

# RP 2024-03

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

Documents complémentaires

*Additional Files*



Licence



Licence

Cette première page a été ajoutée au document et ne fait pas partie du rapport tel que soumis par les auteurs.

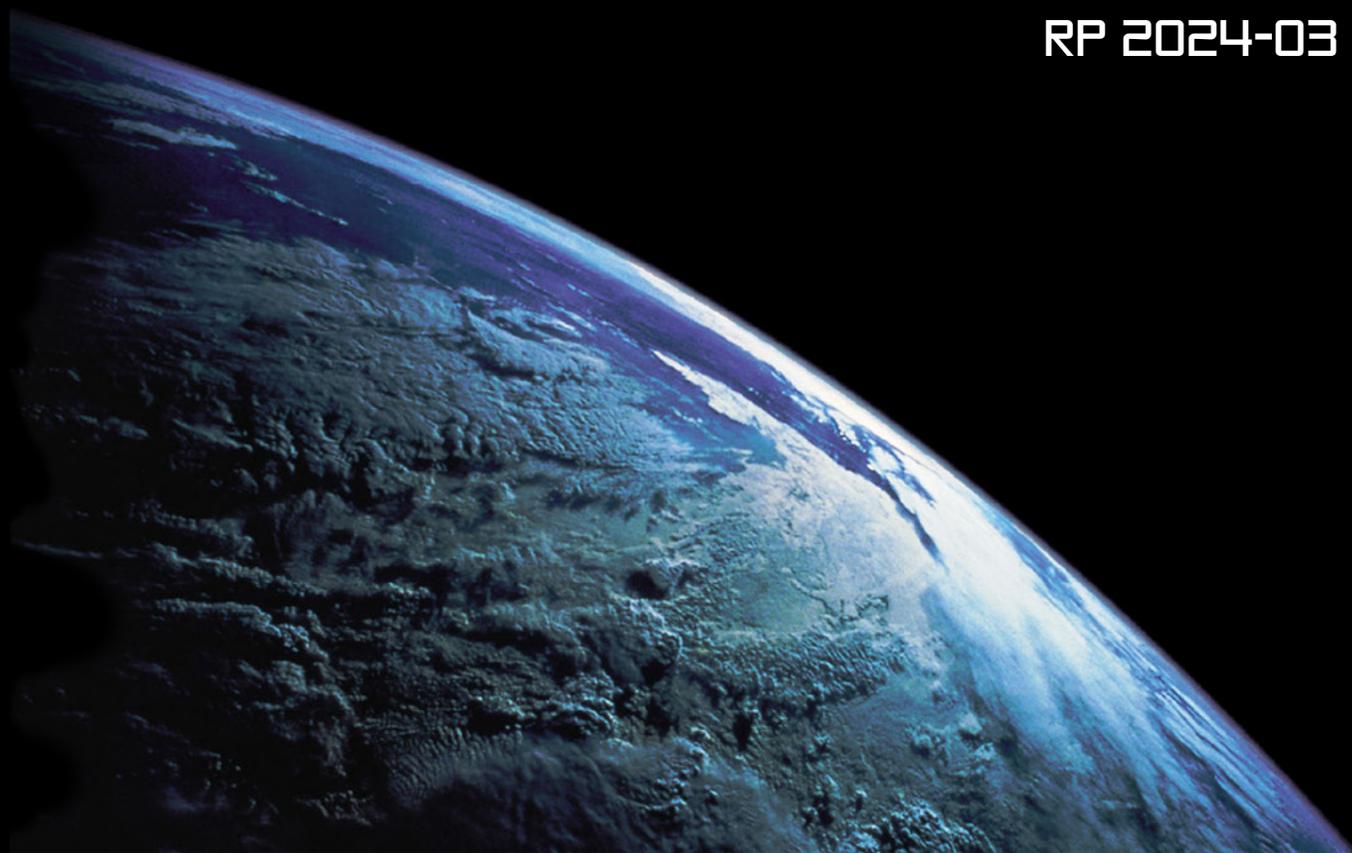
Ressources naturelles  
et Forêts

Québec 



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

RP 2024-03



Olivier Lamarche

Québec 

DOCUMENT PUBLIÉ PAR LA DIRECTION GÉNÉRALE DE GÉOLOGIE QUÉBEC

**Direction générale**

Marc Leblanc

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

Andrea Amortegui

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

Patrice Roy

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

Robert Thériault

**Lecture critique**

Hugo Dubé-Loubert, géo.

**Auteur**

Olivier Lamarche, géo.

**Édition**

Claude Dion, ing.

**Graphisme**

André Tremblay

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

Olivier Lamarche

RP 2024-03

## TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.....	5
CONTEXTE GÉOLOGIQUE.....	5
MÉTHODE DE TRAVAIL.....	5
CONTRÔLE DE QUALITÉ .....	6
Duplicatas.....	6
TRAITEMENT DES DONNÉES ET RÉSULTATS .....	6
Interpolation des valeurs brutes .....	7
Régression spatiale multiple.....	7
Autres éléments .....	8
INTERPRÉTATION ET ZONES FAVORABLES.....	8
Arsenic .....	8
Or .....	8
Éléments de terres rares.....	8
Niobium.....	8
Molybdène.....	8
Anomalie multiélémentaire .....	9
RÉFÉRENCES .....	9
ANNEXE A - Coefficients de corrélation et répartition des différences relatives entre les échantillons du présent levé et les doublons historiques du levé de la SDBJ effectué en 1976 (réanalyses de 2010).....	30
Graphique de la distribution des différences relatives entre les échantillons du présent levé et les doublons historiques du levé de la SDBJ effectué en 1976 (réanalyses de 2010) .....	31
ANNEXE B - Coefficients de corrélation et répartition des différences relatives entre les échantillons du présent levé et les doublons historiques du levé de 2013 (Mistassini nord, 13529B; Solgadi, 2017c).....	32
Graphique de la distribution des différences relatives entre les échantillons de ce levé et les doublons historiques du levé de 2013 (Mistassini nord, 13529B; Solgadi, 2017c) .....	33
ANNEXE C - Coefficients de corrélation et répartition des différences relatives entre les échantillons du présent levé et les doublons historiques du levé de 2022 (lac Comeau, 2022CM Lamarche, 2023c).....	34
Graphique de la distribution des différences relatives entre les échantillons de ce levé et les doublons historiques du levé de 2022 (lac Comeau, 2022CM Lamarche, 2023c).....	35

## INTRODUCTION

---

Le ministère des Ressources naturelles et des Forêts a réalisé à l'été 2023 un levé géochimique de sédiments de fond de lac de haute densité dans le secteur du lac Gochigami dans la région d'Eeyou Istchee Baie-James (feuillettes SNRC 32P06, 32P11 et 32P14; figure 1). Ce levé d'une superficie d'environ 2225 km<sup>2</sup> a été exécuté par la firme Geo Data Solutions GDS entre le 21 août et le 1<sup>er</sup> septembre 2023. Il a permis la collecte d'échantillons sur 1514 sites (tableau 1), dont 80 ont été dupliqués afin de tester la précision des méthodes d'échantillonnage et d'analyse. En comptant ces doublons, un total de 1594 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 (Chown, 1971; Chown et Caty, 1973). Les travaux de cartographie récents effectués à l'ouest (Bandyayera *et al.*, 2023) ainsi que les cartes aéromagnétiques suggèrent toutefois que la géologie 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). La Sous-Province d'Opatica est caractérisée par les roches granitiques et métamorphiques du Complexe d'Épervanche (gneiss variés, granodiorite, granite, migmatite, etc.) et par des ensembles de roches archéennes encore très peu connues (apparemment des roches intrusives felsiques métamorphisées). Ce secteur comprend également de grandes zones allongées identifiées comme des amphibolites du Groupe de Tichégami (Atg). Dans la portion nord du secteur, les roches de la Sous-Province de La Grande sont composées de migmatites parsemées d'unités d'amphibolite dérivée probablement de basaltes ou de roches ultramafiques (Chown, 1971).

La position du contact entre les deux sous-provinces semble plutôt arbitraire et nécessiterait d'être validée par des données structurales, d'autant plus qu'aucune zone de cisaillement n'y a été identifiée jusqu'à maintenant. Le sud du secteur comprend aussi une faible superficie couverte

par les dolomies (pPal) et les roches sédimentaires détritiques d'âge paléoprotérozoïque (pPcn et pPpw) du Bassin de Mistassini.

Aucun indice minéralisé n'est recensé à ce jour dans le secteur d'intérêt. Un levé géologique à l'échelle 1/50 000 est cependant sur le point d'être réalisé dans le secteur d'étude par les géologues du MRNF (été 2024).

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 les résultats 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 au maximum glaciaire que lors de la déglaciation (Veillette *et al.*, 1999; Daubois et Lamarche, 2020).

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, 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 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 de 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 2023 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/I1102\\_aLaCarte?l=F](http://sigeom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/I1102_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 : 2023GO ». 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.

### Duplicatas

Les *duplicatas de terrain* (sonde envoyée une seconde fois sur le même site d'échantillonnage) représentent 5 % des analyses effectuées. Les 239 duplicatas (80 du présent projet et 159 du levé 2023RC, Lamarche, 2024; tableau 1) ainsi obtenus ont servi à mesurer l'erreur relative médiane associée au processus complet d'échantillonnage et d'analyse. Tous ces duplicatas ont été prélevés de la même façon et ont été analysés par le même laboratoire en employant la même suite analytique. Une version légèrement modifiée (Rafini, 2015) de la méthode de Thompson et Howarth (1978) a été utilisée. Les doublons présentant une concentration moyenne inférieure à 10 fois la limite de détection (> 10\*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* (2 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 du traitement statistique (Thompson et Howarth, 1978) dans la colonne « Erreur relative analytique » pour les échantillons de 2023.

La colonne « Erreur relative terrain » correspond à la différence entre l'erreur totale et l'erreur analytique et correspond à la variabilité naturelle pour l'élément en question (tableau 2).

Le nombre minimal de 64 doublons valides (> 10\*LD; Thompson et Howarth, 1978; Rafini, 2015) requis pour appliquer la méthode et ainsi évaluer l'erreur relative n'a pas été atteint pour 24 éléments (incluant Au, Bi, Pd, Pt, Sb, Sn, W).

Un test R&R (répétabilité et reproductibilité) 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 de 2020 à 2023; voir tableau 1). 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.

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

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

Ces observations indiquent que l'erreur relative totale se situe typiquement sous les 15 % (tableau 2). Quelques éléments (As, Cd, S et Se) ont une erreur comprise entre 15 et 25 %. Des éléments (Pb, Re et Zr) ont produit une erreur relative totale élevée (> 25 %). Pour cette raison, la carte d'interpolation pour le plomb n'a pas été produite pour ce rapport. Le Pb, S et Zr présentent des variations naturelles (« terrain ») supérieures à 14 %. Le Zr montre une erreur relative totale et une imprécision dépassant les 150 %, montrant que les variations entre les duplicatas sont au moins du même ordre que l'amplitude des données ou des variations naturelles. Dans le cas du Se, l'erreur instrumentale est supérieure à 20 %, expliquant l'erreur totale observée et potentiellement la mauvaise répétitivité des analyses de doublons entre les levés plus récents (annexes 1 à 3).

## TRAITEMENT DES DONNÉES ET RÉSULTATS

Dans un premier temps, les centiles des valeurs brutes ont été mis en plan et interpolés à l'aide de la méthode des voisins naturels. Ces cartes permettent d'identifier rapidement les zones où les sédiments sont 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.

Dans le cadre de cette étude, les traitements statistiques (calcul des centiles et régression spatiale multiple) ont été effectués en utilisant les données des trois projets adjacents réalisés successivement de 2021 à 2023 (n = 6217; voir tableau 1; Lamarche, 2023a, 2023c et ce levé). Pour la plupart des éléments, aucun nivellement n'a été jugé nécessaire, sauf pour Bi, Pb et Sb dont les valeurs ont dû être rehaussées pour les échantillons du secteur du lac Comeau (Lamarche, 2023c). La médiane des différences relatives (tableau de l'Annexe 3) des doublons d'échantillons situés dans la zone de recoupement a été utilisée comme facteur de correction. Les résultats ont ensuite été arrondis au nombre de décimales approprié pour chaque élément.

## Interpolation des valeurs brutes

Les rangs centiles ont d'abord été calculés à partir des valeurs brutes des analyses issues de ce levé et des levés récents localisés à proximité (tableau 1; Lamarche, 2023a et 2023c). Ces valeurs ont ensuite été interpolées (figures 3a, 4a, 6a à 12a, 13 à 15) 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).

## Régression spatiale multiple

La méthode de régression spatiale multiple appliquée à la géochimie des sédiments de fond de lac a été mise au point 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, 2023c et 2024) pour des levés localisés dans des secteurs 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 par Trépanier (2006), Lamothe (2010) ou Solgadi (2017a, 2017b, 2017c et 2018), mais équivalente à celle employée par Solgadi (2022), Lamarche et Solgadi (2023) et Lamarche (2023a, 2023b, 2023c et 2024) pour les levés de haute densité. 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.

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 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 souvent 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. Les éléments dont les valeurs se situent régulièrement sous les limites de détection, comme l'or, ne sont jamais utilisés comme variables explicatives, car ils ne sont pas de bons prédicteurs et sont souvent soumis à l'effet « pépite ». Pour cette même raison, les valeurs de ces éléments sont difficiles à prédire. Ainsi, aucun modèle de régression spatiale n'a été appliqué à l'or.

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, calcule aussi 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 12b (Ag, As, Co, Cu, ETR, Li, Mo, Ni, Zn).

### Autres éléments

Pour l'or, la carte des échantillons anomaux est fournie sans traitement additionnel (figures 16a).

Pour les éléments du groupe du platine (EGP), les valeurs de Pt et de Pd ont été additionnées et sont présentées à la figure 16b, 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 13 à 15).

## INTERPRÉTATION ET ZONES FAVORABLES

### Arsenic

Les centiles dérivés de la régression spatiale multiple pour l'arsenic (figure 4b) ont permis de définir quatre zones anomaux dans le sud du feuillet 32P14. Ces zones ont été identifiées à partir des valeurs résiduelles pour l'arsenic provenant de 23 échantillons (> 95<sup>e</sup> centile; figure 4b). L'un de ces échantillons a également donné une valeur en or de 52,4 ppb (99,8<sup>e</sup> centile; figure 16a).

Trois de ces quatre zones correspondent à une unité de roches volcaniques cartographiée dans les années 60 et 70 (Chown, 1971; Chown et Caty, 1973). La quatrième, à l'est, se situe dans le prolongement présumé de cette unité reconnaissable sur la carte du gradient magnétique résiduel (figure 5a).

### Or

Une zone localisée dans le feuillet 32P06 est délimitée à partir de 8 échantillons de sédiment de fond de lac contenant des valeurs brutes anomaux en or ou en métaux typiquement associés à l'or dans les contextes de minéralisations magmatiques-hydrothermales. De ces 8 échantillons, plusieurs présentent des valeurs brutes anomaux en divers éléments :

- Arsenic (3 échantillons > 95<sup>e</sup> centile; 5,1 ppm As; figure 4a);
- Antimoine (5 échantillons > 97<sup>e</sup> centile; 0,17 ppm Sb; figure 13b);
- Bismuth (7 échantillons > 95<sup>e</sup> centile; 1,8 ppm Bi; figure 13a);
- Étain (4 échantillons > 99<sup>e</sup> centile; 1,12 ppm Sn; figure 15b);
- Tellure (2 échantillons > 97<sup>e</sup> centile; 0,07 ppm Te);
- Tungstène (3 échantillons > 96<sup>e</sup> centile; 1,9 ppm W; figure 14b);

- Vanadium (3 échantillons > 96<sup>e</sup> centile; 53 ppm V; figure 14a);
- Or (2 échantillons > 99,7<sup>e</sup> centile; 25 ppb Au; figure 16a).

De plus, la régression spatiale multiple pour l'arsenic a permis d'identifier 3 échantillons avec des valeurs résiduelles > 99,5<sup>e</sup> centile (figure 4b).

Cette zone favorable montre la même signature magnétique (figure 5a) qu'une bande volcanique du Groupe de Tichégami localisée un peu plus au nord dans le feuillet 32P11. Cette signature géophysique arquée pourrait correspondre au prolongement de cette unité volcano-sédimentaire en bordure d'une intrusion tardive.

### Éléments de terres rares

Une zone a été identifiée à partir des valeurs résiduelles de la régression spatiale multiple pour les ETR (> 95<sup>e</sup> centile; figure 8b). Quatre échantillons ont été utilisés pour tracer le contour de la zone. La source de cette anomalie est inconnue.

### Niobium

Cette zone est constituée d'un regroupement de 14 échantillons présentant des valeurs brutes anomaux en Nb (> 95<sup>e</sup> centile; 1,93 ppm Nb; figure 15a). La source de cette anomalie est inconnue, mais la carte magnétique suggère que cette zone pourrait correspondre au contour d'une intrusion non cartographiée.

Dix des 14 échantillons ont été prélevés dans le lac Fromenteau, le 2<sup>e</sup> plus grand lac de la région, mais seulement 2 d'entre eux ont été prélevés à plus de 10 m de profondeur. L'anomalie ne couvre pas l'entièreté du lac Fromenteau et l'on note la présence de plusieurs autres échantillons profonds au pourtour de celle-ci. Cela pourrait indiquer que cette anomalie en niobium est peut-être réelle et pas nécessairement liée à la présence de sédiments riches en argile caractéristiques des lacs profonds.

### Molybdène

Une zone (Mo1) a été identifiée dans le nord de la région et regroupe 9 échantillons bien visibles sur la carte des valeurs résiduelles de la régression spatiale multiple pour le Mo (> 95<sup>e</sup> centile; figure 10b). De ces 9 échantillons, plusieurs présentent des valeurs brutes anomaux en divers éléments :

- Molybdène (3 échantillons > 97<sup>e</sup> centile 15,9 ppm Mo; figure 10a);
- Nickel (5 échantillons > 94<sup>e</sup> centile; 18,6 ppm Ni; figure 11a);
- Platine (3 échantillons avec des valeurs au-dessus de la limite de détection; figure 16b);
- Zinc (2 échantillons > 98<sup>e</sup> centile; 104 ppm Zn; figure 12a);
- Chrome (3 échantillons > 95<sup>e</sup> centile; 35 ppm Cr).

Cette possible anomalie est peut-être causée par les unités de roches volcaniques cartographiées dans le secteur.

Une autre zone (Mo2), située dans l'ouest de la région, est visible sur la carte des résiduelles de la régression spatiale multiple pour le Mo (> 97<sup>e</sup> centile; figure 10b). Elle regroupe cinq échantillons qui ont donné des valeurs brutes > 97<sup>e</sup> centile (17,7 ppm Mo), dont quatre avec des valeurs brutes > 99<sup>e</sup> centile (>31,9 ppm Mo; figure 10a). La source de cette anomalie est inconnue.

Une dernière zone anormale en molybdène (Mo3) a été reconnue dans le SE de la région (figure 10b). Elle est constituée de quatre échantillons qui présentent des valeurs résiduelles > 96<sup>e</sup> centile. L'un de ces échantillons a donné une valeur brute > 99<sup>e</sup> centile (30,1 ppm Mo; figure 10a). La source de cette anomalie est également inconnue.

### Anomalie multiélémentaire

Une zone multiélémentaire a été identifiée dans le lac Mistamiquechamic, dans la partie nord de la région. Des 6 échantillons prélevés dans la portion sud de ce lac, plusieurs présentent des valeurs brutes anormales en divers éléments :

- Or (1 échantillon; 24,9 ppb Au; figure 16a);
- Cadmium (4 échantillons > 94<sup>e</sup> centile; 0,71 ppm Cd);
- Cobalt (4 échantillons > 96<sup>e</sup> centile; 20,3 ppm Co; figure 6a);
- Chrome (5 échantillons > 94<sup>e</sup> centile; 41 ppm Cr);
- Étain (5 échantillons > 97<sup>e</sup> centile; 0,86 ppm Sn; figure 15b);
- Magnésium (3 échantillons > 99<sup>e</sup> centile; 0,31 ppm Mg);
- Manganèse (4 échantillons > 97<sup>e</sup> centile; 906 ppm Mn);
- Molybdène (3 échantillons > 97<sup>e</sup> centile; 16 ppm Mo; figure 10a);
- Nickel (5 échantillons > 96<sup>e</sup> centile; 21,2 ppm Ni; figure 11a);
- Vanadium (4 échantillons > 96<sup>e</sup> centile; 55 ppm V; figure 14a);
- Zinc (4 échantillons > 96<sup>e</sup> centile; 87,6 ppm Zn; figure 12a).

Comme le lac Mistamiquechamic est l'un des lacs les plus importants de la région et que 3 des 6 échantillons en question ont été prélevés à une profondeur de 14 m ou plus, il est possible que cette anomalie ne soit pas reliée à la présence de minéralisation. En effet, les matériaux fins (notamment les argiles), plus abondants dans les sédiments à ces profondeurs, peuvent adsorber certains métaux de manière préférentielle et ainsi induire de fausses anomalies.

## 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., TALON, N., SAINT-LOUIS, G., 2023. Géologie de la région du lac Michaux, sous-provinces d'Opatika et de La Grande, Eeyou Istchee Baie-James, Québec, Canada. Ministère des Ressources naturelles et des Forêts, Québec; BG 2023-10, 1 plan, page consultée le 6 août 2024. <https://gq.mines.gouv.qc.ca/bulletins-geologiques/bg-2023-10-lac-michaux/>
- BEAUMIER, M., KIROUAC, F. Série de cartes géochimiques couleur : échantillonnage des sédiments de lac. Région du lac Lichteneger, SNRC 033B. Ministère des Ressources naturelles, Québec; MB 9441, 31 pages.
- 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.
- CHOWN, E.H., 1971. Région de Tichégami. Ministère des Ressources naturelles, Québec; RG 144, 69 pages, 4 plans.
- CHOWN, E.H., CATY, J.-L., 1973. Région de la rivière Wabisisane, territoire de Mistassini. Ministère des Ressources naturelles, Québec; DP 133, 7 pages, 7 plans.
- 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. <https://gq.mines.gouv.qc.ca/bulletins-quaternaires/bq-otish/>
- HU, Z., QI, L., 2014. Sample Digestion Methods. In: Treatise on Geochemistry, 2nd edition (Holland, H.D., Turekian, K.K., editors). Elsevier; pages 87-109.
- 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 Cadet, Province du Supérieur. Ministère des Ressources naturelles et des Forêts, Québec; RP 202305, 28 pages, données numériques.
- LAMARCHE, O., 2023c. 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 de la rivière au Castor, Province du Supérieur. Ministère des Ressources naturelles et des Forêts, Québec; RP 202402, 33 pages, 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](#), 41 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.
- OTIS, M., 1976. Projet, géochimie de sédiments de lac, Société de développement de la Baie-James, rapport statutaire soumis au gouvernement du Québec; [GM 34169](#), 39 pages.
- PELLETIER, Y., 1978. Géochimie de fonds de lacs 1976, contrôle des analyses. Société de développement de la Baie-James, rapport statutaire soumis au gouvernement du Québec; [GM 34187](#), 100 pages.
- 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 minière : 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](#)
- SDBJ, 1976. Géochimie de fonds de lac, région Fire-Mistanao. Société de développement de la Baie-James, rapport statutaire soumis au gouvernement du Québec. Ministère des Ressources naturelles et des Forêts, Québec; [GM 34172](#), 136 pages.
- 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., RADAČIUS, 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](#)

TABLEAU 1 - Levés récents de sédiment de fond de lac de haute densité			
Levé	Nombre de sites échantillonnés	Publication EXAMINE	Feuillets SNRC
13529B	1759	DP 2017-09	22M11 à 22M14, 23D03, 23D04, 32P07 à 32P10, 32P15, 32P16, 33A01, 33A02
2020MI	2050	DP 2022-01	32I13, 32J09, 32J16, 32O01, 32P04
2021FR	2091	RP 2023-01	32J10, 32J15, 32O02, 32O07
2021EA	2812	RP 2023-02	32O07 à 32O10, 32O15, 32O16
2022CM	1891	RP 2023-04	32P04, 32P05, 32P12, 32P13
2022CA	1178	RP 2023-05	33B06, 33B10, 33B11
2023RC	2232	RP 2024-01	33E01, 33E02, 33E06 à 33E08, 33F04, 33F05
2023GO (présent projet)	1514	RP 2024-02	32P06, 32P11, 32P14

**TABLEAU 2 - Erreurs relatives et mesures de l'imprécision et de la tolérance pour les échantillons des levés de sédiments de fond de lac du lac Gochigami**

Élément	Duplicatas de terrain				Duplicatas de traitement analytique				Erreur relative terrain (calculée, %)
	Erreur relative totale (%)	Imprécision (%)	Tolérance (%)	n	Erreur relative analytique (%)	Imprécision (%)	Tolérance (%)	n	
Ag	8,8	14,9	3,5	223	6,5	10,0	2,4	147	2,3
Al	7,9	23	13	232	2,1	3	2	167	5,9
As	16,3	17	1	154	6,4	5	0	117	9,9
Au	-	-	-	20	-	-	-	7	-
B	-	-	-	30	-	-	-	36	-
Ba	4,2	27	6	239	4,1	13	3	169	0,1
Be	-	-	-	0	-	-	-	1	-
Bi	-	-	-	6	-	-	-	4	-
Ca	7,1	60	10	237	2,6	12	2	168	4,6
Cd	17,0	43	13	231	8,7	15	4	158	8,4
Ce	9,0	25	5	239	1,8	4	1	169	7,1
Co	10,6	21	4	193	1,8	2	1	150	8,8
Cr	5,7	18	8	176	3,4	5	2	140	2,3
Cs	7,7	22	5	210	3,7	9	2	143	4,0
Cu	8,9	65	11	237	3,7	7	1	171	5,2
Dy	5,4	26	8	132	1,4	6	2	89	4,0
Er	-	-	-	33	-	-	-	13	-
Eu	-	-	-	13	-	-	-	7	-
Fe	7,8	35	8	227	2,5	2	1	166	5,3
Ga	8,6	23	12	234	4,1	9	5	168	4,4
Ge	-	-	-	0	-	-	-	0	-
Hf	-	-	-	0	-	-	-	0	-
Hg	-	-	-	21	-	-	-	12	-
Ho	-	-	-	0	-	-	-	0	-
In	-	-	-	0	-	-	-	0	-
K	-	-	-	20	-	-	-	31	-
La	9,2	24	5	212	1,6	5	1	157	7,6
Li	7,0	29	12	181	3,8	12	5	126	3,2
Lu	-	-	-	0	-	-	-	0	-
Mg	6,4	47	13	103	2,6	12	3	96	3,8
Mn	4,9	9	1	233	2,5	1	0	168	2,4
Mo	10,4	23	6	239	4,9	3	1	169	5,5
Na	9,8	70	17	239	2,5	11	3	169	7,3
Nb	6,5	50	19	223	3,9	12	5	160	2,5
Nd	8,1	23	5	239	1,9	5	1	169	6,2
Ni	7,9	18	4	239	2,5	4	1	169	5,4
P	5,7	12	6	239	1,9	2	1	168	3,8
Pb	29,6	23	3	238	2,3	1	0	166	27,2
Pd	-	-	-	0	-	-	-	0	-
Pr	8,5	23	5	217	1,7	5	1	160	6,9
Pt	-	-	-	2	-	-	-	3	-
Rb	7,9	33	9	209	2,6	8	2	150	5,3
Re	32,9	70	14	67	-	-	-	41	-
S	16,3	29	6	239	2,0	4	1	164	14,2
Sb	-	-	-	4	-	-	-	8	-
Sc	12,3	41	20	90	6,0	14	7	77	6,3
Se	24,1	53	9	173	21,1	52	9	124	3,0

**TABLEAU 2 - Erreurs relatives et mesures de l'imprécision et de la tolérance pour les échantillons des levés de sédiments de fond de lac du lac Gochigami**

Sm	6,9	23	5	195	2,5	5	1	150	4,4
Sn	-	-	-	55	-	-	-	38	-
Sr	7,6	43	5	239	2,1	15	2	168	5,5
Ta	-	-	-	0	-	-	-	0	-
Tb	-	-	-	0	-	-	-	0	-
Te	-	-	-	0	-	-	-	0	-
Th	10,6	43	13	90	3,7	18	6	78	7,0
Ti	6,5	42	23	207	1,9	6	3	146	4,5
Tl	-	-	-	17	-	-	-	7	-
Tm	-	-	-	0	-	-	-	0	-
U	6,7	5	1	145	-0,0	0	0	74	6,7
V	7,5	25	10	173	2,1	6	2	138	5,5
W	-	-	-	28	-	-	-	31	-
Y	7,0	23	6	238	2,2	3	1	169	4,8
Yb	-	-	-	12	-	-	-	5	-
Zn	10,9	46	11	239	3,3	12	3	171	7,7
Zr	29	159	59	146	8	58	22	140	21,9

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

Élément	r <sup>2</sup>	Éléments choisis	Éléments retirés
Ag	0,73	Al, Ba, Ca, Fe, Ga, Hg, Li, Ni, P, Ti, W, Yb	Ag, Au, Cu, Pb, S, Zn
As	0,54	Al, Bi, Cr, Fe, Mn, Re, Th, Ti, U, V, W	As, Au, S
Co	0,79	Al, Ca, Dy, Fe, Mn, Mo, Nb, P, Re, Th, Ti, V	Ag, Au, Co, Cu, Ni, S, Zn
Cu	0,57	Ba, Cd, Cr, Fe, Ge, K, Hg, Mg, Na, Re, W, Yb	Ag, Au, Cu, Mo, Bi, Pb, S, Zn, Ni, EGP
Li	0,90	Ag, B, Bi, Mg, Mn, Se, Sr, Tb, Ti, V, W, Zr	Be, Cs, Rb, Li, Sn
Mo	0,57	Ag, Ba, Cd, Co, Cs, EGP, Fe, Hg, Re, Se, Ti	Au, Cu, Mo, S, W
Ni	0,58	Ba, Cd, Cr, Fe, La, P, Re, Sr, Ti, U, V, Yb	Ag, Au, Co, Cu, Ni, S, Pt, Pd, Zn
Zn	0,79	Al, Ba, Cd, Cr, Fe, Ga, Mg, Mn, Nb, Th, Ti, Yb	Ag, Au, Cu, Mo, Pb, S, Zn
ETR	0,86	Al, Be, Cr, Ga, Ge, Li, Na, Se, Th, V, W, Zr	ETR (lanthanides), Y

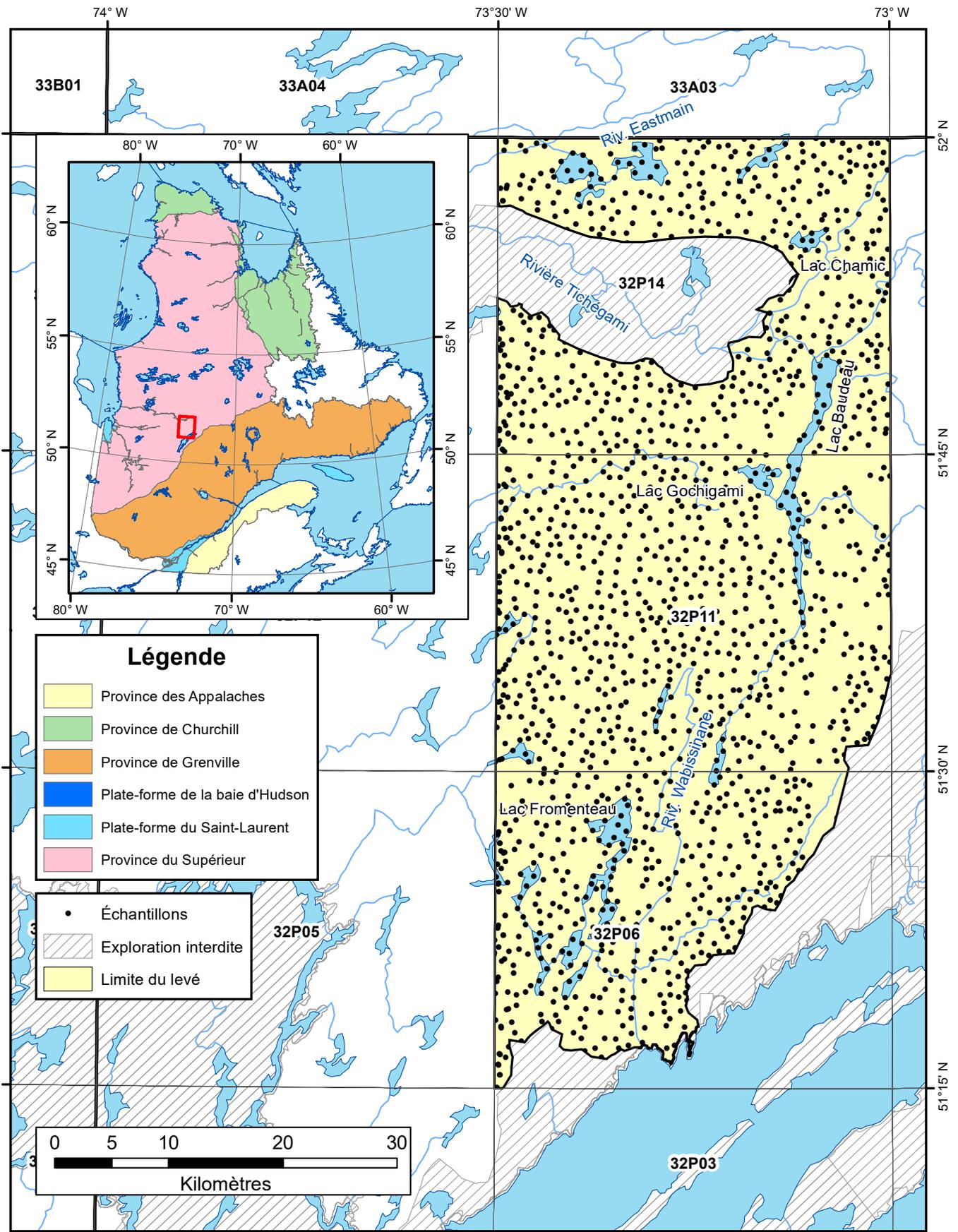


FIGURE 1 – Localisation de la zone d'étude et des échantillons du levé du lac Gochigami.

## Légende stratigraphique

Sous-province d'Opatica

**Paléoprotérozoïque (Bassin de Mistassini)**

pP<sub>pw</sub> Formation de Papaskwasati

pP<sub>cn</sub> Formation de Cheno

pP<sub>al</sub> Formation d'Albanel

**Archéen**

Ā<sub>epe</sub> Complexe d'Épervanche

Ā<sub>tg</sub> Groupe de Tichégami

Sous-province de La Grande

**Néoarchéen**

nĀ<sub>lgi</sub> Complexe de Laguiche

nĀ<sub>mng</sub> Complexe de Maingault

## Légende lithologique

- Dolomie
- Grès dolomitique
- Conglomérat et grès
- Tonalite
- Paragneiss
- Amphibolite
- Roches ultramafiques
- Granite et pegmatite
- Granodiorite
- Granite gneissique
- Gneiss granodioritique
- Gneiss quartzofeldspathique
- Orthogneiss
- Migmatite et agmatite

 Zone de cisaillement de Nisk

 Limite du levé

 Lac

 Rivière

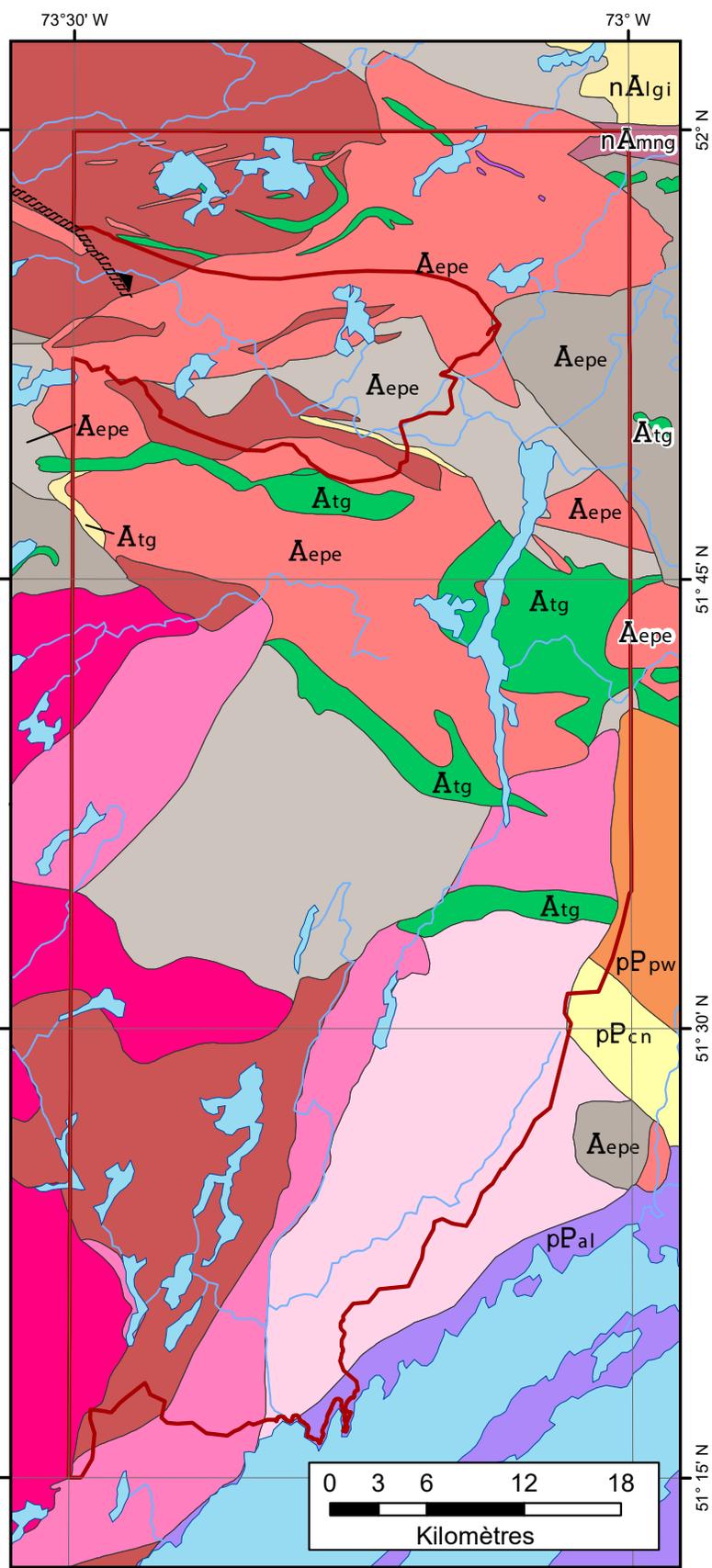


FIGURE 2 – Carte géologique du secteur d'étude modifiée de Roy (2023), Chown (1971) et Chown et Caty (1973)

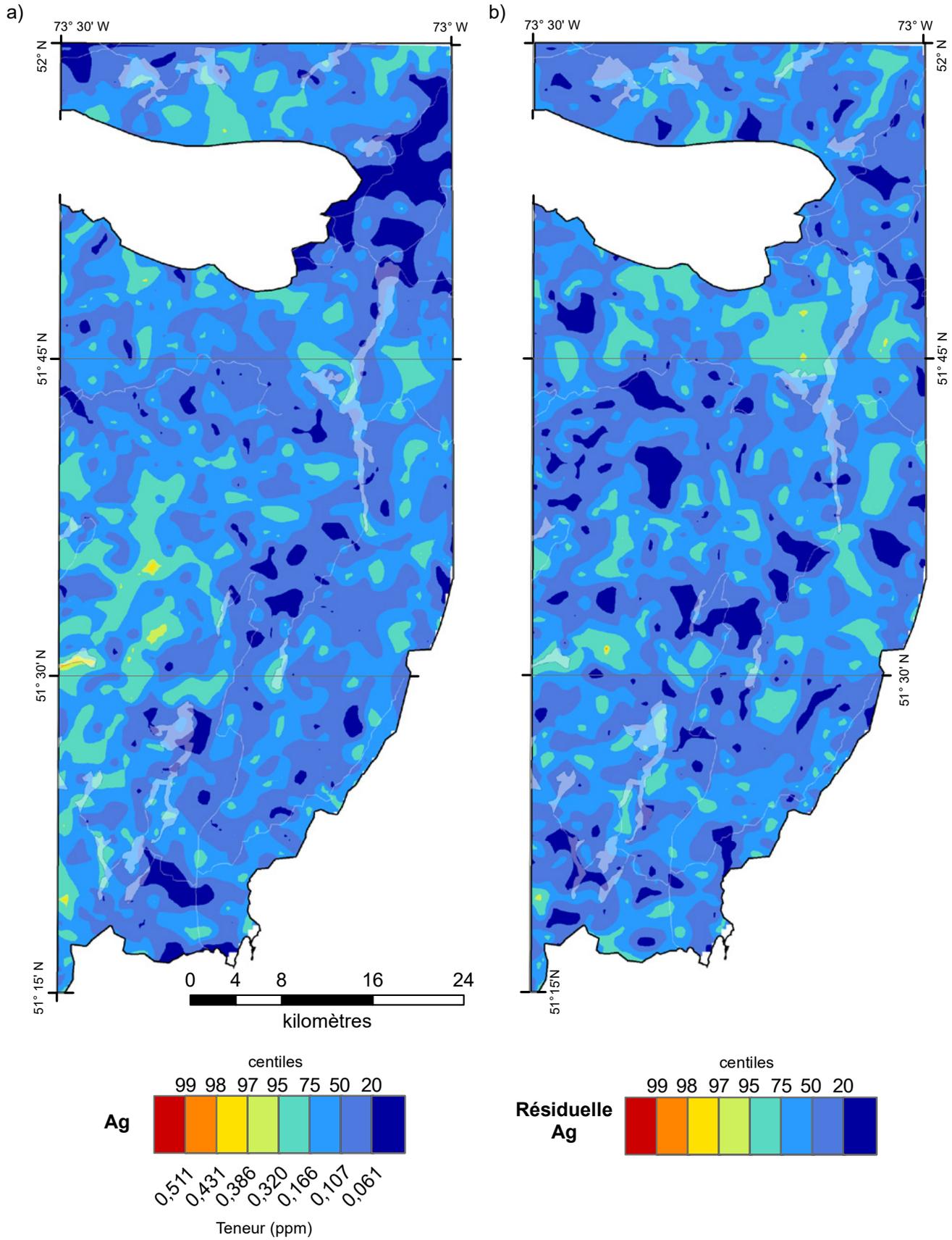


FIGURE 3 – Centiles des valeurs brutes (a) et des résiduelles (b) en argent dans les sédiments de lac du levé du lac Gochigami

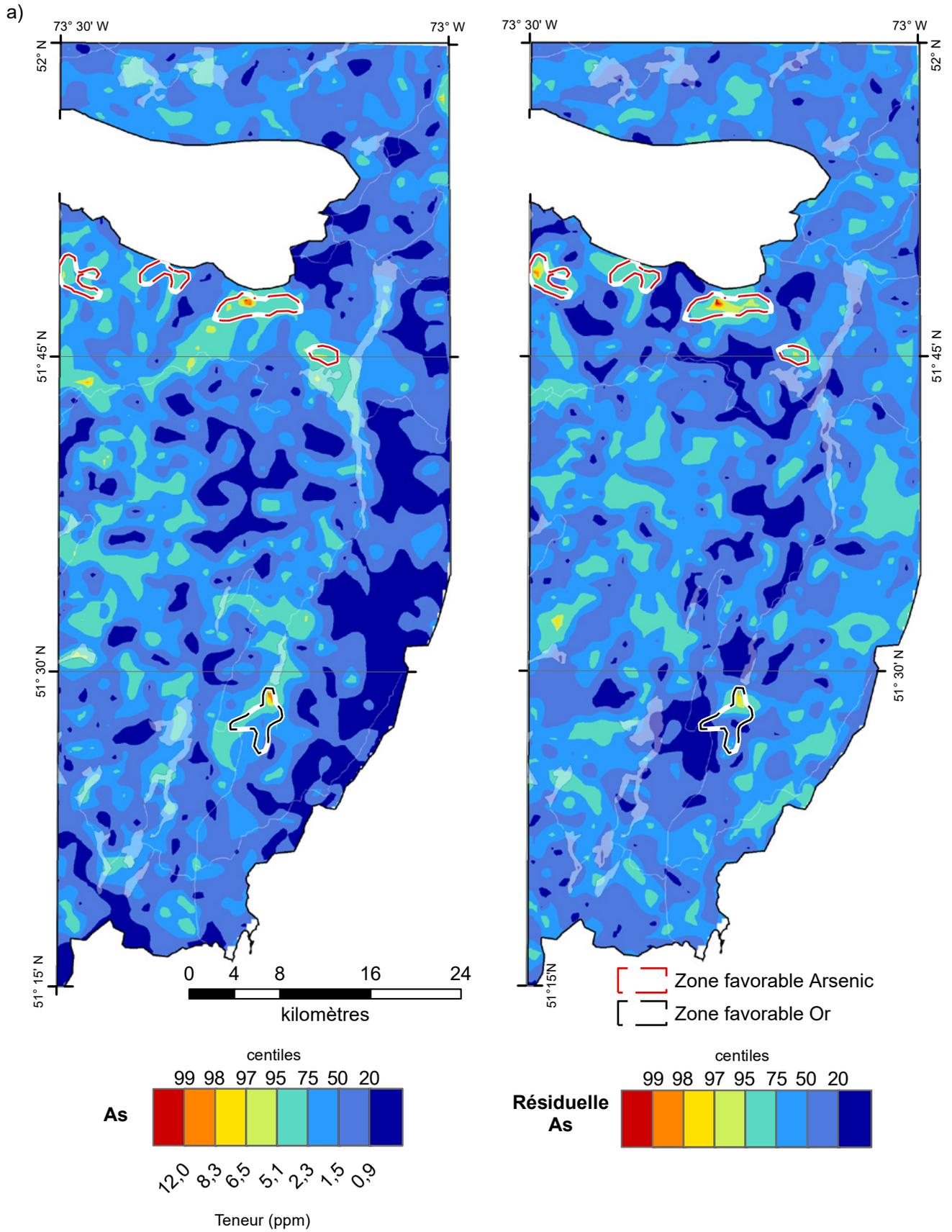


FIGURE 4 – Centiles des valeurs brutes (a) et des résiduelles (b) en arsenic dans les sédiments de lac du levé du lac Gochigami.

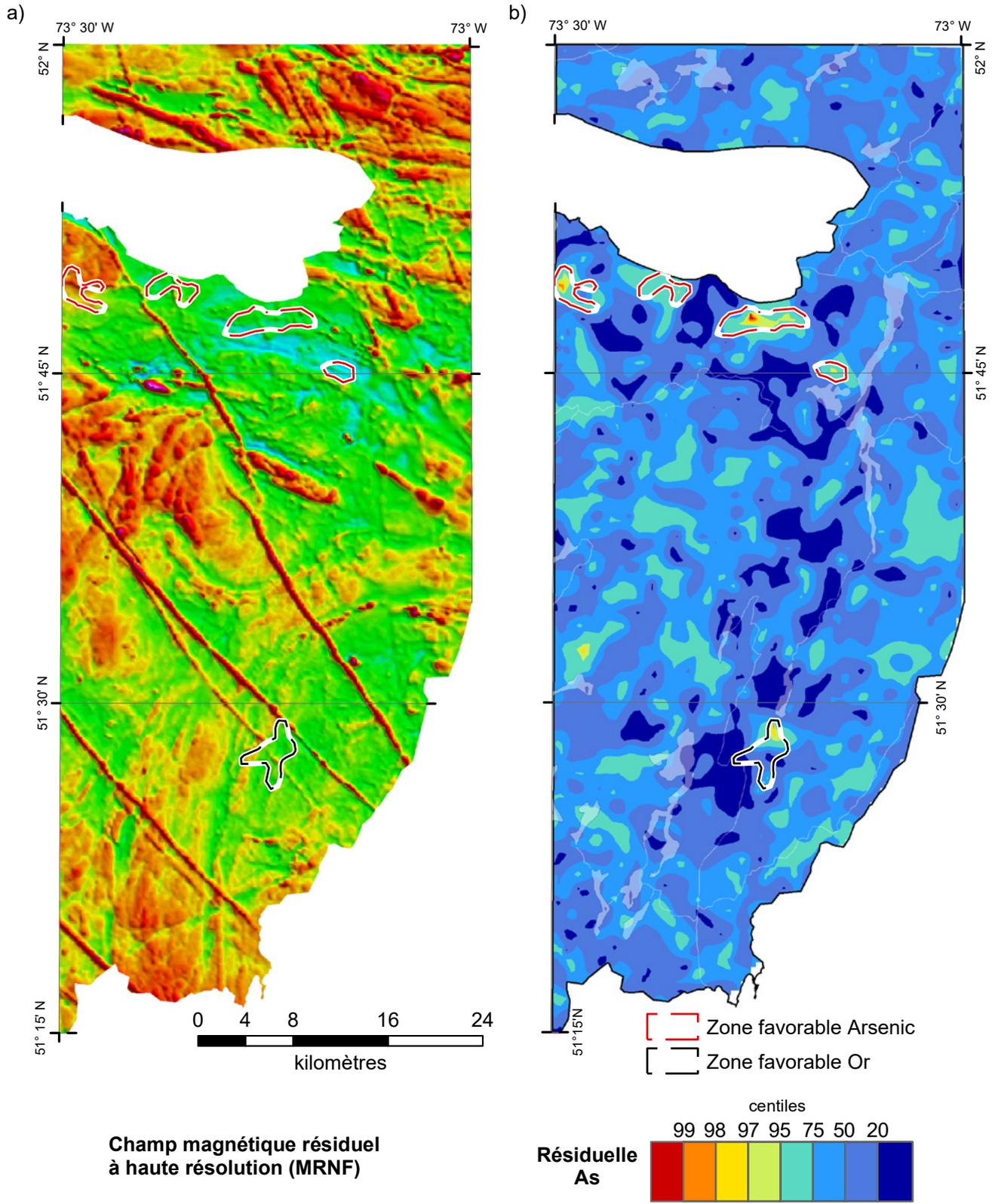


FIGURE 5 – Carte à haute résolution du champ magnétique résiduel du secteur d’étude (a) et centiles des résiduelles en arsenic (b) dans les sédiments de fond de lac du levé du lac Gochigami.

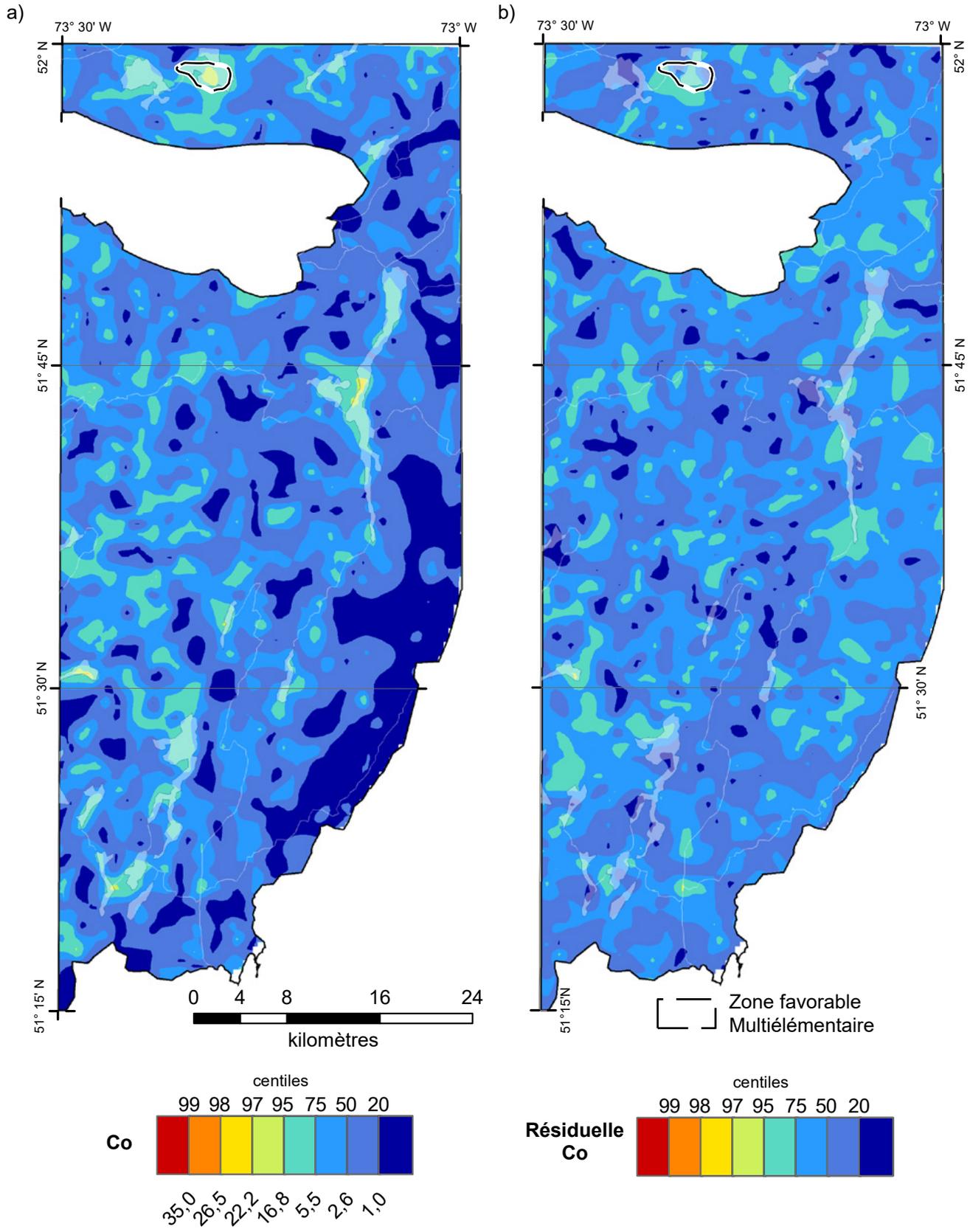


FIGURE 6 – Centiles des valeurs brutes (a) et des résiduelles (b) en cobalt dans les sédiments de fond de lac du levé du lac Gochigami.

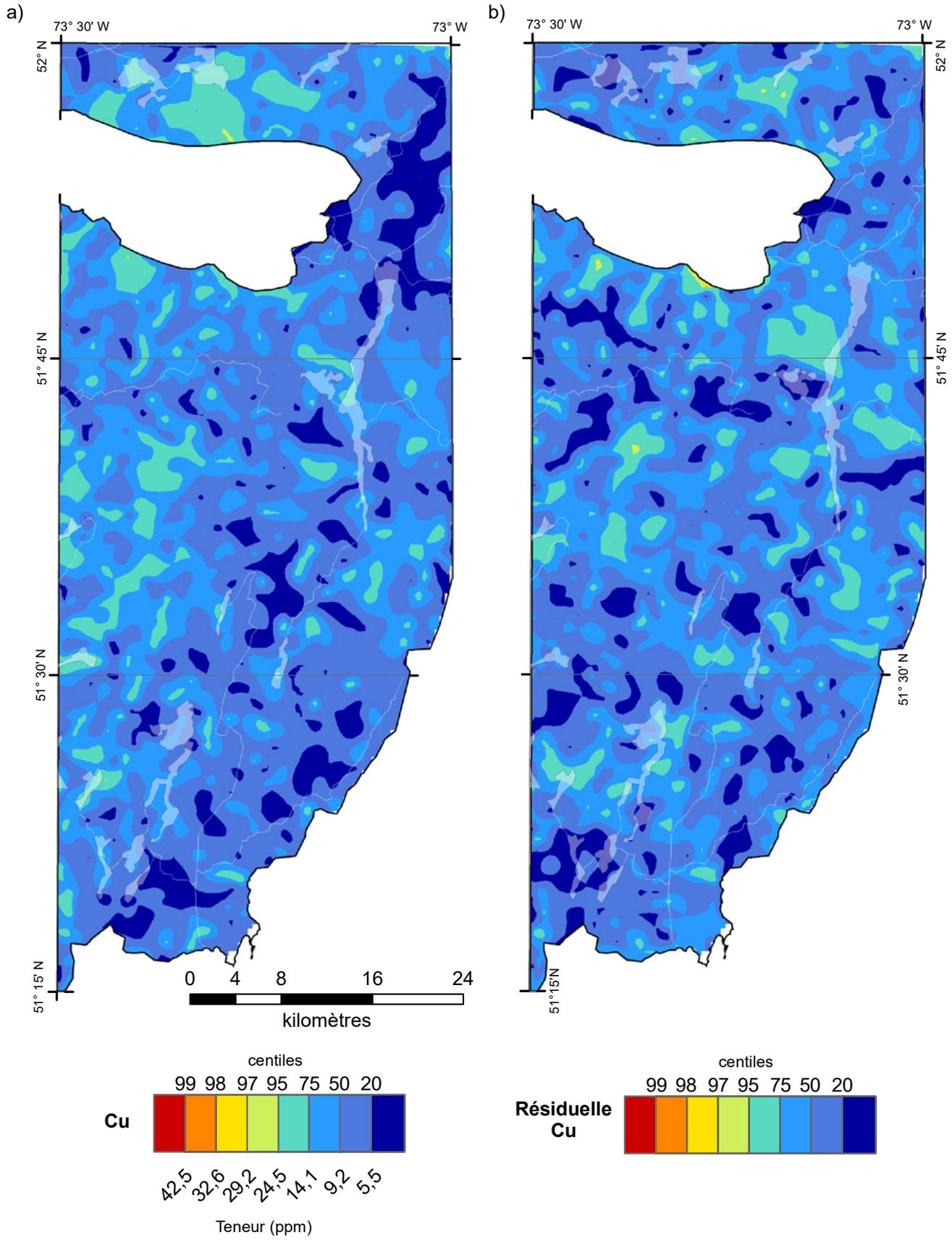


FIGURE 7 – Centiles des valeurs brutes (a) et des résiduelles (b) en cuivre dans les sédiments de fond de lac du levé du lac Gochigami.

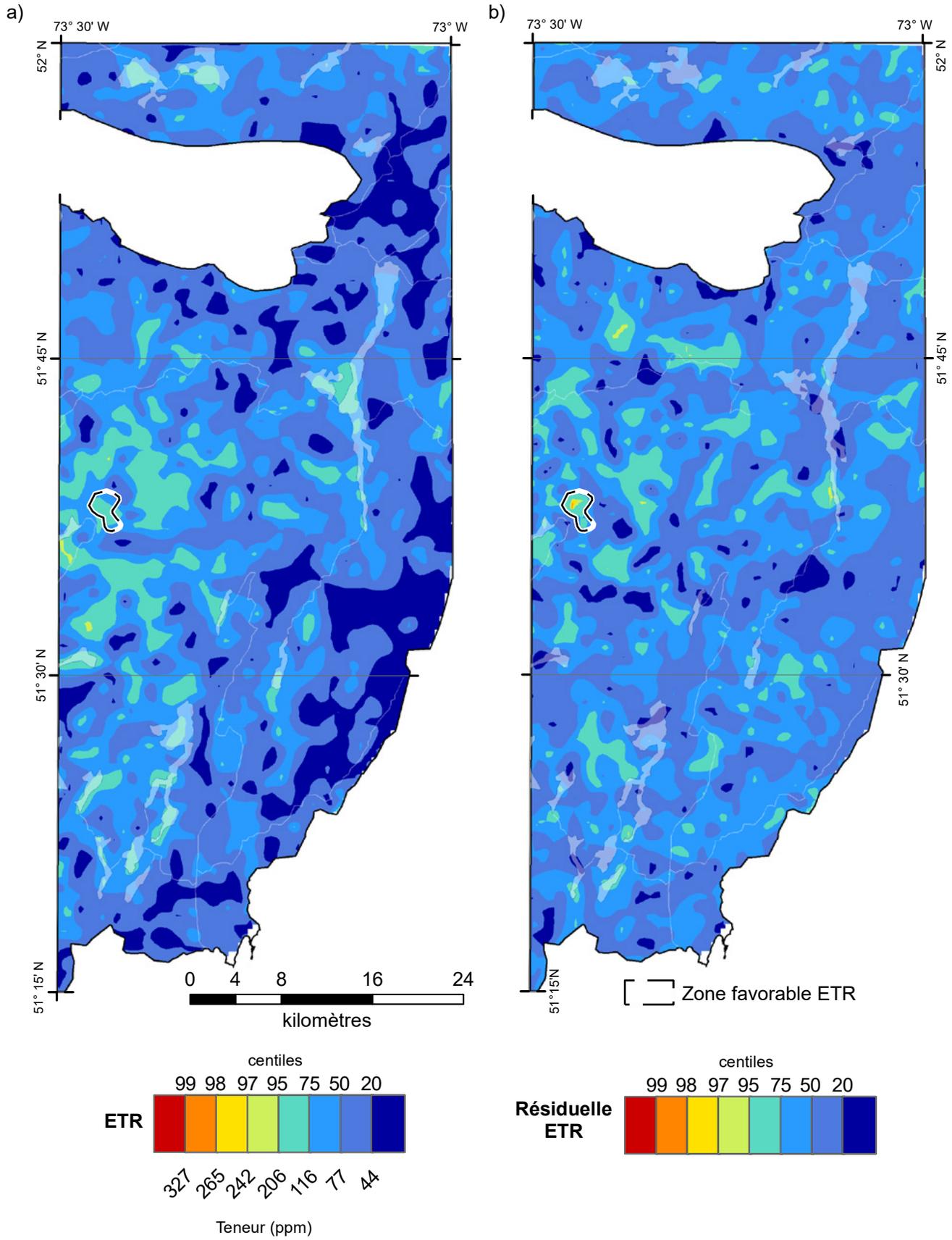


FIGURE 8 – Centiles des valeurs brutes (a) et des résiduelles (b) en ETR dans les sédiments de fond de lac du levé du lac Gochigami.

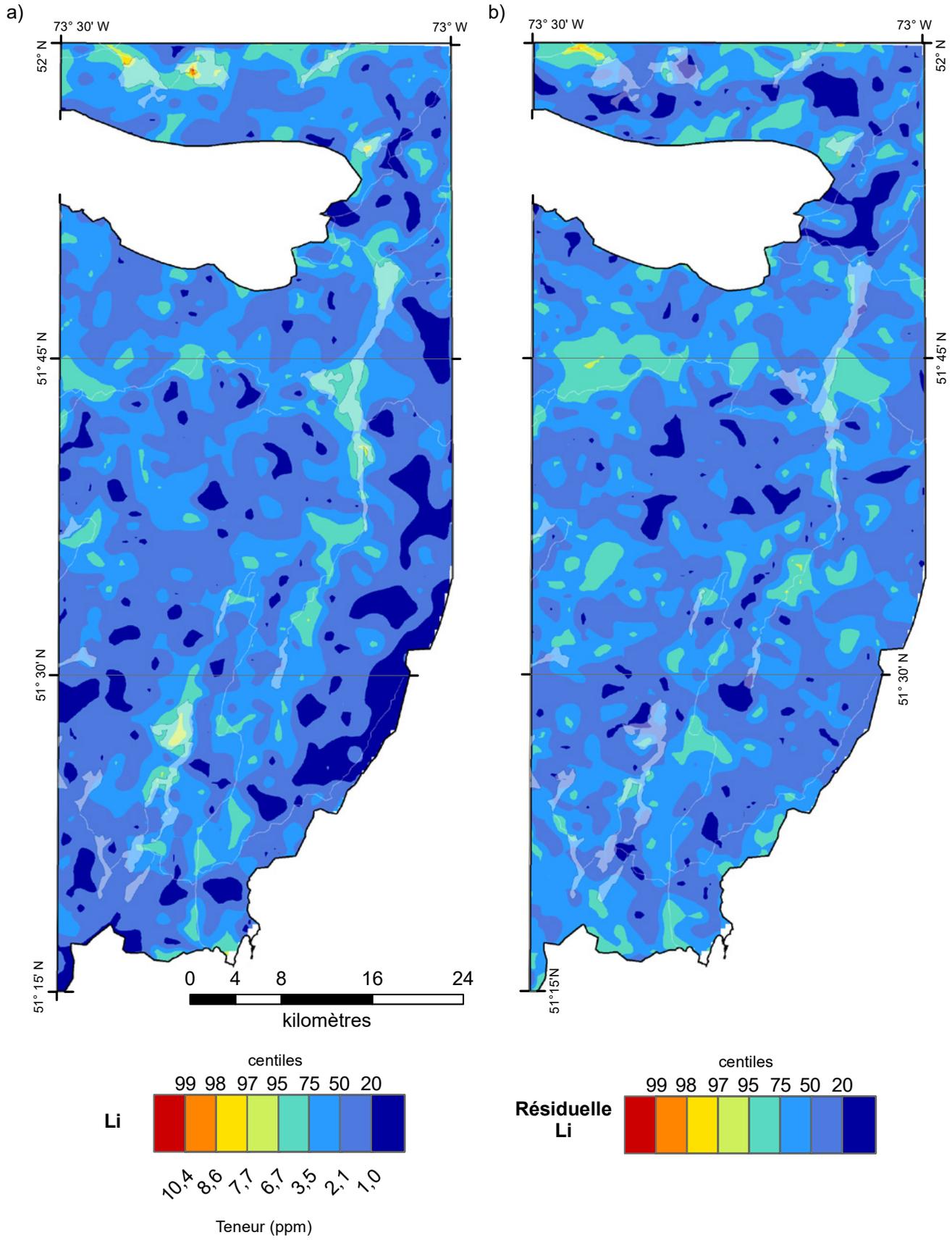


FIGURE 9 – Centiles des valeurs brutes (a) et des résiduelles (b) en lithium dans le levé de fond de lac de 2023, dans les sédiments de fond de lac du levé du lac Gochigami

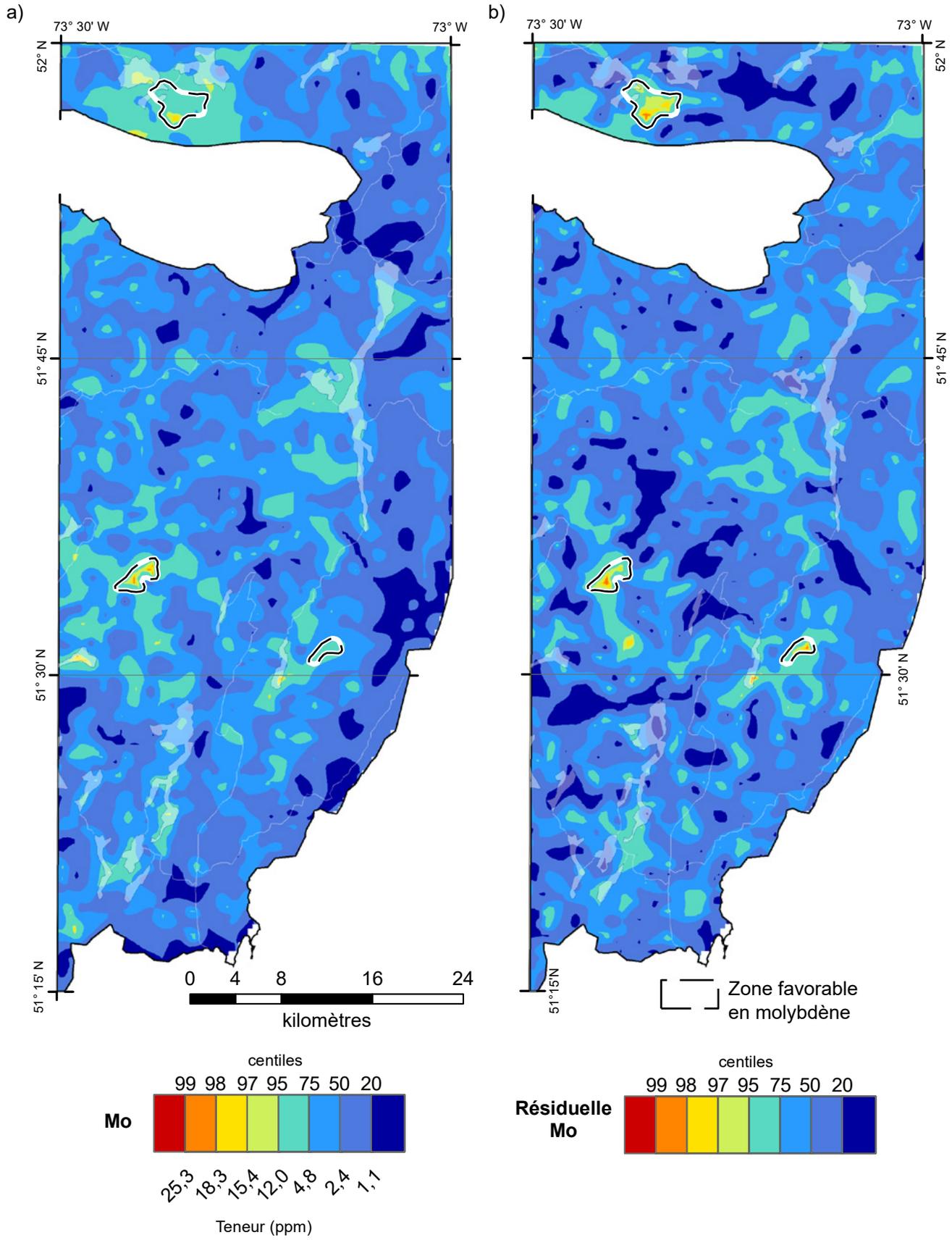


FIGURE 10 – Centiles des valeurs brutes (a) et des résiduelles (b) en molybdène dans les sédiments de fond de lac du levé du lac Gochigami.

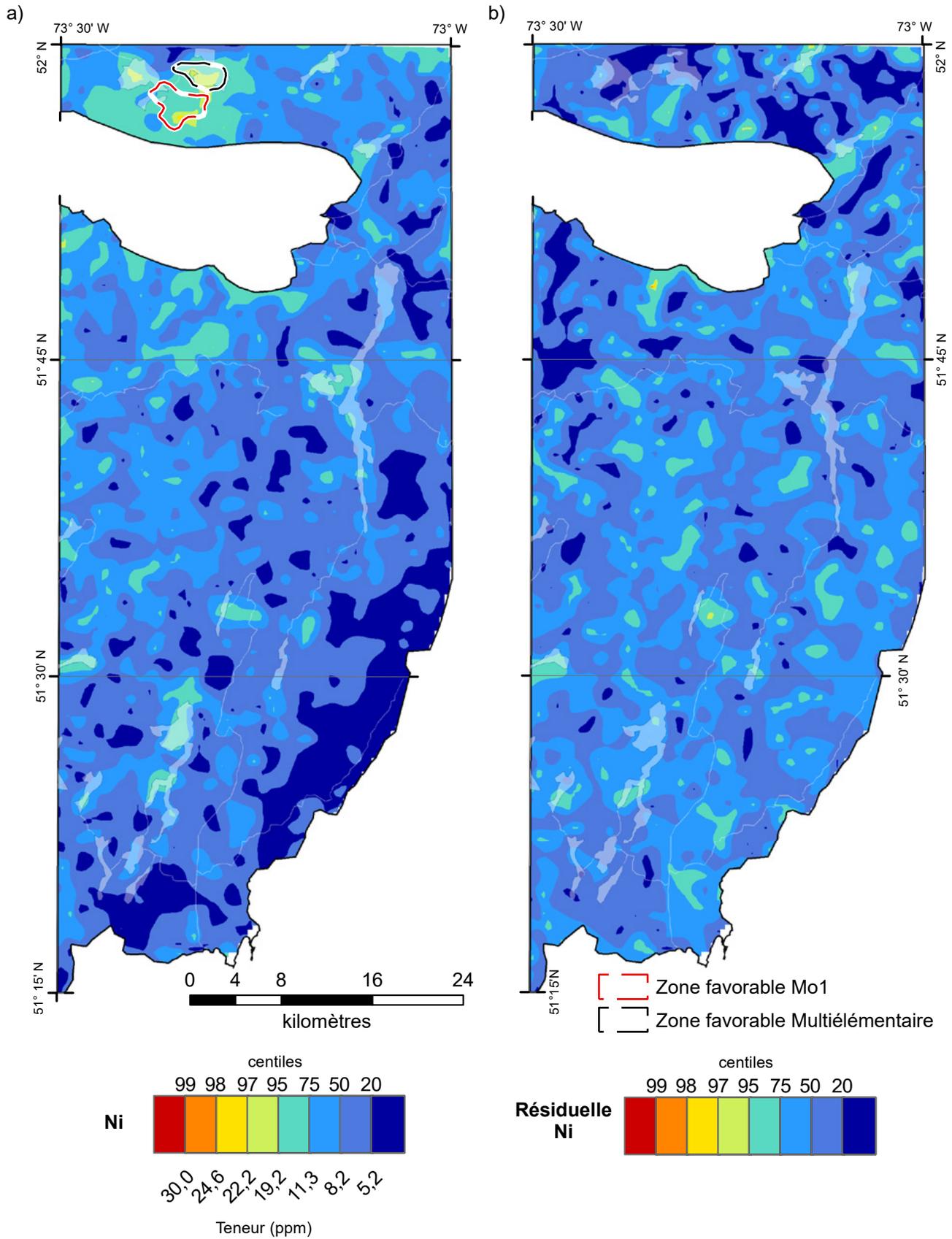


FIGURE 11 – Centiles des valeurs brutes (a) et des résiduelles (b) en nickel dans les sédiments de fond de lac du levé du lac Gochigami.

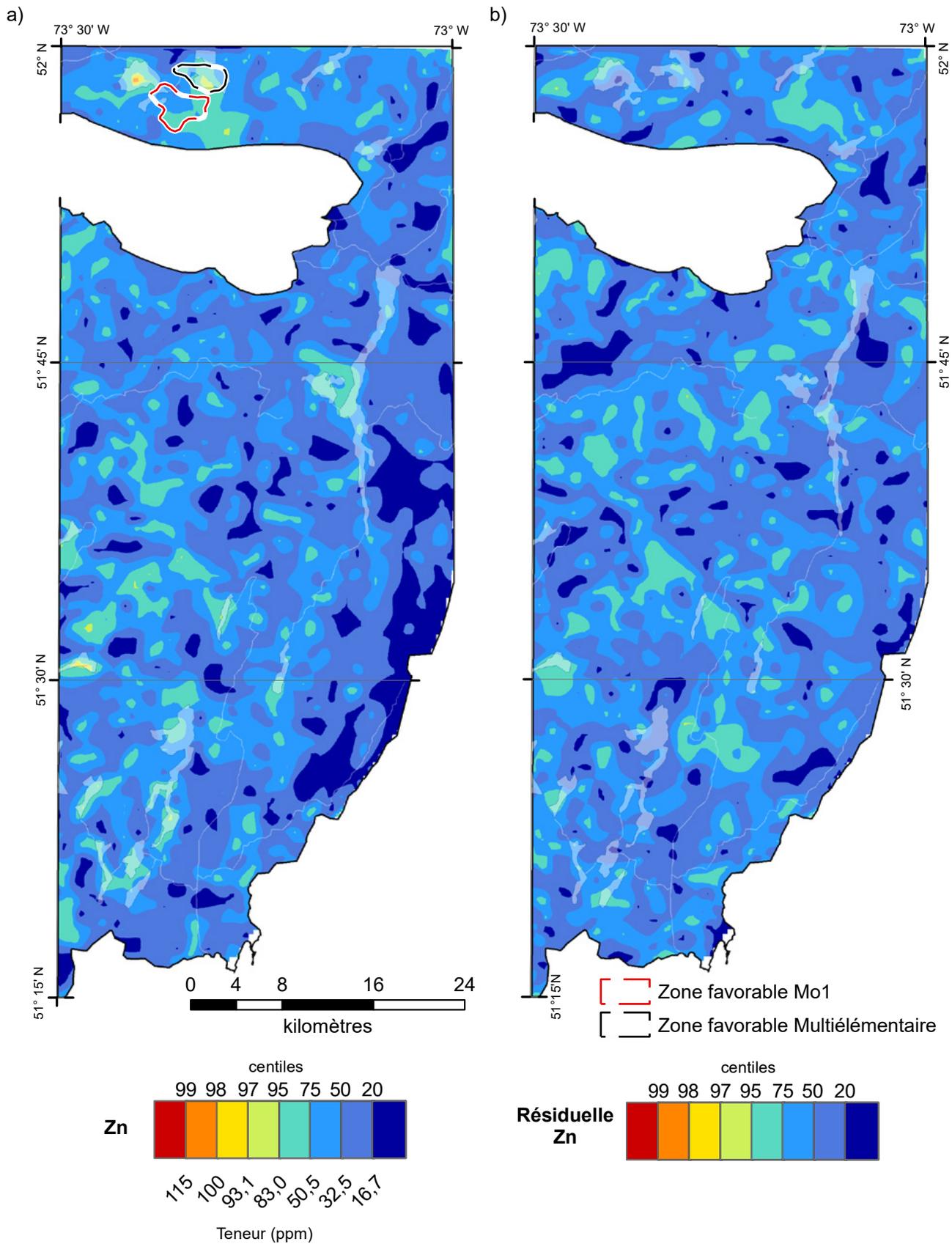


FIGURE 12 – Centiles des valeurs brutes (a) et des résiduelles (b) en zinc dans les sédiments de fond de lac du levé du lac Gochigami.

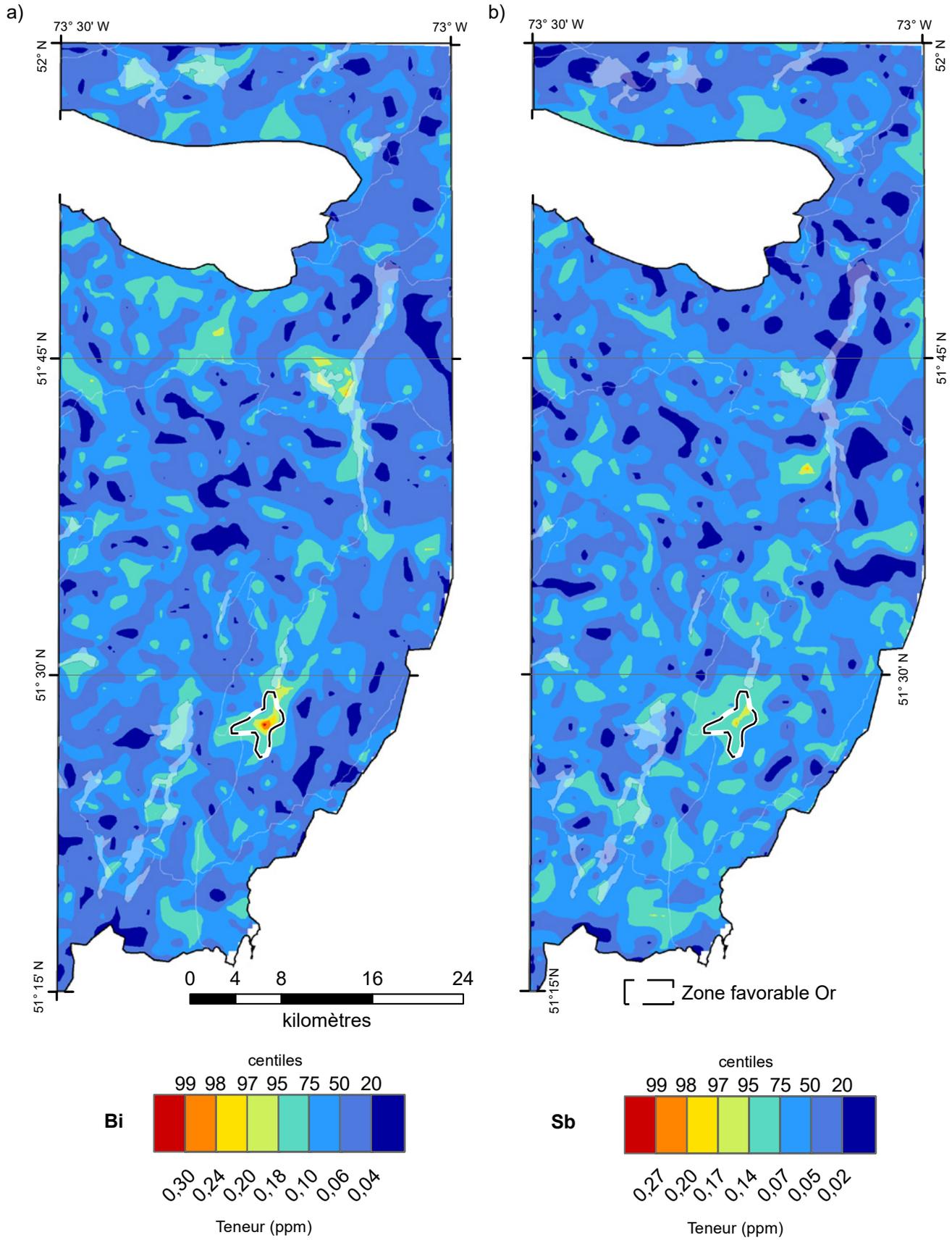


FIGURE 13 – Centiles des valeurs brutes en bismuth (a) et en antimoine (b) dans les sédiments de fond de lac du levé du lac Gochigami.

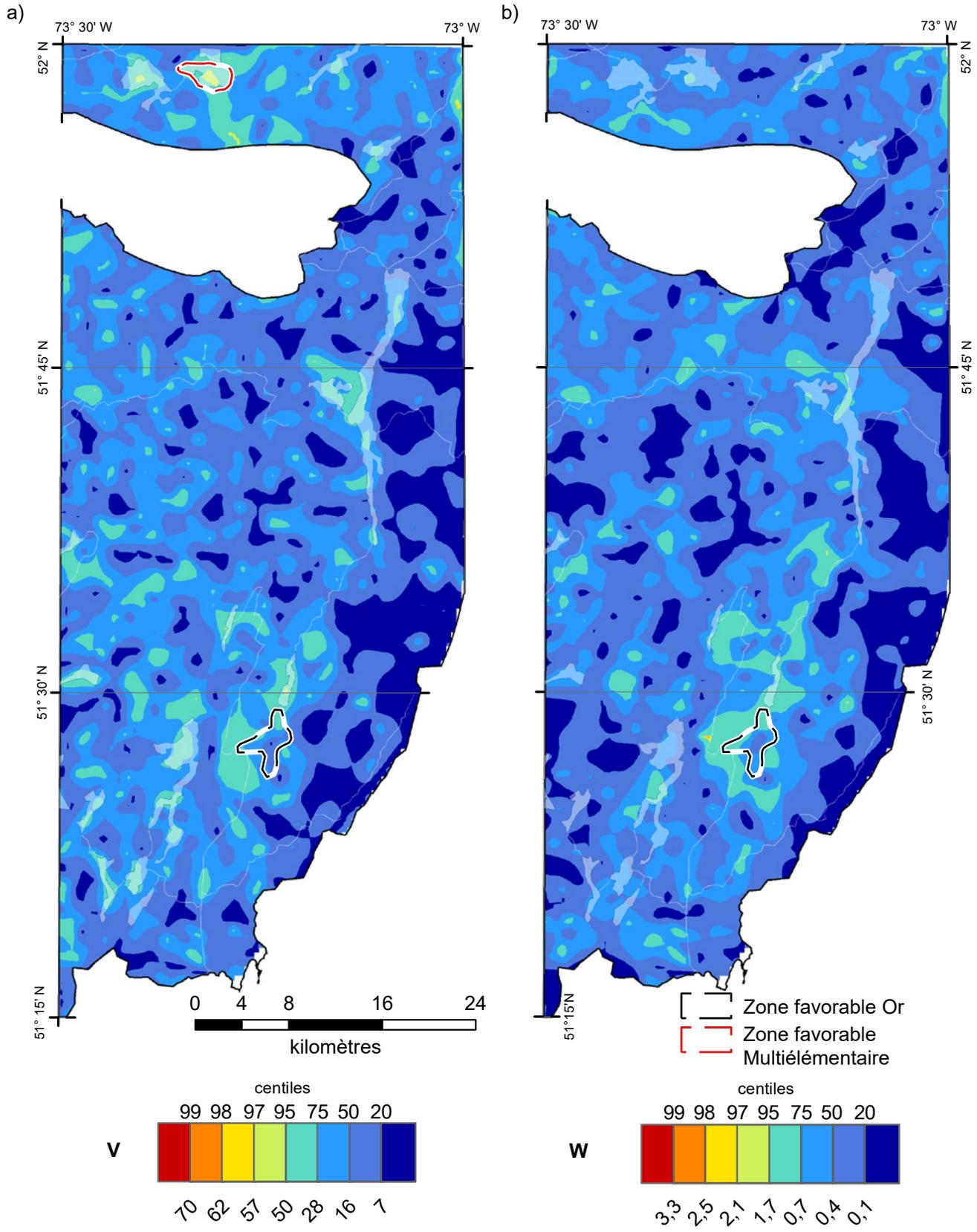


FIGURE 14 – Centiles des valeurs brutes en vanadium (a) et en tungstène (b) dans les sédiments de fond de lac du levé du lac Gochigami.

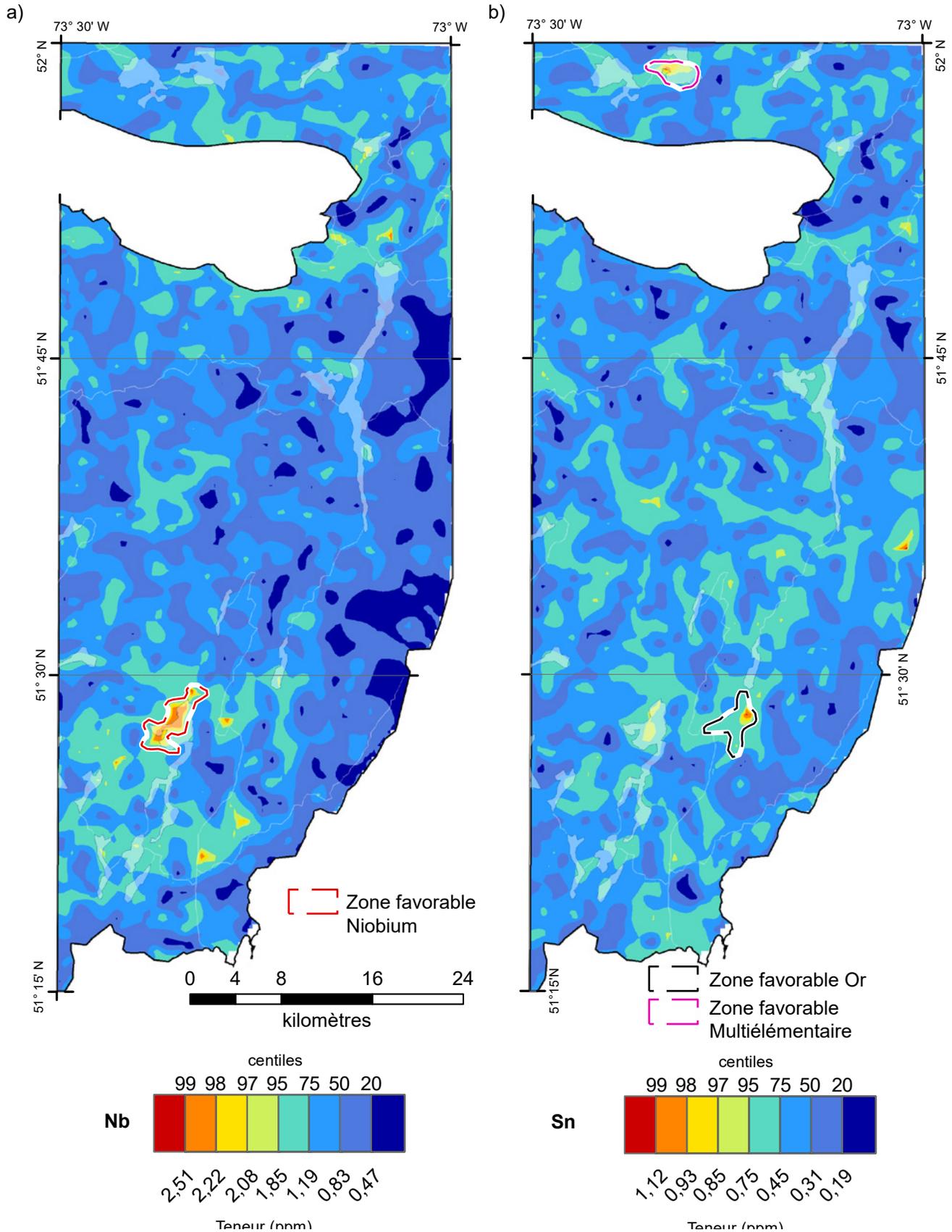


FIGURE 15 – Centiles des valeurs brutes en niobium (a) et en étain (b) dans les sédiments de fond de lac du levé du lac Gochigami.

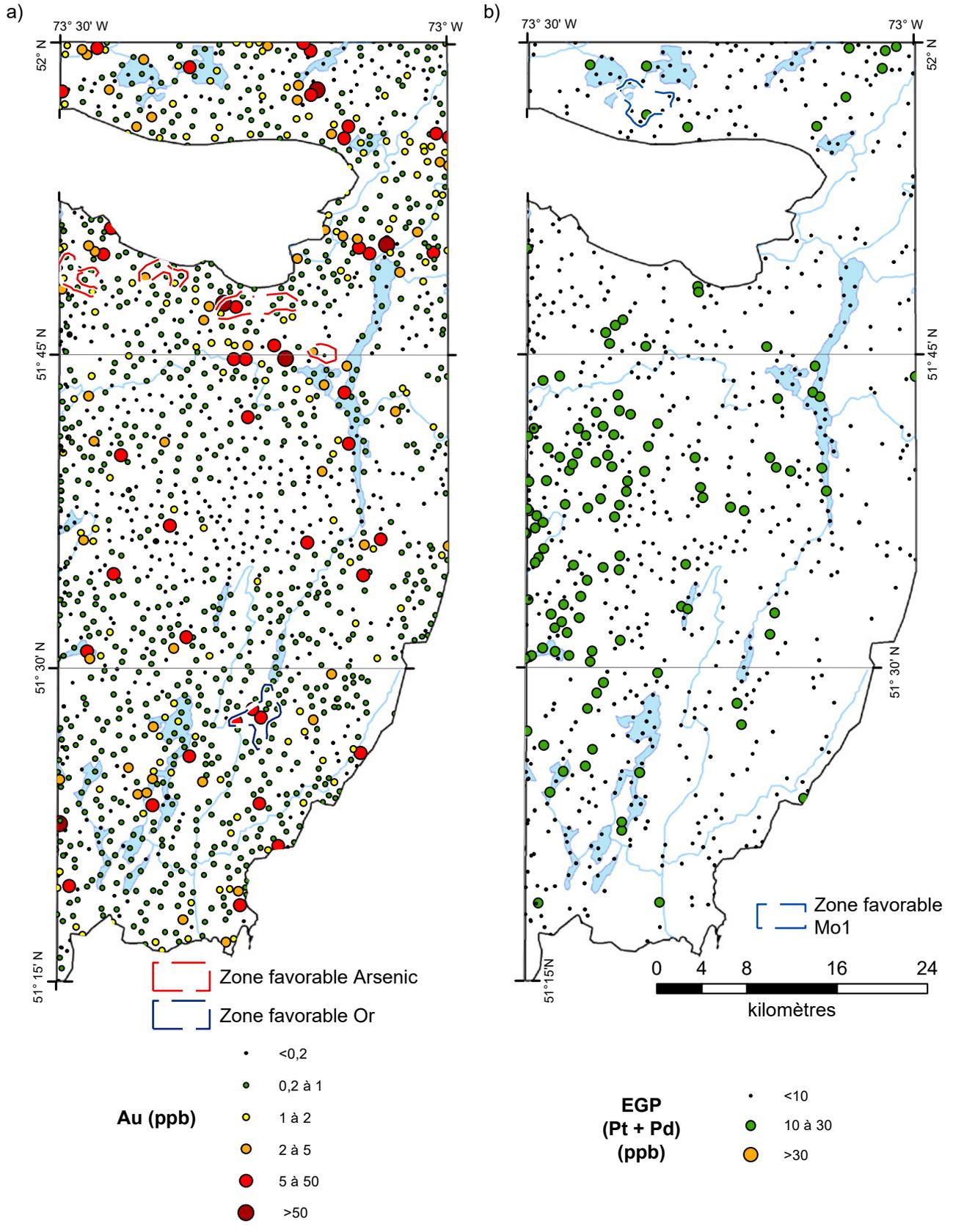


FIGURE 16 – Concentrations en or (a) et en platinoïdes (Pt+Pd; b) dans les sédiments de fond de lac du levé du lac Gochigami.

## ANNEXES

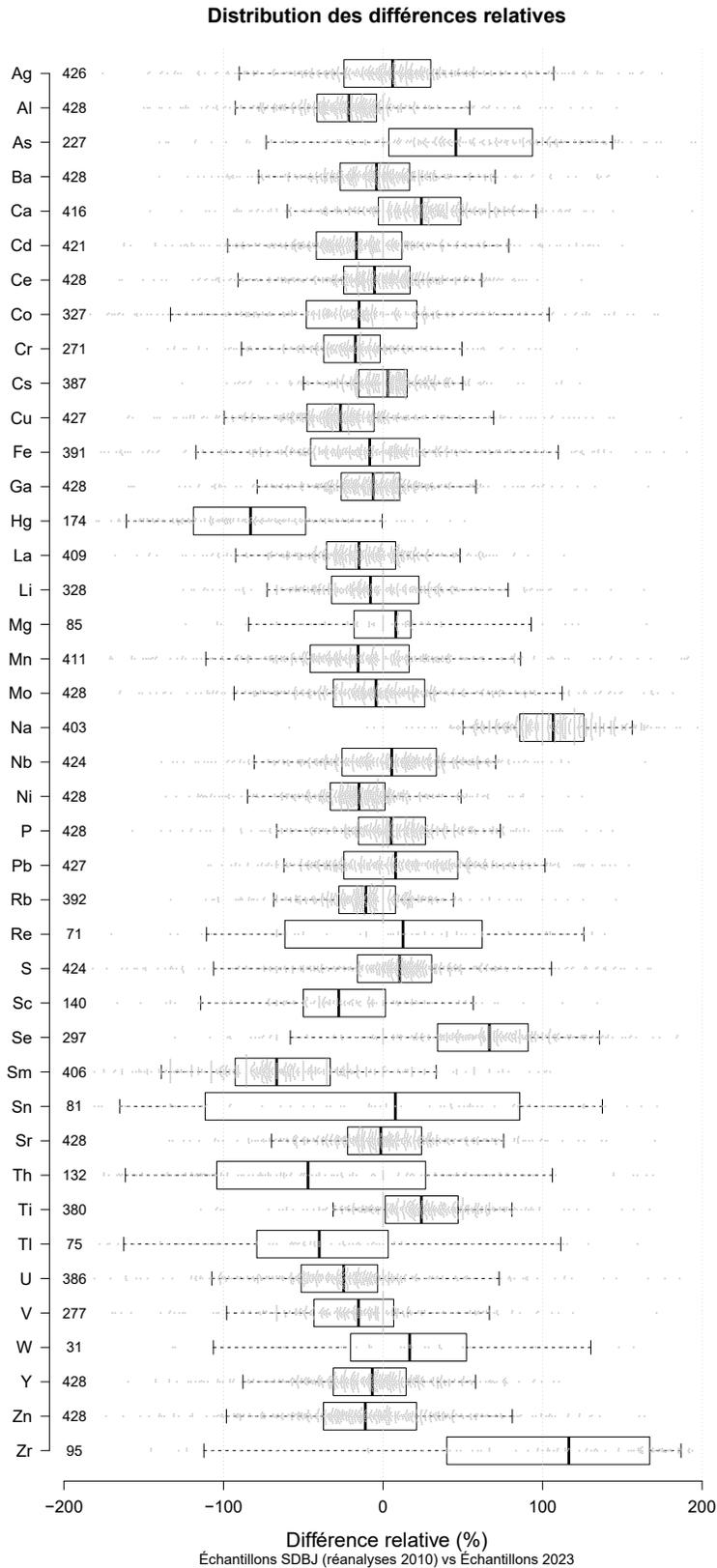
---

## ANNEXE A

**Coefficients de corrélation et répartition des différences relatives entre les échantillons du présent levé et les doublons historiques du levé de la SDBJ effectué en 1976 (réanalyses de 2010)**

	Coefficients de corrélation			Distribution des différences relatives (%)							
	Pearson (r)	Spearman (r <sub>s</sub> )	n	2,5 %	25 %	Médiane	75 %	97,5 %	Moyenne	Écart-type	n (>10LD)
Ag	0,646	0,663	428	-116	-25	6	30	127	4	55	426
Al	0,767	0,806	428	-117	-42	-22	-4	79	-22	42	428
As	0,614	0,668	401	-102	3	45	94	159	44	67	227
Ba	0,447	0,533	428	-96	-27	-4	16	105	-3	44	428
Be	0,639	0,690	324	-	-	-	-	-	-	-	5
Bi	0,556	0,625	391	-	-	-	-	-	-	-	12
Ca	0,311	0,498	428	-83	-3	24	49	111	21	47	416
Cd	0,609	0,578	428	-121	-42	-17	12	107	-14	53	421
Ce	0,743	0,792	428	-108	-25	-5	17	72	-8	43	428
Co	0,545	0,823	428	-155	-49	-15	21	129	-16	66	327
Cr	0,766	0,814	428	-116	-37	-17	-2	67	-19	40	271
Cs	0,672	0,779	428	-69	-15	3	15	62	2	31	387
Cu	0,508	0,725	428	-121	-48	-27	-6	103	-25	48	427
Fe	0,664	0,827	428	-159	-45	-8	23	133	-9	64	391
Ga	0,684	0,763	428	-105	-26	-6	11	87	-8	42	428
Hg	0,233	0,385	421	-169	-119	-83	-49	13	-82	49	174
La	0,759	0,786	428	-107	-35	-15	8	62	-16	40	409
Li	0,652	0,822	426	-99	-32	-8	23	98	-4	46	328
Mg	0,655	0,832	423	-104	-18	8	17	118	0	48	85
Mn	0,508	0,856	428	-144	-46	-16	16	129	-13	60	411
Mo	0,486	0,753	428	-115	-31	-5	27	139	-1	58	428
Na	0,021	0,282	428	42	86	107	126	164	104	33	403
Nb	0,608	0,699	428	-97	-26	6	34	87	3	46	424
Ni	0,697	0,752	428	-108	-33	-15	1	64	-16	38	428
P	0,727	0,768	428	-93	-15	5	27	88	5	43	428
Pb	0,391	0,470	428	-76	-25	8	47	121	12	50	427
Rb	0,633	0,800	427	-89	-28	-11	8	67	-11	35	392
S	0,271	0,552	424	-135	-16	10	30	134	5	58	424
Sb	0,148	0,325	299	-	-	-	-	-	-	-	1
Sc	0,575	0,679	417	-133	-50	-27	5	71	-26	51	140
Se	0,406	0,356	416	-77	34	67	92	151	58	55	297
Sm	0,646	0,626	428	-153	-93	-67	-33	66	-61	52	406
Sn	0,011	0,387	405	-177	-111	7	85	154	-3	103	81
Sr	0,540	0,477	428	-84	-22	-1	24	92	1	44	425
Th	0,371	0,581	312	-166	-105	-46	27	154	-36	84	132
Ti	0,685	0,814	426	-59	2	24	47	94	24	38	380
Tl	0,502	0,726	377	-172	-79	-41	-1	118	-37	78	75
U	0,450	0,867	427	-126	-52	-25	-4	93	-26	53	386
V	0,757	0,830	428	-131	-43	-15	7	82	-16	49	277
W	0,620	0,671	340	-131	-20	17	52	150	16	69	31
Y	0,753	0,795	428	-113	-32	-7	15	76	-10	43	428
Zn	0,653	0,710	428	-124	-38	-11	21	105	-9	53	428
Zr	0,113	0,302	402	-127	40	116	167	192	90	94	95

## ANNEXE A - (suite)



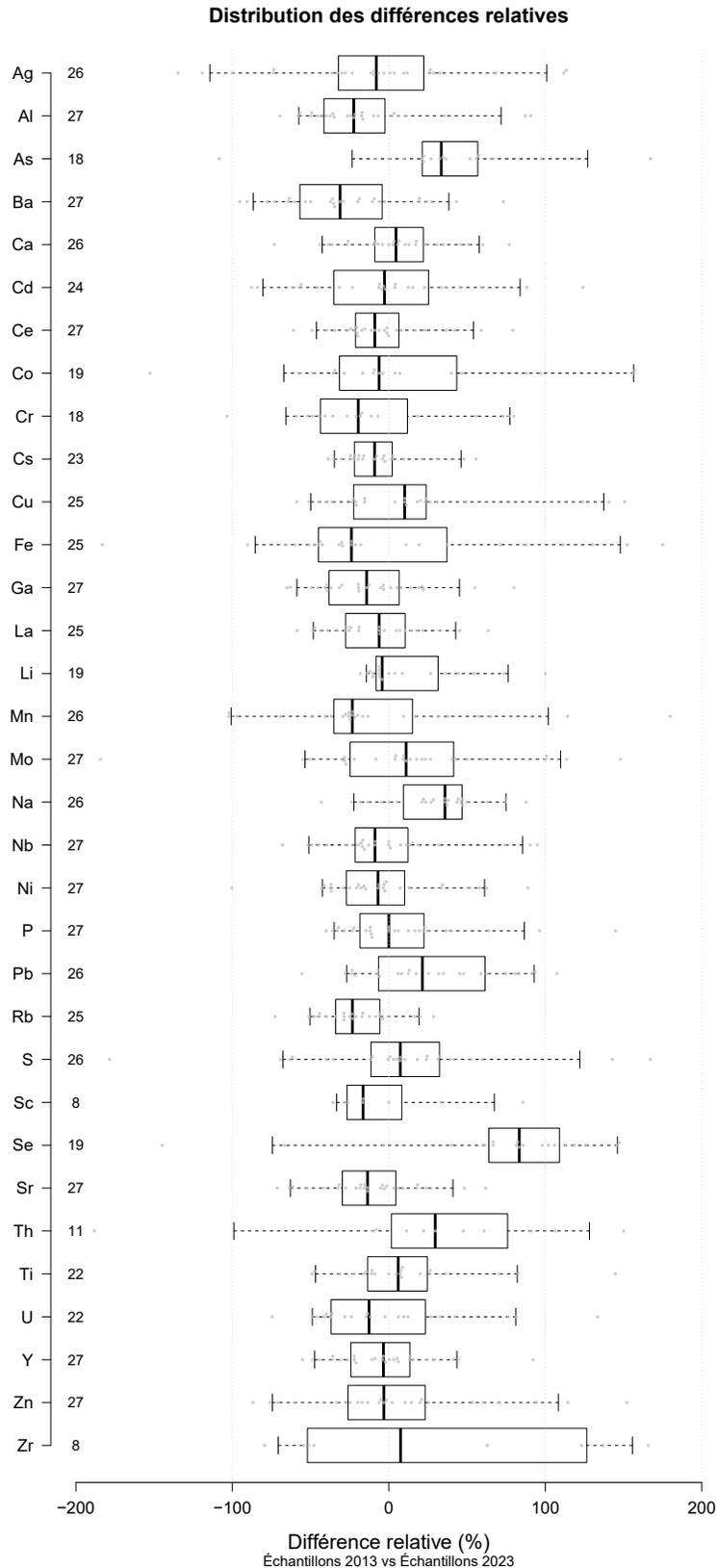
**FIGURE ANNEXE A** – Graphique de la distribution des différences relatives entre les échantillons du présent levé et les doublons historiques du levé de la SDBJ effectué en 1976 (réanalyses de 2010)

## ANNEXE B

**Coefficients de corrélation et répartition des différences relatives entre les échantillons du présent levé et les doublons historiques du levé de 2013 (Mistassini nord, 13529B; Solgadi, 2017c)**

	Coefficients de corrélation			Distribution des différences relatives (%)							
	Pearson (r)	Spearman (r <sub>s</sub> )	n	2,5 %	25 %	Médiane	75 %	97,5 %	Moyenne	Écart-type	n (>10LD)
Ag	0,775	0,794	27	-125	-33	-9	12	112	-11	60	26
Al	0,828	0,806	27	-62	-42	-23	-8	88	-18	39	27
As	0,859	0,671	27	-69	18	34	57	148	40	59	18
Ba	0,633	0,646	27	-92	-52	-30	-3	54	-24	41	27
Be	0,788	0,700	21	-	-	-	-	-	-	-	0
Bi	0,507	0,460	24	-	-	-	-	-	-	-	0
Ca	0,620	0,580	27	-56	-9	3	21	67	4	34	26
Cd	0,594	0,619	27	-86	-39	-6	28	104	-1	53	24
Ce	0,779	0,842	27	-54	-24	-10	4	67	-6	32	27
Co	0,238	0,829	27	-112	-33	-8	32	132	2	68	19
Cr	0,594	0,681	27	-86	-45	-21	-7	79	-13	53	18
Cs	0,851	0,814	27	-37	-22	-13	1	52	-6	25	23
Cu	0,713	0,793	26	-54	-21	7	24	145	12	56	25
Fe	0,710	0,750	24	-130	-46	-26	24	149	-7	78	25
Ga	0,887	0,883	27	-64	-37	-17	7	64	-11	34	27
Hg	0,713	0,784	27	-50	-38	-22	2	37	-14	40	4
K	0,810	0,841	22	-	-	-	-	-	-	-	0
La	0,814	0,846	27	-53	-30	-6	9	53	-9	31	24
Li	0,888	0,903	27	-16	-9	-5	22	89	12	33	19
Mg	0,833	0,868	27	-33	-25	-16	14	75	4	53	4
Mn	0,690	0,845	26	-102	-37	-25	10	141	-12	63	26
Mo	0,574	0,742	26	-103	-26	10	42	126	13	65	27
Na	0,151	0,150	27	-30	13	36	46	80	28	31	26
Nb	0,822	0,811	27	-58	-22	-11	10	92	-2	40	27
Ni	0,536	0,669	27	-64	-28	-14	5	72	-6	40	27
P	0,844	0,708	27	-37	-20	1	22	115	8	42	27
Pb	0,642	0,535	27	-39	-6	25	62	99	29	45	26
Rb	0,866	0,903	27	-60	-35	-23	-8	24	-21	24	25
Re	0,744	0,727	11	-	-	-	-	-	-	-	4
S	0,489	0,696	24	-113	-12	7	31	103	2	61	26
Sc	0,812	0,813	26	-35	-27	-16	8	77	-1	41	8
Se	0,329	0,281	25	-112	63	85	108	147	68	74	19
Sn	0,172	0,483	26	-	-	-	-	-	-	-	5
Sr	0,592	0,698	27	-66	-31	-14	5	53	-13	32	27
Th	0,703	0,718	17	-144	2	30	76	139	29	87	11
Ti	0,921	0,879	27	-48	-14	5	20	114	9	45	22
Tl	0,905	0,911	21	-168	-97	-18	58	127	-20	155	0
U	0,853	0,893	25	-62	-37	-14	12	107	-1	51	22
W	0,289	0,571	20	-	-	-	-	-	-	-	0
Y	0,728	0,794	27	-51	-26	-4	11	62	-5	33	27
Zn	0,369	0,516	27	-80	-26	-4	21	129	5	58	27
Zr	0,225	0,525	24	-79	-52	16	127	161	33	100	8

## ANNEXE B - (suite)



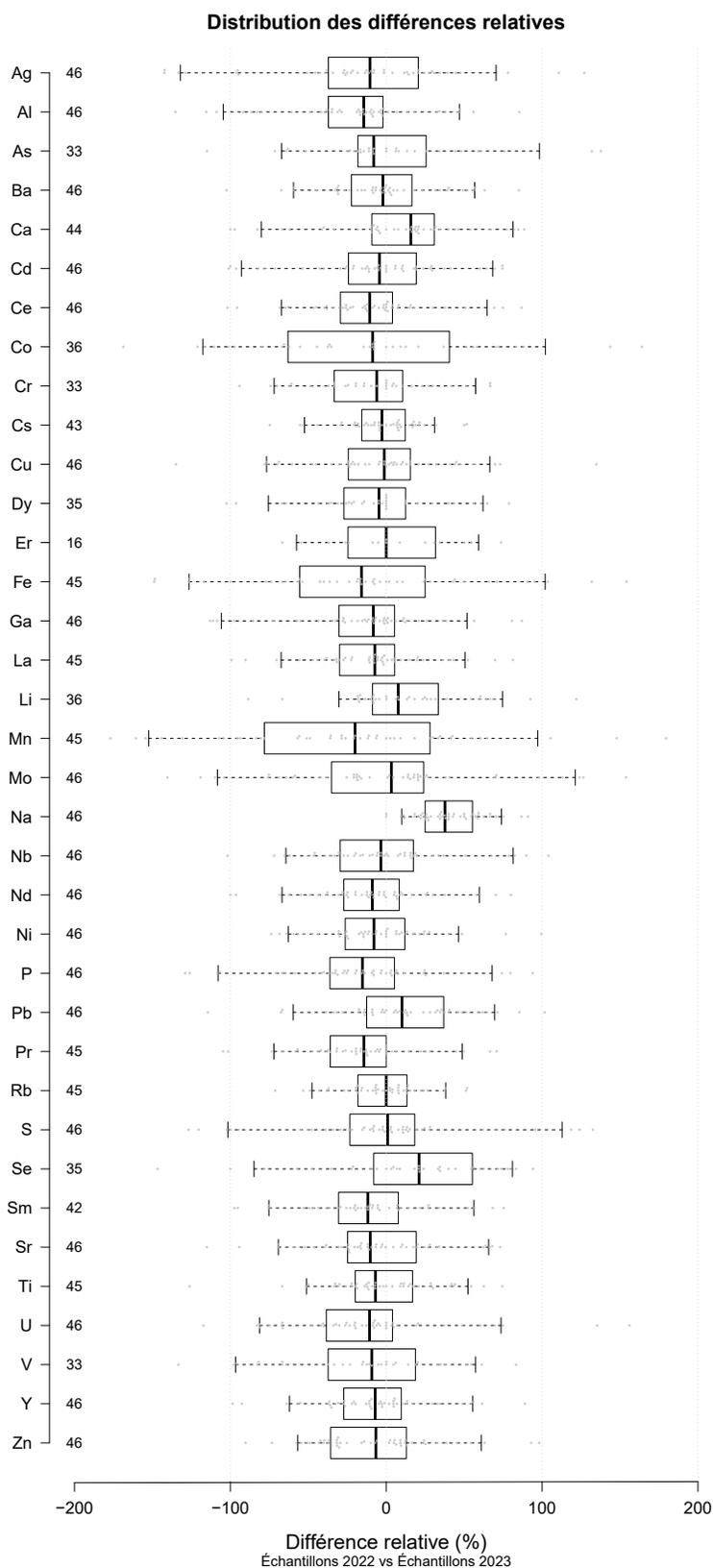
**FIGURE ANNEXE B** – Graphique de la distribution des différences relatives entre les échantillons de ce levé et les doublons historiques du levé de 2013 (Mistassini nord, 13529B; Solgadi, 2017c)

## ANNEXE C

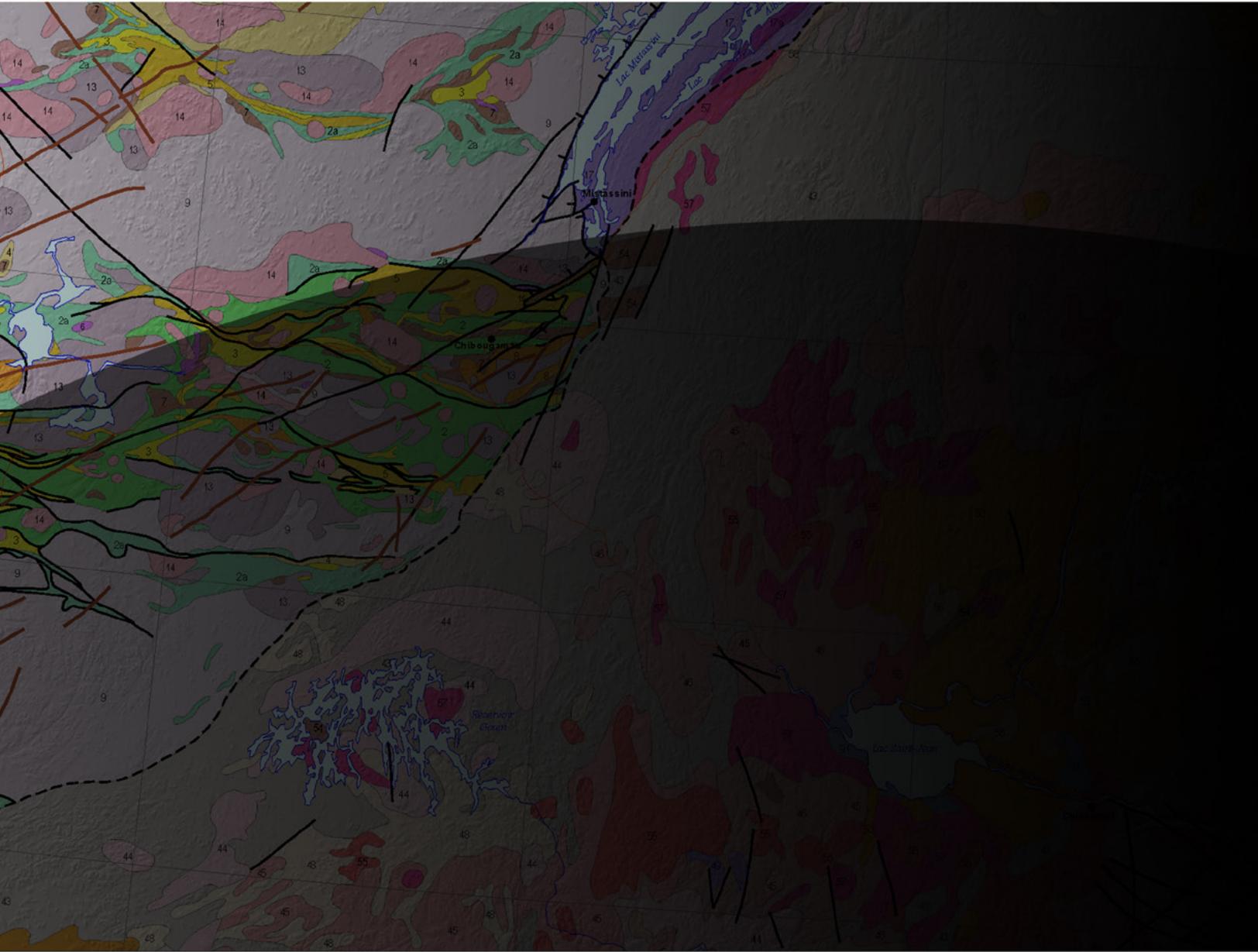
**Coefficients de corrélation et répartition des différences relatives entre les échantillons du présent levé et les doublons historiques du levé de 2022 (lac Comeau, 2022CM Lamarche, 2023c)**

	Coefficients de corrélation			Distribution des différences relatives (%)							
	Pearson (r)	Spearman (r <sub>s</sub> )	n	2,5 %	25 %	Médiane	75 %	97,5 %	Moyenne	Écart-type	n (>10LD)
Ag	0,425	0,550	46	-141	-38	-11	21	108	-14	59	46
Al	0,679	0,757	46	-115	-38	-15	-2	55	-20	46	46
As	0,522	0,742	45	-81	-19	-8	20	133	1	52	33
Ba	0,358	0,475	46	-67	-24	-1	18	63	-1	37	46
Be	0,697	0,793	42	-	-	-	-	-	-	-	1
Bi	0,849	0,749	44	-	-	-	-	-	-	-	1
Ca	0,517	0,538	46	-97	-9	15	31	85	7	45	44
Cd	0,663	0,692	46	-100	-25	-5	19	74	-6	44	46
Ce	0,756	0,768	46	-93	-30	-9	4	74	-10	39	46
Co	0,536	0,782	46	-128	-64	-9	29	147	-14	74	36
Cr	0,766	0,773	46	-79	-33	-8	12	67	-9	40	33
Cs	0,769	0,758	46	-55	-16	-3	9	50	-3	26	43
Cu	0,620	0,665	45	-78	-24	-1	15	73	-5	48	46
Dy	0,681	0,767	46	-97	-28	-4	12	67	-6	42	35
Er	0,693	0,785	46	-62	-25	0	32	67	3	40	16
Eu	0,670	0,748	45	-	-	-	-	-	-	-	0
Fe	0,749	0,760	46	-147	-56	-16	24	130	-15	69	45
Ga	0,548	0,716	46	-111	-31	-9	6	78	-15	44	46
Hg	0,502	0,594	46	-	-	-	-	-	-	-	10
Ho	0,551	0,649	39	-	-	-	-	-	-	-	0
K	0,525	0,531	43	-	-	-	-	-	-	-	0
La	0,776	0,753	46	-89	-30	-8	6	68	-8	37	45
Li	0,731	0,748	46	-70	-9	7	30	97	13	41	36
Mg	0,770	0,764	46	-	-	-	-	-	-	-	8
Mn	0,549	0,685	37	-160	-62	-18	29	145	-21	77	45
Mo	0,780	0,706	43	-118	-38	2	22	123	-4	61	46
Na	0,383	0,379	46	1	25	38	56	86	40	21	46
Nb	0,427	0,516	46	-71	-30	-3	18	89	-1	44	46
Nd	0,709	0,746	46	-94	-28	-10	9	69	-9	38	46
Ni	0,588	0,706	46	-68	-27	-9	10	73	-8	35	46
P	0,653	0,741	46	-124	-37	-15	6	79	-17	48	46
Pb	0,596	0,685	45	-67	-14	9	35	84	10	41	46
Pr	0,737	0,765	46	-99	-36	-14	0	65	-15	37	45
Rb	0,798	0,752	46	-53	-18	-1	13	50	-3	26	45
Re	0,074	0,106	42	-	-	-	-	-	-	-	10
S	0,301	0,457	43	-119	-24	-1	15	116	-3	55	46
Sb	0,391	0,225	32	-	-	-	-	-	-	-	0
Sc	0,754	0,745	45	-	-	-	-	-	-	-	14
Se	0,567	0,591	45	-108	-9	21	52	85	13	54	35
Sm	0,688	0,720	46	-95	-31	-12	8	68	-11	39	42
Sn	0,466	0,566	44	-	-	-	-	-	-	-	9
Sr	0,400	0,429	45	-92	-25	-11	20	68	-7	41	46
Tb	0,579	0,654	41	-	-	-	-	-	-	-	0
Th	0,653	0,332	35	-	-	-	-	-	-	-	12
Ti	0,764	0,778	46	-66	-20	-6	18	62	-2	36	45
Tl	0,427	0,707	44	-	-	-	-	-	-	-	9
U	0,597	0,878	46	-83	-40	-13	4	129	-10	53	46
V	0,779	0,787	46	-106	-44	-10	15	66	-15	51	33
W	0,391	0,611	36	-	-	-	-	-	-	-	4
Y	0,730	0,791	46	-90	-27	-5	11	61	-7	38	46
Yb	0,742	0,810	46	-	-	-	-	-	-	-	7
Zn	0,755	0,818	46	-72	-37	-7	12	90	-7	40	46
Zr	0,469	0,330	45	-	-	-	-	-	-	-	9

## ANNEXE C - (suite)



**FIGURE ANNEXE C** – Graphique de la distribution des différences relatives entre les échantillons de ce levé et les doublons historiques du levé de 2022 (lac Comeau, 2022CM Lamarche, 2023c)



Ressources naturelles  
et Forêts

Québec

