

Interaction Exposition × 'Période' et contrastes entre les différentes années de suivi et l'année de référence

Le contraste entre 2018 et 2021 dans l'interaction Exposition × Année est significatif (Expo × 18vs21, $p_{perm} = 0,071$, tableau 30). Ceci s'explique par le fait que le pourcentage du taxon dominant a augmenté entre 2018 et 2021 pour le site « exposé » seulement. De plus, la variabilité est plus élevée au site « exposé » en 2018 qu'en 2021 alors qu'elle est plus élevée pour les témoins en 2021 qu'en 2018 (voir comparaisons par paires du PERMDISP 'Exposition × Année' et graphique à la section 2.4.8 de l'annexe H).

L'interaction Exposition × Année est significative (Expo × Année, $p_{perm} = 0,0098$; tableau 30). Le test post-hoc révèle qu'il y a des différences entre 2018 et 2021 seulement pour le site « exposé » et entre 2019 et 2021 seulement pour le site « exposé » également. Toutefois, la différence entre 2019 et 2021 est aussi observée au site témoin TRPL3 s'il est analysé seul.

Les résultats obtenus pour l'ensemble du suivi ne présentent pas d'effet des travaux sur la contribution des dominants des macroinvertébrés benthiques pour la zone de marnage inférieure (Exposition × 'Période', $p_{perm} = 0,292$, tableau 30). Effectivement, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins.

Le retrait de l'un des sites témoins, que ce soit TRPL1, TRPL2 ou TRPL3, ne change pas la conclusion globale d'absence d'effets des travaux (voir section 2.4.8 de l'annexe H).

PERTES DES COMMUNAUTÉS

L'indice de perte de communauté présente la perte de taxons entre l'année du suivi (2019, 2020 ou 2021) et l'année de référence (2018) pour le même site. L'indice n'est pas testé avec le même modèle statistique que les autres indicateurs puisqu'il est calculé par site et non par station. De plus, l'indice est calculé par rapport aux taxons observés en 2018 rendant impossible la comparaison entre avant et après les travaux.

Les valeurs obtenues pour la zone de marnage inférieure en 2019 se situent entre 0,5 et 1,0 (tableau 24 et figure 16). Le nombre de taxons inventoriés est plutôt resté stable pour tous les sites entre 2018 et 2019 (tableau 27). Ainsi, ce sont de 1 à 3 taxons qui sont disparus et ce sont de 0 à 2 taxons qui sont apparus en 2019 (tableau 29).

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 25). 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.

Les valeurs obtenues pour la zone de marnage inférieure en 2021 se situent entre 0 et 1,33 (tableau 26 et figure 16). Le nombre de taxons inventorié est plus élevé en 2018 qu'en 2021 à l'exception du site TRPL1 (tableau 29). Ce sont de 0 à 4 taxons qui sont disparus, alors que de 0 à 2 taxons sont apparus en 2021 (tableau 29).

Globalement, la perte est plus élevée chez les témoins avec un indice de 0,72 en moyenne en comparaison à 1,00 au site « exposé » (tableau 28). Ces différences ne sont toutefois pas significativement différentes (*t*-test de Welch pour groupes inégaux, $p = 0,484$).

Tableau 19. 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 ¹				
Embranchement	Famille	MI1	MI2	MI3	MI4	MI5	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	MI1	MI2	MI3	MI4	MI5	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	MI1	MI2	MI3	MI4	MI5	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	MI1	MI2	MI3	MI4	MI5	Dens. moy. (nb/m ²)	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	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
Total¹		58	290	435	159	580	304	100	7	0	0	0	7	3	100	43	130	87	486	123	174	100	174	304	174	435	261	270	100	3754	100

¹ Les totaux sont basés sur les abondances brutes (non arrondies) et peuvent donc différer des totaux calculés à partir des chiffres arrondis présentés dans le tableau.

Tableau 20. 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 ¹				
Embranchement	Famille	MI1	MI2	MI3	MI4	MI5	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	MI1	MI2	MI3	MI4	MI5	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	MI1	MI2	MI3	MI4	MI5	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	MI1	MI2	MI3	MI4	MI5	Dens. moy. (nb/m ²)	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
Total¹		261	565	58	104	58	209	100	14	22	7	0	9	100	36	239	87	251	51	133	100	348	72	471	725	145	352	100	3515	100	

¹ Les totaux sont basés sur les abondances brutes (non arrondies) et peuvent donc différer des totaux calculés à partir des chiffres arrondis présentés dans le tableau.

Tableau 21. 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 ¹				
Embranchement	Famille	MI1	MI2	MI3	MI4	MI5	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	MI1	MI2	MI3	MI4	MI5	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	MI1	MI2	MI3	MI4	MI5	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	MI1	MI2	MI3	MI4	MI5	Dens. moy. (nb/m ²)	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	0,00	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	0,00	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	0,00	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	0,00	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	0,00	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	0,00	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
Total¹		435	65	43	0	14	112	100	7	7	14	0	7	100	138	43	65	72	80	80	100	152	290	174	145	326	217	100	2080	100	

¹ Les totaux sont basés sur les abondances brutes (non arrondies) et peuvent donc différer des totaux calculés à partir des chiffres arrondis présentés dans le tableau.

Tableau 22. Densité d'organismes par station pour chacun des sites échantillonnés dans la zone de marnage inférieure en 2021

Organismes		Site « exposé » ERPL							Site témoin TRPL1						Site témoin TRPL2b						Site témoin TRPL3						Total par taxon ¹				
Embranchement	Famille	MI1	MI2	MI3	MI4	MI5	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	MI1	MI2	MI3	MI4	MI5	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	MI1	MI2	MI3	MI4	MI5	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	MI1	MI2	MI3	MI4	MI5	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	Densité totale	Abond. relative (%)
ECTOPROCTA	Cristatellidae	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	7	0	0	1	0,82	7	0,37
	Pectinatellidae	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	7	1	0,82	7	0,37
MOLLUSCA	Sphaeriidae	29	0	0	0	0	6	5,48	0	0	0	0	7	1	14,29	7	0	58	51	22	28	26,76	0	0	0	0	0	0	0,00	174	8,79
ANNELIDA	Enchytraeidae	0	0	0	0	0	0	0,00	0	7	0	0	0	1	14,29	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0,00	7	0,37
	Naididae	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0,00	0	7	0	14	0	4	4,23	0	0	0	0	0	0	0,00	22	1,10
ARTHROPODA	Chironomidae	174	14	72	87	152	100	94,52	0	7	22	0	7	7	71,43	7	101	51	94	101	71	69,01	232	58	290	116	174	174	98,36	1761	89,01
Total¹		203	14	72	87	152	106	100	0	14	22	0	14	10	100	14	109	109	159	123	103	100	232	58	297	116	181	177	100	1978	100

¹ Les totaux sont basés sur les abondances brutes (non arrondies) et peuvent donc différer des totaux calculés à partir des chiffres arrondis présentés dans le tableau.

Tableau 23. Indices de diversité des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de marnage inférieure en 2018

Site	Station	Fraction analysée	Densité totale (nb/m ²)	Richesse taxonomique	Indice de diversité de Shannon	Indice d'équitabilité de Shannon	Chironomide (nb/m ²)	EPT (nb/m ²)	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	
Ensemble des témoins 2018	<i>Moyenne ± écart-type</i>		<i>148,8 ± 159,4</i>	<i>2 ± 1,9</i>	<i>0,61 ± 0,51</i>	<i>0,62 ± 0,16</i>	<i>125,1 ± 135,2</i>	<i>4,8 ± 13</i>	<i>0 ± 0,1</i>	<i>84,7 ± 14,7</i>	-
	<i>Médiane</i>		<i>123,2</i>	<i>2</i>	<i>0,65</i>	<i>0,63</i>	<i>94,2</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>84,2</i>	-
	<i>Minimum</i>		<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0,00</i>	<i>0,34</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>50</i>	-
	<i>Maximum</i>		<i>486</i>	<i>7</i>	<i>1,46</i>	<i>0,92</i>	<i>413</i>	<i>43</i>	<i>0</i>	<i>100</i>	-
Ensemble des sites en 2018	Moyenne ± écart-type		187,7 ± 180,8	2 ± 1,6	0,64 ± 0,51	0,65 ± 0,2	153,3 ± 151,3	3,6 ± 11,4	0,02 ± 0,05	82,1 ± 17,6	-
	Médiane		144,9	2	0,7	0,63	126,81	0	0	85,1	-
	Minimum		0	0	0	0,34	0	0	0	50	-
	Maximum		580	7	1,49	1	522	43	0,2	100	-

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

Notes : Les statistiques descriptives sont calculées à partir des données brutes et donc le résultat d'un calcul à partir des données arrondies comme celles présentées dans les tableaux pourrait légèrement différer du résultat présenté.

Tableau 24. Indices de diversité des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de marnage inférieure en 2019

Site	Station	Fraction analysée	Densité totale (nb/m ²)	Richesse taxonomique	Indice de diversité de Shannon	Indice d'équitabilité de Shannon	Chironomide (nb/m ²)	EPT (nb/m ²)	EPT/C	Contribution des dominants (%)	Perte des communautés ¹
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	
Ensemble des témoins 2019	<i>Moyenne ± écart-type</i>		<i>164,6 ± 210,5</i>	<i>2 ± 1,4</i>	<i>0,73 ± 0,66</i>	<i>0,77 ± 0,21</i>	<i>103,9 ± 138,5</i>	<i>0 ± 0</i>	<i>0 ± 0</i>	<i>77 ± 22,4</i>	<i>0,7 ± 0,26</i>
	<i>Médiane</i>		<i>72,5</i>	<i>2</i>	<i>0,72</i>	<i>0,78</i>	<i>36,2</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>80</i>	<i>0,6</i>
	<i>Minimum</i>		<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0,00</i>	<i>0,36</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>43</i>	<i>0,5</i>
	<i>Maximum</i>		<i>725</i>	<i>4</i>	<i>1,56</i>	<i>0,98</i>	<i>471</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>100</i>	<i>1</i>
Ensemble des sites en 2019	Moyenne ± écart-type		175,7 ± 207	2,2 ± 1,3	0,85 ± 0,61	0,78 ± 0,18	111,5 ± 140,2	0,7 ± 3,2	0 ± 0,01	73,2 ± 21	0,65 ± 0,24
	Médiane		79,7	2,5	1	0,78	49,52	0	0	70,5	0,55
	Minimum		0	0	0	0,36	0	0	0	43	0,5
	Maximum		725	4	1,56	0,98	471	14	0,04	100	1

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

Notes : Les statistiques descriptives sont calculées à partir des données brutes et donc le résultat d'un calcul à partir des données arrondies comme celles présentées dans les tableaux pourrait légèrement différer du résultat présenté.

Tableau 25. Indices de diversité des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de marnage inférieure en 2020

Site	Station	Fraction analysée	Densité totale (nb/m ²)	Richesse taxonomique	Indice de diversité de Shannon	Indice d'équitabilité de Shannon	Chironomide (nb/m ²)	EPT (nb/m ²)	EPT/C	Contribution des dominants (%)	Perte des communautés ¹
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	
Ensemble des témoins 2020	<i>Moyenne ± écart-type</i>		<i>101,4 ± 102,6</i>	<i>1,9 ± 1,5</i>	<i>0,55 ± 0,82</i>	<i>0,8 ± 0,19</i>	<i>79,2 ± 110,9</i>	<i>4,8 ± 8,1</i>	<i>0,5 ± 0,9</i>	<i>83,9 ± 24,6</i>	<i>1,52 ± 2,16</i>
	<i>Médiane</i>		<i>72,5</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>0,89</i>	<i>14,5</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>100</i>	<i>0,57</i>
	<i>Minimum</i>		<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0,00</i>	<i>0,49</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>36</i>	<i>0</i>
	<i>Maximum</i>		<i>326</i>	<i>5</i>	<i>2,06</i>	<i>0,93</i>	<i>326</i>	<i>22</i>	<i>3</i>	<i>100</i>	<i>4</i>
Ensemble des sites en 2020	Moyenne ± écart-type		104 ± 121,6	1,8 ± 1,4	0,52 ± 0,76	0,73 ± 0,23	84,8 ± 123,8	3,6 ± 7,2	0,4 ± 0,85	85,3 ± 22,7	1,31 ± 1,82
	Médiane		65,2	1	0	0,79	18,12	0	0	100	0,62
	Minimum		0	0	0	0,35	0	0	0	36	0
	Maximum		435	5	2,06	0,93	406	22	3	100	4

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

Notes : Les statistiques descriptives sont calculées à partir des données brutes et donc le résultat d'un calcul à partir des données arrondies comme celles présentées dans les tableaux pourrait légèrement différer du résultat présenté.

Tableau 26. Indices de diversité des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de marnage inférieure en 2021

Site	Station	Fraction analysée	Densité totale (nb/m ²)	Richesse taxonomique	Indice de diversité de Shannon	Indice d'équitabilité de Shannon	Chironomide (nb/m ²)	EPT (nb/m ²)	EPT/C	Contribution des dominants (%)	Perte des communautés ¹
Site « exposé » ERPL	MI1	0,25	203	2	0,59	0,59	174	0	0,00	86	1,00
	MI2	0,50	14	1	0,00	n.d.	14	0	0,00	100	
	MI3	0,50	72	1	0,00	n.d.	72	0	0,00	100	
	MI4	0,50	87	1	0,00	n.d.	87	0	0,00	100	
	MI5	0,33	152	1	0,00	n.d.	152	0	0,00	100	
Site témoin TRPL1	MI1	1,00	0	0	n.d.	n.d.	0	0	n.d.	n.d.	0,00
	MI2	1,00	14	2	1,00	1,00	7	0	0,00	50	
	MI3	1,00	22	1	0,00	n.d.	22	0	0,00	100	
	MI4	1,00	0	0	n.d.	n.d.	0	0	n.d.	n.d.	
	MI5	1,00	14	2	1,00	1,00	7	0	0,00	50	
Site témoin TRPL2b	MI1	1,00	14	2	1,00	1,00	7	0	0,00	50	1,33
	MI2	1,00	109	2	0,35	0,35	101	0	0,00	93	
	MI3	1,00	109	2	1,00	1,00	51	0	0,00	53	
	MI4	1,00	159	3	1,29	0,81	94	0	0,00	59	
	MI5	1,00	123	2	0,67	0,67	101	0	0,00	82	
Site témoin TRPL3	MI1	0,13	232	1	0,00	n.d.	232	0	0,00	100	1,33
	MI2	0,13	58	1	0,00	n.d.	58	0	0,00	100	
	MI3	0,13	297	2	0,17	0,17	290	0	0,00	98	
	MI4	0,13	116	1	0,00	n.d.	116	0	0,00	100	
	MI5	0,13	181	2	0,24	0,24	174	0	0,00	96	
Ensemble des témoins en 2021	<i>Moyenne ± écart-type</i>		<i>96,6 ± 91,4</i>	<i>1,5 ± 0,8</i>	<i>0,52 ± 0,49</i>	<i>0,69 ± 0,35</i>	<i>84,1 ± 89,2</i>	<i>0 ± 0</i>	<i>0 ± 0</i>	<i>79,4 ± 22,7</i>	<i>0,89 ± 0,77</i>
	<i>Médiane</i>		<i>108,7</i>	<i>2</i>	<i>0,35</i>	<i>0,81</i>	<i>58</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>93,3</i>	<i>1,33</i>
	<i>Minimum</i>		<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0,00</i>	<i>0,17</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>50</i>	<i>0,00</i>
	<i>Maximum</i>		<i>297</i>	<i>3</i>	<i>1,29</i>	<i>1</i>	<i>290</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>100</i>	<i>1,33</i>
Ensemble des sites en 2021	Moyenne ± écart-type		98,9 ± 85,4	1,5 ± 0,8	0,41 ± 0,47	0,68 ± 0,33	88 ± 82,4	0 ± 0	0 ± 0	84,3 ± 21	0,92 ± 0,63
	Médiane		97,8	1,5	0,2	0,74	79,71	0	0	96,8	1,17
	Minimum		0	0	0	0,17	0	0	0	50	0
	Maximum		297	3	1,29	1	290	0	0	100	1,33

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

Notes : Les statistiques descriptives sont calculées à partir des données brutes et donc le résultat d'un calcul à partir des données arrondies comme celles présentées dans les tableaux pourrait légèrement différer du résultat présenté.

Tableau 27. Statistiques descriptives des indices de diversité des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de marnage inférieure de 2018 à 2021

Site-zone	Année	Paramètre	N (nb m ⁻²)	S	H'	J'	C (nb m ⁻²)	EPT (nb m ⁻²)	EPT/C (proportion)	Contribution dominants (% organismes)
ERPL- 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	0,00 - 1,49	0,47 - 1,00	29 - 522	0 - 0	0,00 - 0,00	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 - 1,50	0,62 - 0,95	14 - 406	0 - 14	0,00 - 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	0,00 - 1,22	0,35 - 0,77	0 - 406	0 - 0	0,00 - 0,00	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
	2021	Moyenne	105,8	1,2	0,12	0,59	100	0	0	97
		Écart-type	73,1	0,45	0,26	n.d.	64,1	0	0	6
		Étendue	14 - 203	1 - 2	0,00 - 0,59	0,59 - 0,59	14 - 174	0 - 0	0,00 - 0,00	86 - 100
		Médiane	87	1	0	0,59	87	0	0	100
		Nb mesures	5	5	5	1	5	5	5	5
TRPL1- 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	0,00 - 0,00	n.d.	0 - 7	0 - 0	0,00 - 0,00	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	0,00 - 0,00	n.d.	0 - 22	0 - 0	0,00 - 0,00	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	0,00 - 0,00	n.d.	0 - 14	0 - 0	0,00 - 0,00	100 - 100
		Médiane	7,2	1	0	n.d.	7,2	0	0	100
		Nb mesures	5	5	4	0	5	5	3	4
	2021	Moyenne	10,1	1	0,67	1	7,2	0	0	67
		Écart-type	9,7	1	0,58	0	8,9	0	0	29
		Étendue	0 - 22	0 - 2	0,00 - 1,00	1,00 - 1,00	0 - 22	0 - 0	0,00 - 0,00	50 - 100
		Médiane	14,5	1	1	1	7,2	0	0	50
		Nb mesures	5	5	3	2	5	5	3	3

Tableau 27. Statistiques descriptives des indices de diversité des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de marnage inférieure de 2018 à 2021 (suite)

Site-zone	Année	Paramètre	N (nb m ⁻²)	S	H'	J'	C (nb m ⁻²)	EPT (nb m ⁻²)	EPT/C (proportion)	Contribution dominants (% organismes)
TRPL2- 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	22 - 413	0 - 0	0,00 - 0,00	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 - 210	0 - 0	0,00 - 0,00	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 - 22	7 - 22	0,33 - 3,00	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
TRPL2b 2021	Moyenne	102,9	2,2	0,86	0,77	71	0	0	68	
	Écart-type	53,6	0,45	0,36	0,27	41,4	0	0	19	
	Étendue	14 - 159	2 - 3	0,35 - 1,29	0,35 - 1,00	7 - 101	0 - 0	0,00 - 0,00	50 - 93	
	Médiane	108,7	2	1	0,81	94,2	0	0	59	
	Nb mesures	5	5	5	5	5	5	5	5	
TRPL3- 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	0,00 - 1,04	0,52 - 0,65	174 - 348	0 - 43	0,00 - 0,20	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	72
		Écart-type	261,8	1	0,7	0,1	185,1	0	0	26
		Étendue	72 - 725	1 - 3	0,00 - 1,50	0,78 - 0,95	36 - 471	0 - 0	0,00 - 0,00	50 - 100
		Médiane	347,8	2	0,95	0,95	130,4	0	0	62
		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	0,00 - 0,00	n.d.	145 - 326	0 - 0	0,00 - 0,00	100 - 100
		Médiane	173,9	1	0	n.d.	173,9	0	0	100
		Nb mesures	5	5	5	0	5	5	5	5
2021	Moyenne	176,8	1,4	0,08	0,2	173,9	0	0	99	
	Écart-type	94	0,55	0,11	0,05	91,7	0	0	2	
	Étendue	58 - 297	1 - 2	0,00 - 0,24	0,17 - 0,24	58 - 290	0 - 0	0,00 - 0,00	96 - 100	
	Médiane	181,2	1	0	0,2	173,9	0	0	100	
	Nb mesures	5	5	5	2	5	5	5	5	

N : abondance totale (nb organismes m⁻²); S : richesse taxonomique (nb taxons); H' : diversité de Shannon; J' : équitabilité de Shannon; EPT : abondance totale des éphéméroptères, trichoptères et plécoptères par m²; C : abondance totale des chironomides par m²; EPT/C : rapport de EPT sur C
n.d. : Données insuffisantes pour calculer l'indice/paramètre; Étendue : minimum - maximum.

Notes : Les statistiques descriptives sont calculées à partir des données brutes et donc le résultat d'un calcul à partir des données arrondies comme celles présentées dans les tableaux pourrait légèrement différer du résultat présenté.

Tableau 28. Statistiques descriptives par niveau d'exposition (« exposé » ou témoin) et de période (avant ou après les travaux) pour la zone de marnage inférieure

Exposition Période	Paramètre	Densité totale (nb/m ²)	Richesse taxonomique	Indice de diversité de Shannon	Indice d'équitabilité de Shannon	Chironomide (nb/m ²)	EPT (nb/m ²)	EPT/C	Contribution des dominants (%)	Perte des communautés
Avant les travaux (2018)										
« Exposé » Avant	Moyenne ± erreur type	304,3 ± 93,5	2 ± 0,3	0,68 ± 0,26	0,72 ± 0,14	237,7 ± 81	0 ± 0	0 ± 0	76 ± 10,8	-
	Médiane	289,9	2	0,47	0,7	217,4	0	0	90	-
	Minimum	58	1	0,00	0,47	29	0	0	50	-
	Maximum	580	3	1,49	1	522	0	0	100	-
	Nb. de mesures / total possible	5 / 5	5 / 5	5 / 5	4 / 5	5 / 5	5 / 5	5 / 5	5 / 5	0 / 0
Témoins Avant	Moyenne ± erreur type	148,8 ± 41,1	2 ± 0,5	0,61 ± 0,15	0,62 ± 0,06	125,1 ± 34,9	4,8 ± 3,4	0 ± 0	84,7 ± 4,3	-
	Médiane	123,2	2	0,65	0,63	94,2	0	0	84,2	-
	Minimum	0	0	0	0,34	0	0	0	50	-
	Maximum	486	7	1,46	0,92	413	43	0	100	-
	Nb. de mesures / total possible	15 / 15	15 / 15	12 / 15	8 / 15	15 / 15	15 / 15	11 / 15	12 / 15	0 / 0
Ensemble des sites avant	Moyenne ± erreur type	187,7 ± 40,4	2 ± 0,4	0,64 ± 0,12	0,65 ± 0,06	153,3 ± 33,8	3,6 ± 2,5	0,02 ± 0,01	82,1 ± 4,3	-
	Médiane	144,9	2	0,7	0,63	126,81	0	0	85,1	-
	Minimum	0	0	0	0,34	0	0	0	50	-
	Maximum	580	7	1,49	1	522	43	0,2	100	-
	Nb. de mesures / total possible	20 / 20	20 / 20	17 / 20	12 / 20	20 / 20	20 / 20	16 / 20	17 / 20	0 / 0
Après les travaux (2019, 2020 et 2021)										
« Exposé » Après	Moyenne ± erreur type	142,2 ± 42,2	1,8 ± 0,3	0,58 ± 0,16	0,71 ± 0,07	111,9 ± 33,7	1 ± 1	0 ± 0	83 ± 5,2	0,72 ± 0,15
	Médiane	72,5	2	0,47	0,71	58	0	0	89,5	0,67
	Minimum	0	0	0	0,35	0	0	0	50	0,5
	Maximum	565	3	1,5	0,95	406	14	0,04	100	1
	Nb. de mesures / total possible	15 / 15	15 / 15	14 / 15	8 / 15	15 / 15	15 / 15	14 / 15	14 / 15	3 / 3
Témoins Après	Moyenne ± erreur type	120,9 ± 21,6	1,8 ± 0,2	0,6 ± 0,1	0,74 ± 0,06	89 ± 16,8	1,6 ± 0,8	0,2 ± 0,1	80,2 ± 3,6	1,04 ± 0,4
	Médiane	72,5	1	0,30	0,80	29	0	0	94,7	0,60
	Minimum	0	0	0,00	0,17	0	0	0	36	0,00
	Maximum	725	5	2,06	1	471	22	3	100	4
	Nb. de mesures / total possible	45 / 45	45 / 45	40 / 45	22 / 45	45 / 45	45 / 45	39 / 45	40 / 45	9 / 9
Ensemble des sites après	Moyenne ± erreur type	126,2 ± 19,2	1,8 ± 0,2	0,59 ± 0,09	0,74 ± 0,04	94,8 ± 15,1	1,4 ± 0,6	0,1 ± 0,1	80,9 ± 3	0,96 ± 0,3
	Médiane	72,5	1,5	0,35	0,78	45,9	0,0	0,0	93,3	0,64
	Minimum	0	0	0,00	0,17	0	0	0,0	36	0
	Maximum	725	5	2,06	1	471	22	3	100	4
	Nb. de mesures / total possible	60 / 60	60 / 60	54 / 60	30 / 60	60 / 60	60 / 60	53 / 60	54 / 60	12 / 12

Notes : L'erreur type est utilisée aux fins de comparaisons de groupes inégaux.
Les statistiques descriptives sont calculées à partir des données brutes et donc le résultat d'un calcul à partir des données arrondies comme celles présentées dans les tableaux pourrait légèrement différer du résultat présenté.

Zone de marnage inférieure

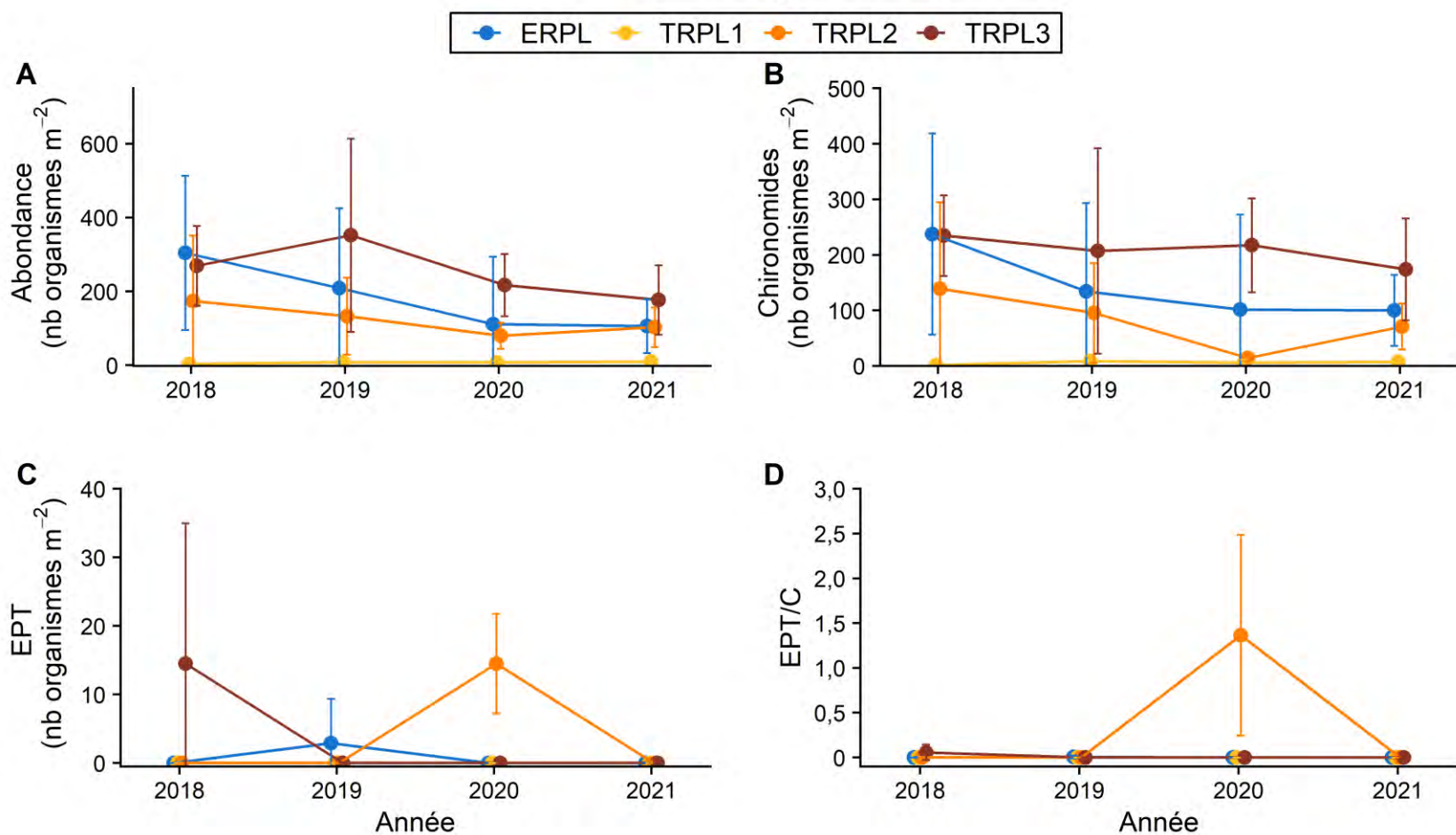


Figure 14. Moyennes \pm écarts-types de (A) l'abondance totale (nb d'organismes m²), (B) l'abondance des chironomides, (indice C, nb d'organismes m²), (C) l'abondance des éphéméroptère-trichoptère-plécoptère (indice EPT; nb d'organismes m²) et (D) le ratio des abondances de EPT (en C) sur l'abondance des chironomides (en B) pour la zone de marnage inférieure

Zone de mariage inférieure

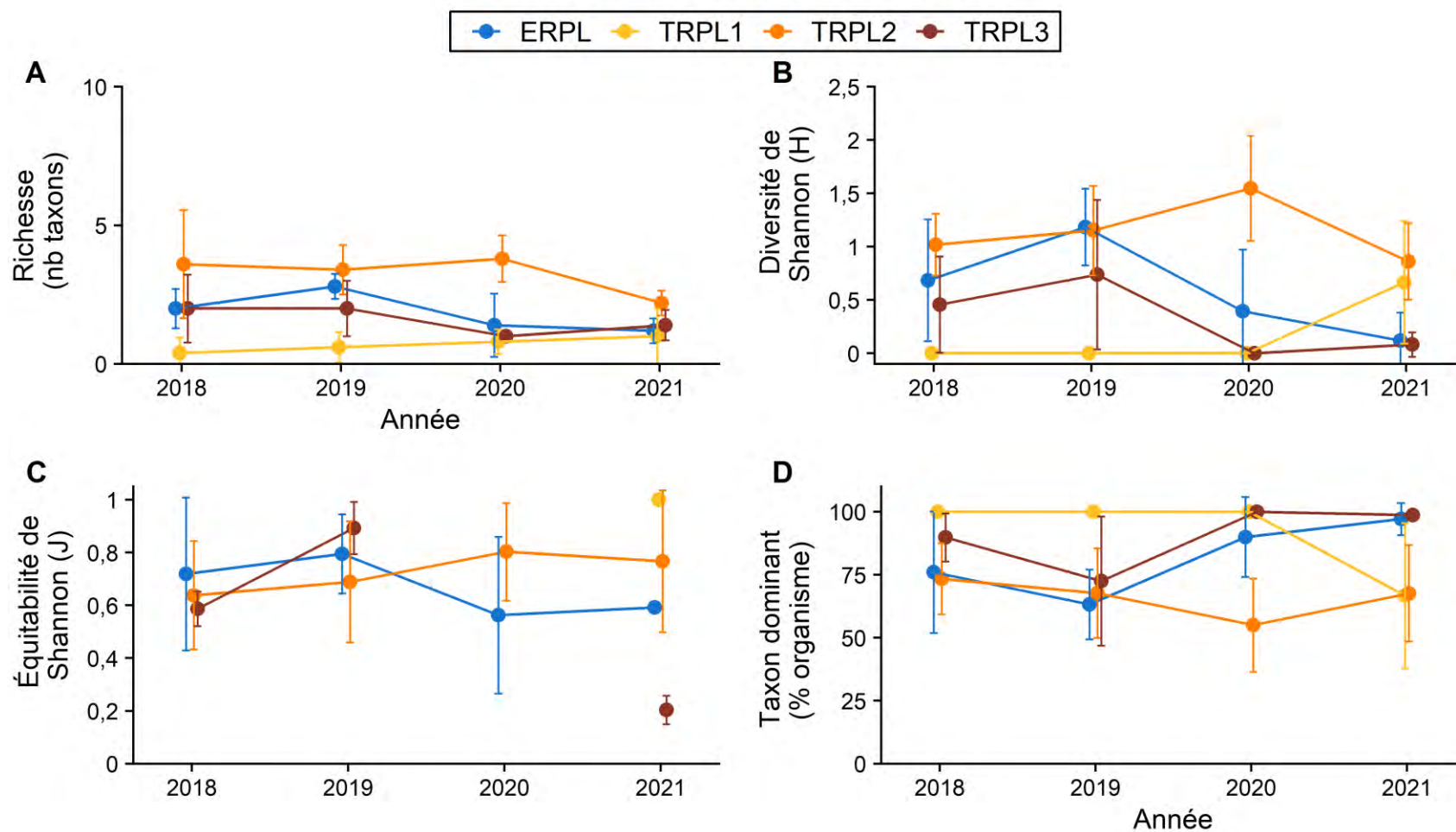


Figure 15. Moyennes \pm écarts-types de (A) la richesse taxonomique, (B) la diversité de Shannon (H'), (C) l'équitabilité de Shannon (J') et (D) la contribution des dominants (% d'organismes) pour la zone de mariage inférieure

Zone de marnage inférieure

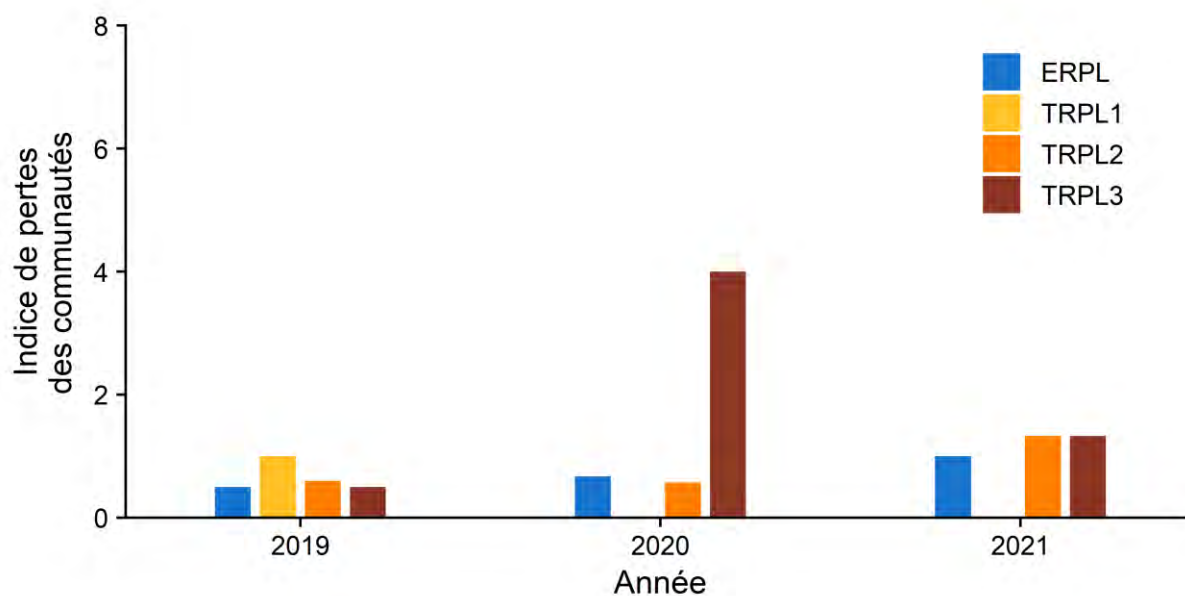


Figure 16. Indice de pertes des communautés pour la zone de marnage inférieure

Tableau 29. 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 2021

Site-zone	Nombre de taxons communs	Nombre de taxons uniques 2018	Nombre de taxons uniques année étudiée	Nombre de taxons total 2018	Nombre de taxons total année étudiée
2019					
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
2020					
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
2021					
ERPL-MI	2	2	0	4	2
TRPL1-MI	2	0	1	2	3
TRPL2-MI	3	4	0	7	3
TRPL3-MI	1	4	2	5	3

Tableau 30. 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 2021

Source	ddl num	ddl den	Valeurs de p_{perm}^1							
			N	S	H'	J'	C	EPT	EPT/C	Dom
Exposition	1	18*	0,424	1,000	0,856	0,400	0,319	0,387	0,391	0,923
Année	3	54*	0,050	0,015	0,008	0,829	0,072	0,749	0,288	0,039
2018 vs 2019-21 <i>contraste</i>	1	58*	0,074	0,492	0,795	0,641	0,018	0,593	0,524	0,904
2018 vs 2019 <i>contraste</i>	1	18*	0,650	0,240	0,074	0,376	0,176	0,782	-	0,123
2018 vs 2020 <i>contraste</i>	1	18*	0,034	0,349	0,329	0,986	0,088	1,000	-	0,302
2018 vs 2021 <i>contraste</i>	1	18*	0,162	0,119	0,037	0,403	0,024	0,421	0,401	0,169
Expo. × Année	3	54*	0,037	0,200	0,100	0,743	0,569	0,382	0,298	0,098
Expo × 18vs19-21 <i>contraste</i>	1	58*	0,035	1,000	0,676	0,531	0,149	0,322	0,500	0,292
Expo × 18vs19 <i>contraste</i>	1	18*	0,341	0,225	0,403	0,724	0,339	0,214	-	0,851
Expo × 18vs20 <i>contraste</i>	1	18*	0,014	0,543	0,283	0,396	0,323	-	-	0,145
Expo × 18vs21 <i>contraste</i>	1	18*	0,166	0,632	0,210	0,298	0,184	0,426	0,404	0,071
Tests d'homogénéité des variances et de normalité des résidus										
Transformation ²			Log ₁₀	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune
PERMDISP Exposition × Année ³			0,365	0,044	0,031	0,080	0,863	0,051	0,033	0,022
PERMDISP Exposition × 'Période' ³			0,141	0,236	0,354	0,266	0,828	0,158	0,246	0,086

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.

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. Les détails sont présentés à l'annexe H.

PER-ANOVA basées sur ressemblances Euclidiennes.

Les sorties PRIMER sont présentées à l'annexe H.

Contraste marqué d'une **trame orangé foncé** : informe si les changements observés au niveau du site « exposé » ont également été observés pour les sites « témoins » : 'Exposition x 18vs19-21' entre l'année de référence et après les travaux équivalent de 'Exposition x 'Période'.

Contrastes marqués d'une **trame orangé pâle** : informent si les changements observés au niveau du site « exposé » ont également été observés pour les sites « témoins » : 'Exposition x 18vs00' entre l'année de référence et l'année 00 après les travaux.

¹ Seuil de significativité établi à 0,1. Les valeurs significatives sont mises en évidence en **gras**. Une valeur de p significative à 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** pour les divers contrastes. Les tirets (-) indiquent que les analyses n'ont pas pu être effectuées par manque de réplication.

² Transformation : √ : racine carrée, √√ : racine quatrième, Log₁₀ : logarithmique en base 10 (x+1). En cas de test PERMDISP significatif, les transformations ont été testées. Si la transformation n'améliorait pas l'homogénéité des variances, l'analyse sans transformation était conservée. Pour les cas où une transformation avait été utilisée dans le rapport précédent (WSP 2021) et que l'une des interactions était significative, la transformation était conservée.

³ Le test PERMDISP est l'équivalent du test de Levene pour l'homogénéité des variances entre les groupes : Exposition × Année et Exposition × '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.

3.3.2.2 INDICATEURS MULTIDIMENSIONNELS

Les résultats des analyses statistiques pour les indicateurs multidimensionnels des communautés sont présentés au tableau 31. 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 calculée à partir des 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 H fournit le nMDS de toutes les stations où la variabilité est bien visible.

Le tableau 32 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.

Variabilité interannuelle

Le contraste entre 2018 et 2019 dans Année est significatif (contraste 2018 vs 2019, $p_{perm} = 0,002$, tableau 31). Ceci s'explique par le fait que pour l'ensemble des sites, la structure des abondances était différente entre 2018 et 2019. L'analyse SIMPER révèle que les *chironomidae* (diminution, insecte diptère), les *ceratopogonidae* (augmentation, insecte diptère) et les *sphaeriidae* (diminution, mollusque) sont les taxons contribuant le plus à cette différence. Toutefois, la composition est aussi significativement différente (voir composition des communautés ci-dessous).

Le contraste entre 2018 et 2021 dans Année est significatif (contraste 2018 vs 2021, $p_{perm} = 0,018$, tableau 31). Ceci s'explique par le fait que pour l'ensemble des sites, la structure des abondances était différente entre 2018 et 2021. L'analyse SIMPER révèle que les *chironomidae* (diminution, insecte diptère), les *sphaeriidae* (diminution, mollusque) et les *nematoda* (disparition) sont les taxons contribuant le plus à cette différence. Toutefois, la composition est aussi significativement différente (voir composition des communautés ci-dessous).

Le contraste entre avant et après dans l'interaction dans Année est significatif (contraste 2018 vs 2019-21, $p_{perm} = 0,013$, tableau 31). Ceci s'explique par le fait que pour l'ensemble des sites, la structure des abondances était différente entre avant et après les travaux. L'analyse SIMPER révèle que les *chironomidae* (diminution, insecte diptère), les *sphaeriidae* (diminution, mollusque) et les *nematoda* (diminution) sont les taxons contribuant le plus à cette différence. Toutefois, la composition est aussi significativement différente (voir composition des communautés ci-dessous).

Le facteur Année est significatif ($p_{perm} = 0,002$, tableau 31). Le test post-hoc révèle qu'en plus des contrastes déjà effectués, 2019 est significativement différente de 2020 et 2021. L'analyse SIMPER révèle que les *chironomidae* (diminution, insecte diptère), les *ceratopogonidae* (diminution, insecte diptère) et les *sphaeriidae* (augmentation en 2020 et diminution en 2021, mollusque) sont les taxons contribuant le plus à ces différences. Toutefois, la composition est aussi significativement différente (voir composition des communautés ci-dessous).

Interaction Exposition × 'Période' et contrastes entre les différentes années de suivi et l'année de référence

Les résultats obtenus pour l'ensemble du suivi ne présentent pas d'effet des travaux sur la structure des macroinvertébrés benthiques pour la zone de marnage inférieure (Exposition × 'Période', $p_{perm} = 0,814$,

tableau 31). Effectivement, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins.

Le retrait de l'un des sites témoins, que ce soit TRPL1, TRPL2 ou TRPL3, ne change pas la conclusion globale d'absence d'effets des travaux (voir section 2.1.1 de l'annexe H). Il est important de rappeler qu'entre 2018 et 2021, 9 stations ne présentaient aucun organisme (11 % des stations).

COMPOSITION DES COMMUNAUTÉS

La composition des communautés (PERMANOVA basée sur la dissimilarité de Bray-Curtis calculée à partir de 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 conclure si l'identité des taxons présents est différente.

Variabilité interannuelle

Le contraste entre 2018 et 2019 dans Année est significatif (contraste 2018 vs 2019, $p_{perm} = 0,009$, tableau 31). Ceci s'explique par le fait que pour l'ensemble des sites, la composition en taxons était différente entre 2018 et 2019. L'analyse SIMPER révèle que les *chironomidae* (insecte diptère plus fréquent en 2019), les *sphaeriidae* (pas de différence de fréquence, mollusque), les *ceratopogonidae* (insecte diptère plus fréquent en 2019) et *nematoda* (plus fréquent en 2018) sont les taxons contribuant le plus à cette différence.

Le contraste entre 2018 et 2021 dans Année est significatif (contraste 2018 vs 2021, $p_{perm} = 0,031$, tableau 31). Ceci s'explique par le fait que pour l'ensemble des sites, la composition en taxons était différente entre 2018 et 2021. L'analyse SIMPER révèle que les *chironomidae* (insecte diptère plus fréquent en 2021), les *sphaeriidae* (mollusque plus fréquent en 2018) et les *nematoda* (absent en 2021) sont les taxons contribuant le plus à cette différence.

Le contraste entre avant et après dans l'interaction dans Année est significatif (contraste 2018 vs 2019-21, $p_{perm} = 0,022$, tableau 31). Ceci s'explique par le fait que pour l'ensemble des sites la composition en taxons était différente entre avant et après les travaux. L'analyse SIMPER révèle que les *chironomidae* (insecte diptère plus fréquent après), les *sphaeriidae* (mollusque plus fréquent avant), les *nematoda* (plus fréquent avant) et les *ceratopogonidae* (insecte diptère plus fréquent après) sont les taxons contribuant le plus à cette différence.

Le facteur Année est significatif ($p_{perm} = 0,002$, tableau 31). Le test post-hoc révèle qu'en plus des contrastes déjà effectués, 2019 est significativement différente de 2020 et 2020 est significativement différente de 2021. L'analyse SIMPER révèle que les *chironomidae* (insecte diptère plus fréquent en 2019), les *ceratopogonidae* (insecte diptère plus fréquent en 2019) et les *sphaeriidae* (mollusque équivalent 2019-2020) sont les taxons contribuant le plus à la différence observée entre 2019 et 2020. L'analyse SIMPER révèle que les *chironomidae* (plus fréquent en 2021, insecte diptère), les *sphaeriidae* (mollusque plus fréquent en 2020), les *leptoceridae* (trichoptère absent en 2021) et les *naididae* (annélide absent en 2020) sont les taxons contribuant le plus à la différence observée entre 2020 et 2021.

Interaction Exposition × 'Période' et contrastes entre les différentes années de suivi et l'année de référence

Les résultats obtenus pour l'ensemble du suivi ne présentent pas d'effet des travaux sur la composition taxonomique des macroinvertébrés benthiques pour la zone de marnage inférieure (Exposition × 'Période',

$p_{perm} = 0,771$, tableau 31). Effectivement, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins.

Le retrait de l'un des sites témoins, que ce soit TRPL1, TRPL2 ou TRPL3, ne change pas la conclusion globale d'absence d'effets des travaux (voir section 2.2.1 de l'annexe H). La même observation que pour la structure des communautés et son explication s'appliquent également, soit qu'entre 2018 et 2021, 9 stations ne présentaient aucun organisme (11 % 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 par station est utilisée comme distance entre les courbes et est testée statistiquement. Les graphiques présentant les courbes de dominance par station sont présentés à la section 2.3.3 de l'annexe H.

Variabilité interannuelle

Le contraste entre 2018 et 2021 dans Année est significatif (contraste 2018 vs 2021, $p_{perm} = 0,054$, tableau 31). Ceci s'explique par le fait que pour l'ensemble des sites, les courbes de dominance étaient différentes entre 2018 et 2021. La richesse était plus grande en 2018 et la répartition des abondances était un peu plus équitable également. Le taxon dominant occupait en moyenne 61 % des abondances en 2018 et 66 % des abondances en 2021, alors que les 2 et 3^e rangs en dominance étaient respectivement de 15 et 7 % en 2018 et 12 et 3 % en 2021. Ce contraste est également significatif pour l'interaction Exposition × Année (voir ci-dessous).

Le facteur Année est significatif ($p_{perm} = 0,086$, tableau 31). Le test post-hoc révèle qu'en plus des contrastes déjà effectués, 2019 est significativement différente de 2021. Le contraste 2018 vs 2019 ressort également significatif, alors qu'il était marginalement significatif dans le contraste. Les principales différences entre 2019 et 2021 sont pour le second et le troisième rang qui ont un plus grand pourcentage en 2019 et l'absence des rangs 9 à 13 en 2019.

Interaction Exposition × 'Période' et contrastes entre les différentes années de suivi et l'année de référence

Le contraste entre 2018 et 2021 dans l'interaction Exposition × Année est significatif (Expo x 18vs21, $p_{perm} = 0,072$, tableau 31). Ceci s'explique par le fait que le site « exposé » a une seule station ayant plus d'un taxon, alors que plusieurs stations présentent 2 taxons chez les témoins et une station a 3 taxons (section 2.3.3, annexe H) occasionnant par le fait même une différence en dispersion entre le site « exposé » et les sites témoins entre 2018 et 2021 (voir section 2.3.2 de l'annexe H).

Les résultats obtenus pour l'ensemble du suivi ne présentent pas d'effet des travaux sur les courbes de dominance des macroinvertébrés benthiques pour la zone de marnage inférieure (Exposition × 'Période', $p_{perm} = 0,292$, tableau 31). Effectivement, les courbes de dominance moyenne sont plutôt semblables entre les sites et les années.

Le retrait de l'un des sites témoins, que ce soit TRPL1, TRPL2 ou TRPL3, ne change pas la conclusion globale d'absence d'effets des travaux (voir section 2.3.1 de l'annexe H). Il est important de rappeler qu'entre 2018 et 2021, 9 stations ne présentaient aucun organisme (11 % des stations).

Tableau 31. Résumé des analyses statistiques multivariées (PERMANOVA) des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de marnage inférieure de 2018 à 2021

Source	ddl num	ddl den	Valeurs de p_{perm}^1		
			Structure (totale) ²	Composition ²	Courbes de dominance ³
Exposition	1	17	0,727	n.d.	0,879
Année	3	46	0,002	0,002	0,086
2018 vs 2019-21 <small>contraste</small>	1	50	0,013	0,022	0,762
2018 vs 2019 <small>contraste</small>	1	14	0,002	0,009	0,102
2018 vs 2020 <small>contraste</small>	1	14	0,149	0,231	n.d.
2018 vs 2021 <small>contraste</small>	1	14	0,018	0,031	0,054
Expo. × Année	3	46	0,508	0,488	0,235
Expo × 18vs19-21 <small>contraste</small>	1	32	0,814	0,771	0,292
Expo × 18vs19 <small>contraste</small>	1	14	0,270	0,163	0,638
Expo × 18vs20 <small>contraste</small>	1	14	0,861	0,923	0,267
Expo × 18vs21 <small>contraste</small>	1	14	0,638	0,939	0,072
Tests d'homogénéité des variances⁵					
Transformation ⁴			$\sqrt{\sqrt{\quad}}$	Présence/ absence	Aucune
PERMDISP Exposition × Année ⁵			0,011	0,008	0,041
PERMDISP Exposition × 'Période' ⁵			0,298	0,330	0,641

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.

Contraste marqué d'une **trame orangé foncé** : informe si les changements observés au niveau du site « exposé » ont également été observés pour les sites « témoins » : 'Exposition x 18vs19-21' entre l'année de référence et après les travaux (équivalent de 'Exposition x 'Période').

Contrastes marqués d'une **trame orangé pâle** : informent si les changements observés au niveau du site « exposé » ont également été observés pour les sites « témoins » : 'Exposition x 18vs00' entre l'année de référence et l'année 00 après les travaux.

Les sorties PRIMER sont présentées à l'annexe H.

¹ Seuil de significativité établi à 0,1. Les valeurs significatives sont mises en évidence en **gras**. Une valeur de p significative à 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** pour les divers contrastes.

² Ressemblance de Bray-Curtis.

³ PERMANOVA sur les aires entre les courbes de dominance basées sur la procédure DOMDIS

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

⁵ 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. Consulter la section 2.4.2.2 pour de plus amples détails.

Zone de marnage inférieure - centroïdes

Cadrages non métriques multidimensionnels

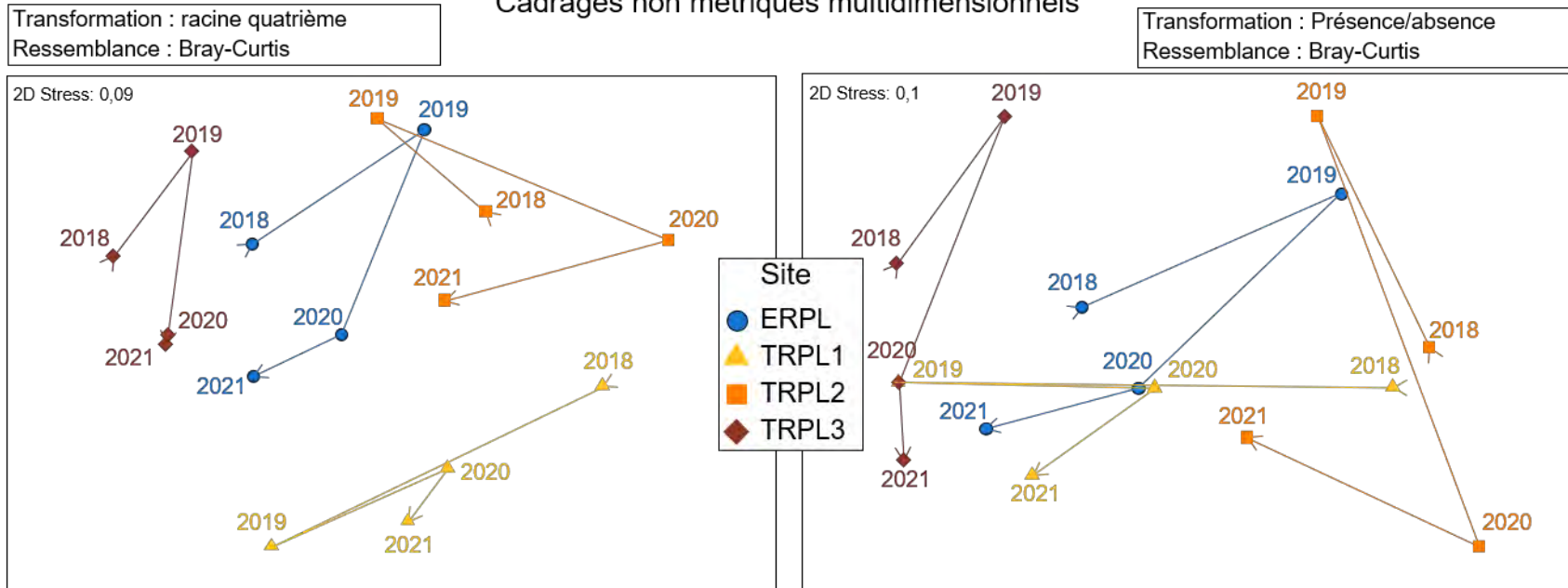


Figure 17. Cadrages non métriques multidimensionnels montrant les trajectoires temporelles, la structure (gauche) et de la composition (droite) des centroïdes des communautés d'invertébrés benthiques de la zone de marnage inférieure

Saint-Henri - courbes de dominance moyenne par site – Zone de marnage inférieure

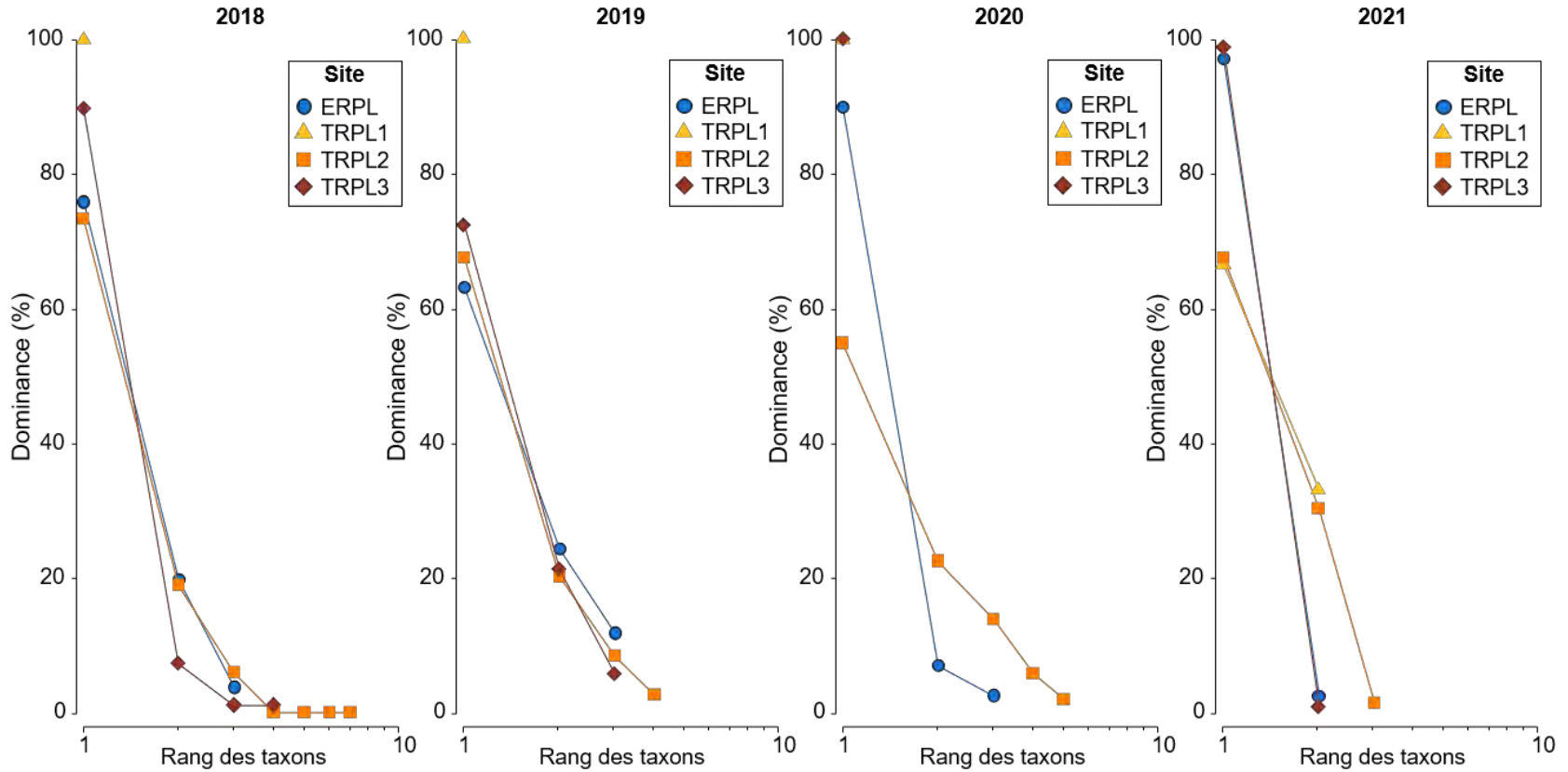


Figure 18. Courbes de dominance basées sur les moyennes des abondances pour la zone de marnage inférieure (stations vides exclues)

Tableau 32. Résumé des contributions des taxons aux dissimilarités entre les années pour chacun des sites pour la zone de marnage inférieure entre 2018 et 2019, entre 2018 et 2020 et entre 2018 et 2021

	Abondance moy. 2018 ¹	Abondance moy. 2019 ou 2020 ¹	Dissimilarité moyenne	Ratio diss./écart-type ²	Contribution (%)	Contribution cumulative (%)
Taxon	ERPL-MI 2018 vs 2019, dissimilarité moyenne = 48,50 %					
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
Taxon	ERPL-MI 2018 vs 2020, dissimilarité moyenne = 54,09 %					
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
Taxon	ERPL-MI 2018 vs 2021, dissimilarité moyenne = 37,16 %					
Chironomidae	3,7	3,01	10,77	1,33	28,98	28,98
Sphaeriidae	1,07	0,46	10,5	0,88	28,26	57,23
NEMATODA	1,23	0	10,04	0,79	27,01	84,24
Taxon	TRPL1-MI 2018 vs 2019, dissimilarité moyenne = 85,38 %					
Chironomidae	0,33	1,15	67,55	1,6	79,11	79,11
Taxon	TRPL1-MI 2018 vs 2020, dissimilarité moyenne = 82,21 %					
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
Taxon	TRPL1-MI 2018 vs 2021, dissimilarité moyenne = 84,93 %					
Chironomidae	0,33	1,09	49,32	1,34	58,08	58,08
Sphaeriidae	0,33	0,33	24,2	0,72	28,5	86,57
Taxon	TRPL2-MI 2018 vs 2019, dissimilarité moyenne = 43,31 %					
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
Taxon	TRPL2-MI 2018 vs 2020, dissimilarité moyenne = 45,46 %					
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

Tableau 32. Résumé des contributions des taxons aux dissimilarités entre les années pour chacun des sites pour la zone de marnage inférieure entre 2018 et 2019, entre 2018 et 2020 et entre 2018 et 2021 (suite)

Taxon	TRPL2-MI 2018 vs 2021, dissimilarité moyenne = 33,54 %					
NEMATODA	1,11	0	8,2	1,1	24,45	24,45
Sphaeriidae	2,08	1,85	6,48	1,07	19,32	43,77
Naididae	0,33	0,72	5,71	0,84	17,02	60,78
Chironomidae	3,16	2,75	5,69	1,12	16,95	77,73
Taxon	TRPL3-MI 2018 vs 2019, dissimilarité moyenne = 41,66 %					
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
Taxon	TRPL3-MI 2018 vs 2020, dissimilarité moyenne = 22,70 %					
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
Taxon	TRPL3-MI 2018 vs 2021, dissimilarité moyenne = 22,70 %					
NEMATODA	0,98	0	7,83	0,76	26,29	26,29
Chironomidae	3,89	3,54	5,2	1,18	17,44	43,72
Philopotamidae	0,51	0	4,9	0,49	16,45	60,17
Naididae	0,46	0	3,02	0,49	10,12	70,29

¹ Abondance moyenne transformée à la racine quatrième.

² Un ratio élevé (généralement >1,5) indique que le taxon est un taxon discriminant entre les années.

Notes : 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 chaque année du suivi. Au moment de l'échantillonnage en 2021, les profondeurs à ces stations variaient entre 4,7 et 5,7 m (cote d'élévation variant entre 94,4 et 95,4 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. Tel que déjà mentionné, le site TRPL2 a été remplacé par le site TRPL2b et les deux sites sont considérés équivalents aux fins d'analyses.

3.4.1 COMPOSITION DESCRIPTIVE DES COMMUNAUTÉS

Entre 2018 et 2021, des organismes ont été observés dans l'ensemble des stations (tableaux 33 à 36). Au total, 3 319 organismes ont été recensés en 2018, 4 341 en 2019, 4 884 en 2020 et 6 145 en 2021.

En 2018, 21 taxons différents répartis dans 5 embranchements sont présents (tableau 33, 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 différents répartis dans 4 embranchements qui sont présents (tableau 34, 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 différents répartis dans 5 embranchements qui sont présents (tableau 35, 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).

En 2021, ce sont 24 taxons différents répartis dans 6 embranchements qui sont présents (tableau 36, figure 19). Le taxon le plus abondant est encore la famille des *sphaeriidae* composant 61 % du total, toujours suivi des annélides oligochètes de la famille des *naididae* avec 16 % du total, puis des chironomides (arthropodes diptères/ nématocères) avec 6 % du total. Le site « exposé » est dominé par les mollusques à 63 % (principalement des *sphaeriidae*, 59 %), suivi des arthropodes avec 22 % des abondances totales (principalement des chironomides avec 10 % et des trichoptères à 10 %) puis des annélides avec 10 % des abondances. Le site témoin TRPL1 est dominé par les mollusques à 72 % (principalement des *sphaeriidae*, 71 %), suivi des arthropodes avec 15 % des abondances (principalement des diptères/nématocères et des acariens (trombidiformes)), puis des annélides avec 9 % des abondances (principalement *naididae* 6 %). Le site TRPL2 est dominé par les mollusques à 70 % (principalement des *sphaeriidae*, 63,5 %), suivi des annélides avec 18 % (principalement des *naididae*, 14 %) puis des arthropodes avec 8 % des abondances totales (principalement des chironomides). Le site TRPL3 est dominé par les mollusques à 60 % (principalement des *sphaeriidae*, 57 %), suivi des annélides avec 25 % (seulement des *naididae*) puis des arthropodes avec 12 % des abondances totales (principalement des diptères/nématocères).

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 (familles des *leptoceridae*, *molannidae*, *phryganeidae*, *hydropsychidae* et *hydroptilidae*) et les diptères/nématocères (chironomides et *ceratopogonidae*) dominent le plus fréquemment l'embranchement. Les trombidiformes (acariens, familles des *lebertiidae*, *limnesiidae* et *mideopsidae*) dominent avec les diptères le site TRPL1 en 2021.

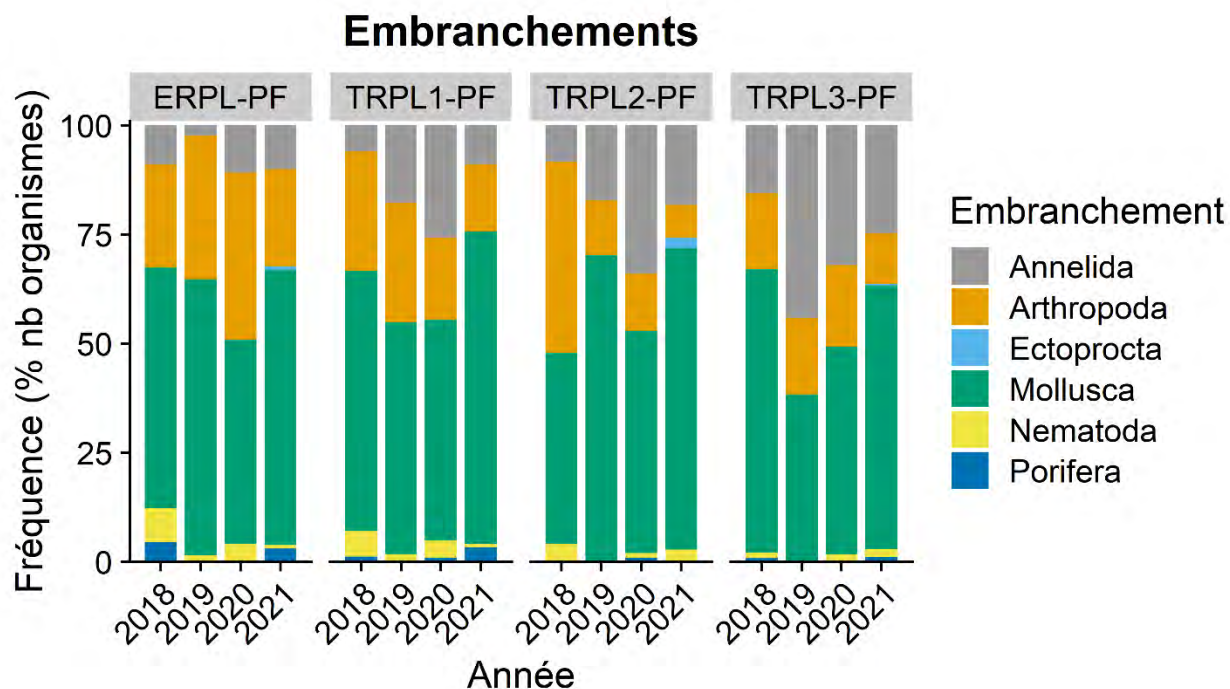


Figure 19. Abondance relative des différents embranchements d'invertébrés benthiques identifiés dans la zone profonde entre 2018 et 2021

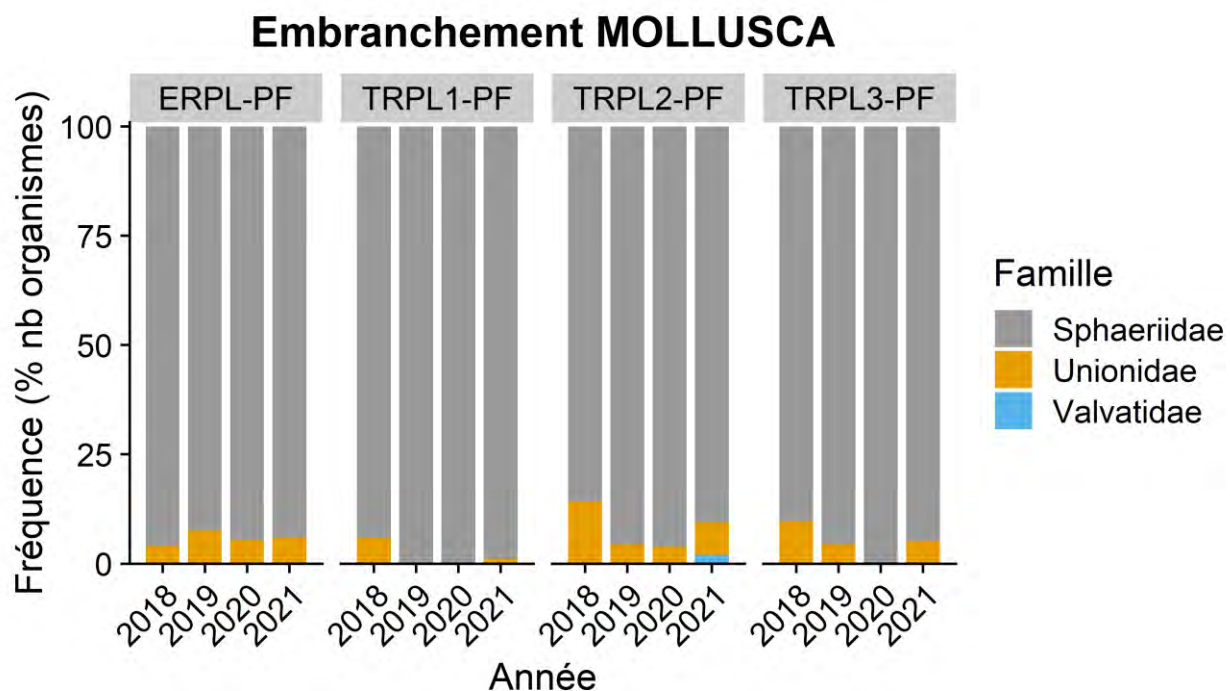


Figure 20. Abondance relative des différentes familles de l'embranchement *Mollusca* pour les invertébrés benthiques identifiés dans la zone profonde entre 2018 et 2021

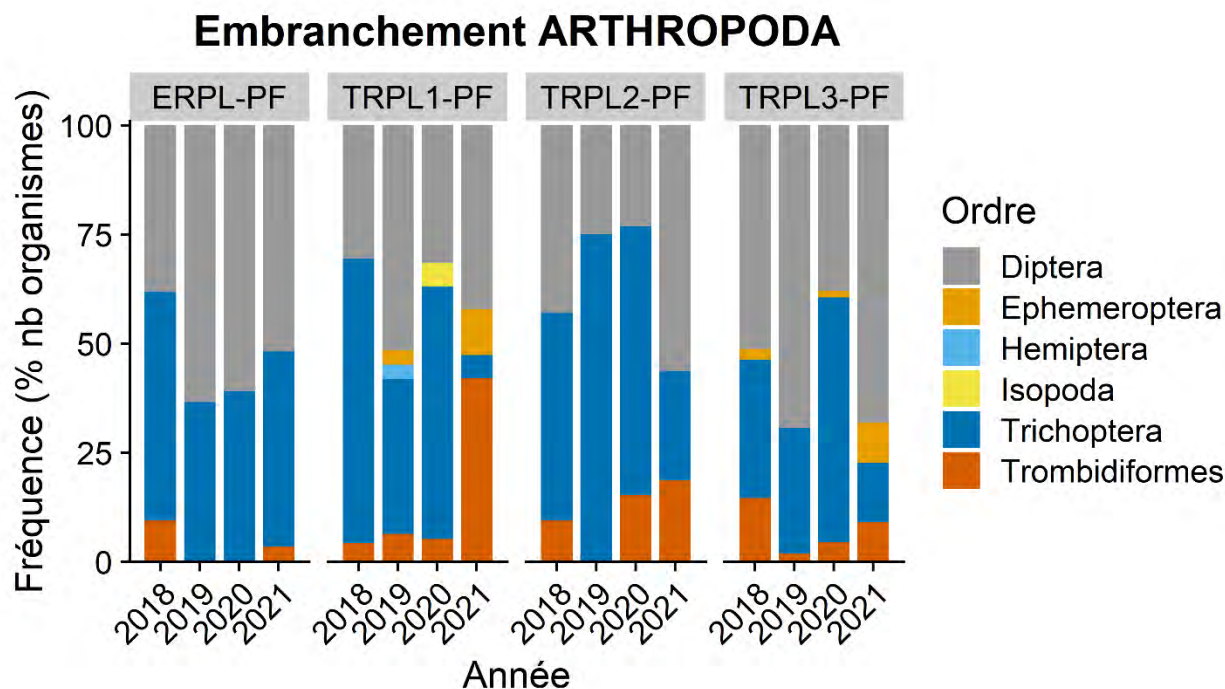


Figure 21. Abondance relative des différents ordres de l'embranchement Arthropoda pour les invertébrés benthiques identifiés dans la zone profonde entre 2018 et 2021

3.4.2 INDICATEURS DES COMMUNAUTÉS

3.4.2.1 INDICATEURS UNIDIMENSIONNELS

Les indicateurs unidimensionnels des communautés calculés par station ainsi que les statistiques descriptives pour l'ensemble des sites à chacune des années et pour l'ensemble des témoins sont présentés aux tableaux 37 à 40. Les moyennes, écarts-types, étendues (minimum à maximum), médianes ainsi que le nombre de mesures ayant servi à établir ces statistiques pour chaque site sont présentés au tableau 41. Les moyennes, erreurs types, minimums, maximums, médianes ainsi que le nombre de mesures ayant servi à établir ces statistiques pour chaque combinaison d'exposition et de période sont présentés au tableau 42. Les moyennes et écarts-types des indicateurs pour chacun des sites de 2018 à 2021 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 43 et à la figure 24.

Les résultats des analyses statistiques sont présentés au tableau 44.

ABONDANCE TOTALE (N)

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 41, figure 22A).

En 2018, les densités les plus élevées sont au site témoin TRPL3, qui présente en moyenne 345 org./m², tandis que le site « exposé » présente en moyenne 129 org./m², le site témoin TRPL1 présente 122 org./m² et le site TRPL2 a 70 org./m².

En 2019, les densités les plus élevées sont au site témoin TRPL3, qui présente en moyenne 430 org./m² (augmentation de 25 %), tandis que le site « exposé » présente en moyenne 181 org./m² (augmentation de 40 %), le site témoin TRPL1 présente 164 org./m² (augmentation de 35 %) et le site TRPL2 a 93 org./m² (augmentation de 33 %).

En 2020, les densités les plus élevées sont au site témoin TRPL3, qui présente en moyenne 512 org./m² (augmentation de 19 %), tandis que le site « exposé » présente en moyenne 174 org./m² (diminution de 4 %), le site témoin TRPL1 présente 146 org./m² (diminution de 11 %) et le site TRPL2 a 145 org./m² (augmentation de 56 %).

En 2021, les densités les plus élevées sont au site témoin TRPL3, qui présente en moyenne 552 org./m² (augmentation de 8 %), tandis que le site TRPL2 présente en moyenne 310 org./m² (augmentation de 114 %), le site « exposé », 188 org./m² (augmentation de 8 %) et le site témoin TRPL1, 178 org./m² (augmentation de 22 %).

Variabilité interannuelle

Le contraste entre 2018 et 2021 dans Année est significatif (contraste 2018 vs 2021, $p_{perm} = 0,037$, tableau 44). Ceci s'explique par le fait que les densités étaient globalement plus faibles en 2018 avec 165,9 org./m² en comparaison avec 307,2 org./m² en 2021.

Le contraste entre avant et après dans Année est significatif (contraste 2018 vs 2019-21, $p_{perm} = 0,036$, tableau 44). Pour l'ensemble des sites, l'abondance était plus faible avant qu'après les travaux avec en moyenne une densité de 165,9 org./m² avant et 256,2 org./m² après les travaux (tableau 42).

Interaction Exposition × 'Période' et contrastes entre les différentes années de suivi et l'année de référence

Les résultats obtenus pour l'ensemble du suivi ne présentent pas d'effet des travaux sur les abondances totales des macroinvertébrés benthiques pour la zone profonde (Exposition × 'Période', $p_{perm} = 0,512$; tableau 44). Effectivement, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins.

Le retrait de l'un des sites témoins, que ce soit TRPL1, TRPL2 ou TRPL3, ne change pas la conclusion globale d'absence d'effets des travaux (voir section 3.4.1 de l'annexe H).

INDICE C

L'indice C rend compte des abondances des chironomides. L'indice C moyen est variable en fonction des sites et des années au niveau de la zone profonde (tableau 41, figure 22B).

Entre 2018 et 2019, l'abondance des chironomides est 100 % plus élevée pour le site « exposé » et est passée de 11,6 org./m² à 23,2 org./m², tandis qu'elle a augmenté respectivement de 201 et 28 % pour les sites témoins TRPL1 (7,2 org./m² à 21,7 org./m²) et TRPL3 (26,1 org./m² à 33,3 org./m²) et baissé de 71 % au site TRPL2 (10,1 org./m² à 2,9 org./m²).

Entre 2019 et 2020, l'abondance des chironomides a augmenté de 67 % au site « exposé » et est passée de 23,2 org./m² à 39,1 org./m², tandis qu'elle a baissé de 73 % au site TRPL1 (21,7 org./m² à 5,8 org./m²) et de 22 % au site TRPL3 (33,3 org./m² à 26,1 org./m²) et qu'elles ont augmenté de 48 % au site TRPL2 (2,9 org./m² à 4,3 org./m²).

Entre 2020 et 2021, l'abondance a diminué de 38 % au site « exposé » (30,1 à 18,8 org./m²), tandis qu'elle a augmenté respectivement de 24 %, 202 % et 11 % aux sites témoins TRPL1 (5,8 à 7,2 org./m²), TRPL2(4,3 à 13 org./m²) et TRPL3 (26,1 à 29,0 org./m²).

Variabilité interannuelle

Le contraste entre 2018 et 2020 dans Année est significatif (contraste 2018 vs 2020, $p_{perm} = 0,006$, tableau 44). Ceci s'explique par le fait que l'abondance des chironomides était globalement plus faible en 2018 avec 13,8 org./m² en comparaison à 18,8 org./m² en 2020. Ce contraste est également significatif au niveau de l'interaction Exposition × 'Période' et l'effet est essentiellement dû au site « exposé » (voir ci-dessous).

Le contraste entre avant et après dans l'interaction dans Année est significatif (contraste 2018 vs 2019-21, $p_{perm} = 0,074$, tableau 44). Pour l'ensemble des sites, l'abondance des chironomides était plus faible avant qu'après les travaux avec en moyenne une densité de 13,8 org./m² avant et 18,7 org./m² après les travaux (tableau 42).

Interaction Exposition × 'Période' et contrastes entre les différentes années de suivi et l'année de référence

Le contraste entre 2018 et 2020 dans l'interaction Exposition × Année est significatif (Expo × 18vs20, $p_{perm} = 0,001$, tableau 44). Ceci s'explique par le fait que les chironomides sont supérieurs en 2020 par rapport à 2018 pour le site « exposé », mais que ceux-ci sont comparables pour les témoins. Les chironomides au site « exposé » étaient comparables témoins en 2018 (11,6 org./m² en comparaison avec 14,5 org./m²), alors que les chironomides ont augmenté au site « exposé » en 2020 au site « exposé » (39,1 org./m²), mais qu'ils sont restés stables chez les témoins sont davantage comparables aux témoins (12,1 org./m²).

L'interaction Exposition × Année est significative (Expo × Année, $p_{perm} = 0,040$, tableau 44). Ceci s'explique par le fait que le site « exposé » et les sites témoins sont différents seulement en 2020.

Lors du rapport de 2020, les résultats obtenus pour 2018-2020 présentaient un effet des travaux sur l'indice C des macroinvertébrés benthiques pour la zone profonde (Exposition x 'Période', $p_{perm} = 0,085$; tableau 35 dans WSP 2021). L'ajout de 2021 est venu tempérer l'effet obtenu en 2020. Effectivement, les résultats obtenus pour l'ensemble du suivi ne présentent pas d'effet des travaux sur l'indice C des macroinvertébrés benthiques pour la zone profonde (Exposition × 'Période', $p_{perm} = 0,116$; tableau 44). Les changements pour le site « exposé » sont donc du même ordre que les changements observés chez les témoins et font partie de la variabilité naturellement observée. La différence de conclusion avec le rapport précédent indique que 2020 était probablement une année exceptionnelle pour les chironomides au site « exposé » et que cet effet était ponctuel.

Le retrait du site témoin TRPL3 viendrait changer cette conclusion (voir section 3.4.5 de l'annexe H). Toutefois, les différences observées restent attribuables à l'année 2020 qui semble avoir été exceptionnelle pour les chironomides au site « exposé ». De plus, il n'est pas pertinent de retirer le site TRPL3 puisqu'il montre un comportement stable par rapport aux abondances de chironomides et qu'il présentait déjà des abondances élevées en 2018. Le retrait de TRPL1 ou TRPL2 ne change pas la conclusion globale d'absence d'effets des travaux sur l'ensemble du suivi.

INDICE EPT

L'indice EPT rend compte des abondances des éphéméroptères, plécoptères et trichoptères. L'indice EPT moyen est variable en fonction des sites et des années au niveau de la zone profonde (tableau 41, figure 22C).

Entre 2018 et 2019, l'abondance des EPT est 36 % plus élevée pour le site « exposé » (15,9 org./m² à 21,7 org./m²), tandis qu'elle a diminué respectivement de 20 et 40 % pour les sites témoins TRPL1 (21,7 org./m² à 17,4 org./m²) et TRPL2 (14,5 org./m² à 8,7 org./m²) et augmenté de 7 % au site témoin TRPL3 (20,3 org./m² à 21,7 org./m²).

Entre 2019 et 2020, l'abondance des EPT a augmenté de 20 % au site « exposé » (21,7 org./m² à 26,1 org./m²), tandis qu'elle a baissé de 9 % au site TRPL1 (17,4 org./m² à 15,9 org./m²) et qu'elle a augmenté respectivement de 33 et 154 % au site TRPL2 (8,7 org./m² à 11,6 org./m²) et TRPL3 (21,7 org./m² à 55,1 org./m²).

Entre 2020 et 2021, l'abondance des EPT a diminué de 28 % au site « exposé » (26,1 org./m² à 18,8 org./m²), de 73 % au site TRPL1 (15,9 org./m² à 4,3 org./m²), de 50 % au site TRPL2 (11,6 org./m² à 5,8 org./m²) et de 74 % au site TRPL3 (55,1 org./m² à 14,5 org./m²).

Variabilité interannuelle

Il n'y a aucun résultat significatif pour la variabilité interannuelle pour l'ensemble des sites (Année et contrastes, tableau 44).

Interaction Exposition x 'Période' et contrastes entre les différentes années de suivi et l'année de référence

Les résultats obtenus pour l'ensemble du suivi ne présentent pas d'effet des travaux sur l'indice EPT des macroinvertébrés benthiques pour la zone profonde (Exposition x 'Période', $p_{perm} = 0,456$; tableau 44). Effectivement, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins.

Le retrait du site témoin TRPL3 viendrait changer cette conclusion (voir section 3.4.6 de l'annexe H). L'absence de TRPL3 cause des abondances en EPT plus basses après les travaux pour les sites témoins (18,1 avant et 10,6 org./m² après), alors qu'elles ont légèrement augmenté pour le site « exposé » entre avant et après les travaux (15,9 à 22,2 org./m²). Les EPT ont particulièrement diminué aux sites témoins TRPL1 et TRPL2 en 2021 où les abondances moyennes étaient respectivement de 4,3 et de 5,8 org./m². Toutefois, bien que TRPL3 ait montré une grande variation entre 2019 et 2021 en ce qui a trait aux abondances des EPT, il n'est pas pertinent de retirer le site TRPL3 puisqu'il semble se trouver dans une étendue probable et qu'il fait donc partie de la variabilité naturelle considérée normale. De plus, il est important de noter que les abondances des EPT restent faibles et que de présenter davantage d'EPT est généralement un signe positif pour l'écosystème. Le retrait de TRPL1 ou TRPL2 ne change pas la conclusion globale d'absence d'effets des travaux sur l'ensemble du suivi.

INDICE EPT/C

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 EPT/C moyen est variable en fonction des sites et des années au niveau de la zone profonde (tableau 41, figure 22D).

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).

Entre 2020 et 2021, l'indice EPT/C a augmenté de 9 % pour le site « exposé » (0,92 à 1,00), et a diminué respectivement de 78, 76 et 16 % aux sites témoins TRPL1 (1,50 à 0,33), TRPL2 (2,25 à 0,54) et TRPL3 (1,29 à 1,09). L'augmentation au site « exposé » s'explique par une plus forte diminution des chironomides que des EPT, tandis que la diminution pour les sites témoins s'explique par une légèrement augmentation des chironomides et une légère diminution des EPT.

Variabilité interannuelle

Le contraste entre 2018 et 2021 dans Année est significatif (contraste 2018 vs 2021, $p_{perm} = 0,075$, tableau 44). Ceci s'explique par le fait que l'indice était globalement plus élevé en 2018 avec un indice de 1,27 en comparaison avec un indice de 0,79 en 2021.

Interaction Exposition x 'Période' et contrastes entre les différentes années de suivi et l'année de référence

Les résultats obtenus pour l'ensemble du suivi ne présentent pas d'effet des travaux sur l'indice EPT/C des macroinvertébrés benthiques pour la zone profonde (Exposition x 'Période', $p_{perm} = 0,391$; tableau 44). Effectivement, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins. Il est toutefois important de rappeler que plusieurs données ne sont pas disponibles, particulièrement chez les témoins (tableau 41).

Le retrait de l'un des sites témoins, que ce soit TRPL1, TRPL2 ou TRPL3, ne change pas la conclusion globale d'absence d'effets des travaux (voir section 3.4.7 de l'annexe H).

RICHESSSE TAXONOMIQUE (S)

La richesse taxonomique moyenne varie légèrement en fonction des sites et des années au niveau de la zone profonde (tableau 41, 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).

Entre 2020 et 2021, la richesse a augmenté de 7 % au site « exposé » (6 à 6,4 taxons), et respectivement de 25 et 77 % aux sites témoins TRPL1 (4,8 à 6 taxons) et TRPL2 (4,4 à 7,8 taxons), alors qu'elle est restée stable au site TRPL3 (8,4 à 8,4 taxons), mais avec plus de variabilité.

Variabilité interannuelle

Le contraste entre 2018 et 2019 dans Année est significatif (contraste 2018 vs 2019, $p_{perm} = 0,059$, tableau 44). Ceci s'explique par le fait que la richesse était globalement plus élevée en 2018 avec 6,1 taxons en comparaison avec 5,1 taxons en 2019.

Le facteur Année est significatif ($p_{perm} = 0,069$, tableau 44). Le test post-hoc révèle qu'en plus des contrastes déjà effectués, 2019 est significativement différente de 2020 et de 2021. Globalement, la richesse a diminué entre 2018 et 2019, a augmenté entre 2019 et 2020 et est restée stable entre 2020 et 2021.

Interaction Exposition × 'Période' et contrastes entre les différentes années de suivi et l'année de référence

Les résultats obtenus pour l'ensemble du suivi ne présentent pas d'effet des travaux sur la richesse taxonomique des macroinvertébrés benthiques pour la zone profonde (Exposition × 'Période', $p_{perm} = 0,287$; tableau 44). Effectivement, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins.

Le retrait de l'un des sites témoins, que ce soit TRPL1, TRPL2 ou TRPL3, ne change pas la conclusion globale d'absence d'effets des travaux (voir section 3.4.2 de l'annexe H).

DIVERSITÉ DE SHANNON (H')

L'indice de diversité de Shannon présente la composition des communautés benthiques en matière du nombre de taxons et de leur abondance relative (densité). La valeur moyenne de la diversité de Shannon est variable en fonction des sites et des années au niveau de la zone profonde (tableau 41, figure 23B).

Entre 2018 et 2019, la diversité a diminué de 24 % sur le site « exposé » (2,12 à 1,62) et respectivement de 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 % au 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).

Entre 2020 et 2021, la diversité a diminué de 10 % au site « exposé » (2,14 à 1,92) et respectivement de 8 et 14 % aux sites témoins TRPL1 (1,67 à 1,54) et TRPL3 (2,07 à 1,79), tandis qu'elle a augmenté de 21 % au site TRPL2 (1,45 à 1,76).

Variabilité interannuelle

Le contraste entre 2018 et 2019 dans Année est significatif (contraste 2018 vs 2019, $p_{perm} = 0,083$, tableau 44). Ceci s'explique par le fait que la diversité était globalement plus élevée en 2018 avec un indice de 1,89 en comparaison avec un indice de 1,61 en 2019.

Interaction Exposition × 'Période' et contrastes entre les différentes années de suivi et l'année de référence

Les résultats obtenus pour l'ensemble du suivi ne présentent pas d'effet des travaux sur la diversité de Shannon des macroinvertébrés benthiques pour la zone profonde (Exposition × 'Période', $p_{perm} = 0,743$; tableau 44).

Effectivement, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins.

Le retrait de l'un des sites témoins, que ce soit TRPL1, TRPL2 ou TRPL3, ne change pas la conclusion globale d'absence d'effets des travaux (voir section 3.4.3 de l'annexe H).

ÉQUITABILITÉ DE SHANNON (J')

L'indice d'équitabilité de Shannon informe sur la répartition des abondances entre les taxons. La valeur moyenne de l'équitabilité de Shannon est variable en fonction des sites et des années au niveau de la zone profonde (tableau 41, figure 23C).

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*.

Entre 2020 et 2021, l'équitabilité a diminué sur tous les sites, de 12 % au site « exposé » (0,83 à 0,73) et respectivement de 19, 23 et 12 % aux sites témoins TRPL1 (0,77 à 0,62), TRPL2 (0,78 à 0,6) et TRPL3 (0,68 à 0,6).

Variabilité interannuelle

Le contraste entre 2018 et 2021 dans Année est significatif (contraste 2018 vs 2021, $p_{perm} = 0,040$, tableau 44). Ceci s'explique par le fait que l'équitabilité était globalement plus élevée en 2018 avec un indice de 0,77 en comparaison avec un indice de 0,64 en 2021.

Le facteur Année est significatif ($p_{perm} = 0,022$, tableau 44). Le test post-hoc révèle qu'en plus des contrastes déjà effectués, 2019 et 2020 et 2020 et 2021 sont significativement différentes. Globalement, l'indice est resté stable entre 2018 et 2019, a augmenté entre 2019 et 2020 et a diminué entre 2020 et 2021.

Interaction Exposition × 'Période' et contrastes entre les différentes années de suivi et l'année de référence

Les résultats obtenus pour l'ensemble du suivi ne présentent pas d'effet des travaux sur l'équitabilité de Shannon des macroinvertébrés benthiques pour la zone profonde (Exposition × 'Période', $p_{perm} = 0,559$; tableau 44). Effectivement, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins.

Le retrait de l'un des sites témoins, que ce soit TRPL1, TRPL2 ou TRPL3, ne change pas la conclusion globale d'absence d'effets des travaux (voir section 3.4.4 de l'annexe H).

CONTRIBUTION DES DOMINANTS

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. La contribution moyenne des

dominants est variable en fonction des sites et des années au niveau de la zone profonde (tableau 41, figure 23D).

L'identité du taxon dominant est stable entre les années (tableaux 33 à 36). 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 %). Bien qu'à priori, la contribution semble avoir diminué davantage au site « exposé » en 2020, les changements observés seraient du même ordre que les changements observés chez les témoins (tableau 44 et WSP 2021).

Entre 2020 et 2021, la contribution des dominants a augmenté sur tous les sites, de 30 % au site « exposé » (43 à 56 %) et respectivement de 21, 12 et 19 % aux sites témoins TRPL1 (56 à 68 %), TRPL2 (58 à 65 %) et TRPL3 (48 à 57 %).

Variabilité interannuelle

Il n'y a aucun résultat significatif pour la variabilité interannuelle pour l'ensemble des sites (Année et contrastes, tableau 44).

Interaction Exposition x 'Période' et contrastes entre les différentes années de suivi et l'année de référence

Les résultats obtenus pour l'ensemble du suivi ne présentent pas d'effet des travaux sur la contribution des dominants des macroinvertébrés benthiques pour la zone profonde (Exposition x 'Période', $p_{perm} = 0,706$, tableau 44). Effectivement, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins.

Le retrait de l'un des sites témoins, que ce soit TRPL1, TRPL2 ou TRPL3, ne change pas la conclusion globale d'absence d'effets des travaux (voir section 3.4.8 de l'annexe H).

PERTES DES COMMUNAUTÉS

L'indice de perte de communauté présente la perte de taxons entre l'année du suivi (2019, 2020 ou 2021) et l'année de référence (2018) pour le même site. L'indice n'est pas testé avec le même modèle statistique que les autres indicateurs puisqu'il est calculé par site et non par station. De plus, l'indice est calculé par rapport aux taxons observés en 2018 rendant impossible la comparaison entre avant et après les travaux.

Les valeurs obtenues pour la zone profonde en 2019 se situent entre 0,25 et 1,17 (tableau 38 et figure 24). Le nombre de taxons inventoriés a diminué légèrement au site « exposé » (12 à 9 taxons), a légèrement augmenté au site témoin TRPL1 (11 à 12 taxons) et diminué de moitié aux sites témoins TRPL2 (12 à 6 taxons) et TRPL3 (18 à 9 taxons). Ainsi, de 3 à 9 taxons ont disparu et 0 à 4 taxons sont apparus en 2019 (tableau 43).

Les valeurs obtenues pour la zone profonde en 2020 sont faibles sur tous les sites : « exposé » (0,44), TRPL1 (0,18), TRPL2 (0,40) et TRPL3 (0,58) (tableau 39). Au site « exposé », ce sont 4 taxons qui sont disparus en

2020 par rapport à 2018 comparativement à l'ajout d'un nouveau taxon (tableau 43). Deux taxons sont disparus 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 43). Le site TRPL3 a perdu 7 taxons par rapport à 2018 et gagné 1 taxon (tableau 43).

Les valeurs obtenues pour la zone profonde en 2021 sont faibles sur tous les sites et toutes inférieures à 2019 et 2020 : « exposé » (0,17), TRPL1 (0,15), TRPL2 (0,23) et TRPL3 (0,50) (tableau 40). Ceci indique que la composition en taxons des sites est plus semblable à 2018 en 2021 que ce ne l'était pour 2019 et 2020. Au site « exposé », ce sont 2 taxons qui sont disparus en 2021 par rapport à 2018 comparativement à l'ajout de 2 taxons (tableau 44). Deux taxons sont disparus et quatre taxons sont apparus entre 2018 et 2021 au site témoin TRPL1. Au site témoin TRPL2, ce sont 3 taxons qui sont disparus en 2021 par rapport à 2018 comparativement à l'ajout de 4 nouveaux taxons (tableau 44). Le site TRPL3 a perdu 8 taxons par rapport à 2018 et gagné 6 taxons (tableau 44).

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 40).

Globalement, la perte est plus élevée chez les témoins avec un indice de 0,50 en moyenne en comparaison à 0,35 au site « exposé » (tableau 42). Ces différences ne sont toutefois pas significativement différentes (*t*-test de Welch pour groupes inégaux, $p = 0,363$).

Tableau 33. 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 ¹								
Embranchement	Famille	PF6	PR7	PF8	PF9	PF10	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	PF1	PF2	PF3	PF4	PF5	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	PF6	PR7	PF8	PF9	PF10	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	PF1	PF2	PF3	PF4	PF5	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	PF1	PF2	PF3	PF4	PF5	Dens. moy. (nb/m ²)	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								
Total¹		116	145	116	94	174	129	100	138	123	152	72	123	122	100	51	65	22	101	109	70	100	65	659	384	145	464	343	100	3319	100							

¹ Les totaux sont basés sur les abondances brutes (non arrondies) et peuvent donc différer des totaux calculés à partir des chiffres arrondis présentés dans le tableau.

Tableau 34. 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 ¹								
Embranchement	Famille	PF6	PR7	PF8	PF9	PF10	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	PF1	PF2	PF3	PF4	PF5	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	PF6	PR7	PF8	PF9	PF10	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	PF1	PF2	PF3	PF4	PF5	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	PF1	PF2	PF3	PF4	PF5	Dens. moy. (nb/m ²)	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	94	2,17							
	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	2058	47,41							
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	72	1,67							
	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	1123	25,88							
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	36	0,83							
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	7	0,17							
	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	14	0,33							
	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	7	0,17							
	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	312	7,18							
	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	22	0,50							
	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	7	0,17							
	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	174	4,01							
	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	406	9,35							
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	7	0,17								
Total¹		94	210	174	181	246	181	100	130	167	123	109	290	164	100	29	22	145	130	138	93	100	355	275	413	181	928	430	100	4341	100							

¹ Les totaux sont basés sur les abondances brutes (non arrondies) et peuvent donc différer des totaux calculés à partir des chiffres arrondis présentés dans le tableau.

Tableau 35. 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 ¹			
Embranchement	Famille	PF6	PR7	PF8	PF9	PF10	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	PF1	PF2	PF3	PF4	PF5	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	PF6	PR7	PF8	PF9	PF10	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	PF1	PF2	PF3	PF4	PF5	Dens. moy. (nb/m ²)	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	
Total¹		123	72	268	232	174	174	100	217	101	152	36	225	146	100	58	29	87	283	268	145	100	391	601	551	696	319	512	100	4884	100

¹ Les totaux sont basés sur les abondances brutes (non arrondies) et peuvent donc différer des totaux calculés à partir des chiffres arrondis présentés dans le tableau.

Tableau 36. Densité d'organismes par station pour chacun des sites échantillonnés dans la zone de profonde en 2021

Organismes		Site « exposé » ERPL							Site témoin TRPL1							Site témoin TRPL2b						Site témoin TRPL3						Total par taxon ¹			
Embranchement	Famille	PF6	PR7	PF8	PF9	PF10	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	PF1	PF2	PF3	PF4	PF5	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	PF6	PR7	PF8	PF9	PF10	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	PF1	PF2	PF3	PF4	PF5	Dens. moy. (nb/m ²)	Abond. relative (%)	Densité totale	Abond. relative (%)
PORIFERA	Spongillidae	7	7	0	7	7	6	3,08	0	7	7	7	7	6	3,25	0	0	0	0	0	0	0,00	7	7	7	0	7	6	1,05	87	1,42
ECTOPROCTA	Cristatellidae	0	7	0	0	0	1	0,77	0	0	0	0	0	0	0,00	7	7	7	7	7	7	2,37	7	0	0	0	0	1	0,26	51	0,83
	Pectinatellidae	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	0,26	7	0,12
MOLLUSCA	Unionidae	14	0	7	0	14	7	3,85	0	7	0	0	0	1	0,81	14	7	22	7	29	16	5,21	22	0	43	7	14	17	3,15	210	3,43
	Sphaeriidae	101	36	217	87	116	112	59,23	152	167	123	22	167	126	70,73	196	94	275	145	261	194	63,51	435	261	254	283	348	316	57,22	3739	61,07
	Valvatidae	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0,00	7	7	0	0	7	4	1,40	0	0	0	0	0	0	0,00	22	0,35
ANNELIDA	Enchytraeidae	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	22	0	22	9	2,84	0	0	0	0	0	0	0,00	43	0,71
	Lumbriculidae	14	22	14	7	0	12	6,15	0	0	0	0	29	6	3,25	0	0	0	14	7	4	1,42	0	0	0	0	0	0	0,00	109	1,78
	Naididae	0	0	0	29	7	7	3,85	7	22	14	0	7	10	5,69	43	0	51	43	80	43	14,22	152	101	109	159	159	136	24,67	986	16,09
NEMATODA	NEMATODA	0	0	7	0	0	1	0,77	7	0	0	0	0	1	0,81	22	0	7	7	7	9	2,84	14	7	14	0	14	10	1,84	109	1,78
ARTHROPODA	Hygrobatidae	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0,00	22	0	0	0	0	4	1,42	14	0	0	7	0	4	0,79	43	0,71
	Lebertiidae	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	14	7	14	7	4,07	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0,00	36	0,59
	Limnesiidae	0	0	0	0	0	0	0,00	0	7	0	0	7	3	1,63	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0,00	14	0,24
	Mideopsidae	0	0	7	0	0	1	0,77	7	0	0	0	0	1	0,81	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0,00	14	0,24
	Torrenticolidae	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	0	0	0	1	0,26	7	0,12
	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	7	0	0	0	0	1	0,26	7	0,12
	Ephemerellidae	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	14	0	0	3	1,63	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0,00	14	0,24
	Ephemeridae	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	0	0	7	3	0,52	14	0,24
	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	0,26	7	0,12
	Leptoceridae	14	0	14	0	22	10	5,38	0	0	0	0	0	0	0,00	7	0	0	0	0	1	0,47	0	0	14	0	0	3	0,52	72	1,18
	Molannidae	0	14	22	0	7	9	4,62	7	0	0	0	0	1	0,81	0	0	7	7	0	3	0,95	14	0	7	0	7	6	1,05	94	1,54
	Phryganeidae	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	7	1	0,47	0	0	0	0	0	0	0,00	7	0,12
	Ceratopogonidae	0	14	0	0	0	3	1,54	7	7	0	0	7	4	2,44	0	0	0	0	0	0	0,00	29	0	0	43	0	14	2,62	109	1,78
Chironomidae	43	0	22	14	14	19	10,00	7	0	0	7	22	7	4,07	14	0	22	7	22	13	4,27	7	29	65	29	14	29	5,25	341	5,56	
Total¹		196	101	312	145	188	188	100	196	217	174	43	261	178	100	333	116	413	239	449	310	100	725	406	529	529	572	552	100	6145	100

¹ Les totaux sont basés sur les abondances brutes (non arrondies) et peuvent donc différer des totaux calculés à partir des chiffres arrondis présentés dans le tableau.

Tableau 37. Indices de diversité des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de profonde en 2018

Site	Station	Fraction analysée	Densité totale (nb/m ²)	Richesse taxonomique	Indice de diversité de Shannon	Indice d'équitabilité de Shannon	Chironomide (nb/m ²)	EPT (nb/m ²)	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	
Ensemble des témoins 2018	<i>Moyenne ± écart-type</i>		<i>178,3 ± 179,9</i>	<i>5,9 ± 2,6</i>	<i>1,81 ± 0,49</i>	<i>0,76 ± 0,14</i>	<i>14,5 ± 18,2</i>	<i>18,8 ± 22,6</i>	<i>1,1 ± 1,2</i>	<i>54,4 ± 14,8</i>	-
	<i>Médiane</i>		<i>123,2</i>	<i>6</i>	<i>1,87</i>	<i>0,78</i>	<i>14,5</i>	<i>14,5</i>	<i>1</i>	<i>57,1</i>	-
	<i>Minimum</i>		<i>22</i>	<i>2</i>	<i>0,92</i>	<i>0,54</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>27</i>	-
	<i>Maximum</i>		<i>659</i>	<i>12</i>	<i>2,66</i>	<i>0,96</i>	<i>58</i>	<i>87</i>	<i>4</i>	<i>78</i>	-
Ensemble des sites en 2018	Moyenne ± écart-type		165,9 ± 156,6	6,1 ± 2,4	1,89 ± 0,48	0,77 ± 0,13	13,8 ± 15,8	18,1 ± 20,3	1,27 ± 1,28	53,8 ± 14,3	-
	Médiane		119,6	6	1,9	0,76	14,49	14,5	1	57,7	-
	Minimum		22	2	0,92	0,54	0	0	0	27	-
	Maximum		659	12	2,73	0,96	58	87	4	78	-

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

Notes : Les statistiques descriptives sont calculées à partir des données brutes et donc le résultat d'un calcul à partir des données arrondies comme celles présentées dans les tableaux pourrait légèrement différer du résultat présenté.

Tableau 38. Indices de diversité des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de profonde en 2019

Site	Station	Fraction analysée	Densité totale (nb/m ²)	Richesse taxonomique	Indice de diversité de Shannon	Indice d'équitabilité de Shannon	Chironomide (nb/m ²)	EPT (nb/m ²)	EPT/C	Contribution des dominants (%)	Perte des communautés ¹
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	
Ensemble des témoins 2019	<i>Moyenne ± écart-type</i>		229 ± 222,5	5,1 ± 2	1,61 ± 0,49	0,74 ± 0,14	19,3 ± 21,7	15,9 ± 9,2	1,2 ± 1	56,8 ± 13,1	0,81 ± 0,49
	<i>Médiane</i>		144,9	5	1,65	0,75	14,5	14,5	0,9	57	1
	<i>Minimum</i>		22	2	0,92	0,55	0	0	0	35	0,25
	<i>Maximum</i>		928	8	2,4	1	80	36	3	79	1,17
Ensemble des sites en 2019	Moyenne ± écart-type		217 ± 193,9	5,1 ± 1,8	1,61 ± 0,51	0,73 ± 0,16	20,3 ± 20,6	17,4 ± 8,6	1,15 ± 0,87	56,9 ± 16,2	0,72 ± 0,44
	Médiane		170,3	5	1,7	0,75	14,49	21,7	1	55,6	0,72
	Minimum		22	2	0,87	0,44	0	0	0,27	31	0,25
	Maximum		928	8	2,4	1	80	36	3	84	1,17

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

Notes : Les statistiques descriptives sont calculées à partir des données brutes et donc le résultat d'un calcul à partir des données arrondies comme celles présentées dans les tableaux pourrait légèrement différer du résultat présenté.

Tableau 39. Indices de diversité des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de profonde en 2020

Site	Station	Fraction analysée	Densité totale (nb/m ²)	Richesse taxonomique	Indice de diversité de Shannon	Indice d'équitabilité de Shannon	Chironomide (nb/m ²)	EPT (nb/m ²)	EPT/C	Contribution des dominants (%)	Perte des communautés ¹
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	
Ensemble des témoins 2020	<i>Moyenne ± écart-type</i>		<i>267,6 ± 211,3</i>	<i>5,9 ± 2,6</i>	<i>1,73 ± 0,65</i>	<i>0,74 ± 0,09</i>	<i>12,1 ± 14,1</i>	<i>27,5 ± 27,8</i>	<i>1,6 ± 0,7</i>	<i>54 ± 18,4</i>	<i>0,39 ± 0,2</i>
	<i>Médiane</i>		<i>224,6</i>	<i>6</i>	<i>1,92</i>	<i>0,71</i>	<i>7,2</i>	<i>21,7</i>	<i>1,5</i>	<i>51,3</i>	<i>0,4</i>
	<i>Minimum</i>		<i>29</i>	<i>1</i>	<i>0,00</i>	<i>0,61</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>29</i>	<i>0,18</i>
	<i>Maximum</i>		<i>696</i>	<i>10</i>	<i>2,48</i>	<i>0,91</i>	<i>36</i>	<i>109</i>	<i>3</i>	<i>100</i>	<i>0,58</i>
Ensemble des sites en 2020	Moyenne ± écart-type		244,2 ± 189,7	5,9 ± 2,3	1,83 ± 0,61	0,77 ± 0,09	18,8 ± 19,2	27,2 ± 25,4	1,33 ± 0,8	51,3 ± 17,6	0,4 ± 0,17
	Médiane		221	6	2	0,73	14,49	21,7	1,4	49,1	0,42
	Minimum		29	1	0	0,61	0	0	0,13	20	0,18
	Maximum		696	10	2,72	0,97	58	109	3	100	0,58

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

Notes : Les statistiques descriptives sont calculées à partir des données brutes et donc le résultat d'un calcul à partir des données arrondies comme celles présentées dans les tableaux pourrait légèrement différer du résultat présenté.

Tableau 40. Indices de diversité des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de profonde en 2021

Site	Station	Fraction analysée	Densité totale (nb/m ²)	Richesse taxonomique	Indice de diversité de Shannon	Indice d'équitabilité de Shannon	Chironomide (nb/m ²)	EPT (nb/m ²)	EPT/C	Contribution des dominants (%)	Perte des communautés ¹
Site « exposé » ERPL	PF6	0,50	196	6	1,98	0,77	43	14	0,33	52	0,17
	PF7	1,00	101	6	2,35	0,91	0	14	n.d.	36	
	PF8	1,00	312	8	1,69	0,56	22	36	1,67	70	
	PF9	1,00	145	5	1,67	0,72	14	0	0,00	60	
	PF10	1,00	188	7	1,90	0,68	14	29	2,00	62	
Site témoin TRPL1	PF1	1,00	196	7	1,34	0,48	7	7	1,00	78	0,15
	PF2	1,00	217	6	1,28	0,50	0	0	n.d.	77	
	PF3	1,00	174	5	1,44	0,62	0	14	n.d.	71	
	PF4	1,00	43	4	1,79	0,90	7	0	0,00	50	
	PF5	1,00	261	8	1,87	0,62	22	0	0,00	64	
Site témoin TRPL2b	PF6	1,00	333	9	2,10	0,66	14	7	0,50	59	0,23
	PF7	1,00	116	4	0,99	0,50	0	0	n.d.	81	
	PF8	1,00	413	8	1,74	0,58	22	7	0,33	67	
	PF9	1,00	239	8	1,89	0,63	7	7	1,00	61	
	PF10	1,00	449	10	2,06	0,62	22	7	0,33	58	
Site témoin TRPL3	PF1	1,00	725	13	1,99	0,54	7	29	4,00	60	0,50
	PF2	1,00	406	5	1,39	0,60	29	0	0,00	64	
	PF3	1,00	529	10	2,27	0,68	65	29	0,44	48	
	PF4	1,00	529	6	1,70	0,66	29	0	0,00	53	
	PF5	1,00	572	8	1,59	0,53	14	14	1,00	61	
Ensemble des témoins en 2021	<i>Moyenne ± écart-type</i>		<i>346,9 ± 191,3</i>	<i>7,4 ± 2,5</i>	<i>1,7 ± 0,35</i>	<i>0,61 ± 0,1</i>	<i>16,4 ± 16,8</i>	<i>8,2 ± 9,8</i>	<i>0,7 ± 1,1</i>	<i>63,4 ± 9,9</i>	<i>0,29 ± 0,18</i>
	<i>Médiane</i>		<i>333,3</i>	<i>8</i>	<i>1,74</i>	<i>0,62</i>	<i>14,5</i>	<i>7,2</i>	<i>0,4</i>	<i>60,8</i>	<i>0,23</i>
	<i>Minimum</i>		<i>43</i>	<i>4</i>	<i>0,99</i>	<i>0,48</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>48</i>	<i>0,15</i>
	<i>Maximum</i>		<i>725</i>	<i>13</i>	<i>2,27</i>	<i>0,9</i>	<i>65</i>	<i>29</i>	<i>4</i>	<i>81</i>	<i>0,5</i>
Ensemble des sites en 2021	Moyenne ± écart-type		307,2 ± 182,3	7,2 ± 2,3	1,75 ± 0,34	0,64 ± 0,12	17 ± 16,2	10,9 ± 11,6	0,79 ± 1,05	61,5 ± 10,9	0,26 ± 0,16
	Médiane		250	7	1,8	0,62	14,49	7,2	0,39	60,7	0,2
	Minimum		43	4	0,99	0,48	0	0	0	36	0,15
	Maximum		725	13	2,35	0,91	65	36	4	81	0,5

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

Notes : Les statistiques descriptives sont calculées à partir des données brutes et donc le résultat d'un calcul à partir des données arrondies comme celles présentées dans les tableaux pourrait légèrement différer du résultat présenté.

Tableau 41. Statistiques descriptives des indices de diversité des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de profonde de 2018 à 2021

Site-zone	Année	Paramètre	N (nb m ⁻²)	S	H'	J'	C (nb m ⁻²)	EPT (nb m ⁻²)	EPT/C (proportion)	Contribution dominants (% organismes)
ERPL- 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	1,70 - 2,73	0,65 - 0,91	7 - 14	0 - 29	0,00 - 4,00	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 - 51	14 - 29	0,43 - 1,00	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	1,90 - 2,72	0,73 - 0,97	14 - 58	7 - 58	0,12 - 2,00	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
	2021	Moyenne	188,4	6,4	1,92	0,73	18,8	18,8	1	56
		Écart-type	78,5	1,14	0,28	0,13	15,9	14,1	0,98	13
		Étendue	101 - 312	5 - 8	1,67 - 2,35	0,56 - 0,91	0 - 43	0 - 36	0,00 - 2,00	36 - 70
		Médiane	188,4	6	1,9	0,72	14,5	14,5	1	60
		Nb mesures	5	5	5	5	5	5	4	5
TRPL1- 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	7 - 51	0,50 - 4,00	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	1,8	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 - 2,40	0,64 - 0,94	7 - 43	7 - 22	0,33 - 3,00	35 - 67
		Médiane	130,4	5	1,65	0,7	21,7	21,7	0,67	62
		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	7 - 29	1,00 - 2,00	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
	2021	Moyenne	178,3	6	1,54	0,62	7,2	4,3	0,33	68
		Écart-type	81,9	1,58	0,27	0,17	8,9	6,5	0,58	11
		Étendue	43 - 261	4 - 8	1,28 - 1,87	0,48 - 0,90	0 - 22	0 - 14	0,00 - 1,00	50 - 78
		Médiane	195,7	6	1,44	0,62	7,2	0	0	71
		Nb mesures	5	5	5	5	5	5	3	5

Tableau 41. Statistiques descriptives des indices de diversité des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de profonde de 2018 à 2021 (suite)

Site-zone	Année	Paramètre	N (nb m ²)	S	H'	J'	C (nb m ²)	EPT (nb m ⁻²)	EPT/C (proportion)	Contribution dominants (% organismes)
TRPL2- 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 - 22	14 - 14	0,67 - 1,00	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 - 1,00	0 - 7	0 - 14	1,00 - 2,00	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	0,00 - 2,36	0,70 - 0,91	0 - 14	0 - 22	1,50 - 3,00	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
TRPL2b 2021	Moyenne	310,1	7,8	1,76	0,6	13	5,8	0,54	65	
	Écart-type	135,3	2,28	0,45	0,06	9,4	3,2	0,32	10	
	Étendue	116 - 449	4 - 10	0,99 - 2,10	0,50 - 0,66	0 - 22	0 - 7	0,33 - 1,00	58 - 81	
	Médiane	333,3	8	1,89	0,62	14,5	7,2	0,42	61	
	Nb mesures	5	5	5	5	5	5	4	5	
TRPL3- 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	0,00 - 1,50	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	0,60 - 0,80	7 - 80	7 - 36	0,27 - 3,00	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	22 - 109	0,75 - 2,00	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
2021	Moyenne	552,2	8,4	1,79	0,6	29	14,5	1,09	57	
	Écart-type	114,7	3,21	0,35	0,07	22,3	14,5	1,68	7	
	Étendue	406 - 725	5 - 13	1,39 - 2,27	0,53 - 0,68	7 - 65	0 - 29	0,00 - 4,00	48 - 64	
	Médiane	529	8	1,7	0,6	29	14,5	0,44	60	
	Nb mesures	5	5	5	5	5	5	5	5	

N : abondance totale (nb organismes m²); S : richesse taxonomique (nb taxons); H' : diversité de Shannon; J' : équitabilité de Shannon; EPT : abondance totale des éphéméroptères, trichoptères et plécoptères par m²; C : abondance totale des chironomides par m²; EPT/C : rapport de EPT sur C
n.d. : Données insuffisantes pour calculer l'indice/paramètre; Étendue : minimum - maximum.

Notes : Les statistiques descriptives sont calculées à partir des données brutes et donc le résultat d'un calcul à partir des données arrondies comme celles présentées dans les tableaux pourrait légèrement différer du résultat présenté.

Tableau 42. Statistiques descriptives par niveau d'exposition (« exposé » ou témoin) et de période (avant ou après les travaux) pour la zone profonde

Exposition Période	Paramètre	Densité totale (nb/m ²)	Richesse taxonomique	Indice de diversité de Shannon	Indice d'équitabilité de Shannon	Chironomide (nb/m ²)	EPT (nb/m ²)	EPT/C	Contribution des dominants (%)	Perte des communautés
Avant les travaux (2018)										
« Exposé » Avant	Moyenne ± erreur type	129 ± 13,8	6,8 ± 0,6	2,12 ± 0,18	0,77 ± 0,05	11,6 ± 1,8	15,9 ± 5,8	1,6 ± 0,7	52 ± 6,3	-
	Médiane	115,9	7	2,11	0,73	14,5	14,5	1	58,3	-
	Minimum	94	5	1,70	0,65	7	0	0	31	-
	Maximum	174	8	2,73	0,91	14	29	4	65	-
	Nb. de mesures / total possible	5 / 5	5 / 5	5 / 5	5 / 5	5 / 5	5 / 5	5 / 5	5 / 5	0 / 0
Témoins Avant	Moyenne ± erreur type	178,3 ± 46,5	5,9 ± 0,7	1,81 ± 0,13	0,76 ± 0,04	14,5 ± 4,7	18,8 ± 5,8	1,1 ± 0,4	54,4 ± 3,8	-
	Médiane	123,2	6	1,87	0,78	14,5	14,5	1	57,1	-
	Minimum	22	2	0,92	0,54	0	0	0	27	-
	Maximum	659	12	2,66	0,96	58	87	4	78	-
	Nb. de mesures / total possible	15 / 15	15 / 15	15 / 15	15 / 15	15 / 15	15 / 15	9 / 15	15 / 15	0 / 0
Ensemble des sites avant	Moyenne ± erreur type	165,9 ± 35	6,1 ± 0,5	1,89 ± 0,11	0,77 ± 0,03	13,8 ± 3,5	18,1 ± 4,5	1,27 ± 0,34	53,8 ± 3,2	-
	Médiane	119,6	6	1,9	0,76	14,49	14,5	1	57,7	-
	Minimum	22	2	0,92	0,54	0	0	0	27	-
	Maximum	659	12	2,73	0,96	58	87	4	78	-
	Nb. de mesures / total possible	20 / 20	20 / 20	20 / 20	20 / 20	20 / 20	20 / 20	14 / 20	20 / 20	0 / 0
Après les travaux (2019, 2020 et 2021)										
« Exposé » Après	Moyenne ± erreur type	181,2 ± 17,3	5,8 ± 0,3	1,89 ± 0,12	0,75 ± 0,04	27,1 ± 4,9	22,2 ± 3,4	0,9 ± 0,2	52,1 ± 4,7	0,35 ± 0,09
	Médiane	181,2	6	1,93	0,77	21,7	21,7	1	51,9	0,44
	Minimum	72	4	0,87	0,44	0	0	0	20	0,17
	Maximum	312	8	2,72	0,97	58	58	2	84	0,44
	Nb. de mesures / total possible	15 / 15	15 / 15	15 / 15	15 / 15	15 / 15	15 / 15	13 / 15	15 / 15	3 / 3
Témoins Après	Moyenne ± erreur type	281,2 ± 31,3	6,1 ± 0,4	1,68 ± 0,08	0,7 ± 0,02	15,9 ± 2,6	17,2 ± 2,9	1,1 ± 0,2	58,1 ± 2,2	0,50 ± 0,12
	Médiane	224,6	6	1,70	0,69	15	15	1	58,1	0,40
	Minimum	22	1	0,00	0,48	0	0	0	29	0,15
	Maximum	928	13	2,48	1	80	109	4	100	1,17
	Nb. de mesures / total possible	45 / 45	45 / 45	45 / 45	44 / 45	45 / 45	45 / 45	32 / 45	45 / 45	9 / 9
Ensemble des sites après	Moyenne ± erreur type	256,2 ± 24,4	6 ± 0,3	1,73 ± 0,06	0,71 ± 0,02	18,7 ± 2,4	18,5 ± 2,3	1,1 ± 0,1	56,6 ± 2	0,46 ± 0,09
	Médiane	202,9	6	1,84	0,7	14,5	14,5	1,0	56,9	0,42
	Minimum	22	1	0,00	0,44	0	0	0,0	20	0,15
	Maximum	928	13	2,72	1	80	109	4	100	1,17
	Nb. de mesures / total possible	60 / 60	60 / 60	60 / 60	59 / 60	60 / 60	60 / 60	45 / 60	60 / 60	12 / 12

Notes : L'erreur type est utilisée aux fins de comparaisons de groupes inégaux.
Les statistiques descriptives sont calculées à partir des données brutes et donc le résultat d'un calcul à partir des données arrondies comme celles présentées dans les tableaux pourrait légèrement différer du résultat présenté.

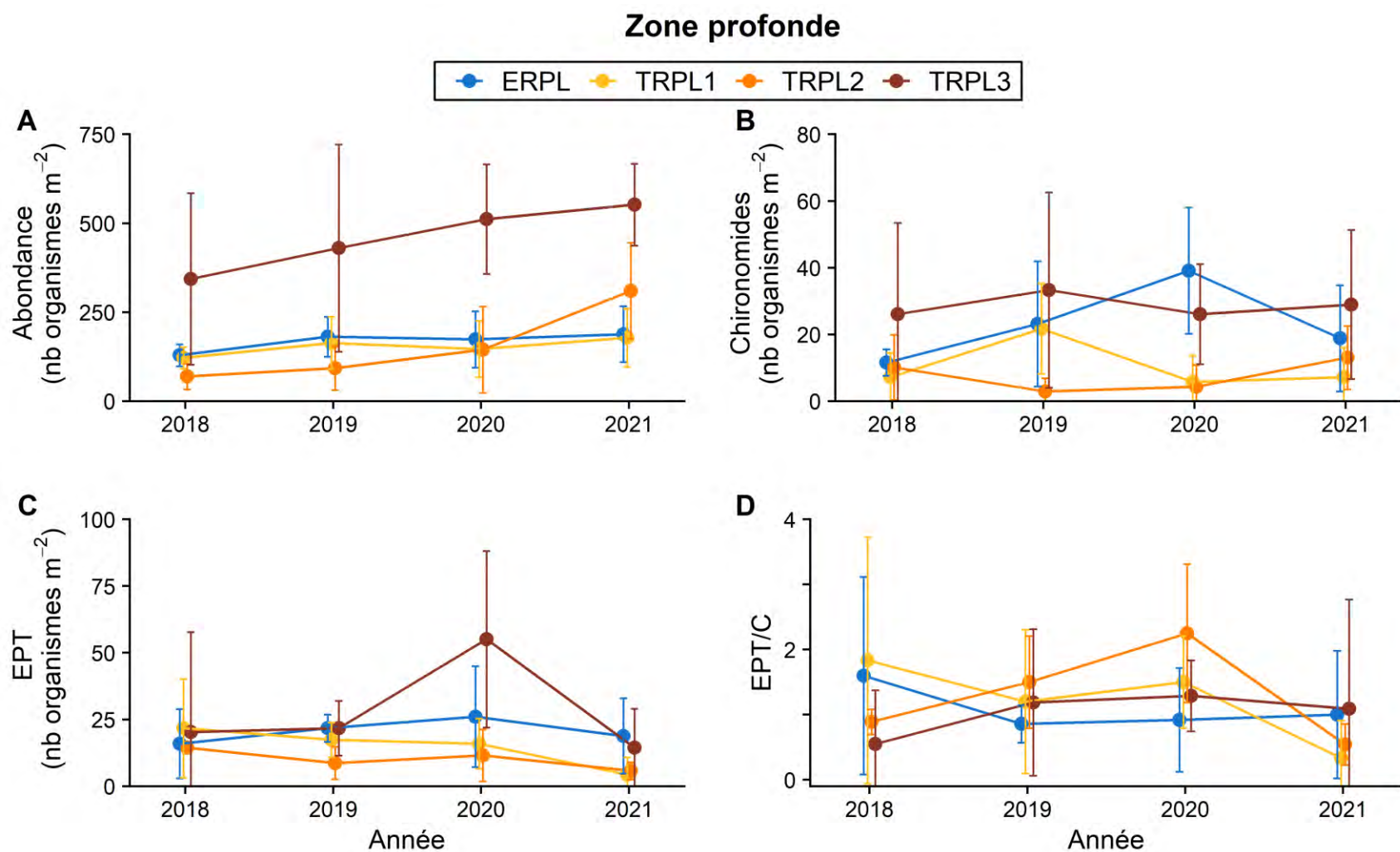


Figure 22. Moyennes \pm écarts-types de (A) l'abondance totale (nb d'organismes m²), (B) l'abondance des chironomides, (C) (nb d'organismes m²), (indice C) l'abondance des éphéméroptère-trichoptère-plécoptère (indice EPT; nb d'organismes m²) et (D) le ratio des abondances de EPT (en C) sur l'abondance des chironomides (en B) pour la zone profonde

Zone profonde

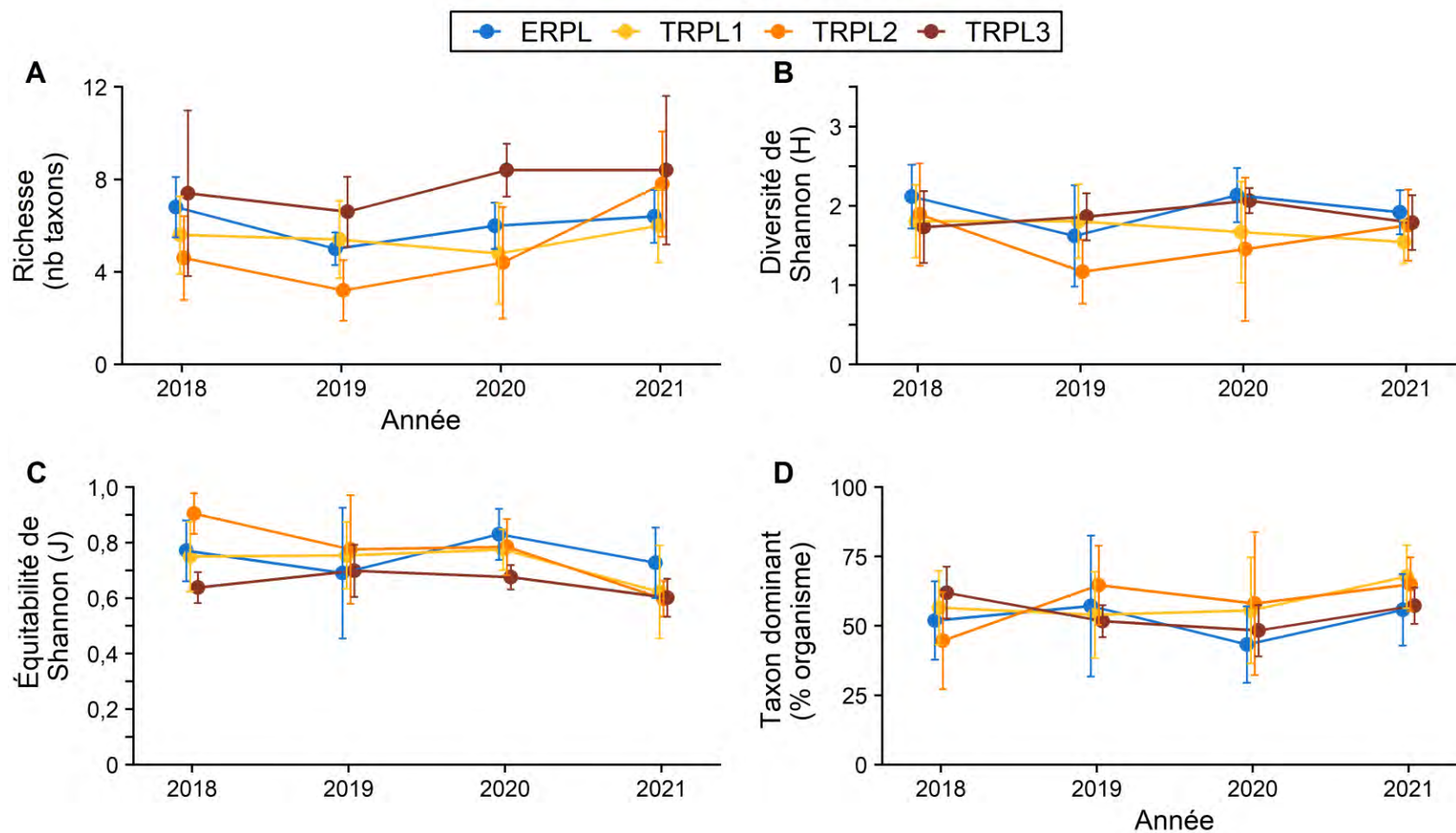


Figure 23. Moyennes \pm écarts-types de (A) la richesse taxonomique, (B) la diversité de Shannon (H'), (C) l'équitabilité de Shannon (J') et (D) la contribution des dominants (% d'organismes) pour la zone profonde

Zone profonde

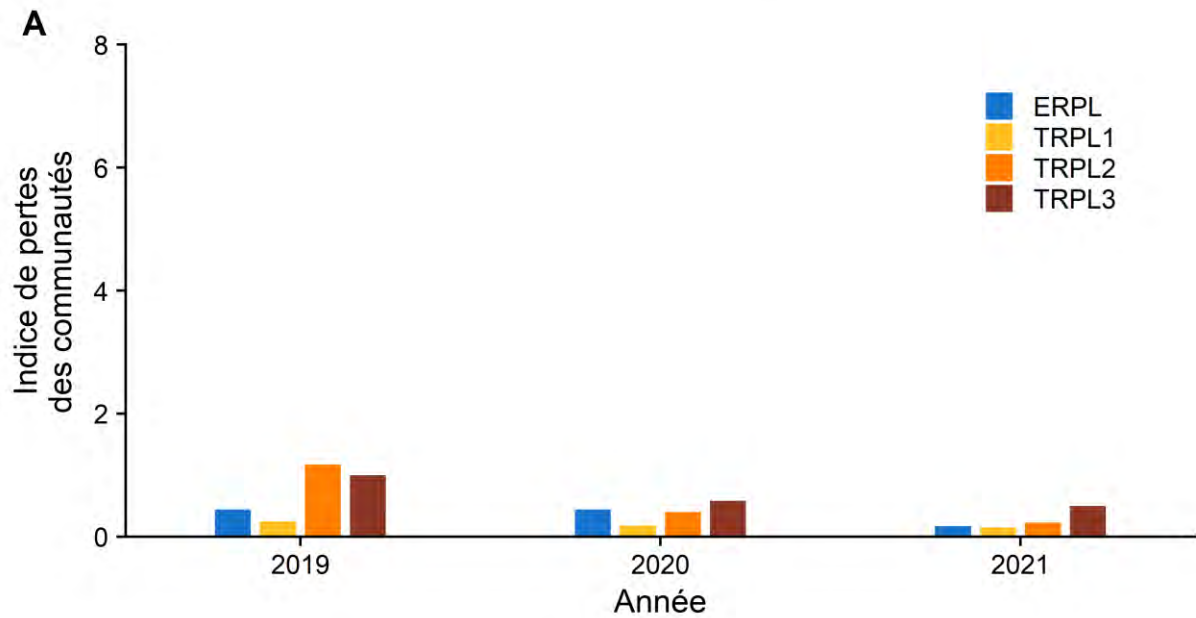


Figure 24. Indice de pertes des communautés pour la zone profonde

Tableau 43. Détail des taxons communs et uniques à chaque site pour le calcul des pertes des communautés pour la zone profonde entre 2018 et 2021

Site-zone	Nombre de taxons communs	Nombre de taxons uniques 2018	Nombre de taxons uniques année étudiée	Nombre de taxons total 2018	Nombre de taxons total année étudiée
2019					
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
2020					
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
2021					
ERPL-PF	10	2	2	12	12
TRPL1-PF	9	2	4	11	13
TRPL2-PF	9	3	4	12	13
TRPL3-PF	10	8	6	18	16

Tableau 44. 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 2021

Source	ddl num	ddl den	Valeurs de p_{perm}^1							
			N	S	H'	J'	C	EPT	EPT/C	Dom
Exposition	1	18*	0,297	1,000	0,107	0,374	0,258	0,593	0,566	0,231
Année	3	54*	0,116	0,069	0,194	0,022	0,124	0,212	0,518	0,211
2018 vs 2019-21 <i>contraste</i>	1	58*	0,036	0,545	0,207	0,268	0,074	0,679	0,220	0,676
2018 vs 2019 <i>contraste</i>	1	18*	0,226	0,059	0,083	0,254	0,218	0,811	-	0,522
2018 vs 2020 <i>contraste</i>	1	18*	0,105	0,590	0,910	0,589	0,006	0,316	-	0,501
2018 vs 2021 <i>contraste</i>	1	18*	0,037	0,540	0,348	0,040	0,368	0,563	0,075	0,256
Expo. × Année	3	54*	0,598	0,582	0,703	0,165	0,040	0,659	0,548	0,716
Expo × 18vs19-21 <i>contraste</i>	1	58*	0,512	0,287	0,743	0,559	0,116	0,456	0,391	0,706
Expo × 18vs19 <i>contraste</i>	1	18*	0,980	0,446	0,445	0,513	0,599	0,450	-	0,817
Expo × 18vs20 <i>contraste</i>	1	18*	0,593	0,581	0,815	0,381	0,001	0,930	-	0,564
Expo × 18vs21 <i>contraste</i>	1	18*	0,287	0,304	0,803	0,212	0,622	0,286	0,493	0,616
Tests d'homogénéité des variances et de normalité des résidus ²										
Transformation ²			Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune
PERMDISP Exposition × Année ³			0,251	0,110	0,494	0,010	0,915	0,460	0,919	0,269
PERMDISP Exposition × 'Période' ³			0,018	0,019	0,849	0,709	0,405	0,844	0,667	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.

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. Les détails sont présentés à l'annexe H.

PER-ANOVA basées sur ressemblances Euclidiennes.

Les sorties PRIMER sont présentées à l'annexe H.

Contraste marqué d'une **trame orangé foncé** : informe si les changements observés au niveau du site « exposé » ont également été observés pour les sites « témoins » : 'Exposition x 18vs19-21' entre l'année de référence et après les travaux équivalent de 'Exposition x 'Période'.

Contrastes marqués d'une **trame orangé pâle** : informent si les changements observés au niveau du site « exposé » ont également été observés pour les sites « témoins » : 'Exposition x 18vs00' entre l'année de référence et l'année 00 après les travaux.

¹ Seuil de significativité établi à 0,1. Les valeurs significatives sont mises en évidence en **gras**. Une valeur de p significative à 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** pour les divers contrastes. Les tirets (-) indiquent que les analyses n'ont pas pu être effectuées par manque de réplication.

² Transformation : √ : racine carrée, √√ : racine quatrième, Log₁₀ : logarithmique en base 10 (x+1). En cas de test PERMDISP significatif, les transformations ont été testées. Si la transformation n'améliorait pas l'homogénéité des variances, l'analyse sans transformation était conservée.

³ Le test PERMDISP est l'équivalent du test de Levene pour l'homogénéité des variances entre les groupes : Exposition × Année et Exposition × '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.

3.4.2.2 INDICATEURS MULTIDIMENSIONNELS

Les résultats des analyses statistiques pour les indicateurs multidimensionnels des communautés sont présentés au tableau 45. 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 calculée à partir des 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. Il est important de noter qu'en 2021, le site TRPL2 a été remplacé par le site TRPL2b ce qui aurait pu causer la plus grande variabilité entre 2020 et 2021. Toutefois, le TRPL1 a un comportement similaire en termes de variabilité. L'annexe H fournit le nMDS de toutes les stations où la variabilité est bien visible.

Le tableau 46 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.

Variabilité interannuelle

Tous les contrastes dans Année sont significatifs significatif ($p_{perm} < 0,1$, tableau 45). Le facteur Année est significatif ($p_{perm} = 0,001$, tableau 45). Globalement, le test post-hoc révèle que la structure des communautés est différente chaque année à l'exception de 2019-2020 qui ne sont pas significativement différentes. Ceci est bien illustré par la proximité de 2019 et 2020 sur le cadrage des centroïdes à la figure 25. L'analyse SIMPER identifie généralement les *chironomidae*, les *ceratopogonidae*, les *sphaeriidae* et les *nematoda* comme étant les taxons les plus discriminants entre les années). La composition est aussi significativement différente (voir composition des communautés ci-dessous). Finalement, ceci indique que la variabilité interannuelle est élevée en termes de structure des communautés.

Interaction Exposition × 'Période' et contrastes entre les différentes années de suivi et l'année de référence

Le contraste entre 2018 et 2021 dans l'interaction Exposition × Année est significatif (Expo x 18vs21, $p_{perm} = 0,099$, tableau 45). Ceci s'expliquerait par le fait que la structure du site « exposé » et des témoins n'était pas différente en 2018, mais qu'elle l'était en 2021 et cette différence n'est pas attribuable à la dispersion des données. En revanche, la structure des témoins était différente entre 2018 et 2021 de même que la structure du site « exposé » entre 2018 et 2021. L'analyse SIMPER entre « exposé » 2021 et témoins 2021 révèle que les *naididae* (plus nombreux chez les témoins) et les *lumbriculidae* (plus nombreux chez les « exposés »), tous deux des annélides, sont les taxons les plus discriminants. Le retrait de ces deux taxons des analyses rend l'interaction non significative. Ainsi, les annélides sont responsables pour cette différence observée, à tout le moins en partie puisque le retrait d'autres taxons n'a pas été tenté. Les analyses mentionnées ici sont présentées à la section 3.1.5 l'annexe H.

Les résultats obtenus pour l'ensemble du suivi ne présentent pas d'effet des travaux sur la structure des macroinvertébrés benthiques pour la zone profonde (Exposition × 'Période', $p_{perm} = 0,191$, tableau 45). Effectivement, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins.

Bien qu'il soit pertinent de garder tous les sites témoins, le retrait du site témoin TRPL3 viendrait changer cette conclusion (voir section 3.1.6 de l'annexe H). L'absence de TRPL3 cause des structures comparables avant les travaux, mais différentes après les travaux pour l'exposition (« exposé » et témoins). Toutefois, le site

« exposé » présente des différences entre avant et après, et cela est également le cas pour les témoins. L'analyse SIMPER entre « exposé » après' et 'témoins après' révèle que le taxon des chironomides est le taxon le plus discriminant. Le retrait des chironomides des analyses rend l'interaction non significative. Ainsi, en retirant TRPL3 des analyses, l'abondance des chironomides occasionne des différences en structure après les travaux entre le site « exposé » et les sites témoins TRPL1 et TRPL2. Ces derniers présentent des abondances en chironomides plus basses tout au long de l'étude, alors que le site TRPL3 présente des abondances plus élevées tout au long de l'étude. Comme énoncé à la section 3.4.2.1, il n'y a pas lieu de retirer TRPL3 sur la base de ses abondances plus élevées en chironomides étant donné qu'elles sont restées élevées tout au long du suivi. Le retrait des sites témoins TRPL1 ou TRPL2 ne change pas la conclusion globale d'absence d'effets des travaux. En somme, il est possible de conclure que les résultats obtenus pour l'ensemble du suivi ne présentent pas d'effet des travaux sur la structure des macroinvertébrés benthiques pour la zone profonde.

COMPOSITION DES COMMUNAUTÉS

La composition des communautés (PERMANOVA basée sur la dissimilarité de Bray-Curtis calculée à partir de 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.

Variabilité interannuelle

Tous les contrastes dans Année sont significatifs significatif ($p_{perm} < 0,1$, tableau 45). Le facteur Année est significatif ($p_{perm} = 0,001$, tableau 45). Globalement, le test post-hoc révèle que la composition des communautés est différente chaque année à l'exception de 2019-2020 qui ne sont pas significativement différentes. Ceci est bien illustré par la proximité de 2019 et 2020 sur le cadrage des centroïdes à la figure 25. L'analyse SIMPER identifie généralement les *nematoda*, les *leptoceridae*, les *spongillidae*, les *unionidae* et la *naididae* comme étant les taxons les plus discriminants entre les années. Finalement, ceci indique que la variabilité interannuelle est élevée en termes de composition des communautés.

Interaction Exposition × 'Période' et contrastes entre les différentes années de suivi et l'année de référence

Le contraste entre 2018 et 2021 dans l'interaction Exposition × Année est significatif (Expo x 18vs21, $p_{perm} = 0,098$, tableau 45). La même constatation que pour la structure s'applique pour cette interaction (voir explication ci-dessus).

Les résultats obtenus pour l'ensemble du suivi ne présentent pas d'effet des travaux sur la composition taxonomique des macroinvertébrés benthiques pour la zone profonde (Exposition × 'Période', $p_{perm} = 0,228$, tableau 45). Effectivement, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins.

Bien qu'il soit pertinent de garder tous les sites témoins, le retrait du site témoin TRPL3 viendrait changer la conclusion globale d'absence d'effets des travaux (voir section 3.2.3 de l'annexe H). L'absence de TRPL3 cause des structures comparables après les travaux, mais différentes avant les travaux pour l'exposition (« exposé » et témoins). Toutefois, le site « exposé » présente des différences entre avant et après, et cela est également le cas pour les témoins. L'analyse SIMPER entre « exposé » avant' et 'témoins avant' révèle que le taxon des *spongillidae* (éponges plus présentes au site « exposé ») est le taxon le plus discriminant. Le retrait des *spongillidae* des analyses rend l'interaction non significative. Ainsi, en retirant TRPL3 des analyses, la présence du taxon des *spongillidae* occasionne des différences en composition avant les travaux entre le site

« exposé » et les sites témoins TRPL1 et TRPL2. Ces éponges sont présentes dans une seule station pour TRPL1 et TRPL2, alors qu'elles sont présentes pour quatre des cinq stations du site « exposé » et pour deux stations de TRPL3 avant les travaux. Toutefois, rien n'indique que le retrait de TRPL3 serait pertinent. Le retrait des sites témoins TRPL1 ou TRPL2 ne change pas la conclusion globale d'absence d'effets des travaux. En somme, il est possible de conclure que les résultats obtenus pour l'ensemble du suivi ne présentent pas d'effet des travaux sur la composition taxonomique des macroinvertébrés benthiques pour la zone profonde.

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 par station est utilisée comme distance entre les courbes et est testée statistiquement. Les graphiques présentant les courbes de dominance par station sont présentés à la section 3.3.3 de l'annexe H.

Le facteur Exposition est significatif pour les courbes de dominance ($p_{perm} = 0,046$, tableau 45). Cela signifie que, globalement, les courbes de dominance sont différentes entre le site « exposé » et les sites témoins, mais que cela était le cas avant les travaux.

Variabilité interannuelle

Le contraste entre 2018 et 2019 dans Année est significatif (contraste 2018 vs 2019, $p_{perm} = 0,003$, tableau 45). Ceci s'explique par le fait que pour l'ensemble des sites, les courbes de dominance étaient différentes entre 2018 et 2029. Les principales différences sont les deux premiers taxons dominants qui forment une plus grande proportion en 2019 et que l'équitabilité et la richesse étaient plus élevées en 2018.

Le contraste entre avant et après dans Année est significatif (contraste 2018 vs 2019-21, $p_{perm} = 0,029$, tableau 45). Un constat semblable à celui du contraste 2018-2019 s'applique aussi pour ce contraste.

Le facteur Année est significatif ($p_{perm} = 0,021$, tableau 45). Le test post-hoc révèle qu'en plus des contrastes déjà effectués, 2019 est significativement différente de 2020 et de 2021. Globalement, 2019 avait une richesse plus faible et présentait une fréquence plus élevée de station présentant 5 taxons ou moins.

Interaction Exposition × 'Période' et contrastes entre les différentes années de suivi et l'année de référence

Les résultats obtenus pour l'ensemble du suivi ne présentent pas d'effet des travaux sur les courbes de dominance des macroinvertébrés benthiques pour la zone profonde (Exposition × 'Période', $p_{perm} = 0,227$, tableau 45). Effectivement, les changements pour le site « exposé » sont du même ordre que les changements observés chez les témoins.

Le retrait de l'un des sites témoins, que ce soit TRPL1, TRPL2 ou TRPL3, ne change pas la conclusion globale d'absence d'effets des travaux (voir section 3.3.1 de l'annexe H).

Tableau 45. Résumé des analyses statistiques multivariées (PERMANOVA) des communautés d'invertébrés benthiques pour la zone de profonde de 2018 à 2021

Source	ddl num	ddl den	Valeurs de p_{perm}^1		
			Structure (totale) ²	Composition ²	Courbes de dominance ³
Exposition	1	18	0,247	0,423	0,046
Année	3	54	0,001	0,001	0,021
2018 vs 2019-21 <i>contraste</i>	1	58	0,057	0,066	0,029
2018 vs 2019 <i>contraste</i>	1	18	0,009	0,005	0,003
2018 vs 2020 <i>contraste</i>	1	18	0,070	0,074	0,396
2018 vs 2021 <i>contraste</i>	1	18	0,023	0,082	0,199
Expo. × Année	3	54	0,020	0,015	0,497
Expo × 18vs19-21 <i>contraste</i>	1	58	0,191	0,228	0,227
Expo × 18vs19 <i>contraste</i>	1	18	0,149	0,148	0,153
Expo × 18vs20 <i>contraste</i>	1	18	0,403	0,489	0,655
Expo × 18vs21 <i>contraste</i>	1	18	0,099	0,098	0,376
Tests d'homogénéité des variances⁵					
Transformation ⁴			$\sqrt{\sqrt{\quad}}$	Présence/ absence	Aucune
PERMDISP Exposition × Année ⁵			0,010	0,002	0,755
PERMDISP Exposition × 'Période' ⁵			0,010	0,018	0,715

ddl num : degrés de liberté au numérateur.

ddl den : degrés de liberté au dénominateur.

Contraste marqué d'une **trame orangé foncé** : informe si les changements observés au niveau du site « exposé » ont également été observés pour les sites « témoins » : 'Exposition x 18vs19-21' entre l'année de référence et après les travaux (équivalent de 'Exposition x 'Période').

Contrastes marqués d'une **trame orangé pâle** : informent si les changements observés au niveau du site « exposé » ont également été observés pour les sites « témoins » : 'Exposition x 18vs00' entre l'année de référence et l'année 00 après les travaux.

Les sorties PRIMER sont présentées à l'annexe H.

¹ Seuil de significativité établi à 0,1. Les valeurs significatives sont mises en évidence en **gras**. Une valeur de p significative à 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** pour les divers contrastes.

² Ressemblance de Bray-Curtis.

³ PERMANOVA sur les aires entre les courbes de dominance basées sur la procédure DOMDIS

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

⁵ La dispersion a été vérifiée au niveau de 'Exposition × 'Période' et 'Exposition × 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. Consulter la section 2.4.2.2 pour de plus amples détails.

Zone profonde - centroïdes

Cadrages non métriques multidimensionnels

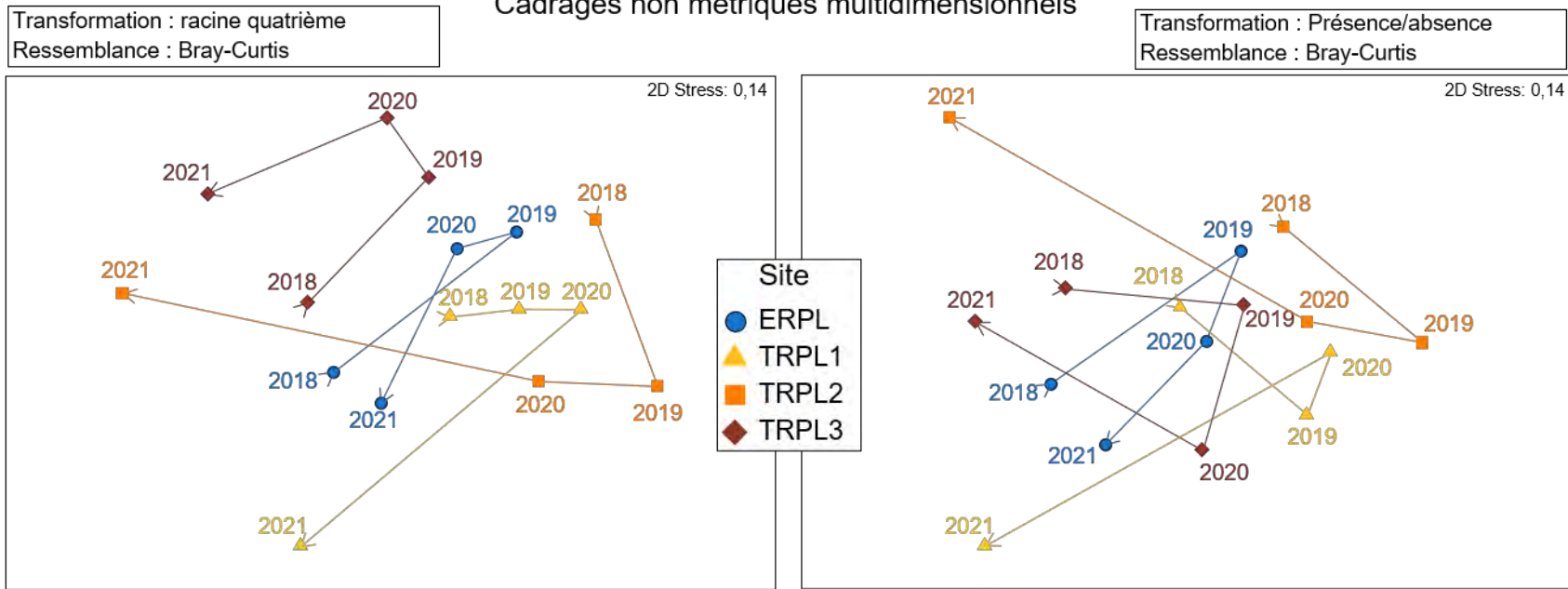


Figure 25. Cadrages non métriques multidimensionnels montrant les trajectoires temporelles, la structure (gauche) et de la composition (droite) des centroïdes des communautés d'invertébrés benthiques de la zone de profonde

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

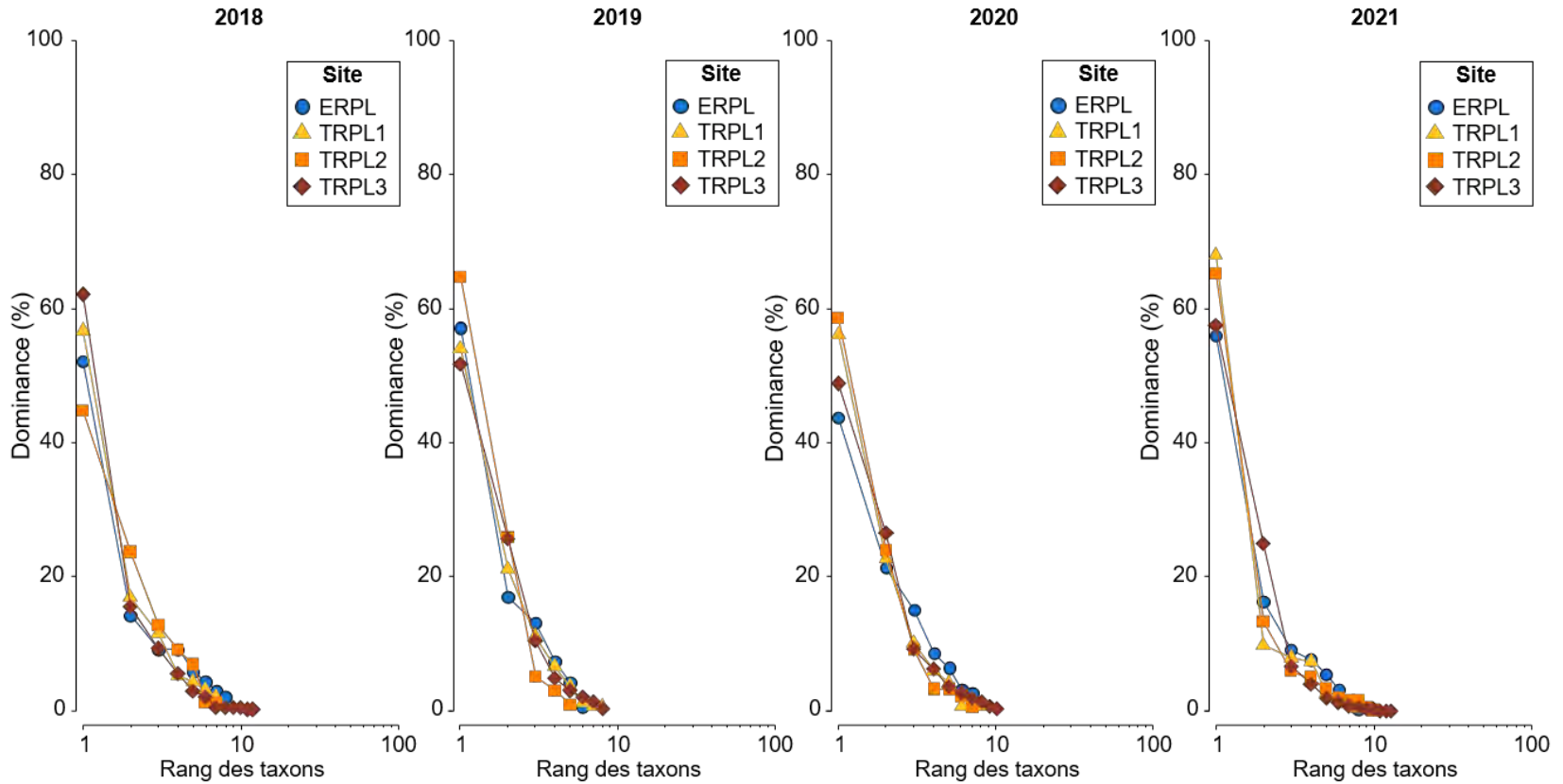


Figure 26. Courbes de dominance basées sur les moyennes des abondances pour la zone profonde (stations vides ont été exclues)

Tableau 46. Résumé des contributions des taxons aux dissimilarités entre les années pour chacun des sites pour la zone de profonde entre 2018 et 2019, entre 2018 et 2020 et entre 2018 et 2021

	Abondance moy. 2018 ¹	Abondance moy. 2019 ou 2020 ¹	Dissimilarité moyenne	Ratio diss./écart-type ²	Contribution (%)	Contribution cumulative (%)
Taxon	ERPL-PF 2018 vs 2019, dissimilarité moyenne = 47,27 %					
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
Taxon	ERPL-PF 2018 vs 2020, dissimilarité moyenne = 34,21 %					
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
Taxon	ERPL-PF 2018 vs 2021, dissimilarité moyenne = 40,09 %					
NEMATODA	1,76	0,33	5,64	2,04	14,06	14,06
Lumbriculidae	0,33	1,54	5,24	1,5	13,07	27,13
Naididae	1,15	0,79	4,16	1,13	10,38	37,51
Leptoceridae	1,15	1,21	3,93	1,05	9,8	47,3
Molannidae	1,11	1,15	3,76	1,05	9,39	56,69
Unionidae	0,66	1,11	3,7	1,1	9,22	65,91
Chironomidae	1,83	1,73	2,45	0,88	6,11	72,02
Taxon	TRPL1-PF 2018 vs 2019, dissimilarité moyenne = 44,64 %					
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
Taxon	TRPL1-PF 2018 vs 2020, dissimilarité moyenne = 43,72 %					
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

Tableau 46. Résumé des contributions des taxons aux dissimilarités entre les années pour chacun des sites pour la zone de profonde entre 2018 et 2019, entre 2018 et 2020 et entre 2018 et 2021 (suite)

	Abondance moy. 2018 ¹	Abondance moy. 2019 ou 2020 ¹	Dissimilarité moyenne	Ratio diss./écart-type ²	Contribution (%)	Contribution cumulative (%)
Taxon	TRPL1-PF 2018 vs 2021, dissimilarité moyenne = 56,97 %					
Leptoceridae	1,66	0	7,6	1,77	13,34	13,34
Lebertiidae	0	1,11	5,08	1,15	8,92	22,26
Spongillidae	0,33	1,31	5,01	1,33	8,8	31,06
Naididae	0,72	1,48	4,95	1,18	8,7	39,76
NEMATODA	1,11	0,33	4,51	1,13	7,91	47,67
Chironomidae	1,11	1,09	4,3	1,09	7,55	55,23
Ceratopogonidae	0,39	0,98	4,1	1,15	7,19	62,42
Unionidae	0,98	0,33	3,85	1,08	6,76	69,17
Molannidae	0,98	0,33	3,85	1,08	6,75	75,93
Taxon	TRPL2-PF 2018 vs 2019, dissimilarité moyenne = 55,90 %					
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
Taxon	TRPL2-PF 2018 vs 2020, dissimilarité moyenne = 57,82 %					
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
Taxon	TRPL2-PF 2018 vs 2021, dissimilarité moyenne = 57,82 %					
Sphaeriidae	1,87	3,68	7,81	1,27	11,97	11,97
Naididae	0,39	2,16	7,32	1,63	11,23	23,2
Cristatellidae	0	1,64	6,87	3,25	10,54	33,73
Unionidae	0,72	1,94	5,47	1,34	8,38	42,12
Leptoceridae	1,44	0,33	5,46	1,24	8,36	50,48
NEMATODA	0,39	1,42	4,82	1,45	7,39	57,87
Valvatidae	0	0,98	4,3	1,05	6,59	64,45
Chironomidae	1,21	1,58	4,17	0,95	6,39	70,84
Taxon	TRPL3-PF 2018 vs 2019, dissimilarité moyenne = 45,77 %					
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

Tableau 46. Résumé des contributions des taxons aux dissimilarités entre les années pour chacun des sites pour la zone de profonde entre 2018 et 2019, entre 2018 et 2020 et entre 2018 et 2021 (suite)

	Abondance moy. 2018 ¹	Abondance moy. 2019 ou 2020 ¹	Dissimilarité moyenne	Ratio diss./écart-type ²	Contribution (%)	Contribution cumulative (%)
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
Taxon	TRPL3-PF 2018 vs 2020, dissimilarité moyenne = 47,75 %					
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
Taxon	TRPL3-PF 2018 vs 2021, dissimilarité moyenne = 43,15 %					
Naididae	2,15	3,4	4,4	0,85	10,19	10,19
Chironomidae	1,52	2,21	3,94	1,02	9,14	19,33
Unionidae	1,76	1,66	2,97	0,93	6,87	26,21
Ceratopogonidae	0,33	0,98	2,93	0,82	6,79	32,99
NEMATODA	0,98	1,5	2,85	0,98	6,61	39,61
Spongillidae	0,66	1,31	2,76	1,01	6,41	46,01
Hygrobatidae	0,72	0,72	2,73	0,92	6,34	52,35
Molannidae	0,66	1,05	2,64	0,98	6,12	58,47
Leptoceridae	0,88	0,39	2,43	0,89	5,62	64,09
Sphaeriidae	3,6	4,2	2,39	1,04	5,54	69,63
Limnesiidae	0,66	0	1,79	0,78	4,14	73,78

¹ Abondance moyenne transformée à la racine quatrième.

² Un ratio élevé (généralement >1,5) indique que le taxon est un taxon discriminant entre les années.

Notes : 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 2021, des organismes ont été observés dans la majorité des stations à des densités totales globalement jugées faibles variant entre 7 et 2 529 org./m² (moyenne de 188,6 org./m² en excluant les stations vides et 162,5 org./m² en les incluant). Toutefois, 33 stations ne présentaient aucun organisme, soit 14 % de toutes les stations échantillonnées depuis 2018. Ces stations sont situées en majorité dans la zone de marnage supérieure (24 stations), suivi de la zone de marnage inférieure (9 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 2021 de 166, 217, 244 et 307 org./m²) que la zone de marnage inférieure (moyennes respectives de 2018 à 2021 de 188, 176, 104 et 99 org./m²), tandis que la zone de marnage supérieure présente en moyenne les densités les plus faibles (moyennes respectives de 2018 à 2021 de 63, 58, 290 et 39 org./m²) à l'exception de 2020 où le site TRPL2 présentait des densités nettement supérieures avec 1 062 org./m².

Globalement, la richesse taxonomique était aussi plus élevée en zone profonde (respectivement de 2018 à 2021 : 21, 14, 15 et 24 taxons différents identifiés) comparativement à la zone de marnage supérieure (14, 4, 11 et 4 taxons) et inférieure qui est la plus pauvre, mais plus stable (9, 7, 8 et 6 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

Les effets temporels sans égard au niveau d'exposition pour la zone de marnage supérieure sont résumés au tableau 47. Lorsqu'il est question de différences entre avant et après les travaux, le résultat est présenté à la colonne Période du tableau 47. Pour l'ensemble des sites (autant « exposé » que témoins), certaines tendances globales ont été observées entre 2018 et 2021 en ce qui a trait aux indicateurs unidimensionnels.

L'abondance totale des organismes (organismes par m²) est demeurée relativement stable avant et immédiatement après les travaux dans la zone d'étude, toutefois les abondances étaient plus basses en 2021 qu'au début du suivi en 2018. Effectivement, les abondances pour l'ensemble des sites sont passées de 63 org/m² en 2018 à 39,5 org/m² en 2021. L'abondance des éphéméroptères-plécoptères-trichoptères (indice EPT) est demeurée relativement stable avant et après les travaux, toutefois les abondances étaient plus basses en 2019 et en 2021 comparativement à 2018. Effectivement, aucun EPT n'a été inventorié en 2019 ou en 2021 alors que 13 org/m² étaient présents en moyenne par station pour l'ensemble des sites.

La richesse ne présente pas de variation significative entre avant (2 taxons) et après les travaux (1,3 taxon) dans la zone d'étude, toutefois le nombre de taxons était plus élevé en 2018 qu'en 2019 ou en 2021 et en 2020 qu'en 2021. En 2018 et 2021, il y avait en moyenne 2 taxons par station, alors qu'il y avait en moyenne 1 taxon par station en 2019 et 2021.

La diversité de Shannon a diminué à la suite des travaux dans la zone d'étude pour l'ensemble des sites. L'indice est passé de 0,85 avant les travaux à 0,44 après les travaux. Cette diminution est à la fois attribuable à la baisse de la richesse et à l'augmentation de la contribution des dominants. De plus, des variations annuelles en diversité ont été observées globalement sur l'ensemble des sites, soit une diminution en 2019, une augmentation en 2020 et une diminution en 2021.

La contribution des dominants a augmenté à la suite des travaux dans la zone d'étude pour l'ensemble des sites. Le pourcentage de contribution est passé de 70,3 % en moyenne avant les travaux à 86,4 % en moyenne. Ceci s'explique par le faible nombre de taxons particulièrement en 2019 et 2021 et a une très forte dominance des communautés par les taxons les plus nombreux. L'identité des taxons varie selon les stations et les sites.

De plus, des variations annuelles du pourcentage du taxon dominant ont été observées globalement sur l'ensemble des sites, soit une augmentation en 2019, une diminution en 2020 et une augmentation en 2021.

Tableau 47. Résumé des effets pour la source Année dans la zone de marnage supérieure

Source : Année	Année	Contrastes						Période 18vs19-21
		Référence vs année de suivi			Autres			
		18vs19	18vs20	18vs21	19 vs 20	19 vs 21	20 vs 21	
Indicateurs unidimensionnels								
Abondance (N)	Non			↓				
Chironomides (C)	Non							
EPT	Non	↓		↓				
EPT/C	Oui*							
Richesse (S)	Oui	↓		↓			↓	
Diversité (H')	Oui	↓		↓	↑		↓	↓
Équitabilité (J')	Non							
Contribution dominant	Oui	↑		↑	↓		↑	↑
Indicateurs multidimensionnels								
Structure	Oui	≠	≠		≠		≠	≠
Composition	Oui	≠	≠		≠		≠	≠
Courbe de dominance	Oui	≠		≠	≠			≠

L'absence d'effet est marquée d'une trame grise.

La présence d'un effet où l'indicateur a diminué temporellement est marquée d'une **trame rouge** et d'une ↓.

La présence d'un effet où l'indicateur a augmenté temporellement est marquée d'une **trame verte** et d'une ↑.

La présence d'un effet en multivarié est indiquée par une **trame rouge orangé pâle**.

L'absence de résultat statistique permettant de tester l'indicateur convenablement pour cause de données insuffisantes est indiquée par une **trame violette**.

* Un effet temporel sur l'indice EPT/C a été décelé, mais le test post-hoc n'a pas permis de déterminer à quel moment les différences se trouvaient.

La majorité des différences temporelles ont été notées dans les comparaisons avec 2019 ou 2021. Il est important de noter que seulement 4 taxons étaient présents en 2019 et en 2021 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 en 2021, et ce, pour tous les sites au niveau de la zone de marnage supérieure à l'exception de TRPL1 en 2021 qui ne présentait aucun chironomide. 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 47).

Pour l'ensemble des sites (autant « exposé » que témoins), certaines tendances globales ont été observées entre 2018 et 2021 en ce qui a trait aux indicateurs multidimensionnels (tableau 47). La structure des abondances, la composition taxonomique et les courbes de dominance ont montré des différences significatives entre avant et après les travaux. De plus, des variations annuelles ont généralement été observées. Ceci signifie que globalement, les abondances et l'identité des taxons ont varié entre les années pour l'ensemble de sites et donc que la variabilité temporelle est un facteur non négligeable en ce qui a trait à la structure et la composition des communautés. Ceci transparait également avec les courbes de dominances qui ont varié de 2018 à 2020 (figure 10).

Comparaisons tendances site « exposé » vs sites témoins

Les effets temporels en prenant en compte le niveau d'exposition pour la zone de marnage supérieure sont résumés au tableau 48 et à la carte 6.

Tableau 48. Résumé des effets pour la source Exposition × Année dans la zone de marnage supérieure

Source : Exposition × Année	Exposition × Année	Contrastes						Période 18vs19- 21
		Référence vs année de suivi			Autres			
		18vs19	18vs20	18vs21	19 vs 20	19 vs 21	20 vs 21	
Indicateurs unidimensionnels								
Abondance (N)	Non							
Chironomides (C)	Oui							
EPT	Non							
EPT/C	Non							
Richesse (S)	Non							
Diversité (H')	Non							
Équitabilité (J')	Non							
Contribution dominant	Non							
Indicateurs multidimensionnels								
Structure	Non							
Composition	Non							
Courbe de dominance	Non							

L'absence d'effet pour l'interaction est marquée d'une trame grise.

La présence d'un effet où l'indicateur présente une différence significative avec les témoins avec tendance à la baisse au site « exposé » est indiquée par une **trame orange**.

La présence d'un effet où l'indicateur présente une différence significative avec les témoins avec tendance à la hausse au site « exposé » est indiquée par une **trame bleue**.

La présence d'un effet en multivarié est indiquée par une **trame jaune**.

L'absence de résultat statistique permettant de tester l'indicateur convenablement pour cause de données insuffisantes est indiquée par une **trame violette**.

*Seules les comparaisons n'étant pas présentées dans les contrastes le sont ici.

Aucun indicateur n'a montré de tendance différente du site « exposé » et des sites témoins entre avant et après les travaux (colonne Période, tableau 48). Le site « exposé » et les témoins ont toutefois montré des tendances temporelles différentes pour deux des indicateurs entre 2018 et 2021. Les abondances totales sont inférieures en 2021 par rapport à 2018 pour le site « exposé » (diminution de 70%), mais elles sont comparables pour les témoins (augmentation de 7 %). Les chironomides ont approximativement été réduits de moitié au site « exposé » (diminution de 46 %), alors qu'ils ont doublé pour l'ensemble des sites témoins (augmentation de 102 %) entre 2018 et 2021.

Globalement, les pertes des communautés sont plus élevées chez les témoins avec un indice de 1,8 en moyenne en comparaison à 1,3 au site « exposé » (tableau 15). Ces différences ne sont toutefois pas significativement différentes.

Le retrait du site témoin TRPL1 des analyses statistiques occasionnerait l'observation d'un effet significatif des travaux sur la structure et la composition des assemblages. Le retrait occasionne des différences dans la dispersion des témoins entre avant et après les travaux (moins dispersés après) alors que la dispersion est la même pour le site « exposé ». La dispersion devient plus élevée avant les travaux puisque TRPL2 et TRPL3 n'ont qu'un seul taxon commun. La dispersion est réduite chez les témoins après les travaux puisque TRPL3

est absent des analyses pour 2020 (aucun organisme donc moins de variabilité pour les témoins) et que la richesse et la diversité sont plus faibles en 2019 et en 2021 comparativement à 2018. Finalement, le nombre de stations manquantes reste imposant et une diminution similaire en dispersion est aussi observée pour le site « exposé » bien que la comparaison par paire soit non significative. En conséquence, il n'apparaît pas pertinent de retirer TRPL1 notamment puisqu'il possède davantage de taxons en commun avec TRPL2.

En somme, les analyses statistiques sur les divers indicateurs montrent qu'à l'an 3 du suivi après les travaux de rechargement de plage à Saint-Henri-de-Taillon, aucun indicateur ne montre une tendance différente entre le site « exposé » et les sites témoins entre avant et après les travaux pour la zone de marnage supérieure.

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

Les effets temporels sans égard au niveau d'exposition pour la zone de marnage inférieure sont résumés au tableau 49. Lorsqu'il est question de différences entre avant et après les travaux, le résultat est présenté à la colonne Période du tableau 49. Pour l'ensemble des sites (autant « exposé » que témoins), certaines tendances globales ont été observées entre 2018 et 2021 en ce qui a trait aux indicateurs unidimensionnels.

L'abondance totale des organismes (organismes par m²) a diminué à la suite des travaux dans la zone d'étude pour l'ensemble des sites. Les abondances moyennes sont passées de 187,7 org./m² avant les travaux à 126,2 org./m² après les travaux. De plus, des variations annuelles des abondances totales ont été observées globalement sur l'ensemble des sites, soit une diminution significative en 2020 par rapport à 2018 et 2019.

L'abondance des chironomides a diminué à la suite des travaux dans la zone d'étude pour l'ensemble des sites. L'abondance moyenne des chironomides est passée de 153,3 org./m² avant les travaux à 94,8 org./m² après les travaux. De plus, des variations annuelles des abondances des chironomides ont été observées globalement sur l'ensemble des sites, soit une diminution significative entre 2018 et 2020 et entre 2018 et 2021.

La richesse taxonomique ne présente pas de variation significative entre avant (2 taxons) et après les travaux (1,8 taxon) dans la zone d'étude, toutefois le nombre de taxons était plus élevé en 2019 (2,2 taxons) qu'en 2020 (1,8 taxon) et qu'en 2021 (1,5 taxon).

La diversité de Shannon ne présente pas de variation significative entre avant (0,64) et après les travaux (0,59) dans la zone d'étude. Toutefois, des variations annuelles de la diversité ont été observées globalement sur l'ensemble des sites, soit une augmentation de la diversité entre 2018 et 2019, une diminution de la diversité entre 2019 et 2020 et une diversité plus faible en 2021 qu'en 2018 et qu'en 2019.

La contribution des dominants ne présente pas de variation significative entre avant (82,1 %) et après les travaux (80,9 %) dans la zone d'étude, toutefois la contribution des dominants a augmenté entre 2019 (73,2 %) et 2020 (85,3 %) et entre 2019 et 2021 (84,3 %).

Pour l'ensemble des sites (autant « exposé » que témoins), certaines tendances globales ont été observées entre 2018 et 2021 en ce qui a trait aux indicateurs multidimensionnels (tableau 49). La structure des abondances et la composition taxonomique ont montré des différences significatives entre avant et après les travaux. De plus, des variations annuelles ont généralement été observées. Ceci signifie que globalement, les abondances et

l'identité des taxons ont varié entre les années pour l'ensemble de sites et donc que la variabilité temporelle est un facteur non négligeable en ce qui a trait à la structure et la composition des communautés. Il est intéressant de noter que la structure n'est pas statistiquement différente 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 généralement plus proches. Les courbes de dominance ont montré des tendances temporelles, mais il n'y a pas de différence globale entre avant et après les travaux (figure 18).

Tableau 49. Résumé des effets pour la source Année dans la zone de marnage inférieure

Source : Année	Année	Contrastes						Période 18vs19-21
		Référence vs année de suivi			Autres			
		18vs19	18vs20	18vs21	19 vs 20	19 vs 21	20 vs 21	
Indicateurs unidimensionnels								
Abondance (N)	Oui		↓		↓			↓
Chironomides (C)	Oui		↓	↓				↓
EPT	Non							
EPT/C	Non							
Richesse (S)	Oui				↓	↓		
Diversité (H')	Oui	↑		↓	↓	↓		
Équitabilité (J')	Non							
Contribution dominant	Oui				↑	↑		
Indicateurs multidimensionnels								
Structure	Oui	≠		≠	≠	≠		≠
Composition	Oui	≠		≠	≠		≠	≠
Courbe de dominance	Oui	≠*		≠		≠		

L'absence d'effet est marquée d'une trame grise.

La présence d'un effet où l'indicateur a diminué temporellement est marquée d'une trame rouge et d'une ↓.

La présence d'un effet où l'indicateur a augmenté temporellement est marquée d'une trame verte et d'une ↑.

La présence d'un effet en multivarié est indiquée par une trame rouge orangé pâle.

L'absence de résultat statistique permettant de tester l'indicateur convenablement pour cause de données insuffisantes est indiquée par une trame violette.

* Contraste non significatif, mais comparaison par paire significative dans le post-hoc.

Comparaisons tendances site « exposé » vs sites témoins

Les effets temporels en prenant en compte le niveau d'exposition pour la zone de marnage inférieure sont résumés au tableau 50 et à la carte 6. Très peu d'interactions sont significatives entre les facteurs Exposition et les années et un seul indicateur présente une interaction significative entre le niveau d'exposition et la période avant ou après les travaux.

Une tendance différente a été observée entre le site « exposé » et les sites témoins pour les abondances totales entre avant et après les travaux. Le site « exposé » présente une diminution de la densité d'organismes entre 2018 et 2019-2021 plus prononcée que pour les sites témoins. Il est toutefois intéressant de noter le site TRPL1 et ses densités presque nulles ont pour effet de diminuer les densités moyennes des témoins, et ce, pour toute la durée de l'étude. En retirant le site TRPL1 des analyses pour cet indicateur, l'interaction Exposition × 'Période' devient non significative. En plus de la différence entre avant et après les travaux, la diminution plus prononcée au site « exposé » en comparaison à la diminution aux sites témoins est également visible entre 2018 et 2020 et entre 2019 et 2021.

Tableau 50. Résumé des effets pour la source Exposition × Année dans la zone de marnage inférieure

Source : Exposition × Année	Expo. × Année*	Contrastes						Période 18vs19-21
		Référence vs année de suivi			Autres			
		18vs19	18vs20	18vs21	19 vs 20	19 vs 21	20 vs 21	
Indicateurs unidimensionnels								
Abondance (N)	Oui							
Chironomides (C)	Non							
EPT	Non							
EPT/C	Non							
Richesse (S)	Non							
Diversité (H')	Non							
Équitabilité (J')	Non							
Contribution dominant	Oui							
Indicateurs multidimensionnels								
Structure	Non							
Composition	Non							
Courbe de dominance	Non							

L'absence d'effet pour l'interaction est marquée d'une trame grise.

La présence d'un effet où l'indicateur présente une différence significative avec les témoins avec tendance à la baisse au site « exposé » est indiquée par une **trame orange**.

La présence d'un effet où l'indicateur présente une différence significative avec les témoins avec tendance à la hausse au site « exposé » est indiquée par une **trame bleue**.

La présence d'un effet en multivarié est indiquée par une **trame jaune**.

L'absence de résultat statistique permettant de tester l'indicateur convenablement pour cause de données insuffisantes est indiquée par une **trame violette**.

La contribution des dominants ne présente pas de tendances différentes entre le site « exposé » et les sites témoins entre avant et après les travaux, toutefois elle a augmenté au site « exposé » en 2021 en comparaison à 2018 et 2019 alors qu'elle est davantage comparable pour les sites témoins.

Aucun indicateur multidimensionnel ne présente d'interaction entre le niveau d'exposition et la période avant ou après les travaux. Seules les courbes de dominance ont montré un effet significatif entre 2018 et 2021 (tableau 50). Ceci s'explique par le fait que le site « exposé » a une seule station ayant plus d'un taxon en 2021 alors que plusieurs stations présentent 2 taxons chez les témoins et une station a 3 taxons occasionnant par le fait même une différence en dispersion entre le site « exposé » et les sites témoins entre 2018 et 2021.

Globalement, la perte des communautés est plus élevée chez les témoins avec un indice de 0,72 en moyenne en comparaison à 1,00 au site « exposé » (tableau 28). Ces différences ne sont toutefois pas significativement différentes.

Le retrait du site témoin TRPL2 occasionnerait l'observation d'un effet significatif des travaux sur les abondances des EPT et sur l'indice EPT/C. La présence globale des EPT sur l'ensemble des sites est relativement faible. Le retrait de TRPL2 pour les indices EPT et EPT/C rend anecdotiques les observations sur les autres sites. Effectivement, les EPT sont présents seulement à TRPL3 avant les travaux et ils sont présents au site « exposé » et au site TRPL2 après les travaux. Le retrait de TRPL2 a donc pour effet de rendre le site « exposé » comme seul site montrant ce patron. Toutefois, étant donné que la présence et l'abondance des EPT semblent très variables naturellement, il n'est pas pertinent de retirer le site TRPL2. En ce qui a trait à l'indice EPT/C, le retrait de TRPL2 fait en sorte que seuls les témoins ont un indice différent de zéro avant les travaux

(n = 2, TRPL3) et que seul le site « exposé » a un indice différent de zéro après les travaux (n = 1, ERPL). Ce résultat n'a donc aucune valeur écologique.

En somme, les analyses statistiques sur les divers indicateurs montrent qu'à l'an 3 du suivi après les travaux de rechargement de plage à Saint-Henri-de-Taillon, un seul indicateur montre une tendance différente entre le site « exposé » et les sites témoins entre avant et après les travaux pour la zone de marnage inférieure, soit pour les abondances totales. Cet effet disparaît si le site témoin TRPL1 est retiré des analyses puisque ce dernier présentait des abondances presque nulles tout au long du suivi abaissant ainsi les abondances moyennes chez les témoins. Effectivement, les abondances du site « exposé » se trouvent dans la gamme naturelle des abondances observées aux sites témoins TRPL2 et TRPL3. 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 des insectes diptères/ nématocères de la famille des *chironomidae*, puis des trichoptères de la famille des *leptoceridae* principalement, suivi par la famille des *unionidae* et la famille des *lumbriculidae*, de la famille des *ceratopogonidae* et des nématodes. 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

Les effets temporels sans égard au niveau d'exposition pour la zone profonde sont résumés au tableau 51. Lorsqu'il est question de différences entre avant et après les travaux, le résultat est présenté à la colonne Période du tableau 51.

Pour l'ensemble des sites (autant « exposé » que témoins), les indicateurs sont relativement stables, mais certaines tendances globales ont été observées entre 2018 et 2021 en ce qui a trait aux indicateurs unidimensionnels.

L'abondance totale des organismes (organismes par m²) a augmenté à la suite des travaux dans la zone d'étude pour l'ensemble des sites. Les abondances moyennes sont passées de 165,9 org./m² avant les travaux à 256,2 org./m² après les travaux. De plus, des variations annuelles des abondances totales ont été observées globalement sur l'ensemble des sites, soit une augmentation significative en 2021 par rapport à 2018.

L'abondance des chironomides a augmenté à la suite des travaux dans la zone d'étude pour l'ensemble des sites. L'abondance moyenne des chironomides est passée de 13,8 org./m² avant les travaux à 18,7 org./m² après les travaux. De plus, des variations annuelles des abondances totales ont été observées globalement sur l'ensemble des sites, soit une augmentation significative en 2020 par rapport à 2018.

L'indice EPT/C ne présente pas de variation significative entre avant (1,27) et après les travaux (1,10) dans la zone d'étude, toutefois l'indice était plus faible en 2021 (0,79) qu'en 2018 (1,27).

La richesse taxonomique ne présente pas de variation significative entre avant (6,1 taxons) et après les travaux (6,0 taxons) dans la zone d'étude, toutefois le nombre de taxons était significativement plus bas en 2019 (5,1 taxons) qu'en 2018 (6,1 taxons), et significativement plus élevé en 2020 (5,9 taxons) et 2021 (7,2 taxons) qu'en 2019 (5,1 taxons).

Tableau 51. Résumé des effets pour la source Année dans la zone profonde

Source : Année	Année	Contrastes						Période 18vs19-21
		Référence vs année de suivi			Autres			
		18vs19	18vs20	18vs21	19 vs 20	19 vs 21	20 vs 21	
Indicateurs unidimensionnels								
Abondance (N)				↑				↑
Chironomides (C)			↑					↑
EPT								
EPT/C				↓				
Richesse (S)	Oui	↓			↑	↑		
Diversité (H')		↓						
Équitabilité (J')	Oui			↓	↑		↓	
Contribution dominant								
Indicateurs multidimensionnels								
Structure	Oui	≠	≠	≠		≠	≠	≠
Composition	Oui	≠	≠	≠		≠	≠	≠
Courbe de dominance	Oui	≠			≠	≠		≠

L'absence d'effet est marquée d'une trame grise.

La présence d'un effet où l'indicateur a diminué temporellement est marquée d'une **trame rouge** et d'une ↓.

La présence d'un effet où l'indicateur a augmenté temporellement est marquée d'une **trame verte** et d'une ↑.

La présence d'un effet en multivarié est indiquée par une **trame rouge orangé pâle**.

L'absence de résultat statistique permettant de tester l'indicateur convenablement pour cause de données insuffisantes est indiquée par une **trame violette**.

La diversité de Shannon ne présente pas de variation significative entre avant (1,89) et après les travaux (1,73) dans la zone d'étude. Toutefois, des variations annuelles de la diversité ont été observées globalement sur l'ensemble des sites, soit une diminution de la diversité entre 2018 et 2019.

L'équitabilité de Shannon (régularité) ne présente pas de variation significative entre avant (0,77) et après les travaux (0,71) dans la zone d'étude. Toutefois, des variations annuelles de la diversité ont été observées globalement sur l'ensemble des sites, soit une équitabilité plus basse en 2020 par rapport à 2018 et 2021 et une augmentation de l'équitabilité entre 2019 et 2020.

Pour l'ensemble des sites (autant « exposé » que témoins), certaines tendances globales ont été observées entre 2018 et 2021 en ce qui a trait aux indicateurs multidimensionnels (tableau 51). La structure des abondances, la composition taxonomique et les courbes de dominance ont montré des différences significatives entre avant et après les travaux. De plus, des variations annuelles ont généralement été observées. Il est intéressant de noter que la structure et la composition ne sont pas statistiquement différentes entre 2019 et 2020 pour l'ensemble de sites. Ceci est observable à la figure 25 où il est possible de remarquer que les points 2018 et 2020 sont généralement plus proches. Ceci signifie que globalement, les abondances et l'identité des taxons ont varié entre les années pour l'ensemble de sites et donc que la variabilité temporelle est un facteur non négligeable en ce qui a trait à la structure et la composition des communautés.

Des variations annuelles sont également présentes pour les courbes de dominances qui ont varié de 2018 à 2021 (figure 26). Les principales différences sont les deux premiers taxons dominants qui forment une plus grande proportion en 2019 et que l'équitabilité et la richesse étaient plus élevées en 2018. Globalement, 2019 avait une richesse plus faible et présentait une fréquence plus élevée de station présentant 5 taxons ou moins que 2018, 2020 et 2021.

Comparaisons tendances site « exposé » vs sites témoins

Les effets temporels en prenant en compte le niveau d'exposition pour la zone profonde sont résumés au tableau 52 et à la carte 6.

Tableau 52. Résumé des effets pour la source Exposition × Année dans la zone profonde

Source : Exposition × Année	Expo. × Année*	Contrastes						Période 18vs19-21
		Référence vs année de suivi			Autres			
		18vs19	18vs20	18vs21	19 vs 20	19 vs 21	20 vs 21	
Indicateurs unidimensionnels								
Abondance (N)	Non							
Chironomides (C)	Oui							
EPT	Non							
EPT/C	Non							
Richesse (S)	Non							
Diversité (H')	Non							
Équitabilité (J')	Non							
Contribution dominant	Non							
Indicateurs multidimensionnels								
Structure	Oui							
Composition	Oui							
Courbe de dominance	Non							

L'absence d'effet pour l'interaction est marquée d'une trame grise.

La présence d'un effet où l'indicateur présente une différence significative avec les témoins avec tendance à la baisse au site « exposé » est indiquée par une **trame orange**.

La présence d'un effet où l'indicateur présente une différence significative avec les témoins avec tendance à la hausse au site « exposé » est indiquée par une **trame bleue**.

La présence d'un effet en multivarié est indiquée par une **trame jaune**.

L'absence de résultat statistique permettant de tester l'indicateur convenablement pour cause de données insuffisantes est indiquée par une **trame violette**.

* Le site « exposé » est différent des témoins en 2021 seulement.

Aucun indicateur n'a montré de tendance différente du site « exposé » et des sites témoins entre avant et après les travaux pour la zone profonde (colonne Période, tableau 52). Le site « exposé » et les témoins ont toutefois montré des tendances temporelles différentes pour un indicateur unidimensionnel entre 2018 et 2020 et pour deux indicateurs multidimensionnels entre 2018 et 2021.

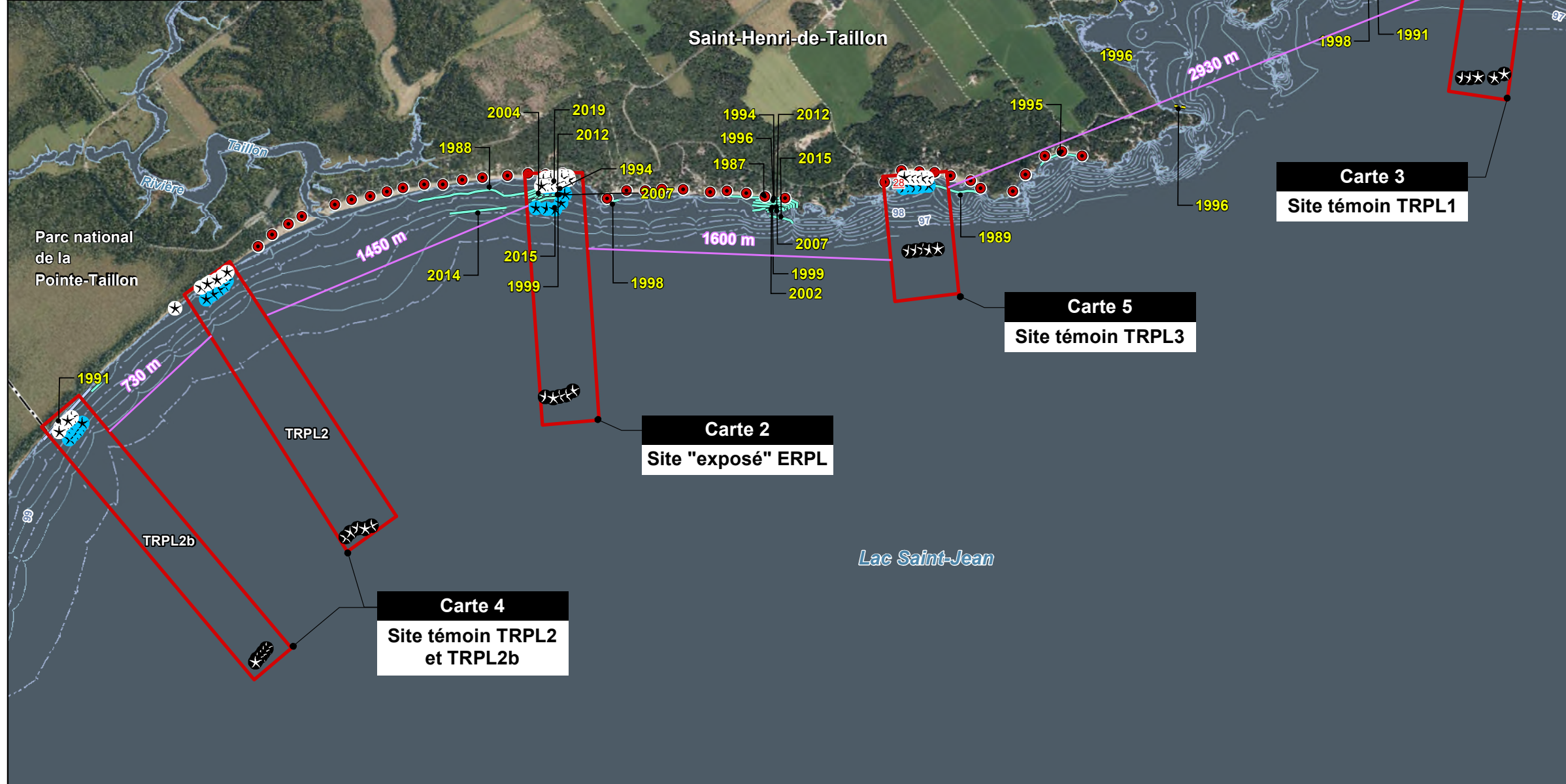
Les abondances des chironomides sont plus élevées en 2020 par rapport à 2018 pour le site « exposé » (augmentation de 11,6 à 39,1 org./m²), mais elles sont comparables pour les témoins (diminution de 14,5 à 12,1 org./m²). Toutefois, les abondances des chironomides observées au site « exposé » restent relativement comparables aux abondances observées chez les témoins et plus particulièrement avec le témoin TRPL3 en 2020.

Les petites différences détectées en structure et en composition en 2018 et 2021 sont complexes (voir section 3.4.2.2). Des analyses a posteriori ont permis d'identifier des taxons étant en partie responsables des différences notées. Pour la structure, les *naididae* était plus nombreux chez les témoins et les *lumbriculidae* étaient plus nombreux chez les « exposés » et leur retrait des analyses rendait l'interaction non significative. Pour la composition, les *spongillidae* étaient plus fréquents au site « exposé » qu'aux sites témoins en 2018. Leur retrait des analyses rendait l'interaction non significative.

Globalement, la perte de communauté est plus élevée chez les témoins avec un indice de 0,50 en moyenne en comparaison à 0,35 au site « exposé » (tableau 42). Ces différences ne sont toutefois pas significativement différentes.

Le retrait du site témoin TRPL3 occasionnerait l'observation d'un effet significatif des travaux sur l'abondance des chironomides, l'abondance des EPT, la structure et la composition des communautés. De manière générale, TRPL3 semble toutefois se trouver dans la variabilité naturelle observée sur l'ensemble des sites et il ne serait pas pertinent de la retirer pour ces quatre indicateurs (se référer à la section 3.4.2 pour les détails).

En somme, les analyses statistiques sur les divers indicateurs montrent qu'à l'an 3 du suivi après les travaux de rechargement de plage à Saint-Henri-de-Taillon, aucun indicateur ne montre une tendance différente entre le site « exposé » et les sites témoins entre avant et après les travaux pour la zone profonde.



Inventaire

- ☼ Zone de marnage supérieure
- ☼ Zone de marnage inférieure
- ☼ 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
- Perré neuf
- 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)

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

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 6
 Localisation des sites d'inventaires 2018 à 2021 et synthèse des résultats

Sources :
 Service d'imagerie, MERN
 Données d'intervention : Rio Tinto, WSP 2021
 Bathymétrie, WSP, 2014
 SDA, 1/20 000, MRNF Québec, avril 2015

0 250 500 m
 UTM, fuseau 19, NAD83

Février 2022

Préparation : S. Cimon
 Dessin : C. Forgues
 Approbation : L. Bouchard
 211-09917-00_su_C6_loc_inventaire_wspb_220207.mxd

Interaction Exposition x Période et contrastes entre les différentes années de suivi et l'année de référence

Indicateurs	Densité totale (nb organismes/m ²)				Richesse taxonomique (nb de taxons)				Diversité de Shannon				Équitabilité de Shannon				Densité chironomides (nb organismes/m ²)				Densité EPT (nb organismes/m ²)				Indice EPT/C (nb organismes/m ²)				Contribution des dominants (% d'organismes)				Structure des communautés				Composition des communautés			
	2018 vs 2019 (an 1)	2018 vs 2020 (an 2)	2018 vs 2021 (an 3)	2018 vs 2019-21 (ans 1-3)	2018 vs 2019 (an 1)	2018 vs 2020 (an 2)	2018 vs 2021 (an 3)	2018 vs 2019-21 (ans 1-3)	2018 vs 2019 (an 1)	2018 vs 2020 (an 2)	2018 vs 2021 (an 3)	2018 vs 2019-21 (ans 1-3)	2018 vs 2019 (an 1)	2018 vs 2020 (an 2)	2018 vs 2021 (an 3)	2018 vs 2019-21 (ans 1-3)	2018 vs 2019 (an 1)	2018 vs 2020 (an 2)	2018 vs 2021 (an 3)	2018 vs 2019-21 (ans 1-3)	2018 vs 2019 (an 1)	2018 vs 2020 (an 2)	2018 vs 2021 (an 3)	2018 vs 2019-21 (ans 1-3)	2018 vs 2019 (an 1)	2018 vs 2020 (an 2)	2018 vs 2021 (an 3)	2018 vs 2019-21 (ans 1-3)	2018 vs 2019 (an 1)	2018 vs 2020 (an 2)	2018 vs 2021 (an 3)	2018 vs 2019-21 (ans 1-3)								
Zone de profondeur																																								
Zone de marnage supérieure																																								
Zone de marnage inférieure																																								
Zone profonde																																								

Les résultats détaillés sont présentés dans le rapport.

4 CONCLUSION

Concernant les travaux de rechargement de plage en lac, trois sites témoins et un site « exposé » ont été inventoriés dans le secteur de Saint-Henri-de-Taillon en 2018 afin de constituer l'état de référence pour le suivi des communautés d'invertébrés benthiques reliés au PSBLSJ. Ces mêmes sites ont été utilisés pour le suivi post-travaux de l'an 1 à 3 entre 2019 et 2021. Ces suivis ont permis de documenter les abondances naturelles et la biodiversité des invertébrés benthiques pour trois zones de profondeur sur chacun des quatre sites. Les travaux de rechargement de plage ont été effectués au site « exposé » à l'hiver 2018-2019.

Des analyses statistiques ont été effectuées par zone de profondeur afin de vérifier la présence de différences significatives entre les résultats obtenus avant (an 0) et après la réalisation des travaux de rechargement (1, 2 et 3 du suivi). L'objectif n'est pas de comparer les sites entre eux, mais bien d'utiliser la variabilité naturelle de sites témoins afin de vérifier si les communautés d'invertébrés au site « exposé » se comportent différemment de ce qui serait naturellement attendu. Ainsi, le modèle statistique utilisé permet de comparer le site « exposé » à l'ensemble des sites témoins en prenant en compte la variabilité naturelle des témoins pendant le suivi. Les analyses statistiques utilisées permettent également de tester les tendances temporelles pour l'ensemble de sites, c'est-à-dire, tant le site « exposé » que les sites témoins mis ensembles.

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^e rang) et à la zone profonde (1^{er} rang). La richesse taxonomique, qui présente le nombre total de taxons inventoriés par échantillon, est plus faible pour la zone de marnage inférieure comparativement à la zone de marnage supérieure (2^e rang) et à la zone profonde (1^{er} rang). De plus, les pertes communautaires sont généralement élevées pour tous les sites pour la zone de marnage supérieure en 2019 et 2021, 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.

Pour l'ensemble des sites, une variabilité interannuelle est présente pour plusieurs indicateurs entre les zones de profondeur et les années :

- Globalement, l'indice ETP, la richesse et la diversité de Shannon ont diminué, alors que la contribution des dominants a augmenté au niveau de la zone de marnage supérieure en 2019 et en 2021. Ceci s'explique par le fait que seulement 4 taxons étaient présents en 2019 et en 2021, 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 en 2021, 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 2021, alors qu'une augmentation globale de la diversité de Shannon a été observée en 2019 et une diminution de la diversité a été observée en 2021.
- Pour l'ensemble des sites de la zone profonde, la richesse et la diversité de Shannon ont diminué en 2019, l'équitabilité et l'indice EPT/C ont diminué entre 2018 et 2021, alors que les abondances totales et l'abondance des chironomides ont augmenté entre 2018 et 2021. Globalement, la structure et la composition des communautés ont également varié annuellement dans les trois zones de profondeur.

Les comparaisons des tendances des indicateurs du site « exposé » avec celles des sites témoins ont montré quelques effets ponctuels temporels et peu d'effets entre avant et après les travaux.

— Effets ponctuels entre les années du suivi :

- Zone de marnage supérieure :
 - Les abondances totales étaient inférieures en 2021 par rapport à 2018 pour le site « exposé » (diminution de 70 %), mais elles sont comparables pour les témoins (augmentation de 7 %).
 - Les chironomides ont approximativement été réduits de moitié au site « exposé » (diminution de 46 %), alors qu'ils ont doublé pour l'ensemble des sites témoins (augmentation de 102 %) entre 2018 et 2021.
- Zone de marnage inférieure :
 - Les abondances totales étaient inférieures en 2020 par rapport à 2018 et en 2021 par rapport à 2019 pour le site « exposé », mais que celles-ci sont comparables pour les témoins. Les abondances au site « exposé » étaient plus élevées que pour les témoins en 2018 (304,3 org./m² en comparaison avec 148,8 org./m² en 2018), alors qu'elles sont davantage comparables aux témoins en 2020 avec 111,6 org./m² en moyenne en comparaison avec 101,4 org./m² et en 2021 avec 105,8 org./m² en comparaison avec 96,6 org./m².
 - La contribution des dominants a augmenté au site « exposé » en 2021 en comparaison à 2018 et 2019, alors qu'elle est davantage comparable pour les sites témoins.
 - Différence dans les courbes de dominance entre 2018 et 2021 : ceci s'explique par le fait que le site « exposé » a une seule station ayant plus d'un taxon en 2021, alors que plusieurs stations présentent 2 taxons chez les témoins et une station a 3 taxons occasionnant, par le fait même, une différence en dispersion entre le site « exposé » et les sites témoins entre 2018 et 2021.
- Zone profonde :
 - Les abondances des chironomides sont plus élevées en 2020 par rapport à 2018 pour le site « exposé » (augmentation de 11,6 à 39,1 org./m²), mais elles sont comparables pour les témoins (diminution de 14,5 à 12,1 org./m²).
 - Différence entre structure et composition en 2021 seulement : les *naididae* étaient plus nombreux chez les témoins et les *lumbriculidae* étaient plus nombreux chez les « exposés » et leur retrait des analyses rendait l'interaction non significative indiquant leur importance pour les différences notées.

— Effets globaux entre avant et après les travaux :

- Lors du premier suivi (2018 vs 2019), aucun effet n'avait été détecté entre avant et après les travaux.
- Lors du suivi suivant (2018 vs 2019 à 2020), deux changements significatifs avaient été notés. Les deux effets observés étaient une diminution 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 augmenté pour la zone profonde au site « exposé » contrairement aux sites témoins qui n'ont pas montré une telle tendance. Toutefois, les abondances observées au site « exposé » restent relativement comparables aux abondances observées chez les témoins. De plus, l'ajout de 2021 au suivi est venu tempérer l'effet sur les chironomides pointant plutôt 2020 comme étant une année exceptionnelle pour l'abondance des chironomides au site « exposé » comme observé dans les effets ponctuels.
- Pour l'ensemble du suivi entre avant et après les travaux (2018 vs 2019 à 2021), le seul changement significatif obtenu concerne la diminution des abondances de manière plus prononcée au site « exposé » qu'aux sites témoins dans la zone de marnage inférieure. Il est important de rappeler les abondances observées se situent entre les abondances naturelles mesurées aux sites témoins TRPL2 et

TRPL3. Le site témoin TRPL1 présente toutefois des abondances presque nulles sur l'ensemble du suivi et occasionne des abondances moyennes plus basses pour les témoins. Le retrait du site TRPL1 de cette analyse statistique rend l'interaction non significative indiquant ainsi que la diminution des abondances observée pour le site « exposé » entre avant et après les travaux est comparable, bien qu'elle soit plus prononcée, à la diminution observée chez les 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. La majorité des effets ayant été observés étaient ponctuels, et un seul effet interactif entre le site « exposé » et les témoins et la période avant ou après les travaux a été observé, soit la diminution des abondances dans la zone de marnage inférieure. De plus, de nombreuses variations interannuelles ont été constatées pour l'ensemble des sites.

En conséquence, on peut conclure que les variations annuelles des divers facteurs façonnant les communautés d'invertébrés sont globalement plus importantes que les effets pouvant être associés aux travaux de rechargement de plage en lac à Saint-Henri-de-Taillon.

Étant donné la forte variabilité naturelle, le peu d'effets pouvant être attribuables aux travaux et le fait que plus le temps avance plus l'effet des travaux devrait s'estomper, il n'est pas recommandé de poursuivre le suivi des assemblages benthiques pour le rechargement de plage en lac à Saint-Henri-de-Taillon.

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 2nd 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 3rd 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.
- CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DE L'ENVIRONNEMENT (CCME). 2021. *Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement [En ligne]* <https://ccme.ca/fr/ressources/qualite-de-leau#>
- ENVIRONNEMENT CANADA ET MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC (EC et MDDEP). 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*. 4rd ed., Kendall/Hunt, Dubuque, IA, 1158 pp.
- MERRITT, R.W., K.W. Cummins et M.B. Berg eds. 2019. *An introduction to the aquatic insects of North America*. 5th ed., Kendall/Hunt, Dubuque, IA, 1498 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^e édition : 88 p. (incluant 6 ann.).

- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MELCC) 2021. Critères de qualité de l'eau de surface [En ligne] http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.asp
- 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.
- 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. 1088 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.
- 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.

ANNEXE

A

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

NOTE TECHNIQUE

CLIENT :	Rio Tinto		
PROJET :	PSBLSJ 2018-2027	Réf. WSP :	191-11118-00
OBJET :	Protocole 2018-2019 pour le suivi des communautés d'invertébrés benthiques au lac Saint-Jean	DATE :	29 août 2019
DESTINATAIRE :	Mme Caroline Jolette		
C.C. :	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 empierrement (ex. nouveau perré) à l'embouchure de rivière;
- nouvel empierrement (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 1^{er} septembre, ce qui permettra d'avoir une zone de marnage supérieure complètement inondée. Le niveau maximum passera à 15,5 pieds dès le 1^{er} 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.).

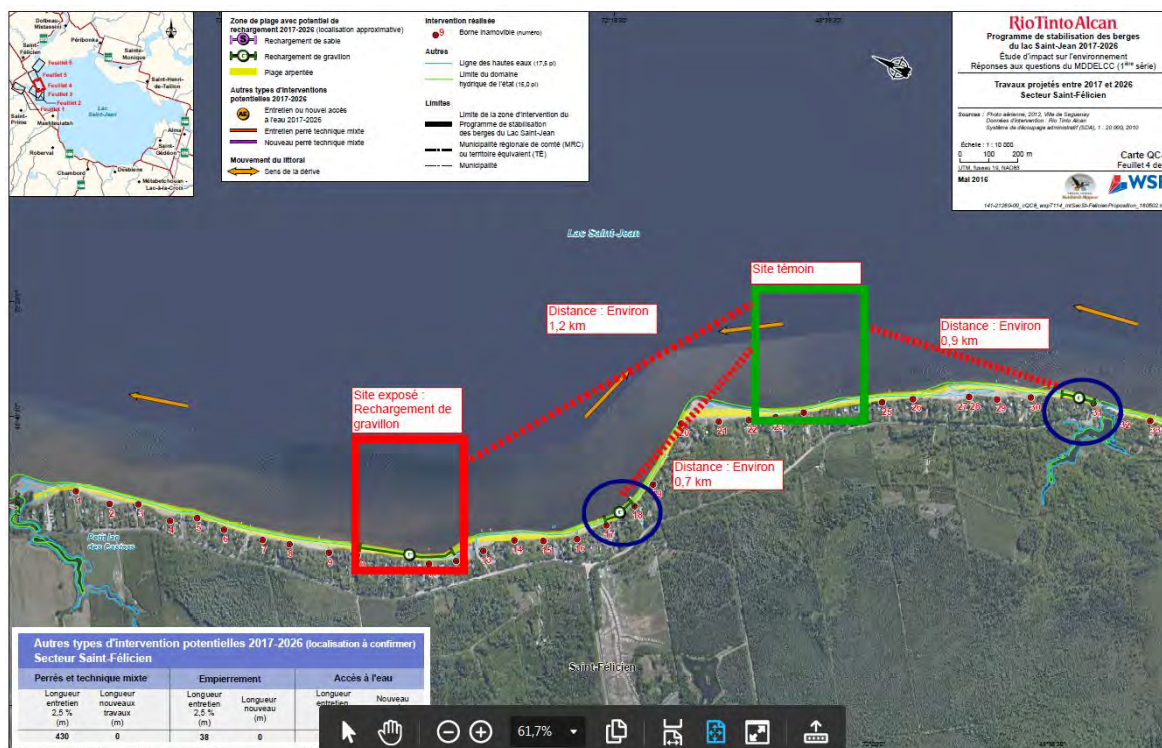


Figure 1. Exemple de sélection d'un site témoin

— **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).

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.

— **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 m² 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 empierrement).

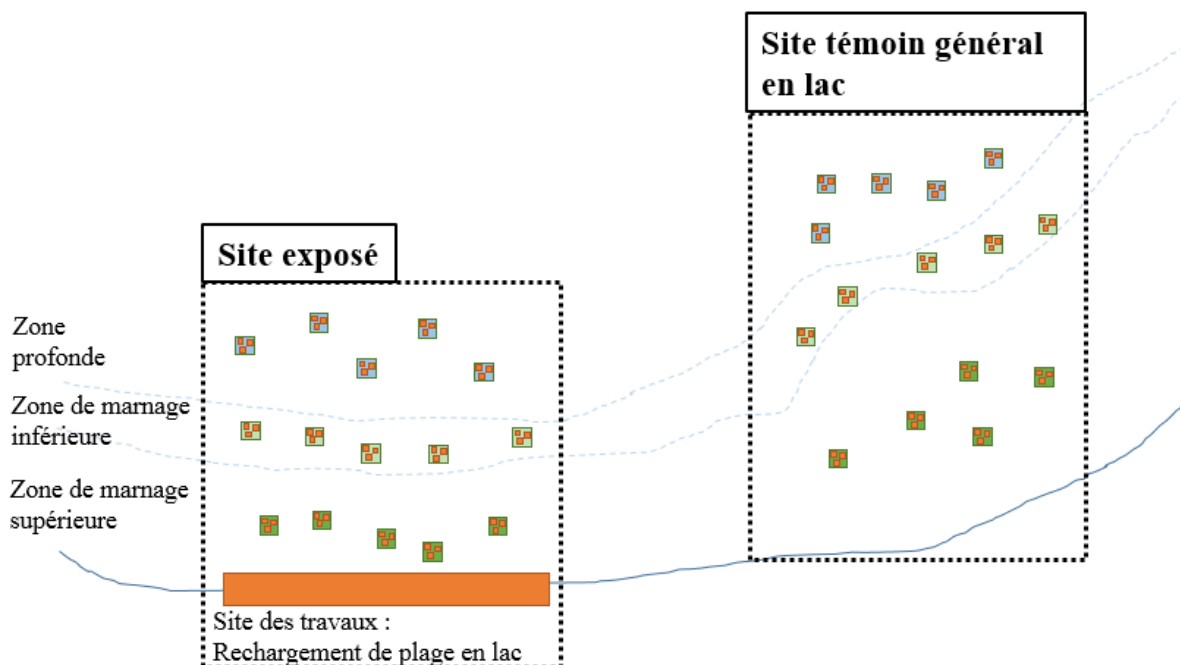


Figure 2. Exemple de plan d'échantillonnage pour un site des travaux (site « exposé ») et un site témoin (en lac)

Matériel d'échantillonnage : Une petite benne Ponar (0,023 m²) 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 récolté 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 Merrit 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 proposé 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 serait différent 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.

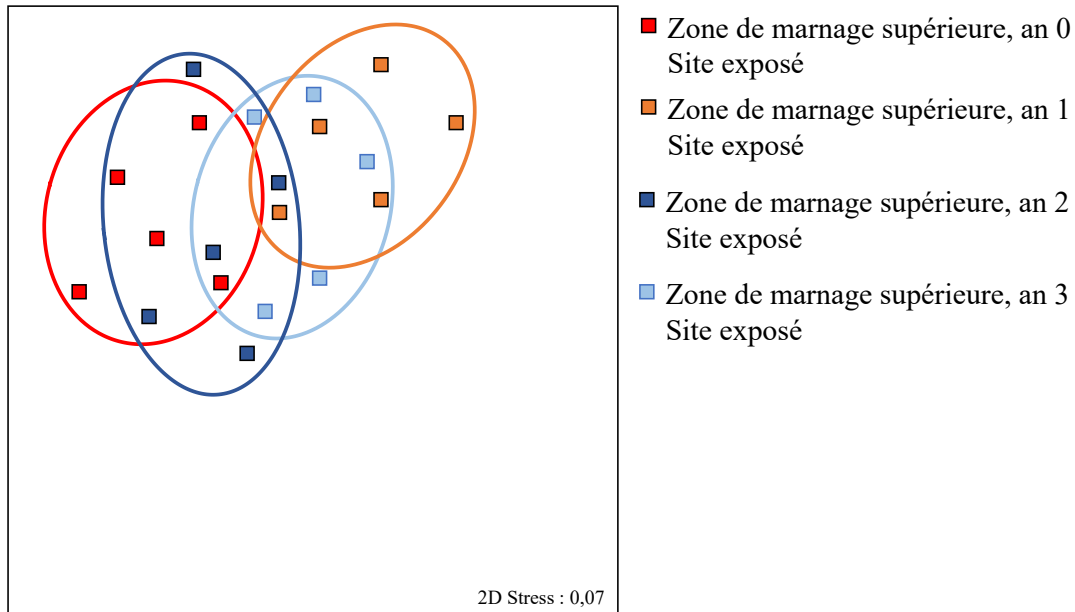


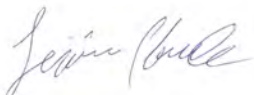
Figure 4. Exemple de cadrage non métrique multidimensionnel attendu dans le cadre de la présente étude représentant la comparaison pour les quatre années de suivi dans la zone de marnage supérieure pour un type d'ouvrage

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]
- CLARKE, K.R. et R. M. Warwick. 2001. *Change in marine communities: an approach to statistical analyses and interpretation, 2nd 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*. 4rd 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^e 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*. 2nd 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



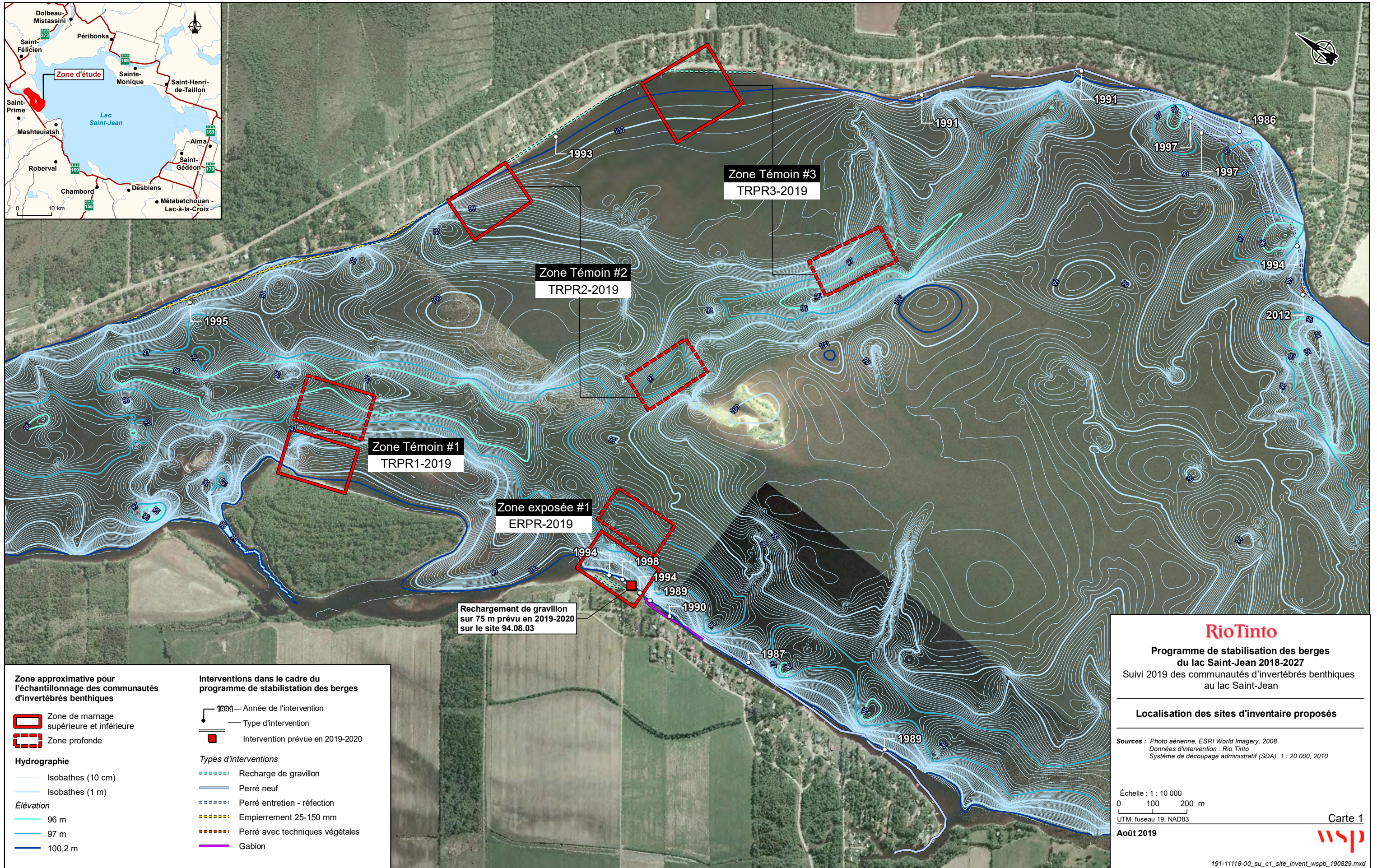
Jérôme Plourde, biologiste M. Sc.
Études environnementales

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

B

PROTCOLE 2018-2021
POUR LE SUIVI DES
COMMUNAUTÉS
D'INVERTÉBRÉS
BENTHIQUES AU LAC
SAINT-JEAN

NOTE TECHNIQUE

CLIENT :	Rio Tinto		
PROJET :	PSBLSJ 2018-2027	Réf. WSP :	P21-11030-66
OBJET :	Protocole 2018-2021 pour le suivi des communautés d'invertébrés benthiques au lac Saint-Jean	DATE :	16 juillet 2021
DESTINATAIRE :	Mme Caroline Jolette		
C.C.	MFFP, MELCC		

Note : Les modifications au protocole sont présentées en grisé dans le texte.

1 MISE EN CONTEXTE

À la suite des 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 pour donner suite aux commentaires reçus et discutés avec le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP), le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) et le comité scientifique du Conseil de gestion durable du lac Saint-Jean. 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 et la diversité 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 travaux 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 empierrement (ex. nouveau perré) à l'embouchure de rivière;
- nouvel empierrement (ex. nouveau perré) en lac.

2.1 ZONE D'ÉTUDE ET ÉCHANTILLONNAGE

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.

Afin d'avoir un portrait de la variabilité naturelle interannuelle, il est proposé d'inclure trois sites témoins à l'étude par type de travaux et par type de milieu. La sélection des sites témoins permettra d'avoir un design de type « Before-After Control-Impact » (BACI) qui permet de documenter les effets potentiels des activités humaines en utilisant la variabilité naturelle de sites témoins. Ce design implique la prise d'échantillons dans les quatre sites (1 exposé et 3 témoins) en suivant le même protocole et en échantillonnant durant la même période avant et après la réalisation des ouvrages (Underwood 1991; Green 1979). Ce type de 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 selon des conditions autres que celles pouvant être associées aux différents types de travaux tels que la météo, les tempêtes, les niveaux d'eau, etc. 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. Chaque site témoin fera l'objet d'une justification, d'une description sommaire des conditions ainsi qu'un historique des interventions dans le secteur.

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 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, 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^{er} septembre. Entre le 8 et le 21 septembre, la contrainte du niveau minimum du lac sera abaissée graduellement de 14 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 vers la mi-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.

2.1.1 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.

— Variable EXPOSITION :

- **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 empierrement) trois sites témoins seront choisis; un exemple est présenté sur la figure 1. Le choix de sites témoins devra respecter plusieurs critères :
 - Ne 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 au vent.
 - 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.).

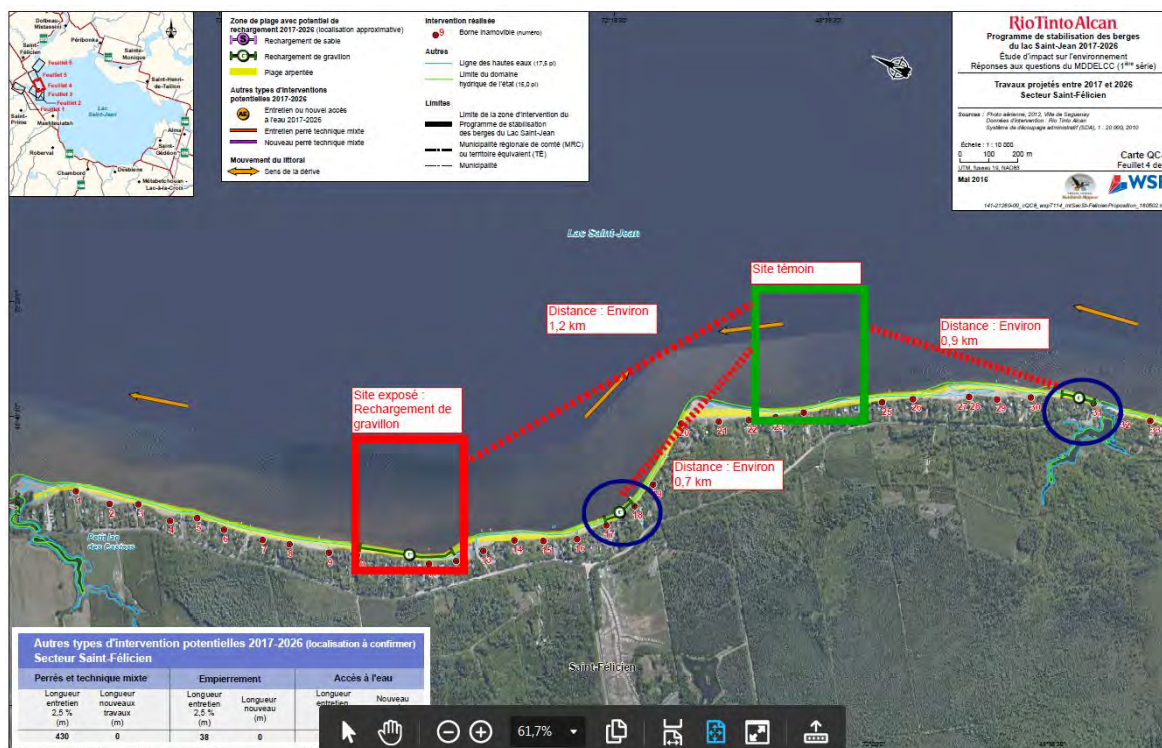


Figure 1. Exemple de sélection d'un site témoin

— **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).

Ces élévations seront traitées séparément dans les analyses statistiques. À 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.

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.

— **Variable SUBSTRAT** : La variabilité associée au substrat ne sera pas considérée comme un facteur, mais sera intégrée lors de la sélection des sites témoins. Ainsi, les sites exposés et témoins 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.

2.1.2 ÉCHANTILLONNAGE

Il est proposé de placer, au total, cinq stations d'échantillonnage par élévation pour chaque site ($N = 15$ stations par site) (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 m² sera ainsi échantillonnée à chaque station. Un échantillon de sédiments sera également récolté afin d'analyser la composition granulométrique selon l'échelle de Wentworth ($N = 3$ par site, un échantillon par élévation). 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 (p. 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).

En résumé, six sites de travaux (3 en lac et 3 en rivière) feront l'objet d'un suivi, chaque site sera échantillonné à trois élévations et cinq stations seront échantillonnées par élévation pour un total de 15 stations par site. Chaque site de travaux sera jumelé à trois sites témoins semblables pour lesquels le patron d'échantillonnage sera le même donc de 15 stations par site. De ce fait, 60 stations seront suivies par type d'ouvrage (rechargement, épi ou empiérement) et de milieu (lac ou rivière) pour un total de 360 stations au terme de tous les suivis. Il n'est pas exclu d'utiliser les mêmes sites témoins pour deux types de travaux, du moment qu'ils conviennent.

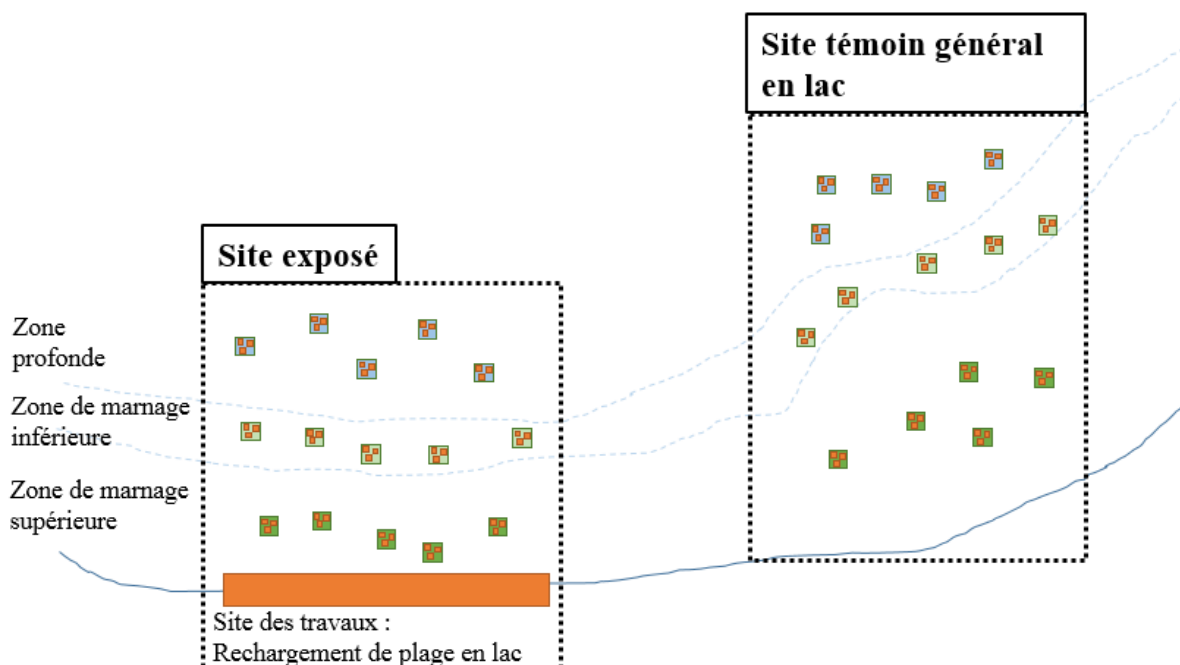


Figure 2. Exemple de plan d'échantillonnage pour un site des travaux (site « exposé ») et un site témoin (en lac)

Matériel d'échantillonnage : Une petite benne Ponar (0,023 m²) 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 Ekman 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 pourrait être 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 (p. 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.

2.2 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 sera réalisée à l'aide de clés d'identification citées dans Merrit et coll. (2008) et dans Thorp et Covich (2010).

Le niveau taxonomique 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 GDG Environnement (une firme spécialisée en analyse taxonomique, précédemment Laboratoires SAB inc.) utilise 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 (2012). Cette approche rejoint en tout point celle utilisée par U.S. Geological Survey (Moulton II et coll. 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.

2.3 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 des communautés benthiques seront utilisés pour évaluer la présence de différences avant et après les travaux. Ces indicateurs sont notamment basés sur ceux recommandés dans le cadre de suivi biologique réalisé dans des cours d'eau (MDDEFP 2013). Les indicateurs d'effet proposés sont les mêmes que ceux utilisés pour les suivis de 2020, soit :

- la densité totale (N ; nombre d'organismes dénombré dans l'échantillon de 0,14 m² ramené sur la base de 1 m²);
- 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 m² ramené sur la base de 1 m²);
- l'abondance totale des Chironomides (C ; nombre d'organismes de la famille *chironomidae* dans l'échantillon de 0,14 m² ramené sur la base de 1 m²);
- l'indice Éphéméroptère-Plécoptère-Trichoptère/Chironomides (EPT/ C);
- l'indice de perte de communauté;
- le pourcentage de contribution des dominants;
- la structure des communautés (indicateur multidimensionnel basé sur les abondances totales et la ressemblance de Bray-Curtis);
- la composition taxonomique (indicateur multidimensionnel basé sur la présence/absence des taxons et la ressemblance de Bray-Curtis);
- les courbes de dominances (indicateur multidimensionnel basé sur le pourcentage des abondances de tous les taxons présents par rang de dominance).

Pour les indicateurs unidimensionnels, à l'exception de l'indice de perte de communauté, des statistiques descriptives seront calculées par élévation (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 seront produites dans le but de faciliter la compréhension des résultats. Pour l'indice de perte de communauté, l'indice sera calculé par site pour chacune des strates de profondeur et sa valeur est représentée graphiquement également.

2.4 ANALYSES STATISTIQUES

Une combinaison d'analyses univariées et multivariées est proposée pour détecter la présence de différences significatives entre les expositions et selon les années. Les analyses statistiques seront réalisées avec les logiciels SYSTAT v13, PRIMER & PERMANOVA+ v7 et R (R Core Team 2015), ou un équivalent. Les analyses sont décrites pour l'utilisation du logiciel PRIMER & PERMANOVA+.

Sans s'y restreindre, les méthodes d'analyses envisagées sont les suivantes :

- **LMM RM PER ANOVA** : Pour chacun des indicateurs proposés, les comparaisons seront réalisées pour chacune des élévations et pour chaque type d'ouvrage en utilisant des modèles linéaires mixtes à mesures répétées d'analyse de la variance par permutations (LMM 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, p. ex. 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 seront utilisées comme mesure de ressemblance. Des comparaisons planifiées (contrastes) entre les années seront ajoutées au modèle afin de comparer la période avant et après les travaux, p. ex. 2018 vs 2019-2020, ainsi que des périodes spécifiques p. ex. 2018 vs 2020. Les contrastes sont des tests de *t* entre deux groupes choisis pour répondre aux hypothèses de départ.
 - **PERMDISP** : Afin de vérifier si les données respectent la condition d'application d'homoscédasticité, la dispersion des groupes sera vérifiée avec un test PERMDISP qui est l'équivalent d'un test de Levene (Anderson et coll. 2008). La normalité des données n'est pas une condition aux tests par permutations.
- **RM PERMANOVA (multidimensionnel)** : La structure des abondances, la composition taxonomique (présence/absence des taxons) et les courbes de dominance des communautés benthiques sont composées de plusieurs variables réponses et doivent donc être traitées en multivarié p. ex. avec une MANOVA (analyse de la variance multivariée). Toutefois, une analyse de la variance multivariée par permutation (PERMANOVA), une analyse semi-paramétrique utilisant des mesures de ressemblance ou des distances entre les échantillons, est préférée à la simple MANOVA puisque la normalité n'est pas une prémisses de l'analyse, la variance entre les groupes peut être différente, elle tolère les corrélations entre variables, elle tolère un plus grand nombre de variables que d'échantillons, elle tolère un grand nombre de zéros (Anderson et coll. 2008). De plus, la PERMANOVA permet des designs complexes tels que celui-ci. Les analyses seront réalisées pour chacune des élévations séparément en utilisant des PERMANOVA à mesures répétées (RM PERMANOVA) en utilisant le même design que les LMM, comme décrit ci-haut (Exposition, Année, Sites, Stations et contrastes). L'analyse de la structure des abondances et de la composition taxonomique des communautés benthiques seront basées sur le coefficient de Bray-Curtis (une mesure de dissimilarité). L'analyse des courbes de dominance sera réalisée en utilisant l'aire entre les courbes de dominance (procédure DOMDIS).
 - **PERMDISP** : Il est important de noter que la PERMANOVA teste à la fois l'emplacement et la dispersion des données (voir figure 4). En utilisant une analyse de dispersion (PERMDISP), 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 4, voir nMDS). 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.
 - **SIMPER** : Pour compléter cette analyse, une routine séparant le pourcentage de dissimilarité de Bray-Curtis par taxons (contribution des taxons à la similarité moyenne) est utilisée (procédure SIMPER; Clarke et coll. 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 sera utilisée pour comparer un même site entre les années pour chacune des strates. Les résultats obtenus seront 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).

- **nMDS** : Afin de visualiser graphiquement les différences, un cadrage non métrique multidimensionnel (nMDS) sera utilisé. Chaque dimension représente 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 5 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.

Afin de visualiser si les travaux sont potentiellement responsables des différences observées, il est également possible d'illustrer les sites dans un même cadrage. Toutefois, par souci de clarté visuelle, seuls les centroïdes de chacun des sites par année seraient représentés pour visualiser les trajectoires temporelles (voir exemple à la figure 6). Le centroïde correspond au point central à chacun des groupes (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.

- **mMDS et bootstrap** : Alternativement, un cadrage métrique multidimensionnel (mMDS) avec la méthode du bootstrap pourrait être utilisé pour les cas où il y aurait une interaction significative entre les Expositions et les Années. Un mMDS utilisera 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 les 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.
- De plus, si des différences sont présentes au niveau de la distance avec la rive, le facteur distance sera également utilisé dans les analyses comme covariable.

DÉTAILS SUR LES LMM RM ANOVA ET PERMANOVA

Le nouveau modèle proposé pour les analyses présente 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).

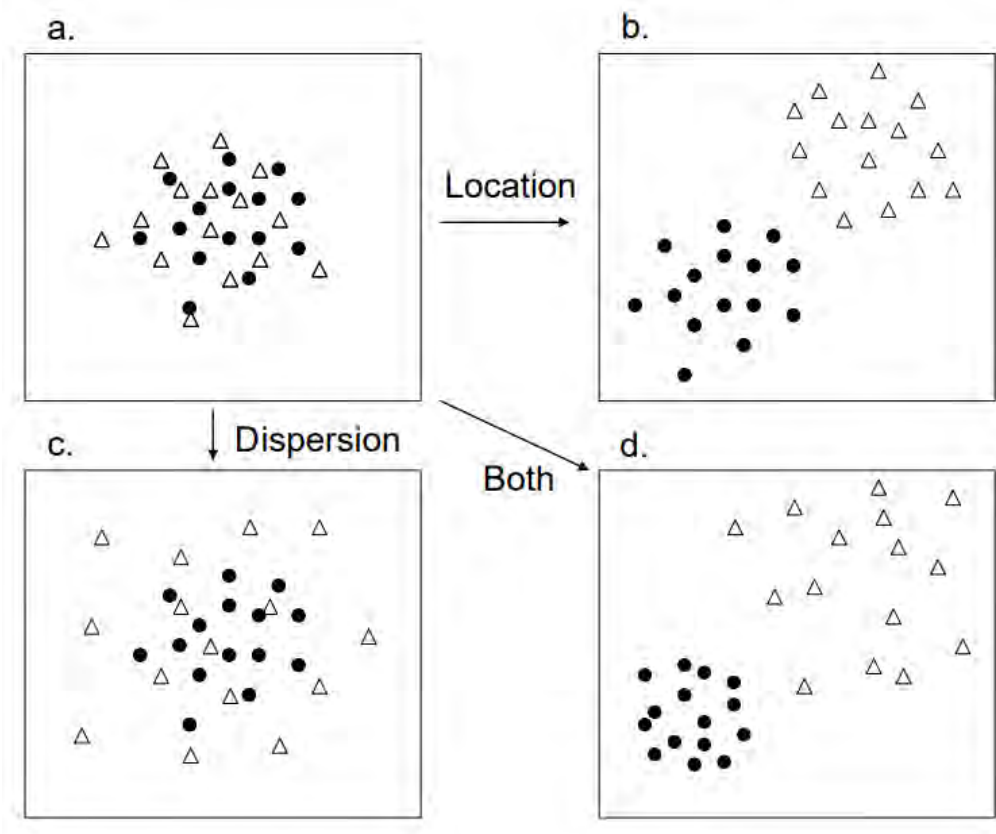


Figure 4. Figure représentant des cadrages non métriques multidimensionnels (nMDS) dont les groupes ne présentent aucune différence (a), les groupes occupent un emplacement différent dans l'espace, mais ont le même degré de dispersion (b), les groupes ont une dispersion dans l'espace différente, mais 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 coll. (2008)

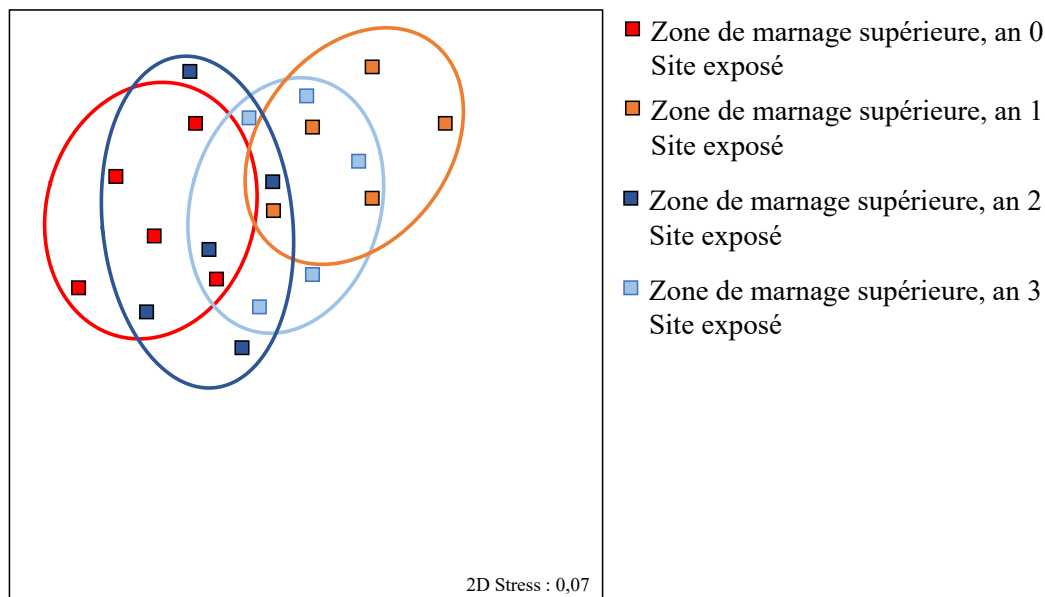


Figure 5. Exemple de cadrage non métrique multidimensionnel attendu dans le cadre de la présente étude représentant la comparaison pour les quatre années de suivi dans la zone de marnage supérieure pour un type d'ouvrage

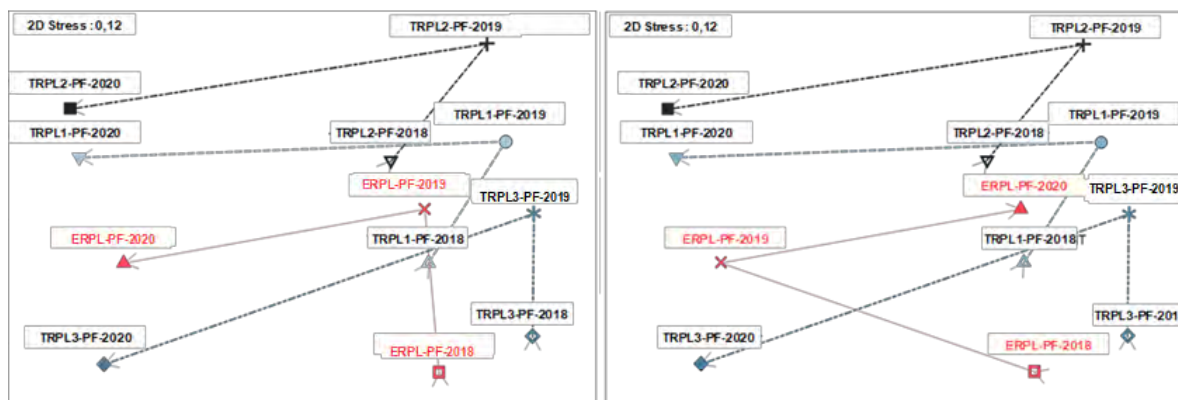
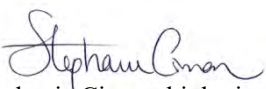


Figure 6. Exemples de cadrages non métriques multidimensionnels attendus dans le cadre de la présente étude illustrant les centroïdes et les trajectoires temporelles d'un site « exposé » (ligne pleine rouge) et de ses trois témoins (pointillés bleus et noirs) pour la zone profonde pour un type d'ouvrage. À gauche, le site « exposé » suit une trajectoire similaire aux témoins, alors qu'à droite, le site « exposé » suit une trajectoire inverse

RÉFÉRENCES


- 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.
- 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]
- CLARKE, K.R. et R.M. Warwick. 2001. *Changes in marine communities: An approach to statistical analysis and interPLEtation 2nd 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 3rd edition*. PRIMER-E Ltd, Plymouth, UK.
- ENVIRONNEMENT CANADA. 2012. *Guide pour l'étude du suivi des effets sur l'environnement par les mines de métaux*. Pagination multiple.
- GREEN, R.H. 1979. *Sampling Design and Statistical Methods for Environmental Biologists*, Wiley, Chichester.
- 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*. 4rd 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^e édition : 88 p. (incluant 6 ann.).
- 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.
- 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/>
- 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 ichthyenne et benthique du lac St-Jean*. Centre écologique du lac St-Jean Inc. 49 p. + annexes.

PRÉPARÉ PAR



Stéphanie Cimon, biologiste Ph. D.
Assistante de projet

RÉVISÉ PAR



Luc Bouchard, biologiste M. Sc.
Chargé de projet

ANNEXE

C

CHOIX DES SITES POUR LE
SUIVI EN 2018

NOTE TECHNIQUE

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

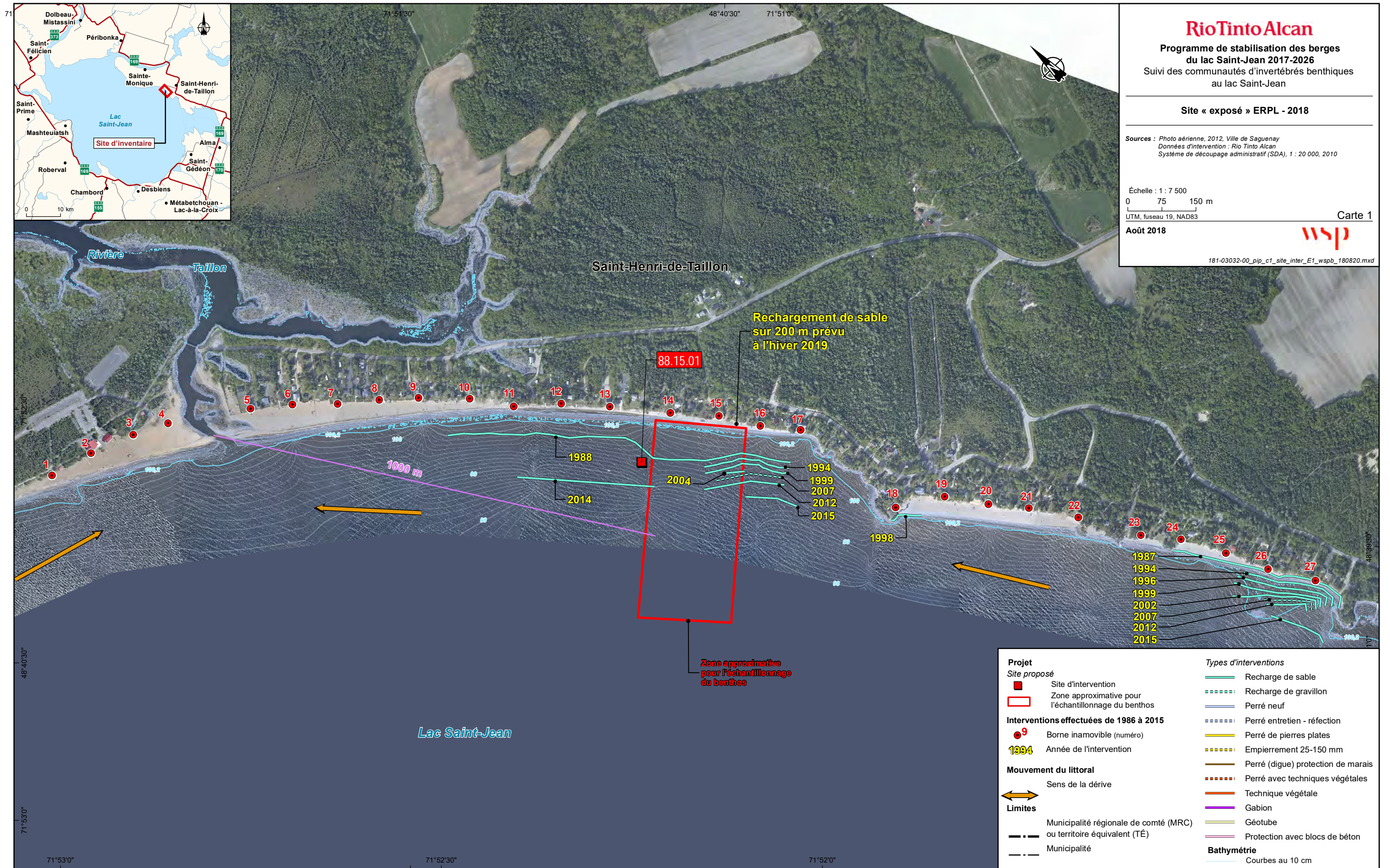
Échelle : 1 : 7 500
0 75 150 m
UTM, fuseau 19, NAD83

Carte 1

Août 2018



181-03032-00_pip_c1_site_inter_E1_wspb_180820.mxd



Projet

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

Interventions effectuées de 1986 à 2015

- Borne inamovible (numéro)
- 1994 Année de l'intervention

Mouvement du littoral

- ↔ Sens de la dérive

Limites

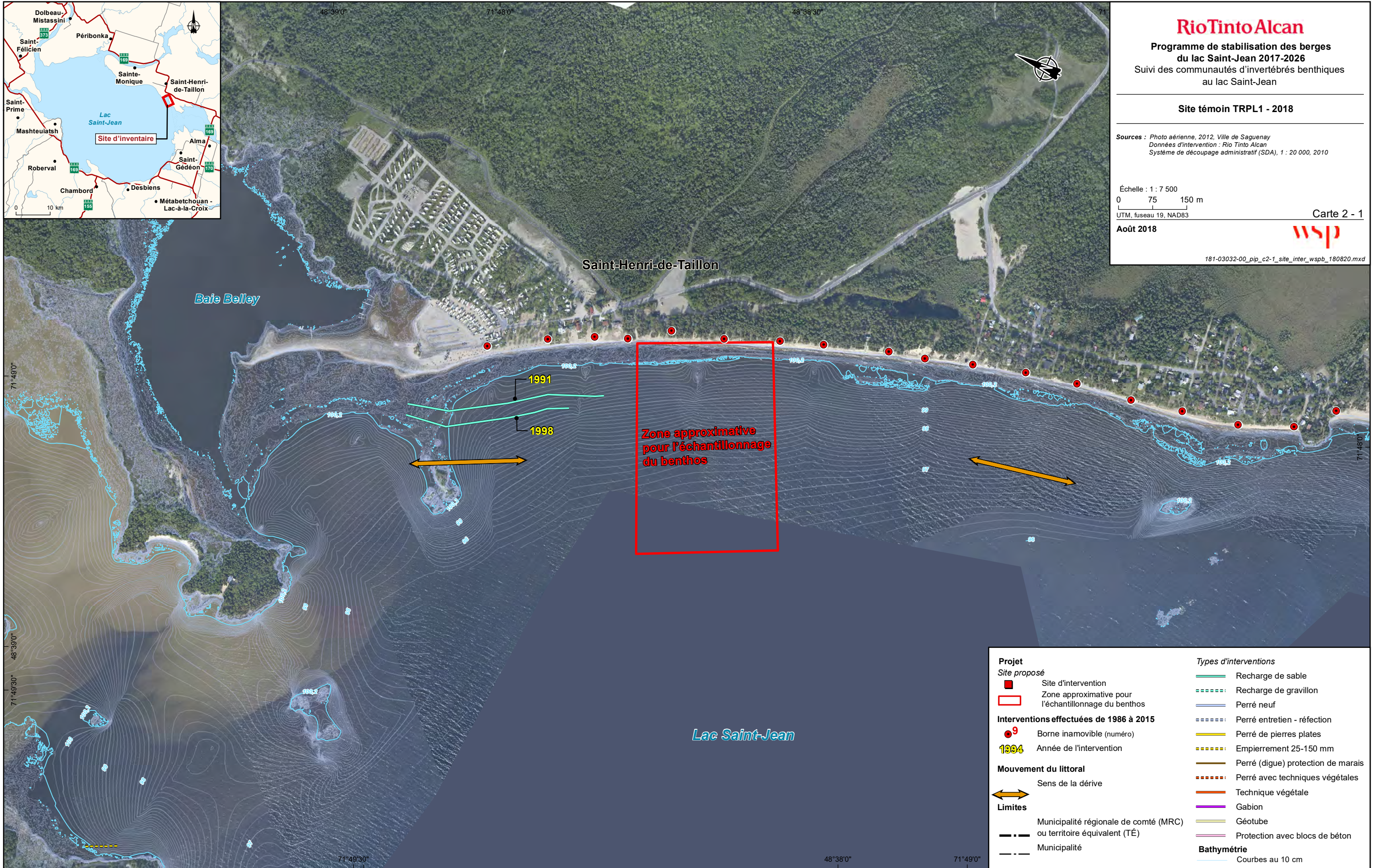
- Municipalité régionale de comté (MRC) ou territoire équivalent (TÉ)
- Municipalité

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 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_pjp_c2-1_site_inter_wspb_180820.mxd

Zone approximative
pour l'échantillonnage
du benthos

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

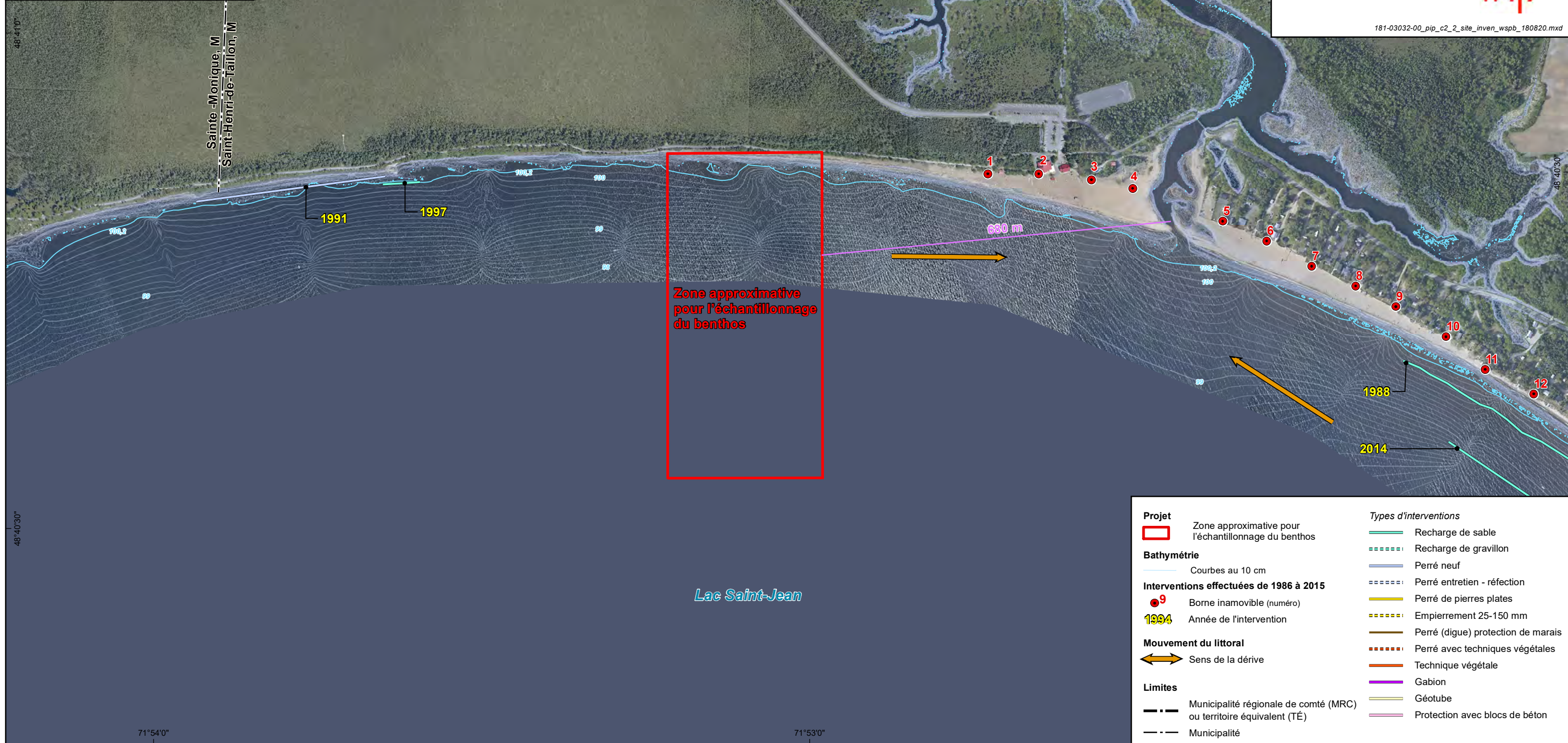
UTM, fuseau 19, NAD83

Carte 2 - 2

Août 2018

wsp

181-03032-00_pip_c2_2_site_inven_wspb_180820.mxd



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

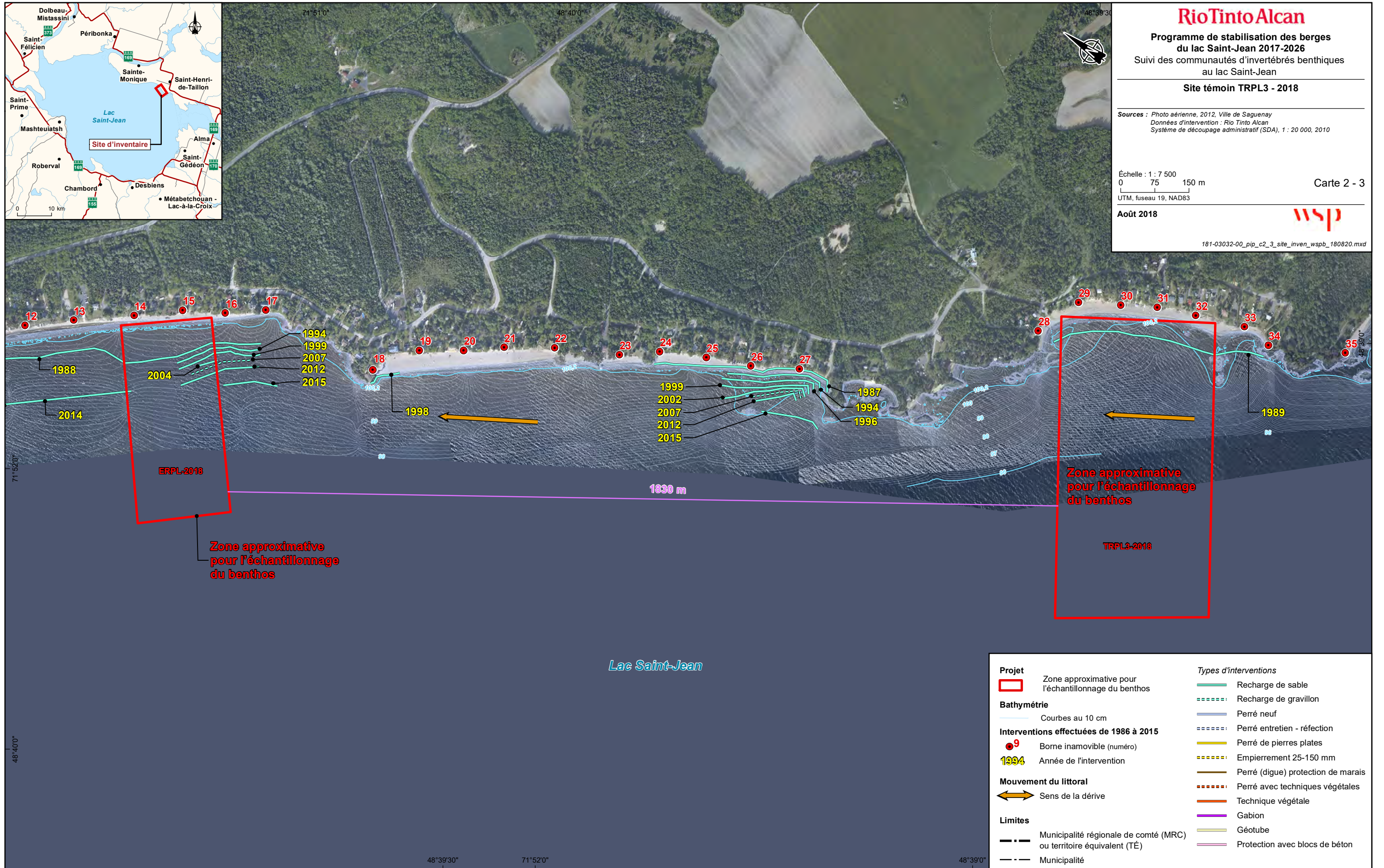
Échelle : 1 : 7 500
0 75 150 m
UTM, fuseau 19, NAD83

Carte 2 - 3

Août 2018



181-03032-00_pip_c2_3_site_inven_wspb_180820.mxd



Zone approximative pour l'échantillonnage du benthos
TRPL3-2018

Zone approximative pour l'échantillonnage du benthos
ERPL-2018

Projet		Types d'interventions	
	Zone approximative pour l'échantillonnage du benthos		Recharge de sable
Bathymétrie			Recharge de gravillon
	Courbes au 10 cm		Perré neuf
Interventions effectuées de 1986 à 2015			Perré entretien - réfection
	Borne inamovible (numéro)		Perré de pierres plates
	Année de l'intervention		Empierrement 25-150 mm
Mouvement du littoral			Perré (digue) protection de marais
	Sens de la dérive		Perré avec techniques végétales
Limites			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



ANNEXE

D

CHOIX DES SITES POUR LE
SUIVI EN 2021

NOTE TECHNIQUE

CLIENT :	Rio Tinto		
PROJET :	PSBLSJ 2018-2027	Réf. WSP :	P21-11030-66
OBJET :	Suivi des communautés d'invertébrés benthiques au lac Saint-Jean – Choix de sites pour le suivi 2021	DATE :	16 juillet 2021
DESTINATAIRE :	Mme Caroline Jolette		
C.C.	MFFP, MELCC		

1 MISE EN CONTEXTE

Suite aux 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 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 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.

La version finale du protocole initial a été déposée le 7 septembre 2018 à la suite des commentaires reçus et discutés avec le MFFP et le MELCC. Le protocole d'échantillonnage établi en collaboration avec le MFFP et le MELCC a été appliqué dans la première année de l'adoption du nouveau décret. Ce protocole sera conservé et appliqué tout au long des différents suivis à réaliser à moins de légers ajustements qui seront soumis au MFFP et MELCC au préalable, comme cela a été le cas en 2019. De plus, un changement au niveau de l'approche statistique a été apporté à l'hiver 2021 en réponse aux commentaires du comité scientifique de Conseil de gestion durable du lac Saint-Jean.

Une planification de suivi doit être déposée l'été précédent chaque campagne d'inventaire en ce qui concerne le choix des sites à suivre au cours de l'année. Ce document présente les sites retenus à suivre pour l'année 2021. D'abord, le suivi du **rechargement de plage en lac** débuté en 2018 devrait se terminer en 2021 à Saint-Henri-de-Taillon. Toutefois, des travaux de stabilisation ont été réalisés par la SÉPAQ sur l'un de sites témoins à l'hiver 2021, ce qui entraîne le choix d'un nouveau site témoin. Ensuite, le suivi du **rechargement de plage à l'embouchure de rivière** débuté en 2019 se poursuit en 2021 à Saint-Prime (dans la rivière Ashuapmushuan). Finalement, un nouveau type de suivi débutera concernant l'aménagement **d'un perré avec technique végétale en embouchure de rivière** dans le

secteur du Golf de Saint-Prime. La présente note décrit les sites des travaux ainsi que les sites témoins retenus avec un argumentaire.

2 SUIVI DES TRAVAUX DE RECHARGEMENT DE PLAGE EN LAC – SUIVI 2021 (AN 3)

Le suivi des travaux de rechargement de plage en lac a débuté en 2018 sur le site 88.15.01 à Saint-Henri-de-Taillon. L'état de référence a été réalisé aux sites d'inventaire ERPL-2018, TRPL1-2018, TRPL2-2018 et TRPL3-2018. Ces zones ont été échantillonnées à nouveau en 2019 et 2020 en appliquant le même protocole qu'en 2018, exception faite de légers ajustements soumis au préalable au MFFP et au MELCC faisant suite aux recommandations du suivi 2018. À l'exception de TRPL2, ces zones seront échantillonnées à nouveau en 2021 en utilisant la même méthode d'échantillonnage.

À l'hiver 2020-2021, le site de témoin TRPL2 a fait l'objet de travaux de stabilisation des berges par la SÉPAQ en urgence pour éviter la dégradation de la piste cyclable directement au niveau de la zone de marnage supérieure. Il est donc proposé de remplacer ce site témoin puisqu'il ne répond plus au critère de « ne pas avoir fait l'objet de travaux pendant le suivi ».

2.1 CHOIX D'UN NOUVEAU SITE TÉMOIN DE RECHARGEMENT DE PLAGE EN LAC

2.1.1 CRITÈRES UTILISÉS EN 2018

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 au vent.
- 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.).

2.1.2 SITE TÉMOIN – SITE TRPL2B 2021

Les caractéristiques du site témoin retenu pour remplacer TRPL2 sont présentées au tableau 1 (annexe A).

Il est proposé de déplacer le site TRPL2 juste un peu vers l'ouest de son emplacement actuel afin de retrouver les caractéristiques les plus similaires possibles du site qui a été suivi au cours des trois dernières années (voir TRPL2b, cartes 1 et 2). Les zones de marnages supérieures et inférieures, les plus sensibles à des modifications associées aux travaux, seraient donc déplacées d'environ 800 m vers le sud. Le sens de la dérive littorale vers l'est permet l'installation de nouvelles stations aux profondeurs voulues en s'assurant qu'elles ne sont pas affectées par les travaux ayant eu lieu en 2020-2021. Cette nouvelle localisation permettrait de conserver l'utilisation des stations profondes du site TRPL2 du fait de sa proximité et que cette zone ne sera pas affectée par les travaux récents. La conservation des mêmes stations en zone profonde permettrait une meilleure continuité dans le suivi ainsi que de meilleures analyses statistiques.

3 SUIVI DES TRAVAUX DE RECHARGEMENT DE PLAGE EN RIVIÈRE – SUIVI (AN 2)

Le suivi des travaux de rechargement de plage en rivière a débuté en 2019 sur le site 94.08.03, à Saint-Prime, à l'embouchure de la rivière Ashuapmushuan. L'état de référence a été réalisé aux sites d'inventaire ERPR-2019, TRPR1-2019, TRPR2-2019 et TRPR3-2019. Ces zones ont été échantillonnées à nouveau en 2020 en appliquant le protocole de 2019, incluant les légers ajustements. Ces zones seront de nouveau échantillonnées en 2021 en utilisant le même protocole d'échantillonnage.

4 SUIVI DES TRAVAUX DE PERRÉ AVEC TECHNIQUE VÉGÉTALE EN RIVIÈRE – ÉTAT DE RÉFÉRENCE (AN 0)

Il est proposé de débiter un nouveau type de suivi, soit le nouvel empierrement (perré avec technique végétale) en rivière. Pour ce faire, il est proposé de suivre un site localisé à proximité du site 2004.08.01, ainsi que d'utiliser les autres sites témoins situés en rivière tout juste à l'embouchure de la rivière Ashuapmushuan, au nord-ouest du lac Saint-Jean, dans la municipalité de Saint-Prime. Ce secteur présente l'avantage d'offrir des sites où des travaux de stabilisation seront effectués à l'automne 2021 ou à l'hiver 2022, ainsi que des sites qui n'ont pas fait l'objet d'intervention au cours des 30 dernières années.

4.1 CHOIX DU SITE « EXPOSÉ » AUX TRAVAUX DE NOUVEL EMPIERREMENT EN RIVIÈRE EN 2021 (EPVL-2021)

L'intégralité de la programmation préliminaire des travaux prévus dans le cadre du Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean a été consultée dans le but de choisir le nouveau site « exposé ». Des sept travaux prévus dans cette programmation, seulement un site présente un nouvel empierrement. Les autres travaux prévus sont de type rechargement de plage et un suivi des invertébrés a déjà débuté à la fois pour ce type de travaux en lac et en rivière. Ainsi, le site du golf de Saint-Prime a été retenu pour effectuer le suivi des invertébrés benthiques en lien avec un nouvel empierrement en embouchure de rivière.

Une partie des critères environnementaux utilisés précédemment ne peuvent pas être utilisés pour ce suivi spécifique, soit l'absence de cours d'eau permanent dans un rayon de 500 m et l'absence de structures connexes dans un rayon de 1 km. Effectivement, le site est situé directement à l'embouchure de la rivière aux Iroquois. Ainsi, les critères environnementaux et géomorphologiques suivants ont été examinés afin de valider le site :

- composition granulométrique actuelle et future similaire au milieu naturel (gravillon);
- travaux réalisés en embouchure de rivière à proximité du lac Saint-Jean;
- distance linéaire prévue pour l'ouvrage suffisamment élevée pour réaliser cinq stations d'échantillonnage (minimalement 100 m);
- la possibilité de retrouver des sites témoins similaires à proximité.

Le site 2004.08.01 présente les caractéristiques requises pour permettre un suivi des invertébrés benthiques à l'embouchure de rivière en 2021.

4.1.1 SITE 2004.08.01 – SITE EPVR-2021

Ce site est localisé dans la municipalité de Saint-Prime au nord-ouest du lac Saint-Jean au niveau de l'embouchure de la rivière aux Iroquois, près du golf de Saint-Prime (carte 3). Le secteur immédiat est occupé par un club de golf et quelques habitations récentes en rive. L'intérieur des terres est majoritairement de type agricole à la fois pour la rivière Ashuapmushuan et la rivière aux Iroquois, et le village de Saint-Prime se trouve à moins de 1 km au sud du site « exposé ». Aussi, un quai et une plage se situent à moins de 500 m du site. Les rives sont peu végétalisées et dominées par des ouvrages de protection. Le talus est érodé et la végétation est directement en contact avec le lac. Ce site est localisé dans l'embouchure de la rivière aux Iroquois et à moins de 2 km de l'embouchure de la rivière Ashuapmushuan au niveau du lac Saint-Jean. Le site est donc sujet au marnage annuel du lac. Un marécage se trouve immédiatement en amont dans la rivière aux Iroquois. La pente du littoral est très faible et selon les données bathymétriques, il faudrait s'éloigner d'environ 925 m pour avoir accès à des cotes < 97 m. Le substrat attendu dans ce secteur est le sable grossier/gravillon. Le secteur du site a été l'objet d'empierrements au marais du golf en 1988 et au long des berges des nouvelles résidences au début des années 2000. Le site n'a jamais directement fait l'objet de travaux, mais est directement adjacent à aux empierrements.

4.2 CHOIX DES SITES TÉMOINS DE NOUVEL EMPIERREMENT EN EMBOUCHURE DE RIVIÈRE EN 2021 (TPVR-2019)

En plus des critères énoncés ci-haut, l'identification de sites témoins a été réalisée en considérant les éléments suivants afin qu'ils soient le plus similaires 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 puisque les zones n'ayant pas subi d'intervention sont rares dans ce secteur.
- 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. Étant donné la forte influence de la rivière Ashuapmushuan, il est proposé d'éviter de positionner les sites témoins à moins de 1 km en « aval » (dérive littorale) des sites « exposés ». Notamment, le site 94.08.03, rechargé en 2019-2020, se situe à environ 3,5 km en « amont » du site 2004.08.01.
- 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 situé dans un secteur similaire aux sites exposés en ce qui a trait aux forces érosives et l'exposition au vent.
- Être similaire 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.).
- Se retrouver, autant que possible, à proximité d'un cours d'eau.

4.2.1 SITES TÉMOINS TPVR1-2021, TPVR2-2021 ET TRPR-2019

Les caractéristiques des sites « témoins » retenus sont présentées au tableau 2 (annexe A).

Le site « exposé » présente des caractéristiques rares par rapport au secteur environnant, du fait qu'il est situé à l'embouchure de la rivière aux Iroquois dans un secteur du lac influencé par la rivière Ashuapmushuan. Après avoir recherché des sites équivalents dans un rayon de 5 km, il s'est avéré que seuls deux sites pouvaient être placés à l'embouchure d'un cours d'eau de même envergure. L'un de ces deux sites (Domaine-Martel, rivière à la Chasse) n'a pas été retenu, puisqu'il présente une problématique d'ensablement et d'érosion (Domaine-Parent) et qu'il fait l'objet de travaux de rechargement récurrents.

Le site TPVR1 est situé à environ 2,2 km au nord-ouest du site « exposé » (EPVR) dans le secteur du Domaine-Lamontagne à Saint-Prime (cartes 3 et 4). Le site est situé à la limite entre l'embouchure de la rivière Ashuapmushuan et le lac Saint-Jean, ainsi qu'à l'embouchure du ruisseau Paquette-Allard à plus de 1 km en aval du site « exposé » 94.08.03 (ERPR) (carte 4). Le secteur est également caractérisé par la présence de quelques habitations, la rive est végétalisée sur environ 20 m et des champs se trouvent à moins de 100 m de la berge. Le site est situé à proximité du Domaine-Bouchard qui a été l'objet d'un nouvel empiérement (perré neuf) en 1989. La berge au niveau de ce site n'aurait jamais subi d'intervention en lien avec le Programme. Plusieurs quais de villégiateurs sont présents au niveau du Domaine-Bouchard et dans l'embouchure du ruisseau Paquette-Allard. La pente du littoral est plus élevée que pour le site EPVR avec une cote < 97 m située à environ 200 m de la rive.

Tel que mentionné plus haut, le site EPVR se trouve à environ 3,5 km en aval du site ERPR pour le suivi des travaux de rechargement de plage en rivière qui a débuté en 2019 à Saint-Prime à l'embouchure de la rivière Ashuapmushuan. Étant donné cette proximité et l'absence de sites semblables à EPVR, il est proposé d'utiliser les sites témoins faisant déjà l'objet du suivi de rechargement de plage en rivière.

Le site témoin TRPR1 est situé à environ 3,2 km au nord du site « exposé » EPVR au centre de la rivière Ashuapmushuan au niveau de l'île Sauvage (carte 4). Aucune habitation n'est présente sur l'île qui n'aurait jamais fait l'objet de travaux. Le talus est sablonneux et la rive est de type forestier. La pente du

littoral est faible avec une cote < 97 m située à environ 275 m de l'île Sauvage et à 650 m de la rive gauche de la rivière Ashuapmushuan.

Le site témoin TRPR2 est situé à environ 4,4 km au nord du site « exposé » EPVR dans le secteur du chemin de la Pointe à la hauteur de l'île de la Traverse (cartes 4 et 5). Ce site est localisé dans un secteur de villégiature, mais seulement dans sa portion rive et est caractérisé par un secteur forestier ailleurs. Le site a fait l'objet d'un empierrement (25-150 mm) en 1995 et quelques quais sont présents à proximité. La pente du littoral est faible avec une cote < 97 m située à environ 375 m de la berge au centre du chenal de la rivière.

Le site témoin TRPR3 est situé à environ 6 km au nord-ouest du site EPVR au centre de la rivière Ashuapmushuan au niveau de l'île Michel-Ange (carte 5). Aucune habitation n'est présente sur l'île qui n'aurait jamais fait l'objet de travaux. Selon les images aéroportées de l'inventaire écoforestier de 2020, ce secteur de l'île est caractérisé par une petite plage fréquentée par divers plaisanciers par bateau. Le talus est sablonneux et la rive est de type forestier. La pente du littoral est faible avec une cote < 97 m située à environ 850 m de la zone de marnage supérieure et à 175 m de la rive gauche de la rivière Ashuapmushuan.

Étant donné que ces trois sites témoins sont situés dans la rivière Ashuapmushuan, qu'aucun cours d'eau ne se trouve à proximité et qu'ils sont tous situés à plus de 3 km du site EPVR, il est proposé d'ajouter un second nouveau site témoin plus proche du site « exposé ». Le site TPVR2 est situé à environ 900 m au nord-ouest du site « exposé » dans le secteur du golf de Saint-Prime (carte 3). Un perré pour la protection de marais a été réalisé à quelques mètres de ce site en 1988. Le secteur est caractérisé par le club de golf et par la présence d'un marais. La rive est peu végétalisée. Une petite portion de la berge de ce secteur n'aurait été l'objet d'aucuns travaux dans le cadre du Programme. La pente du littoral est faible avec une cote < 97 m située à environ 480 m de la berge. Bien que ce site ne soit pas influencé par la présence d'un cours d'eau, il est proposé de le suivre puisqu'il possède l'avantage de proximité avec EPVR, est également soumis aux impacts potentiels du golf et pourrait être un atout advenant une disparité avec les sites témoins TRPR. Effectivement, il pourrait faire l'office d'un gradient d'habitat étant donné sa localisation par rapport à la rivière Ashuapmushuan et au site « exposé ». Ce site pourra être abandonné l'année suivante si au moins deux témoins TRPR représentent de bons témoins.

Aucun de ces sites ne semble présenter de végétation aquatique. Le substrat attendu dans chacun des sites est le sable grossier/gravillon. Advenant le cas où un des sites proposés ne soit pas adéquat, une prospection sera réalisée afin de sélectionner un nouveau site témoin.

4.2.2 CRITÈRES POUR LA SÉLECTION DES TÉMOINS APRÈS LA CAMPAGNE D'ÉCHANTILLONNAGE DE 2021

Des analyses seront effectuées dans le rapport technique pour déterminer quels témoins sont les plus semblables à l'état de référence du site « exposé » EPVR avec les données de 2021. Ces témoins seront retenus pour les suivis futurs, au nombre de trois si possible. L'utilisation de témoins déjà suivis (TRPR) sera priorisée s'il n'y a pas de grosses différences dans le but de réduire le nombre de sites témoins suivis.

Il n'est pas attendu qu'il y aura de grosses différences au niveau du substrat ou des conditions générales du milieu. Il sera toutefois validé que les substrats sont semblables.

Il est difficile de prédire si les communautés présentes au site « exposé » EPVR seront semblables à celles des sites témoins TRPR étant donné qu'il n'est pas directement situé dans la rivière Ashuapmushuan et qu'il est adjacent à la rivière aux Iroquois. Pour vérifier quels sont les « meilleurs » témoins pour ce site, il est proposé de valider que les abondances totales et la richesse taxonomique sont du même ordre de grandeur que celles du site « exposé ». Ensuite des analyses de regroupements de la structure des abondances et de la composition taxonomique pourront être effectuées. Ces analyses seront en mesure de regrouper les stations les plus semblables en termes de taxons présents et de leurs abondances. Effectivement, des communautés semblables devraient refléter des conditions locales comparables.

PRÉPARÉ PAR

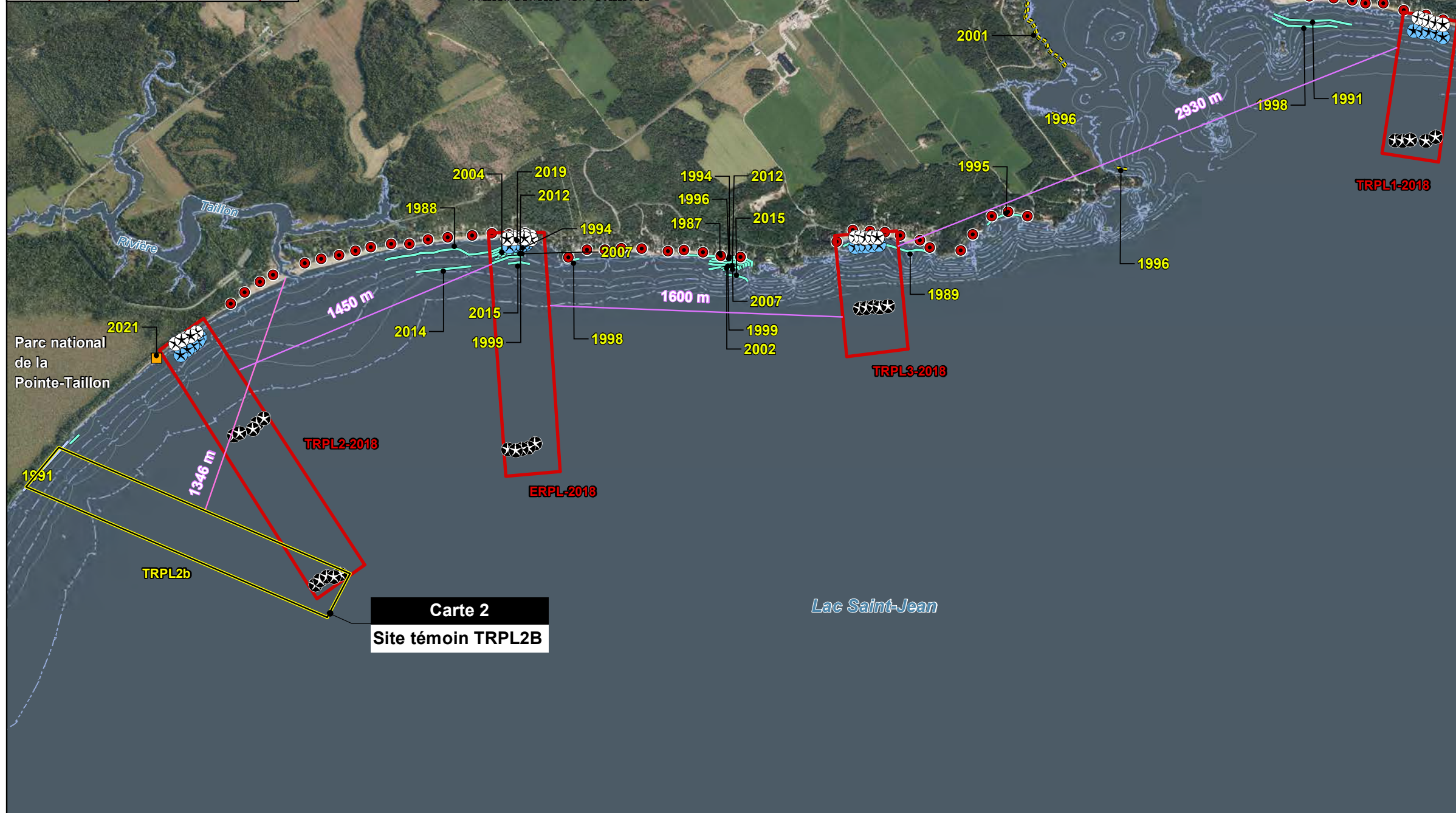


Stéphanie Cimon, biologiste Ph. D.
Assistante de projet

RÉVISÉ PAR



Luc Bouchard, biologiste M. Sc.
Chargé de projet



Inventaire

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

ERPL Exposé rechargement de plage en lac
TRPL Témoin rechargement de plage en lac

Intervention dans le cadre du programme de stabilisation des berges

- Borne inamovible

Type d'intervention

- Épis en éventail
- Rechargement de sable
- Recharge de gravillon
- Perré neuf
- Empierrement 25-150 mm
- 2009** Année de l'intervention

Bathymétrie

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

RioTinto
 Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean 2018-2027
Suivi des communautés benthiques au lac Saint-Jean - Choix des sites 2021

Carte 1
Localisation du nouveau site témoin proposé pour le rechargement de plage à Saint-Henri-de-Taillon

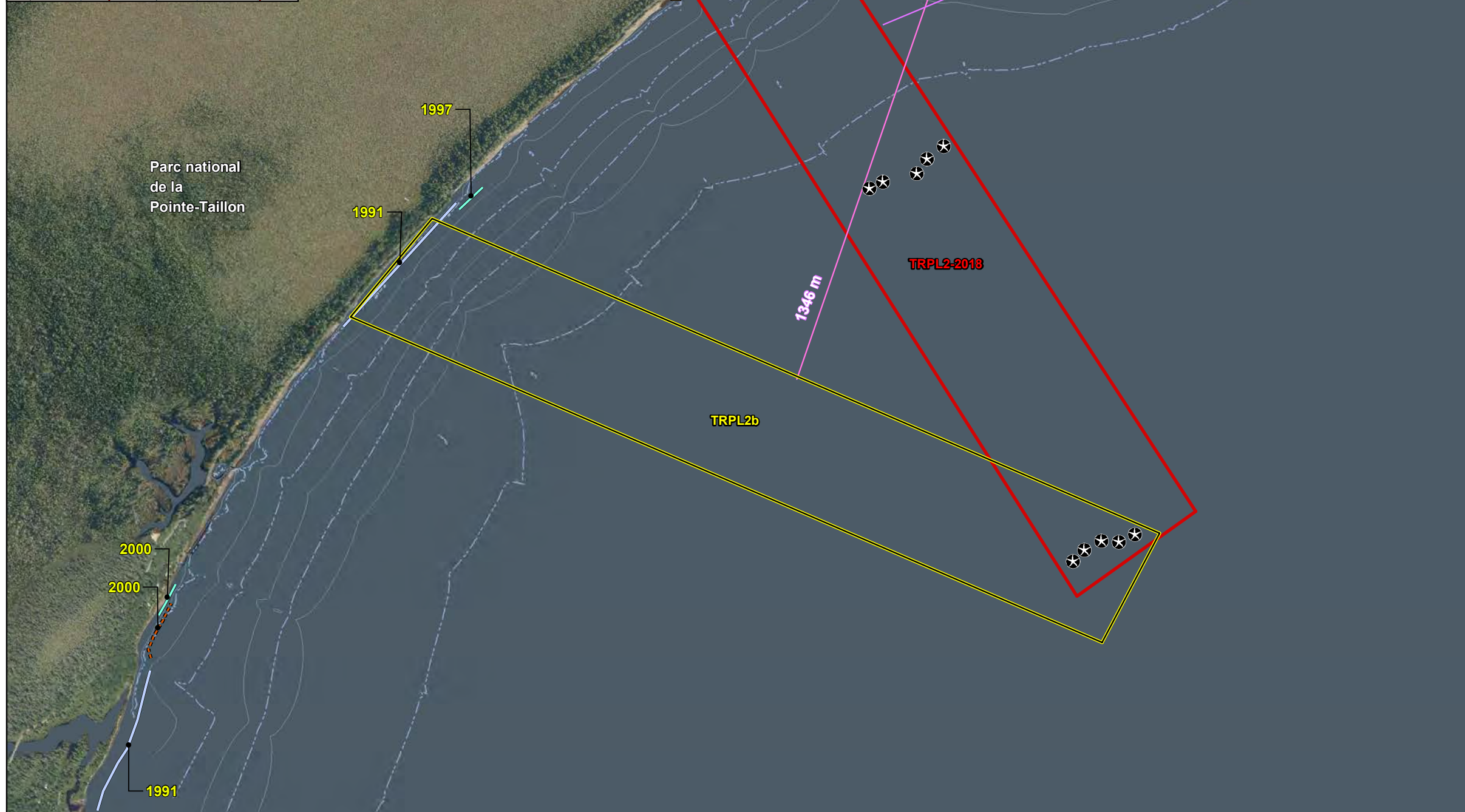
Sources :
 Service d'imagerie, MERN
 Données d'intervention : Rio Tinto
 SDA, 1/20 000, MRNF Québec, avril 2015

0 250 500 m
 UTM, fuseau 19, NAD83

Juillet 2021

*Préparation : L. Bouchard
 Dessin : C. Fargues
 Approbation : L. Bouchard
 201_08448_00_nl_c1_site_invent_wsp_210715.mxd*





- Inventaire**
- Marnage inférieur
 - Marnage supérieur
 - Zone profonde
 - Zone approximative pour l'échantillonnage des communautés d'invertébrés benthiques
 - Zone approximative proposée pour l'échantillonnage des communautés d'invertébrés benthiques
 - ERPL Exposé rechargement de plage en lac
 - TRPL Témoin rechargement de plage en lac
- Intervention dans le cadre du programme de stabilisation des berges**
- Borne inamovible
- Type d'intervention**
- Épis en éventail
 - Rechargement de sable
 - Perré neuf
 - Perré avec techniques végétales
 - 2009** Année de l'intervention
- Bathymétrie**
- Isobathes (1m)
 - Isobathes (0,5m)

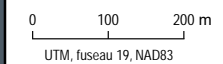
RioTinto

Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean 2018-2027

Suivi des communautés benthiques au lac Saint-Jean - Choix des sites 2021

Carte 2
Localisation du nouveau site témoin proposé pour le rechargement de plage à Saint-Henri-de-Taillon

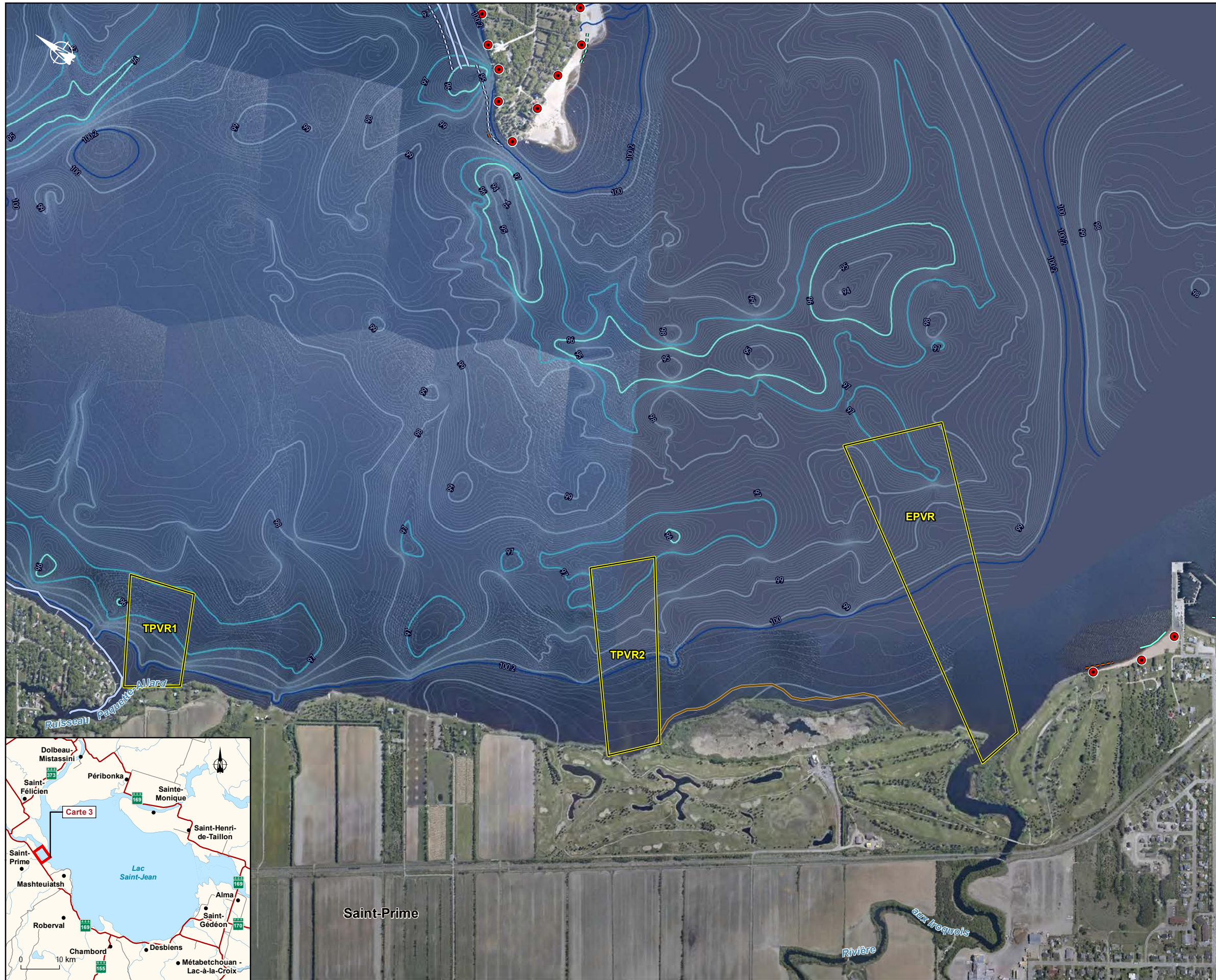
*Sources :
Service d'imagerie, MERN
Données d'intervention : Rio Tinto
SDA, 1/20 000, MRNF Québec, avril 2015*



Juillet 2021

*Préparation : L. Bouchard
Dessin : C. Fargues
Approbation : L. Bouchard
201_08448_00_nl_c2_site_trpl2b_wspb_210715.mxd*





Inventaire

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

EPVR Exposé perré avec technique végétale en rivière

TPVR Témoin perré avec technique végétale en rivière

Interventions

Borne inamovible

1994 Année de l'intervention

Type d'intervention

Rechargement de sable

Recharge de gravillon

Perré neuf

Perré entretien - réfection

Perré (digue) protection de marais

Perré avec techniques végétales

Hydrographie

Isobathes (10 cm)

Isobathes (1 m)

Élévation

96 m

97 m

100,2 m

RioTinto

Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean 2018-2027

Suivi des communautés benthiques au lac Saint-Jean - Choix des sites 2021

Carte 3
Localisation des sites d'inventaire proposés pour le golf de Saint-Prime

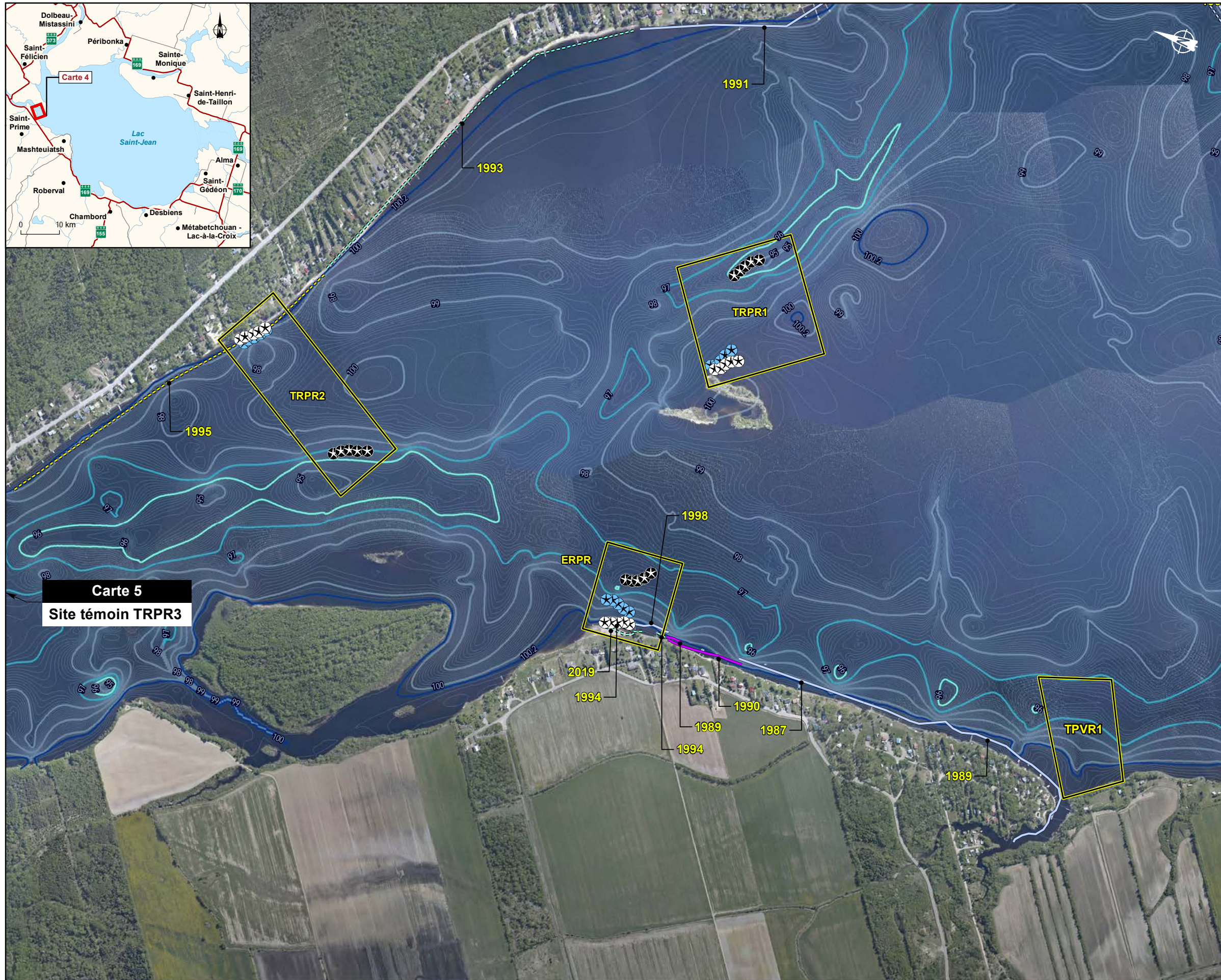
*Sources :
Service d'imagerie, MERN
Données d'intervention : Rio Tinto
SDA, 1/20 000, MRNF Québec, avril 2015*

0 100 200 m
UTM, fuseau 19, NAD83

Juillet 2021

*Préparation : L. Bouchard
Dessin : C. Fougues
Approbation : L. Bouchard
201_08448_00_nt_c3_site_golf_stprime_wspb_210716.mxd*





- Inventaire**
- Marnage inférieur
 - Marnage supérieur
 - Zone profonde
 - Zone approximative proposée pour l'échantillonnage des communautés d'invertébrés benthiques
- ERPR** Exposé rechargement de plage en rivière
- TRPR** Témoin rechargement de plage en rivière
- Interventions**
- Borne inamovible
 - 1994** Année de l'intervention
- Type d'intervention**
- Recharge de gravillon
 - Perré neuf
 - Perré entretien - réfection
 - Empierrement 25-150 mm
 - Gabion
- Hydrographie**
- Isobathes (10 cm)
 - Isobathes (1 m)
- Élévation**
- 96 m
 - 97 m
 - 100,2 m

Carte 5
Site témoin TRPR3

RioTinto
Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean 2018-2027
Suivi des communautés benthiques au lac Saint-Jean - Choix des sites 2021

Carte 4
Localisation des sites d'inventaire proposés pour le golf de Saint-Prime

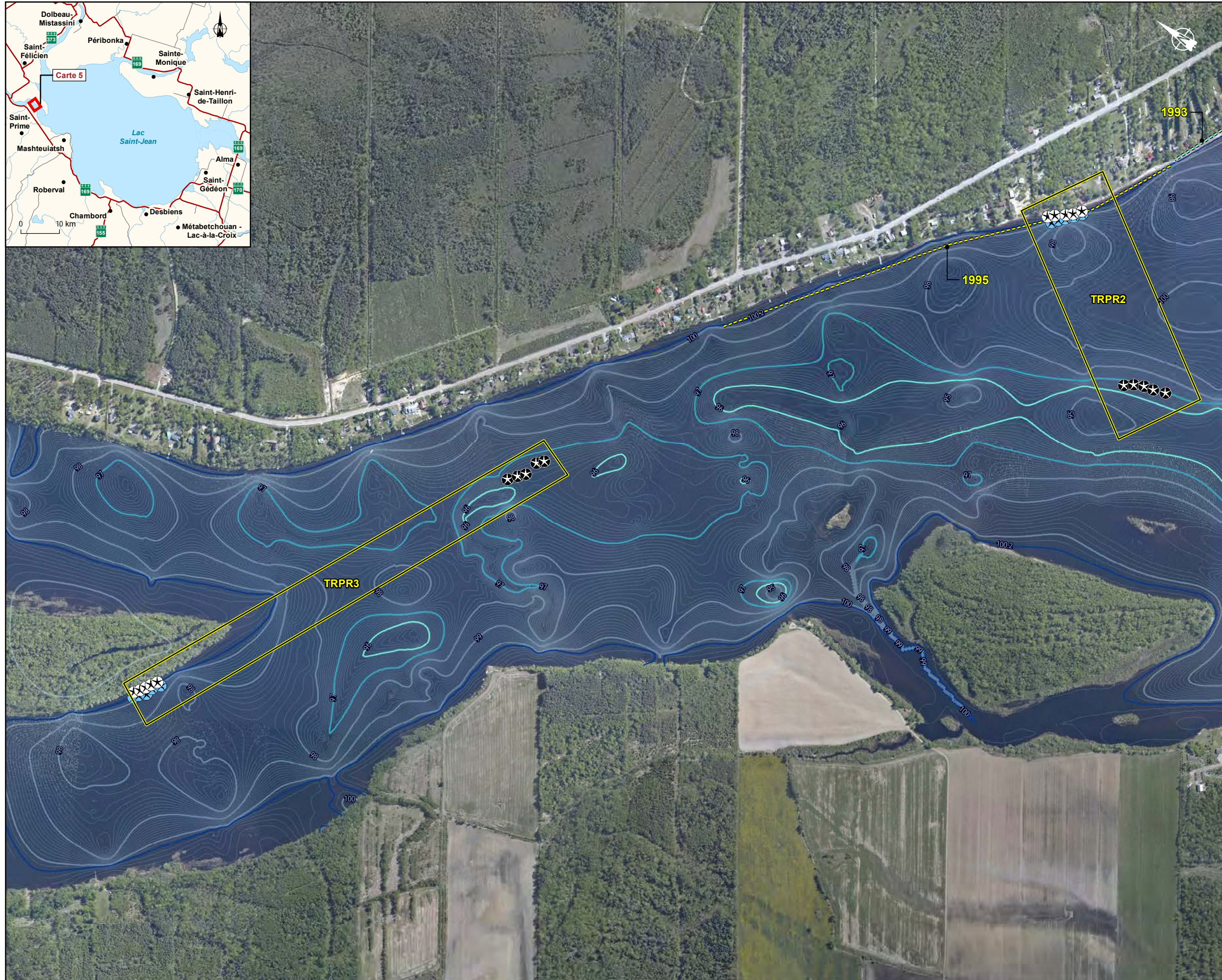
Sources :
Service d'imagerie, MERN
Données d'intervention : Rio Tinto
SDA, 1:20 000, MRNF Québec, avril 2015

0 100 200 m
UTM, fuseau 19, NAD83

Juillet 2021

Préparation : L. Bouchard
Dessin : C. Fougères
Approbation : L. Bouchard
201_08448_02_n1_c4_site_golf_stprime_wspb_210716.mxd





- Inventaire**
- Marnage inférieur
 - Marnage supérieur
 - Zone profonde
 - Zone approximative proposée pour l'échantillonnage des communautés d'invertébrés benthiques
- ERPR** Exposé rechargement de plage en rivière
- TRPR** Témoin rechargement de plage en rivière

- Interventions**
- Borne inamovible
 - 1994** Année de l'intervention

- Type d'intervention**
- Recharge de gravillon
 - Empierrement 25-150 mm

- Hydrographie**
- Isobathes (10 cm)
 - Isobathes (1 m)

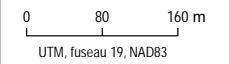
- Élévation**
- 96 m
 - 97 m
 - 100,2 m

RioTinto

Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean 2018-2027
Suivi des communautés benthiques au lac Saint-Jean - Choix des sites 2021

Carte 5 Localisation des sites d'inventaire proposés pour le golf de Saint-Prime

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



UTM, fuseau 19, NAD83

Juillet 2021

*Préparation : L. Bouchard
 Dessin : C. Fortin
 Approbation : L. Bouchard
 201_08448_00_nL_c5_site_golf_stprime_wspb_210716.mxd*



ANNEXE A Caractéristiques des sites

Tableau 1. Caractéristiques du site « exposé » au rechargement de plage en lac à Saint-Henri-de-Taillon et des sites témoins potentiels pour 2021 en remplacement de TRPL2

Site	Borne inamovible	Secteur	Municipalité	Type de travaux	Distance linéaire prévue pour les travaux (m)	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
88.15.01 ERPL	11 à 17	Rivière Taillon	Saint-Henri-de-Taillon	Rechargement de plage en lac	200 m	2019	Rechargement de sable (étude en cours)	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 où ont eu lieu les travaux par la SÉPAQ à l'hiver 2021– Saint-Henri-de-Taillon</i>																	
TRPL2	-	Parc national de la Pointe-Taillon	Saint-Henri-de-Taillon	-	-	Avant 2018	Brise-lames et rechargement de sable à l'ouest du site (> 2 km), épis construits entre 2008 et 2018 à environ 165 m à l'ouest	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
<i>Nouveau site témoin potentiel – Saint-Henri-de-Taillon</i>																	
TRPL2b	-	Parc national de la Pointe-Taillon	Saint-Henri-de-Taillon	-	-	Avant 2018	Brise-lames et rechargement de sable à l'ouest du site, épis construits entre 2008 et 2018 à l'est	Nulle	Non, rivière Taillon à > 1 km au sud-est	Forestier et tourbière	Exposé aux vagues, talus sablonneux	Sable	Aucune	Nord-Est	Dérive littorale vers le sud	Non	Faible

Tableau 2. Caractéristiques des sites des travaux prévus en 2021-2022 au golf de Saint-Prime et des sites témoins retenus pour un nouvel empiérement en embouchure de rivière

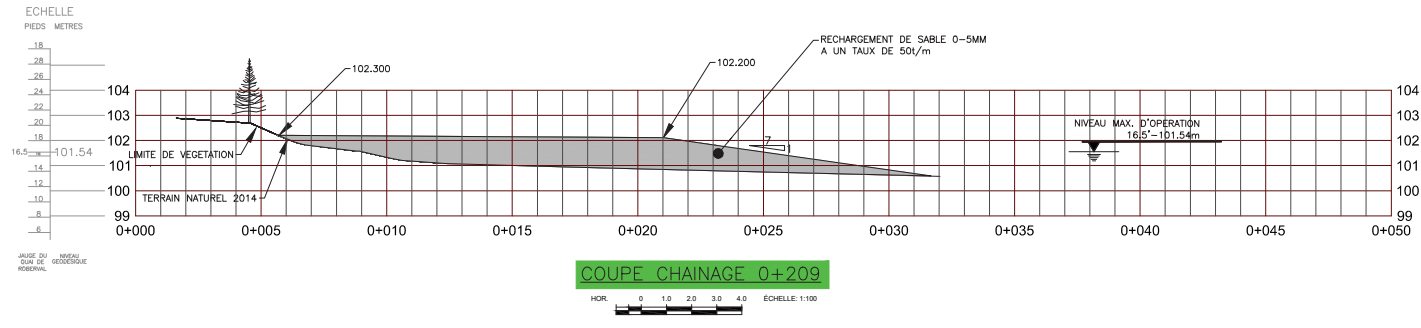
Site	Borne inamovible	Secteur	Municipalité	Type de travaux	Distance linéaire prévue pour les travaux (m)	Date des derniers travaux réalisés	Description des derniers travaux réalisés à proximité	Densité d'habitations dans le secteur immédiat	Présence de cours d'eau permanent dans un rayon de 500 m	Type 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>																	
2004.08.01 EPVR	-	Golf Saint-Prime sur le lac	Saint-Prime	Prolongement d'un perré avec technique végétale	120	2004	Perré avec technique végétale (mixte) sur > 70 m (accolé à la zone)	Faible, quelques maisons	Oui, rivière aux Iroquois	Villégiature et golf	Exposé aux vagues, talus forestier	Sable grossier	Aucune, à confirmer	Ouest	En lien avec la rivière Ashuapmushuan	Non	Faible
<i>Sites témoins – Golf de Saint-Prime</i>																	
-	-	Domaine-Martel	Saint-Prime	-	-	Site témoin à l'embouchure de rivière à la Chasse. Non retenu, car problématique d'ensablement et d'érosion dans la baie.											
TPVR1	-	Domaine-Lamontagne	Saint-Prime	-	-	1989	Perré neuf (à proximité)	Faible	Oui, ruisseau Paquette-Allard et rivière Ashuapmushuan	Villégiature, forestier et agricole	Exposé aux vagues, talus forestier	Sable grossier	Aucune, à confirmer	Ouest	En lien avec la rivière Ashuapmushuan	Non	Faible
TPVR2	-	Golf Saint-Prime sur le lac	Saint-Prime	-	-	1988	Perré (digue) protection de marais (accolé à la zone)	Nulle	Non, mais rivière Ashuapmushuan à environ 600 m au nord	Golf	Exposé aux vagues, talus forestier et golf	Sable grossier	Aucune, à confirmer	Ouest	En lien avec la rivière Ashuapmushuan	Non	Faible
TRPR1	-	Île Sauvage	Saint-Prime limite TNO aquatique de la MRC du Domaine-du-Roy	-	-	Aucun	Aucun	Nulle	Non, mais dans la rivière Ashuapmushuan	Forestier	Exposé aux vagues, talus sablonneux	Sable grossier	Aucune	Nord-Ouest	En lien avec la rivière Ashuapmushuan	Non	Faible
TRPR2	-	Chemin de la Pointe	Saint-Félicien	-	-	1995	Empiement 25-150 mm	Moyenne en rive, nulle ailleurs	Non, mais dans la rivière Ashuapmushuan	Villégiature et forestier	Exposé aux vagues, talus sablonneux	Sable grossier	Aucune	Nord-Ouest	En lien avec la rivière Ashuapmushuan	Non	Faible
TRPR3	-	Île Michel-Ange	Saint-Prime et TNO aquatique de la MRC du Domaine-du-Roy (Saint-Félicien)	-	-	Aucun	Aucun	Nulle	Non, mais dans la rivière Ashuapmushuan	Forestier	Exposé aux vagues, talus sablonneux	Sable grossier	Aucune	Nord-Ouest	En lien avec la rivière Ashuapmushuan	Non	Faible

Les sites marqués d'une trame orangée sont issus du suivi de rechargement de plage en rivière de Saint-Prime débuté en 2019.

ANNEXE

E

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
LEGENDE							
---			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 0.30 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 REPÈRE

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 Ma02017_22005-NO.ecw
2.2 RELIEVE BATHYMETRIQUE: 2014
2.3 RELIEVE 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-L'ENTREPRENEUR EST RESPONSABLE D'IMPLANter LES REPÈRES 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 TE LEGER PEINT VERT
25mmX25mmX2.1m @ 3.05m c/c
 - 11-LE NIVELLEMENT DES MATERIAUX EST PREVU AU PRINTEMPS 2019

A	2018/08	PRELIMINAIRE	NORDA															
B	2018/10	DEFINITIF	NORDA															
C	2018/10	POUR APPEL D'OFFRE	NORDA															

No	DATE	BUT & DISTRIBUTION	EMETTEUR	No DE DESSINS	TITRE CONCIS	REV.	DATE	OBJET DE LA REVISION	No PROJET	RESSOURCE	DESSINE	DEMANDEUR	INGENIEUR	No CIO
CE PLAN REPRESENT LE TRAVAIL ORIGINAL ET/OU REVISE DES INTERVENANTS INSCRITS DANS LE CARTOUCHE														

SCHEAU CONCEPTEUR ORIGINAL

SCHEAU CONCEPTEUR
Guillaume Massé

SCHEAU CONCEPTEUR
40210 2018-07-10

SCHEAU DE REVISION

NOM ET/OU SIGLE DU CONSULTANT CONCEPTEUR
NORDA STELO
N/D: 116888.001

APPROBATION ADMINISTRATIVE
Caroline Jolette 2018-07-10

REPRESENTANT D'USINE

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

CONCEPTEUR
G.Masse Ing. 2018-07-10

DESIGNER
S.Lavoie Tech. 2018-07-10

VERIFICATEUR
G.Masse Ing. 2018-07-10

INDIQUEE

SCHEAU

ANNEXE

F

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

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 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. 4rd 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	TRPL2	TRPL2	TRPL2	TRPL2	TRPL2	TRPL2	TRPL3	TRPL3		
																PF 6	PF 7	PF 8	PF 9	PF 10	MI1		MI2	
PORIFERA	Spongillidae							C						C										
NEMATODA		2	1	1	1														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																					2	
	Hirudinea																							
	Glossiphoniidae																							
CHELICERATA	Arachnida																							
	Acari																							
	Arrenuridae																							
	Hygrobatidae	1																1						
	Lebertidae																							
	Limnesiidae	1																						
	Mideopsidae																						1	
ARTHROPODA	Crustacea																							
	Cladocera (zooplanctoniques)				1	2	1																	
	Copepoda (zooplanctoniques)	2				3																		
	Ostracoda																							
	Insecta																							
	Ephemeroptera																							
	Caenidae																							
	Baetiscidae				1																			
	Ephemerellidae																							
	Metretopodidae																							
	Trichoptera																							
	Hydropsychidae																							
	Hydroptilidae																							
	Leptoceridae								1	5		2		4	1	2	2					1		
	Molannidae														1			2						
	Philopotamidae																							
	Phryganeidae																						1	
	Diptera																							
	Nematocera																							
	Ceratopogonidae	1																						
	Chironomidae (larves)	57	13						1	7		5			2	2		1				3	4	6
	Chironomidae (pupes)																							
	Brachycera																							
	Empididae																							

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

Tableau 2.															
x															
Taxon		TRPL3 MI3	TRPL3 MI4	TRPL3 MI5	TRPL3 MS 1	TRPL3 MS 2	TRPL3 MS 3	TRPL3 MS 4	TRPL3 MS 5	TRPL3 PF 1	TRPL3 PF 2	TRPL3 PF 3	TRPL3 PF 4	TRPL3 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
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 μm . Les fractions grossières retenues par les tamis de 4000 et 2000 μm ont été triées en totalité à l'aide d'une loupe éclairante. Pour ce qui est des fractions plus fines (1000 et 500 μm), 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 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 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. 4rd 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).

Échantillon	Station	% de sous-échantillonnage
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 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
Total dans l'échantillon	100	631	-	-
Erreur absolue (moyenne du sous-échantillon)	-	-	-	5,2

* 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).

Taxon	No de fiole
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
NEMERTEA					
	Tetrastemmatidae	37	x		
MOLLUSCA					
	Gastropoda				
	Hydrobiidae	32	x		
	Pianorbidae	33	x		
	Valvatidae	34	x		
ARTHROPODA					
Chelicerata					
Arachnida					
Acan					
Prostigmata					
	Oxidae	35	x		
	Unionicoidae	36	x		
Insecta					
Odonata					
	Cordulidae	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					

B. Therrien

Tableau 5

Données relatives à l'abondance par échantillon des organismes benthiques récoltés au Lac St-Jean en 2019

Taxon		No échantillon Station Fraction	BEN013 ERPR PF1 1/2	BEN014 ERPR PF2	BEN015 ERPR PF3	BEN016 ERPR PF4	BEN017 ERPR PF5	BEN018 ERPR MI1	BEN019 ERPR MI2	BEN020 ERPR MI3	BEN021 ERPR MI4	BEN022 ERPR MI5	BEN023 TRPL1 PF1	BEN024 TRPL1 PF2	BEN025 TRPL1 PF3	BEN026 TRPL1 PF4	BEN027 TRPL1 PF5
EMBRANCHEMENT		FAMILLE															
PORIFERA		Spongillidae	C							C							
NEMATODA						1				12	6	6			2		
NEMERTEA		Tetrastemmatidae															
MOLLUSCA		Bivalvia															
		Unionidae	1														
		Sphaeriidae	27	10	4	11	22	117	77	94	129	16	12	9	4	10	25
	Gastropoda	Hydrobiidae	1				5		3	2	3	2					
		Valvatidae						12	10	1	2	9					
		Planorbidae															
ANNELIDA		Oligochaeta															
		Naididae															
		Lumbriculidae	1				3		19	2	24						2
		Tubificidae	2	3	3		7	259	395	155	102	174	1	3	6		8
CHELICERATA		Arachnida															
		Acari															
		(abîmés)															
		Arrenuridae										3					
		Hygrobatidae															
		Lebertiidae												1		1	
		Limnesiidae						5	4								
		Mideopsidae			2												
		Unionicolidae															
		Oxidae															
ARTHROPODA		Crustacea															
		Cladocera (zooplanctoniques)								6					12		4
		Copepoda (zooplanctoniques)															
		Ostracoda															
	Insecta	Odonata															
		Gomphidae															
		Corduliidae															
		Megaloptera															
		Sialidae															
	Ephemeroptera	(abîmés)															
		Caenidae						3	8	6	3						
		Baetiscidae															
		Metretopodidae															
		Ephemeridae						2		4	3	2					1
		Leptophlebiidae															
	Trichoptera	Hydroptilidae					1										
		Leptoceridae	3			1		8	4	12	3		3	1	2	3	
		Molannidae	1					2	2	3				1			
		Phryganeidae							1	1				1			
		Dipseudopsidae				1	2	8			12	2					
		Polycentropodidae								4		1					
	Diptera																
	Nematocera	Ceratopogonidae	4	1		1		1		6	3	5		1			
		Chironomidae (larves)	19	21	2	7	20	185	420	143	164	46	2	5	3	1	2
		Chironomidae (pupes)												1			1
	Coleoptera	Elmidae															
	Lepidoptera	Crambidae															
	Hemiptera	Corixidae															1

C = Colonie A. o. = aucun organisme

Tableau 5 Données relatives à l'abondance par échantillon des organismes benthiques récoltés au Lac St-Jean en 2019 (suite)

No échantillon			BEN028	BEN029	BEN030	BEN031	BEN032	BEN033	BEN034	BEN035	BEN036	BEN037	BEN038	BEN039	BEN040	BEN041	BEN042	BEN043
Station			ERPL MS1	ERPL MS2	ERPL MS3	ERPL MS4	ERPL MS5	TRPL2 MI1	TRPL2 MI2	TRPL2 MI3	TRPL2 MI4	TRPL2 MI5	ERPL MI1	ERPL MI2	ERPL MI3	ERPL MI4	ERPL MI5	TRPL1 PF6
Fraction																		
Taxon	FAMILLE																	
EMBRANCHEMENT	FAMILLE																	
PORIFERA	Spongillidae																	
NEMATODA																		
NEMERTEA	Tetrastemmatidae																	
MOLLUSCA	Bivalvia	Unionidae								1	1							
		Sphaeriidae	5						2	1	1	2	3		1	2	2	2
	Gastropoda	Hydrobiidae																
		Valvatidae																
		Planorbidae																
ANNELIDA	Oligochaeta	Naididae																
		Lumbriculidae																
		Tubificidae						1	1									2
CHELICERATA	Arachnida	(abîmés)																
		Arrenuridae																
		Hygrobatidae																
		Lebertiidae																
		Limnesiidae																
		Mideopsidae																
		Unionicolidae																
		Oxidae																
ARTHROPODA	Crustacea	Cladocera (zooplanctoniques)						15	29	10	5	14				1	1	1
		Copepoda (zooplanctoniques)																
		Ostracoda									1							
	Insecta	Odonata																
		Gomphidae																
		Corduliidae																
	Megaloptera	Sialidae																
	Ephemeroptera	(abîmés)																
		Caenidae																
		Baetiscidae																
		Metretopodidae																
		Ephemeridae																
		Leptophlebiidae																
	Trichoptera	Hydroptilidae																
		Leptoceridae												1				
		Molannidae																
		Phryganeidae																
		Dipseudopsidae																
		Polycentropodidae																
	Diptera	Ceratopogonidae							1	3	6	3	1	10	5	2	1	
	Nematocera	Chironomidae (larves)	2	2	1	5	5	4	29	7	18	2	5	28	5	5	1	
		Chironomidae (pupes)																
	Coleoptera	Elmidae																
	Lepidoptera	Crambidae																
	Hemiptera	Corixidae																

C = Colonie A. o. = aucun organisme

Tableau 5 Données relatives à l'abondance par échantillon des organismes benthiques récoltés au Lac St-Jean en 2019 (suite)

Taxon			No échantillon	BEN044	BEN045	BEN046	BEN047	BEN048	BEN049	BEN050	BEN051	BEN052	BEN053	BEN054	BEN055	BEN056	BEN057	BEN058
Station			TRPL1 PF7	TRPL1 PF8	TRPL1 PF9	TRPL1 PF10	ERPL PF6	ERPL PF7	ERPL PF8	ERPL PF9	ERPL PF10	TRPL2 MS1	TRPL2 MS2	TRPL2 MS3	TRPL2 MS4	TRPL2 MS5	TRPR MS1	
Fraction																		
FAMILLE																		
EMBRANCHEMENT																		
PORIFERA			Spongillidae															
NEMATODA																		
NEMERTEA			Tetrastemmatidae															
MOLLUSCA																		
Bivalvia			Unionidae															
			Sphaeriidae															
Gastropoda			Hydrobiidae															
			Valvatidae															
			Planorbidae															
ANNELIDA																		
Oligochaeta			Naididae															
			Lumbriculidae															
			Tubificidae															
CHELICERATA																		
Arachnida			Acari															
			(abîmés)															
			Arrenuridae															
			Hygrobatidae															
			Lebertiidae															
			Limnesiidae															
			Mideopsidae															
			Unionicolidae															
			Oxidae															
ARTHROPODA																		
Crustacea			Cladocera (zooplanctoniques)															
			Copepoda (zooplanctoniques)															
			Ostracoda															
Insecta			Odonata															
			Gomphidae															
			Corduliidae															
			Megaloptera															
			Sialidae															
			Ephemeroptera															
			(abîmés)															
			Caenidae															
			Baetiscidae															
			Metretopodidae															
			Ephemeridae															
			Leptophlebiidae															
			Trichoptera															
			Hydroptilidae															
			Leptoceridae															
			Molannidae															
			Phryganeidae															
			Dipseudopsidae															
			Polycentropodidae															
Diptera																		
Nematocera			Ceratopogonidae															
			Chironomidae (larves)															
			Chironomidae (pupes)															
Coleoptera			Elmidae															
Lepidoptera			Crambidae															
Hemiptera			Corixidae															

C = Colonie A. o. = aucun organisme

Tableau 5 Données relatives à l'abondance par échantillon des organismes benthiques récoltés au Lac St-Jean en 2019 (suite)

Taxon		No échantillon Station Fraction	BEN059 TRPR MS2	BEN060 TRPR MS3	BEN061 TRPR MS4	BEN062 TRPR MS5	BEN063 ERPR MS1	BEN064 ERPR MS2	BEN065 ERPR MS3	BEN066 ERPR MS4	BEN067 ERPR MS5	BEN068 TRPR1 PF1	BEN069 TRPR1 PF2	BEN070 TRPR1 PF3	BEN071 TRPR1 PF4	BEN072 TRPR1 PF5	BEN073 TRPR3 MS1
EMBRANCHEMENT		FAMILLE															
PORIFERA		Spongillidae															
NEMATODA			5		2	1	5	8	9	4	5			1	1	1	
NEMERTEA		Tetrastemmatidae															
MOLLUSCA		Bivalvia											1	1		1	
		Unionidae															
		Sphaeriidae	64	61	108	24	106	26	31	44	54	34		5	1	3	7
		Gastropoda															
		Hydrobiidae					1		5	4							
		Valvatidae	9	21	37	33	54	22	61	21	18	1					
		Planorbidae															
ANNELIDA		Oligochaeta															
		Naididae															
		Lumbriculidae				2		7				1				1	
		Tubificidae	1	1	2		243	29	27	28	73	2			4		
CHELICERATA		Arachnida															
		Acari															
		(abîmés)															
		Arrenuridae							1	1	1						
		Hygrobatidae								1							
		Lebertiidae			2						1	1					
		Limnesiidae	2							1		1					
		Mideopsidae			1				1					1	1		
		Unionicolidae															
		Oxidae							1		1						
ARTHROPODA		Crustacea															
		Cladocera (zooplanctoniques)					3			5		1				2	
		Copepoda (zooplanctoniques)															
		Ostracoda															
		Insecta															
		Odonata															
		Gomphidae															
		Corduliidae	1				3										
		Megaloptera															
		Sialidae															
		Ephemeroptera				1			1								
		(abîmés)															
		Caenidae					3	13	1	4	2						
		Baetiscidae						1									
		Metretopodidae															
		Ephemeridae															
		Leptophlebiidae															
		Trichoptera															
		Hydroptilidae				1											
		Leptoceridae	3		2	2	1		1	4	2	3	3		5	2	1
		Molannidae						1									
		Phryganeidae				1		1									
		Dipseudopsidae											1				
		Polycentropodidae					1										
		Diptera															
		Nematocera															
		Ceratopogonidae	3	1			8	5	7	5		2	1				
		Chironomidae (larves)	139	38	81	51	203	224	108	182	101	13	11	9	21	10	3
		Chironomidae (pupes)	3		3	1	1	1									
		Coleoptera															
		Elmidae					2										
		Lepidoptera															
		Crambidae															
		Hemiptera															
		Corixidae															

C = Colonie A. o. = aucun organisme

Tableau 5 Données relatives à l'abondance par échantillon des organismes benthiques récoltés au Lac St-Jean en 2019 (suite)

Taxon			No échantillon Station Fraction	BEN074 TRPR3 MS2	BEN075 TRPR3 MS3	BEN076 TRPR3 MS4	BEN077 TRPR3 MS5	BEN078 TRPR2 PF1	BEN079 TRPR2 PF2	BEN080 TRPR2 PF3	BEN081 TRPR2 PF4	BEN082 TRPR2 PF5	BEN083 TRPR3 MI1	BEN084 TRPR3 MI2	BEN085 TRPR3 MI3	BEN086 TRPR3 MI4	BEN087 TRPR3 MI5	BEN088 TRPR1 MI1
EMBRANCHEMENT			FAMILLE															
PORIFERA			Spongillidae															C
NEMATODA															2		1	5
NEMERTEA			Tetrastemmatidae															
MOLLUSCA			Bivalvia												1	3	1	1
			Unionidae															
			Sphaeriidae	28	20	11	41	14		5	23	1	24	18	13	39	51	2
			Gastropoda															
			Hydrobiidae							1			2		4	7	4	3
			Valvatidae	4	1	1	13						13	14	25	11	20	17
			Planorbidae												1			
ANNELIDA			Oligochaeta															
			Naididae												1			2
			Lumbriculidae										1	2			3	2
			Tubificidae										3	1	1	4	20	4
CHELICERATA			Arachnida															
			Acari															
			(abîmés)															1
			Arrenuridae															
			Hygrobatidae															
			Lebertiidae							1		1	1		1			
			Limnesiidae									2	1	1				
			Mideopsidae	1					4									
			Unionicolidae															
			Oxidae															
ARTHROPODA			Crustacea											5	2		1	2
			Cladocera (zooplanctoniques)															
			Copepoda (zooplanctoniques)										1					
			Ostracoda															
			Insecta															
			Odonata															
			Gomphidae				1								2			
			Corduliidae										2					
			Megaloptera														1	5
			Sialidae															
			Ephemeroptera															
			(abîmés)	1	1										4			
			Caenidae										2	4	1	3	2	
			Baetiscidae															
			Metretopodidae										2					
			Ephemeridae										35	15	6	1	1	1
			Leptophlebiidae												1			
			Trichoptera															
			Hydroptilidae														1	
			Leptoceridae	1	2			5	8	10	7	4	4	7	26	14	7	3
			Molannidae		1								2				1	
			Phryganeidae															1
			Dipseudopsidae							1								
			Polycentropodidae												5		1	
			Diptera															
			Nematocera															
			Ceratopogonidae	1	8	1	3					1	16	12	17	13	21	6
			Chironomidae (larves)	2	9	7	6	7	1	5	2		35	31	51	45	98	169
			Chironomidae (pupes)													1	4	3
			Coleoptera															
			Elmidae															
			Lepidoptera															2
			Crambidae															
			Hemiptera															
			Corixidae															

C = Colonie A. o. = aucun organisme

Tableau 5 Données relatives à l'abondance par échantillon des organismes benthiques récoltés au Lac St-Jean en 2019 (suite)

Taxon		No échantillon Station Fraction	BEN089 TRPR1 MI2	BEN090 TRPR1 MI3	BEN091 TRPR1 MI4	BEN092 TRPR1 MI5	BEN093 TRPR2 MS1	BEN094 TRPR2 MS2	BEN095 TRPR2 MS3	BEN096 TRPR2 MS4	BEN097 TRPR2 MS5	BEN098 TRPR3 PF1	BEN099 TRPR3 PF2	BEN100 TRPR3 PF3	BEN101 TRPR3 PF4	BEN102 TRPR3 PF5
EMBRANCHEMENT		FAMILLE														
PORIFERA		Spongillidae														
NEMATODA			9	6	1		1	2		1	5	1				
NEMERTEA		Tetrastemmatidae														
MOLLUSCA		Bivalvia														
		Unionidae														
		Sphaeriidae	48	3	3	13	2			8	8	11	2	5	18	49
		Gastropoda														
		Hydrobiidae				2	82	5	1							
		Valvatidae	12	3	10	13	29	7	18	28	25					
		Planorbidae				3										
ANNELIDA		Oligochaeta														
		Naididae														
		Lumbriculidae	22	3		5		1								
		Tubificidae	192	81	2	11	1									
CHELICERATA		Arachnida														
		Acari														
		(abîmés)														
		Arrenuridae	3			1										
		Hygrobatidae									1					
		Lebertiidae								1						
		Limnesiidae			1	4	2	2			3		2	1	1	1
		Mideopsidae												1		
		Unionicolidae														
		Oxidae														
ARTHROPODA		Crustacea														
		Cladocera (zooplanctoniques)				3				1	1	1				
		Copepoda (zooplanctoniques)														
		Ostracoda														
		Insecta														
		Odonata														
		Gomphidae	1													
		Corduliidae						1								
		Megaloptera														
		Sialidae														
		Ephemeroptera														
		(abîmés)														
		Caenidae	15	1		1	1		3							
		Baetiscidae														
		Metretopodidae					1									
		Ephemeridae					10	8	5	18	20					
		Leptophlebiidae														
		Trichoptera														
		Hydroptilidae														
		Leptoceridae	16	4		8		1	1		2	4	1	2		
		Molannidae		1			1									3
		Phryganeidae						1	2	2						
		Dipseudopsidae	6													
		Polycentropodidae														
		Diptera														
		Nematocera														
		Ceratopogonidae	24	3	2	3	2	2		1	5	5			1	1
		Chironomidae (larves)	965	190	87	92	104	23	35	61	24	38	4	1	7	9
		Chironomidae (pupes)			2	2										
		Coleoptera														
		Elmidae														
		Lepidoptera														
		Crambidae	3	1												
		Hemiptera														
		Corixidae														

C = Colonie A. o. = aucun organisme

Tableau 5 Données relatives à l'abondance par échantillon des organismes benthiques récoltés au Lac St-Jean en 2019 (suite)

Taxon		No échantillon Station Fraction	BEN103 TRPR2 MI1	BEN104 TRPR2 MI2	BEN105 TRPR2 MI3	BEN106 TRPR2 MI4	BEN107 TRPR2 MI5	BEN108 TRPL3 MS1	BEN109 TRPL3 MS2	BEN110 TRPL3 MS3	BEN111 TRPL3 MS4	BEN112 TRPL3 MS5	BEN113 TRPL3 MI1	BEN114 TRPL3 MI2	BEN115 TRPL3 MI3	BEN116 TRPL3 MI4	BEN117 TRPL3 MI5
EMBRANCHEMENT		FAMILLE									A. o.	A. o.					
PORIFERA		Spongillidae															
NEMATODA							1										1
NEMERTEA		Tetrastemmatidae			4		1										
MOLLUSCA		Bivalvia															
		Unionidae			2		1										
		Sphaeriidae	12	126	59	71	57										
	Gastropoda	Hydrobiidae	21	86	8	11	16										
		Valvatidae	78	46	48	32	44										
		Planorbidae	3	1	1		3										
ANNELIDA		Oligochaeta															
		Naididae															
		Lumbriculidae		3	10		5										
CHELICERATA		Arachnida															
		Acari															
		(abîmés)															
		Arrenuridae															
		Hygrobatidae															
		Lebertiidae															
		Limnesiidae	1														
		Mideopsidae		1													
		Unionicolidae		2													
		Oxidae															
ARTHROPODA		Crustacea															
		Cladocera (zooplanctoniques)			1	2	1			1							
		Copepoda (zooplanctoniques)															
		Ostracoda															
	Insecta	Odonata															
		Gomphidae		1													
		Corduliidae		3	2		1										
	Megaloptera	Sialidae															
	Ephemeroptera	(abîmés)															
		Caenidae		4													
		Baetiscidae															
		Metretopodidae		1													
		Ephemeridae	3	4													
		Leptophlebiidae															
	Trichoptera	Hydroptilidae															
		Leptoceridae	4	12	3		9										
		Molannidae		2													
		Phryganeidae	1	1	1												
		Dipseudopsidae															
		Polycentropodidae															
	Diptera																
	Nematocera	Ceratopogonidae		1			2		4	1			5			1	2
		Chironomidae (larves)	13	21	1	6	4	2	1			3	2	13	9	1	
		Chironomidae (pupes)		1													
	Coleoptera	Elmidae															
	Lepidoptera	Crambidae															
	Hemiptera	Corixidae															

C = Colonie A. o. = aucun organisme

Tableau 5 Données relatives à l'abondance par échantillon des organismes benthiques récoltés au Lac St-Jean en 2019 (suite)

No échantillon			BEN118	BEN119	BEN120	BEN121	BEN122	BEN123	BEN124	BEN125	BEN126	BEN127	BEN128	BEN129	BEN130	BEN131	BEN132	
Station			TRPL3 PF1	TRPL3 PF2	TRPL3 PF3	TRPL3 PF4	TRPL3 PF5	TRPL1 MS1	TRPL1 MS2	TRPL1 MS3	TRPL1 MS4	TRPL1 MS5	TRPL1 MI1	TRPL1 MI2	TRPL1 MI3	TRPL1 MI4	TRPL1 MI5	
Fraction																		
Taxon	FAMILLE																	
EMBRANCHEMENT	Spongillidae																	
PORIFERA	Spongillidae																	
NEMATODA																		
NEMERTEA	Tetrastemmatidae																	
MOLLUSCA	Bivalvia	Unionidae	1	2	1		1											
		Sphaeriidae	14	20	25	12	37		2									
	Gastropoda	Hydrobiidae																
		Valvatidae																
		Planorbidae																
ANNELIDA	Oligochaeta	Naididae																
		Lumbriculidae	1		1		2											
		Tubificidae	28	6	11	9	73											
CHELICERATA	Arachnida	Acari	(abîmés)															
		Arrenuridae																
		Hygrobatidae			1													
		Lebertiidae																
		Limnesiidae																
		Mideopsidae																
		Unionicolidae																
		Oxidae																
ARTHROPODA	Crustacea	Cladocera (zooplanctoniques)	1	1	6	1	5						1	2	1	1	1	
		Copepoda (zooplanctoniques)		1	1									1		1		
		Ostracoda																
	Insecta	Odonata	Gomphidae															
			Corduliidae															
		Megaloptera	Sialidae															
		Ephemeroptera	(abîmés)															
			Caenidae															
			Baetiscidae															
			Metretopodidae															
			Ephemeridae															
			Leptophlebiidae															
		Trichoptera	Hydroptilidae															
			1	3	3	3	5											
			Leptoceridae															
			Molannidae															
			Phryganeidae															
			Dipseudopsidae															
			Polycentropodidae															
		Diptera																
		Nematocera	Ceratopogonidae															
			1	4	4		4											
			3	2	11	1	6			1		2	3	1				
			Chironomidae (larves)															
			Chironomidae (pupes)															
		Coleoptera	Elmidae															
		Lepidoptera	Crambidae															
		Hemiptera	Corixidae															

C = Colonie A. o. = aucun organisme



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
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 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 μm . Les fractions grossières retenues par les tamis de 4000 et 2000 μm ont été triées en totalité à l'aide d'une loupe éclairante. Pour ce qui est des fractions plus fines (1000 et 500 μm), 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 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 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. 4rd 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).

Échantillon	Station	% de sous-échantillonnage
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 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
Total dans l'échantillon	100	106	-	-
Erreur absolue (moyenne du sous-échantillon)	-	-	-	1.6
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).

Taxon	No de fiole
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 correcte	Identification 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

Tableau 5

Données relatives à l'abondance par échantillon des organismes benthiques récoltés au Lac St-Jean en 2020

		No échantillon		BEN226	BEN227	BEN228	BEN229	BEN230	BEN231	BEN232	BEN233	BEN234	BEN235	BEN236	BEN237	BEN238	BEN239	BEN240	BEN241	BEN242	BEN243	
		Station		ERPL MS1	ERPL MS2	ERPL MS3	ERPL MS4	ERPL MS5	ERPL MI1	ERPL MI2	ERPL MI3	ERPL MI4	ERPL MI5	ERPL PF6	ERPL PF7	ERPL PF8	ERPL PF9	ERPL PF10	TRPL1 MS1	TRPL1 MS2	TRPL1 MS3	
Taxon	Fraction			T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
Embranchement	FAMILLE																					
PORIFERA	Demospongiae	Haplosclerida	Spongillidae	C																	Aucun organisme	
PLATYHELMINTHES	Trepaxonemata	Neophora	Dugesidae																			
NEMERTEA	Enopla	Hoplonemertea	Tetrastemmatidae																			
NEMATODA															1	1	2	1				
BRYOZOA	Phylactolaemata	Plumatellida	Cristatellidae																			
			Pectinatellidae																			
ANNELIDA	Clitellata	Tubificida	Naididae											1	1	3	1	4				
		Lumbriculida	Enchytraeidae																			
			Lumbriculidae											3								
MOLLUSCA	Bivalvia	Unionoida	Unionidae												1		2					
		Veneroida	Pisidiidae	1	1	1	3	1	1	2				4	2	21	15	11				
	Gastropoda	Neotaenioglossa	Hydrobiidae																			
		Basommatophora	Lymnaeidae																			
			Planorbidae																			
			Valvatidae																			
ARTHROPODA	Chelicerata																					
	Euchelicerata	Trombidiformes	Arrenuridae																			
			Hygrobatidae																			
			Lebertiidae																			
			Limnesiidae	1																		
			Mideopsidae																			
			Oxidae																			
	Crustacea																					
	Brachiopoda	Diplostraca	Cladocera																			
			Daphniidae		1						1	1	4									
	Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae				1															
	Malacostraca	Isopoda	Asellidae																			
	Hexapoda																					
	Insecta	Odonata	Corduliidae																			
			Gomphidae																			
		Plecoptera	Perlodidae																			
		Ephemeroptera																				
			Caenidae																			
			Baetiscidae																			
			Ephemeridae																			
			Heptageniidae																			
		Megaloptera	Sialidae																			
		Trichoptera																				
			Hydroptilidae																			
			Leptoceridae			1								1	2	6	3	3			1	
			Molannidae												1	2						
			Dipseudopsidae																			
			Polycentropodidae																			
		Diptera	Nematocera																			
			Ceratopogonidae							1												
			Chironomidae (larves)		2	1	2	3	14	6	6		2	8	2	4	8	4				
			Chironomidae (pupes)															1				
			Brachycera																			
			Empididae																			
			Tabanidae																			
		Coleoptera	Elmidae																			

C=Colonie

Tableau 5 Données relatives à l'abondance par échantillon des organismes benthiques récoltés au Lac St-Jean en 2020 (suite)

		No échantillon		BEN244	BEN245	BEN246	BEN247	BEN248	BEN249	BEN250	BEN251	BEN252	BEN253	BEN254	BEN255	BEN256	BEN257	BEN258	
		Station		TRPL1 MS4	TRPL1 MS5	TRPL1 MI1	TRPL1 MI2	TRPL1 MI3	TRPL1 MI4	TRPL1 MI5	TRPL1 PF1	TRPL1 PF2	TRPL1 PF3	TRPL1 PF4	TRPL1 PF5	TRPL2 MS1	TRPL2 MS2	TRPL2 MS3	
Taxon	Fraction			T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
Embranchement		FAMILLE																	
PORIFERA	Demospongiae	Haplosclerida	Spongillidae	Aucun organisme	Aucun organisme				Aucun organisme										C
PLATYHELMINTHES	Trepaxonemata	Neophora	Dugesidae																
NEMERTEA	Enopla	Hoplonemertea	Tetrastemmatidae																
NEMATODA																			
BRYOZOA	Phylactolaemata	Plumatellida	Cristatellidae								1				2				
			Pectinatellidae																
ANNELIDA	Clitellata	Tubificida	Naididae									3			9				
		Lumbriculida	Enchytraeidae																
			Lumbriculidae								1		6		6				
MOLLUSCA	Bivalvia	Unionoida	Unionidae																
		Veneroida	Pisidiidae							1	10	7	11	4	9	27	39	30	
	Gastropoda	Neotaenioglossa	Hydrobiidae																
		Basommatophora	Lymnaeidae																
			Planorbidae																
			Valvatidae																
ARTHROPODA	Chelicerata																		
	Euchelicerata	Trombidiformes	Arrenuridae																
			Hygrobatidae													3	1	21	
			Lebertiidae																
			Limnesiidae									1							18
			Mideopsidae																
			Oxidae																
	Crustacea																		
	Brachiopoda	Diplostraca	Cladocera																
			Daphniidae			4		2		1	2	1							
	Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae			1													
	Malacostraca	Isopoda	Asellidae												1				
	Hexapoda																		
	Insecta	Odonata	Corduliidae																
			Gomphidae																
		Plecoptera	Perlodidae																
		Ephemeroptera																	
			Caenidae																
			Baetiscidae																
			Ephemeridae																3
			Heptageniidae																
		Megaloptera	Sialidae																
		Trichoptera																	
			Hydroptilidae																
			Leptoceridae								2	1	2	1	2	4		84	
			Molannidae												1				
			Dipseudopsidae																
			Polycentropodidae																
		Diptera	Nematocera																
			Ceratopogonidae																3
			Chironomidae (larves)			1	1	2			1		2			1	2	12	
			Chironomidae (pupes)																
			Brachycera																
			Empididae																3
			Tabanidae																
		Coleoptera	Elmidae																

C=Colonie

Tableau 5 Données relatives à l'abondance par échantillon des organismes benthiques récoltés au Lac St-Jean en 2020 (suite)

		No échantillon		BEN259	BEN260	BEN261	BEN262	BEN263	BEN264	BEN265	BEN266	BEN267	BEN268	BEN269	BEN270	BEN271	BEN272	BEN273
		Station		TRPL2 MS4	TRPL2 MS5	TRPL2 MI1	TRPL2 MI2	TRPL2 MI3	TRPL2 MI4	TRPL2 MI5	TRPL2 PF6	TRPL2 PF7	TRPL2 PF8	TRPL2 PF9	TRPL2 PF10	TRPL3 MS1	TRPL3 MS2	TRPL3 MS3
Taxon	Fraction			T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Embranchement	FAMILLE																	
PORIFERA	Demospongiae	Haplosclerida	Spongillidae	C										C		Aucun organisme	Aucun organisme	Aucun organisme
PLATYHELMINTHES	Trepaxonemata	Neophora	DugesIIDae															
NEMERTEA	Enopla	Hoplonemertea	Tetrastemmatidae															
NEMATODA														1				
BRYOZOA	Phylactolaemata	Plumatellida	Cristatellidae															
			Pectinatellidae	C														
ANNELIDA	Clitellata	Tubificida	Naididae										3	10	16			
		Lumbriculida	Enchytraeidae															
			Lumbriculidae								2				3			
MOLLUSCA	Bivalvia	Unionoida	Unionidae										1		1			
		Veneroida	Pisidiidae	23	43	16	2	4	6	4	5	4	4	20	16			
	Gastropoda	Neotaenioglossa	Hydrobiidae															
		Basommatophora	Lymnaeidae															
			Planorbidae															
			Valvatidae															
ARTHROPODA	Chelicerata																	
	Euchelicerata	Trombidiformes	Arrenuridae															
			Hygrobatidae	15										2				
			Lebertiidae															
			Limnesiidae	15				1										
			Mideopsidae						1	1								
			Oxidae															
	Crustacea																	
	Brachiopoda	Diplostraca	Cladocera															
			Daphniidae															
	Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae															
	Malacostraca	Isopoda	Asellidae															
	Hexapoda																	
	Insecta	Odonata	Corduliidae															
			Gomphidae															
		Plecoptera	Perlodidae															
		Ephemeroptera																
			Caenidae	3														
			Baetiscidae															
			Ephemeridae															
			Heptageniidae															
		Megaloptera	Sialidae															
		Trichoptera						1										
			Hydroptilidae															
			Leptoceridae	198		2			1	3	1		1	3	1			
			Molannidae				1	2					2					
			Dipseudopsidae															
			Polycentropodidae															
		Diptera	Nematocera															
			Ceratopogonidae															
			Chironomidae (larves)	5		1	3	1	2	3			1	1				
			Chironomidae (pupes)											1				
			Brachycera															
			Empididae	3														
			Tabanidae															
		Coleoptera	Elmidae															

C=Colonie

Tableau 5

Données relatives à l'abondance par échantillon des organismes benthiques récoltés au Lac St-Jean en 2020 (suite)

No échantillon Station				BEN274 TRPL3 MS4	BEN275 TRPL3 MS5	BEN276 TRPL3 MI1	BEN277 TRPL3 MI2	BEN278 TRPL3 MI3	BEN279 TRPL3 MI4	BEN280 TRPL3 MI5	BEN281 TRPL3 PF1	BEN282 TRPL3 PF2	BEN283 TRPL3 PF3	BEN284 TRPL3 PF4	BEN285 TRPL3 PF5	BEN286 ERPR MS1	BEN287 ERPR MS2	BEN288 ERPR MS3	BEN289 ERPR MS4
Taxon	Fraction			T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Embranchement	FAMILLE																		
PORIFERA	Demospongiae	Haplosclerida	Spongillidae	Aucun organisme	Aucun organisme								C						
PLATYHELMINTHES	Trepaxonemata	Neophora	Dugesiidae																
NEMERTEA	Enopla	Hoplonemertea	Tetrastemmatidae																
NEMATODA											1	2		1	1	2	3		10
BRYOZOA	Phylactolaemata	Plumatellida	Cristatellidae																
			Pectinatellidae																
ANNELIDA	Clitellata	Tubificida	Naididae								14	17	29	34	4	1	6		27
		Lumbriculida	Enchytraeidae										1						
			Lumbriculidae								3	2	1	6	2				
MOLLUSCA	Bivalvia	Unionoida	Unionidae																
		Veneroida	Pisidiidae								26	50	29	39	24		1		11
	Gastropoda	Neotaenioglossa	Hydrobiidae													3	2		
		Basommatophora	Lymnaeidae														6	2	5
			Planorbidae													4	12	5	10
			Valvatidae																
ARTHROPODA	Chelicerata																		
	Euchelicerata	Trombidiformes	Arrenuridae														1	1	2
			Hygrobatidae														1		3
			Lebertiidae																4
			Limnesiidae								1	2							
			Mideopsidae																
			Oxidae																
	Crustacea																		
	Brachiopoda	Diplostraca	Cladocera																
			Daphniidae																
	Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae				1												
	Malacostraca	Isopoda	Asellidae																
	Hexapoda																		
	Insecta	Odonata	Corduliidae														1	1	
			Gomphidae																
		Plecoptera	Perlodidae																
		Ephemeroptera																	
			Caenidae														3		4
			Baetiscidae																
			Ephemeridae														1		3
			Heptageniidae										1						
		Megaloptera	Sialidae																
		Trichoptera																	
			Hydroptilidae																
			Leptoceridae								2	4	6	12	5		3	2	4
			Molannidae								1	1	1	3	2	1			1
			Dipseudopsidae													1			
			Polycentropodidae														1		
		Diptera	Nematocera																
			Ceratopogonidae								2		3	1	1	2	5	2	8
			Chironomidae (larves)			7	10	8	5	15	4	5	3		5	28	40	47	23
			Chironomidae (pupes)										1						
			Brachycera																
			Empididae																
			Tabanidae																
		Coleoptera	Elmidae																

C=Colonie

Tableau 5 Données relatives à l'abondance par échantillon des organismes benthiques récoltés au Lac St-Jean en 2020 (suite)

		No échantillon	Station																		
		Station	BEN290	BEN291	BEN292	BEN293	BEN294	BEN295	BEN296	BEN297	BEN298	BEN299	BEN300	BEN301	BEN302	BEN303	BEN304	BEN305	BEN306	BEN307	
			ERPR MS5	ERPR MI1	ERPR MI2	ERPR MI3	ERPR MI4	ERPR MI5	ERPR PF1	ERPR PF2	ERPR PF3	ERPR PF4	ERPR PF5	TRPR1 MS1	TRPR1 MS2	TRPR1 MS3	TRPR1 MS4	TRPR1 MS5	TRPR1 MI1	TRPR1 MI2	
Taxon	Fraction	Fraction	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
Embranchement	FAMILLE																				
PORIFERA	Demospongiae	Haplosclerida	Spongillidae		C			C	C									C	C		
PLATYHELMINTHES	Trepaxonemata	Neophora	Dugesidae																		
NEMERTEA	Enopla	Hoplonemertea	Tetrastemmatidae													1				2	
NEMATODA				11	5	10	6	16	14	1			1	4	10	3	1	2	10	7	
BRYOZOA	Phylactolaemata	Plumatellida	Cristatellidae					C												C	
			Pectinatellidae																		
ANNELIDA	Clitellata	Tubificida	Naididae	91	190	341	386	535	224	2		2	1	3	4	5		3	2	111	6
		Lumbriculida	Enchytraeidae				5	8	2						1					2	1
			Lumbriculidae																		
MOLLUSCA	Bivalvia	Unionoida	Unionidae								1										
		Veneroida	Pisidiidae	38	26	45	74	69	45	9	2	10	13	5	6	37	17	8	38		13
	Gastropoda	Neotaenioglossa	Hydrobiidae	8	2	7	7	2	9											3	1
		Basommatophora	Lymnaeidae																		
			Planorbidae				2														
			Valvatidae	23	16	3	16		1						21	49	5	26	19	2	9
ARTHROPODA	Chelicerata																				
	Euchelicerata	Trombidiformes	Arrenuridae																		1
			Hygrobatidae				2								2	1		1	2		1
			Lebertiidae	1													1	2			
			Limnesiidae										1	1	2	2	7	4	3		
			Mideopsidae			1															
			Oxidae			1	6	4													
	Crustacea																				
	Brachiopoda	Diplostraca	Cladocera																		
			Daphniidae																		
	Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae																		
	Malacostraca	Isopoda	Asellidae																		
	Hexapoda																				
	Insecta	Odonata	Corduliidae				1							1	1						
			Gomphidae			2		3													
		Plecoptera	Perlodidae													1					
		Ephemeroptera						4													
			Caenidae	10	1	2		6													
			Baetiscidae																		
			Ephemeridae	3	1	10	3	2			1		1	1			1		2		
			Heptageniidae																		
		Megaloptera	Sialidae																		
		Trichoptera																			
			Hydroptilidae																		3
			Leptoceridae	3	1	3	4	4	1	6		1		2	7	6	5	3	9	13	2
			Molannidae	4		1		5					1	1	3			3	1	1	
			Dipseudopsidae	4	8	6	9	10	14											3	3
			Polycentropodidae			3	2														
		Diptera	Nematocera																		
			Ceratopogonidae	15	1	3	6	4	6		1		1	6	5	2	2	2	10	3	
			Chironomidae (larves)	44	36	68	68	139	72	1	3	6	3	5	53	58	35	23	45	247	52
			Chironomidae (pupes)																		
			Brachycera																		
			Empididae																		
			Tabanidae	1		1															
		Coleoptera	Elmidae																		

C=Colonie

Tableau 5 Données relatives à l'abondance par échantillon des organismes benthiques récoltés au Lac St-Jean en 2020 (suite)

		No échantillon		BEN308	BEN309	BEN310	BEN311	BEN312	BEN313	BEN314	BEN315	BEN316	BEN317	BEN318	BEN319	BEN320	BEN321	BEN322	BEN323	BEN324
		Station		TRPR1 MI3	TRPR1 MI4	TRPR1 MI5	TRPR1 PF1	TRPR1 PF2	TRPR1 PF3	TRPR1 PF4	TRPR1 PF5	TRPR2 MS1	TRPR2 MS2	TRPR2 MS3	TRPR2 MS4	TRPR2 MS5	TRPR2 MI1	TRPR2 MI2	TRPR2 MI3	TRPR2 MI4
Taxon	Fraction			T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Embranchement	FAMILLE																			
PORIFERA	Demospongiae	Haplosclerida	Spongillidae	C		C	C											C		
PLATYHELMINTHES	Trepaxonemata	Neophora	Dugesidae																	
NEMERTEA	Enopla	Hoplonemertea	Tetrastemmatidae		1	2				1							1		2	2
NEMATODA				2	8	2	1		1								1	1		
BRYOZOA	Phylactolaemata	Plumatellida	Cristatellidae	C		C			C	C										
			Pectinatellidae																	
ANNELIDA	Clitellata	Tubificida	Naididae	96	3	3									1		5	1		11
		Lumbriculida	Enchytraeidae																	
			Lumbriculidae	2																2
MOLLUSCA	Bivalvia	Unionoida	Unionidae																	
		Veneroida	Pisidiidae	12	13	8	16	2		2			3	1	2		3	6	37	5
	Gastropoda	Neotaenioglossa	Hydrobiidae	1	2								2		2	2	26	6	26	27
		Basommatophora	Lymnaeidae																	
			Planorbidae													1				
			Valvatidae	5	4	7						2		1	2	2	1	4		
ARTHROPODA	Chelicerata																			
	Euchelicerata	Trombidiformes	Arrenuridae																	
			Hygrobatidae		1															
			Lebertiidae	1		1														1
			Limnesiidae	2	2	4				1							1			2
			Mideopsidae														1			
			Oxidae																	
	Crustacea																			
	Brachiopoda	Diplostraca	Cladocera																	
			Daphniidae																	
	Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae																	
	Malacostraca	Isopoda	Asellidae																	
	Hexapoda																			
	Insecta																			
		Odonata	Corduliidae															1		
			Gomphidae																	
		Plecoptera	Perlodidae												1					
		Ephemeroptera																		
			Caenidae	1																1
			Baetiscidae																	
			Ephemeridae	2	3	14	8		4	2										2
			Heptageniidae																	
		Megaloptera	Sialidae	1														1		
		Trichoptera																		
			Hydroptilidae			1														
			Leptoceridae	8	2	2	1	1										1		1
			Molannidae	1	1					1										
			Dipseudopsidae	2	1	2													1	
			Polycentropodidae																1	
		Diptera	Nematocera																	
			Ceratopogonidae	3	6	4	2		1						1					4
			Chironomidae (larves)	106	63	26	15	4	9	17	3		3	5	10				1	8
			Chironomidae (pupes)												1					
			Brachycera																	
			Empididae											1						
			Tabanidae																	
		Coleoptera	Elmidae				1													

C=Colonie

Tableau 5 Données relatives à l'abondance par échantillon des organismes benthiques récoltés au Lac St-Jean en 2020 (suite)

		No échantillon																		
		Station	BEN325	BEN326	BEN327	BEN328	BEN329	BEN330	BEN331	BEN332	BEN333	BEN334	BEN335	BEN336	BEN337	BEN338	BEN339	BEN340	BEN341	
			TRPR2 MI5	TRPR2 PF1	TRPR2 PF2	TRPR2 PF3	TRPR2 PF4	TRPR2 PF5	TRPR3 MS1	TRPR3 MS2	TRPR3 MS3	TRPR3 MS4	TRPR3 MS5	TRPR3 MI1	TRPR3 MI2	TRPR3 MI3	TRPR3 MI4	TRPR3 MI5	TRPR3 PF1	
Taxon	Fraction		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
Embranchement	FAMILLE																			
PORIFERA	Demospongiae	Haplosclerida	Spongillidae										C			C				
PLATYHELMINTHES	Trepaxonemata	Neophora	Dugesidae													1				
NEMERTEA	Enopla	Hoplonemertea	Tetrastemmatidae	8		1							1	1	10	21	25	11	28	1
NEMATODA				1									1							
BRYOZOA	Phylactolaemata	Plumatellida	Cristatellidae														C			
			Pectinatellidae																	
ANNELIDA	Clitellata	Tubificida	Naididae	5				1	1				1	2	17	8	6	5	18	
		Lumbriculida	Enchytraeidae																	
			Lumbriculidae	1											1	3	2	4	10	
MOLLUSCA	Bivalvia	Unionoida	Unionidae											1	1	1	1	1		
		Veneroida	Pisidiidae	35	4	18	2	1	6	6	16	8	13	22	40	37	69	24	125	3
	Gastropoda	Neotaenioglossa	Hydrobiidae	15								1	1	5	1	1		7	4	
		Basommatophora	Lymnaeidae																	
			Planorbidae									1	3							
			Valvatidae						2	2	3	4	5	6	1		1	2		
ARTHROPODA	Chelicerata																			
	Euchelicerata	Trombidiformes	Arrenuridae																	
			Hygrobatidae								1	2								
			Lebertiidae																	
			Limnesiidae					1		2								1		3
			Mideopsidae																	
			Oxidae																	
	Crustacea																			
	Brachiopoda	Diplostraca	Cladocera																	
			Daphniidae																	
	Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae													1				
	Malacostraca	Isopoda	Asellidae																	
	Hexapoda																			
	Insecta	Odonata	Corduliidae																	
			Gomphidae										2							
		Plecoptera	Perlodidae											1						
		Ephemeroptera																		
			Caenidae	1											9		2		4	
			Baetiscidae																	
			Ephemeridae	1	1	4	1	2					1	8	28	26	15	16	25	1
			Heptageniidae																	
		Megaloptera	Sialidae														1			
		Trichoptera																		
			Hydroptilidae																	
			Leptoceridae	1	3						2		5	1	3	9	3	2	4	
			Molannidae								2	1	1			2	1			3
			Dipseudopsidae		1			1		1						2	2	3	1	
			Polycentropodidae	1											11	3	5	4	3	
		Diptera	Nematocera																	
			Ceratopogonidae	1	1	1					1	1	12	25	17	11	7	21	15	
			Chironomidae (larves)	1	1	2	2	2	9		2	1	7	49	69	14	23	24	58	15
			Chironomidae (pupes)																1	
			Brachycera																	
			Empididae									1								
			Tabanidae																	
		Coleoptera	Elmidae																	

C=Colonie

Tableau 5 Données relatives à l'abondance par échantillon des organismes benthiques récoltés au Lac St-Jean en 2020 (suite)

			No échantillon	BEN342	BEN343	BEN344	BEN345
			Station	TRPR3 PF2	TRPR3 PF3	TRPR3 PF4	TRPR3 PF5
Taxon	Fraction			T	T	T	T
Embranchement	FAMILLE						
PORIFERA	Demospongiaea	Haplosclerida	Spongillidae				
PLATYHELMINTHES	Trepaxonemata	Neophora	Dugesiidae		2		
NEMERTEA	Enopla	Hoplonemertea	Tetrastemmatidae	1			
NEMATODA							
BRYOZOA	Phylactolaemata	Plumatellida	Cristatellidae				C
			Pectinatellidae				
ANNELIDA	Clitellata	Tubificida	Naididae		3		1
		Lumbriculida	Enchytraeidae				
			Lumbriculidae	1	1		
MOLLUSCA	Bivalvia	Unionoida	Unionidae		1		
		Veneroida	Pisidiidae	11	13	11	28
	Gastropoda	Neotaenioglossa	Hydrobiidae				
		Basommatophora	Lymnaeidae				
			Planorbidae				
			Valvatidae				
ARTHROPODA	Chelicerata						
	Euchelicerata	Trombidiformes	Arrenuridae				
			Hygrobatidae				
			Lebertiidae				
			Limnesiidae	1	1	1	1
			Mideopsidae				
			Oxidae				
	Crustacea						
	Brachiopoda	Diplostraca	Cladocera				
			Daphniidae				
	Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae				
	Malacostraca	Isopoda	Asellidae				
	Hexapoda						
	Insecta	Odonata	Corduliidae				
			Gomphidae				
		Plecoptera	Perlodidae				
		Ephemeroptera					
			Caenidae				
			Baetiscidae				
			Ephemeridae		4	2	3
			Heptageniidae				
		Megaloptera	Sialidae				
		Trichoptera					
			Hydroptilidae				
			Leptoceridae	1	1	1	1
			Molannidae	3	1	1	1
			Dipseudopsidae				
			Polycentropodidae				
		Diptera	Nematocera				
			Ceratopogonidae		3	1	2
			Chironomidae (larves)	21	26	21	13
			Chironomidae (pupes)		1		
			Brachycera				
			Empididae				
			Tabanidae				
		Coleoptera	Elmidae				

C=Colonie



G.D.G. Environnement Ltée

1100 place du Technoparc, bureau 300
Trois-Rivières, Qc, Canada G9A 0A9
T: (888) 567-8567 Fax (819) 373-6832
gdg.environnement@gdg.ca www.gdg.ca

Contact:

Marie-Laure Escudero
Marie-Laure.Escudero@gdg.ca
Cell.: 819-244-6194

ÉQUIPE DE TRAVAIL

Chargée de projet	.....	Marie-Laure Escudero (Ph.D., Mcb.A.)
Contrôles de qualité	.....	Carol-Ann Leblanc (DEC); CQ tri; fractionnement
Taxonomie	.....	Fernand Therrien (M.Sc.) Taxonomiste Sénior 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, tri et fractionnement.....	4
1.1. Échantillons contenant du sable/gravier/roche avec ou sans matière organique	4
1.2. Échantillons organiques.....	4
1.3. Méthode de sous-échantillonnage (fractionnement)	5
2. Contrôle de qualité du tri	5
3. Contrôle de qualité du fractionnement	5
4. Identification	6
5. Collection de référence	6
6. Saisie et vérification des données	6
7. Références.....	6
TABLEAUX.....	8
ANNEXE 1.....	14

Table des tableaux

Tableau 1 : Liste des échantillons (fractions fines) fractionnés lors du tri des organismes benthiques (Lac St-Jean, 2021).	9
Tableau 2 : Contrôle de qualité sur le tri des organismes benthiques (Lac St-Jean, 2021).	10
Tableau 3 : Résultats du contrôle de qualité (3) du fractionnement des échantillons lors du tri des organismes benthiques (Lac St-Jean, 2021).....	11
Tableau 4 : Collection de référence complémentaire des organismes benthiques récoltés (Lac St-Jean, 2021).....	13

ANALYSE EN LABORATOIRE

1. Lavage, tri et fractionnement

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 μm . Les fractions grossières retenues par les tamis de 4000 et 2000 μm ont été triées en totalité à l'aide d'une loupe éclairante. Pour ce qui est des fractions plus fines (1000 et 500 μm), l'approche dépendait de la composition des échantillons.

1.1. Échantillons contenant du sable/gravier/roche avec ou sans matière organique

La plupart des échantillons étaient composés d'une forte quantité de sable /sable et gravier /sable et roche, avec ou sans matière organique. 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.

Pour certains d'entre eux, nous avons procédé à un sous-échantillonnage (voir 1.3).

1.2. Échantillons organiques

Plusieurs échantillons contenaient de la matière organique. Pour ceux-là, nous avons procédé à un sous-échantillonnage des fractions fines (voir 1.3). Les fractions grossières ont été triées au complet.

1.3. Méthode de sous-échantillonnage (fractionnement)

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 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 heures.

Au moins 17 % 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 (27 au total) 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% glycérol 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 (3 échantillons). Ainsi, pour 3 échantillons, le tri de trois fractions de 33% de l'échantillon a été effectué. Pour ces échantillons, les 3 fractions ont donc été triées au complet.

L'erreur a été estimée avec la formule suivante :

(Nombre estimé par la fraction / nombre estimé dans l'échantillon complet X 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.* (2019) 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 (2) de taxons non rencontrés en 2018, 2019 et 2020. Ces spécimens ont été conservés dans une solution d'alcool à 70 % glycérolisé. L'identification a été validée par un taxonomiste indépendant, Mr Fernand Therrien grâce à l'envoi de photos numérisées de haute qualité (voir photos en en attachement au courriel). Les nouveaux taxons (2) 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 et vérification 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).

Une fois la saisie complétée, une vérification de la transcription des données a été faite par une personne autre que celle ayant effectué la saisie originale, en comparant les données saisies aux feuilles de données brutes des taxonomistes.

7. Références

Merritt, R. W., Cummins, K. W. et M.B.Berg, eds. 2019. An introduction to the aquatic insects of North America. 5th ed., KenFdall/Hunt, Dubuque, IA, 1498 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, 2021).

Échantillon	Station	% de sous-échantillonnage
BEN412	TRPR1-MS1-2021T	20%
BEN413	TRPR1-MS2-2021-T	25%
BEN414	TRPR1-MS3-2021-T	20%
BEN415	TRPR1-MS4-2021-T	33%
BEN416	TRPR1-MS5-2021-T	20%
BEN417	TRPR1-MI5-2021-T	17%
BEN418	TRPR1-MI4-2021-T	20%
BEN419	TRPR1-MI3-2021-T	20%
BEN420	TRPR1-MI2-2021-T	20%
BEN421	TRPR1-MI1-2021-T	25%
BEN432	TRPR2-MI1-2021-1/2	33%
BEN436	TRPR2-MI5-2021-T	50%
BEN445	ERPR-MI1-2021-T	17%
BEN446	ERPR-MI2-2021-1/2	25%
BEN447	ERPR-MI4-2021-1/2	20%
BEN448	ERPR-MI5-2021-1/2	25%
BEN449	ERPR-MS1-2021-1/4	25%
BEN451	ERPR-MS3-2021-1/2	33%
BEN452	ERPR-MS4-2021-T	67%
BEN453	ERPR-MS5-2021-T	25%
BEN464	TRPR3-MS5-2021-1/2	25%
BEN465	TRPR3-MS4-2021-T	17%
BEN467	TRPR3-MS2-2021-1/2	33%
BEN468	TRPR3-MS1-2021-1/2	33%
BEN469	TRPR3-MI5-2021-T	25%
BEN470	TRPR3-MI4-2021-T	33%
BEN473	TRPR3-MI1-2021-1/2	25%

Tableau 2 : Contrôle de qualité sur le tri des organismes benthiques (Lac St-Jean, 2021).

Échantillon	Station	Nombre total d'organismes triés	Nombre oublié	% manqué
BEN413	TRPR1-MS2-2021-T	229	2	0.9
BEN460	TRPR3-PF4-2021-1/2	71	0	0.0
BEN461	TRPR3-PF3-2021-1/2	31	0	0.0
BEN464	TRPR3-MS5-2021-1/2	70	0	0.0
BEN465	TRPR3-MS4-2021-T	76	3	3.9
BEN466	TRPR3-MS3-2021-1/2	41	1	2.4
BEN499	TRPL1-MI5-2021-T	2	0	0.0
BEN502	TRPL1-MS3-2021-T	1	0	0.0
BEN517	ERPL-MI3-2021-1/2	5	0	0.0
BEN519	ERPL-MI5-2021-1/3	7	0	0.0
BEN527	TRPL2C-MI3-2021-T	15	0	0.0
BEN530	TRPL2C-MS5-2021-T	10	0	0.0

Tableau 3 : Résultats du contrôle de qualité (3) du fractionnement des échantillons lors du tri des organismes benthiques (Lac St-Jean, 2021).

Échantillon_Station	BEN444_ERPR-MI3-2021-T			
	Fraction (%)	Nbre trié	Nombre estimé	Erreur (%)
	33.3	102	306.00	0.0
	33.3	103	309.00	1.0
	33.3	101	303.00	-1.0
Total dans l'échantillon	100	306	-	-
Erreur absolue (moyenne du sous-échantillon)	-	-	-	0.7
Erreur min (%)	-	-	-	0.0
Erreur max (%)	-	-	-	1

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

Échantillon_Station	BEN497_TRPL1-MI3-2021-T			
	Fraction (%)	Nbre trié	Nombre estimé	Erreur (%)
	33.3	1	3.00	0.0
	33.3	1	3.00	0.0
	33.3	1	3.00	0.0
Total dans l'échantillon	100	3	-	-
Erreur absolue (moyenne du sous-échantillon)	-	-	-	0.0
Erreur min (%)	-	-	-	0.0
Erreur max (%)	-	-	-	0.0

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

Échantillon_Station	BEN512_TRPL3-MI3-2021-1/8			
	Fraction (%)	Nbre trié	Nombre estimé	Erreur (%)
	33.3	2	6.00	0.0
	33.3	2	6.00	0.0
	33.3	2	6.00	0.0
Total dans l'échantillon	100	6	-	-
Erreur absolue (moyenne du sous-échantillon)	-	-	-	0.0
Erreur min (%)	-	-	-	0.0
Erreur max (%)	-	-	-	0.0

* 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, 2021).

Taxon					# de fiole
ARTHROPODA	Hexapoda	Insecta	Odonata	Coenagrionidae	55
			Coleoptera	Halplidae	56

ANNEXE 1

Résultats de la validation de la collection de référence (Par Fernand Therrien)

Taxon					Fiole	Identification		Commentaire
						Correcte	Fausse	
ARTHROPODA	Hexapoda	Insecta	Odonata	Coenagrionidae	55	X		
			Coleoptera	Haliplidae	56	X		

De : F. Therrien <fther.bvl@videotron.ca>

Envoyé : mardi 2 novembre 2021 16:54

À : Simon Pratte <simon.pratte@kersia-group.com>

Objet : [External] Validation Lac Saint-Jean 2021 (par F. Therrien)

CAUTION: This email originated from outside the organization. Do not click links or open a

Mardi, 2 novembre 2021

Bonjour Simon.

Je t'envoie les résultats (voir tableau) de la validation des 2 familles du Lac Saint-Jean 2021.

Les 5 photos étaient correctement identifiées.

Fernand

Tableau 5

Données relatives à l'abondance par échantillon des organismes benthiques récoltés au Lac St-Jean en 2021

				No échantillon Station	BEN412 TRPR1MS1	BEN413 TRPR1MS2	BEN414 TRPR1MS3	BEN415 TRPR1MS4	BEN416 TRPR1MS5	BEN417 TRPR1MI5	BEN418 TRPR1MI4	BEN419 TRPR1MI3	BEN420 TRPR1MI2	BEN421 TRPR1 MI1	BEN422 TRPR1 PF1	BEN423 TRPR1 PF2	BEN424 TRPR1 PF3
Embranchement	Classe	Ordre	Famille	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total
PORIFERA	Demospongiae	Haplosclerida	Spongillidae											c			
PLATYHELMINTHES	Trepaxonemata	Neophora	Dugesiidae											8			
NEMERTEA	Enopla	Hoplonemertea	Tetrastemmatidae				3					5				1	
NEMATODA				8	1	16	16			11	21	16	15	7	1	3	
BRYOZOA	Phylactolaemata	Plumatellida	Cristatellidae														
			Pectinatellidae														
ANNELIDA	Clitellata	Tubificida	Naididae	306	164	232	226	60	77	72	161	109	104	5	1	6	
		Lumbriculida	Enchytraeidae														
			Lumbriculidae	37	33	27	18			6	11						10
MOLLUSCA	Bivalvia	Unionoida	Unionidae							1	1		1	1			
			Elyptio complanata														
		Veneroida	Pisidiidae	88	168	135	163	25	51	101	111	57	27	6	2	7	
	Gastropoda	Neotaenioglossa	Hydrobiidae	2	2		1	1	2	2	4	7					
		Basommatophora	Lymnaeidae										2				
			Planorbidae		8				6								
			Valvatidae	43	50	26	41	68	73	50	19	26	14				
ARTHROPODA	Chelicerata	Euchelicerata	Trombidiformes														
			Arrenuridae														
			Hygrobatidae	8	24			5		10		10	4		1		
			Lebertiidae					10									
			Limnesiidae			5	6							1		1	
			Mideopsidae														
			Oxidae										4				
			Torrenticolidae														
			Unionicolidae														
	Crustacea	Brachiopoda	Diplostraca	Cladocera	Daphniidae					60	10		4				4
		Maxillopoda	Cyclopoida		Cyclopidae								4				
		Ostracoda															
	Hexapoda	Insecta	Odonata														
			Corduliidae	1													
			Gomphidae														
			Coenagrionidae														
		Ephemeroptera	Caenidae			10				12							
			Ephemerellidae														
			Ephemeridae	3		6					4		3	6	2	5	2
			Heptageniidae														
		Megaloptera	Sialidae														
		Trichoptera	Hydroptilidae														
			Leptoceridae	25	9	5	10	14	17	23	22	6	8	6	3	2	
			Molannidae		8	1			1	1	12		3				
			Dipseudopsidae	2					5	4	10	3					
			Phryganeidae														
			Polycentropodidae											1			
		Coleoptera	Elmidae														
			Halplidae														
		Diptera	Nematocera	Ceratopogonidae		10		9			3		7	4		1	1
				Chironomidae (larves)	504	262	381	551	297	355	252	192	223	123	11	14	14
				Chironomidae (pupes)		16				1							
			Brachycera	Empididae			5										
				Tabanidae													

C = Colonie

Tableau 5 Données relatives à l'abondance par échantillon des organismes benthiques récoltés au Lac St-Jean en 2021 (suite)

				No échantillon Station	BEN425 TRPR1 PF4	BEN426 TRPR1 PF5	BEN427 TRPR2 MS1	BEN428 TRPR2 MS2	BEN429 TRPR2 MS3	BEN430 TRPR2 MS4	BEN431 TRPR2 MS5	BEN432 TRPR2 MI1	BEN433 TRPR2 MI2	BEN434 TRPR2 MI3	BEN435 TRPR2 MI4	BEN436 TRPR2 MI5	BEN437 TRPR2 MI2
Embranchement	Classe	Ordre	Famille	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total
PORIFERA	Demospongiae	Haplosclerida	Spongillidae														
PLATYHELMINTHES	Trepaxonemata	Neophora	Dugesidae												2		
NEMERTEA	Enopla	Hoplonemertea	Tetrastemmatidae			1						1	1	11	4		
NEMATODA						1			2			1					
BRYOZOA	Phylactolaemata	Plumatellida	Cristatellidae													c	
			Pectinatellidae														
ANNELIDA	Clitellata	Tubificida	Naididae	4	1	33	14	2	6	16	65	6	5	6	8		
		Lumbriculida	Enchytraeidae														
			Lumbriculidae	1													
MOLLUSCA	Bivalvia	Unionoida	Unionidae		2					1		1					
			Elyptio complanata														1
		Veneroida	Pisidiidae	2	3	6	4	1	3	6	4	20	32	16	48		
	Gastropoda	Neotaenioglossa	Hydrobiidae			5	1	8	2	3	16	11	13	18	14		
		Basommatophora	Lymnaeidae				1	1		1							
			Planorbidae			1		1			1			1			
			Valvatidae			14	3	7	6	20	6		2	1	4		
ARTHROPODA	Chelicerata	Euchelicerata	Trombidiformes														
			Arrenuridae														
			Hygrobatidae						1		6						
			Lebertiidae														
			Limnesiidae				1			1			1				
			Mideopsidae												2		
			Oxidae														
			Torrenticolidae														
			Unionicolidae										1				
	Crustacea	Brachiopoda	Diplostraca	Cladocera	Daphniidae												
		Maxillopoda	Cyclopoida		Cyclopidae				1								
		Ostracoda															
	Hexapoda	Insecta	Odonata		Corduliidae											1	
					Gomphidae		1				2		3				
					Coenagrionidae												
			Ephemeroptera		Caenidae		1		1		3						
					Ephemerellidae												
					Ephemeridae		1	26	4	1	1	2		1	2		
					Heptageniidae												
			Megaloptera		Sialidae								1				
			Trichoptera		Hydroptilidae												
					Leptoceridae		2	3		1	3		4	5	1	2	
					Molannidae		1			1				1			
					Dipseudopsidae		1	1	1			1					
					Phryganeidae												
					Polycentropodidae										1		
			Coleoptera		Elmidae												
					Halplidae												
			Diptera	Nematocera	Ceratopogonidae			24	2	1	2	4	24	3		2	
					Chironomidae (larves)	3	1	44	16	15	19	56	38	5	2	4	2
					Chironomidae (pupes)												
				Brachycera	Empididae												
					Tabanidae												

C = Colonie

Tableau 5 Données relatives à l'abondance par échantillon des organismes benthiques récoltés au Lac St-Jean en 2021 (suite)

				No échantillon Station	BEN438 ERPRPF1	BEN439 ERPRPF2	BEN440 DUP-1-1/6	BEN441 ERPRPF3	BEN442 ERPRPF4	BEN443 ERPRPF5	BEN444 ERPRMI3	BEN445 ERPRMI1	BEN446 ERPRMI2	BEN447 ERPRMI4	BEN448 ERPRMI5	BEN449 ERPRMS1	BEN450 ERPRMS2	BEN451 ERPRMS3	BEN452 ERPRMS4
Embranchement	Classe	Ordre	Famille	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total
PORIFERA	Demospongiae	Haplosclerida	Spongillidae										c					c	
PLATYHELMINTHES	Trepaxonemata	Neophora	Dugesidae																1,5
NEMERTEA	Enopla	Hoplonemertea	Tetrastemmatidae													4			
NEMATODA					1			1			7	12	1		1	5		9	19,5
BRYOZOA	Phylactolaemata	Plumatellida	Cristatellidae									c			c				
			Pectinatellidae																
ANNELIDA	Clitellata	Tubificida	Naididae	1	3	4	3			1	190	309	299	200	202	261	83	353	395
		Lumbriculida	Enchytraeidae																
			Lumbriculidae														2		
MOLLUSCA	Bivalvia	Unionoida	Unionidae	1					1	1		1							
			Elyptio complanata																
		Veneroida	Pisidiidae	3	11	3	4	1	9	14	72	96	85	64	29	41	121	117	
	Gastropoda	Neotaenioglossa	Hydrobiidae		1					4	1	2	2	4	21	11	44	11,5	
		Basommatophora	Lymnaeidae																
			Planorbidae															1	
			Valvatidae								2		22	1	5	34	14	16	32,5
ARTHROPODA	Chelicerata	Euchelicerata	Trombidiformes								2		4						
			Arrenuridae																
			Hygrobatidae																
			Lebertiidae	1					1										
			Limnesiidae								1				8				
			Mideopsidae												8				
			Oxidae										4					6	6
			Torrenticolidae																
			Unionicolidae																
	Crustacea	Brachiopoda	Diplostraca							1									
		Maxillopoda	Cyclopoida																
		Ostracoda																	
	Hexapoda	Insecta	Odonata																1
			Corduliidae																
			Gomphidae																
			Coenagrionidae															1	
		Ephemeroptera	Caenidae				1									4	3		6
			Ephemerellidae																
			Ephemeridae							6	4	7	3	4	1	1	12	11,5	
			Heptageniidae																
		Megaloptera	Sialidae																
		Trichoptera	Hydroptilidae																
			Leptoceridae		1						3	6	8	5	17		1	6	1,5
			Molannidae	1		1	1			1	2								
			Dipseudopsidae								2	8	4	4	42	6	1	7	1,5
			Phryganeidae																
			Polycentropodidae																
		Coleoptera	Elmidae																
			Halplidae																
		Diptera	Nematocera					2		1	3		1		8		7	8,5	
			Chironomidae (larves)	3	6	8	6	6	6	6	70	111	76	80	92	71	25	129	257,5
			Chironomidae (pupes)																
		Brachycera	Empididae																
			Tabanidae																

C = Colonie

Tableau 5 Données relatives à l'abondance par échantillon des organismes benthiques récoltés au Lac St-Jean en 2021 (suite)

				No échantillon Station	BEN453 ERPRMS5	BEN454 TRPR2PF5	BEN455 TRPR2PF4	BEN456 TRPR2PF3	BEN457 TRPR2PF2	BEN458 TRPR2PF1	BEN459 TRPR3PF5	BEN460 TRPR3PF4	BEN461 TRPR3PF3	BEN462 TRPR3PF2	BEN463 TRPR3PF1	BEN464 TRPR3MS5	BEN465 TRPR3MS4
Embranchement	Classe	Ordre	Famille	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total
PORIFERA	Demospongiae	Haplosclerida	Spongillidae						c					c		c	
PLATYHELMINTHES	Trepaxonemata	Neophora	Dugesiidae														
NEMERTEA	Enopla	Hoploneurtea	Tetrastemmatidae		6	7	9	7	7	11					1		6
NEMATODA				10	2	1	1			1						1	1
BRYOZOA	Phylactolaemata	Plumatellida	Cristatellidae			c			c	c					c		c
			Pectinatellidae														
ANNELIDA	Clitellata	Tubificida	Naididae	334	9	4	18	2	2	10	5					3	12
		Lumbriculida	Enchytraeidae														
			Lumbriculidae														
MOLLUSCA	Bivalvia	Unionoida	Unionidae				1	1								1	
		Veneroida	Pisidiidae	72	17	8	22	13	13	29	17	59	20	11	5		6
	Gastropoda	Neotaenioglossa	Hydrobiidae	53		1	1	1	1	1						2	13
		Basommatophora	Lymnaeidae														
			Planorbidae														
			Valvatidae	17					1		1					2	16
ARTHROPODA	Chelicerata	Euchelicerata	Trombidiformes														
			Arrenuridae														
			Hygrobatidae														
			Lebertiidae														
			Limnesiidae				2					1		1	1		
			Mideopsidae			1		1									
			Oxidae	8										1			
			Torrenticolidae														
			Unionicolidae														
	Crustacea	Brachiopoda	Diplostraca			1		11						1	1		
		Maxillopoda	Cyclopoida							1					1		
		Ostracoda							1								
	Hexapoda	Insecta	Odonata	1													1
			Corduliidae														
			Gomphidae														
			Coenagrionidae														
		Ephemeroptera	Caenidae														
			Ephemerellidae														
			Ephemeridae	3	1		4	1	1			1		2	3	4	
			Heptageniidae														
		Megaloptera	Sialidae														
		Trichoptera	Hydroptilidae														
			Leptoceridae		7		3	6	3			2	1		1	8	18
			Molannidae			2	1		2			2		1	6	2	6
			Dipseudopsidae	5	3	2	2										
			Phryganeidae														
			Polycentropodidae				1										
		Coleoptera	Elmidae						2								
			Halplidae														
		Diptera	Nematocera														
			Ceratopogonidae		10	6	7	6	4				1		3	37	30
			Chironomidae (larves)	50	23	31	18	12	31	16	6	6	9	15	22	63	225
			Chironomidae (pupes)				1								1		
		Brachycera	Empididae														
			Tabanidae														6

C = Colonie

Tableau 5 Données relatives à l'abondance par échantillon des organismes benthiques récoltés au Lac St-Jean en 2021 (suite)

				No échantillon Station	BEN466 TRPR3MS3	BEN467 TRPR3MS2	BEN468 TRPR3MS1	BEN469 TRPR3MI5	BEN470 TRPR3MI4	BEN471 TRPR3MI3	BEN472 TRPR3MI2	BEN473 TRPR3MI1	BEN474 TRPR3MI1s	BEN475 TRPL2CPF1	BEN476 TRPL2CPF2	BEN477 TRPL2CPF3	BEN478 TRPL2CPF4
Embranchement	Classe	Ordre	Famille	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total
PORIFERA	Demospongiae	Haplosclerida	Spongillidae	c						c							
PLATYHELMINTHES	Trepaxonemata	Neophora	Dugesidae														
NEMERTEA	Enopla	Hoplonemertea	Tetrastemmatidae	1	6		4	6			4						
NEMATODA								6	3					3		1	1
BRYOZOA	Phylactolaemata	Plumatellida	Cristatellidae	c	c	c	c	c	c	c	c			c	c	c	c
			Pectinatellidae														
ANNELIDA	Clitellata	Tubificida	Naididae		6	31	22	2	5	1	9			6		7	6
		Lumbriculida	Enchytraeidae													3	
			Lumbriculidae				6										2
MOLLUSCA	Bivalvia	Unionoida	Unionidae	2			4			2		2		2	1	3	1
			Elyptio complanata										3				
		Veneroida	Pisidiidae	12	12	7	261	65	39	30	42			27	13	38	20
	Gastropoda	Neotaenioglossa	Hydrobiidae	5		13	6	32	2	9	8						
		Basommatophora	Lymnaeidae					5									
			Planorbidae	1				1	1								
			Valvatidae	7	1	6	12	1			4			1	1		
ARTHROPODA	Chelicerata	Euchelicerata	Trombidiformes					4									
			Arrenuridae														
			Hygrobatidae											3			
			Lebertiidae														
			Limnesiidae				4										
			Mideopsidae					6									
			Oxidae														
			Torrenticolidae														
			Unionicolidae														
	Crustacea	Brachiopoda	Diplostraca	Cladocera	Daphniidae						1						
		Maxillopoda	Cyclopoida		Cyclopidae			4			1						
		Ostracoda															
	Hexapoda	Insecta	Odonata					1	1	1	1						
			Gomphidae	1			1	1				1					
			Coenagrionidae														
		Ephemeroptera	Caenidae					6									
			Ephemerellidae														
			Ephemeridae				8	8	6	8	7						
			Heptageniidae														
		Megaloptera	Sialidae				9	15	6	5	5						
		Trichoptera	Hydroptilidae														
			Leptoceridae	1	1		4	24	1	2			1				
			Molannidae	1	6		6	8		7	2					1	1
			Dipseudopsidae					1			1						
			Phryganeidae														
			Polycentropodidae				13	8	2								
		Coleoptera	Elmidae						1								
			Halplidae	1													
		Diptera	Nematocera														
			Ceratopogonidae	3	30	30	20	6	10	3	21						
			Chironomidae (larves)	4	95	108	88	54	18	47	78		2		3	1	
			Chironomidae (pupes)														
		Brachycera	Empididae														
			Tabanidae														

C = Colonie

Tableau 5 Données relatives à l'abondance par échantillon des organismes benthiques récoltés au Lac St-Jean en 2021 (suite)

				No échantillon Station	BEN479 TRPL2CPF5	BEN480 ERPLPF10	BEN481 ERPLPF9	BEN482 ERPLPF8	BEN483 ERPLPF7	BEN484 ERPLPF6	BEN485 TRPL3PF1	BEN486 TRPL3PF2	BEN487 TRPL3PF3	BEN488 TRPL3PF4	BEN489 TRPL3PF5	BEN490 TRPL1PF1	BEN491 TRPL1PF2	BEN492 TRPL1PF3
Embranchement	Classe	Ordre	Famille	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total
PORIFERA	Demospongiae	Haplosclerida	Spongillidae		c	c			c	c	c	c	c		c		c	c
PLATYHELMINTHES	Trepaxonemata	Neophora	Dugesiidae															
NEMERTEA	Enopla	Hoploneurtea	Tetrastemmatidae															
NEMATODA				1			1				2	1	2		2	1		
BRYOZOA	Phylactolaemata	Plumatellida	Cristatellidae	c					c		c							
			Pectinatellidae										c					
ANNELIDA	Clitellata	Tubificida	Naididae	11	1	4					21	14	15	22	22	1	3	2
		Lumbriculida	Enchytraeidae	3														
			Lumbriculidae	1		1	2	3	1									
MOLLUSCA	Bivalvia	Unionoida	Unionidae	4	2		1		1	3			6	1	2		1	
			Elyptio complanata															
		Veneroida	Pisidiidae	36	16	12	30	5	7	60	36	35	39	48	21	23	17	
	Gastropoda	Neotaenioglossa	Hydrobiidae															
		Basommatophora	Lymnaeidae															
			Planorbidae															
			Valvatidae	1														
ARTHROPODA	Chelicerata	Euchelicerata	Trombidiformes															
			Arrenuridae															
			Hygrobatidae								2			1				
			Lebertiidae															2
			Limnesiidae														1	
			Mideopsidae				1									1		
			Oxidae															
			Torrenticolidae								1							
			Unionicolidae															
	Crustacea	Brachiopoda	Diplostraca															
		Maxillopoda	Cyclopoida															
		Ostracoda																
	Hexapoda	Insecta	Odonata															
			Corduliidae															
			Gomphidae															
			Coenagrionidae															
		Ephemeroptera	Caenidae								1							
			Ephemerellidae															2
			Ephemeridae								1			1				
			Heptageniidae										1					
		Megaloptera	Sialidae															
		Trichoptera	Hydroptilidae															
			Leptoceridae		3		2		1				2					
			Molannidae		1		3	2			2		1		1	1		
			Dipseudopsidae															
			Phryganeidae	1														
			Polycentropodidae															
		Coleoptera	Elmidae															
			Halplidae															
		Diptera	Nematocera						2		4			6		1	1	
			Chironomidae (larves)	3	2	1	3		3	1	4	4	9	4	2	1		
			Chironomidae (pupes)			1												
		Brachycera	Empididae															
			Tabanidae															

C = Colonie

Tableau 5 Données relatives à l'abondance par échantillon des organismes benthiques récoltés au Lac St-Jean en 2021 (suite)

				No échantillon Station	BEN493 TRPL1PF4	BEN494 TRPL1PF5	BEN495 TRPL1MI1	BEN496 TRPL1MI2	BEN497 TRPL1MI3	BEN498 TRPL1MI4	BEN499 TRPL1MI5	BEN500 TRPL1MS5	BEN501 TRPL1MS4	BEN502 TRPL1MS3	BEN503 TRPL1MS2	BEN504 TRPL1MS1	BEN505 TRPL3MS1	BEN506 TRPL3MS2
Embranchement	Classe	Ordre	Famille	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total
PORIFERA	Demospongiae	Haplosclerida	Spongillidae	c	c													
PLATYHELMINTHES	Trepaxonemata	Neophora	Dugesiidae															
NEMERTEA	Enopla	Hoplonemertea	Tetrastemmatidae															
NEMATODA																		
BRYOZOA	Phylactolaemata	Plumatellida	Cristatellidae															
			Pectinatellidae											c				
ANNELIDA	Clitellata	Tubificida	Naididae		1													
		Lumbriculida	Enchytraeidae				1											
			Lumbriculidae			4												
MOLLUSCA	Bivalvia	Unionoida	Unionidae															
			Elyptio complanata															
		Veneroida	Pisidiidae	3	23					1						1		
	Gastropoda	Neotaenioglossa	Hydrobiidae															
		Basommatophora	Lymnaeidae															
			Planorbidae															
			Valvatidae															
ARTHROPODA	Chelicerata	Euchelicerata	Trombidiformes															
			Arrenuridae															
			Hygrobatidae															
			Lebertiidae	1	2													
			Limnesiidae		1													
			Mideopsidae															
			Oxidae															
			Torrenticolidae															
			Unionicolidae															
	Crustacea	Brachiopoda	Diplostraca	Cladocera	Daphniidae													
		Maxillopoda	Cyclopoida		Cyclopidae													
		Ostracoda																
	Hexapoda	Insecta	Odonata		Corduliidae													
					Gomphidae													
					Coenagrionidae													
			Ephemeroptera		Caenidae													
					Ephemerellidae													
					Ephemeridae													
					Heptageniidae													
			Megaloptera		Sialidae													
			Trichoptera		Hydroptilidae													
					Leptoceridae													
					Molannidae													
					Dipseudopsidae													
					Phryganeidae													
					Polycentropodidae													
			Coleoptera		Elmidae													
					Haliplidae													
			Diptera	Nematocera	Ceratopogonidae		1											
					Chironomidae (larves)	1	3		1	3		1					1	1
					Chironomidae (pupes)													
				Brachycera	Empididae													
					Tabanidae													

C = Colonie

Tableau 5 Données relatives à l'abondance par échantillon des organismes benthiques récoltés au Lac St-Jean en 2021 (suite)

				No échantillon Station	BEN507 TRPL3MS3	BEN508 TRPL3MS4	BEN509 TRPL3MS5	BEN510 TRPL3MI5	BEN511 TRPL3MI4	BEN512 TRPL3MI3	BEN513 TRPL3MI2	BEN514 TRPL3MI1	BEN515 ERPLMI1	BEN516 ERPLMI2	BEN517 ERPLMI3	BEN518 ERPLMI4	BEN519 ERPLMI5	BEN520 ERPLMS5	BEN521 ERPLMS4
Embranchement	Classe	Ordre	Famille	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total
PORIFERA	Demospongiae	Haplosclerida	Spongillidae																
PLATYHELMINTHES	Trepaxonemata	Neophora	Dugesiidae																
NEMERTEA	Enopla	Hoplonemertea	Tetrastemmatidae																
NEMATODA																			
BRYOZOA	Phylactolaemata	Plumatellida	Cristatellidae							c									
			Pectinatellidae					c											
ANNELIDA	Clitellata	Tubificida	Naididae																
		Lumbriculida	Enchytraeidae																
			Lumbriculidae																
MOLLUSCA	Bivalvia	Unionoida	Unionidae																
			Elyptio complanata																
		Veneroida	Pisidiidae										1						
	Gastropoda	Neotaenioglossa	Hydrobiidae																
		Basommatophora	Lymnaeidae																
			Planorbidae																
			Valvatidae																
ARTHROPODA	Chelicerata	Euchelicerata	Trombidiformes																
			Arrenuridae																
			Hygrobatidae																
			Lebertiidae																
			Limnesiidae																
			Mideopsidae																
			Oxidae																
			Torrenticolidae																
			Unionicolidae																
	Crustacea	Brachiopoda	Diplostraca	Cladocera	Daphniidae						1								
		Maxillopoda	Cyclopoida		Cyclopidae							1							
		Ostracoda																	
	Hexapoda	Insecta	Odonata		Corduliidae														
					Gomphidae														
					Coenagrionidae														
			Ephemeroptera		Caenidae														
					Ephemerellidae														
					Ephemeridae														
					Heptageniidae														
			Megaloptera		Sialidae														
			Trichoptera		Hydroptilidae														
					Leptoceridae														
					Molannidae														
					Dipseudopsidae														
					Phryganeidae														
					Polycentropodidae														
			Coleoptera		Elmidae														
					Haliplidae														
			Diptera	Nematocera	Ceratopogonidae														
					Chironomidae (larves)		1	3	2	5	1	4	6	1	5	6	7	1	3
					Chironomidae (pupes)														
			Brachycera		Empididae														
					Tabanidae														

C = Colonie

Tableau 5 Données relatives à l'abondance par échantillon des organismes benthiques récoltés au Lac St-Jean en 2021 (suite)

				No échantillon Station	BEN522 ERPLMS3	BEN523 ERPLMS2	BEN524 ERPLMS1	BEN525 TRPL2CMI1	BEN526 TRPL2CMI2	BEN527 TRPL2CMI3	BEN528 TRPL2CMI4	BEN529 TRPL2CMI5	BEN530 TRPL2CMS5	BEN531 TRPL2CMS4	BEN532 TRPL2CMS3	BEN533 TRPL2CMS2	BEN534 TRPL2CMS1
Embranchement	Classe	Ordre	Famille	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total
PORIFERA	Demospongiae	Haplosclerida	Spongillidae														
PLATYHELMINTHES	Trepaxonemata	Neophora	Dugesidae														
NEMERTEA	Enopla	Hoplonemertea	Tetrastemmatidae														
NEMATODA													1				
BRYOZOA	Phylactolaemata	Plumatellida	Cristatellidae														
			Pectinatellidae														
ANNELIDA	Clitellata	Tubificida	Naididae					1			2						
		Lumbriculida	Enchytraeidae														
			Lumbriculidae														
MOLLUSCA	Bivalvia	Unionoida	Unionidae														
			Elyptio complanata														
		Veneroida	Pisidiidae				1		8	7	3	1		1	2	2	
	Gastropoda	Neotaenioglossa	Hydrobiidae														
		Basommatophora	Lymnaeidae														
			Planorbidae														
			Valvatidae														
ARTHROPODA	Chelicerata	Euchelicerata	Trombidiformes														
			Arrenuridae														
			Hygrobatidae														
			Lebertiidae														
			Limnesiidae														
			Mideopsidae														
			Oxidae														
			Torrenticolidae														
			Unionicolidae														
	Crustacea	Brachiopoda	Diplostraca	Cladocera			1										
		Maxillopoda	Cyclopoida														
		Ostracoda															
	Hexapoda	Insecta	Odonata														
			Corduliidae														
			Gomphidae														
			Coenagrionidae														
		Ephemeroptera	Caenidae														
			Ephemerellidae														
			Ephemeridae														
			Heptageniidae														
		Megaloptera	Sialidae														
		Trichoptera	Hydroptilidae														
			Leptoceridae														
			Molannidae														
			Dipseudopsidae														
			Phryganeidae														
			Polycentropodidae														
		Coleoptera	Elmidae														
			Halplidae														
		Diptera	Nematocera														
			Ceratopogonidae														
			Chironomidae (larves)		1			1	14	7	13	14	7	2	1	11	5
			Chironomidae (pupes)														
		Brachycera	Empididae														
			Tabanidae														

C = Colonie

ANNEXE

G

LISTES DES TAXONS
OBSERVÉS ENTRE 2018 ET
2021

Annexe G Liste des taxons observés de 2018 à 2021 pour le suivi du benthos dans le cadre du Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean 2018-2027

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 ¹	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 ²	ANNELIDA	Clitellata	Clitellata		Haplotaxida	Tubificida	Tubificidae
Glossiphoniidae	ANNELIDA	Clitellata	Clitellata		Hirudinida	Hirudinida	Glossiphoniidae
NEMATODA	NEMATODA						
Acari abîmés ³	ARTHROPODA	Chelicerata	Arachnida	Acari			
Arrenuridae	ARTHROPODA	Chelicerata	Arachnida	Acari	Trombidiformes	Prostigmata	Arrenuridae
Hygrobatidae	ARTHROPODA	Chelicerata	Arachnida	Acari	Trombidiformes	Prostigmata	Hygrobatidae
Lebertiidae	ARTHROPODA	Chelicerata	Arachnida	Acari	Trombidiformes	Prostigmata	Lebertiidae
Limnesiidae	ARTHROPODA	Chelicerata	Arachnida	Acari	Trombidiformes	Prostigmata	Limnesiidae
Mideopsidae	ARTHROPODA	Chelicerata	Arachnida	Acari	Trombidiformes	Prostigmata	Mideopsidae
Oxidae	ARTHROPODA	Chelicerata	Arachnida	Acari	Trombidiformes	Prostigmata	Oxidae
Torrenticolidae	ARTHROPODA	Chelicerata	Arachnida	Acari	Trombidiformes	Prostigmata	Torrenticolidae
Unionicolidae	ARTHROPODA	Chelicerata	Arachnida	Acari	Trombidiformes	Trombidiformes	Unionicolidae
Asellidae	ARTHROPODA	Crustacea	Malacostraca		Isopoda	Isopoda	Asellidae
Cladocera ³	ARTHROPODA	Crustacea	Branchiopoda		Diplostraca	Cladocera	
Copepoda ³	ARTHROPODA	Crustacea	Hexanauplia		Copepoda		
Cyclopidae ³	ARTHROPODA	Crustacea	Maxillopoda		Cyclopoida		
Daphniidae ³	ARTHROPODA	Crustacea	Branchiopoda		Diplostraca	Cladocera	Daphniidae
Ostracoda ³	ARTHROPODA	Crustacea	Crustacea		Ostracoda		
Coenagrionidae	ARTHROPODA	Hexapoda	Insecta		Odonata		Coenagrionidae
Corduliidae	ARTHROPODA	Hexapoda	Insecta		Odonata		Corduliidae
Gomphidae	ARTHROPODA	Hexapoda	Insecta		Odonata		Gomphidae

Annexe D Liste des taxons observés de 2018 à 2021 pour le suivi du benthos dans le cadre du Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean 2018-2027 (suite)

Taxon	Embranchement	Sous-embranchement	Classe	Sous-classe	Ordre	Sous-ordre	Famille
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 abîmés ³	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
Haliplidae	ARTHROPODA	Hexapoda	Insecta		Coleoptera		Haliplidae
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		Hoplonemertea		Tetrastemmatidae

1 Ce taxon a été combiné (additionné) au taxon Sphaeriidae.

2 Ce taxon a été combiné (additionné) au taxon Naididae.

3 Ces taxons ont été exclus des analyses, voir méthode pour les détails.

ANNEXE

H

SORTIES STATISTIQUES DU
LOGICIEL PRIMER ET
PERMANOVA

SAINT-HENRI 2018-2021

Table des matières

1	ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE	III
1.1	Structure des communautés	iii
1.1.1	PERMANOVA	iii
1.1.2	PERMDISP	xi
1.1.3	nMDS	xiv
1.1.4	SIMPER	xv
1.2	Composition des communautés	xxxvii
1.2.1	PERMANOVA	xxxvii
1.2.2	PERMDISP	xlvi
1.2.3	nMDS	xlviii
1.3	Dominance	xlviii
1.3.1	PERMANOVA	xlviii
1.3.2	PERMDISP	lvi
1.3.3	Dominance plots	lviii
1.4	Tests unidimensionnels avec contrastes	lx
1.4.1	Abondances	lx
1.4.2	Richesse	lxix
1.4.3	Shannon	lxxix
1.4.4	Evenness - Equitabilité	lxxxix
1.4.5	Chironomides	xcii
1.4.6	EPT	xcvi
1.4.7	EPT/C	cv
1.4.8	Contribution dominants	cxv
2	ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE	CXXV
2.1	Structure des communautés	CXXV
2.1.1	PERMANOVA	CXXV
2.1.2	PERMDISP	CXXXiii
2.1.3	nMDS	CXXXV
2.1.4	SIMPER	CXXXV
2.2	Composition des communautés	cliii
2.2.1	PERMANOVA	cliii
2.2.2	PERMDISP	clxi
2.2.3	nMDS	clxiv
2.3	Dominance	clxiv
2.3.1	PERMANOVA	clxiv
2.3.2	PERMDISP	clxxii
2.3.3	Dominance plots	clxxiv
2.4	Tests unidimensionnels avec contrastes	clxxvi
2.4.1	Abondances	clxxvi

2.4.2	Richesse	clxxxix
2.4.3	Shannon	cxix
2.4.4	Evenness	ccviii
2.4.5	Chironomides	ccxvii
2.4.6	EPT	ccxxvii
2.4.7	EPT/C	ccxxxvi
2.4.8	Contribution dominants	ccxlv
3	ZONE PROFONDE	CCLVIII
3.1	Structure des communautés	cclviii
3.1.1	PERMANOVA	cclviii
3.1.2	PERMDISP	cclxii
3.1.3	nMDS	cclxiv
3.1.4	SIMPER	cclxv
3.1.5	Interaction Expo x 18v21	ccxciv
3.1.6	Retrait des sites témoins	ccc
3.2	Composition des communautés	cccxi
3.2.1	PERMANOVA	cccxi
3.2.2	nMDS	cccxviii
3.2.3	Retrait des sites témoins	cccix
3.3	Dominance	cccxxx
3.3.1	PERMANOVA	cccxxx
3.3.2	PERMDISP	cccxxxviii
3.3.3	Dominance plots	cccxl
3.4	Tests unidimensionnels avec contrastes	cccxliv
3.4.1	Abondances	cccxliv
3.4.2	Richesse	ccccli
3.4.3	Shannon	cccclxi
3.4.4	Evenness	cccclxx
3.4.5	Chironomides	cccclxxix
3.4.6	EPT	cccclxxxviii
3.4.7	EPT/C	cccxcvii
3.4.8	Contribution dominants	cdvi

1 ZONE DE MARNAGE SUPÉRIEURE

1.1 STRUCTURE DES COMMUNAUTÉS

1.1.1 PERMANOVA

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT fourth MS BrayCurtis

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	4
Station	St	Random	19

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)

Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms

Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)

Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(permutation)	Unique perms
Ex	1	5719,2	5719,2	2,2141	0,095	998
An	3	20009	6669,8	3,7976	0,001	999
Av	1	5282,9	5282,9	2,4547	0,038	998
2018-201	1	6444,5	6444,5	3,087	0,027	999

2018-2020	1	6253,4	6253,4	2,9557	0,054	999
2018-2021	1	1832,5	1832,5	0,70889	0,572	999
ExxAn	3	6012,9	2004,3	1,1412	0,339	998
ExxAv	1	2352	2352	1,0929	0,36	997
Exx2018-201	1	2115,6	2115,6	1,0134	0,43	999
Exx2018-2020	1	4147,3	4147,3	1,9602	0,148	999
Exx2018-2021	1	138,12	138,12	0,053429	0,967	999
Pool ed(1)	17	44666	2627,4	1,496	0,031	998
Pool ed(2)	31	54446	1756,3			
Total	55	1,348E+05				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 2,6799 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 19,689 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 10,905 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 18,563 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 12,308 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 10 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 9 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 5,4526 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 9,2814 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6,1538 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 5 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 4,5 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 2,8235 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	$0,94912 * \text{Pool ed}(1) + 0,050884 * \text{Pool ed}(2)$	1	18,23
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	31
Av	1*Av	1*Res	1	35
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	11
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	8
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	10
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	31
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	35
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	11
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	8
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	10
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	17	31

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	159,28	12,621
S(An)	450,56	21,226
S(Av)	168,66	12,987
S(2018-2019)	354	18,815
S(2018-2020)	413,76	20,341
S(2018-2021)	-83,614	-9,1441
S(ExxAn)	45,474	6,7435
S(ExxAv)	21,532	4,6403
S(Exx2018-2019)	4,5417	2,1311
S(Exx2018-2020)	406,31	20,157
S(Exx2018-2021)	-543,76	-23,319
V(St(Si(Ex)))	308,51	17,565
V(Res)	1756,3	41,909

PERMANOVA SANS TRPL1

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT fourth MS BrayCurtis

Data type: Similarity

Selection: 1-5;10-22;25-37;39-46;49-56

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	14

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)

Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	3741,6	3741,6	1,9002	0,143	998
An	3	20280	6759,9	5,0661	0,001	999
Av	1	6257,2	6257,2	3,5705	0,017	999
2018-201	1	6984,7	6984,7	3,2425	0,034	999
2018-2020	1	6720,9	6720,9	4,1795	0,024	999
2018-2021	1	3285,6	3285,6	2,1409	0,146	999
ExxAn	3	6389,9	2130	1,5963	0,104	998
ExxAv	1	3863,7	3863,7	2,2048	0,077	999
Exx2018-201	1	2379,8	2379,8	1,1048	0,416	998
Exx2018-2020	1	4243,4	4243,4	2,6388	0,093	999
Exx2018-2021	1	1113,4	1113,4	0,72547	0,56	999
Pool ed(1)	12	24277	2023,1	1,5162	0,037	995
Pool ed(2)	27	36027	1334,3			
Total	46	97632				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 2,9951 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 19,169 * S(\text{Ex})$

An	$1 * V(\text{Res}) + 10,192 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 17,146 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 11,667 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 8,8889 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 8,4 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 5,0961 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 8,5732 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 5,8333 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 4,4444 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 4,2 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 3,25 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	$1 * \text{Ex}$	$0,92157 * \text{Pool ed}(1) + 0,078431 * \text{Pool ed}(2)$	1	13,37
An	$1 * \text{An}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	27
Av	$1 * \text{Av}$	$1 * \text{Res}$	1	31
2018-201	$1 * 2018-201$	$1 * \text{Res}$	1	10
2018-2020	$1 * 2018-2020$	$1 * \text{Res}$	1	7
2018-2021	$1 * 2018-2021$	$1 * \text{Res}$	1	8
ExxAn	$1 * \text{ExxAn}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	27
ExxAv	$1 * \text{ExxAv}$	$1 * \text{Res}$	1	31
Exx2018-201	$1 * \text{Exx2018-201}$	$1 * \text{Res}$	1	10
Exx2018-2020	$1 * \text{Exx2018-2020}$	$1 * \text{Res}$	1	7
Exx2018-2021	$1 * \text{Exx2018-2021}$	$1 * \text{Res}$	1	8
St(Si(Ex))	$1 * \text{Pool ed}(1)$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	12	27

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	92,469	9,6161
S(An)	532,33	23,072
S(Av)	262,72	16,209
S(2018-201)	414,05	20,348
S(2018-2020)	575,2	23,983
S(2018-2021)	208,44	14,437
S(ExxAn)	156,12	12,495
S(ExxAv)	246,27	15,693
S(Exx2018-201)	38,698	6,2208
S(Exx2018-2020)	592,94	24,35
S(Exx2018-2021)	-100,31	-10,016
V(St(Si(Ex)))	211,92	14,557
V(Res)	1334,3	36,529

PERMANOVA SANS TRPL2

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT fourth MS BrayCurtis

Data type: Similarity

Selection: 1-9;14-24;30-38;44-48;54-56

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	14

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	6036	6036	2,4227	0,102	999
An	3	11213	3737,6	2,6115	0,007	998
Av	1	4429,7	4429,7	2,4548	0,039	999
2018-201	1	3226,3	3226,3	1,9845	0,133	999
2018-2020	1	5065,2	5065,2	7,0421	0,047	999
2018-2021	1	1098,2	1098,2	0,48513	0,703	998
ExxAn	3	9097,1	3032,4	2,1187	0,029	997
ExxAv	1	3136,1	3136,1	1,7379	0,12	999
Exx2018-201	1	3113,3	3113,3	1,9151	0,146	999
Exx2018-2020	1	5271,4	5271,4	7,3287	0,042	999
Exx2018-2021	1	1165	1165	0,51464	0,666	998
Pool ed(1)	12	36795	3066,2	2,1424	0,011	996
Pool ed(2)	17	24331	1431,2			
Total	36	87630				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 1,5671*V(St(Si (Ex))) + 10,029*S(Ex)
An	1*V(Res) + 6,6761*S(An)
Av	1*V(Res) + 14,333*S(Av)
2018-201	1*V(Res) + 8,8889*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 3,3333*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 7,5*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 3,3381*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 7,1667*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 4,4444*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 1,6667*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 3,75*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 2,4167*V(St(Si (Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
--------	-----------	--------------	---------	---------

Ex	1*Ex	0,64844*Pool ed(1) + 0,35156*Pool ed(2)	1	18,03
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	17
Av	1*Av	1*Res	1	21
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	7
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	4
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	6
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	17
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	21
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	7
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	4
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	6
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	12	17

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	353,42	18,799
S(An)	345,47	18,587
S(Av)	183,15	13,533
S(2018-201)	180,06	13,419
S(2018-2020)	1303,8	36,108
S(2018-2021)	-155,4	-12,466
S(ExxAn)	479,66	21,901
S(ExxAv)	185,8	13,631
S(Exx2018-201)	334,71	18,295
S(Exx2018-2020)	2731,3	52,262
S(Exx2018-2021)	-292,98	-17,117
V(St(Si(Ex)))	676,55	26,011
V(Res)	1431,2	37,832

PERMANOVA SANS TRPL3

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT fourth MS BrayCurtis

Data type: Similarity

Selection: 1-13;18-29;33-53

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms
Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	9086,2	9086,2	4,0758	0,037	998
An	3	21678	7226,1	4,4212	0,001	996
Av	1	5225,9	5225,9	2,3953	0,053	998
2018-201	1	8145,2	8145,2	5,5786	0,007	999
2018-2020	1	6253,4	6253,4	2,9557	0,052	999
2018-2021	1	1800	1800	0,57934	0,658	999
ExxAn	3	5970,8	1990,3	1,2177	0,262	998
ExxAv	1	1525,9	1525,9	0,69939	0,596	998
Exx2018-201	1	2517,5	2517,5	1,7242	0,205	999
Exx2018-2020	1	4147,3	4147,3	1,9602	0,141	999
Exx2018-2021	1	-364,25	-364,25	Negati ve		
Pool ed(1)	13	30024	2309,5	1,413	0,093	997
Pool ed(2)	25	40861	1634,4			
Total	45	1,0705E+05				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 2,5756*V(St(Si (Ex))) + 17,171*S(Ex)
An	1*V(Res) + 9,8546*S(An)
Av	1*V(Res) + 15,553*S(Av)
2018-201	1*V(Res) + 10*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 10*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 8*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 4,9273*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 7,7766*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 5*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 5*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 4*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 2,9231*V(St(Si (Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	0,88113*Pool ed(1) + 0,11887*Pool ed(2)	1	15,53
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	25
Av	1*Av	1*Res	1	29
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	8
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	8
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	7
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	25
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	29
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	8
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	8
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	7
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	25

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	399,34	19,983

S(An)	567,42	23,82
S(Av)	195,72	13,99
S(2018-201)	668,51	25,856
S(2018-2020)	413,76	20,341
S(2018-2021)	-163,37	-12,782
S(ExxAn)	72,213	8,4978
S(ExxAv)	-84,337	-9,1835
S(Exx2018-201)	211,49	14,543
S(Exx2018-2020)	406,31	20,157
S(Exx2018-2021)	-867,81	-29,459
V(St(Si(Ex)))	230,96	15,197
V(Res)	1634,4	40,428

POST-HOC ANNÉE

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT fourth MS BrayCurtis

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	4
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	19

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

PAIR-WISE TESTS

Term 'An'

Groups	t	P(perm)	Uni que perms
2018, 2019	1,757	0,031	999
2018, 2020	1,7192	0,046	999
2018, 2021	0,84196	0,551	999
2019, 2020	4,1587	0,001	996
2019, 2021	0,7035	0,694	999
2020, 2021	2,3029	0,01	998

Denominators

Groups	Denominator	Den. df
2018, 2019	1*Res	11
2018, 2020	1*Res	8
2018, 2021	1*Res	10
2019, 2020	1*Res	9
2019, 2021	1*Res	9
2020, 2021	1*Res	7

Average Similarity between/within groups

	2018	2019	2020	2021
2018	25, 213			
2019	33, 243	51, 322		
2020	25, 121	29, 825	43, 282	
2021	36, 061	53, 931	34, 514	54, 817

1.1.2 PERMDISP**EXPOSITION × ANNÉE**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: SHT fourth MS BrayCurtis

Data type: Similarity

Selection: All

Transform: Fourth root

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 8

Number of samples: 56

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 5,0898 df1: 7 df2: 48

P(perm): 0,007

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(Expose2018, Temoi n2018)	3, 1435	0, 033
(Expose2018, Expose2019)	2, 4694	0, 106
(Expose2018, Temoi n2019)	0, 28159	0, 75
(Expose2018, Expose2020)	1, 4151	0, 446
(Expose2018, Temoi n2020)	0, 38929	0, 741
(Expose2018, Expose2021)	3, 4115	0, 056
(Expose2018, Temoi n2021)	0, 095289	0, 953
(Temoi n2018, Expose2019)	7, 2586	0, 001
(Temoi n2018, Temoi n2019)	2, 3213	0, 068
(Temoi n2018, Expose2020)	5, 2837	0, 002
(Temoi n2018, Temoi n2020)	2, 2947	0, 072
(Temoi n2018, Expose2021)	8, 3168	0, 003
(Temoi n2018, Temoi n2021)	2, 7903	0, 031
(Expose2019, Temoi n2019)	2, 2509	0, 168
(Expose2019, Expose2020)	0, 82065	0, 59
(Expose2019, Temoi n2020)	2, 5756	0, 027

(Expose2019, Expose2021)	1, 5376	0, 536
(Expose2019, Temoi n2021)	1, 765	0, 201
(Temoi n2019, Expose2020)	1, 5176	0, 376
(Temoi n2019, Temoi n2020)	0, 090104	0, 944
(Temoi n2019, Expose2021)	2, 5994	0, 037
(Temoi n2019, Temoi n2021)	0, 41569	0, 714
(Expose2020, Temoi n2020)	1, 6826	0, 254
(Expose2020, Expose2021)	1, 8569	0, 37
(Expose2020, Temoi n2021)	1, 0883	0, 458
(Temoi n2020, Expose2021)	3, 0978	0, 053
(Temoi n2020, Temoi n2021)	0, 46072	0, 74
(Expose2021, Temoi n2021)	2, 1595	0, 063

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
Expose2018	5	36, 343	6, 6044
Temoi n2018	12	55, 467	2, 8697
Expose2019	5	16, 128	4, 8373
Temoi n2019	10	39, 376	6, 7944
Expose2020	5	22, 957	6, 7719
Temoi n2020	6	40, 328	7, 5251
Expose2021	3	6, 0653	1, 5163
Temoi n2021	10	35, 27	7, 1715

EXPOSITION × PÉRIODE*Resemblance worksheet*

Name: SHT fourth MS BrayCurtis

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: 56

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 7,214 df1: 3 df2: 52

P(perm): 0,007

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(ExposeAvant, Temoi nAvant)	3, 1435	0, 048
(ExposeAvant, ExposeApres)	1, 221	0, 379
(ExposeAvant, Temoi nApres)	1, 031	0, 426
(Temoi nAvant, ExposeApres)	5, 237	0, 001
(Temoi nAvant, Temoi nApres)	1, 6312	0, 206
(ExposeApres, Temoi nApres)	3, 1769	0, 014

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
ExposeAvant	5	36, 343	6, 6044
Temoi nAvant	12	55, 467	2, 8697
ExposeApres	13	25, 638	4, 7832
Temoi nApres	26	45, 785	3, 788

EXPOSITION X PÉRIODE SANS TRPL1

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: SHT fourth MS BrayCurtis

Data type: Similarity

Selection: 1-5;10-22;25-37;39-46;49-56

Transform: Fourth root

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 47

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 6,1618 df1: 3 df2: 43

P(perm): 0,012

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(ExposeAvant, Temoi nAvant)	3, 1119	0, 035
(ExposeAvant, ExposeApres)	1, 221	0, 349
(ExposeAvant, Temoi nApres)	0, 36121	0, 76
(Temoi nAvant, ExposeApres)	4, 6351	0, 001
(Temoi nAvant, Temoi nApres)	2, 6168	0, 043
(ExposeApres, Temoi nApres)	2, 2614	0, 073

MEANS AND STANDARD ERRORS

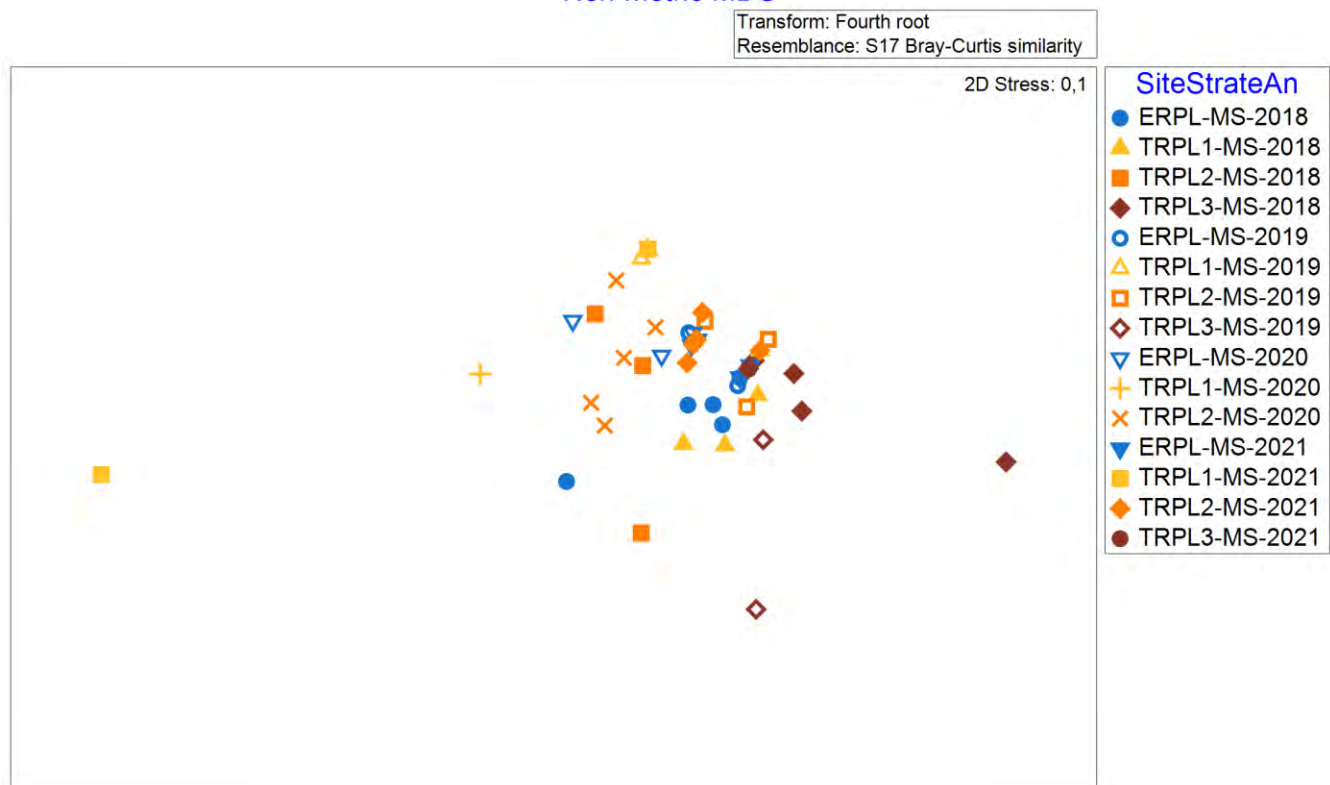
Group	Si ze	Average	SE
ExposeAvant	5	36, 343	6, 6044
Temoi nAvant	8	56, 075	2, 9535
ExposeApres	13	25, 638	4, 7832
Temoi nApres	21	39, 361	3, 7458

Sampl e	Group	Di stance
ERPL-MS1-2018	ExposeAvant	62, 191
ERPL-MS2-2018	ExposeAvant	26, 492
ERPL-MS3-2018	ExposeAvant	34, 827
ERPL-MS4-2018	ExposeAvant	29, 257
ERPL-MS5-2018	ExposeAvant	28, 95
TRPL2-MS1-2018	Temoi nAvant	55, 969
TRPL2-MS2-2018	Temoi nAvant	68, 326
TRPL2-MS4-2018	Temoi nAvant	62, 374
TRPL2-MS5-2018	Temoi nAvant	46, 907
TRPL3-MS1-2018	Temoi nAvant	51, 827
TRPL3-MS2-2018	Temoi nAvant	65, 331
TRPL3-MS3-2018	Temoi nAvant	51, 056
TRPL3-MS4-2018	Temoi nAvant	46, 814
ERPL-MS1-2019	ExposeApres	20, 538
ERPL-MS2-2019	ExposeApres	22, 634
ERPL-MS3-2019	ExposeApres	22, 634
ERPL-MS4-2019	ExposeApres	24, 496
ERPL-MS5-2019	ExposeApres	28, 708
ERPL-MS1-2020	ExposeApres	76, 916
ERPL-MS2-2020	ExposeApres	4, 0456
ERPL-MS3-2020	ExposeApres	35, 466

ERPL-MS4-2020	ExposeAprès	16, 625
ERPL-MS5-2020	ExposeAprès	10, 55
ERPL-MS3-2021	ExposeAprès	23, 361
ERPL-MS4-2021	ExposeAprès	23, 96
ERPL-MS5-2021	ExposeAprès	23, 361
TRPL2-MS1-2019	TemoinAprès	21, 767
TRPL2-MS2-2019	TemoinAprès	35, 731
TRPL2-MS3-2019	TemoinAprès	35, 731
TRPL2-MS4-2019	TemoinAprès	35, 731
TRPL2-MS5-2019	TemoinAprès	41, 658
TRPL3-MS1-2019	TemoinAprès	28, 812
TRPL3-MS2-2019	TemoinAprès	42, 206
TRPL3-MS3-2019	TemoinAprès	84, 724
TRPL2-MS1-2020	TemoinAprès	47, 358
TRPL2-MS2-2020	TemoinAprès	37, 414
TRPL2-MS3-2020	TemoinAprès	62, 836
TRPL2-MS4-2020	TemoinAprès	63, 024
TRPL2-MS5-2020	TemoinAprès	70, 036
TRPL2-MS1-2021	TemoinAprès	19, 943
TRPL2-MS2-2021	TemoinAprès	24, 112
TRPL2-MS3-2021	TemoinAprès	26, 278
TRPL2-MS4-2021	TemoinAprès	31, 49
TRPL2-MS5-2021	TemoinAprès	31, 293
TRPL3-MS1-2021	TemoinAprès	28, 812
TRPL3-MS2-2021	TemoinAprès	28, 812
TRPL3-MS4-2021	TemoinAprès	28, 812

1.1.3 NMDS

Non-metric MDS



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. Si m	Si m/SD	Contri b%	Cum. %
Chi ronomi dae	2, 47	35, 31	1, 13	82, 32	82, 32

Group TRPL1-MS-2018

Average similarity: 10,86

Species	Av. Abund	Av. Si m	Si m/SD	Contri b%	Cum. %
Chi ronomi dae	1, 43	10, 86	0, 60	100, 00	100, 00

Group TRPL2-MS-2018

Average similarity: 16,04

Species	Av. Abund	Av. Si m	Si m/SD	Contri b%	Cum. %
Sphaeri i dae	1, 18	11, 51	0, 61	71, 76	71, 76

Group TRPL3-MS-2018

Average similarity: 22,88

Species	Av. Abund	Av. Si m	Si m/SD	Contri b%	Cum. %
Chi ronomi dae	1, 39	16, 83	0, 60	73, 58	73, 58

Group ERPL-MS-2019

Average similarity: 75,37

Species	Av. Abund	Av. Si m	Si m/SD	Contri b%	Cum. %
Chi ronomi dae	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. Si m	Si m/SD	Contri b%	Cum. %
Chi ronomi dae	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
Hydrobatidae	2,24	7,02	1,06	13,80	73,60

Group TRPL3-MS-2020

All the samples in the group are empty

Group ERPL-MS-2021

Average similarity: 30,30

Species	Av. Abund	Av. Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum. %
Chironomidae	1,70	30,30	0,66	100,00	100,00

Group TRPL1-MS-2021

All the similarities are zero

Group TRPL2-MS-2021

Average similarity: 68,03

Species	Av. Abund	Av. Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum. %
Chironomidae	2,55	47,15	5,44	69,31	69,31
Sphaeriidae	1,58	20,88	1,13	30,69	100,00

Group TRPL3-MS-2021

Average similarity: 33,33

Species	Av. Abund	Av. Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum. %
Chironomidae	1,66	33,33	0,67	100,00	100,00

Groups ERPL-MS-2018 & TRPL1-MS-2018

Average dissimilarity = 72,41

Group ERPL-MS-2018

Group TRPL1-MS-2018

Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
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		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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 & 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	Diss/SD		
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 & ERPL-MS-2019

Average dissimilarity = 89,06

Species	Group TRPL2-MS-2018		Group ERPL-MS-2019		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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 & ERPL-MS-2019

Average dissimilarity = 63,15

Species	Group TRPL3-MS-2018		Group ERPL-MS-2019		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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 & TRPL1-MS-2019

Average dissimilarity = 90,35

Species	Group ERPL-MS-2018		Group TRPL1-MS-2019		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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 & TRPL1-MS-2019

Average dissimilarity = 88,99

Species	Group TRPL1-MS-2018		Group TRPL1-MS-2019		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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

Group TRPL2-MS-2018

Group TRPL1-MS-2019

Species	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

Group TRPL3-MS-2018

Group TRPL1-MS-2019

Species	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

Group ERPL-MS-2019

Group TRPL1-MS-2019

Species	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

Group ERPL-MS-2018

Group TRPL2-MS-2019

Species	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 & TRPL2-MS-2019

Average dissimilarity = 69,01

Group TRPL1-MS-2018

Group TRPL2-MS-2019

Species	Av.Abund	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 & TRPL2-MS-2019

Average dissimilarity = 87,85

Group TRPL2-MS-2018

Group TRPL2-MS-2019

Species	Av.Abund	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 & TRPL2-MS-2019

Average dissimilarity = 66,20

Species	Group TRPL3-MS-2018		Group TRPL2-MS-2019		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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 & TRPL2-MS-2019

Average dissimilarity = 36,27

Species	Group ERPL-MS-2019		Group TRPL2-MS-2019		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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 & TRPL2-MS-2019

Average dissimilarity = 81,68

Species	Group TRPL1-MS-2019		Group TRPL2-MS-2019		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
Chironomidae	0,39	2,09	61,6	1,78	75,41	75,41

Groups ERPL-MS-2018 & TRPL3-MS-2019

Average dissimilarity = 80,85

Species	Group ERPL-MS-2018		Group TRPL3-MS-2019		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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 & TRPL3-MS-2019

Average dissimilarity = 87,50

Species	Group TRPL1-MS-2018		Group TRPL3-MS-2019		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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 & TRPL3-MS-2019

Average dissimilarity = 97,38

Species	Group TRPL2-MS-2018		Group TRPL3-MS-2019		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		

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 & TRPL3-MS-2019

Average dissimilarity = 84,64

Species	Group TRPL3-MS-2018		Group TRPL3-MS-2019		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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 & 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

Group TRPL2-MS-2018

Group ERPL-MS-2020

Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
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 & ERPL-MS-2020

Average dissimilarity = 77,36

Group TRPL3-MS-2018

Group ERPL-MS-2020

Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
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 & ERPL-MS-2020

Average dissimilarity = 46,90

Group ERPL-MS-2019

Group ERPL-MS-2020

Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
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 & ERPL-MS-2020

Average dissimilarity = 81,67

Group TRPL1-MS-2019

Group ERPL-MS-2020

Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
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 & ERPL-MS-2020

Average dissimilarity = 56,70

Group TRPL2-MS-2019

Group ERPL-MS-2020

Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
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 & ERPL-MS-2020

Average dissimilarity = 83,80

Group TRPL3-MS-2019

Group ERPL-MS-2020

Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Sphaeriidae	0	2,43	32,92	3,34	39,28	39,28
Chironomidae	1,02	2,16	24,11	1,14	28,77	68,05
Ceratopogonidae	1,12	0	11,5	0,8	13,73	81,78

Groups ERPL-MS-2018 & 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	53,44
Leptoceridae	1,03	0,33	14,38	0,86	14,78	68,22
NEMATODA	1,03	0	13,56	0,7	13,93	82,15

Groups TRPL1-MS-2018 & 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	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

Groups TRPL2-MS-2018 & 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	38,04
NEMATODA	0,66	0	28,09	0,73	28,61	66,65
Leptoceridae	0,33	0,33	15,15	0,59	15,43	82,08

Groups TRPL3-MS-2018 & 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		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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

Group TRPL3-MS-2018

Group TRPL2-MS-2020

Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
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

Group ERPL-MS-2019

Group TRPL2-MS-2020

Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
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

Group TRPL1-MS-2019

Group TRPL2-MS-2020

Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
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

Group TRPL2-MS-2019

Group TRPL2-MS-2020

Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
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

Group TRPL3-MS-2019

Group TRPL2-MS-2020

Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
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 & TRPL2-MS-2020

Average dissimilarity = 54,61

Species	Group ERPL-MS-2020		Group TRPL2-MS-2020		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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 & TRPL2-MS-2020

Average dissimilarity = 97,99

Species	Group TRPL1-MS-2020		Group TRPL2-MS-2020		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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 & TRPL3-MS-2020

Average dissimilarity = 100,00

Species	Group ERPL-MS-2018		Group TRPL3-MS-2020		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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 & TRPL3-MS-2020

Average dissimilarity = 100,00

Species	Group TRPL1-MS-2018		Group TRPL3-MS-2020		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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 & TRPL3-MS-2020

Average dissimilarity = 100,00

Species	Group TRPL2-MS-2018		Group TRPL3-MS-2020		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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 & TRPL3-MS-2020

Average dissimilarity = 100,00

Species	Group TRPL3-MS-2018		Group TRPL3-MS-2020		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		

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 & TRPL3-MS-2020

Average dissimilarity = 100,00

Species	Group ERPL-MS-2019		Group TRPL3-MS-2020		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
Chironomidae	3,12	0	88,86	3,91	88,86	88,86

Groups TRPL1-MS-2019 & TRPL3-MS-2020

Average dissimilarity = 100,00

Species	Group TRPL1-MS-2019		Group TRPL3-MS-2020		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
Sphaeriidae	0,39	0	50	0,95	50	50
Chironomidae	0,39	0	50	0,95	50	100

Groups TRPL2-MS-2019 & TRPL3-MS-2020

Average dissimilarity = 100,00

Species	Group TRPL2-MS-2019		Group TRPL3-MS-2020		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
Chironomidae	2,09	0	84,59	4,27	84,59	84,59

Groups TRPL3-MS-2019 & TRPL3-MS-2020

Average dissimilarity = 100,00

Species	Group TRPL3-MS-2019		Group TRPL3-MS-2020		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
Ceratopogonidae	1,12	0	52,86	1,24	52,86	52,86
Chironomidae	1,02	0	47,14	1,11	47,14	100

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	42,33
Chironomidae	2,16	0	38,39	1,8	38,39	80,72

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	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	43,87
Hygrobatidae	2,24	0	13,74	1,7	13,74	57,61
Leptoceridae	2,88	0	13,13	1,18	13,13	70,74

Groups ERPL-MS-2018 & ERPL-MS-2021

Average dissimilarity = 64,86		Group ERPL-MS-2018	Group ERPL-MS-2021			
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	2,47	1,7	27,32	0,86	42,13	42,13
Nematoda	1,03	0	11,55	0,7	17,81	59,94
Leptoceridae	1,03	0	10,65	0,72	16,42	76,36

Groups TRPL1-MS-2018 & ERPL-MS-2021

Average dissimilarity = 78,27

Average dissimilarity = 78,27		Group TRPL1-MS-2018	Group ERPL-MS-2021			
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	1,43	1,7	35,86	1,04	45,81	45,81
Sphaeriidae	0,33	0	13,51	0,45	17,26	63,07
Lumbriculidae	0,33	0	6,21	0,5	7,93	71

Groups TRPL2-MS-2018 & ERPL-MS-2021

Average dissimilarity = 95,59

Average dissimilarity = 95,59		Group TRPL2-MS-2018	Group ERPL-MS-2021			
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	0,33	1,7	37,54	1,08	39,28	39,28
Sphaeriidae	1,18	0	25,79	0,92	26,99	66,26
Nematoda	0,66	0	18,59	0,63	19,45	85,72

Groups TRPL3-MS-2018 & ERPL-MS-2021

Average dissimilarity = 73,02

Average dissimilarity = 73,02		Group TRPL3-MS-2018	Group ERPL-MS-2021			
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	1,39	1,7	36,4	0,96	49,84	49,84
Philopotamidae	0,9	0	14,35	0,82	19,65	69,49
Paludicellidae	0,66	0	8,96	0,83	12,27	81,76

Groups ERPL-MS-2019 & ERPL-MS-2021

Average dissimilarity = 49,81

Average dissimilarity = 49,81		Group ERPL-MS-2019	Group ERPL-MS-2021			
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	3,12	1,7	40,9	0,95	82,12	82,12

Groups TRPL1-MS-2019 & ERPL-MS-2021

Average dissimilarity = 87,06

Average dissimilarity = 87,06		Group TRPL1-MS-2019	Group ERPL-MS-2021			
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	0,39	1,7	70,06	1,77	80,48	80,48

Groups TRPL2-MS-2019 & ERPL-MS-2021

Average dissimilarity = 57,73

Average dissimilarity = 57,73		Group TRPL2-MS-2019	Group ERPL-MS-2021			
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	2,09	1,7	46,05	1,31	79,77	79,77

Groups TRPL3-MS-2019 & ERPL-MS-2021

Average dissimilarity = 78,67

Average dissimilarity = 78,67		Group TRPL3-MS-2019	Group ERPL-MS-2021			
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%

Chironomidae	1,02	1,7	51,54	1,2	65,52	65,52
Ceratopogonidae	1,12	0	27,13	0,82	34,48	100

Groups ERPL-MS-2020 & ERPL-MS-2021

Average dissimilarity = 71,31

Species	Group ERPL-MS-2020	Group ERPL-MS-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Sphaeriidae	2,43	0	33,92	3,85	47,56	47,56
Chironomidae	2,16	1,7	21,68	1,02	30,4	77,96

Groups TRPL1-MS-2020 & ERPL-MS-2021

Average dissimilarity = 100,00

Species	Group TRPL1-MS-2020	Group ERPL-MS-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Chironomidae	0	1,7	81,73	2,41	81,73	81,73

Groups TRPL2-MS-2020 & ERPL-MS-2021

Average dissimilarity = 88,45

Species	Group TRPL2-MS-2020	Group ERPL-MS-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Sphaeriidae	4,04	0	36,02	1,4	40,72	40,72
Chironomidae	1,94	1,7	12,4	0,98	14,02	54,74
Hygrobatidae	2,24	0	12,2	1,72	13,79	68,53
Leptoceridae	2,88	0	12,04	1,18	13,61	82,14

Groups TRPL3-MS-2020 & ERPL-MS-2021

Average dissimilarity = 100,00

Species	Group TRPL3-MS-2020	Group ERPL-MS-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Chironomidae	0	1,7	100	Undefined!	100	100

Groups ERPL-MS-2018 & TRPL1-MS-2021

Average dissimilarity = 100,00

Species	Group ERPL-MS-2018	Gr. TRPL1-MS-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Chironomidae	2,47	0	48,9	1,62	48,9	48,9
Nematoda	1,03	0	12,98	0,71	12,98	61,88
Leptoceridae	1,03	0	11,84	0,73	11,84	73,72

Groups TRPL1-MS-2018 & TRPL1-MS-2021

Average dissimilarity = 95,45

Species	Group TRPL1-MS-2018	Gr. TRPL1-MS-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Chironomidae	1,43	0	27,38	1,25	28,69	28,69
Sphaeriidae	0,33	0,33	23,65	0,61	24,78	53,46
Pectinatellidae	0	0,33	10,01	0,42	10,49	63,95
Lumbriculidae	0,33	0	7,55	0,52	7,91	71,87

Groups TRPL2-MS-2018 & TRPL1-MS-2021

Average dissimilarity = 91,64

Species	Group TRPL2-MS-2018	Gr. TRPL1-MS-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				

Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Sphaeriidae	1,18	0,33	35,34	0,99	38,56	38,56
Nematoda	0,66	0	24,24	0,69	26,45	65
Pectinatellidae	0	0,33	11	0,44	12	77

Groups TRPL3-MS-2018 & TRPL1-MS-2021

Average dissimilarity = 100,00

Species	Group TRPL3-MS-2018	Gr. TRPL1-MS-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Chironomidae	1,39	0	37,64	1,13	37,64	37,64
Philopotamidae	0,9	0	17,17	0,87	17,17	54,81
Paludicellidae	0,66	0	10,52	0,88	10,52	65,33
Pectinatellidae	0	0,33	9,52	0,41	9,52	74,84

Groups ERPL-MS-2019 & TRPL1-MS-2021

Average dissimilarity = 98,19

Species	Group ERPL-MS-2019	Gr. TRPL1-MS-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Chironomidae	3,12	0	77,25	3,17	78,67	78,67

Groups TRPL1-MS-2019 & TRPL1-MS-2021

Average dissimilarity = 94,29

Species	Group TRPL1-MS-2019	Gr. TRPL1-MS-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Sphaeriidae	0,39	0,33	44,29	0,93	46,97	46,97
Chironomidae	0,39	0	25,54	0,62	27,09	74,06

Groups TRPL2-MS-2019 & TRPL1-MS-2021

Average dissimilarity = 97,49

Species	Group TRPL2-MS-2019	Gr. TRPL1-MS-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Chironomidae	2,09	0	69,92	2,89	71,72	71,72

Groups TRPL3-MS-2019 & TRPL1-MS-2021

Average dissimilarity = 100,00

Species	Group TRPL3-MS-2019	Gr. TRPL1-MS-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Ceratopogonidae	1,12	0	35,97	0,93	35,97	35,97
Chironomidae	1,02	0	32,3	0,86	32,3	68,28
Pectinatellidae	0	0,33	15,86	0,49	15,86	84,14

Groups ERPL-MS-2020 & TRPL1-MS-2021

Average dissimilarity = 91,14

Species	Group ERPL-MS-2020	Gr. TRPL1-MS-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Chironomidae	2,16	0	34,9	1,75	38,3	38,3
Sphaeriidae	2,43	0,33	34,11	2,46	37,43	75,72

Groups TRPL1-MS-2020 & TRPL1-MS-2021

Average dissimilarity = 100,00		Group TRPL1-MS-2020	Gr. TRPL1-MS-2021				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%	
Pectinatellidae	0	0,33	34,62	0,73	34,62	34,62	
Sphaeriidae	0	0,33	34,62	0,73	34,62	69,23	
Leptoceridae	0,33	0	30,77	0,71	30,77	100	

Groups TRPL2-MS-2020 & TRPL1-MS-2021

Average dissimilarity = 93,87		Group TRPL2-MS-2020	Gr. TRPL1-MS-2021				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%	
Sphaeriidae	4,04	0,33	37,49	1,28	39,94	39,94	
Hygrobatidae	2,24	0	13,09	1,71	13,94	53,88	
Leptoceridae	2,88	0	12,67	1,18	13,5	67,38	
Chironomidae	1,94	0	11,93	1,49	12,71	80,09	

Groups TRPL3-MS-2020 & TRPL1-MS-2021

Average dissimilarity = 100,00		Group TRPL3-MS-2020	Gr. TRPL1-MS-2021				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%	
Pectinatellidae	0	0,33	50	0,95	50	50	
Sphaeriidae	0	0,33	50	0,95	50	100	

Groups ERPL-MS-2021 & TRPL1-MS-2021

Average dissimilarity = 100,00		Group ERPL-MS-2021	Gr. TRPL1-MS-2021				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%	
Chironomidae	1,7	0	67,3	1,71	67,3	67,3	
Pectinatellidae	0	0,33	16,35	0,5	16,35	83,65	

Groups ERPL-MS-2018 & TRPL2-MS-2021

Average dissimilarity = 55,45		Group ERPL-MS-2018	Gr. TRPL2-MS-2021				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%	
Sphaeriidae	0	1,58	14,94	1,65	26,95	26,95	
Chironomidae	2,47	2,55	10,66	1,46	19,23	46,17	
Nematoda	1,03	0,33	9,53	0,86	17,2	63,37	
Leptoceridae	1,03	0	8,14	0,75	14,68	78,05	

Groups TRPL1-MS-2018 & TRPL2-MS-2021

Average dissimilarity = 65,17		Group TRPL1-MS-2018	Gr. TRPL2-MS-2021				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%	
Chironomidae	1,43	2,55	25,3	0,98	38,82	38,82	
Sphaeriidae	0,33	1,58	18,11	1,22	27,79	66,61	
Nematoda	0,46	0,33	6,7	0,68	10,29	76,9	

Groups TRPL2-MS-2018 & TRPL2-MS-2021

Average dissimilarity = 72,39		Group TRPL2-MS-2018	Gr. TRPL2-MS-2021				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%	
Chironomidae	0,33	2,55	35,94	1,66	49,64	49,64	

Sphaeriidae	1,18	1,58	16,93	0,98	23,39	73,03
-------------	------	------	-------	------	-------	-------

Groups TRPL3-MS-2018 & TRPL2-MS-2021

Average dissimilarity = 69,27

Species	Group TRPL3-MS-2018	Gr. TRPL2-MS-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Chironomidae	1,39	2,55	21,5	0,91	31,04	31,04
Sphaeriidae	0	1,58	19,65	1,46	28,37	59,41
Philopotamidae	0,9	0	9,31	0,78	13,45	72,85

Groups ERPL-MS-2019 & TRPL2-MS-2021

Average dissimilarity = 34,20

Species	Group ERPL-MS-2019	Gr. TRPL2-MS-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Sphaeriidae	0,63	1,58	18,76	1,7	54,86	54,86
Chironomidae	3,12	2,55	12,02	1,17	35,14	89,99

Groups TRPL1-MS-2019 & TRPL2-MS-2021

Average dissimilarity = 79,01

Species	Group TRPL1-MS-2019	Gr. TRPL2-MS-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Chironomidae	0,39	2,55	47,33	1,78	59,9	59,9
Sphaeriidae	0,39	1,58	26,72	1,42	33,81	93,71

Groups TRPL2-MS-2019 & TRPL2-MS-2021

Average dissimilarity = 38,54

Species	Group TRPL2-MS-2019	Gr. TRPL2-MS-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Sphaeriidae	0,33	1,58	19,21	1,44	49,84	49,84
Chironomidae	2,09	2,55	11,97	1,38	31,07	80,91

Groups TRPL3-MS-2019 & TRPL2-MS-2021

Average dissimilarity = 78,26

Species	Group TRPL3-MS-2019	Gr. TRPL2-MS-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Chironomidae	1,02	2,55	35,64	1,26	45,54	45,54
Sphaeriidae	0	1,58	24,28	1,55	31,03	76,57

Groups ERPL-MS-2020 & TRPL2-MS-2021

Average dissimilarity = 34,90

Species	Group ERPL-MS-2020	Gr. TRPL2-MS-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Chironomidae	2,16	2,55	10,5	1,26	30,09	30,09
Sphaeriidae	2,43	1,58	10	0,86	28,67	58,75
Limnesiidae	0,46	0	4,43	0,48	12,68	71,44

Groups TRPL1-MS-2020 & TRPL2-MS-2021

Average dissimilarity = 100,00

Species	Group TRPL1-MS-2020	Gr. TRPL2-MS-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Chironomidae	0	2,55	58,27	2,92	58,27	58,27

Sphaeriidae	0	1,58	30,6	1,74	30,6	88,87
-------------	---	------	------	------	------	-------

Groups TRPL2-MS-2020 & TRPL2-MS-2021

Average dissimilarity = 63,60

Species	Group TRPL2-MS-2020	Gr. TRPL2-MS-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Sphaeriidae	4,04	1,58	17,23	1,19	27,09	27,09
Leptoceridae	2,88	0	10,58	1,18	16,64	43,73
Hygrobatidae	2,24	0	10,23	1,82	16,09	59,82
Chironomidae	1,94	2,55	9,15	0,84	14,39	74,2

Groups TRPL3-MS-2020 & TRPL2-MS-2021

Average dissimilarity = 100,00

Species	Group TRPL3-MS-2020	Gr. TRPL2-MS-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Chironomidae	0	2,55	62,21	3,11	62,21	62,21
Sphaeriidae	0	1,58	32,28	1,78	32,28	94,49

Groups ERPL-MS-2021 & TRPL2-MS-2021

Average dissimilarity = 60,83

Species	Group ERPL-MS-2021	Gr. TRPL2-MS-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Chironomidae	1,7	2,55	31,34	1,07	51,52	51,52
Sphaeriidae	0	1,58	25,04	1,62	41,16	92,68

Groups TRPL1-MS-2021 & TRPL2-MS-2021

Average dissimilarity = 91,95

Species	Group TRPL1-MS-2021	Group TRPL2-MS-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Chironomidae	0	2,55	54,33	2,85	59,08	59,08
Sphaeriidae	0,33	1,58	26,73	1,43	29,07	88,16

Groups ERPL-MS-2018 & TRPL3-MS-2021

Average dissimilarity = 64,34

Species	Group ERPL-MS-2018	Gr. TRPL3-MS-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Chironomidae	2,47	1,66	26,69	0,83	41,48	41,48
Nematoda	1,03	0	11,59	0,7	18,02	59,5
Leptoceridae	1,03	0	10,68	0,73	16,6	76,1

Groups TRPL1-MS-2018 & TRPL3-MS-2021

Average dissimilarity = 77,29

Species	Group TRPL1-MS-2018	Gr. TRPL3-MS-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Chironomidae	1,43	1,66	34,72	0,98	44,92	44,92
Sphaeriidae	0,33	0	13,56	0,45	17,54	62,46
Lumbriculidae	0,33	0	6,23	0,5	8,06	70,53

Groups TRPL2-MS-2018 & TRPL3-MS-2021

Average dissimilarity = 95,56

	Group TRPL2-MS-2018	Gr. TRPL3-MS-2021				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	0,33	1,66	37,3	1,08	39,03	39,03
Sphaeriidae	1,18	0	25,89	0,92	27,1	66,13
Nematoda	0,66	0	18,67	0,63	19,53	85,66

Groups TRPL3-MS-2018 & TRPL3-MS-2021

Average dissimilarity = 72,78

	Group TRPL3-MS-2018	Gr. TRPL3-MS-2021				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	1,39	1,66	36,02	0,95	49,5	49,5
Philopotamidae	0,9	0	14,4	0,82	19,78	69,28
Paludicellidae	0,66	0	8,99	0,83	12,35	81,63

Groups ERPL-MS-2019 & TRPL3-MS-2021

Average dissimilarity = 48,62

	Group ERPL-MS-2019	Gr. TRPL3-MS-2021				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	3,12	1,66	39,67	0,9	81,61	81,61

Groups TRPL1-MS-2019 & TRPL3-MS-2021

Average dissimilarity = 86,92

	Group TRPL1-MS-2019	Group TRPL3-MS-2021				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	0,39	1,66	69,85	1,76	80,37	80,37

Groups TRPL2-MS-2019 & TRPL3-MS-2021

Average dissimilarity = 57,49

	Group TRPL2-MS-2019	Gr. TRPL3-MS-2021				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	2,09	1,66	45,77	1,3	79,61	79,61

Groups TRPL3-MS-2019 & TRPL3-MS-2021

Average dissimilarity = 77,79

	Group TRPL3-MS-2019	Gr. TRPL3-MS-2021				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	1,02	1,66	50,55	1,15	64,99	64,99
Ceratopogonidae	1,12	0	27,23	0,82	35,01	100

Groups ERPL-MS-2020 & TRPL3-MS-2021

Average dissimilarity = 70,87

	Group ERPL-MS-2020	Gr. TRPL3-MS-2021				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Sphaeriidae	2,43	0	34,04	3,92	48,04	48,04
Chironomidae	2,16	1,66	21,05	0,98	29,7	77,74

Groups TRPL1-MS-2020 & TRPL3-MS-2021

Average dissimilarity = 100,00

	Group TRPL1-MS-2020	Gr. TRPL3-MS-2021				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%

Chironomidae	0	1,66	81,65	2,4	81,65	81,65
--------------	---	------	-------	-----	-------	-------

Groups TRPL2-MS-2020 & TRPL3-MS-2021

Average dissimilarity = 88,45

Species	Group TRPL2-MS-2020		Gr. TRPL3-MS-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Sphaeriidae	4,04	0	36,13	1,4	40,85	40,85
Hygrobatidae	2,24	0	12,23	1,72	13,82	54,68
Chironomidae	1,94	1,66	12,21	0,98	13,8	68,48
Leptoceridae	2,88	0	12,06	1,18	13,64	82,12

Groups TRPL3-MS-2020 & TRPL3-MS-2021

Average dissimilarity = 100,00

Species	Group TRPL3-MS-2020		Gr. TRPL3-MS-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	0	1,66	100	69356783,2	100	100

Groups ERPL-MS-2021 & TRPL3-MS-2021

Average dissimilarity = 59,61

Species	Group ERPL-MS-2021		Gr. TRPL3-MS-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	1,7	1,66	59,61	1,25	100	100

Groups TRPL1-MS-2021 & TRPL3-MS-2021

Average dissimilarity = 100,00

Species	Group TRPL1-MS-2021		Gr. TRPL3-MS-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	0	1,66	67,17	1,71	67,17	67,17
Pectinatellidae	0,33	0	16,41	0,5	16,41	83,59

Groups TRPL2-MS-2021 & TRPL3-MS-2021

Average dissimilarity = 60,23

Species	Group TRPL2-MS-2021		Gr. TRPL3-MS-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	2,55	1,66	30,63	1,03	50,85	50,85
Sphaeriidae	1,58	0	25,14	1,63	41,73	92,58

SIMPER ANNÉE

Group 2018

Average similarity: 19,57

Species	Av. Abund	Av. Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum. %
Chironomidae	0,55	13,90	0,61	71,02	71,02

Group 2019

Average similarity: 36,39

Species	Av. Abund	Av. Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum. %
Chironomidae	0,65	35,00	0,83	96,18	96,18

Group 2020

Average similarity: 17,61

Species	Av. Abund	Av. Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum. %
Sphaeriidae	0,50	9,59	0,56	54,44	54,44
Chironomidae	0,40	5,18	0,43	29,42	83,87

Group 2021

Average similarity: 27,46

Species	Av. Abund	Av. Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum. %
Chironomidae	0,55	24,38	0,66	88,79	88,79

Groups 2018 & 2019

Average dissimilarity = 75,56

Species	Group 2018		Group 2019		Contrib%	Cum. %
	Av. Abund	Av. Abund	Av. Diss	Diss/SD		
Chironomidae	0,55	0,65	24,59	0,79	32,54	32,54
Sphaeriidae	0,20	0,15	12,00	0,53	15,88	48,42
Nematoda	0,25	0,00	8,53	0,49	11,29	59,71
Spongillidae	0,20	0,00	5,17	0,48	6,84	66,55
Leptoceridae	0,15	0,00	3,82	0,39	5,05	71,60

Groups 2018 & 2020

Average dissimilarity = 85,06

Species	Group 2018		Group 2020		Contrib%	Cum. %
	Av. Abund	Av. Abund	Av. Diss	Diss/SD		
Chironomidae	0,55	0,40	20,95	0,81	24,64	24,64
Sphaeriidae	0,20	0,50	16,78	0,68	19,73	44,36
Nematoda	0,25	0,00	8,59	0,45	10,09	54,46
Leptoceridae	0,15	0,25	8,09	0,54	9,52	63,97
Spongillidae	0,20	0,15	6,52	0,56	7,67	71,64

Groups 2019 & 2020

Average dissimilarity = 83,10

Species	Group 2019		Group 2020		Contrib%	Cum. %
	Av. Abund	Av. Abund	Av. Diss	Diss/SD		
Chironomidae	0,65	0,40	36,82	0,94	44,31	44,31
Sphaeriidae	0,15	0,50	19,60	0,82	23,59	67,90
Leptoceridae	0,00	0,25	7,10	0,44	8,54	76,44

Groups 2018 & 2021

Average dissimilarity = 77,95

Species	Group 2018		Group 2021		Contrib%	Cum. %
	Av. Abund	Av. Abund	Av. Diss	Diss/SD		
Chironomidae	0,55	0,55	25,06	0,82	32,15	32,15
Sphaeriidae	0,20	0,25	14,42	0,59	18,49	50,64
Nematoda	0,25	0,05	9,73	0,52	12,49	63,13
Spongillidae	0,20	0,00	5,39	0,48	6,92	70,05

Groups 2019 & 2021

Average dissimilarity = 67,01

Species	Group 2019		Group 2021		Contrib%	Cum. %
	Av. Abund	Av. Abund	Av. Diss	Diss/SD		
Chironomidae	0,65	0,55	39,00	0,93	58,19	58,19
Sphaeriidae	0,15	0,25	15,77	0,65	23,54	81,73

Groups 2020 & 2021

Average dissimilarity = 82,47

Species	Group 2020 Av. Abund	Group 2021 Av. Abund	Av. Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum. %
Chironomidae	0,40	0,55	33,77	0,92	40,94	40,94
Sphaeriidae	0,50	0,25	22,63	0,88	27,44	68,38
Leptoceridae	0,25	0,00	7,82	0,44	9,49	77,87

1.2 COMPOSITION DES COMMUNAUTÉS

1.2.1 PERMANOVA

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT MS Compo BrayCurtis

Data type: Similarity

Selection: All

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	4
Station	St	Random	19

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-2019	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneeStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)

Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms

Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)

Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	4767,7	4767,7	1,9318	0,149	998
An	3	19355	6451,7	3,9827	0,001	998
Av	1	5799,8	5799,8	2,9784	0,027	999
2018-2019	1	7123,7	7123,7	3,7149	0,021	998
2018-2020	1	5495,8	5495,8	2,699	0,084	998
2018-2021	1	1949,8	1949,8	0,74514	0,552	998
ExxAn	3	4438,2	1479,4	0,91325	0,536	999
ExxAv	1	2072,2	2072,2	1,0642	0,378	999
Exx2018-2019	1	2132,3	2132,3	1,1119	0,35	999
Exx2018-2020	1	3578,3	3578,3	1,7573	0,2	999
Exx2018-2021	1	-16,849	-16,849	Negati ve		
Pool ed(1)	17	42729	2513,5	1,5516	0,047	999
Pool ed(2)	31	50218	1619,9			
Total	55	1,2427E+05				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 2,6799*V(St(Si(Ex))) + 19,689*S(Ex)
An	1*V(Res) + 10,905*S(An)
Av	1*V(Res) + 18,563*S(Av)
2018-2019	1*V(Res) + 12,308*S(2018-2019)
2018-2020	1*V(Res) + 10*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 9*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 5,4526*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 9,2814*S(ExxAv)
Exx2018-2019	1*V(Res) + 6,1538*S(Exx2018-2019)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 5*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 4,5*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 2,8235*V(St(Si(Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	0,94912*Pool ed(1) + 0,050884*Pool ed(2)	1	18,18
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	31
Av	1*Av	1*Res	1	35
2018-2019	1*2018-2019	1*Res	1	11
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	8
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	10
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	31
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	35
Exx2018-2019	1*Exx2018-2019	1*Res	1	11
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	8
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	10
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	17	31

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	116,8	10,808
S(An)	443,07	21,049
S(Av)	207,54	14,406
S(2018-2019)	423	20,567
S(2018-2020)	345,96	18,6
S(2018-2021)	-74,101	-8,6082
S(ExxAn)	-25,772	-5,0766
S(ExxAv)	13,46	3,6688
S(Exx2018-2019)	34,884	5,9063
S(Exx2018-2020)	308,42	17,562
S(Exx2018-2021)	-585,24	-24,192
V(St(Si(Ex)))	316,47	17,79
V(Res)	1619,9	40,248

PERMANOVA SANS TRPL1

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT MS Compo BrayCurtis

Data type: Similarity

Selection: 1-5;10-22;25-37;39-46;49-56

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	14

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)

Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms

Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)

Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	2788,2	2788,2	1,5215	0,206	999
An	3	19087	6362,2	5,2258	0,001	999
Av	1	6736,1	6736,1	4,4113	0,004	999
2018-201	1	7759,5	7759,5	3,9281	0,022	999
2018-2020	1	5888,8	5888,8	3,7601	0,041	998
2018-2021	1	3330,3	3330,3	2,058	0,135	998
ExxAn	3	4252,7	1417,6	1,1644	0,319	999
ExxAv	1	3564,6	3564,6	2,3344	0,075	999
Exx2018-201	1	2398,4	2398,4	1,2141	0,367	998
Exx2018-2020	1	3263,2	3263,2	2,0836	0,196	999
Exx2018-2021	1	792,52	792,52	0,48974	0,682	999
Pool ed(1)	12	22618	1884,9	1,5482	0,051	999
Pool ed(2)	27	32871	1217,5			
Total	46	88049				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 2,9951 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 19,169 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 10,192 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 17,146 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 11,667 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 8,8889 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 8,4 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 5,0961 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 8,5732 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 5,8333 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 4,4444 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 4,2 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 3,25 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	$1 * \text{Ex}$	$0,92157 * \text{Pool ed}(1) + 0,078431 * \text{Pool ed}(2)$	1	13,34
An	$1 * \text{An}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	27
Av	$1 * \text{Av}$	$1 * \text{Res}$	1	31
2018-201	$1 * 2018-201$	$1 * \text{Res}$	1	10
2018-2020	$1 * 2018-2020$	$1 * \text{Res}$	1	7
2018-2021	$1 * 2018-2021$	$1 * \text{Res}$	1	8
ExxAn	$1 * \text{ExxAn}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	27
ExxAv	$1 * \text{ExxAv}$	$1 * \text{Res}$	1	31
Exx2018-201	$1 * \text{Exx2018-201}$	$1 * \text{Res}$	1	10
Exx2018-2020	$1 * \text{Exx2018-2020}$	$1 * \text{Res}$	1	7
Exx2018-2021	$1 * \text{Exx2018-2021}$	$1 * \text{Res}$	1	8
St(Si(Ex))	$1 * \text{Pool ed}(1)$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	12	27

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	49,857	7,0609
S(An)	504,78	22,467
S(Av)	303,8	17,43
S(2018-201)	495,78	22,266
S(2018-2020)	486,3	22,052
S(2018-2021)	203,82	14,276
S(ExxAn)	39,268	6,2664
S(ExxAv)	237,67	15,416
S(Exx2018-201)	72,511	8,5153
S(Exx2018-2020)	381,84	19,541
S(Exx2018-2021)	-196,6	-14,021
V(St(Si(Ex)))	205,35	14,33
V(Res)	1217,5	34,892

PERMANOVA SANS TRPL2

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT MS Compo BrayCurtis

Data type: Similarity

Selection: 1-9;14-24;30-38;44-48;54-56

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	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	14

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
 Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Ex	1	5217,3	5217,3	2,1494	0,129	998
An	3	11547	3849,1	2,9262	0,015	999
Av	1	4730,6	4730,6	2,7702	0,038	998
2018-201	1	3578,7	3578,7	2,4074	0,088	999
2018-2020	1	4765,4	4765,4	9,5663	0,055	999
2018-2021	1	1176	1176	0,51399	0,687	998
ExxAn	3	9138,4	3046,1	2,3158	0,035	999
ExxAv	1	3108,3	3108,3	1,8202	0,141	999
Exx2018-201	1	3298,4	3298,4	2,2189	0,108	999
Exx2018-2020	1	5508	5508	11,057	0,044	998
Exx2018-2021	1	1189,9	1189,9	0,52006	0,671	999
Pool ed(1)	12	36361	3030,1	2,3036	0,002	998
Pool ed(2)	17	22361	1315,4			
Total	36	84282				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 1,5671 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 10,029 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 6,6761 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 14,333 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 8,8889 * S(\text{2018-201})$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 3,3333 * S(\text{2018-2020})$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{2018-2021})$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 3,3381 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 7,1667 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 4,4444 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 1,6667 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 3,75 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 2,4167 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$

Pool ed(2) 1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	0,64844*Pool ed(1) + 0,35156*Pool ed(2)	1	17,62
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	17
Av	1*Av	1*Res	1	21
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	7
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	4
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	6
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	17
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	21
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	7
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	4
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	6
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	12	17

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	278,19	16,679
S(An)	379,52	19,481
S(Av)	210,9	14,522
S(2018-201)	235,37	15,342
S(2018-2020)	1280,2	35,779
S(2018-2021)	-148,27	-12,177
S(ExxAn)	518,49	22,77
S(ExxAv)	195,44	13,98
S(Exx2018-201)	407,68	20,191
S(Exx2018-2020)	3005,9	54,826
S(Exx2018-2021)	-292,83	-17,112
V(St(Si(Ex)))	709,53	26,637
V(Res)	1315,4	36,268

PERMANOVA SANS TRPL3

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT MS Compo BrayCurtis

Data type: Similarity

Selection: 1-13;18-29;33-53

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)

2018-2021 2018-2021 Annee (2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms
Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	8239,3	8239,3	3,9468	0,045	998
An	3	21005	7001,5	4,7171	0,001	999
Av	1	5756,6	5756,6	2,9518	0,039	999
2018-201	1	8693,5	8693,5	6,8522	0,009	998
2018-2020	1	5495,8	5495,8	2,699	0,1	999
2018-2021	1	1971,2	1971,2	0,63021	0,595	999
ExxAn	3	4238	1412,7	0,95175	0,46	999
ExxAv	1	1175,1	1175,1	0,60254	0,618	999
Exx2018-201	1	2401,3	2401,3	1,8927	0,182	999
Exx2018-2020	1	3578,3	3578,3	1,7573	0,225	998
Exx2018-2021	1	-465,8	-465,8	Negati ve		
Pool ed(1)	13	28197	2169	1,4613	0,091	999
Pool ed(2)	25	37107	1484,3			
Total	45	96758				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 2,5756*V(St(Si (Ex))) + 17,171*S(Ex)
An	1*V(Res) + 9,8546*S(An)
Av	1*V(Res) + 15,553*S(Av)
2018-201	1*V(Res) + 10*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 10*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 8*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 4,9273*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 7,7766*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 5*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 5*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 4*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 2,9231*V(St(Si (Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	0,88113*Pool ed(1) + 0,11887*Pool ed(2)	1	15,44
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	25
Av	1*Av	1*Res	1	29
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	8
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	8
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	7
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	25
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	29
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	8
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	8
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	7
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	25

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	358,27	18,928
S(An)	559,86	23,661
S(Av)	244,73	15,644
S(2018-201)	742,48	27,248
S(2018-2020)	345,96	18,6
S(2018-2021)	-144,58	-12,024
S(ExxAn)	-14,535	-3,8124
S(ExxAv)	-99,676	-9,9838
S(Exx2018-201)	226,51	15,05
S(Exx2018-2020)	308,42	17,562
S(Exx2018-2021)	-898,43	-29,974
V(St(Si(Ex)))	234,24	15,305
V(Res)	1484,3	38,526

POST-HOC ANNÉE

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT MS Compo BrayCurtis

Data type: Similarity

Selection: All

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	4
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	19

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

PAIR-WISE TESTS

Term 'An'

Groups	t	P(perm)	Uni que perms
2018, 2019	1,9274	0,023	999
2018, 2020	1,6429	0,095	998
2018, 2021	0,86321	0,54	999

2019, 2020	4, 5388	0, 001	999
2019, 2021	0, 81588	0, 566	998
2020, 2021	2, 4369	0, 012	999

Denominators

Groups	Denominator	Den. df
2018, 2019	1*Res	11
2018, 2020	1*Res	8
2018, 2021	1*Res	10
2019, 2020	1*Res	9
2019, 2021	1*Res	9
2020, 2021	1*Res	7

Average Similarity between/within groups

	2018	2019	2020	2021
2018	26, 909			
2019	36, 902	62, 381		
2020	29, 802	36, 362	49, 316	
2021	37, 808	61, 744	41, 319	59, 487

1.2.2 PERMDISP**EXPOSITION × ANNÉE**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: SHT MS Compo BrayCurtis
 Data type: Similarity
 Selection: All
 Transform: Presence/absence
 Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 8

Number of samples: 56

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 4,7828 df1: 7 df2: 48

P(perm): 0,014

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(Expose2018, Temoi n2018)	3, 1354	0, 053
(Expose2018, Expose2019)	3, 4342	0, 05
(Expose2018, Temoi n2019)	0, 041495	0, 96
(Expose2018, Expose2020)	1, 5515	0, 448
(Expose2018, Temoi n2020)	0, 080044	0, 922
(Expose2018, Expose2021)	4, 3618	0, 017
(Expose2018, Temoi n2021)	0, 43171	0, 726
(Temoi n2018, Expose2019)	8, 3749	0, 001
(Temoi n2018, Temoi n2019)	2, 5642	0, 055
(Temoi n2018, Expose2020)	5, 2305	0, 002
(Temoi n2018, Temoi n2020)	2, 359	0, 066
(Temoi n2018, Expose2021)	9, 0242	0, 005
(Temoi n2018, Temoi n2021)	2, 858	0, 043

(Expose2019, Temoi n2019)	2, 2273	0, 148
(Expose2019, Expose2020)	1, 2935	0, 448
(Expose2019, Temoi n2020)	2, 4261	0, 127
(Expose2019, Expose2021)	2	0, 407
(Expose2019, Temoi n2021)	1, 5086	0, 21
(Temoi n2019, Expose2020)	1, 1985	0, 483
(Temoi n2019, Temoi n2020)	0, 11722	0, 936
(Temoi n2019, Expose2021)	2, 5137	0, 042
(Temoi n2019, Temoi n2021)	0, 457	0, 664
(Expose2020, Temoi n2020)	1, 2938	0, 356
(Expose2020, Expose2021)	2, 2285	0, 418
(Expose2020, Temoi n2021)	0, 65785	0, 679
(Temoi n2020, Expose2021)	2, 7349	0, 08
(Temoi n2020, Temoi n2021)	0, 49739	0, 711
(Expose2021, Temoi n2021)	1, 8259	0, 191

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
Expose2018	5	35, 954	6, 1822
Temoi n2018	12	54, 814	2, 9531
Expose2019	5	10, 667	4
Temoi n2019	10	35, 473	7, 4947
Expose2020	5	21, 276	7, 1607
Temoi n2020	6	36, 884	9, 213
Expose2021	3	1, 5372E-14	8, 9952E-15
Temoi n2021	10	30, 197	8, 7829

EXPOSITION × PÉRIODE*Resemblance worksheet*

Name: SHT MS Compo BrayCurtis

Data type: Similarity

Selection: All

Transform: Presence/absence

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 56

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 6,0166 df1: 3 df2: 52

P(perm): 0,009

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(ExposeAvant, Temoi nAvant)	3, 1354	0, 048
(ExposeAvant, ExposeApres)	1, 4545	0, 229
(ExposeAvant, Temoi nApres)	0, 48821	0, 695
(Temoi nAvant, ExposeApres)	5, 4048	0, 001
(Temoi nAvant, Temoi nApres)	1, 9796	0, 123
(ExposeApres, Temoi nApres)	2, 5087	0, 03

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
ExposeAvant	5	35, 954	6, 1822

Temoi nAvant	12	54,814	2,9531
ExposeAprès	13	22,993	4,9509
Temoi nAprès	26	41,139	4,4642

Exposition x Période sans TRPL1
Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: SHT MS Compo BrayCurtis

Data type: Similarity

Selection: 1-5;10-22;25-37;39-46;49-56

Transform: Presence/absence

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 47

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 6,0494 df1: 3 df2: 43

P(perm): 0,007

PAIRWISE COMPARISONS

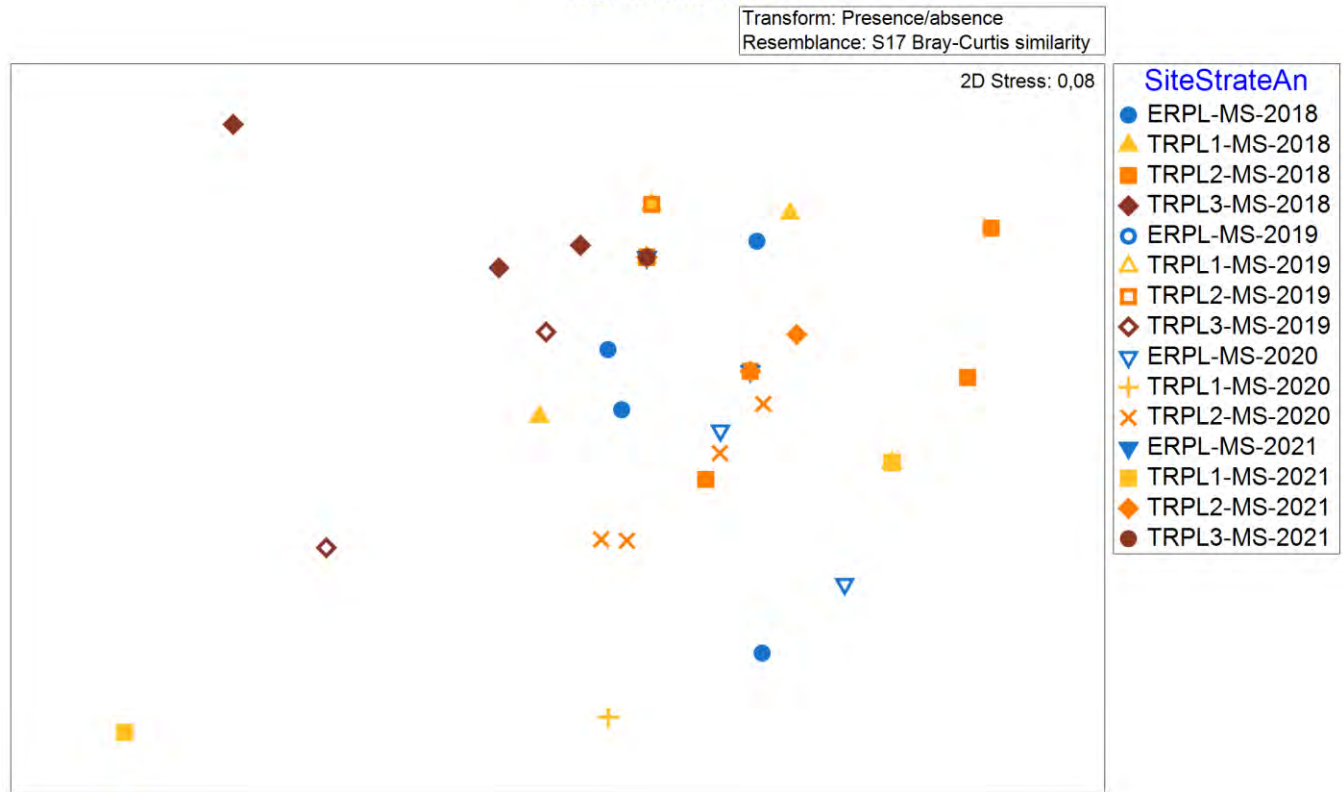
Groups	t	P(perm)
(ExposeAvant, Temoi nAvant)	3,2373	0,017
(ExposeAvant, ExposeAprès)	1,4545	0,243
(ExposeAvant, Temoi nAprès)	0,20794	0,862
(Temoi nAvant, ExposeAprès)	4,824	0,001
(Temoi nAvant, Temoi nAprès)	3,0243	0,016
(ExposeAprès, Temoi nAprès)	1,663	0,17

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Size	Average	SE
ExposeAvant	5	35,954	6,1822
Temoi nAvant	8	55,649	2,953
ExposeAprès	13	22,993	4,9509
Temoi nAprès	21	34,034	4,2262

1.2.3 NMDS

Non-metric MDS



1.3 DOMINANCE

1.3.1 PERMANOVA

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT MS DOMDIS distance

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	4
Station	St	Random	19

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	1862,3	1862,3	0,30594	0,637	999
An	3	60326	20109	3,9941	0,009	998
Av	1	22911	22911	3,9348	0,062	998
2018-201	1	26412	26412	6,3244	0,032	999
2018-2020	1	755,79	755,79	0,078909	0,877	999
2018-2021	1	8722,4	8722,4	3,2664	0,094	998
ExxAn	3	8135,9	2712	0,53867	0,707	999
ExxAv	1	1730,1	1730,1	0,29712	0,667	998
Exx2018-201	1	245,32	245,32	0,058742	0,832	997
Exx2018-2020	1	4694,7	4694,7	0,49015	0,557	999
Exx2018-2021	1	1411,8	1411,8	0,5287	0,482	999
Pool ed(1)	17	1,0444E+05	6143,6	1,2203	0,275	999
Pool ed(2)	31	1,5607E+05	5034,6			
Total	55	3,4781E+05				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 2,6799*V(St(Si (Ex))) + 19,689*S(Ex)
An	1*V(Res) + 10,905*S(An)
Av	1*V(Res) + 18,563*S(Av)
2018-201	1*V(Res) + 12,308*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 10*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 9*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 5,4526*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 9,2814*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 6,1538*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 5*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 4,5*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 2,8235*V(St(Si (Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	0,94912*Pool ed(1) + 0,050884*Pool ed(2)	1	18,51
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	31
Av	1*Av	1*Res	1	35
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	11
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	8
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	10

ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	31
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	35
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	11
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	8
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	10
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	17	31

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-214,58	-14,649
S(An)	1382,3	37,179
S(Av)	920,56	30,341
S(2018-201)	1806,6	42,504
S(2018-2020)	-882,22	-29,702
S(2018-2021)	672,45	25,932
S(ExxAn)	-425,96	-20,639
S(ExxAv)	-440,95	-20,999
S(Exx2018-201)	-638,76	-25,274
S(Exx2018-2020)	-976,67	-31,252
S(Exx2018-2021)	-279,67	-16,723
V(St(Si(Ex)))	392,78	19,819
V(Res)	5034,6	70,955

PERMANOVA SANS TRPL1

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT MS DOMDIS distance

Data type: Distance

Selection: 1-5;10-22;25-37;39-46;49-56

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	14

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si(Ex)

Si(Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms
 Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)
 Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	2999,7	2999,7	0,4545	0,6	997
An	3	61297	20432	3,8722	0,013	999
Av	1	19279	19279	3,0605	0,089	999
2018-201	1	27463	27463	6,1214	0,03	998
2018-2020	1	1325,4	1325,4	0,12267	0,823	999
2018-2021	1	6440,1	6440,1	2,8057	0,126	998
ExxAn	3	10044	3348,1	0,63452	0,651	999
ExxAv	1	1161,2	1161,2	0,18433	0,772	999
Exx2018-201	1	71,724	71,724	0,015987	0,907	998
Exx2018-2020	1	5598,4	5598,4	0,51819	0,551	999
Exx2018-2021	1	696,62	696,62	0,30349	0,616	999
Pool ed(1)	12	80551	6712,6	1,2721	0,278	997
Pool ed(2)	27	1,4247E+05	5276,6			
Total	46	3,0795E+05				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 2,9951*V(St(Si (Ex))) + 19,169*S(Ex)
An	1*V(Res) + 10,192*S(An)
Av	1*V(Res) + 17,146*S(Av)
2018-201	1*V(Res) + 11,667*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 8,8889*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 8,4*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 5,0961*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 8,5732*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 5,8333*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 4,4444*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 4,2*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 3,25*V(St(Si (Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	0,92157*Pool ed(1) + 0,078431*Pool ed(2)	1	13,63
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	27
Av	1*Av	1*Res	1	31
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	10
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	7
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	8
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	27
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	31
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	10
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	7
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	8
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	12	27

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-187,82	-13,705
S(An)	1487	38,561
S(Av)	757,01	27,514
S(2018-201)	1969,4	44,378
S(2018-2020)	-1066,3	-32,655
S(2018-2021)	493,42	22,213
S(ExxAn)	-378,43	-19,453
S(ExxAv)	-599,34	-24,481
S(Exx2018-201)	-756,81	-27,51
S(Exx2018-2020)	-1171,2	-34,223

S(Exx2018-2021)	-380,65	-19,51
V(St(Si(Ex)))	441,83	21,02
V(Res)	5276,6	72,641

PERMANOVA SANS TRPL2

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT MS DOMDIS distance

Data type: Distance

Selection: 1-9;14-24;30-38;44-48;54-56

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	14

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si(Ex)) + Si(Ex)
Pool ed(2)	Res + Si(Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	2507,8	2507,8	0,65907	0,413	999
An	3	28231	9410,3	3,0369	0,064	999
Av	1	19282	19282	5,7895	0,021	999
2018-201	1	15829	15829	4,6591	0,069	996
2018-2020	1	102,57	102,57	0,012339	0,927	997
2018-2021	1	8248,8	8248,8	4,1344	0,078	999
ExxAn	3	2703	900,98	0,29077	0,816	999
ExxAv	1	1511,2	1511,2	0,45374	0,538	999
Exx2018-201	1	622,2	622,2	0,18314	0,688	998
Exx2018-2020	1	257,73	257,73	0,031004	0,855	996
Exx2018-2021	1	1643,1	1643,1	0,82354	0,406	999
Pool ed(1)	12	50257	4188,1	1,3516	0,288	998

Pool ed(2) 17 52676 3098, 6
 Total 36 1, 5502E+05

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 1, 5671*V(St(Si (Ex))) + 10, 029*S(Ex)
An	1*V(Res) + 6, 6761*S(An)
Av	1*V(Res) + 14, 333*S(Av)
2018-201	1*V(Res) + 8, 8889*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 3, 3333*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 7, 5*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 3, 3381*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 7, 1667*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 4, 4444*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 1, 6667*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 3, 75*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 2, 4167*V(St(Si (Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	0, 64844*Pool ed(1) + 0, 35156*Pool ed(2)	1	21, 15
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	17
Av	1*Av	1*Res	1	21
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	7
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	4
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	6
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	17
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	21
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	7
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	4
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	6
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	12	17

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-129, 35	-11, 373
S(An)	945, 42	30, 748
S(Av)	1112, 9	33, 36
S(2018-201)	1398, 5	37, 397
S(2018-2020)	-2463, 1	-49, 63
S(2018-2021)	833, 82	28, 876
S(ExxAn)	-658, 35	-25, 658
S(ExxAv)	-253, 87	-15, 933
S(Exx2018-201)	-624, 42	-24, 988
S(Exx2018-2020)	-4833, 2	-69, 521
S(Exx2018-2021)	-93, 883	-9, 6893
V(St(Si (Ex)))	450, 82	21, 233
V(Res)	3098, 6	55, 665

PERMANOVA SANS TRPL3

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT MS DOMDIS distance

Data type: Distance

Selection: 1-13;18-29;33-53

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	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Ex	1	1812	1812	0,24391	0,695	998
An	3	59129	19710	3,2711	0,035	998
Av	1	19923	19923	2,8958	0,085	999
2018-201	1	21808	21808	4,0858	0,062	998
2018-2020	1	755,79	755,79	0,078909	0,863	998
2018-2021	1	8970,3	8970,3	2,6072	0,144	999
ExxAn	3	8557,1	2852,4	0,47338	0,731	999
ExxAv	1	1825,3	1825,3	0,26532	0,69	998
Exx2018-201	1	331,27	331,27	0,062066	0,838	999
Exx2018-2020	1	4694,7	4694,7	0,49015	0,555	997
Exx2018-2021	1	1728,7	1728,7	0,50245	0,508	999
Pool ed(1)	13	99038	7618,3	1,2643	0,277	999
Pool ed(2)	25	1,5064E+05	6025,5			
Total	45	3,271E+05				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 2,5756 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 17,171 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 9,8546 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 15,553 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 10 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 10 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 8 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 4,9273 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 7,7766 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 5 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 5 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 4 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 2,9231 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	0,88113*Pool ed(1) + 0,11887*Pool ed(2)	1	15,83
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	25
Av	1*Av	1*Res	1	29
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	8
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	8
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	7
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	25
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	29
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	8
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	8
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	7
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	25

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-327,12	-18,087
S(An)	1388,6	37,264
S(Av)	838,6	28,959
S(2018-201)	1647	40,584
S(2018-2020)	-882,22	-29,702
S(2018-2021)	691,22	26,291
S(ExxAn)	-643,99	-25,377
S(ExxAv)	-649,96	-25,494
S(Exx2018-201)	-1001,2	-31,642
S(Exx2018-2020)	-976,67	-31,252
S(Exx2018-2021)	-427,96	-20,687
V(St(Si(Ex)))	544,9	23,343
V(Res)	6025,5	77,624

POST-HOC ANNÉE

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT MS DOMDIS distance

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	4
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	19

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

PAIR-WISE TESTS

Term 'An'

Groups	t	P(perm)	Uni que perms
2018, 2019	2, 5148	0, 019	998
2018, 2020	0, 28091	0, 85	999
2018, 2021	1, 8073	0, 119	997
2019, 2020	2, 2826	0, 034	999
2019, 2021	0, 57351	0, 695	998
2020, 2021	1, 8036	0, 117	998

Denominators

Groups	Denomi nator	Den. df
2018, 2019	1*Res	11
2018, 2020	1*Res	8
2018, 2021	1*Res	10
2019, 2020	1*Res	9
2019, 2021	1*Res	9
2020, 2021	1*Res	7

Average Distance between/within groups

	2018	2019	2020	2021
2018	99, 66			
2019	75, 904	14, 329		
2020	108, 3	92, 285	125, 88	
2021	76, 028	19, 043	91, 822	25, 594

1.3.2 PERMDISP

EXPOSITION × ANNÉE

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: SHT MS DOMDIS distance

Data type: Distance

Selection: All

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 8

Number of samples: 56

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 5,51 df1: 7 df2: 48

P(perm): 0,02

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(Expose2018, Temoi n2018)	0, 50411	0, 746
(Expose2018, Expose2019)	2, 043	0, 09
(Expose2018, Temoi n2019)	3, 02	0, 012

(Expose2018, Expose2020)	1, 0128	0, 596
(Expose2018, Temoi n2020)	0, 60154	0, 515
(Expose2018, Expose2021)	1, 8459	0, 392
(Expose2018, Temoi n2021)	2, 4697	0, 082
(Temoi n2018, Expose2019)	2, 7229	0, 021
(Temoi n2018, Temoi n2019)	3, 9385	0, 001
(Temoi n2018, Expose2020)	1, 0234	0, 448
(Temoi n2018, Temoi n2020)	1, 4898	0, 313
(Temoi n2018, Expose2021)	2, 627	0, 033
(Temoi n2018, Temoi n2021)	3, 0565	0, 003
(Expose2019, Temoi n2019)	0, 18873	0, 941
(Expose2019, Expose2020)	2, 4158	0, 065
(Expose2019, Temoi n2020)	2, 6998	0, 009
(Expose2019, Expose2021)	2	0, 383
(Expose2019, Temoi n2021)	1, 2625	0, 413
(Temoi n2019, Expose2020)	3, 431	0, 011
(Temoi n2019, Temoi n2020)	3, 9599	0, 001
(Temoi n2019, Expose2021)	1, 8893	0, 207
(Temoi n2019, Temoi n2021)	1, 8473	0, 282
(Expose2020, Temoi n2020)	1, 7156	0, 283
(Expose2020, Expose2021)	2, 7302	0, 066
(Expose2020, Temoi n2021)	2, 0142	0, 212
(Temoi n2020, Expose2021)	2, 3348	0, 259
(Temoi n2020, Temoi n2021)	3, 4399	0, 001
(Expose2021, Temoi n2021)	2, 4542	0, 044

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
Expose2018	5	82, 017	33, 324
Temoi n2018	12	67, 665	12, 523
Expose2019	5	13, 19	4, 9464
Temoi n2019	10	12, 071	3, 3931
Expose2020	5	45, 928	12, 616
Temoi n2020	6	110, 05	32, 2
Expose2021	3	0	0
Temoi n2021	10	23, 296	5, 0412

EXPOSITION × PÉRIODE

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: SHT MS DOMDIS distance
 Data type: Distance
 Selection: All

Group factor: ExpositionAvant.apres
 Number of permutations: 999

Number of groups: 4
 Number of samples: 56

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 1,1765 df1: 3 df2: 52
 P(perm): 0,652

PAIRWISE COMPARISONS

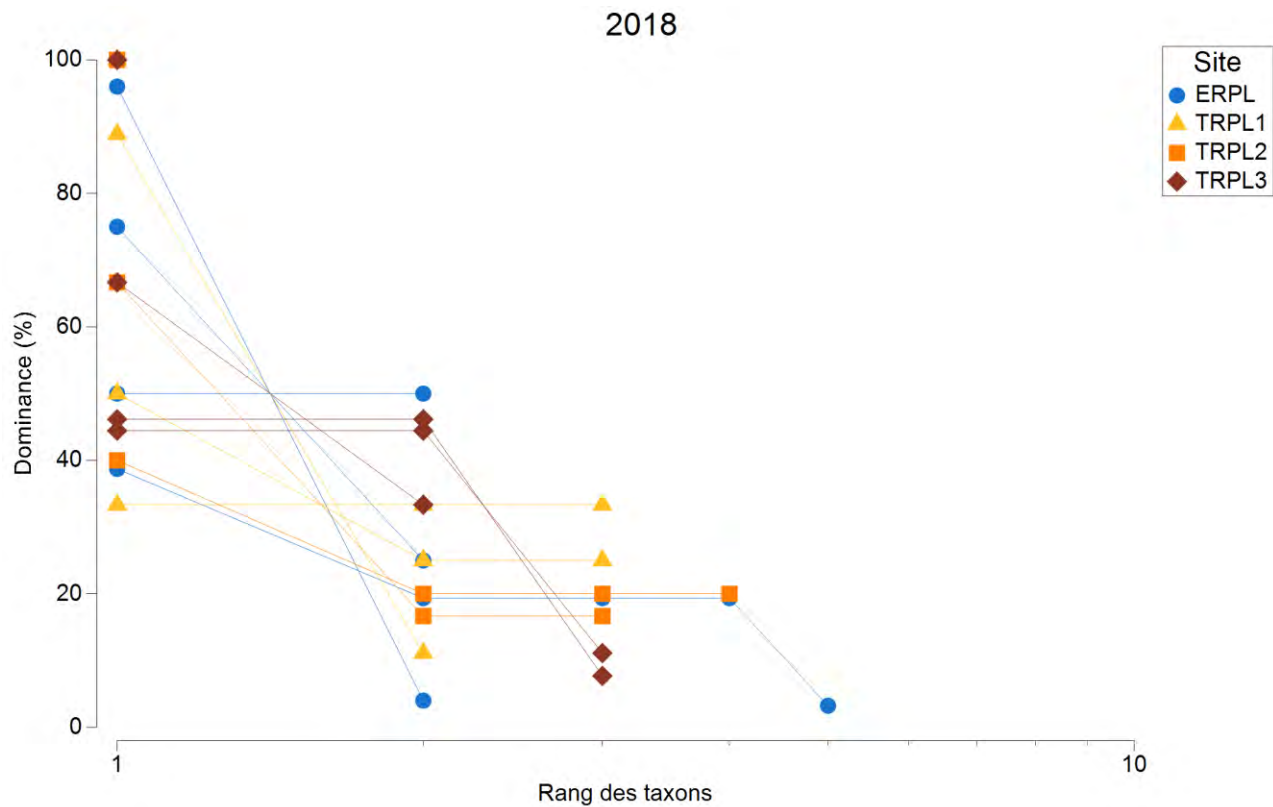
Groups	t	P(perm)
(ExposeAvant, Temoi nAvant)	0, 50411	0, 741
(ExposeAvant, ExposeApres)	1, 6898	0, 253

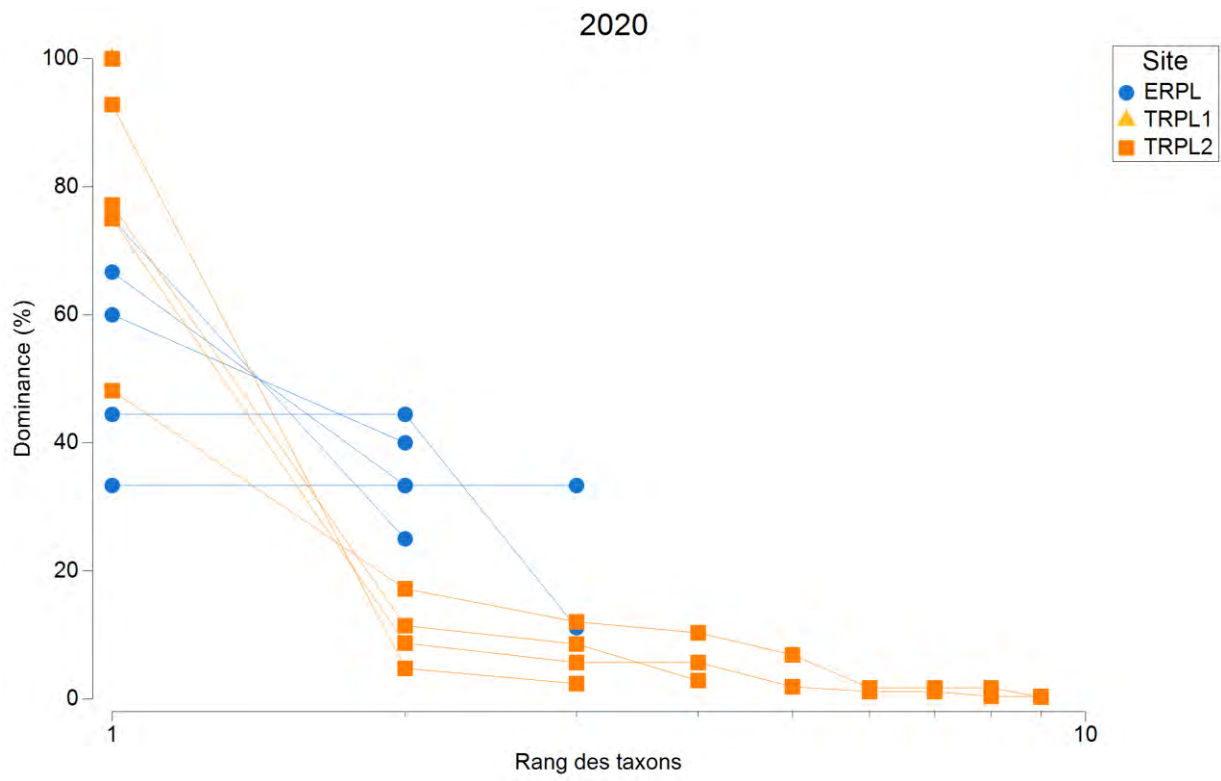
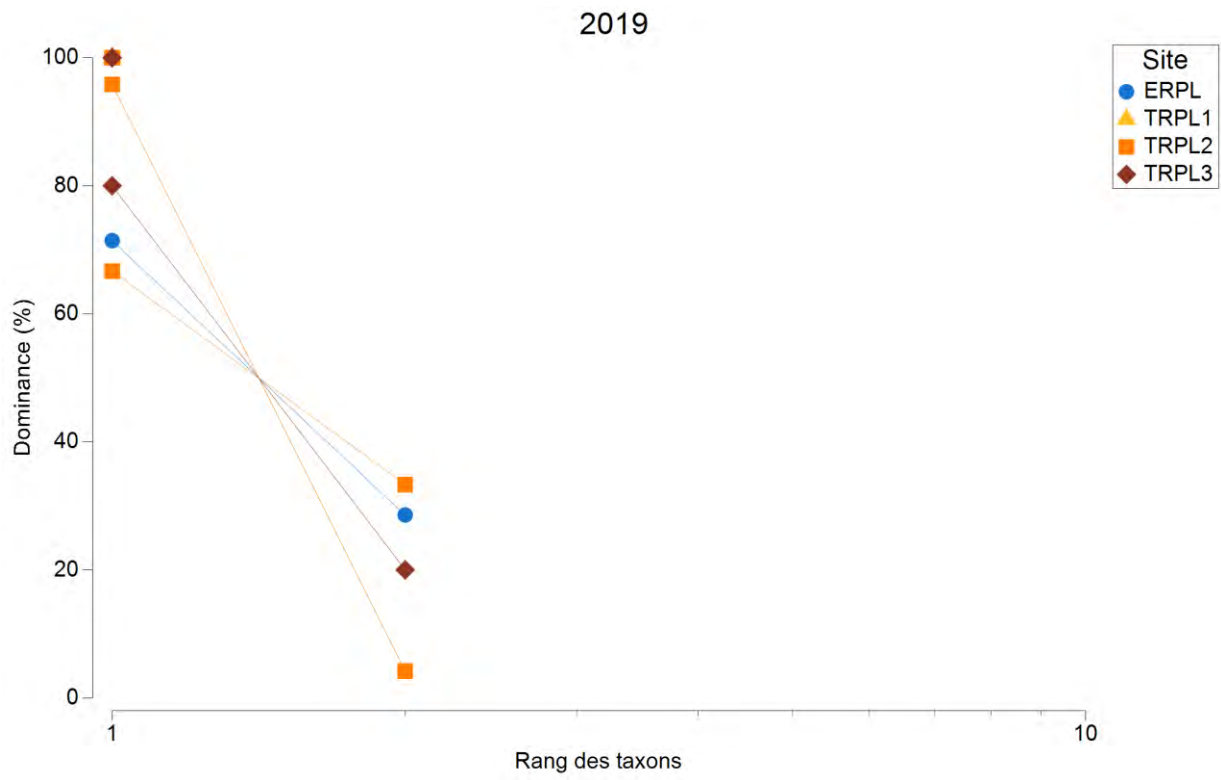
(ExposeAvant, Temoi nApres)	1, 146	0, 524
(Temoi nAvant, ExposeApres)	1, 8144	0, 163
(Temoi nAvant, Temoi nApres)	1, 0846	0, 521
(ExposeApres, Temoi nApres)	0, 36964	0, 87

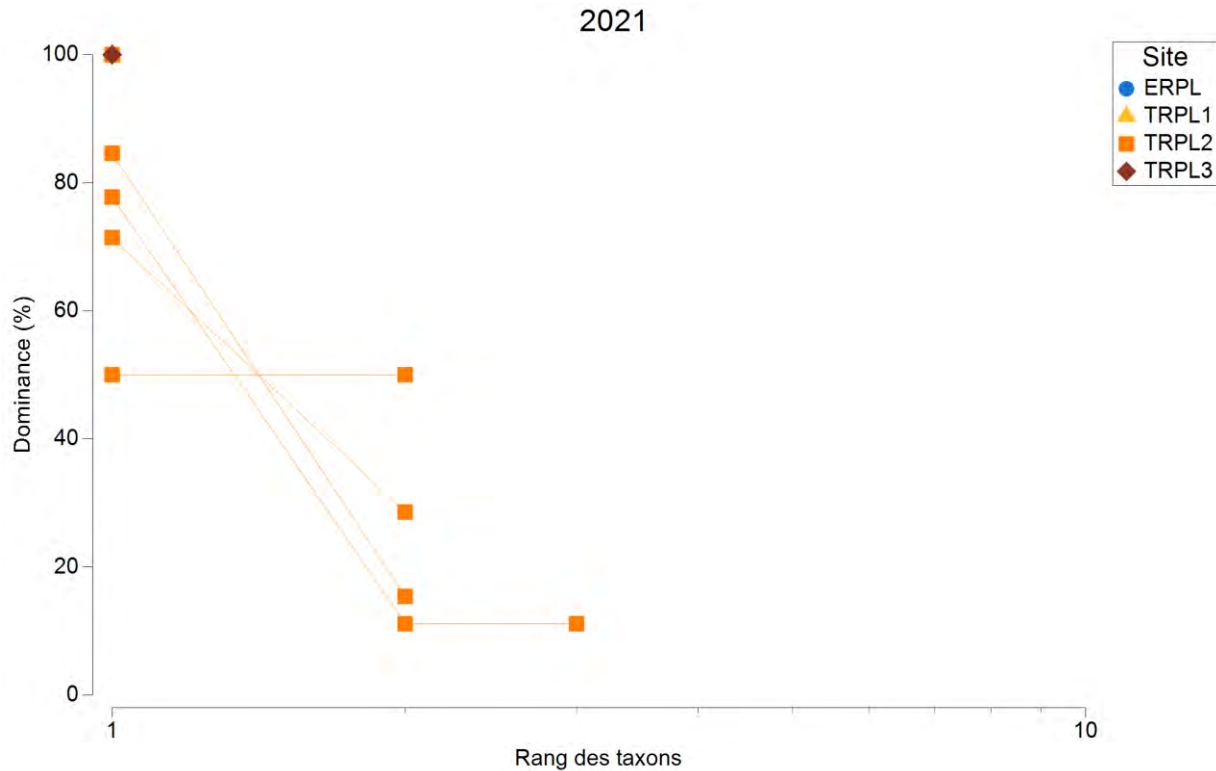
MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
ExposeAvant	5	82, 017	33, 324
Temoi nAvant	12	67, 665	12, 523
ExposeApres	13	38, 856	9, 9627
Temoi nApres	26	45, 84	12, 34

1.3.3 DOMINANCE PLOTS







1.4 TESTS UNIDIMENSIONNELS AVEC CONTRASTES

1.4.1 ABONDANCES

PERMDISP

Exposition × Année

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli abondance SHT MS 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 8

Number of samples: 80

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 5,542 df1: 7 df2: 72

P(perm): 0,093

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(Expose2018, Temoi n2018)	2,6008	0,008
(Expose2018, Expose2019)	0,2063	0,907
(Expose2018, Temoi n2019)	1,1146	0,519
(Expose2018, Expose2020)	1,5842	0,117
(Expose2018, Temoi n2020)	1,6646	0,279
(Expose2018, Expose2021)	1,1654	0,253
(Expose2018, Temoi n2021)	1,1184	0,447
(Temoi n2018, Expose2019)	2,004	0,094
(Temoi n2018, Temoi n2019)	0,80686	0,621
(Temoi n2018, Expose2020)	0,17435	0,897
(Temoi n2018, Temoi n2020)	3,132	0,001
(Temoi n2018, Expose2021)	0,48675	0,694
(Temoi n2018, Temoi n2021)	1,1568	0,401
(Expose2019, Temoi n2019)	1,1626	0,499
(Expose2019, Expose2020)	1,0991	0,502
(Expose2019, Temoi n2020)	1,639	0,276
(Expose2019, Expose2021)	0,91441	0,533
(Expose2019, Temoi n2021)	1,143	0,421
(Temoi n2019, Expose2020)	0,37246	0,85
(Temoi n2019, Temoi n2020)	3,0672	0,001
(Temoi n2019, Expose2021)	0,13928	0,914
(Temoi n2019, Temoi n2021)	0,19466	0,94
(Expose2020, Temoi n2020)	1,7684	0,284
(Expose2020, Expose2021)	0,20421	0,733
(Expose2020, Temoi n2021)	0,57702	0,722
(Temoi n2020, Expose2021)	1,7519	0,285
(Temoi n2020, Temoi n2021)	3,0522	0,001
(Expose2021, Temoi n2021)	0,30239	0,836

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
Expose2018	5	57,971	11,458
Temoi n2018	15	28,47	5,3715
Expose2019	5	64,155	27,697
Temoi n2019	15	37,488	9,8008
Expose2020	5	30,531	12,989
Temoi n2020	15	497,71	149,73
Expose2021	5	34,783	16,268
Temoi n2021	15	40	8,3954

Exposition × Période

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli abondance SHT MS 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 80

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 1,7862 df1: 3 df2: 76

P(perm): 0,432

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(ExposeAvant, TemoinAvant)	2,6008	0,011
(ExposeAvant, ExposeApres)	0,12011	0,939
(ExposeAvant, TemoinApres)	0,80265	0,661
(TemoinAvant, ExposeApres)	2,0005	0,083
(TemoinAvant, TemoinApres)	1,6685	0,263
(ExposeApres, TemoinApres)	1,4175	0,381

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Size	Average	SE
ExposeAvant	5	57,971	11,458
TemoinAvant	15	28,47	5,3715
ExposeApres	15	55,266	12,27
TemoinApres	45	208,29	61,844

PERMANOVA

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Euclidean abundance SHT MS 2018-2021

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	4
Station	St	Random	20

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)

Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	1297, 2	1297, 2	0, 011495	0, 976	657
An	3	2, 8944E+05	96479	0, 79354	0, 489	999
Av	1	8087, 2	8087, 2	0, 061645	0, 796	998
2018-201	1	252, 05	252, 05	0, 085411	0, 787	998
2018-2020	1	1, 3821E+05	1, 3821E+05	0, 56663	0, 481	997
2018-2021	1	18389	18389	6, 9835	0, 014	997
ExxAn	3	3, 3279E+05	1, 1093E+05	0, 91241	0, 422	998
ExxAv	1	70185	70185	0, 535	0, 454	997
Exx2018-201	1	28, 005	28, 005	0, 0094901	0, 93	997
Exx2018-2020	1	2, 5142E+05	2, 5142E+05	1, 0308	0, 336	997
Exx2018-2021	1	20227	20227	7, 6814	0, 015	997
Pool ed(1)	18	2, 0313E+06	1, 1285E+05	0, 92818	0, 611	994
Pool ed(2)	54	6, 5653E+06	1, 2158E+05			
Total	79	9, 7777E+06				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 30 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 15 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 22, 5 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 15 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 15 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 15 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 7, 5 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 11, 25 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 7, 5 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 7, 5 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 7, 5 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

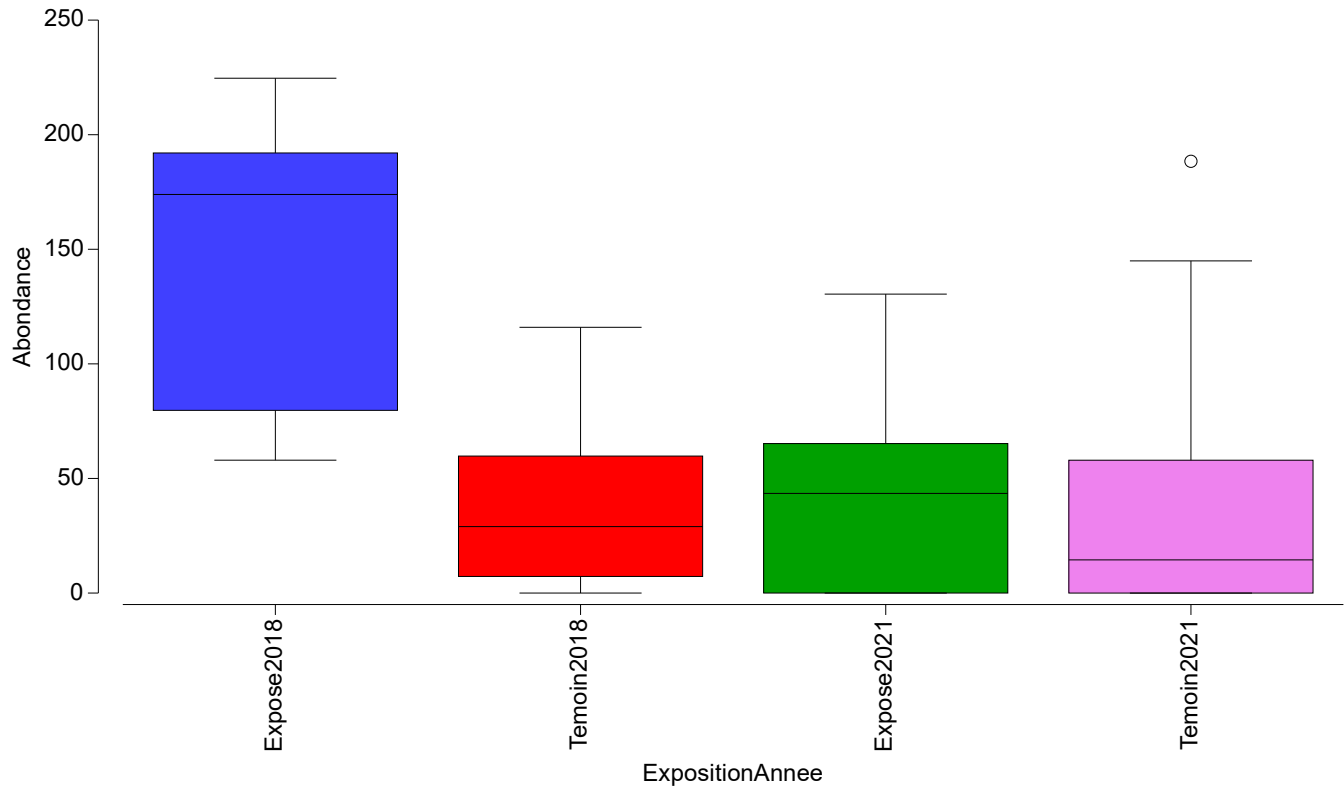
Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	$1 * \text{Ex}$	$1 * \text{Pool ed}(1)$	1	18
An	$1 * \text{An}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	54
Av	$1 * \text{Av}$	$1 * \text{Res}$	1	58
2018-201	$1 * 2018-201$	$1 * \text{Res}$	1	18
2018-2020	$1 * 2018-2020$	$1 * \text{Res}$	1	18
2018-2021	$1 * 2018-2021$	$1 * \text{Res}$	1	18
ExxAn	$1 * \text{ExxAn}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	54
ExxAv	$1 * \text{ExxAv}$	$1 * \text{Res}$	1	58
Exx2018-201	$1 * \text{Exx2018-201}$	$1 * \text{Res}$	1	18
Exx2018-2020	$1 * \text{Exx2018-2020}$	$1 * \text{Res}$	1	18
Exx2018-2021	$1 * \text{Exx2018-2021}$	$1 * \text{Res}$	1	18
St(Si(Ex))	$1 * \text{Pool ed}(1)$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	18	54

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-3718, 4	-60, 979
S(An)	-1673, 4	-40, 907
S(Av)	-5471, 2	-73, 968
S(2018-201)	-179, 93	-13, 414
S(2018-2020)	-7047, 1	-83, 947
S(2018-2021)	1050, 4	32, 41
S(ExxAn)	-1419, 9	-37, 681
S(ExxAv)	-5422, 5	-73, 638
S(Exx2018-201)	-389, 73	-19, 742
S(Exx2018-2020)	1000, 7	31, 634
S(Exx2018-2021)	2345, 9	48, 434

V(St(Si (Ex))) -2182,8 -46,721
 V(Res) 1,2158E+05 348,68

GRAPHIQUE



PERMANOVA SANS TRPL1

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli abondance SHT MS 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-5;11-25;31-45;51-65;71-80

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast

Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms
Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	48523	48523	0,36752	0,663	548
An	3	5,8034E+05	1,9345E+05	1,2743	0,301	999
Av	1	39593	39593	0,22748	0,644	997
2018-201	1	35,104	35,104	0,010349	0,916	996
2018-2020	1	3,3931E+05	3,3931E+05	1,1306	0,346	995
2018-2021	1	10208	10208	3,6637	0,072	999
ExxAn	3	6,4904E+05	2,1635E+05	1,4251	0,24	999
ExxAv	1	1,3247E+05	1,3247E+05	0,76111	0,378	998
Exx2018-201	1	669,89	669,89	0,19749	0,691	998
Exx2018-2020	1	4,9667E+05	4,9667E+05	1,6549	0,224	998
Exx2018-2021	1	25891	25891	9,2924	0,007	997
Pool ed(1)	13	1,7164E+06	1,3203E+05	0,86972	0,645	998
Pool ed(2)	39	5,9204E+06	1,5181E+05			
Total	59	9,4971E+06				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 4*V(St(Si (Ex))) + 26,667*S(Ex)
An	1*V(Res) + 13,333*S(An)
Av	1*V(Res) + 20*S(Av)
2018-201	1*V(Res) + 13,333*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 13,333*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 13,333*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 6,6667*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 10*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 6,6667*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 6,6667*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 6,6667*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 4*V(St(Si (Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	1*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13

Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-3131,5	-55,96
S(An)	3123	55,883
S(Av)	-6723	-81,994
S(2018-201)	-251,77	-15,867
S(2018-2020)	2940,1	54,222
S(2018-2021)	556,63	23,593
S(ExxAn)	9681	98,392
S(ExxAv)	-4158	-64,483
S(Exx2018-201)	-408,31	-20,207
S(Exx2018-2020)	29483	171,71
S(Exx2018-2021)	3465,7	58,87
V(St(Si (Ex)))	-4944,2	-70,315
V(Res)	1,5181E+05	389,62

PERMANOVA SANS TRPL2

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli abondance SHT MS 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-10;16-30;36-50;56-70;76-80

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)

Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms

Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)

Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	92593	92593	28,734	0,001	265
An	3	33924	11308	6,0513	0,003	999
Av	1	16467	16467	7,1941	0,016	995
2018-201	1	1113,3	1113,3	0,34584	0,572	997
2018-2020	1	13748	13748	7,0343	0,016	998
2018-2021	1	26802	26802	13,618	0,004	995
ExxAn	3	15674	5224,7	2,7959	0,048	999
ExxAv	1	1344,3	1344,3	0,58727	0,428	994
Exx2018-201	1	179,8	179,8	0,055853	0,815	996
Exx2018-2020	1	24,894	24,894	0,012737	0,898	993
Exx2018-2021	1	9648,7	9648,7	4,9025	0,041	995
Pool ed(1)	13	41892	3222,5	1,7244	0,096	999
Pool ed(2)	39	72880	1868,7			
Total	59	2,4942E+05				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26,667 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	1*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Esti mate	Sq. root
S(Ex)	3351,4	57,891
S(An)	707,95	26,607
S(Av)	708,91	26,625
S(2018-201)	-157,93	-12,567
S(2018-2020)	884,49	29,74
S(2018-2021)	1862,5	43,157
S(ExxAn)	503,39	22,436
S(ExxAv)	-94,473	-9,7197
S(Exx2018-201)	-455,9	-21,352
S(Exx2018-2020)	-289,42	-17,012

S(Exx2018-2021)	1152,1	33,942
V(St(Si(Ex)))	338,44	18,397
V(Res)	1868,7	43,229

PERMANOVA SANS TRPL3

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli abondance SHT MS 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-15;21-35;41-55;61-75

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-2019	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si(Ex)

Si(Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si(Ex)) + Si(Ex)
Pool ed(2)	Res + Si(Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	34552	34552	0,24792	0,722	566
An	3	6,1498E+05	2,0499E+05	1,3747	0,257	999
Av	1	33747	33747	0,1934	0,691	998
2018-2019	1	304,95	304,95	0,079679	0,76	995
2018-2020	1	3,4369E+05	3,4369E+05	1,1492	0,31	998
2018-2021	1	14116	14116	4,2	0,058	996
ExxAn	3	6,8014E+05	2,2671E+05	1,5203	0,221	999
ExxAv	1	1,2159E+05	1,2159E+05	0,69678	0,393	997
Exx2018-2019	1	6,2234	6,2234	0,0016261	0,975	996
Exx2018-2020	1	5,0195E+05	5,0195E+05	1,6785	0,223	998
Exx2018-2021	1	20487	20487	6,0957	0,035	998

Pool ed(1)	13	1, 8118E+06	1, 3937E+05	0, 93459	0, 56	998
Pool ed(2)	39	5, 8157E+06	1, 4912E+05			
Total	59	9, 5724E+06				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26, 667 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 13, 333 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13, 333 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 13, 333 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13, 333 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6, 6667 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6, 6667 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 6, 6667 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 6, 6667 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(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*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-3930, 6	-62, 694
S(An)	4190, 3	64, 733
S(Av)	-7037, 4	-83, 889
S(2018-201)	-264, 17	-16, 253
S(2018-2020)	3347, 4	57, 857
S(2018-2021)	806, 6	28, 401
S(ExxAn)	11639	107, 88
S(ExxAv)	-5290, 9	-72, 739
S(Exx2018-201)	-573, 15	-23, 941
S(Exx2018-2020)	30435	174, 46
S(Exx2018-2021)	2568, 9	50, 684
V(St(Si(Ex)))	-2438, 6	-49, 382
V(Res)	1, 4912E+05	386, 16

1.4.2 RICHESSE**PERMDISP****Exposition × Année**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli richesse SHT MS 2018-2021
 Data type: Distance
 Selection: All
 Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee
 Number of permutations: 999

Number of groups: 8
 Number of samples: 80

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 5,3476 df1: 7 df2: 72
 P(perm): 0,019

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(Expose2018, Temoi n2018)	0,30113	0,786
(Expose2018, Expose2019)	1,5941	0,433
(Expose2018, Temoi n2019)	1,4875	0,188
(Expose2018, Expose2020)	1,278	0,767
(Expose2018, Temoi n2020)	1,4177	0,415
(Expose2018, Expose2021)	1,278	0,476
(Expose2018, Temoi n2021)	1,0154	0,48
(Temoi n2018, Expose2019)	3,048	0,01
(Temoi n2018, Temoi n2019)	3,0299	0,005
(Temoi n2018, Expose2020)	2,5197	0,025
(Temoi n2018, Temoi n2020)	2,2837	0,098
(Temoi n2018, Expose2021)	2,5197	0,02
(Temoi n2018, Temoi n2021)	2,1985	0,042
(Expose2019, Temoi n2019)	1,2199	0,245
(Expose2019, Expose2020)	1,2344	0,657
(Expose2019, Temoi n2020)	2,2504	0,067
(Expose2019, Expose2021)	1,2344	0,348
(Expose2019, Temoi n2021)	1,2013	0,219
(Temoi n2019, Expose2020)	0,48233	0,73
(Temoi n2019, Temoi n2020)	3,398	0,001
(Temoi n2019, Expose2021)	0,48233	0,652
(Temoi n2019, Temoi n2021)	0,45374	0,732
(Expose2020, Temoi n2020)	2,0795	0,052
(Expose2020, Expose2021)	0	1
(Expose2020, Temoi n2021)	0,66111	0,514
(Temoi n2020, Expose2021)	2,0795	0,045
(Temoi n2020, Temoi n2021)	3,1603	0,002
(Expose2021, Temoi n2021)	0,66111	0,492

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Size	Average	SE
Expose2018	5	1,04	0,43543
Temoi n2018	15	1,1467	0,14924
Expose2019	5	0,32	0,12
Temoi n2019	15	0,57778	0,11393
Expose2020	5	0,48	0,04899
Temoi n2020	15	2,3733	0,51598
Expose2021	5	0,48	0,04899
Temoi n2021	15	0,66667	0,15936

Exposition × Période

Resemblance worksheet

Name: Eucli richesse SHT MS 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 80

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 0,47551 df1: 3 df2: 76

P(perm): 0,897

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(ExposeAvant, Temoi nAvant)	0,30113	0,789
(ExposeAvant, ExposeApres)	0,90898	0,495
(ExposeAvant, Temoi nApres)	0,19753	0,896
(Temoi nAvant, ExposeApres)	2,0604	0,058
(Temoi nAvant, Temoi nApres)	0,081871	0,988
(ExposeApres, Temoi nApres)	1,0641	0,542

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
ExposeAvant	5	1,04	0,43543
Temoi nAvant	15	1,1467	0,14924
ExposeApres	15	0,74667	0,12416
Temoi nApres	45	1,1802	0,23039

PERMANOVA

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli richesse SHT MS 2018-2021

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	Level s
Exposi ti on	Ex	Fi xed	2
Si te	Si	Random	4
Annee	An	Fi xed	4
Stati on	St	Random	20

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)

2018-2020 2018-2020 Annee (2018)v(2020)
 2018-2021 2018-2021 Annee (2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
 Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms
 Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)
 Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	1, 2042	1, 2042	0, 35111	0, 575	42
An	3	21, 413	7, 1375	2, 8508	0, 048	999
Av	1	7, 0014	7, 0014	2, 6849	0, 119	995
2018-201	1	8, 5333	8, 5333	11, 077	0, 002	988
2018-2020	1	1, 0825E-15	1, 0825E-15	6, 5662E-16	1	948
2018-2021	1	12, 675	12, 675	11, 075	0, 009	994
ExxAn	3	2, 5125	0, 8375	0, 3345	0, 782	998
ExxAv	1	0, 50139	0, 50139	0, 19228	0, 665	991
Exx2018-201	1	0, 13333	0, 13333	0, 17308	0, 692	546
Exx2018-2020	1	1, 1081E-14	1, 1081E-14	2, 5111E-15	1	951
Exx2018-2021	1	1, 875	1, 875	1, 6383	0, 2	986
Pool ed(1)	18	61, 733	3, 4296	1, 3698	0, 159	999
Pool ed(2)	54	135, 2	2, 5037			
Total	79	221, 69				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 4*V(St(Si (Ex))) + 30*S(Ex)
An	1*V(Res) + 15*S(An)
Av	1*V(Res) + 22, 5*S(Av)
2018-201	1*V(Res) + 15*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 15*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 15*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 7, 5*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 11, 25*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 7, 5*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 7, 5*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 7, 5*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 4*V(St(Si (Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	1*Pool ed(1)	1	18
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	54
Av	1*Av	1*Res	1	58
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	18
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	18
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	18
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	54
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	58
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	18
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	18
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	18

St(Si (Ex)) 1*Pool ed(1) 1*Pool ed(2) 18 54

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-0,074182	-0,27236
S(An)	0,30892	0,55581
S(Av)	0,19528	0,4419
S(2018-201)	0,51753	0,7194
S(2018-2020)	-0,38889	-0,62361
S(2018-2021)	0,7687	0,87676
S(ExxAn)	-0,22216	-0,47134
S(ExxAx)	-0,18722	-0,43269
S(Exx2018-201)	-0,084938	-0,29144
S(Exx2018-2020)	-0,77778	-0,88192
S(Exx2018-2021)	0,097407	0,3121
V(St(Si (Ex)))	0,23148	0,48113
V(Res)	2,5037	1,5823

PERMANOVA SANS TRPL1

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli richesse SHT MS 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-5;11-25;31-45;51-65;71-80

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

*Pooled terms*Si (Ex)
Si (Ex)xAn*Terms whose SS and df were combined*

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	0,033333	0,033333	0,009587	0,935	37
An	3	22,167	7,3889	2,438	0,076	999
Av	1	3,2111	3,2111	0,98721	0,329	995
2018-201	1	6,0167	6,0167	10,499	0,007	988
2018-2020	1	1,0667	1,0667	0,15105	0,717	998
2018-2021	1	8,8167	8,8167	6,8839	0,019	992
ExxAn	3	2,9667	0,98889	0,32628	0,803	999
ExxAv	1	1,8778	1,8778	0,5773	0,464	992
Exx2018-201	1	0,41667	0,41667	0,72707	0,43	997
Exx2018-2020	1	1,0667	1,0667	0,15105	0,698	998
Exx2018-2021	1	2,8167	2,8167	2,1992	0,148	995
Pool ed(1)	13	45,2	3,4769	1,1472	0,337	998
Pool ed(2)	39	118,2	3,0308			
Total	59	188,98				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26,667 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	1*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-0,12913	-0,35935
S(An)	0,32686	0,57172
S(Av)	-0,0020801	-0,045608
S(2018-201)	0,40827	0,63896
S(2018-2020)	-0,44962	-0,67053
S(2018-2021)	0,56519	0,75179
S(ExxAn)	-0,30628	-0,55343
S(ExxAv)	-0,13749	-0,3708
S(Exx2018-201)	-0,023462	-0,15317
S(Exx2018-2020)	-0,89923	-0,94828
S(Exx2018-2021)	0,23038	0,47998

V(St(Si (Ex)))	0, 11154	0, 33397
V(Res)	3, 0308	1, 7409

PERMANOVA SANS TRPL2

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli richesse SHT MS 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-10;16-30;36-50;56-70;76-80

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-2019	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)

Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms

Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)

Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	10, 8	10, 8	11, 898	0, 008	14
An	3	17, 667	5, 8889	10, 439	0, 001	999
Av	1	14, 4	14, 4	19, 472	0, 001	999
2018-2019	1	9, 6	9, 6	12, 235	0, 001	994
2018-2020	1	4, 8167	4, 8167	5, 6667	0, 035	998
2018-2021	1	16, 017	16, 017	15, 481	0, 003	988
ExxAn	3	9, 2667	3, 0889	5, 4758	0, 006	997
ExxAv	1	0, 4	0, 4	0, 54088	0, 478	995
Exx2018-2019	1	2, 8519E-15	2, 8519E-15	4, 8552E-15	1	989
Exx2018-2020	1	4, 8167	4, 8167	5, 6667	0, 031	990
Exx2018-2021	1	0, 41667	0, 41667	0, 40273	0, 546	995
Pool ed(1)	13	11, 8	0, 90769	1, 6091	0, 137	997

Pool ed(2)	39	22	0, 5641
Total	59	72, 85	

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26, 667 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 13, 333 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13, 333 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 13, 333 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13, 333 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6, 6667 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6, 6667 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 6, 6667 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 6, 6667 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(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*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	0, 37096	0, 60907
S(An)	0, 39936	0, 63195
S(Av)	0, 68302	0, 82645
S(2018-201)	0, 66115	0, 81311
S(2018-2020)	0, 2975	0, 54544
S(2018-2021)	1, 1237	1, 06
S(ExxAn)	0, 37872	0, 6154
S(ExxAv)	-0, 033953	-0, 18426
S(Exx2018-201)	-0, 11769	-0, 34306
S(Exx2018-2020)	0, 595	0, 77136
S(Exx2018-2021)	-0, 092692	-0, 30445
V(St(Si(Ex)))	0, 085897	0, 29308
V(Res)	0, 5641	0, 75107

PERMANOVA SANS TRPL3

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli richesse SHT MS 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-15;21-35;41-55;61-75

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	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Ex	1	1,0542E-14	1,0542E-14	4,5483E-16	1	21
An	3	25,8	8,6	2,9629	0,046	999
Av	1	3,6	3,6	1,1041	0,278	999
2018-201	1	7,35	7,35	8,0633	0,012	992
2018-2020	1	1,35	1,35	0,1962	0,67	996
2018-2021	1	9,6	9,6	7,5181	0,018	993
ExxAn	3	3	1	0,34452	0,784	999
ExxAv	1	1,6	1,6	0,49073	0,471	999
Exx2018-201	1	0,15	0,15	0,16456	0,682	624
Exx2018-2020	1	1,35	1,35	0,1962	0,663	997
Exx2018-2021	1	2,4	2,4	1,8795	0,204	782
Pool ed(1)	13	47,4	3,6462	1,2562	0,257	999
Pool ed(2)	39	113,2	2,9026			
Total	59	191,65				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26,667 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2021})$

Pool ed(1) $1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
 Pool ed(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*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-0,13673	-0,36977
S(An)	0,42731	0,65369
S(Av)	0,016977	0,13029
S(2018-201)	0,48288	0,6949
S(2018-2020)	-0,41481	-0,64406
S(2018-2021)	0,62423	0,79008
S(ExxAn)	-0,28538	-0,53421
S(ExxAv)	-0,16605	-0,40749
S(Exx2018-201)	-0,11423	-0,33798
S(Exx2018-2020)	-0,82962	-0,91083
S(Exx2018-2021)	0,16846	0,41044
V(St(Si(Ex)))	0,1859	0,43116
V(Res)	2,9026	1,7037

POST-HOC ANNÉE

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli richesse SHT MS 2018-2021

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	4
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	20

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)

2018-2020 2018-2020 Annee (2018)v(2020)
 2018-2021 2018-2021 Annee (2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

PAIR-WISE TESTS

Term 'An'

Groups	t	P(perm)	Uni que perms
2018, 2019	3,3282	0,002	984
2018, 2020	2,5625E-08	1	955
2018, 2021	3,3279	0,004	990
2019, 2020	1,5271	0,153	996
2019, 2021	1,1595	0,256	722
2020, 2021	1,9565	0,061	994

Denominators

Groups	Denomi nator	Den. df
2018, 2019	1*Res	18
2018, 2020	1*Res	18
2018, 2021	1*Res	18
2019, 2020	1*Res	18
2019, 2021	1*Res	18
2020, 2021	1*Res	18

Average Distance between/within groups

	2018	2019	2020	2021
2018	1,5421			
2019	1,385	0,73158		
2020	2,175	1,895	2,7	
2021	1,47	0,795	1,925	0,91579

1.4.3 SHANNON

PERMDISP

Exposition × Année

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli Shannon SHT MS 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 8

Number of samples: 56

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 4,2027 df1: 7 df2: 48
 P(perm): 0,004

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(Expose2018, Temoi n2018)	0,37081	0,717
(Expose2018, Expose2019)	1,1898	0,505
(Expose2018, Temoi n2019)	1,7134	0,254
(Expose2018, Expose2020)	1,2547	0,335
(Expose2018, Temoi n2020)	0,55434	0,623
(Expose2018, Expose2021)	1,9201	0,125
(Expose2018, Temoi n2021)	0,92739	0,478
(Temoi n2018, Expose2019)	2,4685	0,024
(Temoi n2018, Temoi n2019)	3,4303	0,008
(Temoi n2018, Expose2020)	2,626	0,021
(Temoi n2018, Temoi n2020)	0,48601	0,687
(Temoi n2018, Expose2021)	3,714	0,001
(Temoi n2018, Temoi n2021)	2,2179	0,034
(Expose2019, Temoi n2019)	0,099784	0,934
(Expose2019, Expose2020)	0,054274	0,904
(Expose2019, Temoi n2020)	2,1403	0,084
(Expose2019, Expose2021)	2	0,382
(Expose2019, Temoi n2021)	1,4957	0,323
(Temoi n2019, Expose2020)	0,18134	0,938
(Temoi n2019, Temoi n2020)	2,9978	0,013
(Temoi n2019, Expose2021)	2,1935	0,105
(Temoi n2019, Temoi n2021)	1,9672	0,262
(Expose2020, Temoi n2020)	2,301	0,039
(Expose2020, Expose2021)	4,3037	0,02
(Expose2020, Temoi n2021)	1,905	0,202
(Temoi n2020, Expose2021)	2,9476	0,022
(Temoi n2020, Temoi n2021)	2,1893	0,024
(Expose2021, Temoi n2021)	5,1557	0,003

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
Expose2018	5	0,56715	0,22154
Temoi n2018	12	0,63741	0,083439
Expose2019	5	0,2762	0,10357
Temoi n2019	10	0,26461	0,064068
Expose2020	5	0,28242	0,049217
Temoi n2020	6	0,71776	0,16635
Expose2021	3	0	0
Temoi n2021	10	0,41627	0,04288

Exposition × Période

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli Shannon SHT MS 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 56

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 0,71774 df1: 3 df2: 52

P(perm): 0,682

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(ExposeAvant, TemoinAvant)	0,37081	0,718
(ExposeAvant, ExposeApres)	0,15643	0,87
(ExposeAvant, TemoinApres)	0,50499	0,751
(TemoinAvant, ExposeApres)	0,95058	0,3
(TemoinAvant, TemoinApres)	1,4319	0,224
(ExposeApres, TemoinApres)	0,62231	0,67

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
ExposeAvant	5	0,56715	0,22154
TemoinAvant	12	0,63741	0,083439
ExposeApres	13	0,54184	0,058387
TemoinApres	26	0,47968	0,064063

PERMANOVA

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Shannon SHT MS 2018-2021

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	4
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	19

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)

Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	0,02158	0,02158	0,048105	0,826	996
An	3	5,6326	1,8775	6,8213	0,001	998
Av	1	1,5858	1,5858	4,4087	0,039	996
2018-201	1	2,2631	2,2631	12,547	0,004	998
2018-2020	1	0,033593	0,033593	0,059178	0,803	996
2018-2021	1	1,0639	1,0639	4,7455	0,051	996
ExxAn	3	0,36316	0,12105	0,43979	0,737	998
ExxAv	1	0,20397	0,20397	0,56709	0,484	994
Exx2018-201	1	0,012337	0,012337	0,068399	0,798	997
Exx2018-2020	1	0,26391	0,26391	0,4649	0,538	998
Exx2018-2021	1	0,023421	0,023421	0,10447	0,728	996
Pool ed(1)	17	7,7841	0,45789	1,6636	0,107	998
Pool ed(2)	31	8,5327	0,27525			
Total	55	23,514				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 2,6799*V(St(Si (Ex))) + 19,689*S(Ex)
An	1*V(Res) + 10,905*S(An)
Av	1*V(Res) + 18,563*S(Av)
2018-201	1*V(Res) + 12,308*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 10*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 9*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 5,4526*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 9,2814*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 6,1538*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 5*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 4,5*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 2,8235*V(St(Si (Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	0,94912*Pool ed(1) + 0,050884*Pool ed(2)	1	18,1
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	31
Av	1*Av	1*Res	1	35
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	11
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	8
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	10
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	31
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	35
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	11
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	8
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	10
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	17	31

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-0,021688	0,14727
S(An)	0,14693	0,38331
S(Av)	0,066049	0,257
S(2018-201)	0,16922	0,41136
S(2018-2020)	-0,053406	0,2311
S(2018-2021)	0,093304	0,30546
S(ExxAn)	-0,028279	0,16816
S(ExxAv)	-0,016777	0,12953

S(Exx2018-201)	-0,027304	-0,16524
S(Exx2018-2020)	-0,06075	-0,24648
S(Exx2018-2021)	-0,044617	-0,21123
V(St(Si(Ex)))	0,064685	0,25433
V(Res)	0,27525	0,52464

PERMANOVA SANS TRPL1

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Shannon SHT MS 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-5;10-22;25-37;39-46;49-56

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	4
Station	St	Random	14

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si(Ex)
Si(Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si(Ex)) + Si(Ex)
Pool ed(2)	Res + Si(Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Ex	1	0,012212	0,012212	0,027492	0,853	997
An	3	5,4114	1,8038	6,2938	0,002	998
Av	1	1,1703	1,1703	3,0179	0,083	997
2018-201	1	2,1748	2,1748	10,973	0,007	997
2018-2020	1	0,071011	0,071011	0,1114	0,739	999
2018-2021	1	0,72981	0,72981	3,5468	0,102	996
ExxAn	3	0,22286	0,074288	0,25921	0,867	997
ExxAv	1	0,093399	0,093399	0,24084	0,618	997
Exx2018-201	1	0,0096169	0,0096169	0,048521	0,811	992

Exx2018-2020	1	0, 15261	0, 15261	0, 23941	0, 642	999
Exx2018-2021	1	3, 1865E-05	3, 1865E-05	0, 00015486	0, 988	998
Pool ed(1)	12	5, 4915	0, 45762	1, 5968	0, 17	999
Pool ed(2)	27	7, 7381	0, 2866			
Total	46	19, 636				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 2, 9951*V(St(Si (Ex))) + 19, 169*S(Ex)
An	1*V(Res) + 10, 192*S(An)
Av	1*V(Res) + 17, 146*S(Av)
2018-201	1*V(Res) + 11, 667*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 8, 8889*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 8, 4*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 5, 0961*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 8, 5732*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 5, 8333*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 4, 4444*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 4, 2*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 3, 25*V(St(Si (Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	0, 92157*Pool ed(1) + 0, 078431*Pool ed(2)	1	13, 3
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	27
Av	1*Av	1*Res	1	31
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	10
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	7
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	8
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	27
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	31
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	10
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	7
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	8
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	12	27

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-0, 022537	-0, 15012
S(An)	0, 14886	0, 38582
S(Av)	0, 045638	0, 21363
S(2018-201)	0, 16942	0, 41161
S(2018-2020)	-0, 063726	-0, 25244
S(2018-2021)	0, 062387	0, 24977
S(ExxAn)	-0, 041661	-0, 20411
S(ExxAv)	-0, 03434	-0, 18531
S(Exx2018-201)	-0, 032329	-0, 1798
S(Exx2018-2020)	-0, 10909	-0, 33029
S(Exx2018-2021)	-0, 048984	-0, 22132
V(St(Si (Ex)))	0, 052624	0, 2294
V(Res)	0, 2866	0, 53535

PERMANOVA SANS TRPL2

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Shannon SHT MS 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-9;14-24;30-38;44-48;54-56

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	4
Station	St	Random	14

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
 Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Ex	1	0,40587	0,40587	1,3947	0,266	998
An	3	3,5079	1,1693	7,2805	0,003	999
Av	1	2,1339	2,1339	8,0147	0,013	998
2018-201	1	1,801	1,801	12,376	0,008	996
2018-2020	1	0,015288	0,015288	0,039998	0,849	997
2018-2021	1	1,5318	1,5318	8,564	0,028	997
ExxAn	3	0,63447	0,21149	1,3168	0,325	999
ExxAv	1	0,56417	0,56417	2,119	0,159	998
Exx2018-201	1	0,0009503	0,0009503	0,0065301	0,942	998
Exx2018-2020	1	0,27674	0,27674	0,72403	0,45	998
Exx2018-2021	1	0,1899	0,1899	1,0617	0,336	999
Pool ed(1)	12	4,3405	0,36171	2,2521	0,07	998
Pool ed(2)	17	2,7303	0,16061			
Total	36	14,323				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 1,5671 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 10,029 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 6,6761 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 14,333 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 8,8889 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 3,3333 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 3,3381 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 7,1667 * S(\text{ExxAv})$

Exx2018-201	1*V(Res) + 4,4444*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 1,6667*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 3,75*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 2,4167*V(St(Si(Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	0,64844*Pool ed(1) + 0,35156*Pool ed(2)	1	17,75
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	17
Av	1*Av	1*Res	1	21
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	7
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	4
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	6
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	17
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	21
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	7
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	4
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	6
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	12	17

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	0,011453	0,10702
S(An)	0,15109	0,3887
S(Av)	0,1303	0,36098
S(2018-201)	0,18624	0,43156
S(2018-2020)	-0,11008	-0,33178
S(2018-2021)	0,1804	0,42473
S(ExxAn)	0,015244	0,12347
S(ExxAv)	0,041571	0,20389
S(Exx2018-201)	-0,03253	-0,18036
S(Exx2018-2020)	-0,063288	-0,25157
S(Exx2018-2021)	0,0029423	0,054243
V(St(Si(Ex)))	0,083215	0,28847
V(Res)	0,16061	0,40076

PERMANOVA SANS TRPL3

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Shannon SHT MS 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-13;18-29;33-53

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
------	---------	--------	----------

Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex) xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms
Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2) Res + Si (Ex) xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	0,0010778	0,0010778	0,0021845	0,968	997
An	3	5,0248	1,6749	5,6194	0,006	999
Av	1	0,99014	0,99014	2,4854	0,116	997
2018-201	1	1,6615	1,6615	9,0306	0,019	996
2018-2020	1	0,033593	0,033593	0,059178	0,823	995
2018-2021	1	0,77365	0,77365	3,1675	0,094	997
ExxAn	3	0,39667	0,13222	0,44362	0,719	999
ExxAv	1	0,065429	0,065429	0,16424	0,713	999
Exx2018-201	1	0,027925	0,027925	0,15178	0,717	997
Exx2018-2020	1	0,26391	0,26391	0,4649	0,514	996
Exx2018-2021	1	0,0026396	0,0026396	0,010807	0,927	996
Pool ed(1)	13	6,7567	0,51975	1,7438	0,092	999
Pool ed(2)	25	7,4515	0,29806			
Total	45	20,17				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 2,5756*V(St(Si (Ex))) + 17,171*S(Ex)
An	1*V(Res) + 9,8546*S(An)
Av	1*V(Res) + 15,553*S(Av)
2018-201	1*V(Res) + 10*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 10*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 8*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 4,9273*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 7,7766*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 5*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 5*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 4*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 2,9231*V(St(Si (Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	0,88113*Pool ed(1) + 0,11887*Pool ed(2)	1	15,04
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	25
Av	1*Av	1*Res	1	29
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	8
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	8
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	7
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	25
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	29
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	8
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	8

Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	7
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	25

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-0,028672	-0,16933
S(An)	0,13972	0,37379
S(Av)	0,038047	0,19506
S(2018-201)	0,14775	0,38439
S(2018-2020)	-0,053406	-0,2311
S(2018-2021)	0,066176	0,25725
S(ExxAn)	-0,033656	-0,18346
S(ExxAv)	-0,042815	-0,20692
S(Exx2018-201)	-0,031213	-0,17667
S(Exx2018-2020)	-0,06075	-0,24648
S(Exx2018-2021)	-0,060401	-0,24577
V(St(Si (Ex)))	0,075842	0,27539
V(Res)	0,29806	0,54595

POST-HOC ANNÉE

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Shannon SHT MS 2018-2021
 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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	4
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	19

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

PAIR-WISE TESTS

Term 'An'

Groups	t	P(perm)	Uni que perms
2018, 2019	3,5422	0,005	999
2018, 2020	0,24326	0,807	991

2018,	2021	2,1784	0,055	996
2019,	2020	3,5439	0,004	997
2019,	2021	0,59799	0,578	998
2020,	2021	2,5046	0,04	996

Denominators

Groups	Denominator	Den. df
2018, 2019	1*Res	11
2018, 2020	1*Res	8
2018, 2021	1*Res	10
2019, 2020	1*Res	9
2019, 2021	1*Res	9
2020, 2021	1*Res	7

Average Distance between/within groups

	2018	2019	2020	2021
2018	0,84496			
2019	0,80073	0,30888		
2020	0,77758	0,88666	0,7925	
2021	0,78431	0,34462	0,84988	0,41648

1.4.4 EVENNESS - ÉQUITABILITÉ

PERMDISP

Exposition × Année

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Ecli Equitabilite SHT MS 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 7

Number of samples: 29

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 2,0498 df1: 6 df2: 22

P(perm): 0,292

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(Expose2018, Temoi n2018)	1,6849	0,326
(Expose2018, Expose2019)	1,2139	0,572
(Expose2018, Temoi n2019)	0,051871	0,956
(Expose2018, Expose2020)	2,3067	0,03
(Expose2018, Temoi n2020)	1,0984	0,576
(Expose2018, Temoi n2021)	0,96112	0,676
(Temoi n2018, Expose2019)	0,97702	0,212
(Temoi n2018, Temoi n2019)	1,8318	0,135
(Temoi n2018, Expose2020)	1,0543	0,658
(Temoi n2018, Temoi n2020)	0,39706	0,846

(Temoi n2018, Temoi n2021)	0,80239	0,615
(Expose2019, Temoi n2019)	1,4905	0,509
(Expose2019, Expose2020)	1,3005	0,335
(Expose2019, Temoi n2020)	1,2744	0,189
(Expose2019, Temoi n2021)	2,4858	0,4
(Temoi n2019, Expose2020)	2,9584	0,014
(Temoi n2019, Temoi n2020)	1,3184	0,326
(Temoi n2019, Temoi n2021)	1,2505	0,201
(Expose2020, Temoi n2020)	1,683	0,117
(Expose2020, Temoi n2021)	3,1005	0,004
(Temoi n2020, Temoi n2021)	0,3844	0,793

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
Expose2018	4	0,24675	0,090902
Temoi n2018	8	0,10941	0,037327
Expose2019	1	0	Undefined
Temoi n2019	3	0,25344	0,085016
Expose2020	5	0,056769	0,01782
Temoi n2020	4	0,13428	0,047121
Temoi n2021	4	0,15534	0,027947

Exposition × Période

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Ecli Equitabilite SHT MS 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 29

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 2,59 df1: 3 df2: 25

P(perm): 0,155

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(ExposeAvant, Temoi nAvant)	1,6849	0,302
(ExposeAvant, ExposeApres)	2,5775	0,013
(ExposeAvant, Temoi nApres)	0,63975	0,58
(Temoi nAvant, ExposeApres)	1,1806	0,43
(Temoi nAvant, Temoi nApres)	1,3374	0,244
(ExposeApres, Temoi nApres)	2,2182	0,048

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
ExposeAvant	4	0,24675	0,090902
Temoi nAvant	8	0,10941	0,037327
ExposeApres	6	0,056083	0,014028
Temoi nApres	11	0,1896	0,04318

PERMANOVA

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Ecli Equitabilite SHT MS 2018-2021

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	4
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	16

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)

Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	0,089672	0,089672	1,933	0,199	996
An	3	0,092127	0,030709	0,57566	0,636	999
Av	1	0,0052968	0,0052968	0,097752	0,737	996
2018-201	1	0,024649	0,024649	0,26287	0,6569	780
2018-2020	1	0,0027131	0,0027131	0,03412	0,838	972
2018-2021	1	0,017578	0,017578	0,41418	0,9421	16
ExxAn**	2	0,21546	0,10773	2,0194	0,196	999
ExxAv	1	0,1312	0,1312	2,4212	0,149	996
Exx2018-201	1	0,015526	0,015526	0,16558	0,7126	775
Exx2018-2020	1	0,064071	0,064071	0,80575	0,431	969
Exx2018-2021**	0	0	0	No test		
Pool ed(1)	14	0,5529	0,039493	0,74032	0,69	999
Pool ed(2)	8	0,42677	0,053346			
Total	28	1,5185				

** Term has one or more empty cells

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 0,78917 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 5,3269 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 3,796 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 8,1361 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 3 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 3,2 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 2 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 2,0104 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 4,068 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 1,5 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 1,6 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 1,5714 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	$1 * \text{Ex}$	$0,5022 * \text{Pool ed}(1) + 0,4978 * \text{Pool ed}(2)$	1	18,51
An	$1 * \text{An}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	8
Av	$1 * \text{Av}$	$1 * \text{Res}$	1	11
2018-201	$1 * 2018-201$	$1 * \text{Res}$	1	2
2018-2020	$1 * 2018-2020$	$1 * \text{Res}$	1	3
2018-2021	$1 * 2018-2021$	$1 * \text{Res}$	1	1
ExxAn	$1 * \text{ExxAn}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	2	8
ExxAv	$1 * \text{ExxAv}$	$1 * \text{Res}$	1	11
Exx2018-201	$1 * \text{Exx2018-201}$	$1 * \text{Res}$	1	2
Exx2018-2020	$1 * \text{Exx2018-2020}$	$1 * \text{Res}$	1	3
Exx2018-2021			0	0
St(Si(Ex))	$1 * \text{Pool ed}(1)$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	14	8

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	0,0081253	0,09014
S(An)	-0,0059634	-0,077223
S(Av)	-0,0060089	-0,077517
S(2018-201)	-0,023041	-0,15179
S(2018-2020)	-0,024001	-0,15492
S(2018-2021)	-0,012432	-0,1115
S(ExxAn)	0,027051	0,16447
S(ExxAv)	0,018931	0,13759
S(Exx2018-201)	-0,052164	-0,22839
S(Exx2018-2020)	-0,0096536	-0,098253
S(Exx2018-2021)	No test	
V(St(Si(Ex)))	-0,0088156	-0,093891
V(Res)	0,053346	0,23097

1.4.5 CHIRONOMIDES

PERMDISP

Exposition × Année

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli Chiro SHT MS 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 8

Number of samples: 80

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 2,7876 df1: 7 df2: 72

P(perm): 0,22

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(Expose2018, Temoi n2018)	4, 5363	0, 001
(Expose2018, Expose2019)	0, 81882	0, 624
(Expose2018, Temoi n2019)	1, 8114	0, 314
(Expose2018, Expose2020)	1, 1299	0, 441
(Expose2018, Temoi n2020)	1, 7789	0, 319
(Expose2018, Expose2021)	1, 0543	0, 502
(Expose2018, Temoi n2021)	1, 5447	0, 254
(Temoi n2018, Expose2019)	4, 3627	0, 001
(Temoi n2018, Temoi n2019)	0, 89421	0, 825
(Temoi n2018, Expose2020)	2, 0501	0, 152
(Temoi n2018, Temoi n2020)	0, 64552	0, 942
(Temoi n2018, Expose2021)	1, 7136	0, 189
(Temoi n2018, Temoi n2021)	2, 4568	0, 026
(Expose2019, Temoi n2019)	2, 6217	0, 059
(Expose2019, Expose2020)	1, 5719	0, 447
(Expose2019, Temoi n2020)	2, 5693	0, 057
(Expose2019, Expose2021)	1, 5215	0, 456
(Expose2019, Temoi n2021)	2, 471	0, 049
(Temoi n2019, Expose2020)	0, 57092	0, 808
(Temoi n2019, Temoi n2020)	0, 13747	0, 882
(Temoi n2019, Expose2021)	0, 50576	0, 888
(Temoi n2019, Temoi n2021)	0, 86749	0, 496
(Expose2020, Temoi n2020)	0, 62738	0, 819
(Expose2020, Expose2021)	0, 036574	0, 954
(Expose2020, Temoi n2021)	0, 01381	0, 997
(Temoi n2020, Expose2021)	0, 56605	0, 854
(Temoi n2020, Temoi n2021)	0, 97153	0, 519
(Expose2021, Temoi n2021)	0, 039058	0, 989

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
Expose2018	5	56, 812	13, 111
Temoi n2018	15	17, 391	2, 811
Expose2019	5	79, 614	24, 568
Temoi n2019	15	25, 7	8, 8569
Expose2020	5	35, 556	13, 49
Temoi n2020	15	23, 897	9, 6783
Expose2021	5	34, 783	16, 268
Temoi n2021	15	35, 362	6, 7531

Exposition × Période

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli Chiro SHT MS 2018-2021
 Data type: Distance
 Selection: All
 Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres
 Number of permutations: 999

Number of groups: 4
 Number of samples: 80

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 4,1832 df1: 3 df2: 76
 P(perm): 0,12

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(ExposeAvant, Temoi nAvant)	4,5363	0,001
(ExposeAvant, ExposeApres)	0,065445	0,965
(ExposeAvant, Temoi nApres)	1,8001	0,268
(Temoi nAvant, ExposeApres)	2,8122	0,013
(Temoi nAvant, Temoi nApres)	1,4783	0,402
(ExposeApres, Temoi nApres)	2,271	0,153

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
ExposeAvant	5	56,812	13,111
Temoi nAvant	15	17,391	2,811
ExposeApres	15	55,223	13,156
Temoi nApres	45	29,88	4,7627

PERMANOVA

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Chiro SHT MS 2018-2021
 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	Level s
Exposi ti on	Ex	Fi xed	2
Si te	Si	Random	4
Annee	An	Fi xed	4
Stati on	St	Random	20

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)

2018-2020 2018-2020 Annee (2018)v(2020)
 2018-2021 2018-2021 Annee (2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
 Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms
 Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)
 Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	41401	41401	12,486	0,006	313
An	3	11731	3910,5	1,8507	0,169	999
Av	1	21,077	21,077	0,0091732	0,923	996
2018-201	1	3388,6	3388,6	1,2775	0,289	995
2018-2020	1	1736,8	1736,8	0,91082	0,351	996
2018-2021	1	771,9	771,9	0,52479	0,482	994
ExxAn	3	15892	5297,3	2,507	0,061	998
ExxAv	1	998,35	998,35	0,43451	0,529	999
Exx2018-201	1	1792,3	1792,3	0,67573	0,414	996
Exx2018-2020	1	1964,3	1964,3	1,0301	0,343	995
Exx2018-2021	1	5686,8	5686,8	3,8663	0,062	986
Pool ed(1)	18	59686	3315,9	1,5693	0,105	997
Pool ed(2)	54	1,141E+05	2113			
Total	79	2,3552E+05				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 4*V(St(Si (Ex))) + 30*S(Ex)
An	1*V(Res) + 15*S(An)
Av	1*V(Res) + 22,5*S(Av)
2018-201	1*V(Res) + 15*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 15*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 15*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 7,5*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 11,25*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 7,5*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 7,5*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 7,5*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 4*V(St(Si (Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	1*Pool ed(1)	1	18
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	54
Av	1*Av	1*Res	1	58
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	18
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	18
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	18
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	54
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	58
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	18
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	18
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	18

St(Si (Ex)) 1*Pool ed(1) 1*Pool ed(2) 18 54

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	1269,5	35,63
S(An)	119,83	10,947
S(Av)	-101,18	-10,059
S(2018-201)	49,078	7,0056
S(2018-2020)	-11,337	-3,3671
S(2018-2021)	-46,598	-6,8263
S(ExxAn)	424,57	20,605
S(ExxAv)	-115,49	-10,747
S(Exx2018-201)	-114,68	-10,709
S(Exx2018-2020)	7,6647	2,7685
S(Exx2018-2021)	562,13	23,709
V(St(Si (Ex)))	300,72	17,341
V(Res)	2113	45,968

PERMANOVA SANS TRPL1**PERMANOVA SANS TRPL2****PERMANOVA SANS TRPL3****1.4.6 EPT****PERMDISP****Exposition × Année**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli EPT SHT MS 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 8

Number of samples: 80

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 6,8532 df1: 7 df2: 72

P(perm): 0,062

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(Expose2018, Temoi n2018)	0,73287	0,674
(Expose2018, Expose2019)	9,798	0,011
(Expose2018, Temoi n2019)	18	0,001
(Expose2018, Expose2020)	4,1312	0,039

(Expose2018, Temoi n2020)	1,8251	0,183
(Expose2018, Expose2021)	9,798	0,009
(Expose2018, Temoi n2021)	18	0,001
(Temoi n2018, Expose2019)	1,9263	0,257
(Temoi n2018, Temoi n2019)	3,3976	0,001
(Temoi n2018, Expose2020)	1,0206	0,527
(Temoi n2018, Temoi n2020)	3,2791	0,001
(Temoi n2018, Expose2021)	1,9263	0,265
(Temoi n2018, Temoi n2021)	3,3976	0,001
(Expose2019, Temoi n2019)	NaN	0,001
(Expose2019, Expose2020)	2,6667	0,012
(Expose2019, Temoi n2020)	1,9553	0,044
(Expose2019, Expose2021)	NaN	0,001
(Expose2019, Temoi n2021)	1,2007	0,337
(Temoi n2019, Expose2020)	4,899	0,001
(Temoi n2019, Temoi n2020)	3,4489	0,001
(Temoi n2019, Expose2021)	NaN	0,001
(Temoi n2019, Temoi n2021)	2,1178	0,001
(Expose2020, Temoi n2020)	1,9118	0,055
(Expose2020, Expose2021)	2,6667	0,009
(Expose2020, Temoi n2021)	4,899	0,001
(Temoi n2020, Expose2021)	1,9553	0,058
(Temoi n2020, Temoi n2021)	3,4489	0,001
(Expose2021, Temoi n2021)	1,2007	0,332

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
Expose2018	5	20,87	2,13
Temoi n2018	15	15,072	4,4362
Expose2019	5	0	0
Temoi n2019	15	0	0
Expose2020	5	6,9565	2,6087
Temoi n2020	15	313,37	90,86
Expose2021	5	0	0
Temoi n2021	15	5,2485E-13	2,4783E-13

Exposition × Période

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli EPT SHT MS 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 80

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 1,8699 df1: 3 df2: 76

P(perm): 0,401

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(ExposeAvant, Temoi nAvant)	0,73287	0,659

(ExposeAvant, ExposeApres)	7,2643	0,001
(ExposeAvant, TemoinApres)	0,80898	0,845
(TemoinAvant, ExposeApres)	2,6823	0,009
(TemoinAvant, TemoinApres)	1,4913	0,373
(ExposeApres, TemoinApres)	1,6764	0,248

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Size	Average	SE
ExposeAvant	5	20,87	2,13
TemoinAvant	15	15,072	4,4362
ExposeApres	15	2,7053	1,256
TemoinApres	45	115,33	38,567

PERMANOVA

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli EPT SHT MS 2018-2021

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	4
Station	St	Random	20

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneeStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Ex	1	28198	28198	0,64399	0,654	98

An	3	91473	30491	0,67795	0,542	997
Av	1	3185,7	3185,7	0,066807	0,782	996
2018-201	1	1575,3	1575,3	5,7816	0,03	990
2018-2020	1	47364	47364	0,51969	0,479	995
2018-2021	1	1575,3	1575,3	5,7816	0,026	994
ExxAn	3	92387	30796	0,68472	0,529	999
ExxAv	1	12081	12081	0,25335	0,579	998
Exx2018-201	1	63,012	63,012	0,23126	0,67	993
Exx2018-2020	1	64189	64189	0,70429	0,424	997
Exx2018-2021	1	63,012	63,012	0,23126	0,645	990
Pool ed(1)	18	7,8816E+05	43787	0,97357	0,503	997
Pool ed(2)	54	2,4287E+06	44975			
Total	79	3,6107E+06				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 4*V(St(Si(Ex))) + 30*S(Ex)
An	1*V(Res) + 15*S(An)
Av	1*V(Res) + 22,5*S(Av)
2018-201	1*V(Res) + 15*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 15*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 15*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 7,5*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 11,25*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 7,5*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 7,5*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 7,5*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 4*V(St(Si(Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	1*Pool ed(1)	1	18
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	54
Av	1*Av	1*Res	1	58
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	18
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	18
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	18
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	54
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	58
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	18
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	18
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	18
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	18	54

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-519,62	-22,795
S(An)	-965,62	-31,074
S(Av)	-1977,7	-44,472
S(2018-201)	86,855	9,3196
S(2018-2020)	-2918,3	-54,022
S(2018-2021)	86,855	9,3196
S(ExxAn)	-1890,6	-43,482
S(ExxAv)	-3164,8	-56,257
S(Exx2018-201)	-27,928	-5,2847
S(Exx2018-2020)	-3593,4	-59,945
S(Exx2018-2021)	-27,928	-5,2847
V(St(Si(Ex)))	-297,17	-17,239
V(Res)	44975	212,07

PERMANOVA SANS TRPL1

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli EPT SHT MS 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-5;11-25;31-45;51-65;71-80

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)

Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	59582	59582	1,0731	0,316	103
An	3	1,823E+05	60766	1,0555	0,366	999
Av	1	9336,4	9336,4	0,14608	0,735	995
2018-201	1	1694,3	1694,3	4,9582	0,041	998
2018-2020	1	1,0177E+05	1,0177E+05	0,86835	0,392	997
2018-2021	1	1694,3	1694,3	4,9582	0,036	997
ExxAn	3	1,8397E+05	61323	1,0652	0,39	999
ExxAv	1	21620	21620	0,33828	0,556	995
Exx2018-201	1	14,003	14,003	0,040977	0,846	997
Exx2018-2020	1	1,2439E+05	1,2439E+05	1,0614	0,337	998
Exx2018-2021	1	14,003	14,003	0,040977	0,837	994
Pool ed(1)	13	7,2179E+05	55522	0,9644	0,491	997
Pool ed(2)	39	2,2453E+06	57572			
Total	59	3,5751E+06				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26,667 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(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*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	152,24	12,338
S(An)	239,57	15,478
S(Av)	-2728,8	-52,238
S(2018-201)	101,45	10,072
S(2018-2020)	-1157,1	-34,017
S(2018-2021)	101,45	10,072
S(ExxAn)	562,63	23,72
S(ExxAv)	-4229,2	-65,032
S(Exx2018-201)	-49,157	-7,0112
S(Exx2018-2020)	1078,9	32,847
S(Exx2018-2021)	-49,157	-7,0112
V(St(Si(Ex)))	-512,44	-22,637
V(Res)	57572	239,94

PERMANOVA SANS TRPL2

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli EPT SHT MS 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-10;16-30;36-50;56-70;76-80

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	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Ex	1	21,442	21,442	0,12939	0,792	31
An	3	2560,3	853,43	4,4677	0,007	998
Av	1	2503,1	2503,1	14,32	0,001	998
2018-201	1	1851,9	1851,9	5,2456	0,036	985
2018-2020	1	1331,1	1331,1	3,2677	0,111	994
2018-2021	1	1851,9	1851,9	5,2456	0,04	982
ExxAn	3	29,318	9,7727	0,05116	0,991	999
ExxAv	1	0,14586	0,14586	0,00083445	0,979	997
Exx2018-201	1	3,5007	3,5007	0,0099161	0,916	992
Exx2018-2020	1	7,8765	7,8765	0,019336	0,89	962
Exx2018-2021	1	3,5007	3,5007	0,0099161	0,917	998
Pool ed(1)	13	2154,2	165,71	0,86749	0,631	999
Pool ed(2)	39	7449,9	191,02			
Total	59	12494				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26,667 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(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*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-5,41	-2,3259
S(An)	49,681	7,0485
S(Av)	116,42	10,79
S(2018-201)	112,41	10,602
S(2018-2020)	69,283	8,3236
S(2018-2021)	112,41	10,602
S(ExxAn)	-27,187	-5,2142
S(ExxAv)	-17,465	-4,1792
S(Exx2018-201)	-52,429	-7,2408
S(Exx2018-2020)	-59,922	-7,7409
S(Exx2018-2021)	-52,429	-7,2408
V(St(Si (Ex)))	-6,3281	-2,5156
V(Res)	191,02	13,821

PERMANOVA SANS TRPL3

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli EPT SHT MS 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-15;21-35;41-55;61-75

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)

Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms

Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)

Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	55458	55458	0,98322	0,498	77
An	3	1,8664E+05	62214	1,091	0,407	998
Av	1	12780	12780	0,20132	0,702	996
2018-201	1	787,65	787,65	6,7708	0,023	994
2018-2020	1	1,1092E+05	1,1092E+05	0,9672	0,362	998
2018-2021	1	787,65	787,65	6,7708	0,026	994
ExxAn	3	1,8994E+05	63313	1,1102	0,373	999
ExxAv	1	26719	26719	0,42092	0,513	996
Exx2018-201	1	283,55	283,55	2,4375	0,136	995
Exx2018-2020	1	1,3448E+05	1,3448E+05	1,1727	0,289	999
Exx2018-2021	1	283,55	283,55	2,4375	0,16	989
Pool ed(1)	13	7,3325E+05	56404	0,98908	0,472	999
Pool ed(2)	39	2,224E+06	57027			
Total	59	3,5766E+06				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 4*V(St(Si (Ex))) + 26,667*S(Ex)
An	1*V(Res) + 13,333*S(An)
Av	1*V(Res) + 20*S(Av)
2018-201	1*V(Res) + 13,333*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 13,333*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 13,333*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 6,6667*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 10*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 6,6667*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 6,6667*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 6,6667*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 4*V(St(Si (Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	1*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-35,5	-5,9582
S(An)	389,03	19,724
S(Av)	-2535	-50,348
S(2018-201)	50,349	7,0957
S(2018-2020)	-282,08	-16,795
S(2018-2021)	50,349	7,0957
S(ExxAn)	942,94	30,707
S(ExxAx)	-3676	-60,63
S(Exx2018-201)	25,084	5,0084
S(Exx2018-2020)	2970,8	54,505
S(Exx2018-2021)	25,084	5,0084
V(St(Si(Ex)))	-155,64	-12,476
V(Res)	57027	238,8

1.4.7 EPT/C**PERMDISP****Exposition × Année**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli EPTC SHT MS 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 8

Number of samples: 43

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 12,09 df1: 7 df2: 35

P(perm): 0,058

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(Expose2018, Temoi n2018)	2,1521	0,07
(Expose2018, Expose2019)	3,4157	0,009
(Expose2018, Temoi n2019)	4,4721	0,003
(Expose2018, Expose2020)	1,8974	0,447
(Expose2018, Temoi n2020)	2,8266	0,025
(Expose2018, Expose2021)	2,5355	0,493
(Expose2018, Temoi n2021)	4,4721	0,003
(Temoi n2018, Expose2019)	3,8203	0,003
(Temoi n2018, Temoi n2019)	4,928	0,001
(Temoi n2018, Expose2020)	0,054175	0,961
(Temoi n2018, Temoi n2020)	3,8339	0,007
(Temoi n2018, Expose2021)	2,8994	0,016
(Temoi n2018, Temoi n2021)	4,928	0,001
(Expose2019, Temoi n2019)	NaN	0,001
(Expose2019, Expose2020)	3,4157	0,01

(Expose2019, Temoi n2020)	3, 248	0, 009
(Expose2019, Expose2021)	NaN	0, 001
(Expose2019, Temoi n2021)	1, 1083	0, 754
(Temoi n2019, Expose2020)	4, 4721	0, 001
(Temoi n2019, Temoi n2020)	4, 2527	0, 003
(Temoi n2019, Expose2021)	NaN	0, 001
(Temoi n2019, Temoi n2021)	1, 4256	0, 481
(Expose2020, Temoi n2020)	2, 7736	0, 026
(Expose2020, Expose2021)	2, 5355	0, 453
(Expose2020, Temoi n2021)	4, 4721	0, 003
(Temoi n2020, Expose2021)	2, 411	0, 363
(Temoi n2020, Temoi n2021)	4, 2527	0, 003
(Expose2021, Temoi n2021)	0, 84416	0, 778

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
Expose2018	4	0, 125	0, 041667
Temoi n2018	7	0, 36735	0, 080131
Expose2019	5	0	0
Temoi n2019	8	0	0
Expose2020	4	0, 375	0, 125
Temoi n2020	4	13, 669	4, 7914
Expose2021	3	0	0
Temoi n2021	8	1, 6653E-16	1, 1682E-16

Exposition × Période

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli EPTC SHT MS 2018-2021

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: 2,0585 df1: 3 df2: 39

P(perm): 0,557

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(ExposeAvant, Temoi nAvant)	2, 1521	0, 072
(ExposeAvant, ExposeApres)	0, 22203	1
(ExposeAvant, Temoi nApres)	1, 0637	0, 161
(Temoi nAvant, ExposeApres)	1, 954	0, 312
(Temoi nAvant, Temoi nApres)	1, 3334	0, 286
(ExposeApres, Temoi nApres)	1, 8505	0, 382

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
ExposeAvant	4	0, 125	0, 041667
Temoi nAvant	7	0, 36735	0, 080131
ExposeApres	12	0, 15278	0, 069444

Temoin Apres 20 4, 3733 1, 7545

PERMANOVA

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli EPTC SHT MS 2018-2021

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	4
Station	St	Random	17

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms
Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Ex	1	59,34	59,34	2,2628	0,168	998
An	3	227,27	75,758	2,2184	0,099	998
Av	1	0,19048	0,19048	0,0040661	0,95	998
2018-201	1	0,14881	0,14881	1,9841	0,216	954
2018-2020	0	0		No test		
2018-2021	1	0,1875	0,1875	3	0,1533	181
ExxAn	3	211,03	70,343	2,0599	0,119	998
ExxAv	1	0,20988	0,20988	0,0044802	0,946	997
Exx2018-201	1	0,053571	0,053571	0,71429	0,491	939
Exx2018-2020	0	0		No test		
Exx2018-2021	1	0,1875	0,1875	3	0,1784	194
Pool ed(1)	15	341,9	22,793	0,66746	0,747	998
Pool ed(2)	20	682,98	34,149			

Total 42 1615, 8

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 1, 6282 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 11, 345 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 7, 9179 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 10, 37 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6, 8571 * S(2018-201)$
2018-2020	
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 6 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 3, 9589 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 5, 1852 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 3, 4286 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 3 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 2, 3333 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	$1 * \text{Ex}$	$0, 69781 * \text{Pool ed}(1) + 0, 30219 * \text{Pool ed}(2)$	1	30, 99
An	$1 * \text{An}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	20
Av	$1 * \text{Av}$	$1 * \text{Res}$	1	24
2018-201	$1 * 2018-201$	$1 * \text{Res}$	1	5
2018-2020			0	0
2018-2021	$1 * 2018-2021$	$1 * \text{Res}$	1	4
ExxAn	$1 * \text{ExxAn}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	20
ExxAv	$1 * \text{ExxAv}$	$1 * \text{Res}$	1	24
Exx2018-201	$1 * \text{Exx2018-201}$	$1 * \text{Res}$	1	5
Exx2018-2020			0	0
Exx2018-2021	$1 * \text{Exx2018-2021}$	$1 * \text{Res}$	1	4
St(Si(Ex))	$1 * \text{Pool ed}(1)$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	15	20

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	2, 9189	1, 7085
S(An)	5, 255	2, 2924
S(Av)	-4, 499	-2, 1211
S(2018-201)	0, 010764	0, 10375
S(2018-2020)	No test	
S(2018-2021)	0, 020833	0, 14434
S(ExxAn)	9, 1425	3, 0237
S(ExxAv)	-8, 9943	-2, 999
S(Exx2018-201)	-0, 00625	-0, 079057
S(Exx2018-2020)	No test	
S(Exx2018-2021)	0, 041667	0, 20412
V(St(Si(Ex)))	-4, 8668	-2, 2061
V(Res)	34, 149	5, 8437

PERMANOVA SANS TRPL1

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli EPTC SHT MS 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-4;8-16;18-43

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	4
Station	St	Random	14

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
 Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Ex	1	71,823	71,823	2,3921	0,136	997
An	3	226,32	75,441	2,099	0,124	998
Av	1	0,27081	0,27081	0,0055404	0,938	994
2018-201	1	0,22685	0,22685	3,1111	0,146	774
2018-2020	0	0		No test		
2018-2021	1	0,1875	0,1875	3	0,142	213
ExxAn	3	210,01	70,004	1,9477	0,15	997
ExxAv	1	0,29226	0,29226	0,0059791	0,939	994
Exx2018-201	1	0,11574	0,11574	1,5873	0,258	723
Exx2018-2020	0	0		No test		
Exx2018-2021	1	0,1875	0,1875	3	0,163	215
Pool ed(1)	12	341,46	28,455	0,79171	0,668	998
Pool ed(2)	19	682,88	35,941			
Total	38	1609,6				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 2,0417 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 13,067 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 7,5604 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 9,0058 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 5,3333 * S(2018-201)$
2018-2020	
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 6 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 3,7802 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 4,5029 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 2,6667 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 3 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 2,5833 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$

Pool ed(2) 1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	0,79032*Pool ed(1) + 0,20968*Pool ed(2)	1	19,97
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	19
Av	1*Av	1*Res	1	23
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	4
2018-2020			0	0
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	4
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	19
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	23
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	4
Exx2018-2020			0	0
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	4
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	12	19

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	3,1989	1,7885
S(An)	5,2245	2,2857
S(Av)	-5,3974	-2,3232
S(2018-201)	0,028863	0,16989
S(2018-2020)	No test	
S(2018-2021)	0,020833	0,14434
S(ExxAn)	9,0107	3,0018
S(ExxAv)	-10,79	-3,2848
S(Exx2018-201)	0,016059	0,12672
S(Exx2018-2020)	No test	
S(Exx2018-2021)	0,041667	0,20412
V(St(Si(Ex)))	-2,8978	-1,7023
V(Res)	35,941	5,9951

PERMANOVA SANS TRPL2

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli EPTC SHT MS 2018-2021
 Data type: Distance
 Selection: 1-7;9-17;23-28;33-35;41-43
 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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	12

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)

Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms

Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)

Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	0,096991	0,096991	1,178	0,347	998
An	3	0,19475	0,064916	0,9628	0,489	999
Av	1	0,02093	0,02093	0,32153	0,619	996
2018-201	1	0,0046296	0,0046296	0,44444	0,585	500
2018-2020	1	0,055556	0,055556	0,33333	0,7808	33
2018-2021	1	0,0375	0,0375	1,8	0,278	296
ExxAn**	2	0,011019	0,0055097	0,081716	0,919	999
ExxAv	1	0,02699	0,02699	0,41464	0,561	998
Exx2018-201	1	0,0046296	0,0046296	0,44444	0,596	513
Exx2018-2020**	0	0		No test		
Exx2018-2021	1	0,0375	0,0375	1,8	0,2758	309
Pool ed(1)	10	0,925	0,0925	1,3719	0,355	999
Pool ed(2)	11	0,74167	0,067424			
Total	27	2,2143				

** Term has one or more empty cells

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 1,2488*V(St(Si (Ex))) + 7,2221*S(Ex)
An	1*V(Res) + 5,1899*S(An)
Av	1*V(Res) + 8,4848*S(Av)
2018-201	1*V(Res) + 5,3333*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 4*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 4,8*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 2,9195*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 4,2424*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 2,6667*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	
Exx2018-2021	1*V(Res) + 2,4*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 2,1*V(St(Si (Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	0,59467*Pool ed(1) + 0,40533*Pool ed(2)	1	18,3
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	11
Av	1*Av	1*Res	1	14
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	4
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	3
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	3
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	2	11
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	14
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	4
Exx2018-2020			0	0
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	3
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	10	11

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	0,0020291	0,045046
S(An)	-0,00048322	-0,021982
S(Av)	-0,005205	-0,072146
S(2018-201)	-0,0010851	-0,03294
S(2018-2020)	-0,027778	-0,16667
S(2018-2021)	0,0034722	0,058926
S(ExxAn)	-0,021207	-0,14563
S(ExxAx)	-0,0089815	-0,094771
S(Exx2018-201)	-0,0021701	-0,046585
S(Exx2018-2020)	No test	
S(Exx2018-2021)	0,0069444	0,083333
V(St(Si(Ex)))	0,011941	0,10927
V(Res)	0,067424	0,25966

PERMANOVA SANS TRPL3

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli EPTC SHT MS 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-8;12-22;25-40

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	13

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si(Ex)

Si(Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms

Pool ed(1) St(Si(Ex)) + Si(Ex)

Pool ed(2) Res + Si(Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	43,986	43,986	1,2361	0,35	999
An	3	224,46	74,82	1,7532	0,193	996
Av	1	0,26311	0,26311	0,004681	0,93	996
2018-201	1	0,22685	0,22685	3,1111	0,136	806
2018-2020	0	0		No test		
2018-2021	1	0,375	0,375	Denominator is 0		
ExxAn	3	208,08	69,36	1,6252	0,213	999
ExxAv	1	0,28125	0,28125	0,0050037	0,912	994
Exx2018-201	1	0,11574	0,11574	1,5873	0,276	740
Exx2018-2020	0	0		No test		
Exx2018-2021	1	0,375	0,375	Denominator is 0		
Pool ed(1)	11	341,52	31,047	0,72749	0,652	999
Pool ed(2)	16	682,83	42,677			
Total	34	1602,8				

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

Source	EMS
Ex	$1*V(Res) + 1,4966*V(St(Si(Ex))) + 8,9797*S(Ex)$
An	$1*V(Res) + 6,7732*S(An)$
Av	$1*V(Res) + 6,6667*S(Av)$
2018-201	$1*V(Res) + 5,3333*S(2018-201)$
2018-2020	
2018-2021	$1*V(Res) + 3*S(2018-2021)$
ExxAn	$1*V(Res) + 3,3866*S(ExxAn)$
ExxAv	$1*V(Res) + 3,3333*S(ExxAv)$
Exx2018-201	$1*V(Res) + 2,6667*S(Exx2018-201)$
Exx2018-2020	
Exx2018-2021	$1*V(Res) + 1,5*S(Exx2018-2021)$
Pool ed(1)	$1*V(Res) + 2,4545*V(St(Si(Ex)))$
Pool ed(2)	$1*V(Res)$

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	$0,60973*Pool\ ed(1) + 0,39027*Pool\ ed(2)$	1	25,37
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	16
Av	1*Av	1*Res	1	20
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	4
2018-2020			0	0
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	2
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	16
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	20
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	4
Exx2018-2020			0	0
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	2
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	11	16

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	0,93548	0,9672
S(An)	4,7457	2,1785
S(Av)	-8,3919	-2,8969
S(2018-201)	0,028863	0,16989
S(2018-2020)	No test	
S(2018-2021)	0,125	0,35355
S(ExxAn)	7,879	2,807
S(ExxAv)	-16,778	-4,0961
S(Exx2018-201)	0,016059	0,12672
S(Exx2018-2020)	No test	
S(Exx2018-2021)	0,25	0,5
V(St(Si(Ex)))	-4,738	-2,1767
V(Res)	42,677	6,5327

POST-HOC ANNÉE

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli EPTC SHT MS 2018-2021

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	Level s
Exposi ti on	Ex	Fi xed	2
Si te	Si	Random	4
Annee	An	Fi xed	4
Stati on	St	Random	17

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

PAIR-WISE TESTS

Term 'An'

Groups	t	P(perm)	Uni que perms
2018, 2019	1, 4086	0, 23	940
2018, 2020	No test, df = 0		
2018, 2021	1, 7321	0, 171	170
2019, 2020	1, 4198	0, 205	997
2019, 2021	Denomi nator i s 0		
2020, 2021	1, 2076	0, 292	997

Denominators

Groups	Denomi nator	Den. df
2018, 2019	1*Res	5
2018, 2020	No test	
2018, 2021	1*Res	4
2019, 2020	1*Res	6
2019, 2021	1*Res	0
2020, 2021	1*Res	5

Average Distance between/within groups

	2018	2019	2020	2021
2018	0, 4303			
2019	0, 30303	0		

2020 6, 5563 6, 5563 11, 809
 2021 0, 30303 0 6, 5563 0

1.4.8 CONTRIBUTION DOMINANTS

PERMDISP

Exposition × Année

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli Dominant SHT MS 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 8

Number of samples: 56

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 4,0697 df1: 7 df2: 48

P(perm): 0,01

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(Expose2018, Temoi n2018)	0, 23137	0, 833
(Expose2018, Expose2019)	2, 0957	0, 153
(Expose2018, Temoi n2019)	2, 8193	0, 052
(Expose2018, Expose2020)	1, 3933	0, 208
(Expose2018, Temoi n2020)	0, 99995	0, 359
(Expose2018, Expose2021)	3, 228	0, 021
(Expose2018, Temoi n2021)	1, 4959	0, 29
(Temoi n2018, Expose2019)	2, 6815	0, 023
(Temoi n2018, Temoi n2019)	3, 7439	0, 002
(Temoi n2018, Expose2020)	1, 8577	0, 089
(Temoi n2018, Temoi n2020)	1, 497	0, 151
(Temoi n2018, Expose2021)	3, 6778	0, 002
(Temoi n2018, Temoi n2021)	2, 2026	0, 043
(Expose2019, Temoi n2019)	0, 18873	0, 936
(Expose2019, Expose2020)	0, 9414	0, 547
(Expose2019, Temoi n2020)	1, 107	0, 481
(Expose2019, Expose2021)	2	0, 402
(Expose2019, Temoi n2021)	1, 0046	0, 536
(Temoi n2019, Expose2020)	1, 2919	0, 427
(Temoi n2019, Temoi n2020)	1, 576	0, 358
(Temoi n2019, Expose2021)	1, 8893	0, 238
(Temoi n2019, Temoi n2021)	1, 4951	0, 401
(Expose2020, Temoi n2020)	0, 32669	0, 794
(Expose2020, Expose2021)	3, 1239	0, 033
(Expose2020, Temoi n2021)	0, 07228	0, 978
(Temoi n2020, Expose2021)	2, 4472	0, 055
(Temoi n2020, Temoi n2021)	0, 2979	0, 743
(Expose2021, Temoi n2021)	2, 5589	0, 127

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
Expose2018	5	22,07	5,1277
Temoi n2018	12	23,415	3,0953
Expose2019	5	9,1429	3,4286
Temoi n2019	10	8,3667	2,3519
Expose2020	5	13,6	3,2652
Temoi n2020	6	15,429	4,307
Expose2021	3	0	0
Temoi n2021	10	13,941	2,8934

Exposition × Période

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli Dominant SHT MS 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 56

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 3,8299 df1: 3 df2: 52

P(perm): 0,049

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(ExposeAvant, Temoi nAvant)	0,23137	0,834
(ExposeAvant, ExposeApres)	0,24983	0,835
(ExposeAvant, Temoi nApres)	1,9857	0,179
(Temoi nAvant, ExposeApres)	0,64799	0,51
(Temoi nAvant, Temoi nApres)	3,1202	0,009
(ExposeApres, Temoi nApres)	2,3234	0,113

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
ExposeAvant	5	22,07	5,1277
Temoi nAvant	12	23,415	3,0953
ExposeApres	13	20,638	2,9658
Temoi nApres	26	13,24	1,7001

PERMANOVA

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Dominant SHT MS 2018-2021

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	4
Station	St	Random	19

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneeStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Ex	1	232,92	232,92	0,45793	0,483	995
An	3	6285,4	2095,1	6,731	0,002	999
Av	1	2001,7	2001,7	4,8115	0,035	996
2018-201	1	2699,3	2699,3	9,6833	0,01	997
2018-2020	1	47,496	47,496	0,082606	0,763	996
2018-2021	1	1741,6	1741,6	4,5189	0,066	998
ExxAn	3	1856,3	618,76	1,9879	0,144	999
ExxAv	1	514,01	514,01	1,2355	0,289	996
Exx2018-201	1	12,066	12,066	0,043285	0,835	998
Exx2018-2020	1	841,23	841,23	1,4631	0,289	995
Exx2018-2021	1	12,594	12,594	0,032677	0,86	996
Pool ed(1)	17	8826,9	519,23	1,6681	0,102	999
Pool ed(2)	31	9649,2	311,27			
Total	55	27835				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 2,6799 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 19,689 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 10,905 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 18,563 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 12,308 * S(\text{2018-201})$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{2018-2020})$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 9 * S(\text{2018-2021})$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 5,4526 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 9,2814 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6,1538 * S(\text{Exx2018-201})$

Exx2018-2020	1*V(Res) + 5*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 4,5*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 2,8235*V(St(Si(Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	0,94912*Pool ed(1) + 0,050884*Pool ed(2)	1	18,1
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	31
Av	1*Av	1*Res	1	35
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	11
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	8
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	10
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	31
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	35
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	11
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	8
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	10
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	17	31

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-14,004	-3,7422
S(An)	163,58	12,79
S(Av)	85,422	9,2424
S(2018-201)	196,67	14,024
S(2018-2020)	-52,748	-7,2628
S(2018-2021)	150,69	12,276
S(ExxAn)	56,394	7,5096
S(ExxAv)	10,558	3,2493
S(Exx2018-201)	-43,337	-6,5831
S(Exx2018-2020)	53,252	7,2974
S(Exx2018-2021)	-82,847	-9,1021
V(St(Si(Ex)))	73,654	8,5822
V(Res)	311,27	17,643

PERMANOVA SANS TRPL1

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Dominant SHT MS 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-5;10-22;25-37;39-46;49-56

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	14

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)

2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex) xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms
Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2) Res + Si (Ex) xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	70,882	70,882	0,13961	0,723	998
An	3	5685	1895	6,106	0,001	999
Av	1	1533,1	1533,1	3,5358	0,063	998
2018-201	1	2708	2708	8,95	0,008	997
2018-2020	1	46,508	46,508	0,070791	0,798	996
2018-2021	1	1237,7	1237,7	3,6854	0,096	996
ExxAn	3	1621,8	540,59	1,7418	0,188	999
ExxAv	1	322,01	322,01	0,74268	0,373	997
Exx2018-201	1	3,7143	3,7143	0,012276	0,916	999
Exx2018-2020	1	730,25	730,25	1,1115	0,34	997
Exx2018-2021	1	2,9161	2,9161	0,0086827	0,931	997
Pool ed(1)	12	6293,9	524,49	1,69	0,113	999
Pool ed(2)	27	8379,5	310,35			
Total	46	22387				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 2,9951*V(St(Si (Ex))) + 19,169*S(Ex)
An	1*V(Res) + 10,192*S(An)
Av	1*V(Res) + 17,146*S(Av)
2018-201	1*V(Res) + 11,667*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 8,8889*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 8,4*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 5,0961*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 8,5732*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 5,8333*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 4,4444*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 4,2*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 3,25*V(St(Si (Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	0,92157*Pool ed(1) + 0,078431*Pool ed(2)	1	13,22
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	27
Av	1*Av	1*Res	1	31
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	10
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	7
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	8
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	27
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	31
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	10
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	7
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	8

St(Si (Ex)) 1*Pool ed(1) 1*Pool ed(2) 12 27

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-22,788	-4,7737
S(An)	155,48	12,469
S(Av)	64,124	8,0077
S(2018-201)	206,18	14,359
S(2018-2020)	-68,678	-8,2872
S(2018-2021)	107,37	10,362
S(ExxAn)	45,178	6,7215
S(ExxAv)	-13,014	-3,6075
S(Exx2018-201)	-51,232	-7,1576
S(Exx2018-2020)	16,486	4,0603
S(Exx2018-2021)	-79,269	-8,9033
V(St(Si (Ex)))	65,89	8,1172
V(Res)	310,35	17,617

PERMANOVA SANS TRPL2

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Dominant SHT MS 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-9;14-24;30-38;44-48;54-56

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	14

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

*Pooled terms*Si (Ex)
Si (Ex)xAn*Terms whose SS and df were combined*

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	468,41	468,41	1,2136	0,301	998
An	3	5116,8	1705,6	6,0727	0,008	997
Av	1	2785,9	2785,9	6,2297	0,028	997
2018-201	1	2504	2504	9,8887	0,018	996
2018-2020	1	10,176	10,176	0,015718	0,891	997
2018-2021	1	2437,6	2437,6	6,25	0,039	996
ExxAn	3	959,19	319,73	1,1384	0,382	997
ExxAv	1	1114,8	1114,8	2,493	0,118	995
Exx2018-201	1	8,6145	8,6145	0,03402	0,871	997
Exx2018-2020	1	307,45	307,45	0,4749	0,531	999
Exx2018-2021	1	210,7	210,7	0,54022	0,498	993
Pool ed(1)	12	5315,4	442,95	1,5771	0,182	999
Pool ed(2)	17	4774,6	280,86			
Total	36	20651				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 1,5671 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 10,029 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 6,6761 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 14,333 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 8,8889 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 3,3333 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 3,3381 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 7,1667 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 4,4444 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 1,6667 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 3,75 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 2,4167 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	$1 * \text{Ex}$	$0,64844 * \text{Pool ed}(1) + 0,35156 * \text{Pool ed}(2)$	1	20
An	$1 * \text{An}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	17
Av	$1 * \text{Av}$	$1 * \text{Res}$	1	21
2018-201	$1 * 2018-201$	$1 * \text{Res}$	1	7
2018-2020	$1 * 2018-2020$	$1 * \text{Res}$	1	4
2018-2021	$1 * 2018-2021$	$1 * \text{Res}$	1	6
ExxAn	$1 * \text{ExxAn}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	17
ExxAv	$1 * \text{ExxAv}$	$1 * \text{Res}$	1	21
Exx2018-201	$1 * \text{Exx2018-201}$	$1 * \text{Res}$	1	7
Exx2018-2020	$1 * \text{Exx2018-2020}$	$1 * \text{Res}$	1	4
Exx2018-2021	$1 * \text{Exx2018-2021}$	$1 * \text{Res}$	1	6
St(Si(Ex))	$1 * \text{Pool ed}(1)$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	12	17

Estimates of components of variation

Source	Esti mate	Sq. root
S(Ex)	8,2206	2,8672
S(An)	213,41	14,608
S(Av)	163,16	12,774
S(2018-201)	253,21	15,913
S(2018-2020)	-191,17	-13,826
S(2018-2021)	273,01	16,523
S(ExxAn)	11,644	3,4124
S(ExxAv)	93,161	9,652
S(Exx2018-201)	-55,036	-7,4186
S(Exx2018-2020)	-203,97	-14,282
S(Exx2018-2021)	-47,819	-6,9152
V(St(Si(Ex)))	67,07	8,1896

V(Res) 280, 86 16, 759

PERMANOVA SANS TRPL3

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Dominant SHT MS 2018-2021
 Data type: Distance
 Selection: 1-13;18-29;33-53
 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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
 Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms
 Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)
 Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	141, 96	141, 96	0, 2631	0, 61	996
An	3	5074, 6	1691, 5	5, 2493	0, 011	998
Av	1	1137, 1	1137, 1	2, 5397	0, 144	995
2018-201	1	1596	1596	6, 2901	0, 031	997
2018-2020	1	47, 496	47, 496	0, 082606	0, 765	998
2018-2021	1	1259, 5	1259, 5	2, 9568	0, 137	998
ExxAn	3	1844, 9	614, 98	1, 9084	0, 154	998
ExxAv	1	182, 8	182, 8	0, 40829	0, 536	996
Exx2018-201	1	100, 24	100, 24	0, 39504	0, 521	997
Exx2018-2020	1	841, 23	841, 23	1, 4631	0, 269	996
Exx2018-2021	1	0, 26132	0, 26132	0, 0006135	0, 98	998
Pool ed(1)	13	7395, 2	568, 86	1, 7653	0, 103	998
Pool ed(2)	25	8056	322, 24			

Total 45 22929

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 2, 5756 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 17, 171 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 9, 8546 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 15, 553 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 10 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 10 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 8 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 4, 9273 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 7, 7766 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 5 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 5 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 4 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 2, 9231 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	$1 * \text{Ex}$	$0, 88113 * \text{Pool ed}(1) + 0, 11887 * \text{Pool ed}(2)$	1	15, 02
An	$1 * \text{An}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	25
Av	$1 * \text{Av}$	$1 * \text{Res}$	1	29
2018-201	$1 * 2018-201$	$1 * \text{Res}$	1	8
2018-2020	$1 * 2018-2020$	$1 * \text{Res}$	1	8
2018-2021	$1 * 2018-2021$	$1 * \text{Res}$	1	7
ExxAn	$1 * \text{ExxAn}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	25
ExxAv	$1 * \text{ExxAv}$	$1 * \text{Res}$	1	29
Exx2018-201	$1 * \text{Exx2018-201}$	$1 * \text{Res}$	1	8
Exx2018-2020	$1 * \text{Exx2018-2020}$	$1 * \text{Res}$	1	8
Exx2018-2021	$1 * \text{Exx2018-2021}$	$1 * \text{Res}$	1	7
St(Si(Ex))	$1 * \text{Pool ed}(1)$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	13	25

Estimates of components of variation

Source	Esti mate	Sq. root
S(Ex)	-23, 155	-4, 812
S(An)	138, 95	11, 788
S(Av)	44, 323	6, 6576
S(2018-201)	134, 23	11, 586
S(2018-2020)	-52, 748	-7, 2628
S(2018-2021)	104, 19	10, 207
S(ExxAn)	59, 412	7, 7079
S(ExxAv)	-34, 067	-5, 8367
S(Exx2018-201)	-30, 7	-5, 5408
S(Exx2018-2020)	53, 252	7, 2974
S(Exx2018-2021)	-106, 42	-10, 316
V(St(Si(Ex)))	84, 37	9, 1853
V(Res)	322, 24	17, 951

POST-HOC ANNÉE

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Dominant SHT MS 2018-2021

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	Level s
Exposi ti on	Ex	Fi xed	2
Si te	Si	Random	4
Annee	An	Fi xed	4
Stati on	St	Random	19

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

PAIR-WISE TESTS

Term 'An'

Groups	t	P(perm)	Uni que perms
2018, 2019	3, 1118	0, 019	997
2018, 2020	0, 28741	0, 786	998
2018, 2021	2, 1258	0, 053	997
2019, 2020	4, 0003	0, 006	994
2019, 2021	0, 58805	0, 592	998
2020, 2021	3, 4574	0, 007	999

Denominators

Groups	Denomi nator	Den. df
2018, 2019	1*Res	11
2018, 2020	1*Res	8
2018, 2021	1*Res	10
2019, 2020	1*Res	9
2019, 2021	1*Res	9
2020, 2021	1*Res	7

Average Distance between/within groups

	2018	2019	2020	2021
2018	29, 995			
2019	28, 316	9, 932		
2020	26, 945	27, 332	26, 63	
2021	28, 091	11, 738	26, 935	14, 818

2 ZONE DE MARNAGE INFÉRIEURE

2.1 STRUCTURE DES COMMUNAUTÉS

2.1.1 PERMANOVA

Permutational MANOVA

Name: SHT fourth MI BrayCurtis

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	4
Station	St	Random	19

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)

Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms

Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)

Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Ex	1	793,89	793,89	0,37745	0,727	999
An	3	9575,3	3191,8	3,7511	0,002	997
Av	1	3576	3576	3,7539	0,013	998
2018-201	1	4984,8	4984,8	4,5951	0,002	999
2018-2020	1	2698,5	2698,5	1,8544	0,149	998

2018-2021	1	2407,3	2407,3	3,8509	0,018	999
ExxAn	3	2265,1	755,04	0,88736	0,508	999
ExxAv	1	337,3	337,3	0,35407	0,814	999
Exx2018-201	1	1540,1	1540,1	1,4197	0,27	998
Exx2018-2020	1	430,38	430,38	0,29576	0,861	999
Exx2018-2021	1	327,21	327,21	0,52344	0,638	998
Pool ed(1)	17	36105	2123,8	2,496	0,001	996
Pool ed(2)	46	39141	850,89			
Total	70	89011				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 3,6462 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26,788 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 13,577 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 20,729 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13,75 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 12 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13,75 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6,7884 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 10,364 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6,875 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 6 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 6,875 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 3,7059 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	$0,98389 * \text{Pool ed}(1) + 0,01611 * \text{Pool ed}(2)$	1	17,22
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	46
Av	1*Av	1*Res	1	50
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	14
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	14
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	14
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	46
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	50
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	14
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	14
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	14
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	17	46

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-48,881	-6,9915
S(An)	172,42	13,131
S(Av)	126,56	11,25
S(2018-201)	283,63	16,841
S(2018-2020)	103,61	10,179
S(2018-2021)	129,61	11,385
S(ExxAn)	-14,119	-3,7576
S(ExxAv)	-59,369	-7,7051
S(Exx2018-201)	66,227	8,138
S(Exx2018-2020)	-170,8	-13,069
S(Exx2018-2021)	-43,331	-6,5827
V(St(Si(Ex)))	343,49	18,534
V(Res)	850,89	29,17

PERMANOVA SANS TRPL1

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT fourth MI BrayCurtis

Data type: Similarity
 Selection: 1-5;8-22;26-39;44-58;62-71
 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	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
 Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Ex	1	24,61	24,61	0,0144	0,976	958
An	3	11127	3708,8	5,4861	0,001	999
Av	1	3819,7	3819,7	4,5008	0,001	997
2018-201	1	5541,1	5541,1	6,7667	0,002	999
2018-2020	1	2982	2982	3,5789	0,028	999
2018-2021	1	2772,4	2772,4	4,6158	0,014	998
ExxAn	3	1871	623,67	0,92253	0,518	999
ExxAv	1	212,16	212,16	0,24999	0,898	999
Exx2018-201	1	717,96	717,96	0,87677	0,487	999
Exx2018-2020	1	389,88	389,88	0,46793	0,765	999
Exx2018-2021	1	223,53	223,53	0,37215	0,759	999
Pool ed(1)	13	22691	1745,5	2,5819	0,002	998
Pool ed(2)	38	25690	676,05			
Total	58	62279				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 3,7895 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 25,263 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 12,698 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 19,701 * S(\text{Av})$

2018-201	1*V(Res) + 13,333*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 11,429*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 13,333*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 6,3492*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 9,8507*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 6,6667*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 5,7143*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 6,6667*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 3,9231*V(St(Si(Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	0,96594*Pool ed(1) + 0,034056*Pool ed(2)	1	13,36
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	38
Av	1*Av	1*Res	1	42
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	12
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	38
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	42
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	12
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	38

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-66,676	-8,1655
S(An)	238,83	15,454
S(Av)	150,8	12,28
S(2018-201)	354,17	18,819
S(2018-2020)	188,02	13,712
S(2018-2021)	162,88	12,763
S(ExxAn)	-8,2491	-2,8721
S(ExxAv)	-64,616	-8,0384
S(Exx2018-201)	-15,137	-3,8906
S(Exx2018-2020)	-77,581	-8,808
S(Exx2018-2021)	-56,566	-7,5211
V(St(Si(Ex)))	272,6	16,51
V(Res)	676,05	26,001

PERMANOVA SANS TRPL2

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT fourth MI BrayCurtis
 Data type: Similarity
 Selection: 1-7;13-25;31-43;49-61;67-71
 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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2

Site	Si	Random	3
Année	An	Fixed	4
Station	St	Random	14

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Ex	1	2000,9	2000,9	1,1867	0,339	999
An	3	7018,9	2339,6	2,5276	0,019	997
Av	1	2722,8	2722,8	2,82	0,044	999
2018-201	1	3715,2	3715,2	2,665	0,061	997
2018-2020	1	1909	1909	1,0807	0,339	998
2018-2021	1	1776,7	1776,7	2,2791	0,129	999
ExxAn	3	1582,3	527,44	0,56982	0,801	999
ExxAv	1	228,95	228,95	0,23713	0,846	999
Exx2018-201	1	1323,7	1323,7	0,94954	0,392	998
Exx2018-2020	1	264,94	264,94	0,14999	0,894	997
Exx2018-2021	1	370,42	370,42	0,47517	0,662	999
Pool ed(1)	12	20312	1692,7	1,8287	0,012	998
Pool ed(2)	31	28694	925,63			
Total	50	59622				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 3,5528 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 22,738 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 11,503 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 17,041 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 10,909 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 10,182 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 10,909 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 5,7514 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 8,5206 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 5,4545 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 5,0909 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 5,4545 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 3,5833 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	0,99147*Pool ed(1) + 0,0085329*Pool ed(2)	1	12,11
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	31
Av	1*Av	1*Res	1	35

2018-201	1*2018-201	1*Res	1	9
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	9
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	9
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	31
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	35
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	9
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	9
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	9
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	12	31

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	13,846	3,721
S(An)	122,93	11,087
S(Av)	103,12	10,155
S(2018-201)	212,77	14,587
S(2018-2020)	13,997	3,7413
S(2018-2021)	91,406	9,5607
S(ExxAn)	-69,233	-8,3207
S(ExxAv)	-86,444	-9,2975
S(Exx2018-201)	-12,896	-3,5911
S(Exx2018-2020)	-294,94	-17,174
S(Exx2018-2021)	-75,008	-8,6607
V(St(Si(Ex)))	214,06	14,631
V(Res)	925,63	30,424

PERMANOVA SANS TRPL3

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT fourth MI BrayCurtis

Data type: Similarity

Selection: 1-12;18-30;36-48;54-66

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	14

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	3914, 3	3914, 3	2, 717	0, 082	998
An	3	7195, 2	2398, 4	2, 3761	0, 018	999
Av	1	2703, 4	2703, 4	2, 4341	0, 062	999
2018-201	1	3611, 6	3611, 6	2, 8653	0, 044	997
2018-2020	1	2467, 1	2467, 1	1, 2208	0, 306	999
2018-2021	1	1604, 3	1604, 3	2, 3247	0, 149	998
ExxAn	3	3279, 1	1093	1, 0828	0, 389	999
ExxAv	1	547, 6	547, 6	0, 49306	0, 693	999
Exx2018-201	1	2559, 2	2559, 2	2, 0303	0, 133	999
Exx2018-2020	1	812, 17	812, 17	0, 40189	0, 753	998
Exx2018-2021	1	435, 25	435, 25	0, 6307	0, 54	999
Pool ed(1)	12	17333	1444, 4	1, 431	0, 102	999
Pool ed(2)	31	31291	1009, 4			
Total	50	64583				

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

Source EMS
 Ex $1 * V(\text{Res}) + 3, 5528 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 22, 738 * S(\text{Ex})$
 An $1 * V(\text{Res}) + 11, 503 * S(\text{An})$
 Av $1 * V(\text{Res}) + 17, 041 * S(\text{Av})$
 2018-201 $1 * V(\text{Res}) + 10, 909 * S(2018-201)$
 2018-2020 $1 * V(\text{Res}) + 10, 182 * S(2018-2020)$
 2018-2021 $1 * V(\text{Res}) + 10, 909 * S(2018-2021)$
 ExxAn $1 * V(\text{Res}) + 5, 7514 * S(\text{ExxAn})$
 ExxAv $1 * V(\text{Res}) + 8, 5206 * S(\text{ExxAv})$
 Exx2018-201 $1 * V(\text{Res}) + 5, 4545 * S(\text{Exx2018-201})$
 Exx2018-2020 $1 * V(\text{Res}) + 5, 0909 * S(\text{Exx2018-2020})$
 Exx2018-2021 $1 * V(\text{Res}) + 5, 4545 * S(\text{Exx2018-2021})$
 Pool ed(1) $1 * V(\text{Res}) + 3, 5833 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
 Pool ed(2) $1 * V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	$0, 99147 * \text{Pool ed}(1) + 0, 0085329 * \text{Pool ed}(2)$	1	12, 14
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	31
Av	1*Av	1*Res	1	35
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	9
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	9
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	9
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	31
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	35
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	9
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	9
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	9
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	12	31

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	108, 79	10, 43
S(An)	120, 75	10, 989
S(Av)	93, 465	9, 6677
S(2018-201)	215, 52	14, 681

S(2018-2020)	43,828	6,6203
S(2018-2021)	83,799	9,1542
S(ExxAn)	14,54	3,8131
S(ExxAv)	-66,077	-8,1288
S(Exx2018-201)	238,1	15,43
S(Exx2018-2020)	-237,43	-15,409
S(Exx2018-2021)	-46,724	-6,8355
V(St(Si(Ex)))	121,4	11,018
V(Res)	1009,4	31,771

POST-HOC ANNÉE

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT fourth MI BrayCurtis

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	4
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	19

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

PAIR-WISE TESTS

Term 'An'

Groups	t	P(perm)	Uni que perms
2018, 2019	2,1436	0,006	998
2018, 2020	1,3618	0,143	999
2018, 2021	1,9624	0,028	999
2019, 2020	1,9032	0,016	998
2019, 2021	3,1113	0,002	999
2020, 2021	1,3879	0,138	998

Denominators

Groups	Denomi nator	Den. df
--------	--------------	---------

2018,	2019	1*Res	14
2018,	2020	1*Res	14
2018,	2021	1*Res	14
2019,	2020	1*Res	15
2019,	2021	1*Res	15
2020,	2021	1*Res	15

Average Similarity between/within groups

	2018	2019	2020	2021
2018	52,432			
2019	49,164	55,952		
2020	49,547	50,324	51,934	
2021	55,941	55,276	58,298	65,019

2.1.2 PERMDISP

EXPOSITION × ANNÉE

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: SHT fourth MI BrayCurtis

Data type: Similarity

Selection: All

Transform: Fourth root

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 8

Number of samples: 71

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 3,9178 df1: 7 df2: 63

P(perm): 0,011

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(Expose2018, Temoi n2018)	0,83256	0,461
(Expose2018, Expose2019)	1,2036	0,354
(Expose2018, Temoi n2019)	1,6044	0,207
(Expose2018, Expose2020)	0,49756	0,765
(Expose2018, Temoi n2020)	1,635	0,212
(Expose2018, Expose2021)	2,1688	0,103
(Expose2018, Temoi n2021)	0,064681	0,961
(Temoi n2018, Expose2019)	1,9135	0,116
(Temoi n2018, Temoi n2019)	0,28709	0,798
(Temoi n2018, Expose2020)	1,0944	0,384
(Temoi n2018, Temoi n2020)	0,61901	0,568
(Temoi n2018, Expose2021)	2,6156	0,021
(Temoi n2018, Temoi n2021)	1,3131	0,23
(Expose2019, Temoi n2019)	3,2978	0,02
(Expose2019, Expose2020)	0,86851	0,497
(Expose2019, Temoi n2020)	2,8919	0,016
(Expose2019, Expose2021)	0,54811	0,669
(Expose2019, Temoi n2021)	1,6224	0,182
(Temoi n2019, Expose2020)	2,9666	0,044

(Temoi n2019, Temoi n2020)	1, 3267	0, 275
(Temoi n2019, Expose2021)	5, 4142	0, 002
(Temoi n2019, Temoi n2021)	1, 9461	0, 067
(Expose2020, Temoi n2020)	1, 9708	0, 206
(Expose2020, Expose2021)	1, 8844	0, 192
(Expose2020, Temoi n2021)	0, 48404	0, 698
(Temoi n2020, Expose2021)	3, 8741	0, 01
(Temoi n2020, Temoi n2021)	2, 4502	0, 025
(Expose2021, Temoi n2021)	2, 7473	0, 032

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
Expose2018	5	27, 984	4, 204
Temoi n2018	12	34, 396	4, 5947
Expose2019	5	18, 392	6, 7703
Temoi n2019	13	33, 08	1, 2126
Expose2020	4	25, 352	2, 6144
Temoi n2020	14	37, 801	3, 2346
Expose2021	5	13, 77	5, 0278
Temoi n2021	13	27, 674	2, 4992

EXPOSITION × PÉRIODE

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: SHT fourth MI BrayCurtis

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: 71

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 1,8441 df1: 3 df2: 67

P(perm): 0,298

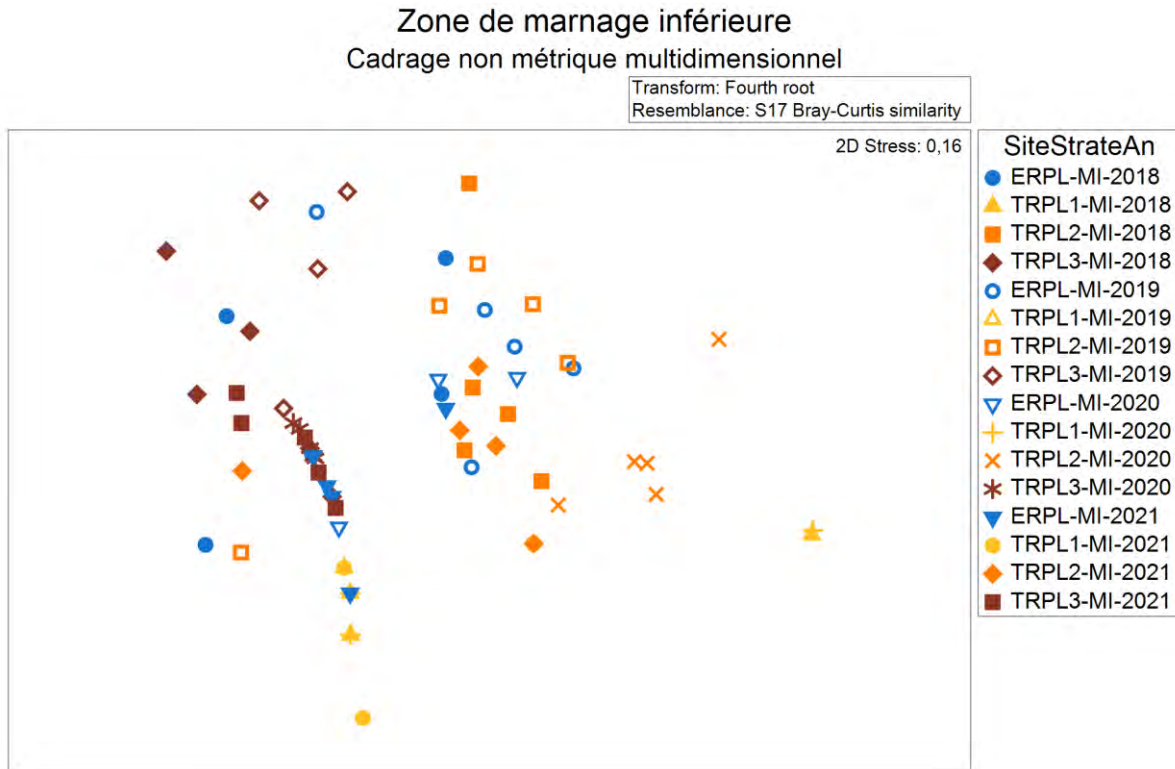
PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(ExposeAvant, Temoi nAvant)	0, 83256	0, 443
(ExposeAvant, ExposeApres)	0, 39284	0, 768
(ExposeAvant, Temoi nApres)	1, 1101	0, 44
(Temoi nAvant, ExposeApres)	1, 6907	0, 097
(Temoi nAvant, Temoi nApres)	0, 053928	0, 959
(ExposeApres, Temoi nApres)	2, 2854	0, 052

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
ExposeAvant	5	27, 984	4, 204
Temoi nAvant	12	34, 396	4, 5947
ExposeApres	14	26, 361	1, 9841
Temoi nApres	40	34, 167	1, 8904

2.1.3 NMDS



2.1.4 SIMPER

Similarity Percentages - species contributions

One-Way Analysis

Data worksheet

Name: SHT fourth MI noempty

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

Group ERPL-MI-2021

Average similarity: 76,82

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	3,01	76,82	5,29	100,00	100,00

Group TRPL1-MI-2021

Average similarity: 18,96

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	1,09	18,96	0,66	100,00	100,00

Group TRPL2-MI-2021

Average similarity: 69,37

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	2,75	44,82	4,81	64,62	64,62
Sphaeriidae	1,85	21,93	1,15	31,61	96,23

Group TRPL3-MI-2021

Average similarity: 77,39

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
---------	----------	--------	--------	----------	-------

Chironomidae	3,54	77,39	8,07	100,00	100,00
--------------	------	-------	------	--------	--------

Groups ERPL-MI-2018 & TRPL1-MI-2018

Average dissimilarity = 88,46

Species	Group ERPL-MI-2018		Group TRPL1-MI-2018				
	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 & TRPL2-MI-2018

Average dissimilarity = 41,34

Species	Group ERPL-MI-2018		Group TRPL2-MI-2018				
	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 & TRPL2-MI-2018

Average dissimilarity = 84,79

Species	Group TRPL1-MI-2018		Group TRPL2-MI-2018				
	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 & TRPL3-MI-2018

Average dissimilarity = 36,51

Species	Group ERPL-MI-2018		Group TRPL3-MI-2018				
	Av.Abund		Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
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 & TRPL3-MI-2018

Average dissimilarity = 90,78

Species	Group TRPL1-MI-2018		Group TRPL3-MI-2018				
	Av.Abund		Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
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 & TRPL3-MI-2018

Average dissimilarity = 49,04

Species	Group TRPL2-MI-2018		Group TRPL3-MI-2018				
	Av.Abund		Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
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 & ERPL-MI-2019

Average dissimilarity = 48,50

Species	Group ERPL-MI-2018		Group ERPL-MI-2019				
	Av.Abund		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 & ERPL-MI-2019

Average dissimilarity = 85,69

Species	Group TRPL1-MI-2018		Group ERPL-MI-2019				
	Av.Abund		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 & ERPL-MI-2019

Average dissimilarity = 38,98

Species	Group TRPL2-MI-2018		Group ERPL-MI-2019			
	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 & ERPL-MI-2019

Average dissimilarity = 55,29

Species	Group TRPL3-MI-2018		Group ERPL-MI-2019			
	Av.Abund	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 & TRPL1-MI-2019

Average dissimilarity = 70,43

Species	Group ERPL-MI-2018		Group TRPL1-MI-2019			
	Av.Abund	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 & TRPL1-MI-2019

Average dissimilarity = 85,38

Species	Group TRPL1-MI-2018		Group TRPL1-MI-2019			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	0,33	1,15	67,55	1,6	79,11	79,11

Groups TRPL2-MI-2018 & TRPL1-MI-2019

Average dissimilarity = 74,29

Species	Group TRPL2-MI-2018		Group TRPL1-MI-2019			
	Av.Abund	Av.Abund	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 & TRPL1-MI-2019

Average dissimilarity = 69,07

Species	Group TRPL3-MI-2018		Group TRPL1-MI-2019			
	Av.Abund	Av.Abund	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 & TRPL1-MI-2019

Average dissimilarity = 74,08

Species	Group ERPL-MI-2019		Group TRPL1-MI-2019			
	Av.Abund	Av.Abund	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 & TRPL2-MI-2019

Average dissimilarity = 49,92

Species	Group ERPL-MI-2018		Group TRPL2-MI-2019			
	Av.Abund	Av.Abund	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 & 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 & 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 & 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 & 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 & 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 & 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 & 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 & 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 & 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 & 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 & 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 & 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 & 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 & ERPL-MI-2020

Average dissimilarity = 84,95

Species	Group TRPL1-MI-2018	Group ERPL-MI-2020	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
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

Species	Group TRPL2-MI-2018 Av.Abund	Group ERPL-MI-2020 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

Species	Group TRPL3-MI-2018 Av.Abund	Group ERPL-MI-2020 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

Species	Group ERPL-MI-2019 Av.Abund	Group ERPL-MI-2020 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

Species	Group TRPL1-MI-2019 Av.Abund	Group ERPL-MI-2020 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

Species	Group TRPL2-MI-2019 Av.Abund	Group ERPL-MI-2020 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 & ERPL-MI-2020

Average dissimilarity = 56,18

Species	Group TRPL3-MI-2019 Av.Abund	Group ERPL-MI-2020 Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	3,53	2,32	22,14	0,83	39,4	39,4
Ceratopogonidae	1,84	0,33	16,52	1,06	29,41	68,82
Sphaeriidae	0	0,85	6,75	0,77	12,02	80,84

Groups ERPL-MI-2018 & TRPL1-MI-2020

Average dissimilarity = 69,66

Species	Group ERPL-MI-2018 Av.Abund	Group TRPL1-MI-2020 Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	3,7	1,05	36,77	1,73	52,79	52,79
Sphaeriidae	1,07	0,33	12,99	0,93	18,64	71,43

Groups TRPL1-MI-2018 & TRPL1-MI-2020

Average dissimilarity = 82,21

Species	Group TRPL1-MI-2018 Av.Abund	Group TRPL1-MI-2020 Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
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

Groups TRPL2-MI-2018 & TRPL1-MI-2020

Average dissimilarity = 68,48

Species	Group TRPL2-MI-2018		Group TRPL1-MI-2020			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	3,16	1,05	24,07	1,69	35,15	35,15
Sphaeriidae	2,08	0,33	20,77	1,99	30,32	65,47
NEMATODA	1,11	0	11,87	1,05	17,33	82,8

Groups TRPL3-MI-2018 & TRPL1-MI-2020

Average dissimilarity = 71,09

Species	Group TRPL3-MI-2018		Group TRPL1-MI-2020			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	3,89	1,05	42,27	1,87	59,46	59,46
NEMATODA	0,98	0	10,19	0,75	14,33	73,79

Groups ERPL-MI-2019 & TRPL1-MI-2020

Average dissimilarity = 69,12

Species	Group ERPL-MI-2019		Group TRPL1-MI-2020			
	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

Species	Group TRPL1-MI-2019		Group TRPL1-MI-2020			
	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

Species	Group TRPL2-MI-2019		Group TRPL1-MI-2020			
	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

Species	Group TRPL3-MI-2019		Group TRPL1-MI-2020			
	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

Species	Group ERPL-MI-2020		Group TRPL1-MI-2020			
	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

Species	Group ERPL-MI-2018		Group TRPL2-MI-2020			
	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 & 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 & 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 & 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 & 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 & TRPL2-MI-2020

Average dissimilarity = 76,92

Species	Group TRPL1-MI-2019		Group TRPL2-MI-2020			
	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

Species	Group TRPL2-MI-2019		Group TRPL2-MI-2020			
	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

Species	Group TRPL3-MI-2019		Group TRPL2-MI-2020			
	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

Species	Group ERPL-MI-2020		Group TRPL2-MI-2020			
	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

Species	Group TRPL1-MI-2020		Group TRPL2-MI-2020			
	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 & 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 & 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 & 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 & 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 & 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 & TRPL3-MI-2020

Average dissimilarity = 59,73

Species	Group TRPL1-MI-2019 Av.Abund	Group TRPL3-MI-2020 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

Species	Group TRPL2-MI-2019 Av.Abund	Group TRPL3-MI-2020 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

Species	Group TRPL3-MI-2019 Av.Abund	Group TRPL3-MI-2020 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

Species	Group ERPL-MI-2020 Av.Abund	Group TRPL3-MI-2020 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

Species	Group TRPL1-MI-2020 Av.Abund	Group TRPL3-MI-2020 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

Species	Group TRPL2-MI-2020 Av.Abund	Group TRPL3-MI-2020 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

Groups ERPL-MI-2018 & ERPL-MI-2021

Average dissimilarity = 37,16

Species	Group ERPL-MI-2018 Av.Abund	Group ERPL-MI-2021 Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	3,7	3,01	10,77	1,33	28,98	28,98
Sphaeriidae	1,07	0,46	10,5	0,88	28,26	57,23
Nematoda	1,23	0	10,04	0,79	27,01	84,24

Groups TRPL1-MI-2018 & ERPL-MI-2021

Average dissimilarity = 84,67

Species	Group TRPL1-MI-2018 Av.Abund	Group ERPL-MI-2021 Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	0,33	3,01	72,47	2,4	85,59	85,59

Groups TRPL2-MI-2018 & ERPL-MI-2021

Average dissimilarity = 43,28

Species	Group TRPL2-MI-2018 Av.Abund	Group ERPL-MI-2021 Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Sphaeriidae	2,08	0,46	16,88	1,94	39,01	39,01

Nematoda	1,11	0	9,6	1,08	22,18	61,18
Chironomidae	3,16	3,01	6,64	1,37	15,34	76,52

Groups TRPL3-MI-2018 & ERPL-MI-2021

Average dissimilarity = 33,88

Species	Group TRPL3-MI-2018		Group ERPL-MI-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	3,89	3,01	9,93	1,14	29,33	29,33
Nematoda	0,98	0	8,35	0,76	24,66	53,99
Philopotamidae	0,51	0	5,28	0,49	15,59	69,58
Sphaeriidae	0	0,46	3,97	0,48	11,71	81,29

Groups ERPL-MI-2019 & ERPL-MI-2021

Average dissimilarity = 45,08

Species	Group ERPL-MI-2019		Group ERPL-MI-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Ceratopogonidae	1,99	0	17,32	1,84	38,43	38,43
Sphaeriidae	1,87	0,46	16,76	1,5	37,18	75,61

Groups TRPL1-MI-2019 & ERPL-MI-2021

Average dissimilarity = 55,55

Species	Group TRPL1-MI-2019		Group ERPL-MI-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	1,15	3,01	48,89	1,28	88,01	88,01

Groups TRPL2-MI-2019 & ERPL-MI-2021

Average dissimilarity = 47,90

Species	Group TRPL2-MI-2019		Group ERPL-MI-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Ceratopogonidae	1,74	0	15,19	1,76	31,71	31,71
Sphaeriidae	1,46	0,46	12,25	1,53	25,57	57,28
Chironomidae	2,88	3,01	7,75	1,46	16,18	73,46

Groups TRPL3-MI-2019 & ERPL-MI-2021

Average dissimilarity = 40,26

Species	Group TRPL3-MI-2019		Group ERPL-MI-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Ceratopogonidae	1,84	0	15,91	1,07	39,52	39,52
Chironomidae	3,53	3,01	10,06	1,11	24,99	64,51
Naididae	0,87	0	6,05	0,49	15,02	79,53

Groups ERPL-MI-2020 & ERPL-MI-2021

Average dissimilarity = 43,56

Species	Group ERPL-MI-2020		Group ERPL-MI-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	2,32	3,01	28,82	0,85	66,16	66,16
Sphaeriidae	0,85	0,46	11,28	0,85	25,88	92,05

Groups TRPL1-MI-2020 & ERPL-MI-2021

Average dissimilarity = 55,90

Species	Group TRPL1-MI-2020		Group ERPL-MI-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	1,05	3,01	44,43	1,46	79,47	79,47

Groups TRPL2-MI-2020 & ERPL-MI-2021

Average dissimilarity = 58,07

Species	Group TRPL2-MI-2020		Group ERPL-MI-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Sphaeriidae	2,49	0,46	19,85	1,95	34,19	34,19
Leptoceridae	1,15	0	10,49	1,16	18,07	52,26
Chironomidae	1,91	3,01	9,98	2,12	17,19	69,45
Molannidae	0,72	0	6,74	0,79	11,6	81,05

Groups TRPL3-MI-2020 & ERPL-MI-2021

Average dissimilarity = 17,21

Species	Group TRPL3-MI-2020 Av.Abund	Group ERPL-MI-2021 Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	3,8	3,01	12,45	1,1	72,31	72,31

Groups ERPL-MI-2018 & TRPL1-MI-2021

Average dissimilarity = 72,65

Species	Group ERPL-MI-2018 Av.Abund	Group TRPL1-MI-2021 Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	3,7	1,09	37,22	1,43	51,23	51,23
Sphaeriidae	1,07	0,33	12,34	0,9	16,99	68,22
Nematoda	1,23	0	11,82	0,78	16,27	84,49

Groups TRPL1-MI-2018 & TRPL1-MI-2021

Average dissimilarity = 84,93

Species	Group TRPL1-MI-2018 Av.Abund	Group TRPL1-MI-2021 Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	0,33	1,09	49,32	1,34	58,08	58,08
Sphaeriidae	0,33	0,33	24,2	0,72	28,5	86,57

Groups TRPL2-MI-2018 & TRPL1-MI-2021

Average dissimilarity = 71,63

Species	Group TRPL2-MI-2018 Av.Abund	Group TRPL1-MI-2021 Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	3,16	1,09	24,32	1,4	33,95	33,95
Sphaeriidae	2,08	0,33	20,94	1,84	29,23	63,18
Nematoda	1,11	0	11,64	1,02	16,25	79,43

Groups TRPL3-MI-2018 & TRPL1-MI-2021

Average dissimilarity = 73,99

Species	Group TRPL3-MI-2018 Av.Abund	Group TRPL1-MI-2021 Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	3,89	1,09	42,87	1,48	57,94	57,94
Nematoda	0,98	0	9,99	0,74	13,5	71,44

Groups ERPL-MI-2019 & TRPL1-MI-2021

Average dissimilarity = 72,36

Species	Group ERPL-MI-2019 Av.Abund	Group TRPL1-MI-2021 Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	3,06	1,09	24,14	1,38	33,36	33,36
Sphaeriidae	1,87	0,33	20,91	1,49	28,9	62,26
Ceratopogonidae	1,99	0	20,69	1,8	28,6	90,85

Groups TRPL1-MI-2019 & TRPL1-MI-2021

Average dissimilarity = 68,54

Species	Group TRPL1-MI-2019 Av.Abund	Group TRPL1-MI-2021 Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	1,15	1,09	49,98	1,15	72,93	72,93

Groups TRPL2-MI-2019 & TRPL1-MI-2021

Average dissimilarity = 73,15

Species	Group TRPL2-MI-2019 Av.Abund	Group TRPL1-MI-2021 Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	2,88	1,09	22,03	1,29	30,11	30,11
Ceratopogonidae	1,74	0	18,15	1,68	24,82	54,93
Sphaeriidae	1,46	0,33	13,97	1,36	19,1	74,02

Groups TRPL3-MI-2019 & TRPL1-MI-2021

Average dissimilarity = 74,95

Species	Group TRPL3-MI-2019 Av.Abund	Group TRPL1-MI-2021 Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	3,53	1,09	36,71	1,2	48,98	48,98

Ceratopogonidae	1,84	0	18,96	1,04	25,29	74,27
Groups ERPL-MI-2020 & TRPL1-MI-2021						
Average dissimilarity = 68,44						
	Group ERPL-MI-2020	Group TRPL1-MI-2021				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	2,32	1,09	42,59	1,18	62,22	62,22
Sphaeriidae	0,85	0,33	14,95	0,93	21,85	84,07
Groups TRPL1-MI-2020 & TRPL1-MI-2021						
Average dissimilarity = 68,42						
	Group TRPL1-MI-2020	Group TRPL1-MI-2021				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	1,05	1,09	42,07	0,98	61,5	61,5
Sphaeriidae	0,33	0,33	18,46	0,6	26,98	88,48
Groups TRPL2-MI-2020 & TRPL1-MI-2021						
Average dissimilarity = 73,63						
	Group TRPL2-MI-2020	Group TRPL1-MI-2021				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Sphaeriidae	2,49	0,33	24,81	2,15	33,69	33,69
Leptoceridae	1,15	0	12,61	1,14	17,12	50,81
Chironomidae	1,91	1,09	11,97	0,95	16,25	67,06
Molannidae	0,72	0	8,2	0,77	11,14	78,2
Groups TRPL3-MI-2020 & TRPL1-MI-2021						
Average dissimilarity = 66,88						
	Group TRPL3-MI-2020	Group TRPL1-MI-2021				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	3,8	1,09	57,59	1,62	86,11	86,11
Groups ERPL-MI-2021 & TRPL1-MI-2021						
Average dissimilarity = 62,79						
	Group ERPL-MI-2021	Group TRPL1-MI-2021				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	3,01	1,09	47,88	1,24	76,26	76,26
Groups ERPL-MI-2018 & TRPL2-MI-2021						
Average dissimilarity = 40,78						
	Group ERPL-MI-2018	Group TRPL2-MI-2021				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Sphaeriidae	1,07	1,85	13,62	1,34	33,4	33,4
Chironomidae	3,7	2,75	10,48	1,43	25,7	59,11
Nematoda	1,23	0	8,72	0,79	21,37	80,48
Groups TRPL1-MI-2018 & TRPL2-MI-2021						
Average dissimilarity = 82,36						
	Group TRPL1-MI-2018	Group TRPL2-MI-2021				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	0,33	2,75	42,78	2,48	51,95	51,95
Sphaeriidae	0,33	1,85	28,76	1,52	34,92	86,87
Groups TRPL2-MI-2018 & TRPL2-MI-2021						
Average dissimilarity = 33,54						
	Group TRPL2-MI-2018	Group TRPL2-MI-2021				
Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Nematoda	1,11	0	8,2	1,1	24,45	24,45
Sphaeriidae	2,08	1,85	6,48	1,07	19,32	43,77
Naididae	0,33	0,72	5,71	0,84	17,02	60,78
Chironomidae	3,16	2,75	5,69	1,12	16,95	77,73

Groups TRPL3-MI-2018 & TRPL2-MI-2021

Average dissimilarity = 48,64

Species	Group TRPL3-MI-2018		Group TRPL2-MI-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Sphaeriidae	0	1,85	16,49	1,71	33,89	33,89
Chironomidae	3,89	2,75	10,52	1,38	21,63	55,52
Nematoda	0,98	0	7,19	0,76	14,78	70,31

Groups ERPL-MI-2019 & TRPL2-MI-2021

Average dissimilarity = 38,46

Species	Group ERPL-MI-2019		Group TRPL2-MI-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Ceratopogonidae	1,99	0	14,91	1,83	38,75	38,75
Sphaeriidae	1,87	1,85	8,57	1,21	22,28	61,04
Chironomidae	3,06	2,75	6,98	1,37	18,15	79,18

Groups TRPL1-MI-2019 & TRPL2-MI-2021

Average dissimilarity = 68,26

Species	Group TRPL1-MI-2019		Group TRPL2-MI-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Sphaeriidae	0	1,85	29,27	1,76	42,88	42,88
Chironomidae	1,15	2,75	28,89	1,35	42,33	85,2

Groups TRPL2-MI-2019 & TRPL2-MI-2021

Average dissimilarity = 40,35

Species	Group TRPL2-MI-2019		Group TRPL2-MI-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Ceratopogonidae	1,74	0	13,07	1,77	32,39	32,39
Sphaeriidae	1,46	1,85	8,79	1,05	21,79	54,18
Naididae	0,66	0,72	6,99	0,94	17,33	71,51

Groups TRPL3-MI-2019 & TRPL2-MI-2021

Average dissimilarity = 52,24

Species	Group TRPL3-MI-2019		Group TRPL2-MI-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Sphaeriidae	0	1,85	15,96	1,68	30,56	30,56
Ceratopogonidae	1,84	0	13,71	1,08	26,25	56,81
Naididae	0,87	0,72	9,53	0,93	18,24	75,05

Groups ERPL-MI-2020 & TRPL2-MI-2021

Average dissimilarity = 49,05

Species	Group ERPL-MI-2020		Group TRPL2-MI-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Sphaeriidae	0,85	1,85	19,46	1,16	39,68	39,68
Chironomidae	2,32	2,75	18,63	0,99	37,98	77,66

Groups TRPL1-MI-2020 & TRPL2-MI-2021

Average dissimilarity = 61,83

Species	Group TRPL1-MI-2020		Group TRPL2-MI-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	1,05	2,75	27,14	1,48	43,89	43,89
Sphaeriidae	0,33	1,85	25	1,56	40,43	84,32

Groups TRPL2-MI-2020 & TRPL2-MI-2021

Average dissimilarity = 44,37

Species	Group TRPL2-MI-2020		Group TRPL2-MI-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Leptoceridae	1,15	0	8,99	1,17	20,25	20,25
Sphaeriidae	2,49	1,85	7,62	1,02	17,17	37,42
Chironomidae	1,91	2,75	7,26	2,13	16,37	53,8
Molannidae	0,72	0	5,73	0,79	12,91	66,71
Naididae	0	0,72	5,24	0,79	11,8	78,51

Groups TRPL3-MI-2020 & TRPL2-MI-2021

Average dissimilarity = 39,63

Species	Group TRPL3-MI-2020		Group TRPL2-MI-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Sphaeriidae	0	1,85	20	1,89	50,47	50,47
Chironomidae	3,8	2,75	12,43	1,25	31,36	81,83

Groups ERPL-MI-2021 & TRPL2-MI-2021

Average dissimilarity = 35,61

Species	Group ERPL-MI-2021		Group TRPL2-MI-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Sphaeriidae	0,46	1,85	19,42	1,52	54,54	54,54
Chironomidae	3,01	2,75	8,61	1,09	24,18	78,72

Groups TRPL1-MI-2021 & TRPL2-MI-2021

Average dissimilarity = 66,87

Species	Group TRPL1-MI-2021		Group TRPL2-MI-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	1,09	2,75	28,3	1,3	42,32	42,32
Sphaeriidae	0,33	1,85	25,14	1,43	37,59	79,91

Groups ERPL-MI-2018 & TRPL3-MI-2021

Average dissimilarity = 36,91

Species	Group ERPL-MI-2018		Group TRPL3-MI-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Nematoda	1,23	0	9,45	0,79	25,6	25,6
Sphaeriidae	1,07	0	8,7	0,79	23,58	49,18
Chironomidae	3,7	3,54	7,73	1,31	20,95	70,13

Groups TRPL1-MI-2018 & TRPL3-MI-2021

Average dissimilarity = 88,31

Species	Group TRPL1-MI-2018		Group TRPL3-MI-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironomidae	0,33	3,54	71,65	2,79	81,13	81,13

Groups TRPL2-MI-2018 & TRPL3-MI-2021

Average dissimilarity = 49,14

Species	Group TRPL2-MI-2018		Group TRPL3-MI-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Sphaeriidae	2,08	0	18,19	4,35	37,01	37,01
Nematoda	1,11	0	8,96	1,09	18,24	55,25
Chironomidae	3,16	3,54	7,15	1,54	14,55	69,8
Limnesiidae	0,66	0	4,63	0,75	9,41	79,22

Groups TRPL3-MI-2018 & TRPL3-MI-2021

Average dissimilarity = 29,79

Species	Group TRPL3-MI-2018		Group TRPL3-MI-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Nematoda	0,98	0	7,83	0,76	26,29	26,29
Chironomidae	3,89	3,54	5,2	1,18	17,44	43,72
Philopotamidae	0,51	0	4,9	0,49	16,45	60,17
Naididae	0,46	0	3,02	0,49	10,12	70,29

Groups ERPL-MI-2019 & TRPL3-MI-2021

Average dissimilarity = 49,98

Species	Group ERPL-MI-2019		Group TRPL3-MI-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Sphaeriidae	1,87	0	17,31	1,88	34,64	34,64
Ceratopogonidae	1,99	0	16,24	1,84	32,49	67,13
Chironomidae	3,06	3,54	8,4	1,51	16,81	83,94

Groups TRPL1-MI-2019 & TRPL3-MI-2021

Average dissimilarity = 61,12

Species	Group TRPL1-MI-2019	Group TRPL3-MI-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Chironomidae	1,15	3,54	51,05	1,56	83,52	83,52

Groups TRPL2-MI-2019 & TRPL3-MI-2021

Average dissimilarity = 51,90

Species	Group TRPL2-MI-2019	Group TRPL3-MI-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Ceratopogonidae	1,74	0	14,24	1,77	27,43	27,43
Sphaeriidae	1,46	0	12,03	1,79	23,17	50,6
Chironomidae	2,88	3,54	8,6	1,32	16,57	67,17
Naididae	0,66	0	6,6	0,75	12,72	79,89

Groups TRPL3-MI-2019 & TRPL3-MI-2021

Average dissimilarity = 38,49

Species	Group TRPL3-MI-2019	Group TRPL3-MI-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Ceratopogonidae	1,84	0	14,93	1,08	38,78	38,78
Chironomidae	3,53	3,54	8,04	1,39	20,88	59,67
Naididae	0,87	0	5,75	0,49	14,94	74,61

Groups ERPL-MI-2020 & TRPL3-MI-2021

Average dissimilarity = 48,33

Species	Group ERPL-MI-2020	Group TRPL3-MI-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Chironomidae	2,32	3,54	29,09	0,91	60,19	60,19
Sphaeriidae	0,85	0	8,08	0,79	16,71	76,9

Groups TRPL1-MI-2020 & TRPL3-MI-2021

Average dissimilarity = 63,48

Species	Group TRPL1-MI-2020	Group TRPL3-MI-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Chironomidae	1,05	3,54	47,98	1,88	75,59	75,59

Groups TRPL2-MI-2020 & TRPL3-MI-2021

Average dissimilarity = 66,73

Species	Group TRPL2-MI-2020	Group TRPL3-MI-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Sphaeriidae	2,49	0	21,53	4,27	32,27	32,27
Chironomidae	1,91	3,54	13,7	3,49	20,53	52,8
Leptoceridae	1,15	0	9,81	1,17	14,71	67,5
Molannidae	0,72	0	6,28	0,79	9,41	76,91

Groups TRPL3-MI-2020 & TRPL3-MI-2021

Average dissimilarity = 13,88

Species	Group TRPL3-MI-2020	Group TRPL3-MI-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Chironomidae	3,8	3,54	6,83	1,2	49,16	49,16
Pectinatellidae	0	0,33	3,62	0,49	26,09	75,26

Groups ERPL-MI-2021 & TRPL3-MI-2021

Average dissimilarity = 22,58

Species	Group ERPL-MI-2021	Group TRPL3-MI-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Chironomidae	3,01	3,54	10,5	1,18	46,5	46,5
Sphaeriidae	0,46	0	4,63	0,49	20,51	67,01
Pectinatellidae	0	0,33	3,83	0,48	16,96	83,98

Groups TRPL1-MI-2021 & TRPL3-MI-2021

Average dissimilarity = 67,99

Species	Group TRPL1-MI-2021		Group TRPL3-MI-2021		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
Chironomidae	1,09	3,54	49,54	1,47	72,87	72,87

Groups TRPL2-MI-2021 & TRPL3-MI-2021

Average dissimilarity = 42,51

Species	Group TRPL2-MI-2021		Group TRPL3-MI-2021		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
Sphaeriidae	1,85	0	19,42	1,83	45,69	45,69
Chironomidae	2,75	3,54	9,92	1,15	23,34	69,03
Naididae	0,72	0	7	0,79	16,47	85,5

SIMPER ANNÉE*Group 2018*

Average similarity: 40,25

Species	Av. Abund	Av. Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum. %
Chironomidae	0,80	30,57	1,12	75,93	75,93

Group 2019

Average similarity: 51,72

Species	Av. Abund	Av. Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum. %
Chironomidae	0,90	37,12	1,53	71,77	71,77

Group 2020

Average similarity: 50,39

Species	Av. Abund	Av. Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum. %
Chironomidae	0,85	44,61	1,21	88,52	88,52

Group 2021

Average similarity: 57,67

Species	Av. Abund	Av. Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum. %
Chironomidae	0,90	53,76	1,75	93,21	93,21

Groups 2018 & 2019

Average dissimilarity = 58,14

Species	Group 2018		Group 2019		Contrib%	Cum. %
	Av. Abund	Av. Abund	Av. Diss	Diss/SD		
Chironomidae	0,80	0,90	13,21	0,50	22,72	22,72
Sphaeriidae	0,40	0,40	12,42	0,82	21,37	44,09
Ceratopogonidae	0,05	0,55	11,91	1,01	20,48	64,57
Nematoda	0,35	0,05	7,78	0,69	13,37	77,95

Groups 2018 & 2020

Average dissimilarity = 56,39

Species	Group 2018		Group 2020		Contrib%	Cum. %
	Av. Abund	Av. Abund	Av. Diss	Diss/SD		
Chironomidae	0,80	0,85	16,76	0,54	29,72	29,72
Sphaeriidae	0,40	0,40	14,18	0,78	25,14	54,86
Nematoda	0,35	0,00	8,01	0,67	14,20	69,06
Naididae	0,15	0,00	3,04	0,37	5,39	74,46

Groups 2019 & 2020

Average dissimilarity = 52,43

Species	Group 2019		Group 2020		Diss/SD	Contrib%	Cum. %
	Av. Abund	Av. Abund	Av. Diss	Diss/SD			
Chironomidae	0,90	0,85	12,48	0,45	23,80	23,80	
Ceratopogonidae	0,55	0,05	12,42	1,01	23,69	47,49	
Sphaeriidae	0,40	0,40	12,39	0,83	23,63	71,11	

Groups 2018 & 2021

Average dissimilarity = 53,29

Species	Group 2018		Group 2021		Diss/SD	Contrib%	Cum. %
	Av. Abund	Av. Abund	Av. Diss	Diss/SD			
Chironomidae	0,80	0,90	16,04	0,53	30,10	30,10	
Sphaeriidae	0,40	0,30	14,01	0,81	26,29	56,40	
Nematoda	0,35	0,00	8,19	0,68	15,37	71,76	

Groups 2019 & 2021

Average dissimilarity = 49,87

Species	Group 2019		Group 2021		Diss/SD	Contrib%	Cum. %
	Av. Abund	Av. Abund	Av. Diss	Diss/SD			
Ceratopogonidae	0,55	0,00	12,57	1,05	25,21	25,21	
Sphaeriidae	0,40	0,30	12,24	0,85	24,55	49,76	
Chironomidae	0,90	0,90	11,32	0,42	22,70	72,47	

Groups 2020 & 2021

Average dissimilarity = 45,25

Species	Group 2020		Group 2021		Diss/SD	Contrib%	Cum. %
	Av. Abund	Av. Abund	Av. Diss	Diss/SD			
Chironomidae	0,85	0,90	14,47	0,47	31,99	31,99	
Sphaeriidae	0,40	0,30	13,91	0,82	30,73	62,72	
Leptoceridae	0,15	0,00	3,06	0,41	6,76	69,48	
Naididae	0,00	0,10	2,66	0,32	5,87	75,35	

2.2 COMPOSITION DES COMMUNAUTÉS

2.2.1 PERMANOVA

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT MI Compo BrayCurtis

Data type: Similarity

Selection: All

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	4
Station	St	Random	19

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms
Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Ex	1	-108,52	-108,52	Negative		
An	3	9268,1	3089,4	4,1877	0,002	999
Av	1	3088,2	3088,2	3,6507	0,022	999
2018-201	1	5160	5160	5,4863	0,009	999
2018-2020	1	1972,2	1972,2	1,5027	0,231	999
2018-2021	1	2148,9	2148,9	3,4178	0,031	998
ExxAn	3	1992,5	664,16	0,90029	0,488	998
ExxAv	1	307,88	307,88	0,36395	0,771	997
Exx2018-201	1	1850,8	1850,8	1,9678	0,163	999
Exx2018-2020	1	192,86	192,86	0,14695	0,923	999
Exx2018-2021	1	4,5112	4,5112	0,0071751	0,939	999
Pool ed(1)	17	27644	1626,1	2,2043	0,004	999
Pool ed(2)	46	33935	737,72			
Total	70	74295				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 3,6462 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26,788 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 13,577 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 20,729 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13,75 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 12 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13,75 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6,7884 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 10,364 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6,875 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 6 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 6,875 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 3,7059 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	0,98389*Pool ed(1) + 0,01611*Pool ed(2)	1	17,25
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	46
Av	1*Av	1*Res	1	50
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	14
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	14
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	14
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	46
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	50
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	14
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	14
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	14
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	17	46

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-64,22	-8,0137
S(An)	173,21	13,161
S(Av)	108,17	10,401
S(2018-201)	306,87	17,518
S(2018-2020)	54,982	7,415
S(2018-2021)	110,56	10,515
S(ExxAn)	-10,836	-3,2918
S(ExxAv)	-51,912	-7,205
S(Exx2018-201)	132,4	11,506
S(Exx2018-2020)	-186,59	-13,66
S(Exx2018-2021)	-90,797	-9,5287
V(St(Si(Ex)))	239,73	15,483
V(Res)	737,72	27,161

PERMANOVA SANS TPRL1

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT MI Compo BrayCurtis

Data type: Similarity

Selection: 1-5;8-22;26-39;44-58;62-71

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)

Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms

Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)

Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	360,42	360,42	0,21654	0,826	968
An	3	10790	3596,5	6,6169	0,001	998
Av	1	3369,7	3369,7	4,6189	0,003	999
2018-201	1	5795,5	5795,5	8,6797	0,002	999
2018-2020	1	2255,6	2255,6	3,3934	0,028	998
2018-2021	1	2472,5	2472,5	4,1114	0,029	999
ExxAn	3	1770,7	590,22	1,0859	0,39	998
ExxAv	1	209,5	209,5	0,28717	0,809	999
Exx2018-201	1	913,81	913,81	1,3686	0,298	999
Exx2018-2020	1	222,08	222,08	0,33411	0,82	999
Exx2018-2021	1	8,1543	8,1543	0,013559	0,936	999
Pool ed(1)	13	22151	1703,9	3,1349	0,001	998
Pool ed(2)	38	20654	543,54			
Total	58	57025				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 3,7895 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 25,263 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 12,698 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 19,701 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 11,429 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6,3492 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 9,8507 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 5,7143 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 3,9231 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	$1 * \text{Ex}$	$0,96594 * \text{Pool ed}(1) + 0,034056 * \text{Pool ed}(2)$	1	13,29
An	$1 * \text{An}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	38
Av	$1 * \text{Av}$	$1 * \text{Res}$	1	42
2018-201	$1 * 2018-201$	$1 * \text{Res}$	1	13
2018-2020	$1 * 2018-2020$	$1 * \text{Res}$	1	12
2018-2021	$1 * 2018-2021$	$1 * \text{Res}$	1	13
ExxAn	$1 * \text{ExxAn}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	38
ExxAv	$1 * \text{ExxAv}$	$1 * \text{Res}$	1	42
Exx2018-201	$1 * \text{Exx2018-201}$	$1 * \text{Res}$	1	13
Exx2018-2020	$1 * \text{Exx2018-2020}$	$1 * \text{Res}$	1	12
Exx2018-2021	$1 * \text{Exx2018-2021}$	$1 * \text{Res}$	1	13
St(Si (Ex))	$1 * \text{Pool ed}(1)$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	13	38

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-51,616	-7,1845
S(An)	240,42	15,506
S(Av)	134,01	11,576
S(2018-201)	384,59	19,611
S(2018-2020)	139,2	11,798
S(2018-2021)	140,34	11,846
S(ExxAn)	7,3531	2,7117
S(ExxAv)	-52,791	-7,2658
S(Exx2018-201)	36,915	6,0758
S(Exx2018-2020)	-77,457	-8,801
S(Exx2018-2021)	-88,983	-9,4331
V(St(Si(Ex)))	295,79	17,198
V(Res)	543,54	23,314

PERMANOVA SANS TPRL2

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT MI Compo BrayCurtis

Data type: Similarity

Selection: 1-7;13-25;31-43;49-61;67-71

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	14

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si(Ex)

Si(Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms

Pool ed(1) St(Si(Ex)) + Si(Ex)

Pool ed(2) Res + Si(Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	427, 51	427, 51	0, 41609	0, 68	999
An	3	6791, 9	2264	2, 8212	0, 014	999
Av	1	2359, 6	2359, 6	2, 745	0, 05	999
2018-201	1	3809, 3	3809, 3	3, 2739	0, 047	999
2018-2020	1	1426, 3	1426, 3	0, 87252	0, 422	999
2018-2021	1	1561, 6	1561, 6	2, 1635	0, 104	998
ExxAn	3	1405, 2	468, 39	0, 58368	0, 721	999
ExxAv	1	144, 92	144, 92	0, 16859	0, 837	999
Exx2018-201	1	1506, 9	1506, 9	1, 2951	0, 302	999
Exx2018-2020	1	57, 764	57, 764	0, 035336	0, 948	999
Exx2018-2021	1	242, 75	242, 75	0, 3363	0, 811	999
Pool ed(1)	12	12353	1029, 4	1, 2827	0, 21	998
Pool ed(2)	31	24877	802, 49			
Total	50	46602				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 3, 5528 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 22, 738 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 11, 503 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 17, 041 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 10, 909 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 10, 182 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 10, 909 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 5, 7514 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 8, 5206 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 5, 4545 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 5, 0909 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 5, 4545 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 3, 5833 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	$1 * \text{Ex}$	$0, 99147 * \text{Pool ed}(1) + 0, 0085329 * \text{Pool ed}(2)$	1	12, 16
An	$1 * \text{An}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	31
Av	$1 * \text{Av}$	$1 * \text{Res}$	1	35
2018-201	$1 * 2018-201$	$1 * \text{Res}$	1	9
2018-2020	$1 * 2018-2020$	$1 * \text{Res}$	1	9
2018-2021	$1 * 2018-2021$	$1 * \text{Res}$	1	9
ExxAn	$1 * \text{ExxAn}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	31
ExxAv	$1 * \text{ExxAv}$	$1 * \text{Res}$	1	35
Exx2018-201	$1 * \text{Exx2018-201}$	$1 * \text{Res}$	1	9
Exx2018-2020	$1 * \text{Exx2018-2020}$	$1 * \text{Res}$	1	9
Exx2018-2021	$1 * \text{Exx2018-2021}$	$1 * \text{Res}$	1	9
St(Si(Ex))	$1 * \text{Pool ed}(1)$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	12	31

Estimates of components of variation

Source	Esti mate	Sq. root
S(Ex)	-26, 385	-5, 1366
S(An)	127, 06	11, 272
S(Av)	88, 023	9, 3821
S(2018-201)	242, 53	15, 573
S(2018-2020)	-20, 467	-4, 5241
S(2018-2021)	76, 983	8, 774
S(ExxAn)	-58, 089	-7, 6216
S(ExxAv)	-83, 876	-9, 1584
S(Exx2018-201)	62, 944	7, 9337
S(Exx2018-2020)	-309, 76	-17, 6
S(Exx2018-2021)	-87, 828	-9, 3717
V(St(Si(Ex)))	63, 319	7, 9573
V(Res)	802, 49	28, 328

PERMANOVA SANS TPRL3

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT MI Compo BrayCurtis

Data type: Similarity

Selection: 1-12;18-30;36-48;54-66

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	14

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)

Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms

Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)

Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	1206, 2	1206, 2	1, 1837	0, 292	998
An	3	6698, 3	2232, 8	2, 5473	0, 027	999
Av	1	2241	2241	2, 3271	0, 088	999
2018-201	1	3541, 7	3541, 7	3, 0961	0, 051	999
2018-2020	1	1631, 3	1631, 3	0, 91728	0, 412	999
2018-2021	1	1552, 7	1552, 7	2, 4872	0, 13	999
ExxAn	3	2581, 9	860, 64	0, 98187	0, 433	998
ExxAv	1	544, 88	544, 88	0, 56583	0, 585	999
Exx2018-201	1	2874, 2	2874, 2	2, 5125	0, 114	999
Exx2018-2020	1	411, 77	411, 77	0, 23154	0, 815	998
Exx2018-2021	1	-6, 0489	-6, 0489	Negati ve		
Pool ed(1)	12	12243	1020, 3	1, 164	0, 325	999
Pool ed(2)	31	27172	876, 53			
Total	50	51878				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 3,5528 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 22,738 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 11,503 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 17,041 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 10,909 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 10,182 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 10,909 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 5,7514 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 8,5206 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 5,4545 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 5,0909 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 5,4545 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 3,5833 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	$1 * \text{Ex}$	$0,99147 * \text{Pool ed}(1) + 0,0085329 * \text{Pool ed}(2)$	1	12,18
An	$1 * \text{An}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	31
Av	$1 * \text{Av}$	$1 * \text{Res}$	1	35
2018-201	$1 * 2018-201$	$1 * \text{Res}$	1	9
2018-2020	$1 * 2018-2020$	$1 * \text{Res}$	1	9
2018-2021	$1 * 2018-2021$	$1 * \text{Res}$	1	9
ExxAn	$1 * \text{ExxAn}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	31
ExxAv	$1 * \text{ExxAv}$	$1 * \text{Res}$	1	35
Exx2018-201	$1 * \text{Exx2018-201}$	$1 * \text{Res}$	1	9
Exx2018-2020	$1 * \text{Exx2018-2020}$	$1 * \text{Res}$	1	9
Exx2018-2021	$1 * \text{Exx2018-2021}$	$1 * \text{Res}$	1	9
St(Si(Ex))	$1 * \text{Pool ed}(1)$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	12	31

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	8,2327	2,8693
S(An)	117,9	10,858
S(Av)	74,994	8,6599
S(2018-201)	219,8	14,826
S(2018-2020)	-14,448	-3,8011
S(2018-2021)	85,107	9,2253
S(ExxAn)	-2,7627	-1,6621
S(ExxAv)	-49,068	-7,0049
S(Exx2018-201)	317,21	17,81
S(Exx2018-2020)	-268,44	-16,384
S(Exx2018-2021)	-115,56	-10,75
V(St(Si(Ex)))	40,11	6,3333
V(Res)	876,53	29,606

POST-HOC ANNÉE

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT MI Compo BrayCurtis

Data type: Similarity

Selection: All

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	4
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	19

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

PAIR-WISE TESTS

Term 'An'

Groups	t	P(perm)	Uni que perms
2018, 2019	2, 3423	0, 002	999
2018, 2020	1, 2259	0, 211	999
2018, 2021	1, 8487	0, 031	999
2019, 2020	2, 2461	0, 009	999
2019, 2021	3, 8964	0, 001	998
2020, 2021	1, 298	0, 172	997

Denominators

Groups	Denomi nator	Den. df
2018, 2019	1*Res	14
2018, 2020	1*Res	14
2018, 2021	1*Res	14
2019, 2020	1*Res	15
2019, 2021	1*Res	15
2020, 2021	1*Res	15

Average Similarity between/within groups

	2018	2019	2020	2021
2018	55, 348			
2019	53, 899	63, 887		
2020	56, 146	58, 143	62, 251	
2021	60, 143	61, 276	66, 917	71, 242

2.2.2 PERMDISP**EXPOSITION × ANNÉE**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: SHT MI Compo BrayCurtis

Data type: Similarity

Selection: All
 Transform: Presence/absence
 Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

Group factor: ExpositionAnnee
 Number of permutations: 999

Number of groups: 8
 Number of samples: 71

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 3,9087 df1: 7 df2: 63
 P(perm): 0,008

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(Expose2018, Temoi n2018)	0,9767	0,357
(Expose2018, Expose2019)	1,944	0,124
(Expose2018, Temoi n2019)	0,65012	0,558
(Expose2018, Expose2020)	1,3106	0,215
(Expose2018, Temoi n2020)	0,97681	0,472
(Expose2018, Expose2021)	3,3558	0,044
(Expose2018, Temoi n2021)	0,41758	0,747
(Temoi n2018, Expose2019)	2,5481	0,028
(Temoi n2018, Temoi n2019)	1,0891	0,272
(Temoi n2018, Expose2020)	1,4691	0,179
(Temoi n2018, Temoi n2020)	0,17431	0,866
(Temoi n2018, Expose2021)	2,9235	0,014
(Temoi n2018, Temoi n2021)	1,7659	0,104
(Expose2019, Temoi n2019)	3,2694	0,011
(Expose2019, Expose2020)	1,1008	0,328
(Expose2019, Temoi n2020)	2,7783	0,021
(Expose2019, Expose2021)	0,10808	1
(Expose2019, Temoi n2021)	2,1847	0,057
(Temoi n2019, Expose2020)	1,9714	0,118
(Temoi n2019, Temoi n2020)	1,0079	0,486
(Temoi n2019, Expose2021)	4,7143	0,006
(Temoi n2019, Temoi n2021)	1,2741	0,227
(Expose2020, Temoi n2020)	1,5679	0,248
(Expose2020, Expose2021)	1,9293	0,274
(Expose2020, Temoi n2021)	0,68318	0,64
(Temoi n2020, Expose2021)	3,2313	0,073
(Temoi n2020, Temoi n2021)	1,7876	0,15
(Expose2021, Temoi n2021)	2,9058	0,025

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Size	Average	SE
Expose2018	5	26,219	2,3404
Temoi n2018	12	33,644	4,7275
Expose2019	5	11,554	7,1712
Temoi n2019	13	28,312	1,7713
Expose2020	4	21,06	3,3095
Temoi n2020	14	32,604	3,7555
Expose2021	5	10,667	4
Temoi n2021	13	24,411	2,497

EXPOSITION × PÉRIODE

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: SHT MI Compo BrayCurtis

Data type: Similarity

Selection: All

Transform: Presence/absence

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 71

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 1,593 df1: 3 df2: 67

P(perm): 0,33

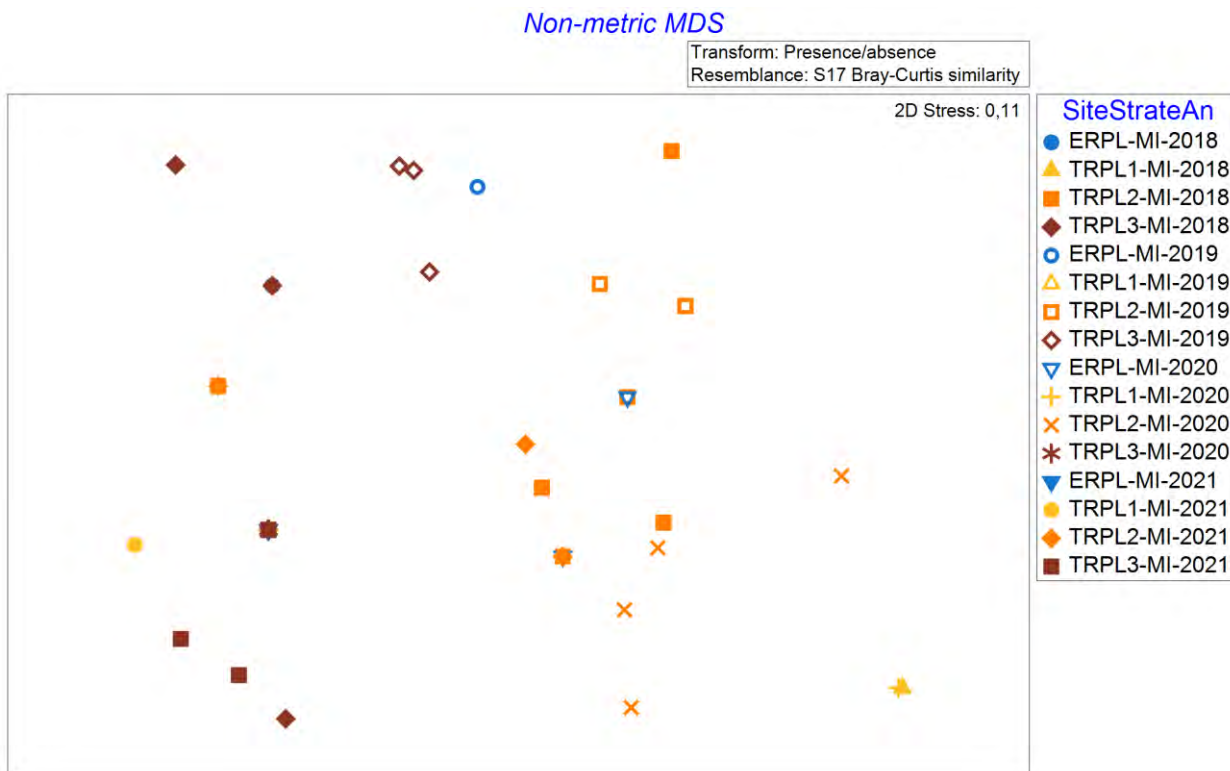
PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(ExposeAvant, Temoi nAvant)	0,9767	0,349
(ExposeAvant, ExposeApres)	0,89443	0,552
(ExposeAvant, Temoi nApres)	0,56934	0,648
(Temoi nAvant, ExposeApres)	2,1546	0,038
(Temoi nAvant, Temoi nApres)	0,88659	0,422
(ExposeApres, Temoi nApres)	1,6647	0,192

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
ExposeAvant	5	26,219	2,3404
Temoi nAvant	12	33,644	4,7275
ExposeApres	14	23,57	1,554
Temoi nApres	40	29,602	2,0632

2.2.3 NMDS



2.3 DOMINANCE

2.3.1 PERMANOVA

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT MI DOMDIS distance

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	4
Station	St	Random	19

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
------	---------	--------	----------

Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex) xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2) Res + Si (Ex) xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perms)	Uni que perms
Ex	1	474,68	474,68	0,086416	0,879	999
An	3	19583	6527,6	2,3312	0,086	999
Av	1	496,84	496,84	0,1634	0,762	999
2018-201	1	7629,4	7629,4	2,6152	0,102	999
2018-2020	1	-443,37	-443,37	Negati ve		
2018-2021	1	4001,7	4001,7	3,4709	0,054	998
ExxAn	3	12067	4022,5	1,4365	0,235	999
ExxAv	1	3228,7	3228,7	1,0619	0,292	999
Exx2018-201	1	1140,4	1140,4	0,39088	0,638	998
Exx2018-2020	1	7310,4	7310,4	1,5005	0,267	999
Exx2018-2021	1	3968,9	3968,9	3,4424	0,072	998
Pool ed(1)	17	94131	5537,1	1,9775	0,018	998
Pool ed(2)	46	1,2881E+05	2800,1			
Total	70	2,5038E+05				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 3,6462*V(St(Si (Ex))) + 26,788*S(Ex)
An	1*V(Res) + 13,577*S(An)
Av	1*V(Res) + 20,729*S(Av)
2018-201	1*V(Res) + 13,75*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 12*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 13,75*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 6,7884*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 10,364*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 6,875*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 6*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 6,875*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 3,7059*V(St(Si (Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	0,98389*Pool ed(1) + 0,01611*Pool ed(2)	1	17,28
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	46
Av	1*Av	1*Res	1	50
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	14
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	14
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	14
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	46
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	50
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	14
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	14

Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	14
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	17	46

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-187,33	-13,687
S(An)	274,54	16,569
S(Av)	-122,72	-11,078
S(2018-201)	342,69	18,512
S(2018-2020)	-442,94	-21,046
S(2018-2021)	207,19	14,394
S(ExxAn)	180,07	13,419
S(ExxAv)	18,153	4,2607
S(Exx2018-201)	-258,48	-16,077
S(Exx2018-2020)	406,41	20,16
S(Exx2018-2021)	409,6	20,238
V(St(Si (Ex)))	738,55	27,176
V(Res)	2800,1	52,916

PERMANOVA SANS TRPL1

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT MI DOMDIS distance

Data type: Distance

Selection: 1-5;8-22;26-39;44-58;62-71

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex) xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex) xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	4010,3	4010,3	0,72588	0,434	963
An	3	24513	8171,1	2,7242	0,061	998
Av	1	483,85	483,85	0,13956	0,784	999
2018-201	1	8034,6	8034,6	2,5894	0,115	999
2018-2020	1	-566,46	-566,46	Negati ve		
2018-2021	1	5014	5014	4,8643	0,042	999
ExxAn	3	11222	3740,6	1,2471	0,315	999
ExxAv	1	3212,9	3212,9	0,92672	0,342	998
Exx2018-201	1	1112,9	1112,9	0,35867	0,65	998
Exx2018-2020	1	8295	8295	1,4841	0,247	999
Exx2018-2021	1	3037,7	3037,7	2,947	0,105	999
Pool ed(1)	13	72979	5613,8	1,8716	0,042	999
Pool ed(2)	38	1,1398E+05	2999,5			
Total	58	2,2725E+05				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 3,7895*V(St(Si(Ex))) + 25,263*S(Ex)
An	1*V(Res) + 12,698*S(An)
Av	1*V(Res) + 19,701*S(Av)
2018-201	1*V(Res) + 13,333*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 11,429*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 13,333*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 6,3492*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 9,8507*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 6,6667*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 5,7143*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 6,6667*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 3,9231*V(St(Si(Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	0,96594*Pool ed(1) + 0,034056*Pool ed(2)	1	13,49
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	38
Av	1*Av	1*Res	1	42
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	12
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	38
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	42
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	12
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	38

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-59,948	-7,7426
S(An)	407,27	20,181
S(Av)	-151,42	-12,305
S(2018-201)	369,88	19,232
S(2018-2020)	-538,63	-23,208
S(2018-2021)	298,74	17,284
S(ExxAn)	116,73	10,804
S(ExxAv)	-25,792	-5,0785
S(Exx2018-201)	-298,5	-17,277
S(Exx2018-2020)	473,49	21,76
S(Exx2018-2021)	301,04	17,351
V(St(Si(Ex)))	666,4	25,815
V(Res)	2999,5	54,767

PERMANOVA SANS TRPL2

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT MI DOMDIS distance

Data type: Distance

Selection: 1-7;13-25;31-43;49-61;67-71

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	14

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

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)	Uni que perms
Ex	1	5395	5395	7,1744	0,025	997
An	3	19543	6514,3	4,3361	0,009	999
Av	1	244,09	244,09	0,12378	0,783	998
2018-201	1	6298,7	6298,7	2,3479	0,132	999
2018-2020	1	3171,2	3171,2	2,4776	0,142	999
2018-2021	1	2868,1	2868,1	2,4753	0,144	998
ExxAn	3	6848	2282,7	1,5194	0,231	998
ExxAv	1	1407,2	1407,2	0,71361	0,43	999
Exx2018-201	1	1205,2	1205,2	0,44925	0,593	999
Exx2018-2020	1	1120,9	1120,9	0,87578	0,402	999
Exx2018-2021	1	2486,9	2486,9	2,1463	0,168	999
Pooled(1)	12	8946,3	745,53	0,49624	0,936	999
Pooled(2)	31	46573	1502,3			
Total	50	85259				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 3,5528 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 22,738 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 11,503 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 17,041 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 10,909 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 10,182 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 10,909 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 5,7514 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 8,5206 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 5,4545 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 5,0909 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 5,4545 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 3,5833 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	$1 * \text{Ex}$	$0,99147 * \text{Pool ed}(1) + 0,0085329 * \text{Pool ed}(2)$	1	12,42
An	$1 * \text{An}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	31
Av	$1 * \text{Av}$	$1 * \text{Res}$	1	35
2018-201	$1 * 2018-201$	$1 * \text{Res}$	1	9
2018-2020	$1 * 2018-2020$	$1 * \text{Res}$	1	9
2018-2021	$1 * 2018-2021$	$1 * \text{Res}$	1	9
ExxAn	$1 * \text{ExxAn}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	31
ExxAv	$1 * \text{ExxAv}$	$1 * \text{Res}$	1	35
Exx2018-201	$1 * \text{Exx2018-201}$	$1 * \text{Res}$	1	9
Exx2018-2020	$1 * \text{Exx2018-2020}$	$1 * \text{Res}$	1	9
Exx2018-2021	$1 * \text{Exx2018-2021}$	$1 * \text{Res}$	1	9
St(Si(Ex))	$1 * \text{Pool ed}(1)$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	12	31

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	204,2	14,29
S(An)	435,71	20,874
S(Av)	-101,39	-10,069
S(2018-201)	331,47	18,206
S(2018-2020)	185,75	13,629
S(2018-2021)	156,7	12,518
S(ExxAn)	135,67	11,648
S(ExxAv)	-66,279	-8,1412
S(Exx2018-201)	-270,87	-16,458
S(Exx2018-2020)	-31,229	-5,5883
S(Exx2018-2021)	243,51	15,605
V(St(Si(Ex)))	-211,21	-14,533
V(Res)	1502,3	38,76

PERMANOVA SANS TRPL3

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT MI DOMDIS distance

Data type: Distance

Selection: 1-12;18-30;36-48;54-66

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	Level s
------	---------	------	---------

Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	14

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex) xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex) xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Ex	1	1353,5	1353,5	0,22264	0,73	999
An	3	13285	4428,5	1,3992	0,259	999
Av	1	1744,6	1744,6	0,48277	0,5	999
2018-201	1	5152,3	5152,3	1,4156	0,263	998
2018-2020	1	1320,7	1320,7	0,22634	0,72	997
2018-2021	1	2389,6	2389,6	1,7494	0,228	999
ExxAn	3	21215	7071,8	2,2344	0,094	997
ExxAv	1	4904,1	4904,1	1,3571	0,251	998
Exx2018-201	1	807,11	807,11	0,22176	0,745	999
Exx2018-2020	1	14649	14649	2,5105	0,14	998
Exx2018-2021	1	5370,2	5370,2	3,9314	0,104	999
Pool ed(1)	12	73253	6104,4	1,9287	0,049	999
Pool ed(2)	31	98116	3165			
Total	50	2,0752E+05				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 3,5528 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 22,738 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 11,503 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 17,041 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 10,909 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 10,182 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 10,909 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 5,7514 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 8,5206 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 5,4545 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 5,0909 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 5,4545 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 3,5833 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	$1 * \text{Ex}$	$0,99147 * \text{Pool ed}(1) + 0,0085329 * \text{Pool ed}(2)$	1	12,11

An	1*An	1*Pool ed(2)	3	31
Av	1*Av	1*Res	1	35
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	9
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	9
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	9
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	31
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	35
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	9
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	9
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	9
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	12	31

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-207,84	-14,417
S(An)	109,84	10,48
S(Av)	-109,68	-10,473
S(2018-201)	138,66	11,775
S(2018-2020)	-443,38	-21,057
S(2018-2021)	93,83	9,6866
S(ExxAn)	679,28	26,063
S(ExxAv)	151,44	12,306
S(Exx2018-201)	-519,3	-22,788
S(Exx2018-2020)	1731,3	41,609
S(Exx2018-2021)	734,11	27,094
V(St(Si (Ex)))	820,3	28,641
V(Res)	3165	56,259

POST-HOC ANNÉE

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT MI DOMDIS distance

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	4
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	19

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

PAIR-WISE TESTS

Term 'An'

Groups	t	P(perm)	Uni que perms
2018, 2019	1,6171	0,085	999
2018, 2020	Negati ve		
2018, 2021	1,863	0,068	998
2019, 2020	0,97066	0,331	999
2019, 2021	3,3179	0,003	999
2020, 2021	1,0104	0,306	999

Denominators

Groups	Denomi nator	Den. df
2018, 2019	1*Res	14
2018, 2020	1*Res	14
2018, 2021	1*Res	14
2019, 2020	1*Res	15
2019, 2021	1*Res	15
2020, 2021	1*Res	15

Average Distance between/within groups

	2018	2019	2020	2021
2018	54,497			
2019	62,857	68,252		
2020	67,262	77,103	80,107	
2021	45,655	59,114	58,687	34,061

2.3.2 PERMDISP

EXPOSITION × ANNÉE

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: SHT MI DOMDIS distance

Data type: Distance

Selection: All

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 8

Number of samples: 71

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 3,8241 df1: 7 df2: 63

P(perm): 0,041

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(Expose2018, Temoi n2018)	0,46563	0,665
(Expose2018, Expose2019)	0,30194	0,77
(Expose2018, Temoi n2019)	0,72504	0,512
(Expose2018, Expose2020)	1,1062	0,469
(Expose2018, Temoi n2020)	1,3342	0,442
(Expose2018, Expose2021)	3,6728	0,006
(Expose2018, Temoi n2021)	1,2826	0,404

(Temoi n2018, Expose2019)	0, 18897	0, 886
(Temoi n2018, Temoi n2019)	1, 4848	0, 23
(Temoi n2018, Expose2020)	0, 5628	0, 644
(Temoi n2018, Temoi n2020)	2, 3154	0, 147
(Temoi n2018, Expose2021)	2, 2997	0, 069
(Temoi n2018, Temoi n2021)	0, 42327	0, 723
(Expose2019, Temoi n2019)	1, 0344	0, 388
(Expose2019, Expose2020)	0, 85666	0, 456
(Expose2019, Temoi n2020)	1, 4889	0, 343
(Expose2019, Expose2021)	3, 5063	0, 025
(Expose2019, Temoi n2021)	0, 81603	0, 5
(Temoi n2019, Expose2020)	1, 7276	0, 259
(Temoi n2019, Temoi n2020)	1, 4777	0, 359
(Temoi n2019, Expose2021)	3, 7907	0, 008
(Temoi n2019, Temoi n2021)	2, 4536	0, 074
(Expose2020, Temoi n2020)	1, 7206	0, 373
(Expose2020, Expose2021)	2, 3715	0, 072
(Expose2020, Temoi n2021)	0, 62255	0, 678
(Temoi n2020, Expose2021)	2, 7756	0, 068
(Temoi n2020, Temoi n2021)	2, 8272	0, 031
(Expose2021, Temoi n2021)	4, 4823	0, 002

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
Expose2018	5	41, 846	9, 2739
Temoi n2018	12	35, 466	7, 8919
Expose2019	5	38, 024	8, 6156
Temoi n2019	13	51, 189	7, 1045
Expose2020	4	27, 108	9, 3159
Temoi n2020	14	75, 779	14, 599
Expose2021	5	6, 5952	2, 4732
Temoi n2021	13	31, 942	3, 3256

EXPOSITION × PÉRIODE

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: SHT MI DOMDIS distance

Data type: Distance

Selection: All

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 71

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 1,1239 df1: 3 df2: 67

P(perm): 0,641

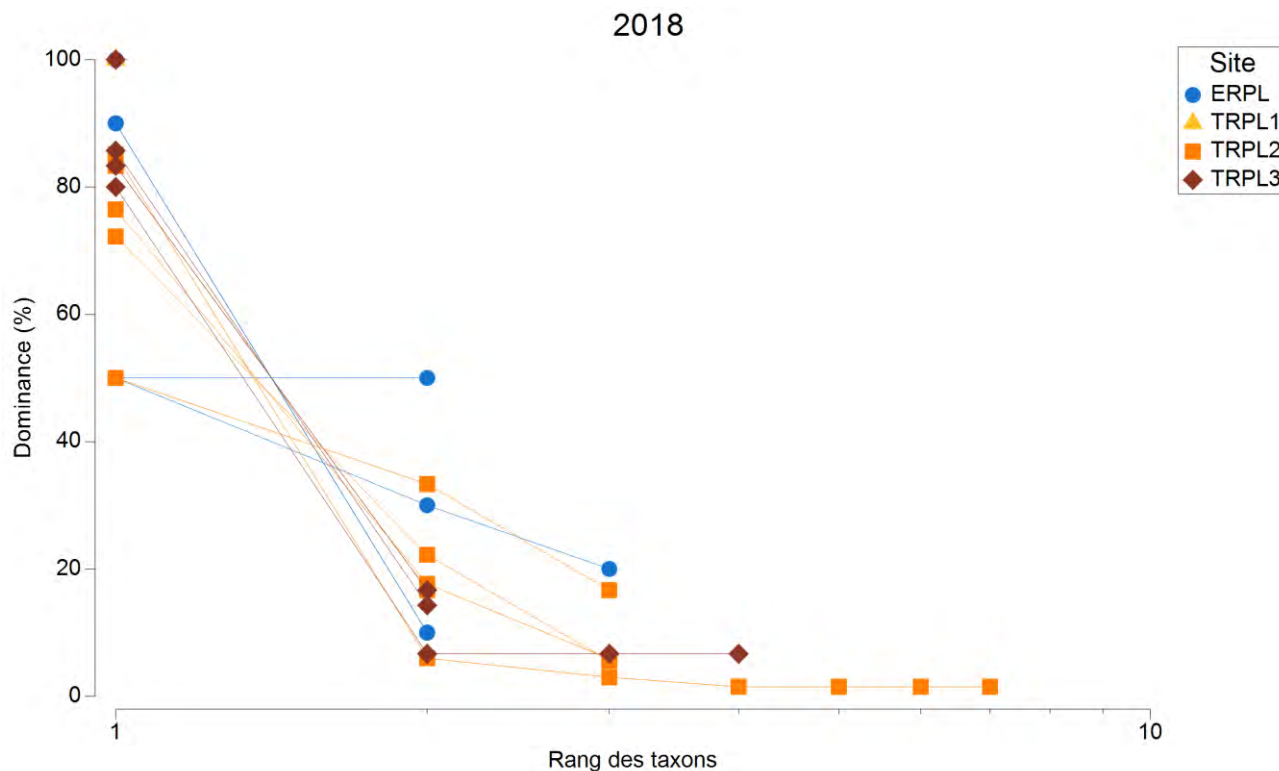
PAIRWISE COMPARISONS

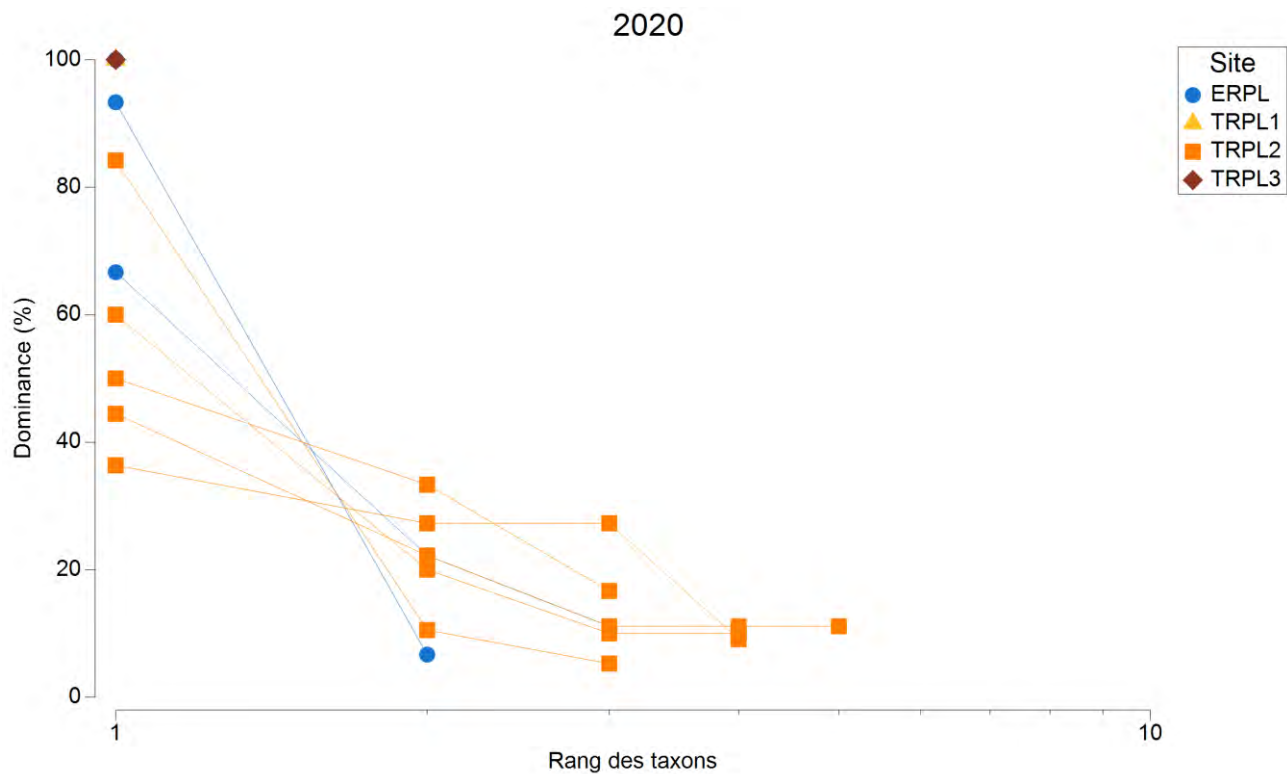
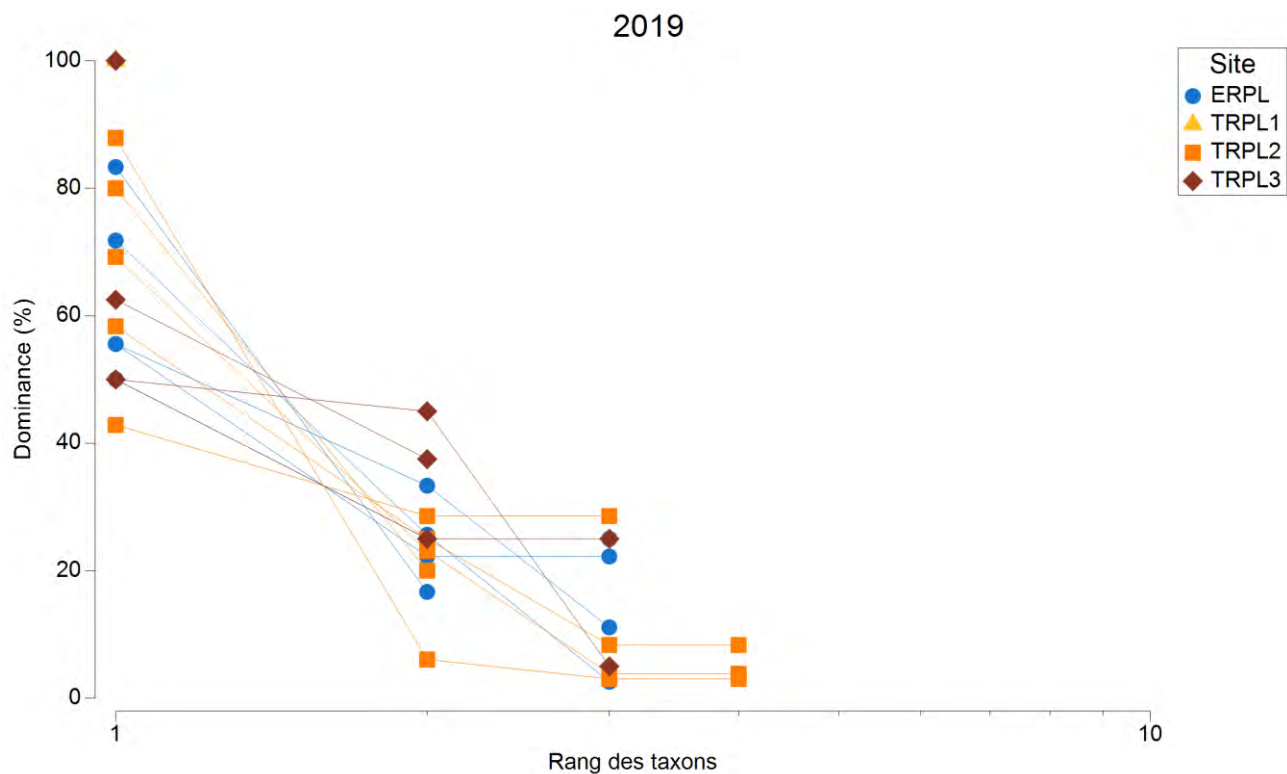
Groups	t	P(perm)
(ExposeAvant, Temoi nAvant)	0, 46563	0, 668
(ExposeAvant, ExposeApres)	0, 14406	0, 901
(ExposeAvant, Temoi nApres)	0, 63049	0, 669
(Temoi nAvant, ExposeApres)	0, 45946	0, 691
(Temoi nAvant, Temoi nApres)	1, 44	0, 326
(ExposeApres, Temoi nApres)	1, 1665	0, 453

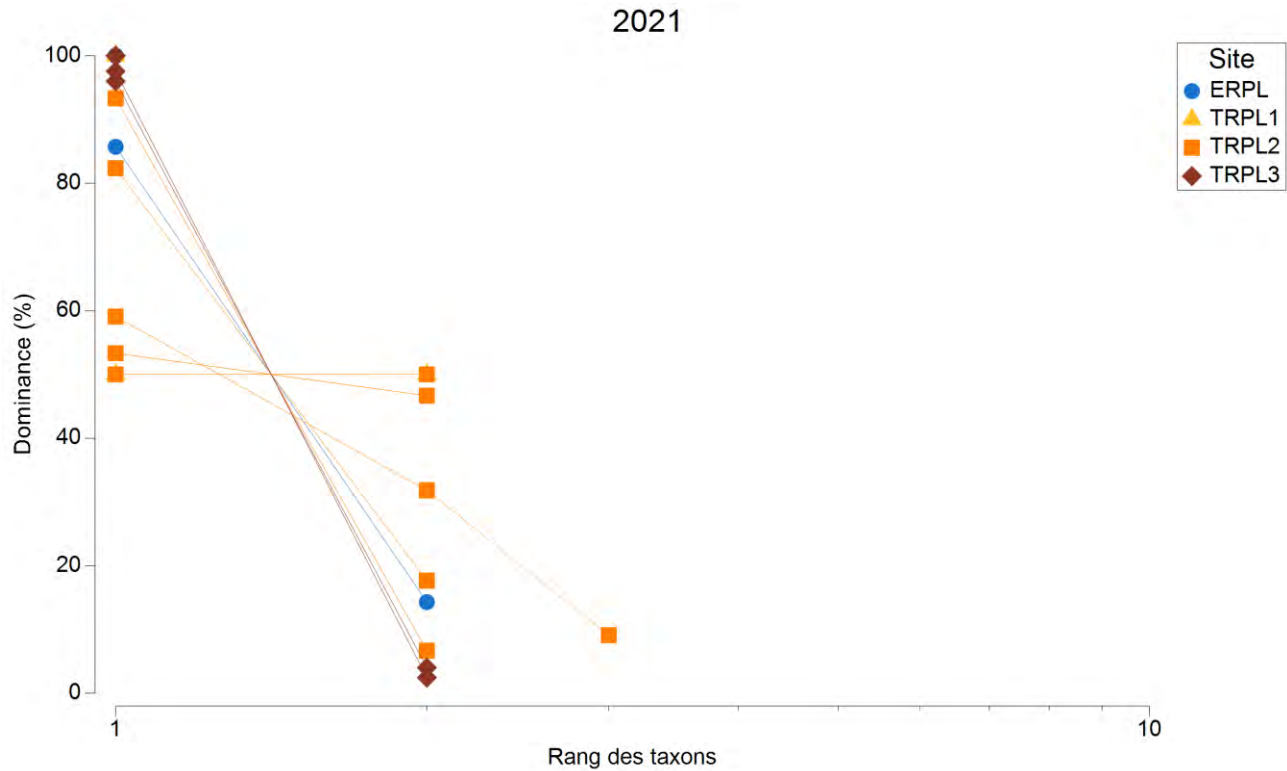
MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Size	Average	SE
ExposeAvant	5	41,846	9,2739
TemoinAvant	12	35,466	7,8919
ExposeAprès	14	40,096	6,4312
TemoinAprès	40	53,685	6,4878

2.3.3 DOMINANCE PLOTS







2.4 TESTS UNIDIMENSIONNELS AVEC CONTRASTES

2.4.1 ABONDANCES

PERMDISP

Exposition × Année

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli Abondances log SHT MI 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Transform: Log(X+1)

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 8

Number of samples: 80

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 1,6527 df1: 7 df2: 72

P(perm): 0,365

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(Expose2018, Temoi n2018)	2,3748	0,113
(Expose2018, Expose2019)	0,38936	0,661
(Expose2018, Temoi n2019)	1,5956	0,164
(Expose2018, Expose2020)	1,401	0,233
(Expose2018, Temoi n2020)	1,5041	0,252
(Expose2018, Expose2021)	0,050348	0,916
(Expose2018, Temoi n2021)	1,6284	0,179
(Temoi n2018, Expose2019)	2,1798	0,124
(Temoi n2018, Temoi n2019)	0,78817	0,522
(Temoi n2018, Expose2020)	0,55942	0,625
(Temoi n2018, Temoi n2020)	1,5923	0,277
(Temoi n2018, Expose2021)	2,3559	0,127
(Temoi n2018, Temoi n2021)	1,2047	0,357
(Expose2019, Temoi n2019)	1,4116	0,202
(Expose2019, Expose2020)	1,2478	0,32
(Expose2019, Temoi n2020)	1,2632	0,33
(Expose2019, Expose2021)	0,36484	0,71
(Expose2019, Temoi n2021)	1,4098	0,213
(Temoi n2019, Expose2020)	0,0051724	0,995
(Temoi n2019, Temoi n2020)	0,65357	0,584
(Temoi n2019, Expose2021)	1,5966	0,159
(Temoi n2019, Temoi n2021)	0,32376	0,772
(Expose2020, Temoi n2020)	0,47739	0,728
(Expose2020, Expose2021)	1,3611	0,234
(Expose2020, Temoi n2021)	0,22756	0,823
(Temoi n2020, Expose2021)	1,4962	0,281
(Temoi n2020, Temoi n2021)	0,35433	0,814
(Expose2021, Temoi n2021)	1,6218	0,187

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Size	Average	SE
Expose2018	5	0,70111	0,20549
Temoi n2018	15	1,9296	0,28634
Expose2019	5	0,80782	0,18134
Temoi n2019	15	1,596	0,31159
Expose2020	5	1,5927	0,60231
Temoi n2020	15	1,3417	0,233
Expose2021	5	0,68325	0,28931
Temoi n2021	15	1,465	0,25828

Exposition × Période

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli Abondances log SHT MI 2018-2021

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: 80

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 2,6257 df1: 3 df2: 76

P(perm): 0,141

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(ExposeAvant, Temoi nAvant)	2,3748	0,096
(ExposeAvant, ExposeApres)	0,69222	0,606
(ExposeAvant, Temoi nApres)	1,6355	0,198
(Temoi nAvant, ExposeApres)	2,1391	0,119
(Temoi nAvant, Temoi nApres)	1,4772	0,264
(ExposeApres, Temoi nApres)	1,2981	0,269

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
ExposeAvant	5	0,70111	0,20549
Temoi nAvant	15	1,9296	0,28634
ExposeApres	15	1,061	0,28788
Temoi nApres	45	1,4676	0,15341

PERMANOVA

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Abondances log SHT MI 2018-2021

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	Level s
Exposi ti on	Ex	Fi xed	2
Si te	Si	Random	4
Annee	An	Fi xed	4
Stati on	St	Random	20

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)

Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	8,0075	8,0075	0,75847	0,424	941
An	3	9,0287	3,0096	2,8308	0,05	999
Av	1	3,6733	3,6733	3,3213	0,074	997
2018-201	1	0,1938	0,1938	0,19942	0,65	999
2018-2020	1	7,5728	7,5728	5,6976	0,034	997
2018-2021	1	2,2577	2,2577	2,0802	0,162	997
ExxAn	3	9,2865	3,0955	2,9116	0,037	999
ExxAv	1	4,8502	4,8502	4,3854	0,035	998
Exx2018-201	1	0,91574	0,91574	0,94227	0,341	994
Exx2018-2020	1	8,8761	8,8761	6,6781	0,014	999
Exx2018-2021	1	2,1268	2,1268	1,9596	0,166	996
Pool ed(1)	18	190,03	10,557	9,9302	0,001	999
Pool ed(2)	54	57,411	1,0632			
Total	79	267,92				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 4*V(St(Si (Ex))) + 30*S(Ex)
An	1*V(Res) + 15*S(An)
Av	1*V(Res) + 22,5*S(Av)
2018-201	1*V(Res) + 15*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 15*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 15*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 7,5*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 11,25*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 7,5*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 7,5*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 7,5*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 4*V(St(Si (Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

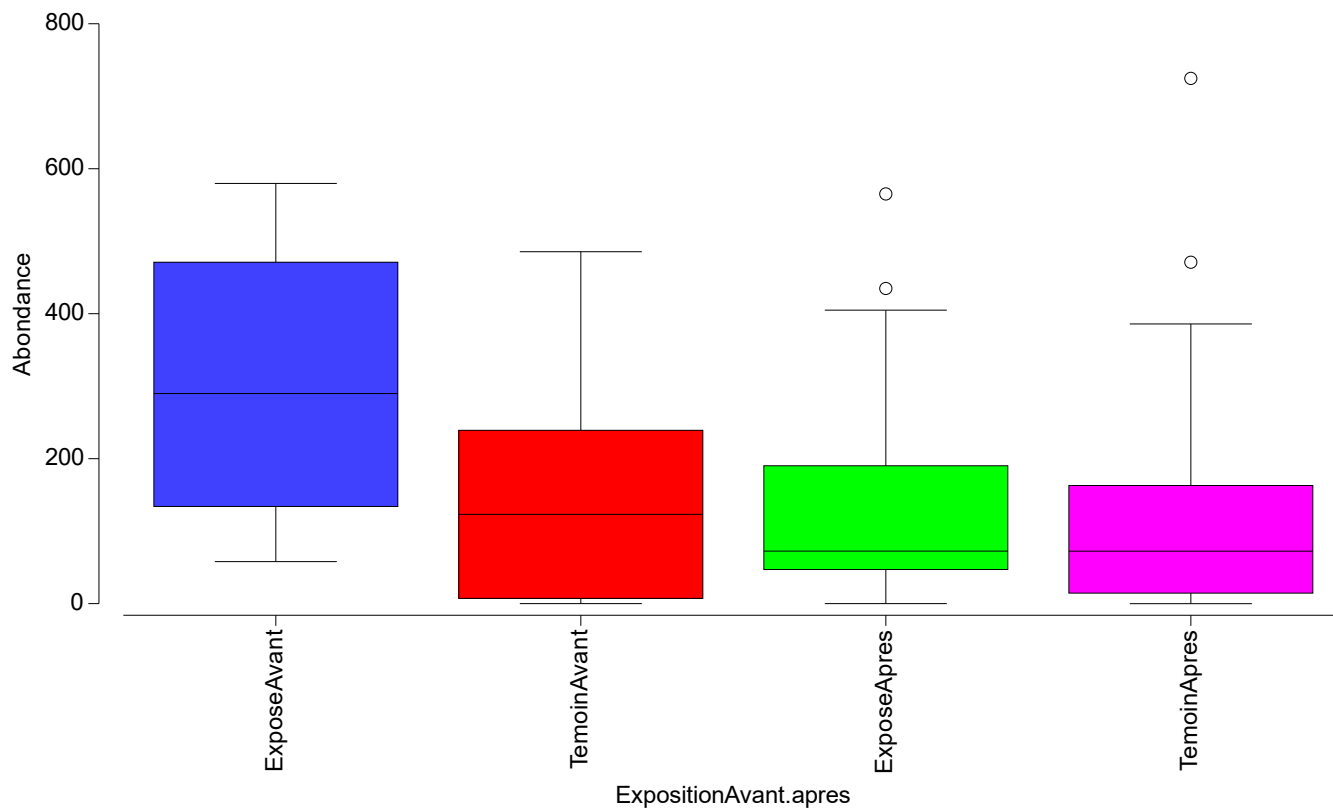
Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	1*Pool ed(1)	1	18
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	54
Av	1*Av	1*Res	1	58
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	18
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	18
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	18
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	54
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	58
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	18
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	18
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	18
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	18	54

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-0,084996	-0,29154
S(An)	0,12976	0,36022
S(Av)	0,1141	0,33779
S(2018-201)	-0,05187	-0,22775
S(2018-2020)	0,41625	0,64517

S(2018-2021)	0,078157	0,27957
S(ExxAn)	0,27098	0,52056
S(ExxAv)	0,33282	0,57691
S(Exx2018-201)	-0,0074802	-0,086488
S(Exx2018-2020)	1,0063	1,0031
S(Exx2018-2021)	0,13886	0,37264
V(St(Si(Ex)))	2,3736	1,5406
V(Res)	1,0632	1,0311

GRAPHIQUE



PERMANOVA SANS TRPL1

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Abondances log SHT MI 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-5;11-25;31-45;51-65;71-80

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	2,394	2,394	1,6629	0,248	844
An	3	11,585	3,8617	4,169	0,021	998
Av	1	5,8771	5,8771	5,839	0,021	996
2018-201	1	0,60527	0,60527	0,96103	0,347	996
2018-2020	1	10,03	10,03	7,5171	0,017	996
2018-2021	1	3,9728	3,9728	6,9716	0,032	996
ExxAn	3	5,4721	1,824	1,9692	0,133	999
ExxAv	1	2,1289	2,1289	2,1151	0,158	996
Exx2018-201	1	0,29082	0,29082	0,46176	0,517	998
Exx2018-2020	1	5,0012	5,0012	3,7482	0,065	996
Exx2018-2021	1	0,63742	0,63742	1,1186	0,306	996
Pool ed(1)	13	18,715	1,4396	1,5542	0,143	999
Pool ed(2)	39	36,126	0,92631			
Total	59	70,743				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26,667 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

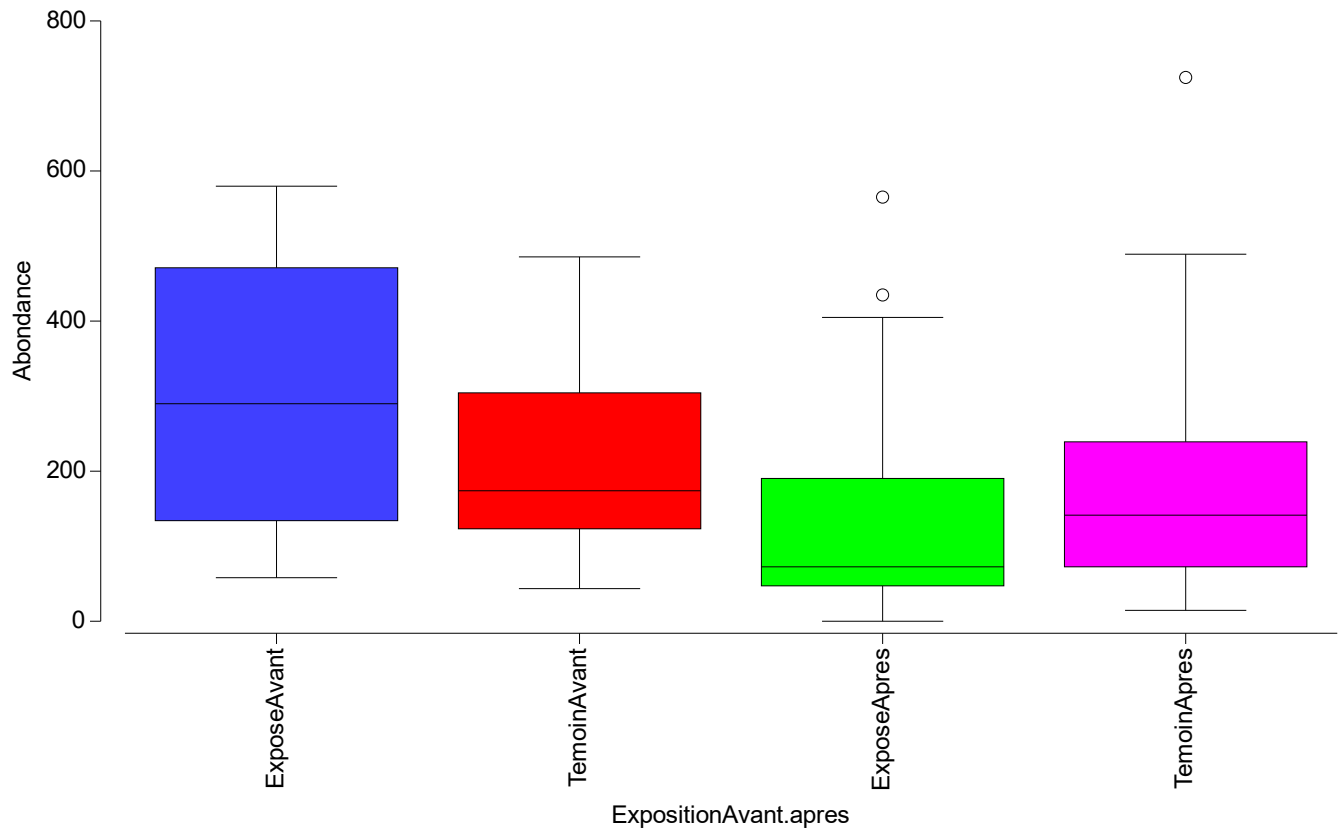
Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
--------	-----------	-------------	---------	---------

Ex	1*Ex	1*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	0,035788	0,18918
S(An)	0,22016	0,46921
S(Av)	0,24353	0,49349
S(2018-201)	-0,001841	-0,042907
S(2018-2020)	0,65219	0,80758
S(2018-2021)	0,25522	0,50519
S(ExxAn)	0,13466	0,36696
S(ExxAv)	0,11224	0,33502
S(Exx2018-201)	-0,050848	-0,2255
S(Exx2018-2020)	0,55003	0,74164
S(Exx2018-2021)	0,010135	0,10067
V(St(Si (Ex)))	0,12833	0,35823
V(Res)	0,92631	0,96245

GRAPHIQUE SANS TRPL1



PERMANOVA SANS TRPL2

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Abondances log SHT MI 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-10;16-30;36-50;56-70;76-80

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)

Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms

Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)

Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	16,16	16,16	1,2437	0,287	722
An	3	6,3085	2,1028	1,6295	0,194	999
Av	1	2,0587	2,0587	1,5526	0,2	997
2018-201	1	0,022564	0,022564	0,018121	0,899	998
2018-2020	1	4,8906	4,8906	3,1629	0,099	999
2018-2021	1	1,329	1,329	0,95201	0,348	997
ExxAn	3	10,485	3,4951	2,7083	0,052	999
ExxAv	1	5,9954	5,9954	4,5215	0,046	997
Exx2018-201	1	1,362	1,362	1,0938	0,317	997
Exx2018-2020	1	10,188	10,188	6,5889	0,023	999
Exx2018-2021	1	2,6854	2,6854	1,9236	0,176	996
Pool ed(1)	13	168,91	12,993	10,068	0,001	996
Pool ed(2)	39	50,33	1,2905			
Total	59	248,52				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26,667 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(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*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	0,11875	0,3446
S(An)	0,060925	0,24683
S(Av)	0,036635	0,1914
S(2018-201)	-0,0917	-0,30282
S(2018-2020)	0,25083	0,50083
S(2018-2021)	-0,005025	-0,070887
S(ExxAn)	0,33069	0,57505
S(ExxAv)	0,46694	0,68333
S(Exx2018-201)	0,017518	0,13236
S(Exx2018-2020)	1,2963	1,1385
S(Exx2018-2021)	0,19341	0,43978
V(St(Si(Ex)))	2,9257	1,7105
V(Res)	1,2905	1,136

PERMANOVA SANS TRPL3

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Abondances log SHT MI 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-15;21-35;41-55;61-75

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	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Ex	1	30,592	30,592	3,4528	0,093	720
An	3	6,8873	2,2958	1,7454	0,194	999
Av	1	2,4394	2,4394	1,817	0,188	996
2018-201	1	0,10046	0,10046	0,085006	0,755	996
2018-2020	1	5,7838	5,7838	3,2579	0,078	997
2018-2021	1	1,2185	1,2185	0,94199	0,357	997
ExxAn	3	9,5113	3,1704	2,4104	0,088	999
ExxAv	1	5,3893	5,3893	4,0143	0,038	996
Exx2018-201	1	1,0006	1,0006	0,84671	0,353	995
Exx2018-2020	1	8,9906	8,9906	5,0643	0,057	998
Exx2018-2021	1	2,8484	2,8484	2,202	0,183	996
Pool ed(1)	13	115,18	8,8601	6,7362	0,001	998
Pool ed(2)	39	51,296	1,3153			
Total	59	209,59				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26,667 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2021})$

Pool ed(1) 1*V(Res) + 4*V(St(Si (Ex)))
 Pool ed(2) 1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	1*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	0,81496	0,90275
S(An)	0,073535	0,27117
S(Av)	0,054845	0,23419
S(2018-201)	-0,081099	-0,28478
S(2018-2020)	0,30064	0,54831
S(2018-2021)	-0,0056279	-0,075019
S(ExxAn)	0,27827	0,52751
S(ExxAv)	0,40468	0,63614
S(Exx2018-201)	-0,027173	-0,16484
S(Exx2018-2020)	1,0823	1,0403
S(Exx2018-2021)	0,23323	0,48293
V(St(Si (Ex)))	1,8862	1,3734
V(Res)	1,3153	1,1469

POST-HOC ANNÉE

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Abondances log SHT MI 2018-2021

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	Level s
Exposi ti on	Ex	Fi xed	2
Si te	Si	Random	4
Annee	An	Fi xed	4
Stati on	St	Random	20

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor Contrast
------	---------	-----------------

Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

PAIR-WISE TESTS

Term 'An'

Groups	t	P(perm)	Uni que perms
2018, 2019	0, 44656	0, 637	995
2018, 2020	2, 387	0, 033	996
2018, 2021	1, 4423	0, 167	994
2019, 2020	2, 3391	0, 035	998
2019, 2021	1, 0908	0, 303	998
2020, 2021	1, 2092	0, 244	998

Denominators

Groups	Denomi nator	Den. df
2018, 2019	1*Res	18
2018, 2020	1*Res	18
2018, 2021	1*Res	18
2019, 2020	1*Res	18
2019, 2021	1*Res	18
2020, 2021	1*Res	18

Average Distance between/within groups

	2018	2019	2020	2021
2018	2, 3188			
2019	2, 1288	2, 0811		
2020	2, 1585	1, 9954	1, 9958	
2021	2, 0439	1, 882	1, 8208	1, 7614

POST-HOC EXPOSITION X ANNÉE

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Abondances log SHT MI 2018-2021

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: Unrestricted permutation of raw data

Number of permutations: 999

Factors

Name	Abbrev.	Type	Level s
Exposi ti onAnnee	Ex	Fi xed	8

PAIR-WISE TESTS

Term 'Ex'

Groups	t	P(perm)	Uni que perms	P(MC)
Expose2018, Temoi n2018	1,6129	0,122	860	0,125
Expose2018, Expose2019	0,84895	0,381	56	0,414
Expose2018, Temoi n2019	1,5944	0,131	936	0,134
Expose2018, Expose2020	1,9413	0,099	91	0,09
Expose2018, Temoi n2020	2,0768	0,048	907	0,049
Expose2018, Expose2021	1,7883	0,096	126	0,115
Expose2018, Temoi n2021	2,0221	0,057	811	0,055
Temoi n2018, Expose2019	1,1287	0,305	800	0,295
Temoi n2018, Temoi n2019	0,23828	0,826	996	0,824
Temoi n2018, Expose2020	0,32132	0,739	706	0,767
Temoi n2018, Temoi n2020	0,11397	0,895	996	0,91
Temoi n2018, Expose2021	0,59367	0,568	829	0,593
Temoi n2018, Temoi n2021	0,021423	0,981	998	0,985
Expose2019, Temoi n2019	1,0564	0,314	940	0,302
Expose2019, Expose2020	1,4489	0,2	91	0,191
Expose2019, Temoi n2020	1,4173	0,169	907	0,153
Expose2019, Expose2021	0,90688	0,417	91	0,39
Expose2019, Temoi n2021	1,4175	0,168	785	0,186
Temoi n2019, Expose2020	0,52458	0,589	905	0,621
Temoi n2019, Temoi n2020	0,15544	0,87	997	0,892
Temoi n2019, Expose2021	0,46279	0,673	887	0,653
Temoi n2019, Temoi n2021	0,28994	0,753	998	0,788
Expose2020, Temoi n2020	0,495	0,64	814	0,619
Expose2020, Expose2021	0,92442	0,44	91	0,371
Expose2020, Temoi n2021	0,36472	0,727	758	0,732
Temoi n2020, Expose2021	0,69554	0,484	843	0,499
Temoi n2020, Temoi n2021	0,15625	0,883	996	0,888
Expose2021, Temoi n2021	0,75425	0,489	814	0,468

Denominators

Groups	Denomi nator	Den. df
Expose2018, Temoi n2018	1*Res	18
Expose2018, Expose2019	1*Res	8
Expose2018, Temoi n2019	1*Res	18
Expose2018, Expose2020	1*Res	8
Expose2018, Temoi n2020	1*Res	18
Expose2018, Expose2021	1*Res	8
Expose2018, Temoi n2021	1*Res	18
Temoi n2018, Expose2019	1*Res	18
Temoi n2018, Temoi n2019	1*Res	28
Temoi n2018, Expose2020	1*Res	18
Temoi n2018, Temoi n2020	1*Res	28
Temoi n2018, Expose2021	1*Res	18
Temoi n2018, Temoi n2021	1*Res	28
Expose2019, Temoi n2019	1*Res	18
Expose2019, Expose2020	1*Res	8
Expose2019, Temoi n2020	1*Res	18
Expose2019, Expose2021	1*Res	8
Expose2019, Temoi n2021	1*Res	18
Temoi n2019, Expose2020	1*Res	18
Temoi n2019, Temoi n2020	1*Res	28
Temoi n2019, Expose2021	1*Res	18
Temoi n2019, Temoi n2021	1*Res	28
Expose2020, Temoi n2020	1*Res	18
Expose2020, Expose2021	1*Res	8
Expose2020, Temoi n2021	1*Res	18
Temoi n2020, Expose2021	1*Res	18
Temoi n2020, Temoi n2021	1*Res	28

Expose2021, Temoi n2021 1*Res 18

Average Distance between/within groups

	Expose2018 Expose2021	Temoi n2018 Temoi n2021	Expose2019	Temoi n2019	Expose2020	Temoi n2020
Expose2018	1, 1148					
Temoi n2018	2, 1385	2, 5622				
Expose2019	1, 0711	2, 0144	1, 2029			
Temoi n2019	1, 9899	2, 3308	1, 8245	2, 348		
Expose2020	2, 3743	2, 4192	2, 0754	2, 2711	2, 7214	
Temoi n2020	1, 8798	2, 1405	1, 6418	2, 0125	2, 078	1, 868
Expose2021	1, 3255 1, 1779	1, 9033	1, 1041	1, 7286	1, 8939	1, 4529
Temoi n2021	1, 97 1, 5213	2, 1952 1, 9885	1, 7246	2, 072	2, 1253	1, 8339

2.4.2 RICHESSE

PERMDISP

Exposition × Année

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli Richesse SHT MI 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 8

Number of samples: 80

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 2,9024 df1: 7 df2: 72

P(perm): 0,044

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(Expose2018, Temoi n2018)	1, 6154	0, 212
(Expose2018, Expose2019)	0, 29329	0, 696
(Expose2018, Temoi n2019)	2, 3842	0, 043
(Expose2018, Expose2020)	1, 3501	0, 207
(Expose2018, Temoi n2020)	2, 5796	0, 122
(Expose2018, Expose2021)	0, 29329	0, 736
(Expose2018, Temoi n2021)	1, 2491	0, 318
(Temoi n2018, Expose2019)	1, 7905	0, 121
(Temoi n2018, Temoi n2019)	0, 3669	0, 831
(Temoi n2018, Expose2020)	0, 7824	0, 595
(Temoi n2018, Temoi n2020)	0, 1214	0, 919
(Temoi n2018, Expose2021)	1, 7905	0, 147
(Temoi n2018, Temoi n2021)	1, 8989	0, 043
(Expose2019, Temoi n2019)	2, 7957	0, 007

(Expose2019, Expose2020)	1, 9701	0, 124
(Expose2019, Temoi n2020)	2, 9868	0, 01
(Expose2019, Expose2021)	6, 8014E-08	0, 631
(Expose2019, Temoi n2021)	1, 8295	0, 163
(Temoi n2019, Expose2020)	0, 94573	0, 391
(Temoi n2019, Temoi n2020)	0, 35435	0, 769
(Temoi n2019, Expose2021)	2, 7957	0, 01
(Temoi n2019, Temoi n2021)	2, 458	0, 027
(Expose2020, Temoi n2020)	1, 1773	0, 415
(Expose2020, Expose2021)	1, 9701	0, 181
(Expose2020, Temoi n2021)	0, 78154	0, 476
(Temoi n2020, Expose2021)	2, 9868	0, 071
(Temoi n2020, Temoi n2021)	2, 8243	0, 006
(Expose2021, Temoi n2021)	1, 8295	0, 112

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
Expose2018	5	0, 4	0, 24495
Temoi n2018	15	1, 3333	0, 31873
Expose2019	5	0, 32	0, 12
Temoi n2019	15	1, 2	0, 17457
Expose2020	5	0, 88	0, 25768
Temoi n2020	15	1, 2889	0, 18014
Expose2021	5	0, 32	0, 12
Temoi n2021	15	0, 69333	0, 1096

Exposition × Période

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli Richesse SHT MI 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 80

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 1,9616 df1: 3 df2: 76

P(perm): 0,236

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(ExposeAvant, Temoi nAvant)	1, 6154	0, 194
(ExposeAvant, ExposeApres)	1, 9758	0, 055
(ExposeAvant, Temoi nApres)	1, 931	0, 066
(Temoi nAvant, ExposeApres)	1, 3377	0, 248
(Temoi nAvant, Temoi nApres)	1, 1314	0, 304
(ExposeApres, Temoi nApres)	0, 81236	0, 452

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
ExposeAvant	5	0, 4	0, 24495
Temoi nAvant	15	1, 3333	0, 31873

ExposeAprès 15 0,88 0,11514
 TemoinAprès 45 1,04 0,10667

PERMANOVA

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Richesse SHT MI 2018-2021

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	4
Station	St	Random	20

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-2019	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneeStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
 Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Ex	1	8,2447E-15	8,2447E-15	2,6217E-15	1	27
An	3	9,0833	3,0278	3,9813	0,015	999
Av	1	0,45	0,45	0,51786	0,492	994
2018-2019	1	1,2	1,2	1,6119	0,24	983
2018-2020	1	1,0083	1,0083	0,98285	0,349	989
2018-2021	1	3,0083	3,0083	2,9644	0,119	990
ExxAn	3	3,6333	1,2111	1,5925	0,2	998
ExxAv	1	3,353E-14	3,353E-14	3,2041E-14	1	993
Exx2018-2019	1	1,2	1,2	1,6119	0,225	983
Exx2018-2020	1	0,40833	0,40833	0,39801	0,543	917
Exx2018-2021	1	0,20833	0,20833	0,20529	0,632	982
Pool ed(1)	18	85,2	4,7333	6,224	0,001	998

Pool ed(2)	54	41,067	0,76049
Total	79	136,2	

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

Source	EMS
Ex	$1*V(\text{Res}) + 4*V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 30*S(\text{Ex})$
An	$1*V(\text{Res}) + 15*S(\text{An})$
Av	$1*V(\text{Res}) + 22,5*S(\text{Av})$
2018-201	$1*V(\text{Res}) + 15*S(2018-201)$
2018-2020	$1*V(\text{Res}) + 15*S(2018-2020)$
2018-2021	$1*V(\text{Res}) + 15*S(2018-2021)$
ExxAn	$1*V(\text{Res}) + 7,5*S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1*V(\text{Res}) + 11,25*S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1*V(\text{Res}) + 7,5*S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1*V(\text{Res}) + 7,5*S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1*V(\text{Res}) + 7,5*S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1*V(\text{Res}) + 4*V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(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*Pool ed(1)	1	18
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	54
Av	1*Av	1*Res	1	58
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	18
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	18
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	18
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	54
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	58
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	18
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	18
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	18
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	18	54

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-0,15778	-0,39721
S(An)	0,15115	0,38878
S(Av)	-0,018621	-0,13646
S(2018-201)	0,03037	0,17427
S(2018-2020)	-0,0011728	-0,034247
S(2018-2021)	0,1329	0,36456
S(ExxAn)	0,060082	0,24512
S(ExxAv)	-0,077241	-0,27792
S(Exx2018-201)	0,060741	0,24646
S(Exx2018-2020)	-0,082346	-0,28696
S(Exx2018-2021)	-0,10753	-0,32792
V(St(Si(Ex)))	0,99321	0,9966
V(Res)	0,76049	0,87206

PERMANOVA SANS TRPL1

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Richesse SHT MI 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-5;11-25;31-45;51-65;71-80

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	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Ex	1	4, 4083	4, 4083	1, 3382	0, 285	34
An	3	12, 092	4, 0306	4, 9626	0, 009	999
Av	1	1, 225	1, 225	1, 2116	0, 291	998
2018-201	1	0, 81667	0, 81667	0, 89592	0, 377	980
2018-2020	1	1, 6667	1, 6667	1, 2897	0, 302	995
2018-2021	1	5, 4	5, 4	6, 1579	0, 034	992
ExxAn	3	2, 2917	0, 76389	0, 94054	0, 442	999
ExxAv	1	0, 225	0, 225	0, 22254	0, 657	998
Exx2018-201	1	1, 35	1, 35	1, 481	0, 269	986
Exx2018-2020	1	0, 066667	0, 066667	0, 051587	0, 814	996
Exx2018-2021	1	0, 066667	0, 066667	0, 076023	0, 803	994
Pool ed(1)	13	42, 825	3, 2942	4, 056	0, 001	999
Pool ed(2)	39	31, 675	0, 81218			
Total	59	92, 733				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26, 667 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 13, 333 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13, 333 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 13, 333 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13, 333 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6, 6667 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6, 6667 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 6, 6667 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 6, 6667 * S(\text{Exx2018-2021})$

Pool ed(1) $1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
 Pool ed(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*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	0,041779	0,2044
S(An)	0,24138	0,4913
S(Av)	0,010698	0,10343
S(2018-201)	-0,0071154	-0,084353
S(2018-2020)	0,028077	0,16756
S(2018-2021)	0,33923	0,58244
S(ExxAn)	-0,0072436	-0,085109
S(ExxAv)	-0,078605	-0,28037
S(Exx2018-201)	0,065769	0,25646
S(Exx2018-2020)	-0,18385	-0,42877
S(Exx2018-2021)	-0,12154	-0,34862
V(St(Si(Ex)))	0,62051	0,78773
V(Res)	0,81218	0,90121

PERMANOVA SANS TRPL2

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Richesse SHT MI 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-10;16-30;36-50;56-70;76-80

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)

2018-2020 2018-2020 Annee (2018)v(2020)
 2018-2021 2018-2021 Annee (2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
 Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms
 Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)
 Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	6, 5333	6, 5333	4, 8812	0, 053	28
An	3	7	2, 3333	4, 213	0, 022	999
Av	1	0, 17778	0, 17778	0, 25425	0, 609	998
2018-201	1	1, 35	1, 35	3	0, 098	982
2018-2020	1	1, 35	1, 35	2, 0289	0, 198	557
2018-2021	1	1, 0667	1, 0667	1, 3333	0, 271	997
ExxAn	3	3, 9333	1, 3111	2, 3673	0, 079	999
ExxAv	1	0, 044444	0, 044444	0, 063562	0, 785	997
Exx2018-201	1	0, 81667	0, 81667	1, 8148	0, 2	940
Exx2018-2020	1	0, 15	0, 15	0, 22543	0, 637	991
Exx2018-2021	1	1, 0667	1, 0667	1, 3333	0, 273	993
Pool ed(1)	13	17, 4	1, 3385	2, 4167	0, 015	998
Pool ed(2)	39	21, 6	0, 55385			
Total	59	54, 183				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 4*V(St(Si (Ex))) + 26, 667*S(Ex)
An	1*V(Res) + 13, 333*S(An)
Av	1*V(Res) + 20*S(Av)
2018-201	1*V(Res) + 13, 333*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 13, 333*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 13, 333*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 6, 6667*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 10*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 6, 6667*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 6, 6667*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 6, 6667*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 4*V(St(Si (Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	1*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13

St(Si (Ex)) 1*Pool ed(1) 1*Pool ed(2) 13 39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	0,19481	0,44137
S(An)	0,13346	0,36532
S(Av)	-0,026072	-0,16147
S(2018-201)	0,0675	0,25981
S(2018-2020)	0,051346	0,2266
S(2018-2021)	0,02	0,14142
S(ExxAn)	0,11359	0,33703
S(ExxAv)	-0,065478	-0,25589
S(Exx2018-201)	0,055	0,23452
S(Exx2018-2020)	-0,077308	-0,27804
S(Exx2018-2021)	0,04	0,2
V(St(Si (Ex)))	0,19615	0,44289
V(Res)	0,55385	0,74421

PERMANOVA SANS TRPL3

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Richesse SHT MI 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-15;21-35;41-55;61-75

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

*Pooled terms*Si (Ex)
Si (Ex)xAn*Terms whose SS and df were combined*

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	0, 20833	0, 20833	0, 034056	0, 876	46
An	3	6, 825	2, 275	2, 9798	0, 049	999
Av	1	0, 13611	0, 13611	0, 1469	0, 686	998
2018-201	1	1, 0667	1, 0667	1, 2164	0, 271	995
2018-2020	1	0, 15	0, 15	0, 15415	0, 705	991
2018-2021	1	2, 4	2, 4	2, 2941	0, 153	723
ExxAn	3	5, 1583	1, 7194	2, 2522	0, 103	998
ExxAv	1	0, 069444	0, 069444	0, 074949	0, 807	997
Exx2018-201	1	1, 0667	1, 0667	1, 2164	0, 271	997
Exx2018-2020	1	1, 35	1, 35	1, 3874	0, 268	679
Exx2018-2021	1	0, 26667	0, 26667	0, 2549	0, 629	995
Pool ed(1)	13	79, 525	6, 1173	8, 0126	0, 001	998
Pool ed(2)	39	29, 775	0, 76346			
Total	59	119, 73				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26, 667 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 13, 333 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13, 333 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 13, 333 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13, 333 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6, 6667 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6, 6667 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 6, 6667 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 6, 6667 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	1*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-0, 22159	-0, 47073
S(An)	0, 11337	0, 3367
S(Av)	-0, 039522	-0, 1988
S(2018-201)	0, 014231	0, 11929
S(2018-2020)	-0, 061731	-0, 24846
S(2018-2021)	0, 10154	0, 31865
S(ExxAn)	0, 1434	0, 37868
S(ExxAv)	-0, 085711	-0, 29276
S(Exx2018-201)	0, 028462	0, 16871
S(Exx2018-2020)	0, 056538	0, 23778
S(Exx2018-2021)	-0, 11692	-0, 34194

V(St(Si (Ex))) 1, 3385 1, 1569
 V(Res) 0, 76346 0, 87376

POST-HOC ANNÉE

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Richesse SHT MI 2018-2021

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	4
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	20

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-2019	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

PAIR-WISE TESTS

Term 'An'

Groups	t	P(perm)	Uni que perms
2018, 2019	1, 2696	0, 237	979
2018, 2020	0, 99139	0, 322	992
2018, 2021	1, 7217	0, 112	987
2019, 2020	2, 8952	0, 009	885
2019, 2021	3, 7111	0, 002	992
2020, 2021	0, 89195	0, 389	977

Denominators

Groups	Denomi nator	Den. df
2018, 2019	1*Res	18
2018, 2020	1*Res	18
2018, 2021	1*Res	18
2019, 2020	1*Res	18
2019, 2021	1*Res	18
2020, 2021	1*Res	18

Average Distance between/within groups

	2018	2019	2020	2021
2018	1, 7053			
2019	1, 56	1, 4632		
2020	1, 585	1, 53	1, 4789	
2021	1, 29	1, 33	1, 2	0, 81579

2.4.3 SHANNON

PERMDISP

Exposition × Année

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli Shannon SHT MI 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 8

Number of samples: 71

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 2,983 df1: 7 df2: 63

P(perm): 0,031

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(Expose2018, Temoi n2018)	0, 22801	0, 765
(Expose2018, Expose2019)	1, 0897	0, 28
(Expose2018, Temoi n2019)	0, 75245	0, 467
(Expose2018, Expose2020)	0, 15771	0, 897
(Expose2018, Temoi n2020)	1, 5117	0, 324
(Expose2018, Expose2021)	1, 8027	0, 182
(Expose2018, Temoi n2021)	0, 065928	0, 963
(Temoi n2018, Expose2019)	0, 92623	0, 376
(Temoi n2018, Temoi n2019)	1, 3068	0, 193
(Temoi n2018, Expose2020)	0, 0087366	0, 993
(Temoi n2018, Temoi n2020)	2, 3866	0, 049
(Temoi n2018, Expose2021)	1, 724	0, 092
(Temoi n2018, Temoi n2021)	0, 29257	0, 727
(Expose2019, Temoi n2019)	1, 9073	0, 108
(Expose2019, Expose2020)	0, 75582	0, 513
(Expose2019, Temoi n2020)	2, 5372	0, 07
(Expose2019, Expose2021)	1, 0902	0, 284
(Expose2019, Temoi n2021)	1, 7084	0, 149
(Temoi n2019, Expose2020)	0, 85115	0, 415
(Temoi n2019, Temoi n2020)	1, 181	0, 289
(Temoi n2019, Expose2021)	2, 6356	0, 013
(Temoi n2019, Temoi n2021)	1, 2976	0, 196
(Expose2020, Temoi n2020)	1, 5058	0, 294
(Expose2020, Expose2021)	1, 3837	0, 473
(Expose2020, Temoi n2021)	0, 20659	0, 87
(Temoi n2020, Expose2021)	3, 1617	0, 026

(Temoi n2020, Temoi n2021)	2, 5267	0, 064
(Expose2021, Temoi n2021)	2, 8852	0, 034

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
Expose2018	5	0, 44644	0, 12369
Temoi n2018	12	0, 41356	0, 07759
Expose2019	5	0, 29422	0, 064911
Temoi n2019	13	0, 56185	0, 082174
Expose2020	4	0, 41498	0, 16146
Temoi n2020	14	0, 70997	0, 093687
Expose2021	5	0, 18934	0, 071001
Temoi n2021	13	0, 4395	0, 04624

Exposition × Période

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli Shannon SHT MI 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 71

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 1,4572 df1: 3 df2: 67

P(perm): 0,354

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(ExposeAvant, Temoi nAvant)	0, 22801	0, 767
(ExposeAvant, ExposeApres)	0, 57488	0, 581
(ExposeAvant, Temoi nApres)	1, 071	0, 441
(Temoi nAvant, ExposeApres)	1, 0775	0, 265
(Temoi nAvant, Temoi nApres)	1, 9144	0, 086
(ExposeApres, Temoi nApres)	0, 71765	0, 532

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
ExposeAvant	5	0, 44644	0, 12369
Temoi nAvant	12	0, 41356	0, 07759
ExposeApres	14	0, 52729	0, 071598
Temoi nApres	40	0, 58932	0, 044545

PERMANOVA

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Shannon SHT MI 2018-2021

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	4
Station	St	Random	19

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex) xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2) Res + Si (Ex) xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	0,022019	0,022019	0,031159	0,856	995
An	3	3,3292	1,1097	4,8814	0,008	999
Av	1	0,018623	0,018623	0,066842	0,795	995
2018-201	1	0,81314	0,81314	3,5208	0,074	997
2018-2020	1	0,27968	0,27968	0,95555	0,329	997
2018-2021	1	0,88346	0,88346	5,3675	0,037	999
ExxAn	3	1,4242	0,47472	2,0882	0,1	998
ExxAv	1	0,056344	0,056344	0,20223	0,676	999
Exx2018-201	1	0,16575	0,16575	0,71768	0,403	997
Exx2018-2020	1	0,3617	0,3617	1,2358	0,283	998
Exx2018-2021	1	0,29711	0,29711	1,8051	0,21	998
Pool ed(1)	17	12,147	0,71453	3,143	0,001	998
Pool ed(2)	46	10,458	0,22734			
Total	70	26,007				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 3,6462 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26,788 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 13,577 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 20,729 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13,75 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 12 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13,75 * S(2018-2021)$

ExxAn	1*V(Res) + 6,7884*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 10,364*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 6,875*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 6*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 6,875*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 3,7059*V(St(Si(Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	0,98389*Pool ed(1) + 0,01611*Pool ed(2)	1	17,18
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	46
Av	1*Av	1*Res	1	50
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	14
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	14
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	14
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	46
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	50
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	14
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	14
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	14
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	17	46

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-0,025558	-0,15987
S(An)	0,064992	0,25493
S(Av)	-0,012542	-0,11199
S(2018-201)	0,042341	0,20577
S(2018-2020)	-0,0010843	-0,032928
S(2018-2021)	0,052281	0,22865
S(ExxAn)	0,036442	0,1909
S(ExxAv)	-0,021445	-0,14644
S(Exx2018-201)	-0,009484	-0,097386
S(Exx2018-2020)	0,011502	0,10725
S(Exx2018-2021)	0,019276	0,13884
V(St(Si(Ex)))	0,13146	0,36258
V(Res)	0,22734	0,4768

PERMANOVA SANS TRPL1

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Shannon SHT MI 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-5;8-22;26-39;44-58;62-71

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms
Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	0, 2768	0, 2768	0, 41828	0, 474	960
An	3	4, 0983	1, 3661	6, 2021	0, 003	999
Av	1	0, 037652	0, 037652	0, 12545	0, 742	997
2018-201	1	0, 83234	0, 83234	3, 3669	0, 097	995
2018-2020	1	0, 2591	0, 2591	0, 75897	0, 361	998
2018-2021	1	1, 1537	1, 1537	9, 5154	0, 008	999
ExxAn	3	0, 87629	0, 2921	1, 3261	0, 293	999
ExxAv	1	0, 029039	0, 029039	0, 096757	0, 752	996
Exx2018-201	1	0, 14179	0, 14179	0, 57357	0, 482	996
Exx2018-2020	1	0, 35284	0, 35284	1, 0336	0, 307	997
Exx2018-2021	1	0, 15071	0, 15071	1, 243	0, 261	997
Pool ed(1)	13	8, 8052	0, 67733	3, 0751	0, 002	999
Pool ed(2)	38	8, 37	0, 22026			
Total	58	21, 596				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 3, 7895*V(St(Si (Ex))) + 25, 263*S(Ex)
An	1*V(Res) + 12, 698*S(An)
Av	1*V(Res) + 19, 701*S(Av)
2018-201	1*V(Res) + 13, 333*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 11, 429*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 13, 333*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 6, 3492*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 9, 8507*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 6, 6667*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 5, 7143*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 6, 6667*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 3, 9231*V(St(Si (Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	0, 96594*Pool ed(1) + 0, 034056*Pool ed(2)	1	13, 3
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	38
Av	1*Av	1*Res	1	42
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	12
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	38
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	42

Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	12
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	38

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-0,015238	-0,12344
S(An)	0,090234	0,30039
S(Av)	-0,013323	-0,11542
S(2018-201)	0,043885	0,20949
S(2018-2020)	-0,0071998	-0,084852
S(2018-2021)	0,077435	0,27827
S(ExxAn)	0,011314	0,10637
S(ExxAv)	-0,02752	-0,16589
S(Exx2018-201)	-0,015813	-0,12575
S(Exx2018-2020)	0,0020052	0,044779
S(Exx2018-2021)	0,0044201	0,066484
V(St(Si(Ex)))	0,11651	0,34133
V(Res)	0,22026	0,46932

PERMANOVA SANS TRPL2

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Shannon SHT MI 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-7;13-25;31-43;49-61;67-71

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	14

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si(Ex)

Si(Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms

Pool ed(1) $St(Si(Ex)) + Si(Ex)$
 Pool ed(2) $Res + Si(Ex) \times An$

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	1, 2268	1, 2268	7, 6097	0, 023	997
An	3	3, 3687	1, 1229	5, 2531	0, 007	999
Av	1	0, 073343	0, 073343	0, 24036	0, 622	999
2018-201	1	0, 73447	0, 73447	2, 8407	0, 138	998
2018-2020	1	0, 78875	0, 78875	3, 8658	0, 076	997
2018-2021	1	0, 69098	0, 69098	3, 3565	0, 098	997
ExxAn	3	1, 1301	0, 37669	1, 7622	0, 183	999
ExxAv	1	0, 0046424	0, 0046424	0, 015214	0, 913	997
Exx2018-201	1	0, 095374	0, 095374	0, 36887	0, 56	997
Exx2018-2020	1	0, 023411	0, 023411	0, 11474	0, 742	997
Exx2018-2021	1	0, 24155	0, 24155	1, 1734	0, 3	997
Pool ed(1)	12	1, 9291	0, 16076	0, 75205	0, 694	997
Pool ed(2)	31	6, 6265	0, 21376			
Total	50	14, 012				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(Res) + 3, 5528 * V(St(Si(Ex))) + 22, 738 * S(Ex)$
An	$1 * V(Res) + 11, 503 * S(An)$
Av	$1 * V(Res) + 17, 041 * S(Av)$
2018-201	$1 * V(Res) + 10, 909 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(Res) + 10, 182 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(Res) + 10, 909 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(Res) + 5, 7514 * S(ExxAn)$
ExxAv	$1 * V(Res) + 8, 5206 * S(ExxAv)$
Exx2018-201	$1 * V(Res) + 5, 4545 * S(Exx2018-201)$
Exx2018-2020	$1 * V(Res) + 5, 0909 * S(Exx2018-2020)$
Exx2018-2021	$1 * V(Res) + 5, 4545 * S(Exx2018-2021)$
Pool ed(1)	$1 * V(Res) + 3, 5833 * V(St(Si(Ex)))$
Pool ed(2)	$1 * V(Res)$

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	$1 * Ex$	$0, 99147 * Pool ed(1) + 0, 0085329 * Pool ed(2)$	1	12, 28
An	$1 * An$	$1 * Pool ed(2)$	3	31
Av	$1 * Av$	$1 * Res$	1	35
2018-201	$1 * 2018-201$	$1 * Res$	1	9
2018-2020	$1 * 2018-2020$	$1 * Res$	1	9
2018-2021	$1 * 2018-2021$	$1 * Res$	1	9
ExxAn	$1 * ExxAn$	$1 * Pool ed(2)$	3	31
ExxAv	$1 * ExxAv$	$1 * Res$	1	35
Exx2018-201	$1 * Exx2018-201$	$1 * Res$	1	9
Exx2018-2020	$1 * Exx2018-2020$	$1 * Res$	1	9
Exx2018-2021	$1 * Exx2018-2021$	$1 * Res$	1	9
St(Si(Ex))	$1 * Pool ed(1)$	$1 * Pool ed(2)$	12	31

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	0, 046863	0, 21648
S(An)	0, 079036	0, 28113
S(Av)	-0, 013602	-0, 11663
S(2018-201)	0, 043626	0, 20887
S(2018-2020)	0, 057427	0, 23964
S(2018-2021)	0, 044469	0, 21088
S(ExxAn)	0, 028329	0, 16831
S(ExxAv)	-0, 035267	-0, 1878
S(Exx2018-201)	-0, 029916	-0, 17296
S(Exx2018-2020)	-0, 03548	-0, 18836

S(Exx2018-2021) 0,0065427 0,080887
 V(St(Si(Ex))) -0,014791 -0,12162
 V(Res) 0,21376 0,46234

PERMANOVA SANS TRPL3

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Shannon SHT MI 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-12;18-30;36-48;54-66

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	14

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-2019	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si(Ex)
 Si(Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si(Ex)) + Si(Ex)
Pool ed(2)	Res + Si(Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	0,040366	0,040366	0,05582	0,812	997
An	3	1,6654	0,55514	2,4869	0,101	999
Av	1	0,011462	0,011462	0,039413	0,842	997
2018-2019	1	0,50791	0,50791	1,9198	0,19	996
2018-2020	1	0,0091603	0,0091603	0,030755	0,874	997
2018-2021	1	0,38346	0,38346	2,1387	0,179	998
ExxAn	3	2,4207	0,8069	3,6147	0,024	999
ExxAv	1	0,19893	0,19893	0,68403	0,422	998
Exx2018-2019	1	0,20535	0,20535	0,77617	0,387	996
Exx2018-2020	1	0,89381	0,89381	3,0009	0,111	998
Exx2018-2021	1	0,4949	0,4949	2,7603	0,12	998

Pool ed(1)	12	8, 7294	0, 72745	3, 2588	0, 002	998
Pool ed(2)	31	6, 9199	0, 22322			
Total	50	19, 176				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 3, 5528*V(St(Si(Ex))) + 22, 738*S(Ex)
An	1*V(Res) + 11, 503*S(An)
Av	1*V(Res) + 17, 041*S(Av)
2018-201	1*V(Res) + 10, 909*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 10, 182*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 10, 909*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 5, 7514*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 8, 5206*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 5, 4545*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 5, 0909*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 5, 4545*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 3, 5833*V(St(Si(Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	0, 99147*Pool ed(1) + 0, 0085329*Pool ed(2)	1	12, 06
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	31
Av	1*Av	1*Res	1	35
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	9
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	9
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	9
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	31
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	35
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	9
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	9
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	9
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	12	31

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-0, 030029	-0, 17329
S(An)	0, 028856	0, 16987
S(Av)	-0, 016393	-0, 12803
S(2018-201)	0, 022306	0, 14935
S(2018-2020)	-0, 028353	-0, 16838
S(2018-2021)	0, 018715	0, 1368
S(ExxAn)	0, 10148	0, 31857
S(ExxAv)	-0, 010784	-0, 10385
S(Exx2018-201)	-0, 010857	-0, 1042
S(Exx2018-2020)	0, 11706	0, 34215
S(Exx2018-2021)	0, 057861	0, 24054
V(St(Si(Ex)))	0, 14071	0, 37512
V(Res)	0, 22322	0, 47247

POST-HOC ANNÉE

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Shannon SHT MI 2018-2021

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	4
Station	St	Random	19

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

PAIR-WISE TESTS

Term 'An'

Groups	t	P(perm)	Unique perms
2018, 2019	1,8764	0,066	997
2018, 2020	0,97752	0,35	999
2018, 2021	2,3168	0,037	995
2019, 2020	2,1815	0,055	999
2019, 2021	4,1642	0,002	999
2020, 2021	0,81711	0,44	998

Denominators

Groups	Denominator	Den. df
2018, 2019	1*Res	14
2018, 2020	1*Res	14
2018, 2021	1*Res	14
2019, 2020	1*Res	15
2019, 2021	1*Res	15
2020, 2021	1*Res	15

Average Distance between/within groups

	2018	2019	2020	2021
2018	0,59068			
2019	0,65662	0,70375		
2020	0,72124	0,81891	0,76924	
2021	0,56431	0,71324	0,64168	0,51425

2.4.4 EVENNESS

PERMDISP

Exposition × Année

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli Equitabilite SHT MI 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 8

Number of samples: 42

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 2,6703 df1: 7 df2: 34

P(perm): 0,08

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(Expose2018, Temoi n2018)	2,3881	0,038
(Expose2018, Expose2019)	4,7429	0,011
(Expose2018, Temoi n2019)	1,4232	0,238
(Expose2018, Expose2020)	2,0935	0,291
(Expose2018, Temoi n2020)	2,0445	0,175
(Expose2018, Expose2021)	8,7193	0,226
(Expose2018, Temoi n2021)	0,61293	0,596
(Temoi n2018, Expose2019)	0,45872	0,636
(Temoi n2018, Temoi n2019)	0,79487	0,513
(Temoi n2018, Expose2020)	1,2156	0,351
(Temoi n2018, Temoi n2020)	0,46309	0,653
(Temoi n2018, Expose2021)	0,80515	0,244
(Temoi n2018, Temoi n2021)	2,9156	0,02
(Expose2019, Temoi n2019)	0,38885	0,837
(Expose2019, Expose2020)	2,3941	0,251
(Expose2019, Temoi n2020)	0,089251	0,96
(Expose2019, Expose2021)	2,569	0,16
(Expose2019, Temoi n2021)	2,3897	0,061
(Temoi n2019, Expose2020)	0,58379	0,77
(Temoi n2019, Temoi n2020)	0,2729	0,817
(Temoi n2019, Expose2021)	1,0821	0,228
(Temoi n2019, Temoi n2021)	2,0863	0,14
(Expose2020, Temoi n2020)	0,92702	0,712
(Expose2020, Expose2021)	No test	
(Expose2020, Temoi n2021)	0,7855	0,716
(Temoi n2020, Expose2021)	1,096	0,334
(Temoi n2020, Temoi n2021)	2,1129	0,165
(Expose2021, Temoi n2021)	1,8496	0,105

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
Expose2018	4	0,24981	0,012813
Temoi n2018	8	0,1021	0,042269
Expose2019	5	0,12805	0,020349
Temoi n2019	8	0,15229	0,046911
Expose2020	2	0,20957	0
Temoi n2020	5	0,13283	0,049476
Expose2021	1	0	Undefi ned
Temoi n2021	9	0,29809	0,050963

Exposition × Période

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli Equitabilite SHT MI 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 42

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 1,8657 df1: 3 df2: 38

P(perm): 0,266

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(ExposeAvant, Temoi nAvant)	2,3881	0,05
(ExposeAvant, ExposeApres)	1,7449	0,133
(ExposeAvant, Temoi nApres)	0,47485	0,706
(Temoi nAvant, ExposeApres)	1,0051	0,342
(Temoi nAvant, Temoi nApres)	1,8833	0,12
(ExposeApres, Temoi nApres)	0,96446	0,436

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
ExposeAvant	4	0,24981	0,012813
Temoi nAvant	8	0,1021	0,042269
ExposeApres	8	0,15783	0,035887
Temoi nApres	22	0,21345	0,032038

PERMANOVA

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Equitabilite SHT MI 2018-2021

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	Level s
Exposi ti on	Ex	Fi xed	2
Si te	Si	Random	4
Annee	An	Fi xed	4
Stati on	St	Random	17

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	0,045654	0,045654	0,76256	0,4	998
An	3	0,060946	0,020315	0,30349	0,829	999
Av	1	0,011411	0,011411	0,19256	0,641	993
2018-201	1	0,034241	0,034241	0,80899	0,376	998
2018-2020	1	3,4556E-05	3,4556E-05	0,00037434	0,986	993
2018-2021	1	0,058367	0,058367	0,96149	0,403	998
ExxAn	3	0,085513	0,028504	0,42583	0,743	998
ExxAv	1	0,026816	0,026816	0,4525	0,531	994
Exx2018-201	1	0,0057443	0,0057443	0,13572	0,724	996
Exx2018-2020	1	0,080723	0,080723	0,87447	0,396	999
Exx2018-2021	1	0,085868	0,085868	1,4145	0,298	998
Pool ed(1)	15	0,77398	0,051599	0,77085	0,694	997
Pool ed(2)	19	1,2718	0,066938			
Total	41	2,2757				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 1,0445*V(St(Si (Ex))) + 6,9632*S(Ex)
An	1*V(Res) + 6,4485*S(An)
Av	1*V(Res) + 12,962*S(Av)
2018-201	1*V(Res) + 10,182*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 5,7143*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 3,4286*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 3,2242*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 6,4811*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 5,0909*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 2,8571*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 1,7143*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 2,2667*V(St(Si (Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	0,4608*Pool ed(1) + 0,5392*Pool ed(2)	1	33,73
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	19
Av	1*Av	1*Res	1	23
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	9
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	5

2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	5
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	19
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	23
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	9
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	5
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	5
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	15	19

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-0,0020415	-0,045183
S(An)	-0,00723	-0,085029
S(Av)	-0,0036916	-0,060759
S(2018-201)	-0,00079404	-0,028179
S(2018-2020)	-0,016148	-0,12708
S(2018-2021)	-0,00068187	-0,026113
S(ExxAn)	-0,01192	-0,10918
S(ExxAv)	-0,0050063	-0,070755
S(Exx2018-201)	-0,0071856	-0,084768
S(Exx2018-2020)	-0,0040558	-0,063685
S(Exx2018-2021)	0,014678	0,12115
V(St(Si (Ex)))	-0,0067671	-0,082262
V(Res)	0,066938	0,25872

PERMANOVA SANS TRPL1

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Equitabilite SHT MI 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-33;36-42

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)

Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	9, 559E-05	9, 559E-05	0, 0017661	0, 976	999
An	3	0, 060946	0, 020315	0, 30349	0, 815	999
Av	1	0, 011411	0, 011411	0, 19256	0, 672	999
2018-201	1	0, 034241	0, 034241	0, 80899	0, 39	997
2018-2020	1	3, 4556E-05	3, 4556E-05	0, 00037434	0, 985	997
2018-2021	1	0, 058367	0, 058367	0, 96149	0, 397	997
ExxAn	3	0, 085513	0, 028504	0, 42583	0, 742	999
ExxAv	1	0, 026816	0, 026816	0, 4525	0, 511	996
Exx2018-201	1	0, 0057443	0, 0057443	0, 13572	0, 686	995
Exx2018-2020	1	0, 080723	0, 080723	0, 87447	0, 386	997
Exx2018-2021	1	0, 085868	0, 085868	1, 4145	0, 28	998
Pool ed(1)	13	0, 53272	0, 040978	0, 61219	0, 814	999
Pool ed(2)	19	1, 2718	0, 066938			
Total	39	2, 1015				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 1, 2148*V(St(Si (Ex))) + 8, 099*S(Ex)
An	1*V(Res) + 6, 4485*S(An)
Av	1*V(Res) + 12, 962*S(Av)
2018-201	1*V(Res) + 10, 182*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 5, 7143*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 3, 4286*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 3, 2242*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 6, 4811*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 5, 0909*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 2, 8571*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 1, 7143*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 2, 4615*V(St(Si (Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	0, 49353*Pool ed(1) + 0, 50647*Pool ed(2)	1	31, 86
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	19
Av	1*Av	1*Res	1	23
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	9
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	5
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	5
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	19
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	23
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	9
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	5
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	5
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	19

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-0, 0066712	-0, 081678
S(An)	-0, 00723	-0, 085029
S(Av)	-0, 0036916	-0, 060759
S(2018-201)	-0, 00079404	-0, 028179
S(2018-2020)	-0, 016148	-0, 12708
S(2018-2021)	-0, 00068187	-0, 026113
S(ExxAn)	-0, 01192	-0, 10918

S(ExxAv)	-0,0050063	-0,070755
S(Exx2018-201)	-0,0071856	-0,084768
S(Exx2018-2020)	-0,0040558	-0,063685
S(Exx2018-2021)	0,014678	0,12115
V(St(Si(Ex)))	-0,010546	-0,10269
V(Res)	0,066938	0,25872

PERMANOVA SANS TRPL2

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Equitabilite SHT MI 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-4;10-17;23-27;33-35;41;42

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	4
Station	St	Random	12

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si(Ex)

Si(Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms

Pooled St(Si(Ex)) + Si(Ex)

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Ex	1	0,13199	0,13199	1,7794	0,229	997
An	3	0,30425	0,10142	1,3102	0,347	999
Av	1	0,0025564	0,0025564	0,028344	0,886	995
2018-201	1	0,070989	0,070989	1,641	0,255	995
2018-2020	1	0,029434	0,029434	0,13042	0,8808	16
2018-2021	1	0,16649	0,16649	No test		
ExxAn**	2	0,078248	0,039124	0,50546	0,628	999
ExxAv	1	0,0081424	0,0081424	0,090278	0,777	999
Exx2018-201	1	0,035106	0,035106	0,81151	0,425	997

Exx2018-2020**	0	0	No test		
Exx2018-2021	1	8, 9099E-08	8, 9099E-08	No test	
Pool ed	10	0, 70768	0, 070768	0, 91428	0, 527 999
Res	5	0, 38701	0, 077403		
Total	21	1, 3792			

** Term has one or more empty cells

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(Res) + 0, 72947 * V(St(Si(Ex))) + 3, 8905 * S(Ex)$
An	$1 * V(Res) + 3, 0936 * S(An)$
Av	$1 * V(Res) + 6, 2946 * S(Av)$
2018-201	$1 * V(Res) + 5, 3333 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(Res) + 2 * S(2018-2020)$
2018-2021	$2 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(Res) + 1, 8476 * S(ExxAn)$
ExxAv	$1 * V(Res) + 3, 1473 * S(ExxAv)$
Exx2018-201	$1 * V(Res) + 2, 6667 * S(Exx2018-201)$
Exx2018-2020	
Exx2018-2021	$1 * S(Exx2018-2021)$
Pool ed	$1 * V(Res) + 1, 5 * V(St(Si(Ex)))$
Res	$1 * V(Res)$

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	$1 * Ex$	$0, 48631 * Pool\ ed + 0, 51369 * Res$	1	12, 66
An	$1 * An$	$1 * Res$	3	5
Av	$1 * Av$	$1 * Res$	1	8
2018-201	$1 * 2018-201$	$1 * Res$	1	4
2018-2020	$1 * 2018-2020$	$1 * Res$	1	1
2018-2021			0	0
ExxAn	$1 * ExxAn$	$1 * Res$	2	5
ExxAv	$1 * ExxAv$	$1 * Res$	1	8
Exx2018-201	$1 * Exx2018-201$	$1 * Res$	1	4
Exx2018-2020			0	0
Exx2018-2021			0	0
St(Si(Ex))	$1 * Pool\ ed$	$1 * Res$	10	5

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	0, 01486	0, 1219
S(An)	0, 0077626	0, 088106
S(Av)	-0, 013922	-0, 11799
S(2018-201)	0, 005199	0, 072104
S(2018-2020)	-0, 098131	-0, 31326
S(2018-2021)	No test	
S(ExxAn)	-0, 020718	-0, 14394
S(ExxAv)	-0, 02607	-0, 16146
S(Exx2018-201)	-0, 0030578	-0, 055297
S(Exx2018-2020)	No test	
S(Exx2018-2021)	No test	
V(St(Si(Ex)))	-0, 0044231	-0, 066507
V(Res)	0, 077403	0, 27821

PERMANOVA SANS TRPL3

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Equitabilite SHT MI 2018-2021

Data type: Distance
 Selection: 1-9;13-22;26-40
 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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	12

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneeXStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
 Si (Ex) xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms
 Pooled St(Si (Ex)) + Si (Ex)

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	0,07295	0,07295	1,4503	0,241	995
An	3	0,016668	0,0055561	0,089512	0,958	999
Av	1	0,012519	0,012519	0,23063	0,637	999
2018-201	1	0,010913	0,010913	0,22225	0,657	996
2018-2020	1	3,4556E-05	3,4556E-05	0,00037434	0,987	998
2018-2021	1	0,032582	0,032582	0,70972	0,458	998
ExxAn	3	0,1177	0,039233	0,63206	0,622	998
ExxAv	1	0,027593	0,027593	0,50831	0,484	997
Exx2018-201	1	5,6953E-06	5,6953E-06	0,00011599	0,991	999
Exx2018-2020	1	0,080723	0,080723	0,87447	0,387	997
Exx2018-2021	1	0,12016	0,12016	2,6174	0,17	997
Pool ed	10	0,32145	0,032145	0,51787	0,871	998
Res	16	0,99314	0,062071			
Total	33	1,5616				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 1,0227 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 5,4545 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 5,9788 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 11,757 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 8,8889 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 5,7143 * S(2018-2020)$

2018-2021	1*V(Res) + 3,3333*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 2,9894*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 5,8784*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 4,4444*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 2,8571*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 1,6667*S(Exx2018-2021)
Pool ed	1*V(Res) + 2,6*V(St(Si(Ex)))
Res	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	0,39336*Pool ed + 0,60664*Res	1	24,19
An	1*An	1*Res	3	16
Av	1*Av	1*Res	1	20
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	7
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	5
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	4
ExxAn	1*ExxAn	1*Res	3	16
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	20
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	7
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	5
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	4
St(Si(Ex))	1*Pool ed	1*Res	10	16

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	0,0041526	0,064441
S(An)	-0,0094525	-0,097224
S(Av)	-0,0035524	-0,059602
S(2018-201)	-0,0042962	-0,065546
S(2018-2020)	-0,016148	-0,12708
S(2018-2021)	-0,0039978	-0,063228
S(ExxAn)	-0,0076397	-0,087406
S(ExxAv)	-0,0045405	-0,067384
S(Exx2018-201)	-0,011047	-0,1051
S(Exx2018-2020)	-0,0040558	-0,063685
S(Exx2018-2021)	0,044552	0,21107
V(St(Si(Ex)))	-0,01151	-0,10729
V(Res)	0,062071	0,2491

2.4.5 CHIRONOMIDES**PERMDISP****Exposition × Année**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli Chironomide SHT MI 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 8

Number of samples: 80

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 0,89906 df1: 7 df2: 72

P(perm): 0,863

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(Expose2018, Temoi n2018)	0, 2645	0, 824
(Expose2018, Expose2019)	0, 14695	0, 883
(Expose2018, Temoi n2019)	0, 3578	0, 821
(Expose2018, Expose2020)	0, 016488	1
(Expose2018, Temoi n2020)	0, 79709	0, 586
(Expose2018, Expose2021)	1, 3285	0, 31
(Expose2018, Temoi n2021)	1, 4259	0, 277
(Temoi n2018, Expose2019)	0, 033921	0, 979
(Temoi n2018, Temoi n2019)	0, 20545	0, 869
(Temoi n2018, Expose2020)	0, 25063	0, 847
(Temoi n2018, Temoi n2020)	0, 83022	0, 557
(Temoi n2018, Expose2021)	1, 8528	0, 142
(Temoi n2018, Temoi n2021)	1, 8496	0, 16
(Expose2019, Temoi n2019)	0, 15895	0, 912
(Expose2019, Expose2020)	0, 13983	0, 745
(Expose2019, Temoi n2020)	0, 59278	0, 664
(Expose2019, Expose2021)	1, 3714	0, 402
(Expose2019, Temoi n2021)	1, 2869	0, 408
(Temoi n2019, Expose2020)	0, 34813	0, 848
(Temoi n2019, Temoi n2020)	0, 51258	0, 755
(Temoi n2019, Expose2021)	1, 3994	0, 395
(Temoi n2019, Temoi n2021)	1, 4013	0, 315
(Expose2020, Temoi n2020)	0, 82054	0, 621
(Expose2020, Expose2021)	1, 4739	0, 572
(Expose2020, Temoi n2021)	1, 4986	0, 388
(Temoi n2020, Expose2021)	1, 5528	0, 314
(Temoi n2020, Temoi n2021)	1, 1353	0, 415
(Expose2021, Temoi n2021)	0, 75004	0, 552

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
Expose2018	5	122, 9	52, 819
Temoi n2018	15	111, 5	18, 207
Expose2019	5	112, 85	43, 429
Temoi n2019	15	105, 64	21, 966
Expose2020	5	121, 74	46, 422
Temoi n2020	15	92, 11	14, 625
Expose2021	5	50, 435	13, 614
Temoi n2021	15	69, 372	13, 684

Exposition × Période

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli Chironomide SHT MI 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4
Number of samples: 80

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 0,57092 df1: 3 df2: 76
P(perm): 0,828

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(ExposeAvant, Temoi nAvant)	0,2645	0,801
(ExposeAvant, ExposeApres)	0,55258	0,639
(ExposeAvant, Temoi nApres)	0,98854	0,53
(Temoi nAvant, ExposeApres)	0,53208	0,668
(Temoi nAvant, Temoi nApres)	1,1178	0,421
(ExposeApres, Temoi nApres)	0,36194	0,818

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
ExposeAvant	5	122,9	52,819
Temoi nAvant	15	111,5	18,207
ExposeApres	15	96,404	21,754
Temoi nApres	45	88,595	10,158

PERMANOVA

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Chironomide SHT MI 2018-2021
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	Level s
Exposi ti on	Ex	Fi xed	2
Si te	Si	Random	4
Annee	An	Fi xed	4
Stati on	St	Random	20

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)

Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	30768	30768	0,98744	0,319	487
An	3	81466	27155	2,3884	0,072	999
Av	1	73662	73662	6,8595	0,018	999
2018-201	1	29127	29127	2,0656	0,176	996
2018-2020	1	62193	62193	3,6929	0,088	998
2018-2021	1	59905	59905	6,323	0,024	996
ExxAn	3	23023	7674,3	0,67497	0,569	997
ExxAv	1	22627	22627	2,107	0,149	997
Exx2018-201	1	12646	12646	0,8968	0,339	998
Exx2018-2020	1	15302	15302	0,90859	0,323	996
Exx2018-2021	1	17503	17503	1,8475	0,184	993
Pool ed(1)	18	5,6086E+05	31159	2,7405	0,006	999
Pool ed(2)	54	6,1397E+05	11370			
Total	79	1,2884E+06				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 4*V(St(Si (Ex))) + 30*S(Ex)
An	1*V(Res) + 15*S(An)
Av	1*V(Res) + 22,5*S(Av)
2018-201	1*V(Res) + 15*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 15*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 15*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 7,5*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 11,25*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 7,5*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 7,5*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 7,5*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 4*V(St(Si (Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	1*Pool ed(1)	1	18
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	54
Av	1*Av	1*Res	1	58
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	18
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	18
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	18
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	54
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	58
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	18
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	18
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	18
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	18	54

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-13,045	-3,6117
S(An)	1052,4	32,44
S(Av)	2796,6	52,883
S(2018-201)	1001,7	31,65

S(2018-2020)	3023, 5	54, 986
S(2018-2021)	3362, 1	57, 983
S(ExxAn)	-492, 73	-22, 198
S(ExxAv)	1056, 7	32, 507
S(Exx2018-201)	-194, 03	-13, 93
S(Exx2018-2020)	-205, 26	-14, 327
S(Exx2018-2021)	1070, 6	32, 719
V(St(Si (Ex)))	4947, 3	70, 337
V(Res)	11370	106, 63

PERMANOVA SANS TRPL1

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Chironomide SHT MI 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-5;11-25;31-45;51-65;71-80

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	9, 5296	9, 5296	0, 00040599	0, 982	435
An	3	93182	31061	2, 0139	0, 107	998
Av	1	83512	83512	5, 8638	0, 006	998
2018-201	1	32150	32150	1, 6684	0, 219	997
2018-2020	1	71585	71585	3, 1703	0, 095	997

2018-2021	1	68124	68124	5,4626	0,034	996
ExxAn	3	11930	3976,6	0,25783	0,844	998
ExxAv	1	11820	11820	0,82994	0,358	999
Exx2018-201	1	7678,2	7678,2	0,39845	0,551	998
Exx2018-2020	1	7088,8	7088,8	0,31394	0,58	993
Exx2018-2021	1	8927,6	8927,6	0,71587	0,422	996
Pool ed(1)	13	3,0515E+05	23473	1,5219	0,146	996
Pool ed(2)	39	6,0149E+05	15423			
Total	59	1,0012E+06				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26,667 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(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*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-879,87	-29,663
S(An)	1172,8	34,247
S(Av)	3463,5	58,852
S(2018-201)	965,98	31,08
S(2018-2020)	3675,4	60,625
S(2018-2021)	4174	64,606
S(ExxAn)	-1717	-41,436
S(ExxAv)	-242,2	-15,563
S(Exx2018-201)	-1738,8	-41,699
S(Exx2018-2020)	-2323,7	-48,205
S(Exx2018-2021)	-531,5	-23,054
V(St(Si(Ex)))	2012,5	44,86
V(Res)	15423	124,19

PERMANOVA SANS TRPL2

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Chironomide SHT MI 2018-2021
 Data type: Distance
 Selection: 1-10;16-30;36-50;56-70;76-80
 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	Level s
Exposi ti on	Ex	Fi xed	2
Si te	Si	Random	3
Annee	An	Fi xed	4
Stati on	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
 Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	17562	17562	0, 46594	0, 518	443
An	3	53829	17943	1, 3627	0, 245	999
Av	1	49350	49350	4, 0825	0, 051	999
2018-201	1	21480	21480	1, 2813	0, 282	996
2018-2020	1	33964	33964	1, 9046	0, 192	999
2018-2021	1	45495	45495	4, 6146	0, 048	997
ExxAn	3	33041	11014	0, 83646	0, 499	999
ExxAv	1	30819	30819	2, 5496	0, 106	997
Exx2018-201	1	14488	14488	0, 8642	0, 395	996
Exx2018-2020	1	28041	28041	1, 5725	0, 248	994
Exx2018-2021	1	20220	20220	2, 0509	0, 176	998
Pool ed(1)	13	4, 8999E+05	37691	2, 8626	0, 009	998
Pool ed(2)	39	5, 1351E+05	13167			
Total	59	1, 0883E+06				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 4*V(St(Si (Ex))) + 26, 667*S(Ex)
An	1*V(Res) + 13, 333*S(An)
Av	1*V(Res) + 20*S(Av)

2018-201	1*V(Res) + 13,333*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 13,333*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 13,333*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 6,6667*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 10*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 6,6667*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 6,6667*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 6,6667*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 4*V(St(Si(Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	1*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-754,86	-27,475
S(An)	358,21	18,926
S(Av)	1863,1	43,164
S(2018-201)	353,65	18,806
S(2018-2020)	1209,9	34,783
S(2018-2021)	2672,7	51,698
S(ExxAn)	-322,99	-17,972
S(ExxAv)	1873,1	43,28
S(Exx2018-201)	-341,5	-18,48
S(Exx2018-2020)	1531,3	39,132
S(Exx2018-2021)	1554,1	39,423
V(St(Si(Ex)))	6131,1	78,301
V(Res)	13167	114,75

PERMANOVA SANS TRPL3

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Chironomide SHT MI 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-15;21-35;41-55;61-75

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2

Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	1,3446E+05	1,3446E+05	10,794	0,008	427
An	3	75366	25122	2,3408	0,091	999
Av	1	65803	65803	6,5563	0,017	993
2018-201	1	24603	24603	1,8162	0,208	996
2018-2020	1	64273	64273	3,0527	0,095	996
2018-2021	1	47512	47512	5,0831	0,045	998
ExxAn	3	21557	7185,7	0,66955	0,596	999
ExxAv	1	19932	19932	1,986	0,163	995
Exx2018-201	1	12117	12117	0,89451	0,379	996
Exx2018-2020	1	9648,7	9648,7	0,45828	0,518	998
Exx2018-2021	1	18911	18911	2,0233	0,189	996
Pool ed(1)	13	1,6195E+05	12457	1,1607	0,329	998
Pool ed(2)	39	4,1856E+05	10732			
Total	59	7,9728E+05				

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

Source	EMS
Ex	$1 \cdot V(\text{Res}) + 4 \cdot V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26,667 \cdot S(\text{Ex})$
An	$1 \cdot V(\text{Res}) + 13,333 \cdot S(\text{An})$
Av	$1 \cdot V(\text{Res}) + 20 \cdot S(\text{Av})$
2018-201	$1 \cdot V(\text{Res}) + 13,333 \cdot S(2018-201)$
2018-2020	$1 \cdot V(\text{Res}) + 13,333 \cdot S(2018-2020)$
2018-2021	$1 \cdot V(\text{Res}) + 13,333 \cdot S(2018-2021)$
ExxAn	$1 \cdot V(\text{Res}) + 6,6667 \cdot S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 \cdot V(\text{Res}) + 10 \cdot S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 \cdot V(\text{Res}) + 6,6667 \cdot S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 \cdot V(\text{Res}) + 6,6667 \cdot S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 \cdot V(\text{Res}) + 6,6667 \cdot S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 \cdot V(\text{Res}) + 4 \cdot V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 \cdot V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	$1 \cdot \text{Ex}$	$1 \cdot \text{Pool ed}(1)$	1	13
An	$1 \cdot \text{An}$	$1 \cdot \text{Pool ed}(2)$	3	39

Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	4575, 2	67, 64
S(An)	1079, 2	32, 852
S(Av)	2788, 3	52, 805
S(2018-201)	829, 25	28, 797
S(2018-2020)	3241, 4	56, 933
S(2018-2021)	2862, 4	53, 501
S(ExxAn)	-531, 97	-23, 065
S(ExxAv)	989, 58	31, 458
S(Exx2018-201)	-214, 35	-14, 641
S(Exx2018-2020)	-1710, 8	-41, 362
S(Exx2018-2021)	1434, 7	37, 877
V(St(Si (Ex)))	431, 3	20, 768
V(Res)	10732	103, 6

POST-HOC ANNÉE

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Chironomide SHT MI 2018-2021

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	4
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	20

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

PAIR-WISE TESTS

Term 'An'

Groups	t	P(perm)	Uni que perms
2018, 2019	1, 4372	0, 154	999
2018, 2020	1, 9217	0, 081	998
2018, 2021	2, 5146	0, 027	998
2019, 2020	0, 66484	0, 527	994
2019, 2021	0, 8172	0, 435	996
2020, 2021	0, 062081	0, 948	996

Denominators

Groups	Denomi nator	Den. df
2018, 2019	1*Res	18
2018, 2020	1*Res	18
2018, 2021	1*Res	18
2019, 2020	1*Res	18
2019, 2021	1*Res	18
2020, 2021	1*Res	18

Average Distance between/within groups

	2018	2019	2020	2021
2018	169, 6			
2019	155, 98	142, 88		
2020	152, 75	128, 39	121, 21	
2021	136, 23	115, 98	107, 83	92, 41

2.4.6 EPT

PERMDISP

Exposition × Année

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli EPT SHT MI 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 8

Number of samples: 80

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 6,31 df1: 7 df2: 72

P(perm): 0,051

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(Expose2018, Temoi n2018)	1, 8873	0, 254
(Expose2018, Expose2019)	2, 6667	0, 008

(Expose2018, Temoi n2019)	∞	0,001
(Expose2018, Expose2020)	∞	0,001
(Expose2018, Temoi n2020)	3,1193	0,043
(Expose2018, Expose2021)	NaN	0,001
(Expose2018, Temoi n2021)	1,1989	0,337
(Temoi n2018, Expose2019)	0,82351	0,69
(Temoi n2018, Temoi n2019)	3,329	0,001
(Temoi n2018, Expose2020)	1,8873	0,272
(Temoi n2018, Temoi n2020)	0,69648	0,825
(Temoi n2018, Expose2021)	1,8873	0,259
(Temoi n2018, Temoi n2021)	3,329	0,001
(Expose2019, Temoi n2019)	4,899	0,001
(Expose2019, Expose2020)	2,6667	0,012
(Expose2019, Temoi n2020)	0,79394	0,573
(Expose2019, Expose2021)	2,6667	0,006
(Expose2019, Temoi n2021)	4,899	0,001
(Temoi n2019, Expose2020)	∞	0,001
(Temoi n2019, Temoi n2020)	5,5018	0,001
(Temoi n2019, Expose2021)	∞	0,001
(Temoi n2019, Temoi n2021)	2,0952	0,001
(Expose2020, Temoi n2020)	3,1193	0,055
(Expose2020, Expose2021)	∞	0,001
(Expose2020, Temoi n2021)	1,21	0,242
(Temoi n2020, Expose2021)	3,1193	0,047
(Temoi n2020, Temoi n2021)	5,5018	0,001
(Expose2021, Temoi n2021)	1,1989	0,329

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Size	Average	SE
Expose2018	5	2,2204E-16	0
Temoi n2018	15	8,3736	2,5154
Expose2019	5	4,6377	1,7391
Temoi n2019	15	4,4409E-16	0
Expose2020	5	0	0
Temoi n2020	15	6,4412	1,1707
Expose2021	5	2,2204E-16	0
Temoi n2021	15	2,4247E-14	1,1361E-14

Exposition × Période

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli EPT SHT MI 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 80

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 5,3909 df1: 3 df2: 76

P(perm): 0,158

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(ExposeAvant, Temoi nAvant)	1,8873	0,256
(ExposeAvant, ExposeApres)	1,2211	0,218
(ExposeAvant, Temoi nApres)	1,5116	0,218
(Temoi nAvant, ExposeApres)	2,4782	0,227
(Temoi nAvant, Temoi nApres)	3,0693	0,064
(ExposeApres, Temoi nApres)	0,89107	0,61

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
ExposeAvant	5	2,2204E-16	0
Temoi nAvant	15	8,3736	2,5154
ExposeApres	15	1,8035	0,83736
Temoi nApres	45	2,8628	0,62553

PERMANOVA

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli EPT SHT MI 2018-2021

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	Level s
Exposi ti on	Ex	Fi xed	2
Si te	Si	Random	4
Annee	An	Fi xed	4
Stati on	St	Random	20

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Uni que

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	perms
Ex	1	42,883	42,883	1,1193	0,387	12
An	3	58,636	19,545	0,38116	0,749	999
Av	1	14,294	14,294	0,27358	0,593	994
2018-201	1	7,0013	7,0013	0,098901	0,782	951
2018-2020	1	9,3461E-13	9,3461E-13	1,0159E-14	1	811
2018-2021	1	43,758	43,758	0,66176	0,421	651
ExxAn	3	163,66	54,552	1,0638	0,382	998
ExxAv	1	49,301	49,301	0,94359	0,322	990
Exx2018-201	1	112,02	112,02	1,5824	0,214	928
Exx2018-2020	1	-1,1988E-13	-1,1988E-13	Negati ve		
Exx2018-2021	1	43,758	43,758	0,66176	0,426	653
Pool ed(1)	18	689,63	38,313	0,74716	0,804	997
Pool ed(2)	54	2769	51,278			
Total	79	3883,1				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 4*V(St(Si(Ex))) + 30*S(Ex)
An	1*V(Res) + 15*S(An)
Av	1*V(Res) + 22,5*S(Av)
2018-201	1*V(Res) + 15*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 15*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 15*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 7,5*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 11,25*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 7,5*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 7,5*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 7,5*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 4*V(St(Si(Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	1*Pool ed(1)	1	18
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	54
Av	1*Av	1*Res	1	58
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	18
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	18
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	18
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	54
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	58
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	18
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	18
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	18
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	18	54

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	0,15234	0,39031
S(An)	-2,1155	-1,4545
S(Av)	-1,6868	-1,2988
S(2018-201)	-4,2527	-2,0622
S(2018-2020)	-7,3903	-2,7185
S(2018-2021)	-1,491	-1,2211
S(ExxAn)	0,4365	0,66068
S(ExxAv)	-0,26199	-0,51185
S(Exx2018-201)	5,4973	2,3446
S(Exx2018-2020)	-14,781	-3,8446
S(Exx2018-2021)	-2,982	-1,7269
V(St(Si(Ex)))	-3,2414	-1,8004
V(Res)	51,278	7,1609

PERMANOVA SANS TRPL1

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli EPT SHT MI 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-5;11-25;31-45;51-65;71-80

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)

Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	112,02	112,02	2,8299	0,146	18
An	3	126,02	42,008	0,63158	0,593	999
Av	1	37,34	37,34	0,54024	0,484	998
2018-201	1	31,506	31,506	0,34513	0,592	961
2018-2020	1	-1,5588E-13	-1,5588E-13	Negati ve		
2018-2021	1	87,517	87,517	1,0317	0,334	828
ExxAn	3	266,05	88,684	1,3333	0,283	999
ExxAv	1	84,016	84,016	1,2155	0,278	997
Exx2018-201	1	171,53	171,53	1,8791	0,211	984
Exx2018-2020	1	-3,6104E-13	-3,6104E-13	Negati ve		
Exx2018-2021	1	87,517	87,517	1,0317	0,344	831
Pool ed(1)	13	514,6	39,584	0,59514	0,881	996
Pool ed(2)	39	2594	66,513			
Total	59	3777,2				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26,667 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(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*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	2,7164	1,6481
S(An)	-1,8378	-1,3557
S(Av)	-1,5889	-1,2605
S(2018-201)	-4,4835	-2,1174
S(2018-2020)	-11,512	-3,3929
S(2018-2021)	0,20196	0,4494
S(ExxAn)	3,3256	1,8236
S(ExxAv)	1,4898	1,2206
S(Exx2018-201)	12,037	3,4694
S(Exx2018-2020)	-23,024	-4,7983
S(Exx2018-2021)	0,40392	0,63555
V(St(Si(Ex)))	-6,732	-2,5946
V(Res)	66,513	8,1555

PERMANOVA SANS TRPL2

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli EPT SHT MI 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-10;16-30;36-50;56-70;76-80

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	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneeStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Ex	1	15,753	15,753	0,34513	0,85	5
An	3	117,27	39,091	0,85644	0,489	999
Av	1	98,602	98,602	2,3449	0,147	997
2018-201	1	31,506	31,506	0,34513	0,56	965
2018-2020	1	87,517	87,517	1,0317	0,347	838
2018-2021	1	87,517	87,517	1,0317	0,332	837
ExxAn	3	187,29	62,429	1,3677	0,275	999
ExxAv	1	168,62	168,62	4,01	0,053	996
Exx2018-201	1	171,53	171,53	1,8791	0,217	986
Exx2018-2020	1	87,517	87,517	1,0317	0,337	823
Exx2018-2021	1	87,517	87,517	1,0317	0,31	853
Pool ed(1)	13	593,36	45,643	1	0,443	999
Pool ed(2)	39	1780,1	45,643			
Total	59	2814,5				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26,667 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(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*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-1, 1209	-1, 0587
S(An)	-0, 49144	-0, 70103
S(Av)	2, 8277	1, 6816
S(2018-201)	-4, 4835	-2, 1174
S(2018-2020)	0, 20196	0, 4494
S(2018-2021)	0, 20196	0, 4494
S(ExxAn)	2, 5178	1, 5868
S(ExxAv)	12, 657	3, 5576
S(Exx2018-201)	12, 037	3, 4694
S(Exx2018-2020)	0, 40392	0, 63555
S(Exx2018-2021)	0, 40392	0, 63555
V(St(Si (Ex)))	4, 2633E-14	2, 0648E-07
V(Res)	45, 643	6, 756

PERMANOVA SANS TRPL3

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli EPT SHT MI 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-15;21-35;41-55;61-75

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	Level s
Exposi ti on	Ex	Fi xed	2
Si te	Si	Random	3
Annee	An	Fi xed	4
Stati on	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)

Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)

Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	15,753	15,753	0,90698	0,47	7
An	3	117,27	39,091	2,2506	0,076	998
Av	1	28,589	28,589	1,1647	0,298	996
2018-201	1	14,003	14,003	2,1667	0,168	577
2018-2020	1	87,517	87,517	3,0952	0,113	942
2018-2021	1	0	0	Denomi nator is 0		
ExxAn	3	187,29	62,429	3,5943	0,028	998
ExxAv	1	5,251	5,251	0,21393	0,662	999
Exx2018-201	1	14,003	14,003	2,1667	0,198	578
Exx2018-2020	1	87,517	87,517	3,0952	0,1	946
Exx2018-2021	1	0	0	Denomi nator is 0		
Pool ed(1)	13	225,79	17,369	1	0,454	998
Pool ed(2)	39	677,38	17,369			
Total	59	1344,3				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26,667 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	1*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	0	0
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	0	0
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-0,060588	-0,24615
S(An)	1,6292	1,2764
S(Av)	0,20217	0,44963
S(2018-201)	0,56549	0,75199
S(2018-2020)	4,4432	2,1079
S(2018-2021)	0	0
S(ExxAn)	6,759	2,5998
S(ExxAv)	-1,9294	-1,389
S(Exx2018-201)	1,131	1,0635
S(Exx2018-2020)	8,8863	2,981
S(Exx2018-2021)	0	0
V(St(Si(Ex)))	2,6645E-15	5,1619E-08
V(Res)	17,369	4,1676

2.4.7 EPT/C**PERMDISP****Exposition × Année**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli EPTC SHT MI 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 8

Number of samples: 69

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 8,7107 df1: 7 df2: 61

P(perm): 0,033

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(Expose2018, Temoi n2018)	2,0622	0,304
(Expose2018, Expose2019)	2,6667	0,007
(Expose2018, Temoi n2019)	∞	0,001
(Expose2018, Expose2020)	∞	0,001
(Expose2018, Temoi n2020)	2,3733	0,076
(Expose2018, Expose2021)	NaN	0,001
(Expose2018, Temoi n2021)	1,1556	0,365
(Temoi n2018, Expose2019)	1,4895	0,612
(Temoi n2018, Temoi n2019)	3,4034	0,001
(Temoi n2018, Expose2020)	1,8356	0,249
(Temoi n2018, Temoi n2020)	3,3463	0,002
(Temoi n2018, Expose2021)	2,0622	0,317
(Temoi n2018, Temoi n2021)	3,4034	0,001
(Expose2019, Temoi n2019)	4,5325	0,001
(Expose2019, Expose2020)	2,3518	0,084

(Expose2019, Temoi n2020)	2,3334	0,064
(Expose2019, Expose2021)	2,6667	0,009
(Expose2019, Temoi n2021)	4,5325	0,001
(Temoi n2019, Expose2020)	NaN	0,001
(Temoi n2019, Temoi n2020)	3,8998	0,001
(Temoi n2019, Expose2021)	∞	0,001
(Temoi n2019, Temoi n2021)	1,9646	0,001
(Expose2020, Temoi n2020)	2,115	0,21
(Expose2020, Expose2021)	∞	0,001
(Expose2020, Temoi n2021)	1,0655	0,369
(Temoi n2020, Expose2021)	2,3733	0,067
(Temoi n2020, Temoi n2021)	3,8998	0,001
(Expose2021, Temoi n2021)	1,1556	0,349

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
Expose2018	5	1,3878E-17	0
Temoi n2018	11	0,042149	0,013519
Expose2019	5	0,011429	0,0042857
Temoi n2019	13	0	0
Expose2020	4	0	0
Temoi n2020	13	0,68047	0,17449
Expose2021	5	1,3878E-17	0
Temoi n2021	13	4,142E-16	2,1083E-16

Exposition × Période

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli EPTC SHT MI 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 69

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 3,2128 df1: 3 df2: 65

P(perm): 0,246

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(ExposeAvant, Temoi nAvant)	2,0622	0,3
(ExposeAvant, ExposeApres)	1,271	0,261
(ExposeAvant, Temoi nApres)	1,3506	0,218
(Temoi nAvant, ExposeApres)	3,0747	0,004
(Temoi nAvant, Temoi nApres)	1,73	0,265
(ExposeApres, Temoi nApres)	2,2338	0,132

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
ExposeAvant	5	1,3878E-17	0
Temoi nAvant	11	0,042149	0,013519
ExposeApres	14	0,0047376	0,0021866

Temoin Apres 39 0,3055 0,080165

PERMANOVA

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli EPTC SHT MI 2018-2021

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	4
Station	St	Random	19

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Ex	1	0,15328	0,15328	0,94698	0,391	998
An	3	0,66338	0,22113	1,2065	0,288	999
Av	1	0,090207	0,090207	0,41131	0,524	997
2018-201	1	0	0	No test		
2018-2020	1	0	0	No test		
2018-2021	1	0,0011403	0,0011403	0,80533	0,401	992
ExxAn	3	0,67691	0,22564	1,2311	0,298	999
ExxAv	1	0,085628	0,085628	0,39043	0,5	998
Exx2018-201	1	0	0	No test		
Exx2018-2020	1	0	0	No test		
Exx2018-2021	1	0,0011403	0,0011403	0,80533	0,404	996
Pool ed(1)	17	2,7459	0,16152	0,88131	0,613	997
Pool ed(2)	44	8,064	0,18327			

Total 68 13, 668

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 3, 5322*V(St(Si (Ex))) + 25, 951*S(Ex)
An	1*V(Res) + 13, 376*S(An)
Av	1*V(Res) + 20, 114*S(Av)
2018-201	
2018-2020	
2018-2021	1*V(Res) + 13, 75*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 6, 6878*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 10, 057*S(ExxAv)
Exx2018-201	
Exx2018-2020	
Exx2018-2021	1*V(Res) + 6, 875*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 3, 5882*V(St(Si (Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	0, 98438*Pool ed(1) + 0, 015623*Pool ed(2)	1	17, 62
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	44
Av	1*Av	1*Res	1	48
2018-201			0	0
2018-2020			0	0
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	14
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	44
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	48
Exx2018-201			0	0
Exx2018-2020			0	0
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	14
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	17	44

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-0, 00033067	-0, 018184
S(An)	0, 0028301	0, 053198
S(Av)	-0, 0064189	-0, 080118
S(2018-201)	No test	
S(2018-2020)	No test	
S(2018-2021)	-2, 0046E-05	-0, 0044773
S(ExxAn)	0, 0063343	0, 079588
S(ExxAv)	-0, 013293	-0, 1153
S(Exx2018-201)	No test	
S(Exx2018-2020)	No test	
S(Exx2018-2021)	-4, 0092E-05	-0, 0063319
V(St(Si (Ex)))	-0, 0060621	-0, 077859
V(Res)	0, 18327	0, 4281

PERMANOVA SANS TRPL1

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli EPTC SHT MI 2018-2021
 Data type: Distance
 Selection: 1-5;7-21;25-38;42-56;60-69
 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	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneeStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Ex	1	0,39252	0,39252	2,1782	0,128	557
An	3	0,966	0,322	1,6545	0,184	999
Av	1	0,10037	0,10037	0,40114	0,519	998
2018-201	1	0,00074839	0,00074839	0,48722	0,511	993
2018-2020	1	0,61289	0,61289	1,4538	0,25	997
2018-2021	1	0,001338	0,001338	0,89389	0,367	958
ExxAn	3	0,98409	0,32803	1,6855	0,185	998
ExxAv	1	0,095584	0,095584	0,38202	0,53	994
Exx2018-201	1	0,0020976	0,0020976	1,3656	0,264	994
Exx2018-2020	1	0,61289	0,61289	1,4538	0,265	997
Exx2018-2021	1	0,001338	0,001338	0,89389	0,394	959
Pool ed(1)	13	2,3361	0,1797	0,92335	0,586	997
Pool ed(2)	38	7,3955	0,19462			
Total	58	13,542				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 3,7895 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 25,263 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 12,698 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 19,701 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 11,429 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6,3492 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 9,8507 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 5,7143 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 3,9231 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	0,96594*Pool ed(1) + 0,034056*Pool ed(2)	1	14
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	38
Av	1*Av	1*Res	1	42
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	12
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	38
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	42
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	12
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	38

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	0,008404	0,091674
S(An)	0,010031	0,10016
S(Av)	-0,0076054	-0,087209
S(2018-201)	-5,9074E-05	-0,0076859
S(2018-2020)	0,01674	0,12938
S(2018-2021)	-1,1912E-05	-0,0034514
S(ExxAn)	0,021012	0,14496
S(ExxAv)	-0,015696	-0,12529
S(Exx2018-201)	8,4234E-05	0,0091779
S(Exx2018-2020)	0,033481	0,18298
S(Exx2018-2021)	-2,3825E-05	-0,0048811
V(St(Si(Ex)))	-0,0038027	-0,061666
V(Res)	0,19462	0,44116

PERMANOVA SANS TRPL2

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli EPTC SHT MI 2018-2021
 Data type: Distance
 Selection: 1-6;12-24;30-41;47-59;65-69
 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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	14

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	0,00078774	0,00078774	1,0136	0,352	966
An	3	0,0045865	0,0015288	1,7534	0,151	996
Av	1	0,0044534	0,0044534	5,7591	0,027	997
2018-201	0	0		No test		
2018-2020	0	0		No test		
2018-2021	1	0,0030408	0,0030408	1,6307	0,248	996
ExxAn	3	0,0055645	0,0018548	2,1273	0,097	999
ExxAv	1	0,005412	0,005412	6,9988	0,014	997
Exx2018-201	0	0		No test		
Exx2018-2020	0	0		No test		
Exx2018-2021	1	0,0030408	0,0030408	1,6307	0,277	994
Pool ed(1)	12	0,009299	0,00077492	0,88873	0,634	999
Pool ed(2)	29	0,025286	0,00087194			
Total	48	0,046143				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 3,3375 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 21,36 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 11,082 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 15,747 * S(\text{Av})$
2018-201	
2018-2020	
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 10,909 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 5,541 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 7,8737 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	
Exx2018-2020	
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 5,4545 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 3,4167 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	$0,97684 * \text{Pool ed}(1) + 0,023165 * \text{Pool ed}(2)$	1	12,65
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	29
Av	1*Av	1*Res	1	33
2018-201			0	0
2018-2020			0	0
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	9
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	29
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	33
Exx2018-201			0	0
Exx2018-2020			0	0
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	9
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	12	29

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
--------	----------	----------

S(Ex)	4,9489E-07	0,00070349
S(An)	5,9275E-05	0,007699
S(Av)	0,0002337	0,015287
S(2018-201)	No test	
S(2018-2020)	No test	
S(2018-2021)	0,00010781	0,010383
S(ExxAn)	0,00017738	0,013319
S(ExxAv)	0,00058915	0,024272
S(Exx2018-201)	No test	
S(Exx2018-2020)	No test	
S(Exx2018-2021)	0,00021562	0,014684
V(St(Si(Ex)))	-2,8396E-05	-0,0053288
V(Res)	0,00087194	0,029529

PERMANOVA SANS TRPL3

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli EPTC SHT MI 2018-2021
 Data type: Distance
 Selection: 1-11;17-29;35-46;52-64
 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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	14

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

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)	Uni que perms
Ex	1	0,21427	0,21427	1,0071	0,361	997

An	3	1,7105	0,57015	2,7694	0,051	999
Av	1	0,32191	0,32191	1,0533	0,291	998
2018-201	0	0		No test		
2018-2020	0	0		No test		
2018-2021	1	0	0	Denominator is 0		
ExxAn	3	1,7277	0,57591	2,7974	0,057	999
ExxAv	1	0,3142	0,3142	1,0281	0,308	997
Exx2018-201	0	0		No test		
Exx2018-2020	0	0		No test		
Exx2018-2021	1	0	0	Denominator is 0		
Pool ed(1)	12	2,555	0,21291	1,0342	0,463	999
Pool ed(2)	29	5,9704	0,20587			
Total	48	13,399				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 3,3375*V(St(Si(Ex))) + 21,36*S(Ex)
An	1*V(Res) + 11,082*S(An)
Av	1*V(Res) + 15,747*S(Av)
2018-201	
2018-2020	
2018-2021	1*V(Res) + 10,909*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 5,541*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 7,8737*S(ExxAv)
Exx2018-201	
Exx2018-2020	
Exx2018-2021	1*V(Res) + 5,4545*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 3,4167*V(St(Si(Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	0,97684*Pool ed(1) + 0,023165*Pool ed(2)	1	12,55
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	29
Av	1*Av	1*Res	1	33
2018-201			0	0
2018-2020			0	0
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	0	0
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	29
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	33
Exx2018-201			0	0
Exx2018-2020			0	0
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	0	0
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	12	29

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	7,1103E-05	0,0084323
S(An)	0,032871	0,1813
S(Av)	0,001035	0,032172
S(2018-201)	No test	
S(2018-2020)	No test	
S(2018-2021)	0	0
S(ExxAn)	0,066781	0,25842
S(ExxAv)	0,0010913	0,033034
S(Exx2018-201)	No test	
S(Exx2018-2020)	No test	
S(Exx2018-2021)	0	0
V(St(Si(Ex)))	0,0020606	0,045394
V(Res)	0,20587	0,45373

2.4.8 CONTRIBUTION DOMINANTS

PERMDISP

Exposition × Année

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli Dominant SHT MI 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 8

Number of samples: 71

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 3,7321 df1: 7 df2: 63

P(perm): 0,022

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(Expose2018, Temoi n2018)	2,141	0,062
(Expose2018, Expose2019)	2,538	0,041
(Expose2018, Temoi n2019)	0,22395	0,833
(Expose2018, Expose2020)	1,878	0,211
(Expose2018, Temoi n2020)	0,017289	0,994
(Expose2018, Expose2021)	4,9431	0,01
(Expose2018, Temoi n2021)	0,034391	0,976
(Temoi n2018, Expose2019)	0,21066	0,834
(Temoi n2018, Temoi n2019)	2,5312	0,026
(Temoi n2018, Expose2020)	0,21901	0,894
(Temoi n2018, Temoi n2020)	2,35	0,098
(Temoi n2018, Expose2021)	1,2681	0,287
(Temoi n2018, Temoi n2021)	2,9567	0,029
(Expose2019, Temoi n2019)	2,0066	0,065
(Expose2019, Expose2020)	0,046705	0,955
(Expose2019, Temoi n2020)	1,643	0,325
(Expose2019, Expose2021)	2,3381	0,035
(Expose2019, Temoi n2021)	2,5599	0,068
(Temoi n2019, Expose2020)	1,6648	0,208
(Temoi n2019, Temoi n2020)	0,21168	0,889
(Temoi n2019, Expose2021)	3,7572	0,003
(Temoi n2019, Temoi n2021)	0,26451	0,837
(Expose2020, Temoi n2020)	1,3973	0,332
(Expose2020, Expose2021)	1,7034	0,451
(Expose2020, Temoi n2021)	2,0972	0,156
(Temoi n2020, Expose2021)	2,9067	0,031
(Temoi n2020, Temoi n2021)	0,0075103	0,996
(Expose2021, Temoi n2021)	4,6466	0,004

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Size	Average	SE
Expose2018	5	20,8	2,8

Temoi n2018	12	10,452	2,8601
Expose2019	5	11,453	2,3924
Temoi n2019	13	19,844	2,3964
Expose2020	4	11,667	4,1944
Temoi n2020	14	20,702	3,2054
Expose2021	5	4,5714	1,7143
Temoi n2021	13	20,673	2,0175

Exposition × Période

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli Dominant SHT MI 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 71

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 4,5227 df1: 3 df2: 67

P(perm): 0,086

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(ExposeAvant, Temoi nAvant)	2,141	0,051
(ExposeAvant, ExposeApres)	0,99059	0,405
(ExposeAvant, Temoi nApres)	0,010302	0,989
(Temoi nAvant, ExposeApres)	1,636	0,157
(Temoi nAvant, Temoi nApres)	3,4782	0,015
(ExposeApres, Temoi nApres)	1,5854	0,252

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
ExposeAvant	5	20,8	2,8
Temoi nAvant	12	10,452	2,8601
ExposeApres	14	16,487	2,3794
Temoi nApres	40	20,842	1,3956

PERMANOVA

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Dominant SHT MI 2018-2021

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	4
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	19

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	6, 4068	6, 4068	0, 010076	0, 923	994
An	3	3115, 4	1038, 5	3, 0654	0, 039	997
Av	1	5, 2899	5, 2899	0, 013823	0, 904	995
2018-201	1	928, 16	928, 16	2, 6523	0, 123	998
2018-2020	1	411, 97	411, 97	1, 2045	0, 302	997
2018-2021	1	557, 41	557, 41	2, 243	0, 169	995
ExxAn	3	2200, 4	733, 46	2, 1651	0, 098	999
ExxAv	1	450, 18	450, 18	1, 1764	0, 292	998
Exx2018-201	1	8, 8248	8, 8248	0, 025217	0, 851	995
Exx2018-2020	1	823, 27	823, 27	2, 407	0, 145	996
Exx2018-2021	1	1013	1013	4, 0763	0, 071	996
Pool ed(1)	17	10892	640, 72	1, 8913	0, 034	996
Pool ed(2)	46	15583	338, 77			
Total	70	30327				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 3, 6462 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26, 788 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 13, 577 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 20, 729 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13, 75 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 12 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13, 75 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6, 7884 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 10, 364 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6, 875 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 6 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 6, 875 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 3, 7059 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

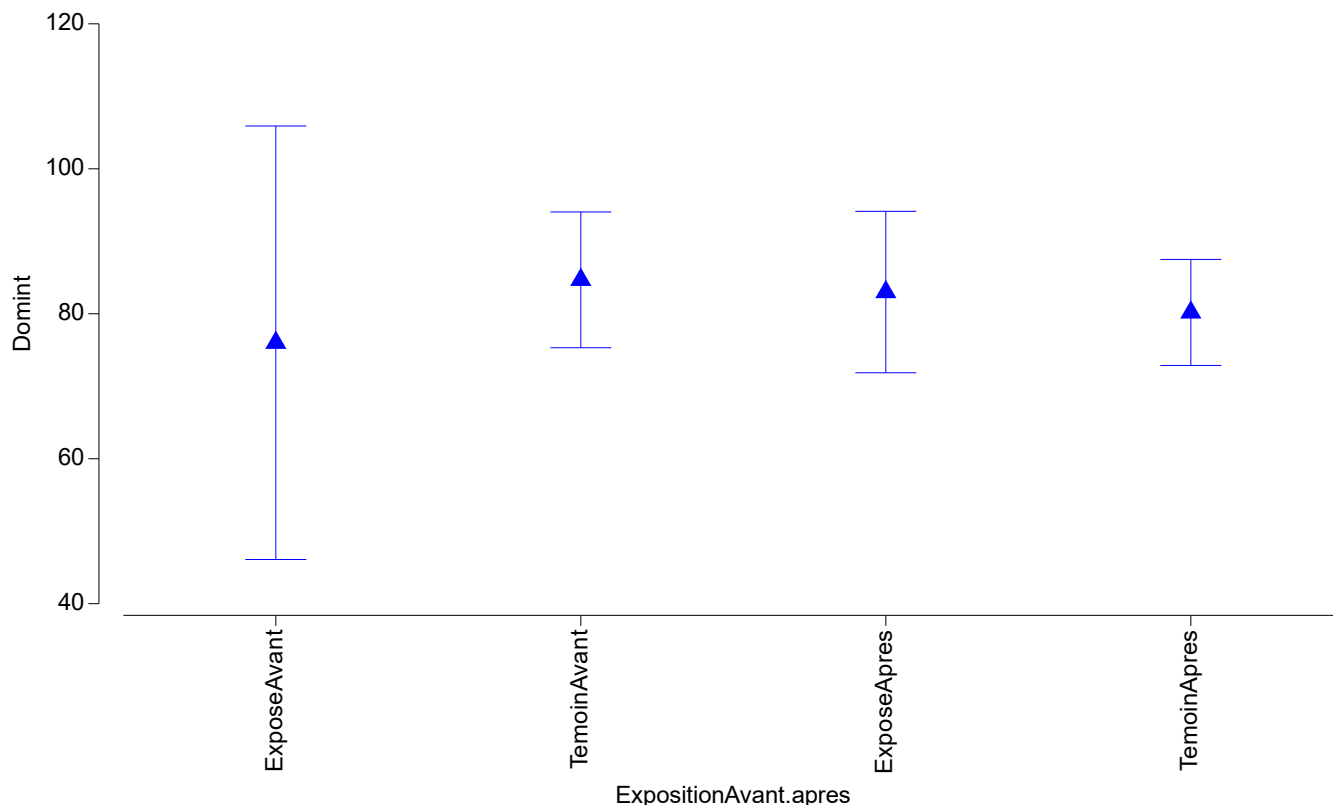
Construction of Pseudo-F ratio(s) from mean squares

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	0,98389*Pool ed(1) + 0,01611*Pool ed(2)	1	17,3
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	46
Av	1*Av	1*Res	1	50
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	14
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	14
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	14
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	46
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	50
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	14
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	14
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	14
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	17	46

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-23,497	-4,8474
S(An)	51,536	7,1789
S(Av)	-18,206	-4,2669
S(2018-201)	42,052	6,4847
S(2018-2020)	5,8282	2,4142
S(2018-2021)	22,465	4,7398
S(ExxAn)	58,141	7,625
S(ExxAv)	6,5122	2,5519
S(Exx2018-201)	-49,618	-7,044
S(Exx2018-2020)	80,206	8,9558
S(Exx2018-2021)	111,2	10,545
V(St(Si(Ex)))	81,48	9,0266
V(Res)	338,77	18,406

GRAPHIQUE MOYENNES AVANT - APRÈS



PERMANOVA SANS TRPL1

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Dominant SHT MI 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-5;8-22;26-39;44-58;62-71

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)

Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	192,72	192,72	0,3089	0,597	971
An	3	3989,6	1329,9	4,2639	0,012	999
Av	1	16,73	16,73	0,044081	0,855	998
2018-201	1	983,1	983,1	2,6412	0,139	997
2018-2020	1	360,57	360,57	0,90626	0,37	996
2018-2021	1	858,45	858,45	4,9138	0,055	998
ExxAn	3	1304,7	434,89	1,3943	0,278	998
ExxAv	1	354,83	354,83	0,93492	0,35	997
Exx2018-201	1	2,4697	2,4697	0,0066352	0,923	996
Exx2018-2020	1	830,62	830,62	2,0877	0,165	997
Exx2018-2021	1	639,65	639,65	3,6614	0,091	997
Pool ed(1)	13	8253,3	634,87	2,0355	0,044	998
Pool ed(2)	38	11852	311,89			
Total	58	24581				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 3,7895 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 25,263 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 12,698 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 19,701 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 11,429 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6,3492 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 9,8507 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 5,7143 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 3,9231 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	$1 * \text{Ex}$	$0,96594 * \text{Pool ed}(1) + 0,034056 * \text{Pool ed}(2)$	1	13,45
An	$1 * \text{An}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	38
Av	$1 * \text{Av}$	$1 * \text{Res}$	1	42
2018-201	$1 * 2018-201$	$1 * \text{Res}$	1	13
2018-2020	$1 * 2018-2020$	$1 * \text{Res}$	1	12
2018-2021	$1 * 2018-2021$	$1 * \text{Res}$	1	13
ExxAn	$1 * \text{ExxAn}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	38
ExxAv	$1 * \text{ExxAv}$	$1 * \text{Res}$	1	42
Exx2018-201	$1 * \text{Exx2018-201}$	$1 * \text{Res}$	1	13
Exx2018-2020	$1 * \text{Exx2018-2020}$	$1 * \text{Res}$	1	12
Exx2018-2021	$1 * \text{Exx2018-2021}$	$1 * \text{Res}$	1	13
St(Si(Ex))	$1 * \text{Pool ed}(1)$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	13	38

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-17,067	-4,1312
S(An)	80,166	8,9535
S(Av)	-18,415	-4,2912
S(2018-201)	45,816	6,7688
S(2018-2020)	-3,2635	-1,8065
S(2018-2021)	51,281	7,1611
S(ExxAn)	19,371	4,4013
S(ExxAv)	-2,5073	-1,5835
S(Exx2018-201)	-55,462	-7,4473
S(Exx2018-2020)	75,733	8,7024
S(Exx2018-2021)	69,742	8,3512
V(St(Si(Ex)))	82,328	9,0735
V(Res)	311,89	17,661

PERMANOVA SANS TRPL2

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Dominant SHT MI 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-7;13-25;31-43;49-61;67-71

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	4
Station	St	Random	14

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Ex	1	857,26	857,26	4,012	0,086	996
An	3	3787,1	1262,4	4,0702	0,017	999
Av	1	42,464	42,464	0,10368	0,734	998
2018-201	1	1007,1	1007,1	2,7432	0,14	996
2018-2020	1	947,09	947,09	4,3343	0,072	999
2018-2021	1	557,98	557,98	2,0064	0,177	998
ExxAn	3	1474	491,34	1,5842	0,217	997
ExxAv	1	219,24	219,24	0,5353	0,458	998
Exx2018-201	1	3,8143	3,8143	0,010389	0,914	996
Exx2018-2020	1	205,96	205,96	0,94256	0,374	996
Exx2018-2021	1	663,44	663,44	2,3856	0,147	997
Pool ed(1)	12	2554,1	212,84	0,68624	0,749	998
Pool ed(2)	31	9614,8	310,15			
Total	50	18034				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 3,5528 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 22,738 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 11,503 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 17,041 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 10,909 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 10,182 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 10,909 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 5,7514 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 8,5206 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 5,4545 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 5,0909 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 5,4545 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 3,5833 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	0,99147*Pool ed(1) + 0,0085329*Pool ed(2)	1	12,3
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	31
Av	1*Av	1*Res	1	35
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	9
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	9
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	9
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	31
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	35
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	9
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	9
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	9
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	12	31

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	28,305	5,3202
S(An)	82,782	9,0985
S(Av)	-21,542	-4,6413
S(2018-201)	58,667	7,6594
S(2018-2020)	71,556	8,4591
S(2018-2021)	25,656	5,0652
S(ExxAn)	31,503	5,6128
S(ExxAv)	-22,337	-4,7262
S(Exx2018-201)	-66,611	-8,1616
S(Exx2018-2020)	-2,4653	-1,5701
S(Exx2018-2021)	70,645	8,4051
V(St(Si(Ex)))	-27,157	-5,2113
V(Res)	310,15	17,611

PERMANOVA SANS TRPL3

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Dominant SHT MI 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-12;18-30;36-48;54-66

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	14

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	86,144	86,144	0,14241	0,722	998
An	3	1052,3	350,78	1,0117	0,398	998
Av	1	23,828	23,828	0,057796	0,814	995
2018-201	1	420,11	420,11	1,0433	0,319	997
2018-2020	1	59,639	59,639	0,14079	0,73	997
2018-2021	1	86,789	86,789	0,29723	0,594	994
ExxAn	3	3995,4	1331,8	3,8411	0,016	999
ExxAv	1	686,68	686,68	1,6655	0,198	994
Exx2018-201	1	86,229	86,229	0,21413	0,66	999
Exx2018-2020	1	1399	1399	3,3027	0,091	996
Exx2018-2021	1	1605	1605	5,4968	0,049	995
Pool ed(1)	12	7285,4	607,12	1,7511	0,121	999
Pool ed(2)	31	10748	346,72			
Total	50	22636				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 3,5528*V(St(Si (Ex))) + 22,738*S(Ex)
An	1*V(Res) + 11,503*S(An)
Av	1*V(Res) + 17,041*S(Av)
2018-201	1*V(Res) + 10,909*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 10,182*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 10,909*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 5,7514*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 8,5206*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 5,4545*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 5,0909*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 5,4545*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 3,5833*V(St(Si (Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	0,99147*Pool ed(1) + 0,0085329*Pool ed(2)	1	12,12
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	31
Av	1*Av	1*Res	1	35
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	9
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	9
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	9
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	31
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	35
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	9
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	9
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	9
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	12	31

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-22,815	-4,7765
S(An)	0,35287	0,59403
S(Av)	-22,795	-4,7744

S(2018-201)	1, 5971	1, 2638
S(2018-2020)	-35, 746	-5, 9788
S(2018-2021)	-18, 811	-4, 3371
S(ExxAn)	171, 28	13, 087
S(ExxAv)	32, 203	5, 6748
S(Exx2018-201)	-58, 018	-7, 6169
S(Exx2018-2020)	191, 6	13, 842
S(Exx2018-2021)	240, 73	15, 515
V(St(Si (Ex)))	72, 671	8, 5247
V(Res)	346, 72	18, 62

POST-HOC ANNÉE

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Dominant SHT MI 2018-2021

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	4
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	19

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

PAIR-WISE TESTS

Term 'ExxAn' for pairs of levels of factor 'Annee'

Within level 'Expose' of factor 'Exposition'

Groups	t	P(perm)	Uni que perms
2018, 2019	0, 87627	0, 426	912
2018, 2020	1, 1843	0, 311	811
2018, 2021	2, 2665	0, 096	530
2019, 2020	2, 0471	0, 132	841
2019, 2021	5, 6736	0, 013	934
2020, 2021	0, 70286	0, 583	38

Denominators

Groups	Denominator	Den. df
2018, 2019	1*Res	4
2018, 2020	1*Res	3
2018, 2021	1*Res	4
2019, 2020	1*Res	3
2019, 2021	1*Res	4
2020, 2021	1*Res	3

Average Distance between/within groups

	2018	2019	2020	2021
2018	28			
2019	23, 35	16, 581		
2020	22, 667	28, 932	17, 778	
2021	22, 971	33, 895	10, 762	5, 7143

Within level 'Temoin' of factor 'Exposition'

Groups	t	P(perm)	Unique perms
2018, 2019	1, 4746	0, 175	996
2018, 2020	0, 50195	0, 605	995
2018, 2021	0, 45508	0, 677	997
2019, 2020	0, 80971	0, 443	998
2019, 2021	0, 75203	0, 474	997
2020, 2021	0, 41398	0, 668	997

Denominators

Groups	Denominator	Den. df
2018, 2019	1*Res	10
2018, 2020	1*Res	11
2018, 2021	1*Res	10
2019, 2020	1*Res	12
2019, 2021	1*Res	11
2020, 2021	1*Res	12

Average Distance between/within groups

	2018	2019	2020	2021
2018	16, 267			
2019	21, 637	25, 936		
2020	21, 28	25, 108	24, 696	
2021	21, 285	23, 979	24, 144	25, 143

POST-HOC EXPOSITION X ANNÉE

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Dominant SHT MI 2018-2021

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: Unrestricted permutation of raw data

Number of permutations: 999

Factors

Name	Abbrev.	Type	Levels
ExpositionAnnee	Ex	Fixed	8

PAIR-WISE TESTS

Term 'Ex'

Groups	t	P(perm)	Uni que perms	P(MC)
Expose2018, Temoi n2018	0,92006	0,388	286	0,366
Expose2018, Expose2019	1,0259	0,297	30	0,322
Expose2018, Temoi n2019	0,081977	0,946	238	0,928
Expose2018, Expose2020	0,99566	0,318	27	0,363
Expose2018, Temoi n2020	0,6217	0,528	79	0,561
Expose2018, Expose2021	1,8974	0,112	9	0,09
Expose2018, Temoi n2021	0,27679	0,672	244	0,81
Temoi n2018, Expose2019	2,7734	0,019	347	0,013
Temoi n2018, Temoi n2019	1,0054	0,331	938	0,319
Temoi n2018, Expose2020	0,61476	0,554	173	0,525
Temoi n2018, Temoi n2020	0,092097	0,93	828	0,932
Temoi n2018, Expose2021	1,7944	0,108	149	0,104
Temoi n2018, Temoi n2021	0,68796	0,488	956	0,5
Expose2019, Temoi n2019	1,2676	0,237	468	0,207
Expose2019, Expose2020	2,7011	0,047	59	0,031
Expose2019, Temoi n2020	1,7609	0,108	190	0,106
Expose2019, Expose2021	4,961	0,006	23	0,002
Expose2019, Temoi n2021	1,4678	0,153	495	0,156
Temoi n2019, Expose2020	1,0714	0,285	199	0,307
Temoi n2019, Temoi n2020	0,76514	0,457	840	0,454
Temoi n2019, Expose2021	1,9494	0,078	185	0,068
Temoi n2019, Temoi n2021	0,26847	0,787	927	0,771
Expose2020, Temoi n2020	0,46113	0,657	68	0,655
Expose2020, Expose2021	0,92939	0,562	8	0,393
Expose2020, Temoi n2021	0,8648	0,359	179	0,377
Temoi n2020, Expose2021	1,1667	0,339	55	0,264
Temoi n2020, Temoi n2021	0,50037	0,597	844	0,614
Expose2021, Temoi n2021	1,6958	0,139	204	0,101

Denominators

Groups	Denomi nator	Den. df
Expose2018, Temoi n2018	1*Res	15
Expose2018, Expose2019	1*Res	8
Expose2018, Temoi n2019	1*Res	16
Expose2018, Expose2020	1*Res	7
Expose2018, Temoi n2020	1*Res	17
Expose2018, Expose2021	1*Res	8
Expose2018, Temoi n2021	1*Res	16
Temoi n2018, Expose2019	1*Res	15
Temoi n2018, Temoi n2019	1*Res	23
Temoi n2018, Expose2020	1*Res	14
Temoi n2018, Temoi n2020	1*Res	24
Temoi n2018, Expose2021	1*Res	15
Temoi n2018, Temoi n2021	1*Res	23
Expose2019, Temoi n2019	1*Res	16
Expose2019, Expose2020	1*Res	7
Expose2019, Temoi n2020	1*Res	17
Expose2019, Expose2021	1*Res	8
Expose2019, Temoi n2021	1*Res	16
Temoi n2019, Expose2020	1*Res	15
Temoi n2019, Temoi n2020	1*Res	25
Temoi n2019, Expose2021	1*Res	16
Temoi n2019, Temoi n2021	1*Res	24
Expose2020, Temoi n2020	1*Res	16
Expose2020, Expose2021	1*Res	7
Expose2020, Temoi n2021	1*Res	15

Temoi n2020, Expose2021	1*Res	17
Temoi n2020, Temoi n2021	1*Res	25
Expose2021, Temoi n2021	1*Res	16

Average Distance between/within groups

	Expose2018 Expose2021	Temoi n2018 Temoi n2021	Expose2019	Temoi n2019	Expose2020	Temoi n2020
Expose2018	28					
Temoi n2018	21, 731	16, 267				
Expose2019	23, 35	24, 349	16, 581			
Temoi n2019	24, 12	21, 637	23, 676	25, 936		
Expose2020	22, 667	16, 133	28, 932	22, 135	17, 778	
Temoi n2020	25, 454	21, 28	30, 105	25, 108	19, 554	24, 696
Expose2021	22, 971	14, 369	33, 895	22, 423	10, 762	16, 886
5, 7143						
Temoi n2021	23, 629	21, 285	25, 021	23, 979	21, 005	24, 144
20, 457	25, 143					

3 ZONE PROFONDE

3.1 STRUCTURE DES COMMUNAUTÉS

3.1.1 PERMANOVA

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT fourth PF BrayCurtis

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	4
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	20

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)

Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms

Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)

Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	2266,4	2266,4	1,3682	0,247	961
An	3	9973,9	3324,6	3,7444	0,001	998
Av	1	2522,9	2522,9	2,3241	0,057	999
2018-201	1	3698,7	3698,7	3,4441	0,009	999

2018-2020	1	2284,9	2284,9	2,2952	0,07	999
2018-2021	1	2787,6	2787,6	2,3731	0,023	998
ExxAn	3	5332,8	1777,6	2,0021	0,02	998
ExxAv	1	1664,8	1664,8	1,5336	0,191	999
Exx2018-201	1	1802,6	1802,6	1,6785	0,149	998
Exx2018-2020	1	1066,5	1066,5	1,0713	0,403	999
Exx2018-2021	1	2294,5	2294,5	1,9534	0,099	999
Pool ed(1)	18	29817	1656,5	1,8657	0,001	999
Pool ed(2)	54	47946	887,88			
Total	79	99896				

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

Source	EMS
Ex	$1 \cdot V(\text{Res}) + 4 \cdot V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 30 \cdot S(\text{Ex})$
An	$1 \cdot V(\text{Res}) + 15 \cdot S(\text{An})$
Av	$1 \cdot V(\text{Res}) + 22,5 \cdot S(\text{Av})$
2018-201	$1 \cdot V(\text{Res}) + 15 \cdot S(2018-201)$
2018-2020	$1 \cdot V(\text{Res}) + 15 \cdot S(2018-2020)$
2018-2021	$1 \cdot V(\text{Res}) + 15 \cdot S(2018-2021)$
ExxAn	$1 \cdot V(\text{Res}) + 7,5 \cdot S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 \cdot V(\text{Res}) + 11,25 \cdot S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 \cdot V(\text{Res}) + 7,5 \cdot S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 \cdot V(\text{Res}) + 7,5 \cdot S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 \cdot V(\text{Res}) + 7,5 \cdot S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 \cdot V(\text{Res}) + 4 \cdot V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 \cdot V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	$1 \cdot \text{Ex}$	$1 \cdot \text{Pool ed}(1)$	1	18
An	$1 \cdot \text{An}$	$1 \cdot \text{Pool ed}(2)$	3	54
Av	$1 \cdot \text{Av}$	$1 \cdot \text{Res}$	1	58
2018-201	$1 \cdot 2018-201$	$1 \cdot \text{Res}$	1	18
2018-2020	$1 \cdot 2018-2020$	$1 \cdot \text{Res}$	1	18
2018-2021	$1 \cdot 2018-2021$	$1 \cdot \text{Res}$	1	18
ExxAn	$1 \cdot \text{ExxAn}$	$1 \cdot \text{Pool ed}(2)$	3	54
ExxAv	$1 \cdot \text{ExxAv}$	$1 \cdot \text{Res}$	1	58
Exx2018-201	$1 \cdot \text{Exx2018-201}$	$1 \cdot \text{Res}$	1	18
Exx2018-2020	$1 \cdot \text{Exx2018-2020}$	$1 \cdot \text{Res}$	1	18
Exx2018-2021	$1 \cdot \text{Exx2018-2021}$	$1 \cdot \text{Res}$	1	18
St(Si(Ex))	$1 \cdot \text{Pool ed}(1)$	$1 \cdot \text{Pool ed}(2)$	18	54

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	20,33	4,5089
S(An)	162,45	12,746
S(Av)	63,881	7,9926
S(2018-201)	174,99	13,228
S(2018-2020)	85,959	9,2714
S(2018-2021)	107,53	10,37
S(ExxAn)	118,63	10,892
S(ExxAv)	51,492	7,1758
S(Exx2018-201)	97,16	9,857
S(Exx2018-2020)	9,4612	3,0759
S(Exx2018-2021)	149,32	12,219
V(St(Si(Ex)))	192,15	13,862
V(Res)	887,88	29,797

POST-HOC ANNÉE

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT fourth PF BrayCurtis

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	4
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	20

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

PAIR-WISE TESTS

Term 'An'

Groups	t	P(perm)	Uni que perms
2018, 2019	1,8558	0,004	997
2018, 2020	1,515	0,077	999
2018, 2021	1,5405	0,039	999
2019, 2020	1,2415	0,197	997
2019, 2021	2,6808	0,001	999
2020, 2021	2,6601	0,001	998

Denominators

Groups	Denomi nator	Den. df
2018, 2019	1*Res	18
2018, 2020	1*Res	18
2018, 2021	1*Res	18
2019, 2020	1*Res	18
2019, 2021	1*Res	18
2020, 2021	1*Res	18

Average Similarity between/within groups

	2018	2019	2020	2021
2018	49,245			
2019	50,946	60,141		
2020	51,713	58,216	58,697	
2021	48,115	48,967	49,489	53,042

POST-HOC EXPOSITION X ANNÉE

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT fourth PF BrayCurtis

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: Unrestricted permutation of raw data

Number of permutations: 999

Factors

Name	Abbrev.	Type	Level s
ExpositionAnnee	Ex	Fixed	8

PAIR-WISE TESTS

Term 'Ex'

Groups	t	P(perm)	Unique perms	P(MC)
Expose2018, Temoi n2018	1,146	0,261	968	0,276
Expose2018, Expose2019	1,8557	0,019	126	0,035
Expose2018, Temoi n2019	2,3367	0,001	969	0,002
Expose2018, Expose2020	1,6761	0,014	126	0,058
Expose2018, Temoi n2020	1,8562	0,01	966	0,023
Expose2018, Expose2021	1,409	0,078	126	0,139
Expose2018, Temoi n2021	1,5781	0,033	968	0,032
Temoi n2018, Expose2019	0,82334	0,67	961	0,633
Temoi n2018, Temoi n2019	1,6872	0,013	998	0,021
Temoi n2018, Expose2020	0,97709	0,498	966	0,444
Temoi n2018, Temoi n2020	1,3973	0,082	998	0,094
Temoi n2018, Expose2021	1,2263	0,204	968	0,227
Temoi n2018, Temoi n2021	2,004	0,001	998	0,001
Expose2019, Temoi n2019	1,3783	0,107	970	0,122
Expose2019, Expose2020	1,1741	0,291	126	0,295
Expose2019, Temoi n2020	1,3654	0,09	965	0,127
Expose2019, Expose2021	1,5493	0,083	126	0,12
Expose2019, Temoi n2021	2,0741	0,001	973	0,003
Temoi n2019, Expose2020	1,2248	0,198	955	0,198
Temoi n2019, Temoi n2020	1,4081	0,089	998	0,108
Temoi n2019, Expose2021	2,0463	0,001	963	0,008
Temoi n2019, Temoi n2021	2,6749	0,001	999	0,002
Expose2020, Temoi n2020	1,3196	0,122	961	0,141
Expose2020, Expose2021	1,9596	0,022	126	0,035
Expose2020, Temoi n2021	1,917	0,004	973	0,01
Temoi n2020, Expose2021	1,3867	0,092	964	0,12
Temoi n2020, Temoi n2021	2,6294	0,001	999	0,001
Expose2021, Temoi n2021	1,4918	0,043	969	0,068

Denominators

Groups	Denominator	Den. df
Expose2018, Temoi n2018	1*Res	18
Expose2018, Expose2019	1*Res	8
Expose2018, Temoi n2019	1*Res	18

Expose2018,	Expose2020	1*Res	8
Expose2018,	Temoi n2020	1*Res	18
Expose2018,	Expose2021	1*Res	8
Expose2018,	Temoi n2021	1*Res	18
Temoi n2018,	Expose2019	1*Res	18
Temoi n2018,	Temoi n2019	1*Res	28
Temoi n2018,	Expose2020	1*Res	18
Temoi n2018,	Temoi n2020	1*Res	28
Temoi n2018,	Expose2021	1*Res	18
Temoi n2018,	Temoi n2021	1*Res	28
Expose2019,	Temoi n2019	1*Res	18
Expose2019,	Expose2020	1*Res	8
Expose2019,	Temoi n2020	1*Res	18
Expose2019,	Expose2021	1*Res	8
Expose2019,	Temoi n2021	1*Res	18
Temoi n2019,	Expose2020	1*Res	18
Temoi n2019,	Temoi n2020	1*Res	28
Temoi n2019,	Expose2021	1*Res	18
Temoi n2019,	Temoi n2021	1*Res	28
Expose2020,	Temoi n2020	1*Res	18
Expose2020,	Expose2021	1*Res	8
Expose2020,	Temoi n2021	1*Res	18
Temoi n2020,	Expose2021	1*Res	18
Temoi n2020,	Temoi n2021	1*Res	28
Expose2021,	Temoi n2021	1*Res	18

Average Similarity between/within groups

	Expose2018	Temoi n2018	Expose2019	Temoi n2019	Expose2020	Temoi n2020
Expose2018	66, 357					
Temoi n2018	52, 593	45, 223				
Expose2019	54, 728	52, 809	61, 628			
Temoi n2019	52, 219	49, 48	58, 576	61, 118		
Expose2020	65, 788	55, 922	65, 4	64, 742	74, 26	
Temoi n2020	53, 181	48, 256	54, 41	56, 511	60, 42	55, 985
Expose2021	59, 912	49, 428	55, 091	52, 418	57, 997	53, 867
58, 854						
Temoi n2021	54, 004	44, 403	46, 005	48, 124	53, 177	45, 854
51, 425	53, 64					

3.1.2 PERMDISP

EXPOSITION × ANNÉE

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: SHT fourth PF BrayCurtis

Data type: Similarity

Selection: All

Transform: Fourth root

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 8

Number of samples: 80

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 3,9359 df1: 7 df2: 72

P(perm): 0,01

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(Expose2018, Temoi n2018)	3,1784	0,006
(Expose2018, Expose2019)	0,48429	0,652
(Expose2018, Temoi n2019)	0,89761	0,442
(Expose2018, Expose2020)	1,4131	0,154
(Expose2018, Temoi n2020)	2,1387	0,132
(Expose2018, Expose2021)	1,0144	0,464
(Expose2018, Temoi n2021)	2,3393	0,081
(Temoi n2018, Expose2019)	2,4006	0,054
(Temoi n2018, Temoi n2019)	2,8166	0,012
(Temoi n2018, Expose2020)	4,1398	0,001
(Temoi n2018, Temoi n2020)	1,8621	0,114
(Temoi n2018, Expose2021)	2,1525	0,086
(Temoi n2018, Temoi n2021)	1,5505	0,167
(Expose2019, Temoi n2019)	0,35993	0,733
(Expose2019, Expose2020)	1,3676	0,288
(Expose2019, Temoi n2020)	1,3398	0,303
(Expose2019, Expose2021)	0,3092	0,811
(Expose2019, Temoi n2021)	1,5337	0,236
(Temoi n2019, Expose2020)	1,8344	0,116
(Temoi n2019, Temoi n2020)	1,2151	0,319
(Temoi n2019, Expose2021)	0,025417	0,984
(Temoi n2019, Temoi n2021)	1,4904	0,209
(Expose2020, Temoi n2020)	3,26	0,008
(Expose2020, Expose2021)	2,0528	0,173
(Expose2020, Temoi n2021)	3,4371	0,005
(Temoi n2020, Expose2021)	1,0069	0,502
(Temoi n2020, Temoi n2021)	0,32084	0,807
(Expose2021, Temoi n2021)	1,2172	0,337

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Size	Average	SE
Expose2018	5	21,264	2,4201
Temoi n2018	15	37,645	2,825
Expose2019	5	23,979	5,0574
Temoi n2019	15	26,107	2,9666
Expose2020	5	16,136	2,7043
Temoi n2020	15	30,744	2,3994
Expose2021	5	25,964	3,9505
Temoi n2021	15	31,845	2,4531

EXPOSITION × PÉRIODE

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: SHT fourth PF BrayCurtis

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: 80

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 5,3148 df1: 3 df2: 76

P(perm): 0,01

PAIRWISE COMPARISONS

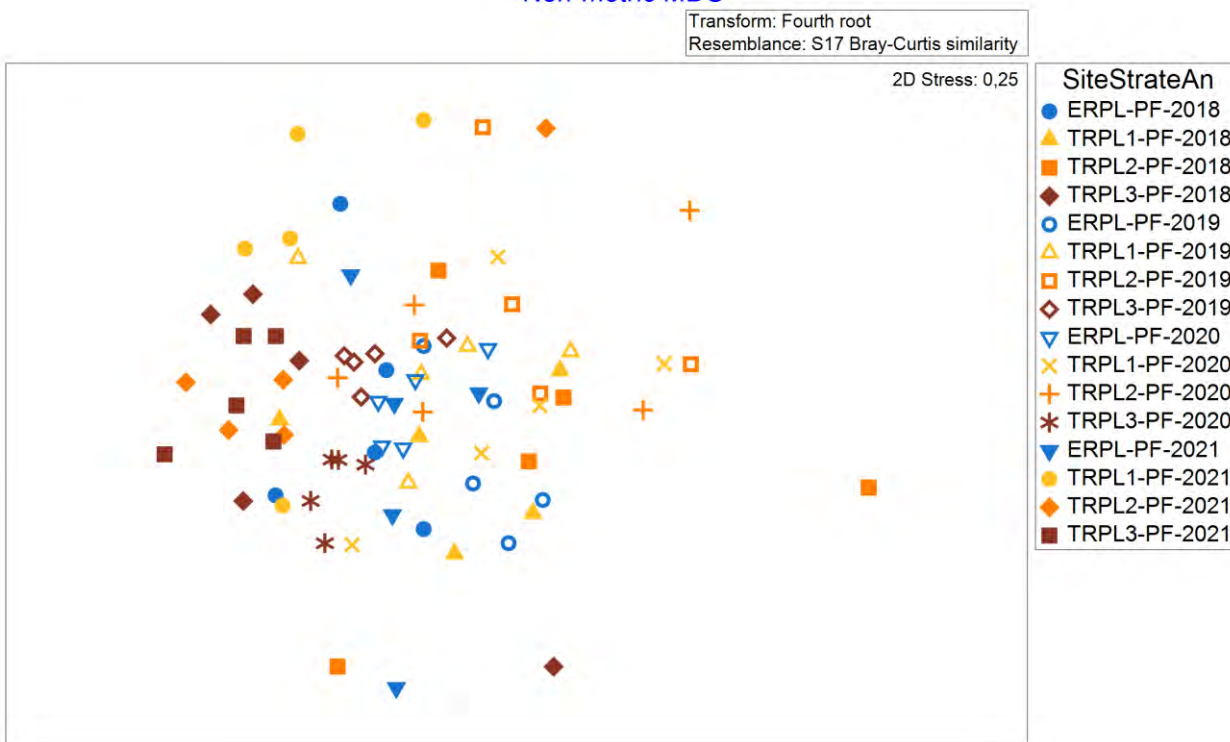
Groups	t	P(perm)
(ExposeAvant, Temoi nAvant)	3,1784	0,007
(ExposeAvant, ExposeApres)	1,2172	0,383
(ExposeAvant, Temoi nApres)	2,7236	0,029
(Temoi nAvant, ExposeApres)	2,8615	0,015
(Temoi nAvant, Temoi nApres)	1,3112	0,252
(ExposeApres, Temoi nApres)	2,3081	0,058

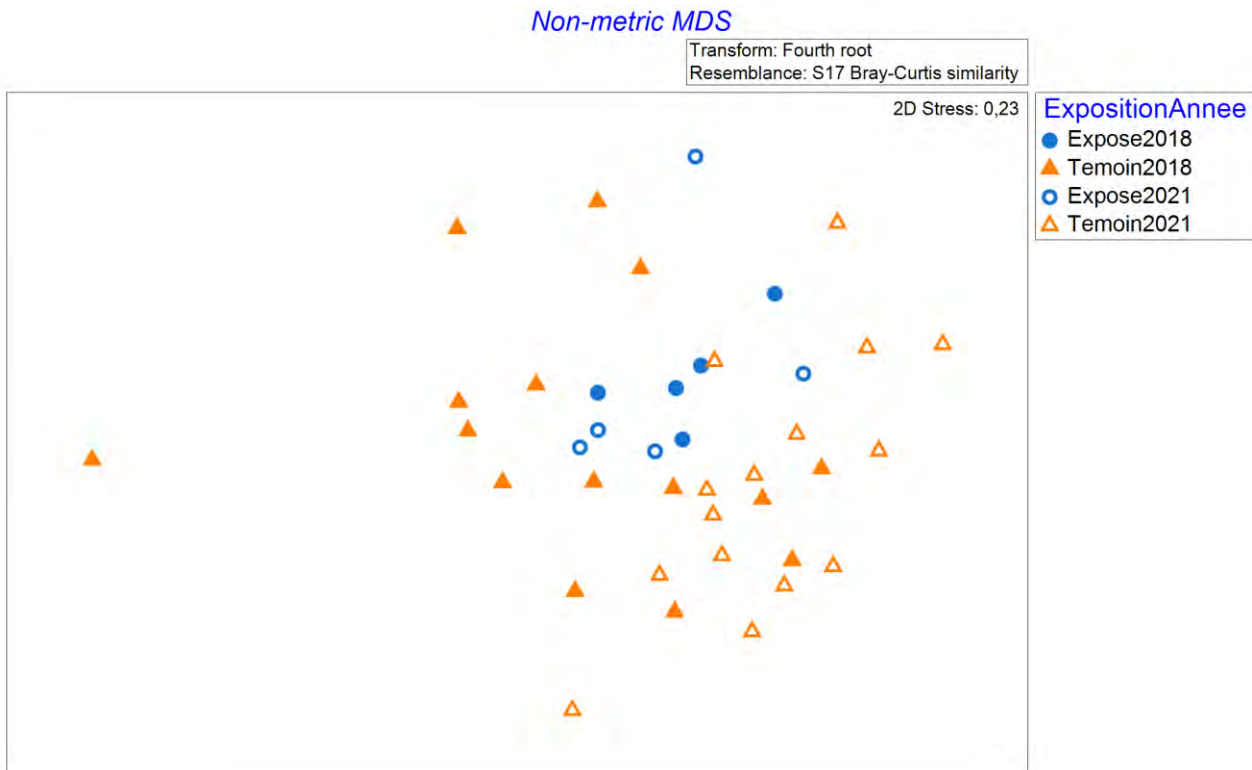
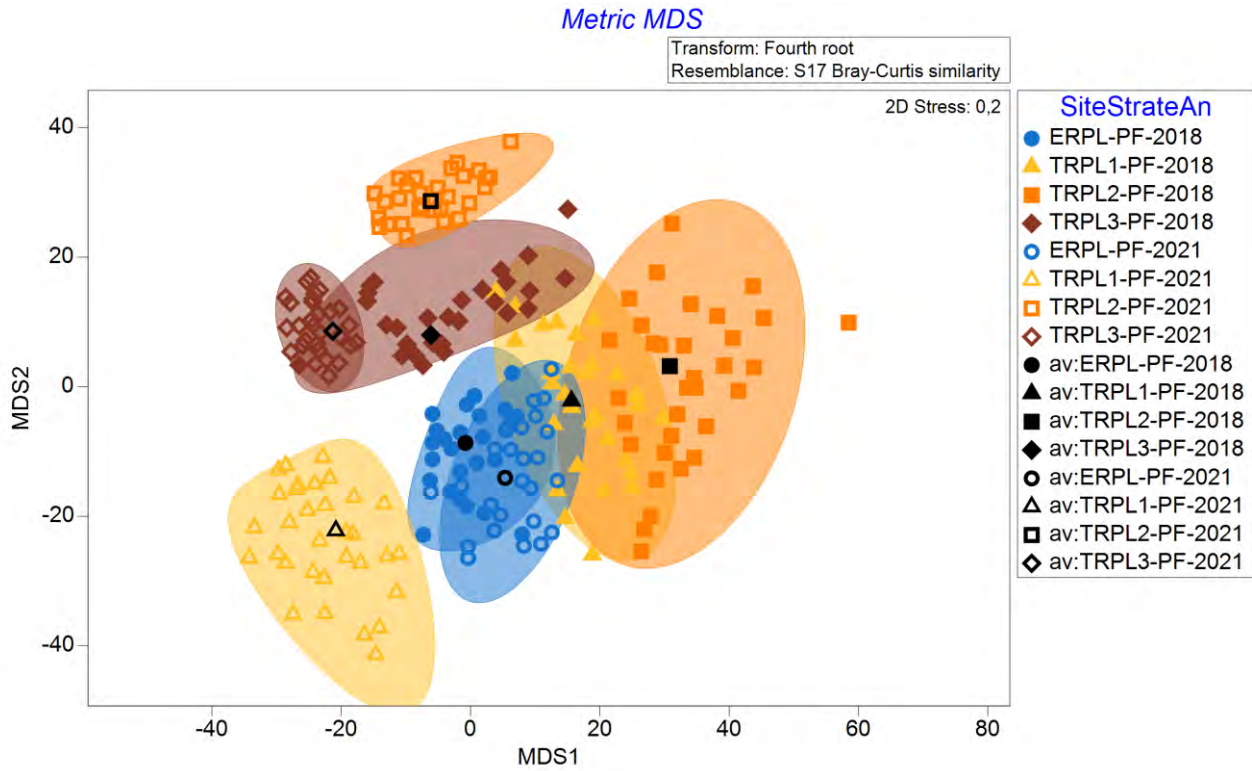
MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
ExposeAvant	5	21,264	2,4201
Temoi nAvant	15	37,645	2,825
ExposeApres	15	26,858	2,4962
Temoi nApres	45	33,659	1,4833

3.1.3 NMDS

Non-metric MDS





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

Group ERPL-PF-2021

Average similarity: 58,85

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Sphaeriidae	3,16	21,48	8,29	36,49	36,49
Chironomidae	1,73	8,72	1,15	14,81	51,31
Lumbriculidae	1,54	8,24	1,15	14,00	65,30
Spongillidae	1,31	7,92	1,16	13,46	78,76

Group TRPL1-PF-2021

Average similarity: 54,00

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Sphaeriidae	3,24	24,21	7,57	44,84	44,84
Spongillidae	1,31	8,66	1,12	16,04	60,88
Naididae	1,48	7,75	1,13	14,35	75,23

Group TRPL2-PF-2021

Average similarity: 66,98

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Sphaeriidae	3,68	20,91	8,56	31,21	31,21
Unionidae	1,94	10,70	6,76	15,98	47,19
Cristatellidae	1,64	10,13	5,11	15,12	62,31
Naididae	2,16	8,23	1,16	12,29	74,60

Group TRPL3-PF-2021

Average similarity: 68,55

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Sphaeriidae	4,20	21,15	5,60	30,85	30,85
Naididae	3,40	17,17	5,76	25,05	55,89
Chironomidae	2,21	10,30	3,24	15,02	70,92

Groups ERPL-PF-2018 & TRPL1-PF-2018

Average dissimilarity = 39,20

Species	Group ERPL-PF-2018		Group TRPL1-PF-2018				
	Av.Abund		Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
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 & 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 & 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 & 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
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 & 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
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 & 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 & 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 & 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 & 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 & 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 & 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 & 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 & 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 & TRPL1-PF-2019

Average dissimilarity = 42,12

Species	Group ERPL-PF-2019	Group TRPL1-PF-2019	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
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	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
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	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
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	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
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	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
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 = 52,75

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	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
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	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
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 & 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 & 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 & ERPL-PF-2020

Average dissimilarity = 36,29

Species	Group TRPL1-PF-2018		Group ERPL-PF-2020			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
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 & ERPL-PF-2020

Average dissimilarity = 48,88

Species	Group TRPL2-PF-2018		Group ERPL-PF-2020			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
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 & ERPL-PF-2020

Average dissimilarity = 47,06

Species	Group TRPL3-PF-2018		Group ERPL-PF-2020			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
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 & ERPL-PF-2020

Average dissimilarity = 34,60

Species	Group ERPL-PF-2019		Group ERPL-PF-2020			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
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 & ERPL-PF-2020

Average dissimilarity = 32,73

Species	Group TRPL1-PF-2019		Group ERPL-PF-2020			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
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 & ERPL-PF-2020

Average dissimilarity = 42,38

Species	Group TRPL2-PF-2019		Group ERPL-PF-2020			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
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.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
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.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
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.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
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.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
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 & TRPL1-PF-2020

Average dissimilarity = 58,59

Species	Group TRPL3-PF-2018		Group TRPL1-PF-2020		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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 & TRPL1-PF-2020

Average dissimilarity = 44,52

Species	Group ERPL-PF-2019		Group TRPL1-PF-2020		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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 & TRPL1-PF-2020

Average dissimilarity = 43,97

Species	Group TRPL1-PF-2019		Group TRPL1-PF-2020		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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 & TRPL1-PF-2020

Average dissimilarity = 43,13

Species	Group TRPL2-PF-2019		Group TRPL1-PF-2020		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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 & TRPL1-PF-2020

Average dissimilarity = 43,79

Species	Group TRPL3-PF-2019		Group TRPL1-PF-2020		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		

Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
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 & TRPL1-PF-2020

Average dissimilarity = 41,32

Species	Group ERPL-PF-2020		Group TRPL1-PF-2020		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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 & TRPL2-PF-2020

Average dissimilarity = 50,49

Species	Group ERPL-PF-2018		Group TRPL2-PF-2020		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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 & TRPL2-PF-2020

Average dissimilarity = 46,26

Species	Group TRPL1-PF-2018		Group TRPL2-PF-2020		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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 & TRPL2-PF-2020

Average dissimilarity = 57,82

Species	Group TRPL2-PF-2018		Group TRPL2-PF-2020		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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	Diss/SD		
Naididae	2,15	1,67	6,65	1,04	12,16	12,16

Unionidae	1,76	0,66	5,55	1,3	10,15	22,31
Chironomidae	1,52	0,72	5,19	1,2	9,49	31,8
Leptoceridae	0,88	1,42	5,14	1,27	9,39	41,19
Hygrobatidae	0,72	0,39	4,41	0,77	8,06	49,26
Sphaeriidae	3,6	2,77	3,97	1,81	7,25	56,5
Lumbriculidae	0,33	0,82	3,83	0,8	7	63,51
Molannidae	0,66	0,39	3,72	0,73	6,81	70,32

Groups ERPL-PF-2019 & TRPL2-PF-2020

Average dissimilarity = 49,04

Species	Group ERPL-PF-2019	Group TRPL2-PF-2020	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Chironomidae	1,82	0,72	7,5	1,23	15,29	15,29
Naididae	0,33	1,67	7,05	1,24	14,38	29,67
Ceratopogonidae	1,27	0	6,32	1,09	12,9	42,56
Unionidae	1,12	0,66	5,33	0,98	10,88	53,44
Lumbriculidae	0,39	0,82	4,56	0,85	9,29	62,73
Leptoceridae	2,05	1,42	4,4	0,76	8,97	71,7

Groups TRPL1-PF-2019 & TRPL2-PF-2020

Average dissimilarity = 47,23

Species	Group TRPL1-PF-2019	Group TRPL2-PF-2020	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Chironomidae	2,1	0,72	7,81	1,34	16,53	16,53
Naididae	1,83	1,67	7,42	1,17	15,71	32,24
Leptoceridae	1,58	1,42	4,65	0,8	9,84	42,08
Lumbriculidae	0,39	0,82	4,5	0,84	9,53	51,61
Lebertiidae	0,66	0	3,35	0,73	7,09	58,7
Sphaeriidae	2,96	2,77	2,98	1,38	6,3	65
Unionidae	0	0,66	2,87	0,79	6,08	71,07

Groups TRPL2-PF-2019 & TRPL2-PF-2020

Average dissimilarity = 42,53

Species	Group TRPL2-PF-2019	Group TRPL2-PF-2020	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Naididae	1,27	1,67	9,71	1,12	22,83	22,83
Lumbriculidae	0,39	0,82	6,06	0,82	14,24	37,07
Leptoceridae	1,44	1,42	5,75	0,74	13,52	50,59
Chironomidae	0,66	0,72	5,02	0,94	11,81	62,4
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		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		

Species	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
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		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
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

Groups ERPL-PF-2018 & ERPL-PF-2021

Average dissimilarity = 40,09

Species	Group ERPL-PF-2018		Group ERPL-PF-2021		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
Nematoda	1,76	0,33	5,64	2,04	14,06	14,06
Lumbriculidae	0,33	1,54	5,24	1,5	13,07	27,13
Naididae	1,15	0,79	4,16	1,13	10,38	37,51
Leptoceridae	1,15	1,21	3,93	1,05	9,8	47,3
Molannidae	1,11	1,15	3,76	1,05	9,39	56,69
Unionidae	0,66	1,11	3,7	1,1	9,22	65,91
Chironomidae	1,83	1,73	2,45	0,88	6,11	72,02

Groups TRPL1-PF-2018 & ERPL-PF-2021

Average dissimilarity = 42,85

Species	Group TRPL1-PF-2018		Group ERPL-PF-2021		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
Lumbriculidae	0,66	1,54	4,8	1,26	11,19	11,19
Spongillidae	0,33	1,31	4,72	1,38	11,02	22,21
Leptoceridae	1,66	1,21	4,47	1,05	10,44	32,65
Chironomidae	1,11	1,73	4,39	1,08	10,25	42,9
Nematoda	1,11	0,33	4,23	1,14	9,87	52,77
Naididae	0,72	0,79	4,03	0,95	9,41	62,18
Molannidae	0,98	1,15	4,01	1,08	9,35	71,53

Groups TRPL2-PF-2018 & ERPL-PF-2021

Average dissimilarity = 57,94

Species	Group TRPL2-PF-2018		Group ERPL-PF-2021		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
Lumbriculidae	0	1,54	7,26	1,78	12,53	12,53
Sphaeriidae	1,87	3,16	6,61	1,03	11,4	23,93
Spongillidae	0	1,31	6,37	1,82	10,99	34,92

Chironomidae	1,21	1,73	5,02	0,97	8,66	43,58
Molannidae	0,72	1,15	4,74	1,08	8,17	51,75
Unionidae	0,72	1,11	4,55	1,06	7,85	59,59
Leptoceridae	1,44	1,21	4,48	0,98	7,74	67,33
Naididae	0,39	0,79	4,26	0,83	7,36	74,69

Groups TRPL3-PF-2018 & ERPL-PF-2021

Average dissimilarity = 50,92

Species	Group TRPL3-PF-2018	Group ERPL-PF-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Naididae	2,15	0,79	5,77	1,39	11,32	11,32
Lumbriculidae	0,33	1,54	5,04	1,35	9,91	21,23
Chironomidae	1,52	1,73	4,63	1,06	9,09	30,32
Leptoceridae	0,88	1,21	4,22	1,14	8,28	38,6
Unionidae	1,76	1,11	3,93	1,05	7,71	46,31
Molannidae	0,66	1,15	3,62	1,08	7,11	53,42
Spongillidae	0,66	1,31	3,46	1	6,8	60,22
Hygrobatiidae	0,72	0	3,26	0,79	6,39	66,61
Nematoda	0,98	0,33	3	1,05	5,89	72,51

Groups ERPL-PF-2019 & ERPL-PF-2021

Average dissimilarity = 44,91

Species	Group ERPL-PF-2019	Group ERPL-PF-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Lumbriculidae	0,39	1,54	5,66	1,45	12,61	12,61
Spongillidae	0	1,31	5,64	1,92	12,55	25,16
Ceratopogonidae	1,27	0,39	4,92	1,16	10,95	36,11
Molannidae	0,39	1,15	4,42	1,12	9,83	45,94
Leptoceridae	2,05	1,21	4,18	0,98	9,31	55,26
Unionidae	1,12	1,11	4,17	1,11	9,29	64,55
Chironomidae	1,82	1,73	3,87	0,92	8,61	73,16

Groups TRPL1-PF-2019 & ERPL-PF-2021

Average dissimilarity = 47,87

Species	Group TRPL1-PF-2019	Group ERPL-PF-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Naididae	1,83	0,79	5,62	1,37	11,75	11,75
Lumbriculidae	0,39	1,54	5,57	1,43	11,65	23,4
Spongillidae	0	1,31	5,56	1,88	11,62	35,02
Molannidae	0,33	1,15	4,33	1,13	9,05	44,06
Unionidae	0	1,11	4,29	1,16	8,96	53,02
Leptoceridae	1,58	1,21	4,11	0,96	8,59	61,62
Chironomidae	2,1	1,73	2,8	0,85	5,85	67,47
Lebertiidae	0,66	0	2,66	0,78	5,55	73,02

Groups TRPL2-PF-2019 & ERPL-PF-2021

Average dissimilarity = 53,00

Species	Group TRPL2-PF-2019	Group ERPL-PF-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Spongillidae	0	1,31	7	1,84	13,2	13,2
Chironomidae	0,66	1,73	6,99	1,32	13,18	26,38
Lumbriculidae	0,39	1,54	6,97	1,41	13,15	39,54
Naididae	1,27	0,79	5,9	1,14	11,13	50,67
Molannidae	0	1,15	5,57	1,15	10,52	61,18
Unionidae	0,39	1,11	5,15	1,09	9,72	70,91

Groups TRPL3-PF-2019 & ERPL-PF-2021

Average dissimilarity = 41,88

Species	Group TRPL3-PF-2019	Group ERPL-PF-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Naididae	3,39	0,79	8,73	2,12	20,85	20,85
Ceratopogonidae	1,72	0,39	4,95	1,55	11,83	32,68
Spongillidae	0	1,31	4,7	1,86	11,21	43,89
Molannidae	0	1,15	3,85	1,16	9,2	53,08
Leptoceridae	2,11	1,21	3,63	0,98	8,66	61,74
Lumbriculidae	1,05	1,54	3,43	1,01	8,18	69,92
Unionidae	1,37	1,11	3,1	0,99	7,41	77,33

Groups ERPL-PF-2020 & ERPL-PF-2021

Average dissimilarity = 42,00

Species	Group ERPL-PF-2020	Group ERPL-PF-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Spongillidae	0	1,31	5,23	1,92	12,46	12,46
Lumbriculidae	0,43	1,54	5,2	1,52	12,37	24,84
Naididae	1,88	0,79	4,81	1,52	11,46	36,29
Nematoda	1,37	0,33	4,54	1,45	10,82	47,11
Leptoceridae	2,1	1,21	4,04	1,01	9,63	56,74
Molannidae	0,72	1,15	3,93	1,11	9,36	66,1
Unionidae	0,72	1,11	3,78	1,08	8,99	75,09

Groups TRPL1-PF-2020 & ERPL-PF-2021**Average dissimilarity = 47,97**

Species	Group TRPL1-PF-2020	Group ERPL-PF-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Chironomidae	0,78	1,73	5,52	1,14	11,52	11,52
Spongillidae	0,33	1,31	5,26	1,35	10,97	22,49
Lumbriculidae	1,42	1,54	5,12	1,17	10,68	33,17
Naididae	1	0,79	4,94	1	10,3	43,47
Molannidae	0,33	1,15	4,63	1,1	9,65	53,12
Unionidae	0	1,11	4,56	1,13	9,5	62,62
Leptoceridae	1,9	1,21	4,23	1,02	8,83	71,45

Groups TRPL2-PF-2020 & ERPL-PF-2021**Average dissimilarity = 48,95**

Species	Group TRPL2-PF-2020	Group ERPL-PF-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Naididae	1,67	0,79	6,52	1,2	13,32	13,32
Chironomidae	0,72	1,73	6,3	1,18	12,86	26,19
Spongillidae	0,33	1,31	5,6	1,31	11,43	37,62
Lumbriculidae	0,82	1,54	5,35	1,12	10,93	48,55
Molannidae	0,39	1,15	4,92	1,07	10,06	58,61
Leptoceridae	1,42	1,21	4,6	1,07	9,4	68,01
Unionidae	0,66	1,11	4,46	1,04	9,11	77,12

Groups TRPL3-PF-2020 & ERPL-PF-2021**Average dissimilarity = 41,48**

Species	Group TRPL3-PF-2020	Group ERPL-PF-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Naididae	3,32	0,79	7,47	2,21	18,01	18,01
Leptoceridae	2,47	1,21	4	1,15	9,64	27,65
Ceratopogonidae	1,48	0,39	3,85	1,53	9,29	36,94
Nematoda	1,37	0,33	3,66	1,44	8,83	45,77
Spongillidae	0,33	1,31	3,48	1,42	8,38	54,15
Unionidae	0	1,11	3,2	1,18	7,72	61,87
Chironomidae	1,91	1,73	2,86	0,96	6,91	68,78
Molannidae	1,81	1,15	2,71	1,04	6,53	75,3

Groups ERPL-PF-2018 & TRPL1-PF-2021**Average dissimilarity = 48,08**

Species	Group ERPL-PF-2018	Group TRPL1-PF-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Nematoda	1,76	0,33	5,92	1,96	12,31	12,31
Lebertiidae	0	1,11	4,61	1,17	9,59	21,9
Leptoceridae	1,15	0	4,36	1,17	9,08	30,97
Molannidae	1,11	0,33	4,13	1,12	8,58	39,55
Naididae	1,15	1,48	3,92	1,02	8,15	47,7
Ceratopogonidae	0	0,98	3,66	1,18	7,61	55,31
Chironomidae	1,83	1,09	3,56	1,05	7,41	62,72
Limnesiidae	0,33	0,66	2,86	0,84	5,95	68,67
Unionidae	0,66	0,33	2,85	0,86	5,93	74,6

Groups TRPL1-PF-2018 & TRPL1-PF-2021**Average dissimilarity = 56,97**

Species	Group TRPL1-PF-2018	Group TRPL1-PF-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Leptoceridae	1,66	0	7,6	1,77	13,34	13,34
Lebertiidae	0	1,11	5,08	1,15	8,92	22,26
Spongillidae	0,33	1,31	5,01	1,33	8,8	31,06
Naididae	0,72	1,48	4,95	1,18	8,7	39,76

Nematoda	1,11	0,33	4,51	1,13	7,91	47,67
Chironomidae	1,11	1,09	4,3	1,09	7,55	55,23
Ceratopogonidae	0,39	0,98	4,1	1,15	7,19	62,42
Unionidae	0,98	0,33	3,85	1,08	6,76	69,17
Molannidae	0,98	0,33	3,85	1,08	6,75	75,93

Groups TRPL2-PF-2018 & TRPL1-PF-2021

Average dissimilarity = 68,12

Species	Group TRPL2-PF-2018		Group TRPL1-PF-2021				
	Av.Abund		Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Sphaeriidae	1,87		3,24	7,7	1,1	11,31	11,31
Leptoceridae	1,44		0	7,53	1,58	11,06	22,37
Spongillidae	0		1,31	6,81	1,68	9,99	32,36
Naididae	0,39		1,48	6,37	1,39	9,35	41,71
Lebertiidae	0		1,11	5,79	1,12	8,49	50,2
Chironomidae	1,21		1,09	5,2	1,1	7,63	57,84
Ceratopogonidae	0,66		0,98	4,2	0,98	6,16	64
Molannidae	0,72		0,33	3,79	0,86	5,56	69,56
Unionidae	0,72		0,33	3,63	0,87	5,32	74,88

Groups TRPL3-PF-2018 & TRPL1-PF-2021

Average dissimilarity = 54,27

Species	Group TRPL3-PF-2018		Group TRPL1-PF-2021				
	Av.Abund		Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Unionidae	1,76		0,33	5,36	1,58	9,88	9,88
Naididae	2,15		1,48	5,04	1,19	9,29	19,17
Chironomidae	1,52		1,09	4,78	1,27	8,81	27,98
Lebertiidae	0		1,11	4,38	1,07	8,06	36,04
Spongillidae	0,66		1,31	3,68	0,97	6,79	42,83
Hygrobatidae	0,72		0	3,52	0,78	6,49	49,32
Ceratopogonidae	0,33		0,98	3,35	1,04	6,17	55,49
Nematoda	0,98		0,33	3,18	1,03	5,85	61,35
Sphaeriidae	3,6		3,24	2,96	1,51	5,45	66,8
Molannidae	0,66		0,33	2,91	0,76	5,36	72,16

Groups ERPL-PF-2019 & TRPL1-PF-2021

Average dissimilarity = 57,89

Species	Group ERPL-PF-2019		Group TRPL1-PF-2021				
	Av.Abund		Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Leptoceridae	2,05		0	9,06	5,51	15,65	15,65
Spongillidae	0		1,31	5,95	1,83	10,27	25,92
Naididae	0,33		1,48	5,48	1,45	9,46	35,38
Chironomidae	1,82		1,09	5,25	1,28	9,08	44,46
Lebertiidae	0		1,11	5,04	1,17	8,71	53,18
Ceratopogonidae	1,27		0,98	4,79	1,15	8,27	61,45
Unionidae	1,12		0,33	4,76	1,1	8,23	69,67
Sphaeriidae	2,99		3,24	3,3	1,08	5,7	75,38

Groups TRPL1-PF-2019 & TRPL1-PF-2021

Average dissimilarity = 51,38

Species	Group TRPL1-PF-2019		Group TRPL1-PF-2021				
	Av.Abund		Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Leptoceridae	1,58		0	7,22	1,68	14,05	14,05
Spongillidae	0		1,31	5,87	1,79	11,42	25,47
Naididae	1,83		1,48	4,61	1,06	8,98	34,45
Chironomidae	2,1		1,09	4,59	1,19	8,94	43,39
Lebertiidae	0,66		1,11	4,29	1,08	8,35	51,74
Ceratopogonidae	0,33		0,98	3,78	1,09	7,36	59,09
Sphaeriidae	2,96		3,24	2,88	1,59	5,6	64,69
Lumbriculidae	0,39		0,46	2,69	0,68	5,23	69,92
Limnesiidae	0		0,66	2,57	0,79	5,01	74,93

Groups TRPL2-PF-2019 & TRPL1-PF-2021

Average dissimilarity = 58,96

Species	Group TRPL2-PF-2019		Group TRPL1-PF-2021				
	Av.Abund		Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Leptoceridae	1,44		0	7,67	1,76	13,01	13,01
Spongillidae	0		1,31	7,55	1,69	12,8	25,81
Lebertiidae	0		1,11	6,43	1,13	10,9	36,71

Naididae	1,27	1,48	5,72	1,02	9,71	46,42
Chironomidae	0,66	1,09	5,38	1,01	9,12	55,54
Ceratopogonidae	0	0,98	4,84	1,16	8,2	63,74
Sphaeriidae	2,64	3,24	4,68	1,32	7,94	71,68

Groups TRPL3-PF-2019 & TRPL1-PF-2021

Average dissimilarity = 51,26

Species	Group TRPL3-PF-2019		Group TRPL1-PF-2021		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
Leptoceridae	2,11	0	7,75	4,5	15,12	15,12
Naididae	3,39	1,48	7,09	1,51	13,83	28,95
Spongillidae	0	1,31	4,9	1,78	9,56	38,52
Chironomidae	2,26	1,09	4,38	1,29	8,54	47,06
Ceratopogonidae	1,72	0,98	4,19	1,22	8,17	55,23
Lebertiidae	0	1,11	4,15	1,15	8,1	63,33
Unionidae	1,37	0,33	4,13	1,4	8,07	71,4

Groups ERPL-PF-2020 & TRPL1-PF-2021

Average dissimilarity = 53,14

Species	Group ERPL-PF-2020		Group TRPL1-PF-2021		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
Leptoceridae	2,1	0	8,56	5,7	16,11	16,11
Chironomidae	2,45	1,09	5,74	1,43	10,8	26,92
Spongillidae	0	1,31	5,49	1,84	10,34	37,26
Nematoda	1,37	0,33	4,79	1,42	9,01	46,27
Lebertiidae	0	1,11	4,66	1,18	8,76	55,03
Ceratopogonidae	0,33	0,98	3,57	1,1	6,71	61,74
Molannidae	0,72	0,33	3,15	0,87	5,93	67,67
Unionidae	0,72	0,33	3,12	0,88	5,87	73,54

Groups TRPL1-PF-2020 & TRPL1-PF-2021

Average dissimilarity = 58,93

Species	Group TRPL1-PF-2020		Group TRPL1-PF-2021		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
Leptoceridae	1,9	0	8,87	4,15	15,04	15,04
Naididae	1	1,48	5,98	1,34	10,15	25,2
Lumbriculidae	1,42	0,46	5,85	1,1	9,93	35,13
Spongillidae	0,33	1,31	5,64	1,29	9,56	44,69
Lebertiidae	0	1,11	5,39	1,11	9,15	53,83
Chironomidae	0,78	1,09	4,85	1,08	8,23	62,06
Ceratopogonidae	0,39	0,98	4,33	1,11	7,35	69,41
Nematoda	0,78	0,33	3,5	0,89	5,95	75,35

Groups TRPL2-PF-2020 & TRPL1-PF-2021

Average dissimilarity = 58,86

Species	Group TRPL2-PF-2020		Group TRPL1-PF-2021		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
Naididae	1,67	1,48	6,87	1,34	11,67	11,67
Leptoceridae	1,42	0	6,27	1,79	10,65	22,32
Spongillidae	0,33	1,31	6,05	1,23	10,28	32,6
Lebertiidae	0	1,11	5,78	1,07	9,82	42,42
Chironomidae	0,72	1,09	5,04	1	8,56	50,98
Lumbriculidae	0,82	0,46	4,61	0,87	7,83	58,81
Ceratopogonidae	0	0,98	4,4	1,12	7,47	66,29
Sphaeriidae	2,77	3,24	3,74	1,35	6,35	72,63

Groups TRPL3-PF-2020 & TRPL1-PF-2021

Average dissimilarity = 52,05

Species	Group TRPL3-PF-2020		Group TRPL1-PF-2021		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
Leptoceridae	2,47	0	7,8	5,14	14,99	14,99
Naididae	3,32	1,48	5,93	1,61	11,4	26,39
Lumbriculidae	2,05	0,46	5,58	2,11	10,72	37,11
Molannidae	1,81	0,33	4,74	1,98	9,11	46,22
Chironomidae	1,91	1,09	4	1,35	7,69	53,91
Nematoda	1,37	0,33	3,81	1,43	7,31	61,22
Spongillidae	0,33	1,31	3,61	1,4	6,93	68,15
Lebertiidae	0	1,11	3,55	1,19	6,82	74,97

Groups ERPL-PF-2021 & TRPL1-PF-2021

Average dissimilarity = 49,69

Species	Group ERPL-PF-2021		Group TRPL1-PF-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Lumbriculidae	1,54	0,46	5,73	1,54	11,54	11,54
Leptoceridae	1,21	0	4,6	1,17	9,25	20,79
Naididae	0,79	1,48	4,58	1,25	9,22	30,01
Lebertiidae	0	1,11	4,56	1,17	9,17	39,18
Chironomidae	1,73	1,09	4,47	1,21	9	48,18
Molannidae	1,15	0,33	4,25	1,13	8,54	56,72
Unionidae	1,11	0,33	4,05	1,12	8,15	64,87
Ceratopogonidae	0,39	0,98	3,76	1,14	7,57	72,44

Groups ERPL-PF-2018 & TRPL2-PF-2021

Average dissimilarity = 48,45

Species	Group ERPL-PF-2018		Group TRPL2-PF-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Cristatellidae	0	1,64	5,7	4,59	11,77	11,77
Naididae	1,15	2,16	5	1,4	10,32	22,09
Spongillidae	1,31	0	4,52	1,76	9,34	31,43
Unionidae	0,66	1,94	4,43	1,43	9,15	40,58
Leptoceridae	1,15	0,33	3,62	1,11	7,46	48,04
Valvatidae	0	0,98	3,52	1,11	7,27	55,31
Molannidae	1,11	0,66	3,36	1,06	6,94	62,26
Sphaeriidae	2,83	3,68	2,78	2,09	5,73	67,99
Enchytraeidae	0	0,86	2,63	0,79	5,43	73,41

Groups TRPL1-PF-2018 & TRPL2-PF-2021

Average dissimilarity = 50,58

Species	Group TRPL1-PF-2018		Group TRPL2-PF-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Cristatellidae	0	1,64	6,18	3,89	12,23	12,23
Naididae	0,72	2,16	6,15	1,56	12,16	24,39
Leptoceridae	1,66	0,33	5,69	1,41	11,25	35,64
Valvatidae	0	0,98	3,84	1,09	7,59	43,23
Unionidae	0,98	1,94	3,76	1,01	7,44	50,68
Chironomidae	1,11	1,58	3,69	0,98	7,3	57,98
Nematoda	1,11	1,42	3,47	1	6,86	64,84
Molannidae	0,98	0,66	3,14	0,98	6,21	71,06

Groups TRPL2-PF-2018 & TRPL2-PF-2021

Average dissimilarity = 65,24

Species	Group TRPL2-PF-2018		Group TRPL2-PF-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Sphaeriidae	1,87	3,68	7,81	1,27	11,97	11,97
Naididae	0,39	2,16	7,32	1,63	11,23	23,2
Cristatellidae	0	1,64	6,87	3,25	10,54	33,73
Unionidae	0,72	1,94	5,47	1,34	8,38	42,12
Leptoceridae	1,44	0,33	5,46	1,24	8,36	50,48
Nematoda	0,39	1,42	4,82	1,45	7,39	57,87
Valvatidae	0	0,98	4,3	1,05	6,59	64,45
Chironomidae	1,21	1,58	4,17	0,95	6,39	70,84

Groups TRPL3-PF-2018 & TRPL2-PF-2021

Average dissimilarity = 47,95

Species	Group TRPL3-PF-2018		Group TRPL2-PF-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Cristatellidae	0	1,64	5,41	2,94	11,28	11,28
Naididae	2,15	2,16	4,24	0,9	8,83	20,11
Chironomidae	1,52	1,58	3,99	1,16	8,32	28,43
Valvatidae	0	0,98	3,34	1,03	6,98	35,41
Hydrobatidae	0,72	0,43	3,18	0,86	6,63	42,04
Nematoda	0,98	1,42	2,88	0,92	6,01	48,05
Enchytraeidae	0,33	0,86	2,73	0,87	5,7	53,75
Unionidae	1,76	1,94	2,66	0,8	5,55	59,3
Molannidae	0,66	0,66	2,63	0,83	5,47	64,77
Leptoceridae	0,88	0,33	2,51	0,88	5,23	70
Lumbriculidae	0,33	0,72	2,38	0,83	4,97	74,97

Groups ERPL-PF-2019 & TRPL2-PF-2021

Average dissimilarity = 52,71

Species	Group ERPL-PF-2019	Group TRPL2-PF-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Naididae	0,33	2,16	6,71	1,83	12,73	12,73
Leptoceridae	2,05	0,33	6,57	2,04	12,46	25,18
Cristatellidae	0	1,64	6,16	4,38	11,68	36,86
Ceratopogonidae	1,27	0	4,61	1,11	8,74	45,61
Valvatidae	0	0,98	3,82	1,1	7,24	52,85
Chironomidae	1,82	1,58	3,74	0,88	7,09	59,94
Nematoda	0,66	1,42	3,71	1,15	7,04	66,98
Unionidae	1,12	1,94	3,47	1,14	6,58	73,56

Groups TRPL1-PF-2019 & TRPL2-PF-2021

Average dissimilarity = 53,53

Species	Group TRPL1-PF-2019	Group TRPL2-PF-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Unionidae	0	1,94	7,04	5,83	13,16	13,16
Cristatellidae	0	1,64	6,08	4,06	11,36	24,52
Leptoceridae	1,58	0,33	5,39	1,35	10,07	34,59
Naididae	1,83	2,16	4,39	0,96	8,2	42,79
Nematoda	0,39	1,42	4,32	1,46	8,07	50,86
Valvatidae	0	0,98	3,77	1,09	7,04	57,9
Chironomidae	2,1	1,58	2,92	0,72	5,45	63,35
Lumbriculidae	0,39	0,72	2,84	0,85	5,3	68,66
Enchytraeidae	0	0,86	2,77	0,79	5,18	73,83

Groups TRPL2-PF-2019 & TRPL2-PF-2021

Average dissimilarity = 59,27

Species	Group TRPL2-PF-2019	Group TRPL2-PF-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Cristatellidae	0	1,64	7,49	3,14	12,64	12,64
Unionidae	0,39	1,94	7,39	1,97	12,47	25,12
Naididae	1,27	2,16	6,3	1,2	10,62	35,74
Nematoda	0	1,42	5,6	1,83	9,45	45,19
Leptoceridae	1,44	0,33	5,59	1,32	9,43	54,62
Chironomidae	0,66	1,58	5,12	1,29	8,64	63,27
Sphaeriidae	2,64	3,68	4,75	1,4	8,01	71,27

Groups TRPL3-PF-2019 & TRPL2-PF-2021

Average dissimilarity = 43,94

Species	Group TRPL3-PF-2019	Group TRPL2-PF-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Leptoceridae	2,11	0,33	5,76	2,07	13,1	13,1
Cristatellidae	0	1,64	5,21	4,34	11,86	24,96
Ceratopogonidae	1,72	0	5,11	1,79	11,63	36,59
Naididae	3,39	2,16	4,52	0,83	10,28	46,87
Nematoda	0,33	1,42	3,63	1,41	8,25	55,12
Valvatidae	0	0,98	3,21	1,11	7,3	62,42
Lumbriculidae	1,05	0,72	2,96	1,05	6,74	69,16
Chironomidae	2,26	1,58	2,9	0,84	6,61	75,77

Groups ERPL-PF-2020 & TRPL2-PF-2021

Average dissimilarity = 45,24

Species	Group ERPL-PF-2020	Group TRPL2-PF-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Leptoceridae	2,1	0,33	6,28	2,1	13,89	13,89
Cristatellidae	0	1,64	5,76	4,72	12,72	26,62
Unionidae	0,72	1,94	4,45	1,43	9,84	36,46
Naididae	1,88	2,16	3,87	1,32	8,56	45,02
Chironomidae	2,45	1,58	3,7	0,85	8,17	53,19
Valvatidae	0	0,98	3,56	1,12	7,86	61,05
Sphaeriidae	2,8	3,68	3,16	1,5	6,98	68,03
Lumbriculidae	0,43	0,72	2,96	0,85	6,53	74,56

Groups TRPL1-PF-2020 & TRPL2-PF-2021

Average dissimilarity = 59,95

Species	Group TRPL1-PF-2020	Group TRPL2-PF-2021	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Unionidae	0	1,94	7,48	4,14	12,48	12,48
Cristatellidae	0	1,64	6,47	3,17	10,8	23,28

Leptoceridae	1,9	0,33	6,28	1,81	10,48	33,76
Naididae	1	2,16	6,15	1,25	10,27	44,03
Lumbriculidae	1,42	0,72	4,77	1,11	7,96	51,99
Chironomidae	0,78	1,58	4,4	1,15	7,34	59,33
Nematoda	0,78	1,42	4,21	1,23	7,03	66,36
Valvatidae	0	0,98	4,03	1,04	6,73	73,09

Groups TRPL2-PF-2020 & TRPL2-PF-2021

Average dissimilarity = 55,22

Species	Group TRPL2-PF-2020		Group TRPL2-PF-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Cristatellidae	0	1,64	6,83	2,72	12,38	12,38
Naididae	1,67	2,16	6,08	1,07	11,01	23,38
Unionidae	0,66	1,94	5,5	1,26	9,95	33,34
Leptoceridae	1,42	0,33	4,72	1,35	8,54	41,88
Chironomidae	0,72	1,58	4,71	1,22	8,53	50,41
Nematoda	0,33	1,42	4,68	1,39	8,47	58,87
Valvatidae	0	0,98	4,28	1	7,75	66,63
Sphaeriidae	2,77	3,68	3,99	1,6	7,23	73,86

Groups TRPL3-PF-2020 & TRPL2-PF-2021

Average dissimilarity = 47,93

Species	Group TRPL3-PF-2020		Group TRPL2-PF-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Leptoceridae	2,47	0,33	6,03	2,41	12,59	12,59
Unionidae	0	1,94	5,31	9,52	11,08	23,67
Cristatellidae	0	1,64	4,56	6,25	9,51	33,18
Ceratopogonidae	1,48	0	4,08	1,84	8,52	41,7
Naididae	3,32	2,16	3,95	0,94	8,23	49,94
Lumbriculidae	2,05	0,72	3,93	1,37	8,19	58,13
Molannidae	1,81	0,66	3,27	1,27	6,82	64,95
Chironomidae	1,91	1,58	2,88	0,96	6	70,95

Groups ERPL-PF-2021 & TRPL2-PF-2021

Average dissimilarity = 49,22

Species	Group ERPL-PF-2021		Group TRPL2-PF-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Naididae	0,79	2,16	5,46	1,47	11,08	11,08
Spongillidae	1,31	0	4,65	1,78	9,45	20,53
Cristatellidae	0,33	1,64	4,46	1,78	9,06	29,59
Lumbriculidae	1,54	0,72	4,04	1,15	8,22	37,81
Nematoda	0,33	1,42	3,95	1,44	8,02	45,83
Leptoceridae	1,21	0,33	3,81	1,13	7,74	53,57
Valvatidae	0	0,98	3,49	1,11	7,08	60,66
Molannidae	1,15	0,66	3,46	1,09	7,04	67,69
Unionidae	1,11	1,94	3,32	1,04	6,74	74,43

Groups TRPL1-PF-2021 & TRPL2-PF-2021

Average dissimilarity = 58,94

Species	Group TRPL1-PF-2021		Group TRPL2-PF-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Cristatellidae	0	1,64	5,98	3,95	10,15	10,15
Unionidae	0,33	1,94	5,77	2,08	9,79	19,94
Spongillidae	1,31	0	4,86	1,7	8,25	28,19
Naididae	1,48	2,16	4,74	1,32	8,05	36,24
Nematoda	0,33	1,42	4,13	1,42	7,01	43,24
Lebertiidae	1,11	0	4,12	1,12	6,99	50,23
Valvatidae	0	0,98	3,71	1,09	6,29	56,52
Chironomidae	1,09	1,58	3,62	1,05	6,14	62,66
Ceratopogonidae	0,98	0	3,3	1,15	5,6	68,25
Lumbriculidae	0,46	0,72	2,99	0,89	5,07	73,32

Groups ERPL-PF-2018 & TRPL3-PF-2021

Average dissimilarity = 41,46

Species	Group ERPL-PF-2018		Group TRPL3-PF-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Naididae	1,15	3,4	7,12	2	17,19	17,19
Sphaeriidae	2,83	4,2	4,23	3,82	10,21	27,4
Unionidae	0,66	1,66	3,83	1,35	9,24	36,64

Leptoceridae	1,15	0,39	3,33	1,11	8,04	44,68
Molannidae	1,11	1,05	2,95	1,02	7,12	51,8
Ceratopogonidae	0	0,98	2,91	0,76	7,02	58,82
Hygrobatae	0	0,72	2,09	0,79	5,03	63,85
Ephemeridae	0	0,66	1,83	0,79	4,42	68,27
Spongillidae	1,31	1,31	1,73	0,66	4,18	72,45

Groups TRPL1-PF-2018 & TRPL3-PF-2021

Average dissimilarity = 50,41

Species	Group TRPL1-PF-2018		Group TRPL3-PF-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Naididae	0,72	3,4	9,25	2,25	18,36	18,36
Leptoceridae	1,66	0,39	5,05	1,42	10,02	28,38
Sphaeriidae	2,85	4,2	4,5	3,62	8,93	37,31
Chironomidae	1,11	2,21	3,91	1,16	7,76	45,06
Spongillidae	0,33	1,31	3,67	1,33	7,28	52,34
Unionidae	0,98	1,66	3,61	1,16	7,16	59,5
Ceratopogonidae	0,39	0,98	3,41	0,87	6,77	66,27
Nematoda	1,11	1,5	3,04	0,96	6,04	72,31

Groups TRPL2-PF-2018 & TRPL3-PF-2021

Average dissimilarity = 63,69

Species	Group TRPL2-PF-2018		Group TRPL3-PF-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Naididae	0,39	3,4	11,35	2,59	17,82	17,82
Sphaeriidae	1,87	4,2	8,91	1,61	14	31,82
Leptoceridae	1,44	0,39	4,82	1,32	7,57	39,38
Spongillidae	0	1,31	4,71	1,71	7,39	46,77
Nematoda	0,39	1,5	4,66	1,39	7,32	54,09
Unionidae	0,72	1,66	4,5	1,28	7,06	61,15
Chironomidae	1,21	2,21	4,34	1	6,81	67,96
Ceratopogonidae	0,66	0,98	4	1,04	6,28	74,24

Groups TRPL3-PF-2018 & TRPL3-PF-2021

Average dissimilarity = 43,15

Species	Group TRPL3-PF-2018		Group TRPL3-PF-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Naididae	2,15	3,4	4,4	0,85	10,19	10,19
Chironomidae	1,52	2,21	3,94	1,02	9,14	19,33
Unionidae	1,76	1,66	2,97	0,93	6,87	26,21
Ceratopogonidae	0,33	0,98	2,93	0,82	6,79	32,99
Nematoda	0,98	1,5	2,85	0,98	6,61	39,61
Spongillidae	0,66	1,31	2,76	1,01	6,41	46,01
Hygrobatae	0,72	0,72	2,73	0,92	6,34	52,35
Molannidae	0,66	1,05	2,64	0,98	6,12	58,47
Leptoceridae	0,88	0,39	2,43	0,89	5,62	64,09
Sphaeriidae	3,6	4,2	2,39	1,04	5,54	69,63
Limnysiidae	0,66	0	1,79	0,78	4,14	73,78

Groups ERPL-PF-2019 & TRPL3-PF-2021

Average dissimilarity = 51,39

Species	Group ERPL-PF-2019		Group TRPL3-PF-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Naididae	0,33	3,4	10,33	3,49	20,1	20,1
Leptoceridae	2,05	0,39	5,79	1,97	11,28	31,37
Spongillidae	0	1,31	4,3	1,79	8,36	39,73
Ceratopogonidae	1,27	0,98	4,19	1,11	8,16	47,89
Sphaeriidae	2,99	4,2	3,98	1,47	7,74	55,64
Nematoda	0,66	1,5	3,66	1,24	7,12	62,75
Unionidae	1,12	1,66	3,58	1,17	6,97	69,73
Molannidae	0,39	1,05	3,18	1,1	6,18	75,91

Groups TRPL1-PF-2019 & TRPL3-PF-2021

Average dissimilarity = 49,55

Species	Group TRPL1-PF-2019		Group TRPL3-PF-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Naididae	1,83	3,4	5,44	1,32	10,99	10,99

Unionidae	0	1,66	5,1	1,86	10,29	21,28
Leptoceridae	1,58	0,39	4,78	1,35	9,64	30,92
Spongillidae	0	1,31	4,25	1,77	8,57	39,49
Nematoda	0,39	1,5	4,17	1,42	8,41	47,9
Sphaeriidae	2,96	4,2	4,07	2,45	8,22	56,11
Ceratopogonidae	0,33	0,98	3,3	0,87	6,66	62,78
Molannidae	0,33	1,05	2,96	1,12	5,98	68,76
Ephemeraeidae	0,33	0,66	2,21	0,85	4,47	73,23

Groups TRPL2-PF-2019 & TRPL3-PF-2021

Average dissimilarity = 61,16

Species	Group TRPL2-PF-2019		Group TRPL3-PF-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Naididae	1,27	3,4	8,61	1,7	14,08	14,08
Chironomidae	0,66	2,21	6,6	1,47	10,79	24,87
Sphaeriidae	2,64	4,2	6,3	1,9	10,3	35,17
Nematoda	0	1,5	5,7	1,8	9,32	44,49
Unionidae	0,39	1,66	5,44	1,5	8,89	53,38
Spongillidae	0	1,31	5,06	1,7	8,28	61,66
Leptoceridae	1,44	0,39	4,96	1,4	8,1	69,76
Ceratopogonidae	0	0,98	3,64	0,75	5,95	75,71

Groups TRPL3-PF-2019 & TRPL3-PF-2021

Average dissimilarity = 37,84

Species	Group TRPL3-PF-2019		Group TRPL3-PF-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Leptoceridae	2,11	0,39	5,16	1,99	13,64	13,64
Ceratopogonidae	1,72	0,98	3,83	1,21	10,13	23,77
Spongillidae	0	1,31	3,71	1,78	9,79	33,56
Nematoda	0,33	1,5	3,66	1,48	9,68	43,24
Lumbriculidae	1,05	0	2,82	1,17	7,45	50,69
Molannidae	0	1,05	2,69	1,18	7,11	57,79
Unionidae	1,37	1,66	2,61	0,99	6,89	64,69
Hygrobatidae	0,33	0,72	2,14	0,87	5,66	70,34

Groups ERPL-PF-2020 & TRPL3-PF-2021

Average dissimilarity = 42,09

Species	Group ERPL-PF-2020		Group TRPL3-PF-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Leptoceridae	2,1	0,39	5,59	2,01	13,28	13,28
Naididae	1,88	3,4	4,8	3,66	11,41	24,7
Sphaeriidae	2,8	4,2	4,43	2,08	10,52	35,22
Spongillidae	0	1,31	4,05	1,81	9,63	44,85
Unionidae	0,72	1,66	3,85	1,31	9,14	53,99
Ceratopogonidae	0,33	0,98	3,17	0,89	7,53	61,52
Molannidae	0,72	1,05	2,91	1,06	6,92	68,44
Nematoda	1,37	1,5	2,28	0,86	5,42	73,86

Groups TRPL1-PF-2020 & TRPL3-PF-2021

Average dissimilarity = 59,74

Species	Group TRPL1-PF-2020		Group TRPL3-PF-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Naididae	1	3,4	8,82	1,59	14,77	14,77
Leptoceridae	1,9	0,39	5,57	1,91	9,33	24,1
Unionidae	0	1,66	5,34	1,81	8,94	33,04
Chironomidae	0,78	2,21	5,3	1,32	8,87	41,9
Sphaeriidae	2,86	4,2	4,74	2,17	7,93	49,83
Lumbriculidae	1,42	0	4,53	1,13	7,58	57,41
Spongillidae	0,33	1,31	3,96	1,31	6,62	64,03
Nematoda	0,78	1,5	3,9	1,12	6,53	70,56

Groups TRPL2-PF-2020 & TRPL3-PF-2021

Average dissimilarity = 55,60

Species	Group TRPL2-PF-2020		Group TRPL3-PF-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Naididae	1,67	3,4	7,24	1,03	13,02	13,02
Chironomidae	0,72	2,21	6,04	1,34	10,85	23,87
Sphaeriidae	2,77	4,2	5,39	1,92	9,7	33,57
Nematoda	0,33	1,5	4,72	1,4	8,5	42,07
Unionidae	0,66	1,66	4,47	1,28	8,04	50,11

Leptoceridae	1,42	0,39	4,35	1,47	7,82	57,93
Spongillidae	0,33	1,31	4,13	1,28	7,44	65,36
Molannidae	0,39	1,05	3,37	1,11	6,05	71,42

Groups TRPL3-PF-2020 & TRPL3-PF-2021

Average dissimilarity = 39,03

Species	Group TRPL3-PF-2020		Group TRPL3-PF-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Leptoceridae	2,47	0,39	5,44	2,16	13,92	13,92
Lumbriculidae	2,05	0	5,29	4,46	13,55	27,47
Unionidae	0	1,66	4,01	1,89	10,29	37,76
Ceratopogonidae	1,48	0,98	3,31	1,51	8,47	46,23
Spongillidae	0,33	1,31	2,85	1,38	7,3	53,53
Molannidae	1,81	1,05	2,38	0,95	6,1	59,63
Limnesiidae	0,72	0	1,84	0,78	4,71	64,35
Chironomidae	1,91	2,21	1,83	0,83	4,69	69,03
Nematoda	1,37	1,5	1,78	0,88	4,56	73,59

Groups ERPL-PF-2021 & TRPL3-PF-2021

Average dissimilarity = 46,81

Species	Group ERPL-PF-2021		Group TRPL3-PF-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Naididae	0,79	3,4	8,02	2,41	17,13	17,13
Lumbriculidae	1,54	0	4,83	1,8	10,32	27,44
Nematoda	0,33	1,5	3,99	1,49	8,52	35,96
Leptoceridae	1,21	0,39	3,44	1,09	7,35	43,31
Unionidae	1,11	1,66	3,29	1,1	7,02	50,33
Sphaeriidae	3,16	4,2	3,24	1,97	6,93	57,26
Ceratopogonidae	0,39	0,98	3,21	0,89	6,85	64,11
Molannidae	1,15	1,05	3,04	1,06	6,5	70,61

Groups TRPL1-PF-2021 & TRPL3-PF-2021

Average dissimilarity = 49,65

Species	Group TRPL1-PF-2021		Group TRPL3-PF-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Naididae	1,48	3,4	6,49	1,75	13,06	13,06
Unionidae	0,33	1,66	4,5	1,56	9,06	22,13
Nematoda	0,33	1,5	4,15	1,47	8,37	30,49
Chironomidae	1,09	2,21	3,95	1,22	7,96	38,46
Ceratopogonidae	0,98	0,98	3,77	1,23	7,59	46,05
Lebertiidae	1,11	0	3,69	1,15	7,43	53,49
Sphaeriidae	3,24	4,2	3,25	1,32	6,55	60,03
Molannidae	0,33	1,05	2,93	1,11	5,9	65,94
Hygrobotidae	0	0,72	2,17	0,79	4,37	70,3

Groups TRPL2-PF-2021 & TRPL3-PF-2021

Average dissimilarity = 41,91

Species	Group TRPL2-PF-2021		Group TRPL3-PF-2021			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Naididae	2,16	3,4	4,04	0,88	9,63	9,63
Cristatellidae	1,64	0,33	3,96	1,78	9,46	19,09
Spongillidae	0	1,31	3,67	1,74	8,76	27,85
Valvatidae	0,98	0	2,88	1,11	6,88	34,73
Ceratopogonidae	0	0,98	2,66	0,76	6,35	41,08
Chironomidae	1,58	2,21	2,54	0,79	6,06	47,14
Molannidae	0,66	1,05	2,52	1,04	6,01	53,14
Hygrobotidae	0,43	0,72	2,34	0,89	5,57	58,72
Nematoda	1,42	1,5	2,28	0,86	5,45	64,16
Enchytraeidae	0,86	0	2,22	0,79	5,3	69,46
Unionidae	1,94	1,66	2,11	0,86	5,03	74,49

SIMPER ANNÉE*Group 2018*

Average similarity: 49,24

Species	Av. Abund	Av. Sim	Sim/SD	Contri b%	Cum. %
Sphaeriidae	2,79	19,28	2,40	39,15	39,15
Chironomidae	1,42	6,83	0,89	13,88	53,02
Leptoceridae	1,28	6,25	0,75	12,69	65,72
Nematoda	1,06	4,30	0,70	8,74	74,45

Group 2019

Average similarity: 60,14

Species	Av. Abund	Av. Sim	Sim/SD	Contri b%	Cum. %
Sphaeriidae	3,02	24,51	3,79	40,76	40,76
Leptoceridae	1,79	13,55	1,76	22,53	63,29
Chironomidae	1,71	9,63	1,27	16,01	79,29

Group 2020

Average similarity: 58,70

Species	Av. Abund	Av. Sim	Sim/SD	Contri b%	Cum. %
Sphaeriidae	3,09	21,81	3,08	37,16	37,16
Leptoceridae	1,97	12,66	2,40	21,56	58,73
Naididae	1,97	7,89	1,06	13,44	72,17

Group 2021

Average similarity: 53,04

Species	Av. Abund	Av. Sim	Sim/SD	Contri b%	Cum. %
Sphaeriidae	3,57	21,44	5,61	40,42	40,42
Chironomidae	1,65	7,37	1,23	13,90	54,32
Naididae	1,96	7,32	1,05	13,80	68,12
Unioniidae	1,26	4,30	0,81	8,10	76,22

Groups 2018 & 2019

Average dissimilarity = 49,05

Species	Group 2018		Group 2019		Contri b%	Cum. %
	Av. Abund	Av. Abund	Av. Diss	Diss/SD		
Naididae	1,10	1,70	6,58	1,17	13,41	13,41
Chironomidae	1,42	1,71	4,81	1,01	9,80	23,22
Leptoceridae	1,28	1,79	4,37	1,00	8,91	32,12
Nematoda	1,06	0,34	4,32	1,07	8,82	40,94
Unioniidae	1,03	0,72	4,30	1,05	8,76	49,70
Sphaeriidae	2,79	3,02	3,96	0,85	8,08	57,78
Mollusca	0,87	0,18	3,88	0,93	7,91	65,69
Ceratopogonidae	0,34	0,83	3,65	0,87	7,45	73,14

Groups 2018 & 2020

Average dissimilarity = 48,29

Species	Group 2018		Group 2020		Contri b%	Cum. %
	Av. Abund	Av. Abund	Av. Diss	Diss/SD		
Naididae	1,10	1,97	6,34	1,26	13,13	13,13
Chironomidae	1,42	1,46	4,90	1,04	10,16	23,29
Lumbriculidae	0,33	1,18	4,65	1,02	9,62	32,91
Leptoceridae	1,28	1,97	4,30	1,01	8,90	41,81
Nematoda	1,06	0,96	3,93	0,98	8,14	49,95
Unioniidae	1,03	0,34	3,90	1,03	8,07	58,03
Mollusca	0,87	0,81	3,87	0,96	8,02	66,04
Sphaeriidae	2,79	3,09	3,69	0,85	7,64	73,68

Groups 2019 & 2020

Average dissimilarity = 41,78

Species	Group 2019	Group 2020	Av. Di ss	Di ss/SD	Contri b%	Cum. %
	Av. Abund	Av. Abund				
Nai di dae	1,70	1,97	6,72	1,19	16,08	16,08
Chi ronomi dae	1,71	1,46	5,15	1,04	12,34	28,42
Lumbri cul i dae	0,55	1,18	4,81	1,00	11,51	39,93
Nematoda	0,34	0,96	3,78	1,02	9,06	48,98
Ceratopogoni dae	0,83	0,55	3,74	0,91	8,96	57,94
Uni oni dae	0,72	0,34	3,30	0,84	7,90	65,84
Sphaeri i dae	3,02	3,09	3,29	1,31	7,89	73,73

Groups 2018 & 2021

Average dissimilarity = 51,89

Species	Group 2018	Group 2021	Av. Di ss	Di ss/SD	Contri b%	Cum. %
	Av. Abund	Av. Abund				
Nai di dae	1,10	1,96	5,83	1,25	11,24	11,24
Leptoceri dae	1,28	0,48	4,49	1,12	8,66	19,91
Sphaeri i dae	2,79	3,57	4,05	1,00	7,81	27,72
Uni oni dae	1,03	1,26	3,93	1,10	7,58	35,30
Chi ronomi dae	1,42	1,65	3,89	1,00	7,49	42,79
Nematoda	1,06	0,89	3,58	1,04	6,90	49,69
Mol anni dae	0,87	0,80	3,45	0,99	6,65	56,34
Spongi l l i dae	0,57	0,98	3,43	0,98	6,61	62,95
Lumbri cul i dae	0,33	0,68	2,94	0,81	5,67	68,62
Ceratopogoni dae	0,34	0,59	2,69	0,76	5,19	73,81

Groups 2019 & 2021

Average dissimilarity = 51,03

Species	Group 2019	Group 2021	Av. Di ss	Di ss/SD	Contri b%	Cum. %
	Av. Abund	Av. Abund				
Nai di dae	1,70	1,96	5,95	1,25	11,65	11,65
Leptoceri dae	1,79	0,48	5,78	1,51	11,34	22,99
Uni oni dae	0,72	1,26	4,17	1,13	8,17	31,16
Spongi l l i dae	0,00	0,98	4,03	1,12	7,90	39,05
Chi ronomi dae	1,71	1,65	3,92	0,97	7,68	46,74
Ceratopogoni dae	0,83	0,59	3,61	0,94	7,06	53,80
Lumbri cul i dae	0,55	0,68	3,30	0,86	6,47	60,27
Nematoda	0,34	0,89	3,25	0,98	6,36	66,63
Sphaeri i dae	3,02	3,57	3,22	1,20	6,32	72,95

Groups 2020 & 2021

Average dissimilarity = 50,51

Species	Group 2020	Group 2021	Av. Di ss	Di ss/SD	Contri b%	Cum. %
	Av. Abund	Av. Abund				
Leptoceri dae	1,97	0,48	5,79	1,70	11,46	11,46
Nai di dae	1,97	1,96	5,47	1,16	10,83	22,29
Chi ronomi dae	1,46	1,65	4,24	1,03	8,38	30,68
Lumbri cul i dae	1,18	0,68	4,15	1,03	8,21	38,89
Uni oni dae	0,34	1,26	4,09	1,18	8,09	46,97
Spongi l l i dae	0,25	0,98	3,64	1,03	7,20	54,18
Nematoda	0,96	0,89	3,37	1,03	6,67	60,85
Mol anni dae	0,81	0,80	3,29	0,99	6,51	67,36
Sphaeri i dae	3,09	3,57	3,11	1,31	6,16	73,52

3.1.5 INTERACTION EXPO X 18V21

POST-HOC - PERMANOVA

PERMANOVA
 Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT fourth PF BrayCurtis
 Data type: Similarity
 Selection: 1-20:61-80
 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: Unrestricted permutation of raw data
 Number of permutations: 999

Factors

Name	Abbrev.	Type	Levels
ExpositionAnnee	Ex	Fixed	4

PAIR-WISE TESTS

Term 'Ex'

Groups	t	P(perm)	Unique perms
Expose2018, Temoin2018	1,146	0,273	966
Expose2018, Expose2021	1,409	0,08	126
Expose2018, Temoin2021	1,5781	0,025	964
Temoin2018, Expose2021	1,2263	0,209	966
Temoin2018, Temoin2021	2,004	0,002	999
Expose2021, Temoin2021	1,4918	0,048	976

Denominators

Groups	Denominator	Den. df
Expose2018, Temoin2018	1*Res	18
Expose2018, Expose2021	1*Res	8
Expose2018, Temoin2021	1*Res	18
Temoin2018, Expose2021	1*Res	18
Temoin2018, Temoin2021	1*Res	28
Expose2021, Temoin2021	1*Res	18

Average Similarity between/within groups

	Expose2018	Temoin2018	Expose2021	Temoin2021
Expose2018	66,357			
Temoin2018	52,593	45,223		
Expose2021	59,912	49,428	58,854	
Temoin2021	54,004	44,403	51,425	53,644

POST-HOC PERMDISP

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: SHT fourth PF BrayCurtis
 Data type: Similarity
 Selection: 1-20:61-80
 Transform: Fourth root
 Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

Group factor: ExpositionAnnee
 Number of permutations: 999

Number of groups: 4
 Number of samples: 40

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 4,4058 df1: 3 df2: 36
 P(perm): 0,027

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(Expose2018, Temoi n2018)	3,1784	0,006
(Expose2018, Expose2021)	1,0144	0,461
(Expose2018, Temoi n2021)	2,3393	0,077
(Temoi n2018, Expose2021)	2,1525	0,078
(Temoi n2018, Temoi n2021)	1,5505	0,185
(Expose2021, Temoi n2021)	1,2172	0,344

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
Expose2018	5	21,264	2,4201
Temoi n2018	15	37,645	2,825
Expose2021	5	25,964	3,9505
Temoi n2021	15	31,845	2,4531

SIMPER

Similarity Percentages - species contributions

One-Way Analysis

Data worksheet

Name: SHT fourth root PF 2018 & 2021
 Data type: Abundance
 Sample selection: All
 Variable selection: All

Parameters

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity
 Cut off for low contributions: 70,00%

Factor Groups

Sampl e	Exposi ti onAnnee
ERPL-PF6-2018	Expose2018
ERPL-PF7-2018	Expose2018
ERPL-PF8-2018	Expose2018
ERPL-PF9-2018	Expose2018
ERPL-PF10-2018	Expose2018
TRPL1-PF1-2018	Temoi n2018

TRPL1-PF2-2018	Temoin2018
TRPL1-PF3-2018	Temoin2018
TRPL1-PF4-2018	Temoin2018
TRPL1-PF5-2018	Temoin2018
TRPL2-PF6-2018	Temoin2018
TRPL2-PF7-2018	Temoin2018
TRPL2-PF8-2018	Temoin2018
TRPL2-PF9-2018	Temoin2018
TRPL2-PF10-2018	Temoin2018
TRPL3-PF1-2018	Temoin2018
TRPL3-PF2-2018	Temoin2018
TRPL3-PF3-2018	Temoin2018
TRPL3-PF4-2018	Temoin2018
TRPL3-PF5-2018	Temoin2018
ERPL-PF6-2021	Expose2021
ERPL-PF7-2021	Expose2021
ERPL-PF8-2021	Expose2021
ERPL-PF9-2021	Expose2021
ERPL-PF10-2021	Expose2021
TRPL1-PF1-2021	Temoin2021
TRPL1-PF2-2021	Temoin2021
TRPL1-PF3-2021	Temoin2021
TRPL1-PF4-2021	Temoin2021
TRPL1-PF5-2021	Temoin2021
TRPL2-PF6-2021	Temoin2021
TRPL2-PF7-2021	Temoin2021
TRPL2-PF8-2021	Temoin2021
TRPL2-PF9-2021	Temoin2021
TRPL2-PF10-2021	Temoin2021
TRPL3-PF1-2021	Temoin2021
TRPL3-PF2-2021	Temoin2021
TRPL3-PF3-2021	Temoin2021
TRPL3-PF4-2021	Temoin2021
TRPL3-PF5-2021	Temoin2021

Group Expose2018

Average similarity: 66,36

Species	Av. Abund	Av. Si m	Si m/SD	Contri b%	Cum. %
Sphaeri i dae	2, 83	20, 40	7, 24	30, 74	30, 74
Chi ronomi dae	1, 83	13, 41	5, 91	20, 21	50, 94
Nematoda	1, 76	12, 86	9, 39	19, 38	70, 32

Group Temoin2018

Average similarity: 45,22

Species	Av. Abund	Av. Si m	Si m/SD	Contri b%	Cum. %
Sphaeri i dae	2, 78	18, 82	2, 07	41, 62	41, 62
Leptoceri dae	1, 33	6, 99	0, 76	15, 45	57, 07
Chi ronomi dae	1, 28	5, 06	0, 67	11, 19	68, 26
Uni oni dae	1, 16	4, 05	0, 70	8, 95	77, 22

Group Expose2021

Average similarity: 58,85

Species	Av. Abund	Av. Si m	Si m/SD	Contri b%	Cum. %
Sphaeri i dae	3, 16	21, 48	8, 29	36, 49	36, 49
Chi ronomi dae	1, 73	8, 72	1, 15	14, 81	51, 31
Lumbri cul i dae	1, 54	8, 24	1, 15	14, 00	65, 30
Spongi lli dae	1, 31	7, 92	1, 16	13, 46	78, 76

Group Temoin2021

Average similarity: 53,64

Species	Av. Abund	Av. Sim	Sim/SD	Contri b%	Cum. %
Sphaeriidae	3,71	21,59	5,49	40,25	40,25
Naididae	2,35	9,86	1,55	18,38	58,63
Chironomidae	1,63	6,77	1,22	12,62	71,25

Groups Expose2018 & Temoin2018

Average dissimilarity = 47,41

Species	Group Expose2018 Av. Abund	Group Temoin2018 Av. Abund	Av. Diss	Diss/SD	Contri b%	Cum. %
Naididae	1,15	1,09	4,92	1,16	10,37	10,37
Spongillidae	1,31	0,33	4,74	1,33	10,00	20,37
Nematoda	1,76	0,83	4,62	1,15	9,75	30,12
Leptoceridae	1,15	1,33	4,40	1,07	9,29	39,41
Chironomidae	1,83	1,28	4,12	1,03	8,68	48,09
Mollusca	1,11	0,79	4,02	1,05	8,47	56,56
Unionidae	0,66	1,16	3,99	1,12	8,42	64,98
Sphaeriidae	2,83	2,78	3,05	0,74	6,44	71,43

Groups Expose2018 & Expose2021

Average dissimilarity = 40,09

Species	Group Expose2018 Av. Abund	Group Expose2021 Av. Abund	Av. Diss	Diss/SD	Contri b%	Cum. %
Nematoda	1,76	0,33	5,64	2,04	14,06	14,06
Lumbriculidae	0,33	1,54	5,24	1,50	13,07	27,13
Naididae	1,15	0,79	4,16	1,13	10,38	37,51
Leptoceridae	1,15	1,21	3,93	1,05	9,80	47,30
Mollusca	1,11	1,15	3,76	1,05	9,39	56,69
Unionidae	0,66	1,11	3,70	1,10	9,22	65,91
Chironomidae	1,83	1,73	2,45	0,88	6,11	72,02

Groups Temoin2018 & Expose2021

Average dissimilarity = 50,57

Species	Group Temoin2018 Av. Abund	Group Expose2021 Av. Abund	Av. Diss	Diss/SD	Contri b%	Cum. %
Lumbriculidae	0,33	1,54	5,70	1,43	11,27	11,27
Spongillidae	0,33	1,31	4,85	1,34	9,59	20,86
Naididae	1,09	0,79	4,69	1,03	9,27	30,13
Chironomidae	1,28	1,73	4,68	1,04	9,26	39,38
Leptoceridae	1,33	1,21	4,39	1,06	8,68	48,07
Mollusca	0,79	1,15	4,12	1,08	8,15	56,21
Unionidae	1,16	1,11	4,11	1,06	8,13	64,34
Sphaeriidae	2,78	3,16	3,67	0,84	7,27	71,61

Groups Expose2018 & Temoin2021

Average dissimilarity = 46,00

Species	Group Expose2018 Av. Abund	Group Temoin2021 Av. Abund	Av. Diss	Diss/SD	Contri b%	Cum. %
Naididae	1,15	2,35	5,35	1,39	11,63	11,63
Leptoceridae	1,15	0,24	3,77	1,13	8,20	19,82
Unionidae	0,66	1,31	3,71	1,18	8,06	27,88
Mollusca	1,11	0,68	3,48	1,07	7,57	35,45
Sphaeriidae	2,83	3,71	3,25	2,34	7,06	42,51
Nematoda	1,76	1,08	3,24	0,94	7,03	49,54

Spongi I I i dae	1, 31	0, 88	2, 79	0, 92	6, 07	55, 61
Chi ronomi dae	1, 83	1, 63	2, 45	0, 84	5, 34	60, 95
Ceratopogoni dae	0, 00	0, 65	2, 19	0, 68	4, 76	65, 71
Cri statel I i dae	0, 00	0, 66	2, 17	0, 78	4, 71	70, 42

Groups Temoin2018 & Temoin2021

Average dissimilarity = 55,60

Speci es	Group Temoi n2018 Av. Abund	Group Temoi n2021 Av. Abund	Av. Di ss	Di ss/SD	Contri b%	Cum. %
Nai di dae	1, 09	2, 35	6, 56	1, 34	11, 81	11, 81
Leptoceri dae	1, 33	0, 24	4, 83	1, 16	8, 69	20, 50
Sphaeri i dae	2, 78	3, 71	4, 70	1, 03	8, 45	28, 95
Chi ronomi dae	1, 28	1, 63	4, 26	1, 08	7, 66	36, 61
Uni oni dae	1, 16	1, 31	3, 98	1, 09	7, 16	43, 76
Nematoda	0, 83	1, 08	3, 58	1, 04	6, 43	50, 20
Spongi I I i dae	0, 33	0, 88	3, 33	0, 94	5, 99	56, 19
Mol anni dae	0, 79	0, 68	3, 18	0, 94	5, 72	61, 91
Ceratopogoni dae	0, 46	0, 65	2, 97	0, 83	5, 35	67, 26
Hygrobati dae	0, 46	0, 38	2, 56	0, 71	4, 61	71, 87

Groups Expose2021 & Temoin2021

Average dissimilarity = 48,58

Speci es	Group Expose2021 Av. Abund	Group Temoi n2021 Av. Abund	Av. Di ss	Di ss/SD	Contri b%	Cum. %
Nai di dae	0, 79	2, 35	6, 02	1, 58	12, 39	12, 39
Lumbri cul i dae	1, 54	0, 39	4, 87	1, 45	10, 02	22, 41
Leptoceri dae	1, 21	0, 24	3, 95	1, 13	8, 13	30, 55
Mol anni dae	1, 15	0, 68	3, 58	1, 09	7, 38	37, 92
Uni oni dae	1, 11	1, 31	3, 55	1, 09	7, 31	45, 23
Chi ronomi dae	1, 73	1, 63	3, 35	0, 96	6, 91	52, 14
Nematoda	0, 33	1, 08	3, 29	1, 14	6, 78	58, 92
Ceratopogoni dae	0, 39	0, 65	2, 79	0, 82	5, 75	64, 67
Spongi I I i dae	1, 31	0, 88	2, 75	0, 92	5, 66	70, 33

PERMANOVA – SANS NAIDIDAE ET SANS LUMBRICULIDAE

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Resem40

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	Level s
Exposi ti on	Ex	Fi xed	2
Si te	Si	Random	4
Annee	An	Fi xed	4
Stati on	St	Random	20

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms
Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	1607,5	1607,5	1,2013	0,333	968
An	3	10191	3397	3,7118	0,001	999
Av	1	2029,4	2029,4	1,8203	0,115	999
2018-201	1	3969,3	3969,3	3,7264	0,003	999
2018-2020	1	1803,9	1803,9	1,8672	0,125	999
2018-2021	1	2366,4	2366,4	1,9838	0,093	998
ExxAn	3	3225,4	1075,1	1,1747	0,278	998
ExxAv	1	1295,9	1295,9	1,1624	0,341	999
Exx2018-201	1	1070,1	1070,1	1,0046	0,479	999
Exx2018-2020	1	992,09	992,09	1,0269	0,424	998
Exx2018-2021	1	1494,4	1494,4	1,2528	0,324	998
Pool ed(1)	18	24086	1338,1	1,4621	0,009	998
Pool ed(2)	54	49421	915,21			
Total	79	93775				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 4*V(St(Si (Ex))) + 30*S(Ex)
An	1*V(Res) + 15*S(An)
Av	1*V(Res) + 22,5*S(Av)
2018-201	1*V(Res) + 15*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 15*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 15*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 7,5*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 11,25*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 7,5*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 7,5*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 7,5*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 4*V(St(Si (Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	1*Pool ed(1)	1	18
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	54
Av	1*Av	1*Res	1	58
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	18
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	18
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	18

ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	54
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	58
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	18
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	18
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	18
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	18	54

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	8,9807	2,9968
S(An)	165,46	12,863
S(Av)	40,646	6,3754
S(2018-201)	193,61	13,914
S(2018-2020)	55,854	7,4735
S(2018-2021)	78,236	8,8451
S(ExxAn)	21,324	4,6178
S(ExxAv)	16,096	4,012
S(Exx2018-201)	0,65159	0,80721
S(Exx2018-2020)	3,4668	1,8619
S(Exx2018-2021)	40,205	6,3407
V(St(Si (Ex)))	105,73	10,282
V(Res)	915,21	30,252

3.1.6 RETRAIT DES SITES TÉMOINS**TRPL1**

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT fourth PF BrayCurtis

Data type: Similarity

Selection: 1-5;11-25;31-45;51-65;71-80

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	3014,8	3014,8	2,2324	0,077	850
An	3	9090	3030	3,2254	0,001	998
Av	1	2455	2455	2,1621	0,058	999
2018-201	1	3585,7	3585,7	2,8815	0,021	999
2018-2020	1	2055,6	2055,6	1,7566	0,149	999
2018-2021	1	2586,2	2586,2	2,0573	0,063	998
ExxAn	3	5290,9	1763,6	1,8774	0,028	999
ExxAv	1	1392,3	1392,3	1,2262	0,321	998
Exx2018-201	1	1386,2	1386,2	1,1139	0,379	999
Exx2018-2020	1	1124,7	1124,7	0,96105	0,481	999
Exx2018-2021	1	2223,2	2223,2	1,7685	0,136	999
Pool ed(1)	13	17557	1350,5	1,4376	0,024	999
Pool ed(2)	39	36637	939,41			
Total	59	73407				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 4*V(St(Si (Ex))) + 26,667*S(Ex)
An	1*V(Res) + 13,333*S(An)
Av	1*V(Res) + 20*S(Av)
2018-201	1*V(Res) + 13,333*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 13,333*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 13,333*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 6,6667*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 10*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 6,6667*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 6,6667*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 6,6667*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 4*V(St(Si (Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	1*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	62,412	7,9001
S(An)	156,79	12,522

S(Av)	65, 977	8, 1226
S(2018-201)	175, 6	13, 251
S(2018-2020)	66, 404	8, 1489
S(2018-2021)	99, 686	9, 9843
S(ExxAn)	123, 63	11, 119
S(ExxAv)	25, 686	5, 0681
S(Exx2018-201)	21, 266	4, 6115
S(Exx2018-2020)	-6, 8363	-2, 6146
S(Exx2018-2021)	144, 91	12, 038
V(St(Si (Ex)))	102, 77	10, 138
V(Res)	939, 41	30, 65

TRPL2

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT fourth PF BrayCurtis

Data type: Similarity

Selection: 1-10;16-30;36-50;56-70;76-80

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	2028, 6	2028, 6	1, 4532	0, 201	865

An	3	9842,9	3281	4,5426	0,001	999
Av	1	2660,2	2660,2	2,8624	0,016	999
2018-201	1	4106,6	4106,6	4,9259	0,006	999
2018-2020	1	2685,5	2685,5	3,8051	0,014	996
2018-2021	1	2119,6	2119,6	2,1926	0,069	997
ExxAn	3	4273,6	1424,5	1,9723	0,022	999
ExxAv	1	1186,5	1186,5	1,2767	0,295	998
Exx2018-201	1	1142,7	1142,7	1,3707	0,258	998
Exx2018-2020	1	807,73	807,73	1,1445	0,341	999
Exx2018-2021	1	1966,1	1966,1	2,0338	0,089	999
Pool ed(1)	13	18147	1395,9	1,9327	0,001	999
Pool ed(2)	39	28169	722,28			
Total	59	64147				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26,667 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(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*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	23,724	4,8708
S(An)	191,9	13,853
S(Av)	86,541	9,3027
S(2018-201)	245,47	15,668
S(2018-2020)	148,48	12,185
S(2018-2021)	86,47	9,2989
S(ExxAn)	105,34	10,263
S(ExxAv)	25,713	5,0708
S(Exx2018-201)	46,359	6,8087
S(Exx2018-2020)	15,296	3,911
S(Exx2018-2021)	149,9	12,243
V(St(Si(Ex)))	168,42	12,978
V(Res)	722,28	26,875

TRPL3

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT fourth PF BrayCurtis

Data type: Similarity

Selection: 1-15;21-35;41-55;61-75

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)

Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	2626,1	2626,1	1,6811	0,144	858
An	3	9188,5	3062,8	3,3041	0,002	999
Av	1	2221,4	2221,4	1,9672	0,086	999
2018-201	1	2595,2	2595,2	2,4073	0,049	999
2018-2020	1	1758,6	1758,6	1,8602	0,131	999
2018-2021	1	3572,6	3572,6	3,0995	0,008	998
ExxAn	3	6180,7	2060,2	2,2225	0,007	999
ExxAv	1	2469,7	2469,7	2,187	0,074	998
Exx2018-201	1	2702,4	2702,4	2,5066	0,036	999
Exx2018-2020	1	1318,2	1318,2	1,3944	0,248	998
Exx2018-2021	1	2774,4	2774,4	2,407	0,049	997
Pool ed(1)	13	20308	1562,1	1,6852	0,003	999
Pool ed(2)	39	36152	926,97			
Total	59	76767				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26,667 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(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*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	39,901	6,3167
S(An)	160,19	12,657
S(Av)	54,61	7,3898
S(2018-201)	113,79	10,667
S(2018-2020)	60,991	7,8097
S(2018-2021)	181,5	13,472
S(ExxAn)	169,99	13,038
S(ExxAv)	134,04	11,578
S(Exx2018-201)	243,64	15,609
S(Exx2018-2020)	55,922	7,4781
S(Exx2018-2021)	243,26	15,597
V(St(Si(Ex)))	158,79	12,601
V(Res)	926,97	30,446

Pair-wise

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT fourth PF BrayCurtis

Data type: Similarity

Selection: 1-15;21-35;41-55;61-75

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: Unrestricted permutation of raw data
 Number of permutations: 999

Factors

Name	Abbrev.	Type	Levels
ExpositionAvant.apres	Ex	Fixed	4

PAIR-WISE TESTS

Term 'Ex'

Groups	t	P(perm)	Unique perms
ExposeAvant, TemoinAvant	1,3607	0,11	858
ExposeAvant, ExposeApres	1,4784	0,08	960
ExposeAvant, TemoinApres	1,5637	0,032	998
TemoinAvant, ExposeApres	0,97686	0,504	999
TemoinAvant, TemoinApres	1,5672	0,027	999
ExposeApres, TemoinApres	1,5089	0,047	999

Denominators

Groups	Denominator	Den. df
ExposeAvant, TemoinAvant	1*Res	13
ExposeAvant, ExposeApres	1*Res	18
ExposeAvant, TemoinApres	1*Res	33
TemoinAvant, ExposeApres	1*Res	23
TemoinAvant, TemoinApres	1*Res	38
ExposeApres, TemoinApres	1*Res	43

Average Similarity between/within groups

	ExposeAvant	TemoinAvant	ExposeApres	TemoinApres
ExposeAvant	66,357			
TemoinAvant	52,59	47,686		
ExposeApres	60,143	54,403	61,044	
TemoinApres	51,213	46,219	52,819	49,283

SIMPER

Similarity Percentages - species contributions

One-Way Analysis

Data worksheet

Name: SHT fourth PF noempty
 Data type: Abundance
 Sample selection: 1-15;21-35;41-55;61-75
 Variable selection: All

Parameters

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity
 Cut off for low contributions: 70,00%

Factor Groups

Sample	ExpositionAvant.apres
ERPL-PF6-2018	ExposeAvant
ERPL-PF7-2018	ExposeAvant

ERPL-PF8-2018	ExposeAvant
ERPL-PF9-2018	ExposeAvant
ERPL-PF10-2018	ExposeAvant
TRPL1-PF1-2018	TemoinAvant
TRPL1-PF2-2018	TemoinAvant
TRPL1-PF3-2018	TemoinAvant
TRPL1-PF4-2018	TemoinAvant
TRPL1-PF5-2018	TemoinAvant
TRPL2-PF6-2018	TemoinAvant
TRPL2-PF7-2018	TemoinAvant
TRPL2-PF8-2018	TemoinAvant
TRPL2-PF9-2018	TemoinAvant
TRPL2-PF10-2018	TemoinAvant
ERPL-PF6-2019	ExposeApres
ERPL-PF7-2019	ExposeApres
ERPL-PF8-2019	ExposeApres
ERPL-PF9-2019	ExposeApres
ERPL-PF10-2019	ExposeApres
ERPL-PF6-2020	ExposeApres
ERPL-PF7-2020	ExposeApres
ERPL-PF8-2020	ExposeApres
ERPL-PF9-2020	ExposeApres
ERPL-PF10-2020	ExposeApres
ERPL-PF6-2021	ExposeApres
ERPL-PF7-2021	ExposeApres
ERPL-PF8-2021	ExposeApres
ERPL-PF9-2021	ExposeApres
ERPL-PF10-2021	ExposeApres
TRPL1-PF1-2019	TemoinApres
TRPL1-PF2-2019	TemoinApres
TRPL1-PF3-2019	TemoinApres
TRPL1-PF4-2019	TemoinApres
TRPL1-PF5-2019	TemoinApres
TRPL2-PF6-2019	TemoinApres
TRPL2-PF7-2019	TemoinApres
TRPL2-PF8-2019	TemoinApres
TRPL2-PF9-2019	TemoinApres
TRPL2-PF10-2019	TemoinApres
TRPL1-PF1-2020	TemoinApres
TRPL1-PF2-2020	TemoinApres
TRPL1-PF3-2020	TemoinApres
TRPL1-PF4-2020	TemoinApres
TRPL1-PF5-2020	TemoinApres
TRPL2-PF6-2020	TemoinApres
TRPL2-PF7-2020	TemoinApres
TRPL2-PF8-2020	TemoinApres
TRPL2-PF9-2020	TemoinApres
TRPL2-PF10-2020	TemoinApres
TRPL1-PF1-2021	TemoinApres
TRPL1-PF2-2021	TemoinApres
TRPL1-PF3-2021	TemoinApres
TRPL1-PF4-2021	TemoinApres
TRPL1-PF5-2021	TemoinApres
TRPL2-PF6-2021	TemoinApres
TRPL2-PF7-2021	TemoinApres
TRPL2-PF8-2021	TemoinApres
TRPL2-PF9-2021	TemoinApres
TRPL2-PF10-2021	TemoinApres

Group ExposeAvant

Average similarity: 66,36

Species	Av. Abund	Av. Si m	Si m/SD	Contri b%	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 Temoi nAvant

Average similarity: 47,69

Species	Av. Abund	Av. Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum. %
Sphaeriidae	2,36	18,42	1,84	38,62	38,62
Leptoceridae	1,55	12,35	1,14	25,89	64,51
Chironomidae	1,16	6,01	0,67	12,61	77,12

Group ExposeAprès

Average similarity: 61,04

Species	Av. Abund	Av. Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum. %
Sphaeriidae	2,98	21,25	4,39	34,81	34,81
Chironomidae	2,00	12,51	1,63	20,50	55,30
Leptoceridae	1,78	11,42	1,65	18,71	74,01

Group Temoi nAprès

Average similarity: 49,28

Species	Av. Abund	Av. Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum. %
Sphaeriidae	3,03	25,74	3,39	52,22	52,22
Naididae	1,57	7,07	0,84	14,34	66,57
Leptoceridae	1,11	6,18	0,69	12,55	79,12

Groups ExposeAvant & Temoi nAvant

Average dissimilarity = 47,41

Species	Group ExposeAvant		Group Temoi nAvant		Av. Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum. %
	Av. Abund		Av. Abund					
Spongillidae	1,31		0,16		5,39	1,55	11,37	11,37
Nematoda	1,76		0,75		5,25	1,32	11,07	22,45
Naididae	1,15		0,55		4,74	1,09	10,01	32,45
Leptoceridae	1,15		1,55		4,57	1,04	9,64	42,09
Mollusca	1,11		0,85		4,26	1,05	8,99	51,07
Chironomidae	1,83		1,16		3,87	0,92	8,17	59,25
Unioidea	0,66		0,85		3,67	0,99	7,74	66,99
Sphaeriidae	2,83		2,36		3,23	0,65	6,82	73,80

Groups ExposeAvant & ExposeAprès

Average dissimilarity = 39,86

Species	Group ExposeAvant		Group ExposeAprès		Av. Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum. %
	Av. Abund		Av. Abund					
Leptoceridae	1,15		1,78		4,19	1,06	10,52	10,52
Spongillidae	1,31		0,44		4,16	1,29	10,44	20,96
Naididae	1,15		1,00		4,12	1,13	10,34	31,30
Nematoda	1,76		0,79		4,10	1,18	10,28	41,57
Mollusca	1,11		0,75		3,96	1,09	9,94	51,51
Unioidea	0,66		0,98		3,71	1,06	9,31	60,83
Lumbriculidae	0,33		0,79		3,33	0,89	8,35	69,18
Chironomidae	1,83		2,00		2,65	1,08	6,66	75,84

Groups Temoi nAvant & ExposeAprès

Average dissimilarity = 45,60

Species	Group TemoinAvant	Group ExposeApres	Av. Di ss	Di ss/SD	Contri b%	Cum. %
	Av. Abund	Av. Abund				
Chironomidae	1,16	2,00	5,47	1,10	11,99	11,99
Naididae	0,55	1,00	4,64	1,03	10,17	22,16
Sphaeriidae	2,36	2,98	4,57	0,86	10,03	32,19
Unioniidae	0,85	0,98	4,35	1,04	9,53	41,72
Molannidae	0,85	0,75	4,21	1,03	9,24	50,96
Nematoda	0,75	0,79	4,10	1,03	8,98	59,95
Lumbriculidae	0,33	0,79	3,87	0,88	8,50	68,44
Ceratopogonidae	0,52	0,66	3,87	0,88	8,48	76,92

Groups ExposeAvant & TemoinApres

Average dissimilarity = 48,79

Species	Group ExposeAvant	Group TemoinApres	Av. Di ss	Di ss/SD	Contri b%	Cum. %
	Av. Abund	Av. Abund				
Nematoda	1,76	0,54	5,96	1,56	12,22	12,22
Naididae	1,15	1,57	5,20	1,18	10,66	22,88
Spongillidae	1,31	0,33	4,89	1,33	10,02	32,90
Molannidae	1,11	0,34	4,40	1,10	9,02	41,92
Leptoceridae	1,15	1,11	4,33	1,06	8,87	50,79
Chironomidae	1,83	1,15	4,19	0,96	8,59	59,38
Unioniidae	0,66	0,55	3,32	0,93	6,81	66,20
Lumbriculidae	0,33	0,70	3,25	0,81	6,66	72,85

Groups TemoinAvant & TemoinApres

Average dissimilarity = 53,78

Species	Group TemoinAvant	Group TemoinApres	Av. Di ss	Di ss/SD	Contri b%	Cum. %
	Av. Abund	Av. Abund				
Naididae	0,55	1,57	6,60	1,20	12,27	12,27
Chironomidae	1,16	1,15	5,26	1,00	9,78	22,05
Leptoceridae	1,55	1,11	4,99	0,98	9,29	31,33
Sphaeriidae	2,36	3,03	4,94	0,79	9,18	40,51
Unioniidae	0,85	0,55	4,24	0,99	7,88	48,39
Molannidae	0,85	0,34	4,11	0,95	7,64	56,02
Nematoda	0,75	0,54	4,10	0,90	7,63	63,65
Lumbriculidae	0,33	0,70	3,85	0,79	7,16	70,81

Groups ExposeApres & TemoinApres

Average dissimilarity = 47,18

Species	Group ExposeApres	Group TemoinApres	Av. Di ss	Di ss/SD	Contri b%	Cum. %
	Av. Abund	Av. Abund				
Chironomidae	2,00	1,15	5,66	1,10	12,00	12,00
Naididae	1,00	1,57	5,51	1,23	11,69	23,69
Leptoceridae	1,78	1,11	4,54	1,08	9,61	33,30
Unioniidae	0,98	0,55	4,34	1,02	9,19	42,49
Lumbriculidae	0,79	0,70	4,28	0,93	9,07	51,56
Nematoda	0,79	0,54	3,69	0,97	7,81	59,37
Molannidae	0,75	0,34	3,56	0,85	7,55	66,92
Ceratopogonidae	0,66	0,28	3,34	0,76	7,09	74,01

Sans Chironomidae

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Resem43

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	4
Station	St	Random	20

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneeXStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
 Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Ex	1	1388,1	1388,1	0,95964	0,442	968
An	3	12530	4176,8	4,603	0,001	998
Av	1	2349,9	2349,9	2,046	0,093	999
2018-201	1	5071	5071	5,3417	0,002	997
2018-2020	1	2019,1	2019,1	2,1091	0,102	998
2018-2021	1	2699,9	2699,9	2,2528	0,058	998
ExxAn	3	3808	1269,3	1,3989	0,169	998
ExxAv	1	1920,2	1920,2	1,6719	0,155	999
Exx2018-201	1	1324,7	1324,7	1,3954	0,222	999
Exx2018-2020	1	1393,7	1393,7	1,4558	0,247	998
Exx2018-2021	1	2065,9	2065,9	1,7238	0,135	999
Pool ed(1)	18	26036	1446,4	1,5941	0,005	999
Pool ed(2)	54	48999	907,39			
Total	79	98273				

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

Source	EMS
Ex	$1*V(\text{Res}) + 4*V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 30*S(\text{Ex})$
An	$1*V(\text{Res}) + 15*S(\text{An})$
Av	$1*V(\text{Res}) + 22,5*S(\text{Av})$
2018-201	$1*V(\text{Res}) + 15*S(2018-201)$

2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 15 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 15 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 11,25 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	$1 * \text{Ex}$	$1 * \text{Pool ed}(1)$	1	18
An	$1 * \text{An}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	54
Av	$1 * \text{Av}$	$1 * \text{Res}$	1	58
2018-201	$1 * 2018-201$	$1 * \text{Res}$	1	18
2018-2020	$1 * 2018-2020$	$1 * \text{Res}$	1	18
2018-2021	$1 * 2018-2021$	$1 * \text{Res}$	1	18
ExxAn	$1 * \text{ExxAn}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	54
ExxAv	$1 * \text{ExxAv}$	$1 * \text{Res}$	1	58
Exx2018-201	$1 * \text{Exx2018-201}$	$1 * \text{Res}$	1	18
Exx2018-2020	$1 * \text{Exx2018-2020}$	$1 * \text{Res}$	1	18
Exx2018-2021	$1 * \text{Exx2018-2021}$	$1 * \text{Res}$	1	18
St(Si(Ex))	$1 * \text{Pool ed}(1)$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	18	54

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-1,9458	-1,3949
S(An)	217,96	14,763
S(Av)	53,395	7,3072
S(2018-201)	274,78	16,576
S(2018-2020)	70,787	8,4135
S(2018-2021)	100,09	10,005
S(ExxAn)	48,259	6,9469
S(ExxAv)	68,59	8,2819
S(Exx2018-201)	50,05	7,0746
S(Exx2018-2020)	58,177	7,6274
S(Exx2018-2021)	115,66	10,754
V(St(Si(Ex)))	134,76	11,609
V(Res)	907,39	30,123

3.2 COMPOSITION DES COMMUNAUTÉS

3.2.1 PERMANOVA

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT PF Compo BrayCurtis

Data type: Similarity

Selection: All

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	4
Station	St	Random	20

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneeStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Ex	1	1432,1	1432,1	0,98034	0,423	970
An	3	11201	3733,6	4,1183	0,001	999
Av	1	2429,8	2429,8	2,1159	0,066	998
2018-201	1	4320,2	4320,2	3,8656	0,005	999
2018-2020	1	2325,5	2325,5	2,3038	0,074	999
2018-2021	1	2599,3	2599,3	2,0727	0,082	999
ExxAn	3	5907	1969	2,1719	0,015	998
ExxAv	1	1631,2	1631,2	1,4205	0,228	999
Exx2018-201	1	1981,5	1981,5	1,773	0,148	999
Exx2018-2020	1	907,84	907,84	0,89935	0,489	999
Exx2018-2021	1	2511	2511	2,0023	0,098	998
Pool ed(1)	18	26294	1460,8	1,6113	0,006	999
Pool ed(2)	54	48956	906,59			
Total	79	98836				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 30 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 15 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 22,5 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 15 * S(\text{2018-201})$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 15 * S(\text{2018-2020})$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 15 * S(\text{2018-2021})$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 11,25 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(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*Pool ed(1)	1	18
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	54
Av	1*Av	1*Res	1	58
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	18
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	18
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	18
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	54
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	58
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	18
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	18
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	18
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	18	54

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-0,95708	-0,9783
S(An)	188,47	13,728
S(Av)	56,953	7,5467
S(2018-201)	213,51	14,612
S(2018-2020)	87,74	9,367
S(2018-2021)	89,685	9,4702
S(ExxAn)	141,66	11,902
S(ExxAv)	42,922	6,5515
S(Exx2018-201)	115,19	10,733
S(Exx2018-2020)	-13,547	-3,6806
S(Exx2018-2021)	167,59	12,946
V(St(Si (Ex)))	138,55	11,771
V(Res)	906,59	30,11

POST-HOC ANNÉE

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT PF Compo BrayCurtis

Data type: Similarity

Selection: All

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	4
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	20

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)

2018-2020 2018-2020 Annee (2018)v(2020)
 2018-2021 2018-2021 Annee (2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

PAIR-WISE TESTS

Term 'An'

Groups	t	P(perm)	Uni que perms
2018, 2019	1,9661	0,005	999
2018, 2020	1,5178	0,092	999
2018, 2021	1,4397	0,075	997
2019, 2020	1,3551	0,162	999
2019, 2021	2,9129	0,001	999
2020, 2021	2,8628	0,001	999

Denominators

Groups	Denomi nator	Den. df
2018, 2019	1*Res	18
2018, 2020	1*Res	18
2018, 2021	1*Res	18
2019, 2020	1*Res	18
2019, 2021	1*Res	18
2020, 2021	1*Res	18

Average Similarity between/within groups

	2018	2019	2020	2021
2018	49,299			
2019	51,819	63,755		
2020	53,227	61,04	61,891	
2021	48,403	48,362	49,156	52,119

POST-HOC EXPOSITION X ANNÉE

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT PF Compo BrayCurtis

Data type: Similarity

Selection: All

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: Unrestricted permutation of raw data

Number of permutations: 999

Factors

Name	Abbrev.	Type	Level s
Exposi ti onAnnee	Ex	Fi xed	8

PAIR-WISE TESTS

Term 'Ex'

Groups		t	P(perm)	Uni que perms	P(MC)
Expose2018, Temoi n2018		1, 2248	0, 213	972	0, 23
Expose2018, Expose2019		2, 0763	0, 013	126	0, 03
Expose2018, Temoi n2019		2, 6573	0, 001	936	0, 001
Expose2018, Expose2020		1, 7542	0, 01	126	0, 062
Expose2018, Temoi n2020		1, 998	0, 008	965	0, 015
Expose2018, Expose2021		1, 5011	0, 073	126	0, 136
Expose2018, Temoi n2021		1, 3738	0, 114	967	0, 121
Temoi n2018, Expose2019		0, 82618	0, 655	973	0, 586
Temoi n2018, Temoi n2019		1, 881	0, 005	997	0, 009
Temoi n2018, Expose2020		0, 90523	0, 584	976	0, 534
Temoi n2018, Temoi n2020		1, 4129	0, 089	999	0, 094
Temoi n2018, Expose2021		1, 3109	0, 16	965	0, 174
Temoi n2018, Temoi n2021		1, 8903	0, 002	999	0, 004
Expose2019, Temoi n2019		1, 4428	0, 124	904	0, 11
Expose2019, Expose2020		1, 3825	0, 227	122	0, 193
Expose2019, Temoi n2020		1, 3278	0, 156	968	0, 155
Expose2019, Expose2021		1, 7926	0, 033	125	0, 068
Expose2019, Temoi n2021		2, 068	0, 003	962	0, 003
Temoi n2019, Expose2020		1, 2069	0, 247	882	0, 24
Temoi n2019, Temoi n2020		1, 5736	0, 041	998	0, 053
Temoi n2019, Expose2021		2, 334	0, 001	947	0, 004
Temoi n2019, Temoi n2021		2, 9078	0, 001	999	0, 001
Expose2020, Temoi n2020		1, 211	0, 215	965	0, 233
Expose2020, Expose2021		2, 2358	0, 013	126	0, 017
Expose2020, Temoi n2021		1, 74	0, 013	961	0, 024
Temoi n2020, Expose2021		1, 5227	0, 043	967	0, 072
Temoi n2020, Temoi n2021		2, 8724	0, 001	998	0, 001
Expose2021, Temoi n2021		1, 4362	0, 075	965	0, 089

Denominators

Groups		Denomi nator	Den. df
Expose2018, Temoi n2018		1*Res	18
Expose2018, Expose2019		1*Res	8
Expose2018, Temoi n2019		1*Res	18
Expose2018, Expose2020		1*Res	8
Expose2018, Temoi n2020		1*Res	18
Expose2018, Expose2021		1*Res	8
Expose2018, Temoi n2021		1*Res	18
Temoi n2018, Expose2019		1*Res	18
Temoi n2018, Temoi n2019		1*Res	28
Temoi n2018, Expose2020		1*Res	18
Temoi n2018, Temoi n2020		1*Res	28
Temoi n2018, Expose2021		1*Res	18
Temoi n2018, Temoi n2021		1*Res	28
Expose2019, Temoi n2019		1*Res	18
Expose2019, Expose2020		1*Res	8
Expose2019, Temoi n2020		1*Res	18
Expose2019, Expose2021		1*Res	8
Expose2019, Temoi n2021		1*Res	18
Temoi n2019, Expose2020		1*Res	18
Temoi n2019, Temoi n2020		1*Res	28
Temoi n2019, Expose2021		1*Res	18
Temoi n2019, Temoi n2021		1*Res	28
Expose2020, Temoi n2020		1*Res	18
Expose2020, Expose2021		1*Res	8
Expose2020, Temoi n2021		1*Res	18
Temoi n2020, Expose2021		1*Res	18
Temoi n2020, Temoi n2021		1*Res	28
Expose2021, Temoi n2021		1*Res	18

Average Similarity between/within groups

	Expose2018 Expose2021	Temoi n2018 Temoi n2021	Expose2019	Temoi n2019	Expose2020	Temoi n2020
Expose2018	66, 94					
Temoi n2018	52, 371	45, 425				
Expose2019	55, 362	54, 74	65, 596			
Temoi n2019	52, 218	50, 319	62, 361	64, 576		
Expose2020	68, 559	58, 101	68, 536	69, 376	79, 858	
Temoi n2020	54, 388	49, 511	57, 832	58, 498	64, 692	58, 179
Expose2021 59, 412	60, 157	49, 271	54, 637	52, 529	58, 115	54, 666
Temoi n2021 51, 298	55, 604 52, 011	44, 408	46, 199	46, 996	55, 602	44, 174

PERMDISP

EXPOSITION × ANNÉE

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: SHT PF Compo BrayCurtis

Data type: Similarity

Selection: All

Transform: Presence/absence

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 8

Number of samples: 80

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 4,7773 df1: 7 df2: 72

P(perm): 0,002

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(Expose2018, Temoi n2018)	3, 0088	0, 019
(Expose2018, Expose2019)	0, 036627	0, 96
(Expose2018, Temoi n2019)	0, 41239	0, 684
(Expose2018, Expose2020)	1, 9515	0, 118
(Expose2018, Temoi n2020)	1, 728	0, 232
(Expose2018, Expose2021)	0, 94679	0, 473
(Expose2018, Temoi n2021)	2, 688	0, 03
(Temoi n2018, Expose2019)	2, 6709	0, 044
(Temoi n2018, Temoi n2019)	3, 1632	0, 008
(Temoi n2018, Expose2020)	4, 4956	0, 001
(Temoi n2018, Temoi n2020)	2, 0793	0, 095
(Temoi n2018, Expose2021)	2, 0818	0, 106
(Temoi n2018, Temoi n2021)	1, 1195	0, 356

(Expose2019, Temoi n2019)	0,34172	0,737
(Expose2019, Expose2020)	1,3072	0,208
(Expose2019, Temoi n2020)	1,4716	0,307
(Expose2019, Expose2021)	0,64189	0,581
(Expose2019, Temoi n2021)	2,2779	0,061
(Temoi n2019, Expose2020)	1,7662	0,112
(Temoi n2019, Temoi n2020)	1,3994	0,247
(Temoi n2019, Expose2021)	0,35724	0,744
(Temoi n2019, Temoi n2021)	2,3885	0,035
(Expose2020, Temoi n2020)	3,4203	0,002
(Expose2020, Expose2021)	2,5945	0,068
(Expose2020, Temoi n2021)	4,4825	0,001
(Temoi n2020, Expose2021)	0,72204	0,66
(Temoi n2020, Temoi n2021)	1,1039	0,36
(Expose2021, Temoi n2021)	1,5775	0,206

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
Expose2018	5	20,774	3,0063
Temoi n2018	15	37,543	3,0204
Expose2019	5	21,013	5,7859
Temoi n2019	15	23,296	3,3408
Expose2020	5	12,499	2,9903
Temoi n2020	15	29,234	2,616
Expose2021	5	25,543	4,0416
Temoi n2021	15	33,19	2,4488

EXPOSITION × PÉRIODE

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: SHT PF Compo BrayCurtis

Data type: Similarity

Selection: All

Transform: Presence/absence

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 80

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 4,9746 df1: 3 df2: 76

P(perm): 0,018

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(ExposeAvant, Temoi nAvant)	3,0088	0,015
(ExposeAvant, ExposeApres)	1,097	0,459
(ExposeAvant, Temoi nApres)	2,5421	0,052
(Temoi nAvant, ExposeApres)	2,8816	0,013
(Temoi nAvant, Temoi nApres)	1,2061	0,287
(ExposeApres, Temoi nApres)	2,3313	0,047

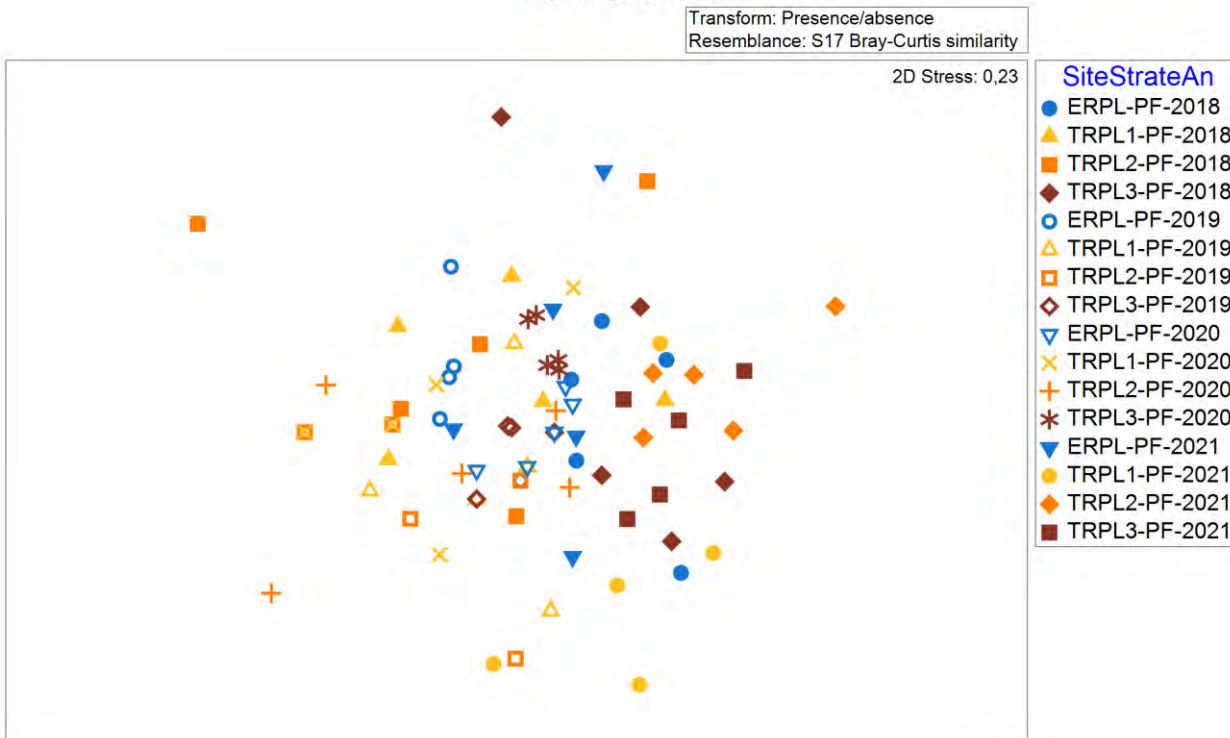
MEANS AND STANDARD ERRORS

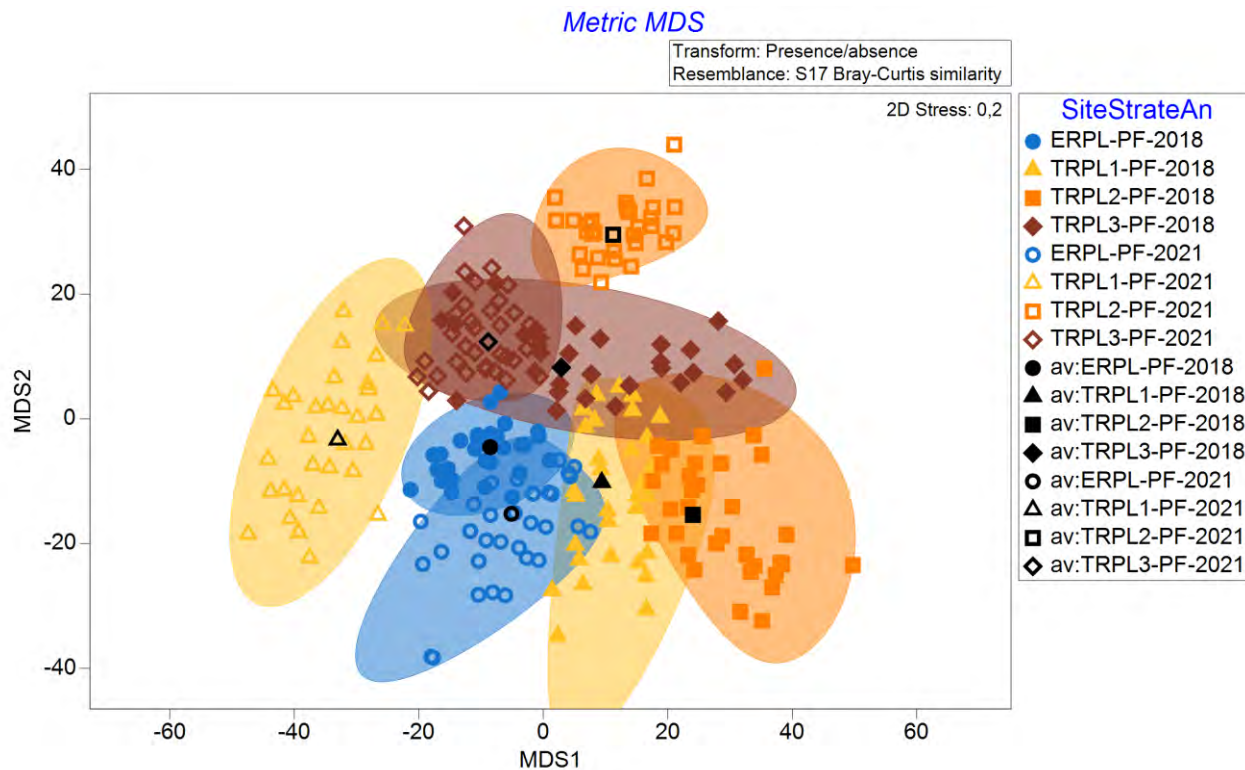
Group	Si ze	Average	SE
-------	-------	---------	----

ExposeAvant	5	20,774	3,0063
Temoi nAvant	15	37,543	3,0204
ExposeAprès	15	26,088	2,5845
Temoi nAprès	45	33,541	1,631

3.2.2 NMDS

Non-metric MDS





3.2.3 RETRAIT DES SITES TÉMOINS

TRPL1

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT PF Compo BrayCurtis
 Data type: Similarity
 Selection: 1-5;11-25;31-45;51-65;71-80
 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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)

2018-2020 2018-2020 Annee (2018)v(2020)
 2018-2021 2018-2021 Annee (2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
 Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms
 Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)
 Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	1807,7	1807,7	1,6201	0,211	848
An	3	10104	3367,9	3,547	0,001	998
Av	1	2394,3	2394,3	2,0154	0,096	999
2018-201	1	4276,2	4276,2	3,328	0,019	999
2018-2020	1	1986,3	1986,3	1,6634	0,19	999
2018-2021	1	2380,8	2380,8	1,7952	0,127	998
ExxAn	3	5724,1	1908	2,0095	0,03	998
ExxAv	1	1251,4	1251,4	1,0534	0,423	999
Exx2018-201	1	1419,4	1419,4	1,1047	0,387	999
Exx2018-2020	1	964,11	964,11	0,80738	0,544	999
Exx2018-2021	1	2355,6	2355,6	1,7762	0,134	999
Pool ed(1)	13	14505	1115,8	1,1751	0,235	998
Pool ed(2)	39	37031	949,52			
Total	59	71055				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26,667 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	1*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13

St(Si (Ex)) 1*Pool ed(1) 1*Pool ed(2) 13 39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	25,945	5,0936
S(An)	181,38	13,468
S(Av)	60,314	7,7662
S(2018-201)	224,35	14,978
S(2018-2020)	59,414	7,7081
S(2018-2021)	79,094	8,8935
S(ExxAn)	143,78	11,991
S(ExxAv)	6,3391	2,5178
S(Exx2018-201)	20,183	4,4925
S(Exx2018-2020)	-34,502	-5,8738
S(Exx2018-2021)	154,41	12,426
V(St(Si (Ex)))	41,57	6,4475
V(Res)	949,52	30,814

TRPL2

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT PF Compo BrayCurtis

Data type: Similarity

Selection: 1-10;16-30;36-50;56-70;76-80

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	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)

Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms

Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)

Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	997,49	997,49	0,83465	0,538	865
An	3	11158	3719,2	5,0107	0,001	999
Av	1	2610,3	2610,3	2,6101	0,031	999
2018-201	1	4598,2	4598,2	5,1639	0,001	999
2018-2020	1	2756	2756	3,8209	0,022	999
2018-2021	1	2140	2140	2,0633	0,1	998
ExxAn	3	4926	1642	2,2122	0,012	998
ExxAv	1	1288,2	1288,2	1,2881	0,281	999
Exx2018-201	1	1316	1316	1,478	0,253	999
Exx2018-2020	1	810,98	810,98	1,1243	0,411	999
Exx2018-2021	1	2268,4	2268,4	2,187	0,08	999
Pool ed(1)	13	15536	1195,1	1,6101	0,016	998
Pool ed(2)	39	28948	742,25			
Total	59	63576				

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

Source	EMS
Ex	$1*V(\text{Res}) + 4*V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26,667*S(\text{Ex})$
An	$1*V(\text{Res}) + 13,333*S(\text{An})$
Av	$1*V(\text{Res}) + 20*S(\text{Av})$
2018-201	$1*V(\text{Res}) + 13,333*S(2018-201)$
2018-2020	$1*V(\text{Res}) + 13,333*S(2018-2020)$
2018-2021	$1*V(\text{Res}) + 13,333*S(2018-2021)$
ExxAn	$1*V(\text{Res}) + 6,6667*S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1*V(\text{Res}) + 10*S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1*V(\text{Res}) + 6,6667*S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1*V(\text{Res}) + 6,6667*S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1*V(\text{Res}) + 6,6667*S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1*V(\text{Res}) + 4*V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1*V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	1*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Esti mate	Sq. root
S(Ex)	-7,4106	-2,7222
S(An)	223,27	14,942
S(Av)	80,51	8,9727
S(2018-201)	278,08	16,676
S(2018-2020)	152,6	12,353
S(2018-2021)	82,713	9,0946
S(ExxAn)	134,96	11,617
S(ExxAv)	28,817	5,3681
S(Exx2018-201)	63,838	7,9899
S(Exx2018-2020)	13,451	3,6676

S(Exx2018-2021)	184,67	13,589
V(St(Si(Ex)))	113,21	10,64
V(Res)	742,25	27,244

TRPL3

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT PF Compo BrayCurtis

Data type: Similarity

Selection: 1-15;21-35;41-55;61-75

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	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-2019	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si(Ex)

Si(Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si(Ex)) + Si(Ex)
Pool ed(2)	Res + Si(Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Ex	1	2161,5	2161,5	1,4234	0,24	862
An	3	10222	3407,3	3,6729	0,001	998
Av	1	2090,4	2090,4	1,7768	0,129	999
2018-2019	1	3041,8	3041,8	2,7743	0,026	999
2018-2020	1	1859,2	1859,2	2,0092	0,147	999
2018-2021	1	3345,5	3345,5	2,7388	0,028	999
ExxAn	3	6716,4	2238,8	2,4134	0,012	999
ExxAv	1	2425,8	2425,8	2,0619	0,072	998
Exx2018-2019	1	2944,2	2944,2	2,6853	0,032	999

Exx2018-2020	1	1045,9	1045,9	1,1303	0,365	999
Exx2018-2021	1	3006,9	3006,9	2,4615	0,058	998
Pool ed(1)	13	19742	1518,6	1,637	0,01	999
Pool ed(2)	39	36179	927,67			
Total	59	77459				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26,667 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(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*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	24,111	4,9102
S(An)	185,97	13,637
S(Av)	45,694	6,7597
S(2018-201)	145,9	12,079
S(2018-2020)	70,038	8,3689
S(2018-2021)	159,3	12,621
S(ExxAn)	196,67	14,024
S(ExxAv)	124,93	11,177
S(Exx2018-201)	277,17	16,648
S(Exx2018-2020)	18,081	4,2522
S(Exx2018-2021)	267,8	16,365
V(St(Si(Ex)))	147,73	12,154
V(Res)	927,67	30,458

Pair-wise

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT PF Compo BrayCurtis

Data type: Similarity

Selection: 1-15;21-35;41-55;61-75

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: Unrestricted permutation of raw data
 Number of permutations: 999

Factors

Name	Abbrev.	Type	Level s
ExpositionAvant.apres	Ex	Fixed	4

PAIR-WISE TESTS

Term 'Ex'

Groups	t	P(perm)	Uni que perms
ExposeAvant, Temoi nAvant	1,4538	0,091	842
ExposeAvant, ExposeApres	1,5279	0,081	969
ExposeAvant, Temoi nApres	1,6189	0,032	998
Temoi nAvant, ExposeApres	0,71347	0,704	998
Temoi nAvant, Temoi nApres	1,4585	0,059	999
ExposeApres, Temoi nApres	1,2398	0,199	998

Denominators

Groups	Denomi nator	Den. df
ExposeAvant, Temoi nAvant	1*Res	13
ExposeAvant, ExposeApres	1*Res	18
ExposeAvant, Temoi nApres	1*Res	33
Temoi nAvant, ExposeApres	1*Res	23
Temoi nAvant, Temoi nApres	1*Res	38
ExposeApres, Temoi nApres	1*Res	43

Average Similarity between/within groups

	ExposeAvant	Temoi nAvant	ExposeApres	Temoi nApres
ExposeAvant	66,94			
Temoi nAvant	51,679	47,646		
ExposeApres	61,359	56,302	62,675	
Temoi nApres	50,477	46,553	54,141	48,708

SIMPER

Similarity Percentages - species contributions

One-Way Analysis

Data worksheet

Name: SHT PF Pres abs. noempty
 Data type: Abundance
 Sample selection: 1-15;21-35;41-55;61-75
 Variable selection: All

Parameters

Resemblance: S17 Bray-Curtis similarity
 Cut off for low contributions: 70,00%

Factor Groups

Sample	Exposition Avant, apres
ERPL-PF6-2018	ExposeAvant
ERPL-PF7-2018	ExposeAvant
ERPL-PF8-2018	ExposeAvant
ERPL-PF9-2018	ExposeAvant
ERPL-PF10-2018	ExposeAvant
TRPL1-PF1-2018	TemoinAvant
TRPL1-PF2-2018	TemoinAvant
TRPL1-PF3-2018	TemoinAvant
TRPL1-PF4-2018	TemoinAvant
TRPL1-PF5-2018	TemoinAvant
TRPL2-PF6-2018	TemoinAvant
TRPL2-PF7-2018	TemoinAvant
TRPL2-PF8-2018	TemoinAvant
TRPL2-PF9-2018	TemoinAvant
TRPL2-PF10-2018	TemoinAvant
ERPL-PF6-2019	ExposeApres
ERPL-PF7-2019	ExposeApres
ERPL-PF8-2019	ExposeApres
ERPL-PF9-2019	ExposeApres
ERPL-PF10-2019	ExposeApres
ERPL-PF6-2020	ExposeApres
ERPL-PF7-2020	ExposeApres
ERPL-PF8-2020	ExposeApres
ERPL-PF9-2020	ExposeApres
ERPL-PF10-2020	ExposeApres
ERPL-PF6-2021	ExposeApres
ERPL-PF7-2021	ExposeApres
ERPL-PF8-2021	ExposeApres
ERPL-PF9-2021	ExposeApres
ERPL-PF10-2021	ExposeApres
TRPL1-PF1-2019	TemoinApres
TRPL1-PF2-2019	TemoinApres
TRPL1-PF3-2019	TemoinApres
TRPL1-PF4-2019	TemoinApres
TRPL1-PF5-2019	TemoinApres
TRPL2-PF6-2019	TemoinApres
TRPL2-PF7-2019	TemoinApres
TRPL2-PF8-2019	TemoinApres
TRPL2-PF9-2019	TemoinApres
TRPL2-PF10-2019	TemoinApres
TRPL1-PF1-2020	TemoinApres
TRPL1-PF2-2020	TemoinApres
TRPL1-PF3-2020	TemoinApres
TRPL1-PF4-2020	TemoinApres
TRPL1-PF5-2020	TemoinApres
TRPL2-PF6-2020	TemoinApres
TRPL2-PF7-2020	TemoinApres
TRPL2-PF8-2020	TemoinApres
TRPL2-PF9-2020	TemoinApres
TRPL2-PF10-2020	TemoinApres
TRPL1-PF1-2021	TemoinApres
TRPL1-PF2-2021	TemoinApres
TRPL1-PF3-2021	TemoinApres
TRPL1-PF4-2021	TemoinApres
TRPL1-PF5-2021	TemoinApres
TRPL2-PF6-2021	TemoinApres
TRPL2-PF7-2021	TemoinApres
TRPL2-PF8-2021	TemoinApres
TRPL2-PF9-2021	TemoinApres
TRPL2-PF10-2021	TemoinApres

Group ExposeAvant

Average similarity: 66,94

Species	Av. Abund	Av. Sim	Sim/SD	Contri b%	Cum. %
Sphaeriidae	1,00	14,87	8,75	22,22	22,22
Nematoda	1,00	14,87	8,75	22,22	44,44
Chironomidae	1,00	14,87	8,75	22,22	66,66
Spongillidae	0,80	8,66	1,15	12,94	79,60

Group TemoinAvant

Average similarity: 47,65

Species	Av. Abund	Av. Sim	Sim/SD	Contri b%	Cum. %
Sphaeriidae	0,90	15,12	1,84	31,74	31,74
Leptoceridae	0,80	13,55	1,16	28,43	60,17
Chironomidae	0,60	6,29	0,68	13,21	73,38

Group ExposeAprès

Average similarity: 62,68

Species	Av. Abund	Av. Sim	Sim/SD	Contri b%	Cum. %
Sphaeriidae	1,00	17,50	8,09	27,93	27,93
Leptoceridae	0,87	12,92	1,64	20,61	48,53
Chironomidae	0,87	12,70	1,65	20,27	68,80
Naididae	0,53	4,59	0,60	7,32	76,12

Group TemoinAprès

Average similarity: 48,71

Species	Av. Abund	Av. Sim	Sim/SD	Contri b%	Cum. %
Sphaeriidae	1,00	21,13	2,61	43,39	43,39
Leptoceridae	0,60	7,70	0,69	15,81	59,20
Naididae	0,67	7,39	0,83	15,18	74,38

Groups ExposeAvant & TemoinAvant

Average dissimilarity = 48,32

Species	Group ExposeAvant		Group TemoinAvant		Contri b%	Cum. %
	Av. Abund	Av. Sim	Av. Abund	Av. Sim		
Spongillidae	0,80	8,66	0,10	1,15	13,12	13,12
Nematoda	1,00	14,87	0,40	4,75	11,27	24,39
Naididae	0,60	6,29	0,30	3,70	9,72	34,11
Molannidae	0,60	6,29	0,50	6,29	9,04	43,15
Unioniidae	0,40	4,59	0,50	6,29	8,65	51,80
Leptoceridae	0,60	6,29	0,80	9,75	8,42	60,22
Chironomidae	1,00	14,87	0,60	7,35	7,57	67,79
Lumbri culidae	0,20	2,12	0,20	2,12	5,39	73,18

Groups ExposeAvant & ExposeAprès

Average dissimilarity = 38,64

Species	Group ExposeAvant		Group ExposeAprès		Contri b%	Cum. %
	Av. Abund	Av. Sim	Av. Abund	Av. Sim		
Spongillidae	0,80	8,66	0,27	3,18	13,30	13,30
Nematoda	1,00	14,87	0,47	5,84	11,50	24,81
Molannidae	0,60	6,29	0,40	5,00	10,77	35,58
Unioniidae	0,40	4,59	0,53	6,61	10,54	46,12
Naididae	0,60	6,29	0,53	6,61	10,33	56,44
Leptoceridae	0,60	6,29	0,87	10,94	9,57	66,02
Lumbri culidae	0,20	2,12	0,40	5,00	9,01	75,02

Groups TemoinAvant & ExposeApres

Average dissimilarity = 43,70

Species	Group TemoinAvant	Group ExposeApres	Av. Di ss	Di ss/SD	Contri b%	Cum. %
	Av. Abund	Av. Abund				
Nai di dae	0,30	0,53	4,88	0,99	11,17	11,17
Uni oni dae	0,50	0,53	4,76	0,96	10,90	22,07
Mol anni dae	0,50	0,40	4,63	0,97	10,60	32,67
Nematoda	0,40	0,47	4,60	0,96	10,53	43,20
Chi ronomi dae	0,60	0,87	4,23	0,83	9,68	52,89
Lumbri cul i dae	0,20	0,40	4,11	0,86	9,40	62,29
Ceratopogoni dae	0,30	0,33	4,08	0,85	9,33	71,62

Groups ExposeAvant & TemoinApres

Average dissimilarity = 49,52

Species	Group ExposeAvant	Group TemoinApres	Av. Di ss	Di ss/SD	Contri b%	Cum. %
	Av. Abund	Av. Abund				
Nematoda	1,00	0,30	6,54	1,42	13,21	13,21
Spongi lli dae	0,80	0,20	5,94	1,34	12,00	25,22
Mol anni dae	0,60	0,20	4,74	1,08	9,57	34,79
Leptoceri dae	0,60	0,60	4,25	0,91	8,58	43,37
Nai di dae	0,60	0,67	4,17	0,89	8,41	51,78
Chi ronomi dae	1,00	0,60	3,94	0,78	7,96	59,75
Uni oni dae	0,40	0,30	3,80	0,89	7,67	67,42
Lumbri cul i dae	0,20	0,33	3,27	0,79	6,60	74,02

Groups TemoinAvant & TemoinApres

Average dissimilarity = 53,45

Species	Group TemoinAvant	Group TemoinApres	Av. Di ss	Di ss/SD	Contri b%	Cum. %
	Av. Abund	Av. Abund				
Nai di dae	0,30	0,67	5,69	1,06	10,65	10,65
Chi ronomi dae	0,60	0,60	5,17	0,88	9,67	20,32
Uni oni dae	0,50	0,30	4,80	0,95	8,99	29,31
Mol anni dae	0,50	0,20	4,79	0,95	8,97	38,27
Leptoceri dae	0,80	0,60	4,51	0,79	8,45	46,72
Nematoda	0,40	0,30	4,45	0,88	8,32	55,04
Lumbri cul i dae	0,20	0,33	3,94	0,77	7,37	62,41
Ceratopogoni dae	0,30	0,17	3,62	0,72	6,78	69,18
Hygrobati dae	0,20	0,07	2,68	0,49	5,01	74,20

Groups ExposeApres & TemoinApres

Average dissimilarity = 45,86

Species	Group ExposeApres	Group TemoinApres	Av. Di ss	Di ss/SD	Contri b%	Cum. %
	Av. Abund	Av. Abund				
Uni oni dae	0,53	0,30	4,85	0,97	10,58	10,58
Nai di dae	0,53	0,67	4,71	0,93	10,26	20,84
Chi ronomi dae	0,87	0,60	4,48	0,82	9,76	30,60
Nematoda	0,47	0,30	4,48	0,93	9,76	40,36
Lumbri cul i dae	0,40	0,33	4,36	0,89	9,51	49,88
Leptoceri dae	0,87	0,60	4,00	0,81	8,72	58,60
Mol anni dae	0,40	0,20	3,99	0,84	8,70	67,30
Ceratopogoni dae	0,33	0,17	3,61	0,76	7,88	75,18

Sans spongillidae

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Resem42

Data type: Similarity

Selection: All

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	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	44

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)

Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Ex	1	9117,1	9117,1	3,1923	0,041	999
An	3	10596	3532	2,9964	0,002	999
Av	1	899,74	899,74	0,70189	0,586	998
2018-201	1	1941,7	1941,7	1,4571	0,23	999
2018-2020	1	2229,9	2229,9	1,4053	0,232	999
2018-2021	1	1385,1	1385,1	0,97781	0,423	998
ExxAn	3	6405,4	2135,1	1,8114	0,067	998
ExxAv	1	2560,6	2560,6	1,9975	0,106	998
Exx2018-201	1	5525,7	5525,7	4,1466	0,008	999
Exx2018-2020	1	1125,3	1125,3	0,7092	0,548	999
Exx2018-2021	1	2077,2	2077,2	1,4664	0,208	998
Pool ed(1)	42	1,2432E+05	2960,1	2,5113	0,001	999
Pool ed(2)	107	1,2612E+05	1178,7			
Total	156	2,7928E+05				

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

Source	EMS
--------	-----

Ex	$1 * V(\text{Res}) + 3,3402 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 66,019 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 35,106 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 53,222 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 35 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 34,222 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 32,686 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 17,553 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 26,611 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 17,5 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 17,111 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 16,343 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 3,5476 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	$1 * \text{Ex}$	$0,94154 * \text{Pool ed}(1) + 0,058455 * \text{Pool ed}(2)$	1	44,09
An	$1 * \text{An}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	107
Av	$1 * \text{Av}$	$1 * \text{Res}$	1	111
2018-201	$1 * 2018-201$	$1 * \text{Res}$	1	34
2018-2020	$1 * 2018-2020$	$1 * \text{Res}$	1	34
2018-2021	$1 * 2018-2021$	$1 * \text{Res}$	1	33
ExxAn	$1 * \text{ExxAn}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	107
ExxAv	$1 * \text{ExxAv}$	$1 * \text{Res}$	1	111
Exx2018-201	$1 * \text{Exx2018-201}$	$1 * \text{Res}$	1	34
Exx2018-2020	$1 * \text{Exx2018-2020}$	$1 * \text{Res}$	1	34
Exx2018-2021	$1 * \text{Exx2018-2021}$	$1 * \text{Res}$	1	33
St(Si(Ex))	$1 * \text{Pool ed}(1)$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	42	107

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	94,839	9,7385
S(An)	67,033	8,1874
S(Av)	-7,1801	-2,6796
S(2018-201)	17,405	4,1719
S(2018-2020)	18,794	4,3352
S(2018-2021)	-0,96158	-0,9806
S(ExxAn)	54,489	7,3816
S(ExxAv)	48,052	6,9319
S(Exx2018-201)	239,61	15,479
S(Exx2018-2020)	-26,967	-5,193
S(Exx2018-2021)	40,428	6,3583
V(St(Si(Ex)))	502,14	22,408
V(Res)	1178,7	34,332

3.3 DOMINANCE

3.3.1 PERMANOVA

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT PF DOMDIS distance

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	4
Station	St	Random	20

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Ex	1	97271	97271	3,3017	0,046	971
An	3	2,1716E+05	72386	3,2349	0,021	999
Av	1	97502	97502	4,1699	0,029	998
2018-201	1	1,7871E+05	1,7871E+05	8,4944	0,003	999
2018-2020	1	29548	29548	0,7861	0,396	999
2018-2021	1	46574	46574	1,6273	0,199	999
ExxAn	3	59219	19740	0,88216	0,497	998
ExxAv	1	36172	36172	1,547	0,227	999
Exx2018-201	1	41652	41652	1,9798	0,153	999
Exx2018-2020	1	11317	11317	0,30107	0,655	998
Exx2018-2021	1	30899	30899	1,0796	0,376	999
Pool ed(1)	18	5,3029E+05	29461	1,3166	0,186	999
Pool ed(2)	54	1,2083E+06	22377			
Total	79	2,0966E+06				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 4*V(St(Si (Ex))) + 30*S(Ex)
An	1*V(Res) + 15*S(An)
Av	1*V(Res) + 22,5*S(Av)
2018-201	1*V(Res) + 15*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 15*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 15*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 7,5*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 11,25*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 7,5*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 7,5*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 7,5*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 4*V(St(Si (Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	1*Pool ed(1)	1	18
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	54
Av	1*Av	1*Res	1	58
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	18
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	18
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	18
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	54
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	58
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	18
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	18
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	18
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	18	54

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	2260,3	47,543
S(An)	3334	57,74
S(Av)	3294,2	57,395
S(2018-201)	10511	102,53
S(2018-2020)	-536,01	-23,152
S(2018-2021)	1196,9	34,596
S(ExxAn)	-351,58	-18,751
S(ExxAv)	1136,8	33,717
S(Exx2018-201)	2748,4	52,425
S(Exx2018-2020)	-3502,9	-59,185
S(Exx2018-2021)	303,82	17,431
V(St(Si (Ex)))	1771	42,084
V(Res)	22377	149,59

PERMANOVA SANS TRPL1

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT PF DOMDIS distance

Data type: Distance

Selection: 1-5;11-25;31-45;51-65;71-80

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	95960	95960	3,0736	0,075	857
An	3	2,3718E+05	79059	3,2701	0,014	998
Av	1	87174	87174	3,3469	0,065	999
2018-201	1	1,8479E+05	1,8479E+05	7,0414	0,011	999
2018-2020	1	23141	23141	0,52705	0,515	998
2018-2021	1	41416	41416	1,2762	0,294	999
ExxAn	3	49687	16562	0,68505	0,649	998
ExxAv	1	35780	35780	1,3737	0,249	999
Exx2018-201	1	27784	27784	1,0587	0,316	999
Exx2018-2020	1	12014	12014	0,27362	0,678	999
Exx2018-2021	1	38715	38715	1,1929	0,314	999
Pool ed(1)	13	4,0586E+05	31220	1,2913	0,215	998
Pool ed(2)	39	9,4289E+05	24177			
Total	59	1,729E+06				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 4*V(St(Si (Ex))) + 26,667*S(Ex)
An	1*V(Res) + 13,333*S(An)
Av	1*V(Res) + 20*S(Av)
2018-201	1*V(Res) + 13,333*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 13,333*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 13,333*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 6,6667*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 10*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 6,6667*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 6,6667*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 6,6667*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 4*V(St(Si (Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	1*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source Estimate Sq. root

S(Ex)	2427, 7	49, 272
S(An)	4116, 2	64, 158
S(Av)	3056, 4	55, 285
S(2018-201)	11891	109, 05
S(2018-2020)	-1557, 5	-39, 465
S(2018-2021)	672, 2	25, 927
S(ExxAn)	-1142, 2	-33, 796
S(ExxAx)	973, 37	31, 199
S(Exx2018-201)	231, 1	15, 202
S(Exx2018-2020)	-4784	-69, 166
S(Exx2018-2021)	939, 27	30, 648
V(St(Si (Ex)))	1760, 9	41, 963
V(Res)	24177	155, 49

PERMANOVA SANS TRPL2

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT PF DOMDIS distance

Data type: Distance

Selection: 1-10;16-30;36-50;56-70;76-80

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneeStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	77657	77657	2, 5395	0, 108	853
An	3	1, 4763E+05	49208	2, 383	0, 062	999

Av	1	70136	70136	3,3508	0,05	998
2018-201	1	1,1772E+05	1,1772E+05	8,2375	0,006	999
2018-2020	1	20999	20999	0,61077	0,504	999
2018-2021	1	40301	40301	1,2962	0,27	999
ExxAn	3	69528	23176	1,1223	0,367	999
ExxAv	1	38042	38042	1,8175	0,172	999
Exx2018-201	1	63348	63348	4,4329	0,036	999
Exx2018-2020	1	13188	13188	0,38358	0,622	998
Exx2018-2021	1	15291	15291	0,49181	0,596	999
Pool ed(1)	13	3,9754E+05	30580	1,4809	0,123	999
Pool ed(2)	39	8,0535E+05	20650			
Total	59	1,4603E+06				

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

Source	EMS
Ex	$1 \cdot V(\text{Res}) + 4 \cdot V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26,667 \cdot S(\text{Ex})$
An	$1 \cdot V(\text{Res}) + 13,333 \cdot S(\text{An})$
Av	$1 \cdot V(\text{Res}) + 20 \cdot S(\text{Av})$
2018-201	$1 \cdot V(\text{Res}) + 13,333 \cdot S(2018-201)$
2018-2020	$1 \cdot V(\text{Res}) + 13,333 \cdot S(2018-2020)$
2018-2021	$1 \cdot V(\text{Res}) + 13,333 \cdot S(2018-2021)$
ExxAn	$1 \cdot V(\text{Res}) + 6,6667 \cdot S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 \cdot V(\text{Res}) + 10 \cdot S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 \cdot V(\text{Res}) + 6,6667 \cdot S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 \cdot V(\text{Res}) + 6,6667 \cdot S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 \cdot V(\text{Res}) + 6,6667 \cdot S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 \cdot V(\text{Res}) + 4 \cdot V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 \cdot V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	$1 \cdot \text{Ex}$	$1 \cdot \text{Pool ed}(1)$	1	13
An	$1 \cdot \text{An}$	$1 \cdot \text{Pool ed}(2)$	3	39
Av	$1 \cdot \text{Av}$	$1 \cdot \text{Res}$	1	43
2018-201	$1 \cdot 2018-201$	$1 \cdot \text{Res}$	1	13
2018-2020	$1 \cdot 2018-2020$	$1 \cdot \text{Res}$	1	13
2018-2021	$1 \cdot 2018-2021$	$1 \cdot \text{Res}$	1	13
ExxAn	$1 \cdot \text{ExxAn}$	$1 \cdot \text{Pool ed}(2)$	3	39
ExxAv	$1 \cdot \text{ExxAv}$	$1 \cdot \text{Res}$	1	43
Exx2018-201	$1 \cdot \text{Exx2018-201}$	$1 \cdot \text{Res}$	1	13
Exx2018-2020	$1 \cdot \text{Exx2018-2020}$	$1 \cdot \text{Res}$	1	13
Exx2018-2021	$1 \cdot \text{Exx2018-2021}$	$1 \cdot \text{Res}$	1	13
St(Si(Ex))	$1 \cdot \text{Pool ed}(1)$	$1 \cdot \text{Pool ed}(2)$	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	1765,4	42,016
S(An)	2141,9	46,28
S(Av)	2460,2	49,601
S(2018-201)	7757	88,074
S(2018-2020)	-1003,7	-31,681
S(2018-2021)	690,7	26,281
S(ExxAn)	378,89	19,465
S(ExxAv)	1711	41,365
S(Exx2018-201)	7358,6	85,782
S(Exx2018-2020)	-3179	-56,383
S(Exx2018-2021)	-2370	-48,683
V(St(Si(Ex)))	2482,5	49,824
V(Res)	20650	143,7

PERMANOVA SANS TRPL3

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT PF DOMDIS distance

Data type: Distance

Selection: 1-15;21-35;41-55;61-75

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)

Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	98422	98422	3,3024	0,093	832
An	3	2,1692E+05	72307	3,2935	0,022	998
Av	1	1,0954E+05	1,0954E+05	4,7276	0,019	999
2018-201	1	1,8413E+05	1,8413E+05	8,3335	0,01	999
2018-2020	1	41241	41241	1,0339	0,321	998
2018-2021	1	47401	47401	2,3579	0,123	998
ExxAn	3	61338	20446	0,93129	0,427	999
ExxAv	1	29480	29480	1,2723	0,264	997
Exx2018-201	1	30015	30015	1,3585	0,281	999
Exx2018-2020	1	11562	11562	0,28986	0,646	999
Exx2018-2021	1	33311	33311	1,657	0,215	999
Pool ed(1)	13	3,8744E+05	29803	1,3575	0,185	999
Pool ed(2)	39	8,5623E+05	21955			
Total	59	1,6135E+06				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26,667 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(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*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	2573,2	50,727
S(An)	3776,4	61,453
S(Av)	4318,5	65,715
S(2018-201)	12152	110,24
S(2018-2020)	101,34	10,067
S(2018-2021)	2047,4	45,248
S(ExxAn)	-226,28	-15,043
S(ExxAv)	630,95	25,119
S(Exx2018-201)	1188	34,468
S(Exx2018-2020)	-4249,1	-65,185
S(Exx2018-2021)	1981,3	44,512
V(St(Si(Ex)))	1962,1	44,296
V(Res)	21955	148,17

POST-HOC ANNÉE

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: SHT PF DOMDIS distance

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	4
Station	St	Random	20

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

PAIR-WISE TESTS

Term 'An'

Groups	t	P(perm)	Unique perms
2018, 2019	2, 9145	0, 006	999
2018, 2020	0, 88662	0, 416	999
2018, 2021	1, 2757	0, 195	999
2019, 2020	2, 268	0, 033	999
2019, 2021	2, 0798	0, 045	999
2020, 2021	1, 4086	0, 16	999

Denominators

Groups	Denominator	Den. df
2018, 2019	1*Res	18
2018, 2020	1*Res	18
2018, 2021	1*Res	18
2019, 2020	1*Res	18
2019, 2021	1*Res	18
2020, 2021	1*Res	18

Average Distance between/within groups

	2018	2019	2020	2021
2018	232, 53			
2019	212, 32	154, 8		
2020	213, 59	183, 07	200, 95	
2021	206, 17	182, 51	188, 86	170, 5

3.3.2 PERMDISP

EXPOSITION × ANNÉE

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: SHT PF DOMDIS distance

Data type: Distance

Selection: All

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 8

Number of samples: 80

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 0,7627 df1: 7 df2: 72

P(perm): 0,755

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(Expose2018, Temoi n2018)	0,029708	0,978
(Expose2018, Expose2019)	1,0472	0,357
(Expose2018, Temoi n2019)	0,97324	0,469
(Expose2018, Expose2020)	0,049841	0,92
(Expose2018, Temoi n2020)	0,48797	0,634
(Expose2018, Expose2021)	1,4221	0,254
(Expose2018, Temoi n2021)	0,64847	0,545
(Temoi n2018, Expose2019)	1,1581	0,288
(Temoi n2018, Temoi n2019)	1,3226	0,276
(Temoi n2018, Expose2020)	0,039738	0,959
(Temoi n2018, Temoi n2020)	0,69111	0,491
(Temoi n2018, Expose2021)	1,57	0,137
(Temoi n2018, Temoi n2021)	0,86417	0,398
(Expose2019, Temoi n2019)	0,32018	0,835
(Expose2019, Expose2020)	0,87661	0,772
(Expose2019, Temoi n2020)	0,8512	0,402
(Expose2019, Expose2021)	0,59111	0,589
(Expose2019, Temoi n2021)	0,85892	0,439
(Temoi n2019, Expose2020)	0,9427	0,526
(Temoi n2019, Temoi n2020)	0,72061	0,531
(Temoi n2019, Expose2021)	0,85018	0,52
(Temoi n2019, Temoi n2021)	0,622	0,578
(Expose2020, Temoi n2020)	0,51245	0,726
(Expose2020, Expose2021)	1,1732	0,512
(Expose2020, Temoi n2021)	0,64844	0,622
(Temoi n2020, Expose2021)	1,3671	0,185
(Temoi n2020, Temoi n2021)	0,15543	0,863
(Expose2021, Temoi n2021)	1,454	0,163

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
Expose2018	5	148,36	41,697
Temoi n2018	15	149,77	23,798
Expose2019	5	99,352	21,245
Temoi n2019	15	110,23	18,105
Expose2020	5	151,84	55,974
Temoi n2020	15	128,91	18,566
Expose2021	5	81,204	22,164
Temoi n2021	15	125,13	15,704

EXPOSITION × PÉRIODE

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: SHT PF DOMDIS distance

Data type: Distance

Selection: All

Group factor: ExpositionAvant.apres
 Number of permutations: 999

Number of groups: 4
 Number of samples: 80

DEVIATIONS FROM CENTROID
 F: 0,53891 df1: 3 df2: 76
 P(perm): 0,715

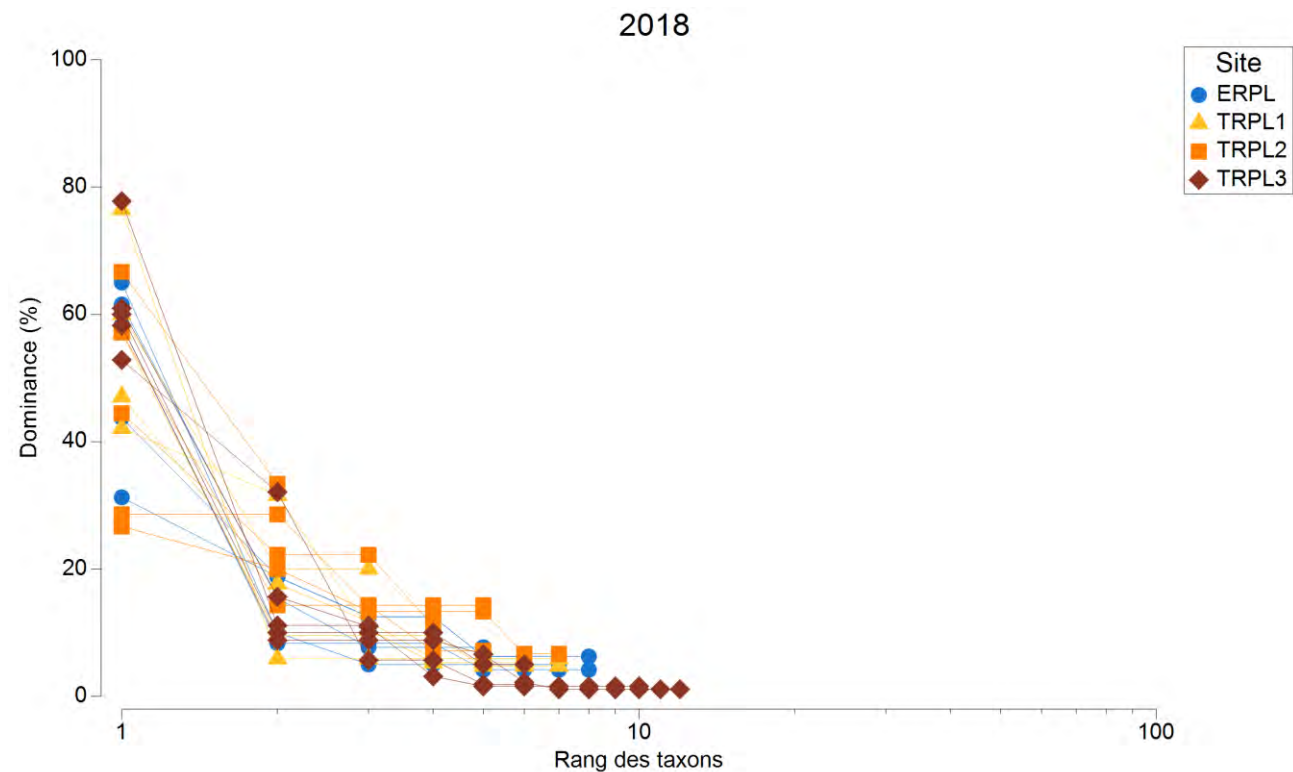
PAIRWISE COMPARISONS

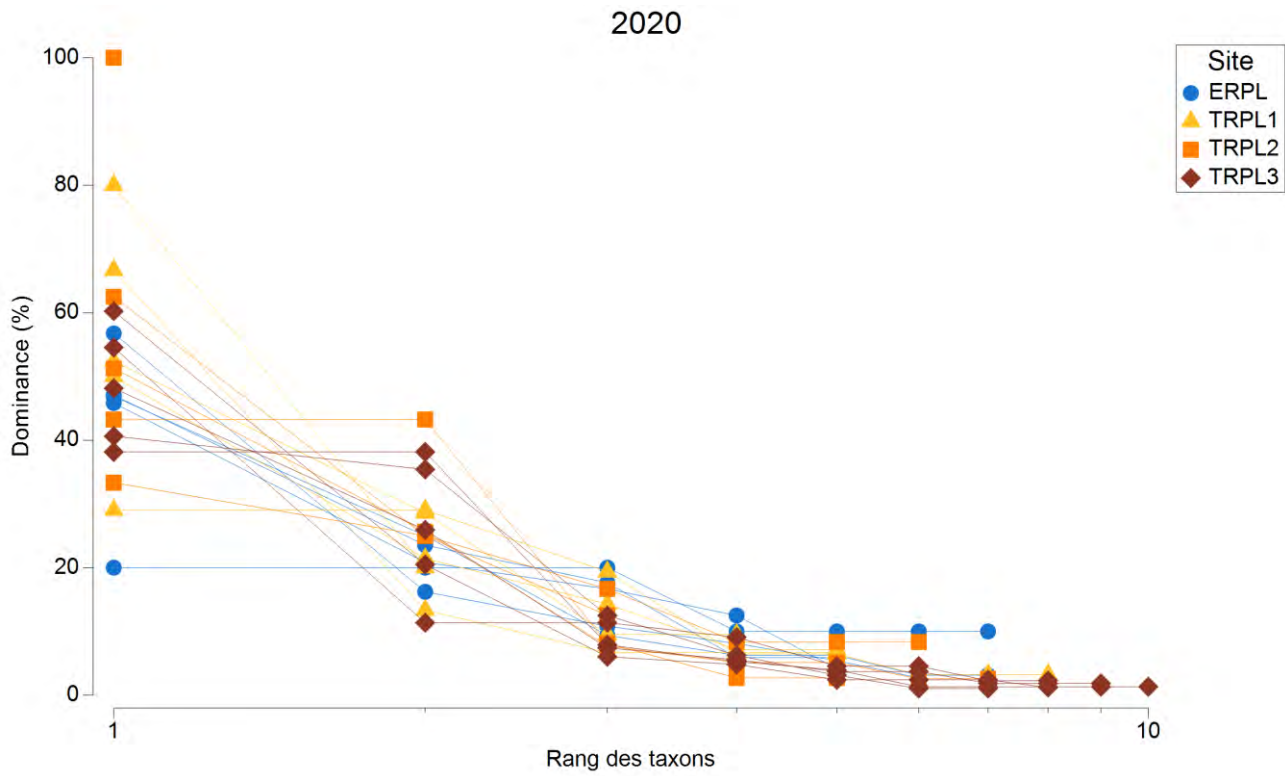
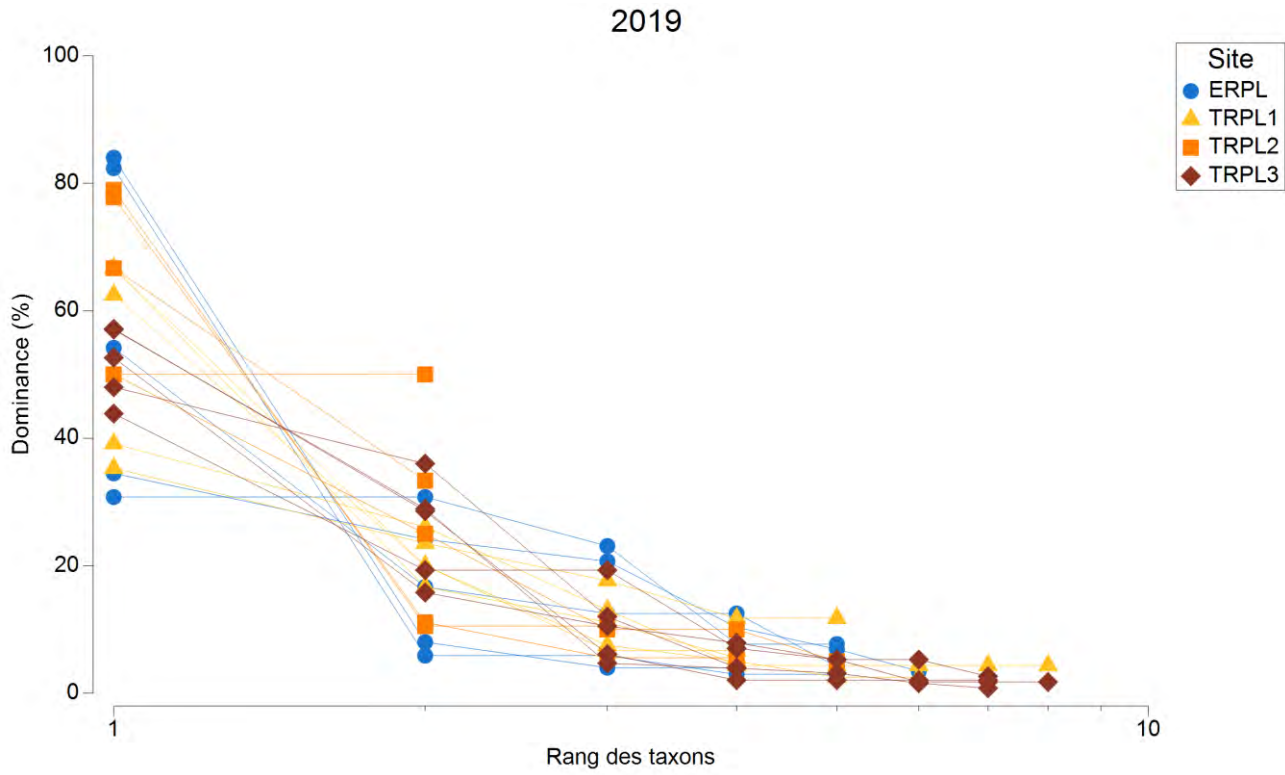
Groups	t	P(perm)
(ExposeAvant, Temoi nAvant)	0,029708	0,979
(ExposeAvant, ExposeApres)	0,62842	0,697
(ExposeAvant, Temoi nApres)	0,59944	0,61
(Temoi nAvant, ExposeApres)	0,95616	0,387
(Temoi nAvant, Temoi nApres)	0,95335	0,382
(ExposeApres, Temoi nApres)	0,58686	0,612

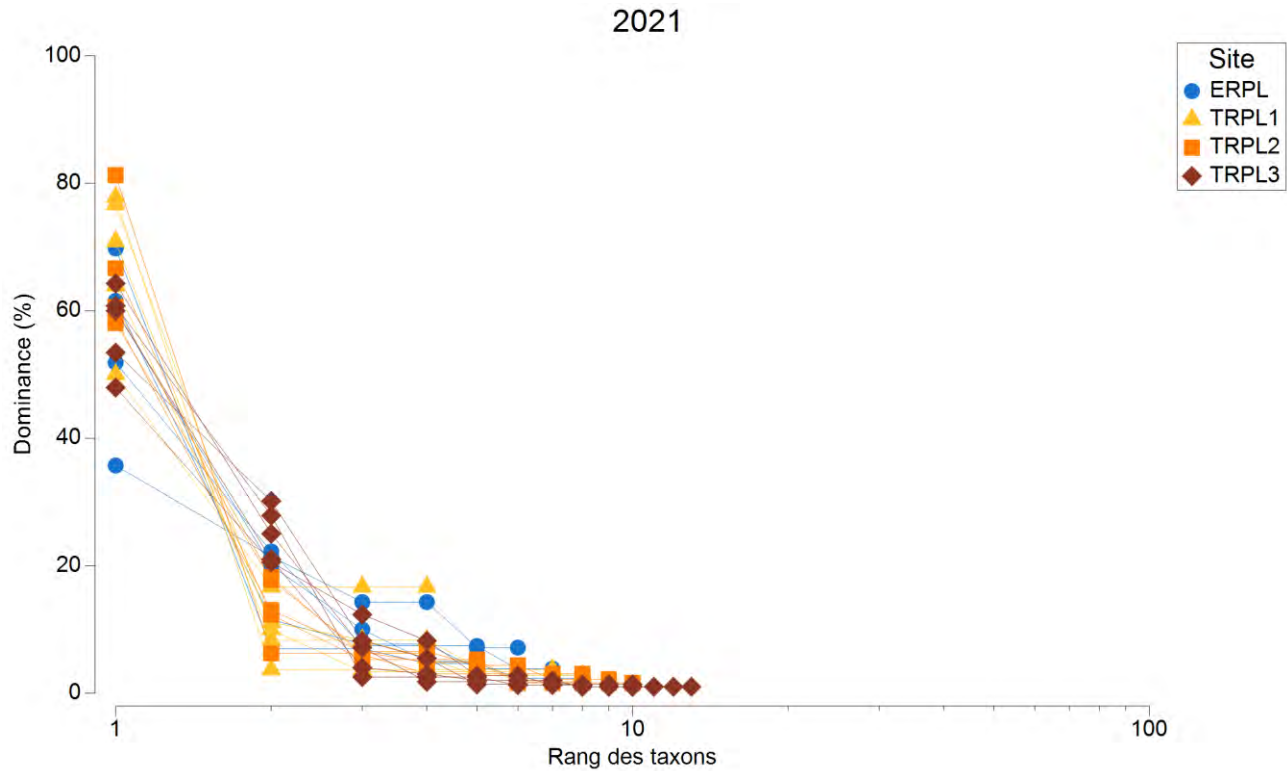
MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
ExposeAvant	5	148,36	41,697
Temoi nAvant	15	149,77	23,798
ExposeApres	15	115,75	26,448
Temoi nApres	45	129,07	9,767

3.3.3 DOMINANCE PLOTS







3.4 TESTS UNIDIMENSIONNELS AVEC CONTRASTES

3.4.1 ABONDANCES

PERMDISP

Exposition × Année

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli Abondance SHT PF 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 8

Number of samples: 80

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 2,043 df1: 7 df2: 72

P(perm): 0,251

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(Expose2018, Temoi n2018)	1, 926	0, 157
(Expose2018, Expose2019)	0, 7415	0, 441
(Expose2018, Temoi n2019)	1, 6993	0, 248
(Expose2018, Expose2020)	1, 8945	0, 083
(Expose2018, Temoi n2020)	2, 4624	0, 038
(Expose2018, Expose2021)	1, 1394	0, 389
(Expose2018, Temoi n2021)	3, 0493	0, 005
(Temoi n2018, Expose2019)	1, 6627	0, 366
(Temoi n2018, Temoi n2019)	0, 36977	0, 826
(Temoi n2018, Expose2020)	1, 2407	0, 594
(Temoi n2018, Temoi n2020)	0, 78409	0, 6
(Temoi n2018, Expose2021)	1, 3826	0, 545
(Temoi n2018, Temoi n2021)	0, 74634	0, 58
(Expose2019, Temoi n2019)	1, 5074	0, 265
(Expose2019, Expose2020)	0, 93955	0, 373
(Expose2019, Temoi n2020)	2, 2048	0, 062
(Expose2019, Expose2021)	0, 50189	0, 616
(Expose2019, Temoi n2021)	2, 7001	0, 015
(Temoi n2019, Expose2020)	1, 1913	0, 416
(Temoi n2019, Temoi n2020)	0, 30285	0, 835
(Temoi n2019, Expose2021)	1, 3011	0, 367
(Temoi n2019, Temoi n2021)	0, 21811	0, 894
(Expose2020, Temoi n2020)	1, 7984	0, 115
(Expose2020, Expose2021)	0, 29277	0, 854
(Expose2020, Temoi n2021)	2, 1779	0, 041
(Temoi n2020, Expose2021)	1, 9298	0, 086
(Temoi n2020, Temoi n2021)	0, 13097	0, 907
(Expose2021, Temoi n2021)	2, 3325	0, 032

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
Expose2018	5	24, 348	6, 5523
Temoi n2018	15	129, 66	30, 934
Expose2019	5	37, 681	16, 745
Temoi n2019	15	148, 79	41, 469
Expose2020	5	60, 87	18, 13
Temoi n2020	15	164, 7	32, 252
Expose2021	5	52, 174	23, 526
Temoi n2021	15	159, 36	25, 02

Exposition × Période

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli Abondance SHT PF 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 80

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 5,568 df1: 3 df2: 76

P(perm): 0,018

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(ExposeAvant, TemoinAvant)	1,926	0,152
(ExposeAvant, ExposeApres)	1,4088	0,162
(ExposeAvant, TemoinApres)	2,4624	0,026
(TemoinAvant, ExposeApres)	2,3988	0,114
(TemoinAvant, TemoinApres)	0,9578	0,465
(ExposeApres, TemoinApres)	3,4104	0,005

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Size	Average	SE
ExposeAvant	5	24,348	6,5523
TemoinAvant	15	129,66	30,934
ExposeApres	15	51,208	10,619
TemoinApres	45	165,41	18,91

PERMANOVA

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Abondance SHT PF 2018-2021

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	4
Station	St	Random	20

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)

Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms

Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)

Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	1, 1437E+05	1, 1437E+05	1, 3745	0, 297	496
An	3	99414	33138	2, 0986	0, 116	999
Av	1	67634	67634	4, 0797	0, 036	996
2018-201	1	19853	19853	1, 5254	0, 226	995
2018-2020	1	33818	33818	2, 6376	0, 105	999
2018-2021	1	97487	97487	5, 1028	0, 037	998
ExxAn	3	30406	10135	0, 64186	0, 598	999
ExxAv	1	7236, 5	7236, 5	0, 43651	0, 512	995
Exx2018-201	1	3, 9382	3, 9382	0, 0003026	0, 98	996
Exx2018-2020	1	3703, 7	3703, 7	0, 28887	0, 593	997
Exx2018-2021	1	22350	22350	1, 1699	0, 287	995
Pool ed(1)	18	1, 4977E+06	83206	5, 2694	0, 001	998
Pool ed(2)	54	8, 5268E+05	15790			
Total	79	2, 7029E+06				

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

Source	EMS
Ex	$1 \cdot V(\text{Res}) + 4 \cdot V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 30 \cdot S(\text{Ex})$
An	$1 \cdot V(\text{Res}) + 15 \cdot S(\text{An})$
Av	$1 \cdot V(\text{Res}) + 22, 5 \cdot S(\text{Av})$
2018-201	$1 \cdot V(\text{Res}) + 15 \cdot S(2018-201)$
2018-2020	$1 \cdot V(\text{Res}) + 15 \cdot S(2018-2020)$
2018-2021	$1 \cdot V(\text{Res}) + 15 \cdot S(2018-2021)$
ExxAn	$1 \cdot V(\text{Res}) + 7, 5 \cdot S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 \cdot V(\text{Res}) + 11, 25 \cdot S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 \cdot V(\text{Res}) + 7, 5 \cdot S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 \cdot V(\text{Res}) + 7, 5 \cdot S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 \cdot V(\text{Res}) + 7, 5 \cdot S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 \cdot V(\text{Res}) + 4 \cdot V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 \cdot V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	1*Pool ed(1)	1	18
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	54
Av	1*Av	1*Res	1	58
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	18
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	18
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	18
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	54
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	58
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	18
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	18
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	18
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	18	54

Estimates of components of variation

Source	Esti mate	Sq. root
S(Ex)	1038, 8	32, 23
S(An)	1156, 5	34, 008
S(Av)	2269, 1	47, 635
S(2018-201)	455, 85	21, 351
S(2018-2020)	1399, 8	37, 414
S(2018-2021)	5225, 5	72, 287
S(ExxAn)	-754, 02	-27, 459
S(ExxAv)	-830, 36	-28, 816
S(Exx2018-201)	-1734, 8	-41, 651
S(Exx2018-2020)	-1215, 7	-34, 867

S(Exx2018-2021)	432,73	20,802
V(St(Si(Ex)))	16854	129,82
V(Res)	15790	125,66

PERMANOVA SANS TRPL1

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Abondance SHT PF 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-5;11-25;31-45;51-65;71-80

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-2019	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si(Ex)
Si(Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si(Ex)) + Si(Ex)
Pool ed(2)	Res + Si(Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	2,5675E+05	2,5675E+05	2,9604	0,102	435
An	3	1,4045E+05	46817	2,3834	0,086	999
Av	1	86481	86481	4,0751	0,053	995
2018-2019	1	19170	19170	1,1202	0,322	999
2018-2020	1	46296	46296	2,9023	0,092	996
2018-2021	1	1,3448E+05	1,3448E+05	6,0596	0,024	997
ExxAn	3	60693	20231	1,0299	0,396	998
ExxAv	1	16664	16664	0,78521	0,396	996
Exx2018-2019	1	14,003	14,003	0,00081827	0,975	997
Exx2018-2020	1	9833,4	9833,4	0,61645	0,452	998
Exx2018-2021	1	45495	45495	2,0499	0,172	999

Pool ed(1)	13	1, 1275E+06	86730	4, 4153	0, 001	999
Pool ed(2)	39	7, 6607E+05	19643			
Total	59	2, 4413E+06				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26, 667 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 13, 333 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13, 333 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 13, 333 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13, 333 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6, 6667 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6, 6667 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 6, 6667 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 6, 6667 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(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*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	6375, 9	79, 849
S(An)	2038, 1	45, 145
S(Av)	3263	57, 122
S(2018-201)	154, 28	12, 421
S(2018-2020)	2275, 8	47, 706
S(2018-2021)	8421, 6	91, 769
S(ExxAn)	88, 223	9, 3927
S(ExxAv)	-455, 82	-21, 35
S(Exx2018-201)	-2564, 8	-50, 644
S(Exx2018-2020)	-917, 75	-30, 294
S(Exx2018-2021)	3495, 2	59, 12
V(St(Si(Ex)))	16772	129, 51
V(Res)	19643	140, 15

PERMANOVA SANS TRPL2

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Abondance SHT PF 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-10;16-30;36-50;56-70;76-80

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	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneeStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms
Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Ex	1	2,5341E+05	2,5341E+05	2,9589	0,135	449
An	3	66094	22031	1,1707	0,321	999
Av	1	56250	56250	3,1923	0,087	997
2018-201	1	22685	22685	1,3215	0,292	998
2018-2020	1	33278	33278	2,0376	0,156	998
2018-2021	1	61459	61459	2,8143	0,113	999
ExxAn	3	11554	3851,2	0,20464	0,903	999
ExxAv	1	5210,3	5210,3	0,29569	0,574	995
Exx2018-201	1	252,92	252,92	0,014734	0,909	997
Exx2018-2020	1	4411,7	4411,7	0,27012	0,638	999
Exx2018-2021	1	8927,6	8927,6	0,40881	0,55	997
Pool ed(1)	13	1,1134E+06	85645	4,551	0,002	999
Pool ed(2)	39	7,3394E+05	18819			
Total	59	2,2065E+06				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26,667 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-201})$

Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	$1 * \text{Ex}$	$1 * \text{Pool ed}(1)$	1	13
An	$1 * \text{An}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	39
Av	$1 * \text{Av}$	$1 * \text{Res}$	1	43
2018-201	$1 * 2018-201$	$1 * \text{Res}$	1	13
2018-2020	$1 * 2018-2020$	$1 * \text{Res}$	1	13
2018-2021	$1 * 2018-2021$	$1 * \text{Res}$	1	13
ExxAn	$1 * \text{ExxAn}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	39
ExxAv	$1 * \text{ExxAv}$	$1 * \text{Res}$	1	43
Exx2018-201	$1 * \text{Exx2018-201}$	$1 * \text{Res}$	1	13
Exx2018-2020	$1 * \text{Exx2018-2020}$	$1 * \text{Res}$	1	13
Exx2018-2021	$1 * \text{Exx2018-2021}$	$1 * \text{Res}$	1	13
St(Si(Ex))	$1 * \text{Pool ed}(1)$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	6291,3	79,318
S(An)	240,93	15,522
S(Av)	1931,5	43,948
S(2018-201)	413,93	20,345
S(2018-2020)	1270,9	35,65
S(2018-2021)	2971,5	54,512
S(ExxAn)	-2245,2	-47,383
S(ExxAv)	-1241	-35,228
S(Exx2018-201)	-2537	-50,368
S(Exx2018-2020)	-1788,1	-42,286
S(Exx2018-2021)	-1936,5	-44,006
V(St(Si(Ex)))	16707	129,25
V(Res)	18819	137,18

PERMANOVA SANS TRPL3

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Abondance SHT PF 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-15;21-35;41-55;61-75

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
------	---------	--------	----------

Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms
Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	2871	2871	0,24315	0,644	127
An	3	72924	24308	4,6147	0,011	998
Av	1	41749	41749	6,3178	0,013	996
2018-201	1	11980	11980	6,5236	0,02	997
2018-2020	1	15019	15019	4,1275	0,072	995
2018-2021	1	72087	72087	8,7584	0,012	998
ExxAn	3	23200	7733,4	1,4681	0,242	999
ExxAv	1	1547,4	1547,4	0,23417	0,62	999
Exx2018-201	1	638	638	0,34741	0,545	995
Exx2018-2020	1	42,883	42,883	0,011785	0,929	994
Exx2018-2021	1	13240	13240	1,6087	0,217	996
Pool ed(1)	13	1,535E+05	11808	2,2416	0,026	998
Pool ed(2)	39	2,0543E+05	5267,5			
Total	59	4,9526E+05				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 4*V(St(Si (Ex))) + 26,667*S(Ex)
An	1*V(Res) + 13,333*S(An)
Av	1*V(Res) + 20*S(Av)
2018-201	1*V(Res) + 13,333*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 13,333*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 13,333*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 6,6667*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 10*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 6,6667*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 6,6667*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 6,6667*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 4*V(St(Si (Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	1*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13

Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-335,12	-18,306
S(An)	1428	37,789
S(Av)	1757	41,917
S(2018-201)	760,78	27,582
S(2018-2020)	853,5	29,215
S(2018-2021)	4789,2	69,204
S(ExxAn)	369,88	19,232
S(ExxAv)	-506,07	-22,496
S(Exx2018-201)	-179,77	-13,408
S(Exx2018-2020)	-539,38	-23,225
S(Exx2018-2021)	751,48	27,413
V(St(Si (Ex)))	1635	40,435
V(Res)	5267,5	72,578

3.4.2 RICHESSE**PERMDISP****Exposition × Année**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Resem21

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 8

Number of samples: 80

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 1,9296 df1: 7 df2: 72

P(perm): 0,11

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(Expose2018, Temoi n2018)	1,0307	0,37
(Expose2018, Expose2019)	1,7778	0,101
(Expose2018, Temoi n2019)	1,315	0,212
(Expose2018, Expose2020)	0,72495	0,388
(Expose2018, Temoi n2020)	1,7026	0,113
(Expose2018, Expose2021)	0,43386	0,601
(Expose2018, Temoi n2021)	1,3866	0,203
(Temoi n2018, Expose2019)	1,8241	0,085
(Temoi n2018, Temoi n2019)	0,37351	0,709
(Temoi n2018, Expose2020)	1,3357	0,223
(Temoi n2018, Temoi n2020)	0,46233	0,651
(Temoi n2018, Expose2021)	1,229	0,284

(Temoi n2018, Temoi n2021)	0,16681	0,867
(Expose2019, Temoi n2019)	2,6459	0,011
(Expose2019, Expose2020)	1,2649	0,516
(Expose2019, Temoi n2020)	2,7004	0,014
(Expose2019, Expose2021)	1,3501	0,223
(Expose2019, Temoi n2021)	2,3448	0,03
(Temoi n2019, Expose2020)	1,8425	0,074
(Temoi n2019, Temoi n2020)	1,0398	0,289
(Temoi n2019, Expose2021)	1,647	0,125
(Temoi n2019, Temoi n2021)	0,64239	0,529
(Expose2020, Temoi n2020)	2,0954	0,041
(Expose2020, Expose2021)	0,24526	0,868
(Expose2020, Temoi n2021)	1,7603	0,103
(Temoi n2020, Expose2021)	1,952	0,041
(Temoi n2020, Temoi n2021)	0,3268	0,74
(Expose2021, Temoi n2021)	1,626	0,12

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
Expose2018	5	1,04	0,26382
Temoi n2018	15	1,8756	0,45234
Expose2019	5	0,4	0,24495
Temoi n2019	15	1,68	0,26365
Expose2020	5	0,8	0,2
Temoi n2020	15	2,1422	0,35788
Expose2021	5	0,88	0,25768
Temoi n2021	15	1,9733	0,37282

Exposition x Période

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Resem21
 Data type: Distance
 Selection: All
 Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres
 Number of permutations: 999

Number of groups: 4
 Number of samples: 80

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 3,4577 df1: 3 df2: 76
 P(perm): 0,019

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(ExposeAvant, Temoi nAvant)	1,0307	0,349
(ExposeAvant, ExposeApres)	0,52895	0,659
(ExposeAvant, Temoi nApres)	1,5997	0,149
(Temoi nAvant, ExposeApres)	2,0878	0,044
(Temoi nAvant, Temoi nApres)	0,44165	0,656
(ExposeApres, Temoi nApres)	3,1519	0,006

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
-------	-------	---------	----

ExposeAvant	5	1,04	0,26382
TemoinAvant	15	1,8756	0,45234
ExposeAprès	15	0,88	0,15093
TemoinAprès	45	2,0741	0,21185

PERMANOVA

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Resem21
 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	4
Station	St	Random	20

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
 Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Ex	1	3,2911E-14	3,2911E-14	3,0912E-15	1	35
An	3	27,75	9,25	2,7415	0,069	999
Av	1	1,6056	1,6056	0,40562	0,545	996
2018-201	1	12,675	12,675	4,4215	0,059	997
2018-2020	1	1,2	1,2	0,29032	0,59	988
2018-2021	1	2,4083	2,4083	0,39243	0,54	983
ExxAn	3	7,1	2,3667	0,70143	0,582	999
ExxAv	1	4,3556	4,3556	1,1004	0,287	996
Exx2018-201	1	1,875	1,875	0,65407	0,446	991
Exx2018-2020	1	1,2	1,2	0,29032	0,581	992

Exx2018-2021	1	7,0083	7,0083	1,142	0,304	995
Pool ed(1)	18	171,8	9,5444	2,8288	0,002	998
Pool ed(2)	54	182,2	3,3741			
Total	79	405,8				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 30 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 15 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 22,5 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 15 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 15 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 15 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 11,25 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(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*Pool ed(1)	1	18
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	54
Av	1*Av	1*Res	1	58
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	18
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	18
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	18
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	54
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	58
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	18
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	18
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	18
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	18	54

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-0,31815	-0,56405
S(An)	0,39173	0,62588
S(Av)	-0,10456	-0,32336
S(2018-201)	0,65389	0,80863
S(2018-2020)	-0,19556	-0,44222
S(2018-2021)	-0,24858	-0,49858
S(ExxAn)	-0,13432	-0,3665
S(ExxAv)	0,035317	0,18793
S(Exx2018-201)	-0,13222	-0,36362
S(Exx2018-2020)	-0,39111	-0,62539
S(Exx2018-2021)	0,11617	0,34084
V(St(Si(Ex)))	1,5426	1,242
V(Res)	3,3741	1,8369

PERMANOVA SANS TRPL1

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Richesse SHT PF 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-5;11-25;31-45;51-65;71-80

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	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneeStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Ex	1	1,2	1,2	0,11972	0,765	30
An	3	36,067	12,022	3,1702	0,041	999
Av	1	0,71111	0,71111	0,14962	0,7	996
2018-201	1	14,017	14,017	4,0628	0,073	996
2018-2020	1	0,26667	0,26667	0,056277	0,799	995
2018-2021	1	4,8167	4,8167	0,63862	0,445	999
ExxAn	3	11,133	3,7111	0,97859	0,404	999
ExxAv	1	5,3778	5,3778	1,1315	0,298	996
Exx2018-201	1	0,81667	0,81667	0,23671	0,641	995
Exx2018-2020	1	2,4	2,4	0,50649	0,485	932
Exx2018-2021	1	10,417	10,417	1,3811	0,249	996
Pool ed(1)	13	130,3	10,023	2,643	0,015	998
Pool ed(2)	39	147,9	3,7923			
Total	59	341,25				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26,667 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxAv})$

Exx2018-201	1*V(Res) + 6,6667*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 6,6667*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 6,6667*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 4*V(St(Si(Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	1*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-0,33087	-0,57521
S(An)	0,61724	0,78565
S(Av)	-0,20208	-0,44953
S(2018-201)	0,7925	0,89022
S(2018-2020)	-0,33538	-0,57912
S(2018-2021)	-0,20442	-0,45213
S(ExxAn)	-0,012179	-0,11036
S(ExxAv)	0,062506	0,25001
S(Exx2018-201)	-0,395	-0,62849
S(Exx2018-2020)	-0,35077	-0,59226
S(Exx2018-2021)	0,43115	0,65662
V(St(Si(Ex)))	1,5577	1,2481
V(Res)	3,7923	1,9474

PERMANOVA SANS TRPL2

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Richesse SHT PF 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-10;16-30;36-50;56-70;76-80

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)

Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms

Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)

Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	3, 675	3, 675	0, 44349	0, 558	29
An	3	13, 492	4, 4972	1, 3835	0, 281	999
Av	1	2, 025	2, 025	0, 62565	0, 435	994
2018-201	1	8, 8167	8, 8167	3, 2151	0, 09	998
2018-2020	1	0, 81667	0, 81667	0, 19009	0, 661	990
2018-2021	1	0, 15	0, 15	0, 021511	0, 884	994
ExxAn	3	3, 2917	1, 0972	0, 33754	0, 808	999
ExxAv	1	3, 025	3, 025	0, 93461	0, 345	996
Exx2018-201	1	2, 8167	2, 8167	1, 0271	0, 364	995
Exx2018-2020	1	1, 35	1, 35	0, 31423	0, 578	996
Exx2018-2021	1	2, 0167	2, 0167	0, 28921	0, 593	991
Pool ed(1)	13	107, 73	8, 2865	2, 5492	0, 011	998
Pool ed(2)	39	126, 78	3, 2506			
Total	59	254, 4				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26, 667 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 13, 333 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13, 333 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 13, 333 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13, 333 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6, 6667 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6, 6667 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 6, 6667 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 6, 6667 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	1*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43

Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-0,17293	-0,41585
S(An)	0,093494	0,30577
S(Av)	-0,060581	-0,24613
S(2018-201)	0,45558	0,67496
S(2018-2020)	-0,26096	-0,51084
S(2018-2021)	-0,51173	-0,71535
S(ExxAn)	-0,32301	-0,56834
S(ExxAx)	-0,021163	-0,14547
S(Exx2018-201)	0,011154	0,10561
S(Exx2018-2020)	-0,44192	-0,66477
S(Exx2018-2021)	-0,74346	-0,86224
V(St(Si (Ex)))	1,259	1,122
V(Res)	3,2506	1,803

PERMANOVA SANS TRPL3

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Richesse SHT PF 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-15;21-35;41-55;61-75

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)

Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms

$$\text{Pool ed(1)} \quad \text{St}(\text{Si}(\text{Ex})) + \text{Si}(\text{Ex})$$

$$\text{Pool ed(2)} \quad \text{Res} + \text{Si}(\text{Ex}) \times \text{An}$$

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	9,075	9,075	1,6752	0,235	26
An	3	29,492	9,8306	4,4645	0,01	999
Av	1	1,7361	1,7361	0,56752	0,474	998
2018-201	1	11,267	11,267	6,0523	0,037	999
2018-2020	1	2,8167	2,8167	0,99909	0,289	995
2018-2021	1	3,2667	3,2667	1,5499	0,216	985
ExxAn	3	9,5583	3,1861	1,447	0,263	999
ExxAv	1	3,4028	3,4028	1,1123	0,29	998
Exx2018-201	1	1,6667	1,6667	0,89532	0,355	995
Exx2018-2020	1	0,15	0,15	0,053206	0,833	996
Exx2018-2021	1	8,0667	8,0667	3,8273	0,071	993
Pool ed(1)	13	70,425	5,4173	2,4603	0,014	999
Pool ed(2)	39	85,875	2,2019			
Total	59	215				

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

Source	EMS
Ex	$1 \cdot V(\text{Res}) + 4 \cdot V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26,667 \cdot S(\text{Ex})$
An	$1 \cdot V(\text{Res}) + 13,333 \cdot S(\text{An})$
Av	$1 \cdot V(\text{Res}) + 20 \cdot S(\text{Av})$
2018-201	$1 \cdot V(\text{Res}) + 13,333 \cdot S(2018-201)$
2018-2020	$1 \cdot V(\text{Res}) + 13,333 \cdot S(2018-2020)$
2018-2021	$1 \cdot V(\text{Res}) + 13,333 \cdot S(2018-2021)$
ExxAn	$1 \cdot V(\text{Res}) + 6,6667 \cdot S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 \cdot V(\text{Res}) + 10 \cdot S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 \cdot V(\text{Res}) + 6,6667 \cdot S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 \cdot V(\text{Res}) + 6,6667 \cdot S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 \cdot V(\text{Res}) + 6,6667 \cdot S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 \cdot V(\text{Res}) + 4 \cdot V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 \cdot V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	$1 \cdot \text{Ex}$	$1 \cdot \text{Pool ed(1)}$	1	13
An	$1 \cdot \text{An}$	$1 \cdot \text{Pool ed(2)}$	3	39
Av	$1 \cdot \text{Av}$	$1 \cdot \text{Res}$	1	43
2018-201	$1 \cdot 2018-201$	$1 \cdot \text{Res}$	1	13
2018-2020	$1 \cdot 2018-2020$	$1 \cdot \text{Res}$	1	13
2018-2021	$1 \cdot 2018-2021$	$1 \cdot \text{Res}$	1	13
ExxAn	$1 \cdot \text{ExxAn}$	$1 \cdot \text{Pool ed(2)}$	3	39
ExxAv	$1 \cdot \text{ExxAv}$	$1 \cdot \text{Res}$	1	43
Exx2018-201	$1 \cdot \text{Exx2018-201}$	$1 \cdot \text{Res}$	1	13
Exx2018-2020	$1 \cdot \text{Exx2018-2020}$	$1 \cdot \text{Res}$	1	13
Exx2018-2021	$1 \cdot \text{Exx2018-2021}$	$1 \cdot \text{Res}$	1	13
St(Si(Ex))	$1 \cdot \text{Pool ed(1)}$	$1 \cdot \text{Pool ed(2)}$	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	0,13716	0,37036
S(An)	0,57215	0,7564
S(Av)	-0,06615	-0,2572
S(2018-201)	0,70538	0,83987
S(2018-2020)	-0,00019231	-0,013868
S(2018-2021)	0,086923	0,29483
S(ExxAn)	0,14763	0,38422
S(ExxAv)	0,034367	0,18538
S(Exx2018-201)	-0,029231	-0,17097

S(Exx2018-2020)	-0,40038	-0,63276
S(Exx2018-2021)	0,89385	0,94543
V(St(Si(Ex)))	0,80385	0,89657
V(Res)	2,2019	1,4839

POST-HOC ANNÉE

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Richesse SHT PF 2018-2021

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	4
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	20

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

PAIR-WISE TESTS

Term 'An'

Groups	t	P(perm)	Uni que perms
2018, 2019	2,1027	0,046	994
2018, 2020	0,53882	0,605	990
2018, 2021	0,62644	0,553	990
2019, 2020	2,0831	0,052	996
2019, 2021	2,8413	0,008	996
2020, 2021	1,6843	0,102	995

Denominators

Groups	Denomi nator	Den. df
2018, 2019	1*Res	18
2018, 2020	1*Res	18
2018, 2021	1*Res	18
2019, 2020	1*Res	18
2019, 2021	1*Res	18
2020, 2021	1*Res	18

Average Distance between/within groups

	2018	2019	2020	2021
2018	2, 6316			
2019	2, 375	2, 0263		
2020	2, 515	2, 365	2, 6211	
2021	2, 61	2, 73	2, 61	2, 5316

3.4.3 SHANNON

PERMDISP

Exposition × Année

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli Shannon SHT PF 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 8

Number of samples: 80

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 1,1265 df1: 7 df2: 72

P(perm): 0,494

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(Expose2018, Temoi n2018)	0, 59474	0, 577
(Expose2018, Expose2019)	1, 8231	0, 101
(Expose2018, Temoi n2019)	0, 76596	0, 444
(Expose2018, Expose2020)	0, 33737	0, 701
(Expose2018, Temoi n2020)	0, 87823	0, 601
(Expose2018, Expose2021)	0, 67511	0, 567
(Expose2018, Temoi n2021)	0, 013449	0, 993
(Temoi n2018, Expose2019)	1, 1498	0, 315
(Temoi n2018, Temoi n2019)	0, 15709	0, 887
(Temoi n2018, Expose2020)	0, 93797	0, 401
(Temoi n2018, Temoi n2020)	0, 68246	0, 618
(Temoi n2018, Expose2021)	1, 2416	0, 266
(Temoi n2018, Temoi n2021)	0, 97476	0, 398
(Expose2019, Temoi n2019)	1, 1316	0, 31
(Expose2019, Expose2020)	2, 3313	0, 048
(Expose2019, Temoi n2020)	0, 36008	0, 817
(Expose2019, Expose2021)	2, 9729	0, 021
(Expose2019, Temoi n2021)	2, 5483	0, 027
(Temoi n2019, Expose2020)	1, 1447	0, 263
(Temoi n2019, Temoi n2020)	0, 57937	0, 671
(Temoi n2019, Expose2021)	1, 4863	0, 154
(Temoi n2019, Temoi n2021)	1, 2342	0, 218
(Expose2020, Temoi n2020)	1, 1234	0, 39
(Expose2020, Expose2021)	0, 32993	0, 722

(Expose2020, Temoi n2021)	0,46075	0,67
(Temoi n2020, Expose2021)	1,3345	0,297
(Temoi n2020, Temoi n2021)	1,4877	0,251
(Expose2021, Temoi n2021)	0,89616	0,389

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
Expose2018	5	0,28746	0,10829
Temoi n2018	15	0,37611	0,077612
Expose2019	5	0,54309	0,089074
Temoi n2019	15	0,39255	0,070238
Expose2020	5	0,23877	0,095422
Temoi n2020	15	0,46945	0,11263
Expose2021	5	0,19894	0,073938
Temoi n2021	15	0,28603	0,05015

Exposition × Période

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: eucli shannon PF 2018-2020 no missing

Resemblance worksheet

Name: Eucli Shannon SHT PF 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 80

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 0,30689 df1: 3 df2: 76

P(perm): 0,849

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(ExposeAvant, Temoi nAvant)	0,59474	0,594
(ExposeAvant, ExposeApres)	0,16953	0,865
(ExposeAvant, Temoi nApres)	0,67791	0,524
(Temoi nAvant, ExposeApres)	0,52245	0,66
(Temoi nAvant, Temoi nApres)	0,1182	0,921
(ExposeApres, Temoi nApres)	0,74843	0,503

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
ExposeAvant	5	0,28746	0,10829
Temoi nAvant	15	0,37611	0,077612
ExposeApres	15	0,31527	0,086796
Temoi nApres	45	0,38716	0,047337

PERMANOVA

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Shannon SHT PF 2018-2021

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	4
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	20

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)

Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	0,83795	0,83795	2,7437	0,107	968
An	3	1,1114	0,37047	1,6647	0,194	998
Av	1	0,35492	0,35492	1,6093	0,207	995
2018-201	1	0,9003	0,9003	3,4795	0,083	995
2018-2020	1	0,0073351	0,0073351	0,019586	0,91	998
2018-2021	1	0,18046	0,18046	0,87554	0,348	996
ExxAn	3	0,3206	0,10687	0,48019	0,703	999
ExxAv	1	0,02475	0,02475	0,11222	0,743	997
Exx2018-201	1	0,16581	0,16581	0,64084	0,445	997
Exx2018-2020	1	0,018542	0,018542	0,04951	0,815	996
Exx2018-2021	1	0,013071	0,013071	0,063415	0,803	996
Pool ed(1)	18	5,4974	0,30541	1,3723	0,179	998
Pool ed(2)	54	12,018	0,22255			
Total	79	19,509				

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

Source	EMS
Ex	$1 \cdot V(\text{Res}) + 4 \cdot V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 30 \cdot S(\text{Ex})$
An	$1 \cdot V(\text{Res}) + 15 \cdot S(\text{An})$

Av	$1 * V(\text{Res}) + 22,5 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 15 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 15 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 15 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 11,25 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	$1 * \text{Ex}$	$1 * \text{Pool ed}(1)$	1	18
An	$1 * \text{An}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	54
Av	$1 * \text{Av}$	$1 * \text{Res}$	1	58
2018-201	$1 * 2018-201$	$1 * \text{Res}$	1	18
2018-2020	$1 * 2018-2020$	$1 * \text{Res}$	1	18
2018-2021	$1 * 2018-2021$	$1 * \text{Res}$	1	18
ExxAn	$1 * \text{ExxAn}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	54
ExxAv	$1 * \text{ExxAv}$	$1 * \text{Res}$	1	58
Exx2018-201	$1 * \text{Exx2018-201}$	$1 * \text{Res}$	1	18
Exx2018-2020	$1 * \text{Exx2018-2020}$	$1 * \text{Res}$	1	18
Exx2018-2021	$1 * \text{Exx2018-2021}$	$1 * \text{Res}$	1	18
St(Si(Ex))	$1 * \text{Pool ed}(1)$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	18	54

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	0,017751	0,13323
S(An)	0,0098617	0,099306
S(Av)	0,0059721	0,077279
S(2018-201)	0,042771	0,20681
S(2018-2020)	-0,024478	-0,15645
S(2018-2021)	-0,0017102	-0,041354
S(ExxAn)	-0,015424	-0,1242
S(ExxAv)	-0,017404	-0,13193
S(Exx2018-201)	-0,012391	-0,11131
S(Exx2018-2020)	-0,047461	-0,21786
S(Exx2018-2021)	-0,025739	-0,16043
V(St(Si(Ex)))	0,020715	0,14393
V(Res)	0,22255	0,47175

PERMANOVA SANS TRPL1

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Shannon SHT PF 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-5;11-25;31-45;51-65;71-80

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	Level s
------	---------	------	---------

Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	0,72489	0,72489	2,1231	0,186	867
An	3	1,3378	0,44593	1,9426	0,126	998
Av	1	0,31293	0,31293	1,3408	0,258	996
2018-201	1	1,0434	1,0434	3,2279	0,096	995
2018-2020	1	0,0019228	0,0019228	0,004512	0,963	998
2018-2021	1	0,09299	0,09299	0,47025	0,498	999
ExxAn	3	0,16353	0,054509	0,23745	0,876	999
ExxAv	1	0,022681	0,022681	0,097179	0,766	998
Exx2018-201	1	0,066062	0,066062	0,20437	0,651	997
Exx2018-2020	1	0,0083691	0,0083691	0,019639	0,878	995
Exx2018-2021	1	0,041354	0,041354	0,20913	0,645	995
Pool ed(1)	13	4,4385	0,34142	1,4873	0,187	998
Pool ed(2)	39	8,9527	0,22956			
Total	59	15,514				

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

Source	EMS
Ex	$1*V(Res) + 4*V(St(Si(Ex))) + 26,667*S(Ex)$
An	$1*V(Res) + 13,333*S(An)$
Av	$1*V(Res) + 20*S(Av)$
2018-201	$1*V(Res) + 13,333*S(2018-201)$
2018-2020	$1*V(Res) + 13,333*S(2018-2020)$
2018-2021	$1*V(Res) + 13,333*S(2018-2021)$
ExxAn	$1*V(Res) + 6,6667*S(ExxAn)$
ExxAv	$1*V(Res) + 10*S(ExxAv)$
Exx2018-201	$1*V(Res) + 6,6667*S(Exx2018-201)$
Exx2018-2020	$1*V(Res) + 6,6667*S(Exx2018-2020)$
Exx2018-2021	$1*V(Res) + 6,6667*S(Exx2018-2021)$
Pool ed(1)	$1*V(Res) + 4*V(St(Si(Ex)))$
Pool ed(2)	$1*V(Res)$

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	$1*Ex$	$1*Pool ed(1)$	1	13

An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	0,01438	0,11992
S(An)	0,016228	0,12739
S(Av)	0,0039768	0,063062
S(2018-201)	0,054011	0,2324
S(2018-2020)	-0,031817	-0,17837
S(2018-2021)	-0,0078566	-0,088638
S(ExxAn)	-0,026257	-0,16204
S(ExxAv)	-0,021072	-0,14516
S(Exx2018-201)	-0,038577	-0,19641
S(Exx2018-2020)	-0,062667	-0,25033
S(Exx2018-2021)	-0,023459	-0,15316
V(St(Si (Ex)))	0,027967	0,16723
V(Res)	0,22956	0,47912

PERMANOVA SANS TRPL2

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Shannon SHT PF 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-10;16-30;36-50;56-70;76-80

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	0,36026	0,36026	1,6559	0,257	842
An	3	0,6486	0,2162	1,3633	0,275	999
Av	1	0,10528	0,10528	0,63939	0,452	997
2018-201	1	0,31001	0,31001	2,5522	0,146	997
2018-2020	1	0,022267	0,022267	0,095476	0,794	998
2018-2021	1	0,14995	0,14995	0,67973	0,456	996
ExxAn	3	0,64575	0,21525	1,3573	0,267	999
ExxAv	1	0,14864	0,14864	0,90267	0,36	996
Exx2018-201	1	0,52085	0,52085	4,288	0,063	997
Exx2018-2020	1	0,01032	0,01032	0,044251	0,833	996
Exx2018-2021	1	0,014658	0,014658	0,066447	0,779	997
Pool ed(1)	13	2,8283	0,21757	1,3719	0,224	997
Pool ed(2)	39	6,185	0,15859			
Total	59	10,461				

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

Source	EMS
Ex	$1 \cdot V(\text{Res}) + 4 \cdot V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26,667 \cdot S(\text{Ex})$
An	$1 \cdot V(\text{Res}) + 13,333 \cdot S(\text{An})$
Av	$1 \cdot V(\text{Res}) + 20 \cdot S(\text{Av})$
2018-201	$1 \cdot V(\text{Res}) + 13,333 \cdot S(2018-201)$
2018-2020	$1 \cdot V(\text{Res}) + 13,333 \cdot S(2018-2020)$
2018-2021	$1 \cdot V(\text{Res}) + 13,333 \cdot S(2018-2021)$
ExxAn	$1 \cdot V(\text{Res}) + 6,6667 \cdot S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 \cdot V(\text{Res}) + 10 \cdot S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 \cdot V(\text{Res}) + 6,6667 \cdot S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 \cdot V(\text{Res}) + 6,6667 \cdot S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 \cdot V(\text{Res}) + 6,6667 \cdot S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 \cdot V(\text{Res}) + 4 \cdot V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 \cdot V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	1*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	0,0053509	0,07315

S(An)	0,0043208	0,065732
S(Av)	-0,0029689	-0,054488
S(2018-201)	0,014141	0,11891
S(2018-2020)	-0,015822	-0,12578
S(2018-2021)	-0,0052988	-0,072793
S(ExxAn)	0,0084991	0,092191
S(ExxAv)	-0,0016026	-0,040033
S(Exx2018-201)	0,059908	0,24476
S(Exx2018-2020)	-0,033435	-0,18285
S(Exx2018-2021)	-0,030891	-0,17576
V(St(Si(Ex)))	0,014744	0,12142
V(Res)	0,15859	0,39823

PERMANOVA SANS TRPL3

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Shannon SHT PF 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-15;21-35;41-55;61-75

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si(Ex)
Si(Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si(Ex)) + Si(Ex)
Pool ed(2)	Res + Si(Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	1,2939	1,2939	3,7473	0,063	849
An	3	1,2791	0,42638	1,6876	0,178	999

Av	1	0, 64187	0, 64187	2, 591	0, 112	996
2018-201	1	1, 2221	1, 2221	4, 1385	0, 056	996
2018-2020	1	0, 12083	0, 12083	0, 28886	0, 586	998
2018-2021	1	0, 25945	0, 25945	1, 3196	0, 28	997
ExxAn	3	0, 34737	0, 11579	0, 45831	0, 698	999
ExxAv	1	0, 0083105	0, 0083105	0, 033546	0, 858	995
Exx2018-201	1	0, 029932	0, 029932	0, 10136	0, 764	996
Exx2018-2020	1	0, 15622	0, 15622	0, 37345	0, 58	995
Exx2018-2021	1	1, 1292E-06	1, 1292E-06	5, 7432E-06	0, 997	993
Pool ed(1)	13	4, 4889	0, 3453	1, 3667	0, 216	999
Pool ed(2)	39	9, 8532	0, 25265			
Total	59	17, 222				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 4*V(St(Si(Ex))) + 26, 667*S(Ex)
An	1*V(Res) + 13, 333*S(An)
Av	1*V(Res) + 20*S(Av)
2018-201	1*V(Res) + 13, 333*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 13, 333*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 13, 333*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 6, 6667*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 10*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 6, 6667*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 6, 6667*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 6, 6667*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 4*V(St(Si(Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	1*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	0, 035574	0, 18861
S(An)	0, 01303	0, 11415
S(Av)	0, 019707	0, 14038
S(2018-201)	0, 069509	0, 26365
S(2018-2020)	-0, 022311	-0, 14937
S(2018-2021)	0, 0047123	0, 068646
S(ExxAn)	-0, 020528	-0, 14328
S(ExxAv)	-0, 023942	-0, 15473
S(Exx2018-201)	-0, 039805	-0, 19951
S(Exx2018-2020)	-0, 039314	-0, 19828
S(Exx2018-2021)	-0, 029493	-0, 17173
V(St(Si(Ex)))	0, 023164	0, 1522
V(Res)	0, 25265	0, 50264

3.4.4 EVENNESS

PERMDISP

Exposition × Année

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli Equitabilite SHT PF 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 8

Number of samples: 79

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 3,0163 df1: 7 df2: 71

P(perm): 0,01

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(Expose2018, Temoi n2018)	0,80278	0,47
(Expose2018, Expose2019)	3,4075	0,03
(Expose2018, Temoi n2019)	0,52497	0,648
(Expose2018, Expose2020)	0,84315	0,466
(Expose2018, Temoi n2020)	0,90888	0,496
(Expose2018, Expose2021)	0,056034	0,986
(Expose2018, Temoi n2021)	0,57797	0,679
(Temoi n2018, Expose2019)	2,4492	0,031
(Temoi n2018, Temoi n2019)	0,28886	0,782
(Temoi n2018, Expose2020)	1,529	0,147
(Temoi n2018, Temoi n2020)	2,1569	0,047
(Temoi n2018, Expose2021)	0,77922	0,474
(Temoi n2018, Temoi n2021)	1,7969	0,076
(Expose2019, Temoi n2019)	2,473	0,025
(Expose2019, Expose2020)	3,7454	0,021
(Expose2019, Temoi n2020)	5,3623	0,001
(Expose2019, Expose2021)	2,5593	0,046
(Expose2019, Temoi n2021)	3,66	0,004
(Temoi n2019, Expose2020)	1,2066	0,276
(Temoi n2019, Temoi n2020)	1,678	0,127
(Temoi n2019, Expose2021)	0,5338	0,634
(Temoi n2019, Temoi n2021)	1,4321	0,174
(Expose2020, Temoi n2020)	0,25953	0,839
(Expose2020, Expose2021)	0,54929	0,691
(Expose2020, Temoi n2021)	0,17119	0,912
(Temoi n2020, Expose2021)	0,63404	0,575
(Temoi n2020, Temoi n2021)	0,0032114	0,998
(Expose2021, Temoi n2021)	0,46256	0,687

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Size	Average	SE
Expose2018	5	0,091262	0,018292

Temoi n2018	15	0, 11787	0, 01792
Expose2019	5	0, 20345	0, 027375
Temoi n2019	15	0, 11019	0, 019642
Expose2020	5	0, 065345	0, 024704
Temoi n2020	14	0, 071493	0, 011227
Expose2021	5	0, 089032	0, 035346
Temoi n2021	15	0, 071422	0, 018626

Exposition × Période

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli Equitabilite SHT PF 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 79

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 0,50599 df1: 3 df2: 75

P(perm): 0,709

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(ExposeAvant, Temoi nAvant)	0, 80278	0, 453
(ExposeAvant, ExposeApres)	0, 69738	0, 563
(ExposeAvant, Temoi nApres)	0, 25789	0, 799
(Temoi nAvant, ExposeApres)	0, 19402	0, 842
(Temoi nAvant, Temoi nApres)	0, 79671	0, 436
(ExposeApres, Temoi nApres)	0, 96443	0, 323

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
ExposeAvant	5	0, 091262	0, 018292
Temoi nAvant	15	0, 11787	0, 01792
ExposeApres	15	0, 12399	0, 026003
Temoi nApres	44	0, 10019	0, 011411

PERMANOVA

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Equitabilite SHT PF 2018-2021

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	4
Station	St	Random	20

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Ex	1	0,023022	0,023022	0,9113	0,374	997
An	3	0,13198	0,043992	3,3398	0,022	999
Av	1	0,021651	0,021651	1,3159	0,268	997
2018-201	1	0,019355	0,019355	1,3866	0,254	995
2018-2020	1	0,0043347	0,0043347	0,38913	0,589	997
2018-2021	1	0,075198	0,075198	4,7609	0,04	996
ExxAn	3	0,06714	0,02238	1,6991	0,165	998
ExxAv	1	0,0057635	0,0057635	0,3503	0,559	997
Exx2018-201	1	0,0064796	0,0064796	0,46419	0,513	994
Exx2018-2020	1	0,0092177	0,0092177	0,82749	0,381	997
Exx2018-2021	1	0,024313	0,024313	1,5393	0,212	998
Pool ed(1)	18	0,45317	0,025176	1,9113	0,036	999
Pool ed(2)	53	0,69812	0,013172			
Total	78	1,4632				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 3,9763 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 29,822 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 14,912 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 22,458 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 15 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 14,737 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 15 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 7,4561 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 11,229 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 7,3684 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 3,9444 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	0,008084*Pool ed(2) + 1*Ex	1,0081*Pool ed(1)	1,01	18
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	53
Av	1*Av	1*Res	1	57
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	18
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	17
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	18
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	53
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	57
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	18
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	17
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	18
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	18	53

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-7,5488E-05	-0,0086884
S(An)	0,0020668	0,045462
S(Av)	0,00023145	0,015214
S(2018-201)	0,00035978	0,018968
S(2018-2020)	-0,00046175	-0,021488
S(2018-2021)	0,0039602	0,06293
S(ExxAn)	0,001235	0,035142
S(ExxAv)	-0,00095196	-0,030854
S(Exx2018-201)	-0,00099723	-0,031579
S(Exx2018-2020)	-0,00026081	-0,016149
S(Exx2018-2021)	0,0011358	0,033701
V(St(Si (Ex)))	0,0030433	0,055166
V(Res)	0,013172	0,11477

PERMANOVA SANS TRPL1

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Equitabilite SHT PF 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-5;11-25;31-45;51-64;70-79

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	Level s
Exposi ti on	Ex	Fi xed	2
Si te	Si	Random	3
Annee	An	Fi xed	4
Stati on	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)

Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms

Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)

Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	0,026144	0,026144	0,88423	0,365	988
An	3	0,11813	0,039376	2,9901	0,052	998
Av	1	0,02744	0,02744	1,7145	0,198	995
2018-201	1	0,021882	0,021882	1,4104	0,255	997
2018-2020	1	0,0013008	0,0013008	0,12776	0,75	997
2018-2021	1	0,07706	0,07706	4,7737	0,049	999
ExxAn	3	0,066737	0,022246	1,6893	0,194	999
ExxAv	1	0,009714	0,009714	0,60697	0,449	998
Exx2018-201	1	0,003497	0,003497	0,2254	0,67	999
Exx2018-2020	1	0,01325	0,01325	1,3014	0,271	996
Exx2018-2021	1	0,027578	0,027578	1,7084	0,211	997
Pool ed(1)	13	0,38301	0,029462	2,2373	0,025	999
Pool ed(2)	38	0,50041	0,013169			
Total	58	1,1353				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 3,9512 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26,341 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 13,175 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 19,925 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 12,857 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6,5873 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 9,9627 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 6,4286 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 3,9231 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	$0,0071736 * \text{Pool ed}(2) + 1 * \text{Ex}$	$1,0072 * \text{Pool ed}(1)$	1,01	13
An	$1 * \text{An}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	38
Av	$1 * \text{Av}$	$1 * \text{Res}$	1	42
2018-201	$1 * 2018-201$	$1 * \text{Res}$	1	13
2018-2020	$1 * 2018-2020$	$1 * \text{Res}$	1	12
2018-2021	$1 * 2018-2021$	$1 * \text{Res}$	1	13
ExxAn	$1 * \text{ExxAn}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	38
ExxAv	$1 * \text{ExxAv}$	$1 * \text{Res}$	1	42
Exx2018-201	$1 * \text{Exx2018-201}$	$1 * \text{Res}$	1	13
Exx2018-2020	$1 * \text{Exx2018-2020}$	$1 * \text{Res}$	1	12
Exx2018-2021	$1 * \text{Exx2018-2021}$	$1 * \text{Res}$	1	13
St(Si (Ex))	$1 * \text{Pool ed}(1)$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	13	38

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-0,00013041	-0,01142
S(An)	0,0019892	0,0446
S(Av)	0,00057391	0,023957
S(2018-201)	0,00047752	0,021852
S(2018-2020)	-0,00069072	-0,026281
S(2018-2021)	0,0045688	0,067593
S(ExxAn)	0,0013779	0,03712
S(ExxAv)	-0,00063136	-0,025127
S(Exx2018-201)	-0,0018026	-0,042457
S(Exx2018-2020)	0,00047728	0,021847
S(Exx2018-2021)	0,0017154	0,041417
V(St(Si(Ex)))	0,0041533	0,064446
V(Res)	0,013169	0,11476

PERMANOVA SANS TRPL2

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Equitabilite SHT PF 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-10;16-30;36-50;55-69;75-79

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

*Pooled terms*Si(Ex)
Si(Ex)xAn*Terms whose SS and df were combined*

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si(Ex)) + Si(Ex)
Pool ed(2)	Res + Si(Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	0,056891	0,056891	2,6024	0,119	851
An	3	0,081799	0,027266	2,2223	0,121	998
Av	1	0,0018814	0,0018814	0,13099	0,711	998
2018-201	1	0,0037931	0,0037931	0,31412	0,599	995
2018-2020	1	0,013733	0,013733	1,2575	0,305	997
2018-2021	1	0,026195	0,026195	1,8913	0,177	997
ExxAn	3	0,048385	0,016128	1,3145	0,278	999
ExxAv	1	0,00056834	0,00056834	0,03957	0,837	998
Exx2018-201	1	0,021162	0,021162	1,7525	0,203	998
Exx2018-2020	1	0,0013511	0,0013511	0,12372	0,741	998
Exx2018-2021	1	0,0025319	0,0025319	0,18281	0,686	998
Pool ed(1)	13	0,28419	0,021861	1,7818	0,08	999
Pool ed(2)	39	0,4785	0,012269			
Total	59	0,96068				

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

Source	EMS
Ex	$1 \cdot V(\text{Res}) + 4 \cdot V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26,667 \cdot S(\text{Ex})$
An	$1 \cdot V(\text{Res}) + 13,333 \cdot S(\text{An})$
Av	$1 \cdot V(\text{Res}) + 20 \cdot S(\text{Av})$
2018-201	$1 \cdot V(\text{Res}) + 13,333 \cdot S(2018-201)$
2018-2020	$1 \cdot V(\text{Res}) + 13,333 \cdot S(2018-2020)$
2018-2021	$1 \cdot V(\text{Res}) + 13,333 \cdot S(2018-2021)$
ExxAn	$1 \cdot V(\text{Res}) + 6,6667 \cdot S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 \cdot V(\text{Res}) + 10 \cdot S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 \cdot V(\text{Res}) + 6,6667 \cdot S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 \cdot V(\text{Res}) + 6,6667 \cdot S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 \cdot V(\text{Res}) + 6,6667 \cdot S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 \cdot V(\text{Res}) + 4 \cdot V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 \cdot V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	1*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	0,0013136	0,036244
S(An)	0,0011248	0,033538
S(Av)	-0,00062409	-0,024982
S(2018-201)	-0,00062117	-0,024923
S(2018-2020)	0,00021095	0,014524
S(2018-2021)	0,00092584	0,030428
S(ExxAn)	0,00057887	0,02406
S(ExxAv)	-0,0013795	-0,037141
S(Exx2018-201)	0,001363	0,036919
S(Exx2018-2020)	-0,0014355	-0,037887
S(Exx2018-2021)	-0,0016978	-0,041204
V(St(Si(Ex)))	0,0023979	0,048969

V(Res) 0, 012269 0, 11077

PERMANOVA SANS TRPL3

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Equitabilite SHT PF 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-15;21-35;41-54;60-74

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)

Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms

Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)

Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	0, 0008741	0, 0008741	0, 041859	0, 843	979
An	3	0, 16806	0, 05602	3, 5256	0, 018	998
Av	1	0, 043232	0, 043232	2, 1806	0, 145	995
2018-201	1	0, 033852	0, 033852	2, 0224	0, 176	995
2018-2020	1	0, 00075024	0, 00075024	0, 052596	0, 822	998
2018-2021	1	0, 11301	0, 11301	6, 497	0, 031	999
ExxAn	3	0, 08114	0, 027047	1, 7022	0, 194	999
ExxAv	1	0, 019834	0, 019834	1, 0004	0, 318	999
Exx2018-201	1	0, 00053223	0, 00053223	0, 031797	0, 849	995
Exx2018-2020	1	0, 015322	0, 015322	1, 0742	0, 341	998
Exx2018-2021	1	0, 050463	0, 050463	2, 9012	0, 121	996
Pool ed(1)	13	0, 30468	0, 023437	1, 475	0, 185	997
Pool ed(2)	38	0, 60379	0, 015889			

Total 58 1, 2282

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 3,9512 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26,341 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 13,175 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 19,925 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 12,857 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6,5873 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 9,9627 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 6,4286 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 3,9231 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	$0,0071736 * \text{Pool ed}(2) + 1 * \text{Ex}$	$1,0072 * \text{Pool ed}(1)$	1, 28	13
An	$1 * \text{An}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	38
Av	$1 * \text{Av}$	$1 * \text{Res}$	1	42
2018-201	$1 * 2018-201$	$1 * \text{Res}$	1	13
2018-2020	$1 * 2018-2020$	$1 * \text{Res}$	1	12
2018-2021	$1 * 2018-2021$	$1 * \text{Res}$	1	13
ExxAn	$1 * \text{ExxAn}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	38
ExxAv	$1 * \text{ExxAv}$	$1 * \text{Res}$	1	42
Exx2018-201	$1 * \text{Exx2018-201}$	$1 * \text{Res}$	1	13
Exx2018-2020	$1 * \text{Exx2018-2020}$	$1 * \text{Res}$	1	12
Exx2018-2021	$1 * \text{Exx2018-2021}$	$1 * \text{Res}$	1	13
St(Si(Ex))	$1 * \text{Pool ed}(1)$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	13	38

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-0,00085861	-0,029302
S(An)	0,003046	0,055191
S(Av)	0,0011747	0,034273
S(2018-201)	0,0012835	0,035826
S(2018-2020)	-0,0010511	-0,032421
S(2018-2021)	0,0071712	0,084683
S(ExxAn)	0,0016938	0,041155
S(ExxAv)	7,9726E-07	0,00089289
S(Exx2018-201)	-0,002431	-0,049305
S(Exx2018-2020)	0,00016455	0,012828
S(Exx2018-2021)	0,0049604	0,07043
V(St(Si(Ex)))	0,0019239	0,043863
V(Res)	0,015889	0,1260

POST-HOC ANNÉE

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Equitabilite SHT PF 2018-2021

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	4
Station	St	Random	20

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

PAIR-WISE TESTS

Term 'An'

Groups	t	P(perm)	Unique perms
2018, 2019	1, 1775	0, 273	998
2018, 2020	0, 6238	0, 548	996
2018, 2021	2, 182	0, 045	998
2019, 2020	1, 9108	0, 069	995
2019, 2021	1, 0209	0, 312	998
2020, 2021	3, 5454	0, 007	998

Denominators

Groups	Denominator	Den. df
2018, 2019	1*Res	18
2018, 2020	1*Res	17
2018, 2021	1*Res	18
2019, 2020	1*Res	17
2019, 2021	1*Res	18
2020, 2021	1*Res	17

Average Distance between/within groups

	2018	2019	2020	2021
2018	0, 15395			
2019	0, 16665	0, 18844		
2020	0, 12911	0, 15067	0, 10691	
2021	0, 17729	0, 17888	0, 16404	0, 13221

3.4.5 CHIRONOMIDES

PERMDISP

Exposition × Année

Resemblance worksheet

Name: Eucli Chiro SHT PF 2018-2021

Data type: Distance
 Selection: All
 Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee
 Number of permutations: 999

Number of groups: 8
 Number of samples: 80

DEVIATIONS FROM CENTROID
 F: 0,68569 df1: 7 df2: 72
 P(perm): 0,915

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(Expose2018, Temoi n2018)	1, 5706	0, 101
(Expose2018, Expose2019)	1, 9311	0, 053
(Expose2018, Temoi n2019)	1, 7974	0, 197
(Expose2018, Expose2020)	3, 0194	0, 024
(Expose2018, Temoi n2020)	2, 6721	0, 018
(Expose2018, Expose2021)	1, 6765	0, 211
(Expose2018, Temoi n2021)	1, 6538	0, 271
(Temoi n2018, Expose2019)	0, 1206	0, 934
(Temoi n2018, Temoi n2019)	0, 57966	0, 689
(Temoi n2018, Expose2020)	0, 40897	0, 795
(Temoi n2018, Temoi n2020)	0, 17259	0, 888
(Temoi n2018, Expose2021)	0, 24644	0, 891
(Temoi n2018, Temoi n2021)	0, 13223	0, 944
(Expose2019, Temoi n2019)	0, 29456	0, 818
(Expose2019, Expose2020)	0, 27315	0, 793
(Expose2019, Temoi n2020)	0, 33765	0, 734
(Expose2019, Expose2021)	0, 3419	0, 713
(Expose2019, Temoi n2021)	0, 23172	0, 923
(Temoi n2019, Expose2020)	0, 055366	0, 979
(Temoi n2019, Temoi n2020)	0, 84777	0, 588
(Temoi n2019, Expose2021)	0, 62639	0, 665
(Temoi n2019, Temoi n2021)	0, 72918	0, 543
(Expose2020, Temoi n2020)	0, 83563	0, 43
(Expose2020, Expose2021)	0, 68889	0, 563
(Expose2020, Temoi n2021)	0, 55776	0, 742
(Temoi n2020, Expose2021)	0, 22626	0, 816
(Temoi n2020, Temoi n2021)	0, 018849	0, 986
(Expose2021, Temoi n2021)	0, 16989	0, 923

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
Expose2018	5	3, 4783	0, 355
Temoi n2018	15	12, 56	3, 2765
Expose2019	5	13, 333	5, 0911
Temoi n2019	15	15, 459	3, 7775
Expose2020	5	15, 072	3, 8235
Temoi n2020	15	11, 916	1, 787
Expose2021	5	11, 014	4, 4811
Temoi n2021	15	11, 981	2, 9128

Exposition × Période

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli Chiro SHT PF 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 80

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 1,4065 df1: 3 df2: 76

P(perm): 0,405

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(ExposeAvant, Temoi nAvant)	1, 5706	0, 101
(ExposeAvant, ExposeApres)	2, 5464	0, 019
(ExposeAvant, Temoi nApres)	1, 8411	0, 105
(Temoi nAvant, ExposeApres)	0, 65859	0, 565
(Temoi nAvant, Temoi nApres)	0, 16353	0, 898
(ExposeApres, Temoi nApres)	0, 65007	0, 607

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
ExposeAvant	5	3, 4783	0, 355
Temoi nAvant	15	12, 56	3, 2765
ExposeApres	15	15, 33	2, 6365
Temoi nApres	45	13, 14	1, 7329

PERMANOVA

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Chiro SHT PF 2018-2021

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	Level s
Exposi ti on	Ex	Fi xed	2
Si te	Si	Random	4
Annee	An	Fi xed	4
Stati on	St	Random	20

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
------	---------	--------	----------

Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms
Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	868,38	868,38	1,4693	0,258	67
An	3	1281,9	427,3	2,0592	0,124	999
Av	1	804,06	804,06	3,6589	0,074	997
2018-201	1	505,85	505,85	1,7646	0,218	995
2018-2020	1	1183,2	1183,2	10,123	0,006	993
2018-2021	1	157,97	157,97	0,7909	0,368	999
ExxAn	3	1985,5	661,84	3,1894	0,04	999
ExxAv	1	552,01	552,01	2,5119	0,116	996
Exx2018-201	1	85,766	85,766	0,29919	0,599	997
Exx2018-2020	1	1682,1	1682,1	14,391	0,001	996
Exx2018-2021	1	52,948	52,948	0,26509	0,622	997
Pool ed(1)	18	10639	591,03	2,8482	0,006	999
Pool ed(2)	54	11206	207,51			
Total	79	25173				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 4*V(St(Si (Ex))) + 30*S(Ex)
An	1*V(Res) + 15*S(An)
Av	1*V(Res) + 22,5*S(Av)
2018-201	1*V(Res) + 15*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 15*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 15*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 7,5*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 11,25*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 7,5*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 7,5*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 7,5*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 4*V(St(Si (Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	1*Pool ed(1)	1	18
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	54
Av	1*Av	1*Res	1	58
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	18
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	18
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	18
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	54
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	58
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	18

Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	18
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	18
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	18	54

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	9,2452	3,0406
S(An)	14,653	3,8279
S(Av)	25,969	5,096
S(2018-201)	14,612	3,8226
S(2018-2020)	71,089	8,4315
S(2018-2021)	-2,7843	-1,6686
S(ExxAn)	60,578	7,7832
S(ExxAv)	29,534	5,4345
S(Exx2018-201)	-26,787	-5,1756
S(Exx2018-2020)	208,69	14,446
S(Exx2018-2021)	-19,571	-4,4239
V(St(Si (Ex)))	95,879	9,7918
V(Res)	207,51	14,405

PERMANOVA SANS TRPL1

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Chiro SHT PF 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-5;11-25;31-45;51-65;71-80

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)

Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms

Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)

Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	343,07	343,07	0,45614	0,517	69
An	3	1022,2	340,73	1,4461	0,232	998
Av	1	597,45	597,45	2,447	0,124	995
2018-201	1	224,04	224,04	0,67974	0,417	999
2018-2020	1	1011,7	1011,7	7,0356	0,025	998
2018-2021	1	171,53	171,53	0,70543	0,404	992
ExxAn	3	1806,3	602,11	2,5554	0,061	997
ExxAv	1	597,45	597,45	2,447	0,128	993
Exx2018-201	1	224,04	224,04	0,67974	0,415	996
Exx2018-2020	1	1543,8	1543,8	10,736	0,008	943
Exx2018-2021	1	31,506	31,506	0,12957	0,727	995
Pool ed(1)	13	9777,4	752,1	3,192	0,003	999
Pool ed(2)	39	9189,2	235,62			
Total	59	21515				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26,667 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	1*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Esti mate	Sq. root
S(Ex)	-15,339	-3,9165
S(An)	7,8832	2,8077
S(Av)	17,665	4,203
S(2018-201)	-7,9169	-2,8137
S(2018-2020)	65,092	8,068
S(2018-2021)	-5,3722	-2,3178
S(ExxAn)	54,974	7,4144
S(ExxAv)	35,33	5,9439
S(Exx2018-201)	-15,834	-3,9792
S(Exx2018-2020)	210	14,491

S(Exx2018-2021)	-31,748	-5,6346
V(St(Si(Ex)))	129,12	11,363
V(Res)	235,62	15,35

PERMANOVA SANS TRPL2

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Chiro SHT PF 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-10;16-30;36-50;56-70;76-80

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si(Ex)
Si(Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si(Ex)) + Si(Ex)
Pool ed(2)	Res + Si(Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	175,03	175,03	0,26407	0,633	65
An	3	1529,8	509,93	2,0798	0,12	999
Av	1	933,51	933,51	3,5018	0,082	996
2018-201	1	841,03	841,03	2,5753	0,135	996
2018-2020	1	1198,1	1198,1	9,9369	0,004	993
2018-2021	1	126,02	126,02	0,50485	0,503	991
ExxAn	3	1767,8	589,28	2,4034	0,091	999
ExxAv	1	336,06	336,06	1,2607	0,262	998
Exx2018-201	1	0,87517	0,87517	0,0026799	0,963	994
Exx2018-2020	1	1331,1	1331,1	11,04	0,005	994
Exx2018-2021	1	56,011	56,011	0,22438	0,645	995

Pool ed(1)	13	8616,9	662,84	2,7035	0,007	997
Pool ed(2)	39	9562,1	245,18			
Total	59	21263				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26,667 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(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*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-18,293	-4,277
S(An)	19,856	4,456
S(Av)	33,347	5,7746
S(2018-201)	38,585	6,2117
S(2018-2020)	80,815	8,9897
S(2018-2021)	-9,27	-3,0447
S(ExxAn)	51,615	7,1843
S(ExxAv)	6,9484	2,636
S(Exx2018-201)	-48,854	-6,9896
S(Exx2018-2020)	181,58	13,475
S(Exx2018-2021)	-29,042	-5,3891
V(St(Si(Ex)))	104,41	10,218
V(Res)	245,18	15,658

PERMANOVA SANS TRPL3

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Chiro SHT PF 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-15;21-35;41-55;61-75

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
 Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms
 Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)
 Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	2662,3	2662,3	29,035	0,001	23
An	3	1023,9	341,31	2,1501	0,122	998
Av	1	635,37	635,37	3,5908	0,066	998
2018-201	1	385,95	385,95	2,1304	0,181	993
2018-2020	1	953,06	953,06	9,572	0,003	993
2018-2021	1	126,02	126,02	1,4312	0,263	987
ExxAn	3	1878,1	626,04	3,9437	0,011	998
ExxAv	1	560,69	560,69	3,1687	0,086	996
Exx2018-201	1	105,9	105,9	0,58454	0,453	997
Exx2018-2020	1	1618,2	1618,2	16,252	0,001	998
Exx2018-2021	1	56,011	56,011	0,63609	0,425	992
Pool ed(1)	13	1192	91,69	0,57761	0,856	998
Pool ed(2)	39	6190,9	158,74			
Total	59	12361				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26,667 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-201})$

Exx2018-2020 $1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2020})$
 Exx2018-2021 $1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2021})$
 Pool ed(1) $1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
 Pool ed(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*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	96,396	9,8182
S(An)	13,693	3,7004
S(Av)	22,921	4,7876
S(2018-201)	15,359	3,9191
S(2018-2020)	64,012	8,0007
S(2018-2021)	2,8477	1,6875
S(ExxAn)	70,094	8,3722
S(ExxAv)	38,374	6,1947
S(Exx2018-201)	-11,29	-3,36
S(Exx2018-2020)	227,79	15,093
S(Exx2018-2021)	-4,8067	-2,1924
V(St(Si(Ex)))	-16,763	-4,0942
V(Res)	158,74	12,599

3.4.6 EPT**PERMDISP****Exposition × Année**

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli EPT SHT PF 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 8

Number of samples: 80

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 1,8505 df1: 7 df2: 72

P(perm): 0,46

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(Expose2018, Temoi n2018)	0,55136	0,76
(Expose2018, Expose2019)	2,4405	0,035
(Expose2018, Temoi n2019)	1,1416	0,288
(Expose2018, Expose2020)	0,38052	0,899
(Expose2018, Temoi n2020)	0,99707	0,567
(Expose2018, Expose2021)	0,1451	0,871
(Expose2018, Temoi n2021)	1,0013	0,425
(Temoi n2018, Expose2019)	1,5412	0,314
(Temoi n2018, Temoi n2019)	1,6318	0,265
(Temoi n2018, Expose2020)	0,23666	0,83
(Temoi n2018, Temoi n2020)	0,70366	0,619
(Temoi n2018, Expose2021)	0,47243	0,799
(Temoi n2018, Temoi n2021)	1,6221	0,361
(Expose2019, Temoi n2019)	1,76	0,066
(Expose2019, Expose2020)	1,6926	0,192
(Expose2019, Temoi n2020)	1,8536	0,267
(Expose2019, Expose2021)	2,2748	0,056
(Expose2019, Temoi n2021)	1,4086	0,19
(Temoi n2019, Expose2020)	1,4182	0,234
(Temoi n2019, Temoi n2020)	2,3191	0,01
(Temoi n2019, Expose2021)	1,2758	0,256
(Temoi n2019, Temoi n2021)	0,060954	0,94
(Expose2020, Temoi n2020)	0,70562	0,621
(Expose2020, Expose2021)	0,27386	1
(Expose2020, Temoi n2021)	1,3218	0,447
(Temoi n2020, Expose2021)	0,92655	0,582
(Temoi n2020, Temoi n2021)	2,3027	0,068
(Expose2021, Temoi n2021)	1,131	0,429

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Size	Average	SE
Expose2018	5	10,435	2,5269
Temoi n2018	15	14,686	4,3013
Expose2019	5	2,8986	1,775
Temoi n2019	15	7,343	1,3227
Expose2020	5	12,754	5,5453
Temoi n2020	15	19,324	4,9938
Expose2021	5	11,014	3,0948
Temoi n2021	15	7,2142	1,6484

Exposition × Période

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli EPT SHT PF 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 80

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 0,57492 df1: 3 df2: 76

P(perm): 0,844

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(ExposeAvant, Temoi nAvant)	0,55136	0,763
(ExposeAvant, ExposeApres)	0,42021	0,731
(ExposeAvant, Temoi nApres)	0,33632	0,843
(Temoi nAvant, ExposeApres)	1,2458	0,454
(Temoi nAvant, Temoi nApres)	0,46328	0,802
(ExposeApres, Temoi nApres)	1,0473	0,449

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
ExposeAvant	5	10,435	2,5269
Temoi nAvant	15	14,686	4,3013
ExposeApres	15	8,438	2,5787
Temoi nApres	45	12,625	2,1357

PERMANOVA

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli EPT SHT PF 2018-2021

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	Level s
Exposi ti on	Ex	Fi xed	2
Si te	Si	Random	4
Annee	An	Fi xed	4
Stati on	St	Random	20

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)

Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms

Pool ed(1) $St(Si(Ex)) + Si(Ex)$
 Pool ed(2) $Res + Si(Ex) \times An$

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	136,74	136,74	0,35773	0,593	56
An	3	1402,7	467,56	1,5202	0,212	999
Av	1	61,335	61,335	0,18169	0,679	996
2018-201	1	15,753	15,753	0,069054	0,811	935
2018-2020	1	665,56	665,56	1,114	0,316	995
2018-2021	1	112,02	112,02	0,37476	0,563	991
ExxAn	3	452,24	150,75	0,49012	0,659	998
ExxAv	1	175,11	175,11	0,51871	0,456	994
Exx2018-201	1	141,78	141,78	0,62148	0,45	994
Exx2018-2020	1	3,9382	3,9382	0,0065918	0,93	984
Exx2018-2021	1	343,07	343,07	1,1477	0,286	944
Pool ed(1)	18	6880,6	382,25	1,2428	0,218	999
Pool ed(2)	54	16609	307,57			
Total	79	26774				

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

Source	EMS
Ex	$1 \times V(Res) + 4 \times V(St(Si(Ex))) + 30 \times S(Ex)$
An	$1 \times V(Res) + 15 \times S(An)$
Av	$1 \times V(Res) + 22,5 \times S(Av)$
2018-201	$1 \times V(Res) + 15 \times S(2018-201)$
2018-2020	$1 \times V(Res) + 15 \times S(2018-2020)$
2018-2021	$1 \times V(Res) + 15 \times S(2018-2021)$
ExxAn	$1 \times V(Res) + 7,5 \times S(ExxAn)$
ExxAv	$1 \times V(Res) + 11,25 \times S(ExxAv)$
Exx2018-201	$1 \times V(Res) + 7,5 \times S(Exx2018-201)$
Exx2018-2020	$1 \times V(Res) + 7,5 \times S(Exx2018-2020)$
Exx2018-2021	$1 \times V(Res) + 7,5 \times S(Exx2018-2021)$
Pool ed(1)	$1 \times V(Res) + 4 \times V(St(Si(Ex)))$
Pool ed(2)	$1 \times V(Res)$

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	$1 \times Ex$	$1 \times Pool ed(1)$	1	18
An	$1 \times An$	$1 \times Pool ed(2)$	3	54
Av	$1 \times Av$	$1 \times Res$	1	58
2018-201	$1 \times 2018-201$	$1 \times Res$	1	18
2018-2020	$1 \times 2018-2020$	$1 \times Res$	1	18
2018-2021	$1 \times 2018-2021$	$1 \times Res$	1	18
ExxAn	$1 \times ExxAn$	$1 \times Pool ed(2)$	3	54
ExxAv	$1 \times ExxAv$	$1 \times Res$	1	58
Exx2018-201	$1 \times Exx2018-201$	$1 \times Res$	1	18
Exx2018-2020	$1 \times Exx2018-2020$	$1 \times Res$	1	18
Exx2018-2021	$1 \times Exx2018-2021$	$1 \times Res$	1	18
St(Si(Ex))	$1 \times Pool ed(1)$	$1 \times Pool ed(2)$	18	54

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-8,1836	-2,8607
S(An)	10,666	3,2658
S(Av)	-12,278	-3,504
S(2018-201)	-14,158	-3,7627
S(2018-2020)	4,5411	2,131
S(2018-2021)	-12,46	-3,5298
S(ExxAn)	-20,91	-4,5727
S(ExxAv)	-14,442	-3,8003
S(Exx2018-201)	-11,513	-3,3931

S(Exx2018-2020)	-79,134	-8,8958
S(Exx2018-2021)	5,8863	2,4262
V(St(Si(Ex)))	18,67	4,3209
V(Res)	307,57	17,538

PERMANOVA SANS TRPL1

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli EPT SHT PF 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-5;11-25;31-45;51-65;71-80

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si(Ex)
Si(Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si(Ex)) + Si(Ex)
Pool ed(2)	Res + Si(Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	35,444	35,444	0,079108	0,793	30
An	3	1839,2	613,05	1,6595	0,188	999
Av	1	178,68	178,68	0,43873	0,496	998
2018-201	1	21,879	21,879	0,077994	0,772	994
2018-2020	1	1134,2	1134,2	1,5652	0,233	982
2018-2021	1	31,506	31,506	0,092199	0,761	997
ExxAn	3	540,42	180,14	0,48762	0,699	999
ExxAv	1	42,154	42,154	0,1035	0,753	996
Exx2018-201	1	105,9	105,9	0,37749	0,564	997
Exx2018-2020	1	56,011	56,011	0,077295	0,776	995

Exx2018-2021	1	171, 53	171, 53	0, 50197	0, 503	997
Pool ed(1)	13	5824, 7	448, 05	1, 2128	0, 284	998
Pool ed(2)	39	14407	369, 42			
Total	59	23556				

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

Source	EMS
Ex	$1*V(\text{Res}) + 4*V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26,667*S(\text{Ex})$
An	$1*V(\text{Res}) + 13,333*S(\text{An})$
Av	$1*V(\text{Res}) + 20*S(\text{Av})$
2018-201	$1*V(\text{Res}) + 13,333*S(2018-201)$
2018-2020	$1*V(\text{Res}) + 13,333*S(2018-2020)$
2018-2021	$1*V(\text{Res}) + 13,333*S(2018-2021)$
ExxAn	$1*V(\text{Res}) + 6,6667*S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1*V(\text{Res}) + 10*S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1*V(\text{Res}) + 6,6667*S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1*V(\text{Res}) + 6,6667*S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1*V(\text{Res}) + 6,6667*S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1*V(\text{Res}) + 4*V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(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*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-15,473	-3,9335
S(An)	18,272	4,2746
S(Av)	-11,429	-3,3807
S(2018-201)	-19,398	-4,4044
S(2018-2020)	30,718	5,5424
S(2018-2021)	-23,266	-4,8235
S(ExxAn)	-28,392	-5,3285
S(ExxAv)	-36,511	-6,0425
S(Exx2018-201)	-26,194	-5,118
S(Exx2018-2020)	-100,29	-10,015
S(Exx2018-2021)	-25,528	-5,0525
V(St(Si(Ex)))	19,658	4,4337
V(Res)	369,42	19,22

PERMANOVA SANS TRPL2

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli EPT SHT PF 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-10;16-30;36-50;56-70;76-80

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
 Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	7,0013	7,0013	0,018303	0,927	50
An	3	1995,4	665,13	1,6774	0,188	999
Av	1	114,36	114,36	0,25804	0,626	998
2018-201	1	31,506	31,506	0,10236	0,773	992
2018-2020	1	1011,7	1011,7	1,3072	0,26	996
2018-2021	1	126,02	126,02	0,30648	0,582	998
ExxAn	3	686,13	228,71	0,5768	0,641	997
ExxAv	1	84,016	84,016	0,18958	0,669	998
Exx2018-201	1	87,517	87,517	0,28434	0,609	997
Exx2018-2020	1	31,506	31,506	0,04071	0,834	998
Exx2018-2021	1	350,07	350,07	0,85134	0,382	997
Pool ed(1)	13	4972,7	382,51	0,96469	0,463	997
Pool ed(2)	39	15464	396,52			
Total	59	24185				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26,667 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxAv})$

Exx2018-201	1*V(Res) + 6,6667*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 6,6667*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 6,6667*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 4*V(St(Si(Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	1*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-14,082	-3,7526
S(An)	20,146	4,4884
S(Av)	-16,44	-4,0547
S(2018-201)	-20,721	-4,5521
S(2018-2020)	17,833	4,2229
S(2018-2021)	-21,388	-4,6247
S(ExxAn)	-25,171	-5,0171
S(ExxAv)	-35,914	-5,9929
S(Exx2018-201)	-33,041	-5,7481
S(Exx2018-2020)	-111,36	-10,553
S(Exx2018-2021)	-9,169	-3,028
V(St(Si(Ex)))	-3,5007	-1,871
V(Res)	396,52	19,913

PERMANOVA SANS TRPL3

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli EPT SHT PF 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-15;21-35;41-55;61-75

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms
Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	886,11	886,11	4,0986	0,075	24
An	3	445,9	148,63	1,8164	0,165	999
Av	1	3,6465	3,6465	0,041373	0,819	997
2018-201	1	0,87517	0,87517	0,01114	0,916	998
2018-2020	1	56,011	56,011	0,55914	0,466	995
2018-2021	1	171,53	171,53	2,4406	0,144	979
ExxAn	3	519,41	173,14	2,1159	0,11	999
ExxAv	1	473,9	473,9	5,3769	0,026	998
Exx2018-201	1	196,91	196,91	2,5064	0,144	994
Exx2018-2020	1	350,07	350,07	3,4946	0,084	994
Exx2018-2021	1	423,58	423,58	6,0268	0,028	995
Pool ed(1)	13	2810,6	216,2	2,6421	0,012	998
Pool ed(2)	39	3191,3	81,828			
Total	59	8055				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 4*V(St(Si (Ex))) + 26,667*S(Ex)
An	1*V(Res) + 13,333*S(An)
Av	1*V(Res) + 20*S(Av)
2018-201	1*V(Res) + 13,333*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 13,333*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 13,333*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 6,6667*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 10*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 6,6667*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 6,6667*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 6,6667*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 4*V(St(Si (Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	1*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43

Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	25,121	5,0121
S(An)	5,0103	2,2384
S(Av)	-4,2245	-2,0554
S(2018-201)	-5,8266	-2,4138
S(2018-2020)	-3,3122	-1,8199
S(2018-2021)	7,5938	2,7557
S(ExxAn)	13,696	3,7009
S(ExxAv)	38,577	6,211
S(Exx2018-201)	17,752	4,2134
S(Exx2018-2020)	37,484	6,1224
S(Exx2018-2021)	52,995	7,2797
V(St(Si (Ex)))	33,593	5,7959
V(Res)	81,828	9,0459

3.4.7 EPT/C

PERMDISP

Exposition × Année

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli EPTC SHT PF 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 8

Number of samples: 59

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 0,72316 df1: 7 df2: 51

P(perm): 0,919

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(Expose2018, Temoi n2018)	0,77828	0,615
(Expose2018, Expose2019)	2,0661	0,038
(Expose2018, Temoi n2019)	0,96979	0,469
(Expose2018, Expose2020)	1,1298	0,601
(Expose2018, Temoi n2020)	1,5872	0,271
(Expose2018, Expose2021)	0,64855	0,764
(Expose2018, Temoi n2021)	0,9588	0,745
(Temoi n2018, Expose2019)	1,139	0,464
(Temoi n2018, Temoi n2019)	0,18764	0,899
(Temoi n2018, Expose2020)	0,17703	0,969
(Temoi n2018, Temoi n2020)	0,50238	0,826

(Temoi n2018, Expose2021)	0, 20705	0, 945
(Temoi n2018, Temoi n2021)	0, 13002	0, 889
(Expose2019, Temoi n2019)	2, 1593	0, 063
(Expose2019, Expose2020)	2, 8366	0, 035
(Expose2019, Temoi n2020)	1, 593	0, 152
(Expose2019, Expose2021)	5, 1657	0, 024
(Expose2019, Temoi n2021)	1, 0952	0, 268
(Temoi n2019, Expose2020)	0, 52697	0, 679
(Temoi n2019, Temoi n2020)	1, 0501	0, 397
(Temoi n2019, Expose2021)	0, 13795	0, 935
(Temoi n2019, Temoi n2021)	0, 37633	0, 767
(Expose2020, Temoi n2020)	0, 46638	0, 706
(Expose2020, Expose2021)	1, 0058	0, 353
(Expose2020, Temoi n2021)	0, 061916	0, 985
(Temoi n2020, Expose2021)	1, 2033	0, 339
(Temoi n2020, Temoi n2021)	0, 3842	0, 896
(Expose2021, Temoi n2021)	0, 33412	0, 925

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
Expose2018	5	1, 12	0, 38262
Temoi n2018	9	0, 7378	0, 29753
Expose2019	4	0, 21429	0, 071429
Temoi n2019	12	0, 79588	0, 1504
Expose2020	5	0, 664	0, 12841
Temoi n2020	8	0, 56406	0, 14786
Expose2021	4	0, 83333	0, 096225
Temoi n2021	12	0, 68827	0, 24318

Exposition × Période

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli EPTC SHT PF 2018-2021

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: 0,90682 df1: 3 df2: 55

P(perm): 0,667

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(ExposeAvant, Temoi nAvant)	0, 77828	0, 605
(ExposeAvant, ExposeApres)	1, 9907	0, 066
(ExposeAvant, Temoi nApres)	1, 0773	0, 446
(Temoi nAvant, ExposeApres)	0, 62457	0, 774
(Temoi nAvant, Temoi nApres)	0, 15598	0, 906
(ExposeApres, Temoi nApres)	1, 1316	0, 359

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Size	Average	SE
ExposeAvant	5	1,12	0,38262
TemoinAvant	9	0,7378	0,29753
ExposeApres	13	0,56765	0,098713
TemoinApres	32	0,7785	0,11127

PERMANOVA

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli EPTC SHT PF 2018-2021

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	4
Station	St	Random	20

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Ex	1	0,28605	0,28605	0,34642	0,566	998
An	3	2,6084	0,86948	0,79862	0,518	997
Av	1	1,7105	1,7105	1,6034	0,22	994
2018-201	1	0	0	No test		
2018-2020	1	0	0	No test		
2018-2021	1	1,4221	1,4221	3,6933	0,075	993
ExxAn	3	2,465	0,82167	0,7547	0,548	999
ExxAv	1	0,79406	0,79406	0,74436	0,391	997
Exx2018-201	1	0	0	No test		

Exx2018-2020	1	0	0	No test		
Exx2018-2021	1	0, 20308	0, 20308	0, 52739	0, 493	999
Pool ed(1)	18	18, 06	1, 0033	0, 92154	0, 528	998
Pool ed(2)	33	35, 928	1, 0887			
Total	58	59, 515				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 3, 0685 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 23, 014 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 11, 241 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 16, 814 * S(\text{Av})$
2018-201	
2018-2020	
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 9, 6 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 5, 6207 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 8, 4071 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	
Exx2018-2020	
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 4, 8 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 2, 8333 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	$0, 082995 * \text{Pool ed}(2) + 1 * \text{Ex}$	$1, 083 * \text{Pool ed}(1)$	1, 73	18
An	$1 * \text{An}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	33
Av	$1 * \text{Av}$	$1 * \text{Res}$	1	37
2018-201			0	0
2018-2020			0	0
2018-2021	$1 * 2018-2021$	$1 * \text{Res}$	1	8
ExxAn	$1 * \text{ExxAn}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	33
ExxAv	$1 * \text{ExxAv}$	$1 * \text{Res}$	1	37
Exx2018-201			0	0
Exx2018-2020			0	0
Exx2018-2021	$1 * \text{Exx2018-2021}$	$1 * \text{Res}$	1	8
St(Si(Ex))	$1 * \text{Pool ed}(1)$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	18	33

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-0, 030859	-0, 17567
S(An)	-0, 019504	-0, 13966
S(Av)	0, 038282	0, 19566
S(2018-201)	No test	
S(2018-2020)	No test	
S(2018-2021)	0, 10803	0, 32868
S(ExxAn)	-0, 047514	-0, 21798
S(ExxAv)	-0, 032438	-0, 18011
S(Exx2018-201)	No test	
S(Exx2018-2020)	No test	
S(Exx2018-2021)	-0, 037912	-0, 19471
V(St(Si(Ex)))	-0, 030148	-0, 17363
V(Res)	1, 0887	1, 0434

PERMANOVA SANS TRPL1

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli EPTC SHT PF 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-5;9-18;24-35;38-47;51-59

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	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneeXStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Ex	1	0,16098	0,16098	0,1801	0,68	996
An	3	1,3034	0,43448	0,42004	0,742	998
Av	1	0,64601	0,64601	0,66831	0,44	999
2018-201	0	0		No test		
2018-2020	0	0		No test		
2018-2021	1	1,0162	1,0162	2,5243	0,161	993
ExxAn	3	2,645	0,88165	0,85234	0,448	998
ExxAv	1	1,3838	1,3838	1,4316	0,227	998
Exx2018-201	0	0		No test		
Exx2018-2020	0	0		No test		
Exx2018-2021	1	0,3284	0,3284	0,81575	0,398	999
Pool ed(1)	13	11,827	0,90977	0,87952	0,574	999
Pool ed(2)	25	25,86	1,0344			
Total	45	42,601				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 2,9327 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 19,552 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 9,7324 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 13,634 * S(\text{Av})$
2018-201	
2018-2020	
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 8,8889 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 4,8662 * S(\text{ExxAn})$

ExxAv 1*V(Res) + 6,8171*S(ExxAv)
 Exx2018-201
 Exx2018-2020
 Exx2018-2021 1*V(Res) + 4,4444*S(Exx2018-2021)
 Pool ed(1) 1*V(Res) + 2,9231*V(St(Si(Ex)))
 Pool ed(2) 1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	0,0033016*Pool ed(2) + 1*Ex	1,0033*Pool ed(1)	1,04	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	25
Av	1*Av	1*Res	1	29
2018-201			0	0
2018-2020			0	0
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	7
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	25
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	29
Exx2018-201			0	0
Exx2018-2020			0	0
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	7
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	25

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-0,038277	-0,19565
S(An)	-0,06164	-0,24827
S(Av)	-0,023516	-0,15335
S(2018-201)	No test	
S(2018-2020)	No test	
S(2018-2021)	0,069036	0,26275
S(ExxAn)	-0,031387	-0,17716
S(ExxAv)	0,0612	0,24739
S(Exx2018-201)	No test	
S(Exx2018-2020)	No test	
S(Exx2018-2021)	-0,016689	-0,12919
V(St(Si(Ex)))	-0,042632	-0,20648
V(Res)	1,0344	1,017

PERMANOVA SANS TRPL2

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli EPTC SHT PF 2018-2021
 Data type: Distance
 Selection: 1-8;12-23;26-37;40-50;55-59
 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	Level s
Exposi ti on	Ex	Fi xed	2
Si te	Si	Random	3
Annee	An	Fi xed	4
Stati on	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms
Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	0,33306	0,33306	0,27199	0,626	995
An	3	1,9772	0,65905	0,52398	0,692	999
Av	1	1,3315	1,3315	1,1603	0,312	998
2018-201	1	1,7411	1,7411	1,2716	0,324	998
2018-2020	1	0,020036	0,020036	0,020279	0,904	997
2018-2021	1	1,1017	1,1017	2,1571	0,204	998
ExxAn	3	1,816	0,60533	0,48127	0,702	998
ExxAv	1	0,8864	0,8864	0,77242	0,403	996
Exx2018-201	1	1,4027	1,4027	1,0244	0,338	999
Exx2018-2020	1	2,481	2,481	2,511	0,162	998
Exx2018-2021	1	0,20286	0,20286	0,39719	0,562	999
Pool ed(1)	13	16,314	1,2549	0,99771	0,491	999
Pool ed(2)	27	33,96	1,2578			
Total	47	53,176				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 3,1047*V(St(Si (Ex))) + 20,698*S(Ex)
An	1*V(Res) + 10,21*S(An)
Av	1*V(Res) + 15,268*S(Av)
2018-201	1*V(Res) + 9,6*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 8,8889*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 8*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 5,1048*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 7,6341*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 4,8*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 4,4444*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 4*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 3,0769*V(St(Si (Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	0,0090146*Pool ed(2) + 1*Ex	1,009*Pool ed(1)	1,07	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	27
Av	1*Av	1*Res	1	31
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	8
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	7
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	6

ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	27
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	31
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	8
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	7
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	6
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	27

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-0,044537	-0,21104
S(An)	-0,058644	-0,24216
S(Av)	0,01205	0,10977
S(2018-201)	0,038735	0,19681
S(2018-2020)	-0,1089	-0,33
S(2018-2021)	0,073867	0,27179
S(ExxAn)	-0,12781	-0,35751
S(ExxAv)	-0,034211	-0,18496
S(Exx2018-201)	0,0069695	0,083483
S(Exx2018-2020)	0,33592	0,57958
S(Exx2018-2021)	-0,076968	-0,27743
V(St(Si (Ex)))	-0,00093464	-0,030572
V(Res)	1,2578	1,1215

PERMANOVA SANS TRPL3

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli EPTC SHT PF 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-11;15-25;31-39;44-54

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)

Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	0,26158	0,26158	0,24251	0,627	997
An	3	4,1313	1,3771	1,6951	0,191	999
Av	1	2,7863	2,7863	3,263	0,076	996
2018-201	0	0		No test		
2018-2020	0	0		No test		
2018-2021	1	1,588	1,588	6,2364	0,05	964
ExxAn	3	2,5766	0,85887	1,0572	0,385	997
ExxAv	1	0,056976	0,056976	0,066723	0,803	995
Exx2018-201	0	0		No test		
Exx2018-2020	0	0		No test		
Exx2018-2021	1	0,016534	0,016534	0,064935	0,818	994
Pool ed(1)	13	15,098	1,1614	1,4295	0,231	999
Pool ed(2)	21	17,06	0,8124			
Total	41	39,769				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 2,7142*V(St(Si (Ex))) + 18,095*S(Ex)
An	1*V(Res) + 8,6329*S(An)
Av	1*V(Res) + 12,658*S(Av)
2018-201	
2018-2020	
2018-2021	1*V(Res) + 6,8571*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 4,3165*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 6,329*S(ExxAv)
Exx2018-201	
Exx2018-2020	
Exx2018-2021	1*V(Res) + 3,4286*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 2,6154*V(St(Si (Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	0,0378*Pool ed(2) + 1*Ex	1,0378*Pool ed(1)	1,25	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	21
Av	1*Av	1*Res	1	25
2018-201			0	0
2018-2020			0	0
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	5
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	21
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	25
Exx2018-201			0	0
Exx2018-2020			0	0
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	5
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	21

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-0,050454	0,22462
S(An)	0,065411	0,25576
S(Av)	0,15266	0,39072
S(2018-201)	No test	
S(2018-2020)	No test	
S(2018-2021)	0,19444	0,44096

S(ExxAn)	0,010765	0,10376
S(ExxAv)	-0,12592	-0,35485
S(Exx2018-201)	No test	
S(Exx2018-2020)	No test	
S(Exx2018-2021)	-0,069444	-0,26352
V(St(Si (Ex)))	0,13343	0,36528
V(Res)	0,8124	0,90133

3.4.8 CONTRIBUTION DOMINANTS

PERMDISP

Exposition × Année

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli Dominant SHT PF 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAnnee

Number of permutations: 999

Number of groups: 8

Number of samples: 80

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 1,4159 df1: 7 df2: 72

P(perm): 0,269

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(Expose2018, Temoi n2018)	0,064423	0,955
(Expose2018, Expose2019)	1,7842	0,118
(Expose2018, Temoi n2019)	0,30011	0,774
(Expose2018, Expose2020)	0,47536	0,615
(Expose2018, Temoi n2020)	0,30551	0,853
(Expose2018, Expose2021)	0,48693	0,56
(Expose2018, Temoi n2021)	1,3003	0,23
(Temoi n2018, Expose2019)	1,9831	0,061
(Temoi n2018, Temoi n2019)	0,26395	0,796
(Temoi n2018, Expose2020)	0,42377	0,683
(Temoi n2018, Temoi n2020)	0,51677	0,603
(Temoi n2018, Expose2021)	0,38133	0,726
(Temoi n2018, Temoi n2021)	1,2998	0,194
(Expose2019, Temoi n2019)	2,513	0,017
(Expose2019, Expose2020)	1,9019	0,121
(Expose2019, Temoi n2020)	1,2403	0,316
(Expose2019, Expose2021)	2,0284	0,088
(Expose2019, Temoi n2021)	3,6265	0,003
(Temoi n2019, Expose2020)	0,30139	0,794
(Temoi n2019, Temoi n2020)	0,77077	0,524
(Temoi n2019, Expose2021)	0,24697	0,844
(Temoi n2019, Temoi n2021)	1,18	0,292
(Expose2020, Temoi n2020)	0,67279	0,588
(Expose2020, Expose2021)	0,052806	0,926

(Expose2020, Temoi n2021)	0,47561	0,627
(Temoi n2020, Expose2021)	0,64331	0,658
(Temoi n2020, Temoi n2021)	1,6211	0,178
(Expose2021, Temoi n2021)	0,60052	0,563

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
Expose2018	5	11,579	2,5327
Temoi n2018	15	11,299	2,3372
Expose2019	5	20,818	4,5159
Temoi n2019	15	10,511	1,8614
Expose2020	5	9,3219	4,0175
Temoi n2020	15	13,319	3,1316
Expose2021	5	9,5931	3,198
Temoi n2021	15	7,6843	1,5078

Exposition × Période

Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions

Resemblance worksheet

Name: Eucli Dominant SHT PF 2018-2021

Data type: Distance

Selection: All

Resemblance: D1 Euclidean distance

Group factor: ExpositionAvant.apres

Number of permutations: 999

Number of groups: 4

Number of samples: 80

DEVIATIONS FROM CENTROID

F: 0,32666 df1: 3 df2: 76

P(perm): 0,818

PAIRWISE COMPARISONS

Groups	t	P(perm)
(ExposeAvant, Temoi nAvant)	0,064423	0,944
(ExposeAvant, ExposeApres)	0,44135	0,667
(ExposeAvant, Temoi nApres)	0,087913	0,939
(Temoi nAvant, ExposeApres)	0,69951	0,497
(Temoi nAvant, Temoi nApres)	0,03007	0,982
(ExposeApres, Temoi nApres)	0,94033	0,362

MEANS AND STANDARD ERRORS

Group	Si ze	Average	SE
ExposeAvant	5	11,579	2,5327
Temoi nAvant	15	11,299	2,3372
ExposeApres	15	13,872	2,8389
Temoi nApres	45	11,219	1,3294

PERMANOVA

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Dominant SHT PF 2018-2021

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	4
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	20

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
 Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool	Terms
Pool ed(1)	St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2)	Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	390,85	390,85	1,5363	0,231	955
An	3	1017,5	339,16	1,5591	0,211	998
Av	1	40,055	40,055	0,17838	0,676	994
2018-201	1	108,22	108,22	0,43507	0,522	997
2018-2020	1	154,01	154,01	0,42207	0,501	998
2018-2021	1	306,59	306,59	1,4894	0,256	998
ExxAn	3	279,03	93,011	0,42758	0,716	999
ExxAv	1	35,782	35,782	0,15935	0,706	999
Exx2018-201	1	14,311	14,311	0,057536	0,817	995
Exx2018-2020	1	128,43	128,43	0,35197	0,564	996
Exx2018-2021	1	50,45	50,45	0,24509	0,616	995
Pool ed(1)	18	4579,3	254,41	1,1695	0,33	998
Pool ed(2)	54	11747	217,53			
Total	79	18146				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 30 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 15 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 22,5 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 15 * S(2018-201)$

2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 15 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 15 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 11,25 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 7,5 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denominator	Num. df	Den. df
Ex	$1 * \text{Ex}$	$1 * \text{Pool ed}(1)$	1	18
An	$1 * \text{An}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	54
Av	$1 * \text{Av}$	$1 * \text{Res}$	1	58
2018-201	$1 * 2018-201$	$1 * \text{Res}$	1	18
2018-2020	$1 * 2018-2020$	$1 * \text{Res}$	1	18
2018-2021	$1 * 2018-2021$	$1 * \text{Res}$	1	18
ExxAn	$1 * \text{ExxAn}$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	3	54
ExxAv	$1 * \text{ExxAv}$	$1 * \text{Res}$	1	58
Exx2018-201	$1 * \text{Exx2018-201}$	$1 * \text{Res}$	1	18
Exx2018-2020	$1 * \text{Exx2018-2020}$	$1 * \text{Res}$	1	18
Exx2018-2021	$1 * \text{Exx2018-2021}$	$1 * \text{Res}$	1	18
St(Si(Ex))	$1 * \text{Pool ed}(1)$	$1 * \text{Pool ed}(2)$	18	54

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	4,5482	2,1326
S(An)	8,1084	2,8475
S(Av)	-8,1998	-2,8635
S(2018-201)	-9,368	-3,0607
S(2018-2020)	-14,059	-3,7495
S(2018-2021)	6,7164	2,5916
S(ExxAn)	-16,602	-4,0746
S(ExxAv)	-16,779	-4,0963
S(Exx2018-201)	-31,257	-5,5908
S(Exx2018-2020)	-31,528	-5,615
S(Exx2018-2021)	-20,719	-4,5518
V(St(Si(Ex)))	9,2191	3,0363
V(Res)	217,53	14,749

PERMANOVA SANS TRPL1

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Dominant SHT PF 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-5;11-25;31-45;51-65;71-80

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3

Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

*Pooled terms*Si (Ex)
Si (Ex)xAn*Terms whose SS and df were combined*Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn*PERMANOVA table of results*

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	261, 17	261, 17	0, 82684	0, 376	854
An	3	907, 63	302, 54	1, 421	0, 26	999
Av	1	46, 295	46, 295	0, 21617	0, 658	996
2018-201	1	168, 6	168, 6	0, 59067	0, 46	994
2018-2020	1	128, 77	128, 77	0, 33979	0, 579	996
2018-2021	1	225, 89	225, 89	1, 0852	0, 298	997
ExxAn	3	172, 54	57, 515	0, 27014	0, 849	999
ExxAv	1	41, 949	41, 949	0, 19587	0, 658	998
Exx2018-201	1	0, 15218	0, 15218	0, 00053317	0, 984	996
Exx2018-2020	1	121, 82	121, 82	0, 32144	0, 562	998
Exx2018-2021	1	27, 227	27, 227	0, 1308	0, 719	996
Pool ed(1)	13	4106, 2	315, 86	1, 4836	0, 161	998
Pool ed(2)	39	8303, 2	212, 9			
Total	59	13709				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26,667 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(2)	$1 * V(\text{Res})$

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	1*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43

2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	-2,051	-1,4321
S(An)	6,7231	2,5929
S(Av)	-8,3935	-2,8972
S(2018-201)	-8,7626	-2,9602
S(2018-2020)	-18,765	-4,3318
S(2018-2021)	1,3302	1,1533
S(ExxAn)	-23,308	-4,8279
S(ExxAv)	-17,222	-4,1499
S(Exx2018-201)	-42,792	-6,5415
S(Exx2018-2020)	-38,572	-6,2107
S(Exx2018-2021)	-27,139	-5,2095
V(St(Si (Ex)))	25,74	5,0734
V(Res)	212,9	14,591

PERMANOVA SANS TRPL2

Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Dominant SHT PF 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-10;16-30;36-50;56-70;76-80

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-201	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si (Ex)
Si (Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool ed(1) St(Si (Ex)) + Si (Ex)
Pool ed(2) Res + Si (Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	284,56	284,56	1,1895	0,315	842
An	3	936,59	312,2	1,7802	0,167	999
Av	1	27,938	27,938	0,14815	0,719	995
2018-201	1	2,3372	2,3372	0,014307	0,9	995
2018-2020	1	423,81	423,81	1,5853	0,26	998
2018-2021	1	84,058	84,058	0,41606	0,548	997
ExxAn	3	357	119	0,67856	0,566	999
ExxAv	1	31,504	31,504	0,16706	0,71	997
Exx2018-201	1	222,11	222,11	1,3596	0,259	990
Exx2018-2020	1	3,2333	3,2333	0,012094	0,912	995
Exx2018-2021	1	0,41392	0,41392	0,0020488	0,969	995
Pool ed(1)	13	3110	239,23	1,3641	0,222	997
Pool ed(2)	39	6839,5	175,37			
Total	59	11592				

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

Source	EMS
Ex	1*V(Res) + 4*V(St(Si (Ex))) + 26,667*S(Ex)
An	1*V(Res) + 13,333*S(An)
Av	1*V(Res) + 20*S(Av)
2018-201	1*V(Res) + 13,333*S(2018-201)
2018-2020	1*V(Res) + 13,333*S(2018-2020)
2018-2021	1*V(Res) + 13,333*S(2018-2021)
ExxAn	1*V(Res) + 6,6667*S(ExxAn)
ExxAv	1*V(Res) + 10*S(ExxAv)
Exx2018-201	1*V(Res) + 6,6667*S(Exx2018-201)
Exx2018-2020	1*V(Res) + 6,6667*S(Exx2018-2020)
Exx2018-2021	1*V(Res) + 6,6667*S(Exx2018-2021)
Pool ed(1)	1*V(Res) + 4*V(St(Si (Ex)))
Pool ed(2)	1*V(Res)

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

Source	Numerator	Denomi nator	Num. df	Den. df
Ex	1*Ex	1*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si (Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	1,6998	1,3038
S(An)	10,262	3,2034
S(Av)	-8,0319	-2,8341

S(2018-201)	-12,077	-3,4752
S(2018-2020)	11,735	3,4256
S(2018-2021)	-8,8482	-2,9746
S(ExxAn)	-8,4557	-2,9079
S(ExxAv)	-15,707	-3,9632
S(Exx2018-201)	8,8126	2,9686
S(Exx2018-2020)	-39,616	-6,2942
S(Exx2018-2021)	-30,243	-5,4994
V(St(Si(Ex)))	15,964	3,9955
V(Res)	175,37	13,243

PERMANOVA sans TRPL3 Permutational MANOVA

Resemblance worksheet

Name: Eucli Dominant SHT PF 2018-2021

Data type: Distance

Selection: 1-15;21-35;41-55;61-75

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	Level s
Exposition	Ex	Fixed	2
Site	Si	Random	3
Annee	An	Fixed	4
Station	St	Random	15

Contrasts

Name	Abbrev.	Factor	Contrast
Av	Av vs apres	Annee	(2018)v(2019, 2020, 2021)
2018-2019	2018-2019	Annee	(2018)v(2019)
2018-2020	2018-2020	Annee	(2018)v(2020)
2018-2021	2018-2021	Annee	(2018)v(2021)

Excluded terms

AnneexStation(Site(Exposition))

Pooled terms

Si(Ex)
Si(Ex)xAn

Terms whose SS and df were combined

Pool Terms
Pool ed(1) St(Si(Ex)) + Si(Ex)
Pool ed(2) Res + Si(Ex)xAn

PERMANOVA table of results

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Uni que perms
Ex	1	523,87	523,87	1,814	0,206	837
An	3	1143,5	381,17	1,4255	0,252	998
Av	1	268,38	268,38	1,003	0,3	997
2018-201	1	322,85	322,85	1,1071	0,306	998
2018-2020	1	10,026	10,026	0,023196	0,867	993
2018-2021	1	641,45	641,45	2,9259	0,117	998
ExxAn	3	489,02	163,01	0,60961	0,612	999

ExxAv	1	257,77	257,77	0,96332	0,333	997
Exx2018-201	1	21,1	21,1	0,072357	0,783	997
Exx2018-2020	1	369,34	369,34	0,85449	0,386	996
Exx2018-2021	1	240,72	240,72	1,098	0,306	999
Pool ed(1)	13	3754,4	288,8	1,08	0,397	998
Pool ed(2)	39	10428	267,4			
Total	59	16573				

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

Source	EMS
Ex	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex}))) + 26,667 * S(\text{Ex})$
An	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(\text{An})$
Av	$1 * V(\text{Res}) + 20 * S(\text{Av})$
2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-201)$
2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2020)$
2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 13,333 * S(2018-2021)$
ExxAn	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{ExxAn})$
ExxAv	$1 * V(\text{Res}) + 10 * S(\text{ExxAv})$
Exx2018-201	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-201})$
Exx2018-2020	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2020})$
Exx2018-2021	$1 * V(\text{Res}) + 6,6667 * S(\text{Exx2018-2021})$
Pool ed(1)	$1 * V(\text{Res}) + 4 * V(\text{St}(\text{Si}(\text{Ex})))$
Pool ed(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*Pool ed(1)	1	13
An	1*An	1*Pool ed(2)	3	39
Av	1*Av	1*Res	1	43
2018-201	1*2018-201	1*Res	1	13
2018-2020	1*2018-2020	1*Res	1	13
2018-2021	1*2018-2021	1*Res	1	13
ExxAn	1*ExxAn	1*Pool ed(2)	3	39
ExxAv	1*ExxAv	1*Res	1	43
Exx2018-201	1*Exx2018-201	1*Res	1	13
Exx2018-2020	1*Exx2018-2020	1*Res	1	13
Exx2018-2021	1*Exx2018-2021	1*Res	1	13
St(Si(Ex))	1*Pool ed(1)	1*Pool ed(2)	13	39

Estimates of components of variation

Source	Estimate	Sq. root
S(Ex)	8,8154	2,9691
S(An)	8,5328	2,9211
S(Av)	0,039999	0,2
S(2018-201)	2,3434	1,5308
S(2018-2020)	-31,666	-5,6273
S(2018-2021)	31,666	5,6273
S(ExxAn)	-15,658	-3,957
S(ExxAv)	-0,98144	-0,99068
S(Exx2018-201)	-40,576	-6,3699
S(Exx2018-2020)	-9,4346	-3,0716
S(Exx2018-2021)	3,2229	1,7952
V(St(Si(Ex)))	5,3504	2,3131
V(Res)	267,4	16,352

PERMANOVA SANS TRPL3

ANNEXE



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.

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:




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.

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 < 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 < 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
Analyse des Sols					
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



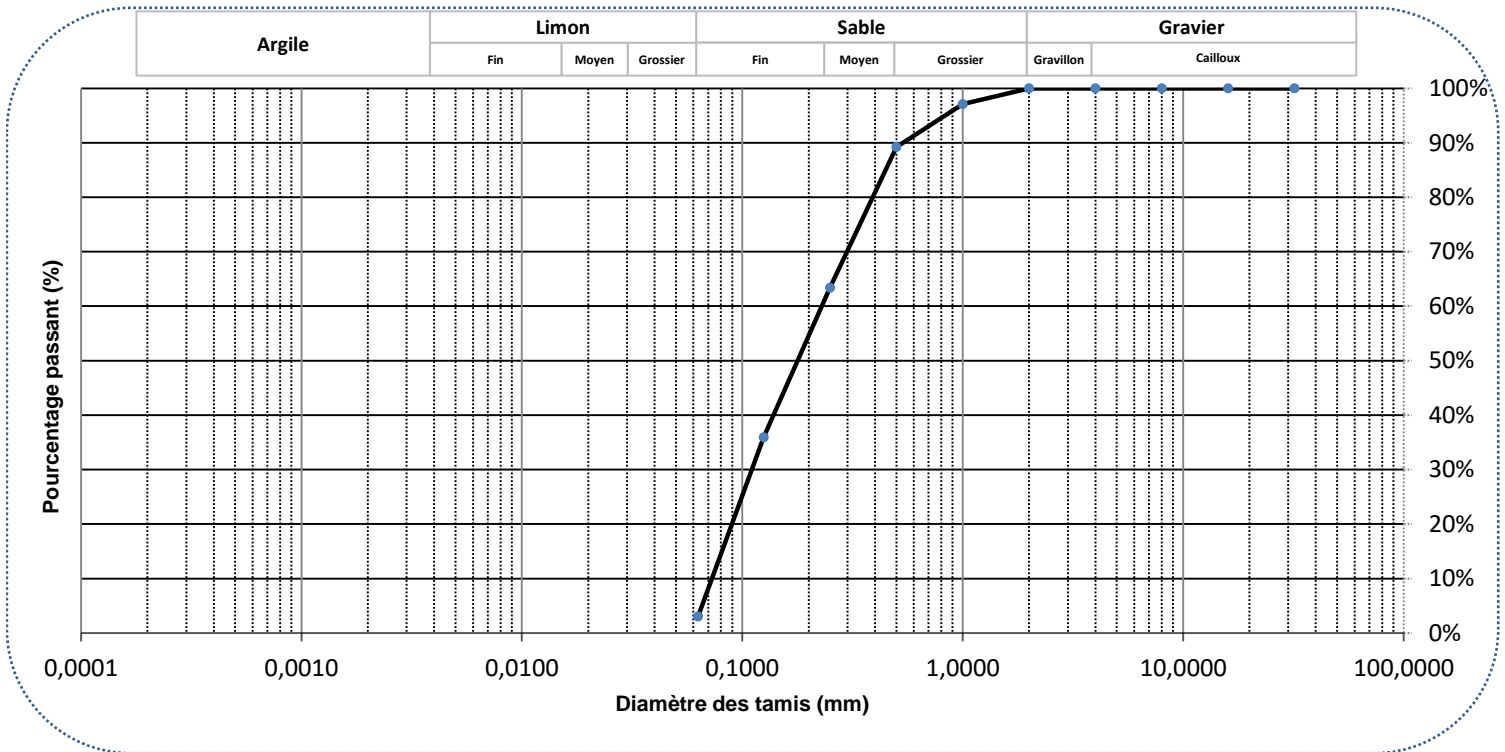
GRANULOMÉTRIE - SÉDIMENTOMÉTRIE

Classification Wentworth

No bon de travail : 18A386451 Client : WSP CANADA INC
No échantillon : 9554232 Votre référence : ERPL PF10
Version du certificat :

Granulométrie Tamis (mm)	Pourcentage Passant (%)
32	100,0%
16	100,0%
8	100,0%
4	100,0%
2	100,0%
1	97,1%
0,500	89,2%
0,250	63,4%
0,125	35,9%
0,063	3,1%

Sédimentométrie Diamètre équivalent (μ m)	Pourcentage Passant (%)
--	-------------------------------



Commentaires : Gravier (2-32mm) : 0,00% Limon,Argile (<63 μ m) 3,05%
Sable (0.063-<2mm) : 96,95%

Date : 2018-09-24



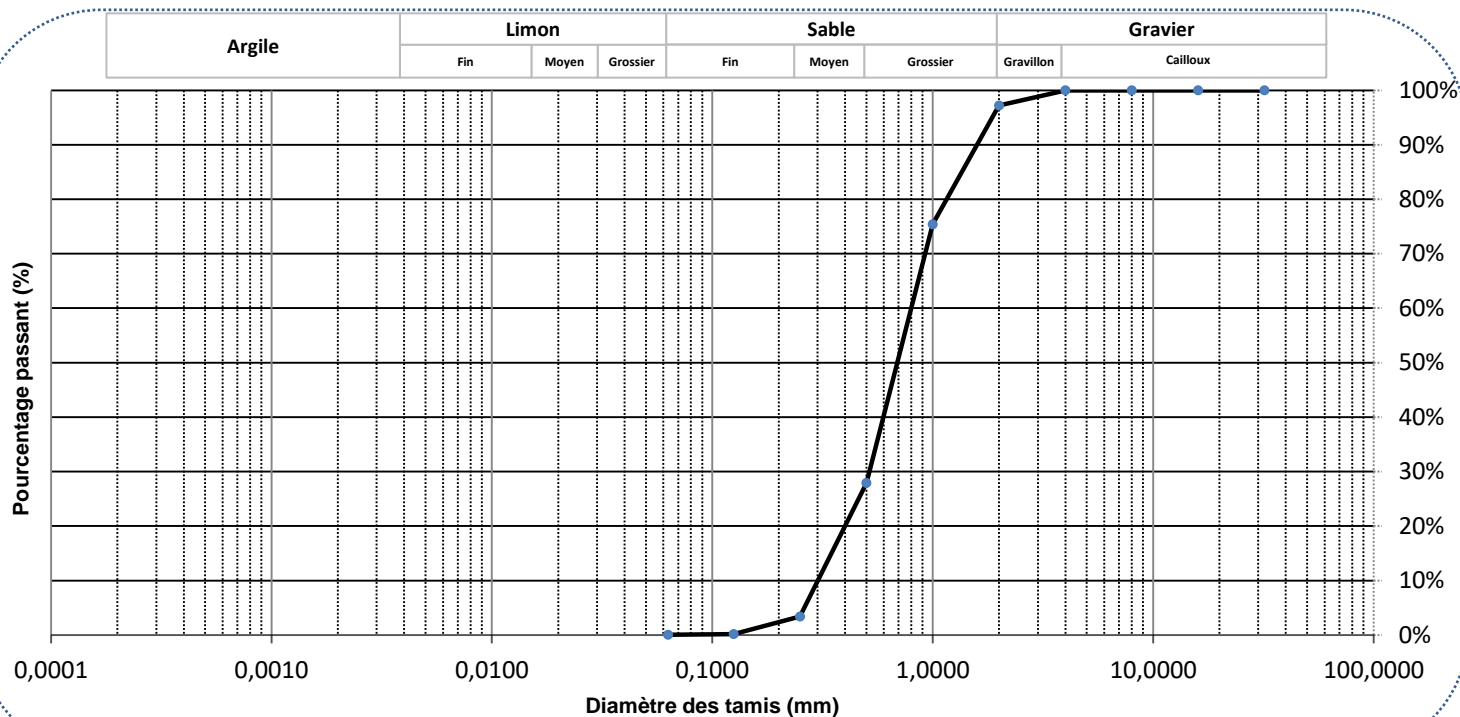
GRANULOMÉTRIE - SÉDIMENTOMÉTRIE

Classification Wentworth

No bon de travail : 18A386451 Client : WSP CANADA INC
No échantillon : 9554233 Votre référence : TRPL3 Mi3
Version du certificat :

Granulométrie Tamis (mm)	Pourcentage Passant (%)
32	100,0%
16	100,0%
8	100,0%
4	100,0%
2	97,2%
1	75,4%
0,500	27,9%
0,250	3,4%
0,125	0,2%
0,063	0,1%

Sédimentométrie Diamètre équivalent (μm)	Pourcentage Passant (%)
---	-------------------------------



Commentaires : Gravier (2-32mm) : 2,79% Limon, Argile (<63 μm) 0,05%
Sable (0.063-<2mm) : 97,16%

Date : 2018-09-24



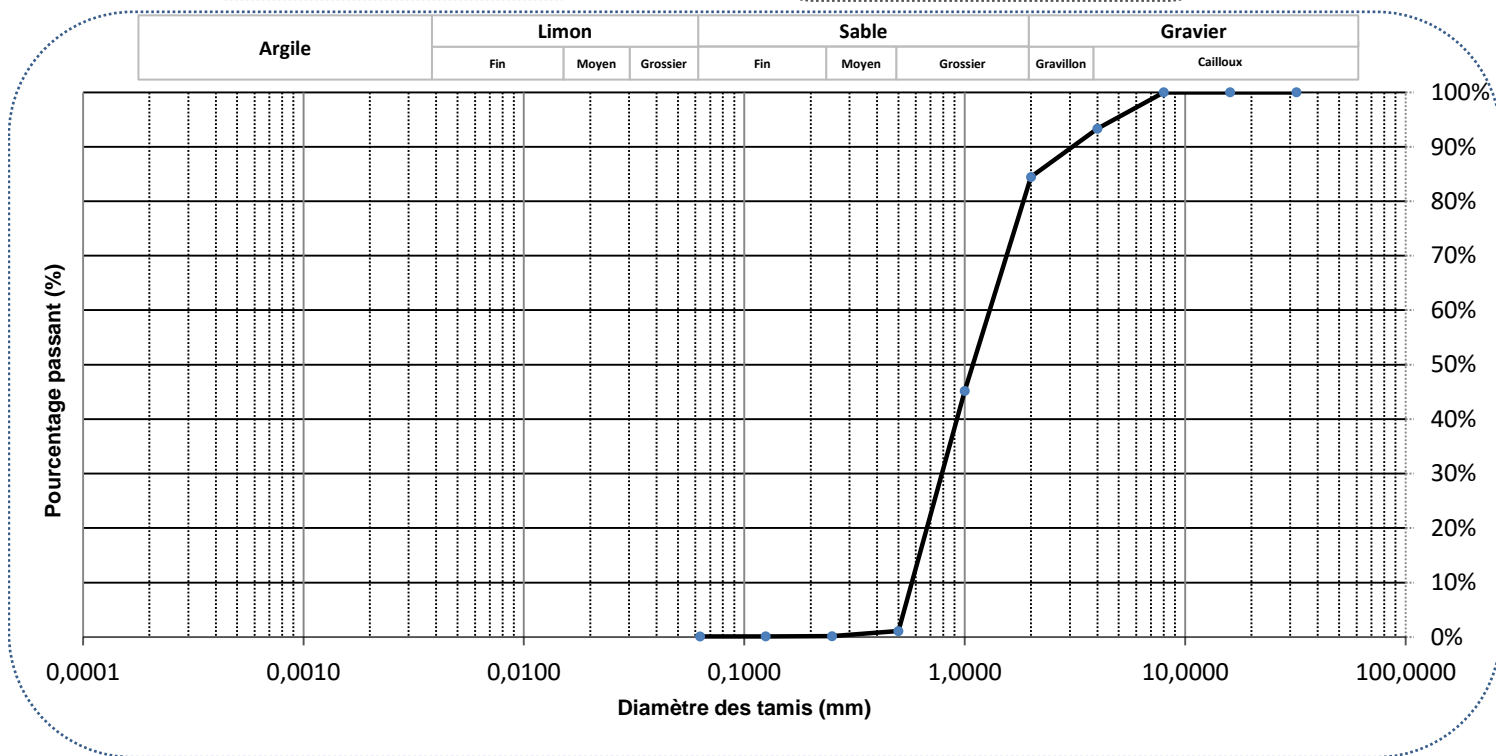
GRANULOMÉTRIE - SÉDIMENTOMÉTRIE

Classification Wentworth

No bon de travail : 18A386451 Client : WSP CANADA INC
No échantillon : 9554234 Votre référence : TRPL3 Ms5
Version du certificat :

Granulométrie Tamis (mm)	Pourcentage Passant (%)
32	100,0%
16	100,0%
8	100,0%
4	93,3%
2	84,4%
1	45,2%
0,500	1,1%
0,250	0,1%
0,125	0,1%
0,063	0,1%

Sédimentométrie Diamètre équivalent (μm)	Pourcentage Passant (%)



Commentaires : Gravier (2-32mm) : 15,56% Limon, Argile (<63 μm) 0,11%
Sable (0.063-<2mm) : 84,33%

Date : 2018-09-24



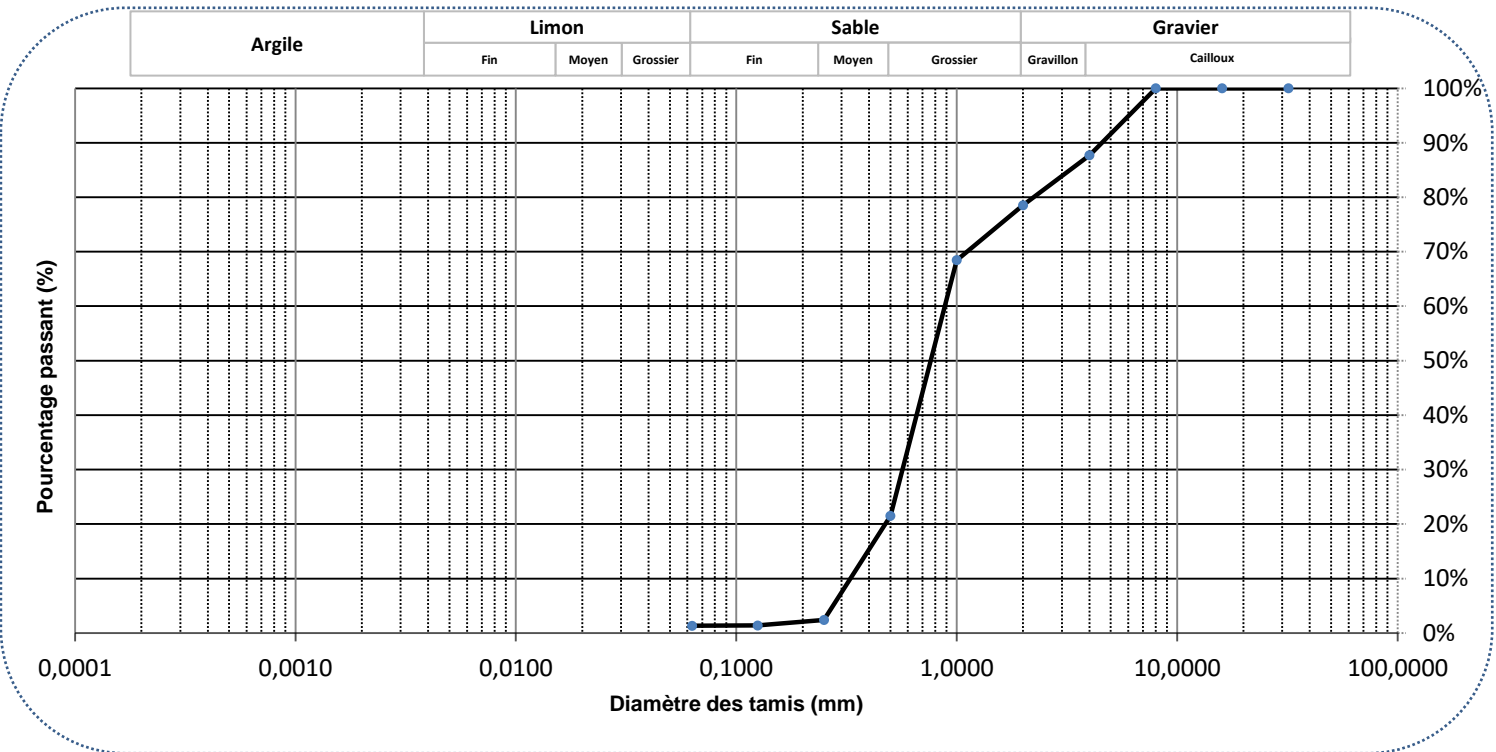
GRANULOMÉTRIE - SÉDIMENTOMÉTRIE

Classification Wentworth

No bon de travail : 18A386451 Client : WSP CANADA INC
 No échantillon : 9554235 Votre référence : ERPL MS5
 Version du certificat :

Granulométrie Tamis (mm)	Pourcentage Passant (%)
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 Diamètre équivalent (µm)	Pourcentage Passant (%)



Commentaires : Gravier (2-32mm) : 21,48% Limon,Argile (<63µm) 1,32%
 Sable (0.063-<2mm) : 77,20%

Date : 2018-09-24



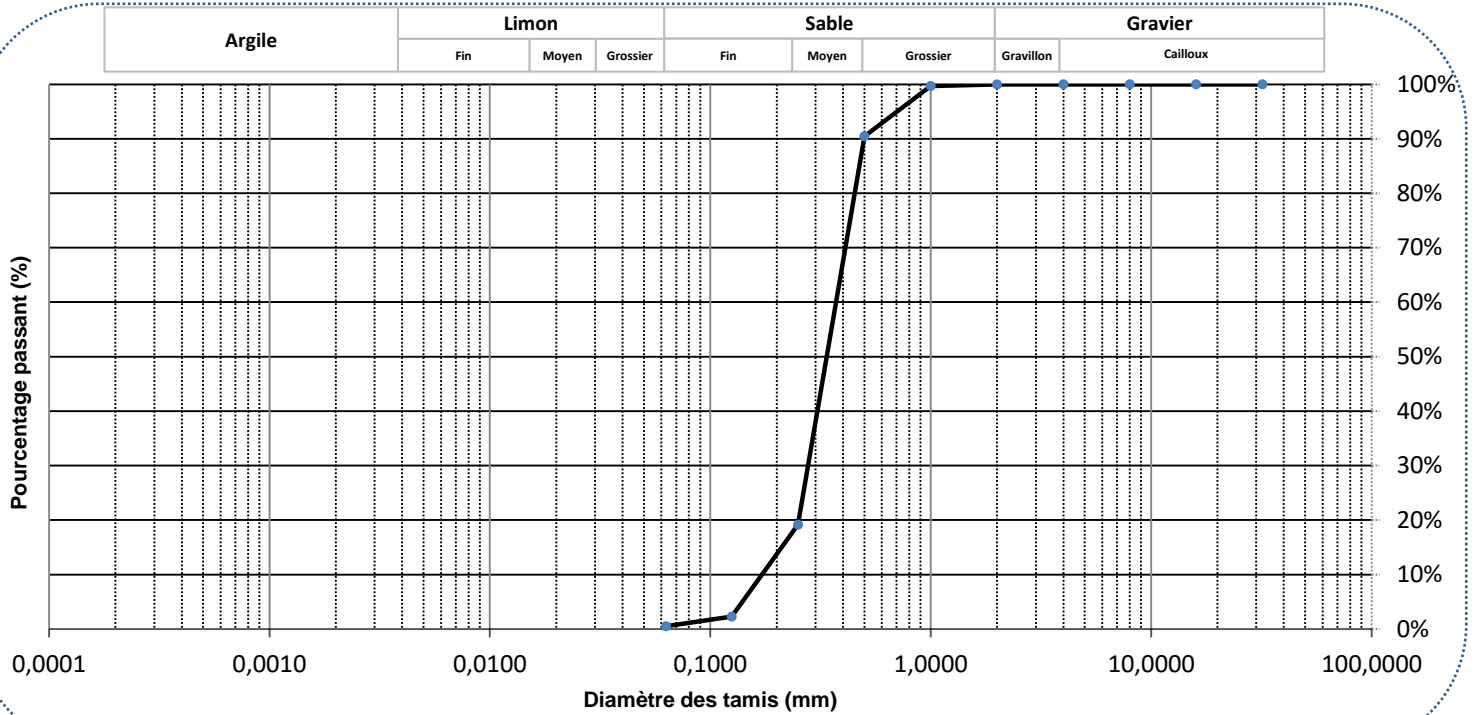
GRANULOMÉTRIE - SÉDIMENTOMÉTRIE

Classification Wentworth

No bon de travail : 18A386451 Client : WSP CANADA INC
 No échantillon : 9554236 Votre référence : TRPL2 M11
 Version du certificat :

Granulométrie Tamis (mm)	Pourcentage Passant (%)
32	100,0%
16	100,0%
8	100,0%
4	100,0%
2	100,0%
1	99,7%
0,500	90,4%
0,250	19,2%
0,125	2,3%
0,063	0,5%

Sédimentométrie Diamètre équivalent (μm)	Pourcentage Passant (%)



Commentaires :
 Gravier (2-32mm) : 0,03% Limon, Argile (<63μm) 0,51%
 Sable (0.063-<2mm) : 99,46%

Date : 2018-09-24



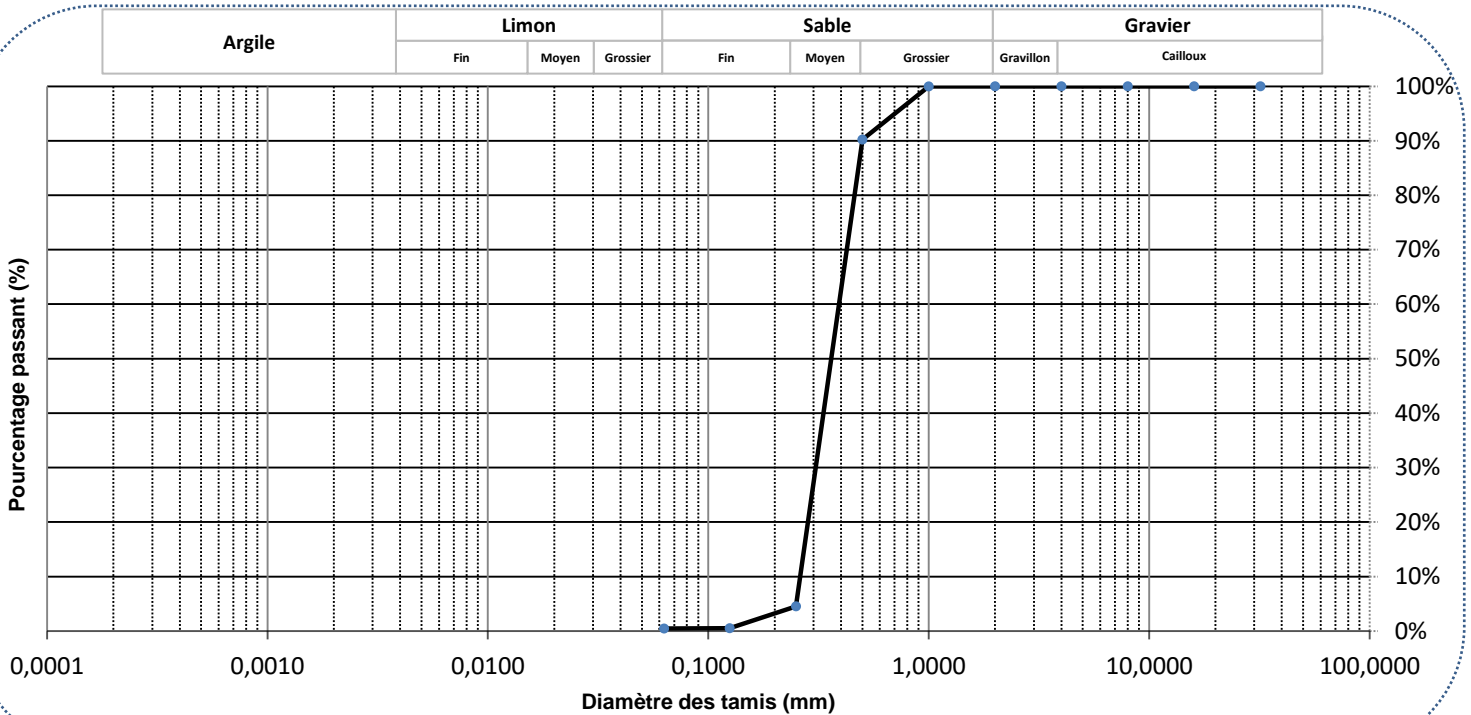
GRANULOMÉTRIE - SÉDIMENTOMÉTRIE

Classification Wentworth

No bon de travail : 18A386451 Client : WSP CANADA INC
No échantillon : 9554237 Votre référence : TRPL1 MS5
Version du certificat :

Granulométrie Tamis (mm)	Pourcentage Passant (%)
32	100,0%
16	100,0%
8	100,0%
4	100,0%
2	100,0%
1	100,0%
0,500	90,2%
0,250	4,5%
0,125	0,5%
0,063	0,5%

Sédimentométrie Diamètre équivalent (μm)	Pourcentage Passant (%)
---	-------------------------------



Commentaires : Gravier (2-32mm) : 0,00% Limon, Argile (<63 μm) 0,46%
Sable (0.063-<2mm) : 99,54%

Date : 2018-09-24



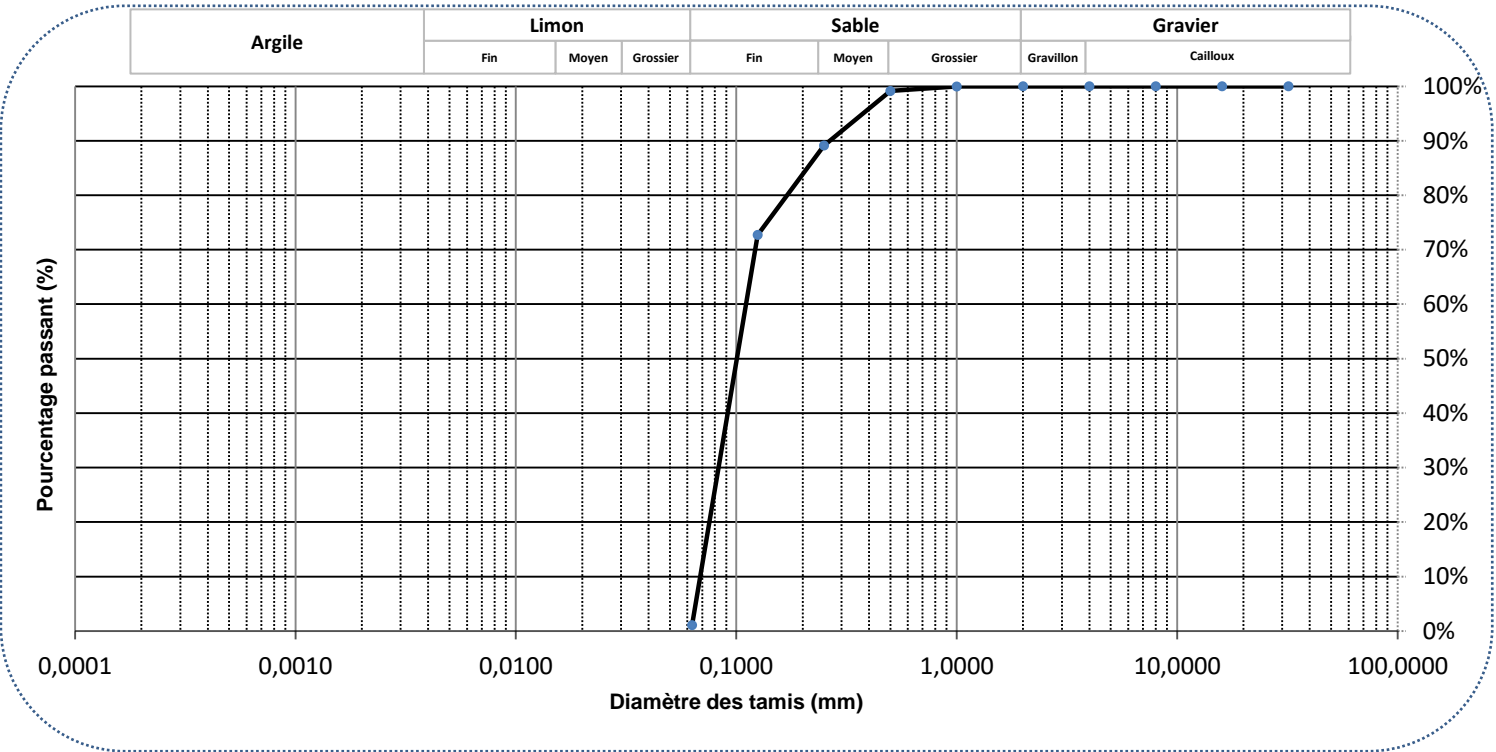
GRANULOMÉTRIE - SÉDIMENTOMÉTRIE

Classification Wentworth

No bon de travail : 18A386451 Client : WSP CANADA INC
No échantillon : 9554238 Votre référence : TRPL3 PF5
Version du certificat :

Granulométrie Tamis (mm)	Pourcentage Passant (%)
32	100,0%
16	100,0%
8	100,0%
4	100,0%
2	100,0%
1	100,0%
0,500	99,1%
0,250	89,1%
0,125	72,7%
0,063	1,1%

Sédimentométrie Diamètre équivalent (μm)	Pourcentage Passant (%)
---	-------------------------------



Commentaires : Gravier (2-32mm) : 0,00% Limon,Argile (<63um) 1,08%
Sable (0.063-<2mm) : 98,92%

Date : 2018-09-24



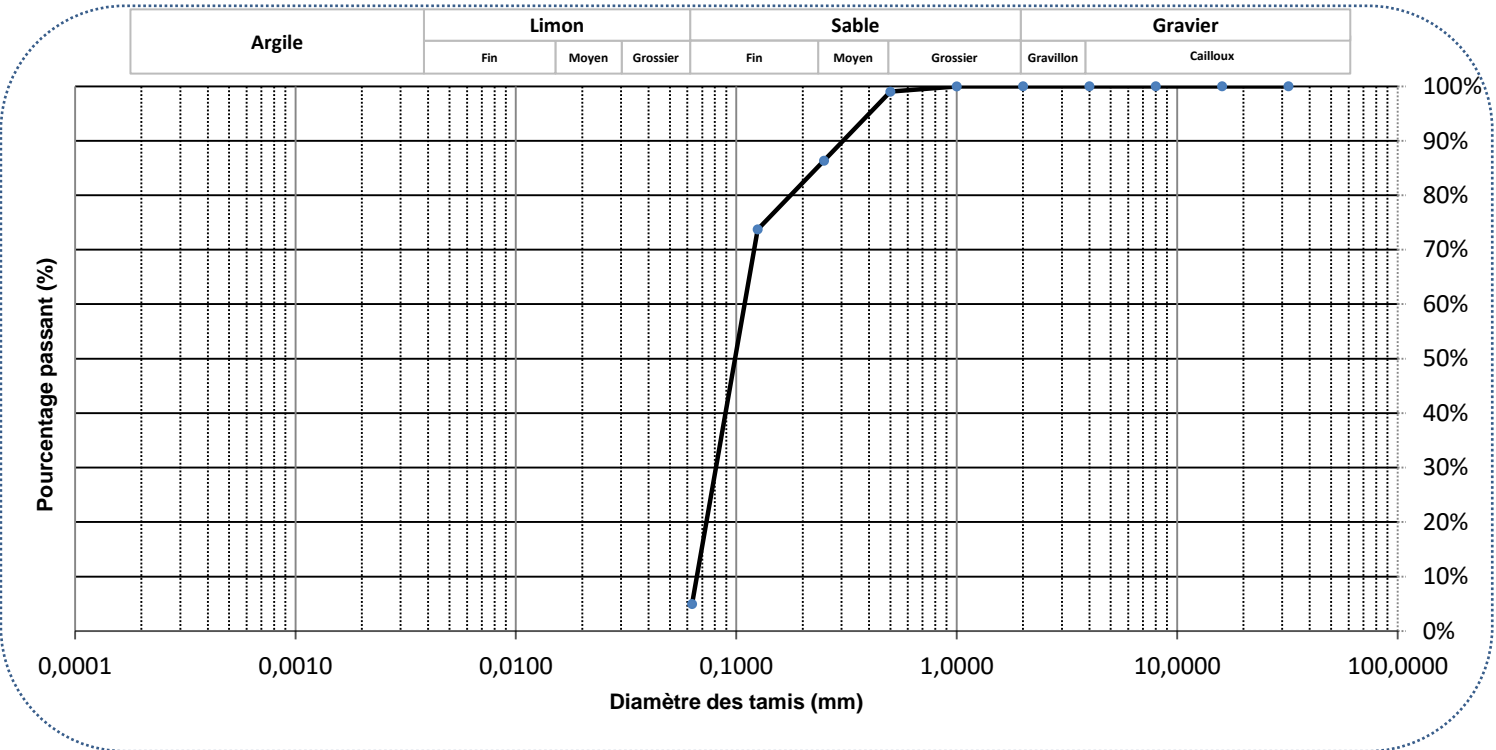
GRANULOMÉTRIE - SÉDIMENTOMÉTRIE

Classification Wentworth

No bon de travail : 18A386451 Client : WSP CANADA INC
 No échantillon : 9554239 Votre référence : TRPL1 PF5
 Version du certificat :

Granulométrie Tamis (mm)	Pourcentage Passant (%)
32	100,0%
16	100,0%
8	100,0%
4	100,0%
2	100,0%
1	100,0%
0,500	99,0%
0,250	86,3%
0,125	73,7%
0,063	5,0%

Sédimentométrie Diamètre équivalent (µm)	Pourcentage Passant (%)



Commentaires : Gravier (2-32mm) : 0,00% Limon,Argile (<63µm) 4,96%
 Sable (0.063-<2mm) : 95,04%

Date : 2018-09-24



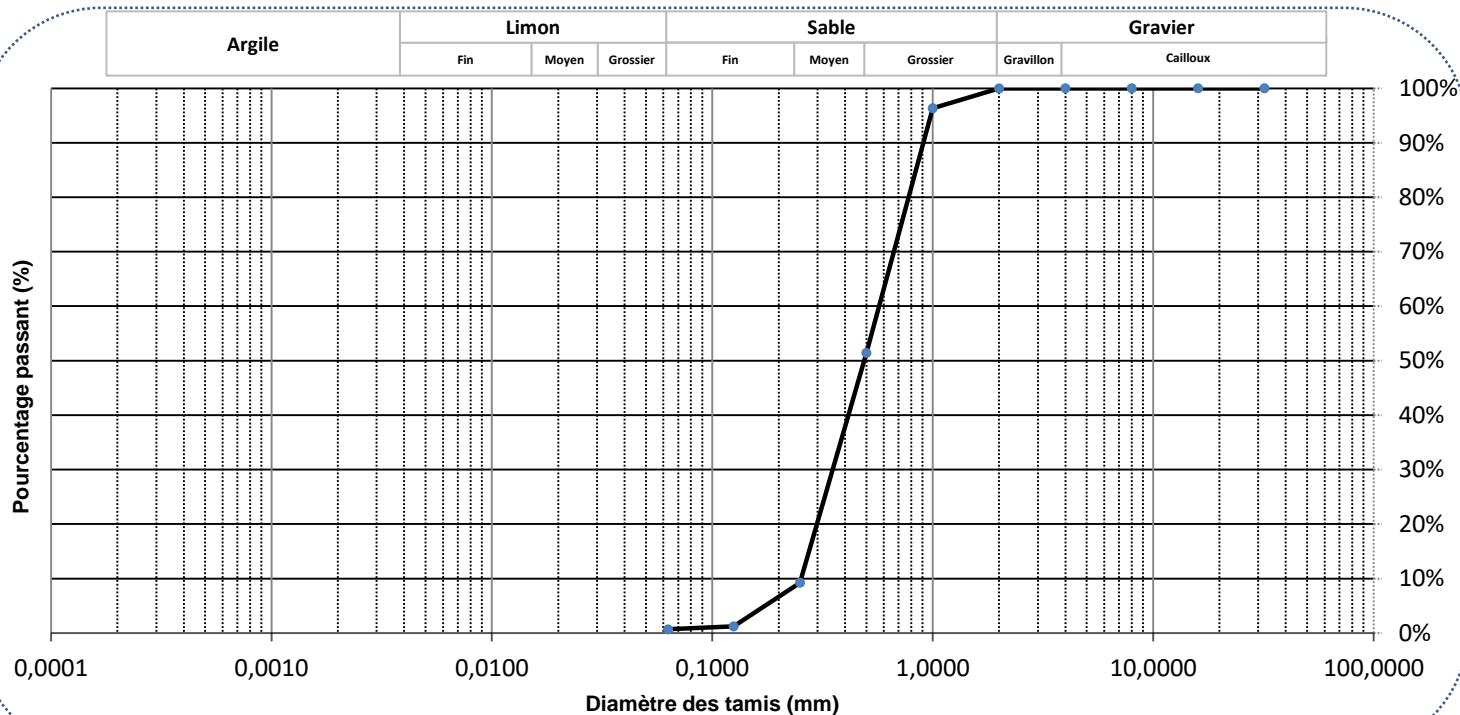
GRANULOMÉTRIE - SÉDIMENTOMÉTRIE

Classification Wentworth

No bon de travail : 18A386451 Client : WSP CANADA INC
 No échantillon : 9554241 Votre référence : ERPL Mi5
 Version du certificat :

Granulométrie Tamis (mm)	Pourcentage Passant (%)
32	100,0%
16	100,0%
8	100,0%
4	100,0%
2	100,0%
1	96,3%
0,500	51,4%
0,250	9,2%
0,125	1,2%
0,063	0,7%

Sédimentométrie Diamètre équivalent (µm)	Pourcentage Passant (%)



Commentaires : Gravier (2-32mm) : 0,03% Limon,Argile (<63µm) 0,67%
 Sable (0.063-<2mm) : 99,30%

Date : 2018-09-24



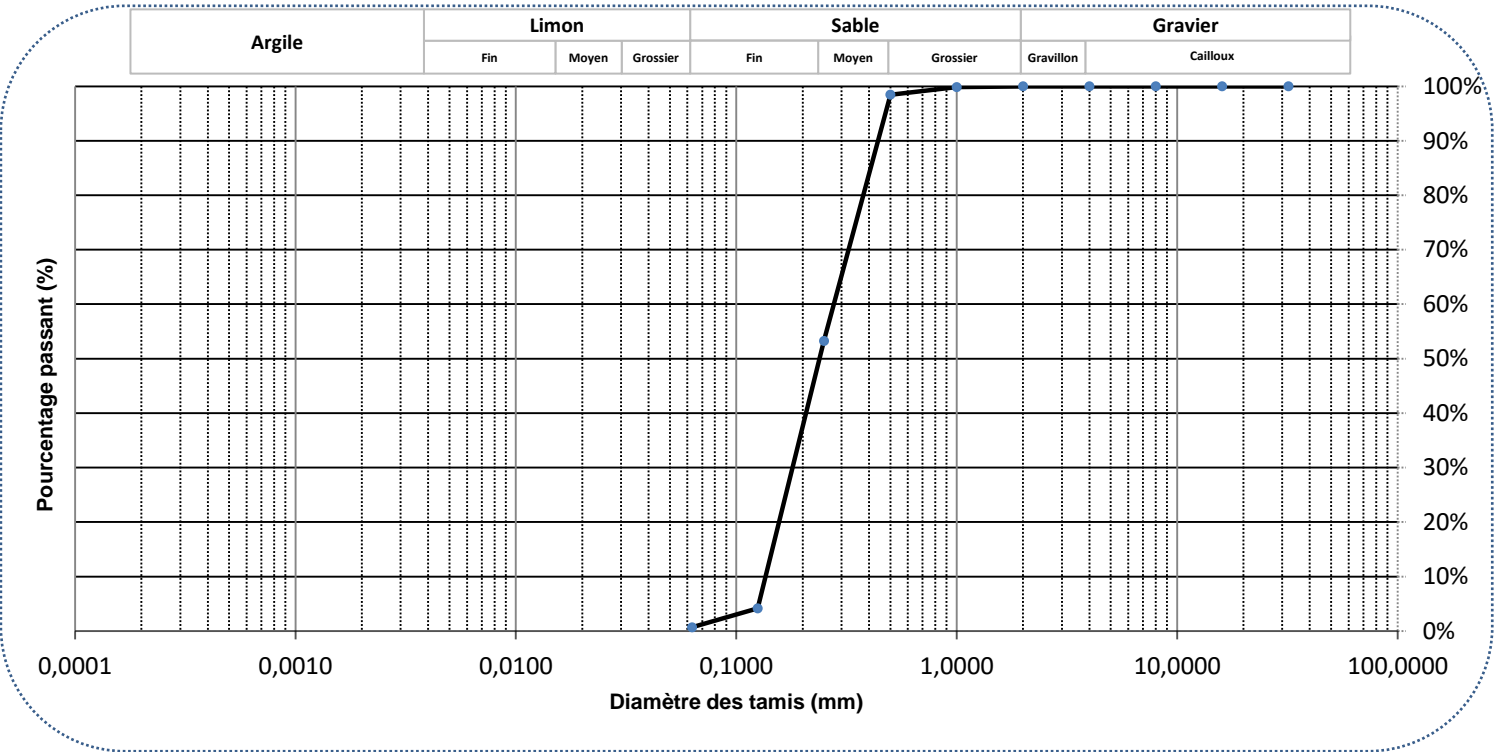
GRANULOMÉTRIE - SÉDIMENTOMÉTRIE

Classification Wentworth

No bon de travail : 18A386451 Client : WSP CANADA INC
 No échantillon : 9554242 Votre référence : TRPL1 Mi5
 Version du certificat :

Granulométrie Tamis (mm)	Pourcentage Passant (%)
32	100,0%
16	100,0%
8	100,0%
4	100,0%
2	100,0%
1	99,8%
0,500	98,5%
0,250	53,3%
0,125	4,2%
0,063	0,7%

Sédimentométrie Diamètre équivalent (μm)	Pourcentage Passant (%)



Commentaires : Gravier (2-32mm) : 0,00% Limon, Argile (<63 μm) 0,67%
 Sable (0.063-<2mm) : 99,33%

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
Paramètre	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
Paramètre	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.

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 accrédité MELCC	MA. 100 - Gran. 2.0	TAMISAGE



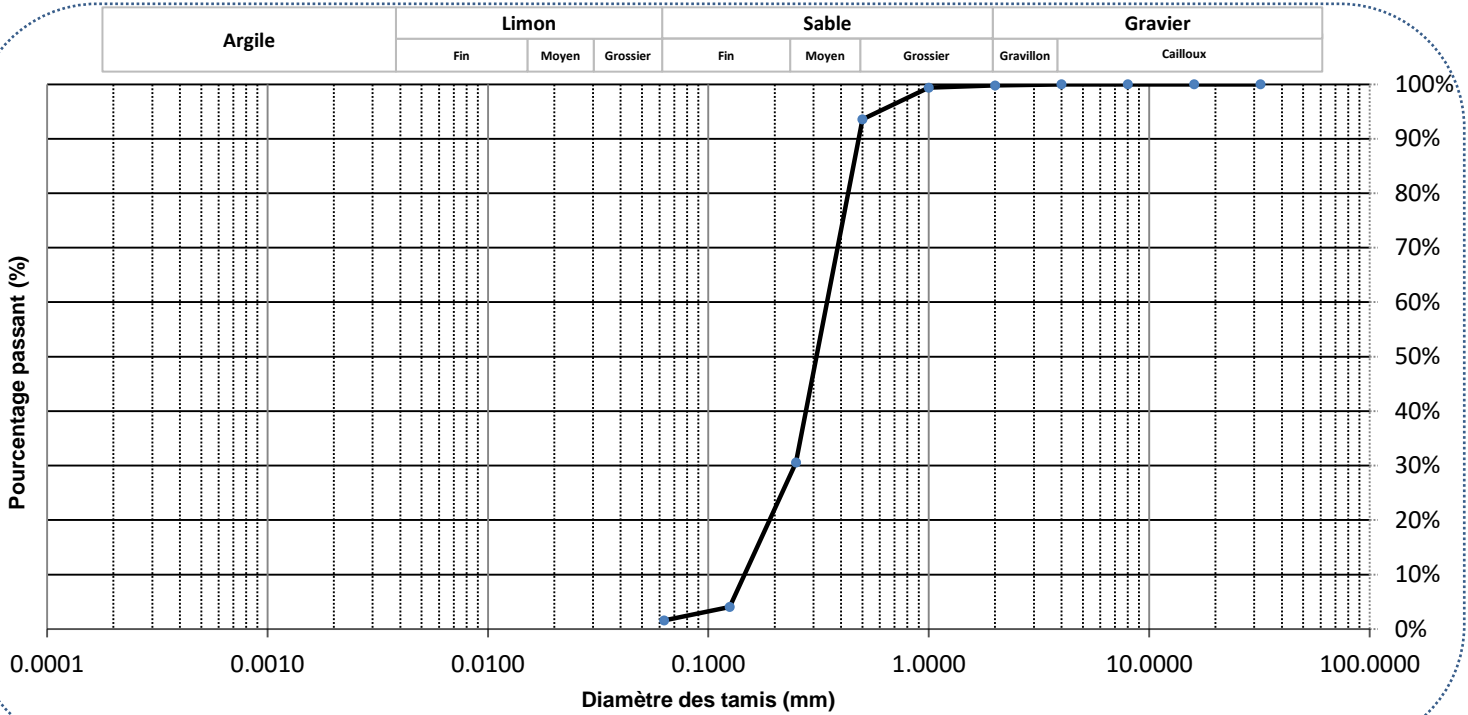
GRANULOMÉTRIE - SÉDIMENTOMÉTRIE

Classification Wentworth

No bon de travail : 19A516476 Client : WSP CANADA INC
 No échantillon : 517141 Votre référence : TRPL2MI1
 Version du certificat :

Granulométrie Tamis (mm)	Pourcentage Passant (%)
32	100.0%
16	100.0%
8	100.0%
4	100.0%
2	99.8%
1	99.4%
0.500	93.6%
0.250	30.6%
0.125	4.1%
0.063	1.6%

Sédimentométrie Diamètre équivalent (μm)	Pourcentage Passant (%)



Commentaires : Gravier (2-32mm) : 0.23% Limon, Argile (<63 μm) 1.57%
 Sable (0.063-<2mm) : 98.20%

Tamis rouges

Date : 2019-10-03



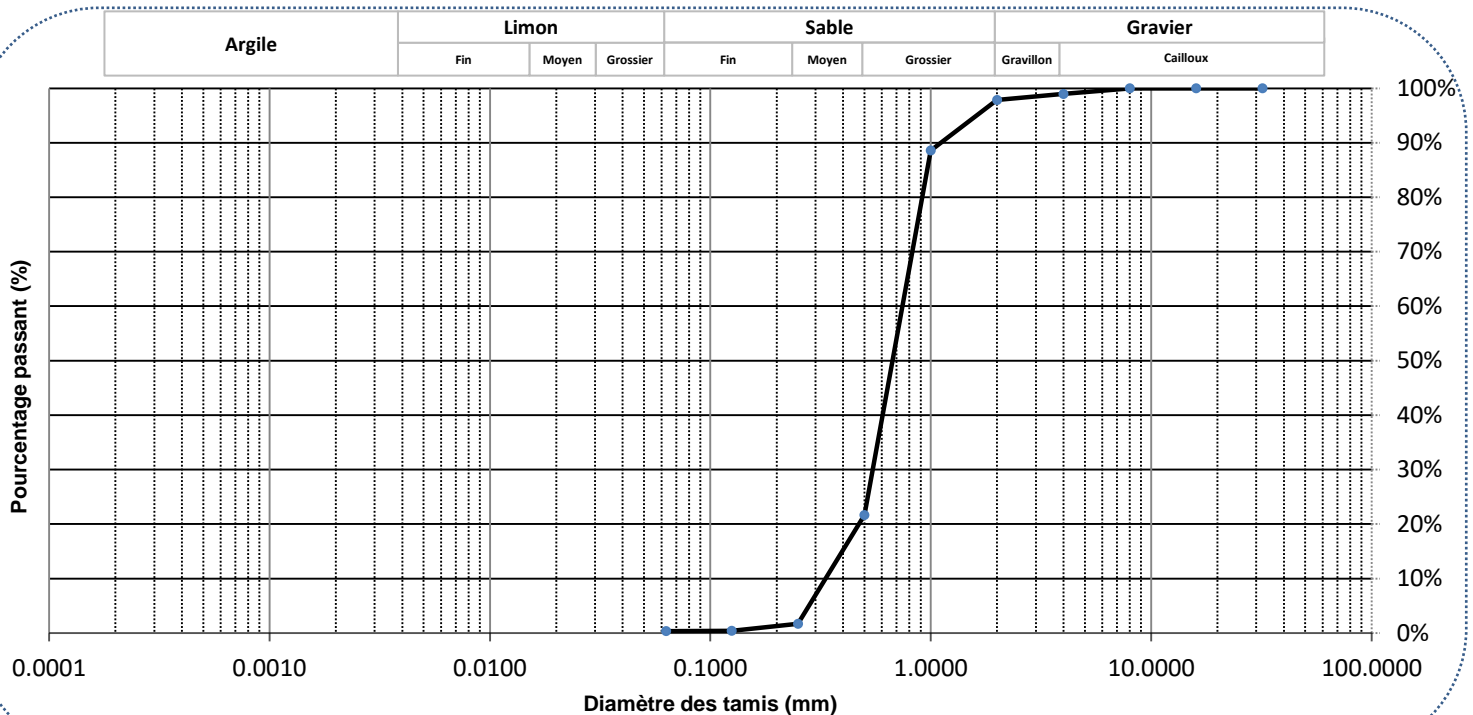
GRANULOMÉTRIE - SÉDIMENTOMÉTRIE

Classification Wentworth

No bon de travail : 19A516476 Client : WSP CANADA INC
No échantillon : 517132 Votre référence : TRPL3MI1
Version du certificat :

Granulométrie Tamis (mm)	Pourcentage Passant (%)
32	100.0%
16	100.0%
8	100.0%
4	99.0%
2	97.9%
1	88.6%
0.500	21.7%
0.250	1.7%
0.125	0.4%
0.063	0.4%

Sédimentométrie Diamètre équivalent (μm)	Pourcentage Passant (%)



Commentaires : Gravier (2-32mm) : 2.15% Limon, Argile (<63 μm) 0.36%
Sable (0.063-<2mm) : 97.49%

Tamis rouges

Date : 2019-10-01



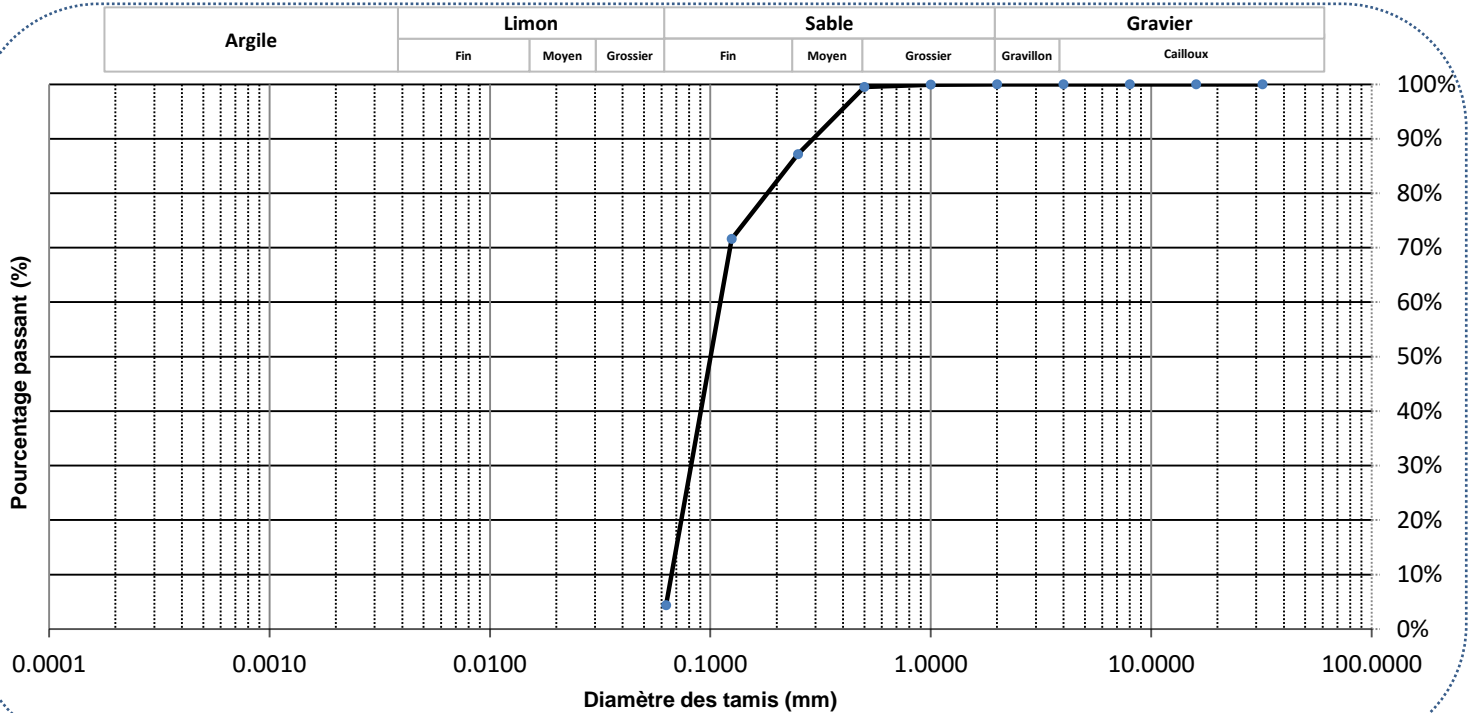
GRANULOMÉTRIE - SÉDIMENTOMÉTRIE

Classification Wentworth

No bon de travail : 19A516476 Client : WSP CANADA INC
No échantillon : 517133 Votre référence : TRPL3PF5
Version du certificat :

Granulométrie Tamis (mm)	Pourcentage Passant (%)
32	100.0%
16	100.0%
8	100.0%
4	100.0%
2	100.0%
1	99.9%
0.500	99.5%
0.250	87.2%
0.125	71.6%
0.063	4.4%

Sédimentométrie Diamètre équivalent (μm)	Pourcentage Passant (%)
---	-------------------------------



Commentaires : Gravier (2-32mm) : 0.00% Limon,Argile (<63 μm) 4.38%
Sable (0.063-<2mm) : 95.62%

Tamis oranges

Date : 2019-10-01



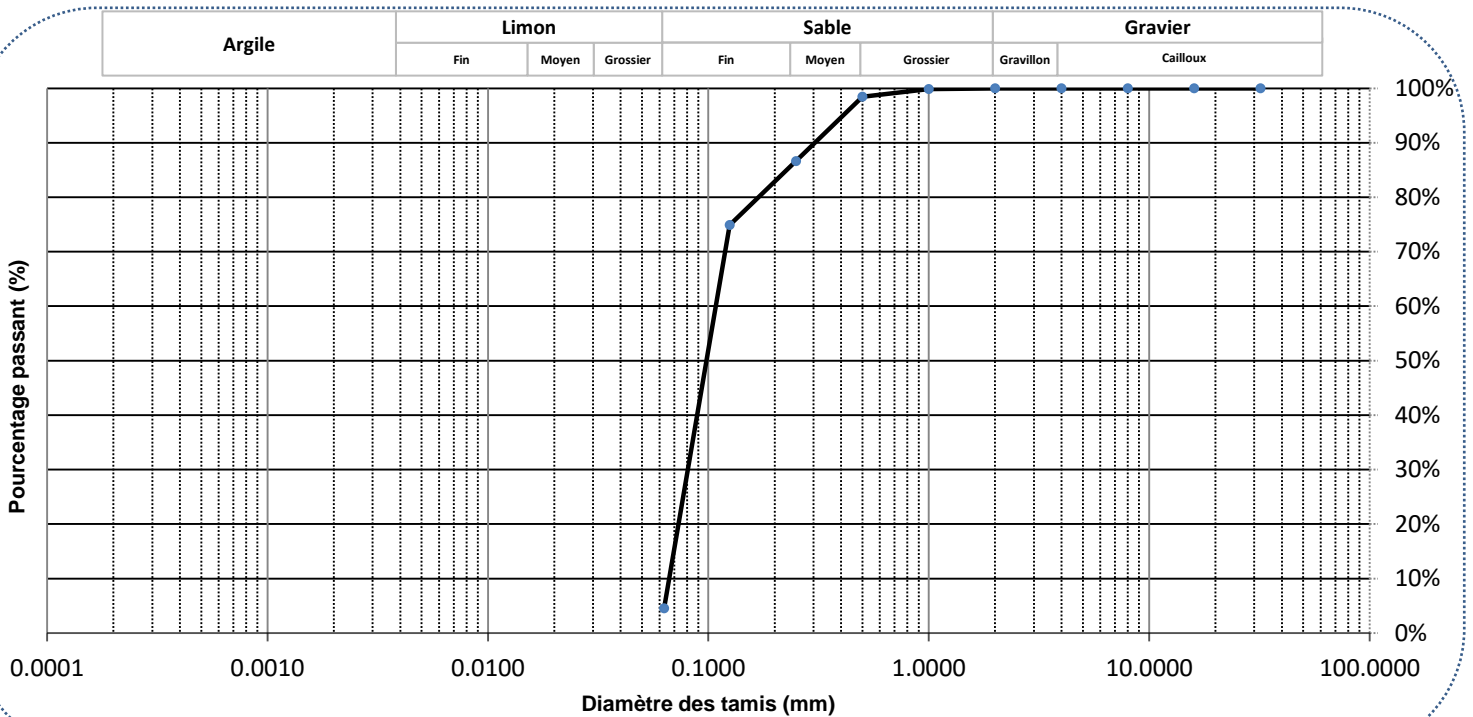
GRANULOMÉTRIE - SÉDIMENTOMÉTRIE

Classification Wentworth

No bon de travail : 19A516476 Client : WSP CANADA INC
 No échantillon : 517131 Votre référence : TRPL1PF5
 Version du certificat :

Granulométrie Tamis (mm)	Pourcentage Passant (%)
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 Diamètre équivalent (µm)	Pourcentage Passant (%)



Commentaires : Gravier (2-32mm) : 0.00% Limon,Argile (<63µm) 4.54%
 Sable (0.063-<2mm) : 95.46%

Tamis rouges

Date : 2019-10-01



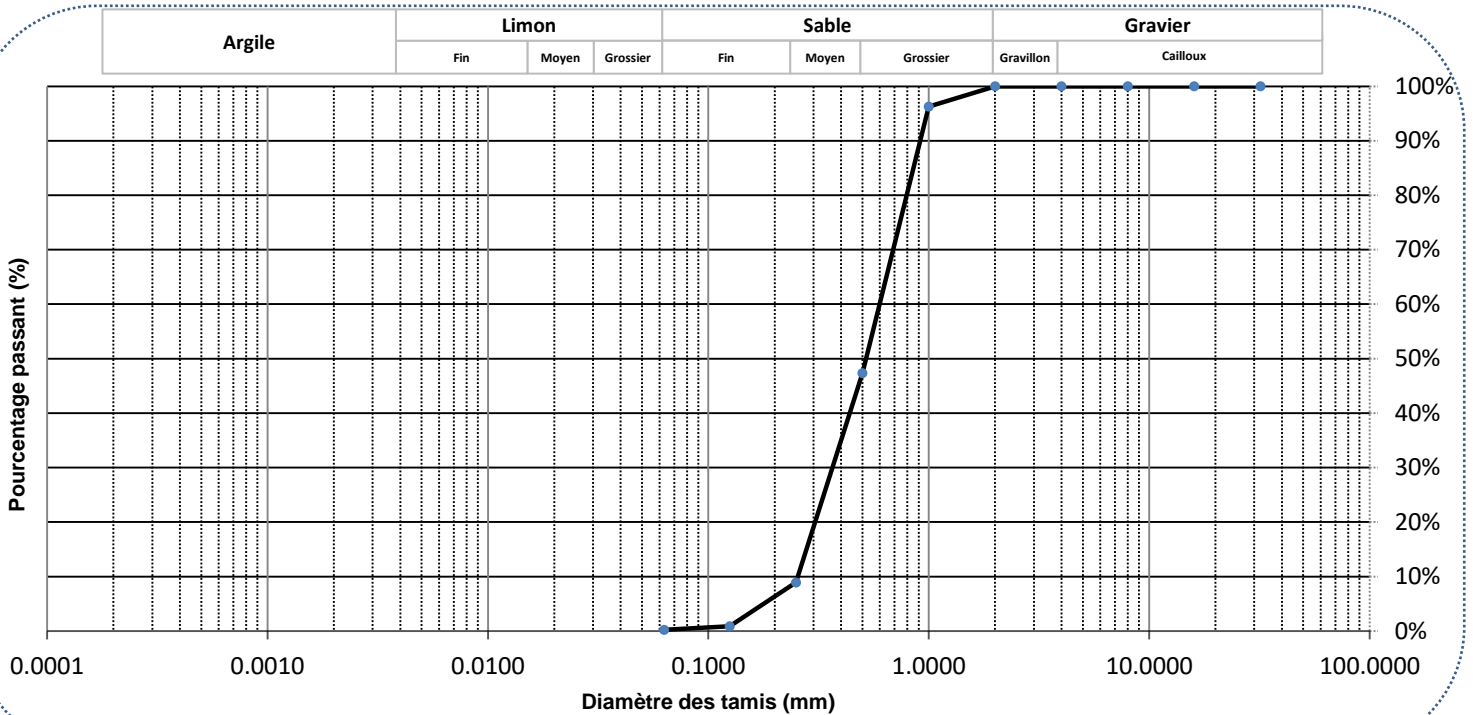
GRANULOMÉTRIE - SÉDIMENTOMÉTRIE

Classification Wentworth

No bon de travail : 19A516476 Client : WSP CANADA INC
 No échantillon : 517129 Votre référence : ERPLMI5
 Version du certificat :

Granulométrie Tamis (mm)	Pourcentage Passant (%)
32	100.0%
16	100.0%
8	100.0%
4	100.0%
2	100.0%
1	96.3%
0.500	47.3%
0.250	8.9%
0.125	0.9%
0.063	0.2%

Sédimentométrie Diamètre équivalent (µm)	Pourcentage Passant (%)



Commentaires : Gravier (2-32mm) : 0.00% Limon,Argile (<63µm) 0.21%
 Tamis rouges Sable (0.063-<2mm) : 99.79%

Date : 2019-10-01



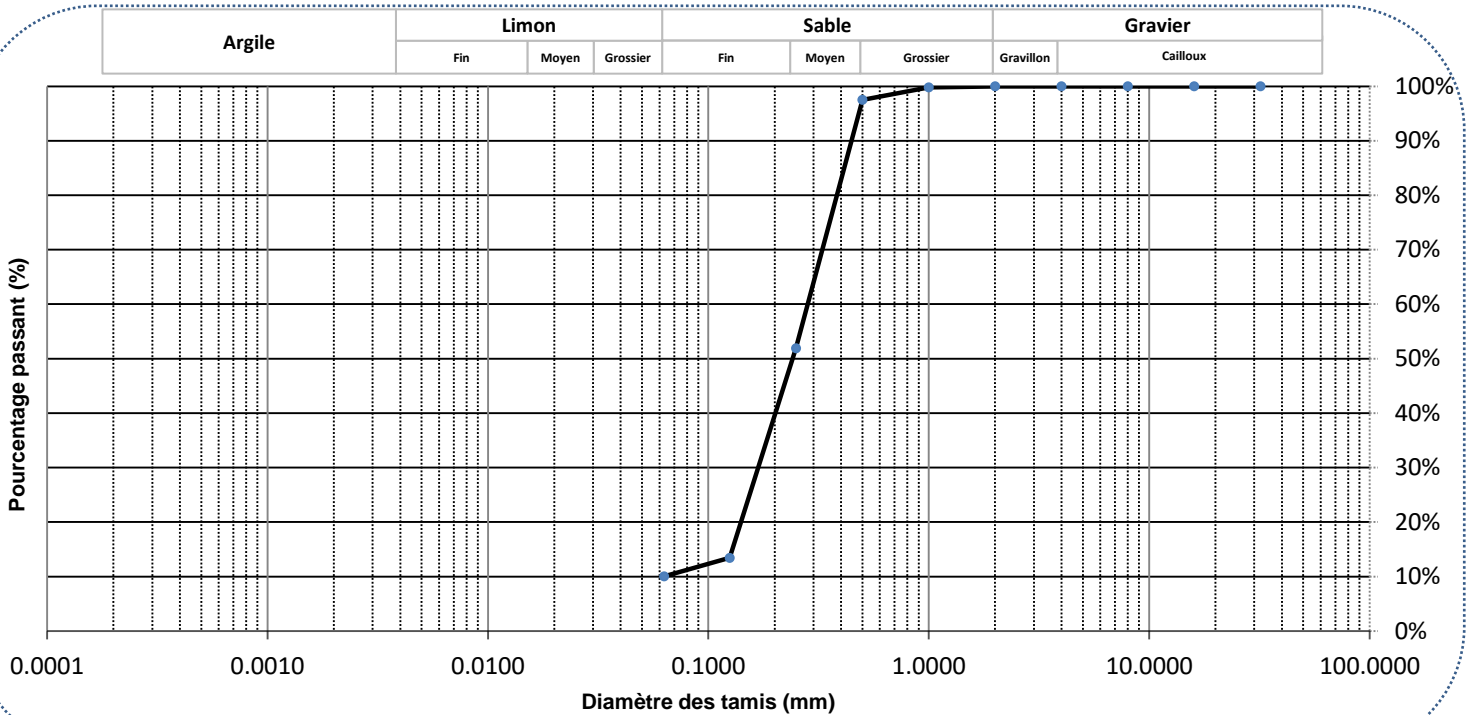
GRANULOMÉTRIE - SÉDIMENTOMÉTRIE

Classification Wentworth

No bon de travail : 19A516476 Client : WSP CANADA INC
 No échantillon : 517125 Votre référence : TRPL1MI1
 Version du certificat :

Granulométrie Tamis (mm)	Pourcentage Passant (%)
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 Diamètre équivalent (µm)	Pourcentage Passant (%)



Commentaires : Gravier (2-32mm) : 0.00% Limon, Argile (<63µm) 10.03%
 Sable (0.063-<2mm) : 89.96%

Tamis oranges

Date : 2019-09-30



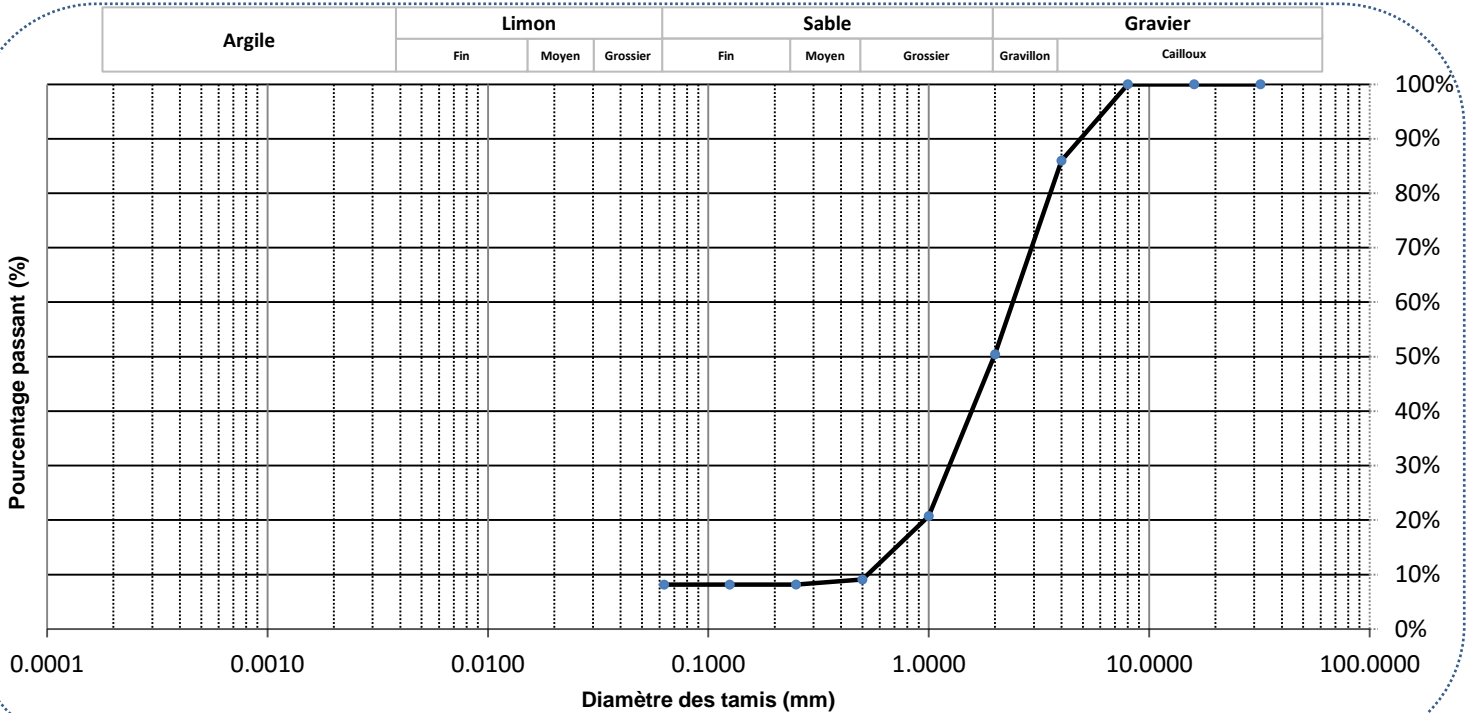
GRANULOMÉTRIE - SÉDIMENTOMÉTRIE

Classification Wentworth

No bon de travail : 19A516476 Client : WSP CANADA INC
No échantillon : 517117 Votre référence : ERPLMS5
Version du certificat :

Granulométrie Tamis (mm)	Pourcentage Passant (%)
32	100.0%
16	100.0%
8	100.0%
4	86.0%
2	50.4%
1	20.7%
0.500	9.1%
0.250	8.2%
0.125	8.1%
0.063	8.1%

Sédimentométrie Diamètre équivalent (µm)	Pourcentage Passant (%)
--	-------------------------------



Commentaires : Gravier (2-32mm) : 49.57% Limon, Argile (<63µm) 8.14%
Sable (0.063-<2mm) : 42.28%

Tamis rouges

Date : 2019-09-26

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

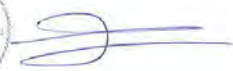
DATE DU RAPPORT: 2020-10-21

Paramètre	Unités	C / N	LDR	IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON:		LDR	C / N	LDR	C / N	LDR	C / N	LDR	C / N	LDR	C / N	LDR	C / N	LDR	
				MATRICE:	DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:														MATRICE:
Carbone organique total	%		0.05	0.12	0.29	0.25	0.25	0.14	0.12	0.13	0.20								
Carbone organique total	%		0.05	0.12	0.25	0.18	0.24	0.19	0.20	0.18	0.19								
Carbone organique total	%		0.05	1.64	0.92	0.51	0.24	3.10	0.18	0.25	0.22								
Carbone organique total	%		0.05	0.24	0.16														

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

	IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON:				TRPR3-MS1	DUP-2	TRPR3-MI2	TRPR3-PF1	ERPL-MI5	ERPL-PF10	TRPL2-MS5	TRPL2-MI5
	MATRICE:				Sédiment	Sédiment	Sédiment	Sédiment	Sédiment	Sédiment	Sédiment	Sédiment
	DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:				2020-09-23	2020-09-23	2020-09-20	2020-09-20	2020-09-22	2020-09-22	2020-09-22	2020-09-22
Paramètre	Unités	C / N	LDR	1498203	1498212	1498213	1498214	1498215	1498216	1498217	1498218	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	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	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° 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

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:



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 accrédité MELCC	MA. 100 - Gran. 2.0	TAMISAGE



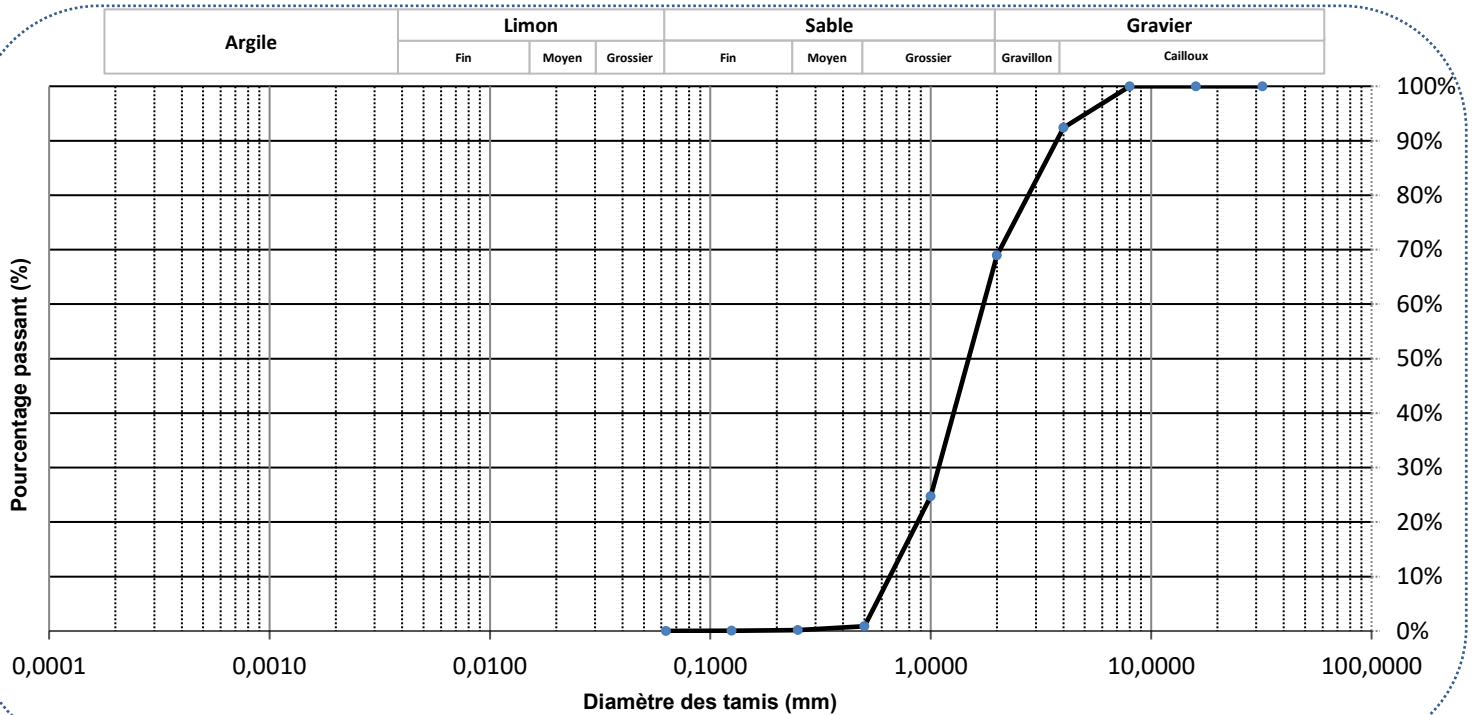
GRANULOMÉTRIE - SÉDIMENTOMÉTRIE

Classification Wentworth

No bon de travail : 20M657240 Client : WSP CANADA INC
No échantillon : 1498223 Votre référence : ERPL-MS1B
Version du certificat :

Granulométrie Tamis (mm)	Pourcentage Passant (%)
32	100,0%
16	100,0%
8	100,0%
4	92,4%
2	69,0%
1	24,7%
0,500	0,8%
0,250	0,2%
0,125	0,1%
0,063	0,0%

Sédimentométrie Diamètre équivalent (μm)	Pourcentage Passant (%)
---	-------------------------------



Commentaires : Gravier (2-32mm) : 31,04% Limon, Argile (<63 μm) 0,04%
Sable (0.063-<2mm) : 68,94%

Date : 2020-10-23



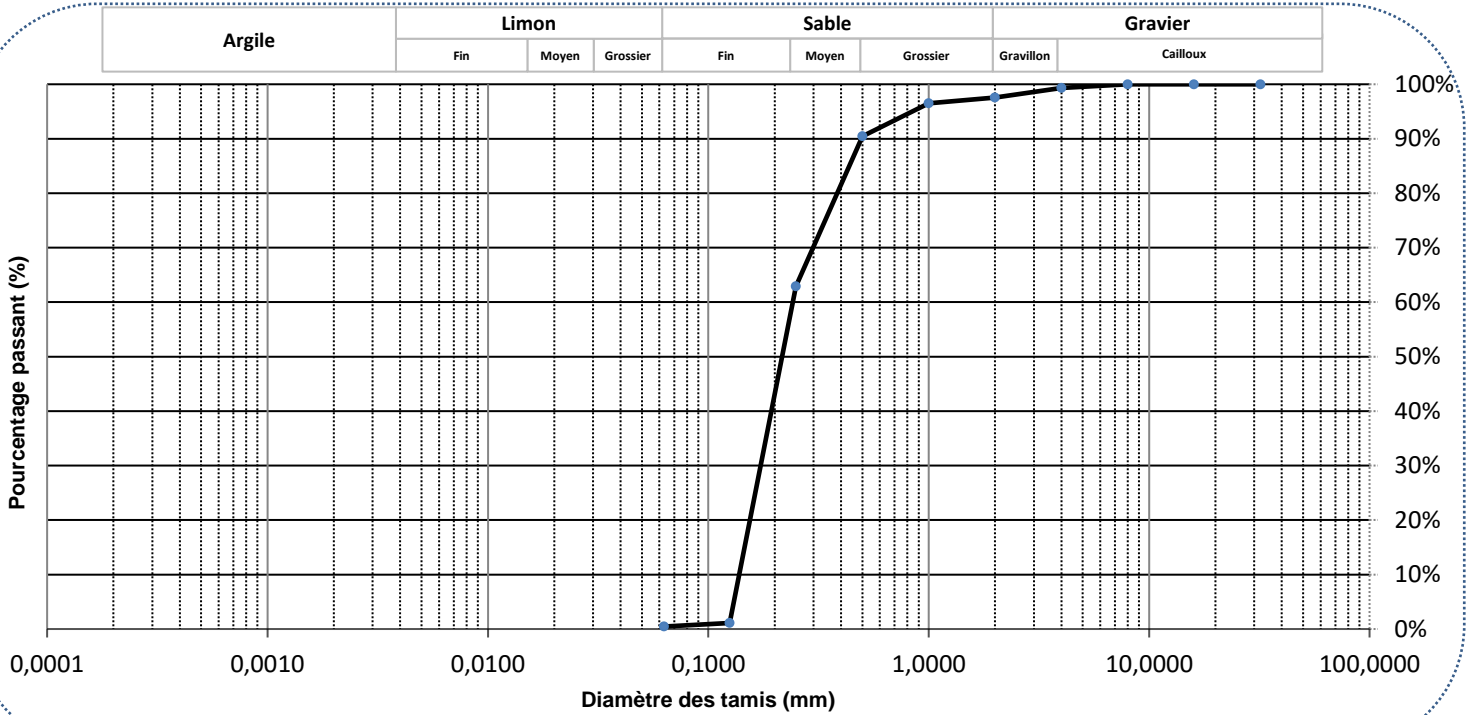
GRANULOMÉTRIE - SÉDIMENTOMÉTRIE

Classification Wentworth

No bon de travail : 20M657240 Client : WSP CANADA INC
No échantillon : 1498217 Votre référence : TRPL2-MS5
Version du certificat :

Granulométrie Tamis (mm)	Pourcentage Passant (%)
32	100,0%
16	100,0%
8	100,0%
4	99,3%
2	97,6%
1	96,5%
0,500	90,5%
0,250	62,9%
0,125	1,1%
0,063	0,5%

Sédimentométrie Diamètre équivalent (μm)	Pourcentage Passant (%)
---	-------------------------------



Commentaires : Gravier (2-32mm) : 2,42% Limon, Argile (<63 μm) 0,10%
Sable (0.063-<2mm) : 97,12%

Date : 2020-10-05

NOM DU CLIENT: WSP CANADA INC
125, RUE RACINE EST
CHICOUTIMI, QC G7H1R5
(418) 698-4488

À L'ATTENTION DE: Stéphanie Cimon
N° DE PROJET: 211-09917-00-300

N° BON DE TRAVAIL: 21Q804385

ANALYSE DES SOLS VÉRIFIÉ PAR: Annie Im, Chimiste, AGAT Montréal

DATE DU RAPPORT: 13 oct. 2021

NOMBRE DE PAGES: 8

VERSION*: 1

Pour tout complément d'information concernant cette analyse, veuillez contacter votre chargé(e) de projet client au (418) 266-5511.

*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 trente (30) jours après réception au laboratoire à moins qu'une Entente d'entreposage à long terme ne soit signée et retournée. Certaines analyses spécialisées peuvent être exemptées. Veuillez communiquer avec votre chargé de projets à la clientèle pour plus d'informations.
- 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: Marie-Claude Julien

À L'ATTENTION DE: Stéphanie Cimon

LIEU DE PRÉLÈVEMENT: Lac-St-Jean

Analyses inorganiques (sédiments)

DATE DE RÉCEPTION: 2021-09-20

DATE DU RAPPORT: 2021-10-13

Paramètre	IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON:										
	Unités	C / N	LDR	TRPR1-MS	TRPR1-Mi	TRPR1-PF	TRPR2-MS	TRPR2-Mi	ERPR-MS	ERPR-Mi	ERPR-PF
	MATRICE: Sédiment										
	DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:										
				2021-09-11	2021-09-11	2021-09-11	2021-09-11	2021-09-11	2021-09-12	2021-09-12	2021-09-12
Carbone organique total	%		0.05	0.25	0.36	0.32	0.25	3.27	2.40	3.24	0.23
Paramètre	IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON:										
	Unités	C / N	LDR	DUP-1	TRPR3-MS	TRPR3-Mi	TRPR3-PF	TRPR2-PF	TRPL1-MS	TRPL1-Mi	TRPL1-PF
	MATRICE: Sédiment										
	DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:										
				2021-09-12	2021-09-13	2021-09-13	2021-09-13	2021-09-13	2021-09-14	2021-09-14	2021-09-14
Carbone organique total	%		0.05	0.24	1.56	1.16	0.25	0.24	0.26	0.35	0.59
Paramètre	IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON:										
	Unités	C / N	LDR	TRPL2C-PF	TRPL3-PF	ERPL-PF	TRPL3-MS	ERPL-MS	ERPL-Mi	TRPL2C-MS	TRPL2C-Mi
	MATRICE: Sédiment										
	DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:										
				2021-09-14	2021-09-14	2021-09-14	2021-09-15	2021-09-16	2021-09-16	2021-09-16	2021-09-16
Carbone organique total	%		0.05	0.52	0.48	0.28	0.19	0.25	0.22	0.36	0.39
Paramètre	IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON:										
	Unités	C / N	LDR	TRPL3-Mi	DUP-2						
	MATRICE: Sédiment										
	DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:										
				2021-09-16	2021-09-16						
Carbone organique total	%		0.05	0.23	0.33						

Commentaires: LDR - Limite de détection rapportée; C / N - Critères Normes

2994857-2994887 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.

Les analyses ont été effectuées par AGAT Montréal (sauf celles marquées d'un *)

Certifié par:



Hyun Jung Im

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: Marie-Claude Julien

À L'ATTENTION DE: Stéphanie Cimon

LIEU DE PRÉLÈVEMENT: Lac-St-Jean

Analyses inorganiques - Granulométrie

DATE DE RÉCEPTION: 2021-09-20

DATE DU RAPPORT: 2021-10-13

Paramètre	Unités	C / N	LDR	2994857	2994863	2994864	2994865	2994866	2994867	2994868	2994869
IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON:				TRPR1-MS	TRPR1-Mi	TRPR1-PF	TRPR2-MS	TRPR2-Mi	ERPR-MS	ERPR-Mi	ERPR-PF
MATRICE:				Sédiment	Sédiment	Sédiment	Sédiment	Sédiment	Sédiment	Sédiment	Sédiment
DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:				2021-09-11	2021-09-11	2021-09-11	2021-09-11	2021-09-11	2021-09-12	2021-09-12	2021-09-12
Granulométrie (Wentworth)	NA	NA	Annexe	Annexe	Annexe	Annexe	Annexe	Annexe	Annexe	Annexe	Annexe
IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON:				DUP-1	TRPR3-MS	TRPR3-Mi	TRPR3-PF	TRPR2-PF	TRPL1-MS	TRPL1-Mi	TRPL1-PF
MATRICE:				Sédiment	Sédiment	Sédiment	Sédiment	Sédiment	Sédiment	Sédiment	Sédiment
DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:				2021-09-12	2021-09-13	2021-09-13	2021-09-13	2021-09-13	2021-09-14	2021-09-14	2021-09-14
Granulométrie (Wentworth)	NA	NA	Annexe	Annexe	Annexe	Annexe	Annexe	Annexe	Annexe	Annexe	Annexe
IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON:				TRPL2C-PF	TRPL3-PF	ERPL-PF	TRPL3-MS	ERPL-MS	ERPL-Mi	TRPL2C-MS	TRPL2C-Mi
MATRICE:				Sédiment	Sédiment	Sédiment	Sédiment	Sédiment	Sédiment	Sédiment	Sédiment
DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:				2021-09-14	2021-09-14	2021-09-14	2021-09-15	2021-09-16	2021-09-16	2021-09-16	2021-09-16
Granulométrie (Wentworth)	NA	NA	Annexe	Annexe	Annexe	Annexe	Annexe	Annexe	Annexe	Annexe	Annexe
IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON:				TRPL3-Mi	DUP-2						
MATRICE:				Sédiment	Sédiment						
DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:				2021-09-16	2021-09-16						
Granulométrie (Wentworth)	NA	NA	Annexe	Annexe							

Commentaires: LDR - Limite de détection rapportée; C / N - Critères Normes

Les analyses ont été effectuées par AGAT Québec (sauf celles marquées d'un *)

Certifié par:



Hyun Jung Im

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: 211-09917-00-300
PRÉLEVÉ PAR: Marie-Claude Julien

N° BON DE TRAVAIL: 21Q804385
À L'ATTENTION DE: Stéphanie Cimon
LIEU DE PRÉLÈVEMENT: Lac-St-Jean

Analyse des Sols

Date du rapport: 2021-10-13			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	2994857	2994857	0.25	0.06	NA	< 0.05	82%	80%	120%	NA	80%	120%	NA	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:



Hyon Jung Im

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° DE PROJET: 211-09917-00-300

PRÉLEVÉ PAR: Marie-Claude Julien

N° BON DE TRAVAIL: 21Q804385

À L'ATTENTION DE: Stéphanie Cimon

LIEU DE PRÉLÈVEMENT: Lac-St-Jean

PARAMÈTRE	PRÉPARÉ LE	ANALYSÉ LE	AGAT P.O.N.	RÉFÉRENCE DE LITTÉRATURE	TECHNIQUE ANALYTIQUE
Analyse des Sols					
Carbone organique total	2021-09-28	2021-09-28	INOR-101-6057F	MA. 405-C 1.1	TITRAGE
Granulométrie (Wentworth)	2021-10-05	2021-10-08	INOR-161-6031F, non accrédité MELCC	MA. 100 - Gran. 2.0	TAMISAGE



À l'usage exclusif du laboratoire

Température à l'arrivée: _____
Bon de travail AGAT: _____
Notes: _____

Chaîne de traçabilité - Environnement

Tél.: 418.266.5511 • Téléc.: 418.653.2335

Information du client

Compagnie: **WSP CANADA inc**
Adresse: **2010 RUE POWELL
JONQUIERE (PQ) G7S 2Z3**
Téléphone: **(581) 823-0134** Téléc.: _____
Projet: **21-09917-00-300**
Lieu de prélèvement: **LAC ST-JEAN**
Prélevé par: **MARIE-CLAUDE JILLEN**

Rapport envoyé à

1. Nom: **STEPHANIE CIMON**
Courriel: **Stephanie.cimon@wsp.com**
2. Nom: **Luc Bouchard**
Courriel: **Luc.bouchard@wsp.com**

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: Régulier: 5 à 7 jours
Urgent: < 12 heures
 24 heures
 48 heures
 72 heures
Haute Résolution: Régulier: 10 à 15 jours
Urgent: < 10 jours
Date Requête: _____

Facturé à

Même adresse: Oui Non

Compagnie: _____
Contact: _____
Courriel: _____
Adresse: _____

Bon de commande: _____ Soumission: _____

Commentaires:

**EN 2 GLACIERS (et dans une 3e)
Granulo dans l'autre**

Matrice (légende)

S Sol B Boue ES Eau de surface
SL Solide EU Eau usée EF Effluent
SE Sédiment ST Eau souterraine AF Affluent
EP Eau potable (Note pour réseau : Veuillez fournir votre formulaire MDE/LOCC) A Air

Critères à respecter

PRTC Eau consom. RQEP RESC
 CCME Eau résurg. Autre: _____

LES ÉCHANTILLONS REÇUS APRÈS 16 H SERONT ENREGISTRÉS COMME ÉTANT REÇUS LE JOUR OUVRABLE SUIVANT.

IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON	DATE DE PRÉLÈVEMENT	MATRICE	NOMBRE DE CONTENANTS
TRPR3-MS	2021-09-13	SE	2
TRPR3-Mi	↓	↓	↓
TRPR3-PF	↓	↓	↓
TRPR2-PF	2021-09-13	SE	2
TRPL1-MS	2021-09-14	SE	2
TRPL1-Mi	↓	↓	↓
TRPL1-PF	↓	↓	↓
TRPL2C-PF	↓	↓	↓
TRPL3-PF	2021-09-14	SE	2

		COURT DÉLAI DE CONSERVATION	
BTEX	<input type="checkbox"/>	HAM	<input type="checkbox"/>
HAP	<input type="checkbox"/>	COV: HAC-HAM	<input type="checkbox"/>
THM	<input type="checkbox"/>		
Hydrocarbures pétroliers C10-C50	<input type="checkbox"/>		
AGR	<input type="checkbox"/>	Chlorobenzénés	<input type="checkbox"/>
BPC	<input type="checkbox"/>	Congénénés	<input type="checkbox"/>
Aroclor	<input type="checkbox"/>		
Éthylène glycol	<input type="checkbox"/>	Glycols (balayage)	<input type="checkbox"/>
Formaldéhyde	<input type="checkbox"/>		
Huiles et graisses	<input type="checkbox"/>	Minérales	<input type="checkbox"/>
Totales	<input type="checkbox"/>		
Pesticides (spécifier)	<input type="checkbox"/>		
Phénols (GC-MS)	<input type="checkbox"/>	Indice phénolique (4AAP)	<input type="checkbox"/>
6 métaux (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn)	<input type="checkbox"/>		
13 Métaux TC - Sol	<input type="checkbox"/>	16 Métaux TC - Eau	<input type="checkbox"/>
Métaux (spécifier)	<input type="checkbox"/>		
Mercure	<input type="checkbox"/>	Séliénium - Sol	<input type="checkbox"/>
Dureté totale	<input type="checkbox"/>		
Alcalinité	<input type="checkbox"/>	Bicarbonates	<input type="checkbox"/>
Conductivité	<input type="checkbox"/>		
Chlorures	<input type="checkbox"/>	Fluorures	<input type="checkbox"/>
Sulfates	<input type="checkbox"/>	Bromures	<input type="checkbox"/>
Cyanures	<input type="checkbox"/>	Totaux	<input type="checkbox"/>
Disponibles	<input type="checkbox"/>	Oxydables	<input type="checkbox"/>
DCO	<input type="checkbox"/>	P total	<input type="checkbox"/>
COT	<input checked="" type="checkbox"/>		
NH ₃	<input type="checkbox"/>	NTK	<input type="checkbox"/>
NO ₂ + NO ₃	<input type="checkbox"/>		
Solides	<input type="checkbox"/>	Totaux	<input type="checkbox"/>
Dissous	<input type="checkbox"/>	MES	<input type="checkbox"/>
MESV	<input type="checkbox"/>		
Sulfures - Eau	<input type="checkbox"/>	Soufre total - Sol	<input type="checkbox"/>
Métaux dissous filtrés au laboratoire :			
Chrome hexavalent	<input type="checkbox"/>	pH	<input type="checkbox"/>
Absorbance UV	<input type="checkbox"/>	Couleur	<input type="checkbox"/>
Turbidité	<input type="checkbox"/>		
DBO ₅	<input type="checkbox"/>	DBO ₅ Carbonée	<input type="checkbox"/>
NO ₂	<input type="checkbox"/>	NO ₃	<input type="checkbox"/>
o-P04	<input type="checkbox"/>		
Coliformes	<input type="checkbox"/>	Totaux	<input type="checkbox"/>
Fécaux	<input type="checkbox"/>	E.coli	<input type="checkbox"/>
Microbiologie (autre) :			
HR/MS	<input type="checkbox"/>	PCDD/PCDF	<input type="checkbox"/>
HAP	<input type="checkbox"/>	BPC	<input type="checkbox"/>
CMM 2008-47	<input type="checkbox"/>	Sanitaire	<input type="checkbox"/>
Pluvial	<input type="checkbox"/>		
RMD	<input type="checkbox"/>	REIMR art.	<input type="checkbox"/>

Échantillon remis par (nom en lettres moulées et signature) : **MARIE-CLAUDE JILLEN** Date/heure : **2021-09-19/9h**
Échantillon reçu par (nom en lettres moulées et signature) : _____ Date/heure : _____
Copies : Rose - Client
Jaune - AGAT
Blanche - AGAT
Page **2** de **3**
N°: **053712**



À l'usage exclusif du laboratoire

Température à l'arrivée: _____
Bon de travail AGAT: _____
Notes: _____

Chaîne de traçabilité - Environnement

Tél.: 418.266.5511 • Téléc.: 418.653.2335

Information du client

Compagnie: **WSP Canada inc**
Adresse: **2010 RUE POWELL
JONQUIERE (PQ) G7S 2Z3**
Téléphone: **(581) 823-0134**
Projet: **211-09917-00-300**
Lieu de prélèvement: **LAC ST-JEAN**
Prélevé par: **MARIE-CLAUDE JULIEN**

Rapport envoyé à

1. Nom: **Stephanie Simon**
Courriel: **Stephanie.CIMON@wsp.com**
2. Nom: **Luc Bouchard**
Courriel: **luc.bouchard@wsp.com**

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: Régulier: 5 à 7 jours
Urgent: < 12 heures
 24 heures
 48 heures
 72 heures
Haute Résolution: Régulier: 10 à 15 jours
Urgent: < 10 jours
Date Requête: _____

Facturé à

Même adresse: Oui Non

Compagnie: _____
Contact: _____
Courriel: _____
Adresse: _____

Bon de commande: _____ Soumission: _____

Commentaires:

EN 2 GLACIERS (cot dans une et GRANULO dans l'autre)

Matrice (légende)

S Sol B Boue ES Eau de surface
SL Solide EU Eau usée EF Effluent
SE Sédiment ST Eau souterraine AF Affluent
EP Eau potable (Note pour réseau: Veuillez fournir votre formulaire MDD-ELCC) A Air

Critères à respecter

PRTC Eau consom. RQEP RESC
 CCME Eau résurg. Autre: _____

LES ÉCHANTILLONS REÇUS APRÈS 16 H SERONT ENREGISTRÉS COMME ÉTANT REÇUS LE JOUR OUVRABLE SUIVANT.

IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON	DATE DE PRELEVEMENT	MATRICE	NOMBRE DE CONTENANTS
ERPL-PF	2021-09-14	SE	2
TRPL3-MS	2021-09-15	SE	2
ERPL-MS	2021-09-16	SE	2
ERPL-Mi	↓	↓	↓
TRPL2C-MS			
TRPL2C-Mi			
TRPL3-Mi			
DUP-2	2021-09-16	SE	2

		COURT DÉLAI DE CONSERVATION																													
BTEX	HAP	Hydrocarbures pétroliers C10-C50	AGR	BPC	Éthylène glycol	Formaldéhyde	Huiles et graisses	Pesticides (spécifier):	Phénols (GC-MS)	6 métaux (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn)	13 Métaux TC - Sol	Métaux (spécifier):	Mercure	Alcalinité	Chlorures	Cyanures	DCO	NH ₃	Solides	Sulfures - Eau	Métaux dissous filtrés au laboratoire:	Chrome hexavalent	Absorbance UV	DBO ₅	NO ₂	Coliformes	Microbiologie (autre):	HR/MS	CMM 2008-47	RMD	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Echantillon remis par (nom en lettres moulées et signature): **Marie-Claude Julien** Date/heure: **2021-09-19/19h**

Echantillon reçu par (nom en lettres moulées et signature): _____ Date/heure: _____
Copies: Rose - Client
Jaune - AGAT
Blanche - AGAT
Page **3** de **3**
N°: **053714**



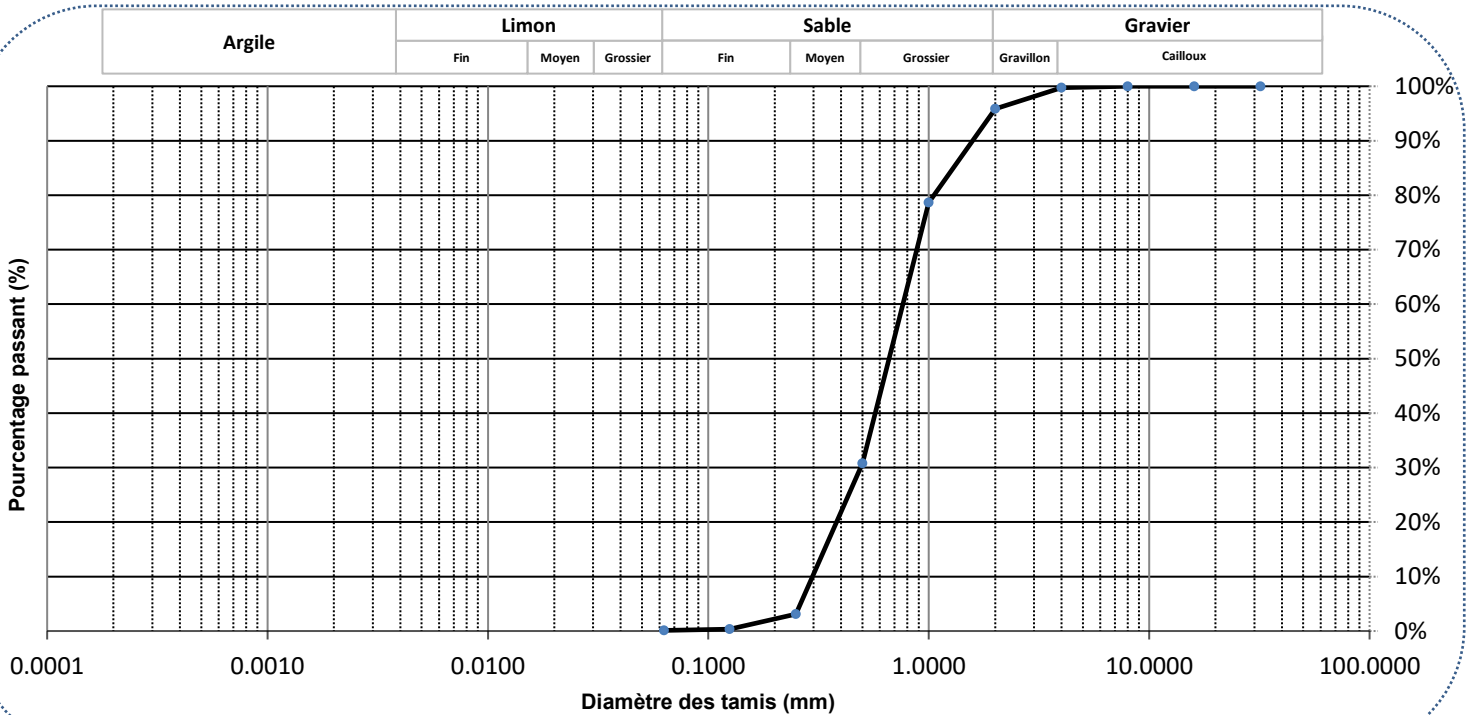
GRANULOMÉTRIE - SÉDIMENTOMÉTRIE

Classification Wentworth

No bon de travail : 21Q804385 Client : WSP Canada Inc.
 No échantillon : 2994870 Votre référence : DUP-1
 Version du certificat : 1

Granulométrie Tamis (mm)	Pourcentage Passant (%)
32	100.0%
16	100.0%
8	100.0%
4	99.8%
2	95.9%
1	78.6%
0.500	30.8%
0.250	3.1%
0.125	0.4%
0.063	0.1%

Sédimentométrie Diamètre équivalent (µm)	Pourcentage Passant (%)



Commentaires : Gravier (2-32mm) : 4.13% Limon, Argile (<63µm) 0.15%
 Sable (0.063-<2mm) : 95.76%

Date : 2021-10-05



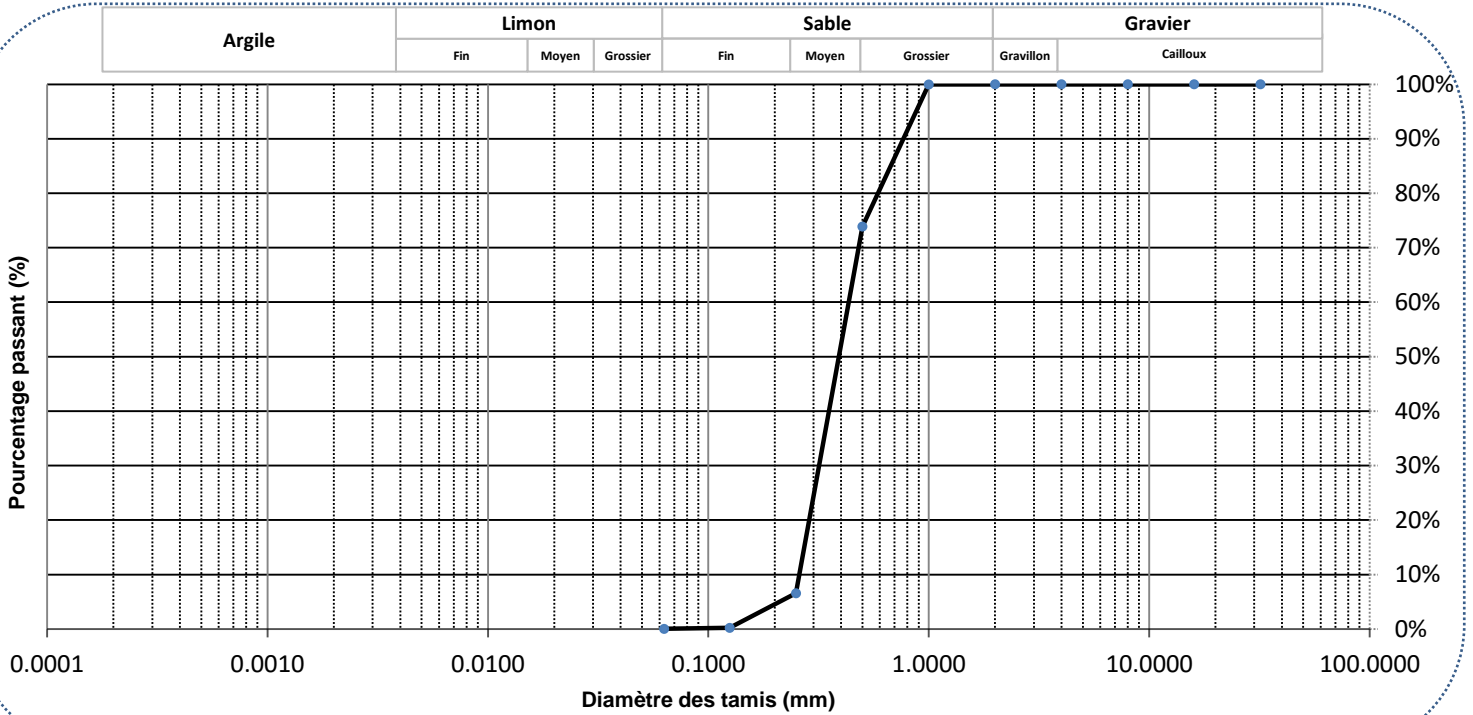
GRANULOMÉTRIE - SÉDIMENTOMÉTRIE

Classification Wentworth

No bon de travail : 21Q804385 Client : WSP CANADA INC
No échantillon : 2994883 Votre référence : ERPL-Mi
Version du certificat : 1

Granulométrie Tamis (mm)	Pourcentage Passant (%)
32	100.0%
16	100.0%
8	100.0%
4	100.0%
2	100.0%
1	100.0%
0.500	73.9%
0.250	6.6%
0.125	0.2%
0.063	0.0%

Sédimentométrie Diamètre équivalent (μm)	Pourcentage Passant (%)
---	-------------------------------



Commentaires : Gravier (2-32mm) : 0.00% Limon, Argile (<63 μm) 0.06%
Sable (0.063-<2mm) : 99.97%

Date : 2021-10-12



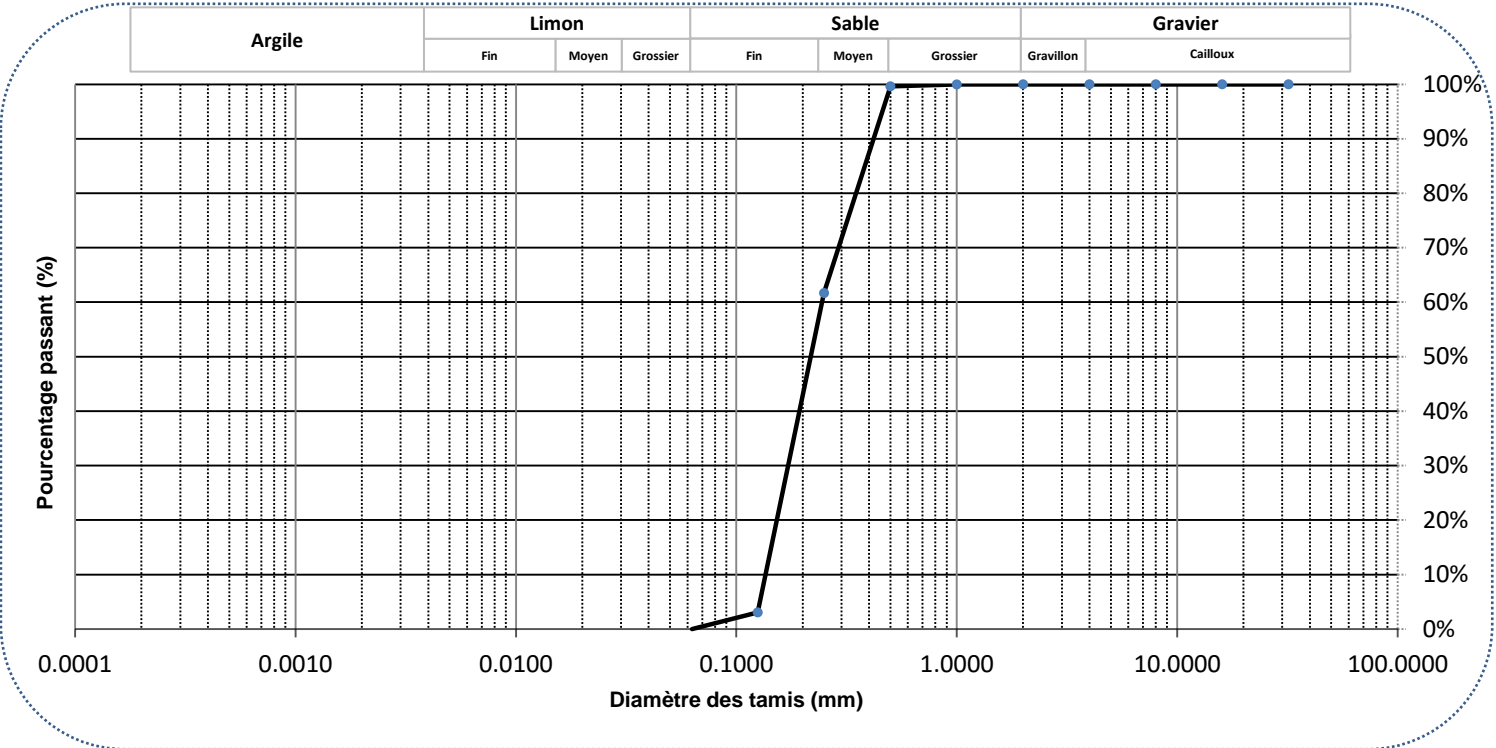
GRANULOMÉTRIE - SÉDIMENTOMÉTRIE

Classification Wentworth

No bon de travail : 21Q804385 Client : WSP Canada Inc.
 No échantillon : 2994875 Votre référence : TRPL1-MS
 Version du certificat : 1

Granulométrie Tamis (mm)	Pourcentage Passant (%)
32	100.0%
16	100.0%
8	100.0%
4	100.0%
2	100.0%
1	100.0%
0.500	99.6%
0.250	61.7%
0.125	3.1%
0.063	0.0%

Sédimentométrie Diamètre équivalent (µm)	Pourcentage Passant (%)



Commentaires : Gravier (2-32mm) : 0.00% Limon, Argile (<63µm) 0.01%
 Sable (0.063-<2mm) : 100.01%

Date : 2021-10-12



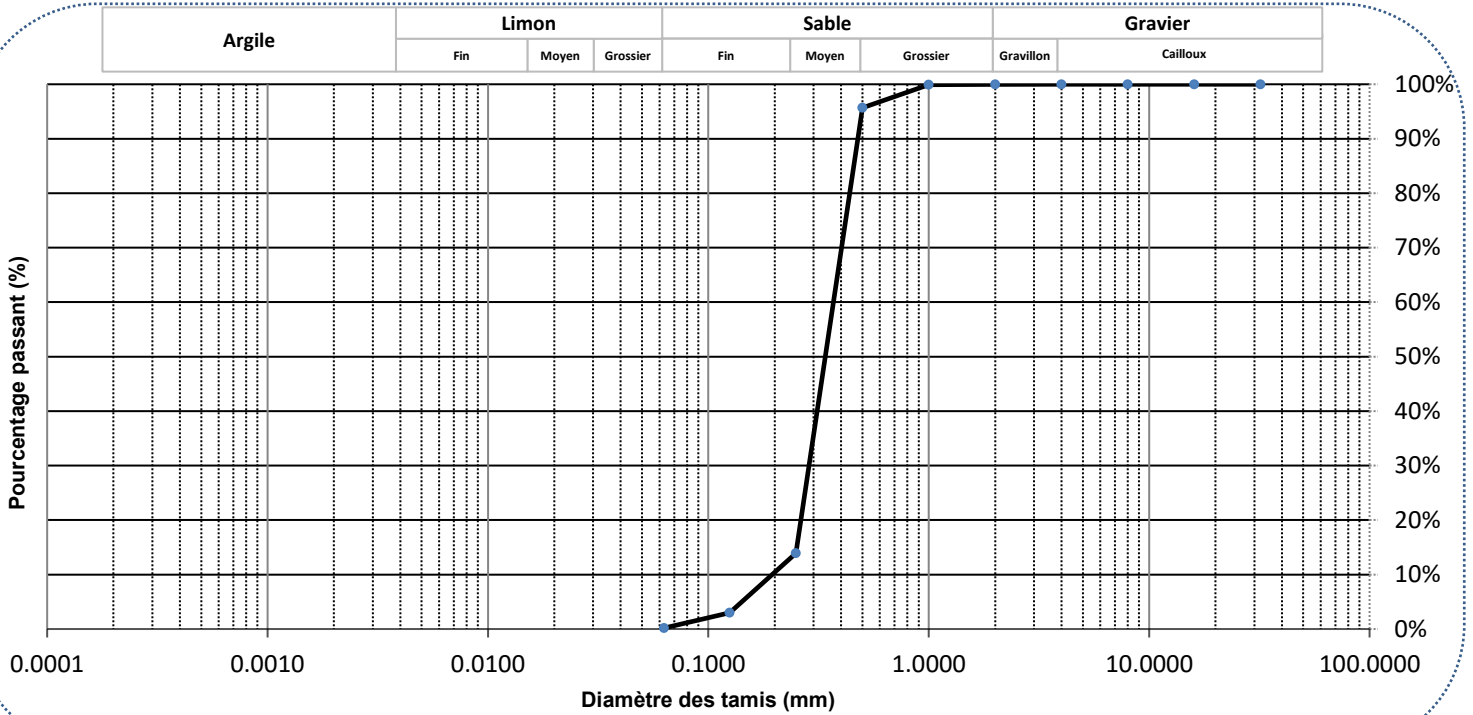
GRANULOMÉTRIE - SÉDIMENTOMÉTRIE

Classification Wentworth

No bon de travail : 21Q804385 Client : WSP CANADA INC
 No échantillon : 2994884 Votre référence : TRPL2C-MS
 Version du certificat : 1

Granulométrie Tamis (mm)	Pourcentage Passant (%)
32	100.0%
16	100.0%
8	100.0%
4	100.0%
2	100.0%
1	99.9%
0.500	95.7%
0.250	13.9%
0.125	3.0%
0.063	0.2%

Sédimentométrie Diamètre équivalent (µm)	Pourcentage Passant (%)



Commentaires : Gravier (2-32mm) : 0.05% Limon, Argile (<63µm) 0.15%
 Sable (0.063-<2mm) : 99.77%

Rouge

Date : 2021-09-27



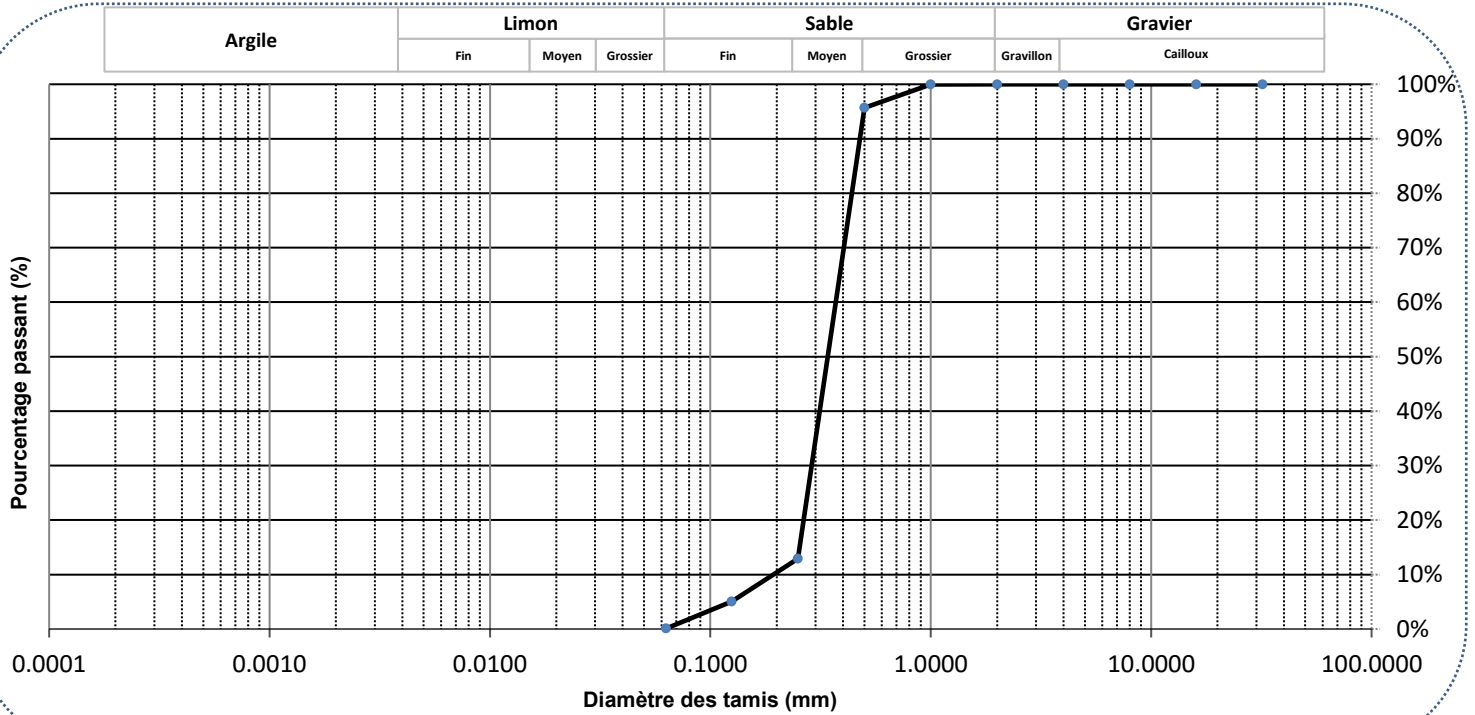
GRANULOMÉTRIE - SÉDIMENTOMÉTRIE

Classification Wentworth

No bon de travail :	21Q804385	Client :	WSP Canada Inc.
No échantillon :	2994885	Votre référence :	TRPL2C-Mi
Version du certificat :	1		

Granulométrie Tamis (mm)	Pourcentage Passant (%)
32	100.0%
16	100.0%
8	100.0%
4	100.0%
2	100.0%
1	100.0%
0.500	95.7%
0.250	12.9%
0.125	5.1%
0.063	0.1%

Sédimentométrie Diamètre équivalent (μm)	Pourcentage Passant (%)



Commentaires : Gravier (2-32mm) : 0.00% Limon, Argile (<63 μm) 0.12%
 Sable (0.063-<2mm) : 99.90%

Date : 2021-10-05



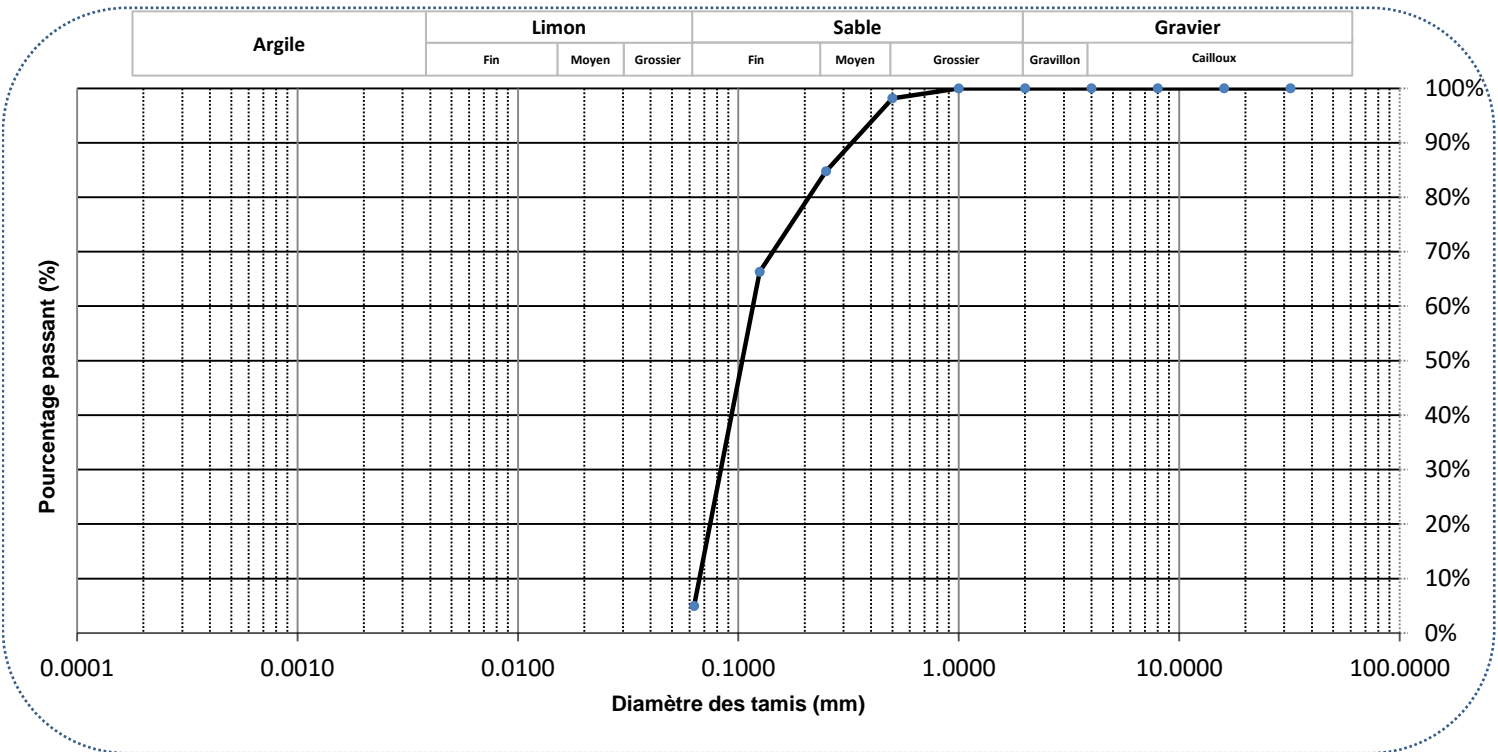
GRANULOMÉTRIE - SÉDIMENTOMÉTRIE

Classification Wentworth

No bon de travail : 21Q804385 Client : WSP CANADA INC
 No échantillon : 2994878 Votre référence : TRPL2C-PF
 Version du certificat : 1

Granulométrie Tamis (mm)	Pourcentage Passant (%)
32	100.0%
16	100.0%
8	100.0%
4	100.0%
2	100.0%
1	100.0%
0.500	98.2%
0.250	84.8%
0.125	66.3%
0.063	5.0%

Sédimentométrie Diamètre équivalent (µm)	Pourcentage Passant (%)



Commentaires : Gravier (2-32mm) : 0.00% Limon, Argile (<63µm) 4.56%
 Sable (0.063-<2mm) : 95.04%

Date : 2021-10-12



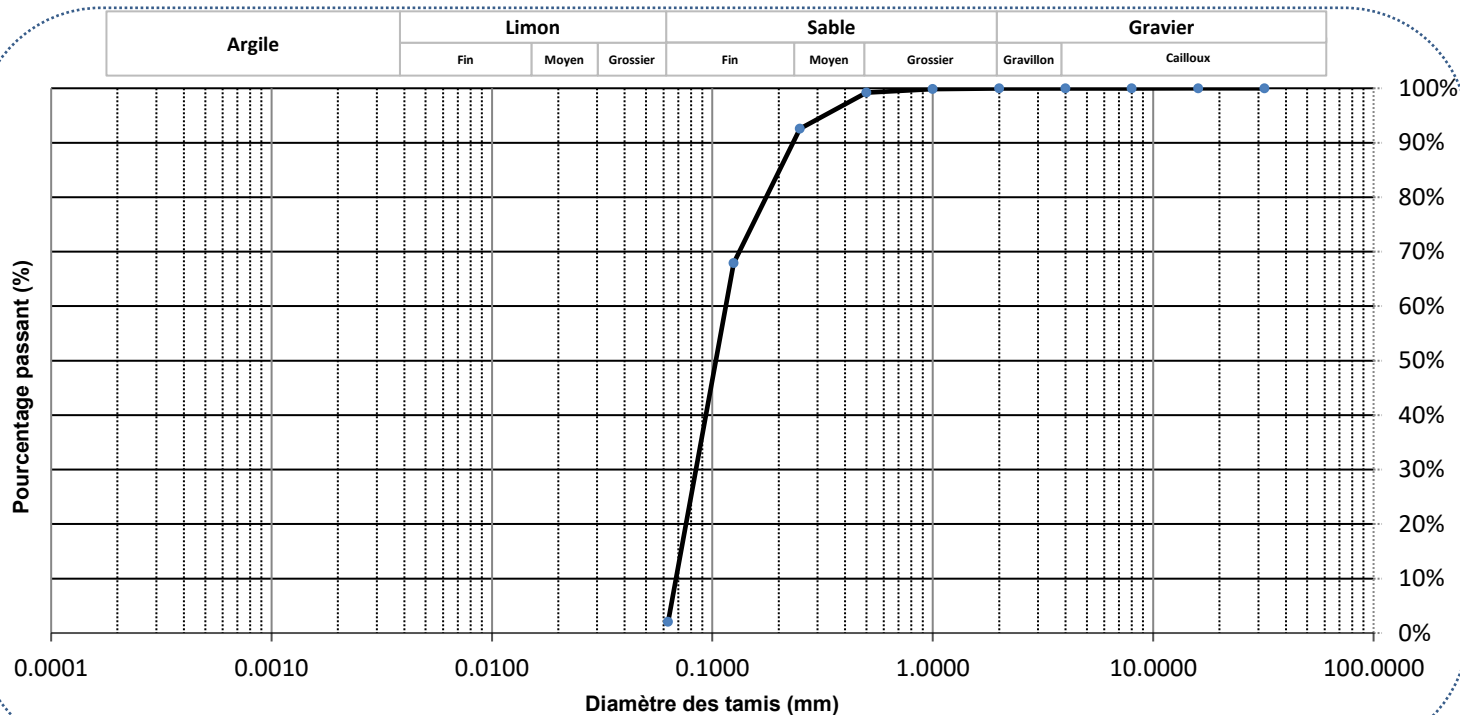
GRANULOMÉTRIE - SÉDIMENTOMÉTRIE

Classification Wentworth

No bon de travail : 21Q804385 Client : WSP Canada Inc.
No échantillon : 2994879 Votre référence : TRPL3-PF
Version du certificat : 1

Granulométrie Tamis (mm)	Pourcentage Passant (%)
32	100.0%
16	100.0%
8	99.9%
4	99.9%
2	99.9%
1	99.9%
0.500	99.2%
0.250	92.6%
0.125	67.9%
0.063	2.1%

Sédimentométrie Diamètre équivalent (μm)	Pourcentage Passant (%)
---	-------------------------------



Commentaires : Gravier (2-32mm) : 0.06% Limon, Argile (<63 μm) 2.10%
Sable (0.063-<2mm) : 97.88%

Date : 2021-10-05

ANNEXE

J

CARACTÉRISTIQUES DES SITES

Zone de marnage supérieure

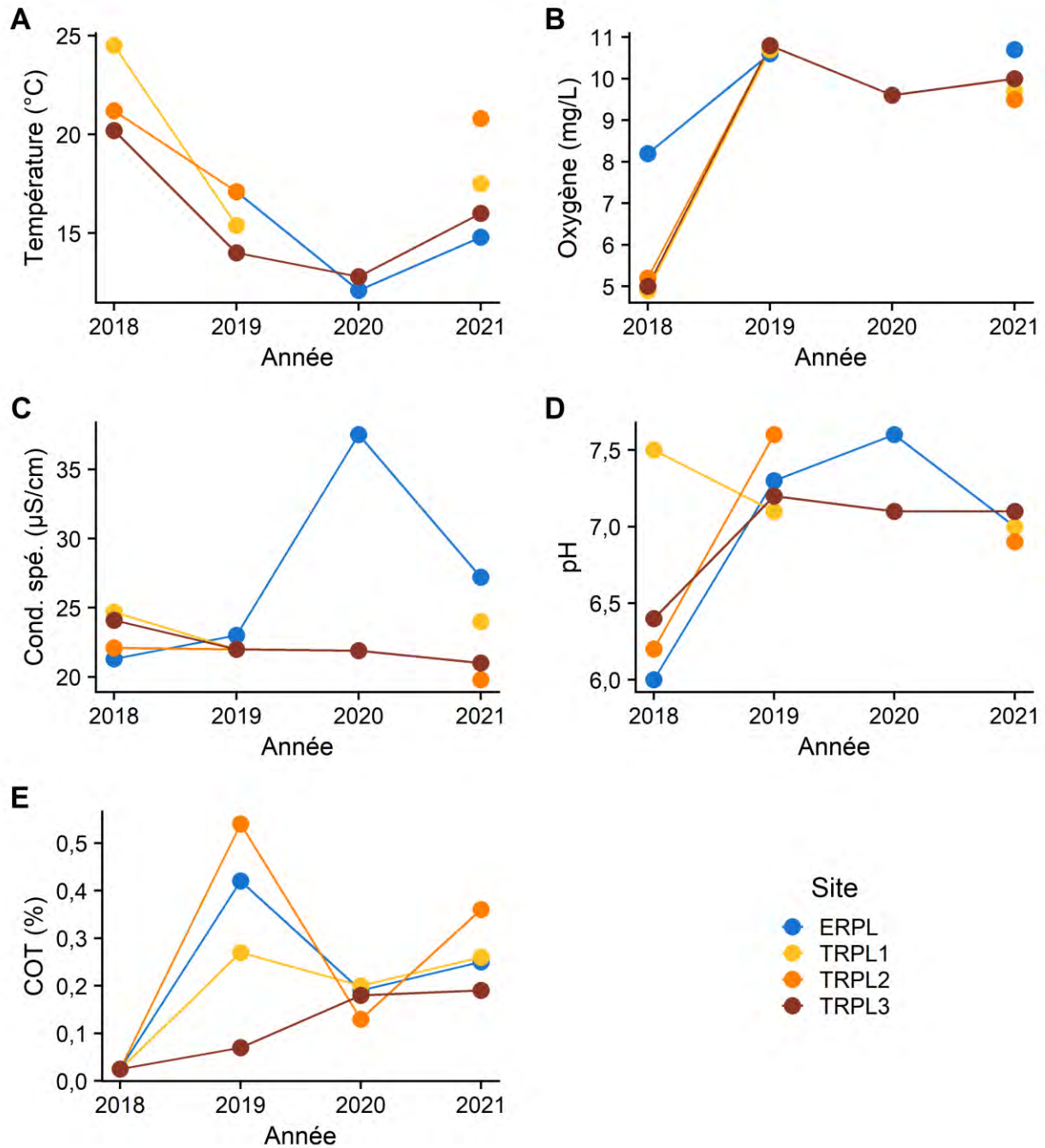


Figure J-1. Caractéristiques des sites de la zone de marnage supérieure de 2018 à 2021

Zone de marnage inférieure

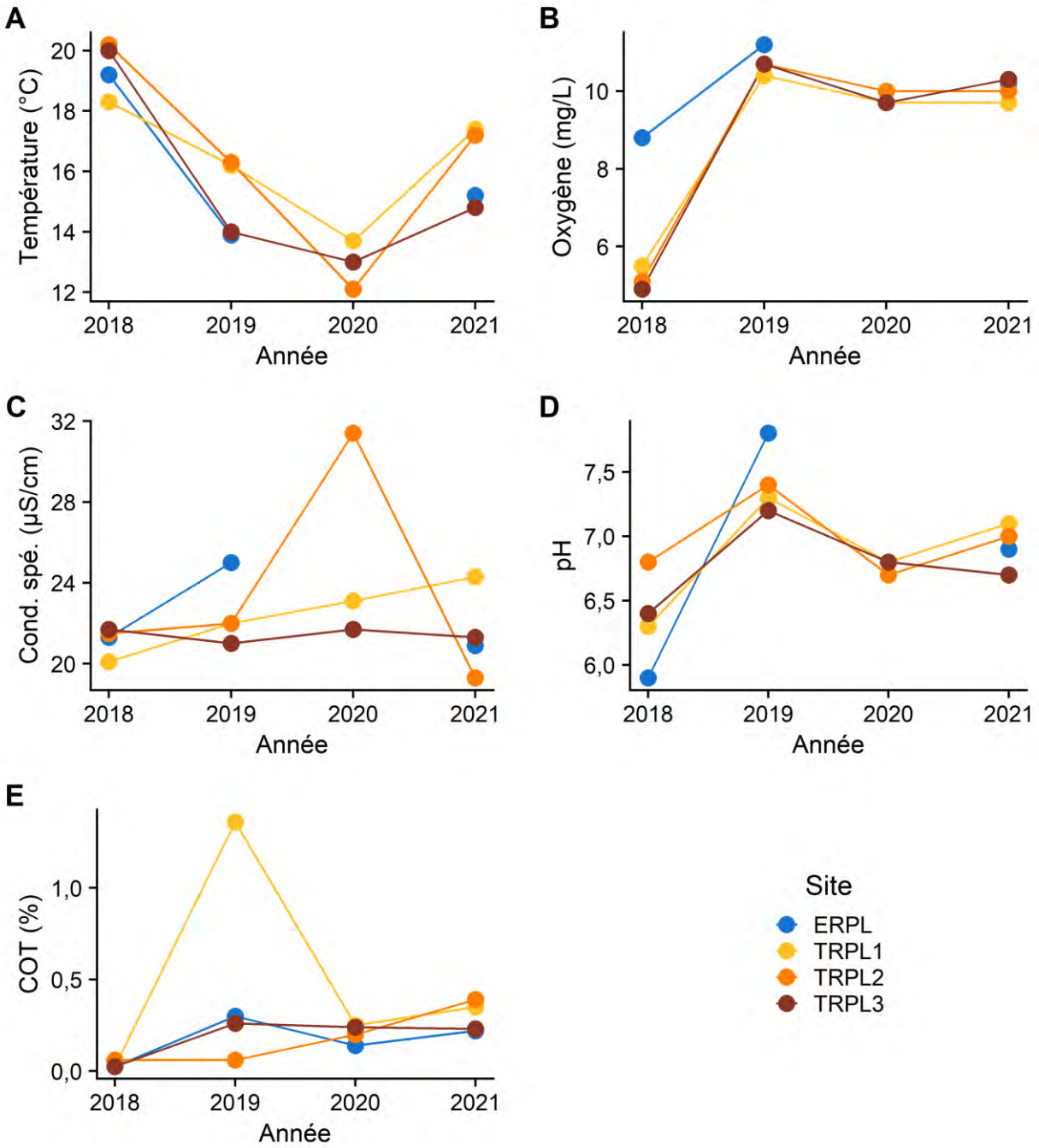


Figure J-2. Caractéristiques des sites de la zone de marnage inférieure de 2018 à 2021

Zone profonde

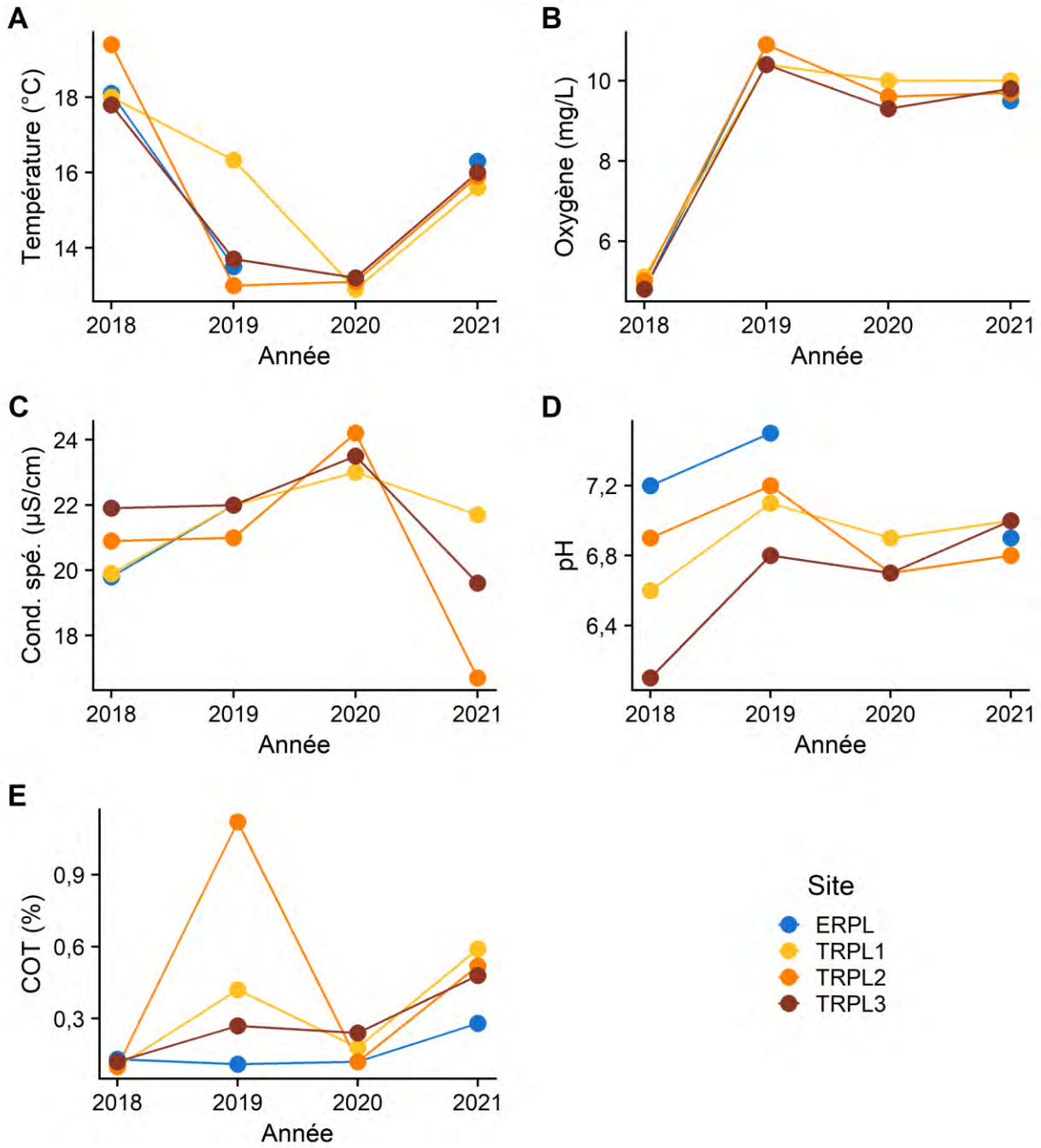


Figure J-3. Caractéristiques des sites de la zone profonde de 2018 à 2021

Granulométrie - Zone de marnage supérieure

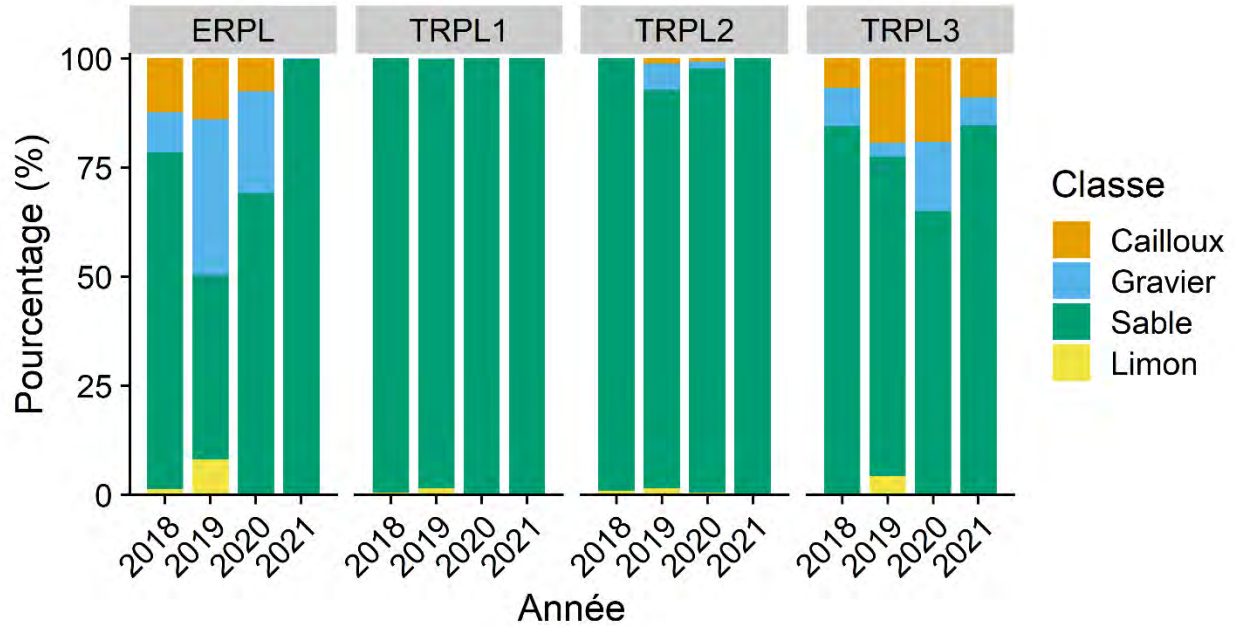


Figure J-4. Granulométrie des sites de la zone de marnage supérieure de 2018 à 2021

Granulométrie - Zone de marnage inférieure

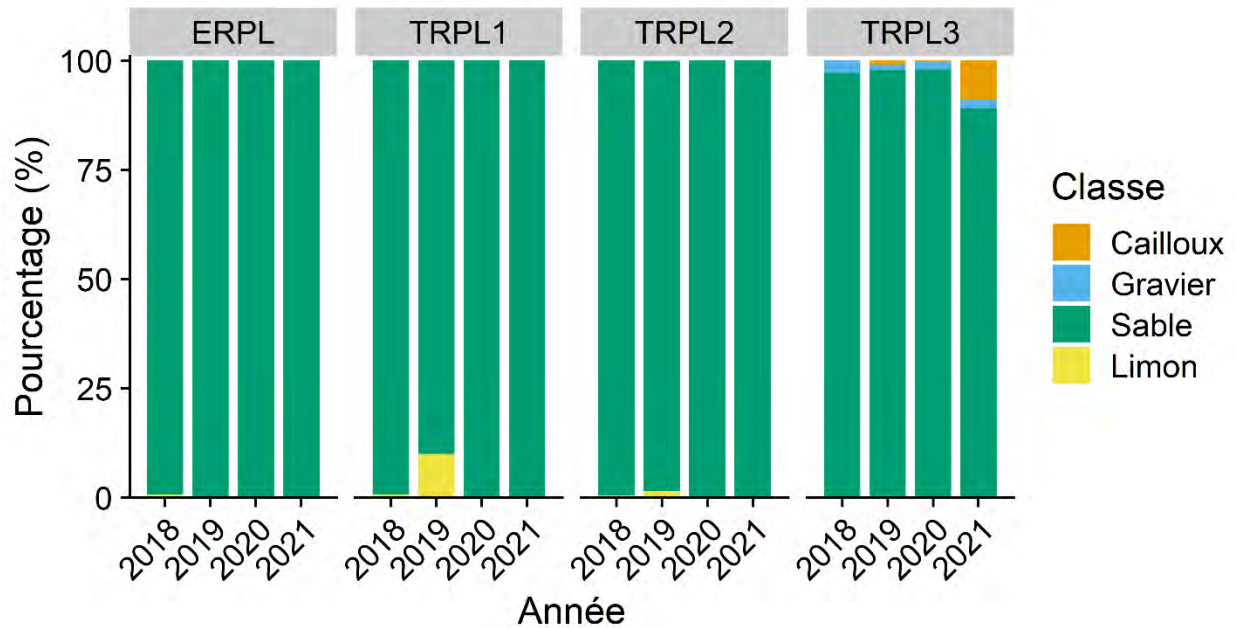


Figure J-5 Granulométrie des sites de la zone de marnage inférieure de 2018 à 2021

Granulométrie - Zone profonde

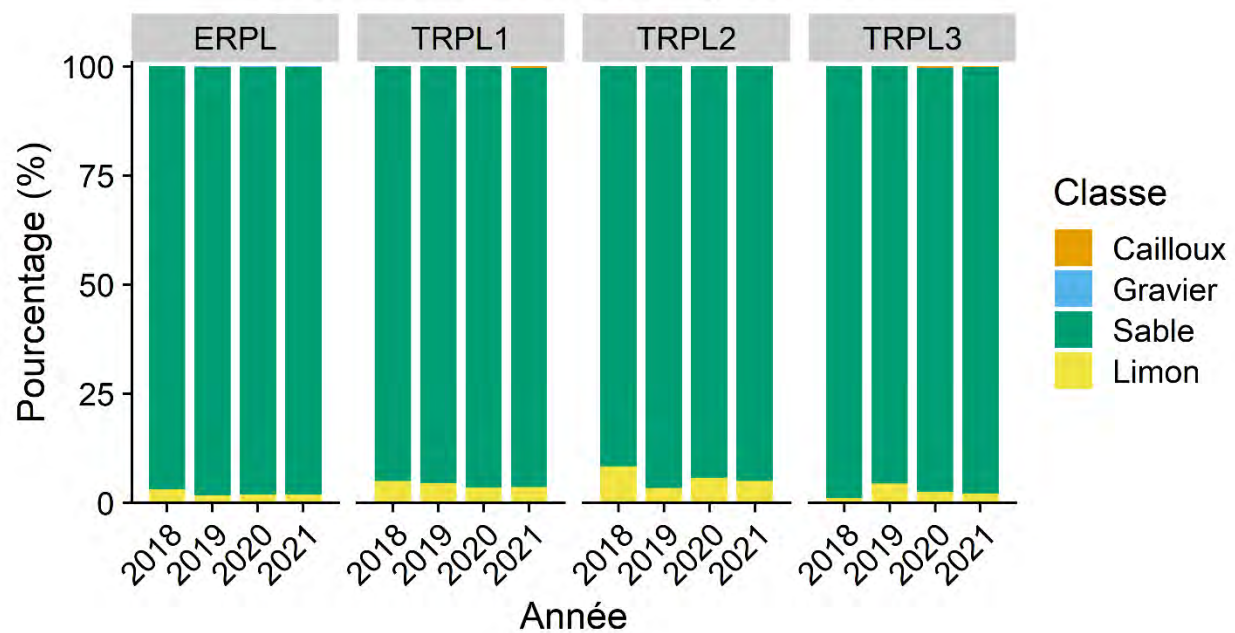


Figure J-6. Granulométrie des sites de la zone profonde de 2018 à 2021