

Aménagement hydroélectrique de la Péribonka
Suivi environnemental 2018 en phase exploitation

**Teneurs en mercure dans
la chair des poissons**



Aménagement hydroélectrique de la Péribonka Suivi environnemental 2018 en phase exploitation

Teneurs en mercure dans la chair des poissons

Version finale

Septembre 2019

Préparé par	 Claudia Cossette, Biologiste, M. Sc. Chargée de projet, AECOM	12 septembre 2019
	 Patricia Bolduc, biologiste, M. Sc. Analyste, AECOM	12 septembre 2019
Vérfié par	 Sylvain Lacasse, Biologiste, M. Sc. Directeur de projet, AECOM	12 septembre 2019
Approuvé par	 François Brodeau, Chargé de programme - Mercure Unité Expertise – Environnement naturel et humain Direction Environnement Hydro-Québec	12 septembre 2019
Approuvé par	 Amélie Côté-Bhéner, Conseillère Environnement Soutien environnemental Région Nord-Ouest Direction Environnement Hydro-Québec	12 septembre 2019

Le présent rapport a été préparé à la demande d'Hydro-Québec, dans le contexte déterminé par les termes spécifiques du mandat accordé à AECOM par Hydro-Québec et selon l'entente intervenue entre les deux parties. Aucune copie en tout ou en partie de ce rapport ne peut être réalisée par un tiers sans le consentement explicite d'Hydro-Québec.

Référence pour fins de citation :

COSSETTE, C., P. BOLDUC, S. LACASSE, F. BILODEAU ET A. CÔTÉ BHÉRER. 2019. *Aménagement hydroélectrique de la Péribonka. Suivi environnemental 2018 en phase exploitation. Teneurs en mercure dans la chair des poissons*. Rapport préparé par AECOM pour Hydro-Québec. 100 p. et annexes.

Mots clés : mercure, réservoir de la Péribonka, rivière Péribonka, grand corégone, grand brochet, touladi, doré jaune, omble de fontaine, ouananiche

Sommaire

Référence pour fins de citation :

COSSETTE, C., P. BOLDUC, S. LACASSE, F. BILODEAU ET A. CÔTÉ BHÉRER. 2019. *Aménagement hydroélectrique de la Péribonka. Suivi environnemental 2018 en phase exploitation. Teneurs en mercure dans la chair des poissons*. Rapport préparé par AECOM pour Hydro-Québec. 100 p. et annexes.

Résumé :

Cette étude s'inscrit dans le contexte du programme de suivi environnemental pour le projet de l'aménagement hydroélectrique de la Péribonka. Il s'agit de la quatrième campagne d'échantillonnage après l'aménagement pour mesurer les teneurs en mercure dans la chair des principales espèces de poissons, soit 11 ans après la mise en eau du réservoir de la Péribonka (2007). Les secteurs concernés sont le réservoir de la Péribonka, le secteur aval immédiat du réservoir, le secteur aval (chute du Diable) et le lac Manouane (milieu témoin). L'objectif principal de ce suivi est de mesurer les teneurs en mercure dans la chair des principales espèces de poissons afin de gérer le risque potentiel à la consommation de poissons à l'égard du mercure à la suite de la mise en eau des aménagements.

Comparaison des teneurs en mercure entre les plans d'eau étudiés en 2018 et l'état de référence

La comparaison entre les plans d'eau en 2018 a indiqué que les teneurs estimées en mercure pour le grand brochet d'une longueur standardisée de 600 mm du réservoir de la Péribonka (0,81 mg/kg) et du milieu témoin (1,00 mg/kg) étaient supérieures à la plage de variation en milieu naturel (0,36 à 0,77 mg/kg) et supérieures aux valeurs obtenues lors de l'état de référence (0,49 mg/kg), alors que pour l'aval immédiat (0,48 mg/kg) et le secteur de la chute du Diable (0,49 mg/kg), les valeurs étaient semblables à celles de l'état de référence et dans la plage de variation en milieu naturel.

En 2018, toutes les valeurs estimées en mercure pour le grand corégone d'une longueur standardisée de 400 mm sont situées dans la plage de variation en milieu naturel (0,07 à 0,24 mg/kg). L'ensemble des secteurs à l'étude présentent des valeurs similaires pour les teneurs moyennes à la longueur standardisée de 400 mm (entre 0,16 et 0,19 mg/kg) et semblables à celles de l'état de référence.

En 2018, les résultats montrent que les teneurs en mercure chez le doré jaune d'une longueur standardisée de 400 mm sont significativement plus élevées dans le réservoir (0,77 mg/kg) que dans les secteurs aval du réservoir (valeurs égales de 0,60 mg/kg) et que par rapport à l'état de référence (0,38 mg/kg). Les teneurs dans le réservoir sont également supérieures à la plage de variation en milieu naturel (0,28 à 0,48 mg/kg).

Les teneurs en mercure sont semblables entre le lac Manouane (milieu témoin; 0,73 mg/kg) et le réservoir de la Péribonka (0,53 mg/kg) chez la lotte d'une longueur standardisée de 500 mm. Les valeurs sont également à l'intérieur de la plage de variation en milieu naturel (0,49 à 0,74 mg/kg). Le touladi ayant été capturé uniquement dans le lac témoin, aucune comparaison spatiale n'a pu être faite. Chez l'omble de fontaine, les teneurs en mercure pour une longueur standardisée de 200 mm sont significativement plus élevées dans le réservoir de la Péribonka (0,25 mg/kg) que dans la rivière Péribonka lors de l'état de référence (0,08 mg/kg). Les valeurs obtenues en 2018 seraient supérieures à la plage de variation en milieu naturel, mais cette dernière a été établie pour une longueur standardisée de 300 mm.

Comparaison des teneurs en mercure entre les différentes années de suivi environnemental

Les résultats de l'année 2018 (1,01 mg/kg) indiquent une hausse des teneurs en mercure dans la chair du grand brochet d'une longueur standardisée de 600 mm par rapport aux autres années du suivi dans le lac témoin, cette hausse étant non significative par rapport à 2015 (0,86 mg/kg), mais significative par rapport aux années 2011 (0,59 mg/kg) et 2013 (0,65 mg/kg). Dans le réservoir de la Péribonka (0,79 mg/kg), les teneurs sont demeurées stables depuis 2013, mais significativement plus élevées que lors de l'état de référence. Pour l'aval immédiat du réservoir (0,52 mg/kg) et le secteur de la chute du Diable (0,46 mg/kg), les teneurs moyennes en mercure en 2018 sont demeurées similaires à celles de l'état de référence.

Aucune problématique particulière n'est survenue en 2018 dans les teneurs en mercure chez le grand corégone d'une longueur standardisée de 400 mm par rapport aux années précédentes. En effet, les teneurs estimées sont semblables à l'état de référence dans tous les secteurs étudiés.

Dans le réservoir de la Péribonka, les résultats mesurés chez le doré jaune d'une longueur standardisée de 400 mm pour l'année 2018 (0,77 mg/kg) indiquent une teneur moyenne en mercure semblable à celle de l'année 2015 (0,73 mg/kg) et significativement supérieure à l'état de référence (0,35 mg/kg). Les teneurs moyennes en mercure obtenues en 2018 sont également semblables avec les autres années depuis 2011 pour les deux secteurs aval du barrage. Toutefois, ces teneurs sont toujours supérieures à l'état de référence. Les teneurs observées en 2018 sont supérieures à la plage de variation en milieu naturel (0,28 à 0,48 mg/kg) dans le réservoir de la Péribonka, le secteur aval immédiat et le secteur aval (chute du Diable).

Alors que les teneurs en mercure étaient stables entre 2011 (1,37 mg/kg) et 2013 (1,37 mg/kg) chez le touladi d'une longueur standardisée de 600 mm, l'année 2018 présente une hausse significative des teneurs en mercure (2,52 mg/kg) du lac Manouane (milieu témoin), seul endroit où cette espèce a été capturée. Cette hausse était également significative par rapport à l'année 2015 (1,71 mg/kg). Depuis 2011, les teneurs ont cependant toujours excédé la plage de variation en milieu naturel (0,23 à 1,11 mg/kg). Les teneurs en mercure dans la chair de la lotte d'une longueur standardisée de 500 mm ont également augmenté significativement en 2018 (0,65 mg/kg) par rapport aux années précédentes dans le lac témoin, mais ces valeurs se situent dans la plage de variation en milieu naturel (0,49 à 0,74 mg/kg). Dans le réservoir de la Péribonka, la teneur moyenne en mercure chez la lotte (0,48 mg/kg) est similaire avec les autres années et se situe à la limite inférieure de la plage de variation naturelle.

Alimentation des poissons

L'analyse des contenus stomacaux offre des informations ponctuelles et ne reflète pas nécessairement un portrait complet de l'alimentation des poissons sur une base annuelle. Néanmoins, certaines tendances sont observables dans les contenus des différentes espèces en 2018.

Chez les espèces principalement piscivores comme le doré jaune, le grand brochet et la lotte, les poissons constituent le type de proie le plus important en termes de fréquence d'occurrence et de biomasse relative. Bien que les insectes aquatiques ou d'autres types de proies figurent également au régime alimentaire de quelques individus de certaines classes de taille, la contribution relative à la biomasse stomacale de ce type de proie demeure négligeable comparativement aux poissons-proies. Le touladi, présent uniquement au lac Manouane, affiche également un régime piscivore, ce qui est conforme aux informations tirées de la littérature à propos de cette espèce. Le grand corégone est généralement insectivore, alors que dans le secteur aval immédiat et le lac Manouane, il s'est avéré principalement piscivore chez les poissons de taille supérieure à 350 mm.

Comme le doré jaune et le grand brochet se nourrissent essentiellement de poissons, les teneurs en mercure rencontrées sont plus élevées par rapport aux espèces ayant un régime alimentaire plus varié (insectes aquatiques, mollusques, petits poissons, etc.) comme le grand corégone, et ce, indépendamment de leur lieu de capture. Dans une moindre mesure, le même constat s'applique à l'omble de fontaine qui, bien que parfois piscivore, s'avère plutôt généraliste. Soulignons que par le biais de la bioamplification, les teneurs en mercure augmentent à chaque niveau trophique de la chaîne alimentaire aquatique.

Recommandations de consommation de poissons en 2019

La production d'un guide de consommation spécifique pour la région du réservoir de la Péribonka n'apparaît pas nécessaire, tel que prévu à l'étude d'impact. En effet, les recommandations de consommation correspondant aux teneurs mesurées en 2018 sont équivalentes à celles émises dans le *Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce* du MELCC. Toutefois, les recommandations seraient à revoir pour le lac Manouane en raison de l'augmentation constante des teneurs moyennes en mercure chez les poissons piscivores et omnivores dont le grand brochet, le touladi et la lotte, augmentation qui serait due à un changement de régime alimentaire lié à la gestion du niveau de l'eau de ce lac témoin.

Bilan du programme de suivi

Les résultats des quatre suivis post-aménagement (2011, 2013, 2015 et 2018) confirment les prévisions des études d'avant-projet selon lesquelles les augmentations des teneurs en mercure dans la chair des poissons seraient de faibles amplitudes et n'auraient pas pour effet d'en modifier les recommandations de consommation de poissons actuellement en vigueur. Les suivis ont tous été réalisés conformément au programme de suivi environnemental. Les engagements liés à cette composante ont tous été atteints et c'est pourquoi aucun autre suivi additionnel n'est requis à la lumière des résultats obtenus concernant les plans d'eau affectés par le projet de l'aménagement hydroélectrique de la Péribonka.

Mots clés : mercure, réservoir de la Péribonka, rivière Péribonka, grand corégone, grand brochet, touladi, doré jaune, omble de fontaine, ouananiche

Liste de distribution : Hydro-Québec

Version : Finale

Code de diffusion : Interne-externe

Date : Septembre 2019

Équipe de réalisation

Hydro-Québec – Direction Environnement

800, boul. de Maisonneuve Est, 23^e étage, Montréal (Québec) H2L 4M8

Chargé de programme - Mercure
François Bilodeau, chimiste, M.Sc.,

Conseillère Environnement
Amélie Côté-Bherer, biologiste, M. Sc.,

AECOM

3219, boulevard Saint-François, Bureau 207C, Jonquière (Québec), G7T 1A1

Directeur de projet
Sylvain Lacasse, biologiste, M. Sc.

Chargé de projet, analyse et rédaction
Claudia Cossette, biologiste, M. Sc.

Analyse et rédaction
Patricia Bolduc, biologiste, M. Sc.

Adjoint au directeur de projet, coordonnateur régional et chef d'équipe au terrain
Sylvain Daraïche, biologiste

Responsable « Santé, sécurité et environnement » (SSE)
Yannick Bergeron, technicien

Inventaires au terrain
Sylvain Daraïche, biologiste
Stéphane Sacotte, biologiste, M. Sc.
Valérie Tremblay, biologiste, M. Sc.
Emmanuel Maltais, biologiste, M. Sc.
Martin Beauchesne, biologiste

Analyse des contenus stomacaux
Maude Thériault-Gauthier, biologiste, M. Sc.

Compilation des données
Manon Racine, biologiste

Cartographie
Josée Dubois, biologiste et cartographe, M. Sc.

Contrôle de la qualité en cartographie
Caroline Richard, géographe, M. Sc.

Édition
Michèle Gagnon, éditrice scientifique

Table des matières

Équipe de réalisation	vii
1 Introduction	1
1.1 Mise en contexte	1
1.2 Engagements généraux	2
1.3 Engagements et obligations spécifiques	2
1.4 Études antérieures	2
1.5 Objectifs spécifiques	4
2 Méthodes	5
2.1 Choix des espèces et des plans d'eau.....	5
2.2 Échantillonnage.....	6
2.3 Mesures et détermination analytique	9
2.4 Traitement des données.....	12
2.4.1 Détermination des longueurs standardisées.....	12
2.4.2 Analyses statistiques	14
2.4.2.1 Établissement de la variation naturelle dans les teneurs en mercure.....	14
2.4.2.2 Comparaison entre les plans d'eau pour l'année 2018 (analyses spatiales).....	16
2.4.2.3 Comparaison entre l'état de référence et les années de suivi environnemental (analyses temporelles)	17
2.4.2.4 Interprétation des résultats	17
2.5 Analyse des contenus stomacaux.....	18
3 Résultats et discussion	21
3.1 Teneurs en mercure dans la chair des poissons - analyses spatiales	21
3.1.1 Grand brochet.....	21
3.1.2 Grand corégone.....	23
3.1.3 Doré jaune	25
3.1.4 Lotte.....	27
3.1.5 Touladi	29
3.1.6 Omble de fontaine.....	31
3.1.7 Ouananiche.....	33
3.2 Teneurs en mercure dans la chair des poissons – analyses temporelles.....	33
3.2.1 Grand brochet.....	33
3.2.1.1 Milieu témoin (lac Manouane).....	33
3.2.1.2 Réservoir de la Péribonka.....	38
3.2.1.3 Aval immédiat	40
3.2.1.4 Secteur de la chute du Diable (secteur aval de la centrale)	40
3.2.2 Grand corégone.....	43
3.2.2.1 Milieu témoin (lac Manouane).....	43
3.2.2.2 Réservoir de la Péribonka.....	43
3.2.2.3 Aval immédiat	43
3.2.2.4 Secteur de la chute du Diable (secteur aval de la centrale)	47
3.2.3 Doré jaune	49
3.2.3.1 Réservoir de la Péribonka.....	49
3.2.3.2 Aval immédiat	49
3.2.3.3 Secteur de la chute du Diable (secteur aval de la centrale)	52
3.2.4 Touladi	54
3.2.4.1 Milieu témoin (lac Manouane).....	54
3.2.5 Lotte.....	56
3.2.5.1 Milieu témoin (lac Manouane).....	56
3.2.5.2 Réservoir de la Péribonka.....	56

3.2.6	Omble de fontaine.....	59
3.2.7	Constats généraux.....	59
3.2.7.1	Grand brochet, lotte et touladi.....	59
3.2.7.2	Autres espèces.....	66
3.3	Alimentation des poissons.....	66
3.3.1	Grand brochet.....	67
3.3.1.1	Occurrence des proies ingérées.....	67
3.3.1.2	Biomasse relative des proies ingérées.....	71
3.3.1.3	Présence de parasites.....	73
3.3.1.4	Constat général.....	73
3.3.2	Grand corégone.....	73
3.3.2.1	Occurrence des proies ingérées.....	74
3.3.2.2	Biomasse relative des proies ingérées.....	74
3.3.2.3	Constat général.....	76
3.3.3	Doré jaune.....	76
3.3.3.1	Occurrence des proies ingérées.....	76
3.3.3.2	Biomasse relative des proies ingérées.....	77
3.3.3.3	Constat général.....	79
3.3.4	Lotte.....	79
3.3.4.1	Occurrence des proies ingérées.....	79
3.3.4.2	Biomasse relative des proies ingérées.....	80
3.3.4.3	Constat général.....	80
3.3.5	Touladi.....	81
3.3.5.1	Occurrence des proies ingérées.....	81
3.3.5.2	Biomasse relative des proies ingérées.....	81
3.3.5.3	Constat général.....	81
3.3.6	Omble de fontaine.....	82
3.3.6.1	Occurrence des proies ingérées.....	82
3.3.6.2	Biomasse relative des proies ingérées.....	82
3.3.6.3	Constat général.....	83
3.4	Comparaison avec les prévisions d'augmentation des teneurs en mercure.....	84
3.5	Répercussion sur la consommation de poissons.....	86
3.5.1	Règles générales de consommation.....	86
3.5.2	Recommandations proposées à la lumière des teneurs obtenues en 2018.....	87
3.5.2.1	Grand brochet.....	89
3.5.2.2	Grand corégone.....	90
3.5.2.3	Doré jaune.....	90
3.5.2.4	Touladi.....	91
3.5.2.5	Lotte.....	91
3.5.2.6	Omble de fontaine et ouananiche.....	92
3.5.2.7	Bilan des recommandations.....	92
4	Conclusion.....	93
4.1	Évolution des teneurs en mercure dans la chair des poissons.....	93
4.1.1	Évolution spatiale.....	93
4.1.2	Évolution temporelle.....	94
4.2	Alimentation des poissons.....	95
4.3	Recommandations de consommation.....	95
4.4	Atteinte des objectifs, engagements et recommandations.....	96
5	Bibliographie.....	97

Liste des annexes

Annexe A	Nombre de spécimens analysés pour le mercure
Annexe B	Structures osseuses
Annexe C	Classification de Buckmann (1929)
Annexe D	Triplicatas de laboratoire
Annexe E	Triplicatas fantômes et résultats des reprises
Annexe F	Prévisions des teneurs en mercure lors de l'étude d'avant-projet (Gendron et Burton, 2003)
Annexe G	Illustration des résidus de <i>Student</i> en fonction de la longueur totale centrée
Annexe H	Courbes et équations des régressions polynomiales

Liste des tableaux

Tableau 1 :	Effort de pêche.....	6
Tableau 2 :	Classes de taille et nombre de spécimens visés par classe.....	9
Tableau 3 :	Coefficients de variation des triplicatas de laboratoire et des triplicatas fantômes en 2018.....	12
Tableau 4 :	Longueur moyenne des poissons capturés en 2018.....	13
Tableau 5 :	Plage de variation des teneurs en mercure dans le milieu naturel.....	15
Tableau 6 :	Répartition des intervalles de taille par espèce pour l'analyse du régime alimentaire des poissons.....	19
Tableau 7 :	Quantification des teneurs en mercure depuis l'état de référence dans les secteurs à l'étude.....	34
Tableau 8 :	Nombre de captures totales des différentes espèces selon le secteur.....	67
Tableau 9 :	Occurrence des différents groupes de proies ingérés par les poissons capturés en 2018.....	68
Tableau 10 :	Teneurs en mercure prévues et observées chez les poissons du réservoir de la Péribonka, de l'aval immédiat du réservoir et du secteur aval (secteur de la chute du Diable) 11 ans après la mise en eau du réservoir de la Péribonka.....	85
Tableau 11 :	Nombre maximal de repas par mois recommandé pour les adultes en général selon la teneur en mercure.....	86
Tableau 12 :	Recommandations de consommation pour les poissons des différents secteurs de la rivière Péribonka ^A	88

Liste des cartes

Carte 1 :	Stations d'échantillonnage.....	7
-----------	---------------------------------	---

Liste des figures

Figure 1 :	Évolution spatiale de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (600 mm) chez le grand brochet en 2018.....	22
Figure 2 :	Évolution spatiale de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (400 mm) chez le grand corégone en 2018.....	24
Figure 3 :	Évolution spatiale de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (400 mm) chez le doré jaune en 2018.....	26
Figure 4 :	Évolution spatiale de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (500 mm) chez la lotte en 2018.....	28

Figure 5 :	Évolution spatiale de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (600 mm) chez le touladi en 2018.....	30
Figure 6 :	Évolution spatiale de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (200 mm) chez l'omble de fontaine en 2018	32
Figure 7 :	Évolution temporelle de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (600 mm) chez le grand brochet du milieu témoin (lac Manouane).	37
Figure 8 :	Évolution temporelle de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (600 mm) chez le grand brochet du réservoir de la Péribonka.....	39
Figure 9 :	Évolution temporelle de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (600 mm) chez le grand brochet de l'aval immédiat de la centrale de la Péribonka.	41
Figure 10 :	Évolution temporelle de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (600 mm) chez le grand brochet du secteur aval (chute du Diable).	42
Figure 11 :	Évolution temporelle de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (400 mm) chez le grand corégone du milieu témoin (lac Manouane).	44
Figure 12 :	Évolution temporelle de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (400 mm) chez le grand corégone du réservoir de la Péribonka.....	45
Figure 13 :	Évolution temporelle de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (400 mm) chez le grand corégone de l'aval immédiat du réservoir de la Péribonka.	46
Figure 14 :	Évolution temporelle de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (400 mm) chez le grand corégone du secteur aval (chute du Diable).....	48
Figure 15 :	Évolution temporelle de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (400 mm) chez le doré jaune du réservoir de la Péribonka.....	50
Figure 16 :	Évolution temporelle de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (400 mm) chez le doré jaune de l'aval immédiat du réservoir de la Péribonka.	51
Figure 17 :	Évolution temporelle de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (400 mm) chez le doré jaune du secteur aval du réservoir (chute du Diable).	53
Figure 18 :	Évolution temporelle de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (600 mm) chez le touladi dans le milieu témoin (lac Manouane).	55
Figure 19 :	Évolution temporelle de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (500 mm) chez la lotte du milieu témoin (lac Manouane).....	57
Figure 20 :	Évolution temporelle de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (500 mm) chez la lotte du réservoir de la Péribonka	58
Figure 21 :	Relation (a) longueur-âge et (b) teneur en mercure-âge chez le grand brochet.....	60
Figure 22 :	Relation (a) longueur-âge et (b) teneur en mercure-âge chez le touladi du lac Manouane.....	61
Figure 23 :	Cote d'élévation du niveau d'eau mesuré au lac témoin (lac Manouane) entre les années 2000 et 2018	64

Figure 24 :	Cote d'élévation du niveau d'eau mesuré au lac témoin (lac Manouane) pour les années présentant des niveaux plus élevés que la moyenne	65
Figure 25	Biomasse relative des proies identifiables ingérées (excluant le chyme) par les grands brochets capturés en 2018. Le chiffre au-dessus des bandes représente le nombre d'estomacs non vides.....	72
Figure 26 :	Biomasse relative des proies identifiables ingérées (excluant le chyme) par les grands corégones capturés en 2018. Le chiffre au-dessus des bandes représente le nombre d'estomacs non vides.....	75
Figure 27 :	Biomasse relative des proies identifiables ingérées (excluant le chyme) par les dorés jaunes capturés en 2018. Le chiffre au-dessus des bandes représente le nombre d'estomacs non vides.....	78
Figure 28 :	Biomasse relative des proies identifiables ingérées (excluant le chyme) par les lottes capturées en 2018. Le chiffre au-dessus des bandes représente le nombre d'estomacs non vides.....	80
Figure 29 :	Biomasse relative des proies identifiables ingérées (excluant le chyme) par les touladis capturés en 2018. Le chiffre au-dessus des bandes représente le nombre d'estomacs non vides.....	82
Figure 30 :	Biomasse relative des proies identifiables ingérées (excluant le chyme) par les ombles de fontaine capturés en 2018. Le chiffre au-dessus des bandes représente le nombre d'estomacs non vides.....	83

Liste des photos

Photo 1 :	Prise de la longueur d'un grand brochet	10
Photo 2 :	Prise de la masse d'un grand brochet.....	10
Photo 3 :	Échantillon de chair.....	10

1 Introduction

1.1 Mise en contexte

Hydro-Québec a construit en 2004 un barrage sur la rivière Péribonka, en amont immédiat de la confluence avec la rivière Manouane. La mise en eau du réservoir a été effectuée en septembre et octobre 2007, alors que la centrale a été mise en opération au printemps 2008.

Le barrage et deux digues ont créé un réservoir d'une superficie de 31,6 km². Ce réservoir alimente une centrale souterraine d'une puissance installée de 385 MW. La centrale, exploitée au fil de l'eau, possède un débit d'équipement de 630 m³/s, un débit module de 483 m³/s et une hauteur de chute maximale de 69,6 m. En conditions normales, le niveau maximal du réservoir est de 244,2 m. La production de la centrale est arrimée à celle de la centrale de la Chute-des-Passes de la compagnie Rio Tinto Alcan.

L'aménagement comprend les ouvrages suivants :

- un barrage de 80 m de hauteur au point kilométrique 151,8 de la rivière Péribonka et deux digues de fermeture;
- un évacuateur de crues d'une capacité maximale de l'ordre de 5 300 m³/s;
- un accès routier permanent.

En ce qui a trait à la question du mercure, mentionnons que l'aménagement de réservoirs comporte généralement l'inondation d'une grande quantité de matière organique terrestre. La décomposition de cette matière organique inondée entraîne la production de mercure organique (méthylmercure) qui s'accumule le long de la chaîne alimentaire où les poissons constituent le dernier maillon du milieu aquatique (Schetagne et Therrien, 2013). Les teneurs en mercure dans la chair des poissons peuvent ainsi augmenter de façon importante, mais temporaire à la suite de la création d'un nouveau réservoir. Selon les espèces de poissons et la dimension des réservoirs, il peut s'écouler entre 10 et 35 ans avant le rétablissement des teneurs en mercure dans la chair des poissons équivalentes à celles mesurées en milieu naturel (Schetagne et Therrien, 2013; Bilodeau *et al.*, 2017). Malgré ces augmentations d'un facteur pouvant aller jusqu'à sept par rapport aux teneurs naturelles, elles ne sont pas néfastes pour la croissance ou la reproduction du poisson (Bilodeau *et al.*, 2015).

De plus, le suivi des teneurs en mercure réalisé chez les poissons du complexe La Grande révèle que le mercure peut être exporté en aval des réservoirs. L'exportation de mercure se fait surtout par le biais de certaines composantes présentes dans la colonne d'eau telles que la fraction dissoute (particules de moins de 0,45 µm de diamètre) et les particules en suspension (diamètre de 0,45 à 0,50 µm), contribuant respectivement à 64 et 33 % du méthylmercure exporté. Pour leur part, les débris végétaux, le phytoplancton, le zooplancton, le benthos et les poissons contribuent très peu à l'exportation du mercure (3 %). Néanmoins, l'accumulation de mercure dans la chair des poissons se fait essentiellement par le biais de la nourriture qu'ils ingèrent. En considérant uniquement le méthylmercure directement transféré aux poissons en aval, c'est-à-dire contenu dans les groupes d'organismes consommés par les poissons, le zooplancton représenterait plus de 90 % du total exporté et accumulé dans les poissons (Schetagne *et al.*, 2000).

Dans le cadre de l'étude d'avant-projet, les simulations réalisées suggéraient que la mise en eau du réservoir de la Péribonka devrait entraîner de faibles augmentations des teneurs en mercure chez les poissons fréquentant ce réservoir (facteur d'augmentation de 1,6 pour les espèces non piscivores et de 1,4 pour les espèces piscivores) et le secteur en aval de ce réservoir (facteur d'augmentation de 1,5 pour les espèces non piscivores et de 1,3 pour les espèces piscivores) (Hydro-Québec, 2003). Toutefois, les augmentations prévues pour les différentes espèces de poissons ne devraient pas avoir d'effets sur les recommandations de consommation déjà émises dans le *Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce* du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC, 2019).

1.2 Engagements généraux

La réalisation du projet d'aménagement hydroélectrique de la Péribonka est soumise au respect de nombreux engagements et conditions dont plusieurs concernent la protection de l'environnement et le suivi environnemental. Le gouvernement du Québec a autorisé le projet en vertu du décret 256-2004. L'approbation du gouvernement du Canada autorisant l'entreprise à effectuer les travaux a été transmise en avril 2004. Le ministère des Pêches et des Océans du Canada (MPO) a donné l'autorisation de modifier l'habitat du poisson en vertu du paragraphe 35(2) de la *Loi sur les pêches*.

Les engagements élaborés dans l'étude d'avant-projet, ceux pris lors des audiences publiques, ainsi que le contenu des ententes signées par Hydro-Québec avec les pouvoirs publics et les intervenants économiques de la région font également partie des obligations de l'entreprise dans le contexte du suivi environnemental.

Outre les conditions du décret, Hydro-Québec a élaboré, conformément à ses engagements dans le *Rapport d'avant-projet* (Hydro-Québec, 2003), un programme de suivi environnemental (Hydro-Québec, 2004) destiné à décrire les divers éléments devant faire l'objet d'un suivi après la mise en service de la centrale de la Péribonka.

1.3 Engagements et obligations spécifiques

Dans le cadre de l'étude d'impact et des réponses aux questions complémentaires, Hydro-Québec s'est engagée à réaliser un suivi des teneurs en mercure dans la chair des poissons aux années 2011, 2013, 2015 et 2018, soit respectivement 4, 6, 8 et 11 ans après la mise en eau du réservoir de la Péribonka.

1.4 Études antérieures

Les données de mercure dans la chair des poissons mesurées en 2001 chez les poissons des rivières Péribonka, au Serpent et Manouane, ainsi que de plusieurs tributaires du bief amont, ont été utilisées pour produire l'étude d'impact sur l'environnement en 2003 pour le projet d'aménagement hydroélectrique de la Péribonka et pour établir l'état de référence en vue du programme de suivi (Gendron et Burton, 2003).

Un total de 211 poissons a fait l'objet d'une analyse en 2001 pour déterminer la teneur en mercure lors de l'état de référence, soit sur 62 grands brochets, 59 grands corégones, 54 dorés jaunes, 30 ombles de fontaine et 6 ouananiches (Hydro-Québec, 2003). Les teneurs moyennes suivantes ont été obtenues :

- 0,64 mg/kg chez le grand brochet (*Esox lucius*) du secteur du réservoir projeté pour une longueur standardisée de 700 mm;
- 0,67 mg/kg chez le grand brochet du secteur aval du réservoir projeté pour une longueur standardisée de 700 mm;
- 0,17 mg/kg chez le grand corégone de forme normale (*Coregonus clupeaformis*) du secteur du réservoir projeté pour une longueur standardisée de 400 mm;
- 0,15 mg/kg chez le grand corégone du secteur aval du réservoir projeté pour une longueur standardisée de 400 mm;
- 0,40 mg/kg chez le doré jaune (*Sander vitreus*) du secteur du réservoir projeté pour une longueur standardisée de 400 mm;
- 0,32 mg/kg chez le doré jaune du secteur aval du réservoir projeté pour une longueur standardisée de 400 mm;
- 0,15 mg/kg chez l'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) du secteur du réservoir projeté pour une longueur standardisée de 300 mm;
- 0,28 mg/kg chez la ouananiche (*Salmo salar ouananiche*) des deux secteurs pour une longueur moyenne de 443 mm.

Selon les prévisions avancées dans l'étude d'impact et effectuées à l'aide du modèle de prévision des impacts développé par la SEBJ (Messier *et al.*, 1985), les teneurs maximales suivantes étaient prévues à la suite de la réalisation du projet pour le secteur du réservoir projeté et le secteur aval :

- 0,25 et 0,24 mg/kg chez le grand corégone respectivement pour le réservoir projeté et le secteur en aval du réservoir;
- 0,97 et 0,93 mg/kg chez le grand brochet respectivement pour le réservoir projeté et le secteur en aval;
- 0,49 et 0,47 mg/kg chez le doré jaune respectivement pour le réservoir projeté et le secteur en aval;
- 0,24 et 0,23 mg/kg chez l'omble de fontaine respectivement pour le réservoir projeté et le secteur en aval.

Ces teneurs maximales n'ayant pas d'incidence sur les recommandations de consommation, aucune modification n'a été apportée au *Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce* du MELCC à ce jour.

Des études de suivi des teneurs en mercure dans la chair des poissons ont été effectuées en 2011, 2013 et 2015 à la suite de la mise en eau du réservoir de la Péribonka. Lors des études des années 2011 et 2013, les résultats indiquaient que les teneurs en mercure chez le grand corégone et le grand brochet étaient inférieures aux prévisions, alors que pour le doré jaune, elles étaient légèrement supérieures aux prévisions à l'aval de la centrale et dans le secteur de la chute du Diable. Les valeurs pour le doré jaune se situaient alors dans la plage de variabilité naturelle pour cette espèce. En 2015, les résultats obtenus étaient légèrement différents. Chez le grand corégone, les valeurs observées en 2015 s'accordaient relativement bien avec les prévisions effectuées lors de l'étude d'avant-projet. En ce qui concerne le grand brochet du réservoir de la Péribonka, la teneur en mercure se situait légèrement au-dessus de la valeur prévue, alors qu'à l'aval du réservoir (aval immédiat et secteur de la chute du Diable), la valeur obtenue était nettement inférieure à la celle prévue. Pour le doré jaune, les prévisions établies par Hydro-Québec lors de l'étude d'avant-projet (Gendron et Burton, 2003) étaient dans le même ordre de grandeur que les

teneurs mesurées en 2015 pour ce qui est des dorés capturés à l'aval du réservoir, alors que les teneurs obtenues en 2015 dans le réservoir étaient supérieures aux valeurs prédites. Néanmoins, les recommandations de consommation pour toutes les espèces de poissons correspondant aux teneurs mesurées en 2015 étaient équivalentes à celles émises dans le *Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce* du MELCC. Tel que prévu dans l'étude d'impact, les résultats des suivis ne révèlent donc aucune augmentation des teneurs en mercure nécessitant d'émettre des restrictions de consommation additionnelles par rapport à celles déjà existantes.

L'étude actuelle, réalisée en 2018, soit 11 ans après la mise en eau du réservoir, représente la quatrième année du programme de suivi environnemental pour le mercure en phase d'exploitation.

Les études suivantes retracent l'ensemble des réalisations portant sur le suivi du mercure depuis 2001 :

- État de référence : 2001 (Gendron et Burton, 2003).
- Suivi en phase exploitation :
 - 2011 (4 ans après la mise en eau; Demarty *et al.*, 2012);
 - 2013 (6 ans après la mise en eau; Simoneau *et al.*, 2014);
 - 2015 (8 ans après la mise en eau; Cossette *et al.*, 2016);
 - 2018 (11 ans après la mise en eau ; Cossette *et al.*, 2019; présente étude).

1.5 Objectifs spécifiques

La présente étude a pour objectif de suivre l'évolution des teneurs en mercure des principales espèces de poissons consommées par les populations locales, 11 ans après la mise en eau du réservoir de la Péribonka. De façon plus spécifique, les objectifs visés sont les suivants :

- établir les concentrations actuelles en mercure chez les principales espèces de poissons présentes dans la zone d'influence du projet et dans une zone témoin (non influencée par les aménagements), soit le doré jaune, le grand brochet, le grand corégone de forme normale, le touladi, l'omble de fontaine, la ouananiche et la lotte (*Lota lota*);
- déterminer le régime alimentaire des espèces de poissons piscivores retenues pour les analyses de mercure;
- comparer les résultats obtenus pour le mercure en 2018 avec ceux de l'état de référence (2001) et des suivis environnementaux précédents (2011, 2013 et 2015);
- valider les prévisions réalisées lors de l'étude d'avant-projet et revoir, si nécessaire, les teneurs maximales atteintes à l'aide de modèles;
- fournir les données nécessaires à la mise en place, en collaboration avec l'Agence de la santé et des services sociaux du Saguenay-Lac-Saint-Jean, d'un programme de communication, au cas où les teneurs en mercure démontreraient la nécessité de limiter la consommation du poisson par rapport aux recommandations actuelles suggérées dans le *Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce* produit par le MELCC.

2 Méthodes

2.1 Choix des espèces et des plans d'eau

Les espèces ichtyennes retenues pour les analyses de mercure sont au nombre de sept. Les espèces de base sont le grand brochet, le doré jaune et le grand corégone de forme normale alors que les espèces dites incidentes sont le touladi, l'omble de fontaine, la ouananiche et la lotte. Ces espèces ont été choisies, car elles sont présentes dans la zone d'étude en plus d'être prisées par les pêcheurs sportifs.

Le doré, le touladi et le brochet sont des espèces piscivores, la ouananiche, la lotte et l'omble de fontaine sont des espèces omnivores, alors que le grand corégone est une espèce non piscivore.

Les plans d'eau retenus pour les analyses sont les suivants :

- Le réservoir de la Péribonka (tronçon de la rivière Péribonka compris entre les PK 152 et 170 et en aval du PK 3 dans le secteur de la rivière au Serpent), station représentant l'ensemble du réservoir de la Péribonka.
- L'aval immédiat de la centrale (tronçon de la rivière Péribonka compris entre les PK 149,5 et 151,8).
- Le secteur de la chute du Diable de la rivière Péribonka en aval de la centrale (tronçon de la rivière Péribonka compris entre les PK 50 et 80).
- La station non influencée par les aménagements de la Péribonka et considérée comme milieu témoin située dans le lac Manouane.

Toutefois, lors de l'étude d'avant-projet, l'état de référence avait été établi dans la rivière Péribonka entre l'emplacement actuel du barrage et le PK 189, ainsi que dans la rivière au Serpent (correspondant au réservoir actuel), et du PK 96 au PK 151,7 de la rivière Péribonka (correspondant au secteur aval du réservoir actuel). Le milieu témoin en 2001 consistait donc en la rivière Péribonka, car aucun échantillonnage n'avait été réalisé en 2001 dans le lac Manouane.

La localisation des secteurs d'étude est illustrée à la carte 1.

Le grand brochet et le grand corégone se trouvent dans tous les plans d'eau à l'étude, alors que le doré jaune n'a pas été pêché dans le lac témoin (lac Manouane). La lotte a été capturée en nombre suffisant pour effectuer les régressions polynomiales uniquement dans le lac témoin et le réservoir de la Péribonka en 2018, alors que le touladi a été capturé uniquement dans le lac Manouane. Par ailleurs, 20 ombles de fontaine ont été capturés en 2018 dans les tributaires du réservoir de la Péribonka, ce qui permet pour la première fois de comparer les teneurs en mercure chez cette espèce avec celles de l'état de référence. Enfin, aucune ouananiche n'a été capturée dans la zone d'étude en 2018.

2.2 Échantillonnage

L'échantillonnage des poissons a été réalisé à différentes périodes, soit du 18 au 24 juillet 2018 pour la capture de petits spécimens d'omble de fontaine et de lotte lors des pêches à l'électricité dans les tributaires du réservoir de la Péribonka, et du 6 au 21 août 2018 lors des pêches au filet effectuées dans le cadre du suivi de la dynamique des communautés de poissons dans les secteurs du réservoir, du lac Manouane et de la chute du Diable et de l'aval immédiat de la centrale (AECOM, 2019). Tous les secteurs de pêche étaient accessibles par la route et en embarcation.

Les filets maillants expérimentaux utilisés lors de la campagne d'échantillonnage mesurent 60,8 m de longueur par 2,4 m de hauteur. Ils sont composés de huit panneaux, dont les mailles étirées, en multifilament, varient de 25 à 152 mm (25-38-51-64-76-102-127-152 mm). L'effort de pêche appliqué dans les différents secteurs d'étude est présenté au tableau 1.

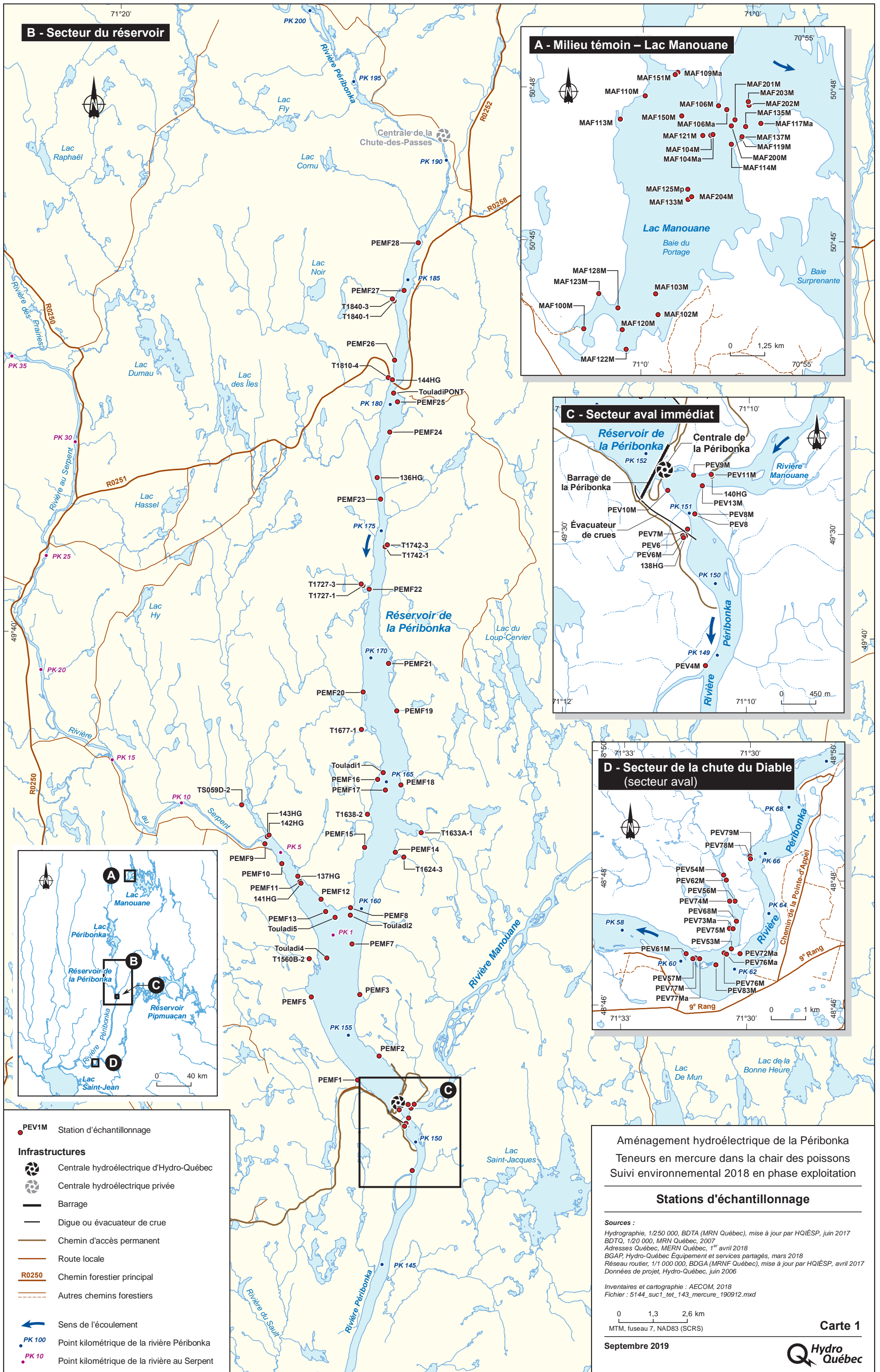
Tableau 1 : Effort de pêche

Plan d'eau	Effort de pêche
• Réservoir de la Péribonka	• 73 nuits-filets
• Aval immédiat de la centrale	• 20 nuits-filets
• Secteur de la chute du Diable (aval de la centrale)	• 36 nuits-filets
• Lac Manouane (milieu témoin)	• 38 nuits-filets

Pour chaque espèce de chaque secteur, on visait la récolte d'environ 30 spécimens. Selon les indications de Tremblay *et al.* (1996), la sélection des spécimens a été effectuée en fonction de classes de taille prédéterminées. Dans la mesure du possible, chaque classe de taille devait comprendre un nombre équivalent de spécimens. Le plus petit et le plus gros des spécimens de chaque espèce récoltée dans chacun des secteurs devaient également être sélectionnés. Le nombre de spécimens prévus lors de l'étude est inscrit au tableau 2, alors que le nombre de spécimens sélectionnés pour les analyses est présenté à l'annexe A pour chaque espèce et chaque plan d'eau.

Pour le grand corégone, aucun spécimen de moins de 300 mm ne devait être conservé pour les prélèvements de chair afin de ne pas échantillonner de spécimens de forme naine. En effet, une étude de Doyon (1995) a mis en évidence que les individus de forme naine présentent un taux d'accumulation du mercure en fonction de la longueur significativement plus élevée que celui des individus de forme normale, que ce soit en réservoir ou en milieu naturel. Ces différences obligent à traiter séparément les formes naine et normale de grand corégone afin de ne pas introduire de biais (Tremblay *et al.*, 1996). Dans le cadre de la présente étude, les individus de forme naine n'ont pas été retenus pour les analyses, puisque cette forme est peu présente dans les plans d'eau à l'étude et qu'elle n'est pas prise par les pêcheurs sportifs en raison de sa petite taille.

Dans le cas de la présente étude, il n'a pas été possible d'atteindre l'objectif de 30 spécimens par espèce dans chacun des secteurs d'étude. Toutefois, les effectifs sont suffisants pour les estimations des teneurs en mercure chez le grand brochet et le grand corégone de tous les secteurs, chez le doré jaune de tous les secteurs sauf le lac témoin, chez la lotte du milieu témoin et du réservoir de la rivière Péribonka, chez le touladi du lac témoin et chez l'omble de fontaine du réservoir de la Péribonka.

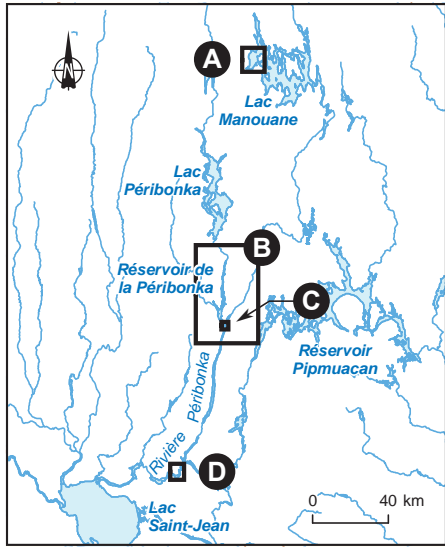


B - Secteur du réservoir

A - Milieu témoin – Lac Manouane

C - Secteur aval immédiat

D - Secteur de la chute du Diable (secteur aval)



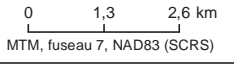
- PEV1M Station d'échantillonnage
- Infrastructures**
- ☼ Centrale hydroélectrique d'Hydro-Québec
- ☼ Centrale hydroélectrique privée
- Barrage
- Digue ou évacuateur de crue
- Chemin d'accès permanent
- Route locale
- R0250 Chemin forestier principal
- Autres chemins forestiers
- ← Sens de l'écoulement
- PK 100 Point kilométrique de la rivière Péribonka
- PK 10 Point kilométrique de la rivière au Serpent

Aménagement hydroélectrique de la Péribonka
Teneurs en mercure dans la chair des poissons
Suivi environnemental 2018 en phase exploitation

Stations d'échantillonnage

Sources :
Hydrographie, 1/250 000, BDTA (MRN Québec), mise à jour par HQIÉSP, juin 2017
BDTQ, 1/20 000, MRN Québec, 2007
Adresses Québec, MERN Québec, 1^{er} avril 2018
BGAP, Hydro-Québec Équipement et services partagés, mars 2018
Réseau routier, 1/1 000 000, BDGA (MRNF Québec), mise à jour par HQIÉSP, avril 2017
Données de projet, Hydro-Québec, juin 2006

Inventaires et cartographie : AECOM, 2018
Fichier : 5144_suc1_tet_143_mercure_190912.mxd



MTM, fuseau 7, NAD83 (SCRS)

Carte 1

Septembre 2019



Tableau 2 : Classes de taille et nombre de spécimens visés par classe

Espèce	Classe de taille (mm)	Effectif visé par classe	Espèce	Classe de taille (mm)	Effectif visé par classe
Doré jaune et ouananiche	100-199	6	Grand brochet	400-499	5
	200-299	6		500-599	5
	300-399	6		600-699	5
	400-499	6		700-799	5
	500-600	6		800-899	5
	Total	30 (+2)		≥ 900	5
Ombre de fontaine	150-199	5	Touladi	Total	30 (+2)
	200 - 249	5		400-499	6
	250 - 299	5		500-599	6
	300 - 349	5		600-699	6
	350 - 399	5		700-799	6
	≥ 400	5		≥800	6
Total	30 (+2)	Total	30 (+2)		
Grand corégone (forme normale)	300-349	6	Lotte	100-199	5
	350-399	6		200-299	5
	400-449	6		300-399	5
	450-499	6		400-499	5
	≥500	6		500-599	5
	Total	30 (+2)		≥600	5
			Total	30 (+2)	

Note : Les longueurs de consommation et standardisées sont indiquées en caractères gras.

2.3 Mesures et détermination analytique

Pour chaque poisson, la longueur totale (au mm près; photo 1) et la masse (précision de 0,1 g pour les petits poissons et de 1 g pour les plus gros; photo 2) ont été mesurées. Les structures permettant de déterminer l'âge du poisson ont également été prélevées. Les structures prélevées varient selon les espèces et sont présentées à l'annexe B. De plus, le sexe et la maturité sexuelle de chaque poisson ont été identifiés selon la classification adaptée de Buckmann (1929) et présentée à l'annexe C.

Les tissus servant aux analyses des teneurs de mercure proviennent d'un échantillon de muscle latéral (filet), sans peau, ni arêtes, ni écailles (photo 3). Pour les petits poissons (lotte et ombre de fontaine), la chair des deux flancs sans arêtes, ni écailles, ni peau a été prélevée afin d'obtenir environ 15 g. Tous les échantillons de chair ont été mis dans des sacs de type Whirlpack et immédiatement congelés à -20 °C et maintenus à cette température jusqu'au moment de leur analyse. La température des congélateurs (au terrain et au bureau) était vérifiée au moyen d'un thermomètre, soit avant la mise en place des échantillons (-22 °C avec un thermomètre électronique ±1 °C) et trois heures après la mise en place des échantillons (-23 °C). Pour le congélateur au bureau, lors du rapatriement des échantillons de chair, une seconde vérification était effectuée une semaine après la réception des échantillons (-23 °C).



Photo 1 : Prise de la longueur d'un grand brochet



Photo 2 : Prise de la masse d'un grand brochet



Photo 3 : Échantillon de chair

Toutes les analyses en laboratoire ont été effectuées par le laboratoire accrédité Laboratoires Bureau Veritas selon la méthode d'Environnement et Changement climatique Canada. Le dosage du mercure total a été effectué par absorption atomique avec un générateur en circuit fermé de vapeur froide de mercure (système de marque CETAC).

D'autres détails méthodologiques apparaissent dans le rapport des Laboratoires Bureau Veritas (2019). Le laboratoire a appliqué la méthode développée par Environnement et Changement climatique Canada pour la limite de détection méthodologique (0,003 mg/kg pour la limite de détection et 0,009 mg/kg pour la limite de quantification), la réplicabilité, la répétabilité, la justesse et la reproductibilité (Laboratoires Bureau Veritas, 2019). Le dosage a été effectué par un analyseur de mercure de marque CETAC (SAAF). Pour la réplicabilité, le rapport indique que les coefficients moyens pour les échantillons de contrôle ont varié entre 4,1 % et 8,2 %. Le coefficient de variation moyen pour vérifier la répétabilité (8,5 %; variation entre 6,7 %

et 13,8 %) est similaire à celui observé en 2015 lors du dernier suivi (8,5 %; Cossette *et al.*, 2016). En 2018, la justesse moyenne pour l'ensemble des contrôles s'établit à 99,0 %, alors qu'en 2015, elle était de 106,4 % (Cossette *et al.*, 2016).

Tous les échantillons reçus par le laboratoire pour l'analyse des teneurs en mercure l'ont été de façon conforme aux exigences.

Il est à noter que pour chaque série d'échantillons, les contrôles suivants ont été appliqués aux analyses en laboratoire :

- huit standards de mercure couvrant le champ optimal de mesures, dans le but d'établir la courbe d'étalonnage pour le calcul des résultats; une courbe était dosée au début et à la fin de la série d'échantillons;
- deux blancs de méthode dosés à environ tous les 20 échantillons;
- deux contrôles de standard, préparés d'une source différente de celle utilisée pour la courbe d'étalonnage afin de vérifier la courbe;
- évaluation de la réplicabilité par des analyses en triplicata¹ à tous les 20 échantillons;
- deux échantillons de contrôle (un certifié et un non certifié) étaient analysés en triplicatas par tranches de 60 échantillons;
- analyse de triplicatas fantômes² pour 10 % des échantillons.

Les résultats des contrôles internes de qualité sont présentés au tableau 3. Ceux-ci comprennent les triplicatas de laboratoire et les triplicatas fantômes. Les coefficients de variation moyens pour les analyses de 2018 sont de 6,2 % pour les triplicatas de laboratoire et de 6,6 % pour les triplicatas fantômes. Pour les valeurs qui ont été demandées en reprise d'analyse au laboratoire en raison d'une valeur douteuse, le coefficient de variation moyen est de 10,5 %. Des coefficients inférieurs à 10 % sont généralement jugés acceptables (Tremblay *et al.*, 1996). Les valeurs présentant un coefficient de variation supérieur à 10 % proviennent de différentes espèces de poissons.

En 2018, 7 triplicatas fantômes sur un total de 39 dépassaient la valeur cible de 10 %. Pour ces cas particuliers, des reprises en triplicata ont été demandées au laboratoire. Les reprises des échantillons fantômes ont présenté un coefficient de variation moyen de 10,5 % lorsque la valeur originale était conservée dans l'évaluation du coefficient de variation. Pour ce cas, plus de la moitié des reprises présentaient alors un coefficient de variation supérieure à 10 %. En évaluant le coefficient de variation sans la valeur originale, ces derniers passaient à une moyenne de 5,9 % dont seulement deux cas dépassaient 10 %. Ainsi, sept valeurs originales ont été écartées des analyses, alors que les autres valeurs ont été conservées.

¹ Triplicata de laboratoire : échantillon divisé en trois et analysé en triple par le laboratoire.

² Triplicata fantôme : trois échantillons d'un même spécimen fournis par AECOM à l'insu du laboratoire, comme s'il s'agissait d'échantillons distincts.

Tableau 3 : Coefficients de variation des triplicatas de laboratoire et des triplicatas fantômes en 2018

Type de contrôle	Coefficient de variation (CV en %)			Nombre total	Nombre où CV > 10 %
	Minimal	Moyen	Maximal		
Triplicata de laboratoire	0,0	6,2	19,0	29	3
Triplicata de laboratoire pour les échantillons en reprise avec la valeur originale*	3,1	10,5	22,8	16	9
Triplicata de laboratoire pour les échantillons sans la valeur originale*	0,0	5,9	12,0	16	2
Triplicata fantôme	0,0	6,6	19,4	39	7

* Les échantillons en reprise concernaient soit des échantillons fantômes douteux, soit une valeur douteuse analysée en triplicata par les Laboratoires Bureau Veritas. Le coefficient de variation a donc été calculé sur les nouveaux triplicatas de laboratoire effectués sur les échantillons demandés en reprise. Un coefficient de variation est présenté avec la valeur demandée avant la reprise et l'autre sans la valeur demandée avant la reprise.

Les résultats obtenus pour chacun des triplicatas de laboratoire et fantômes sont respectivement fournis aux annexes D et E.

Les résultats d'analyse ont fait l'objet d'une vérification supplémentaire en mettant en relation, par des diagrammes de dispersion, les concentrations en mercure obtenues en fonction de la taille des spécimens. Cette vérification a permis d'identifier 12 échantillons présentant des valeurs douteuses. Les teneurs en mercure de ces échantillons douteux ont fait l'objet de reprises en triplicata par les Laboratoires Bureau Veritas.

Les moyennes des teneurs en mercure des échantillons qui ont été l'objet de triplicatas fantômes, de triplicatas de laboratoire, de même que pour les échantillons dont une reprise a été faite par les laboratoires, ont été utilisées pour les analyses statistiques, sauf dans les cas où certaines reprises d'analyses par les laboratoires ont conduit à un rejet des reprises, des triplicatas du laboratoire ou de la valeur originale.

2.4 Traitement des données

2.4.1 Détermination des longueurs standardisées

Le mercure est graduellement bioaccumulé au fil de la vie des poissons. La concentration de mercure dans leur chair varie donc en fonction de l'âge et de la taille des individus. Les teneurs en mercure dans la chair des poissons pour les plans d'eau touchés par la mise en eau du réservoir de la Péribonka doivent donc être déterminées pour des longueurs standardisées choisies pour chacune des espèces de poissons à l'étude (Schetagne *et al.*, 1996). Les longueurs standardisées correspondent habituellement aux longueurs moyennes des spécimens capturés dans le cadre de suivis environnementaux des populations de poissons. Ces longueurs permettent une comparaison entre les différents plans d'eau quant à la teneur en mercure pour une espèce donnée.

Les longueurs standardisées pour les espèces à l'étude sont les suivantes, selon ce qui a été établi lors des précédentes études :

- 600 mm pour le grand brochet;
- 400 mm pour le doré jaune;
- 400 mm pour le grand corégone;
- 500 mm pour la lotte;
- 600 mm pour le touladi ;
- 300 mm pour l'omble de fontaine (proposition de 200 mm pour la présente étude).

Pour la ouananiche, le nombre de spécimens analysés est trop faible pour permettre d'effectuer des régressions polynomiales aux longueurs standardisées (2001 : n = 6; 2011 : n = 8; 2013 : n = 1; 2015 : n = 1; 2018 : n = 0).

Dans le cas de l'omble de fontaine, la longueur standardisée avait été fixée à 300 mm dans le rapport d'avant-projet. En 2018, suffisamment d'ombles de fontaine ont été capturés pour effectuer la régression polynomiale pour le réservoir de la Péribonka. Toutefois, la longueur moyenne obtenue chez les ombles de fontaine récoltés en 2018 est de 182 mm.

Notons que les longueurs moyennes des poissons capturés en 2018 se situent près des longueurs standardisées, sauf dans le cas de la lotte et de l'omble de fontaine où les spécimens capturés ont été plus petits (tableau 4). Les poissons capturés dans le réservoir étaient plus petits que dans les autres plans d'eau en ce qui concerne la lotte, ce qui fait baisser la moyenne. L'omble de fontaine étant également capturé uniquement dans les tributaires du réservoir, la longueur moyenne suit donc la même tendance que chez la lotte, soit des petits spécimens. Néanmoins, les longueurs standardisées retenues pour la lotte demeurent représentatives pour les recommandations de consommation de poissons, alors que pour l'omble de fontaine, il a été convenu de diminuer la longueur standardisée à 200 mm afin de tenir compte de la longueur des ombles de fontaine présents dans les tributaires du réservoir (seul endroit où cette espèce est pêchée).

Tableau 4 : Longueur moyenne des poissons capturés en 2018

Espèce	Effectif (n)	Longueur moyenne des captures en 2018 (mm)	Écart-type	Longueur standardisée retenue (mm)
Grand corégone	225	390	± 96	400
Grand brochet	218	531	± 160	600
Lotte	63	384	± 141	500
Touladi	36	628	± 38	600
Doré jaune	139	398	± 135	400
Ombles de fontaine	21	182	± 18	200

2.4.2 Analyses statistiques

L'approche statistique utilisée pour décrire les teneurs en mercure dans la chair des poissons a été optimisée en 1995 pour les raisons décrites dans Tremblay *et al.* (1998). Ces auteurs suggèrent d'utiliser l'analyse de régression polynomiale avec variables indicatrices pour pallier les contraintes liées à l'utilisation des analyses précédemment employées. Il est connu que les méthodes statistiques paramétriques nécessitent que les conditions de normalité et d'homogénéité des variances de la variable dépendante (concentration en mercure) soient rencontrées avant d'appliquer ces méthodes. La régression polynomiale avec variables indicatrices est modérément robuste au non-respect de ces conditions (Tremblay *et al.*, 1998). Cette analyse permet également de comparer statistiquement des relations d'allure différente (linéaire ou curviligne) sur le plan de leur forme et de leur position dans une figure représentant les teneurs en mercure en fonction de la longueur des poissons. Enfin, elle permet aussi d'estimer la teneur moyenne en mercure pour une espèce donnée et une longueur standardisée, facilitant ainsi la comparaison entre différents plans d'eau ou différentes années quant aux teneurs en mercure.

Même si la régression polynomiale est modérément robuste, la normalité des données de mercure a été vérifiée pour chacune des espèces (test de Lilliefors; SYSTAT 13.0, 2009). Dans les précédentes études des teneurs en mercure dans la chair des poissons sur la rivière Péribonka, la normalité des données n'était pas respectée. Des transformations avaient été appliquées aux données de mercure. Les mêmes transformations que lors des précédents suivis ont donc été appliquées pour la présente étude, soit une transformation logarithmique en base 10 pour les teneurs en mercure chez le grand corégone, la lotte, l'omble de fontaine et le touladi et une transformation racine carrée pour les teneurs en mercure du grand brochet et du doré jaune.

Ces transformations donnent une distribution de la concentration en mercure se rapprochant très près d'une distribution normale, sans toutefois l'atteindre pour tous les cas. Puisque la régression polynomiale est modérément robuste à ce type de déviation (Tremblay *et al.*, 1998), les résultats obtenus par cette analyse statistique peuvent être utilisés.

2.4.2.1 Établissement de la variation naturelle dans les teneurs en mercure

L'état de référence concernant la teneur en mercure dans la chair du poisson en conditions naturelles dans la région du réservoir de la Péribonka est représenté par les données récoltées en 2001 pour chaque espèce présente dans la rivière Péribonka pour les secteurs amont et aval confondus. Ces données sont utilisées pour les comparaisons temporelles avec les milieux modifiés.

La teneur en mercure dans la chair du poisson peut être très variable d'un milieu naturel à un autre. Pour la présente étude, les plages de variation naturelles utilisées à titre comparatif avec les teneurs en mercure pour une longueur standardisée sont celles observées dans les régions des rivières Manouane (AECOM, 2011) et Péribonka (Gendron et Burton, 2003) confondues, sauf pour l'omble de fontaine dont les teneurs proviennent de la région de Toulmoustou (Génivar, 2010) et pour le touladi et la lotte, dont les teneurs sont mesurées dans la région de La Grande (Schetagne et Therrien, 2013) (tableau 5). La plage de variation du mercure provenant de l'étude de Gendron et Burton (2003) est constituée de l'intervalle de confiance de la teneur moyenne estimée à la longueur standardisée, soit pour le secteur aval, pour le secteur amont ou pour les deux secteurs confondus de la rivière Péribonka. Les valeurs extrêmes estimées ont donc été utilisées afin de représenter adéquatement le milieu naturel étant donné le faible nombre de plans d'eau naturels disponibles. La plage de variation du grand brochet et du grand corégone présentée dans le rapport d'AECOM (2011) provient des données transmises par Hydro-Québec sur les lacs naturels de la

région de la rivière Manouane. Pour le doré jaune, la plage de variation présentée dans AECOM (2011) correspond à l'intervalle de confiance estimé à la suite de la régression polynomiale pour les teneurs moyennes en mercure à la longueur standardisée. Ces données ont été présentées initialement dans le rapport d'Alliance Environnement (2004). La variation naturelle des teneurs moyennes chez l'omble de fontaine provient uniquement de l'étude de Génivar (2010) et consiste en l'étendue des teneurs moyennes estimées à la longueur standardisée dans les lacs naturels de la région de la Toulouste. Enfin, pour le touladi et la lotte, la plage de variation en milieu naturel est obtenue par l'étendue maximale des teneurs moyennes estimées à la longueur standardisée pour les milieux naturels des secteurs ouest et est du complexe La Grande provenant de l'étude de Schetagne et Therrien (2013).

La plage de variation naturelle retenue pour la présente étude et présentée au tableau 5 est établie en utilisant l'étendue maximale des valeurs obtenues dans les études ci-haut mentionnées.

Tableau 5 : Plage de variation des teneurs en mercure dans le milieu naturel

Étude	Espèce	Longueur standardisée	Plage de variation du mercure (mg/kg)
Gendron et Burton, 2003	Grand brochet	700 mm	0,58 à 0,74
	Grand corégone	400 mm	0,14 à 0,19
	Doré jaune	400 mm	0,28 à 0,48
	Ombles de fontaine	300 mm	0,13 à 0,17
AECOM, 2011	Grand brochet	600 mm	0,36 à 0,77
	Grand corégone	400 mm	0,07 à 0,24
	Doré jaune	400 mm	0,35 à 0,44
Génivar, 2010	Ombles de fontaine	300 mm (non disponible pour 200 mm)	0,11 à 0,21
Schetagne et Therrien, 2013	Touladi	600 mm	0,23 à 1,11
	Lotte	500 mm	0,49 à 0,74
Plage de variation naturelle retenue pour la présente étude			
	Grand brochet	600 mm	0,36 à 0,77
	Grand corégone	400 mm	0,07 à 0,24
	Doré jaune	400 mm	0,28 à 0,48
	Ombles de fontaine	300 mm (non disponible pour 200 mm)	0,11 à 0,21
	Lotte	500 mm	0,49 à 0,74
	Touladi	600 mm	0,23 à 1,11

2.4.2.2 Comparaison entre les plans d'eau pour l'année 2018 (analyses spatiales)

Afin d'établir une comparaison entre l'état de référence de 2001 et les autres secteurs étudiés en 2018, le modèle de régression polynomiale vise une comparaison spatiale et prend donc la forme suivante :

$$Y = \text{constante} + (K1 \cdot \text{LTC}) + (K2 \cdot \text{LTC}^2) + (K3 \cdot \text{PLANDEAU1}) + (K4 \cdot \text{PLANDEAU2}) + (\dots) + (K5 \cdot \text{LTC} \cdot \text{PLANDEAU1}) + (K6 \cdot \text{LTC}^2 \cdot \text{PLANDEAU1}) + (K7 \cdot \text{LTC} \cdot \text{PLANDEAU2}) + (K8 \cdot \text{LTC}^2 \cdot \text{PLANDEAU2}) + (\dots)$$

où Y est la concentration en mercure transformée, Kn sont les coefficients pour chacun des termes de régression, LTC est la longueur totale du poisson centrée³ et PLANDEAU_n sont les secteurs d'échantillonnage.

Dans le modèle de régression, le second degré de la longueur des poissons a été calculé en élevant au carré la longueur totale centrée, plutôt qu'en centrant la longueur totale au carré. Cette précaution permet d'éviter l'autocorrélation des deux termes du polynôme et d'éliminer les problèmes numériques qui en découlent (Massicotte et Vézina, 1998).

La régression polynomiale entre la concentration de mercure et la longueur totale du poisson a été effectuée pour chaque espèce en utilisant un modèle général linéaire (GLM). Une sélection pas à pas⁴ a été utilisée pour déterminer jusqu'à quel degré l'équation polynomiale devait s'étendre et quelles variables indicatrices devaient être conservées. Lorsque la variable montrait une statistique « F » égale ou supérieure à 4,0, elle était entrée dans le modèle (Sokal et Rohlf, 1995). L'examen visuel des résidus standardisés (différence entre les valeurs observées et celles prédites par le modèle de régression, divisée par l'écart-type des données) de la régression a été réalisé pour vérifier l'homogénéité des variances. Les analyses ont été effectuées à l'aide du logiciel SYSTAT 13.0. Une équation polynomiale générale est ainsi obtenue décrivant la relation entre le mercure et la longueur des poissons pour chaque espèce en fonction des secteurs d'échantillonnage de 2018 et l'état de référence de 2001.

Pour chaque secteur et chaque espèce, la concentration moyenne de mercure pour une longueur standardisée a été obtenue par l'estimation du modèle. L'intervalle de confiance pour ces valeurs a été obtenu en multipliant l'erreur standard de la valeur moyenne estimée (« standard error of mean response ») par la valeur du « t de Student » correspondant au nombre de degrés de liberté restants (Sokal et Rolph, 1995; Zar, 1996).

Pour l'omble de fontaine, trois spécimens ont dû être rejetés en 2018 en raison de la relation anormale par rapport aux autres spécimens présents. Sans le retrait de ces spécimens, la relation n'était pas significative entre la longueur du poisson et la teneur en mercure dans la chair.

³ La longueur totale centrée est obtenue, pour chaque espèce, en soustrayant la longueur moyenne à la longueur totale mesurée.

⁴ La méthode rétrograde a été utilisée pour la procédure pas à pas (« backward regression »).

2.4.2.3 Comparaison entre l'état de référence et les années de suivi environnemental (analyses temporelles)

Afin d'établir une comparaison par rapport à l'état de référence pour les plans d'eau à l'étude, le modèle de régression polynomiale vise une comparaison temporelle et prend donc la forme suivante :

$$Y = \text{Constante} + (K1 \cdot \text{LTC}) + (K2 \cdot \text{LTC}^2) + (K3 \cdot \text{AN1}) + (K4 \cdot \text{AN2}) + (\dots) + (K5 \cdot \text{LTC} \cdot \text{AN1}) + (K6 \cdot \text{LTC}^2 \cdot \text{AN1}) + (K7 \cdot \text{LTC} \cdot \text{AN2}) + (K8 \cdot \text{LTC}^2 \cdot \text{AN2}) + (\dots)$$

où Y est la concentration en mercure transformée, Kn sont les coefficients pour chacun des termes de régression, LTC est la longueur totale du poisson centrée et ANn sont les années à l'étude. Dans le modèle de régression, le second degré de la longueur des poissons a été calculé en élevant au carré la longueur totale centrée, plutôt qu'en centrant la longueur totale au carré.

La régression polynomiale entre la concentration de mercure et la longueur totale du poisson a été effectuée pour chaque espèce et chaque secteur en utilisant un modèle général linéaire (GLM). Une sélection pas à pas⁴ a été utilisée pour déterminer jusqu'à quel degré l'équation polynomiale devait s'étendre et quelles variables indicatrices devaient être conservées. Lorsque la variable montrait une statistique « F » égale ou supérieure à 4,0, elle était entrée dans le modèle (Sokal et Rohlf, 1995). L'examen visuel des résidus standardisés (différence entre les valeurs observées et celles prédites par le modèle de régression, divisée par l'écart-type des données) de la régression a été réalisé pour vérifier l'homogénéité des variances. Les analyses ont été effectuées à l'aide du logiciel SYSTAT 13.0. Une équation polynomiale générale est ainsi obtenue décrivant la relation entre le mercure et la longueur des poissons pour chaque espèce et chaque secteur en fonction des années d'échantillonnage (suivis de 2011, 2013, 2015 et 2018 et état de référence de 2001).

Dans le cas de la ouananiche, capturée seulement à l'aval de la centrale, la régression polynomiale n'a pas été utilisée, puisque la taille des échantillons n'a jamais été suffisante (2001 : n = 6; 2011 : n = 8; 2013 : n = 1; 2015 : n = 1; 2018 : n = 0). Dans le cas de la lotte, l'année 2018 a permis la comparaison seulement pour le réservoir et le lac Manouane, car trop peu de spécimens ont été capturés pour l'aval immédiat de la centrale de la Péribonka (n = 2) et dans le secteur de la chute du Diable (n = 0).

Pour chaque plan d'eau, chaque espèce et chaque année, la concentration moyenne de mercure pour une longueur standardisée a été obtenue par l'estimation du modèle. L'intervalle de confiance pour ces valeurs a été obtenu en multipliant l'erreur standard de la valeur moyenne estimée (« standard error of mean response ») par la valeur du « t de Student » correspondant au nombre de degrés de liberté restants (Sokal et Rolph, 1995; Zar, 1996).

2.4.2.4 Interprétation des résultats

Les courbes estimées par les modèles de régression sont présentées aux figures 1a à 20a. Le tableau présenté sous ces figures compare la position et la forme des courbes par un système de lettres (voir Tremblay *et al.*, 1996, pour les détails). Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance des coefficients des variables ne se recoupent pas, indiquant ainsi des différences significatives à 95 %. Pour la position des courbes, la règle est d'attribuer la lettre « a » à la plus élevée d'entre elles, tandis que pour la forme, c'est la courbe la plus complexe qui reçoit la lettre « a ». Les valeurs moyennes de mercure estimées à la longueur standardisée (grand brochet et touladi : 600 mm; grand corégone et doré jaune : 400 mm; lotte : 500 mm; omble de fontaine : 200 mm) sont, quant à elles, illustrées aux figures 1b à 20b. Le tableau sous ces figures montre les limites inférieure et supérieure des intervalles de

confiance. Des lettres différentes indiquent que les valeurs moyennes sont significativement différentes entre les années concernées. Par convention, la lettre « a » est attribuée à la valeur moyenne la plus élevée.

L'annexe F présente les prévisions des teneurs en mercure après mise en eau du réservoir du modèle de Messier *et al.* (1985)

2.5 Analyse des contenus stomacaux

L'analyse des contenus stomacaux vise à caractériser le régime alimentaire des poissons dans les plans d'eau à l'étude. Ce volet de l'étude aidera à mieux comprendre le réseau trophique et le transfert du mercure dans celui-ci. Les contenus stomacaux ont été analysés chez les mêmes poissons utilisés pour l'analyse des teneurs en mercure. Les contenus stomacaux ont été analysés chez le grand brochet, le grand corégone, le doré jaune, le touladi, l'omble de fontaine et la lotte.

Lorsque l'estomac était ouvert, une cote de réplétion lui était assignée :

- | | | |
|----------------------|--------------------|---------------------|
| 1 : trace d'aliments | 4 : rempli à 75 % | 6 : chyme seulement |
| 2 : rempli à 25 % | 5 : rempli à 100 % | 7 : vide |
| 3 : rempli à 50 % | | |

Advenant qu'un trop grand nombre d'individus présentaient des estomacs vides (cote 7), presque vides (cote 1) ou remplis seulement de chyme (cotes 6), des analyses de contenus stomacaux étaient ajoutées jusqu'à l'atteinte d'un échantillon minimum de 20 estomacs non vides (cotes de 2 à 5) par espèce et par plan d'eau. Les estomacs analysés ont été répartis selon le nombre de poissons disponibles par classe de taille.

Les organismes présents dans les contenus stomacaux ont été identifiés aux grands groupes :

- 1) poissons-proies (identification à l'espèce, si possible);
- 2) insectes aquatiques (larves, pupes ou adultes) ou terrestres;
- 3) autres (amphipodes, mollusques, zooplancton ou végétation).
- 4) chyme (substance plus ou moins liquide qui se trouve dans l'estomac avant son passage dans les intestins. Comme la nourriture est partiellement digérée, il n'est plus possible à ce stade d'identifier les aliments ingérés).

La présence de parasites a aussi été notée.

Dans un premier temps, le contenu stomacal était vidé et pesé (masse humide, précision de 0,001 g). Un tri était ensuite effectué afin de déterminer la composition de la diète des poissons récoltés. Toutes les catégories de proies ont été identifiées, dénombrées et pesées. Les poissons-proies dont l'identification à l'espèce n'était pas possible ont quand même été pesés.

Comme la diète des poissons évolue dans bien des cas avec la taille des individus, l'interprétation des résultats a été réalisée en fonction de trois classes de longueur pour chaque espèce (tableau 6). Ces classes de taille ont été déterminées selon l'âge des individus afin de regrouper 1) les juvéniles, 2) les adultes à forte croissance et 3) les adultes à croissance lente.

Tableau 6 : Répartition des intervalles de taille par espèce pour l'analyse du régime alimentaire des poissons

Catégorie de taille	Taille (mm)					
	Espèce piscivore			Espèce omnivore		Espèce non piscivore
	Doré jaune	Grand brochet	Touladi	Ombre de fontaine	Lotte	Grand corégone
Petit spécimen	< 250	< 400	<500	<150	<300	< 350
Taille intermédiaire	250 - 450	400 - 600	500 - 650	150 - 200	300 - 600	350 - 500
Grand spécimen	> 450	> 600	>650	>200	>600	> 500

Pour le traitement des données, l'occurrence a été obtenue en divisant le nombre d'estomacs dans lequel un groupe d'organismes était observé par le nombre total d'estomacs non vides examinés (cotes de réplétion de 2 à 5), pour un plan d'eau donné. L'occurrence, en pourcentage, a été calculée par espèce pour chaque station. L'importance d'une proie dans le régime alimentaire a été déterminée, pour un plan d'eau donné, à partir de sa contribution relative (en grammes) par rapport à la biomasse totale de proies ingérées. Un minimum de 20 estomacs non vides étaient analysés par espèce pour chacun des secteurs, lorsque possible. Advenant que ce nombre ne soit pas atteint (par exemple, si les estomacs étaient en majorité vides), la totalité des estomacs ont été analysés afin d'obtenir le plus grand échantillon possible.

3 Résultats et discussion

La distribution des résidus de Student selon la longueur des poissons est illustrée à l'annexe G. L'examen des graphiques produits permet de juger de la normalité des données et de l'égalité des variances (Tremblay *et al.*, 1996). À noter que les relations longueur-mercure pour les comparaisons entre les plans d'eau en 2015 sont également incorporées à la comparaison avec l'état de référence. Il s'agit ici des poissons capturés dans la rivière Péribonka en 2001, le lac Manouane (milieu témoin) n'ayant pas été échantillonné en 2001.

3.1 Teneurs en mercure dans la chair des poissons - analyses spatiales

3.1.1 Grand brochet

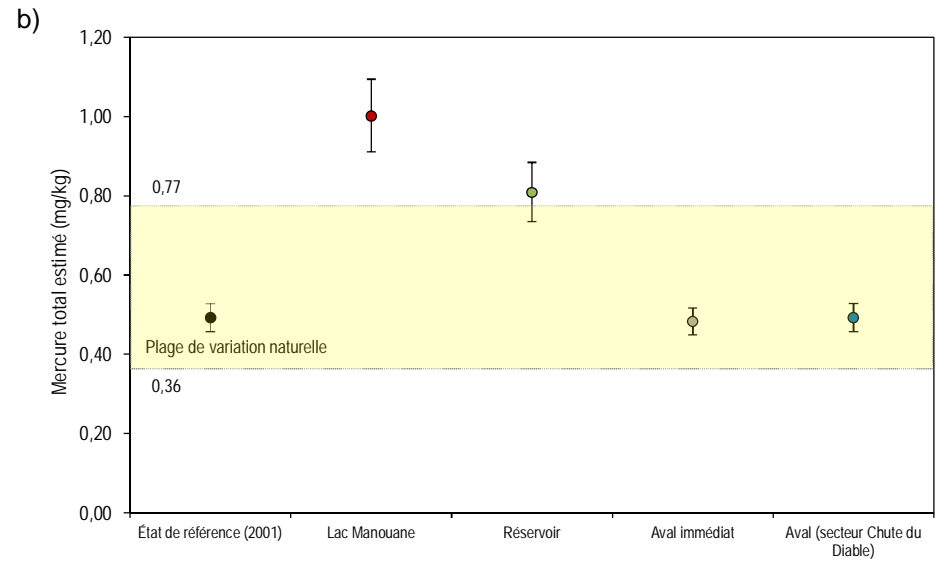
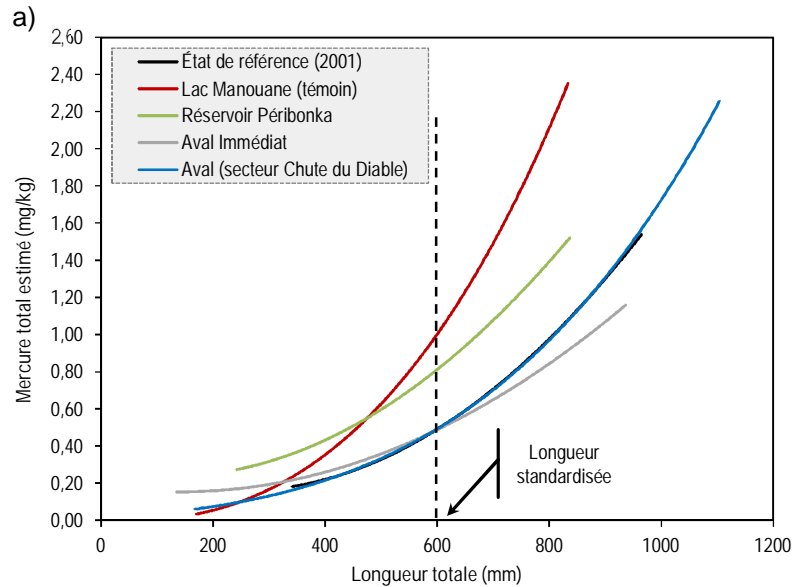
Pour le grand brochet, le modèle de régression polynomiale explique 80,1 % de la relation mercure-longueur. Les résultats de la régression indiquent une position graphique différente des courbes de la relation mercure-longueur entre les différents plans d'eau ainsi que des courbes de formes différentes (figure 1a).

Pour le réservoir de la Péribonka, la concentration moyenne du mercure dans la chair du grand brochet à longueur standardisée de 600 mm en 2018 (0,81 mg/kg) est significativement plus faible que celle estimée dans les grands brochets du lac Manouane (milieu témoin) (1,00 mg/kg) (figure 1b). La concentration moyenne dans le réservoir de la Péribonka est toutefois significativement plus élevée que celles estimées lors de l'état de référence dans la rivière Péribonka en 2001 (0,49 mg/kg), à l'aval immédiat et plus loin à l'aval de la centrale (secteur de la chute du Diable) (valeurs respectives de 0,48 et 0,49 mg/kg).

Les teneurs moyennes estimées pour une longueur standardisée de 600 mm dans le réservoir de la Péribonka et dans le lac Manouane (milieu témoin) en 2018 sont au-dessus de la plage de variation en milieu naturel. Toutefois, pour le réservoir de la Péribonka, l'intervalle de confiance vient chevaucher la borne supérieure des teneurs naturelles. Pour le réservoir de la Péribonka, l'augmentation des teneurs par rapport aux valeurs existantes dans la rivière Péribonka lors de l'état de référence de 2001 s'explique par la mise en eau du réservoir. Dans le cas du lac témoin, les causes de valeurs aussi élevées sont actuellement nébuleuses et semblent suivre le même patron que la hausse des teneurs dans un nouveau réservoir. À la section 3.2.1.1, les résultats indiquent que l'année 2018 est une année démontrant une hausse significative des teneurs en mercure dans la chair du grand brochet pour le milieu témoin par rapport aux années précédentes, à l'exception de l'année 2015. Même si une hausse est notée en 2018 par rapport à l'année 2015, cette hausse n'est pas significative. Les causes potentiellement responsables de cette hausse seront abordées à la section 3.2.7.

Les résultats obtenus pour une longueur standardisée à 600 mm à l'aval immédiat de la centrale indiquent que les teneurs en mercure dans la chair du grand brochet ne sont pas significativement différentes de celles obtenues lors de l'état de référence dans la rivière Péribonka et à celles estimées plus en aval dans la rivière Péribonka (figure 1b) suggérant qu'un effet aval immédiat n'est pas observée.

Les valeurs estimées dans la rivière Péribonka en 2001, ainsi qu'à l'aval immédiat et à l'aval de la centrale (chute du Diable), sont situées dans la plage de variation en milieu naturel.



Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Lac Manouane	Réservoir	Aval immédiat	Aval (Chute du Diable)
N ^{bre} de spécimens	56	33	34	34	34
Position*	b	a	a	b	b
Forme*	b	a	b	a	b

* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance des coefficients ne se chevauchent pas, indiquant des différences significatives à 95 %. Pour la position des courbes, la règle est d'attribuer la lettre « a » à la plus élevée d'entre elles, tandis que pour la forme, c'est la courbe la plus complexe qui reçoit la lettre « a ».

Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Lac Manouane	Réservoir	Aval immédiat	Aval (Chute du Diable)
N ^{bre} de spécimens	56	33	34	34	34
Teneur moyenne	0,49 (c*)	1,00 (a)	0,81 (b)	0,48 (c)	0,49 (c)
Limite inférieure	0,46	0,91	0,74	0,45	0,46
Limite supérieure	0,53	1,09	0,88	0,52	0,53

* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance de l'estimation de la teneur moyenne ne se chevauchent pas, indiquant ainsi des différences significatives à 95 %.

Figure 1 : Évolution spatiale de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (600 mm) chez le grand brochet en 2018.

Enfin, seules les valeurs estimées à la longueur standardisée dans le milieu témoin (lac Manouane) et le réservoir de la Péribonka excèdent la norme canadienne fixée pour la mise en marché des produits de la pêche qui est de 0,5 mg de mercure/kg de chair.

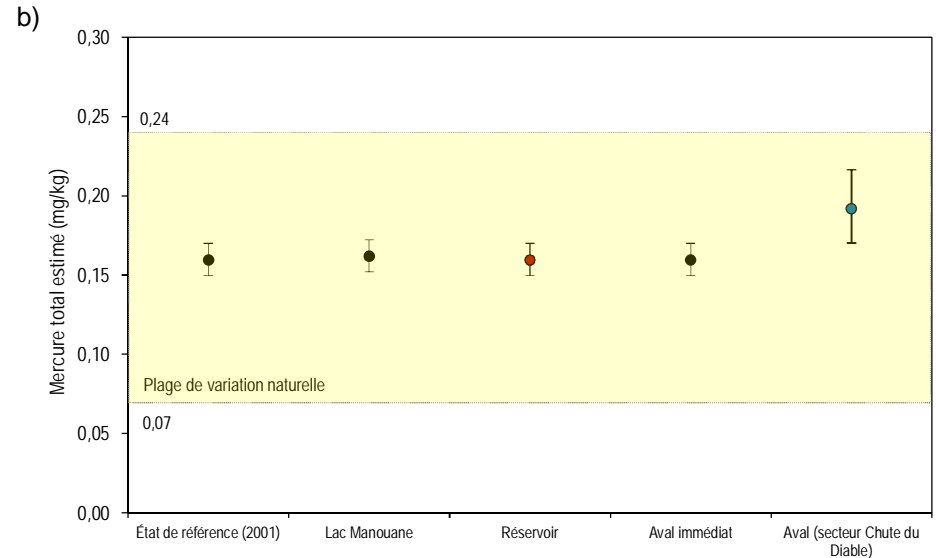
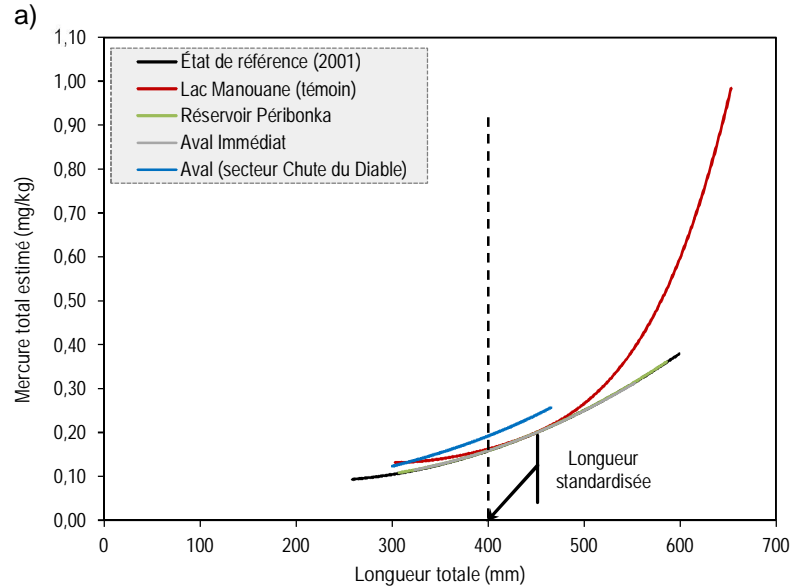
3.1.2 Grand corégone

Le modèle de régression polynomiale explique 43,8 % de la relation mercure-longueur. Les résultats de la régression indiquent une position graphique différente des courbes de la relation mercure-longueur uniquement pour le secteur de la chute du diable, alors que la forme diffère uniquement pour la relation mercure-longueur du lac Manouane (figure 2a).

Pour le réservoir de la Péribonka, la concentration moyenne du mercure dans la chair du grand corégone à la longueur standardisée de 400 mm en 2018 (0,16 mg/kg) n'est pas significativement différente de celle estimée dans les grands corégonnes de la rivière Péribonka lors de l'état de référence (0,16 mg/kg), ni de celle estimée pour l'aval immédiat de la centrale (0,16 mg/kg), du secteur plus en aval dans la rivière Péribonka (chute du Diable) (0,19 mg/kg) et du milieu témoin (lac Manouane : 0,16 mg/kg) (figure 2b). Aucune différence significative n'est observée entre les plans d'eau en 2018.

Les résultats obtenus pour l'ensemble des plans d'eau à la longueur standardisée présentent des teneurs en mercure dans la plage de variation en milieu naturel (soit 0,07 à 0,24 mg/kg) et il n'y a pas d'effet aval immédiat observé pour le grand corégone.

Enfin, toutes les valeurs estimées à longueur standardisée pour le grand corégone dans les différents plans d'eau sont en deçà de la norme canadienne fixée pour la mise en marché des produits de la pêche qui est de 0,5 mg de mercure/kg de chair.



Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Lac Manouane	Réservoir	Aval immédiat	Aval (Chute du Diable)
N ^{bre} de spécimens	59	32	32	32	32
Position*	b	b	b	b	a
Forme*	b	a	b	b	b

* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance des coefficients ne se chevauchent pas, indiquant des différences significatives à 95 %. Pour la position des courbes, la règle est d'attribuer la lettre « a » à la plus élevée d'entre elles, tandis que pour la forme, c'est la courbe la plus complexe qui reçoit la lettre « a ».

Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Lac Manouane	Réservoir	Aval immédiat	Aval (Chute du Diable)
N ^{bre} de spécimens	59	32	32	32	32
Teneur moyenne	0,16 (a*)	0,16 (a)	0,16 (a)	0,16 (a)	0,19 (a)
Limite inférieure	0,15	0,15	0,15	0,15	0,17
Limite supérieure	0,17	0,17	0,17	0,17	0,22

* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance de l'estimation de la teneur moyenne ne se chevauchent pas, indiquant ainsi des différences significatives à 95 %.

Figure 2 : Évolution spatiale de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (400 mm) chez le grand corégone en 2018.

3.1.3 Doré jaune

Pour le doré jaune, le modèle de régression polynomiale explique 84,6 % de la relation mercure-longueur. Les résultats de la régression indiquent une position graphique différente de la courbe de la relation mercure-longueur entre les différents plans d'eau alors que la forme des courbes est similaire entre les plans d'eau (figure 3a).

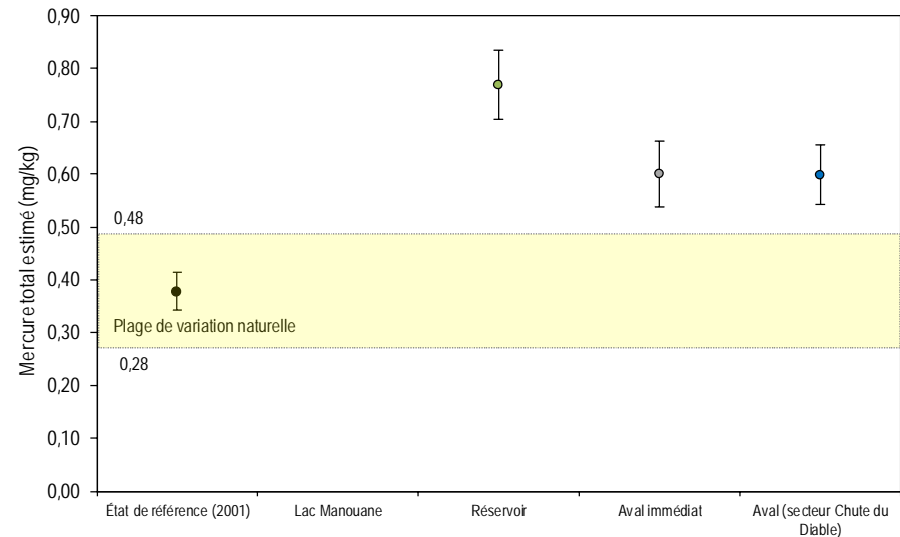
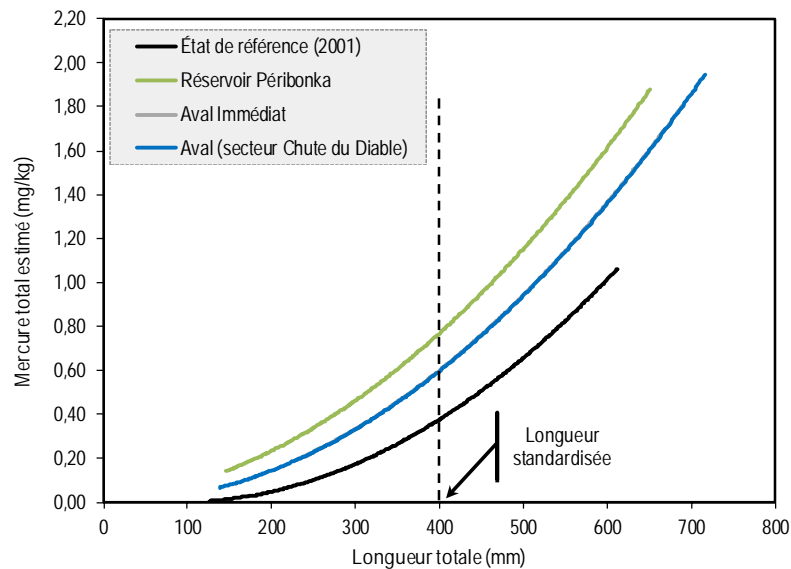
Pour le doré jaune, la longueur standardisée a été fixée à 400 mm, même si la longueur moyenne des petits spécimens capturés dans le réservoir de la Péribonka était inférieure à 400 mm (333 mm; voir tableau 7 section 3.2). Le maintien de la longueur standardisée à 400 mm vise à demeurer comparable avec les années antérieures, mais également en raison de la taille des spécimens pouvant être conservés pour la consommation selon le plan de gestion du doré jaune. En effet, selon ce plan, pour le secteur concerné, les dorés jaunes qui peuvent être conservés pour la consommation doivent se situer entre 320 et 470 mm, ce qui correspond à une longueur moyenne de 395 mm (MFFP, 2016). Toutefois, contrairement au suivi de 2015, des spécimens de plus de 400 mm ont été capturés dans le réservoir, ce qui fait que la courbe estime une valeur réelle à la longueur standardisée de 400 mm.

Les résultats indiquent que la teneur moyenne en mercure à la longueur standardisée est significativement plus élevée dans le réservoir de la Péribonka (0,77 mg/kg), que lors de l'état de référence en 2001 (0,38 mg/kg), de même qu'à l'aval immédiat de la centrale et que dans le secteur aval (chute du Diable) (valeurs égales de 0,60 mg/kg; figure 3b).

Les dorés jaunes capturés à l'aval immédiat de la centrale ont une teneur en mercure similaire aux dorés jaunes capturés plus en aval de la centrale (chute du Diable), mais présentent toutefois une teneur en mercure significativement plus élevée que celle mesurée lors de l'état de référence.

Tous les plans d'eau étudiés en 2018 présentent des teneurs moyennes en mercure à la longueur standardisée chez le doré jaune supérieures à la norme canadienne pour la mise en marché des produits de la pêche. Toutefois, l'intervalle de confiance des teneurs moyennes pour les deux secteurs situés en aval du réservoir chevauche la borne supérieure de la plage de variation en milieu naturel.

Notons que pour le doré jaune, aucun spécimen n'a été capturé dans le milieu témoin.



Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Lac Manouane	Réservoir	Aval immédiat	Aval (Chute du Diable)
N ^{bre} de spécimens	54	ND	33	33	33
Position*	c	ND	a	b	b
Forme*	a	ND	a	a	a
* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance des coefficients ne se chevauchent pas, indiquant des différences significatives à 95 %. Pour la position des courbes, la règle est d'attribuer la lettre « a » à la plus élevée d'entre elles, tandis que pour la forme, c'est la courbe la plus complexe qui reçoit la lettre « a ».					

Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Lac Manouane	Réservoir	Aval immédiat	Aval (Chute du Diable)
N ^{bre} de spécimens	54	ND	33	33	33
Teneur moyenne	0,38 (c*)	ND	0,77 (a)	0,60 (b)	0,60 (b)
Limite inférieure	0,34	ND	0,70	0,54	0,54
Limite supérieure	0,41	ND	0,84	0,66	0,66
* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance de l'estimation de la teneur moyenne ne se chevauchent pas, indiquant ainsi des différences significatives à 95 %.					

Figure 3 : Évolution spatiale de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (400 mm) chez le doré jaune en 2018.

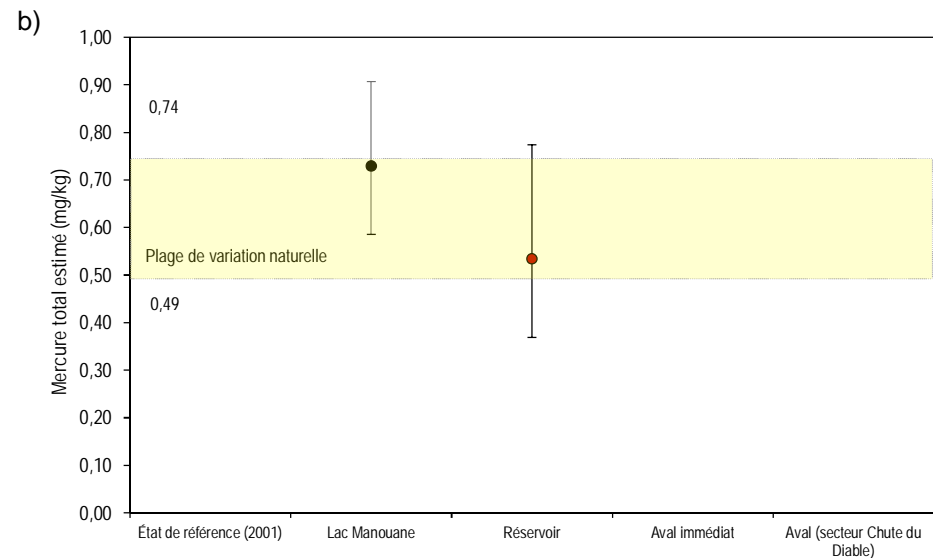
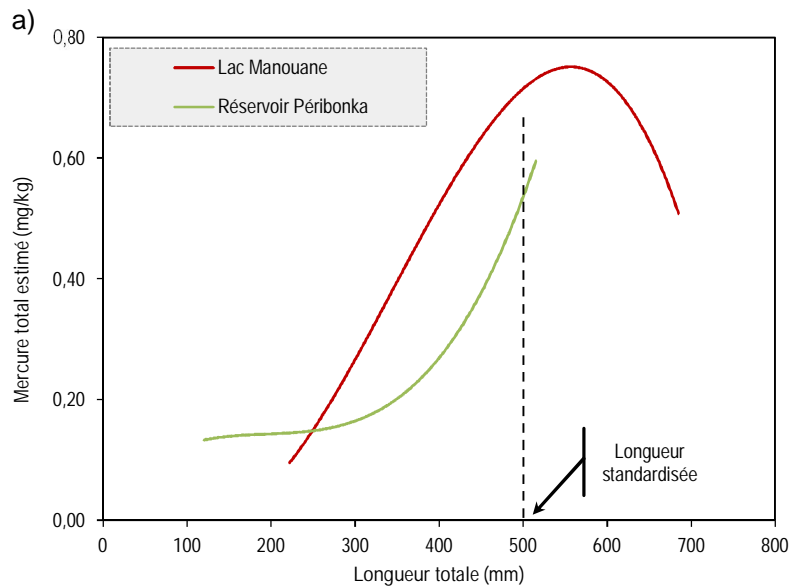
3.1.4 Lotte

En 2018, la lotte a été capturée en nombre suffisant pour effectuer la régression polynomiale uniquement dans le lac Manouane (milieu témoin) et dans le réservoir de la Péribonka.

Le modèle de régression polynomiale pour les deux plans d'eau explique 70,6 % de la relation mercure-longueur. Les résultats de la régression indiquent une position graphique similaire des courbes de la relation mercure-longueur entre les différents plans d'eau, alors la forme de la courbe diffère (figure 4a).

Les deux plans d'eau analysés en 2018 affichent une très grande variabilité dans les données de mercure en fonction de la taille. Malgré une teneur moyenne plus élevée à la longueur standardisée de 500 mm dans le lac témoin (0,73 mg/kg; figure 4b) par rapport au réservoir de la Péribonka (0,53 mg/kg), la différence n'est pas significative. Comme pour le grand brochet, la lotte du lac Manouane a vu sa teneur moyenne en mercure augmenter par rapport à 2015 (voir section 3.2.5).

Les deux plans d'eau présentent des teneurs moyennes situées dans la plage de variation naturelle, mais supérieures à la norme canadienne de mise en marché des produits de la pêche.



Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Lac Manouane	Réservoir	Aval immédiat	Aval (Chute du Diable)
N ^{bre} de spécimens	ND	26	32	ND	ND
Position*	ND	a	a	ND	ND
Forme*	ND	b	a	ND	ND

* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance des coefficients ne se chevauchent pas, indiquant des différences significatives à 95 %. Pour la position des courbes, la règle est d'attribuer la lettre « a » à la plus élevée d'entre elles, tandis que pour la forme, c'est la courbe la plus complexe qui reçoit la lettre « a ».

Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Lac Manouane	Réservoir	Aval immédiat	Aval (Chute du Diable)
N ^{bre} de spécimens	ND	26	32	ND	ND
Teneur moyenne	ND	0,73 (a*)	0,53 (a)	ND	ND
Limite inférieure	ND	0,59	0,37	ND	ND
Limite supérieure	ND	0,91	0,77	ND	ND

* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance de l'estimation de la teneur moyenne ne se chevauchent pas, indiquant ainsi des différences significatives à 95 %.

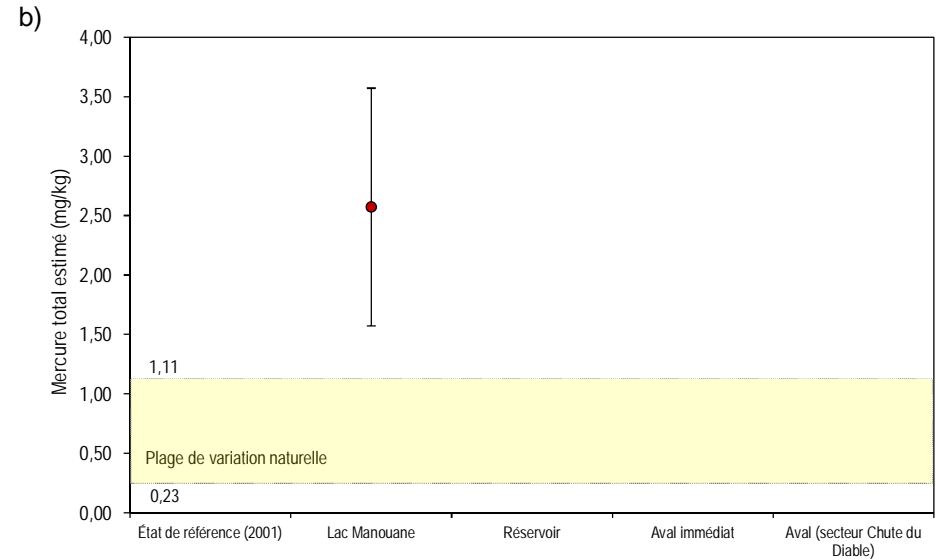
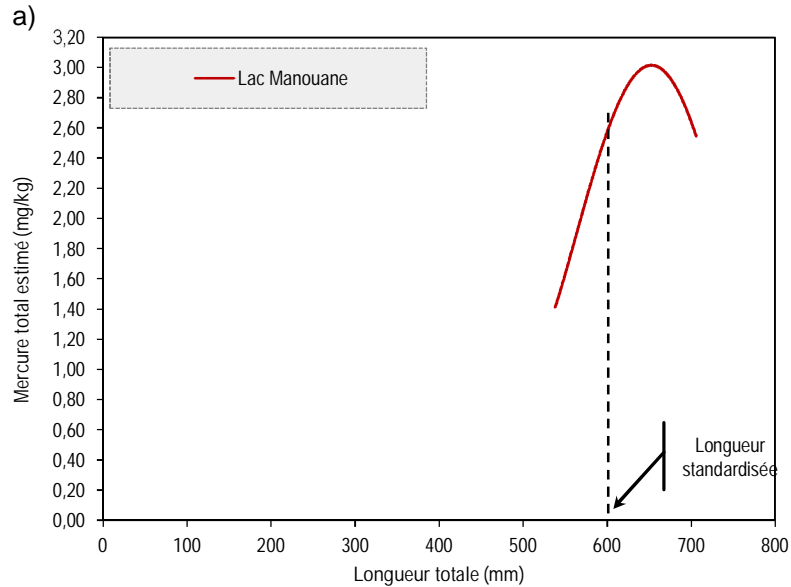
Figure 4 : Évolution spatiale de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (500 mm) chez la lotte en 2018.

3.1.5 Touladi

En 2018, les touladis ont été capturés lors des pêches aux filets uniquement dans le lac Manouane (milieu témoin). Le touladi est cependant présent dans le réservoir de la Péribonka, mais il est en trop faible abondance pour qu'il soit capturé dans les filets. Aucun état de référence n'a été établi pour le touladi dans la rivière Péribonka, car ce poisson y était absent.

Pour le touladi, le modèle de régression polynomiale explique une très faible relation de 24,1 % de la relation mercure-longueur. Les résultats de la régression montrent la forme de la courbe à la figure 5a.

À la longueur standardisée de 600 mm, les teneurs en mercure dans la chair du touladi sont estimées à 2,57 mg/kg, ce qui excède la norme canadienne fixée pour la mise en marché des produits de la pêche qui est de 0,5 mg de mercure/kg de chair. Les teneurs estimées sont également plus élevées que la borne supérieure de la plage de variation en milieu naturel. Comme pour le grand brochet du milieu témoin, on note une hausse des teneurs en mercure chez le touladi en 2018 qui est significative par rapport à l'ensemble des autres suivis. Plus de détails sont donnés à la section 3.2.4.1.



Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Lac Manouane	Réservoir	Aval immédiat	Aval (Chute du Diable)
Nbre de spécimens	Aucune capture	32	Aucune capture	Aucune capture	Aucune capture
Teneur moyenne	ND	2,57	ND	ND	ND
Limite inférieure	ND	2,22	ND	ND	ND
Limite supérieure	ND	2,98	ND	ND	ND

* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance de l'estimation de la teneur moyenne ne se chevauchent pas, indiquant ainsi des différences significatives à 95 %.

Figure 5 : Évolution spatiale de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (600 mm) chez le touladi en 2018

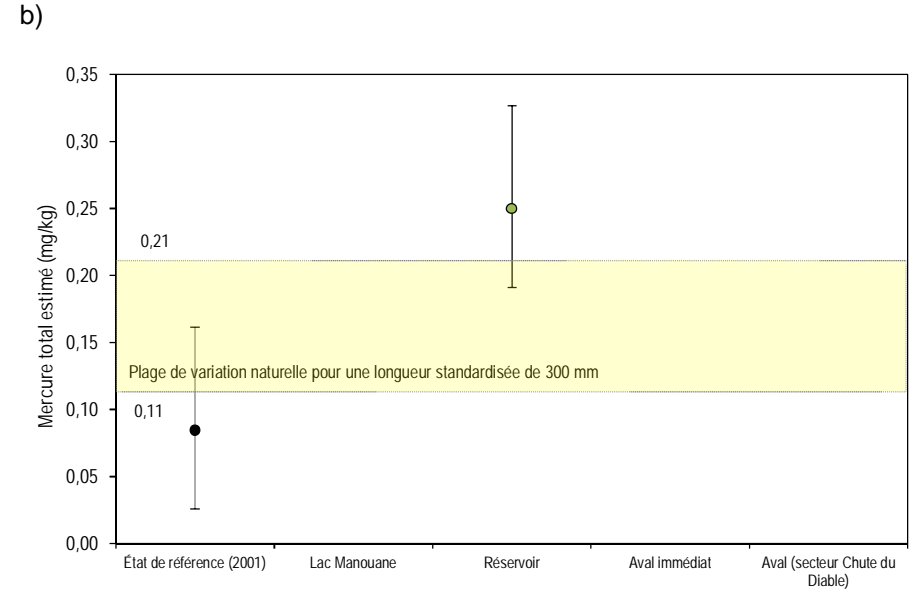
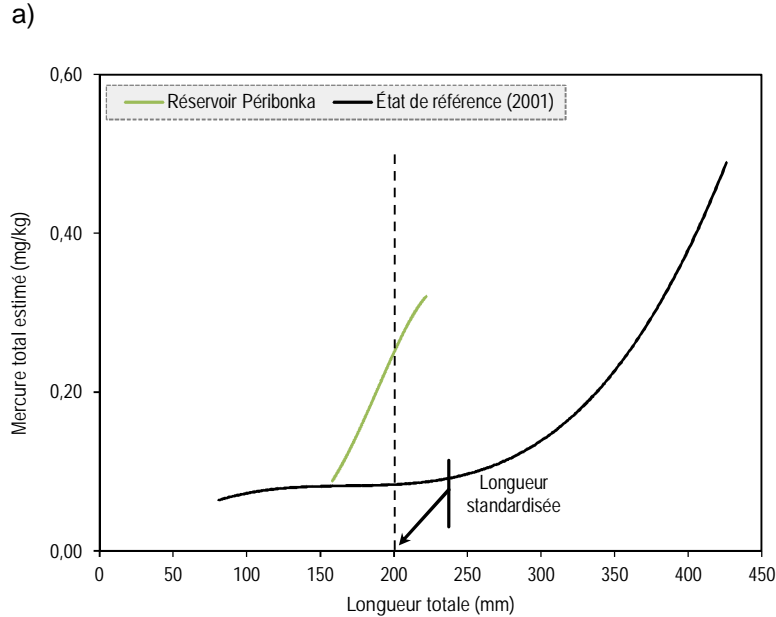
3.1.6 Omble de fontaine

Les ombles de fontaine, lors de la campagne de terrain, ont été capturés en nombre suffisant pour effectuer la régression polynomiale dans le réservoir de la Péribonka, comme lors de l'état de référence. La longueur standardisée a toutefois été revue à la baisse, passant de 300 mm à 200 mm.

Le modèle de régression polynomiale pour les deux plans d'eau explique 69,6 % de la relation mercure-longueur. Les résultats de la régression indiquent une position graphique et une forme des courbes de la relation mercure-longueur différentes entre l'état de référence et le réservoir de la Péribonka (figure 5a).

Le réservoir de la Péribonka présente une teneur en mercure significative plus élevée chez l'omble de fontaine par rapport à l'état de référence obtenu en 2001 dans la rivière Péribonka. En effet, pour une longueur standardisée de 200 mm, la teneur moyenne est passée de 0,08 mg/kg en 2001 à 0,25 mg/kg en 2018. Les teneurs moyennes estimées dans le réservoir de la Péribonka en 2018 affichent une très grande variabilité à la longueur standardisée (0,19 à 0,33 mg/kg). D'ailleurs, l'intervalle de confiance de ces teneurs chevauche la plage de variation naturelle (0,11 à 0,21 mg/kg) qui est toutefois disponible uniquement pour une longueur standardisée de 300 mm. L'état de référence présente une teneur moyenne sous la plage de variation naturelle en utilisant la longueur standardisée à 200 mm. Lors de l'état de référence, la teneur moyenne estimée pour une longueur standardisée de 300 mm était de 0,15 mg/kg, ce qui plaçait cette valeur à l'intérieur de la plage de variation naturelle (Gendron et Burton, 2003). Ainsi, il est fort probable que si nous avions des spécimens d'omble de fontaine de plus de 300 mm pour les analyses effectuées en 2018, l'intervalle de confiance des teneurs moyennes estimées ne chevaucherait plus la plage de variation naturelle.

Les teneurs moyennes estimées en 2018 dans le réservoir de la Péribonka et lors de l'état de référence sont inférieures à la norme canadienne de mise en marché des produits de la pêche.



Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Lac Manouane	Réservoir	Aval immédiat	Aval (Chute du Diable)
N ^b re de spécimens	30	Aucune capture	17	Aucune capture	Aucune capture
Position*	b	ND	a	ND	ND
Forme*	b	ND	a	ND	ND

* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance des coefficients ne se chevauchent pas, indiquant des différences significatives à 95 %. Pour la position des courbes, la règle est d'attribuer la lettre « a » à la plus élevée d'entre elles, tandis que pour la forme, c'est la courbe la plus complexe qui reçoit la lettre « a ».

Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Lac Manouane	Réservoir	Aval immédiat	Aval (Chute du Diable)
N ^b re de spécimens	30	Aucune capture	17	Aucune capture	Aucune capture
Teneur moyenne	0,08 (b)	ND	0,25 (a)	ND	ND
Limite inférieure	0,07	ND	0,19	ND	ND
Limite supérieure	0,10	ND	0,33	ND	ND

* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance de l'estimation de la teneur moyenne ne se chevauchent pas, indiquant ainsi des différences significatives à 95 %.

Figure 6 : Évolution spatiale de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (200 mm) chez l'omble de fontaine en 2018

3.1.7 Ouananiche

Aucune ouananiche n'a été capturée en 2018. Lors de l'état de référence, six ouananiches avaient été capturées dans la rivière Péribonka. La longueur moyenne des captures était de 443 mm et la teneur moyenne en mercure était de 0,28 mg/kg.

3.2 Teneurs en mercure dans la chair des poissons – analyses temporelles

La distribution des résidus de Student selon la longueur des poissons est illustrée à l'annexe G. L'examen des graphiques produits permet de juger de la normalité des données et de l'égalité des variances (Tremblay *et al.*, 1996). Les relations longueur-mercure par espèce et par plan d'eau en 2015 se trouvent à l'annexe H. Le tableau 7 présente les valeurs moyennes en mercure mesurées par les Laboratoires Bureau Veritas, de même que les teneurs moyennes pour une longueur standardisée, pour chaque espèce par plan d'eau depuis l'état de référence.

3.2.1 Grand brochet

3.2.1.1 Milieu témoin (lac Manouane)

Pour le grand brochet du lac Manouane, le modèle de régression polynomiale pour la comparaison interannuelle explique 73,1 % de la relation mercure-longueur. Les résultats de la régression indiquent une position graphique différente des courbes entre les années, alors que seule la forme de l'année 2018 diffère des autres années (figure 7a).

Les résultats indiquent que les grands brochets capturés dans la rivière Péribonka en 2001⁵ avaient une teneur moyenne en mercure pour une longueur standardisée de 600 mm significativement plus faible que la teneur obtenue dans le lac Manouane lors des suivis de 2013 à 2018, mais semblable à celles obtenues lors du suivi de 2011 (figure 7b). Depuis 2011, les teneurs en mercure chez le grand brochet du lac Manouane vont en augmentant. Toutefois, c'est seulement lors du suivi de 2015 que les teneurs en mercure s'avèrent significativement plus élevées que celles estimées à la longueur standardisée en 2011 et 2013 (figure 7b). L'année 2018 présente encore une hausse des teneurs moyennes en mercure pour une longueur standardisée de 600 mm avec une valeur de 1,01 mg/kg par rapport à la valeur de 0,86 mg/kg obtenu en 2015. La hausse observée en 2018 n'est toutefois pas significative par rapport à l'année 2015, mais significative par rapport à l'ensemble des autres années.

⁵ Il est à noter qu'à l'état de référence, le lac Manouane n'avait pas fait l'objet d'échantillonnage. En contrepartie, les spécimens capturés lors des pêches effectuées dans la rivière Péribonka en 2001 ont fait l'objet d'analyses de mercure. La rivière Péribonka, avant la mise en eau du réservoir, a donc servi de milieu témoin en 2001.

Tableau 7 : Quantification des teneurs en mercure depuis l'état de référence dans les secteurs à l'étude

Milieu	Espèce	Année	Nombre total	Mercure total (mg/kg)				Longueur totale (mm)			
				Standardisée ^{AB}	Moyenne	Minimum	Maximum	Moyenne	Minimum	Maximum	
Réservoir de la Péribonka	Grand corégone	2001	59	0,16 (a)	0,23	0,08	0,49	453	258	599	
		2015	28	0,16 (a)	0,33	0,11	1,59	463	279	636	
		2018	32	0,16 (a)	0,20	0,10	0,52	430	307	586	
	Grand brochet	2001	56	0,48 (b)	0,57	0,08	1,7	609	341	965	
		2011	30	0,48 (b)	0,5	0,32	1,14	557	403	771	
		2013	30	0,87 (a)	0,93	0,43	1,76	613	400	882	
		2015	32	0,90 (a)	1,02	0,08	2,60	636	156	1150	
		2018	34	0,79 (a)	0,87	0,22	2,40	589	242	837	
	Doré jaune	2001	54	0,35 (b)	0,54	0,09	1,58	447	125	612	
		2015	26	0,73 (a)	0,43	0,22	0,67	275	143	388	
		2018	33	0,77 (a)	0,60	0,13	1,80	333	146	651	
	Lotte	2013	17	0,48 (a)	0,45	0,11	1,02	420	293	648	
		2015	26	0,48 (a)	0,3	0,06	1,50	307	126	626	
		2018	32	0,48 (a)	0,21	0,08	0,78	302	120	515	
	Omble de fontaine	2001	30	0,08 (b)	0,16	0,05	0,55	257	81	426	
		2018	17	0,25 (a)	0,19	0,07	0,48	181	158	222	
	Aval immédiat de la centrale	Grand corégone	2001	59	0,16 (a)	0,23	0,08	0,49	453	258	599
			2011	30	0,14 (a)	0,18	0,11	0,37	428	306	544
2013			32	0,16 (a)	0,2	0,10	0,57	415	309	522	
2015			32	0,16 (a)	0,21	0,08	0,73	429	320	531	
2018			32	0,14 (a)	0,20	0,10	0,51	437	323	553	
Grand brochet		2001	56	0,52 (a)	0,57	0,08	1,7	609	341	965	
		2011	30	0,52 (a)	0,66	0,34	1,38	642	443	986	
		2013	32	0,52 (a)	0,62	0,21	1,58	641	335	912	
		2015	32	0,52 (a)	0,64	0,15	2,08	628	339	966	
		2018	34	0,52 (a)	0,52	0,05	1,20	574	135	937	

Tableau 7: Quantification des teneurs en mercure depuis l'état de référence dans les secteurs à l'étude (suite)

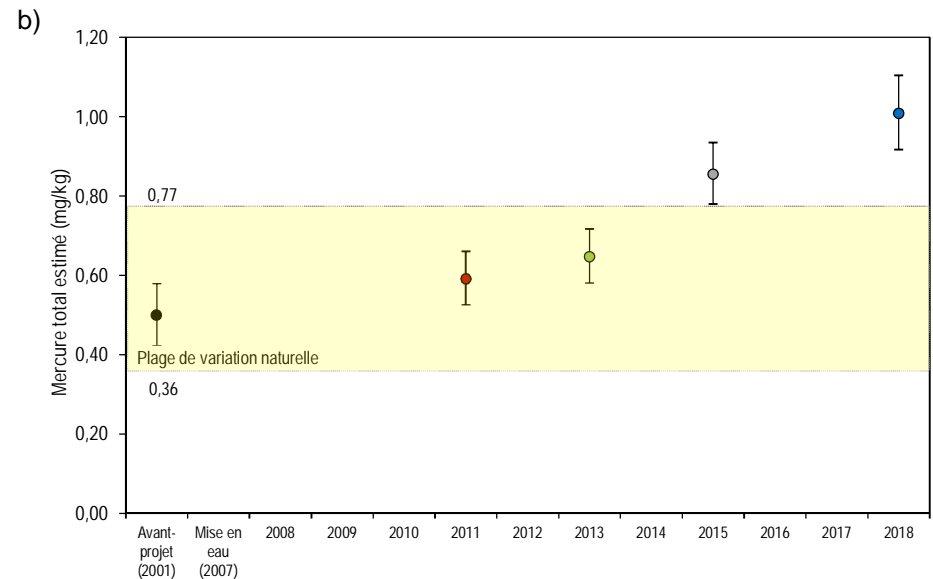
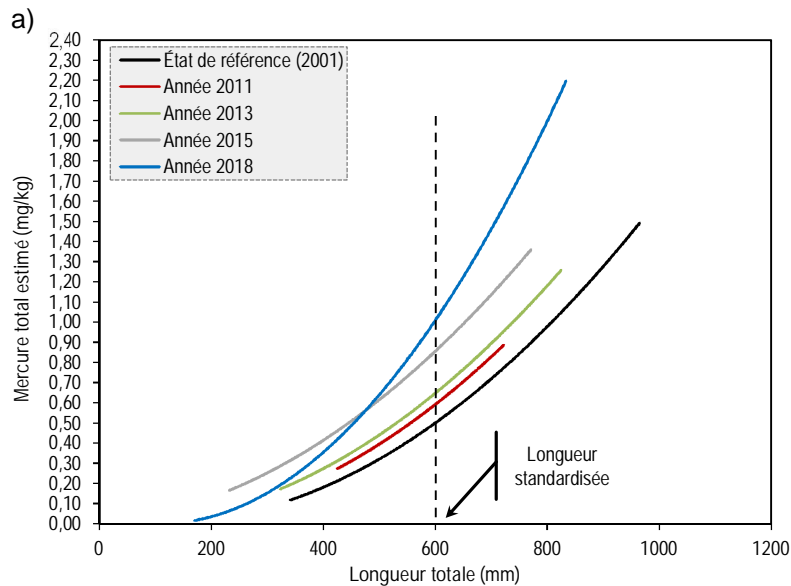
Milieu	Espèce	Année	Nombre total	Mercure total (mg/kg)				Longueur totale (mm)		
				Standardisée ^{AB}	Moyenne	Minimum	Maximum	Moyenne	Minimum	Maximum
Aval immédiat de la centrale	Doré jaune	2001	54	0,37 (b)	0,54	0,09	1,58	447	125	612
		2011	30	0,60 (a)	1,03	0,49	1,59	510	435	625
		2013	32	0,65 (a)	1,10	0,21	1,89	501	167	700
		2015	32	0,48 (ab)	0,96	0,20	2,10	485	341	686
		2018	33	0,58 (a)	1,04	0,15	2,10	510	230	690
Aval (secteur de la chute du Diable)	Grand corégone	2001	59	0,17 (a)	0,23	0,08	0,49	453	258	599
		2011	24	0,17 (a)	0,2	0,12	0,35	399	305	492
		2013	32	0,17 (a)	0,18	0,1	0,30	405	300	531
		2015	32	0,18 (a)	0,18	0,09	0,29	405	303	523
		2018	32	0,19 (a)	0,20	0,09	0,32	392	300	466
	Grand brochet	2001	56	0,46 (a)	0,57	0,08	1,70	609	341	965
		2011	24	0,46 (a)	0,66	0,2	3,79	632	401	1000
		2013	24	0,46 (a)	0,69	0,2	1,75	673	300	995
		2015	32	0,37 (b)	0,44	0,16	2,30	565	126	1194
		2018	34	0,46 (a)	0,53	0,09	2,80	559	167	1104
	Doré jaune	2001	54	0,35 (c)	0,54	0,09	1,58	447	125	612
		2011	31	0,67 (a)	0,69	0,15	1,49	396	180	685
		2013	32	0,64 (ab)	0,71	0,08	1,85	406	140	687
		2015	32	0,52 (b)	0,44	0,08	2,00	334	129	778
		2018	33	0,59 (ab)	0,56	0,08	1,80	359	138	716
Milieu témoin (rivière Péribonka en 2001; lac Manouane de 2011 à 2018)	Grand corégone	2001	59	0,15 (a)	0,23	0,08	0,49	453	258	599
		2011	29	0,13 (a)	0,18	0,05	0,45	426	305	550
		2013	32	0,15 (a)	0,20	0,06	0,53	433	260	525
		2015	32	0,15 (a)	0,18	0,06	0,34	435	314	510
		2018	32	0,15 (a)	0,23	0,09	0,85	427	303	653

Tableau 7: Quantification des teneurs en mercure depuis l'état de référence dans les secteurs à l'étude (suite)

Milieu	Espèce	Année	Nombre total	Mercure total (mg/kg)				Longueur totale (mm)		
				Standardisée ^{AB}	Moyenne	Minimum	Maximum	Moyenne	Minimum	Maximum
Milieu témoin (rivière Péribonka en 2001; lac Manouane de 2011 à 2018)	Grand brochet	2001	56	0,50 (c)	0,57	0,08	1,7	609	341	965
		2011	30	0,59 (bc)	0,6	0,18	1,34	590	425	722
		2013	32	0,65 (b)	0,69	0,13	1,12	605	323	825
		2015	33	0,86 (a)	0,85	0,14	1,60	582	232	771
		2018	33	1,01 (a)	0,86	0,095	2,40	542	170	834
	Touladi	2011	20	1,37 (c)	1,39	0,75	2,41	607	505	674
		2013	19	1,37 (c)	1,73	0,63	3,09	607	476	730
		2015	32	1,71 (b)	1,7	0,14	2,6	613	173	750
		2018	32	2,52 (a)	2,82	1,20	4,80	628	538	706
	Lotte	2011	13	0,47 (b)	0,68	0,28	1,02	582	382	700
		2013	32	0,47 (b)	0,58	0,22	1,25	553	395	742
		2015	32	0,47 (b)	0,62	0,08	1,20	543	126	835
		2018	26	0,65 (a)	0,70	0,09	1,57	503	222	685

^A Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance ne se chevauchent pas, indiquant des différences significatives à 95 %.

^B Teneur moyenne en mercure à la longueur standardisée (600 mm pour le grand brochet et le touladi, 400 mm pour le grand corégone et le doré jaune, 200 mm pour l'omble de fontaine et 500 mm pour la lotte) et estimée par le polynôme issu de la régression polynomiale avec variables indicatrices.



Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Année 2011	Année 2013	Année 2015	Année 2018
N ^{bre} de spécimens	56	30	32	33	33
Position*	c	b	b	a	a
Forme*	b	b	b	b	a

* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance des coefficients ne se chevauchent pas, indiquant des différences significatives à 95 %. Pour la position des courbes, la règle est d'attribuer la lettre « a » à la plus élevée d'entre elles, tandis que pour la forme, c'est la courbe la plus complexe qui reçoit la lettre « a ».

Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Année 2011	Année 2013	Année 2015	Année 2018
N ^{bre} de spécimens	56	30	32	33	33
Teneur moyenne	0,50 (c*)	0,59 (bc)	0,65 (b)	0,86 (a)	1,01 (a)
Limite inférieure	0,46	0,53	0,58	0,78	0,92
Limite supérieure	0,55	0,66	0,72	0,93	1,10

* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance de l'estimation de la teneur moyenne ne se chevauchent pas, indiquant ainsi des différences significatives à 95 %.

Figure 7 : Évolution temporelle de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (600 mm) chez le grand brochet du milieu témoin (Iac Manouane).

Lors du suivi de 2015, plusieurs hypothèses avaient été émises concernant les causes possibles pouvant expliquer cette hausse. Il avait été émis qu'un changement de régime alimentaire, les coupes forestières, les feux de forêt ou un changement de gestion du niveau d'eau du lac Manouane pouvaient être la cause de l'augmentation des teneurs moyennes en mercure chez le grand brochet. Les détails de ces causes probables sont expliqués à la section 3.2.7.

À l'exception de l'état de référence établi dans la rivière Péribonka, les valeurs estimées à la longueur standardisée dans le lac Manouane excèdent les normes canadiennes de mise en marché des produits de la pêche (0,5 mg de Hg/kg) concernant la teneur en mercure dans la chair des poissons.

Enfin, seules les valeurs obtenues en 2015 (0,86 mg/kg) et 2018 (1,01 mg/kg) dans le lac Manouane excèdent la borne supérieure de la plage de variation des teneurs en mercure dans le milieu naturel (0,77 mg/kg).

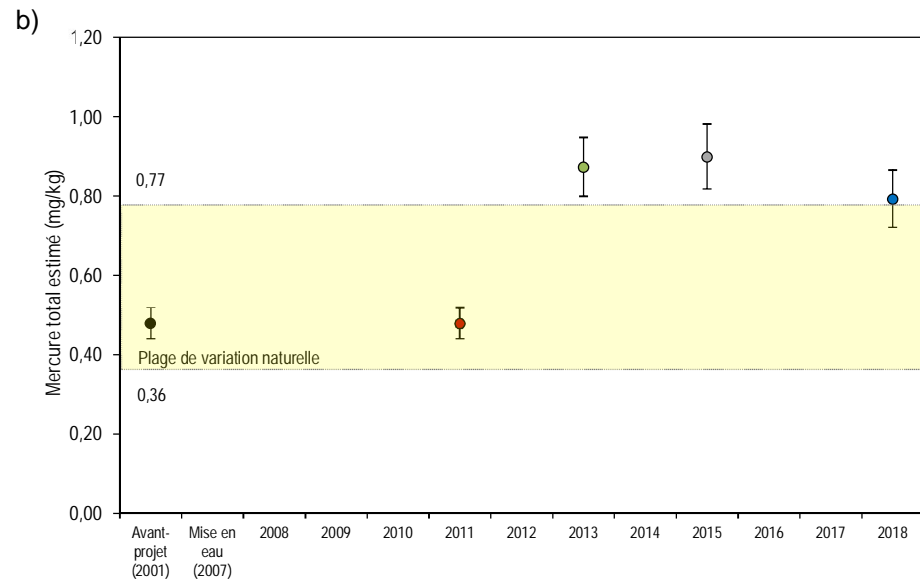
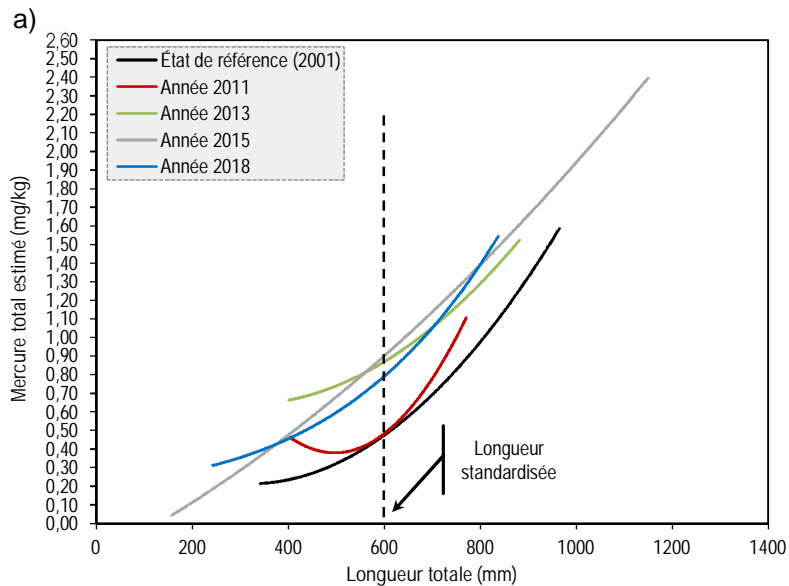
3.2.1.2 Réservoir de la Péribonka

Le modèle de régression polynomiale pour la comparaison interannuelle explique 80,4 % de la relation mercure-longueur. Les résultats de la régression indiquent des différences interannuelles à la fois pour les positions graphiques des courbes de la relation mercure-longueur et pour les formes de celles-ci (figure 8a).

La teneur en mercure estimée à la longueur standardisée de 600 mm chez le grand brochet en 2018 (0,79 mg/kg) ne diffère pas significativement de celle de 2015 (0,90 mg/kg) malgré la baisse observée (figure 8b).

Comme pour 2013 et 2015, la teneur en mercure estimée en 2018 est significativement plus élevée que celle de l'année 2011 et celle obtenue lors de l'état de référence (0,48 mg/kg). L'année 2018 semble indiquer une tendance à un retour vers les teneurs naturelles, car les teneurs moyennes ont passé de 0,90 mg/kg à 0,79 mg/kg. En 2013, 2015 et 2018, les teneurs moyennes en mercure estimées à la longueur standardisée sont supérieures à la borne supérieure de la plage de variation en milieu naturel (0,77 mg/kg), ainsi qu'à la norme canadienne de mise en marché des produits de la pêche (0,50 mg/kg). Toutefois, la borne inférieure des teneurs moyennes obtenues en 2018 chevauche la plage de variation naturelle (figure 8b).

La faible augmentation de la teneur en mercure dans la chair des grands brochets pour une longueur de 600 mm, notée entre 2013 et 2015 dans le réservoir de la Péribonka, semblait indiquer que la hausse des teneurs en mercure dans la chair des poissons à la suite de la mise en eau du réservoir tirait à sa fin. Les résultats obtenus en 2018 confirment les observations de 2015, puisque les valeurs moyennes ont commencé à diminuer. Selon les différents suivis sur le mercure effectués par Hydro-Québec, la production accrue de méthylmercure se termine généralement de 8 à 10 ans après la mise en eau (Hydro-Québec, 2016). Le suivi 2018 correspond à la onzième année de suivi après la mise en eau du réservoir. Selon les simulations des teneurs en mercure des poissons du réservoir projeté (Gendron et Burton, 2003), on peut donc supposer que les teneurs en mercure dans la chair des poissons du réservoir commencent bel et bien le retour vers les valeurs naturelles.



Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Année 2011	Année 2013	Année 2015	Année 2018
N ^{bre} de spécimens	56	30	30	32	34
Position*	b	b	a	a	a
Forme*	c	a	b	a	c

* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance des coefficients ne se chevauchent pas, indiquant des différences significatives à 95 %. Pour la position des courbes, la règle est d'attribuer la lettre « a » à la plus élevée d'entre elles, tandis que pour la forme, c'est la courbe la plus complexe qui reçoit la lettre « a ».

Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Année 2011	Année 2013	Année 2015	Année 2018
N ^{bre} de spécimens	56	30	30	32	34
Teneur moyenne	0,48 (b*)	0,48 (b)	0,87 (a)	0,90 (a)	0,79 (a)
Limite inférieure	0,44	0,44	0,80	0,82	0,72
Limite supérieure	0,52	0,52	0,95	0,98	0,87

* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance de l'estimation de la teneur moyenne ne se chevauchent pas, indiquant ainsi des différences significatives à 95 %.

Figure 8 : Évolution temporelle de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (600 mm) chez le grand brochet du réservoir de la Péribonka.

3.2.1.3 Aval immédiat

Le modèle de régression polynomiale pour la comparaison interannuelle explique 72,1 % de la relation mercure-longueur. Les résultats de la régression indiquent une position graphique des courbes de la relation mercure-longueur similaire entre les années. Il en va de même pour les formes de courbe (figure 9a).

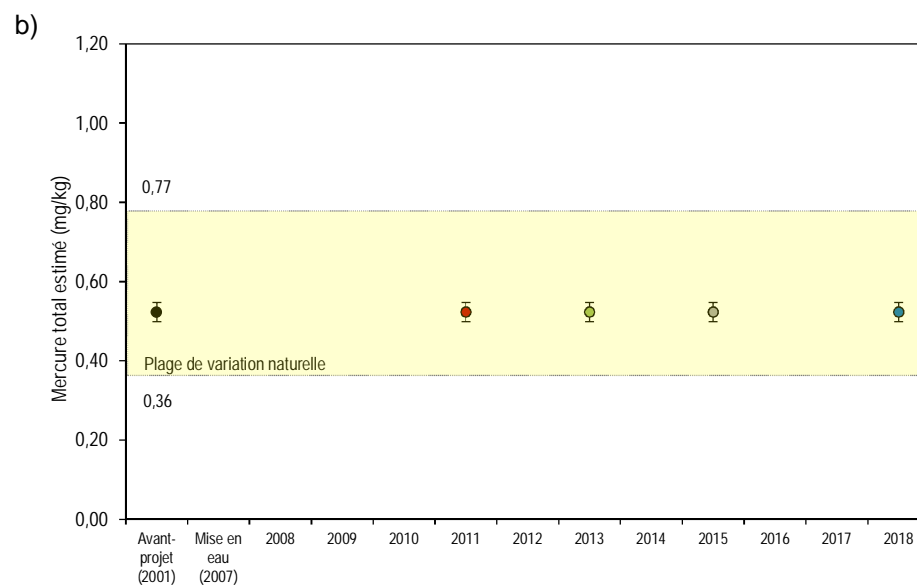
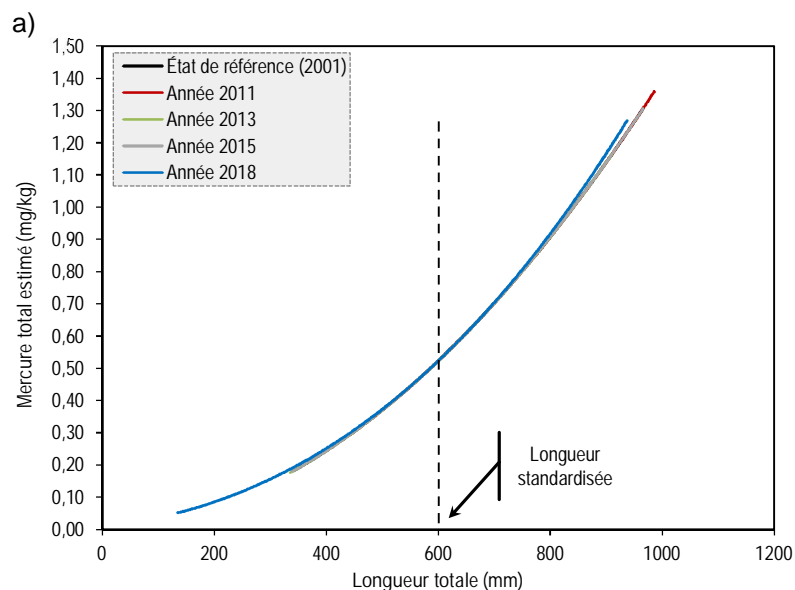
Pour l'aval immédiat de la centrale, la teneur moyenne en mercure estimée pour une longueur standardisée de 600 mm chez le grand brochet demeure stable depuis l'état de référence avec une valeur de 0,52 mg/kg. Cette valeur se trouve légèrement au-dessus de la limite de la norme canadienne pour la mise en marché des produits de la pêche et elle se situe dans la plage de variation des teneurs en mercure dans le milieu naturel.

3.2.1.4 Secteur de la chute du Diable (secteur aval de la centrale)

Le modèle de régression polynomiale pour la comparaison interannuelle explique 82,8 % de la relation mercure-longueur. Les résultats de la régression indiquent des différences interannuelles à la fois pour les positions graphiques des courbes de la relation mercure-longueur et pour les formes de celles-ci, mais uniquement en examinant l'année 2015 par rapport aux autres années (figure 10a).

L'année 2015 est la seule année présentant une teneur en mercure moyenne pour une longueur standardisée de 600 mm chez le grand brochet significativement plus faible (0,37 mg/kg) par rapport aux années précédentes, soit l'état de référence (0,46 mg/kg), et les années 2011, 2013 et 2018 (0,46 mg/kg) (figure 10b). Les teneurs en mercure dans le secteur aval (chute du Diable) sont demeurées stables entre 2001 et 2013, ainsi qu'en 2018, alors que l'année 2015 présentait une baisse dans les teneurs moyennes en mercure.

Pour toutes les années du suivi, les teneurs moyennes à longueur standardisée sont sous la norme canadienne de mise en marché des produits de la pêche et sont situées dans la plage de variation des teneurs en mercure en milieu naturel.



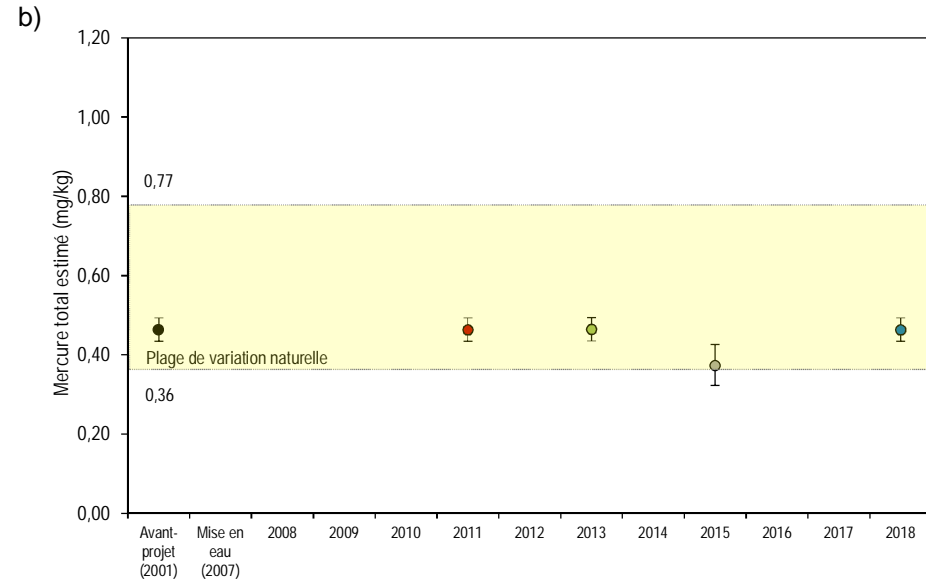
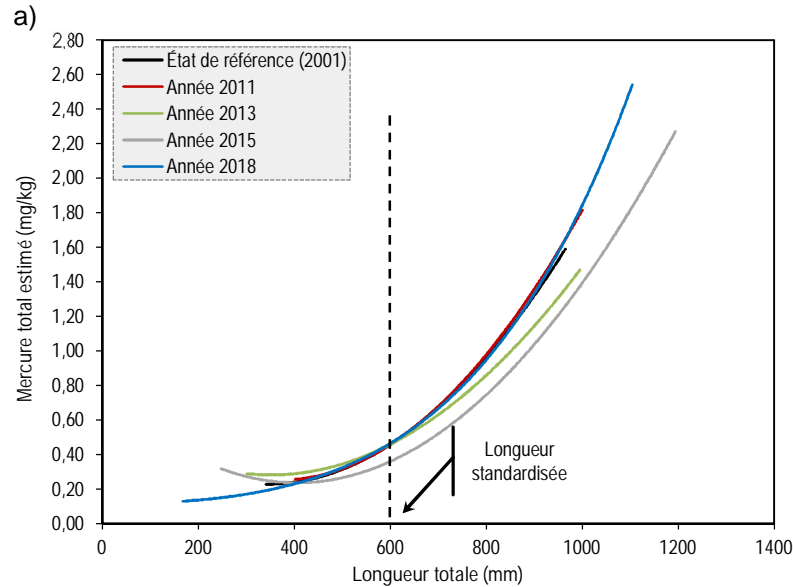
Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Année 2011	Année 2013	Année 2015	Année 2018
N ^{bre} de spécimens	56	30	32	32	34
Position*	a	a	a	a	a
Forme*	b	b	b	b	a

* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance des coefficients ne se chevauchent pas, indiquant des différences significatives à 95 %. Pour la position des courbes, la règle est d'attribuer la lettre « a » à la plus élevée d'entre elles, tandis que pour la forme, c'est la courbe la plus complexe qui reçoit la lettre « a ».

Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Année 2011	Année 2013	Année 2015	Année 2018
N ^{bre} de spécimens	56	30	32	32	34
Teneur moyenne	0,52 (a*)	0,52 (a)	0,52 (a)	0,52 (a)	0,52 (a)
Limite inférieure	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Limite supérieure	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55

* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance de l'estimation de la teneur moyenne ne se chevauchent pas, indiquant ainsi des différences significatives à 95 %.

Figure 9 : Évolution temporelle de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (600 mm) chez le grand brochet de l'aval immédiat de la centrale de la Péribonka.



Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Année 2011	Année 2013	Année 2015	Année 2018
N ^{bre} de spécimens	56	24	24	32	34
Position*	a	a	a	b	a
Forme*	b	b	a	a	b

* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance des coefficients ne se chevauchent pas, indiquant des différences significatives à 95 %. Pour la position des courbes, la règle est d'attribuer la lettre « a » à la plus élevée d'entre elles, tandis que pour la forme, c'est la courbe la plus complexe qui reçoit la lettre « a ».

Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Année 2011	Année 2013	Année 2015	Année 2018
N ^{bre} de spécimens	56	24	24	32	34
Teneur moyenne	0,46 (a*)	0,46 (a)	0,46 (a)	0,37 (b)	0,46 (a)
Limite inférieure	0,43	0,43	0,43	0,32	0,43
Limite supérieure	0,49	0,49	0,49	0,43	0,49

* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance de l'estimation de la teneur moyenne ne se chevauchent pas, indiquant ainsi des différences significatives à 95 %.

Figure 10 : Évolution temporelle de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (600 mm) chez le grand brochet du secteur aval (chute du Diable).

3.2.2 Grand corégone

3.2.2.1 Milieu témoin (lac Manouane)

Pour le grand corégone situé dans le milieu témoin (lac Manouane), le modèle de régression polynomiale pour la comparaison interannuelle explique 56,3 % de la relation mercure-longueur. Les résultats de la régression indiquent une position graphique différente de la courbe de la relation mercure-longueur entre l'année 2011 et les autres années, alors que la forme des courbes diffère uniquement pour l'année 2018 (figure 11a).

L'état de référence dans la rivière Péribonka en 2001 présentait une teneur moyenne à la longueur standardisée de 400 mm chez le grand corégone de 0,15 mg/kg, tout comme les teneurs estimées lors des années 2013 à 2018 (figure 11b). Toutefois, l'année 2011 présente une teneur moyenne plus faible avec 0,13 mg/kg, ce qui ne constitue toutefois pas une différence significative entre les années. Toutes les valeurs estimées à la longueur standardisée de 400 mm se situent dans la plage de variation en milieu naturel et sous la norme canadienne de mise en marché des produits de la pêche.

3.2.2.2 Réservoir de la Péribonka

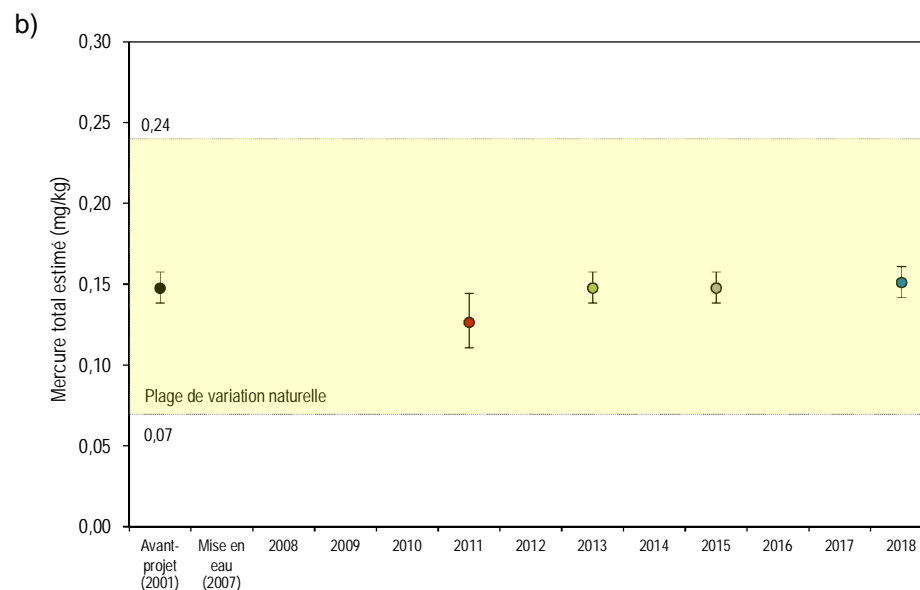
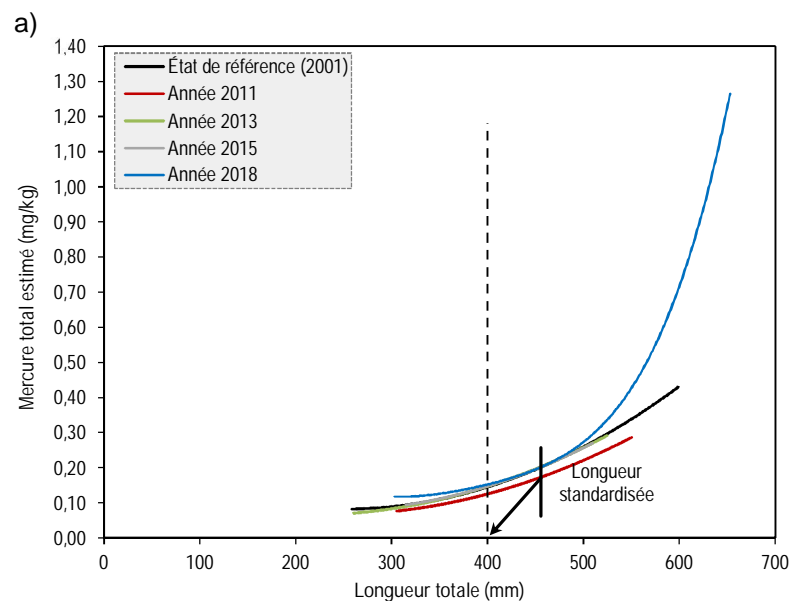
Lors des suivis de 2011 et 2013, il n'y a pas eu suffisamment de grands corégonnes capturés dans le réservoir de la Péribonka pour effectuer les analyses. En 2015 et 2018, la capture de grands corégonnes en quantité suffisante (nombre respectif de 28 et 32) a permis d'effectuer les comparaisons avec l'état de référence.

Pour le grand corégone situé dans le réservoir de la Péribonka, le modèle de régression polynomiale pour la comparaison interannuelle explique 50,8 % de la relation mercure-longueur. Les résultats de la régression indiquent une position graphique des courbes de la relation mercure-longueur similaire entre les années, tout comme la forme de celles-ci (figure 12a).

Les résultats de 2018 indiquent que la teneur en mercure estimée à la longueur standardisée de 400 mm n'a pas changé depuis l'état de référence avec une valeur estimée de 0,16 mg/kg (figure 12b). Ces teneurs estimées à la longueur standardisée de 400 mm se situent dans la plage de variation en milieu naturel et sous la norme canadienne de mise en marché des produits de la pêche.

3.2.2.3 Aval immédiat

Pour le grand corégone situé à l'aval immédiat du réservoir de la Péribonka, le modèle de régression polynomiale pour la comparaison interannuelle explique 57,4 % de la relation mercure-longueur. Les résultats de la régression indiquent une position graphique de la courbe de la relation mercure-longueur différente entre les années, tout comme la forme des courbes (figure 13a).



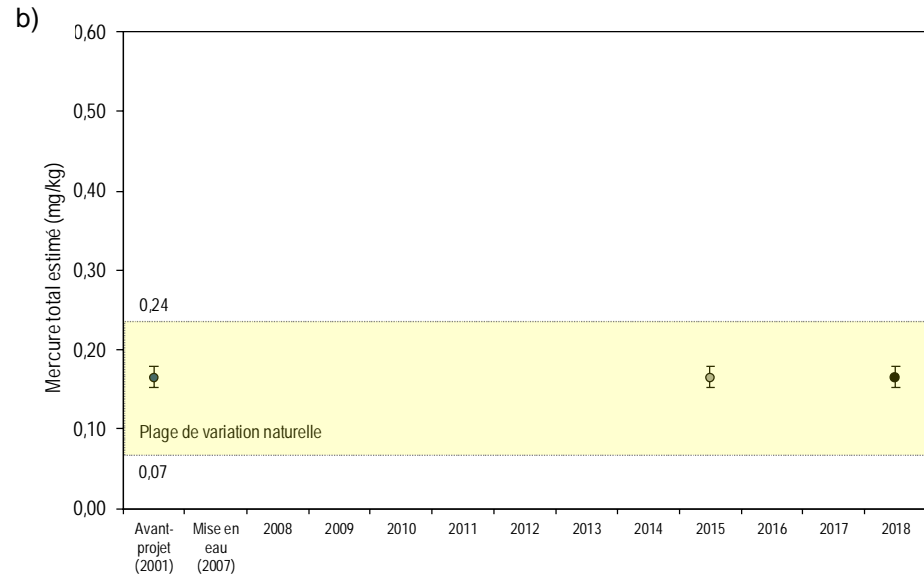
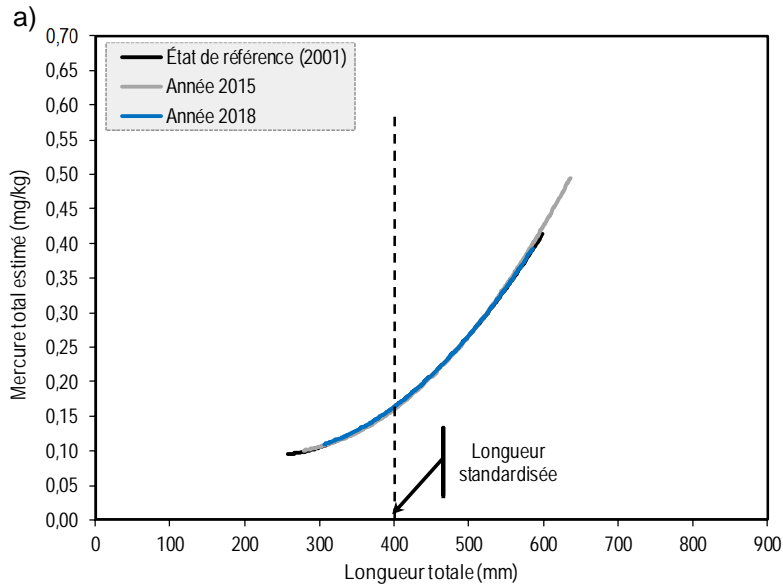
Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Année 2011	Année 2013	Année 2015	Année 2018
N ^{bre} de spécimens	59	29	32	32	32
Position*	b	a	b	b	b
Forme*	b	b	b	b	a

* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance des coefficients ne se chevauchent pas, indiquant des différences significatives à 95 %. Pour la position des courbes, la règle est d'attribuer la lettre « a » à la plus élevée d'entre elles, tandis que pour la forme, c'est la courbe la plus complexe qui reçoit la lettre « a ».

Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Année 2011	Année 2013	Année 2015	Année 2018
N ^{bre} de spécimens	59	29	32	32	32
Teneur moyenne	0,15 (a*)	0,13 (a)	0,15 (a)	0,15 (a)	0,15 (a)
Limite inférieure	0,14	0,11	0,14	0,14	0,14
Limite supérieure	0,16	0,14	0,16	0,16	0,16

* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance de l'estimation de la teneur moyenne ne se chevauchent pas, indiquant ainsi des différences significatives à 95 %.

Figure 11 : Évolution temporelle de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (400 mm) chez le grand corégone du milieu témoin (lac Manouane).



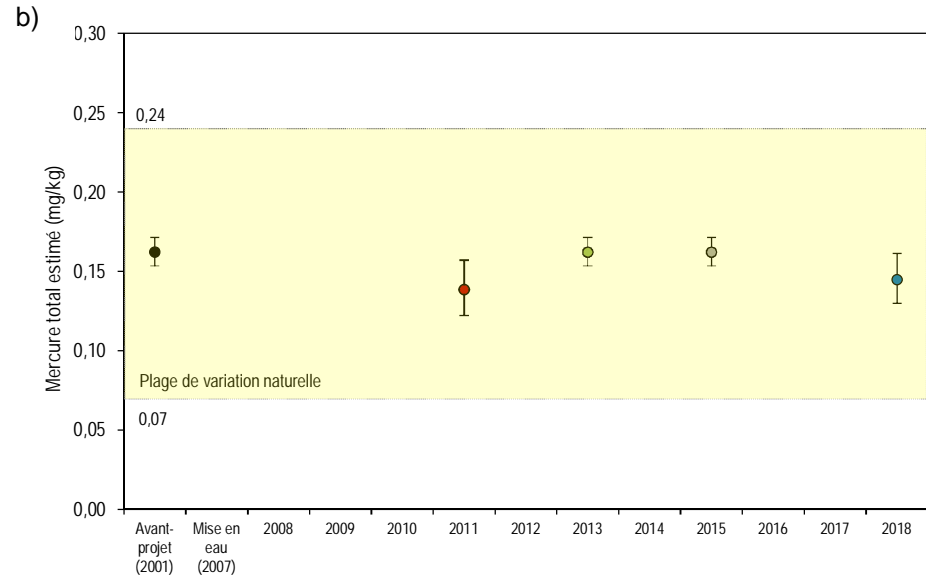
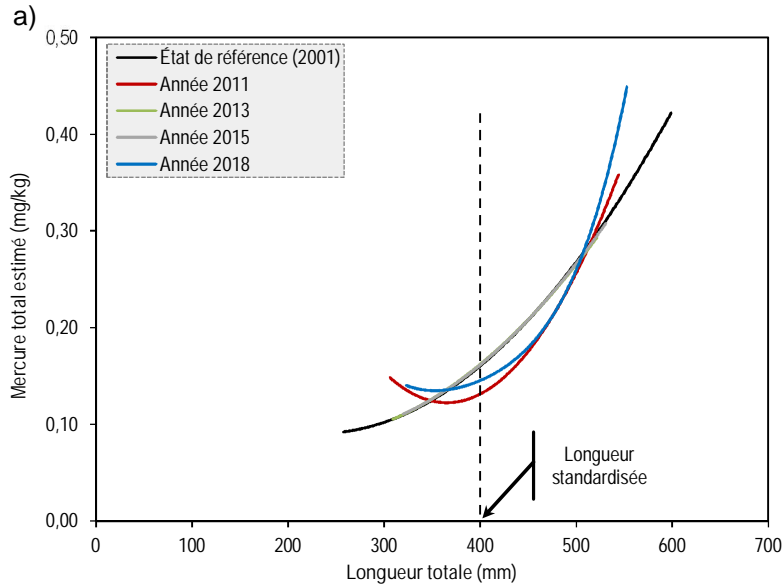
Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Année 2011	Année 2013	Année 2015	Année 2018
N ^{bre} de spécimens	59	ND	ND	28	32
Position*	a	ND	ND	a	a
Forme*	a	ND	ND	a	a

* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance des coefficients ne se chevauchent pas, indiquant des différences significatives à 95 %. Pour la position des courbes, la règle est d'attribuer la lettre « a » à la plus élevée d'entre elles, tandis que pour la forme, c'est la courbe la plus complexe qui reçoit la lettre « a ».

Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Année 2011	Année 2013	Année 2015	Année 2018
N ^{bre} de spécimens	59	ND	ND	28	32
Teneur moyenne	0,16 (a*)	ND	ND	0,16 (a)	0,16 (a)
Limite inférieure	0,15	ND	ND	0,15	0,15
Limite supérieure	0,18	ND	ND	0,18	0,18

* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance de l'estimation de la teneur moyenne ne se chevauchent pas, indiquant ainsi des différences significatives à 95 %.

Figure 12 : Évolution temporelle de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (400 mm) chez le grand corégone du réservoir de la Péribonka.



Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Année 2011	Année 2013	Année 2015	Année 2018
N ^{bre} de spécimens	59	30	32	32	32
Position*	b	a	b	b	a
Forme*	b	a	b	b	a

* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance des coefficients ne se chevauchent pas, indiquant des différences significatives à 95 %. Pour la position des courbes, la règle est d'attribuer la lettre « a » à la plus élevée d'entre elles, tandis que pour la forme, c'est la courbe la plus complexe qui reçoit la lettre « a ».

Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Année 2011	Année 2013	Année 2015	Année 2018
N ^{bre} de spécimens	59	30	32	32	32
Teneur moyenne	0,16 (a*)	0,14 (a)	0,16 (a)	0,16 (a)	0,14 (a)
Limite inférieure	0,15	0,12	0,15	0,15	0,13
Limite supérieure	0,17	0,16	0,17	0,17	0,16

* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance de l'estimation de la teneur moyenne ne se chevauchent pas, indiquant ainsi des différences significatives à 95 %.

Figure 13 : Évolution temporelle de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (400 mm) chez le grand corégonne de l'aval immédiat du réservoir de la Péribonka.

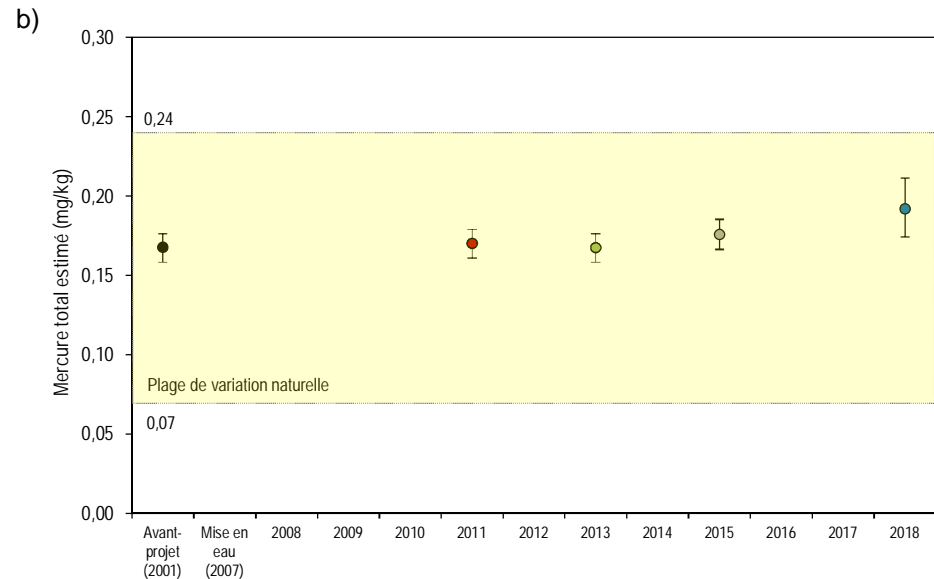
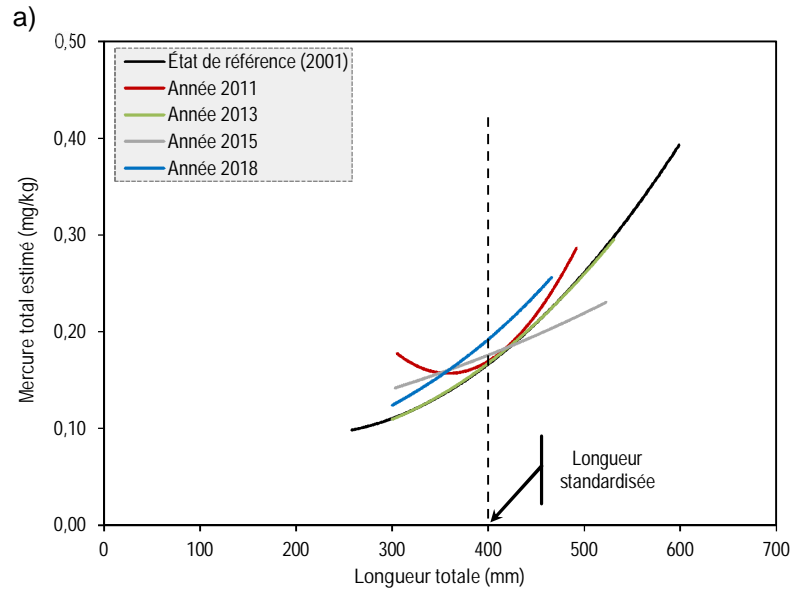
Parmi les différentes années de suivi environnemental, deux années présentent des teneurs en mercure similaires à celle estimée pour l'état de référence dans la rivière Péribonka, soit l'année 2013 et l'année 2015 avec une valeur de 0,16 mg/kg (figure 13b). Les années 2011 et 2018 présentent une teneur en mercure estimée à la longueur standardisée de 400 mm plus faible que les autres années de suivi avec une valeur de 0,14 mg/kg. Cette teneur n'est toutefois pas significativement plus faible. Contrairement à ce que nous aurions pu nous attendre, le grand corégone en aval immédiat ne semble pas avoir changé de régime alimentaire et est demeuré non piscivore.

Les valeurs estimées à la longueur standardisée pour toutes les années du suivi respectent la norme canadienne de mise en marché pour les produits de pêche et sont également situées dans la plage de variation en milieu naturel.

3.2.2.4 Secteur de la chute du Diable (secteur aval de la centrale)

Pour le grand corégone situé à l'aval du réservoir dans le secteur de la chute du Diable, le modèle de régression polynomiale pour la comparaison interannuelle explique 47,4 % de la relation mercure-longueur. La position graphique des courbes de la relation mercure-longueur est semblable entre les années sauf pour l'année 2018, alors que la forme de celles-ci diffère entre les années (figure 14a).

La valeur estimée à la longueur standardisée de 400 mm chez le grand corégone est similaire entre les années depuis l'état de référence avec une valeur située entre 0,17 et 0,19 mg/kg (figure 14b). Les teneurs estimées sont toutes situées dans la plage de variation en milieu naturel et se trouvent sous la norme canadienne de mise en marché des produits de la pêche.



Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Année 2011	Année 2013	Année 2015	Année 2018
N ^{bre} de spécimens	59	24	32	32	32
Position*	b	b	b	b	a
Forme*	c	a	c	b	c

* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance des coefficients ne se chevauchent pas, indiquant des différences significatives à 95 %. Pour la position des courbes, la règle est d'attribuer la lettre « a » à la plus élevée d'entre elles, tandis que pour la forme, c'est la courbe la plus complexe qui reçoit la lettre « a ».

Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Année 2011	Année 2013	Année 2015	Année 2018
N ^{bre} de spécimens	59	24	32	32	32
Teneur moyenne	0,17 (a*)	0,17 (a)	0,17 (a)	0,18 (a)	0,19 (a)
Limite inférieure	0,16	0,16	0,16	0,17	0,17
Limite supérieure	0,18	0,18	0,18	0,19	0,21

* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance de l'estimation de la teneur moyenne ne se chevauchent pas, indiquant ainsi des différences significatives à 95 %.

Figure 14 : Évolution temporelle de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (400 mm) chez le grand corégone du secteur aval (chute du Diable).

3.2.3 Doré jaune

3.2.3.1 Réservoir de la Péribonka

Depuis l'état de référence, les années 2015 et 2018 sont les seules qui ont permis la capture de dorés jaunes en nombre suffisant pour effectuer l'analyse de régression polynomiale. Pour le doré jaune situé dans le réservoir de la Péribonka, le modèle de régression polynomiale pour la comparaison interannuelle explique 80,9 % de la relation mercure-longueur. Les résultats de la régression indiquent une position graphique différente des courbes de la relation mercure-longueur depuis la mise en eau du réservoir, alors que la forme de celle-ci est différente seulement par rapport à l'année 2018 (figure 15a).

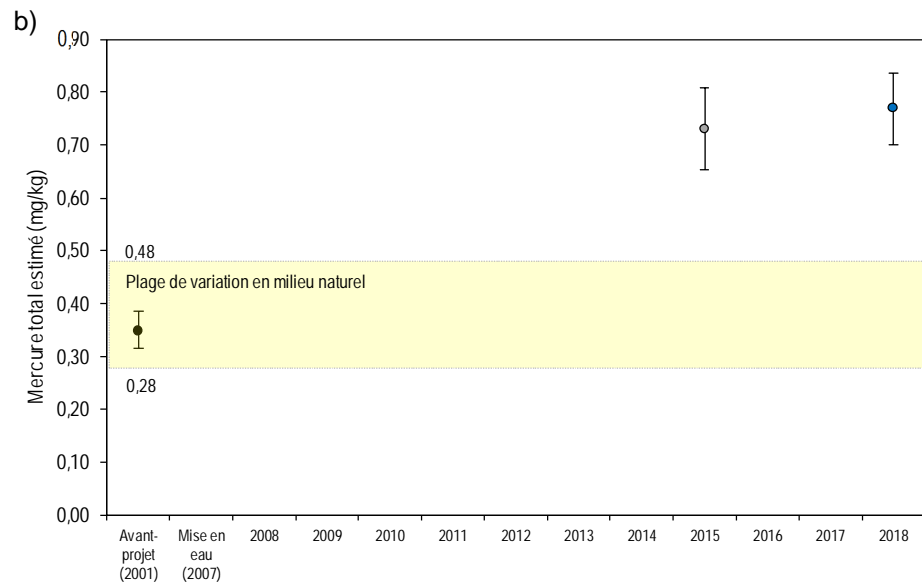
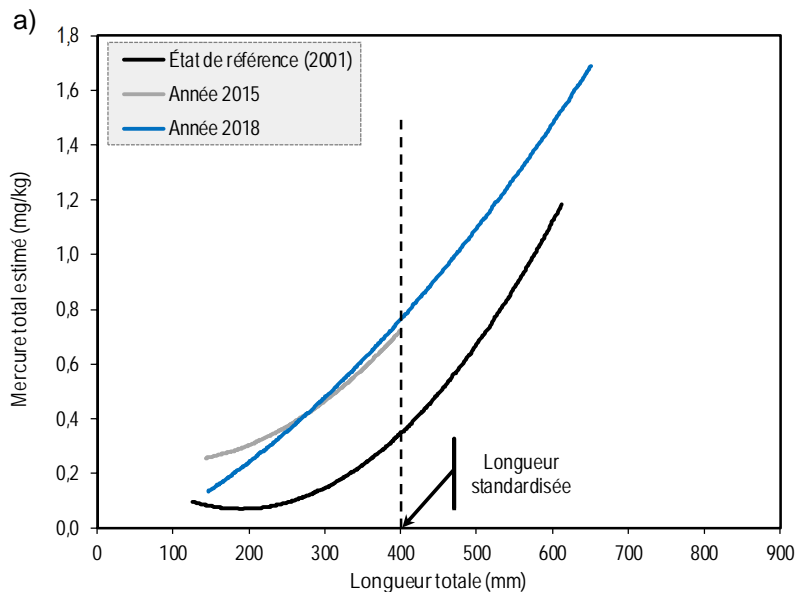
La teneur moyenne estimée pour une longueur standardisée de 400 mm chez le doré jaune est significativement plus élevée dans le réservoir de la Péribonka en 2015 et 2018 (0,73 et 0,77 mg/kg) que la teneur moyenne estimée dans la rivière lors de l'état de référence (0,35 mg/kg) (figure 15b).

Tel que noté en 2015, la teneur moyenne pour une longueur standardisée excède la norme canadienne pour la mise en marché des produits de la pêche de même que la borne supérieure de la plage de variation en milieu naturel.

3.2.3.2 Aval immédiat

Dans le secteur de la chute du Diable, le modèle de régression polynomiale pour la comparaison interannuelle explique 82,9 % de la relation mercure-longueur. La position graphique des courbes de la relation mercure-longueur diffère entre les années, alors que seule la forme de l'année 2015 est différente (figure 16a).

De 2011 à 2018, les teneurs moyennes estimées à une longueur standardisée de 400 mm pour le doré jaune sont significativement plus élevées que celles estimées dans la rivière Péribonka lors de l'état de référence (figure 16b). Les teneurs moyennes estimées entre 2011 et 2018 ne sont pas significativement différentes. L'année 2015 présente une diminution des teneurs moyennes non significativement plus faibles que celles obtenues lors des autres années, mais qui chevauche l'intervalle de confiance des teneurs estimées lors de l'état de référence. L'année 2018 a présenté une hausse des teneurs par rapport à l'année 2015, mais non significative. Les teneurs moyennes de 2011 (0,60 mg/kg) à 2013 (0,65 mg/kg) et l'année 2018 (0,58 mg/kg) sont toutes situées au-dessus de la borne supérieure de la plage de variation des teneurs en mercure pour le milieu naturel, alors que les teneurs moyennes de l'année 2015 (0,48 mg/kg) se situent à la limite supérieure de cette borne. De plus, l'intervalle de confiance inférieur de la teneur moyenne en 2015 est inclus dans la plage de variation naturelle. Seule la valeur obtenue lors de l'état de référence respecte la norme canadienne de mise en marché des produits de la pêche.



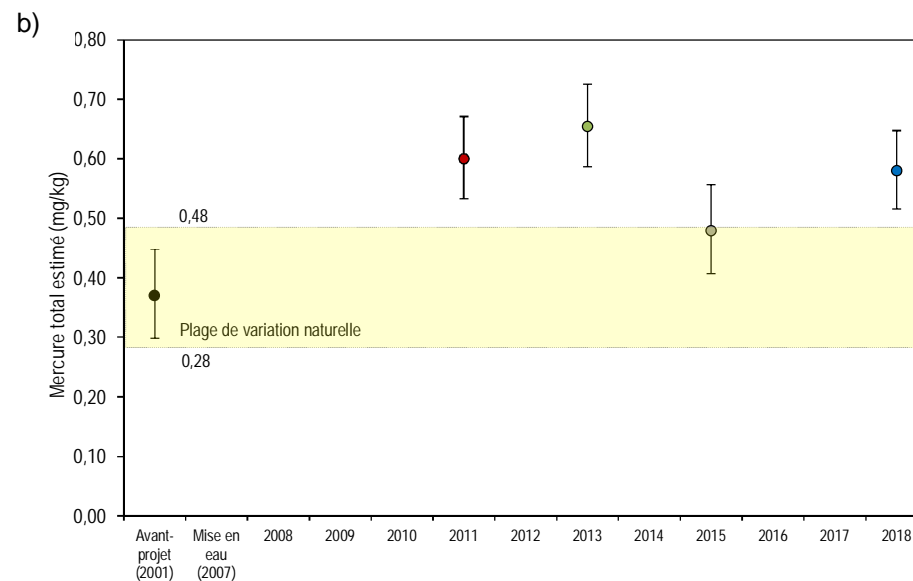
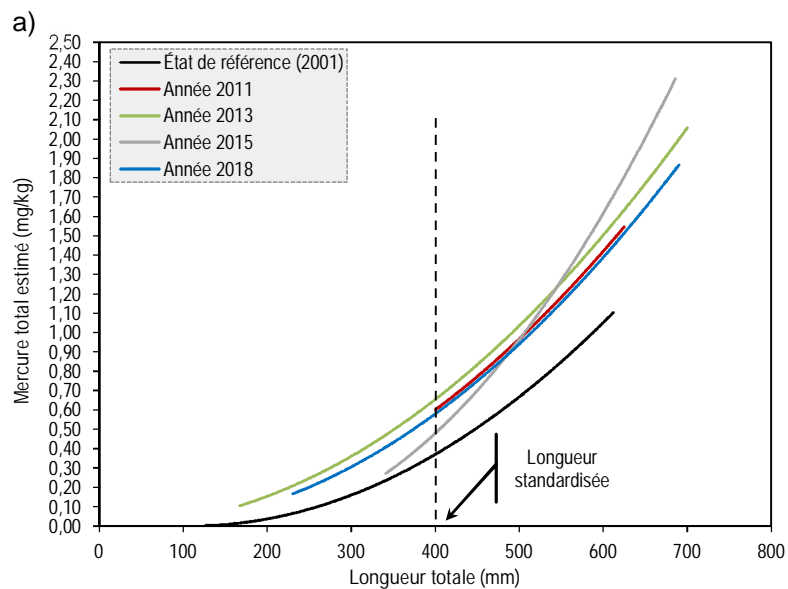
Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Année 2011	Année 2013	Année 2015	Année 2018
Nbre de spécimens	54	ND	ND	26	33
Position*	b	ND	ND	a	a
Forme*	b	ND	ND	b	a

* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance des coefficients ne se chevauchent pas, indiquant des différences significatives à 95 %. Pour la position des courbes, la règle est d'attribuer la lettre « a » à la plus élevée d'entre elles, tandis que pour la forme, c'est la courbe la plus complexe qui reçoit la lettre « a ».

Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Année 2011	Année 2013	Année 2015	Année 2018
Nbre de spécimens	54	ND	ND	26	33
Teneur moyenne	0,35 (b*)	ND	ND	0,73 (a)	0,77 (a)
Limite inférieure	0,32	ND	ND	0,68	0,70
Limite supérieure	0,39	ND	ND	0,81	0,84

* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance de l'estimation de la teneur moyenne ne se chevauchent pas, indiquant ainsi des différences significatives à 95 %.

Figure 15 : Évolution temporelle de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (400 mm) chez le doré jaune du réservoir de la Péribonka.



Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Année 2011	Année 2013	Année 2015	Année 2018
N ^{bre} de spécimens	54	30	32	32	33
Position*	b	a	a	a	a
Forme*	b	b	b	a	b

* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance des coefficients ne se chevauchent pas, indiquant des différences significatives à 95 %. Pour la position des courbes, la règle est d'attribuer la lettre « a » à la plus élevée d'entre elles, tandis que pour la forme, c'est la courbe la plus complexe qui reçoit la lettre « a ».

Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Année 2011	Année 2013	Année 2015	Année 2018
N ^{bre} de spécimens	54	30	32	32	33
Teneur moyenne	0,37 (b*)	0,60 (a)	0,65 (a)	0,48 (ab)	0,58 (a)
Limite inférieure	0,33	0,53	0,59	0,41	0,52
Limite supérieure	0,41	0,67	0,73	0,56	0,65

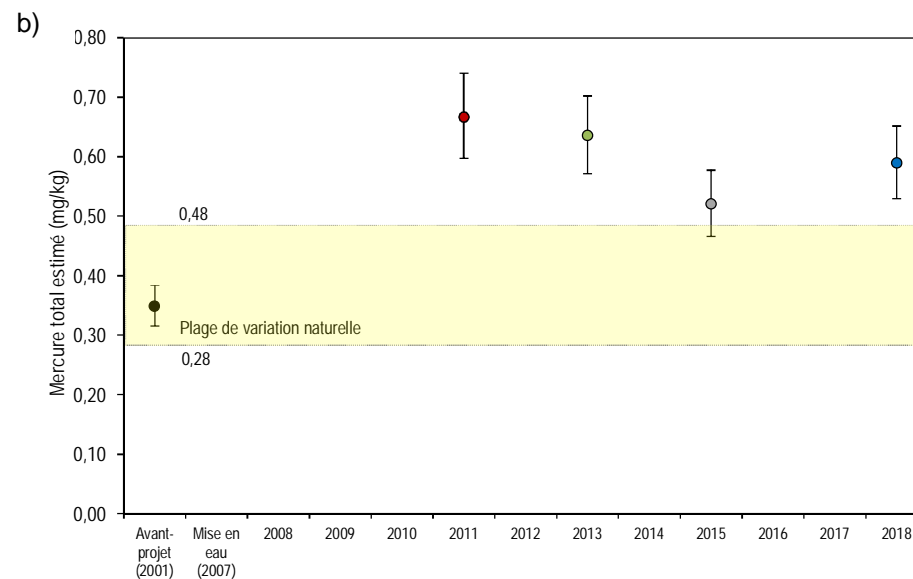
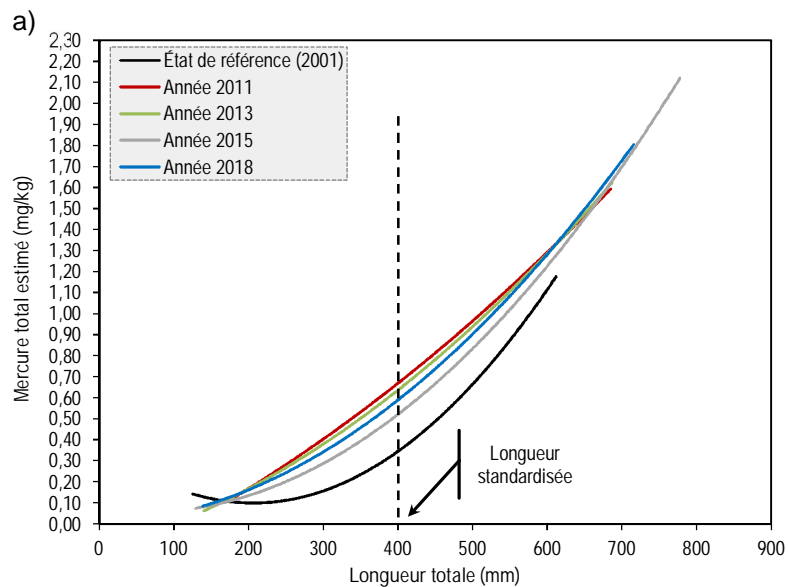
* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance de l'estimation de la teneur moyenne ne se chevauchent pas, indiquant ainsi des différences significatives à 95 %.

Figure 16 : Évolution temporelle de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (400 mm) chez le doré jaune de l'aval immédiat du réservoir de la Péribonka.

3.2.3.3 Secteur de la chute du Diable (secteur aval de la centrale)

Dans le secteur de la chute du Diable, le modèle de régression polynomiale pour la comparaison interannuelle explique 90,0 % de la relation mercure-longueur. La position graphique des courbes de la relation mercure-longueur diffère seulement entre l'état de référence et les autres années de suivi, tout comme la forme de la courbe (figure 17a).

De 2011 à 2018, les teneurs moyennes estimées à une longueur standardisée de 400 mm pour le doré jaune sont significativement plus élevées que celles estimées dans la rivière Péribonka lors de l'état de référence (figure 17b). Les teneurs moyennes estimées entre 2011 et 2018 ne sont pas significativement différentes, sauf pour l'année 2015. En effet, les teneurs moyennes estimées à la longueur standardisée en 2015 présentent une diminution par rapport à l'année 2011. Tout comme les teneurs en mercure dans les dorés jaunes du secteur aval immédiat, les dorés jaunes du secteur aval de la rivière Péribonka présentent une hausse des teneurs moyennes par rapport à l'année 2015. Cette hausse n'est toutefois pas significative. Les teneurs moyennes de 2011 à 2018 sont toutes situées au-dessus de la borne supérieure de la plage de variation des teneurs en mercure pour le milieu naturel, alors que l'intervalle de confiance de la teneur moyenne de l'année 2015 chevauche la limite supérieure de la plage de variation naturelle. Seule la valeur obtenue lors de l'état de référence respecte la norme canadienne de mise en marché des produits de la pêche.



Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Année 2011	Année 2013	Année 2015	Année 2018
N ^{bre} de spécimens	54	31	32	32	33
Position*	b	a	a	a	a
Forme*	b	a	a	a	a

* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance des coefficients ne se chevauchent pas, indiquant des différences significatives à 95 %. Pour la position des courbes, la règle est d'attribuer la lettre « a » à la plus élevée d'entre elles, tandis que pour la forme, c'est la courbe la plus complexe qui reçoit la lettre « a ».

Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Année 2011	Année 2013	Année 2015	Année 2018
N ^{bre} de spécimens	54	31	32	32	33
Teneur moyenne	0,35 (c*)	0,67 (a)	0,64 (ab)	0,52 (b)	0,59 (ab)
Limite inférieure	0,32	0,60	0,57	0,47	0,53
Limite supérieure	0,38	0,74	0,70	0,58	0,65

* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance de l'estimation de la teneur moyenne ne se chevauchent pas, indiquant ainsi des différences significatives à 95 %.

Figure 17 : Évolution temporelle de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (400 mm) chez le doré jaune du secteur aval du réservoir (chute du Diable).

3.2.4 Touladi

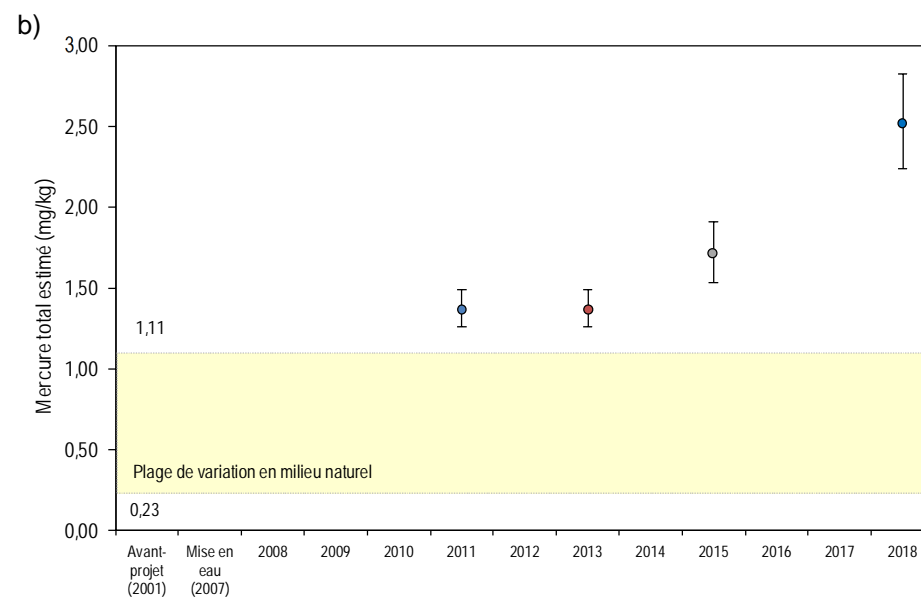
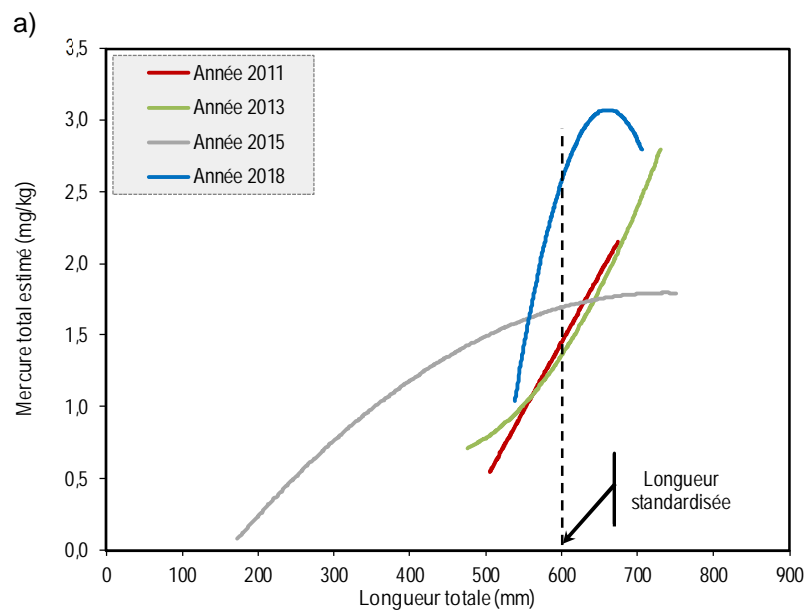
3.2.4.1 Milieu témoin (lac Manouane)

Comme mentionné précédemment, le touladi a été capturé uniquement dans le lac Manouane.

Le modèle de régression polynomiale pour la comparaison interannuelle explique 74,1 % de la relation mercure-longueur. La position graphique des courbes de la relation mercure-longueur, tout comme la forme de celles-ci, diffère entre les années (figure 18a).

Comme observé en 2015, la teneur moyenne en mercure à la longueur standardisée de 600 mm en 2018 chez le touladi présente une valeur significativement plus élevée (2,52 mg/kg) par rapport aux années 2011 et 2013 (valeur de 1,37 mg/kg; figure 18b), mais également par rapport à l'année 2015 (1,71 mg/kg). La hausse notée en 2015 s'est donc poursuivie au fil des années jusqu'en 2018. Les causes pouvant avoir conduit à une hausse des teneurs en mercure au fil des ans pour le lac témoin pourraient être : un changement du régime alimentaire, les coupes forestières, les feux de forêt ou un changement de gestion du niveau d'eau du lac. Les détails de ces sources d'augmentation sont discutés à la section 3.2.7.

Lors des quatre années de suivi, les teneurs moyennes en mercure estimées à la longueur standardisée chez le touladi se sont situées au-dessus de la borne supérieure de la plage de variation en milieu naturel et au-dessus de la norme canadienne de mise en marché des produits de la pêche.



Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Année 2011	Année 2013	Année 2015	Année 2018
N ^{bre} de spécimens	ND	20	19	32	32
Position*	ND	c	c	b	a
Forme*	ND	c	c	a	b

* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance des coefficients ne se chevauchent pas, indiquant des différences significatives à 95 %. Pour la position des courbes, la règle est d'attribuer la lettre « a » à la plus élevée d'entre elles, tandis que pour la forme, c'est la courbe la plus complexe qui reçoit la lettre « a ».

Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Année 2011	Année 2013	Année 2015	Année 2018
N ^{bre} de spécimens	ND	20	19	32	32
Teneur moyenne	ND	1,37 (c*)	1,37 (c)	1,71 (b)	2,52 (a)
Limite inférieure	ND	1,26	1,26	1,54	2,24
Limite supérieure	ND	1,47	1,47	1,91	2,82

* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance de l'estimation de la teneur moyenne ne se chevauchent pas, indiquant ainsi des différences significatives à 95 %.

Figure 18 : Évolution temporelle de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (600 mm) chez le touladi dans le milieu témoin (lac Manouane).

3.2.5 Lotte

Tout comme l'année 2015, le nombre de lottes récoltées en 2018 s'est avéré suffisant pour effectuer les régressions polynomiales uniquement pour le réservoir de la Péribonka et le milieu témoin.

3.2.5.1 Milieu témoin (lac Manouane)

Pour la lotte située dans le milieu témoin, le modèle de régression polynomiale pour la comparaison interannuelle explique 72,6 % de la relation mercure-longueur. La position graphique des courbes de la relation mercure-longueur diffère seulement en 2018, alors que les formes sont similaires d'une année à l'autre (figure 19a).

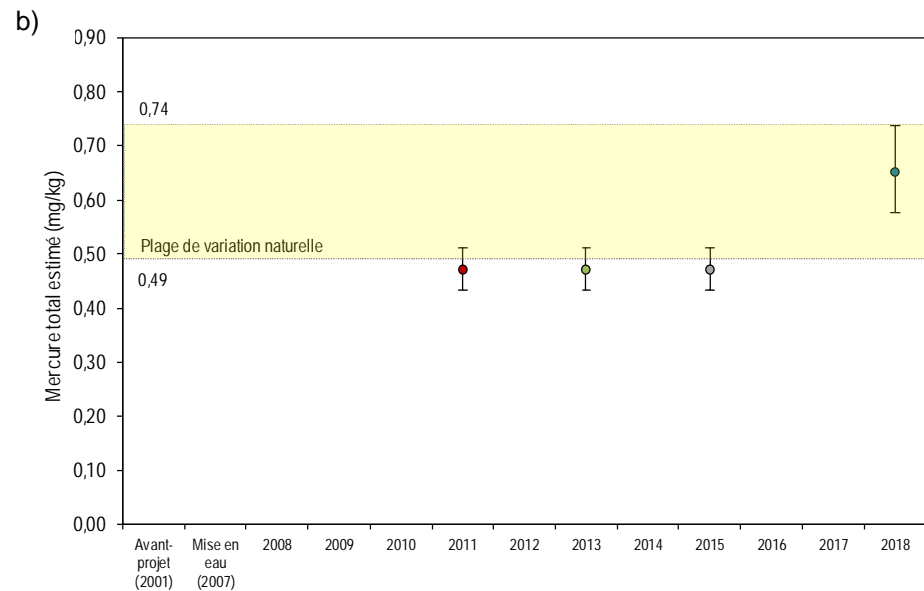
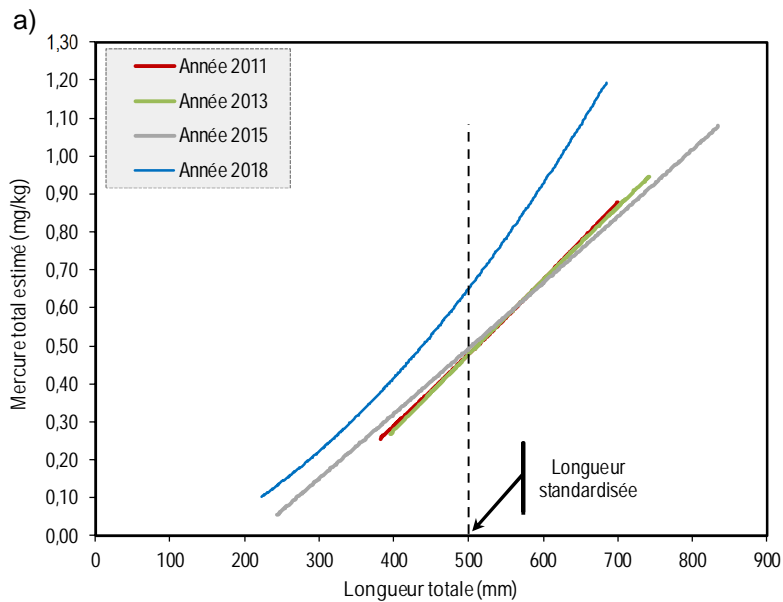
L'année 2018 présente une teneur moyenne en mercure à la longueur standardisée de 500 mm significativement supérieure (0,65 mg/kg) aux années 2011 à 2015 (teneur moyenne de 0,47 mg/kg) (figure 19b). L'année 2018 est d'ailleurs la seule année qui se situe dans la plage de variation en milieu naturel et dont la teneur moyenne se situe au-dessus de la norme canadienne de mise en marché des produits de la pêche. Pour les années 2011 à 2015, les teneurs moyennes en mercure se situent sous la borne inférieure de la plage de variation en milieu naturel et sous la norme canadienne de mise en marché des produits de la pêche.

3.2.5.2 Réservoir de la Péribonka

Le nombre de lottes capturées dans le réservoir de la Péribonka a été suffisant pour effectuer les régressions polynomiales uniquement pour les années 2013, 2015 et 2018.

Le modèle de régression polynomiale pour la comparaison interannuelle explique 58,9 % de la relation mercure-longueur. Les résultats de la régression indiquent une position graphique de la courbe de la relation mercure-longueur semblable entre les années, tout comme la forme des courbes (figure 20a).

Les teneurs moyennes estimées à la longueur standardisée de 500 mm chez la lotte sont identiques entre les années, soit avec une valeur de 0,48 mg/kg. Cette teneur moyenne se situe à la limite inférieure de la plage de variation en milieu naturel et de la norme canadienne de mise en marché des produits de la pêche. Toutefois, l'intervalle de confiance chevauche la place de variation en milieu naturel et excède la norme canadienne de mise en marché.



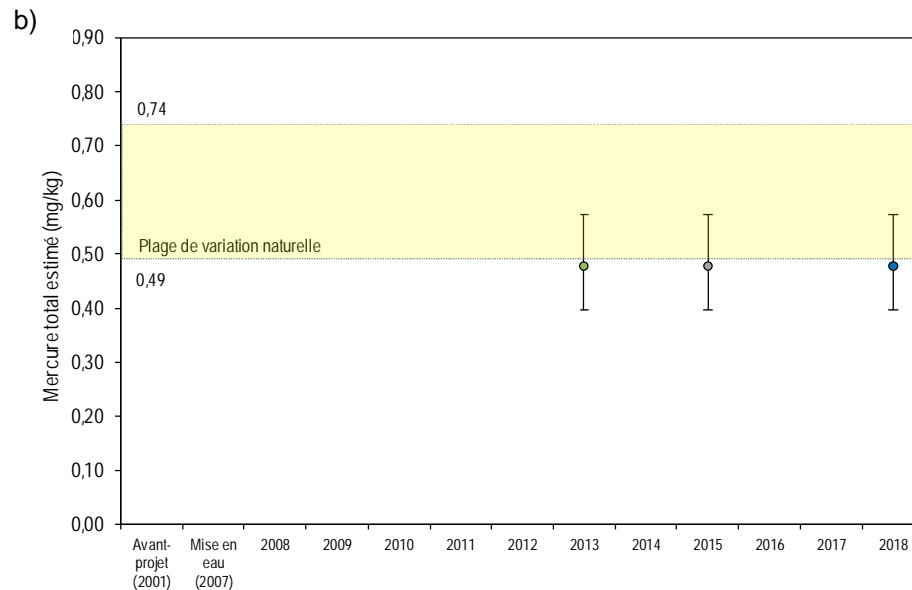
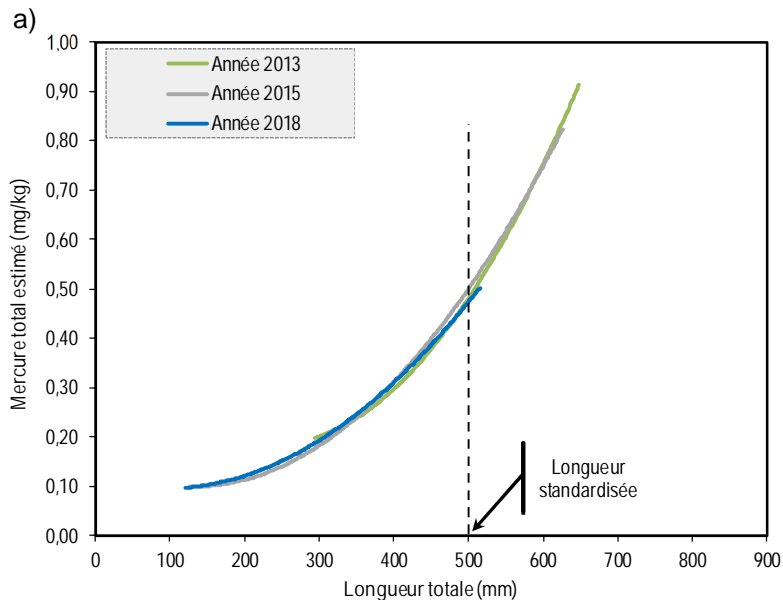
Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Année 2011	Année 2013	Année 2015	Année 2018
N ^{bre} de spécimens	ND	13	32	32	26
Position*	ND	b	b	b	a
Forme*	ND	a	a	a	a

* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance des coefficients ne se chevauchent pas, indiquant des différences significatives à 95 %. Pour la position des courbes, la règle est d'attribuer la lettre « a » à la plus élevée d'entre elles, tandis que pour la forme, c'est la courbe la plus complexe qui reçoit la lettre « a ».

Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Année 2011	Année 2013	Année 2015	Année 2018
N ^{bre} de spécimens	ND	13	32	32	26
Teneur moyenne	ND	0,47 (b*)	0,47 (b)	0,47 (b)	0,65 (a)
Limite inférieure	ND	0,43	0,43	0,43	0,58
Limite supérieure	ND	0,51	0,51	0,51	0,74

* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance de l'estimation de la teneur moyenne ne se chevauchent pas, indiquant ainsi des différences significatives à 95 %.

Figure 19 : Évolution temporelle de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (500 mm) chez la lotte du milieu témoin (lac Manouane)



Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Année 2011	Année 2013	Année 2015	Année 2018
N ^{bre} de spécimens	ND	ND	17	26	32
Position*	ND	ND	a	a	a
Forme*	ND	ND	a	a	a

* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance des coefficients ne se chevauchent pas, indiquant des différences significatives à 95 %. Pour la position des courbes, la règle est d'attribuer la lettre « a » à la plus élevée d'entre elles, tandis que pour la forme, c'est la courbe la plus complexe qui reçoit la lettre « a ».

Comparaison du mercure à la longueur standardisée au seuil de probabilité de 95 %					
	État de référence (2001)	Année 2011	Année 2013	Année 2015	Année 2018
N ^{bre} de spécimens	ND	ND	17	26	32
Teneur moyenne	ND	ND	0,48 (a*)	0,48 (a)	0,48 (a)
Limite inférieure	ND	ND	0,40	0,40	0,40
Limite supérieure	ND	ND	0,57	0,57	0,57

* Des lettres différentes sont attribuées lorsque les intervalles de confiance de l'estimation de la teneur moyenne ne se chevauchent pas, indiquant ainsi des différences significatives à 95 %.

Figure 20 : Évolution temporelle de (a) la relation longueur-mercure et de (b) l'estimation de l'intervalle de confiance (95 %) de la teneur moyenne en mercure pour la longueur standardisée (500 mm) chez la lotte du réservoir de la Péribonka

3.2.6 Omble de fontaine

Tel que mentionné à la section 3.1.6, le nombre d'ombles de fontaine capturés en 2018 a été suffisant pour produire une régression polynomiale et comparer les résultats avec l'état de référence de 2001. Les résultats présentés à cette section sont identiques à ceux présentés à la section 3.1.6, car ils comparent l'état de référence de 2001 avec l'année 2018.

Rappelons que la teneur moyenne à la longueur standardisée de 200 mm chez l'omble de fontaine est de 0,25 mg/kg dans le réservoir de la Péribonka en 2018 et de 0,08 mg/kg dans la rivière Péribonka lors de l'état de référence de 2001. En 2015, un total de cinq ombles de fontaine avaient été capturés dans les tributaires influencés par le réservoir de la Péribonka. Ces ombles avaient une longueur moyenne de 161 mm et une teneur moyenne de 0,083 mg/kg (valeurs situées entre 0,061 et 0,11 mg/kg). Les valeurs obtenues en 2015 se trouvent sous la norme canadienne pour la mise en marché des produits de la pêche.

3.2.7 Constats généraux

3.2.7.1 Grand brochet, lotte et touladi

L'évolution temporelle du mercure dans la chair du grand brochet a été différente entre les plans d'eau à l'étude. Dans le cas du réservoir de la Péribonka, on note une légère diminution pour le grand brochet en 2018 par rapport à 2015, mais cette dernière est non significative, alors que pour la lotte les teneurs demeurent stables. Selon les prévisions effectuées lors de l'étude d'impact, les teneurs en mercure chez le grand brochet devaient commencer à diminuer à partir de la septième année. Le suivi de 2018 constitue la 11^e année après la mise en eau du réservoir de la Péribonka. Selon les prévisions, la diminution des teneurs devait être faible. La teneur en mercure chez le grand brochet est stable à l'aval immédiat du réservoir, alors qu'elle est similaire à l'ensemble des années du suivi sauf pour les teneurs moyennes estimées en 2015 dans le secteur de la chute du Diable.

Toutefois, dans le lac témoin, on observe une hausse des teneurs en 2018 dans la chair du grand brochet par rapport aux autres années, mais cette hausse est significative uniquement par rapport aux suivis de 2001, 2011 et 2013. Cette augmentation imprévue des teneurs moyennes dans le lac témoin en 2018 a aussi été observée chez deux autres espèces de poissons piscivores, soit le touladi et la lotte (hausse significative par rapport à l'année 2015 également). Plusieurs facteurs pourraient expliquer, à tout le moins en partie, les hausses inattendues des teneurs en mercure dans la chair des poissons piscivores du lac Manouane (milieu témoin). Ces facteurs sont énumérés dans le texte qui suit.

1) Retard de croissance dans le lac témoin

Dans certaines conditions environnementales (changement dans le pH, la température, l'oxygène dissous, etc. ; Viadero, 2005), la croissance peut être retardée chez le poisson, ce qui conduit à des individus plus vieux pour une même longueur. Dans un tel cas, les poissons avec un retard de croissance auraient probablement une teneur en mercure plus élevée pour une longueur donnée que des spécimens plus jeunes.

Une ANCOVA pour la relation longueur - âge a été effectuée chez le grand brochet entre trois plans d'eau (lac Manouane, réservoir Péribonka et secteur aval du réservoir). Le résultat est non significatif pour cette relation entre les plans d'eau (ANCOVA ; valeur de $P = 0,381$), indiquant qu'il n'y a pas eu de différence de croissance. Les figures 21 et 22a) et b) présentent la relation entre la longueur et l'âge et entre la teneur en mercure et l'âge pour le grand brochet et le touladi. Ces figures ne permettent de faire ressortir aucune tendance particulière dans le lac Manouane par rapport à l'âge ou la croissance des individus. Il faut donc exclure une différence de croissance comme cause dans la hausse des teneurs en mercure dans ce plan d'eau.

Grand Brochet

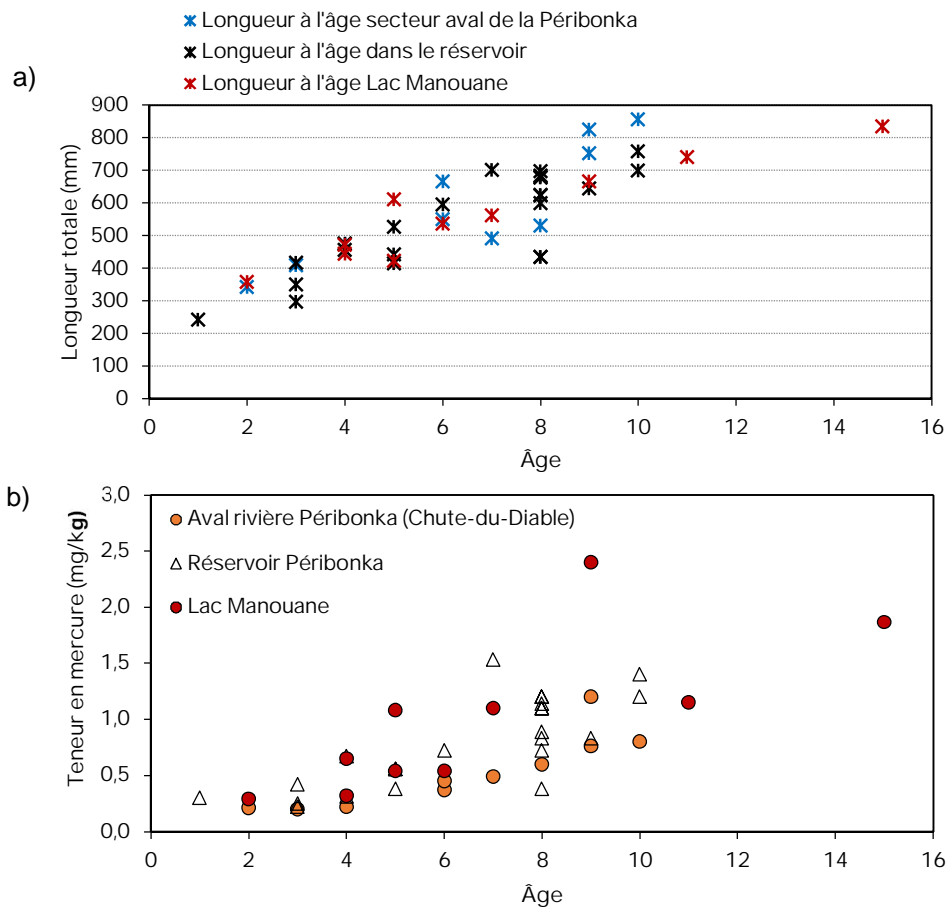


Figure 21 : Relation (a) longueur-âge et (b) teneur en mercure-âge chez le grand brochet.

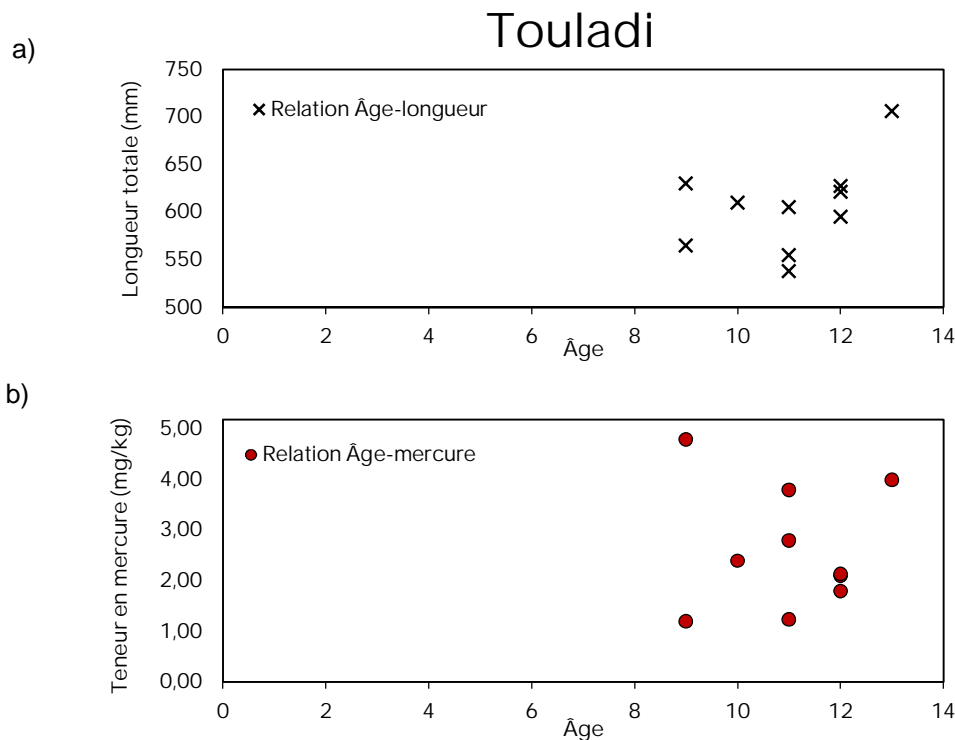


Figure 22 : Relation (a) longueur-âge et (b) teneur en mercure-âge chez le touladi du lac Manouane.

2) Modifications importantes du réseau trophique

Une des causes pouvant expliquer l'augmentation des teneurs en mercure dans la chair du grand brochet, de la lotte et du touladi est leur propension à consommer d'autres poissons. En 2018, les proies étaient presque exclusivement composées de poissons pour ces trois espèces, tel que noté en 2015. Chez la lotte, la consommation de poissons-proies était plus importante dans le lac Manouane que dans les autres plans d'eau. Les poissons-proies du grand brochet étaient constitués de grands corégones, lottes, meuniers noirs, cyprins, chabots, grands brochets et meuniers rouges. Chez la lotte et le touladi, seules deux espèces de poissons-proies ont pu être identifiées dans les estomacs, soit la lotte et le grand corégone. Le changement de régime alimentaire est la seule hypothèse qui pourrait expliquer une hausse significative des teneurs moyennes en mercure uniquement chez les trois espèces piscivores étudiées dans le lac Manouane (lotte, touladi et grand brochet), alors que chez le grand corégone (insectivore) aucune augmentation n'est observée. Toutefois, comme aucun suivi des populations de poissons n'est effectué dans ce lac, il est difficile d'associer un changement de régime alimentaire vers une proie spécifique, par exemple, un changement de consommation d'une proie insectivore vers une proie piscivore. On note toutefois du cannibalisme chez la lotte, ce qui pourrait expliquer une augmentation plus importante du mercure chez les espèces qui consomment cette proie, tout comme pour elle-même.

Notons également que les grands spécimens de corégone avaient également consommé des poissons-proies en 2018. Une augmentation de la teneur en mercure chez cette espèce pourrait donc peut-être survenir au cours des prochaines années dans ce plan d'eau.

3) Coupes forestières

Selon Garcia et Carignan (2000), la coupe forestière perturbe le cycle naturel du mercure des bassins versants et peut favoriser son accumulation chez les organismes aquatiques dans le cas où les coupes pratiquées permettent le transport de sédiments jusqu'au cours d'eau à proximité.

A la suite de l'examen des images satellites par Google Earth, il y a très peu de parcelles de coupes forestières en bordure du lac Manouane en date d'avril 2013 ; par contre, on note l'apparition de parcelles de coupes en bordure du secteur de pêche à partir de 2008. Ainsi, la contribution de ce facteur à l'augmentation des teneurs en mercure dans la chair des poissons est jugée, dans la présente étude, négligeable. De plus, dans le cas où ce facteur aurait pu avoir une importance dans l'explication de la hausse du mercure dans la chair du poisson, le phénomène aurait aussi été observé chez le grand corégone, ce qui n'est pas le cas.

4) Feux de forêt

Les feux de forêt entraînent la libération de quantités appréciables de mercure dans les ruisseaux et les lacs, notamment sous sa forme organique. Notons que la portion de méthylmercure relâchée dans l'eau représente environ un centième de la teneur en mercure total transportée dans l'eau (Kelly *et al.*, 2006). Selon ces auteurs, ce sont les lessivages des sols où il y a eu présence de feux qui contribuent le plus au transport du mercure dans l'eau et non par voie aérienne. Cette disponibilité soudaine du MeHg peut avoir des répercussions à l'intérieur d'un court laps de temps sur les teneurs observées dans les organismes composant les différents maillons de la chaîne alimentaire. Ce mécanisme d'entrée du mercure dans la chaîne alimentaire serait toutefois négligeable en termes de bioamplification, mais contribuerait néanmoins à l'augmentation des teneurs (Kelly *et al.*, 2006). Également, les feux de forêt auraient un impact direct sur la chaîne alimentaire. De fait, bien que les résultats ne soient pas significatifs sur le plan statistique, les teneurs en mercure des grands brochets occupant des lacs affectés par des feux de forêt sont légèrement plus élevées que celles de lacs de référence (non affectés par des feux) (Garcia et Carignan, 2000).

Les feux de forêt de grande envergure en 2013 ont brûlé de petites superficies à proximité du lac Manouane selon la carte 13 du rapport du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (2014). Au cours de l'année 2014, très peu de feux de forêt ont perturbé la région du lac Manouane (voir MFFP, 2015). En 2017, un très petit feu a aussi été noté en bordure du lac Manouane, mais pas à proximité des secteurs de pêche (MFFP, 2018). Ainsi, la contribution de ce facteur à l'augmentation des teneurs en mercure dans la chair des poissons est jugée négligeable dans la présente étude. De plus, l'effet des feux de forêt aurait dû être perceptible chez l'ensemble des espèces de poissons du lac Manouane dans le cas où ce facteur aurait expliqué une hausse des teneurs moyennes, ce qui n'a pas été le cas puisqu'aucune augmentation n'a été observée pour le grand corégone.

5) Gestion du niveau d'eau au lac Manouane

Le lac Manouane est un réservoir dont le niveau d'eau a été rehaussé dans les années 1940-1941 à la suite de la construction de barrages à sa tête et à sa décharge. Actuellement, le niveau de l'eau du lac Manouane est opéré par Rio Tinto Alcan. Selon le graphique de la gestion du niveau d'eau, plusieurs années présentent des niveaux d'eau supérieurs à la moyenne et ces années sont concentrées après 2012 (figure 23). On observe également que le niveau de l'eau a été vraiment plus faible que les autres années en 2010 uniquement. Pour cette raison, deux moyennes de niveau d'eau ont été calculées, soit une moyenne avec et une sans l'année 2010.

Selon les personnes fréquentant ce plan d'eau, Rio Tinto Alcan retiendrait plus d'eau dans le lac Manouane au printemps au cours des dernières années, sans dépasser les cotes maximales d'exploitation (C. Côté, utilisateur du lac Manouane, comm. pers., 1^{er} mars 2019). De plus, selon les observations de M. Côté, une augmentation du niveau de l'eau de quelques pouces seulement peut inonder beaucoup de végétation riveraine, car c'est un lac de tête dont le contour est assez plat.

Les figures 23 et 24 viennent corroborer les observations de M. Côté. Les années 2000 et 2001 sont les premières années qui ont vu une augmentation soutenue du niveau de l'eau pendant l'année entière (figures 23 et 24). Par la suite, il faut attendre l'année 2012 pour observer une hausse soutenue par rapport au niveau d'eau moyen pendant la saison libre de glace. La hausse soutenue des niveaux d'eau se poursuit de 2014 à 2017, alors que l'année 2018 présente des valeurs plus faibles que la moyenne pendant la période libre de glace. Les hausses soutenues fréquentes des niveaux d'eau depuis 2012 pourraient donc expliquer, en partie, le phénomène d'augmentation du mercure dans la chair des poissons dans le lac témoin puisque la configuration du milieu aurait pour effet de favoriser le relargage du mercure dans les zones riveraines inondées et de modifier le régime alimentaire des espèces piscivores.

Selon les observations des riverains, les surfaces touchées par la hausse du niveau de l'eau sont en pente très douce, garnies de végétation et avec de l'eau peu profonde. Ce type d'habitat littoral peu profond avec végétation constitue une zone d'élevage pour le grand brochet (Bry, 1996 *dans* Vehanen *et al.*, 2006), augmentant ainsi le garde-manger des grands piscivores. Cette végétation agit également comme couvert d'abris contre la prédation et le cannibalisme. Les plus grands spécimens se maintiendront donc à l'extérieur de cette végétation, attendant le meilleur moment pour y chasser. Le grand brochet est également réputé pour occuper un petit territoire et limiter ses déplacements (Vehanen *et al.*, 2006). Ainsi, il est fort probable que les grands brochets situés à proximité de ces nouvelles aires de croissance pour les jeunes et les poissons d'espèces de petite taille consomment une quantité appréciable de poisson fourrage qui aurait été exposé à un relargage de mercure. Pour le touladi, ce gain en espèce fourrage est plus difficile à lier à ses habitudes alimentaires. En effet, ce dernier s'alimente généralement de poissons fréquentant les zones profondes des plans d'eau comme le grand corégone et l'éperlan arc-en-ciel (Tibbits, 2007). Il peut toutefois s'alimenter périodiquement des poissons situés en zone littorale comme la perchaude, les meuniers et les ménés (Tibbits, 2007). Une augmentation des proies disponibles en zone littorale aurait peut-être entraîné une alimentation plus soutenue du touladi dans cette zone, expliquant la hausse marquée des teneurs en mercure observée chez cette espèce. La lotte adulte fréquente également préférentiellement les zones profondes comme le touladi. Les lottes adultes se nourrissent préférentiellement des mêmes espèces de poissons que le touladi (Scott et Crossman, 1974). Il n'est donc pas étonnant de constater une augmentation en mercure également chez cette espèce.

Rappelons qu'une augmentation des niveaux d'eau sur une longue période peut entraîner un relargage du mercure dans l'eau par le même phénomène que lors de la mise en eau d'un réservoir et entraîner une hausse des teneurs en mercure chez les poissons. Cet effet devrait être observable chez toutes les espèces présentes, mais il semble pour le moment se limiter aux espèces principalement piscivores (grand brochet, touladi et lotte), ce qui tend à pointer du doigt à la fois le régime alimentaire et la hausse du niveau de l'eau comme deux causes communes pour l'augmentation des teneurs en mercure observées dans le lac Manouane.

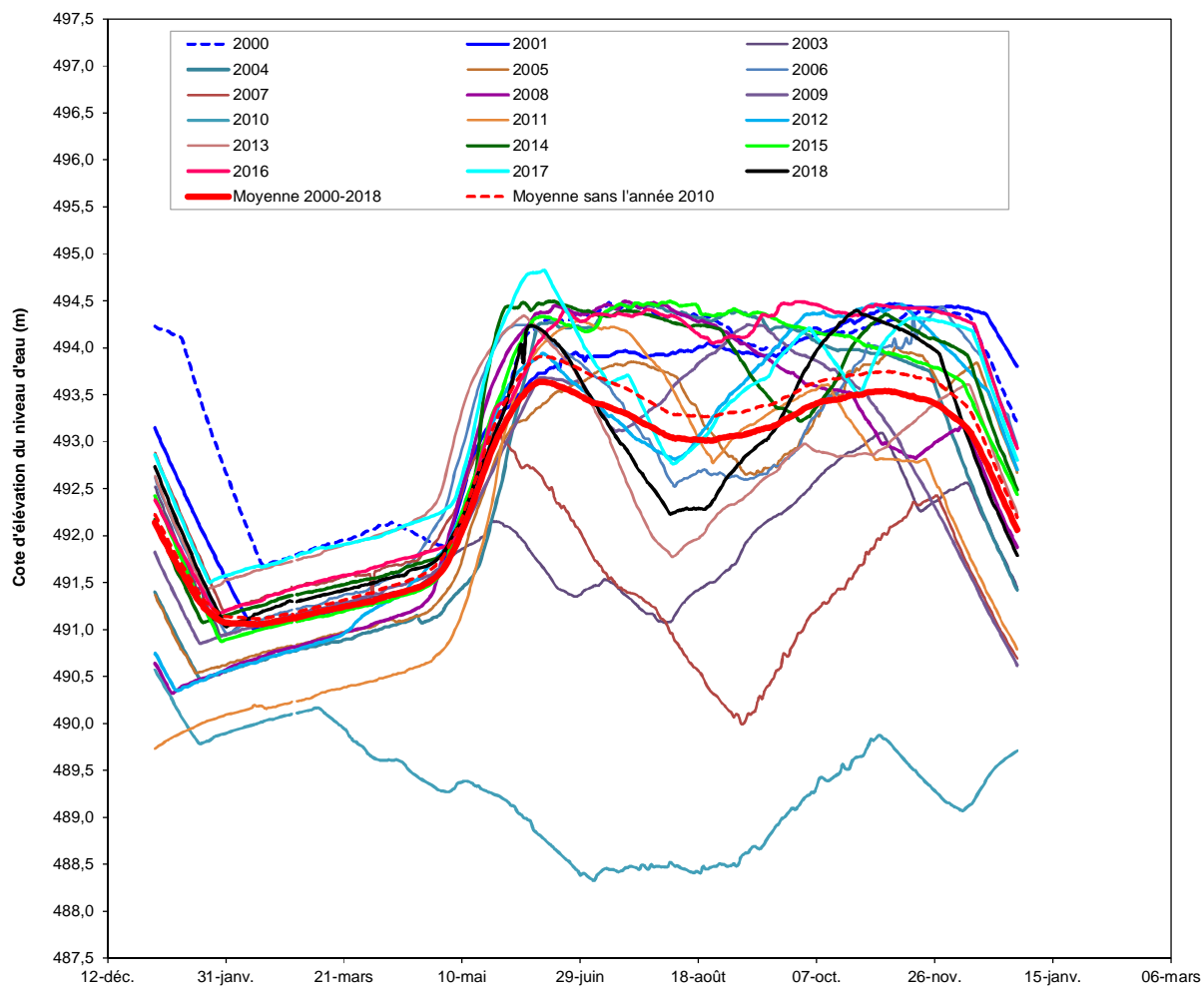


Figure 23 : Cote d'élévation du niveau d'eau mesuré au lac témoin (lac Manouane) entre les années 2000 et 2018

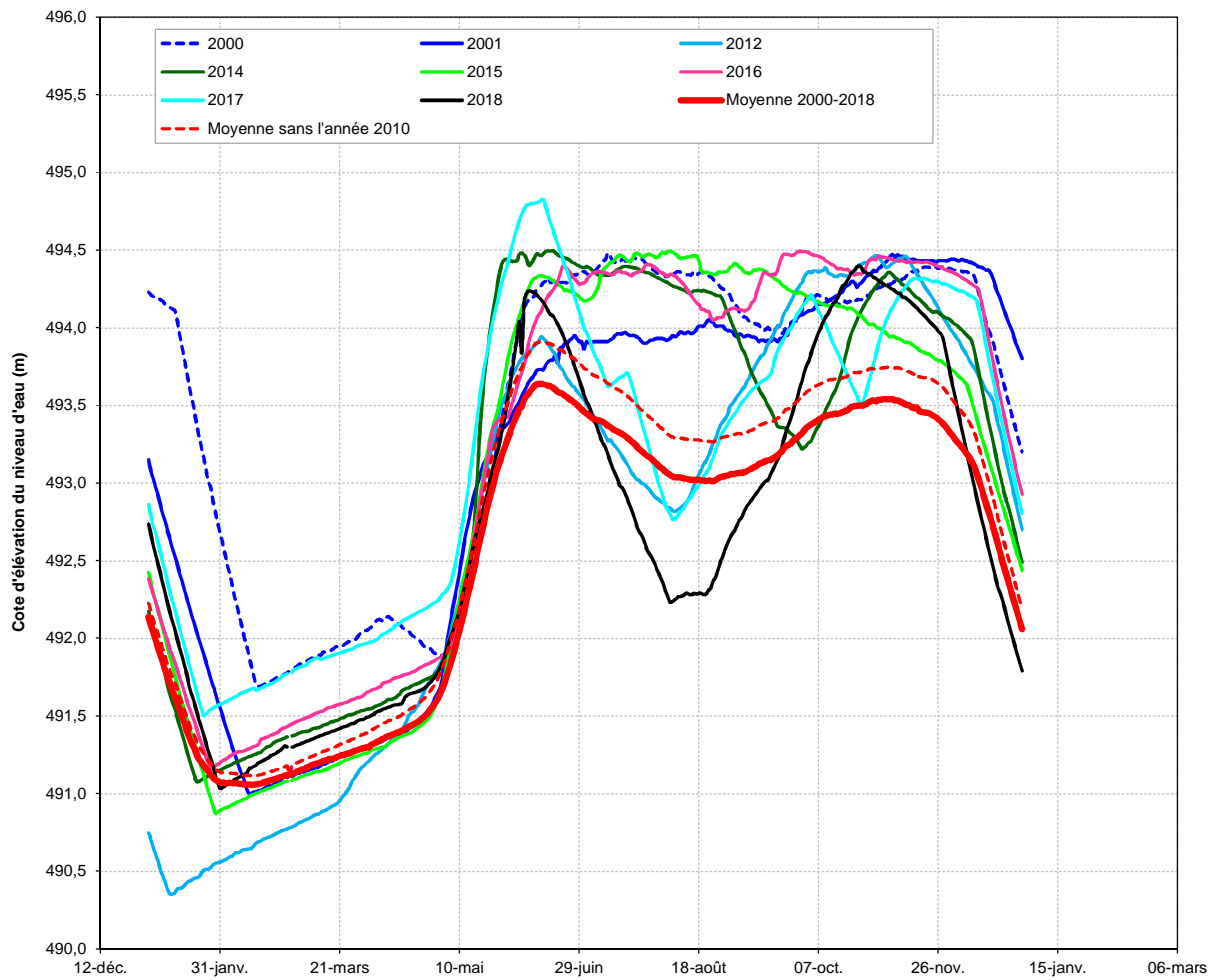


Figure 24 : Cote d'élévation du niveau d'eau mesuré au lac témoin (lac Manouane) pour les années présentant des niveaux plus élevés que la moyenne

3.2.7.2 Autres espèces

Grand corégone

Aucune problématique particulière n'est survenue en 2018 dans les teneurs en mercure chez le grand corégone par rapport aux années précédentes. En effet, les teneurs estimées sont semblables à celles de l'état de référence dans tous les secteurs étudiés.

Doré jaune

Les résultats de l'année 2018 indiquent une hausse significative des teneurs en mercure dans le réservoir de la Péribonka par rapport à l'état de référence, mais une certaine stabilité par rapport aux teneurs estimées lors du suivi de 2015. Par ailleurs, les valeurs sont en hausse dans les teneurs en mercure du doré jaune dans l'ensemble des secteurs aval du réservoir par rapport à l'année 2015, sans toutefois que cette hausse soit significative. Les valeurs sont ainsi toujours plus élevées que lors de l'état de référence dans tous les secteurs. L'ensemble des teneurs observées en 2018 sont supérieures à la borne supérieure de la plage de variation en milieu naturel.

Omble de fontaine

Les teneurs moyennes estimées pour une longueur standardisée de 200 mm chez l'omble de fontaine du réservoir de la Péribonka indiquent une hausse significative des teneurs en mercure en 2018 par rapport à l'état de référence de l'année 2001. Les teneurs moyennes en 2018 sont également supérieures à la plage de variation en milieu naturel. L'année 2018 est la première année depuis l'état de référence où le nombre d'ombles de fontaine capturés a été suffisant pour effectuer la régression polynomiale.

3.3 Alimentation des poissons

Les informations concernant le régime alimentaire des poissons permettent de mieux comprendre le transfert du mercure dans la chaîne trophique (Doyon et Schetagne, 1999). Le nombre de captures totales des espèces d'intérêt en 2018 est rapporté dans le tableau ci-dessous pour les quatre secteurs d'étude (tableau 8). Il est à noter cependant que l'analyse des contenus stomacaux a été effectuée sur un sous-échantillon de ces individus. Les résultats des contenus stomacaux des poissons analysés en 2018 sont présentés dans le tableau 9 et les figures 25 à 30. Les résultats sont exprimés, d'une part, en termes d'occurrence (présence d'une proie dans les estomacs non vides en pourcentage; tableau 9) et, d'autre part, en termes de biomasse (biomasse relative des groupes de proies trouvés dans les contenus stomacaux; figures 25 à 30). Le chyme, qui représente la fraction du bol alimentaire non identifiable en raison d'un degré d'avancement important du processus de digestion constituée, dans plusieurs cas, une proportion non négligeable des contenus stomacaux. Celui-ci a été retiré pour les représentations graphiques des résultats afin de mieux illustrer la diète des spécimens prélevés.

Tableau 8 : Nombre de captures totales des différentes espèces selon le secteur

Secteur	Espèces						Total
	Grand brochet	Doré jaune	Grand corégone	Lotte	Touladi	Omble de fontaine	
Lac Manouane (milieu témoin)	62	0	65	26	36	0	189
Réservoir de la Péribonka	71	39	63	33	0	21	227
Aval immédiat de la centrale (entre PK 149,5 et 151,8)	43	43	51	2	0	0	139
Secteur de la chute du Diable (entre PK 50 et 80)	42	58	46	0	0	0	146
Total	218	140	225	61	36	21	701

Chacune des tailles présentées correspond à un stade de vie particulier des espèces présentes, soit les juvéniles, les adultes à forte croissance et les adultes à croissance lente (voir la section 2.5 pour les détails). Il est important de noter que toutes les observations rapportées ci-dessous sont des observations ponctuelles et ne reflètent pas nécessairement l'alimentation des espèces visées sur une base annuelle.

3.3.1 Grand brochet

Un total de 218 grands brochets a été capturé dans les quatre sites à l'étude (tableau 8). De ce nombre, 184 contenus stomacaux ont été analysés⁶, représentant près de 84 % des individus. Les spécimens juvéniles (< 400 mm) représentaient 17,4 % des grands brochets analysés alors que les adultes à forte croissance (400-750 mm) et à croissance lente (> 750 mm) représentaient respectivement 51,6 % et 31,0 %.

3.3.1.1 Occurrence des proies ingérées

Parmi les contenus stomacaux analysés, 41,3 % des spécimens présentaient des estomacs non vides (tableau 9). En excluant le chyme, les proies les plus fréquemment rencontrées étaient des poissons dans des proportions variant de 50,0 à 100,0 % d'un secteur à l'autre. Les brochets de plus de 600 mm étaient exclusivement piscivores, aucun autre type de proie n'ayant été trouvé dans leurs estomacs.

⁶ Les estomacs perforés, chauffés ou encore des spécimens trop petits n'ont pas été analysés. Il se peut donc qu'il y ait une différence entre le nombre de poissons capturés et le nombre d'estomacs analysés.

Tableau 9 : Occurrence des différents groupes de proies ingérés par les poissons capturés en 2018

Espèce	Secteur	Classe de longueur (mm)	Caractéristiques des estomacs				Estomacs non vides par type de proie (n)				Occurrence par type de proie (%)				
			Non vide (n)	Vide (n)	Total (n)	Occurrence (%)	Poisson	Insecte	Autres	Chyme	Poisson	Insecte	Autres	Chyme	
Grand brochet	Lac Manouane (milieu témoin)	< 400	1	2	3	33,3	1	0	0	0	100,0	0,0	0,0	0,0	
		400-600	18	23	41	43,9	18	0	0	3	100,0	0,0	0,0	16,7	
		> 600	1	11	12	8,3	1	0	0	0	100,0	0,0	0,0	0,0	
	Total			20	36	56	35,7	20	0	0	3	100,0	0,0	0,0	15,0
	Réservoir de la Péribonka	< 400	7	4	11	63,6	7	2	0	0	100,0	28,6	0,0	0,0	
		400-600	6	10	16	37,5	5	1	1	0	83,3	16,7	16,7	0,0	
		> 600	6	16	22	27,3	6	0	0	2	100	0,0	0,0	33,3	
	Total			19	30	49	38,8	18	3	1	2	94,7	15,8	5,3	10,5
	Aval immédiat de la centrale (entre PK 149,5 et 151,8)	< 400	6	2	8	75,0	6	0	0	0	100,0	0,0	0,0	0,0	
		400-600	6	8	14	42,9	6	0	1	0	100,0	0,0	16,7	0,0	
		> 600	6	11	17	35,3	6	0	0	0	100,0	0,0	0,0	0,0	
	Total			18	21	39	46,2	18	0	1	0	100,0	0,0	5,6	0,0
	Secteur de la chute du Diable (station aval entre PK 50 et 80)	< 400	6	4	10	60,0	3	4	0	0	50,0	66,7	0,0	0,0	
400-600		10	14	24	41,7	8	3	0	2	80,0	30,0	0,0	20,0		
> 600		3	3	6	50,0	3	0	0	1	100,0	0,0	0,0	33,3		
Total			19	21	40	47,5	14	7	0	3	73,7	36,8	0,0	15,8	
Grand total			76	108	184	41,3	70	10	2	8	92,1	13,2	2,6	10,5	
Grand corégone	Lac Manouane (milieu témoin)	< 350	3	6	9	33,3	1	1	2	1	33,3	33,3	66,7	33,3	
		350-500	6	45	51	11,8	1	0	6	1	16,7	0,0	100,0	16,7	
		> 500	1	3	4	25,0	1	0	0	0	100,0	0,0	0,0	0,0	
	Total			10	54	64	15,6	3	1	8	2	30,0	10,0	80,0	20,0
	Réservoir de la Péribonka	< 350	4	1	5	80,0	1	3	2	0	25,0	75,0	50,0	0,0	
		350-500	14	11	25	56,0	0	11	7	3	0,0	78,6	50,0	21,4	
		> 500	2	4	6	33,3	0	0	2	0	0,0	0,0	100,0	0,0	
	Total			20	16	36	55,6	1	14	11	3	5,0	70,0	55,0	15,0
	Aval immédiat de la centrale (entre PK 149,5 et 151,8)	< 350	4	1	5	80,0	0	4	1	0	0,0	100,0	25,0	0,0	
		350-500	16	20	36	44,4	1	14	5	0	6,3	87,5	31,3	0,0	
		> 500	0	3	3	0,0	0	0	0	0	-	-	-	-	
	Total			20	24	44	45,5	1	18	6	0	5,0	90,0	30,0	0,0
	Secteur de la chute du Diable (aval entre PK 50 et 80) ^A	< 350	5	5	10	50,0	0	3	4	0	0,0	60,0	80,0	0,0	
350-500		15	9	24	62,5	0	8	13	2	0,0	53,3	86,7	13,3		
Total			20	14	34	58,8	0	11	17	2	0,0	55,0	85,0	10,0	
Grand total			70	108	178	39,3	5	44	42	7	7,1	62,9	60,0	10,0	

Tableau 9 : Occurrence des différents groupes de proies ingérés par les poissons capturés en 2018 (suite)

Espèce	Secteur	Classe de longueur (mm)	Caractéristiques des estomacs				Estomacs non vides par type de proie (n)				Occurrence par type de proie (%)				
			Non vide (n)	Vide (n)	Total (n)	Occurrence (%)	Poisson	Insecte	Autres	Chyme	Poisson	Insecte	Autres	Chyme	
Doré jaune	Réservoir de la Péribonka	< 250	3	3	6	50,0	1	2	1	0	33,3	66,7	33,3	0,0	
		250-450	14	12	26	53,8	13	3	2	3	92,9	21,4	14,3	21,4	
		> 450	1	2	3	33,3	1	0	0	0	100,0	0,0	0,0	0,0	
	Total			18	17	35	51,4	15	5	3	3	83,3	27,8	16,7	16,7
	Aval immédiat de la centrale (entre PK 149,5 et 151,8)	< 250	1	0	1	100,0	1	0	0	0	100,0	0,0	0,0	0,0	
		250-450	3	2	5	60,0	3	0	0	0	100,0	0,0	0,0	0,0	
		> 450	10	27	37	27,0	10	0	0	3	100,0	0,0	0,0	30,0	
	Total			14	29	43	32,6	14	0	0	3	100,0	0,0	0,0	21,4
	Secteur de la chute du Diable (station aval entre PK 50 et 80)	< 250	2	9	11	18,2	0	1	1	0	0,0	50,0	50,0	0,0	
		250-450	10	26	36	27,8	6	3	2	3	60,0	30,0	20,0	30,0	
> 450		1	8	9	11,1	1	0	0	1	100,0	0,0	0,0	100,0		
Total			13	43	56	23,2	7	4	3	4	53,8	30,8	23,1	30,8	
Grand total			45	89	134	33,6	36	9	6	10	80,0	20,0	13,3	22,2	
Lotte	Lac Manouane (milieu témoin)	< 300	1	1	2	50,0	0	0	1	0	0,0	0,0	100,0	0,0	
		300-600	5	13	18	27,8	5	0	0	1	100,0	0,0	0,0	20,0	
		> 600	3	3	6	50,0	3	0	0	2	100,0	0,0	0,0	66,7	
	Total			9	17	26	34,6	8	0	1	3	88,9	0,0	11,1	33,3
	Réservoir de la Péribonka ^B	< 300	10	3	13	76,9	1	9	4	0	10,0	90,0	40,0	0,0	
		300-600	12	7	19	63,2	4	10	7	1	33,3	83,3	58,3	8,3	
	Total			22	10	32	68,8	5	19	11	1	22,7	86,4	50,0	4,5
	Aval immédiat de la centrale (entre PK149,5 et 151,8) ^B	< 300	0	1	1	0,0	0	0	0	0	-	-	-	-	
300-600		0	1	1	0,0	0	0	0	0	-	-	-	-		
Total			0	2	2	0,0	0	0	0	0	-	-	-		
Grand total			31	29	60	51,7	13	19	12	4	41,9	61,3	38,7	12,9	
Touladi	Lac Manouane (milieu témoin) ^C	500-650	14	13	27	51,9	12	0	2	3	85,7	0,0	14,3	21,4	
		> 650	1	8	9	11,1	1	0	0	1	100,0	0,0	0,0	100,0	
	Total			15	21	36	41,7	13	0	2	4	86,7	0,0	13,3	26,7

Tableau 9 : Occurrence des différents groupes de proies ingérés par les poissons capturés en 2018 (suite)

Espèce	Secteur	Classe de longueur (mm)	Caractéristiques des estomacs				Estomacs non vides par type de proie (n)				Occurrence par type de proie (%)			
			Non vide (n)	Vide (n)	Total (n)	Occurrence (%)	Poisson	Insecte	Autres	Chyme	Poisson	Insecte	Autres	Chyme
Omble de fontaine	Réservoir de la Péribonka	150-200	15	1	16	93,8	0	15	2	0	0,0	100,0	13,3	0,0
		> 200	4	0	4	100,0	1	3	0	0	25,0	75,0	0,0	0,0
	Total		19	1	20	95,0	1	18	2	0	5,3	94,7	10,5	0,0

^A Aucun estomac de grand corégone pour un spécimen de plus de 500 mm n'a été récolté dans le secteur de la chute du Diable.

^B Aucun estomac de lotte pour un spécimen de plus de 600 mm n'a été récolté dans le réservoir de la Péribonka et le secteur aval immédiat du réservoir.

^C Aucun estomac de touladi pour un spécimen de moins de 500 mm n'a été récolté dans le lac Manouane (milieu témoin).

^D Aucun estomac d'omble de fontaine pour un spécimen de moins de 150 mm n'a été récolté dans le réservoir de la Péribonka.

Les grands brochets provenant du lac Manouane étaient tous exclusivement piscivores, peu importe la classe de longueur des spécimens analysés. Les insectes et les proies de type « autres » faisaient également partie du régime alimentaire des brochets retrouvés dans les trois autres secteurs. En effet, les insectes étaient également consommés par les individus juvéniles et à croissance rapide retrouvés dans le réservoir de la Péribonka et dans le secteur de la chute du Diable (tableau 9). Les insectes aquatiques étaient plus importants dans la diète des grands brochets comparativement aux insectes terrestres. Deux sangsues y ont également été répertoriées. Les proies de type « autres », bien qu'étant présentes dans 16,7 % des estomacs du réservoir de la Péribonka et du secteur aval immédiat de la centrale, étaient constituées principalement de végétation aquatique et de gravier, ce qui peut être considéré comme des artéfacts ingérés accidentellement lors de l'ingestion d'autres proies.

3.3.1.2 Biomasse relative des proies ingérées

En termes de biomasse relative, les poissons constituent de loin le type de proie le plus important chez les grands brochets prélevés dans les quatre secteurs à l'étude (figure 25). En excluant le chyme, la biomasse des poissons-proies variait entre 87,1 % et 100 % de la biomasse totale des contenus stomacaux. Dans le réservoir de la Péribonka, les insectes constituaient respectivement 12,9 % et 7,8 % de la biomasse totale des grands brochets juvéniles et des adultes à croissance rapide. Dans le cas du secteur de la chute du Diable, la proportion d'insectes représentait 7,5 % chez les juvéniles et 5,3 % chez les adultes à croissance rapide.

Plus de 208 poissons-proies ont été dénombrés dans les estomacs des grands brochets, tous secteurs confondus. L'identité de ces poissons-proies a été notée lorsque leur état de conservation le permettait. Dans chacun des secteurs, entre trois et quatre espèces de poissons différentes ont été répertoriées dans l'estomac des grands brochets :

- Dans le lac Manouane, les grands brochets se nourrissaient de poissons tels que des cyprinidés, des grands corégones, des meuniers rouges et des meuniers noirs. La longueur de ces derniers était respectivement de 74 mm, 72 mm, 120 mm et 263 mm. Ces poissons ont été retrouvés dans quatre estomacs différents.
- Dans le réservoir de la Péribonka, huit poissons ont pu être identifiés dans huit estomacs différents. De ce nombre, un meunier noir de 266 mm a été noté, en plus de deux meuniers rouges mesurant respectivement 117 mm et 135 mm. Trois lottes mesurant entre 118 mm et 193 mm ainsi que deux grands corégones mesurant respectivement 110 mm et 124 mm ont aussi été identifiés.
- Dans le secteur aval immédiat de la centrale, douze poissons-proies ont pu être dénombrés dans les estomacs de cinq grands brochets différents. Seulement six d'entre eux ont pu être identifiés, dont trois grands corégones, un chabot, et deux meuniers noirs.
- Dans le secteur de la chute du Diable, cinq poissons-proies ont pu être identifiés. Parmi ceux-ci, deux lottes et deux grands corégones étaient présents. Un cas de cannibalisme a été répertorié puisqu'un grand brochet mesurant 210 mm a été trouvé dans l'estomac d'un grand brochet de 511 mm.

Grand brochet

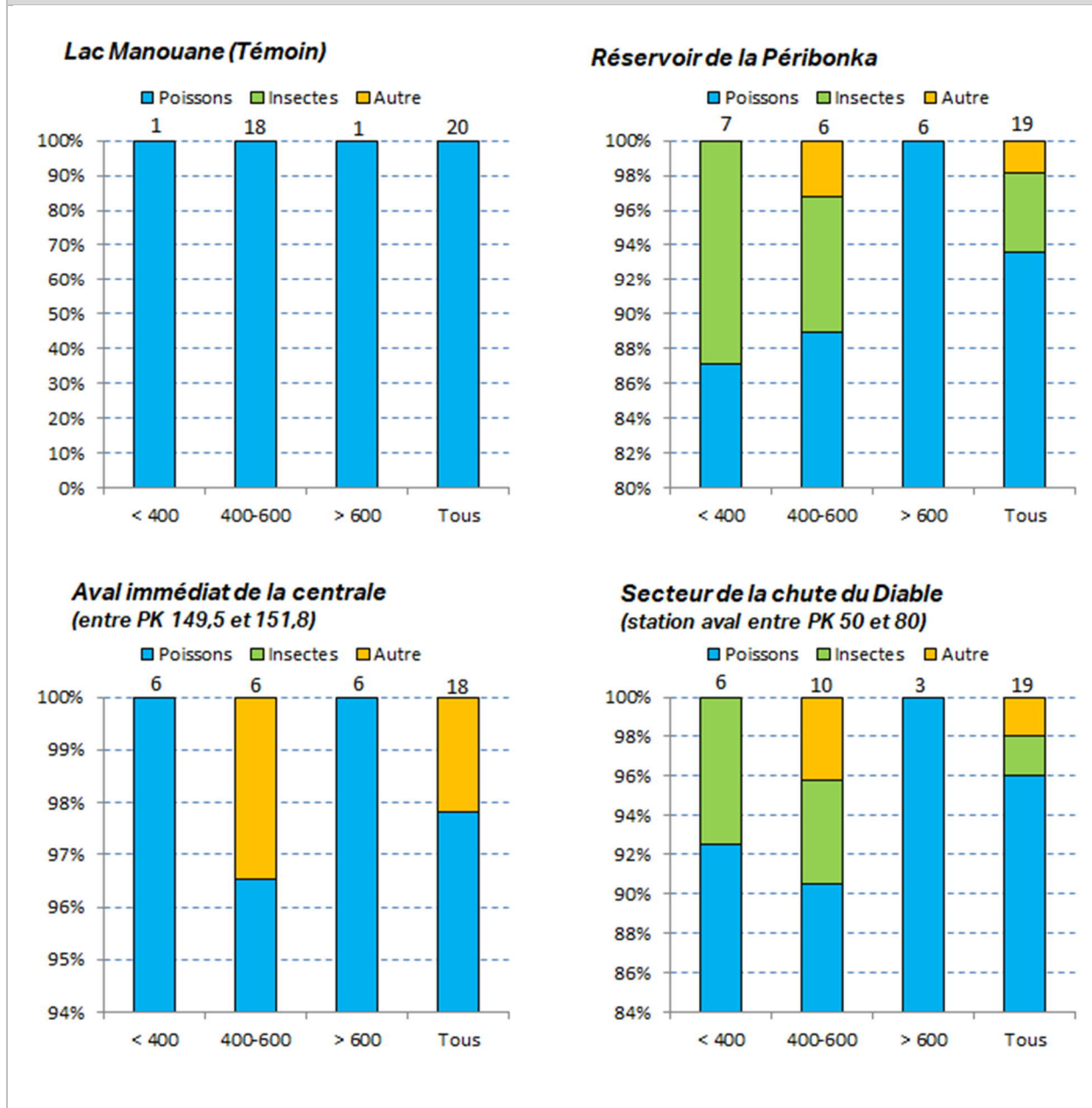


Figure 25 Biomasse relative des proies identifiables ingérées (excluant le chyme) par les grands brochets capturés en 2018. Le chiffre au-dessus des bandes représente le nombre d'estomacs non vides.

Ainsi, les poissons-proies ingérés par les brochets étaient principalement des espèces non piscivores (meuniers, grand corégone, cyprins, chabots) ou omnivores (lotte) dans chacun des secteurs d'étude. Dans les autres estomacs de grands brochets renfermant du poisson, le processus de digestion était trop avancé pour permettre l'identification des spécimens. Dans ces cas précis, des morceaux de chair ou des os témoignaient de la présence de poissons dans les contenus stomacaux.

Parmi les autres types de proies rencontrés, des insectes aquatiques et terrestres ont été notés dans deux secteurs, soit le réservoir de la Péribonka et le secteur de la chute du Diable. Aucun insecte ne composait la diète des grands brochets du lac Manouane et du secteur de l'aval immédiat de la centrale. Quant à la catégorie « autres », elle était représentée par de la végétation aquatique ou encore du gravier, et donc ne peut pas être utilisée pour déterminer la diète des grands brochets analysés.

3.3.1.3 Présence de parasites

Des parasites ont été trouvés sur seulement sept grands brochets répartis dans trois secteurs, soit trois dans le lac Manouane, trois dans le secteur aval immédiat de la centrale et un seul dans le secteur de la chute du Diable. La taille des poissons parasités variait entre 341 mm et 647 mm.

3.3.1.4 Constat général

L'analyse de la diète du grand brochet des quatre secteurs à l'étude démontre que les populations de grands brochets ont un régime essentiellement piscivore. Les espèces de poissons-proies identifiées étaient majoritairement des grands corégones ($n = 9$), des lottes ($n = 5$), des meuniers noirs ($n = 4$) et des meuniers rouges ($n = 3$). Les trois autres individus rencontrés étaient un cyprin, un chabot et un grand brochet juvénile. Ces observations concordent avec les informations rapportées dans la littérature, où le grand brochet est décrit comme étant une espèce plutôt opportuniste dans son alimentation. Parmi ces poissons-proies figurent des espèces qui s'alimentent aussi bien d'invertébrés aquatiques (p. ex. : meuniers) que de poissons (p. ex. : brochet). La prépondérance d'un de ces types de poissons peut toutefois avoir des incidences sur les teneurs en mercure. À titre d'exemple, l'ingestion de poissons piscivores par le grand brochet a déjà été documentée au réservoir Opinaca (Doyon et Tremblay, 1997) et dans le réservoir Robert-Bourassa (Doyon et Schetagne, 1999; Bilodeau *et al.*, 2017). Le fait de se nourrir de poissons piscivores tend à accroître davantage la bioaccumulation du mercure, car les poissons piscivores ont une concentration en mercure plus élevée que les non-piscivores (Braune *et al.*, 1999). Dans le cas de la présente étude, les poissons-proies ingérés par les brochets étaient principalement des espèces non piscivores (meuniers, grand corégone, cyprins, chabots) ou omnivores (lotte) dans chacun des secteurs d'étude.

3.3.2 Grand corégone

Un total de 225 grands corégones a été capturé dans les quatre sites à l'étude (tableau 8). Le plus grand nombre de captures a eu lieu dans le lac Manouane (65 poissons) alors que le plus faible taux de capture a eu lieu dans le secteur de la chute du Diable (46 poissons). Les contenus stomacaux ont été analysés sur 178 individus, soit 79,1 % du nombre d'individus total capturés. Les spécimens juvéniles (< 350 mm) représentaient 16,3 % des grands corégones analysés, alors que les adultes à forte croissance et à croissance lente représentaient respectivement 76,4 % et 7,3 %.

3.3.2.1 Occurrence des proies ingérées

Parmi les grands corégones analysés, 39,3 % des spécimens présentaient des estomacs non vides (cote de réplétion entre 2 et 5; tableau 9). Dans le lac Manouane (secteur témoin), les contenus stomacaux des grands corégones de plus de 500 mm contenaient seulement des poissons-proies, alors que les individus plus petits que 500 mm contenaient également des poissons-proies, mais avec une occurrence moins importante (tableau 9). Ces derniers intégraient également d'autres types de proies tels que les insectes et les proies de la catégorie « autres ». Des poissons ont également été trouvés dans les contenus stomacaux des grands corégones du réservoir de la Péribonka ainsi que dans le secteur aval immédiat de la centrale, mais avec des occurrences inférieures à 25 % des estomacs analysés selon les classes de taille. Dans le secteur de la chute du Diable, aucun estomac ne contenait de poissons-proies, peu importe la classe de taille.

Dans tous les secteurs, les insectes et les proies « autres » étaient les principales proies des grands corégones retrouvées de façon globale dans plus de 60 % des estomacs. L'occurrence des insectes dans le lac Manouane était plus faible que dans les autres secteurs, alors que l'occurrence des proies « autres » était semblable. Dans le cas des grands corégones, les proies « autres » étaient principalement composées d'amphipodes, de zooplancton, de gastéropodes et de bivalves. Leur occurrence variait entre 25 % et 100 % des estomacs, excluant les adultes à croissance lente du lac Manouane (> 500 mm). Il est à noter cependant que peu de spécimens plus gros que 500 mm présentaient des estomacs non vides (n = 3 pour tous les secteurs), rendant impossible la généralisation des habitudes alimentaires des corégones adultes à croissance lente.

3.3.2.2 Biomasse relative des proies ingérées

Malgré l'occurrence plus faible des poissons-proies dans les estomacs des grands corégones, ceux-ci représentaient une part importante de la biomasse des proies ingérées dans le lac Manouane et dans le secteur aval immédiat de la centrale. Dans ces deux secteurs, les poissons-proies représentaient 99 % de la biomasse ingérée (figure 26). Ce type de proie était moins important dans le réservoir de la Péribonka, représentant moins de 20 % de la biomasse totale, alors qu'elle était totalement absente des contenus stomacaux du secteur de la chute du Diable. Le seul poisson-proie ayant pu être identifié était un meunier rouge de 315 mm retrouvé dans l'estomac d'un grand corégon de 653 mm provenant du lac Manouane.

La biomasse relative des insectes aquatiques et terrestres était importante dans l'alimentation des grands corégones du réservoir de la Péribonka ainsi que dans le secteur de la chute du Diable. En effet, cette catégorie de proie représentait respectivement 51 % et 54 % de la biomasse totale des contenus stomacaux. Dans ces secteurs, les insectes composaient plus particulièrement l'alimentation des adultes à forte croissance (350-500 mm), suivis par les juvéniles.

La catégorie de proies « autres » était également bien représentée en termes de biomasse dans les secteurs du réservoir de la Péribonka ainsi que de la chute du Diable. La biomasse relative de ces proies dans ces deux secteurs était respectivement de 31 % et de 46 %. La catégorie « autres » composait donc une partie importante des proies ingérées, peu importe la classe de taille des spécimens capturés.

Grand corégone

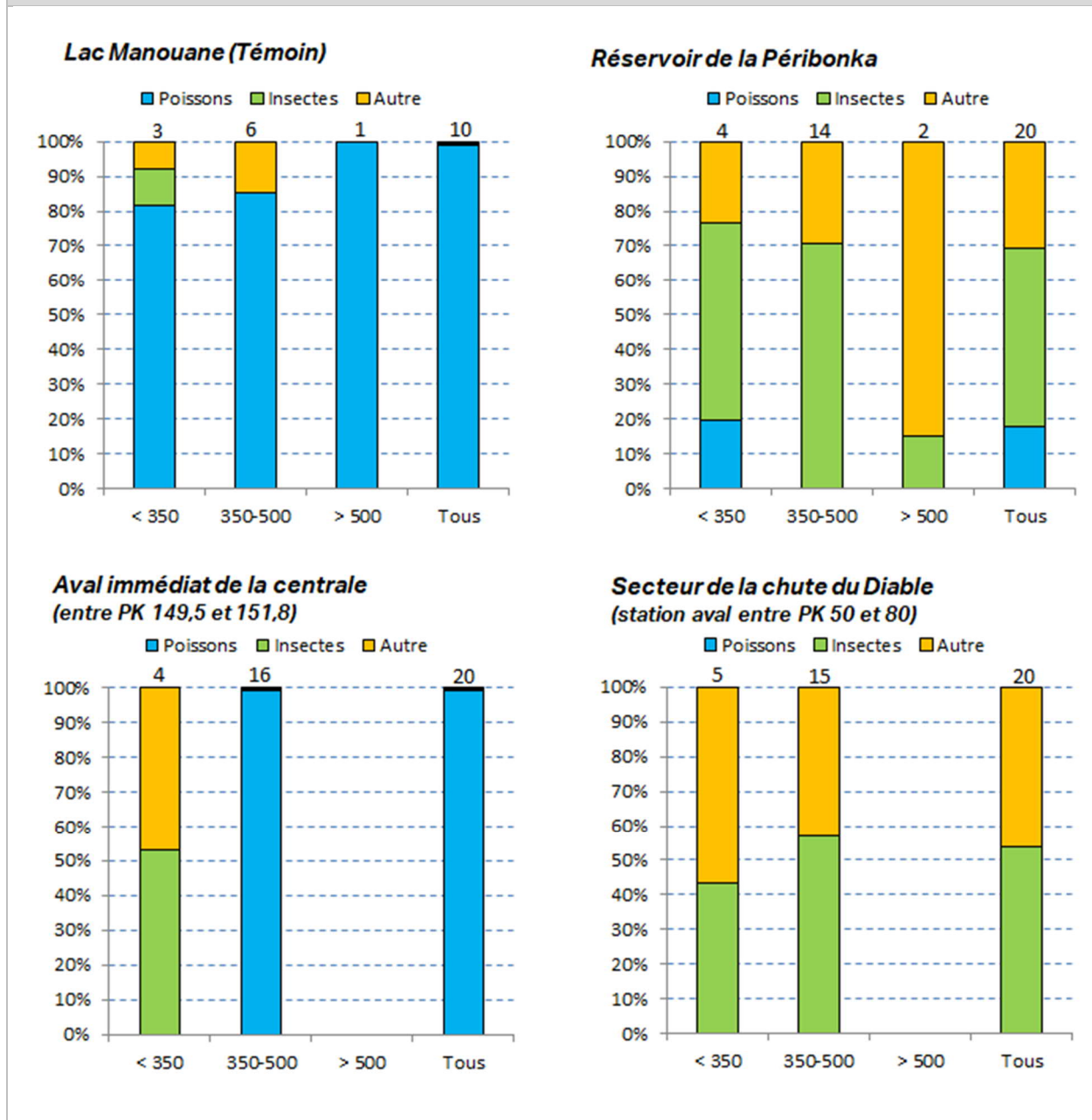


Figure 26 : Biomasse relative des proies identifiables ingérées (excluant le chyme) par les grands corégonides capturés en 2018. Le chiffre au-dessus des bandes représente le nombre d'estomacs non vides.

3.3.2.3 Constat général

L'analyse de la diète du grand corégone des quatre secteurs à l'étude montre des patrons différents. En effet, l'alimentation des grands corégonos du lac Manouane était composée d'une plus grande occurrence et d'une plus grande biomasse de poissons-proies que dans les autres secteurs. Le réservoir de la Péribonka, le secteur aval immédiat de la centrale et le secteur de la chute du Diable présentaient des occurrences importantes d'insectes et de proies « autres ». La biomasse relative de ces proies était aussi importante dans le bol alimentaire des grands corégonos, sauf à l'aval immédiat de la centrale où la biomasse des poissons était prédominante sur les autres types de proies.

Les grands corégonos de petite taille consomment habituellement des proies benthiques ou pélagiques. Il s'agit, la plupart du temps, d'insectes aquatiques (Scott et Crossman, 1974). Pour leur part, les corégonos adultes de grande taille se nourrissent principalement sur le fond d'une variété importante d'invertébrés benthiques et, à l'occasion, de petits poissons (Cloutier, 1988; Fortin et Gendron, 1990). Ces constats s'accordent avec les observations de 2018 puisque la majeure partie des proies identifiables étaient des insectes aquatiques ou des mollusques (catégorie « autres »). Comme le régime alimentaire de l'espèce est plutôt généraliste et que les poissons ingérés sont probablement non piscivores, les teneurs en mercure sont habituellement beaucoup moins importantes que chez les espèces essentiellement piscivores telles que le grand brochet ou le doré jaune. Schetagne *et al.* (2000), ont observé, en aval du réservoir Caniapiscau, que le zooplancton présent dans la diète des grands corégonos est une composante majeure de transfert de méthyl-mercure aux poissons non piscivores.

3.3.3 Doré jaune

Le doré jaune était présent dans tous les secteurs à l'exception du lac Manouane (tableau 8). Au total, 140 individus ont été capturés, soit 19 spécimens plus petits que 250 mm, 71 spécimens entre 250 mm et 450 mm et 49 spécimens plus grands que 450 mm. Un spécimen n'a pu être mesuré puisqu'il était incomplet. De ce nombre, l'analyse des contenus stomacaux a été effectuée sur 134 individus, représentant 95,7 % des individus capturés. Les juvéniles représentaient 13,4 % de dorés jaunes analysés alors que les adultes à croissance rapide et à croissance lente représentaient respectivement 50,0 % et 36,6 %.

3.3.3.1 Occurrence des proies ingérées

Parmi les estomacs analysés, 33,6 % des estomacs étaient non vides. Les proies retrouvées dans les contenus stomacaux dépendaient principalement du secteur de pêche (tableau 9). En effet, la seule proie retrouvée dans les estomacs des individus capturés dans le secteur aval immédiat de la centrale était des poissons, peu importe la taille du doré jaune. Dans les deux autres secteurs cependant, la taille des dorés semblait jouer un rôle important dans l'alimentation. Ainsi, la consommation de poissons augmentait avec la taille des dorés. Par exemple, dans le réservoir de la Péribonka, l'occurrence des poissons-proies passait de 33,3 % chez les juvéniles à 100 % chez les adultes à croissance lente. La même tendance s'observait dans le secteur de la chute du Diable, où l'occurrence des poissons-proies passait de 0 % à 100 % entre le stade juvénile et le stade adulte à croissance lente.

Les insectes aquatiques et terrestres constituaient également une bonne partie de l'alimentation des dorés jaunes plus petits que 450 mm (juvéniles et adultes à croissance rapide). En effet, 66,7 % des juvéniles provenant du réservoir de la Péribonka présentaient ce type de proie dans leur bol alimentaire alors que 50 % des estomacs des dorés juvéniles du secteur de la chute du Diable contenaient des insectes. La catégorie « autres », représentée principalement par les amphipodes, présentait également un pourcentage d'occurrence plus important chez les individus juvéniles et les adultes à croissance rapide, tout en étant plus faible que le pourcentage d'occurrence des insectes.

En résumé, les trois types de proies (poissons, insectes et « autres ») étaient représentés dans les estomacs des dorés juvéniles et des adultes à croissance rapide (< 450 mm), alors que les adultes à croissance lente (> 450 mm) étaient exclusivement piscivores. Dans tous les secteurs cependant, les poissons-proies prévalaient sur tous les autres types de proies.

3.3.3.2 Biomasse relative des proies ingérées

Comme observé chez le grand brochet, ce sont les poissons-proies qui contribuent le plus en termes de biomasse au régime alimentaire des dorés jaunes, toutes classes de taille confondues (figure 27). Ce constat est principalement notable pour le réservoir de la Péribonka et l'aval immédiat de la centrale, où près de 100 % de la biomasse retrouvée dans les estomacs est attribuable aux poissons-proies chez toutes les classes de taille. L'alimentation des dorés jaunes du secteur de la chute du Diable était plus diversifiée. En effet, dans ce secteur, aucun poisson n'a été retrouvé dans le bol alimentaire des juvéniles, alors que 44,5 % de la biomasse du contenu stomacal était attribuable aux poissons dans le cas des adultes mesurant entre 250 mm et 450 mm. La biomasse du contenu stomacal des adultes à croissance lente (> 450 mm) de ce secteur était exclusivement composée de poissons-proies.

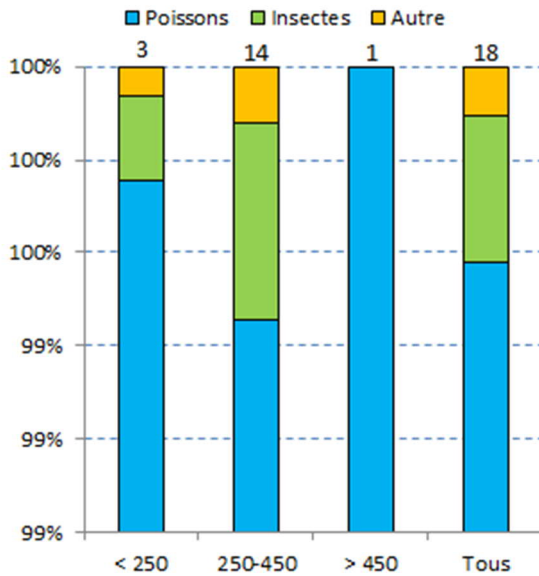
Le seul poisson-proie ayant pu être identifié était un grand corégone de 39 mm trouvé dans l'estomac d'un doré de 472 mm capturé dans le secteur aval immédiat de la centrale. Les autres poissons consommés étaient dans un état de dégradation trop avancée pour permettre leur identification. Les traces de poissons consistaient essentiellement en des morceaux de chair et de colonne partiellement digérés.

La contribution relative des insectes aquatiques au bol alimentaire des dorés jaunes prélevés dans le secteur de la chute du Diable était relativement importante chez les dorés juvéniles et les dorés à croissance rapide, représentant respectivement 46,0 % et 39,4 % du bol alimentaire. Cette proportion était faible dans les autres secteurs à l'étude.

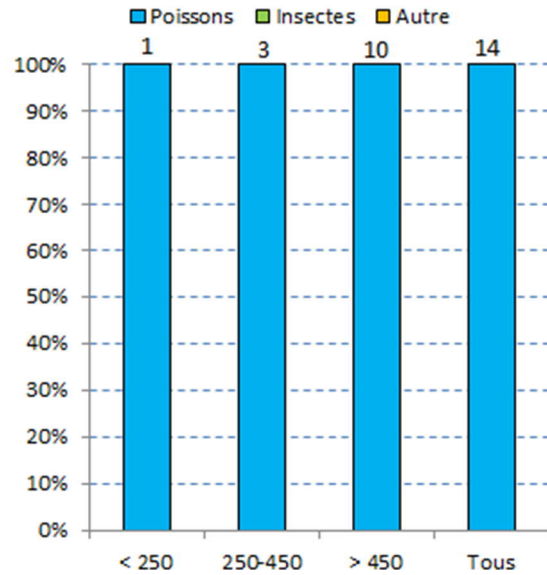
La catégorie « autres » était pratiquement aussi importante que les insectes pour les dorés jaunes plus petits que 450 mm dans le secteur de la chute du Diable. En effet, elle contribuait pour 54,0 % de la biomasse des proies ingérées chez les individus juvéniles, alors qu'elle représentait 16,1 % de la biomasse du bol alimentaire chez les dorés de 250 mm à 450 mm. La contribution de cette catégorie de proie est pratiquement nulle chez les individus de grande taille, représentant moins de 1 % de la biomasse du bol alimentaire de ces derniers. Bien que ce type de proie soit aussi retrouvé dans le secteur du réservoir de la Péribonka, elle représentait moins de 1 % de la biomasse totale du bol alimentaire des dorés, toutes classes d'âge confondues.

Doré jaune

Réservoir de la Péribonka



Aval immédiat de la centrale (entre PK 149,5 et 151,8)



Secteur de la chute du Diable (station aval entre PK 50 et 80)

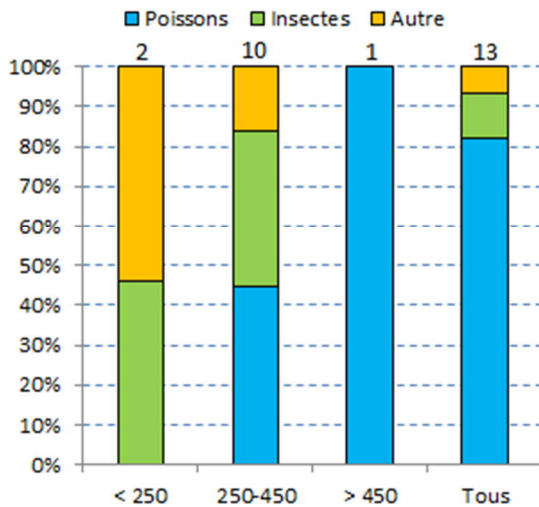


Figure 27 : Biomasse relative des proies identifiables ingérées (excluant le chyme) par les dorés jaunes capturés en 2018. Le chiffre au-dessus des bandes représente le nombre d'estomacs non vides.

3.3.3.3 Constat général

L'analyse de la diète du doré jaune dans le secteur de la chute du Diable montre que son régime change selon les classes de taille. Les adultes à croissance lente (> 450 mm) ont un régime surtout piscivore, alors que les individus plus petits que 450 mm intègrent de manière importante les insectes, de même que les amphipodes dans leur diète. La même tendance s'observe dans le réservoir de la Péribonka, alors que les dorés récoltés dans le secteur à l'aval immédiat de la centrale sont exclusivement piscivores. Il n'est pas possible de statuer sur les préférences de l'espèce de la zone d'étude en termes de poissons-proies, étant donné que seul un grand corégone a pu être identifié. Des études effectuées au complexe La Grande ont démontré que les dorés consommaient principalement des corégonidés (incluant le grand corégone) et parfois de la lotte (Doyon et Tremblay, 1997; Doyon et Schetagne, 1999), soit des espèces présentes dans la zone d'étude. Quoi qu'il en soit, le doré jaune est une espèce plutôt opportuniste. Il est peu sélectif, s'accommodant d'une large variété d'espèces selon leur disponibilité dans le milieu (Bernatchez et Giroux, 2012).

3.3.4 Lotte

Un total de 61 lottes a été capturé dans trois sites différents, soit le lac Manouane, le réservoir de la Péribonka, ainsi que le secteur aval immédiat de la centrale (tableau 8). Le plus grand nombre de captures a eu lieu dans le réservoir de la Péribonka (33 poissons) alors que le plus faible taux de capture a eu lieu dans le secteur aval immédiat du barrage (2 poissons). Les contenus stomacaux ont été analysés sur 60 individus, soit 98,3 % du nombre total d'individus capturés. Les spécimens juvéniles (< 300 mm) représentaient 26,7 % des lottes analysées alors que les adultes à forte croissance et à croissance lente représentaient respectivement 63,3 % et 10,0 %.

3.3.4.1 Occurrence des proies ingérées

Parmi les lottes analysées, 51,7 % des spécimens présentaient des estomacs non vides (tableau 9). Les estomacs des deux spécimens capturés et analysés dans le secteur aval immédiat de la centrale étant vides, l'alimentation des lottes dans ce secteur n'a pu faire l'objet d'une évaluation.

Dans le lac Manouane (secteur témoin), les contenus stomacaux des lottes de moins de 300 mm contenaient uniquement des amphipodes et de la végétation (proies de type « autres »), alors que les estomacs des individus de plus de 300 mm contenaient uniquement des poissons-proies. Au total, 21 poissons-proies ont été dénombrés dans 8 estomacs différents. Seulement une lotte de 115 mm et un grand corégone de 90 mm ont pu être identifiés dans les contenus stomacaux.

Dans le réservoir de la Péribonka, l'occurrence des poissons-proies était plus faible que dans le lac Manouane. En effet, seulement 22 % des estomacs non vides contenaient ce type de proie, cette occurrence étant plus importante chez les lottes adultes à forte croissance. Au total, cinq poissons-proies ont été dénombrés, mais n'ont pu être identifiés. Dans ce secteur, les insectes aquatiques étaient présents dans plus de 80 % des estomacs analysés, alors que les amphipodes, le zooplancton et les sangsues (proies « autres ») étaient présents dans plus de 40 % des estomacs.

3.3.4.2 Biomasse relative des proies ingérées

En termes de biomasse relative, la seule lotte du lac Manouane plus petite que 300 mm avait consommé uniquement des proies de type « autres », alors que les estomacs des lottes de plus de 300 mm étaient composés exclusivement de poissons-proies (figure 28). Aucun insecte n'a été répertorié dans les estomacs des lottes de ce secteur.

Dans le réservoir de la Péribonka, l'alimentation des lottes était plus variée. En effet, la catégorie de proie la plus importante en termes de biomasse était les insectes aquatiques, représentant 54,0 % de la biomasse totale des contenus stomacaux de ce secteur. La biomasse des poissons-proies était plus importante chez les adultes à forte croissance (29,8 %) comparativement aux juvéniles (14,0 %). Pour ce qui est de la biomasse des proies « autres », elle atteignait 33,0 % de la biomasse totale chez les juvéniles alors qu'elle était de 15 % chez les adultes de plus de 300 mm (figure 26).

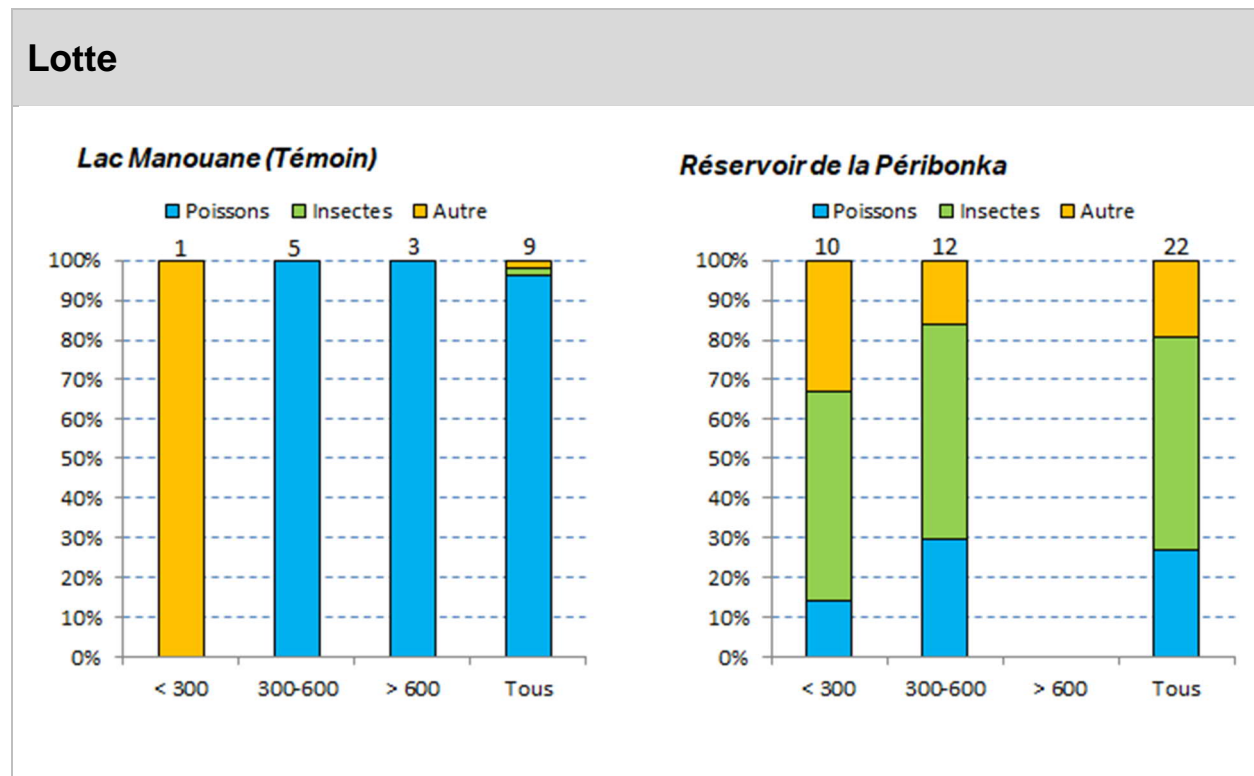


Figure 28 : Biomasse relative des proies identifiables ingérées (excluant le chyme) par les lottes capturées en 2018. Le chiffre au-dessus des bandes représente le nombre d'estomacs non vides.

3.3.4.3 Constat général

L'analyse de la diète des lottes dans le lac Manouane et dans le réservoir de la Péribonka montre des habitudes alimentaires différentes d'un secteur à l'autre. En effet, les poissons-proies étaient beaucoup plus importants dans l'alimentation des lottes du lac Manouane que chez celles du réservoir de la Péribonka, où les insectes et les proies « autres » avaient une plus grande importance.

Les lottes de plus de 500 mm de longueur se nourrissent d'une grande variété de poissons tels que le cisco, le doré jaune, la perchaude, les chabots, etc. Elles sont considérées comme étant des prédateurs voraces. Les jeunes lottes se nourrissent surtout de gammares, d'insectes aquatiques, d'écrevisses et de mollusques (Scott et Crossman, 1974). Étant donné le régime opportuniste des lottes, leur concentration en mercure peut être plus ou moins élevée, dépendamment s'ils se nourrissent de poissons piscivores ou non. Dans le cas du lac Manouane, les lottes avaient consommé des grands corégones et d'autres lottes de petite taille, qui sont eux-mêmes des poissons plutôt généralistes.

3.3.5 Touladi

Les touladis ont été capturés dans un seul secteur, soit le lac Manouane. La totalité des contenus stomacaux des individus capturés (n = 36) ont été analysés (tableau 8). Le plus petit spécimen mesurait 538 mm alors que le plus grand mesurait 706 mm. Le comportement alimentaire des individus juvéniles n'a donc pas pu être analysé. Les individus mesurant entre 500 mm et 650 mm représentaient 75 % des spécimens capturés, alors que 25 % étaient plus grands que 650 mm. Seulement 15 individus (41,7 %) avaient un estomac non vide (cotes 2 à 5) permettant l'analyse de la diète des touladis dans le lac Manouane.

3.3.5.1 Occurrence des proies ingérées

L'occurrence des poissons-proies dans les estomacs des touladis du lac Manouane était élevée. En effet, 86,7 % des estomacs non vides contenaient des poissons (tableau 9). Aucun insecte n'a été répertorié, alors que 13,3 % des estomacs contenaient des amphipodes et de la végétation (proies de type « autres »).

3.3.5.2 Biomasse relative des proies ingérées

En termes de biomasse relative, les poissons-proies sont de loin les plus importants dans l'alimentation des touladis de plus de 500 mm du lac Manouane, représentant plus de 90 % de la biomasse (figure 29). Au total, trois poissons-proies ont pu être identifiés, soit deux grands corégones d'une longueur de 95 mm et de 115 mm ainsi qu'une lotte de 73 mm.

3.3.5.3 Constat général

Les poissons-proies composaient la majeure partie de l'alimentation des touladis, tout comme chez les autres espèces de tailles comparables retrouvées dans le lac Manouane (grand brochet, grand corégone et lotte). Le touladi est une espèce prédatrice qui se nourrit d'une grande variété d'organismes, que ce soit des crustacés, d'une grande variété de poissons (par exemple, le grand corégone et le chabot), et même de petits mammifères. Les proies du touladi changent avec les saisons puisque le touladi est une espèce d'eau froide. En été, il se nourrit donc de ce qu'il peut retrouver sous la thermocline, que ce soit des petits poissons ou du plancton (Scott et Crossman, 1974). Lorsque l'alimentation est composée principalement de plancton, la croissance des touladis est plus faible.

Touladi

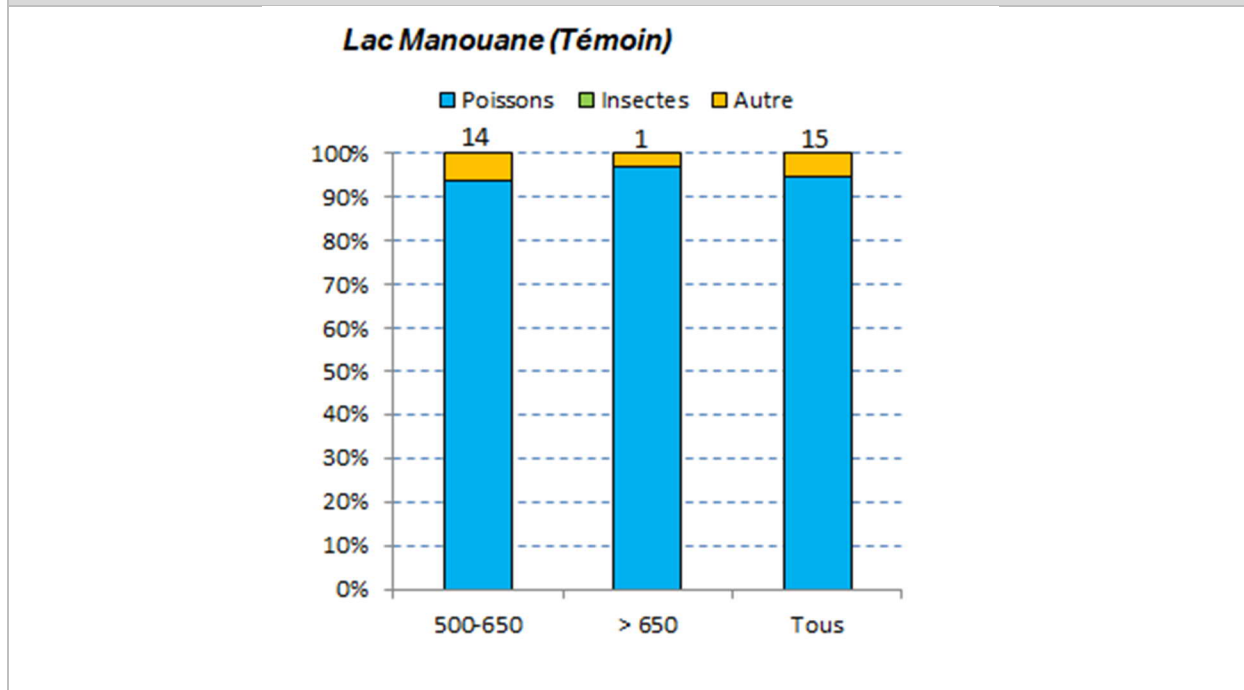


Figure 29 : Biomasse relative des proies identifiables ingérées (excluant le chyme) par les touladis capturés en 2018. Le chiffre au-dessus des bandes représente le nombre d'estomacs non vides.

3.3.6 Omble de fontaine

Les tributaires du réservoir de la Péribonka sont les seuls endroits où l'omble de fontaine était présent. Au total, 21 individus ont été capturés dans ces tributaires et 20 estomacs ont pu être analysés (tableau 8). De ce nombre, 19 estomacs étaient non vides, représentant 95 % des individus. Le plus petit individu mesurait 156 mm alors que le plus grand mesurait 222 mm.

3.3.6.1 Occurrence des proies ingérées

Seulement l'estomac du plus grand omble de fontaine (222 mm) contenait un poisson-proie, en l'occurrence un autre omble de fontaine d'une longueur de 41 mm. Tous les autres estomacs contenaient des insectes aquatiques ou terrestres (tableau 9). La catégorie « autres » était représentée par de la végétation ou du gravier, possiblement avalés en même temps que d'autres proies.

3.3.6.2 Biomasse relative des proies ingérées

En termes de biomasse relative, l'omble de fontaine capturé dans l'estomac d'un individu de plus de 200 mm représentait près de 40 % de la biomasse totale des estomacs des spécimens de grande taille. Les insectes représentaient la composante majeure de l'alimentation des ombles de fontaine. Près de 20 % de la biomasse du bol alimentaire était représentée par de la végétation aquatique (figure 30).

Omble de fontaine

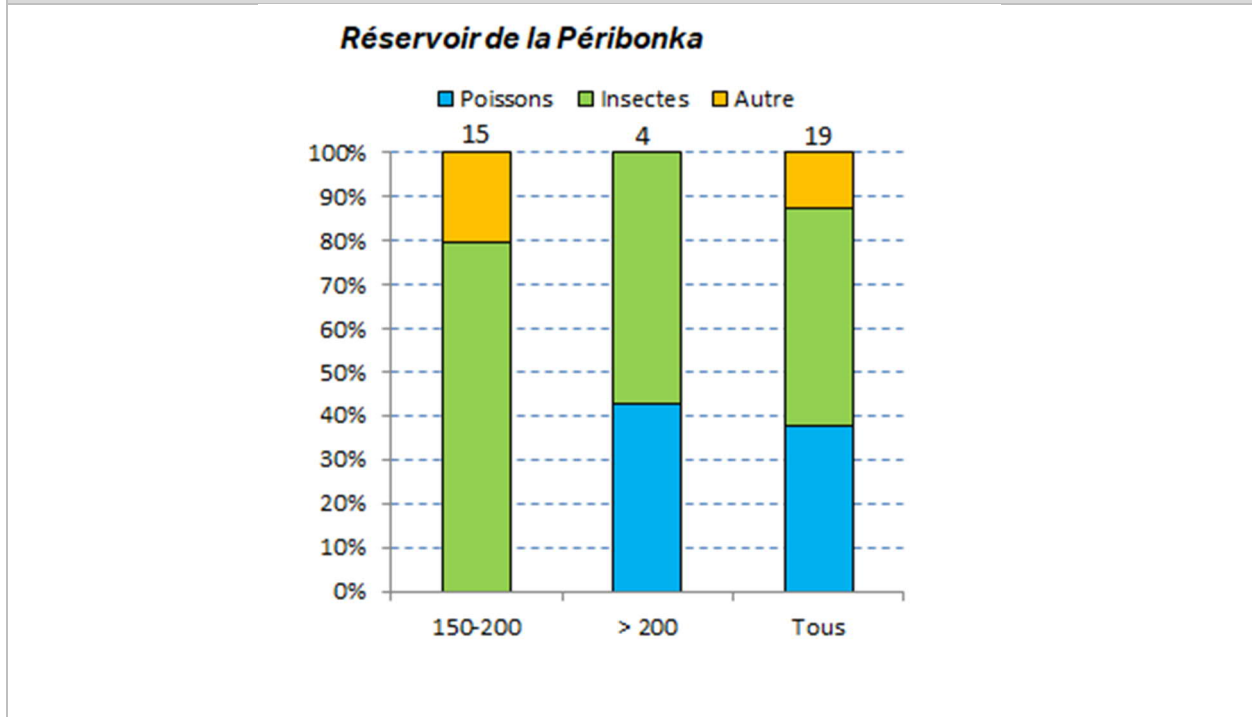


Figure 30 : Biomasse relative des proies identifiables ingérées (excluant le chyme) par les ombles de fontaine capturés en 2018. Le chiffre au-dessus des bandes représente le nombre d'estomacs non vides.

3.3.6.3 Constat général

L'alimentation de l'omble de fontaine présente dans les tributaires du réservoir de la Péribonka était surtout insectivore. Dans la littérature, l'omble de fontaine est rapporté comme étant un carnivore capable de se nourrir d'une grande variété d'animaux, tels que des insectes, des amphibiens, des poissons (pouvant faire du cannibalisme, ce qui a été observé dans cette étude) et des mammifères (surtout dans les régions nordiques) (Scott et Crossman, 1974). Étant donné la prévalence des insectes dans l'alimentation des ombles de fontaine fréquentant les tributaires du réservoir de la Péribonka, le mercure dans la chair de ces derniers devrait être relativement faible. Pourtant, une hausse significative par rapport à l'état de référence est observée. Les valeurs demeurent toutefois faibles avec une teneur moyenne estimée de 0,25 mg/kg pour une longueur standardisée de 200 mm en 2018.

3.4 Comparaison avec les prévisions d'augmentation des teneurs en mercure

Le tableau 10 présente les valeurs des simulations selon le modèle de Messier *et al.* (1985) concernant les teneurs prévues en mercure dans la chair des poissons pour le réservoir de la Péribonka, l'aval immédiat du réservoir et le secteur plus en aval (secteur de la chute du Diable) par rapport à ce qui a été observé en 2018, soit 11 ans après la mise en eau du réservoir de la Péribonka. Les prévisions pour le grand brochet, le grand corégone, le doré jaune et l'omble de fontaine sont tirées de l'étude sectorielle de l'état de référence (Gendron et Burton, 2003). Dans le cas du grand brochet, les valeurs présentées à la section 3.2.1⁷ ont été recalculées au tableau 8 pour une longueur standardisée de 700 mm afin de s'ajuster aux prévisions déjà effectuées dans l'étude sectorielle, tout comme les résultats pour l'omble de fontaine de la section 3.2.6 ont été recalculés pour une longueur standardisée de 300 mm (Gendron et Burton, 2003).

Dans l'ensemble, les valeurs observées en 2018 s'accordent relativement bien avec les simulations effectuées lors de l'étude sectorielle de l'état de référence dans le cas du grand corégone (tableau 10).

En ce qui concerne le grand brochet du réservoir de la Péribonka, la teneur en mercure ajustée par rapport à celle observée en 2018 pour une longueur standardisée de 700 mm (1,05 mg/kg) se situe au-dessus de la valeur prévue (0,87 mg/kg), alors qu'à l'aval du réservoir (aval immédiat et secteur de la chute du Diable), la valeur observée est inférieure à celle prévue (tableau 10). Selon les prévisions du modèle, les teneurs en mercure chez le grand brochet du réservoir de la Péribonka devaient cesser d'augmenter six ans après la mise en eau. En 2018 (onzième année après la mise en eau), une baisse des teneurs moyennes a été observée chez le grand brochet du réservoir par rapport à l'année 2015 (huitième année après la mise en eau), mais cette baisse n'est pas significative. Ce résultat peut suggérer que les concentrations en mercure dans la chair des grands brochets du réservoir ont débuté le retour vers les teneurs naturelles, ce qui suit les prévisions du modèle pour les prochaines années.

Pour le doré jaune, les prévisions établies par Hydro-Québec (Gendron et Burton, 2003) sont un peu plus faibles que les valeurs obtenues en 2018, et ce, pour tous les secteurs (tableau 10). L'explication vient probablement du fait que les teneurs estimées à la longueur standardisée chez les dorés jaunes sont en hausse par rapport à l'année 2015 dans les trois secteurs d'influence du réservoir, mais cette hausse n'est pas significative.

Les prévisions effectuées pour la teneur en mercure de l'omble de fontaine de la rivière Péribonka avaient été effectuées pour une longueur standardisée de 300 mm (Gendron et Burton, 2003). La teneur moyenne en mercure à l'état de référence pour cette longueur était de 0,15 mg/kg. Les prévisions estimaient qu'après 11 années de mise en eau, les teneurs moyennes pour une longueur standardisée de 300 mm devraient être aux environs de 0,17 mg/kg dans le réservoir de la Péribonka, donc très près des teneurs présentes avant la mise en eau. Dans le cas présent, puisque la régression polynomiale a été faite pour une longueur standardisée de 200 mm, nous ne pouvons pas comparer les teneurs obtenues avec ces valeurs. Toutefois, la teneur estimée à l'état de référence pour une longueur standardisée de 200 mm est de 0,08 mg/kg, alors qu'en 2018, elle a été estimée à 0,25 mg/kg dans le réservoir de la Péribonka. La teneur moyenne en 2018 est donc encore significativement plus élevée que celle de l'état de référence, ce qui ne concorde pas avec les prévisions. Cette différence n'occasionne toutefois pas de changement par rapport à la consommation des ombles de fontaine, car les teneurs en mercure sont encore très faibles.

⁷ Dans cette section (3.2.1), les teneurs en mercure sont présentées pour une longueur standardisée de 600 mm.

Tableau 10 : Teneurs en mercure prévues et observées chez les poissons du réservoir de la Péribonka, de l'aval immédiat du réservoir et du secteur aval (secteur de la chute du Diable) 11 ans après la mise en eau du réservoir de la Péribonka

Espèce	Teneur en mercure (mg/kg) ^A								
	Réservoir de la Péribonka			Aval immédiat du réservoir de la Péribonka			Aval du réservoir de la Péribonka (secteur de la chute du Diable)		
	Prévision ^B	Valeur observée	Différence	Prévision ^B	Valeur observée	Différence	Prévision ^B	Valeur observée	Différence
Grand corégone	0,18	0,16	- 0,02	0,18	0,16	- 0,02	0,18	0,19	+0,01
Grand brochet	0,87 à 700 mm	1,05 ^C à 700 mm 0,79 à 600 mm	+ 0,18	0,84 à 700 mm	0,68 ^C à 700 mm 0,52 à 600 mm	-0,16	0,83 à 700 mm	0,74 ^C à 700 mm 0,52 à 600 mm	-0,09
Doré jaune	0,44	0,77	+0,33	0,43	0,60	+ 0,17	0,42	0,60	+0,18
Ombles de fontaine	0,17 à 300 mm	ND ^C à 300 mm 0,25 à 200 mm	ND	ND	ND	ND	0,17 à 300 mm	ND	ND

^A Teneur en mercure pour une longueur standardisée : 400 mm pour le grand corégone et le doré jaune, 300 mm pour l'omble de fontaine et 700 ou 600 mm pour le grand brochet.

^B Les prévisions ont été obtenues à l'aide du modèle de Messier *et al.* (1985).

^C Les valeurs observées pour le grand brochet à la longueur de 700 mm ont été obtenues par estimation à l'aide de la régression polynomiale. Notons que pour l'omble de fontaine, puisqu'aucun spécimen n'a été capturé de plus de 222 mm en 2018, la teneur en mercure à 300 mm serait une extrapolation. Dans le cas présent, le modèle diminue la teneur en mercure pour des ombles de fontaine de grande taille, illustrant l'imprécision du modèle en l'absence de poissons de grande taille.

Ainsi, les résultats obtenus, tel que prévu lors des études d'avant-projet, n'entraîneraient pas de changements sur les recommandations de consommation du poisson. Ces recommandations sont discutées à la section 3.5.

3.5 Répercussion sur la consommation de poissons

L'objectif de la présente section est de vérifier, à la lumière des résultats obtenus en 2018, si un programme de communication visant à ajouter des restrictions aux recommandations suggérées dans le *Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce* (MELCC, 2019) s'avère nécessaire.

3.5.1 Règles générales de consommation

Le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) produit le *Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce* (MELCC, 2019). Il recommande un nombre maximal de repas par mois basé sur les doses journalières admissibles fixées par l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) et Santé Canada (tableau 11). Ces recommandations sont divisées en cinq catégories.

Tableau 11 : Nombre maximal de repas par mois recommandé pour les adultes en général selon la teneur en mercure

Organismes de santé publique et Hydro-Québec		MELCC	
Teneur en mercure dans le poisson (en mg de mercure/kg de poisson)	Nombre maximal de repas par mois ^A	Teneur en mercure dans le poisson (en mg de mercure/kg de poisson)	Consommation recommandée ^A
≤ 0,29	Sans restriction	≤ 0,50	8 repas par mois
0,30 à 0,49	8 repas par mois		
0,50 à 0,99	4 repas par mois	0,51 à 1,00	4 repas par mois
1,00 à 1,99	2 repas par mois	1,00 à 2,00	2 repas par mois
2,00 à 3,75	1 repas par mois	2,00 à 3,50	1 repas par mois
> 3,75	Moins d'un repas par mois	> 3,50	0 repas par mois

^A : En considérant : - la teneur moyenne en mercure dans le poisson;
 - une portion de 230 g de poisson frais par repas;
 - un poids corporel de 60 kg;
 - une dose journalière admissible de 0,47 µg de mercure par kg de poids corporel.

Hydro-Québec, en collaboration avec les organismes de santé publique, produit aussi des guides de consommation de poissons pour certains aménagements. Certaines différences existent concernant les catégories employées par Hydro-Québec par rapport à celles du MELCC. En effet, une classe « sans restriction de consommation », qui correspond à plus de 12 repas par mois pour les poissons dont la teneur en mercure est inférieure à 0,30 mg/kg, est utilisée dans les guides d'Hydro-Québec. Aussi, une catégorie de consommation < 1 repas par mois est présente pour les poissons présentant une teneur en mercure supérieure à 3,75 mg/kg, alors que le MELCC ne recommande pas de consommer les poissons dont la teneur est supérieure à 3,50 mg/kg. Malgré cela, en suivant ces recommandations, les consommateurs peuvent profiter de l'excellente qualité nutritive du poisson en évitant tous risques pour la santé liés au mercure.

Les teneurs en mercure dans les poissons augmentent en fonction de leur longueur. C'est pourquoi les recommandations de consommation émises dans le guide produit par le MELCC sont présentées selon des classes de longueurs (petit, moyen et grand) spécifiques à chacune des espèces. Pour simplifier les guides et réduire la confusion des utilisateurs, les guides réalisés par Hydro-Québec, en collaboration avec les organismes de santé publique, présentent les recommandations de consommation à une seule longueur standardisée qui sont pour les secteurs de la Péribonka:

- 400 mm pour le grand corégone et le doré jaune;
- 600 mm pour le grand brochet et le touladi;
- 500 mm pour la lotte
- 200 mm pour l'omble de fontaine.

Ces longueurs correspondent généralement aux longueurs moyennes des poissons capturés dans le cadre des suivis et se veulent représentatives des longueurs susceptibles d'être capturées par les pêcheurs sportifs.

Les recommandations qui suivent sont émises en fonction des catégories de consommation proposées par le MELCC.

3.5.2 Recommandations proposées à la lumière des teneurs obtenues en 2018

Selon les légères hausses prévues lors de l'étude d'impact, l'aménagement du réservoir ne devait pas avoir d'effets significatifs sur les recommandations de consommation de poissons du *Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce* (Hydro-Québec, 2003). On indiquait cependant que les teneurs maximales en mercure prévues pour les dorés jaunes (0,49 mg/kg) et les grands brochets (0,97 mg/kg) étaient à la limite maximale respective des classes de consommation de huit repas par mois (0,49 mg/kg) et de quatre repas par mois (0,99 mg/kg). On recommandait alors un suivi des teneurs pour ajuster les recommandations de consommation advenant que les teneurs en mercure mesurées dans la chair des poissons dépassent ces limites à la suite de l'aménagement.

Le tableau 12 établit et compare les recommandations de consommation correspondant aux teneurs moyennes en mercure mesurées en 2018, 11 ans après la mise en eau du réservoir de la Péribonka, avec celles présentées dans le *Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce* pour ce territoire.

Tableau 12 : Recommandations de consommation pour les poissons des différents secteurs de la rivière Péribonka^A

Plan d'eau	Espèce (longueur standardisée)	Teneurs maximales prévues en Hg ^B (mg/kg)	Recommandation de consommation actuelle du MELCC ^C	Teneurs mesurées de Hg en 2018 (mg/kg)	Recommandation de consommation selon les teneurs de 2018	Recommandations de consommation proposées ^F
Lac Manouane (milieu témoin)	Grand corégone (400 mm)	N.A. ^D	8 repas par mois	0,15	8 repas par mois	8 repas par mois
	Grand brochet (600 mm)	N.A. ^D	4 repas par mois	1,01 (pour 600 mm)	2 repas par mois	2 repas par mois
	Touladi (600 mm)	N.A. ^D	2 repas par mois	2,52	1 repas par mois	1 repas par mois
	Lotte (500 mm)	N.A. ^D	4 repas par mois	0,65	4 repas par mois	4 repas par mois
Réservoir de la Péribonka	Grand corégone (400 mm)	0,25	8 repas par mois	0,16	8 repas par mois	8 repas par mois
	Grand brochet (600 mm)	0,97 (pour 700 mm)	4 repas par mois	0,79 (pour 600 mm)	4 repas par mois	4 repas par mois
	Doré jaune (400 mm)	0,49	2 repas par mois (règle générale)	0,77	4 repas par mois	2 repas par mois
	Lotte (500 mm)	N.P. ^D	4 repas par mois (règle générale)	0,48	8 repas par mois	4 repas par mois
	Omble de fontaine (200 mm)	0,24 (pour 300 mm)	8 repas par mois (règle générale)	0,25	8 repas par mois	8 repas par mois
Aval immédiat	Grand corégone (400 mm)	0,24	8 repas par mois	0,14	8 repas par mois	8 repas par mois
	Grand brochet (600 mm)	0,93 (pour 700 mm)	4 repas par mois	0,52 (pour 600 mm)	4 repas par mois	4 repas par mois
	Doré jaune (400 mm)	0,47	4 repas par mois	0,58	4 repas par mois	4 repas par mois
	Lotte (500 mm)	N.P. ^D	4 repas par mois	N.D. ^E	N.D. ^E	4 repas par mois
	Ouananiche (aucune)	N.P. ^D	4 repas par mois	N.D. ^E	N.D. ^E	4 repas par mois
Aval (secteur de la chute du Diable)	Grand corégone (400 mm)	0,23	8 repas par mois (site Lamarche)	0,19	8 repas par mois	8 repas par mois
	Grand brochet (600 mm)	0,93 (pour 700 mm)	8 repas par mois (site Lamarche)	0,46 (pour 600 mm)	8 repas par mois	8 repas par mois
	Doré jaune (400 mm)	0,46	4 repas par mois (site Lamarche)	0,59	4 repas par mois	4 repas par mois
	Lotte (500 mm)	N.D. ^D	4 repas par mois (règle générale)	N.D. ^E	N.D. ^E	4 repas par mois

Note : La trame de couleur correspond en fait au vrai nombre de repas par mois recommandé selon la teneur en mercure, alors que le nombre correspond en fait à la recommandation qui sera transmise au Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux du Saguenay-Lac-Saint-Jean. Les motifs de ce choix sont expliqués dans le texte.

^A Les couleurs en trame de fond et le nombre de repas par mois sont basés sur l'échelle de référence du MELCC telle que décrite au tableau 11.

^B Valeur maximale prévue simulée à l'aide du modèle de Messier *et al.* (1985) lors de l'étude d'impact.

^C Recommandations tirées du *Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce* du MELCC. Les recommandations de consommation rapportées prennent en compte les longueurs standardisées pour lesquelles les teneurs en mercure sont estimées pour chacune des espèces selon la charte du MELCC (petit, moyen et gros). En règle générale, la longueur standardisée correspond à la taille moyenne sauf pour l'omble de fontaine qui est dans la catégorie petite taille à 200 mm. Pour les sites non inventoriés dans le guide du MELCC, les règles générales de consommation émises sont appliquées.

^D Non applicable (N.A.), car aucune augmentation n'est prévue pour le lac témoin. Non produit (N.P.), car aucune prévision n'a été réalisée pour cette espèce lors de l'étude d'impact.

^E Non déterminé (N.D.), car le nombre de spécimens capturés pour ces espèces est trop faible pour obtenir une teneur estimée en mercure fiable, soit : 2 lottes capturées en aval immédiat (longueur moyenne de 291 mm et teneur moyenne en mercure de 0,21 mg/kg); aucune lotte capturée en aval dans le secteur chute du Diable; et aucune ouananiche capturée en aval immédiat.

^F Les recommandations proposées sont celles actuellement en vigueur émises par le MELCC.

Selon les teneurs mesurées en 2018 et les catégories de consommation du MELCC (tableau 11), les recommandations suivantes s'appliqueraient (voir l'avant-dernière colonne du tableau 12) :

- une consommation de huit repas par mois pour les grands corégones de tous les secteurs de la rivière Péribonka, du réservoir et du lac Manouane (milieu témoin);
- une consommation maximale de deux repas par mois pour le grand brochet du lac Manouane (milieu témoin), de quatre repas par mois pour le réservoir de la Péribonka et le secteur aval immédiat du réservoir dans la rivière Péribonka, alors que pour le secteur aval (chute du Diable), la consommation maximale est de huit repas par mois;
- une consommation maximale de quatre repas par mois pour le doré jaune du réservoir de la Péribonka, de l'aval immédiat et du secteur aval (chute du Diable);
- une consommation maximale de un repas par mois pour le touladi du lac Manouane (milieu témoin);
- une consommation maximale de huit repas par mois pour la lotte du réservoir de la Péribonka et de quatre repas par mois au lac Manouane (milieu témoin);
- une consommation maximale de huit repas par mois pour l'omble de fontaine du réservoir de la Péribonka.

Pour les motifs explicités dans le texte qui suit, le nombre de repas par mois proposé demeure le même que ce qui est actuellement affiché sur le site du MELCC, à l'exception du grand brochet et du touladi du lac témoin (lac Manouane). Il faut cependant rappeler que le lac Manouane n'est pas influencé par les aménagements de la Péribonka.

3.5.2.1 Grand brochet

Dans le réservoir de la Péribonka, le *Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce* indique que pour un grand brochet de taille moyenne, correspondant à la longueur standardisée de 600 mm, la consommation maximale devrait être de quatre repas par mois. Les teneurs moyennes en mercure estimées à la longueur standardisée en 2018 indiquent effectivement une consommation maximale de quatre repas par mois. Aucun changement au guide de consommation pour le réservoir de la Péribonka n'est suggéré. Notons qu'une baisse (non significative sur le plan statistique) des teneurs en mercure a été observée entre 2015 et 2018, indiquant que la hausse du mercure dans la chair du grand brochet du réservoir est terminée.

À l'aval immédiat de la centrale, les teneurs obtenues en 2018 indiquaient une consommation maximale de quatre repas par mois pour le grand brochet, tel que noté dans le guide. Aucun changement n'est donc suggéré pour le guide de consommation.

Plus loin en aval de la centrale, dans le secteur de la chute du Diable, les teneurs obtenues en 2018 ont augmenté non significativement par rapport à 2015. Les résultats concordent avec les recommandations de huit repas par mois pour le grand brochet de taille moyenne du guide de consommation du MELCC pour ce qui est du site Lamarche (à proximité du secteur de la chute du Diable) sur la rivière Péribonka.

Enfin, dans le lac Manouane (milieu témoin), les teneurs en mercure ont augmenté significativement depuis 2013, et de manière à causer un changement dans les classes de recommandations de consommation. En effet, les recommandations de consommation du MELCC sont de quatre repas par mois pour ce plan d'eau, alors que les teneurs moyennes obtenues en 2018 indiquent une consommation maximale de deux repas par mois. De plus, les teneurs sont toujours en augmentation depuis 2013 et le guide du MELCC (2019) devrait être ajusté en conséquence.

3.5.2.2 Grand corégone

Actuellement, les recommandations dans le guide de consommation pour les grands corégonos du secteur du réservoir de la rivière Péribonka de taille moyenne, correspondant à la longueur standardisée de 400 mm, sont de huit repas par mois, tout comme dans le lac Manouane (milieu témoin). Les résultats de tous les plans d'eau indiquent que la recommandation de huit repas par mois est adéquate.

Des inquiétudes avaient été soulevées quant à une hausse potentielle des teneurs en mercure chez les grands corégonos de l'aval immédiat du réservoir en raison d'un changement de régime alimentaire d'insectivore à piscivore fréquemment observé à l'aval immédiat des centrales (Simoneau *et al.*, 2014). Or, le régime alimentaire évalué dans la présente étude indique que les grands corégonos capturés à l'aval immédiat de la centrale avaient effectivement des poissons-proies dans leur estomac pour les spécimens de plus de 350 mm. Toutefois, cela n'a eu aucun impact sur la teneur en mercure, car celle-ci n'a pas significativement changé depuis l'état de référence.

3.5.2.3 Doré jaune

Le guide de consommation du poisson n'affiche aucune recommandation de consommation concernant le doré jaune du réservoir de la Péribonka, c'est pourquoi la règle générale du guide est appliquée. L'année 2018 est seulement la deuxième année de suivi ayant permis d'avoir des résultats suffisants sur le mercure pour effectuer une régression polynomiale. Contrairement à l'année 2015, les teneurs estimées à la longueur standardisée de 400 mm n'ont pas été extrapolées en raison de la petite taille des spécimens capturés. Les résultats obtenus en 2018 indiquent que la consommation maximale devrait être de quatre repas par mois. La règle générale de consommation maximale de deux repas par mois peut être conservée pour ce plan d'eau, mais pourrait être revue à la hausse avec quatre repas par mois.

À l'aval immédiat de la centrale, le guide de consommation recommande de ne pas excéder quatre repas par mois, tout comme les résultats obtenus en 2018. Dans le secteur aval de la rivière Péribonka (chute du Diable), les résultats de 2018 indiquent que la consommation maximale de doré jaune peut être de quatre repas par mois, tout comme ce qui est stipulé dans le guide. Ainsi, aucune modification au guide n'est proposée.

3.5.2.4 Touladi

Pour le lac témoin (lac Manouane), les teneurs en mercure ont augmenté de manière significative entre 2013, 2015 et 2018. La consommation de poissons est maintenant rendue à un repas par mois. Selon le guide de consommation du MELCC, la longueur standardisée de 600 mm correspond à la catégorie de taille moyenne pour le touladi. Selon ce guide, il serait permis de consommer au maximum deux repas de touladi par mois à la longueur standardisée de 600 mm, ce qui ne correspond pas aux résultats obtenus lors de la présente étude. En effet, puisque les teneurs en mercure semblent en hausse constante, il serait important de diminuer le seuil de consommation du poisson de deux à un repas par mois. Ceci sera discuté avec le Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux du Saguenay-Lac-Saint-Jean.

3.5.2.5 Lotte

La lotte a été capturée en 2018 en nombre suffisant dans le secteur influencé par le réservoir de la Péribonka et le lac Manouane (milieu témoin).

Dans le réservoir de la Péribonka, les résultats indiquent que les teneurs en mercure sont situées dans la plage de consommation de huit repas par mois pour la lotte en raison des teneurs moyennes très près de la limite entre huit et quatre repas par mois. Aucune recommandation de consommation spécifique n'est actuellement émise par le MELCC pour cette espèce dans ce plan d'eau, c'est pourquoi la règle générale est utilisée. Ainsi, puisque la teneur moyenne en mercure à la longueur standardisée est près de ces deux limites de consommation, il est donc suggéré de conserver l'approche la plus restrictive et donc de conserver la recommandation de quatre repas par mois actuellement en vigueur.

Pour l'aval immédiat de la centrale, seulement deux lottes ont été capturées en 2018, ce qui n'a pas permis d'effectuer la régression polynomiale. La teneur moyenne en mercure obtenue est de 0,21 mg/kg pour une longueur moyenne de 291 mm, ce qui est loin de la longueur standardisée de 500 mm. En 2013, la régression polynomiale avait permis d'identifier la consommation maximale de lotte à quatre repas par mois, comme ce qui est affiché dans le guide de consommation du poisson du MELCC pour les lottes de taille moyenne qui inclut la longueur de 500 mm. Il est donc suggéré de conserver la consommation de lotte à l'aval immédiat du réservoir à quatre repas par mois.

Dans le secteur plus en aval du réservoir (secteur de la chute du Diable), aucune lotte n'a été capturée en 2018. Le guide ne propose pas de recommandations spécifiques pour la lotte pour ce secteur de la rivière Péribonka, toutefois, les recommandations générales pour la lotte sont de quatre repas par mois sur le site du MELCC. Il est donc suggéré de mettre la consommation à quatre portions de lotte par mois, comme actuellement conseillé dans le guide de consommation du poisson pour la rivière Péribonka du secteur de l'aval immédiat du réservoir.

Enfin, dans le lac Manouane (milieu témoin), les teneurs en mercure obtenues en 2018 (0,65 mg/kg) pour une longueur standardisée de 500 mm sont significativement plus élevées que celles de 2013 et 2015, ce qui permet une consommation maximale de quatre repas par mois selon le tableau 11. Le guide de consommation du poisson indique une consommation maximale de quatre repas par mois pour les lottes de taille moyenne, ce qui correspond aux résultats obtenus. Aucun changement n'est donc suggéré au guide de consommation du MELCC pour la lotte du milieu témoin.

3.5.2.6 Omble de fontaine et ouananiche

L'omble de fontaine a été capturé en nombre suffisant dans le réservoir de la Péribonka uniquement en 2018 pour effectuer une régression polynomiale. La teneur moyenne estimée pour une longueur standardisée de 200 mm en 2018 est de 0,25 mg/kg. Malgré une teneur significativement plus élevée en 2018 que lors de l'état de référence, ces teneurs correspondent toujours à une recommandation maximale de consommation de huit ombles de fontaine par mois. Cette recommandation est également appliquée dans certains lacs du bassin versant de la rivière Péribonka dans le guide de consommation du poisson. Ainsi, il est proposé de laisser à huit le nombre de repas par mois pouvant être consommés dans le cas de l'omble de fontaine.

Pour la ouananiche, aucune recommandation de consommation n'avait été produite lors de l'étude d'avant-projet, en raison de la faible abondance de ce poisson dans la rivière Péribonka. D'ailleurs, aucune ouananiche n'a été capturée en 2018 dans les secteurs de pêche. Notons qu'actuellement dans le guide de consommation du poisson, la ouananiche de grande taille (entre ≥ 500 mm) de la rivière Péribonka est classée dans une consommation de quatre repas par mois. Il est donc suggéré de ne pas appliquer de modification à la consommation et de laisser à quatre le nombre maximal de repas par mois pouvant être consommés.

3.5.2.7 Bilan des recommandations

La production d'un guide de consommation spécifique pour la région du réservoir de la Péribonka n'apparaît pas nécessaire, tel que prévu à l'étude d'impact. En effet, les recommandations de consommation correspondant aux teneurs mesurées en 2018 sont équivalentes à celles émises dans le *Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce* du MELCC.

Toutefois, pour le secteur du lac Manouane, soit le milieu témoin, il semble y avoir une problématique particulière. En effet, les poissons piscivores présentent une hausse constante des teneurs en mercure dans la chair depuis quelques années, ce qui amènerait à revoir le guide de consommation pour le touladi et le grand brochet. Toutefois, ce lac témoin n'est pas relié à la hausse du niveau d'eau provenant de la mise en eau du réservoir Péribonka d'une quelconque façon et cette hausse des teneurs en mercure dans ce plan d'eau ne fait pas partie du programme de suivi demandé à Hydro-Québec.

Ces différentes recommandations de consommation sont suggérées aux adultes en général. Il faut rappeler qu'une précaution particulière est toutefois adressée aux femmes enceintes, celles qui prévoient le devenir et celles qui allaitent. Il en va de même pour les enfants. On recommande généralement à ces groupes plus sensibles de se limiter aux espèces à faible teneur en mercure colorées en vert dans les guides.

4 Conclusion

4.1 Évolution des teneurs en mercure dans la chair des poissons

4.1.1 Évolution spatiale

Grand brochet

La comparaison entre les plans d'eau en 2018 indique que les teneurs estimées en mercure pour le grand brochet du réservoir de la Péribonka et du milieu témoin sont à la fois supérieures à la plage de variation en milieu naturel et aux valeurs obtenues lors de l'état de référence, alors que pour l'aval immédiat et le secteur de la chute du Diable, les valeurs sont semblables à l'état de référence et se trouvent dans la plage de variation en milieu naturel. Notons toutefois que l'intervalle de confiance des teneurs en mercure dans le réservoir de la Péribonka chevauche la borne supérieure de la plage de variation naturelle.

Grand corégone

En 2018, toutes les valeurs estimées en mercure pour le grand corégone se situent dans la plage de variation en milieu naturel. Tous les différents secteurs de la rivière Péribonka sont semblables entre eux et présentent des teneurs semblables à l'état de référence, de même qu'au milieu témoin (lac Manouane).

Doré jaune

En 2018, les résultats montrent que les teneurs en mercure chez le doré jaune sont significativement plus élevées dans le réservoir que dans les secteurs aval du réservoir et par rapport à l'état de référence. Les teneurs dans le réservoir sont également plus élevées que la borne supérieure de la plage de variation en milieu naturel, alors que les deux secteurs aval (immédiat et chute du Diable) présentent un intervalle de confiance qui chevauche la borne supérieure de la plage de variation en milieu naturel.

Lotte

Les teneurs en mercure sont semblables entre le lac Manouane (milieu témoin) et le réservoir de la Péribonka. Les valeurs moyennes sont également à l'intérieur de la plage de variation en milieu naturel.

Touladi

Le touladi ayant été capturé uniquement dans le lac Manouane (milieu témoin), aucune comparaison spatiale n'a pu être faite avec les autres secteurs.

Omble de fontaine

L'omble de fontaine a été capturé uniquement dans le réservoir de la Péribonka. L'année 2018 est la première année depuis l'état de référence qui permet d'effectuer une régression polynomiale. Il appert que les teneurs moyennes en mercure étaient significativement plus élevées en 2018 que lors de l'état de référence, mais demeurent encore faibles avec une valeur de 0,25 mg/kg de chair.

4.1.2 Évolution temporelle

Grand brochet

Uniquement pour le lac Manouane (milieu témoin), les résultats de l'année 2018 indiquent une tendance à la hausse (non significative) des teneurs en mercure dans la chair du grand brochet par rapport à l'année 2015, mais significative par rapport à l'ensemble des autres années du suivi. Cette hausse des teneurs moyennes semble s'expliquer à la fois par un changement dans la gestion des niveaux d'eau (augmentation du relargage du mercure dans la zone littorale) et un changement du régime alimentaire chez les grands prédateurs comme le grand brochet.

Dans le réservoir de la Péribonka, une tendance à la baisse (mais non significative) est observée, alors qu'à l'aval immédiat du réservoir, aucune différence n'a été mesurée dans les teneurs moyennes en mercure depuis l'année 2013. Pour le secteur de la chute du Diable, les valeurs ont augmenté significativement par rapport à l'année 2015, mais sont demeurées semblables à celles de l'état de référence.

Grand corégone

Aucune tendance particulière n'est survenue en 2018 dans les teneurs en mercure chez le grand corégone par rapport aux années précédentes. En effet, les teneurs estimées sont semblables à l'état de référence dans tous les secteurs étudiés.

Doré jaune

Les résultats de l'année 2018 indiquent une hausse significative des teneurs en mercure dans le réservoir de la Péribonka par rapport à l'état de référence et une stabilité par rapport à 2015. Dans les secteurs aval du réservoir, les teneurs sont également similaires depuis l'année 2011 et demeurent toujours significativement supérieures à l'état de référence. Les teneurs observées dans le réservoir de la Péribonka et les deux secteurs aval (aval immédiat et chute du Diable) en 2018 sont supérieures à la borne supérieure de la plage de variation en milieu naturel.

Touladi

Alors que les teneurs en mercure étaient stables entre 2011 et 2013 chez le touladi dans le lac Manouane (milieu témoin), l'année 2018 présente une hausse significative des teneurs en mercure par rapport à ces deux années, mais également par rapport à l'année 2015. Depuis 2011, les teneurs ont cependant toujours excédé la borne supérieure de la plage de variation en milieu naturel. Tel que noté chez le grand brochet, les conditions de niveau d'eau et le régime alimentaire du touladi dans le lac Manouane semblent contribuer à l'augmentation des teneurs en mercure depuis 2013 chez les poissons de façon constante.

Lotte

Les teneurs en mercure dans la chair de la lotte ont augmenté de manière significative par rapport aux dernières années dans le lac Manouane, suivant ainsi la même tendance que celles observées chez le grand brochet et le touladi de ce plan d'eau. En raison d'une alimentation similaire au touladi, les teneurs en mercure dans la chair de la lotte suivent la même évolution que pour cette autre espèce. La teneur moyenne pour une longueur standardisée se situe toutefois en 2018 dans plage de variation en milieu naturel pour le lac Manouane (milieu témoin).

Dans le cas du réservoir de la Péribonka, les teneurs moyennes en mercure n'ont pas changé depuis les dernières années et se situent sous la plage de variation en milieu naturel. Dans les autres plans d'eau à l'étude, le nombre de captures a été insuffisant pour utiliser la régression polynomiale.

4.2 Alimentation des poissons

Bien que l'analyse des contenus stomacaux n'offre que des informations ponctuelles et ne reflète pas nécessairement un portrait complet de l'alimentation des différentes espèces, certaines tendances sont observables.

Chez les espèces essentiellement piscivores comme le doré jaune, le grand brochet et la lotte (de taille intermédiaire et de grande taille), les poissons constituent le type de proie le plus important en termes de fréquence d'occurrence et de biomasse relative. Bien que les insectes aquatiques ou d'autres types de proies figurent également au régime alimentaire de quelques individus de certaines classes de taille, la contribution relative à la biomasse stomacale de ce type de proie demeure négligeable comparativement aux poissons-proies. Le touladi, présent uniquement au lac Manouane, affiche également un régime piscivore, ce qui est conforme aux informations tirées de la littérature. Les poissons-proies ayant pu être identifiés dans les estomacs sont le grand corégone, la lotte, le meunier noir, les cyprins, le chabot, le grand brochet et le meunier rouge.

Pour le grand corégone de l'aval immédiat, il semble y avoir un effet de ce secteur sur son régime alimentaire, car les contenus stomacaux examinés chez les poissons de 350 mm et plus indiquent un régime principalement piscivore, ce qui n'avait pas été observé en 2015. Ce phénomène a également été observé dans le lac Manouane (milieu témoin). Il est à noter que le taux de mortalité des poissons passant dans les turbines d'un aménagement hydroélectrique est peut-être élevé. Par conséquent, il arrive que les espèces se trouvant en aval adoptent un régime alimentaire piscivore en raison de la disponibilité de la ressource. Dans les autres secteurs, l'alimentation n'est pas piscivore chez le grand corégone.

Comme le doré jaune, le touladi et le grand brochet se nourrissent essentiellement de poissons, les teneurs en mercure rencontrées sont plus élevées par rapport aux espèces ayant un régime alimentaire plus varié (insectes aquatiques, mollusques, petits poissons, etc.) comme le grand corégone, et ce, indépendamment de leur lieu de capture. Dans une moindre mesure, le même constat s'applique à la lotte. Par le biais de la bioamplification, les teneurs en mercure augmentent à chaque niveau trophique de la chaîne alimentaire aquatique.

4.3 Recommandations de consommation

La production d'un guide de consommation spécifique pour la région du réservoir de la Péribonka n'apparaît pas nécessaire et ce, tel que prévu à l'étude d'impact. En effet, les recommandations de consommation

correspondant aux teneurs mesurées en 2018 sont équivalentes à celles émises dans le *Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce* du MELCC.

Toutefois, les recommandations seraient à revoir pour le lac Manouane en raison de l'augmentation constante des teneurs moyennes en mercure observée chez les poissons piscivores et omnivores dont le grand brochet, le touladi et la lotte. L'augmentation constante de ces teneurs semble être reliée à un relargage du mercure dans les zones riveraines inondées et au changement de régime alimentaire des espèces piscivores (super-prédateur) probablement causé par la gestion des niveaux d'eau au lac Manouane, soit le milieu témoin. La hausse régulière du niveau d'eau du lac Manouane au cours des dernières années, observée en particulier depuis 2012, pourrait aussi contribuer à faire augmenter la teneur en mercure des plus petits poissons fourrage disponibles dans la zone littorale.

4.4 Atteinte des objectifs, engagements et recommandations

Selon le programme de suivi environnemental de l'aménagement hydroélectrique de la rivière Péribonka (Hydro-Québec, 2004), qui regroupe tous les engagements issus de l'étude d'impact et des autorisations gouvernementales, les objectifs de ce suivi du mercure étaient les suivants :

- Suivre l'évolution des teneurs en mercure dans la chair des poissons.
- Si les résultats du suivi des teneurs en mercure démontraient la nécessité de limiter la consommation de poissons, mettre en place un programme de communication ciblé en collaboration avec la Direction de la santé publique et la Régie régionale de la santé et des services sociaux du Saguenay-Lac-Saint-Jean.

Les quatre suivis post-aménagement d'évolution des teneurs en mercure dans la chair des poissons ont été réalisés conformément au calendrier prévu au programme, suivant une modification effectuée le 23 juin 2009, soit : 2011, 2013, 2015 et 2018.

Les résultats obtenus lors des suivis confirment les prévisions des études d'avant-projet selon lesquelles les augmentations des teneurs en mercure dans la chair des poissons seraient de faibles amplitudes et n'auraient pas pour effet de modifier les recommandations de consommation de poissons actuellement en vigueur du *Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce* (MELCC, 2019). Ces prévisions ont été faites à l'aide du modèle semi-empirique de Messier *et al.*, (1985).

Puisque les objectifs liés au mercure dans le cadre de ce projet ont tous été atteints, il est recommandé de mettre un terme au suivi des teneurs en mercure des poissons des milieux modifiés par les aménagements de la Péribonka pour les raisons suivantes :

- Les engagements et les conditions des certificats d'autorisation de construction liés au mercure ont été satisfaits;
- Les années de suivis prévues au programme de surveillance environnementale ont été réalisées et complétées;
- Les résultats des quatre suivis post-aménagement (2011, 2013, 2015 et 2018) confirment les prévisions des études d'avant-projet selon lesquelles les augmentations des teneurs en mercure dans la chair des poissons seraient de faibles amplitudes et n'auraient pas pour effet de modifier les recommandations de consommation de poissons actuellement en vigueur produit par le MELCC (2019).

5 Bibliographie

- AECOM. 2019. *Aménagement hydroélectrique de la Péribonka. Suivi environnemental 2018 en phase exploitation. Dynamique des populations de poissons*. Préparé pour Hydro-Québec. Version préfinale. 91 p. et annexes.
- AECOM. 2011. *Dérivation Manouane. Suivi environnemental 2010 en phase d'exploitation. Teneurs en mercure des poissons*. Rapport présenté à Hydro-Québec. 51 p. et annexes.
- ALLIANCE ENVIRONNEMENT INC. 2004. *Dérivation partielle de la rivière Manouane. Suivi environnemental 2002-2003. État de référence – Teneurs en mercure des poissons*. Rapport présenté à Hydro-Québec. 40 p. et annexes.
- BERNATCHEZ, L. et M. GIROUX. 2012. *Les Poissons d'eau douce du Québec et leur répartition dans l'est du Canada*. Éditions Broquet. 348 p.
- BILODEAU, F., J. THERRIEN et R. SCHETAGNE. 2017. "Intensity and duration of effects of impoundment on mercury levels in fishes of hydroelectric reservoirs in northern Québec (Canada)". *Inland Waters*, vol. 7 (4) : 493-503.
- BILODEAU, F., SCHETAGNE, R., J. THERRIEN et R. VERDON. 2015. "Absence of noticeable mercury effects on fish populations in boreal reservoirs despite threefold to sevenfold increases in mercury concentration." *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 73: 1-22, dx.doi.org/10.1139/cjfas-2015-0035.
- BRAUNE, B., D. MUIR, B. DEMARCH, M. GAMBERG, K. POOLE, R. CURRIE, M. DODD, W. DUSCHENKO, J. EAMER, B. ELKIN, M. EVANS, S. GRUNDY, C. HEBERT, R. JOHNSTONE, K. KIDD, B. KÖENIG, L. LOCKHART, H. MARSHALLI, K. REIMER, J. SANDERSON et L. SHUTT. 1999. "Spatial and Temporal Trends of Contaminants in Canadian Arctic Freshwater and Terrestrial Ecosystems: a Review". In *The Science of the Total Environment*, 230: 145-207.
- BROUARD, D., C. DEMERS, R. LALUMIÈRE, R. SCHETAGNE, et R. VERDON. 1990. *Rapport synthèse. Évolution des teneurs en mercure des poissons du complexe hydroélectrique La Grande, Québec (1978-1989)*. Rapport préparé conjointement par la vice-présidence Environnement d'Hydro-Québec et le Groupe Environnement Schooner. 100 p.
- BUCKMANN, A. 1929. Traduit de *Die methodik Fishereibiologischer untersuchungen an Meeressischen*. Abderhalden, Handbuch der Biologischen Arbeitsmethoden, Berlin, Urban and Schwarsenberg, 9. 194 p.
- CLOUTIER, L. 1988. *Problématique de la conservation et de la mise en valeur d'espèces de poissons d'eau douce au Québec. Le grand corégone (Coregonus clupeaformis)*. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. 28 p.
- COSSETTE, C., S. SACOTTE et F. BILODEAU. 2016. *Aménagement hydroélectrique de la Péribonka. Suivi environnemental 2015 en phase exploitation. Teneurs en mercure dans la chair des poissons*. Préparé pour Hydro-Québec Production. 81 p. et annexes.

- DEMARTY, M., M. SIMONEAU, N. OUELLET et R. SCHETAGNE. 2012. *Aménagement hydroélectrique de la Péribonka – Suivi environnemental 2011 en phase exploitation – Teneur en mercure dans les poissons*. Rapport conjoint préparé par Environnement Illimité inc. et Hydro-Québec Production, Direction Saguenay-Lac-Saint-Jean. 46 p. et 7 annexes.
- DOYON, J.-F. et R. SCHETAGNE. 1999. *Réseau de suivi environnemental du complexe La Grande, Phase 1 (1997-1998). Évolution des teneurs en mercure et études complémentaires*. Rapport conjoint Groupe-conseil Génivar inc. et Hydro-Québec, Unité Hydraulique et Environnement de la direction Expertise et support technique de production. 89 p. et annexes.
- DOYON, J.-F. et A. TREMBLAY. 1997. *Réseau de suivi environnemental du complexe La Grande, Phase I (1996). Évolution des teneurs en mercure des poissons et études complémentaires (secteur ouest du territoire)*. Rapport conjoint Groupe-conseil Génivar inc. et Hydro-Québec, direction Expertise et support technique de production. 62 p. et annexes.
- DOYON, J.-F. 1995. *Réseau de suivi environnemental du complexe La Grande (1993). Évolution des teneurs en mercure des poissons et études complémentaires (secteur est)*. Rapport préparé par Groupe Environnement Shooner inc. pour Hydro-Québec. 62 p. et annexe.
- FORTIN, R. et M. GENDRON. 1990. « Reproduction, croissance et morphologie comparées des grands corégones (*Coregonus clupeaformis*) nains et normaux du réservoir Outardes-2 (Québec) ». In *Canadian Journal of Zoology*, 68: 17-25.
- GARCIA, E. et R. CARIGNAN. 2000. "Mercury concentrations in northern pike (*Esox lucius*) from boreal lakes with logged, burned, or undisturbed catchments". In *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 57(Suppl. 2): 129-135.
- GENDRON, M. ET F. BURTON. 2003. *Aménagement hydroélectrique de la Péribonka. Étude du milieu aquatique. Rapport sectoriel 2001-2002*. 176 pages et annexes.
- GENIVAR. 2010. *Aménagement hydroélectrique de la Toulouste. Suivi environnemental 2009. Évolution des communautés de poissons et du mercure*. Rapport présenté à Hydro-Québec par GENIVAR Société en commandite. 171 p. et annexes.
- HYDRO-QUÉBEC. 2016. *Le mercure dans les réservoirs hydroélectriques*. (En ligne) : <http://www.hydroquebec.com/developpement-durable/centre-documentation/mercure-reservoirs.html>
- HYDRO-QUÉBEC. 2004. *Aménagement hydroélectrique de la Péribonka. Programme de suivi environnemental*. 33 p.
- HYDRO-QUÉBEC. 2003. *Aménagement hydroélectrique de la Péribonka. Étude d'impact sur l'environnement*. Volume I. 362 p.
- KELLY, E. N., D. W. SCHINDLER, V. L. ST. LOUIS, D. B. DONALD et K. E. VLADICKA. 2006. "Forest fire increases mercury accumulation by fishes via food web restructuring and increased mercury inputs". In *Proceedings of the National Academy of Sciences* (103): 19380–19385.
- LABORATOIRES BUREAU VERITAS. 2019. *Rapport du contrôle de la qualité 2018. Analyses de la teneur en mercure dans la chair du poisson*. 24 p. et annexes.

MASSICOTTE, B. et C. VÉZINA. 1998. *Aménagement hydroélectrique Sainte-Marguerite-3. Suivi environnemental 1998. Qualité de l'eau du réservoir SM-2*. Rapport présenté à Hydro-Québec par le Consortium Roche/Dessau. 49 p. et annexes.

MESSIER, D., R. ROY et R. LEMIRE. 1985. *Réseau de surveillance écologique du complexe La Grande, 1978-1984. Évolution du mercure dans la chair des poissons*. Direction Ingénierie et Environnement, Société d'Énergie de la Baie-James. 170 p. et annexes.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MELCC). 2019. *Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce. Lac d'Ailleboust*. <http://www.mdelcc.gouv.qc.ca/eau/guide/fiche.asp?site=06220069> .

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (MDDEP). 2004. *Décret 256-2004*, www.mddep.gouv.qc.ca/evaluations/decret/peribonka.htm

MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MFFP). 2018. *Insectes, maladies et feux dans les forêts du Québec*. Direction de la protection des forêts. 53 pages.

MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MFFP). 2016. *Plan de gestion du doré jaune*. (En ligne) : <http://www.mffp.gouv.qc.ca/faune/peche/plan-gestion-dore.jsp>

MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MFFP). 2015. *Insectes, maladies et feux dans les forêts québécoises*. 48 p.

MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MFFP). 2014. *Insectes, maladies et feux dans les forêts québécoises*. 60 p.

SCOTT, W. B. et E. J. CROSSMAN. 1974. *Poissons d'eau douce du Canada*. Office de recherches sur les pêcheries du Canada. Ottawa. Bulletin 184. 1026 p.

SCHETAGNE, R. et J. THERRIEN. 2013. *Suivi environnemental du complexe La Grande. Évolution des teneurs en mercure dans les poissons. Rapport synthèse 1978-2012*. GENIVAR inc. et Hydro-Québec Production. 171 p. et annexes.

SCHETAGNE, R., DOYON, J.-F. et J.-J. FOURNIER. 2000. "Export of mercury downstream from reservoirs." *The science of total environment*. 260 : 135-145.

SCHETAGNE, R., J.-F. DOYON et R. VERDON. 1996. *Rapport synthèse : évolution des teneurs en mercure dans les poissons du complexe La Grande (1978-1994)*. Rapport conjoint direction principale Communication et Environnement Hydro-Québec et Groupe-conseil Génivar inc. 143 p. et annexes.

SIMONEAU, M., N. OUELLET, F. BURTON, G. TREMBLAY et F. BILODEAU. 2014. *Aménagement hydroélectrique de la Péribonka – Suivi environnemental 2013 en phase exploitation – Teneur en mercure de la chair des poissons*. Rapport conjoint préparé par Environnement Illimité inc. et Hydro-Québec Production, Direction Saguenay-Lac-Saint-Jean. 57 p. et 9 annexes.

SOKAL, R. R. et F. J. ROLPH. 1995. *Biometry*. 3rd ed. W. H. Freeman & Co., New York. 887 p.

THERRIEN, J. et R. SCHETAGNE. 2009. *Réseau de suivi environnemental du complexe La Grande (2008) – Évolution du mercure dans la chair des poissons dans le secteur ouest*. Rapport conjoint d'Hydro-Québec et de GENIVAR Société en commandite. 50 p. et annexes.

TIBBITS, W.T. 2007. *The behavior of lake trout, Salvelinus namaycush (Walbaum, 1792) in Otsego Lake: A documentation of the strains, movements, and natural reproduction of lake trout under present conditions.* Master thesis, State University College at Oneonta, New York, 65 p.

TREMBLAY, G., P. LEGENDRE, J.-F. DOYON, R. VERDON et R. SCHETAGNE. 1998. "The Use of Polynomial Regression Analysis with Indicator Variables for Interpretation of Mercury in Fish Data". In *Biogeochemistry*, 40: 189-201.

TREMBLAY, G, J.-F. DOYON et R. SCHETAGNE. 1996. *Réseau de suivi environnemental du complexe La Grande. Démarche méthodologique relative au suivi des teneurs en mercure des poissons.* Rapport conjoint direction principale Communication et Environnement d'Hydro-Québec et Groupe-conseil Génivar inc. 33 p. et annexes.

VEHANEN, T., P. HYVÄRINEN, K. JOHANSSON et T. LAAKOSONEN. 2006. *Patterns of movement of adult northern pike (Esox Lucius L.) in a regulated river.* Ecology of Freshwater Fish. Vol. 15: 154-160.

VIADERO, R.C. 2005. *Factors affecting fish growth and production.* Dans Water Encyclopedia (eds J. H. Lehr et J. Keeley). doi:[10.1002/047147844X.sw241](https://doi.org/10.1002/047147844X.sw241)

ZAR, J. H. 1996. *Biostatistical Analysis.* 3rd ed. Prentice Hall, New Jersey. 662 p.

Annexe A Nombre de spécimens analysés pour le mercure

Tableau A1 : Répartition des spécimens récoltés en fonction des espèces, des stations de pêche et des classes de taille

Espèce	Secteur	Classe de taille (mm)	Nombre prévu	Nombre obtenu	Nombre total analysé
Grand brochet	Aval immédiat	< 400	0	4	34
		400-499	5	10	
		500-599	5	4	
		600-699	5	8	
		700-799	5	4	
		800-900	5	2	
		> 900	5	2	
	Chute du Diable	< 400	0	3	34
		400-499	5	13	
		500-599	5	10	
		600-699	5	2	
		700-799	5	1	
		800-900	5	2	
		> 900	5	3	
	Lac Manouane (milieu témoin)	< 400	0	2	33
		400-499	5	8	
		500-599	5	13	
		600-699	5	8	
		700-799	5	1	
		800-900	5	1	
		> 900	5	0	
	Réservoir de la Péribonka	< 400	0	3	34
		400-499	5	8	
		500-599	5	5	
600-699		5	9		
700-799		5	7		
800-900		5	2		
> 900		5	0		
Grand corégone	Aval immédiat	300-349	6	3	32
		350-399	6	4	
		400-449	6	10	
		450-500	6	12	
		> 500	6	3	
	Chute du Diable	300-349	6	8	32
		350-399	6	7	
		400-449	6	15	
		450-500	6	2	
		> 500	6	0	

Tableau A1 : Répartition des spécimens récoltés en fonction des espèces, des stations de pêche et des classes de taille (suite)

Espèce	Secteur	Classe de taille (mm)	Nombre prévu	Nombre obtenu	Nombre total analysé
Grand corégone	Lac Manouane (milieu témoin)	300-349	6	7	32
		350-399	6	3	
		400-449	6	8	
		450-500	6	11	
		> 500	6	3	
	Réservoir de la Péribonka	300-349	6	4	32
		350-399	6	6	
		400-449	6	12	
		450-500	6	5	
		> 500	6	5	
Doré jaune	Aval immédiat	100-199	6	0	33
		200-299	6	1	
		300-399	6	3	
		400-499	6	9	
		500-599	6	18	
		>600	0	2	
	Chute du Diable	100-199	6	5	33
		200-299	6	9	
		300-399	6	8	
		400-499	6	5	
		500-599	6	4	
		>600	0	2	
	Réservoir de la Péribonka	100-199	6	3	33
		200-299	6	10	
		300-399	6	15	
		400-499	6	3	
		500-599	6	0	
		>600	0	2	
Lotte	Aval immédiat	100-199	5	0	2
		200-299	5	1	
		300-399	5	1	
		400-499	5	0	
		500-599	5	0	
		>600	5	0	

Tableau A1 : Répartition des spécimens récoltés en fonction des espèces, des stations de pêche et des classes de taille (suite)

Espèce	Secteur	Classe de taille (mm)	Nombre prévu	Nombre obtenu	Nombre total analysé
Lotte	Chute du Diable	100-199	5	0	0
		200-299	5	0	
		300-399	5	0	
		400-499	5	0	
		500-599	5	0	
		>600	5	0	
	Lac Manouane (milieu témoin)	100-199	5	0	26
		200-299	5	2	
		300-399	5	2	
		400-499	5	7	
		500-599	5	9	
		>600	5	6	
	Réservoir de la Péribonka	100-199	5	3	32
		200-299	5	10	
		300-399	5	16	
400-499		5	2		
500-599		5	1		
>600		5	0		
Touladi	Lac Manouane (milieu témoin)	400-499	6	0	32
		500-599	6	6	
		600-699	6	25	
		700-800	6	1	
		> 800	6	0	
Ombles de fontaine	Réservoir de la Péribonka (tributaire)	150-199	5	16	20 (3 spécimens rejetés sur ce nombre)
		200-249	5	4	
		250-299	5	0	
		300-349	5	0	
		350-400	5	0	
		> 400	5	0	
Ouananiche	Aval immédiat	100-199	6	0	0
		200-299	6	0	
		300-399	6	0	
		400-499	6	0	
		500-599	6	0	

Annexe B Structures osseuses

Tableau B1 : Structures osseuses prélevées sur les espèces cibles pour la détermination de l'âge

Famille	Espèce		Structure osseuse			
	Nom commun	Nom scientifique	Écaille	Otolithe	Opercule	Cleithrum
Lottidés ^A	Lotte	<i>Lota lota</i>		x		
Ésocidés	Grand brochet	<i>Esox lucius</i>	x			x
Salmonidés	Grand corégone	<i>Coregonus clupeaformis</i>	x	x		
	Ombre de fontaine	<i>Salvelinus fontinalis</i>		x		
	Touladi ^B	<i>Salvelinus namaycush</i>		x		
Percidés	Doré jaune	<i>Sander vitreus</i>		x	x	

^A : Faisant initialement partie de la famille des gadidés, la lotte a récemment été placée dans une autre famille, soit celle des lottidés (Bernatchez et Giroux, 2012).

^B : Ces espèces n'ont pas été prélevées dans le réservoir de la Péribonka en 2018.

Annexe C Classification de Buckmann (1929)

Tableau C1 : Stades de maturité des gonades des poissons

Stade		Sexe	
N°	Niveau de développement	Mâle	Femelle
1	Immature	<ul style="list-style-type: none"> Gonade très petite, disposée tout contre la colonne vertébrale. Elle est incolore ou grisâtre et plus ou moins transparente. 	<ul style="list-style-type: none"> Gonade très petite, disposée tout contre la colonne vertébrale. Elle est incolore ou grisâtre et plus ou moins transparente. Peut être rosée avec vaisseaux sanguins. Œufs invisibles à l'œil nu.
2	Début ou reprise de l'évolution sexuelle	<ul style="list-style-type: none"> Testicules gris-rose, translucides. Leur longueur atteint ou dépasse légèrement la moitié de la longueur de la cavité abdominale. Apparition de replis. 	<ul style="list-style-type: none"> Ovaires gris-rose, translucides. Leur longueur atteint ou dépasse légèrement la moitié de la longueur de la cavité abdominale. Œufs visibles à la loupe.
3	Développement en cours	<ul style="list-style-type: none"> Testicules opaques, rougeâtres et vascularisés. Ils occupent environ la moitié de la cavité abdominale. Les replis de la gonade sont gros et très apparents. 	<ul style="list-style-type: none"> Ovaires opaques, rougeâtres et vascularisés. Ils occupent environ la moitié de la cavité abdominale. Œufs visibles à l'œil nu (petits points blanchâtres).
4	Développement achève	<ul style="list-style-type: none"> Testicules blanc-rougeâtre, gros et gonflés. La laitance ne s'écoule pas sous pression. La gonade occupe environ les 2/3 de la cavité abdominale. 	<ul style="list-style-type: none"> Ovaires orangés ou rougeâtres. Œufs opaques et nettement visibles (gros, mais encore attachés ensemble). La gonade occupe environ les 2/3 de la cavité abdominale.
5	Préponde à gravide	<ul style="list-style-type: none"> Les testicules remplissent la cavité abdominale et ils sont blanc laiteux. Le sperme, liquide et crémeux, peut s'écouler si l'on exerce une pression. 	<ul style="list-style-type: none"> Œufs parfaitement arrondis, gros et libres dans la gonade. Certains commencent à devenir translucides et sont prêts pour la fraie.
6	Ponte	<ul style="list-style-type: none"> Le sperme s'écoule de lui-même en sortant le poisson de l'eau ou à la suite d'une légère pression. 	<ul style="list-style-type: none"> Les œufs s'écoulent d'eux-mêmes sous une simple pression. La plupart des œufs sont translucides, quelques-uns restent opaques.
7	Postponte	<ul style="list-style-type: none"> Les testicules ne sont pas encore entièrement vides : un peu de sperme liquide reste dans la gonade. 	<ul style="list-style-type: none"> Quelques œufs libres sont encore dans la gonade et ils sont translucides. Il n'y a plus d'œufs opaques.
8	Récupération	<ul style="list-style-type: none"> Testicules vides et rougeâtres. Ils sont flasques. 	<ul style="list-style-type: none"> Gonade flasque de rosée à brune et vide. Quelques œufs résiduels en train de se résorber.
9	-	<ul style="list-style-type: none"> L'individu n'a pas frayé. 	<ul style="list-style-type: none"> L'individu n'a pas frayé.

Note : Le sexe et la maturité sexuelle des spécimens ont été déterminés selon la classification adaptée de Buckmann (1929). Cette classification, utilisée dans le réseau de surveillance d'Hydro-Québec, s'apparente à la classification de Nikolsky (1963), mais comporte neuf classes au lieu de six. Les classes I à IV présentent la même description de l'état de maturité. La classe V de Nikolsky correspond aux classes V et VI de Buckmann, tandis que la classe VI correspond à la classe VII. Les classes VIII et IX de Buckmann précisent respectivement l'état de la post-ponte et l'état des spécimens n'ayant pas frayé (Environnement Illimité, 2014).

Annexe D Triplicatas de laboratoire

Tableau D1 : Coefficient de variation des duplicatas fait par les Laboratoires Bureau Veritas

Secteur	Numéro de l'individu	Espèce	Longueur totale (mm)	Mercure mesuré (mg/kg)	Coefficient de variation (%)	Note
Aval immédiat	440	ESLU	455	0,27	2,11	
		Duplicata du laboratoire	455	0,27		
		Duplicata du laboratoire	455	0,28		
	391	ESLU	685	0,85	7,80	
		Duplicata du laboratoire	685	0,74		
		Duplicata du laboratoire	685	0,75		
	486	COCL	442	0,13	4,56	
		Duplicata du laboratoire	442	0,13		
		Duplicata du laboratoire	442	0,12		
	416	COCL	450	0,16	5,88	
		Duplicata du laboratoire	450	0,18		
		Duplicata du laboratoire	450	0,17		
	485	COCL	475	0,21	6,84	
		Duplicata du laboratoire	475	0,24		
		Duplicata du laboratoire	475	0,22		
392	SAVI	571	0,81	6,85		
	Duplicata du laboratoire	571	0,91			
	Duplicata du laboratoire	571	0,81			
Manouane	752	ESLU	610	1,10	5,59	
		Duplicata du laboratoire	610	1,00		
		Duplicata du laboratoire	610	1,00		
	726	COCL	433	0,24	5,09	
		Duplicata du laboratoire	433	0,22		
		Duplicata du laboratoire	433	0,22		
	904	SANA	595	2,00	5,41	
		Duplicata du laboratoire	595	2,20		
		Duplicata du laboratoire	595	2,20		
	872	SANA	631	3,80	5,58	
		Duplicata du laboratoire	631	3,90		
		Duplicata du laboratoire	631	3,50		
	842	SANA	668	2,60	3,70	
		Duplicata du laboratoire	668	2,80		
		Duplicata du laboratoire	668	2,70		
905	SANA	686	2,60	6,93		
	Duplicata du laboratoire	686	2,30			
	Duplicata du laboratoire	686	2,60			
778	LOLO	615	0,58	16,48	Faire une reprise de l'échantillon #778	
	Duplicata du laboratoire	615	0,72			
	Duplicata du laboratoire	615	0,81			

Tableau D1 (suite) : Coefficient de variation des duplicatas fait par les Laboratoires Bureau Veritas

Secteur	Numéro de l'individu	Espèce	Longueur totale (mm)	Mercuré mesuré (mg/kg)	Coefficient de variation (%)	Note
Manouane	802	LOLO	682	1,20	4,95	
		Duplicata du laboratoire	682	1,20		
		Duplicata du laboratoire	682	1,10		
Réservoir	133	SAVI	199	0,24	0	
		Duplicata du laboratoire	199	0,24		
		Duplicata du laboratoire	199	0,24		
	131	SAVI	257	0,39	8,53	
		Duplicata du laboratoire	257	0,40		
		Duplicata du laboratoire	257	0,34		
	244	SAVI	276	0,36	1,59	
		Duplicata du laboratoire	276	0,36		
		Duplicata du laboratoire	276	0,37		
	96	SAVI	401	0,80	5,66	
		Duplicata du laboratoire	401	0,75		
		Duplicata du laboratoire	401	0,84		
	309	SAVI	456	1,00	1,77	
		Duplicata du laboratoire	456	0,97		
		Duplicata du laboratoire	456	0,97		
	192	LOLO	302	0,39	19,01	Faire une reprise de l'échantillon #192
		Duplicata du laboratoire	302	0,28		
		Duplicata du laboratoire	302	0,29		
	1	LOLO	312	0,077	3,80	
		Duplicata du laboratoire	312	0,083		
		Duplicata du laboratoire	312	0,081		
535PÉ	SAFO	222	0,19	3,09		
	Duplicata du laboratoire	222	0,19			
	Duplicata du laboratoire	222	0,18			
Secteur aval (chute du Diable)	672	ESLU	482	0,33	10,07	
		Duplicata du laboratoire	482	0,31		
		Duplicata du laboratoire	482	0,27		
	640	COCL	362	0,08	18,50	Faire une reprise de l'échantillon #640
		Duplicata du laboratoire	362	0,11		
		Duplicata du laboratoire	362	0,082		
	652	COCL	403	0,21	4,76	
		Duplicata du laboratoire	403	0,20		
		Duplicata du laboratoire	403	0,22		
	615	COCL	433	0,12	4,56	
		Duplicata du laboratoire	433	0,13		
		Duplicata du laboratoire	433	0,13		

Tableau D1 (suite) : Coefficient de variation des duplicatas fait par les Laboratoires Bureau Veritas

Secteur	Numéro de l'individu	Espèce	Longueur totale (mm)	Mercuré mesuré (mg/kg)	Coefficient de variation (%)	Note
Secteur aval (chute du Diable)	705	SAVI	142	0,086	5,12	
		Duplicata du laboratoire	142	0,08		
		Duplicata du laboratoire	142	0,078		
	564	SAVI	300	0,36	5,09	
		Duplicata du laboratoire	300	0,33		
		Duplicata du laboratoire	300	0,33		
	563	SAVI	426	0,79	0,72	
		Duplicata du laboratoire	426	0,80		
		Duplicata du laboratoire	426	0,80		

Annexe E Triplicatas fantômes et résultats des reprises

Tableau E1 : Coefficient de variation des échantillons fantômes

Secteur	Numéro de l'individu	Remarque	Espèce	Longueur totale (mm)	Mercure mesuré (mg/Kg)	Coefficient de variation (%)	Note
Aval immédiat	446	Réplica	ESLU	475	0,35	1,63	
	447	Fantôme de 446	ESLU	475	0,35		
	448	Fantôme de 446	ESLU	475	0,36		
	379	Réplica	ESLU	717	1,10	5,59	
	380	Fantôme de 379	ESLU	717	1,00		
	381	Fantôme de 379	ESLU	717	1,00		
	443	Réplica	ESLU	937	1,20	11,83	Faire une reprise de l'échantillon #443
	444	Fantôme 443	ESLU	937	0,97		
	445	Fantôme 443	ESLU	937	1,00		
	461	Réplica	COCL	323	0,15	4,03	
	462	Fantôme de 461	COCL	323	0,14		
	463	Fantôme de 461	COCL	323	0,14		
	411	Réplica	COCL	364	0,13	4,33	
	412	Fantôme de 411	COCL	364	0,13		
	413	Fantôme de 411	COCL	364	0,14		
	466	Réplica	COCL	506	0,37	10,93	
	467	Fantôme de 466	COCL	506	0,30		
	468	Fantôme de 466	COCL	506	0,32		
	450	Réplica	SAVI	543	1,60	6,67	
	451	Fantôme de 450	SAVI	543	1,40		
452	Fantôme de 450	SAVI	543	1,50			
453	Réplica	SAVI	560	1,20	4,56		
454	Fantôme de 453	SAVI	560	1,30			
456	Fantôme de 453	SAVI	560	1,30			

Tableau E1 (suite) : Coefficient de variation des échantillons fantômes

Secteur	Numéro de l'individu	Remarque	Espèce	Longueur totale (mm)	Mercuré mesuré (mg/Kg)	Coefficient de variation (%)	Note
Aval immédiat	395	Réplica	SAVI	575	1,30	13,09	Faire une reprise de l'échantillon #396
	396	Fantôme de 395	SAVI	575	1,00		
	397	Fantôme de 395	SAVI	575	1,20		
Manouane	729	Réplica	ESLU	545	0,65	2,99	
	730	Fantôme de 729	ESLU	545	0,69		
	731	Fantôme de 729	ESLU	545	0,67		
	752	Réplica	ESLU	610	1,10	5,09	
	753	Fantôme de 752	ESLU	610	1,10		
	754	Fantôme de 752	ESLU	610	1,20		
	893	Réplica	ESLU	834	1,90	8,18	
	894	Fantôme de 893	ESLU	834	1,70		
	895	Fantôme de 893	ESLU	834	2,00		
	719	Réplica	COCL	451	0,27	2,19	
	720	Fantôme de 719	COCL	451	0,26		
	721	Fantôme de 719	COCL	451	0,26		
	898	Réplica	COCL	474	0,20	8,25	
	899	Fantôme de 898	COCL	474	0,20		
	900	Fantôme de 898	COCL	474	0,23		
	715	Réplica	COCL	482	0,19	7,90	
	716	Fantôme de 715	COCL	482	0,18		
	717	Fantôme de 715	COCL	482	0,21		
	821	Réplica	SANA	538	1,30	4,68	
	822	Fantôme de 821	SANA	538	1,20		
	823	Fantôme de 821	SANA	538	1,20		
	723	Réplica	SANA	612	2,50	0,00	
	724	Fantôme de 723	SANA	612	2,50		
	725	Fantôme de 723	SANA	612	2,50		
	871	Réplica	SANA	631	4,00	6,68	
	872	Fantôme de 871	SANA	631	3,80		
	873	Fantôme de 871	SANA	631	3,50		
	921	Réplica	LOLO	592	1,60	16,06	Faire une reprise de l'échantillon #923
	922	Fantôme de 921	LOLO	592	1,80		
	923	Fantôme de 921	LOLO	592	1,30		
780	Réplica	LOLO	618	1,40	4,22		
781	Fantôme de 780	LOLO	618	1,40			
782	Fantôme de 780	LOLO	618	1,30			
Réservoir	178	Réplica	ESLU	594	0,72	3,51	
	179	Fantôme de 178	ESLU	594	0,69		
	180	Fantôme de 178	ESLU	594	0,74		

Tableau E1 (suite) : Coefficient de variation des échantillons fantômes

Secteur	Numéro de l'individu	Remarque	Espèce	Longueur totale (mm)	Mercure mesuré (mg/Kg)	Coefficient de variation (%)	Note
Réservoir	138	Réplica	ESLU	623	1,20	15,23	Faire une reprise de l'échantillon #139
	139	Fantôme de 138	ESLU	623	1,60		
	140	Fantôme de 138	ESLU	623	1,30		
	109	Réplica	ESLU	700	1,70	9,96	
	110	Fantôme de 109	ESLU	700	1,50		
	111	Fantôme de 109	ESLU	700	1,40		
	199	Réplica	COCL	384	0,14	12,74	Faire une reprise de l'échantillon 199
	200	Fantôme de 199	COCL	384	0,17		
	201	Fantôme de 199	COCL	384	0,18		
	115	Réplica	COCL	463	0,33	8,82	
	116	Fantôme de 115	COCL	463	0,29		
	117	Fantôme de 115	COCL	463	0,28		
	147	Réplica	COCL	542	0,44	8,79	
	145	Fantôme de 147	COCL	542	0,37		
	146	Fantôme de 147	COCL	542	0,42		
	229	Réplica	SAVI	359	1,10	4,95	
	230	Fantôme de 229	SAVI	359	1,20		
	231	Fantôme de 229	SAVI	359	1,20		
	95	Réplica	SAVI	401	0,87	4,58	
	96	Fantôme de 95	SAVI	401	0,80		
	97	Fantôme de 95	SAVI	401	0,81		
	310	Réplica	SAVI	651	1,80	3,33	
	311	Fantôme de 310	SAVI	651	1,70		
312	Fantôme de 310	SAVI	651	1,70			
219	Réplica	LOLO	388	0,17	7,07		
220	Fantôme de 219	LOLO	388	0,17			
221	Fantôme de 219	LOLO	388	0,15			
Secteur aval (chute du Diable)	602	Réplica	ESLU	541	0,66	7,70	
	603	Fantôme de 602	ESLU	541	0,70		
	604	Fantôme de 602	ESLU	541	0,60		
	588	Réplica	ESLU	856	0,77	3,31	
	589	Fantôme de 588	ESLU	856	0,82		
	590	Fantôme de 588	ESLU	856	0,81		
	668	Réplica	ESLU	1104	2,70	3,57	
	669	Fantôme de 668	ESLU	1104	2,90		
	670	Fantôme de 668	ESLU	1104	2,80		
	605	Réplica	COCL	335	0,11	0,00	
	606	Fantôme de 609	COCL	335	0,11		
607	Fantôme de 609	COCL	335	0,11			

Tableau E1 (suite) : Coefficient de variation des échantillons fantômes

Secteur	Numéro de l'individu	Remarque	Espèce	Longueur totale (mm)	Mercure mesuré (mg/Kg)	Coefficient de variation (%)	Note
Secteur aval (chute du Diable)	633	Réplica	COCL	418	0,28	4,03	
	634	Fantôme de 633	COCL	418	0,28		
	635	Fantôme de 633	COCL	418	0,30		
	691	Réplica	COCL	443	0,19	19,42	Faire une reprise de l'échantillon #691
	692	Fantôme de 691	COCL	443	0,26		
	693	Fantôme de 691	COCL	443	0,28		
	572	Réplica	SAVI	452	1,00	3,16	
	573	Fantôme de 572	SAVI	452	0,94		
	574	Fantôme de 572	SAVI	452	0,96		
	566	Réplica	SAVI	547	1,60	3,77	
	567	Fantôme de 566	SAVI	547	1,50		
	568	Fantôme de 566	SAVI	547	1,50		
	543	Réplica	SAVI	587	1,20	4,68	
	544	Fantôme de 543	SAVI	587	1,20		
	545	Fantôme de 543	SAVI	587	1,30		

Tableau E2 : Coefficient de variation des triplicatas pour les reprises de lectures (duplicatas de laboratoire, échantillons fantômes et valeurs aberrantes)

Secteur	Numéro de l'individu	Espèce	Teneur en mercure (mg/kg)	Coefficient de variation des reprises (%)	Coefficient de variation de toutes les valeurs (%)	Commentaires
Réservoir Péribonka	19 (originale)	LOLO	1,0	3,21	13,17	Prendre uniquement les reprises
	Reprise 19		0,76			
	Dupl. Reprise		0,81			
	Dupl. Reprise		0,78			
	120 (originale)	COCL	0,64	1,92	11,01	Prendre uniquement les reprises
	Reprise 120		0,53			
	Dupl. Reprise		0,52			
	Dupl. Reprise		0,51			
	125 (originale)	COCL	0,47	12,01	13,19	Prendre toutes les valeurs
	Reprise 125		0,34			
	Dupl. Reprise		0,43			
	Dupl. Reprise		0,41			
	139 (originale)	ESLU	1,6	5,97	22,82	Prendre uniquement les reprises
	Reprise 139		1,1			
	Dupl. Reprise		0,99			
	Dupl. Reprise		1,1			
192 (originale)	LOLO	0,39	7,53	13,96	Prendre uniquement les reprises et les duplicatas des laboratoires des premières analyses	
Reprise 192		0,32				
Dupl. Reprise		0,28				
Dupl. Reprise		0,32				
199 (originale)	COCL	0,14	0,00	3,77	Prendre toutes les valeurs	
Reprise 199		0,13				
Dupl. Reprise		0,13				
Dupl. Reprise		0,13				

Tableau E2 (suite) : Coefficient de variation des triplicatas pour les reprises de lectures (duplicatas de laboratoire, échantillons fantômes et valeurs aberrantes)

Secteur	Numéro de l'individu	Espèce	Teneur en mercure (mg/kg)	Coefficient de variation des reprises (%)	Coefficient de variation de toutes les valeurs (%)	Commentaires
Aval immédiat	443 (originale)	ESLU	1,2	5,92	13,70	Prendre uniquement les reprises
	Reprise 443		0,89			
	Dupl. Reprise		1,0			
	Dupl. Reprise		0,93			
	474 (originale)	SAVI	2,2	7,53	20,38	Prendre uniquement les reprises
	Reprise 474		1,6			
	Dupl. Reprise		1,6			
	396 (originale)	SAVI	1,0	4,88	5,02	Prendre toutes les valeurs
	Reprise 396		0,99			
Dupl. Reprise	0,93					
Dupl. Reprise	0,90					
Chute du Diable	640 (originale)	COCL	0,08	2,63	4,98	Prendre toutes les valeurs sans les duplicatas du laboratoire des premières analyses
	Reprise 640		0,089			
	Dupl. Reprise		0,089			
	Dupl. Reprise		0,085			
	691 (originale)	COCL	0,19	5,56	5,25	Prendre toutes les valeurs, mais sans les échantillons fantômes
	Reprise 691		0,18			
Dupl. Reprise	0,17					
Dupl. Reprise	0,19					
Lac Manouane	778 (originale)	LOLO	0,58	9,21	8,55	Prendre toutes les valeurs, mais laisser de côté les duplicatas initiaux du laboratoire
	Reprise 778		0,66			
	Dupl. Reprise		0,56			
	Dupl. Reprise		0,66			
	850 (originale)	LOLO	0,55	3,04	3,07	Prendre toutes les valeurs
	Reprise 850		0,56			
	Dupl. Reprise		0,59			
	Dupl. Reprise		0,56			
	890 (originale)	ESLU	1,2	5,09	5,02	Prendre toutes les valeurs
	Reprise 890		1,2			
	Dupl. Reprise		1,1			
	Dupl. Reprise		1,1			
923 (originale)	LOLO	1,3	11,27	11,55	Laisser faire les reprises et conserver la moyenne de #921-922-923	
Reprise 923		1,2				
Dupl. Reprise		0,98				
Dupl. Reprise		1,2				

Tableau E2 (suite) : Coefficient de variation des triplicatas pour les reprises de lectures (duplicatas de laboratoire, échantillons fantômes et valeurs aberrantes)

Secteur	Numéro de l'individu	Espèce	Teneur en mercure (mg/kg)	Coefficient de variation des reprises (%)	Coefficient de variation de toutes les valeurs (%)	Commentaires
Aval immédiat	497 (originale)	COCL	0,082	7,86	11,95	Prendre uniquement les reprises
	Reprise 497		0,11			
	Dupl. Reprise		0,098			
	Dupl. Reprise		0,095			

Annexe F Prévisions des teneurs en mercure lors de l'étude d'avant-projet (Gendron et Burton, 2003)

TABLEAU 38 — Résultats des simulations des teneurs en mercure des poissons du réservoir projeté

Âge du réservoir projeté (en années)	Teneurs en mercure totales des grands corégones (mg/kg)	Teneurs en mercure totales des ombles de fontaine (mg/kg)	Teneurs en mercure totales des dorés jaunes (mg/kg)	Teneurs en mercure totales des grands brochets (mg/kg)
0	0,16	0,15	0,35	0,69
1	0,22	0,21	0,38	0,75
2	0,25	0,23	0,42	0,83
3	0,25	0,24	0,45	0,90
4	0,25	0,23	0,48	0,94
5	0,24	0,23	0,49	0,96
6	0,23	0,21	0,49	0,97
7	0,22	0,20	0,49	0,96
8	0,21	0,19	0,48	0,95
9	0,20	0,19	0,47	0,92
10	0,19	0,18	0,46	0,90
11	0,18	0,17	0,44	0,87
12	0,18	0,17	0,43	0,85
13	0,17	0,16	0,42	0,83
14	0,17	0,16	0,41	0,80
15	0,17	0,16	0,40	0,79
16	0,17	0,16	0,39	0,77
17	0,17	0,16	0,38	0,76
18	0,16	0,15	0,38	0,74
19	0,16	0,15	0,37	0,73
20	0,16	0,15	0,37	0,73
21	0,16	0,15	0,36	0,72
22	0,16	0,15	0,36	0,71
23	0,16	0,15	0,36	0,71
24	0,16	0,15	0,36	0,71
25	0,16	0,15	0,36	0,70
26	0,16	0,15	0,35	0,70
27	0,16	0,15	0,35	0,70
28	0,16	0,15	0,35	0,70
29	0,16	0,15	0,35	0,69
30	0,16	0,15	0,35	0,69

Trame grise : valeurs dépassant l'intervalle de confiance des moyennes en conditions naturelles.

Ces valeurs maximales seraient atteintes 3 à 6 ans après la mise en eau. Les augmentations seraient significatives, c'est-à-dire qu'elles dépasseraient l'intervalle de confiance (95 % de probabilité) des mesures moyennes obtenues en conditions naturelles, pendant 10 à 17 ans selon les espèces. Toutefois, les modifications attendues ne dépasseraient pas les variations obtenues d'un lac à l'autre en conditions naturelles dans plusieurs régions du Québec. À titre d'exemple, les teneurs moyennes en mercure des dorés jaunes du secteur ouest du complexe La Grande varient de 0,30 à 1,02 mg/kg d'un lac naturel à un autre.

Teneurs futures en mercure des poissons en aval du réservoir

Selon les valeurs futures prévues pour les poissons des tronçons de la rivière Péribonka situés en aval du réservoir, les teneurs en mercure des espèces de poissons retenues n'augmenteront que légèrement après l'aménagement (tableaux 39 et 40). En effet, les teneurs maximales prévues après la mise en eau, soit 0,24 mg/kg pour le grand corégone, 0,23 pour l'omble de fontaine, 0,47 mg/kg pour le doré jaune et 0,93 mg/kg pour le grand brochet, ne correspondent qu'à des facteurs d'augmentation de 1,5 pour les espèces non piscivores et 1,3 pour les espèces piscivores.

Ces valeurs maximales seraient atteintes 3 à 6 ans après la mise en eau. Les augmentations seraient significatives pendant 10 à 16 ans selon les espèces. Toutefois, les modifications attendues ne dépassent pas les variations obtenues d'un lac à l'autre en conditions naturelles dans plusieurs régions du Québec.

Répercussions sur les recommandations de consommation des poissons

Le Gouvernement du Québec publie régulièrement le *Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce* (MEF et MSSS, 1995). Ce guide est basé sur les doses journalières admissibles fixées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Il recommande un nombre maximal de repas par mois qui tient compte de l'espèce de poisson, de sa taille et de son niveau moyen de concentration en mercure dans un plan d'eau donné. Le calcul considère les données suivantes :

- une dose journalière admissible de 0,47 µg de mercure par kg de poids corporel ;
- un poids corporel de 60 kg ;
- une portion de 230 g (8 onces) de poisson frais par repas.

Les résultats de ce nombre de repas par mois, appliqués aux teneurs actuelles et futures prévues pour des poissons de longueurs standardisées sont présentés au tableau 41. Il est à noter que les longueurs standardisées correspondent généralement aux longueurs moyennes capturées par les pêcheurs sportifs.

Selon les prévisions des teneurs en mercure des poissons des secteurs à l'étude, l'aménagement du réservoir projeté n'aurait pas d'effets significatifs sur les recommandations de consommation de poissons actuellement préconisées selon le *Guide de consommation du poisson de pêche*

TABLEAU 39 — Teneurs futures en mercure des poissons dans le bief aval de la centrale, soit le tronçon compris entre les points kilométriques 87 et 151,7

Âge du réservoir projeté (années)	Teneurs en mercure total des grands corégones (mg/kg)	Teneurs en mercure total des ombles de fontaine (mg/kg)	Teneurs en mercure total des dorés jaunes (mg/kg)	Teneurs en mercure total des grands brochets (mg/kg)
0	0,16	0,15	0,35	0,69
1	0,21	0,20	0,38	0,74
2	0,24	0,22	0,41	0,81
3	0,24	0,23	0,44	0,87
4	0,24	0,22	0,46	0,90
5	0,23	0,22	0,47	0,92
6	0,22	0,20	0,47	0,93
7	0,21	0,19	0,47	0,92
8	0,20	0,18	0,46	0,91
9	0,19	0,18	0,45	0,89
10	0,19	0,18	0,44	0,87
11	0,18	0,17	0,43	0,84
12	0,18	0,17	0,42	0,83
13	0,17	0,16	0,41	0,81
14	0,17	0,16	0,40	0,78
15	0,17	0,16	0,39	0,78
16	0,17	0,16	0,38	0,76
17	0,17	0,16	0,38	0,75
18	0,16	0,15	0,38	0,73
19	0,16	0,15	0,37	0,72
20	0,16	0,15	0,37	0,72
21	0,16	0,15	0,36	0,72
22	0,16	0,15	0,36	0,71
23	0,16	0,15	0,36	0,71
24	0,16	0,15	0,36	0,71
25	0,16	0,15	0,36	0,70
26	0,16	0,15	0,35	0,70
27	0,16	0,15	0,35	0,70
28	0,16	0,15	0,35	0,70
29	0,16	0,15	0,35	0,69
30	0,16	0,15	0,35	0,69

Trame grise : valeurs dépassant l'intervalle de confiance des moyennes en conditions naturelles.

TABLEAU 40 — Teneurs futures en mercure des poissons dans le bief aval de la centrale, soit le tronçon compris entre les points kilométriques 45 et 87

Âge du réservoir projeté (années)	Teneurs en mercure totales des grands corégones (mg/kg)	Teneurs en mercure totales des ombles de fontaine (mg/kg)	Teneurs en mercure totales des dorés jaunes (mg/kg)	Teneurs en mercure totales des grands brochets (mg/kg)
0	0,16	0,15	0,35	0,69
1	0,21	0,20	0,37	0,74
2	0,23	0,21	0,41	0,80
3	0,23	0,22	0,43	0,86
4	0,23	0,21	0,45	0,89
5	0,22	0,21	0,46	0,91
6	0,22	0,20	0,46	0,91
7	0,21	0,19	0,46	0,91
8	0,20	0,18	0,45	0,90
9	0,19	0,18	0,45	0,87
10	0,18	0,17	0,44	0,86
11	0,18	0,17	0,42	0,83
12	0,18	0,17	0,41	0,82
13	0,17	0,16	0,41	0,80
14	0,17	0,16	0,40	0,78
15	0,17	0,16	0,39	0,77
16	0,17	0,16	0,38	0,75
17	0,17	0,16	0,37	0,75
18	0,16	0,15	0,37	0,73
19	0,16	0,15	0,37	0,72
20	0,16	0,15	0,37	0,72
21	0,16	0,15	0,36	0,71
22	0,16	0,15	0,36	0,71
23	0,16	0,15	0,36	0,71
24	0,16	0,15	0,36	0,71
25	0,16	0,15	0,36	0,70
26	0,16	0,15	0,35	0,70
27	0,16	0,15	0,35	0,70
28	0,16	0,15	0,35	0,70
29	0,16	0,15	0,35	0,69
30	0,16	0,15	0,35	0,69

Trame grise : valeurs dépassant l'intervalle de confiance des moyennes en conditions naturelles.

TABLEAU 41 — Suggestion de consommation des poissons du réservoir projeté et des tronçons rivière Péribonka en aval selon le *Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce*

Secteur et espèces	Concentration actuelle en mercure (mg/kg)	Nombre actuel de repas par mois	Concentration future maximale en mercure (mg/kg)	Nombre de repas par mois après l'aménagement
Réservoir projeté				
Grand corégone (400 mm)	0,16	8	0,25	8
Ombles de fontaine (300 mm)	0,15	8	0,24	8
Doré jaune (400 mm)	0,35	8	0,49	8
Grand brochet (700 mm)	0,69	4	0,97	4
Tronçon de la rivière Péribonka compris entre les points kilométriques 87 et 151,7				
Grand corégone (400 mm)	0,16	8	0,24	8
Ombles de fontaine (300 mm)	0,15	8	0,23	8
Doré jaune (400 mm)	0,35	8	0,47	8
Grand brochet (700 mm)	0,69	4	0,93	4
Tronçon de la rivière Péribonka compris entre les points kilométriques 45 et 87				
Grand corégone (400 mm)	0,16	8	0,23	8
Ombles de fontaine (300 mm)	0,15	8	0,22	8
Doré jaune (400 mm)	0,35	8	0,46	8
Grand brochet (700 mm)	0,69	4	0,93	4

sportive en eau douce. Par contre, les valeurs maximales prévues pour les dorés jaunes et les grands brochets du réservoir projeté, soit respectivement 0,49 et 0,97 mg/kg, sont très près des limites supérieures de concentration des classes de repas par mois. En effet, la limite supérieure de concentration est de 0,49 mg/kg pour la classe de huit repas par mois, alors que pour celle de quatre repas par mois, la limite est de 0,99 mg/kg. Étant donné le degré de précision du modèle de prévision utilisé, il est possible, pour le réservoir projeté, que le nombre de repas par mois de dorés jaunes devra être diminué de 8 à 4, pendant quelques années après la mise en eau. De la même manière, il est possible que pour le réservoir projeté, le nombre de repas par mois de grands brochets devra être diminué de 4 à 2, pendant quelques années.

Annexe G Illustration des résidus de *Student* en fonction de la longueur totale centrée

➤ **Grand brochet – Lac Manouane (milieu témoin)**

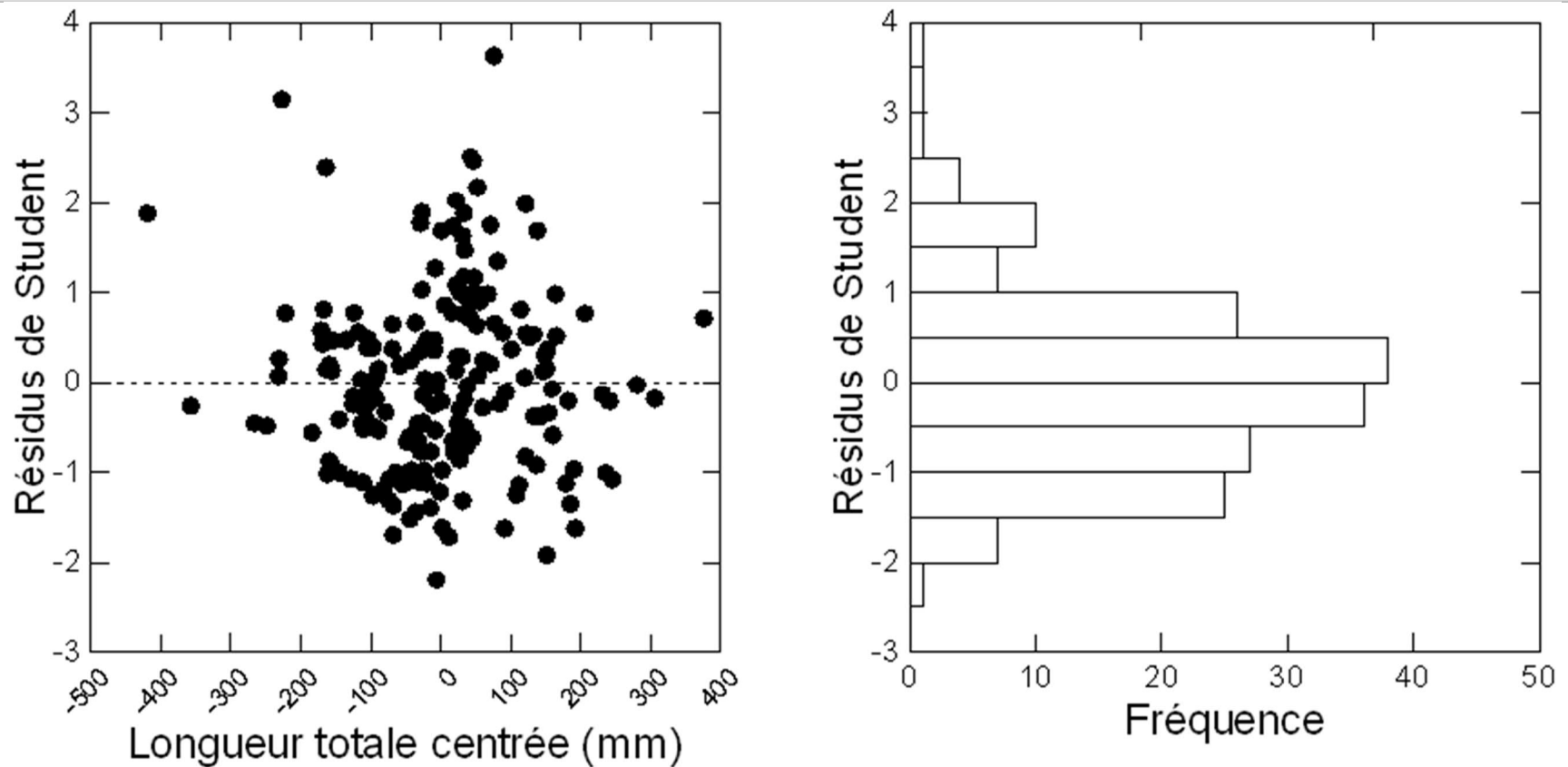


Figure G.1 - Distribution des différences (résidus de Student) entre les valeurs de mercure prédites par le modèle et celles observées chez le grand brochet pour la comparaison entre les années dans le milieu témoin.

➤ **Grand brochet – Réservoir de la Péribonka**

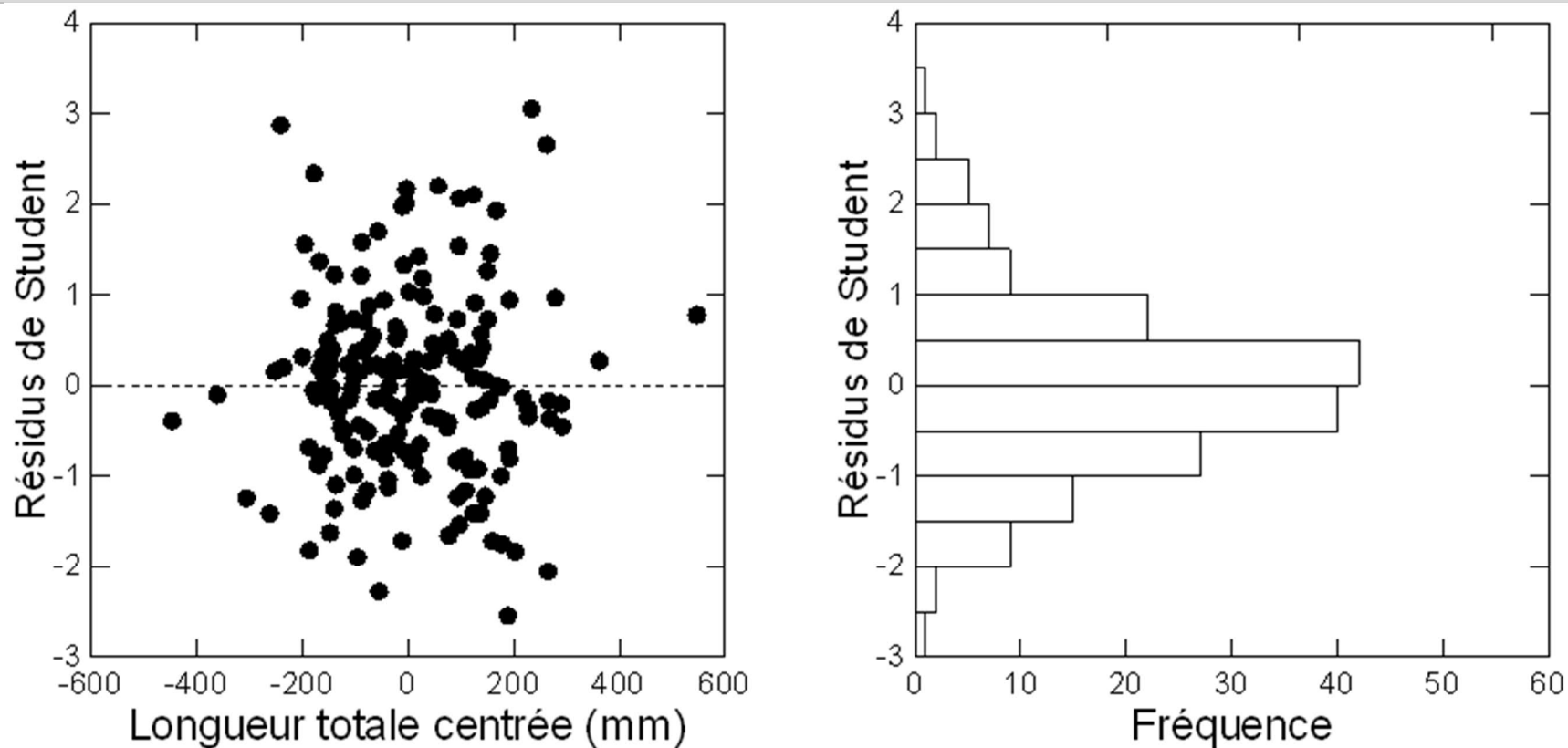


Figure G.2 - Distribution des différences (résidus de Student) entre les valeurs de mercure prédites par le modèle et celles observées chez le grand brochet pour la comparaison entre les années dans le réservoir de la Péribonka

➤ **Grand brochet – Aval immédiat**

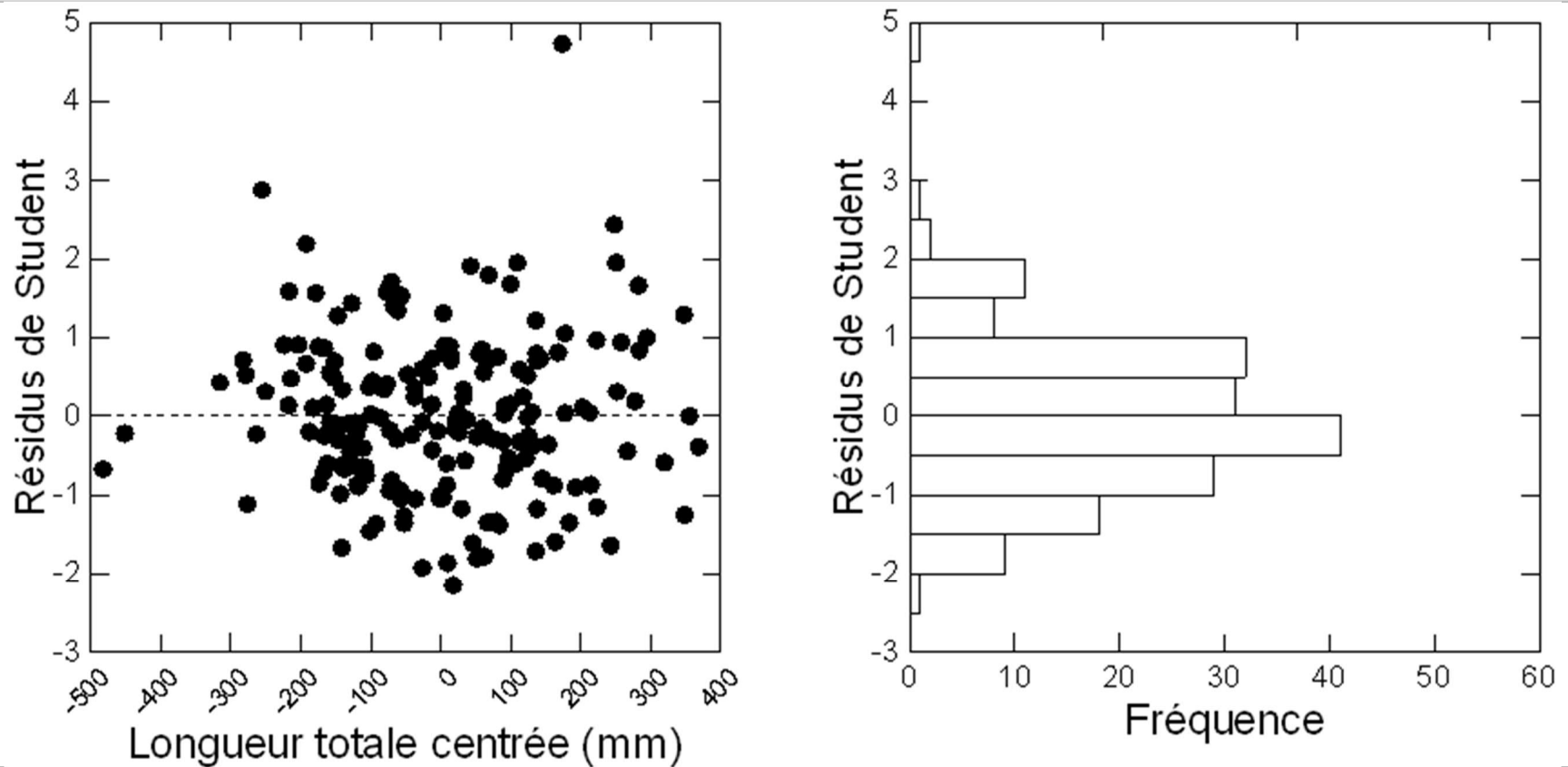


Figure G.3 - Distribution des différences (résidus de Student) entre les valeurs de mercure prédites par le modèle et celles observées chez le grand brochet pour la comparaison entre les années dans le secteur aval immédiat

➤ **Grand brochet – secteur aval (chute du Diable)**

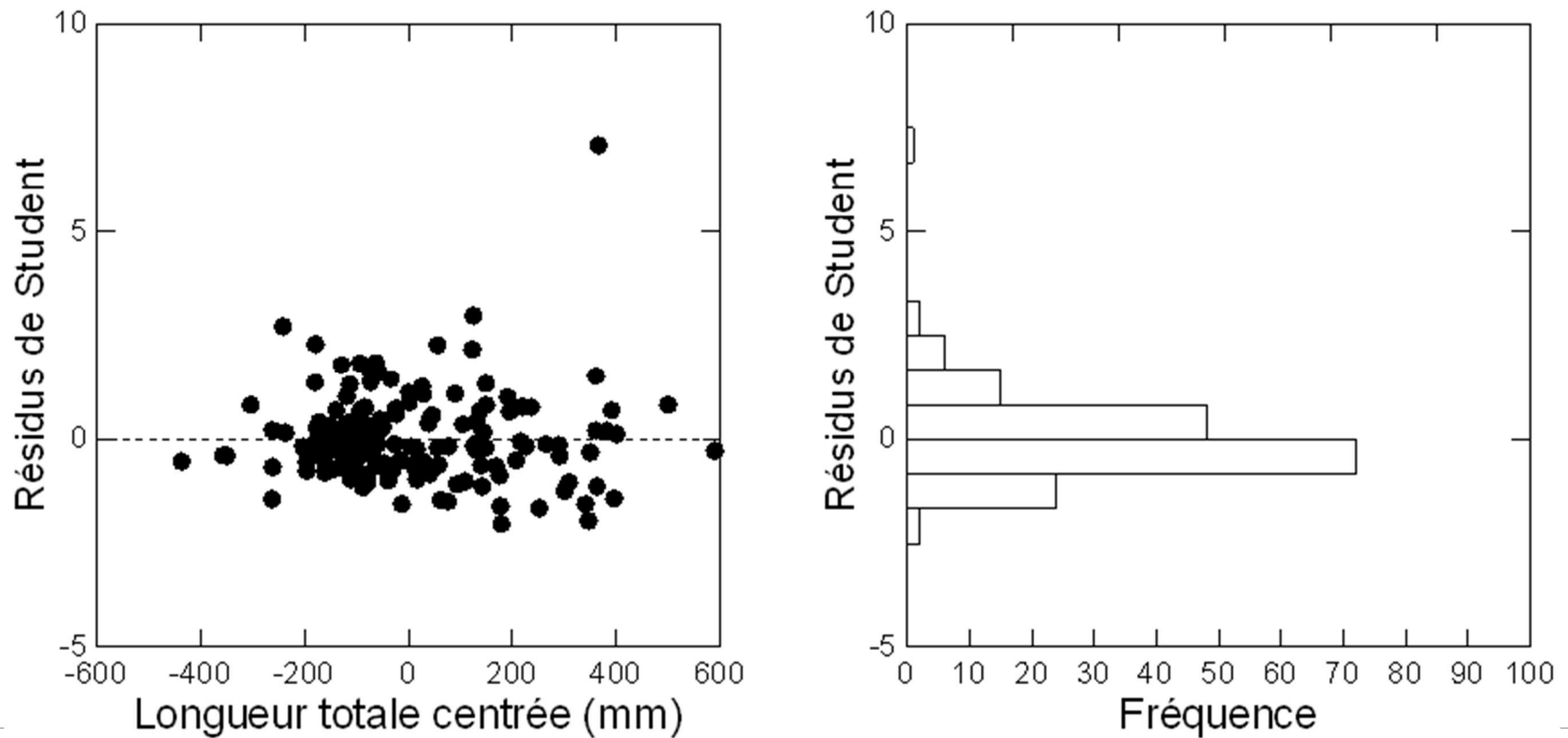


Figure G.4 - Distribution des différences (résidus de Student) entre les valeurs de mercure prédites par le modèle et celles observées chez le grand brochet pour la comparaison entre les années dans le secteur de la chute du Diable.

➤ Grand corégone – Lac Manouane (milieu témoin)

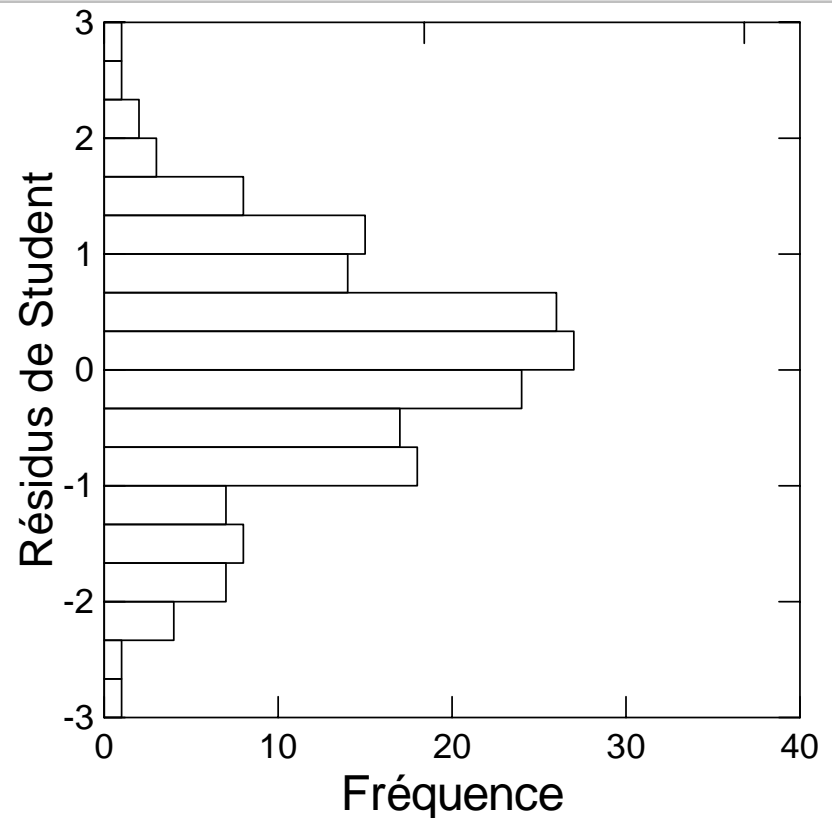
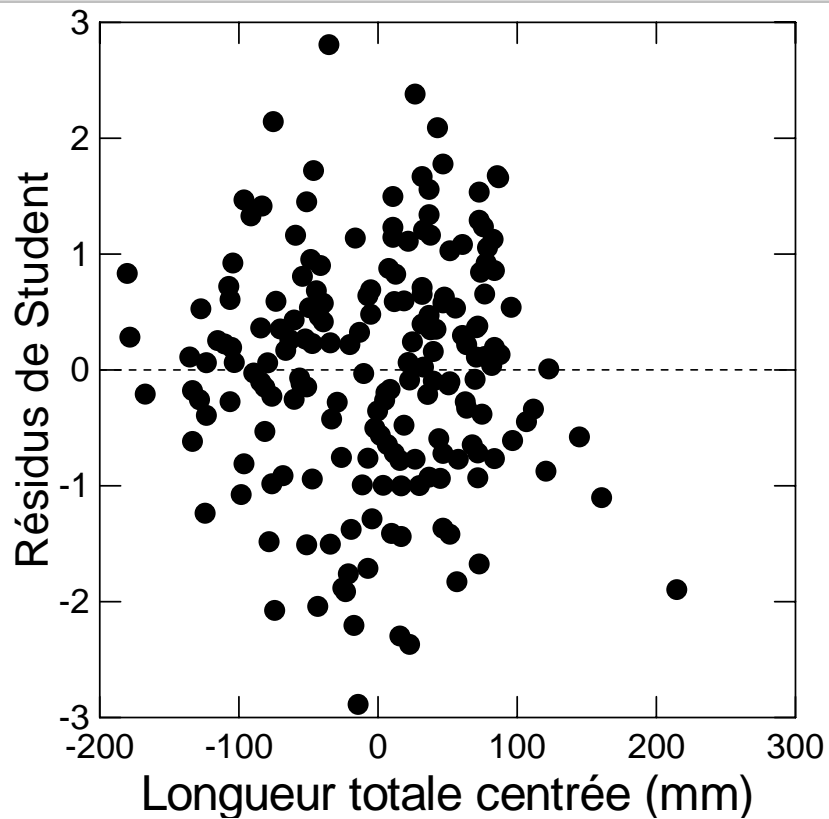


Figure G.5 - Distribution des différences (résidus de Student) entre les valeurs de mercure prédites par le modèle et celles observées chez le grand corégone pour la comparaison entre les années dans le milieu témoin.

➤ Grand corégone – Réservoir de la Péribonka

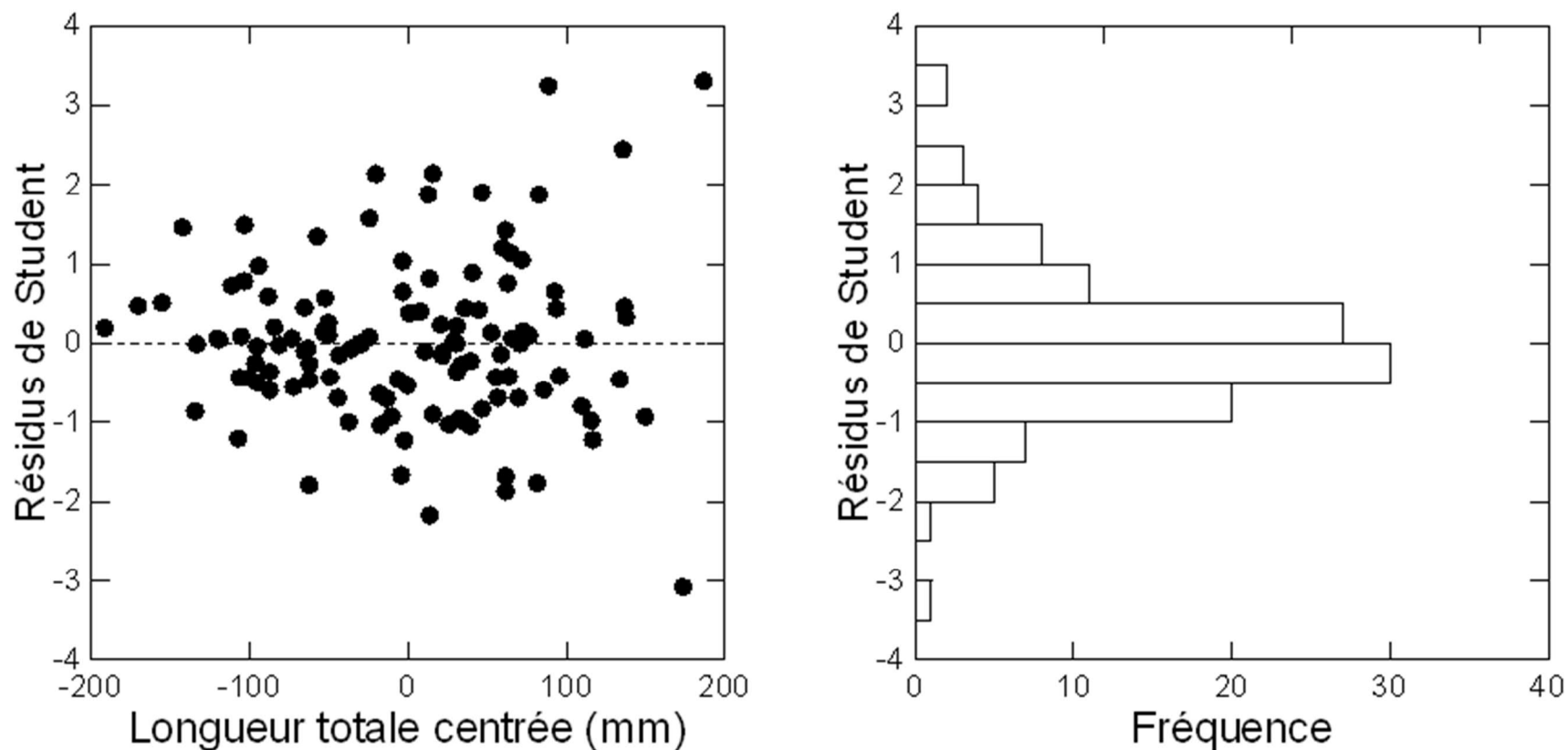


Figure G.6 - Distribution des différences (résidus de Student) entre les valeurs de mercure prédites par le modèle et celles observées chez le grand corégone pour la comparaison entre les années dans le réservoir de la Péribonka.

➤ **Grand corégone – Aval immédiat**

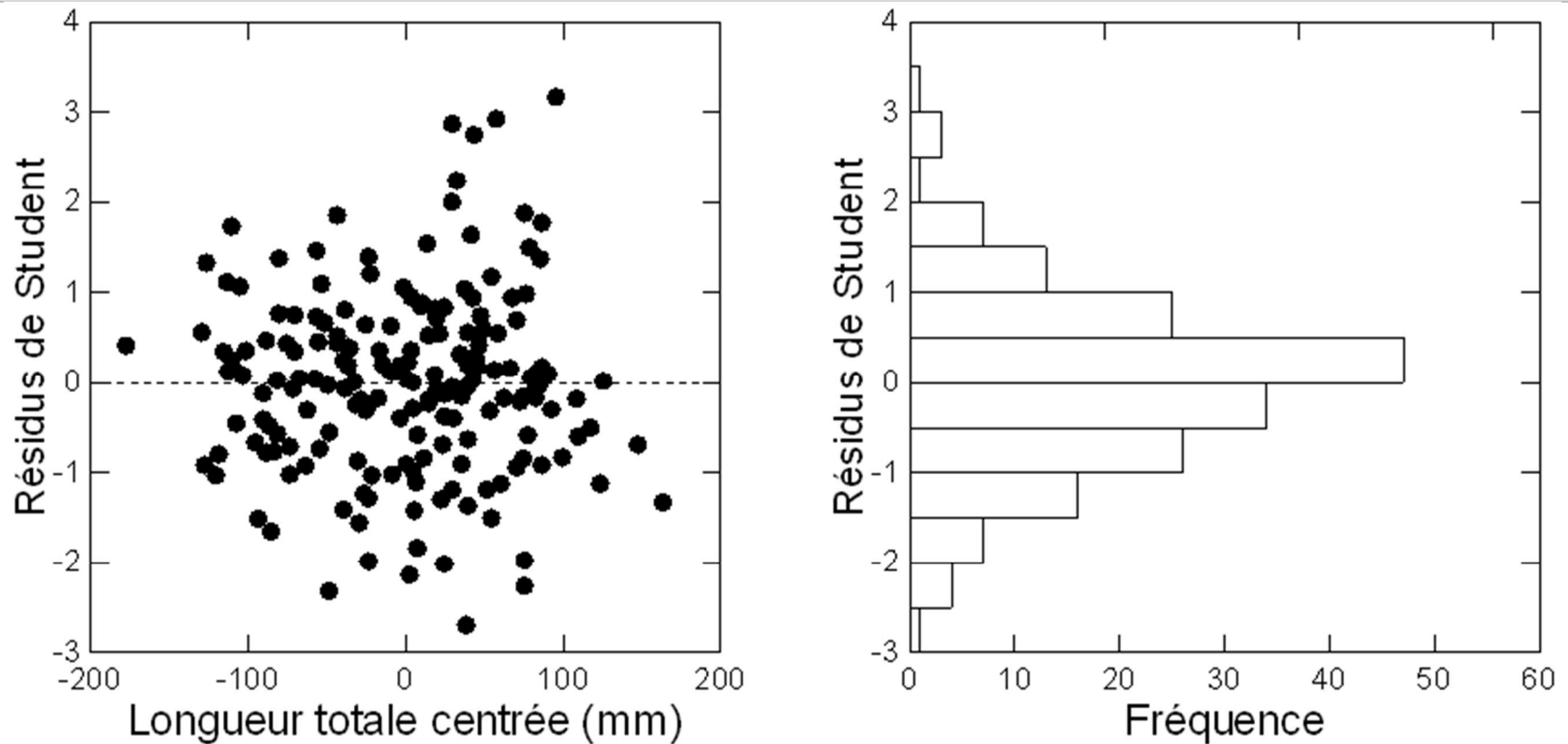


Figure G.7 - Distribution des différences (résidus de Student) entre les valeurs de mercure prédites par le modèle et celles observées chez le grand corégone pour la comparaison entre les années dans le secteur aval immédiat.

➤ Grand corégone – secteur aval (chute du Diable)

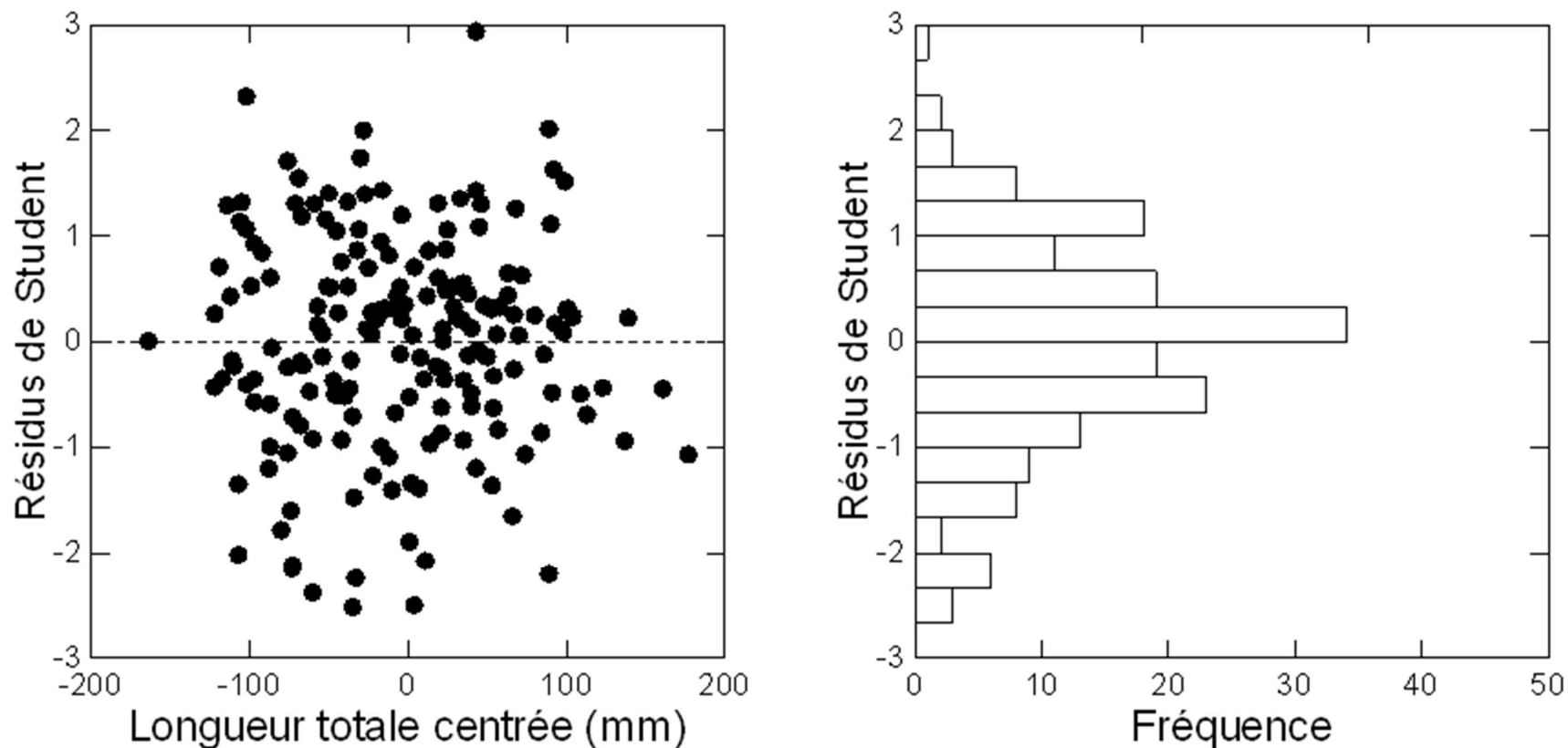


Figure G.8 - Distribution des différences (résidus de Student) entre les valeurs de mercure prédites par le modèle et celles observées chez le grand corégone pour la comparaison entre les années dans le secteur de la chute du Diable.

➤ Doré jaune – Réservoir de la Péribonka

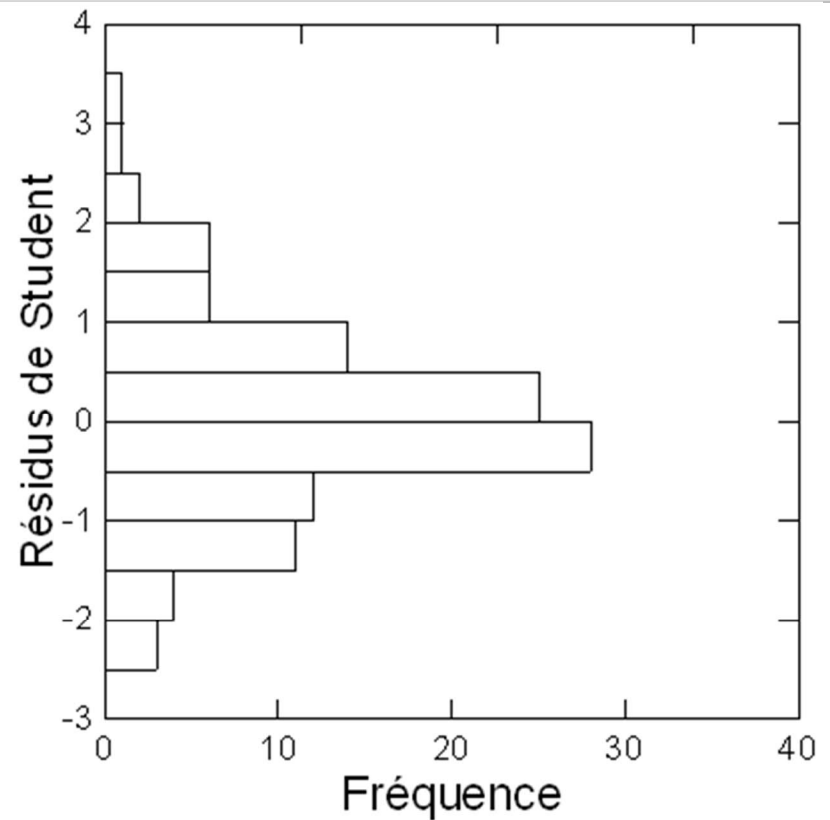
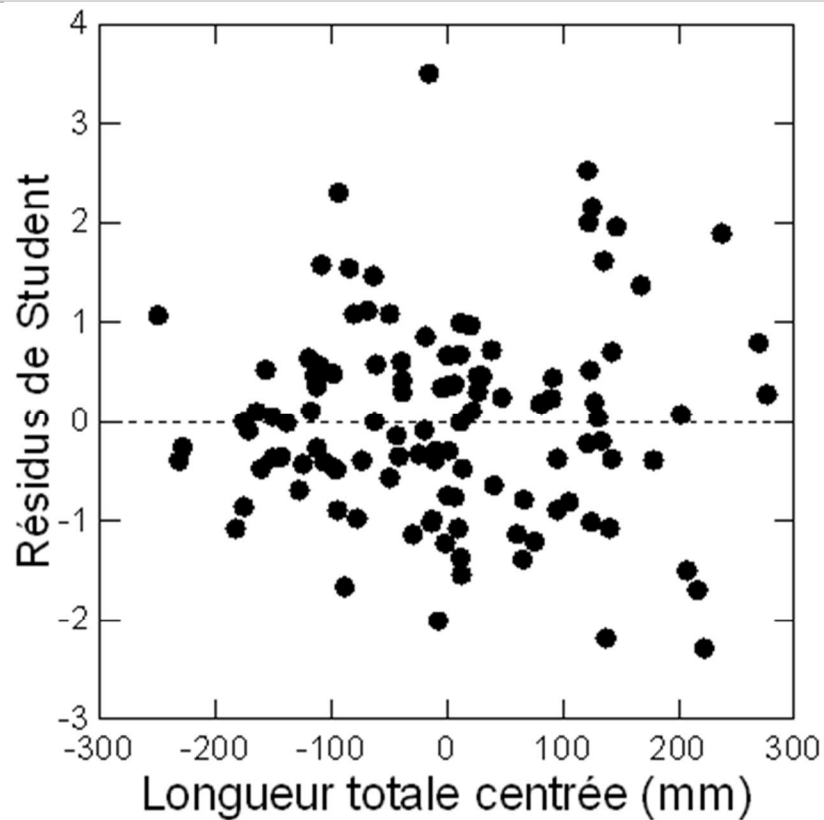


Figure G.9 - Distribution des différences (résidus de Student) entre les valeurs de mercure prédites par le modèle et celles observées chez le doré jaune pour la comparaison entre les années dans le réservoir de la Péribonka.

➤ Doré jaune – Secteur aval immédiat

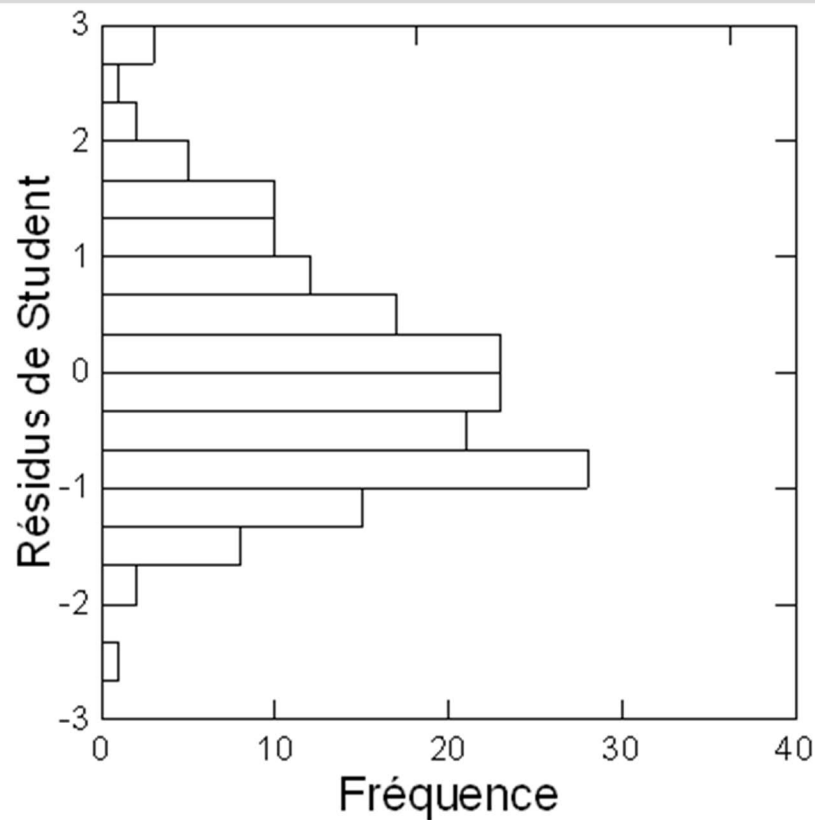
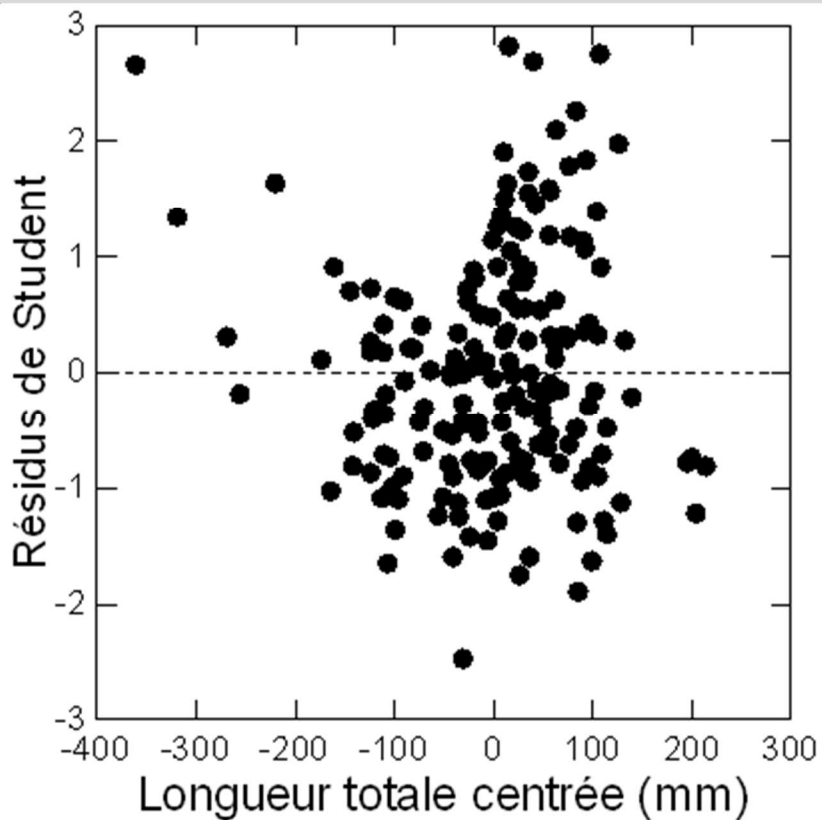


Figure G.10 - Distribution des différences (résidus de Student) entre les valeurs de mercure prédites par le modèle et celles observées chez le doré jaune pour la comparaison entre les années dans le secteur aval immédiat.

➤ Doré jaune – secteur aval (chute du Diable)

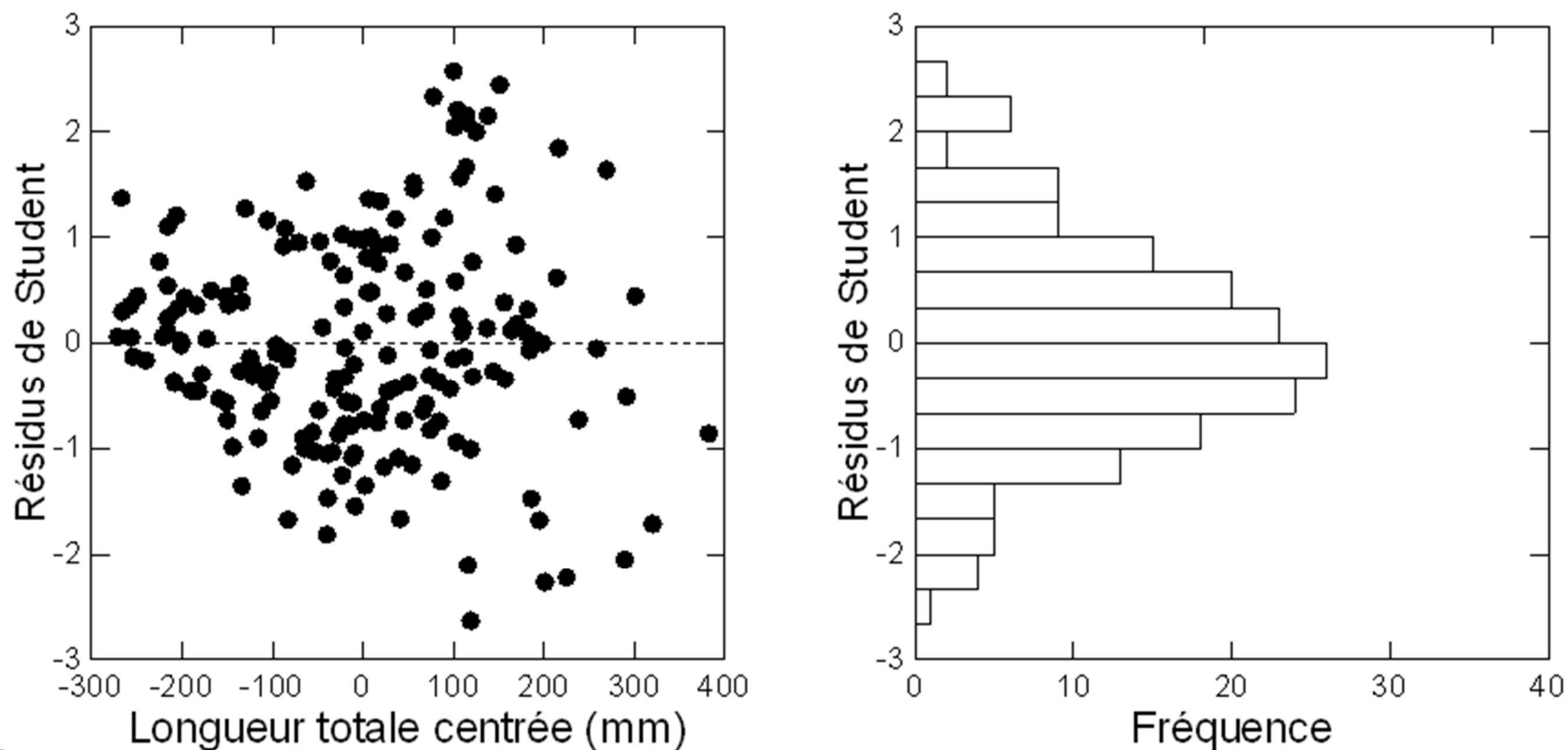


Figure G.11 - Distribution des différences (résidus de Student) entre les valeurs de mercure prédites par le modèle et celles observées chez le doré jaune pour la comparaison entre les années dans le réservoir du secteur de la chute du Diable.

➤ Lotte – Réservoir de la Péribonka

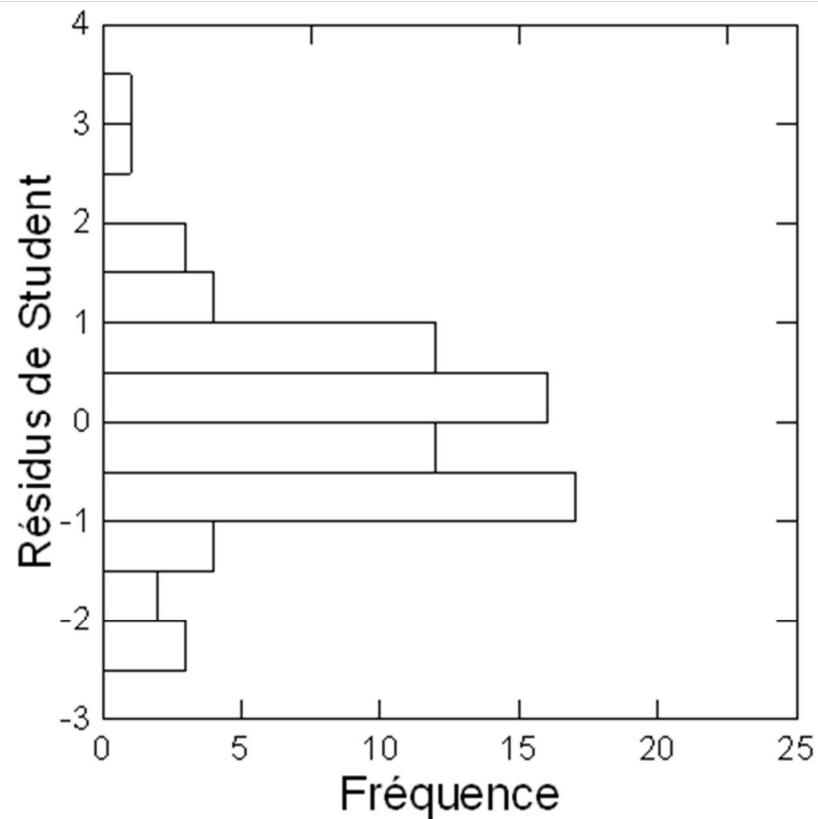
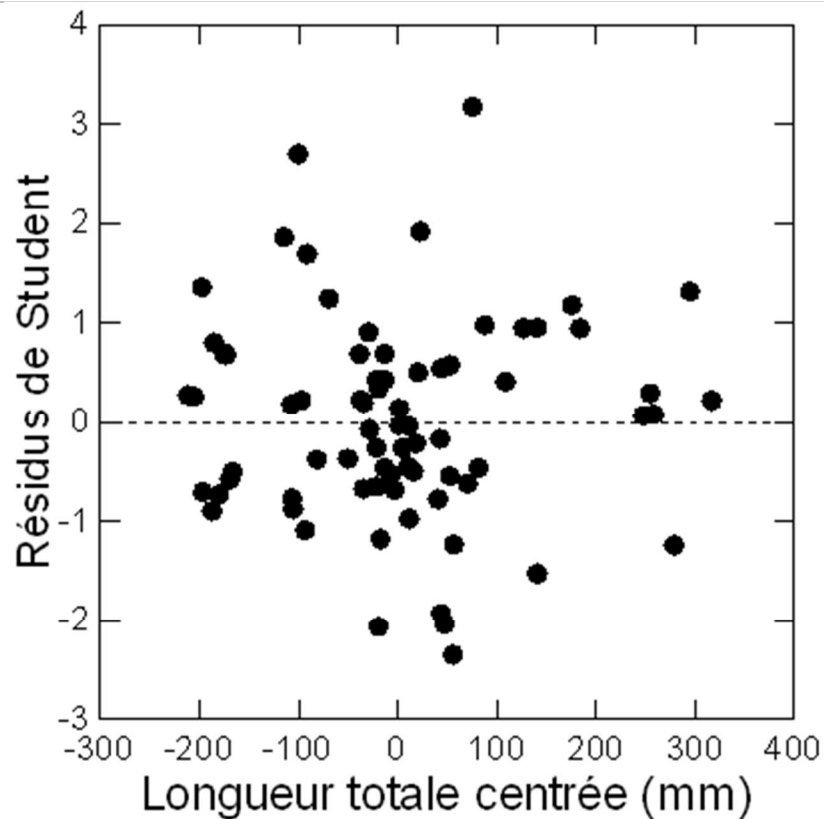


Figure G.12 - Distribution des différences (résidus de Student) entre les valeurs de mercure prédites par le modèle et celles observées chez la lotte pour la comparaison entre les années dans le réservoir de la Péribonka.

➤ Lotte – Lac Manouane (milieu témoin)

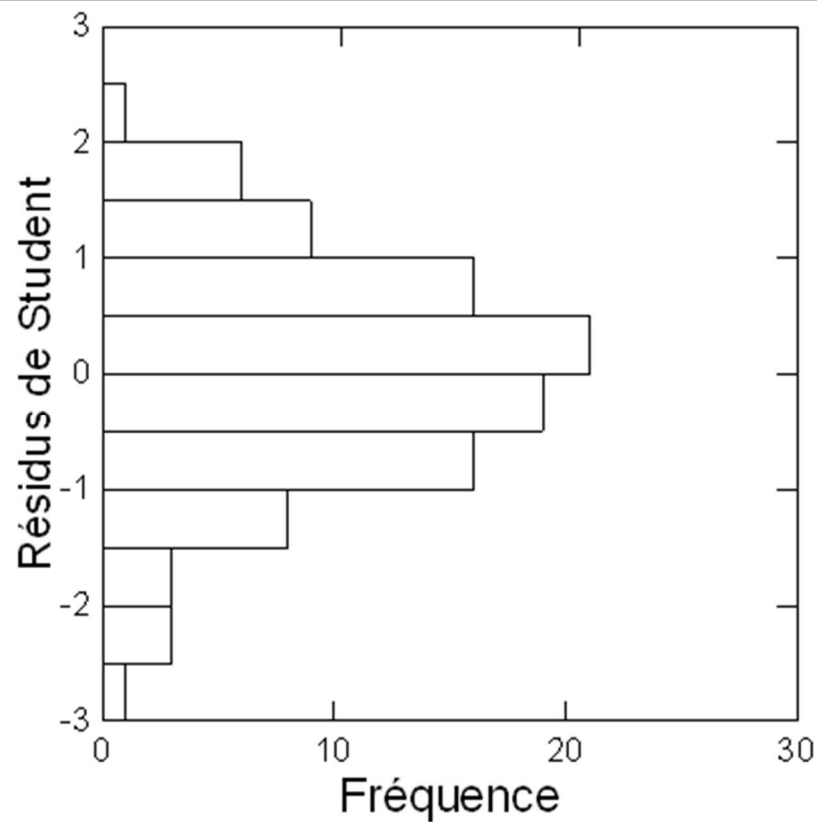
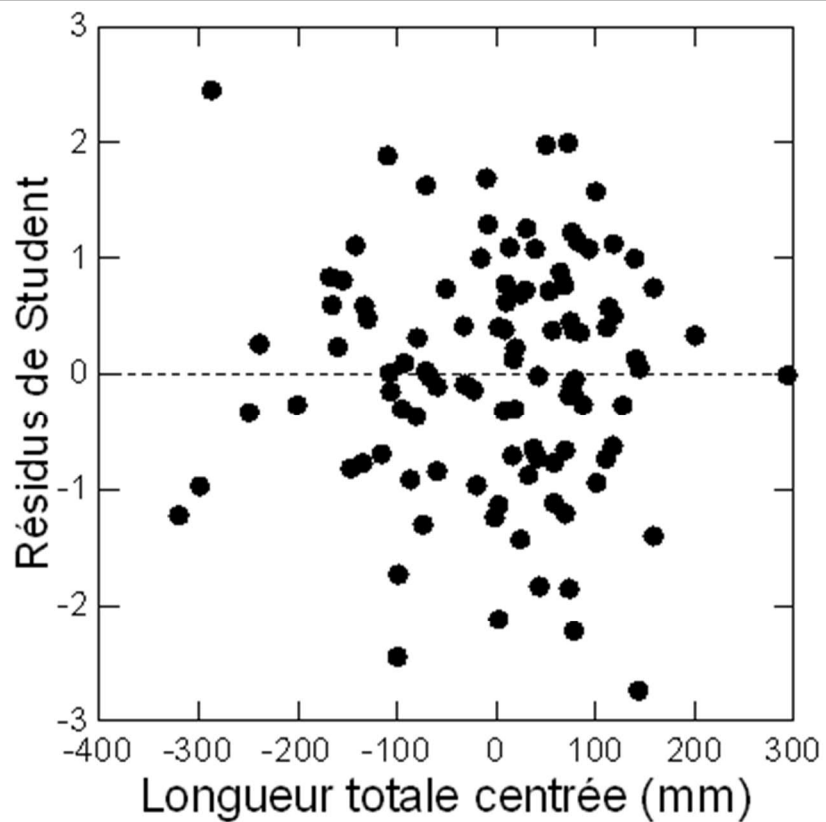


Figure G13 - Distribution des différences (résidus de Student) entre les valeurs de mercure prédites par le modèle et celles observées chez la lotte pour la comparaison entre les années dans le milieu témoin.

➤ Touladi – Lac Manouane (milieu témoin)

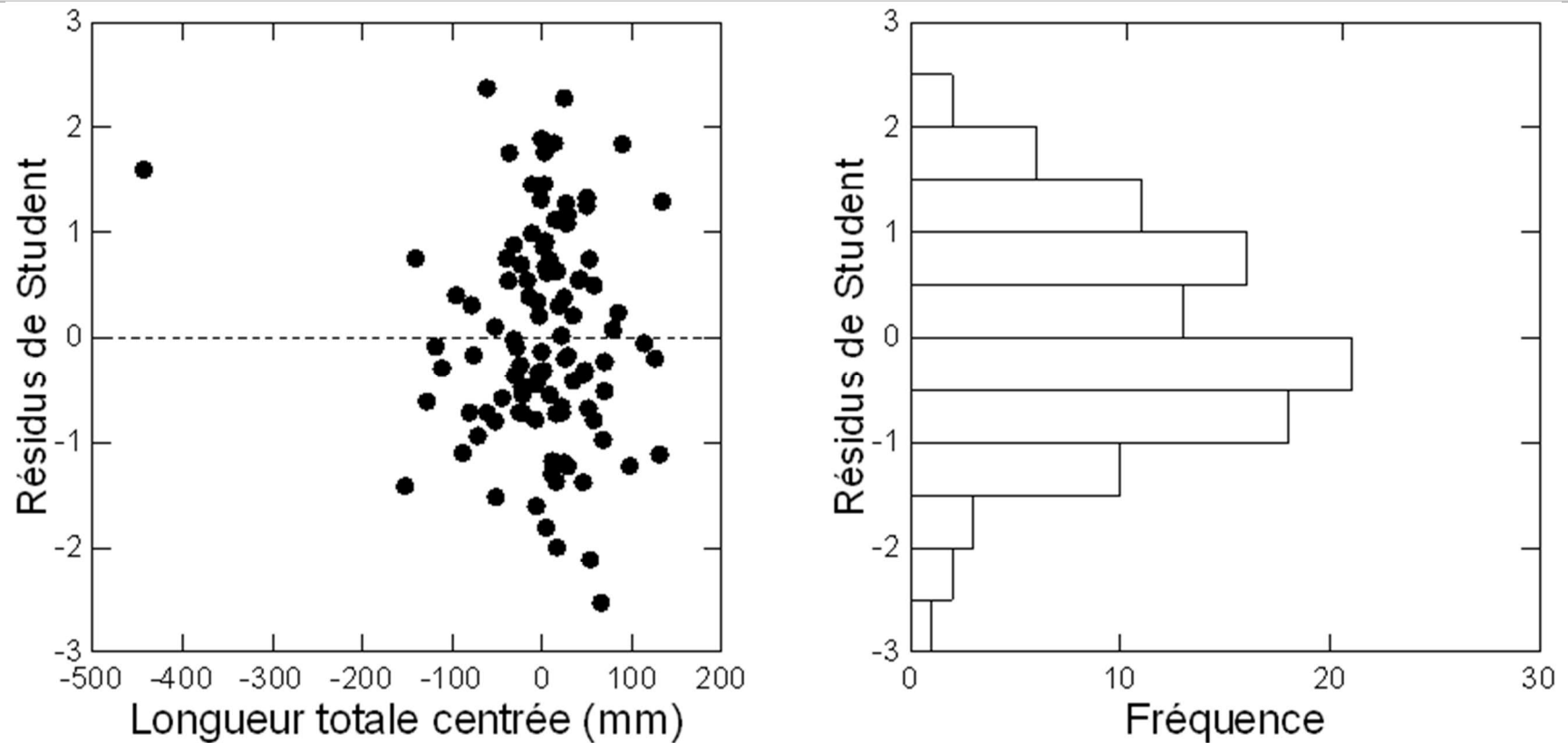


Figure G.14 - Distribution des différences (résidus de Student) entre les valeurs de mercure prédites par le modèle et celles observées chez le touladi pour la comparaison entre les années dans le milieu témoin

➤ Omble de fontaine – Réservoir de la Péribonka

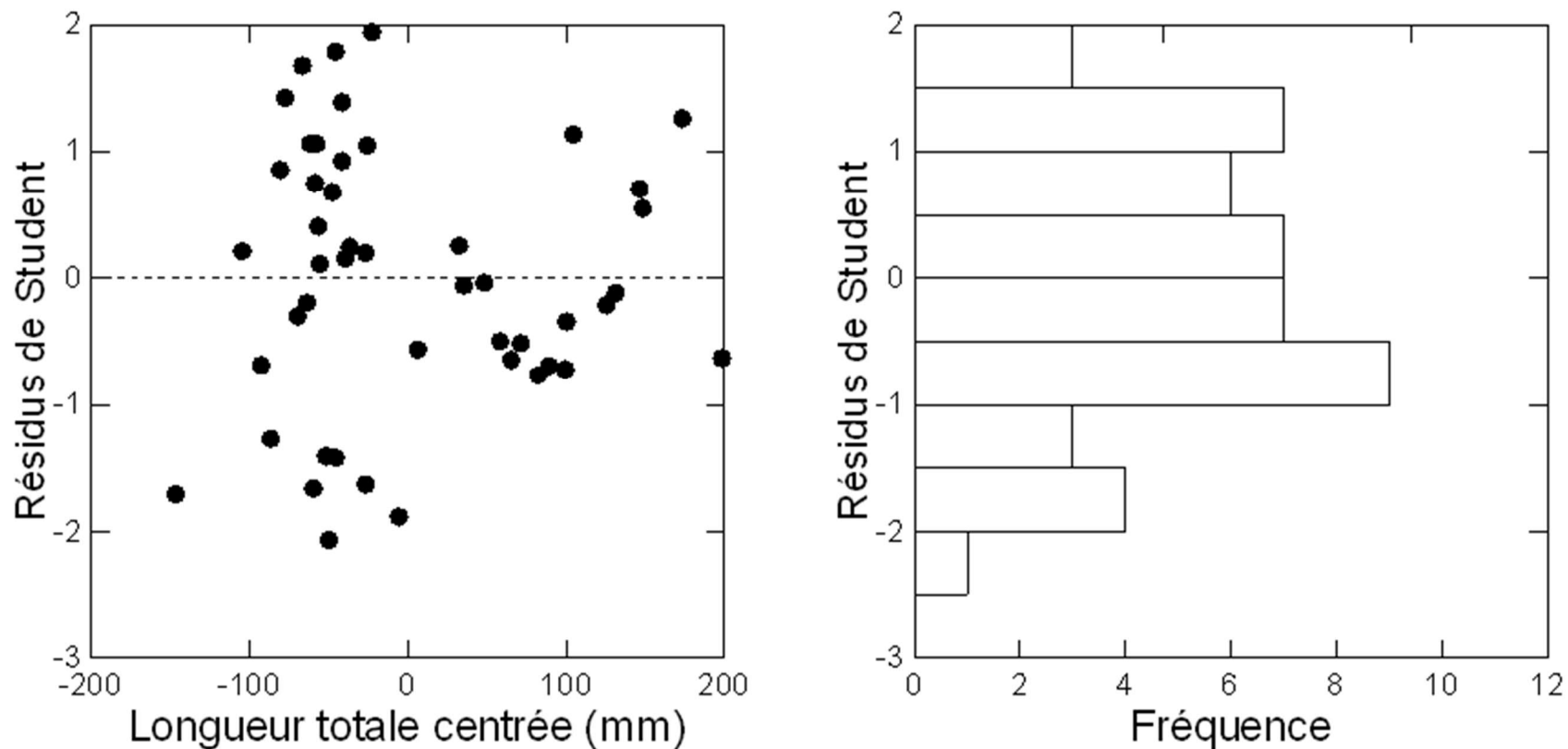


Figure G.15 - Distribution des différences (résidus de Student) entre les valeurs de mercure prédites par le modèle et celles observées chez l'omble de fontaine pour la comparaison entre les années dans le réservoir de la Péribonka.

Annexe H Courbes et équations des régressions polynomiales

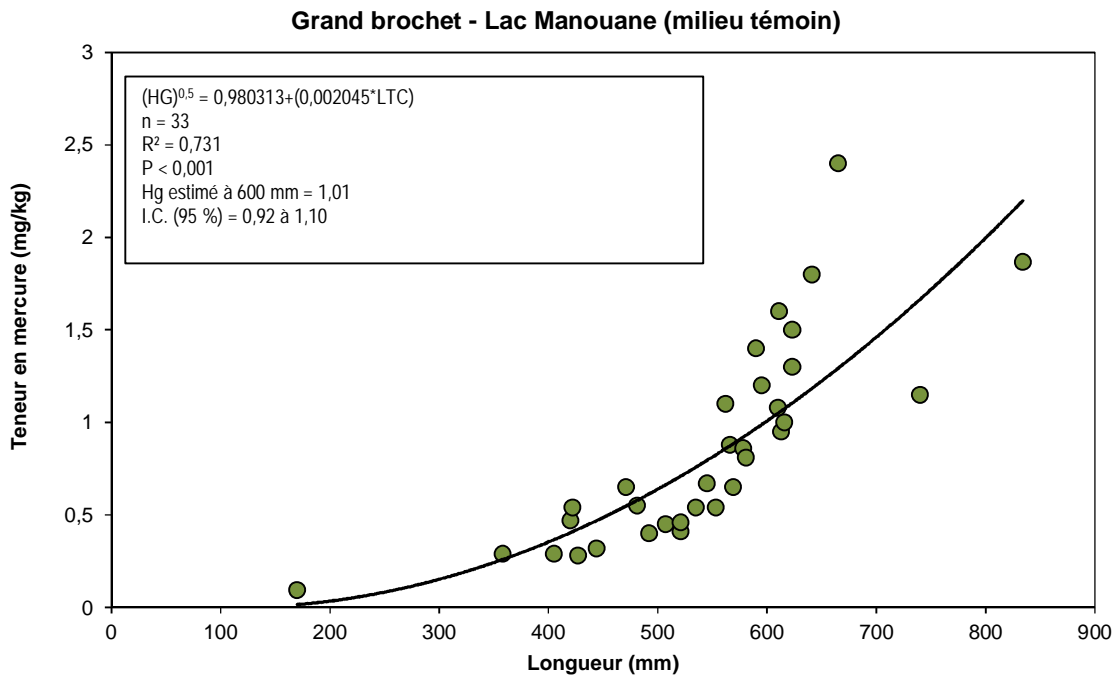


Figure H1 : Milieu témoin (lac Manouane), grand brochet, échantillonnage de 2018

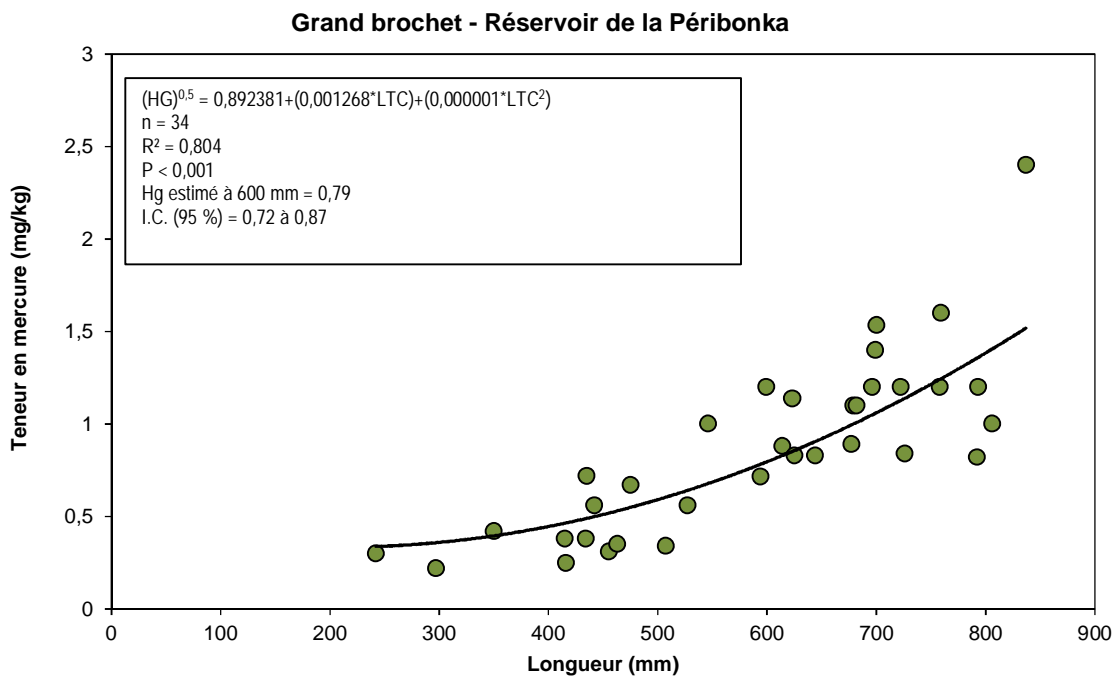


Figure H2 : Réservoir de la Péribonka, grand brochet, échantillonnage de 2018

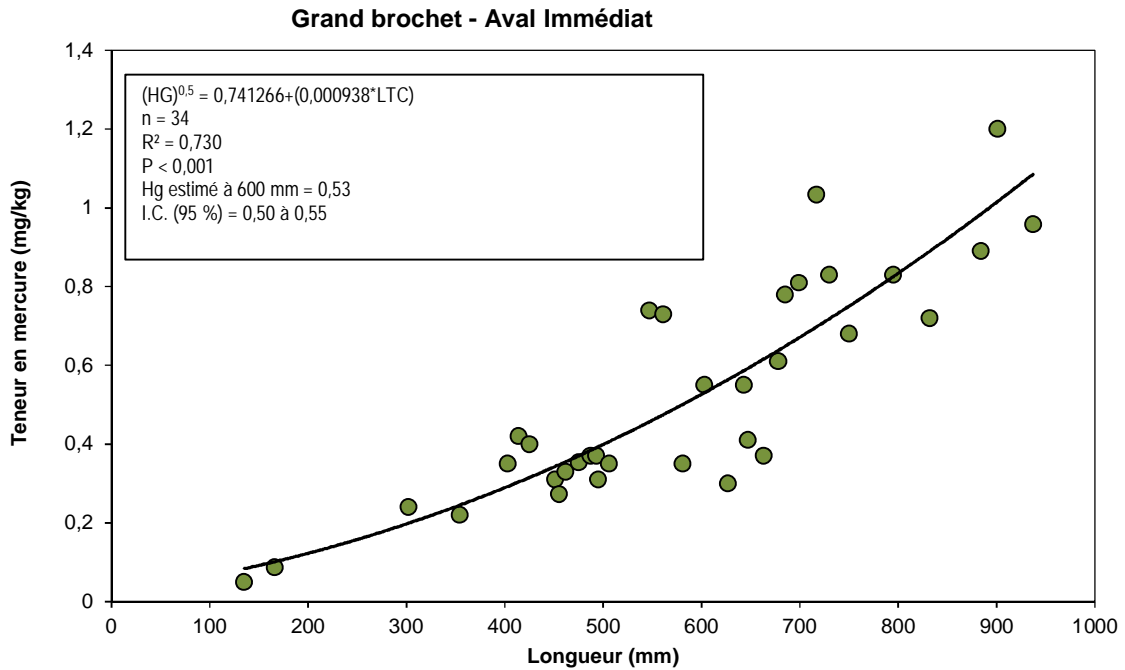


Figure H3 : Secteur aval immédiat, grand brochet, échantillonnage de 2018

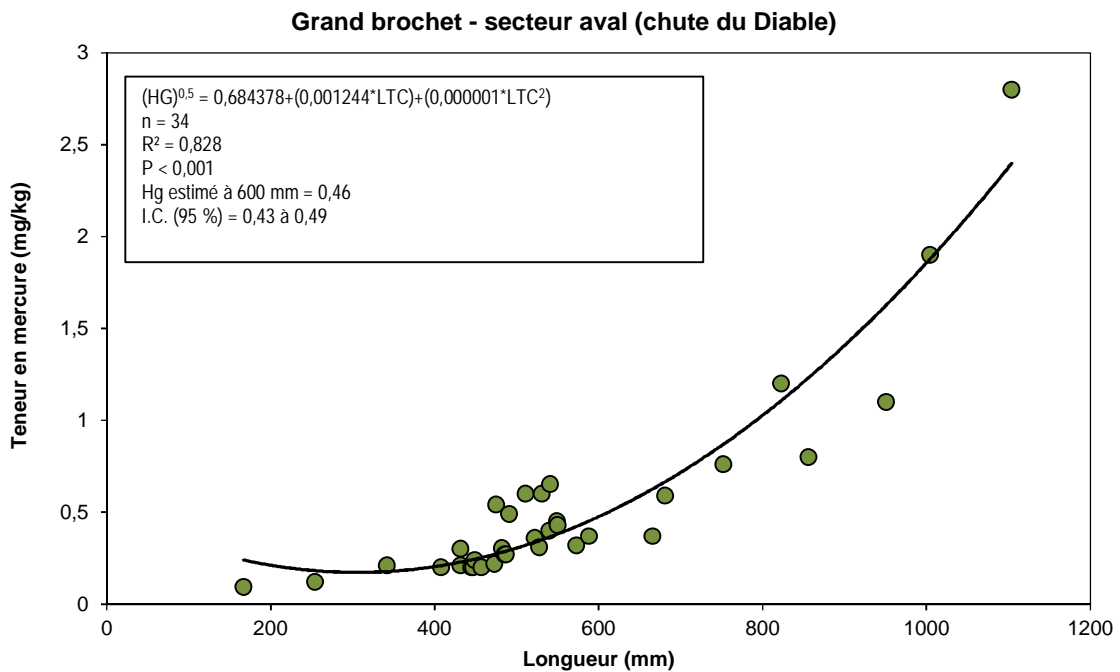


Figure H4 : Réservoir de la Péribonka, grand brochet, échantillonnage de 2018

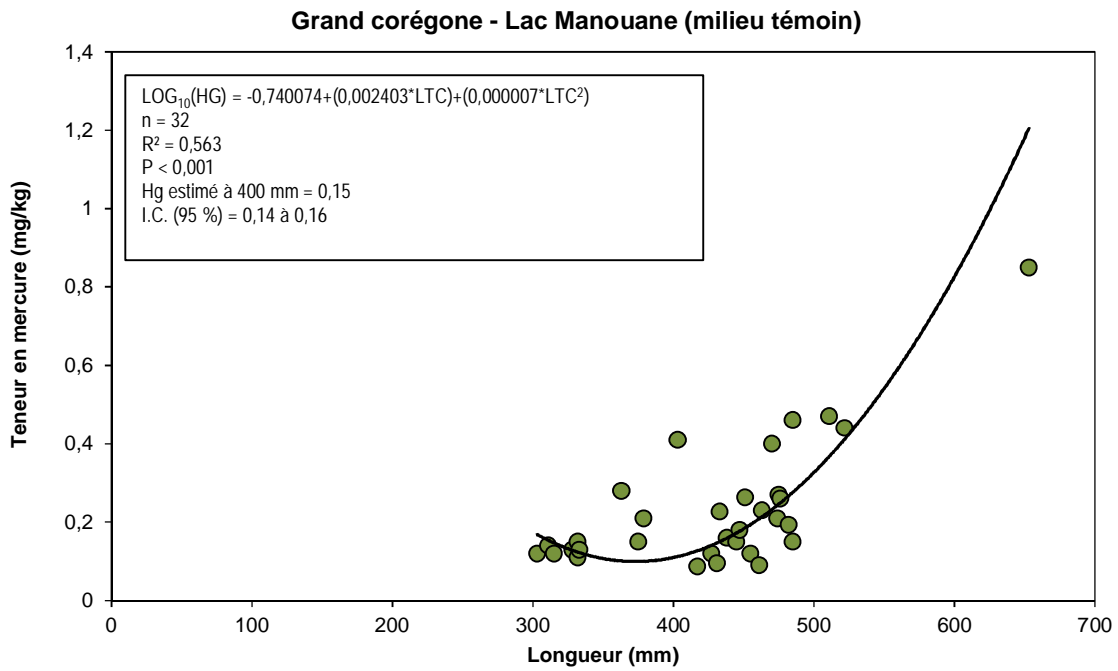


Figure H5 : Milieu témoin (lac Manouane), grand corégone, échantillonnage de 2018

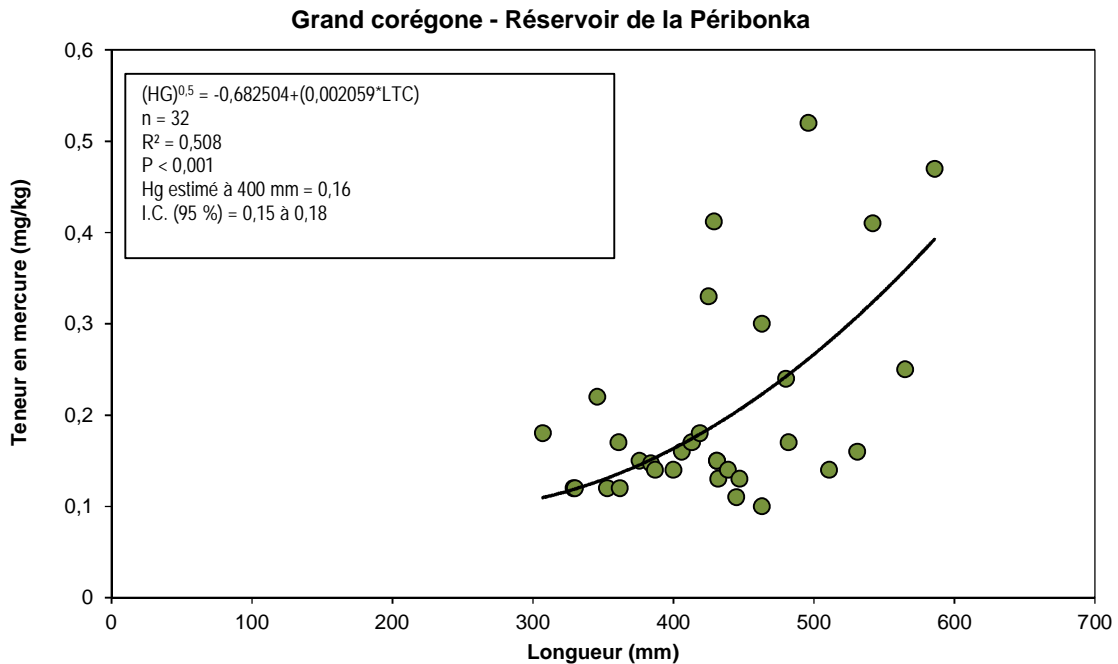


Figure H6 : Réservoir de la Péribonka, grand corégone, échantillonnage de 2018

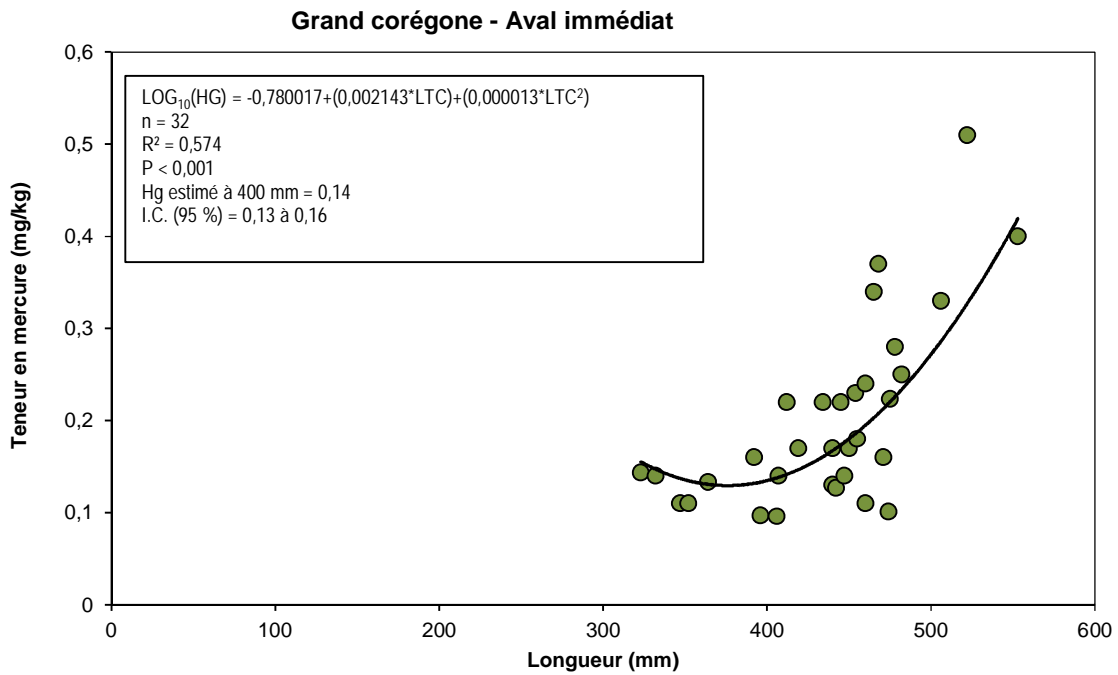


Figure H7 : Secteur aval immédiat, grand corégone, échantillonnage de 2018

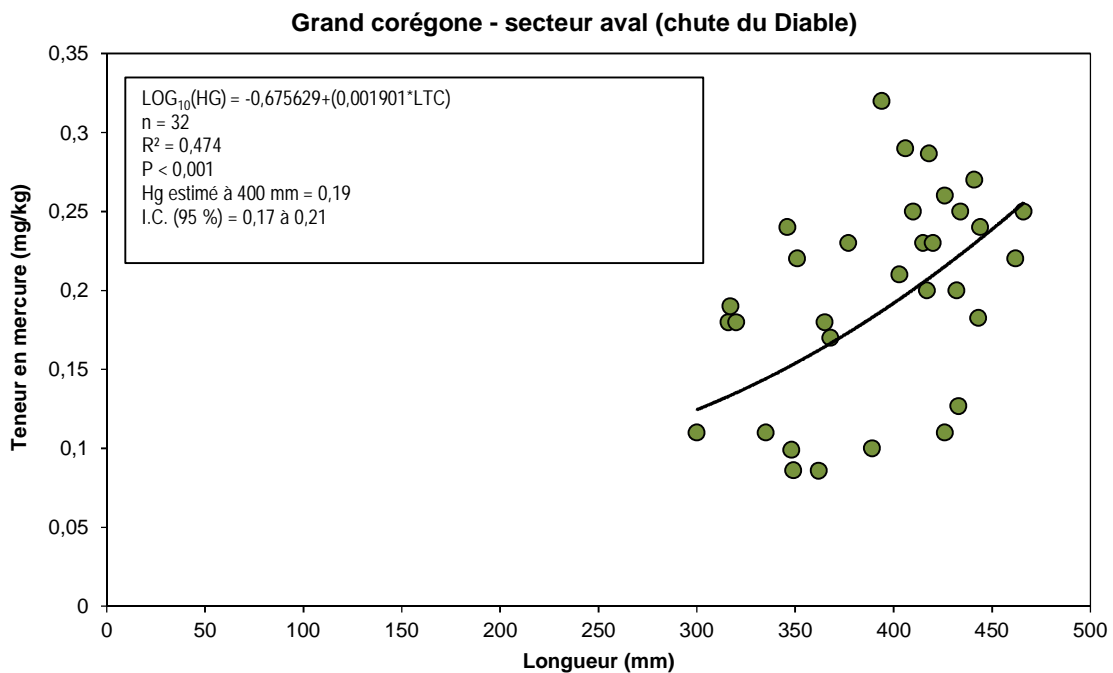
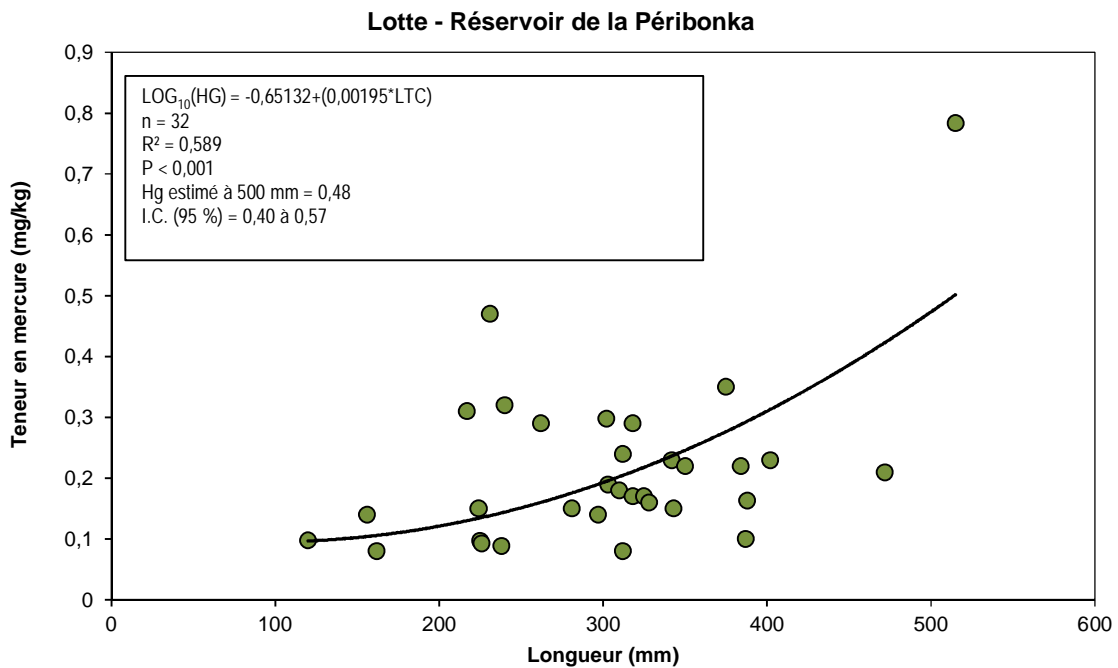
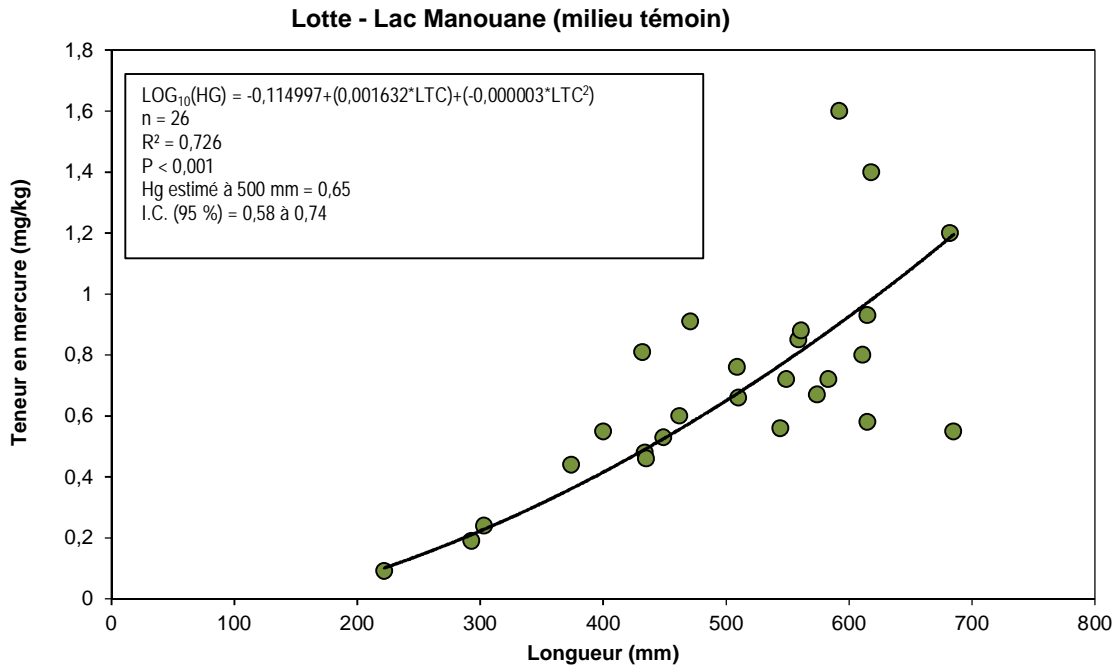


Figure H8 : Secteur aval (chute du Diable), grand corégone, échantillonnage de 2018



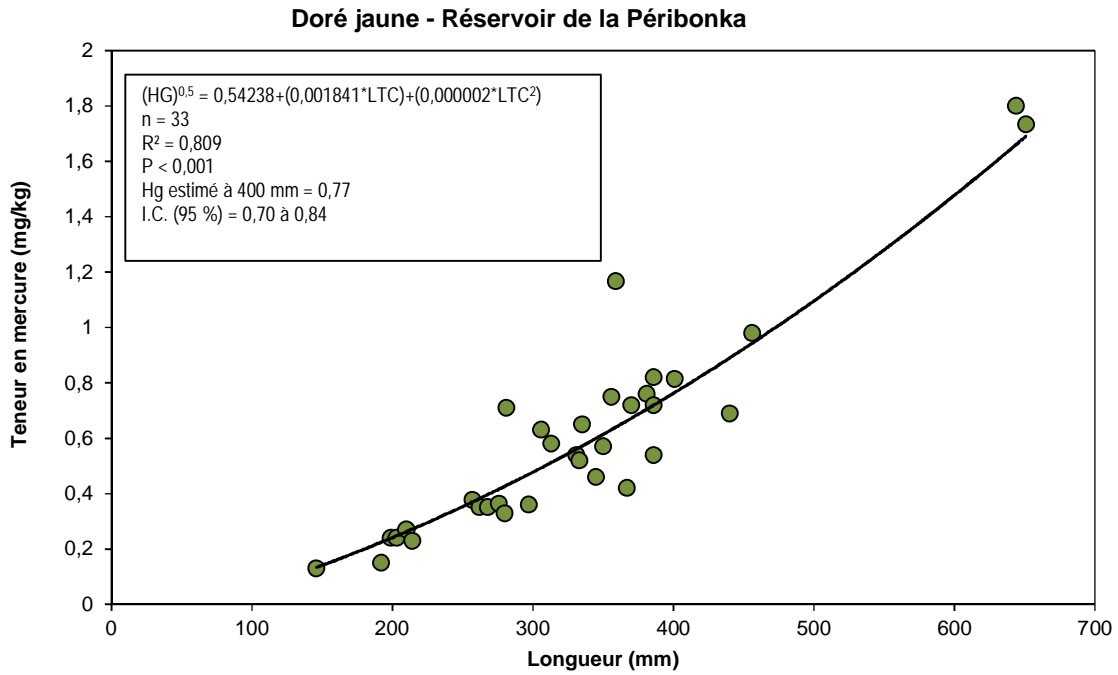


Figure H11 : Réservoir de la Péribonka, doré jaune, échantillonnage de 2018

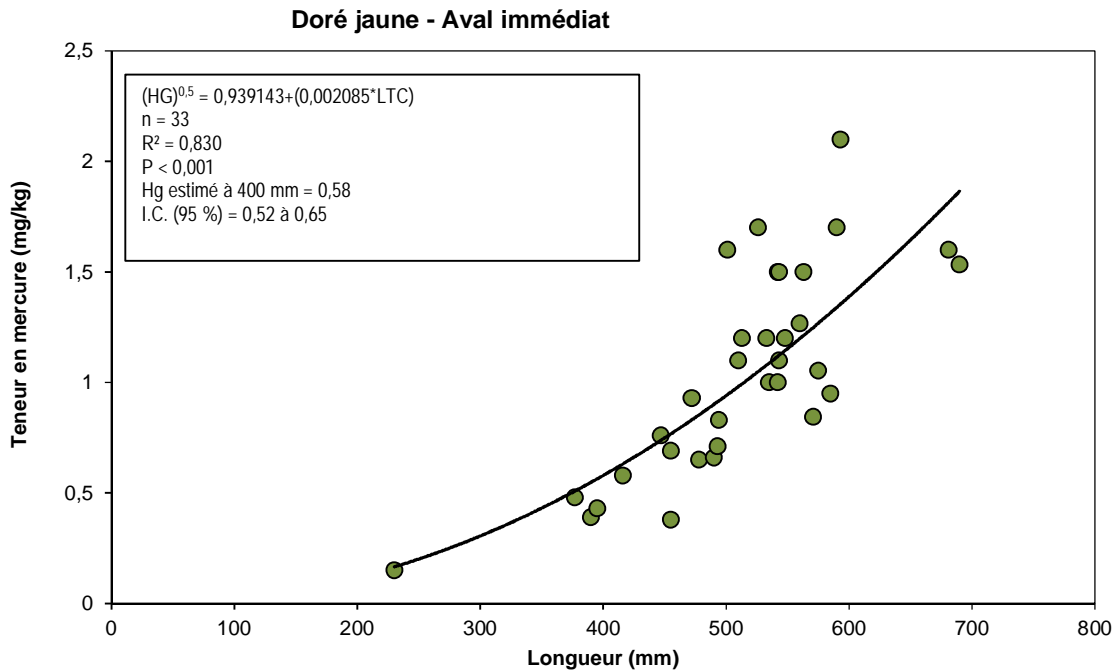


Figure H12 : Aval immédiat, doré jaune, échantillonnage de 2018

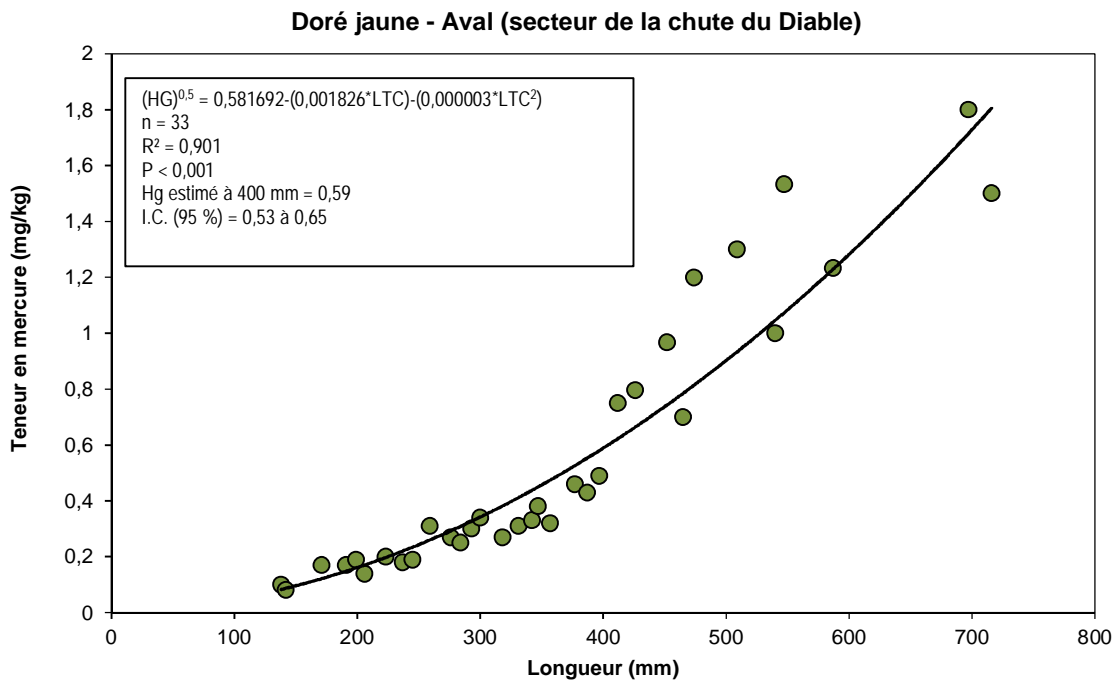


Figure H13 : Aval (secteur de la chute du Diable), doré jaune, échantillonnage de 2018

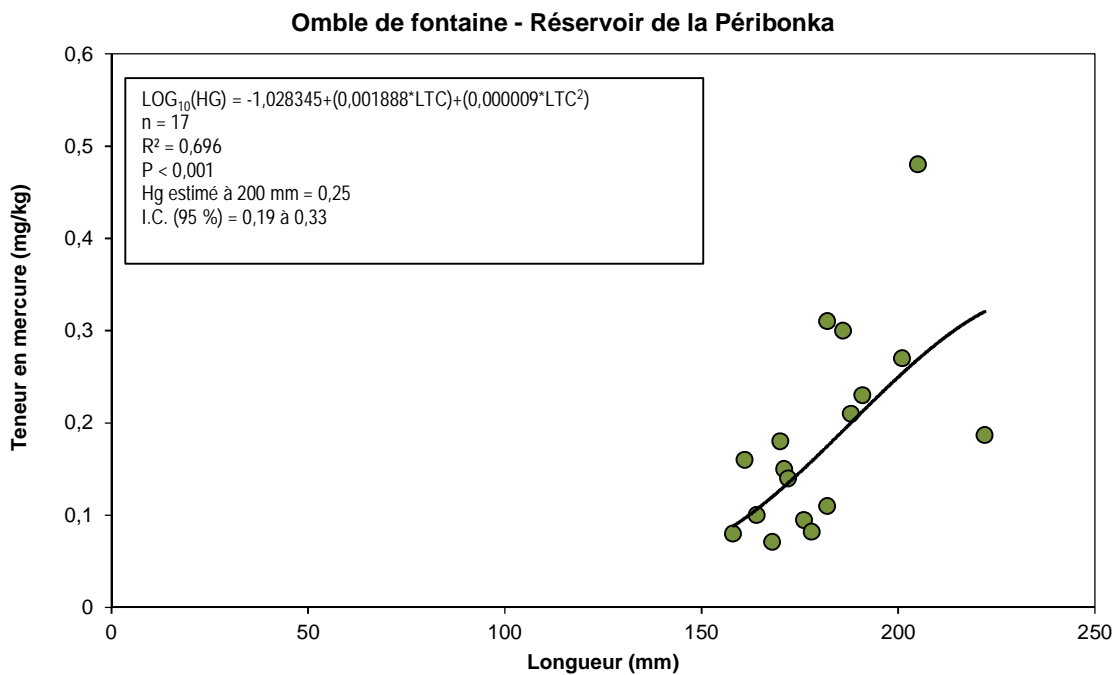


Figure H14 : Réservoir de la Péribonka, ombre de fontaine, échantillonnage de 2018

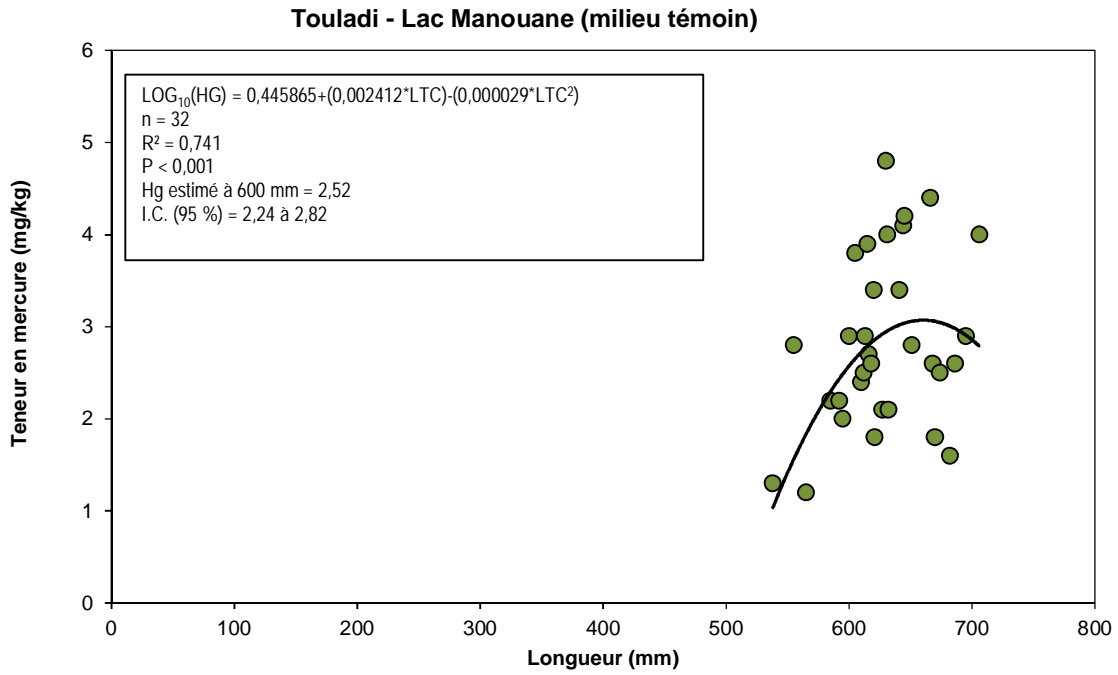


Figure H15 : Milieu témoin (lac Manouane), touladi, échantillonnage de 2018

À propos d'AECOM

AECOM s'affaire à bâtir pour un monde meilleur. Nous assurons la conception, la construction, le financement et l'exploitation d'infrastructures pour des gouvernements, des entreprises et des organisations dans plus de 150 pays. En tant que firme pleinement intégrée, nous conjuguons connaissance et expérience, dans notre réseau mondial d'experts, pour aider les clients à relever leurs défis les plus complexes. Installations à haut rendement énergétique, collectivités et environnements résilients, nations stables et sécuritaires : nos réalisations sont transformatrices, uniques et incontournables. Classée dans la liste des entreprises du *Fortune 500*, les sociétés d'AECOM ont enregistré des revenus annuels d'environ 18 milliards de dollars US. Voyez comment nous concrétisons ce que d'autres ne peuvent qu'imaginer, au aecom.ca et @AECOM.

AECOM
3219, boul. St-François, bureau 207C
Jonquière, Qc G7T 1A1
Tél. : 418 615-0596
Télec. : 418 615-0597
www.aecom.com