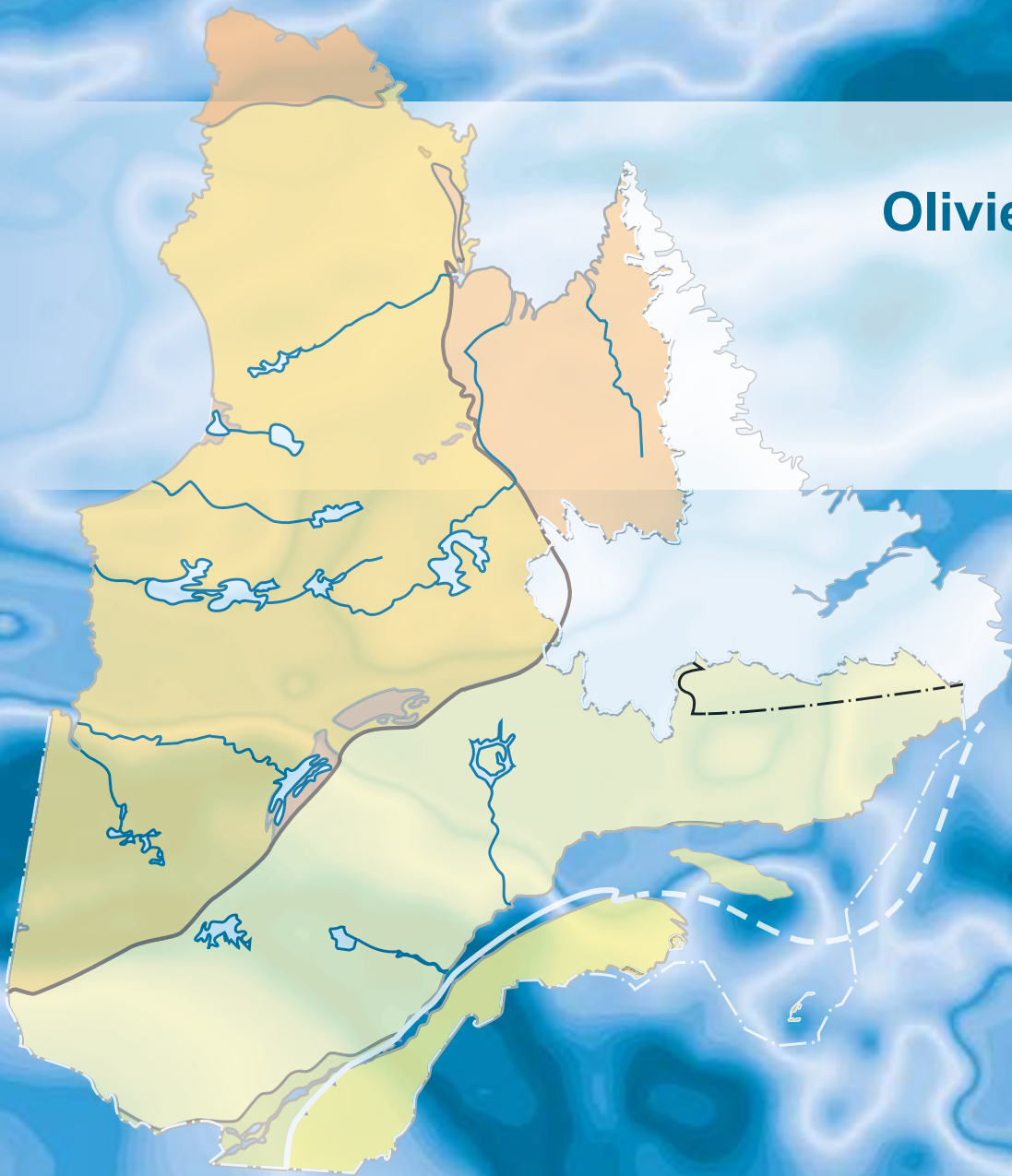


# Levé géochimique de sédiments de fond de lac dans le secteur du lac Mantouchiche, Province du Supérieur

**Olivier Lamarche**

**DP 2025-03**



DOCUMENT PUBLIÉ PAR LA DIRECTION GÉNÉRALE DE GÉOLOGIE QUÉBEC

**Direction générale**

Marc Leblanc

**Direction de l'acquisition des connaissances géoscientifiques**

Andrea Amortegui

**Service de cartographie géologique**

James Moorhead, géo.

**Direction de l'information géologique et de la promotion**

Patrice Roy

**Direction du soutien administratif, logistique et matériel**

Robert Thériault

**Auteur**

Olivier Lamarche, géo.

**Édition**

Claude Dion, ing.

**Graphisme**

André Tremblay

# Levé géochimique de sédiments de fond de lac dans le secteur du lac Mantouchiche, Province du Supérieur

Olivier Lamarche (MRNF)

DP 2025-03

## INTRODUCTION

---

Le ministère des Ressources naturelles et des Forêts a réalisé à l'été 2024 un levé géochimique de sédiments de fond de lac de haute densité dans le secteur du lac Mantouchiche dans la région d'Eeyou Istchee Baie-James (feuillet SNRC 22M13, 32P09 à 32P11, 32P14 à 32P16; figure 1). Ce levé d'une superficie d'environ 2229 km<sup>2</sup> a été exécuté par la firme Geo Data Solutions GDS entre le 1<sup>er</sup> et le 12 août 2024. À cette occasion, 1505 sites ont été échantillonnés (tableau 1), dont 86 ont été dupliqués afin de tester la précision des méthodes d'échantillonnage et d'analyse. En comptant ces doublons, un total de 1591 échantillons a été prélevé dans la zone d'étude. La densité d'échantillonnage correspond à environ un échantillon par 1,5 km<sup>2</sup> (figure 1).

Ce projet vise à fournir une couverture de données géochimiques de haute densité pour ce secteur d'Eeyou Istchee Baie-James. Ces travaux ont pour but d'identifier des zones favorables à la présence de certains types de minéralisations à partir d'anomalies élémentaires (As, Co, Cu, Li, Mo, Ni, EGP, ETR, V, W, Zn).

## CONTEXTE GÉOLOGIQUE

---

La figure 2 présente une carte géologique hybride combinant la carte régionale du SIGÉOM (Roy, 2023) et les étiquettes des unités définies dans le cadre des levés de détail réalisés dans le secteur (Caty, 1976; Genest, 1987). Les travaux de cartographie récents effectués à l'ouest (Bandyayera *et al.*, 2024) et au nord (Beauchamp *et al.*, 2018; Beauchamp, 2019) ainsi que les cartes aéromagnétiques suggèrent toutefois que la géologie du secteur est passablement différente de celle présentée dans la carte interactive du SIGÉOM et à la figure 2.

D'un point de vue géologique, le territoire couvert par ce levé se situe en grande partie dans la Sous-province d'Opatica près de son contact nord avec la Sous-Province de La Grande (Card et Ciesielski, 1986). L'est et le sud du secteur d'étude sont caractérisés par la présence des bassins protérozoïques d'Otish et de Mistassini. La Sous-Province d'Opatica est caractérisée par les roches granitiques et métamorphiques appartenant au Complexe d'Épervanche (Aepe; gneiss variés, granodiorite, granite, migmatite, etc.). Ce secteur comprend également de grandes bandes d'amphibolites et de volcanites mafiques assignées au Groupe de Tichégami (Atg). Dans la portion nord du secteur, les roches de la Sous-Province de La Grande, représentées par le Complexe de Maingault (nAmng; Beauchamp, 2019), sont composées de tonalites de diorites quartzifères coupées d'intrusions amphibolitiques (Atg) et ultramafiques.

La position du contact entre les deux sous-provinces est incertaine et nécessiterait d'être validée par des données structurales, d'autant plus qu'aucune structure majeure n'y a été identifiée jusqu'à maintenant. Dans le sud et l'est du secteur, le socle archéen est recouvert en discordance par les conglomérats et les grès d'âge paléoprotérozoïque (pPpw et pPlp) des bassins de Mistassini et d'Otish.

La région est l'hôte de plusieurs indices minéralisés en uranium (notamment le gîte de Matoush) et thorium ± ETR, autant dans le Complexe d'Épervanche que dans le Bassin d'Otish. Pour sa part, le Groupe de

Tichégami est l'hôte de quelques indices de métaux (Ag, Cu, Zn). Un levé géologique à l'échelle 1/50 000 est sur le point d'être réalisé dans le secteur par le MRNF (été 2025).

Le socle rocheux est recouvert, en tout ou en partie, par des sédiments glaciaires d'origine et d'épaisseur variées. Les différents faciès de till, dérivés du substrat rocheux, sont les sédiments les plus abondants (Daubois et Lamarche, 2020; Brouard *et al.*, 2023). Les sédiments fluvioglaciaires sont présents sous la forme de longs corridors orientés NE-SW. Ils sont le résultat de l'érosion et du transport des matériaux par l'eau de fonte selon des directions dictées par la dynamique glaciaire et l'orientation de la marge glaciaire en retrait. Un transport glaciaire vers le SW (entre 210° et 220°) a dominé pendant la dernière glaciation, autant durant le maximum glaciaire que lors de la déglaciation (Veillette *et al.*, 1999; Daubois et Lamarche, 2020). Les monts Tichégami représentent des reliefs marqués surmontant la plaine environnante de plusieurs centaines de mètres. Le bassin d'Otish (feuille 32P16) est caractérisé par le plateau d'Hippocampe, une région physiographique presque dénuée d'affleurements parsemée de moraines de Rogen recouvertes de blocs métriques d'origine sédimentaire.

La géochimie des sédiments de fond de lac est non seulement affectée par le réseau hydrologique, mais est également influencée par la dispersion glaciaire (orientation SW) et par d'autres processus naturels (fluvioglaciaires, éoliens, remaniements littoraux, hydrogéologiques, milieux humides, etc.). Elle donne donc un aperçu des caractéristiques géochimiques d'un bassin versant, qui sont elles-mêmes héritées de facteurs d'origine hydrologique, environnemental, géologique ou quaternaire. En raison de ces phénomènes, les anomalies géochimiques identifiées par les levés de fond de lac ne sont pas systématiquement indicatrices d'anomalies lithologiques. Lorsqu'elles le sont, elles sont généralement décalées par rapport aux indices minéralisés auxquels elles sont associées. Néanmoins, la géochimie de ces sédiments est généralement bien corrélée avec celle des grandes unités lithologiques et des secteurs minéralisés.

## MÉTHODE DE TRAVAIL

---

Un hélicoptère sur flotteurs a été utilisé pour les travaux de terrain. L'échantillonnage des sédiments de fond de lac a été réalisé à l'aide d'une torpille en acier inoxydable dont l'extrémité était munie de clapets permettant de retenir le matériel lors de la remontée. Pour chaque échantillon, le pH a été mesuré dans les 24 h suivant la collecte de l'échantillon. La couleur à l'état humide du matériel recueilli a aussi été déterminée à cette étape à l'aide d'un nuancier de Munsell (échantillon humide). Cette évaluation a été reprise une fois le sédiment séché. Le rapport complet du prestataire de service est inclus dans le dossier « Autres données numériques » annexé à ce rapport.

Les analyses ont été réalisées en 2024 au laboratoire *Activation Laboratories* situé à Ancaster en Ontario. Les échantillons ont d'abord été séchés, broyés, homogénéisés et tamisés pour obtenir la fraction < 177 µm. Par la suite, des aliquotes de 0,5 g ont été analysées pour 64 éléments par spectrométrie de masse à couplage inductif (ICP-MS) après une dissolution à l'eau régale. Cette méthode a l'avantage de conserver certains éléments (Sb, Hg, Se, Te, Tl) qui se seraient volatilisés et qui n'auraient donc pas été dosés adéquatement à la suite d'autres types d'attaque (4 acides ou fusion; Potts et Robinson, 2003). Cependant, l'eau régale ne dissout pas complètement certaines phases minérales considérées comme réfractaires (barytine, cassitérite, chromite, monazite, xénotime, zircon, etc.), ce qui entraîne une sous-estimation des éléments en traces contenus dans ces minéraux (Ba, Sn, Cr, ETR, U, Y, Zr, etc.; Sastre *et al.*, 2002; Taraškevičius *et al.*, 2013; Amor, 2015).

Les résultats de ces analyses sont disponibles dans le SIGÉOM à l'adresse suivante : [http://sigeom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/11102\\_aLaCarte?l=F](http://sigeom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/11102_aLaCarte?l=F) dans la section « Géochimie – Échantillons de sédiment ». À partir de ce formulaire, il est possible de trouver les analyses des échantillons de ce levé en utilisant le critère « Numéro projet sédiment : 2024MA ». Les certificats d'analyses fournis par le laboratoire sont présentés dans le dossier « Autres données numériques » de ce rapport.

## CONTRÔLE DE QUALITÉ

---

Des standards internes, des standards certifiés ainsi que des blancs ont été insérés dans les envois et représentent environ 6 % des analyses effectuées. Les résultats obtenus ont ensuite été revus afin d'identifier les valeurs anormales ou aberrantes. Des réanalyses ont été demandées au besoin.

Les analyses de certains envois entiers présentaient des concentrations systématiquement différentes pour certains éléments (B, Na, Nb, Sn, Te, etc.). Dans la plupart des cas, des erreurs associées à la calibration de l'instrument pourraient être responsables de ces différences. Dans le cas du Sn par exemple, les données ont pu être révisées à la suite des réanalyses (seules les données révisées sont chargées dans le SIGÉOM). Dans d'autres cas, comme pour le Na, il a été impossible de régler le problème. Lorsque possible, un nivellement a été appliqué entre les levés et, dans le cas du sodium, entre les envois problématiques et les autres.

Les résultats pour le B et le Te sont généralement proches des limites de détection. Les analyses pour ces éléments n'ont donc pas été modifiées. Dans le cas du Nb, une zone à fortes concentrations constitue la continuité vers l'est d'une zone observée avec des valeurs similaires dans un levé adjacent, ce qui laisse croire à un signal de nature géologique. Ces données n'ont donc pas été reprises.

## Duplicatas

Les duplicatas de terrain ou doublons (second échantillon provenant du même site) représentent 5 % des analyses effectuées. Les 250 duplicatas (86 du présent projet et 164 du levé du lac Ayde [2024AY]; Lamarche, 2025; tableau 1) ainsi obtenus ont servi à mesurer l'erreur relative médiane associée au processus complet d'échantillonnage et d'analyse. Une version légèrement modifiée (Rafini, 2015) de la méthode de Thompson et Howarth (1978) a été utilisée à cette fin. Tous ces duplicatas ont été prélevés de la même façon et ont été analysés par le même laboratoire en employant la même suite analytique. Les doublons présentant une concentration moyenne inférieure à 10 fois la limite de détection ( $> 10 \cdot LD$ ) ont été préalablement exclus du calcul. Le tableau 2 présente ces résultats dans la colonne « Erreur relative totale ».

Dans le cadre de son propre programme de contrôle de qualité, le laboratoire a également réalisé des analyses de duplicatas de pulpe (deux analyses du même échantillon). Ces données apparaissent dans les certificats d'analyses et ont été compilées afin d'estimer l'erreur relative instrumentale. Le tableau 2 présente les résultats de ce calcul (Thompson et Howarth, 1978) dans la colonne « Erreur relative analytique » pour les échantillons de 2024.

Les résultats contenus dans la colonne « Erreur relative terrain » présentent les différences entre l'erreur totale et l'erreur analytique pour les éléments examinés et correspondent à la variabilité naturelle pour ces éléments (tableau 2).

Le nombre minimal de 64 doublons valides ( $> 10 \cdot LD$ ; Thompson et Howarth, 1978; Rafini, 2015) requis pour appliquer la méthode et ainsi évaluer l'erreur relative n'a pas été atteint pour 28 éléments (incluant notamment Au, Bi, Pd, Pt, Sb, Sn et W).

L'erreur relative totale se situe typiquement sous les 15 % (tableau 2). Quelques éléments (Ca, Fe, Na) ont des erreurs comprises entre 15 et 20 %. Ces trois éléments sont généralement associés aux silicates, lesquels ne sont pas toujours totalement dissous dans l'eau régale. Ce problème de dissolution partielle est peut-être associé à la granulométrie de l'échantillon analysé. Dans le cas du Na, la calibration de l'instrument d'analyse semble également constituer un facteur important. Certains envois ont produit des résultats en Na dont l'ordre de grandeur est difficilement conciliable avec les résultats des envois des secteurs adjacents. Les données du Na ont d'ailleurs été nivelées pour pallier ce problème, car la reprise des analyses par le laboratoire n'a pas permis de corriger la situation.

Certains éléments (Co, Pb, S et Se) montrent également des erreurs relatives totales élevées ( $> 25 \%$ ). Ces éléments présentent des variations naturelles (« terrain ») supérieures à 20 %. Pour le S, il semblerait que la forte erreur relative observée (64 %) soit associée à un effet pépité dans les échantillons les plus riches. Ainsi, le retrait de quelques échantillons présentant des teneurs élevées en S a pour effet de diminuer l'erreur relative autour de 10 %. Le Se présente une erreur analytique de 16 %, la plus haute de tous les éléments analysés, indiquant un problème associé autant à la variabilité naturelle qu'à des difficultés analytiques. Comme dans les levés antérieurs, le Pb présente une grande variabilité naturelle. Il est donc toujours difficile d'identifier des zones anormales pour cet élément. En comparaison aux levés récents du Ministère dans le même secteur, l'erreur relative naturelle du Co a presque doublé dans ce levé, passant de 8 à 11 % à plus de 20 %. Il s'agit d'une première pour cet élément. Le Co a tout de même fait l'objet d'un traitement par régression spatiale multiple.

Un test R&R (répétabilité et reproductibilité; Rafini, 2015) a permis d'évaluer ces paramètres en comparant l'écart-type des différences entre les duplicatas et la variabilité naturelle. L'imprécision compare l'écart-type des différences parent/duplicata avec l'écart-type de données historiques (dans ce cas-ci, toutes les valeurs obtenues pour les levés de fond de lac de 2020 à 2024). Dans le contexte de la présente étude, le concept de tolérance concerne la capacité d'une méthode à identifier les valeurs anormales et à les distinguer du bruit de fond. On estime que pour ces deux critères, les valeurs inférieures à 30 % sont

acceptables et les valeurs sous les 10 % sont excellentes. L'écart-type résiduel (RSD), ou le coefficient de variabilité, calculé en divisant l'écart-type des différences parent/duplicata par la concentration moyenne des duplicatas, exprimé en pourcentage, est également présenté au tableau 2.

$$\% \text{Imprécision} = 100 * \frac{\sigma(\text{Différences parent / duplicata})}{\sigma_{\text{naturel}}}$$

$$\% \text{Tolérance} = 100 * \frac{5.15 * \sigma(\text{Différences parent / duplicata})}{\text{Max}_{\text{naturel}} - \text{Min}_{\text{naturel}}}$$

Le concept d'imprécision ne semble pas adapté aux sédiments de fond de lac en raison d'un écart-type naturel relativement faible. Les concentrations des éléments dans ces sédiments sont, en comparaison avec des données de lithogéochimie, plutôt faiblement variées. Le concept de tolérance semble plus approprié et indique une reproductibilité acceptable, du moins pour les éléments caractérisés par une bonne résolution analytique.

## TRAITEMENT DES DONNÉES ET RÉSULTATS

---

Dans le cadre de cette étude, les traitements statistiques (calcul des centiles et régression spatiale multiple) ont été effectués en utilisant les données de cinq projets adjacents réalisés entre 2021 et 2024 (n = 10 627; voir tableau 1; Lamarche, 2023a, 2023b, 2024, 2025 et ce levé).

### Nivellement

Une mise en carte préliminaire a permis d'identifier les éléments pour lesquels un nivellement interlevé (Bi, Pb, Sb et Sn) ou même intralevé (Na) était nécessaire. Un outil mis au point par le Consorem a été utilisé (*Geochemical Surveys Leveling*; Trépanier, 2007) pour le nivellement en cascade, basé sur la comparaison des quantiles dans les levés adjacents (Daneshfar et Cameron, 1998). Les résultats générés par ce traitement qui sont inférieurs à la limite de détection (incluant les valeurs négatives) ont été remplacés par des valeurs correspondant à la moitié de la limite de détection. Les valeurs nivelées sont présentées dans les autres données numériques.

### Interpolation des valeurs brutes

Les rangs centiles ont d'abord été calculés à partir des valeurs brutes (ou nivelées) des analyses issues de ce levé et des levés récents localisés à proximité (tableau 1; Lamarche, 2023a, 2023b, 2024 et 2025). Ces valeurs ont ensuite été interpolées (figures 3a à 11a, 12 à 14) par la méthode des voisins naturels à l'aide de l'outil du même nom (boîte à outils *Spatial Analyst*) du logiciel ArcGIS. La symbolisation des cartes est conçue afin de mettre en évidence les zones de centiles élevés (> 95<sup>e</sup> centile).

Ces cartes permettent d'identifier rapidement les zones de sédiments enrichis en un élément donné. Cette représentation présente toutefois le désavantage de ne pas tenir compte du bruit de fond qui varie dans le milieu échantillonné en fonction des lithologies présentes. D'autres facteurs environnementaux, comme la profondeur des lacs, la proportion de matière organique ou de manganèse, l'oxygénation ou le pH affectent aussi la concentration de certains éléments dans les sédiments (Trépanier, 2007). Pour ces raisons, la méthode de *régression spatiale multiple* a été appliquée afin de s'affranchir partiellement de ces facteurs et de faciliter la détection des concentrations anormales associées aux minéralisations.

### Régression spatiale multiple

La méthode de régression spatiale multiple appliquée à la géochimie des sédiments de fond de lac a été développée par Trépanier (2006). Elle a par la suite été utilisée par Lamothe (2010) pour traiter l'ensemble de la base de données de sédiments de lac du SIGÉOM et, plus récemment, par Solgadi (2022), Lamarche et Solgadi (2023) et Lamarche (2023a, 2023b, 2024 et 2025) pour des levés localisés dans la région d'Eeyou Istchee Baie-James (tableau 1). Les détails de la méthode sont décrits dans les rapports cités plus haut; le lecteur est invité à s'y référer pour plus de détails.

Ce traitement repose sur le principe selon lequel la teneur d'un élément chimique dans un échantillon résulte de la combinaison (1) d'une composante d'origine lithologique ou environnementale associée parfois à (2) une composante anormale provenant d'une minéralisation proximale. La méthode de régression spatiale multiple permet donc d'évaluer la teneur d'origine lithologique ou environnementale d'un élément (bruit de fond) en l'absence d'une composante anormale. Ce calcul se fait pour chaque échantillon à partir de la composition des échantillons situés à proximité. Pour réaliser ce calcul, on utilise une équation de régression du type :

$$Cu_{\text{prédit}} = 0,5 * Ag + 2,4 * Ba + 0,2 * Co + \dots + 1,78$$

Avec :

$Cu_{\text{prédit}}$	= valeur prédite de l'élément (dans ce cas-ci, le cuivre)
Ag; Ba; ...	= variables explicatives (teneur de chaque élément)
0,5; 2,4; ...	= coefficient de régression
1,78	= constante

Pour chaque échantillon considéré, les échantillons situés dans une fenêtre d'un rayon de 10 km autour de celui-ci ont été pris en compte lors du calcul des coefficients de régression. Cette distance a été choisie à la suite de l'examen des variogrammes et des diagrammes de covariance (non fournis). Elle est moins grande que celle de 20 km utilisés pour des levés moins denses (Solgadi, 2017a; 2017b; 2017c et 2018) ou à l'échelle de la province (Trépanier, 2006; Lamothe, 2010). La distance est équivalente à celle employée pour les levés de haute densité récents (après 2020; Solgadi, 2022; Lamarche et Solgadi, 2023; Lamarche, 2023a, 2023b et 2024). Bien entendu, cette distance peut varier en fonction des éléments chimiques, mais de façon générale, on n'observe plus vraiment de corrélation entre les données lorsque l'on dépasse la limite de 10 km. Dans le cas du présent levé, les échantillons ont en moyenne 13,25 voisins.

En fonction de l'élément dont on cherche à prédire la valeur, les douze meilleures variables explicatives sont choisies grâce à la méthode de *Régression exploratoire* (boîte à outils *Statistiques spatiales*) du logiciel ArcGIS. Cet outil utilise la méthode des moindres carrés ordinaires pour déterminer quels éléments permettent collectivement d'obtenir le meilleur coefficient de corrélation et ainsi de mieux prédire les concentrations de l'élément d'intérêt associées à des facteurs lithologiques. Le tableau 3 présente les variables explicatives utilisées dans les équations de régression.

Certains éléments ont été soustraits de cette sélection préliminaire et sont aussi listés au tableau 3. Ces éléments correspondent à l'élément prédit lui-même, ainsi que certains éléments typiquement associés à cette substance dans les zones minéralisées. Cette mesure permet d'éviter d'introduire un biais relié à une variable étroitement associée à la présence de minéralisation. De plus, d'autres éléments dont les valeurs se situent régulièrement sous les limites de détection (Au, B, Hf, Pd, Pt, Ta, Te et Tm) n'ont pas été considérés.

Les douze meilleures variables explicatives pour chaque élément sont utilisées dans l'équation de régression grâce à l'opérateur *Régression pondérée géographiquement* (boîte à outils *Statistiques spatiales*) du logiciel ArcGIS. Cet opérateur, en plus de calculer la valeur prédite, permet aussi d'obtenir directement la valeur résiduelle pour chaque échantillon. La valeur résiduelle correspond à la différence entre la concentration réelle mesurée dans l'échantillon et la teneur prédite par le calcul de l'équation de régression. Les résiduelles positives les plus importantes sont théoriquement associées à des minéralisations proximales.

Les centiles des résiduelles sont ensuite calculés et mis en carte selon la méthode décrite à la section « Interpolation des valeurs brutes ». Les cartes ainsi produites sont présentées aux figures 3b à 11b (Ag, As, Co, Cu, ETR, Li, Mo, Ni et Zn).

## Autres éléments

Pour l'or, la carte des échantillons anormaux est fournie sans traitement additionnel (figure 15a). Pour les éléments du groupe du platine (EGP), les valeurs de Pt et de Pd ont été additionnées et sont présentées à la figure 15b, sans traitement additionnel.

Les cartes d'interpolation des centiles des valeurs brutes des éléments indicateurs de contextes métallogéniques (Bi, Nb, Sb, Sn, V et W) sont également illustrées (figures 12 à 14).

## RÉFÉRENCES

---

- AMOR, S.D., 2015. Comparison of lake-sediment results from Labrador and adjacent Québec: Preliminary results. Current Research (2015) Newfoundland and Labrador Department of Natural Resources Geological Survey; report 15-1, pages 215-242.
- BANDYAYERA, D., SAINT-LOUIS, G., TALON, N., 2024. Géologie de la région du lac Chamic, sous-provinces d'Opatica et de La Grande, Eeyou Istchee Baie-James, Québec, Canada. Ministère des Ressources naturelles et des Forêts, Québec; [BG 2024-05](#), 1 plan, page consultée le 8 avril 2025.
- BEAUCHAMP, A.-M., 2019. Géologie de la région du lac Cadieux, sous-provinces d'Opatica et d'Opinaca, Eeyou Istchee Baie-James, Québec, Canada. Ministère des Ressources naturelles et des Forêts, Québec; [BG 2019-02](#), 2 plans, page consultée le 8 avril 2025.
- BEAUCHAMP, A.-M., MASSEI, F., DAOUDENE, Y., 2018. Géologie de la région de l'île Bohier, sous-provinces d'Opatica, d'Opinaca et le bassin d'Otish, au nord de Mistissini, Eeyou Istchee Baie-James, Québec, Canada. Ministère des Ressources naturelles et des Forêts, Québec; [BG 2018-02](#), 2 plans, page consultée le 8 avril 2025.
- BROUARD, E., ROY, M., DUBÉ-LOUBERT, H., HÉBERT, S., LAMARCHE, O., 2023. Carte glaciaire du Québec et synthèses régionales. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; [MB 202304](#), 70 pages, 1 plan.
- CARD, K.D., CIESIELSKI, A., 1986. Subdivisions of the Superior Province of the Canadian Shield. Geoscience Canada; volume 13, pages 5-13.
- CATY, J.-L., 1976. Région du lac Mistassini, Québec : Stratigraphie et Sédimentologie de la Formation de Papaskwasati. Ministère des Richesses naturelles, Québec; [DPV 423](#), 270 pages.
- DANESHFAR, B., CAMERON, E., 1998. Leveling geochemical data between map sheets. Journal of Geochemical Exploration; volume 63, page 189-201.
- DAUBOIS, V., LAMARCHE, O., 2020. Géologie des dépôts de surface de la région des Monts Otish, Eeyou Istchee Baie-James, Québec, Canada. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; [BQ 2020-01](#), 1 plan, page consultée le 24 avril 2024.
- GENEST, S., 1987. Géologie de la région du lac Indicateur, territoire du Nouveau-Québec. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; ET 86-04, 21 pages.
- LAMARCHE, O., 2023a. Nouveau levé géochimique de sédiments de fond de lac dans le secteur de la rivière Eastmain, Province du Supérieur. Ministère des Ressources naturelles et des Forêts, Québec; [RP 2023-02](#), 26 pages, données numériques.
- LAMARCHE, O., 2023b. Nouveau levé géochimique de sédiments de fond de lac dans le secteur du lac Comeau, Province du Supérieur. Ministère des Ressources naturelles et des Forêts, Québec; [RP 202304](#), 31 pages, données numériques.
- LAMARCHE, O., 2024. Levé géochimique de sédiments de fond de lac dans le secteur du lac Gochigami, Province du Supérieur. Ministère des Ressources naturelles et des Forêts, Québec; [RP 202403](#), 35 pages, données numériques.
- LAMARCHE, O., 2025. Levé géochimique de sédiments de fond de lac dans le secteur du lac Ayde, Province du Supérieur. Ministère des Ressources naturelles et des Forêts, Québec; RP 202502, données numériques.
- LAMARCHE, O., SOLGADI, F., 2023. Nouveau levé géochimique de sédiments de fond de lac dans le secteur du lac Frotet, Province du Supérieur. Ministère des Ressources naturelles et des Forêts, Québec; [RP 2023-01](#), 26 pages, données numériques.
- LAMOTHE, D., 2010. Modélisation de cibles de l'environnement secondaire par des techniques de seuils naturels et de régression spatiale multiple. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; [EP 2010-01](#), 28 pages, données numériques.
- POTTS, P.J., ROBINSON, P., 2003. Sample preparation of geological samples, soils and sediments. Comprehensive Analytical Chemistry; volume 41, pages 723-763. [doi](#)
- RAFINI, S., 2015. Assurance et contrôle de la qualité (QA/QC) en exploration minérale : synthèse et évaluation des usages. CONSOREM; Projet 2013-05, 44 pages.
- ROY, G., 2023. Carte géologique du Québec, édition 2022. Ministère des Ressources naturelles et des Forêts, Québec; [DV 2023-01](#), 1 plan.
- SASTRE, J., SAHUQUILLO, A., VIDAL, M., RAURET, G., 2002. Determination of Cd, Cu, Pb and Zn in environmental samples: microwave assisted total digestion versus aqua regia and nitric acid extraction. Analytica Chimica Acta; volume 462, pages 59-72. [doi](#)
- SOLGADI, F., 2017a. Nouveau levé géochimique de sédiments de fond de lac dans le secteur d'Abitibi sud-est, Province du Supérieur, Québec. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; [DP 2017-08](#), 15 pages, 16 plans, données numériques.

- SOLGADI, F., 2017b. Nouveau levé géochimique de sédiments de fond de lac dans le secteur du lac Assinica, Province du Supérieur, Québec. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; [DP 2017-07](#), 15 pages, 18 plans, données numériques.
- SOLGADI, F., 2017c. Nouveau levé géochimique de sédiments de fond de lac dans le secteur Mistassini nord, Province du Supérieur, Québec. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; [DP 2017-09](#), 15 pages, 16 plans, données numériques.
- SOLGADI, F., 2018. Nouveau levé géochimique de sédiments de fond de lac dans la partie sud de la Province de Grenville, Québec. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; [DP 201803](#), 15 pages, 16 plans, données numériques.
- SOLGADI, F., 2022. Nouveau levé géochimique de sédiments de fond de lac dans le secteur Mistassini Ouest, Province du Supérieur. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; [DP 202201](#), 19 pages, données numériques.
- TARAŠKEVIČIUS, R., ZINKUTE, R., STAKENIENE, R., RADAVIČIUS, M., 2013. Case study of the relationship between aqua regia and real total contents of harmful trace elements in some European soils. *Journal of Chemistry*; volume 2013, pages 12-17. [doi](#)
- THOMPSON, M., HOWARTH, R.J., 1978. A new approach to the estimation of analytical precision. *Journal of Geochemical Exploration*; volume 9, pages 23-30. [doi](#)
- TRÉPANIÉ, S., 2006. Identification de domaines géochimiques à partir des levés régionaux de sédiments de fond de lacs – Phase 2. CONSOREM; projet 2005-03. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; [MB 2006-07](#), 82 pages.
- TRÉPANIÉ, S., 2007. Identification de domaines géochimiques à partir des levés régionaux de sédiments de fond de lacs. CONSOREM, rapport statutaire soumis au gouvernement du Québec; [MB 2023-12](#), 95 pages.
- VEILLETTE, J.J., DYKE, A.S., ROY, M., 1999. Ice-flow evolution of the Labrador Sector of the Laurentide Ice Sheet: a review, with new evidence from northern Quebec. *Quaternary Science Reviews*; volume 18, pages 993-1019. [doi](#)

Levé	Nombre de sites	Nombre de duplicatas	Publication EXAMINE	Feuillets SNRC	Calcul des résiduelles	Calcul des centiles
13529B	1759		DP 2017-09	22M11 à 22M14, 23D03, 23D04, 32P07 à 32P10, 32P15, 32P16, 33A01, 33A02		
2020MI	2050	95	DP 2022-01	32I13, 32J09, 32J16, 32O01, 32P04		
2021EA	2812	159	RP 2023-02	32O07 à 32O10, 32O15, 32O16	oui	oui
2021FR	2091	106	RP 2023-01	32J10, 32J15, 32O02, 32O07		
2022CA	1178	61	RP 2023-05	33B06, 33B10, 33B11		
2022CM	1891	103	RP 2023-04	32P04, 32P05, 32P12, 32P13	oui	oui
2023GO	1514	80	RP 2024-02	32P06, 32P11, 32P14	oui	oui
2024AY	2905	164	RP 2025-02	33A03, 33A04, 33A05, 33A06, 33A11, 33A12	oui	oui
2024MA (présent projet)	1505	86	DP 2025-03	32P10, 32P15, 32P16	oui	oui

Élément	Duplicatas de terrain					Duplicatas de traitement analytique					Erreur relative terrain (calculé, %)
	Erreur relative totale(%)	Imprécision (%)	Tolérance (%)	RSD (%) $\sigma/\mu$	n	Erreur relative analytique (%)	Imprécision (%)	Tolérance (%)	RSD (%) $\sigma/\mu$	n	
Ag	6,4	26	3	17	248	4,4	8	1	6	315	2,0
Al	5,1	26	15	19	248	2,0	6	4	4	322	3,0
As	14,5	18	1	37	149	3,8	3	0	7	212	10,7
Au	-	-	-	216	5	-	-	-	57	3	-
B	-	-	-	21	0	-	-	-	13	1	-
Ba	8,0	46	12	19	248	3,2	17	5	7	323	4,8
Be	-	-	-	24	2	-	-	-	13	4	-
Bi	-	-	-	29	3	-	-	-	9	6	-
Ca	15,4	32	5	28	239	2,0	4	1	3	298	13,4
Cd	12,9	35	10	22	244	6,8	15	4	9	298	6,1
Ce	7,5	21	4	22	248	1,8	4	1	4	325	5,8
Co	26,4	41	10	75	182	2,6	6	2	7	243	23,8
Cr	6,8	35	16	23	175	1,6	8	4	5	230	5,1
Cs	5,7	25	8	18	216	2,7	9	2	7	288	3,0
Cu	5,8	24	3	21	248	1,8	4	1	4	318	4,1
Dy	8,0	32	10	20	144	3,1	9	3	5	200	5,0
Er	-	-	-	24	41	5,1	13	4	7	73	-
Eu	-	-	-	20	1	-	-	-	9	6	-
Fe	16,6	43	11	82	226	2,4	5	1	6	301	14,2
Ga	7,6	41	21	23	248	2,9	10	5	5	321	4,7
Ge	-	-	-	30	0	-	-	-	24	0	-
Hf	-	-	-	-	0	-	-	-	15	0	-
Hg	-	-	-	22	50	12,7	36	13	16	67	-
Ho	-	-	-	24	0	-	-	-	11	1	-
In	-	-	-	14	0	-	-	-	18	0	-
K	-	-	-	40	2	-	-	-	8	11	-
La	7,1	18	3	20	228	1,7	4	1	4	306	5,5
Li	7,9	36	14	40	161	2,4	5	2	5	236	5,6
Lu	-	-	-	33	0	-	-	-	15	0	-
Mg	-	-	-	41	59	3,1	6	2	6	120	-
Mn	13,3	17	2	148	235	2,6	1	0	7	313	10,7
Mo	10,6	42	7	70	248	2,3	5	1	7	325	8,3

**Tableau 2 (suite) - Erreurs relatives et mesures de l'imprécision et de la tolérance pour les échantillons des levés de sédiments de fond de lac Mantouchiche**

Élément	Duplicatas de terrain					Duplicatas de traitement analytique					Erreur relative terrain (calculé, %)
	Erreur relative totale(%)	Imprécision (%)	Tolérance (%)	RSD (%) $\sigma/\mu$	n	Erreur relative analytique (%)	Imprécision (%)	Tolérance (%)	RSD (%) $\sigma/\mu$	n	
Na	15,2	37	8	18	247	2,9	8	2	4	320	12,3
Nb	8,4	43	17	26	244	3,3	11	4	6	314	5,1
Nd	6,1	23	5	21	248	2,0	5	1	4	325	4,1
Ni	6,3	35	7	23	248	2,5	6	1	4	325	3,8
P	7,2	32	16	20	248	1,4	6	3	3	322	5,8
Pb	29,2	34	2	40	248	2,0	4	0	7	322	27,2
Pd	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0	-
Pr	7,7	21	4	20	234	1,7	5	1	4	311	6,1
Pt	-	-	-	31	0	-	-	-	26	1	-
Rb	5,5	33	6	39	243	2,4	4	1	5	306	3,1
Re	-	-	-	265	40	-	-	-	44	53	-
S	64,3	110	22	146	248	1,4	2	0	3	316	62,9
Sb	-	-	-	82	4	-	-	-	23	4	-
Sc	9,9	33	16	23	68	7,2	12	6	7	124	2,7
Se	36,6	60	10	35	183	16,0	40	7	23	244	20,6
Sm	4,9	27	6	20	215	1,7	6	1	4	285	3,2
Sn	-	-	-	32	17	-	-	-	10	59	-
Sr	10,5	42	5	30	248	1,6	7	1	5	322	8,9
Ta	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-
Tb	-	-	-	23	1	-	-	-	10	2	-
Te	-	-	-	84	0	-	-	-	39	7	-
Th	-	-	-	76	30	5,7	24	7	20	73	-
Ti	6,1	32	15	27	214	2,1	6	3	5	290	4,0
Tl	-	-	-	80	40	2,6	10	3	6	87	-
Tm	-	-	-	29	0	-	-	-	19	0	-
U	9,1	16	2	76	167	3,5	1	0	6	214	5,6
V	6,7	33	9	25	156	2,7	7	2	4	216	4,0
W	-	-	-	110	9	-	-	-	76	16	-
Y	7,6	26	7	22	248	1,8	6	1	4	325	5,8
Yb	-	-	-	25	21	-	-	-	8	38	-
Zn	8,3	30	7	23	248	2,2	5	1	4	325	6,1
Zr	-	-	-	109	36	-	-	-	49	44	-

**Tableau 3 - Variables explicatives utilisées pour le calcul des valeurs lithologiques et des résiduelles**

Élément	r <sup>2</sup>	Éléments choisis	Éléments retirés
Ag	0,65	Al, Be Ca, Cr, Cs, Fe, Ga, Hg, Mg, Ni, P, prof.	Ag, Au, Cu, Pb, S, Zn
As	0,48	Al, Be, Bi, Fe, Mn, Re, Sr, Th, Ti, U, V, W	As, Au, S
Co	0,76	Al, Ca, Fe, Mn, Na, Nb, Pr, Rb, Re, Sc, Ti, V	Ag, Au, Co, Cu, Ni, S, Zn
Cu	0,65	Cd, Ce, Cr, Cs, Fe, Hg, Mg, Na, Re, Ti, Yb	Ag, Au, Cu, Mo, Bi, Pb, S, Zn, Ni, EGP
Li	0,90	Al, Bi, Cr, Hg, Mg, Mn, P, Tb, Ti, U, V, W	Be, Cs, Rb, Li, Sn
Mo	0,50	Ba, Be, Cr, Fe, Lu, Ni, Rb, Re, Se, Sm, Ti, V	Au, Cu, Mo, S, W
Ni	0,69	Ba, Ca, Cd, Cr, Cs, Ho, K, Mo, P, Ti, Ti, V	Ag, Au, Co, Cu, Ni, S, EGP, Zn
Zn	0,82	Al, Ba, Cd, Eu, Fe, Ga, Mg, Mn, Nb, Th, Ti, Yb	Ag, Au, Cu, Mo, Pb, S, Zn
ETR	0,84	Al, Be, Co, Cr, Ge, K, P, Se, Th, V, Zn, Zr	ETR (lanthanides), Y

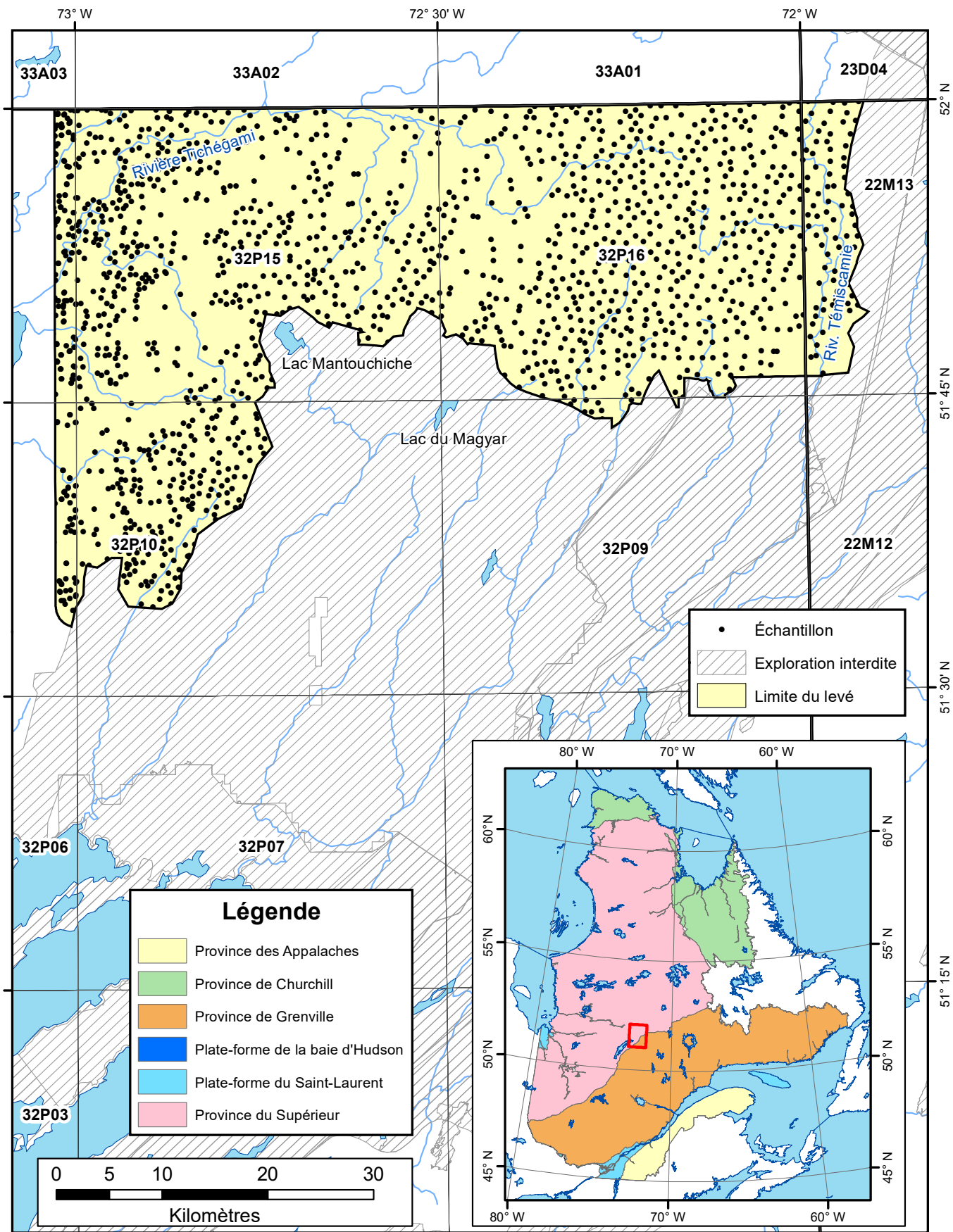


FIGURE 1 – Localisation de la zone d'étude et des échantillons du levé du lac Mantouchiche



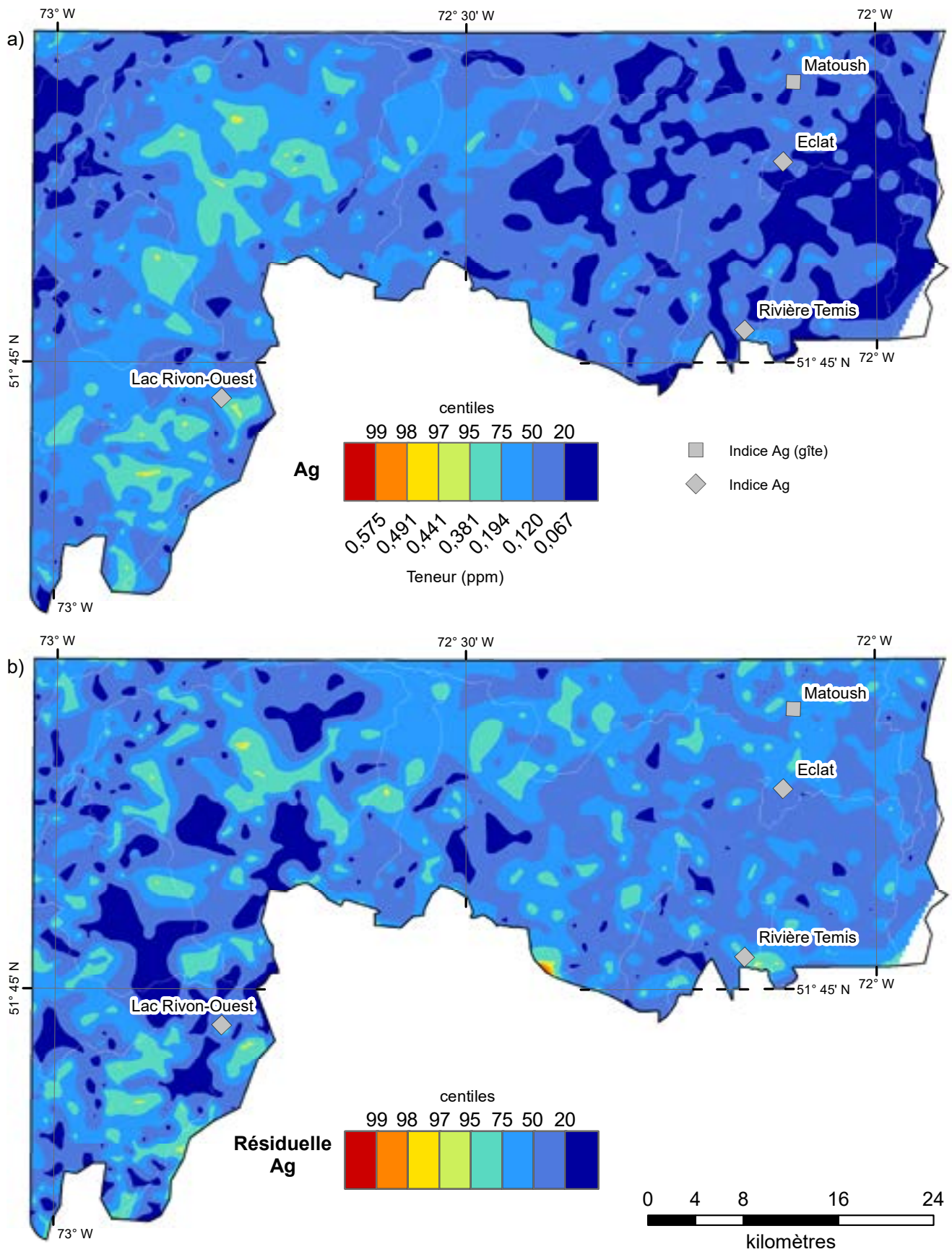


FIGURE 3 – Centiles des valeurs brutes (a) et des résiduelles (b) en argent dans les sédiments de fond de lac du levé du lac Mantouchiche

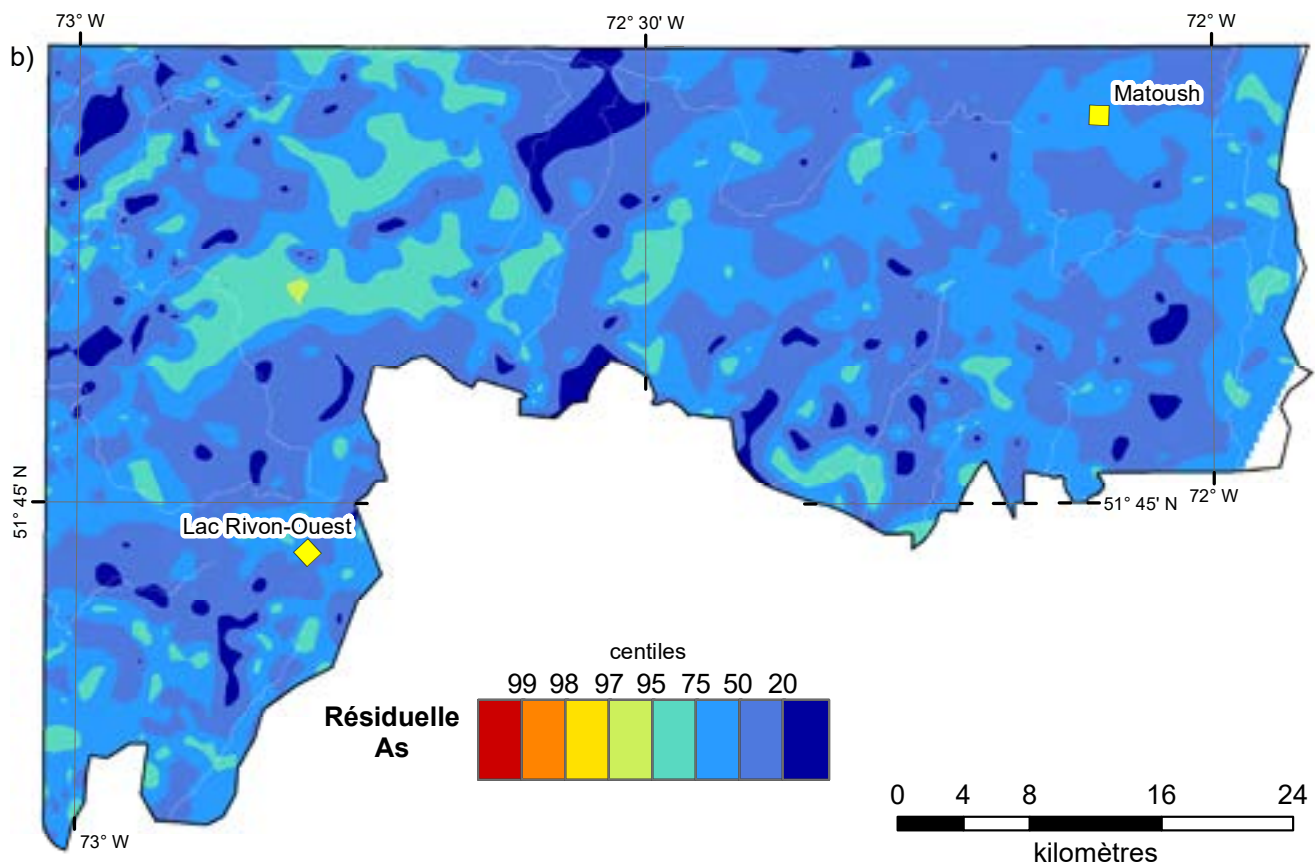
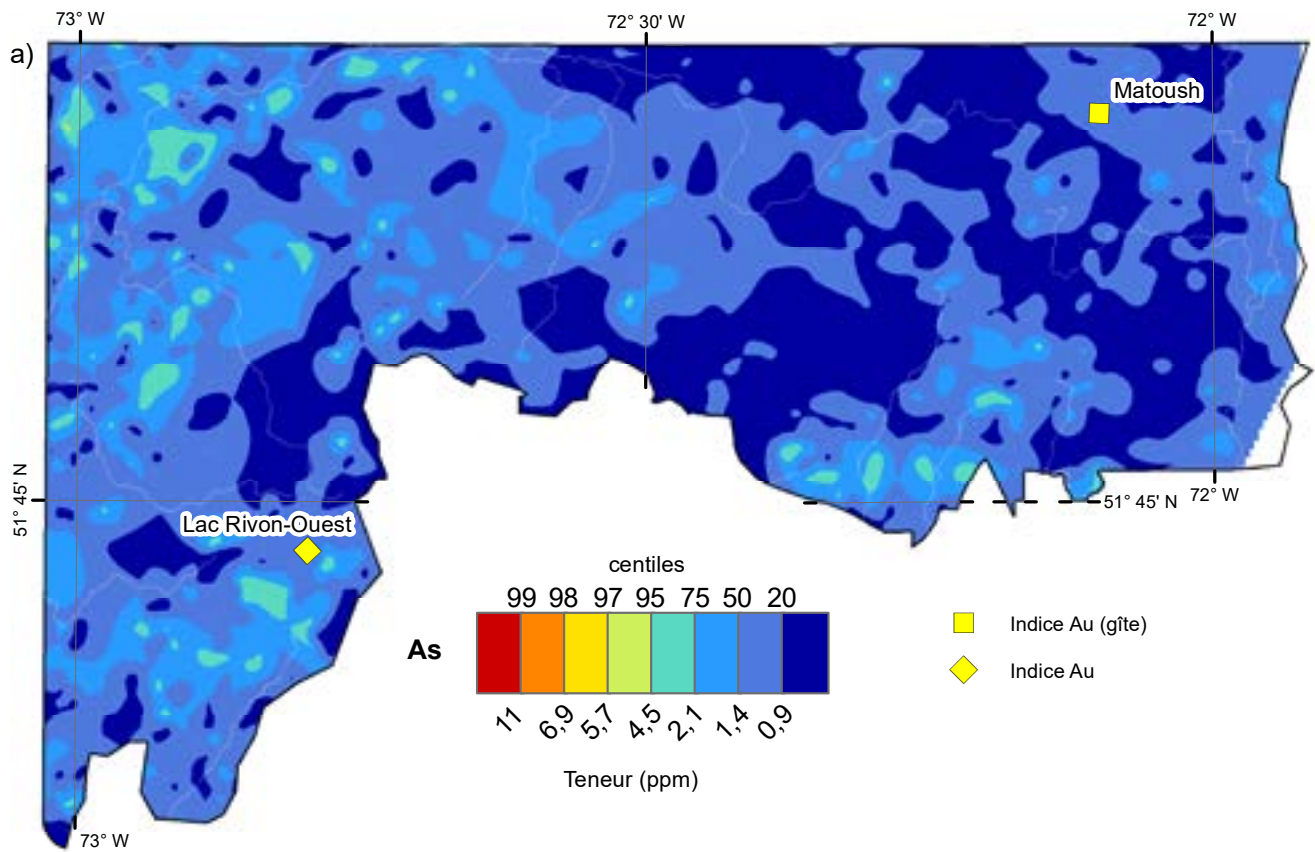


FIGURE 4 – Centiles des valeurs brutes (a) et des résiduelles (b) en arsenic dans les sédiments de fond de lac du levé du lac Mantouchiche.

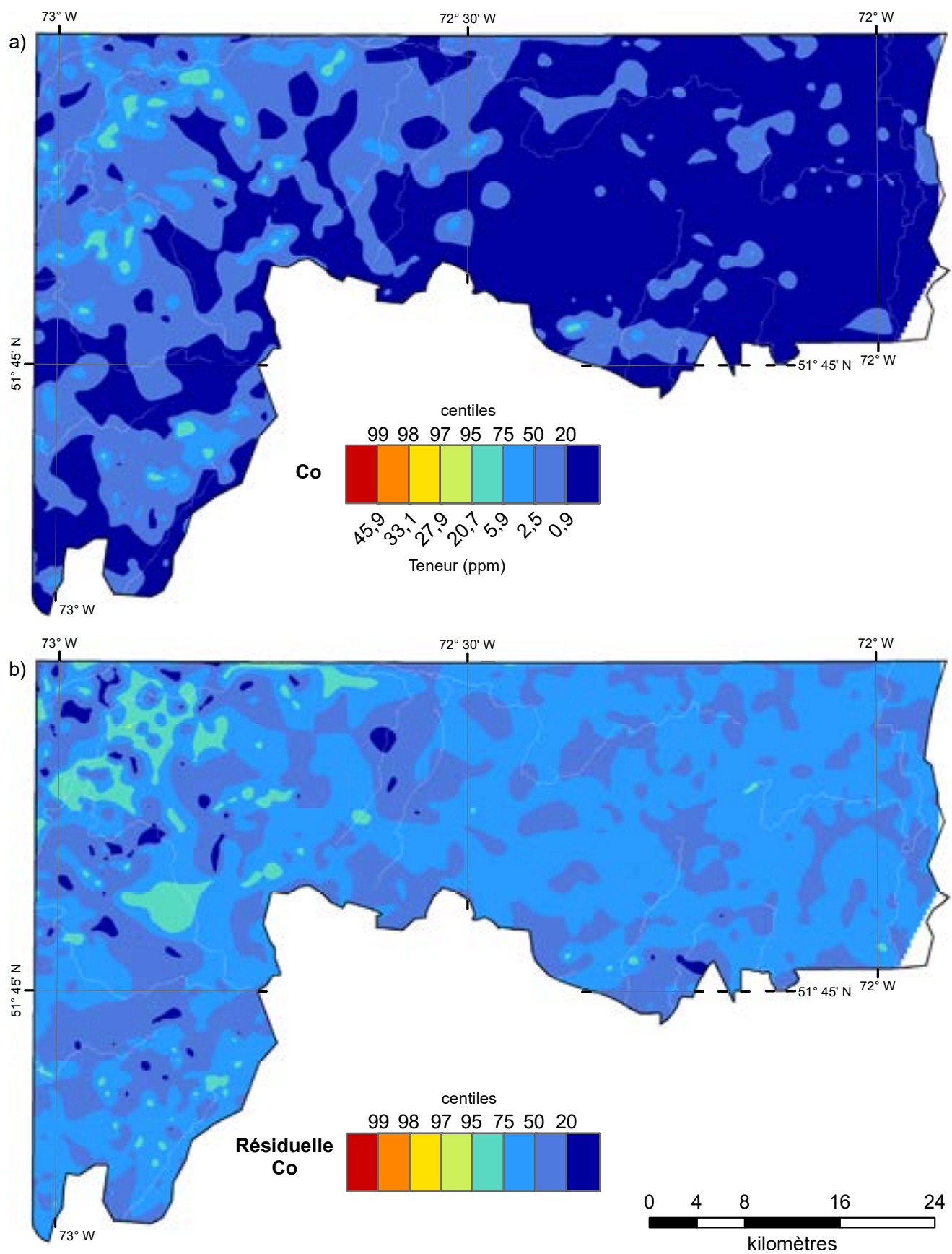


FIGURE 5 – Centiles des valeurs brutes (a) et des résiduelles (b) en cobalt dans les sédiments de fond de lac du levé du lac Mantouchiche.

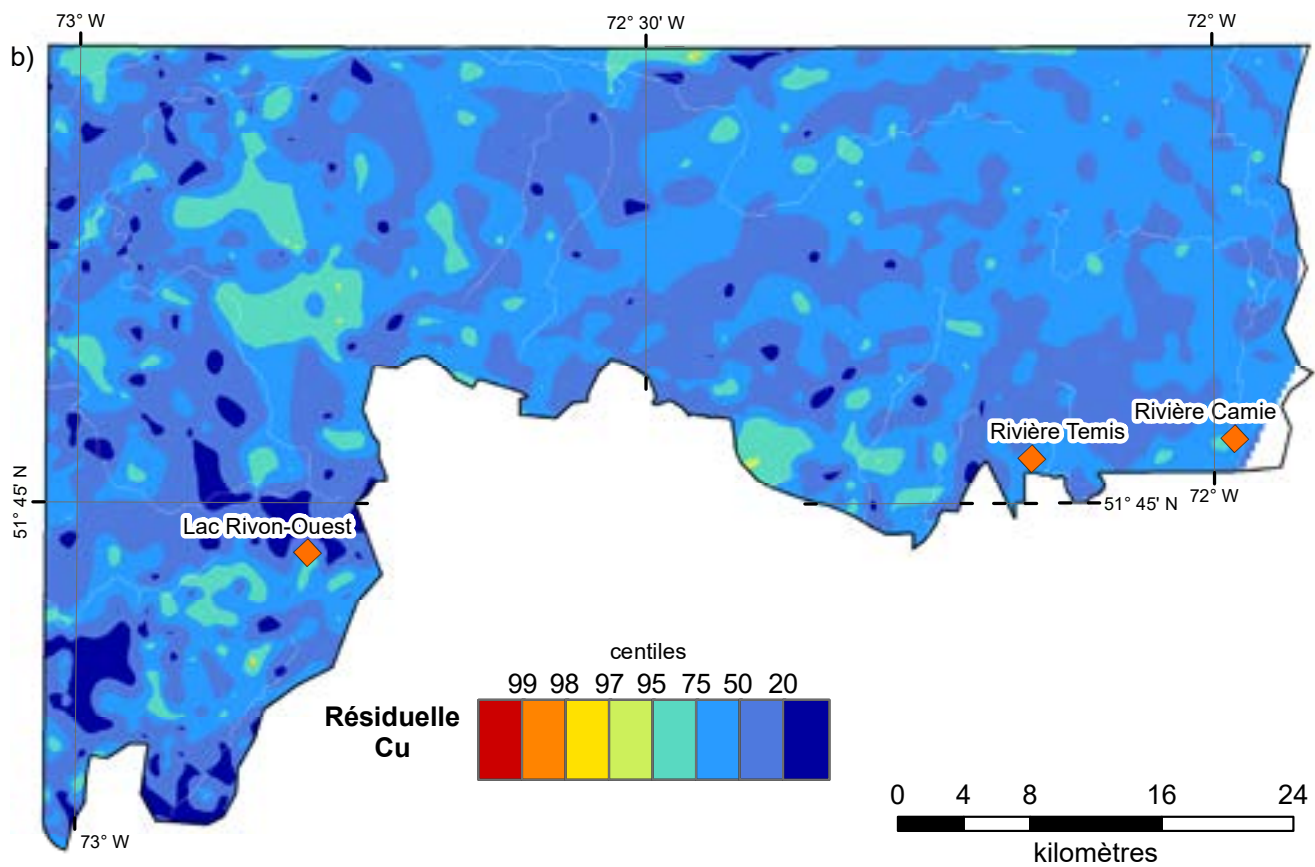
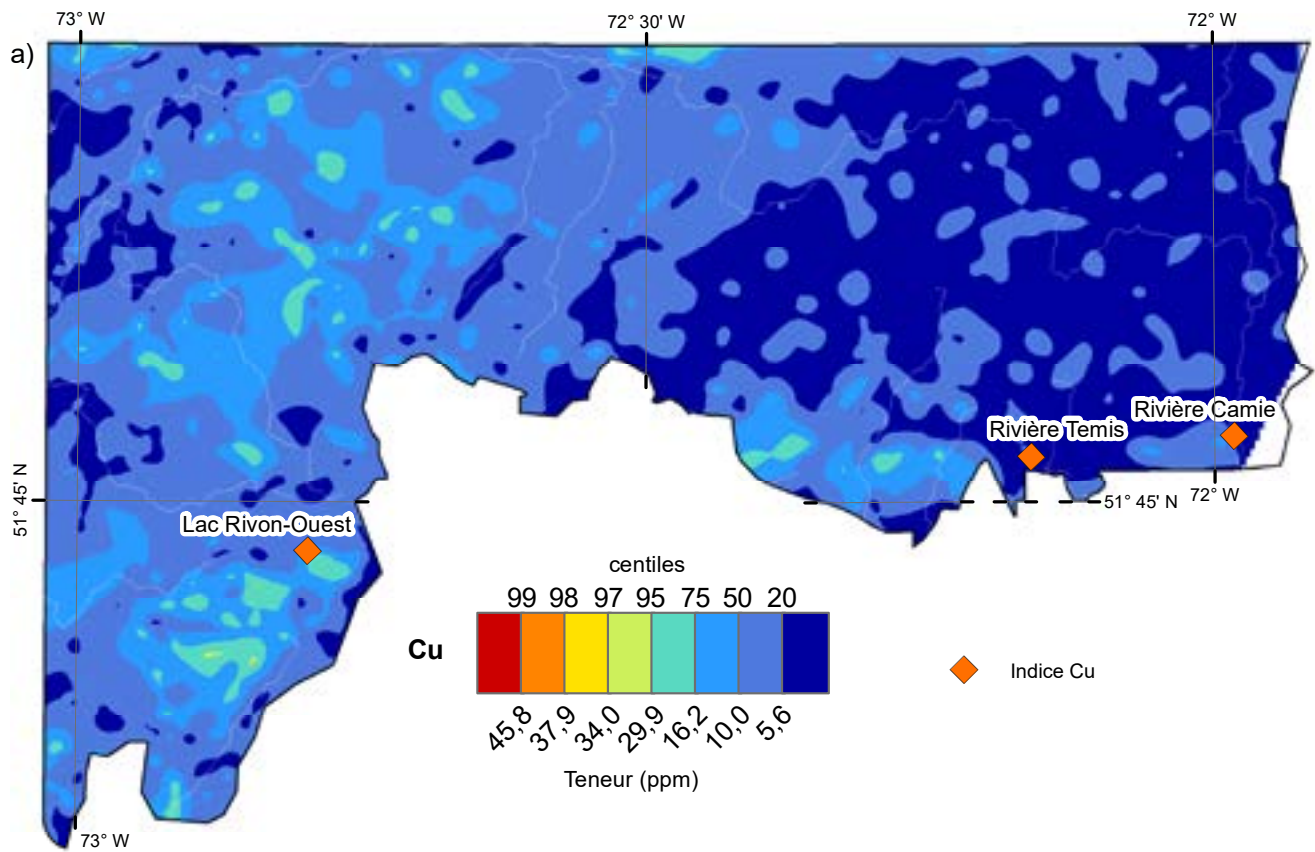


FIGURE 6 – Centiles des valeurs brutes (a) et des résiduelles (b) en cuivre dans les sédiments de fond de lac du levé du lac Mantouchiche.

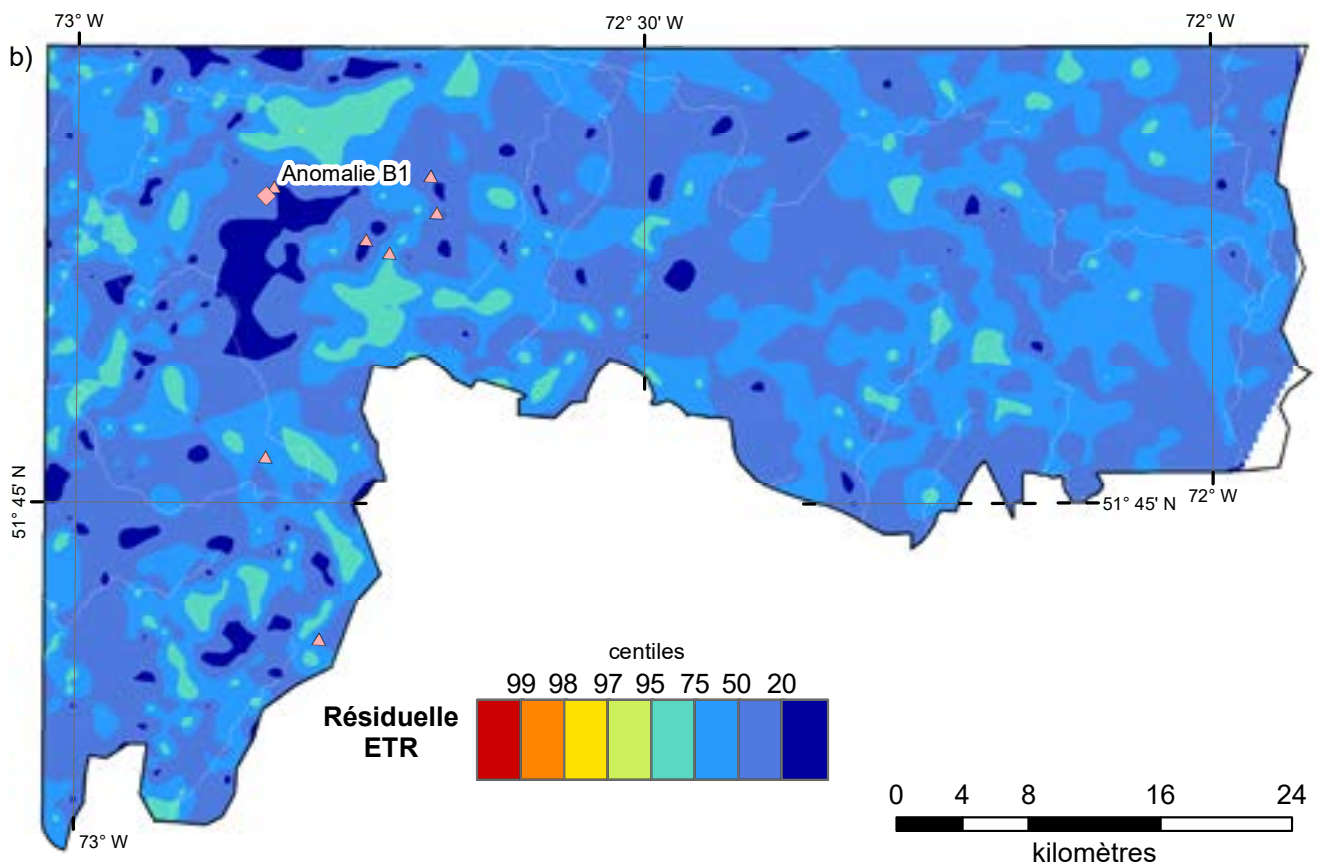
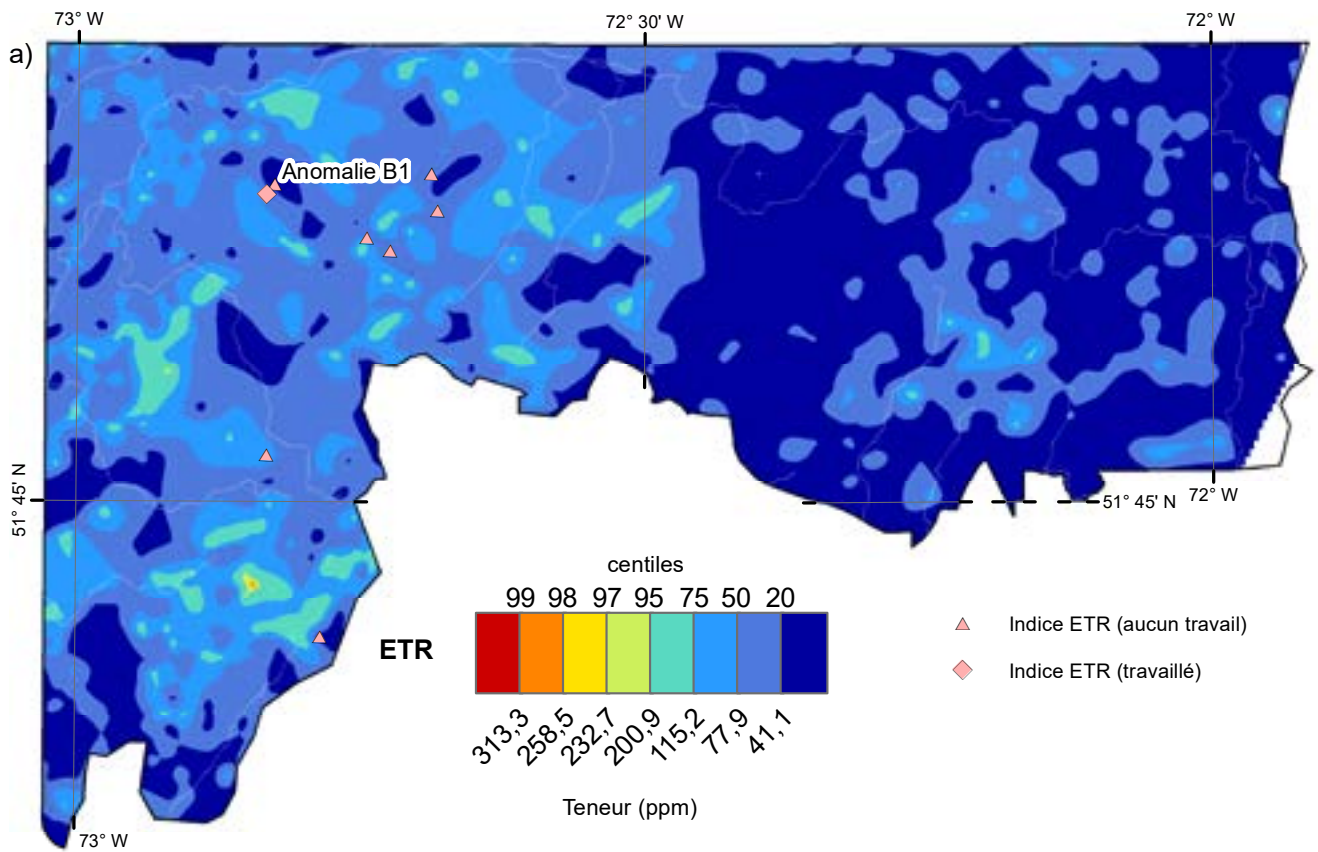


FIGURE 7 – Centiles des valeurs brutes (a) et des résiduelles (b) en ETR dans les sédiments de fond de lac du levé du lac Mantouchiche.



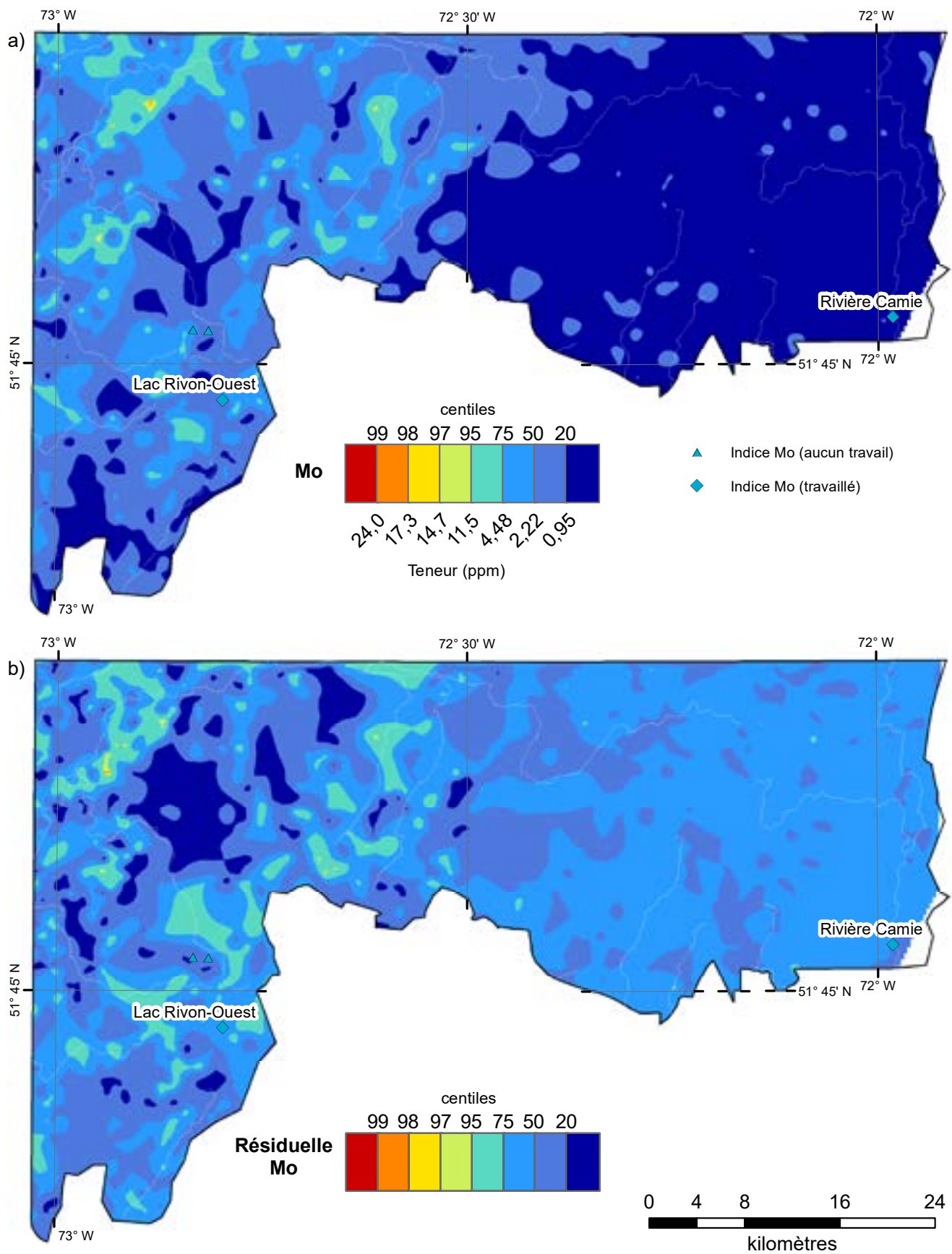


FIGURE 9 – Centiles des valeurs brutes (a) et des résiduelles (b) en molybdène dans les sédiments de fond de lac du levé du lac Mantouchiche.



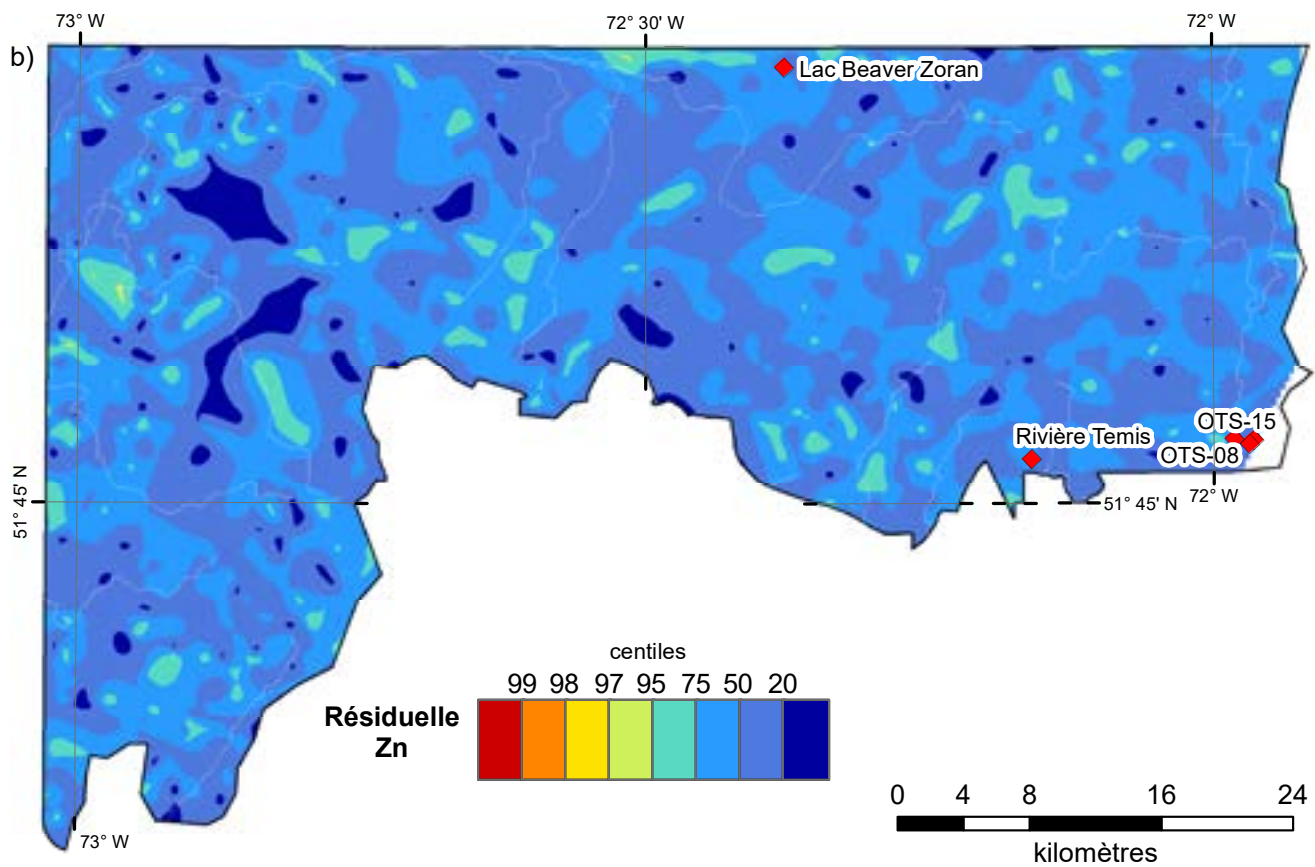
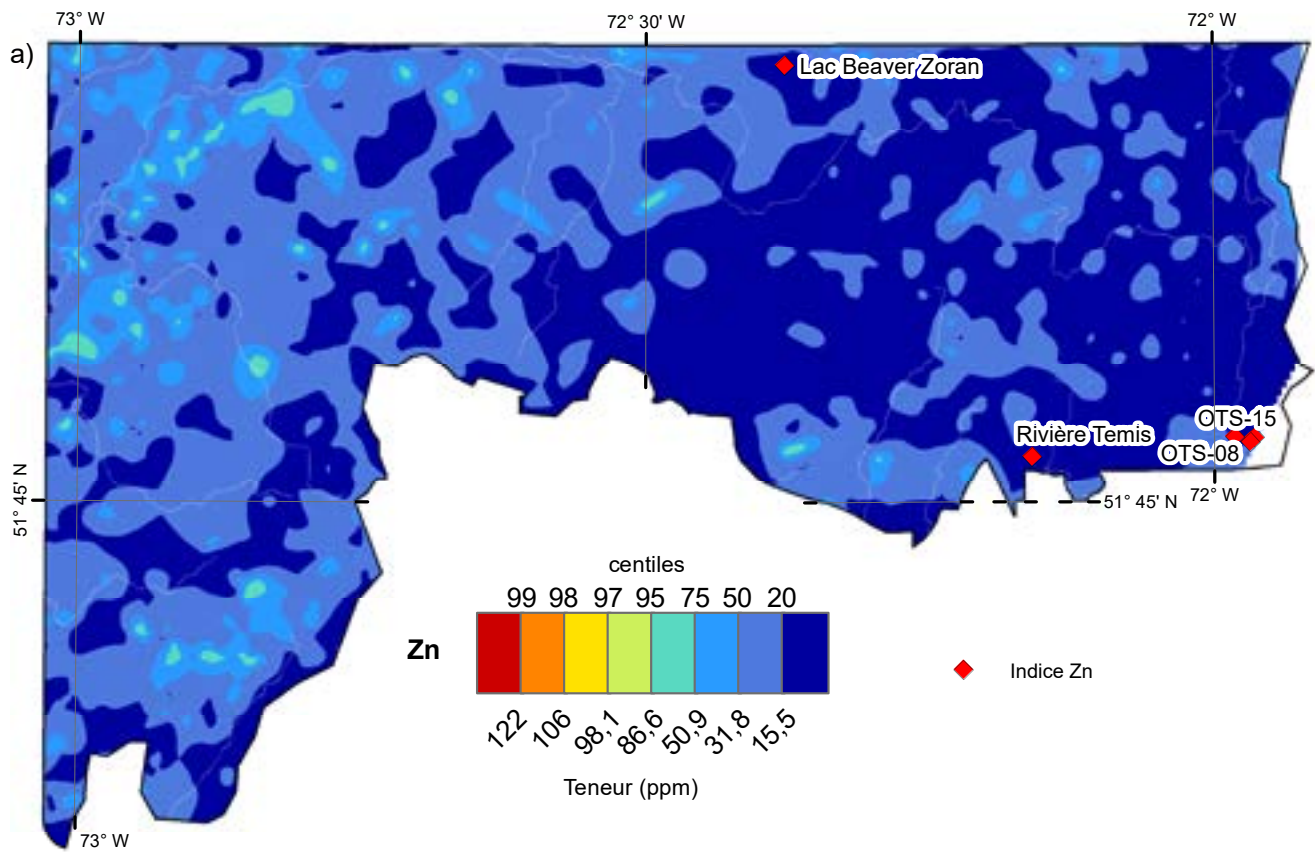


FIGURE 11 – Centiles des valeurs brutes (a) et des résiduelles (b) en zinc dans les sédiments de fond de lac du levé du lac Mantouchiche.

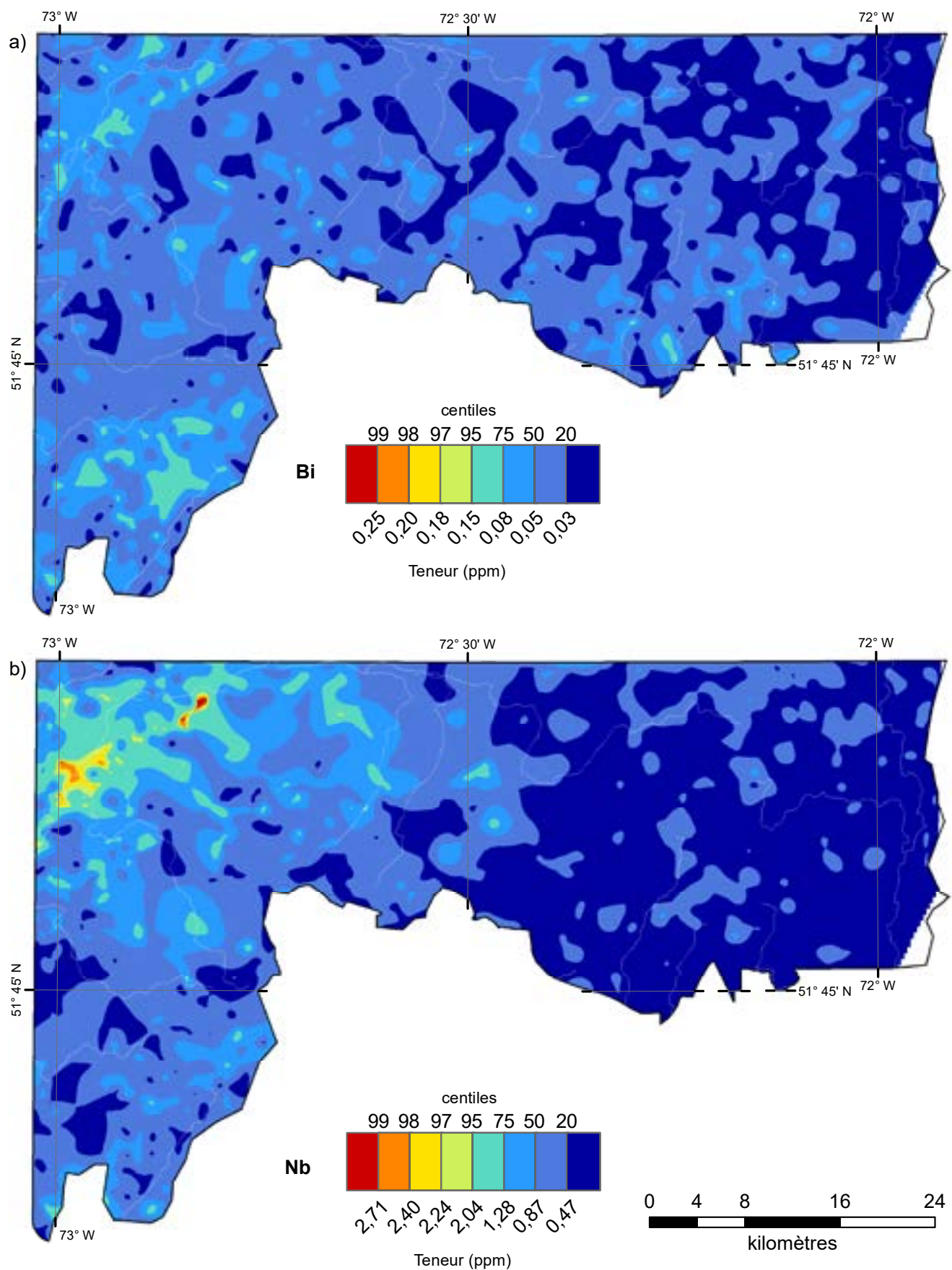


FIGURE 12 – Centiles des valeurs brutes en bismuth (a) et en niobium (b) dans les sédiments de fond de lac du levé du lac Mantouchiche.

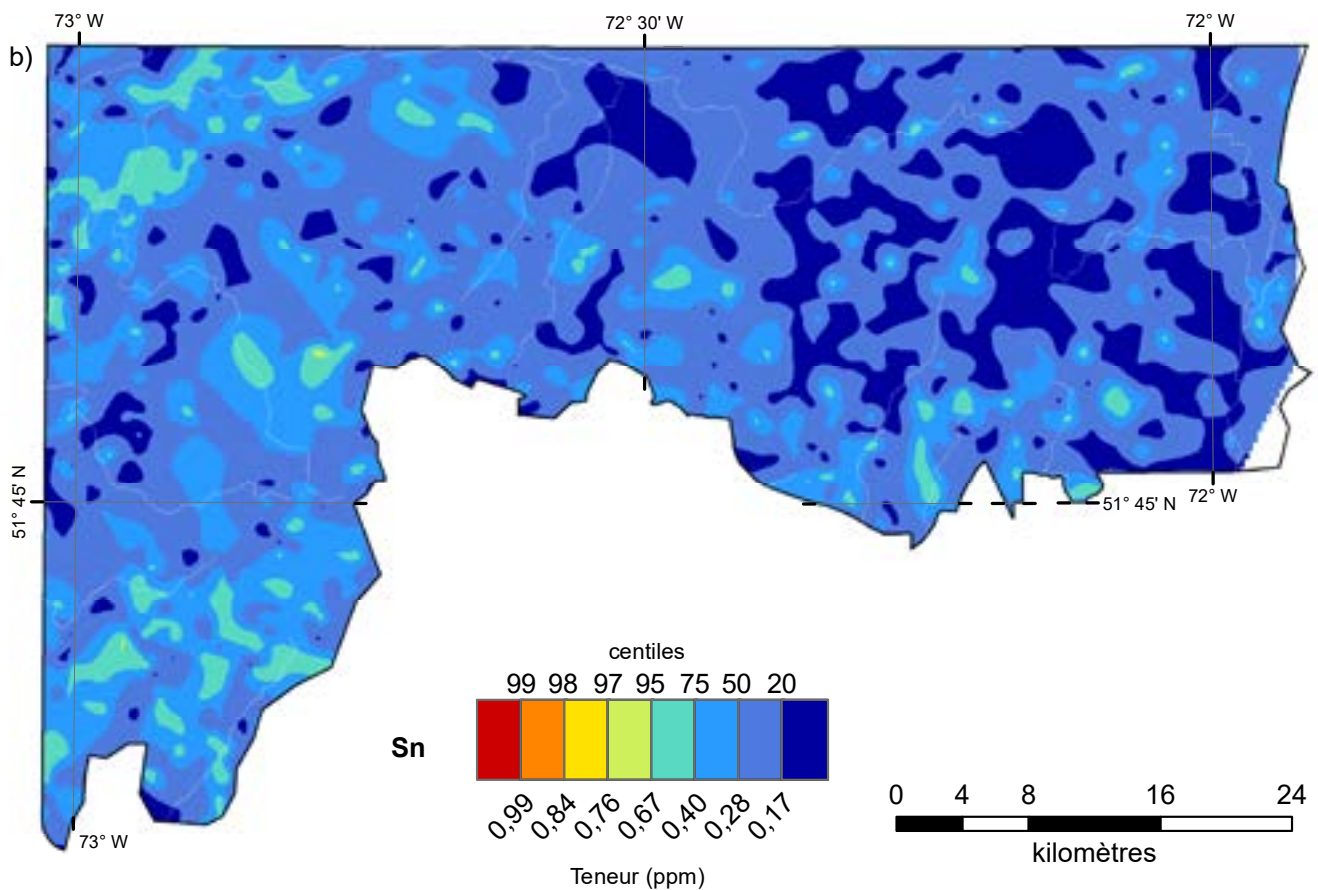
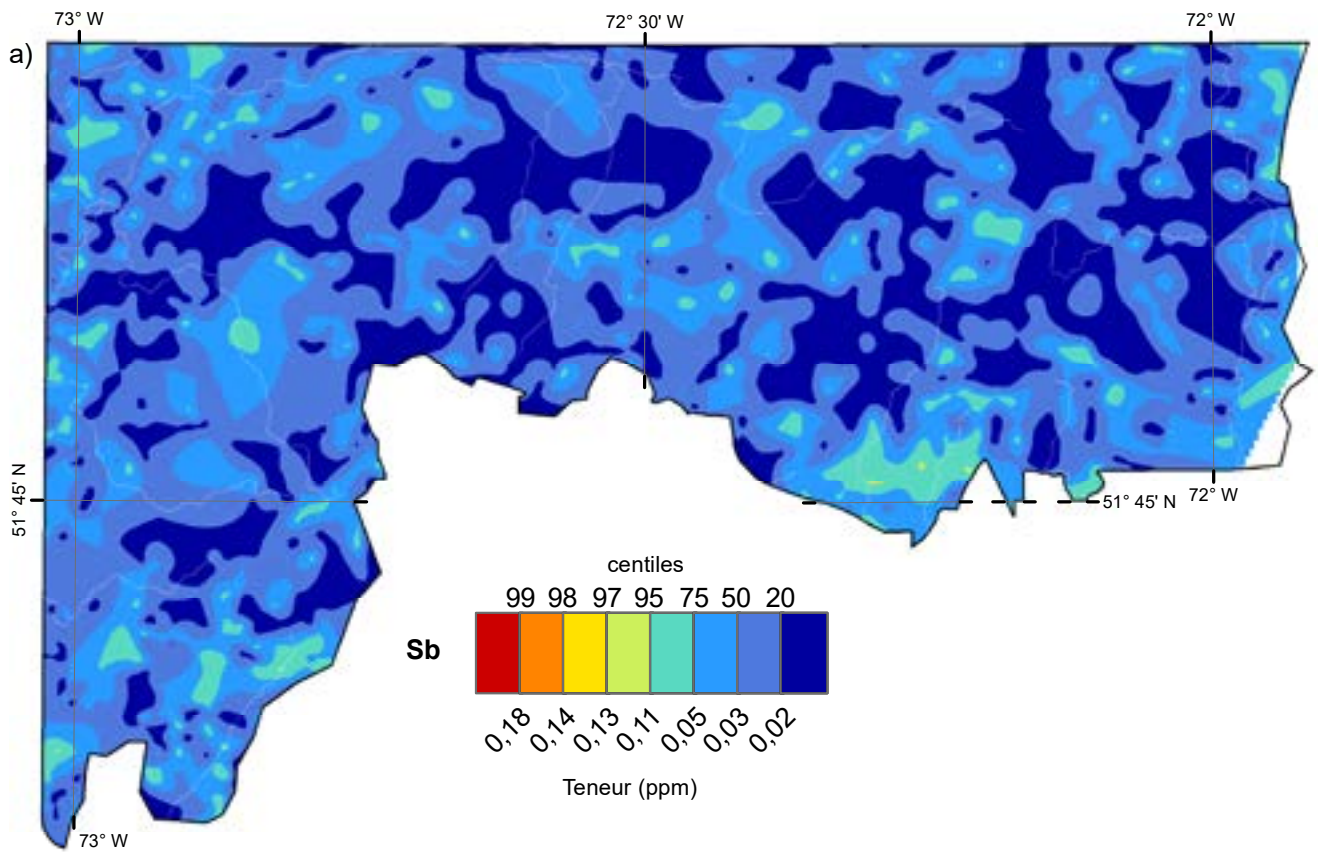


FIGURE 13 – Centiles des valeurs brutes en antimoine (a) et en étain (b) dans les sédiments de fond de lac du levé du lac Mantouchiche.

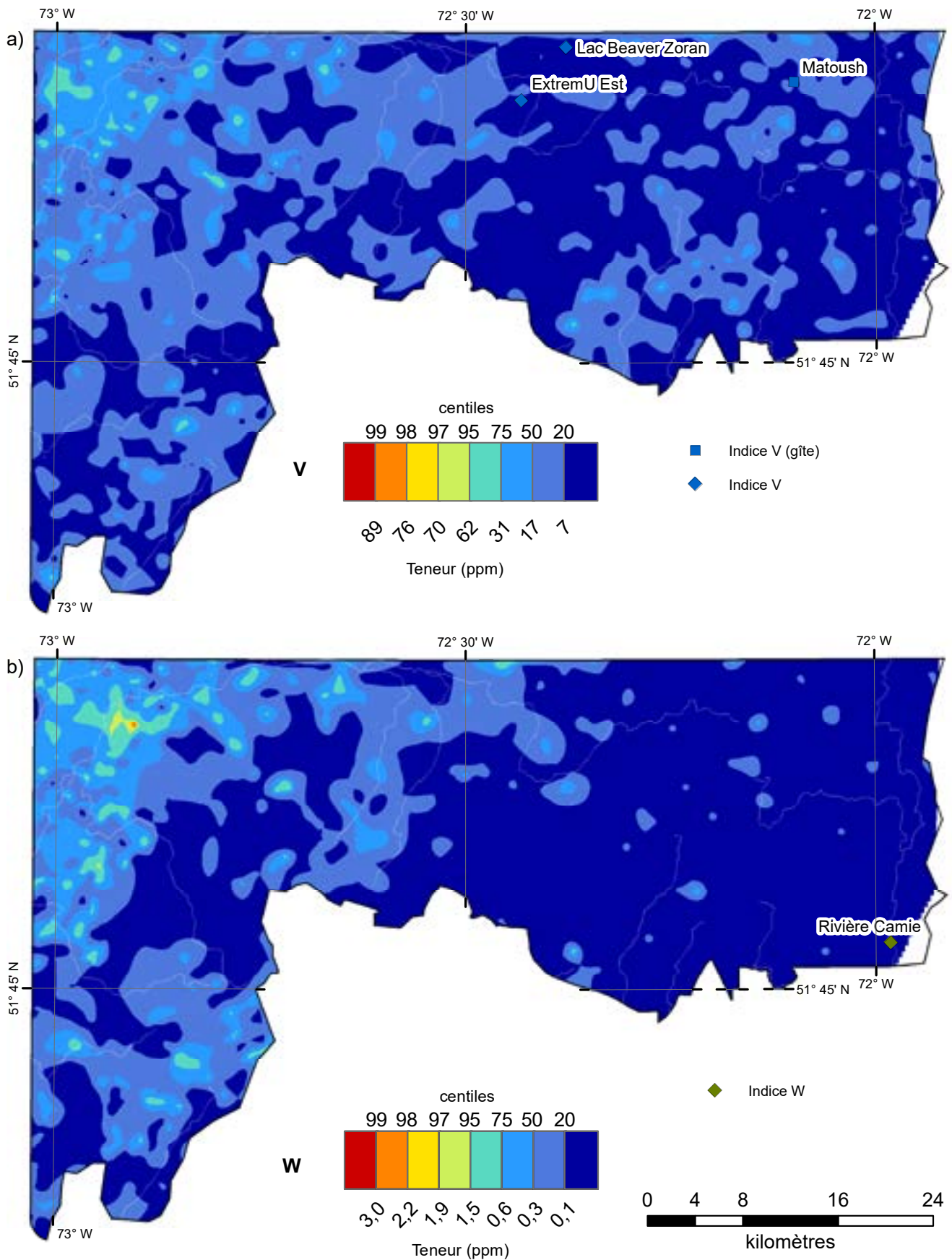


FIGURE 14 – Centiles des valeurs brutes en vanadium (a) et en tungstène (b) dans les sédiments de fond de lac du levé du lac Mantouchiche.

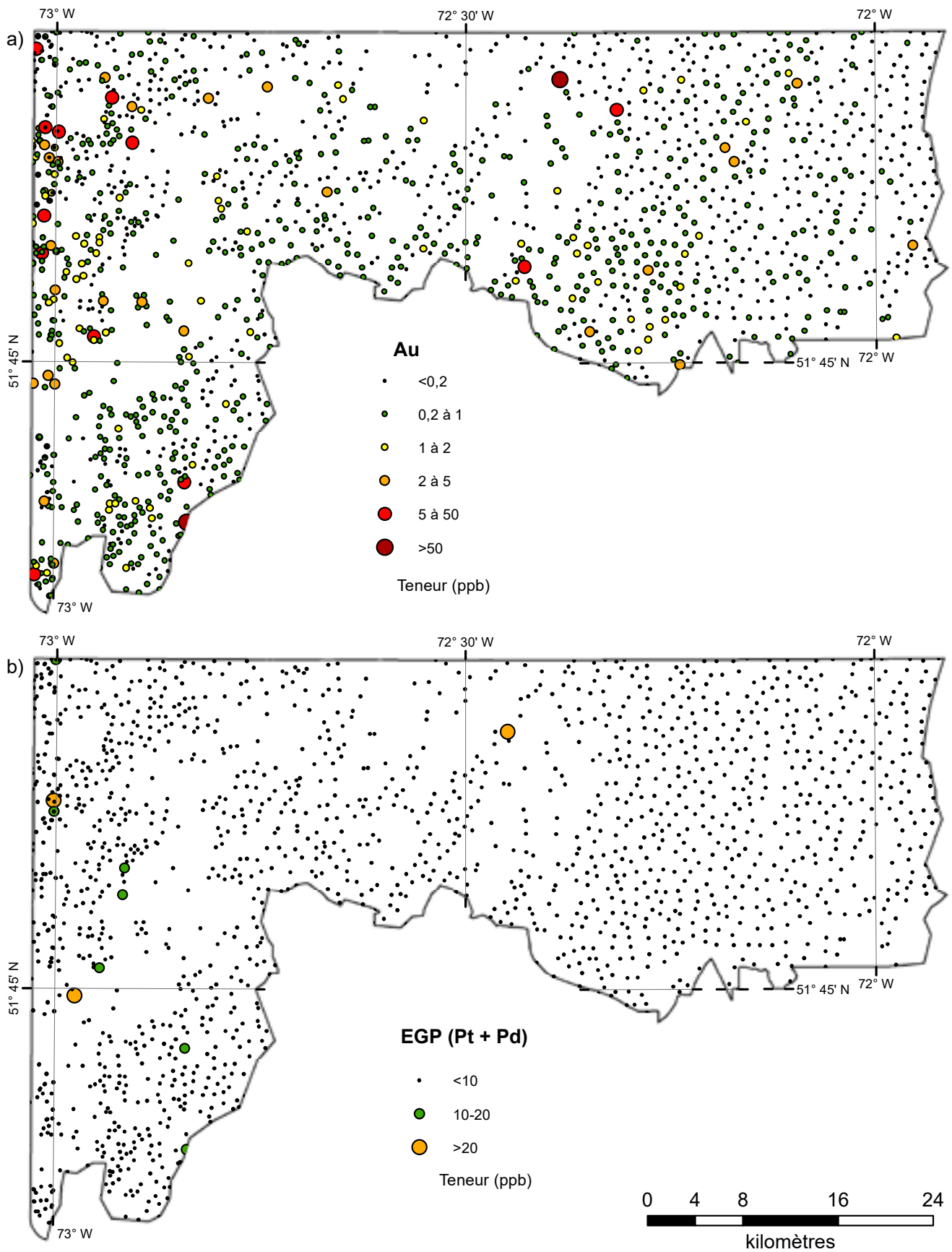


FIGURE 15 – Concentrations en or (a) et en platinoïdes (Pt + Pd; b) dans les sédiments de fond de lac du levé du lac Mantouchiche.

## ANNEXE A

---

### Annexe A : Comparaison avec le levé du secteur Mistassini nord (13529B)

Le présent levé recoupe un levé de plus faible densité effectué en 2013 dans le secteur Mistassini nord (13529B; Solgadi, 2017c; tableau 1). Quatre-vingt-sept sites ont été rééchantillonnés, autant que possible aux mêmes endroits, pour comparer les données de ces deux levés et évaluer la répétitivité du processus d'échantillonnage et d'analyse. Les suites analytiques des deux projets sont très comparables, à l'exception des terres rares et du V qui n'avaient pas été analysés en 2013. Les données proviennent du même laboratoire (Actlabs, ensemble analytique UT-2).

À titre de référence, les facteurs de corrélation de Pearson ( $r$ ) et de Spearman ( $r_s$ ), ainsi que la distribution des différences relatives (médiane, valeurs centiles pour des intervalles de confiance de 50 % et 95 %) sont présentés au tableau A1. La distribution des différences relatives des échantillons est illustrée dans le diagramme en boîte à moustaches de la figure A1. Les comparaisons ont été effectuées entre les données des échantillons analysés en 2024 et les données du projet de 2013.

Certains éléments de ces levés montrent de faibles corrélations (tableau A1). Ces différences sont probablement dues à la méthode d'analyse qui n'est pas optimale pour ces éléments (Au, B, Na, Re, Se, Zr). Ce problème est rencontré dans tous les levés de ce type effectués ces dernières années.

D'autres éléments sont relativement bien corrélés entre les levés, mais on observe des écarts systématiques (Al, As, Ba, Li, Mn, Pb). Dans le cas du Pb, ces écarts sont dus à une mauvaise répétitivité naturelle (voir section « Duplicatas »). Le laboratoire a confirmé que le protocole d'analyse avait été légèrement modifié durant les 10 ans qui séparaient les deux levés, ce qui peut expliquer, du moins partiellement, les différences systématiques (coefficients de corrélation élevés) observées pour plusieurs éléments (Al, As, Ba, Li, Mn).

Certains éléments (Au, B, Be, Bi, K, Mg, Re, Sb, Sc, Sn, Te, Th, Tl, W et Zr) ne sont pas présentés sur le diagramme en boîte à moustaches (figure A1) en raison d'un nombre insuffisant de valeurs valides ( $> 10 \cdot LD$ ).

## ANNEXE A (suite)

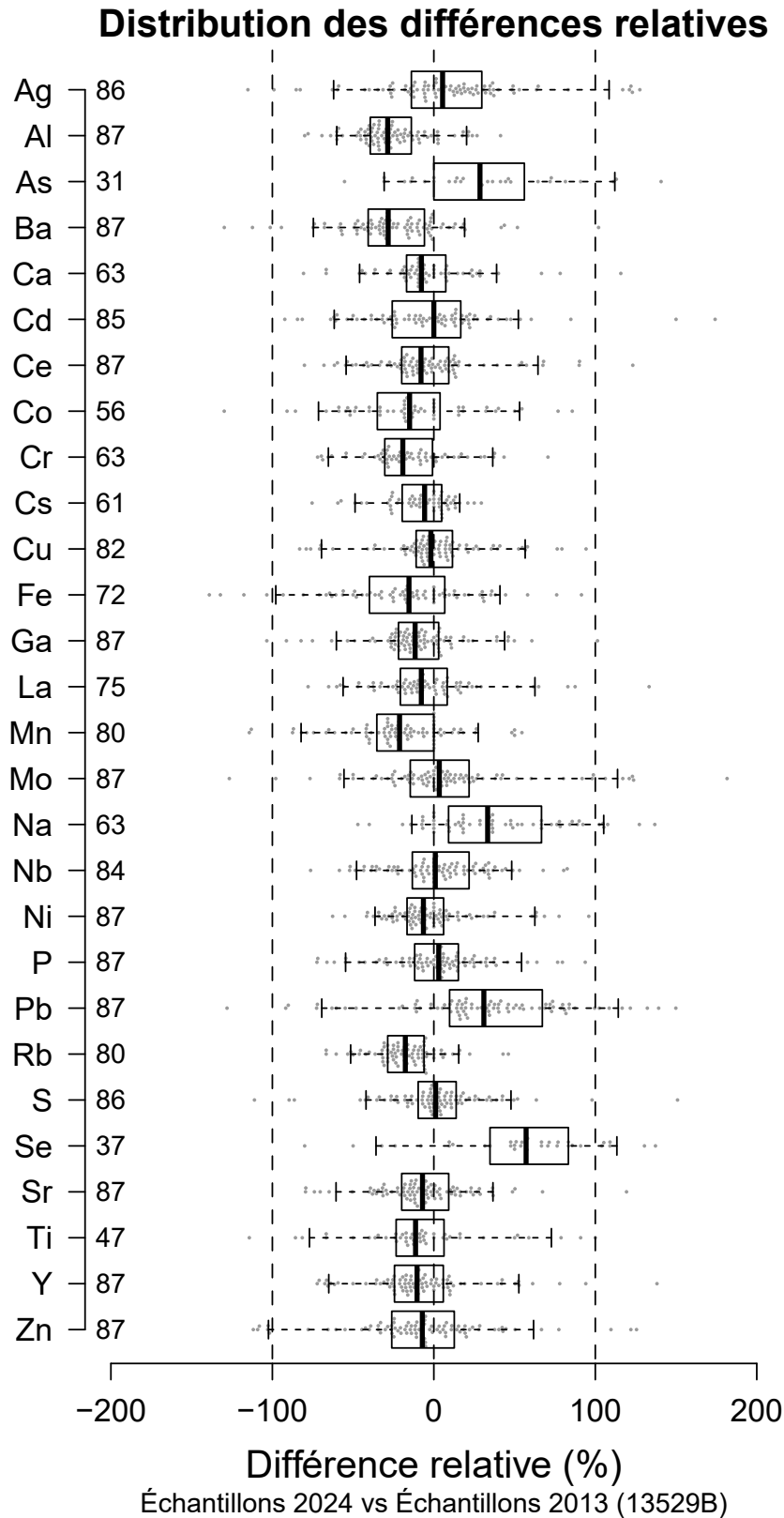


FIGURE A1 – Distribution des différences relatives entre les échantillons de ce levé et les doublons du levé du secteur Mistassini nord (13529B)

## ANNEXE A (suite)

**Tableau A1 - Coefficients de corrélation et répartition des différences relatives entre les échantillons du présent levé et les doublons du levé du secteur Mistassini nord (13529B)**

	Coefficients de corrélation			Distribution des différences relatives (%)							
	Pearson (r)	Spearman (rs)	n	2,5 %	25 %	Médiane	75 %	97,5 %	Moyenne	Écart-type	n (>10LD)
Ag	0,753	0,726	87	-85	-14	5	30	122	8	45	86
Al	0,849	0,861	87	-68	-39	-29	-14	23	-26	23	87
As	0,689	0,721	86	-37	0	29	56	120	32	46	31
Au	-0,161	0,002	30	-	-	-	-	-	-	-	0
B	0,330	0,219	87	-	-	-	-	-	-	-	0
Ba	0,622	0,705	87	-100	-41	-28	-6	43	-25	34	87
Be	0,814	0,705	76	-	-	-	-	-	-	-	0
Bi	0,406	0,656	60	-	-	-	-	-	-	-	1
Ca	0,672	0,710	86	-67	-17	-8	7	72	-4	31	63
Cd	0,654	0,684	86	-80	-26	0	17	82	-2	42	85
Ce	0,754	0,796	86	-61	-20	-8	9	87	-4	34	87
Co	0,839	0,862	86	-67	-29	-11	0	74	-8	35	23
Cr	0,819	0,841	87	-69	-30	-19	-1	40	-16	28	63
Cs	0,869	0,841	86	-58	-20	-6	5	23	-8	21	61
Cu	0,783	0,828	87	-76	-11	-2	12	76	1	33	82
Fe	0,734	0,841	83	-121	-40	-15	7	62	-18	44	72
Ga	0,746	0,827	87	-81	-22	-12	3	49	-10	30	87
Hg	0,738	0,730	87	-83	-5	-2	31	35	-3	39	14
K	0,649	0,701	85	-	-	-	-	-	-	-	0
La	0,759	0,806	87	-61	-21	-8	8	84	-4	34	75
Li	0,764	0,835	86	-68	-34	-26	-18	24	-24	23	32
Mg	0,741	0,795	87	-	-	-	-	-	-	-	0
Mn	0,806	0,862	85	-88	-35	-21	0	50	-21	33	80
Mo	0,731	0,681	87	-74	-15	3	22	123	9	49	87
Na	0,247	0,392	87	-29	9	33	67	117	38	40	63
Nb	0,734	0,779	87	-52	-13	1	22	67	2	30	84
Ni	0,749	0,815	87	-42	-17	-6	6	68	-2	28	87
P	0,818	0,856	87	-66	-12	3	15	75	2	31	87
Pb	0,627	0,676	84	-88	10	31	67	131	30	52	87
Rb	0,827	0,847	87	-61	-29	-18	-6	23	-17	20	80
Re	0,701	0,750	7	-	-	-	-	-	-	-	2
S	0,754	0,735	86	-81	-10	1	14	62	2	34	86
Sb	0,488	0,586	80	-	-	-	-	-	-	-	2
Sc	0,852	0,762	31	-	-	-	-	-	-	-	1
Se	0,558	0,615	83	-53	35	57	83	131	53	48	37
Sn	0,441	0,395	78	-	-	-	-	-	-	-	7
Sr	0,613	0,697	86	-73	-20	-7	9	50	-7	31	87
Te	0,637	0,518	7	-	-	-	-	-	-	-	0
Th	0,715	0,750	5	-	-	-	-	-	-	-	1
Ti	0,709	0,818	85	-85	-23	-11	6	89	-8	42	47
Tl	0,482	0,650	56	-	-	-	-	-	-	-	0
U	0,714	0,785	87	-71	-25	-3	31	88	2	46	28
W	0,751	0,857	12	-	-	-	-	-	-	-	0
Y	0,746	0,827	87	-67	-24	-10	6	75	-7	35	87
Zn	0,470	0,690	87	-107	-26	-7	13	105	-8	45	87
Zr	0,089	0,405	34	-	-	-	-	-	-	-	2

## ANNEXE B

---

### Annexe B : Comparaison avec le levé du lac Gochigami (2023GO)

Le présent levé est également adjacent à un autre levé effectué en 2023 dans le secteur du lac Gochigami (2023GO), plus à l'ouest (Lamarche, 2024; tableau 1). Une bande de superposition d'une largeur de 2 km a été prévue à la frontière des deux levés. Cinquante-neuf doublons ont fait l'objet du même traitement statistique que celui décrit à l'annexe A. Certains éléments (Au, Ge, Sb, Tm, Zr) montrent de faibles coefficients de corrélation (tableau B1) probablement en raison des faibles concentrations, typiquement situées près de la limite de détection, ou encore de la méthode d'analyse mal adaptée (Se, Zr).

Des éléments (As, Co, Fe, Pb) montrent des différences relatives importantes (tableau B1 et figure B1). Ces différences sont attribuées à la variabilité des concentrations dans le milieu naturel. Ce problème est connu pour le Pb, moins pour l'As, mais le Co et le Fe sont des éléments qui performant normalement mieux. Le calcul de l'erreur à l'aide des duplicatas a d'ailleurs relevé le même problème avec le Co pour les levés de 2024 (2024AY et 2024MA; voir tableau 2). Néanmoins, le Co et le Fe présentent des coefficients de Spearman très élevés ( $> 0,875$ ).

Certains éléments (Au, Be, Bi, Er, Eu, Ge, Hg, Ho, K, Lu, Mg, Sb, Sc, Sn, Tb, Th, Tl, Tm, W et Yb) ne sont pas présentés sur le diagramme en boîte à moustaches (figure B1) en raison d'un nombre insuffisant de valeurs valides (valeurs  $> 10*LD$ ).

## ANNEXE B (suite)

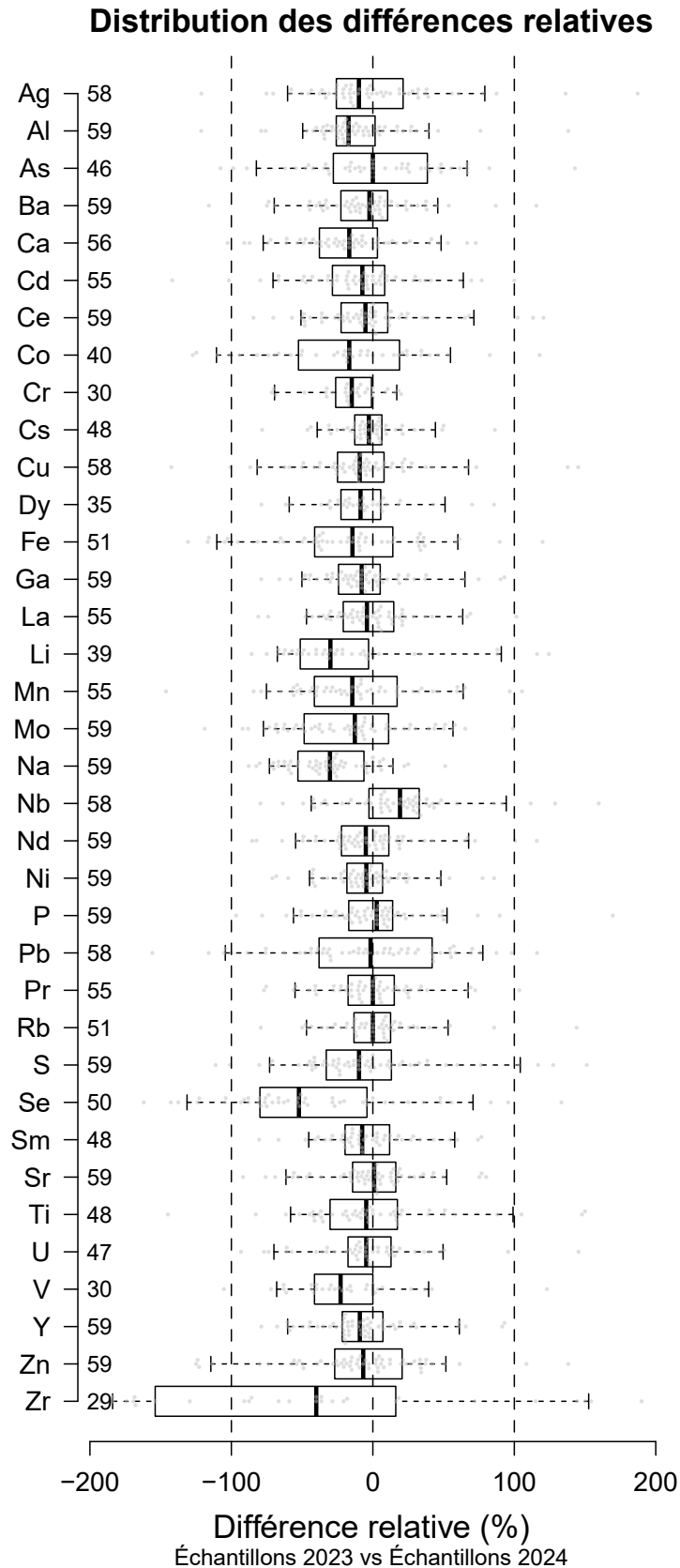


FIGURE B1 – Distribution des différences relatives entre les échantillons de ce levé et les doublons du levé du lac Gochigami (2023GO)

## ANNEXE B (suite)

**Tableau B1 - Coefficients de corrélation et répartition des différences relatives entre les échantillons du présent levé et les doublons du levé du lac Gochigami (2023GO)**

	Coefficients de corrélation			Distribution des différences relatives (%)							
	Pearson (r)	Spearman (rs)	n	2,5 %	25 %	Médiane	75 %	97,5 %	Moyenne	Écart-type	n (>10LD)
Au	-0,076	0,151	32	-	-	-	-	-	-	-	8
Ag	0,755	0,745	59	-73	-26	-10	21	115	-1	49	58
Al	0,852	0,786	59	-78	-26	-17	2	63	-11	36	59
As	0,628	0,631	57	-97	-28	0	39	80	4	49	46
Ba	0,602	0,583	59	-74	-23	-2	10	72	-5	37	59
Bi	0,547	0,514	54	-	-	-	-	-	-	-	1
Ca	0,617	0,592	59	-90	-38	-17	3	62	-16	37	56
Cd	0,754	0,739	59	-94	-29	-7	8	74	-9	41	55
Co	0,559	0,876	58	-125	-53	-17	19	84	-18	55	40
Cr	0,836	0,845	58	-70	-26	-15	-1	19	-17	24	30
Cs	0,792	0,835	59	-46	-13	-3	6	50	-2	26	48
Cu	0,782	0,744	58	-95	-25	-9	8	110	-7	46	58
Er	0,709	0,843	59	-	-	-	-	-	-	-	11
Eu	0,753	0,787	52	-	-	-	-	-	-	-	0
Dy	0,755	0,907	59	-64	-23	-9	6	72	-7	32	35
Fe	0,812	0,917	56	-116	-41	-14	14	83	-18	52	51
Ga	0,815	0,836	58	-62	-24	-8	5	83	-6	33	59
K	0,695	0,530	42	-	-	-	-	-	-	-	0
La	0,752	0,889	59	-65	-21	-4	15	68	-2	33	55
Mg	0,676	0,814	58	-	-	-	-	-	-	-	10
Mn	0,566	0,881	58	-82	-41	-15	17	86	-12	47	55
Mo	0,815	0,856	59	-90	-49	-13	11	62	-15	44	59
Na	0,109	0,184	59	-81	-53	-30	-6	24	-30	29	59
Ni	0,834	0,871	59	-64	-18	-5	7	67	-5	29	59
P	0,670	0,738	58	-71	-17	3	14	83	1	40	59
Pb	0,323	0,368	57	-111	-38	-2	42	94	-4	57	58
S	0,782	0,835	58	-92	-33	-10	13	123	-4	50	59
Sb	0,291	0,296	52	-	-	-	-	-	-	-	3
Sc	0,638	0,602	55	-	-	-	-	-	-	-	11
Se	0,370	0,328	57	-142	-80	-52	-4	93	-41	63	50
Sr	0,626	0,650	59	-73	-14	1	16	76	-1	35	59
Th	0,429	0,471	44	-	-	-	-	-	-	-	19
Ti	0,794	0,768	59	-79	-30	-5	17	140	1	52	48
Tl	0,408	0,779	41	-	-	-	-	-	-	-	4
Tm	0,380	0,514	15	-	-	-	-	-	-	-	0
U	0,905	0,923	58	-76	-18	-5	13	89	-4	41	47
W	0,749	0,792	45	-	-	-	-	-	-	-	6
V	0,838	0,850	56	-81	-41	-23	0	64	-19	42	30
Zn	0,747	0,754	58	-123	-27	-7	21	87	-9	49	59
Be	0,743	0,782	39	-	-	-	-	-	-	-	0
Ce	0,718	0,851	59	-64	-22	-5	11	108	-3	39	59
Ge	0,254	0,629	25	-	-	-	-	-	-	-	0
Li	0,808	0,849	58	-76	-51	-30	-3	117	-17	50	39
Nb	0,773	0,778	59	-58	-3	19	33	122	17	43	58
Nd	0,742	0,881	59	-74	-22	-5	11	88	-3	38	59
Rb	0,841	0,819	58	-49	-13	0	13	78	2	35	51
Re	0,334	0,444	54	-113	-75	2	80	130	1	87	14
Sn	0,563	0,573	56	-	-	-	-	-	-	-	8
Sm	0,837	0,892	58	-63	-20	-8	12	72	-3	32	48
Tb	0,606	0,792	48	-	-	-	-	-	-	-	0
Y	0,835	0,882	58	-64	-22	-9	7	80	-8	35	59
Yb	0,840	0,862	57	-	-	-	-	-	-	-	4
Zr	0,015	0,183	54	-186	-154	-40	16	165	-44	114	29
Pr	0,831	0,884	58	-69	-17	0	15	71	-1	34	55
Hg	0,504	0,577	57	-	-	-	-	-	-	-	4
Ho	0,741	0,755	45	-	-	-	-	-	-	-	0

