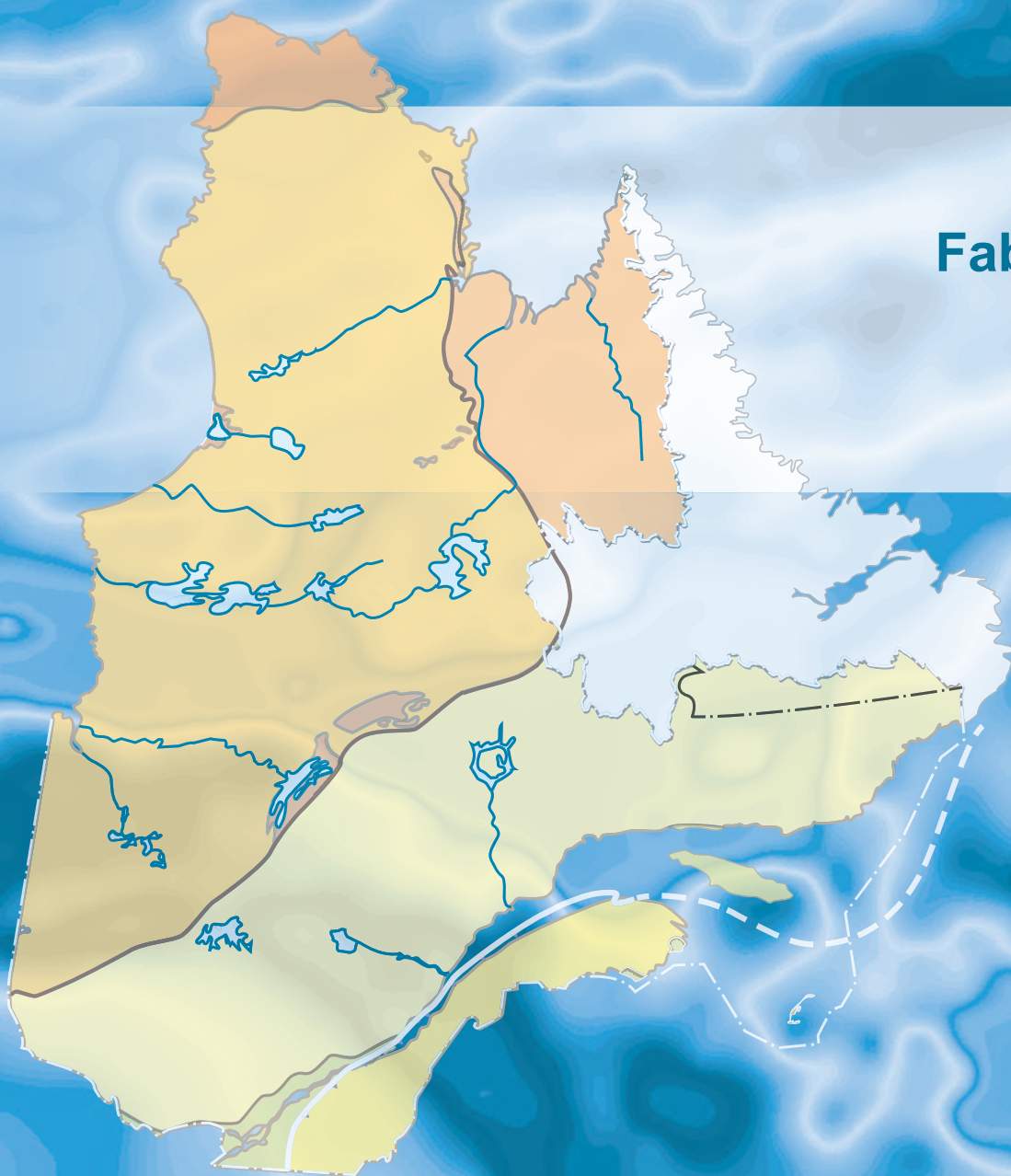


Nouveau levé géochimique de sédiments de fond de lac dans la partie sud de la Province de Grenville, Québec

Fabien Solgadi

DP 2018-03



Nouveau levé géochimique de sédiments de fond de lac dans la partie sud de la Province de Grenville, Québec

Fabien Solgadi (MERN)

DP 2018-03

INTRODUCTION

Le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles a réalisé en 2012 un levé de sédiments de fond de lac dans la partie méridionale de la Province de Grenville (portions des feuillets SNRC 21L, 21M, 31F, 31G, 31I, 31J, 31K, 31L, 31M, 31N, 31O et 31P). Ce levé a été exécuté par la firme IOS Services Géoscientifiques du 10 août au 3 octobre 2012 et du 15 octobre au 27 octobre 2012. Le levé a couvert une superficie d'approximativement 77 300 km² et a permis la collecte de 5779 échantillons, ce qui correspond à une densité d'environ un échantillon par 13 km². Une partie de ce territoire d'une superficie de 1400 km² (levé 12511-B) a été échantillonné avec une maille plus serrée d'environ un échantillon par 3 km². Cette portion du levé comprend 376 échantillons et a été effectuée dans le secteur à l'est du lac Kipawa (figure 1).

D'un point de vue géologique, le levé se situe principalement dans la Province de Grenville, mais déborde légèrement dans la Sous-province de Pontiac (figure 1). Le potentiel minéral de ce secteur est variable, mais la partie plus détaillée du secteur échantillonné couvre une région caractérisée par la présence de nombreuses minéralisations de terres rares associées au Complexe syénitique de Kipawa (figure 1). D'autres indices de différentes substances sont aussi présents dans la zone du levé, mais la description détaillée de ces différentes minéralisations sort du cadre de ce rapport.

MÉTHODE D'ANALYSES

L'échantillonnage a été fait à l'aide d'un hélicoptère sur flotteurs muni d'une torpille en acier au carbone non allié munie de clapets aux extrémités qui permettent de retenir les sédiments de lac lors de la remontée. Le pH des sédiments a été mesuré dans un délai de 24 h suivant l'échantillonnage.

Les analyses ont été réalisées en 2012 au laboratoire Actlabs d'Ancaster en Ontario. Les échantillons ont préalablement été séchés, broyés et homogénéisés. Par la suite, une portion d'environ 0,5 g d'échantillon a été analysée pour 53 éléments par spectrométrie de masse à couplage inductif (ICP-MS) après une dissolution à l'eau régale. Cette méthode de dissolution a l'avantage d'éviter la volatilisation de certains éléments, tels que As, Sb, Hg, Se, Te ou Tl, qui peut se produire lors d'une dissolution totale par quatre acides (Maurice, 2011; Genna, 2017). Toutefois, comme plusieurs auteurs l'ont démontré (Trépanier, 2007; Maurice, 2011; Amor, 2015), cette méthode ne permet pas de dissoudre complètement les minéraux très résistants tels que la barytine, la cassitérite, la chromite, la monazite, le xénotime ou le zircon, ce qui peut amener une sous-estimation de certains éléments. Les résultats de ces analyses sont disponibles dans le SIGÉOM, à l'adresse suivante : http://sigecom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/I1102_aLaCarte?l=F#GEOCH. À partir de ce formulaire, il est possible de retracer les analyses des échantillons de ces levés en utilisant le critère « Numéro projet sédiment » : 12511-A pour le levé général de 5779 échantillons et 12511-B pour le levé détaillé de 376 échantillons.

TRAITEMENT DES DONNÉES

Dans un premier temps, les valeurs brutes provenant de ce levé ont été simplement mises en plan et extrapolées à l'aide de la méthode des voisins naturels. 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 des teneurs de fond qui varient dans le milieu échantillonné en fonction des lithologies environnantes. D'autres facteurs environnementaux, comme la profondeur des lacs, la proportion de matière organique, 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 le plus possible de ces facteurs et de faciliter la détection des concentrations anormales associées aux minéralisations.

Interpolation des valeurs brutes par la méthode des voisins naturels

Ce traitement a été effectué afin d'obtenir des cartes d'interpolation qui permettent d'identifier les secteurs anormaux en certains éléments. Les valeurs brutes des analyses ont d'abord été transformées en centiles qui ont ensuite été interpolés par la méthode des « voisins naturels » à l'aide de l'outil « Spatial Analyst » du logiciel ArcGIS. Une maille de 50 m x 50 m a été utilisée pour générer les images matricielles. Ces cartes sont présentées aux figures 2a à 9a. La symbolisation utilisée sur ces cartes a été conçue pour mettre en évidence les valeurs de centiles élevées (95^e centile et plus).

Régression spatiale multiple

La méthode de régression spatiale multiple appliquée à la géochimie des sédiments 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 disponible dans le SIGÉOM. Les détails de la méthode sont décrits dans les articles précédemment cités et le lecteur est invité à s'y référer pour plus de détails. Le principe de ce traitement repose sur la notion que la teneur d'un élément chimique dans un échantillon résulte de la combinaison d'une composante d'origine lithologique ou environnementale **(1)** associée parfois à une composante anormale provenant d'une minéralisation proximale **(2)**.

La méthode de régression spatiale multiple permet donc d'évaluer la teneur d'origine lithologique ou environnementale **(1)** d'un élément (teneur de fond) en l'absence de composante anormale **(2)**. 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 :

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

Avec :

$\text{Cu}_{\text{prédit}}$ = valeur prédite de l'élément
Ag; As, ... = variables explicatives (teneur de chaque élément)
0,5; 1,2, ... = coefficient de régression
1,78 = constante

Pour chaque échantillon considéré, les échantillons situés à moins de 20 km ont été pris en compte lors du calcul des coefficients de régression. Cette distance correspond à celle choisie par Trépanier (2006) et Lamothe (2010) à la suite de l'examen des variogrammes réalisés par Trépanier (2006) à partir du levé de sédiments de lac du Grand Nord.

En fonction de l'élément dont on cherche à prédire la valeur, les douze meilleures variables explicatives sont choisies grâce à la méthode « Régression exploratoire » de l'outil « Statistiques spatiales » du logiciel ArcGIS. Le tableau 1 présente les variables explicatives utilisées dans les équations de régression. Certains éléments sont soustraits de cette sélection préliminaire et sont listés au tableau 1. Ces éléments correspondent à l'élément prédit lui-même, ainsi que certains éléments généralement 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 en général sous les limites de détection comme l'or ne sont jamais utilisés comme variables explicatives, car ils ne sont pas de bons prédictors et sont soumis à l'effet « pépite ».

Les douze meilleures variables explicatives pour chaque élément sont utilisées dans l'équation de régression grâce à l'opérateur « Régression pondérée géographiquement » de l'outil « Statistiques spatiales » du logiciel ArcGIS. Cet opérateur, en plus de calculer la valeur prédite, calcule aussi directement la valeur résiduelle de chaque échantillon. La valeur résiduelle correspond à la différence entre la concentration réelle mesurée dans l'échantillon et la valeur prédite par l'équation de régression. Les résiduelles positives les plus importantes sont censées représenter l'apport d'une minéralisation proximale.

Présentation des résultats

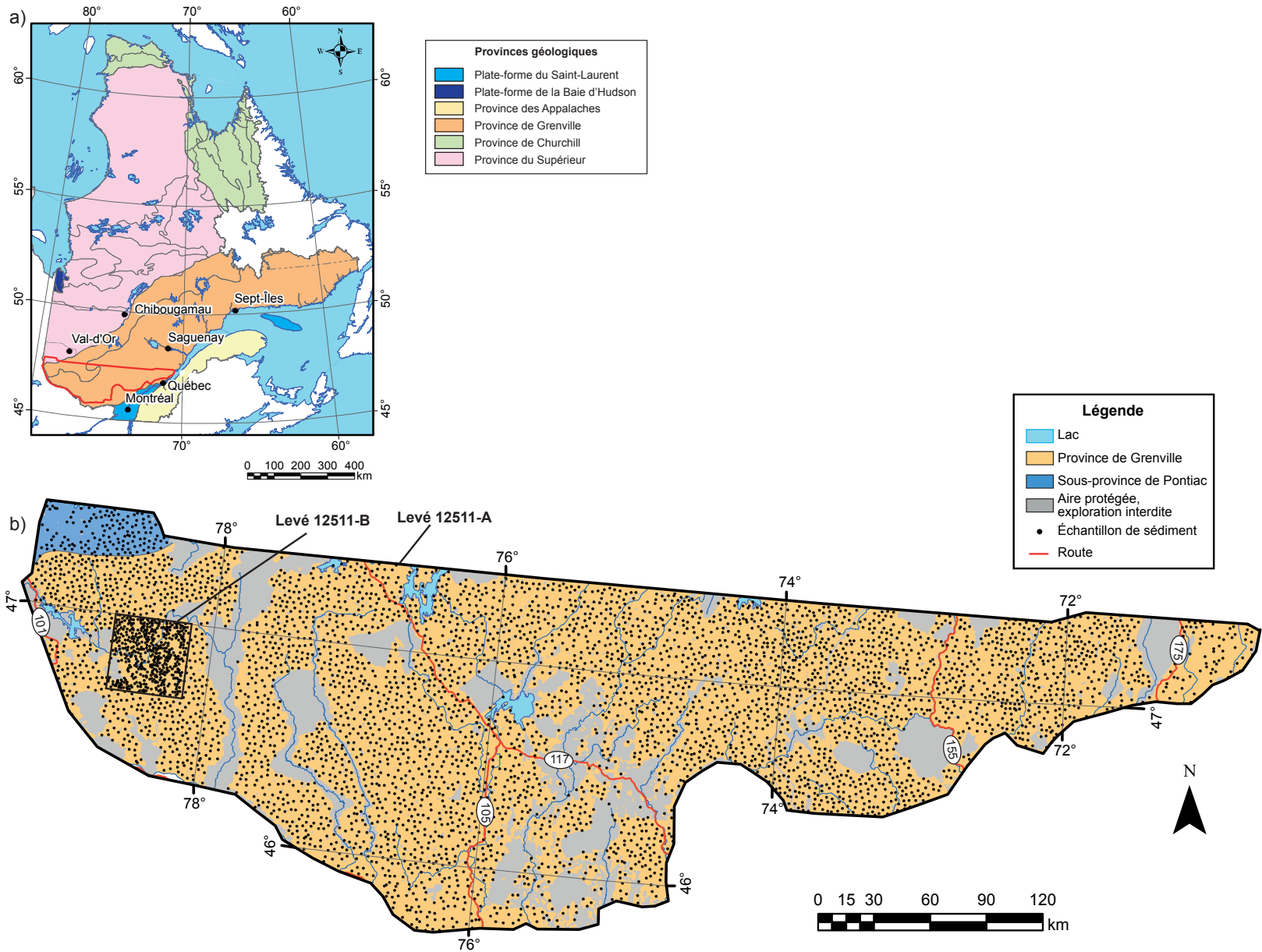
Une fois le traitement de régression spatiale multiple réalisé, les centiles des valeurs résiduelles sont calculés, puis interpolés par la méthode des voisins naturels pour produire une carte pour chaque élément (figures 2b à 9b) à la même échelle que la carte des valeurs brutes. Les deux cartes sont présentées côte à côte, ce qui permet de comparer les zones d'intérêt avant et après le traitement. Les images en format Geotif et le projet ArcGis présentant les résultats du calcul de régression spatiale multiple sont fournis dans le dossier « Autres données numériques » annexé à ce rapport.

CONCLUSIONS

De façon générale le traitement par régression spatiale multiple a tendance à resserrer les zones favorables en donnant des anomalies plus ponctuelles que l'interpolation simple des valeurs brutes pour chaque élément. Les valeurs pour les éléments de terres rares varient selon l'élément observé. Par exemple l'yttrium montre des anomalies plus importantes que le lanthane dans la région des minéralisations du secteur de Kipawa. L'yttrium semble donc un meilleur élément indicateur pour la recherche de ce genre de minéralisations enrichies en terres rares lourdes. À part le secteur de Kipawa, la région du feuillet SNRC 31K08 présente un certain potentiel en terres rares, car il montre des anomalies en lanthane et en yttrium et quelques indices pour ces éléments.

RÉFÉRENCES

- AMOR, S.D., 2015 – Comparison of lake-sediment results from Labrador and adjacent Québec: Preliminary results. Newfoundland and Labrador Department of Natural Resources Geological Survey; Current Research Report 15-1, pages 215-242.
- GENNA, D., 2017 – Utilisation des éléments volatils en exploration minérale : méthode d'analyse et exemples d'application; projets CONSOREM 2013-08 et 2014-5. CONSOREM; Quinzième Forum technologique CONSOREM-DIVEX. http://www.consorem.ca/presentation_pub/forum techno_2017/04-Forum_2017_DOMINIQUE_GENNA.pdf (document consulté le 17 janvier 2018).
- 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 201001, 27 pages.
- MAURICE, C., 2011 – Nouveaux résultats d'analyse de sédiments de lacs suivant une dissolution par quatre acides dans la Province de Churchill : implications pour l'exploration. Bulletin d'information minière Québec mines, novembre 2011. www.mern.gouv.qc.ca/mines/quebec-mines/2011-11/sediments.asp
- TRÉPANIÉ, S., 2006 – Identification de domaines géochimiques à partir des levés régionaux de sédiments de fond de lacs – Phase 2. CONSOREM, rapport soumis au 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 soumis au ministère des de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 62922, 95 pages.



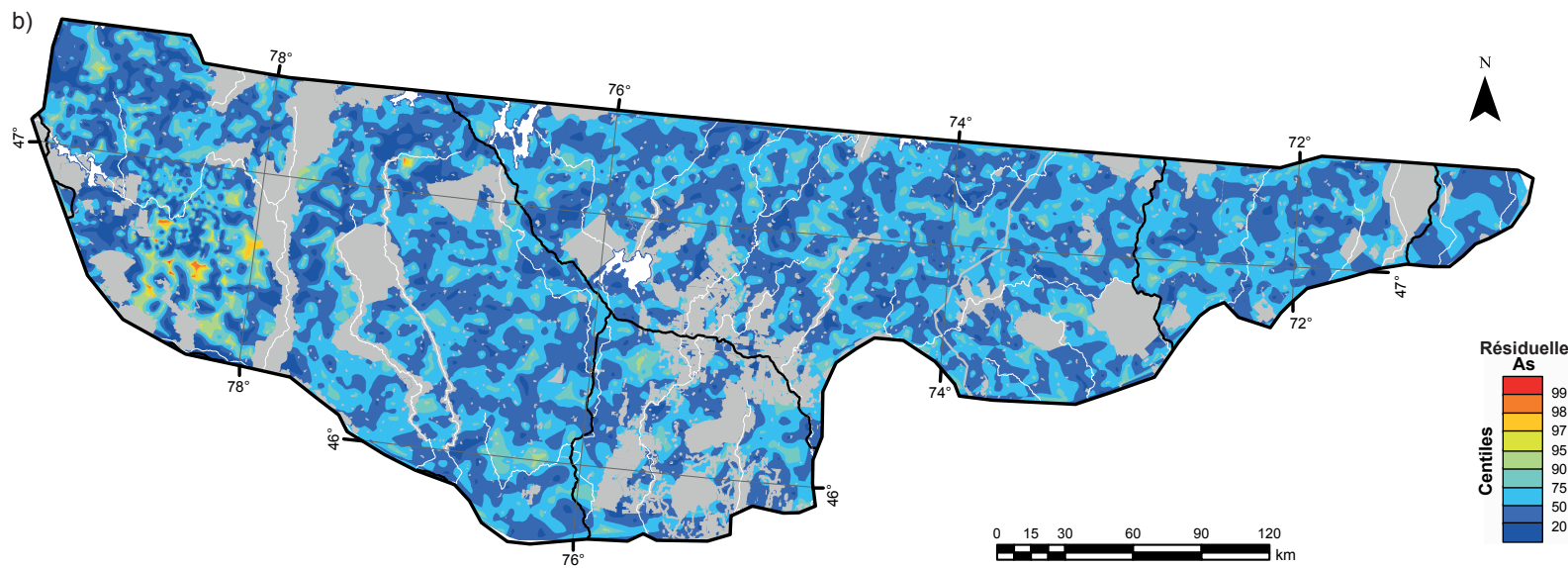
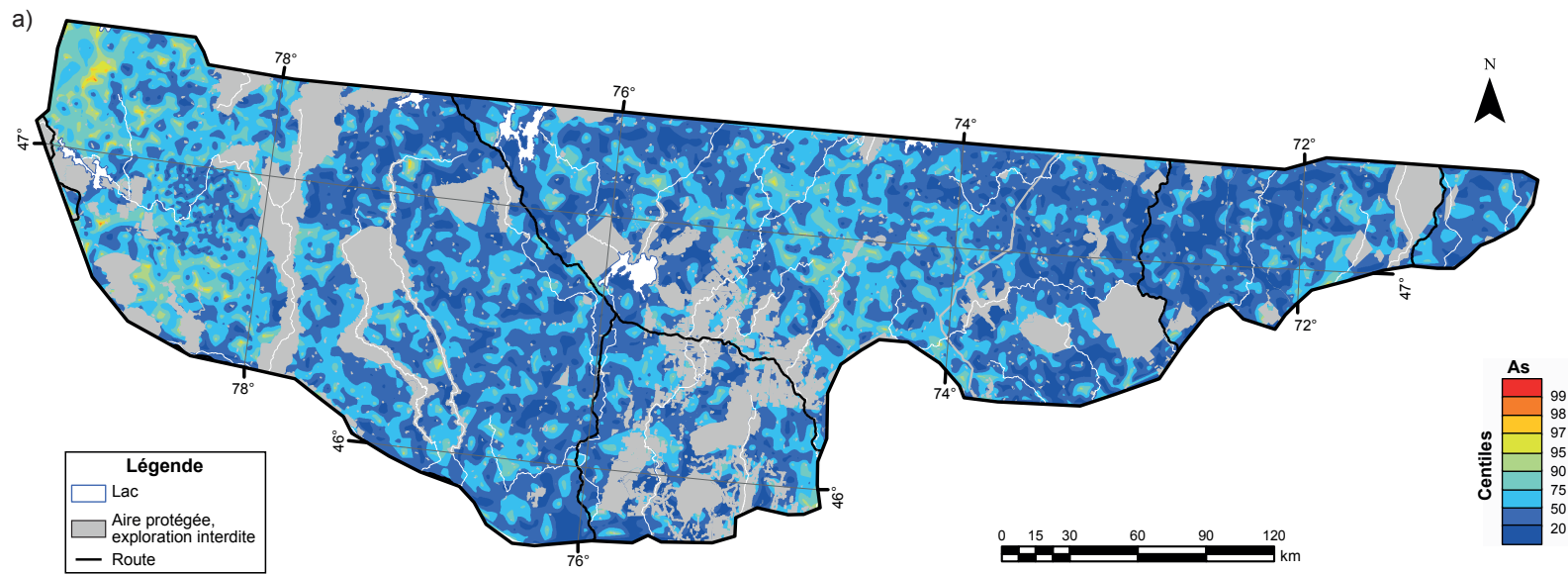


FIGURE 2 – a) Carte des concentrations en arsenic dans les sédiments de fond de lac dans la partie sud de la Province de Grenville; b) Carte des résiduelles après traitement de régression spatiale pour l'arsenic.

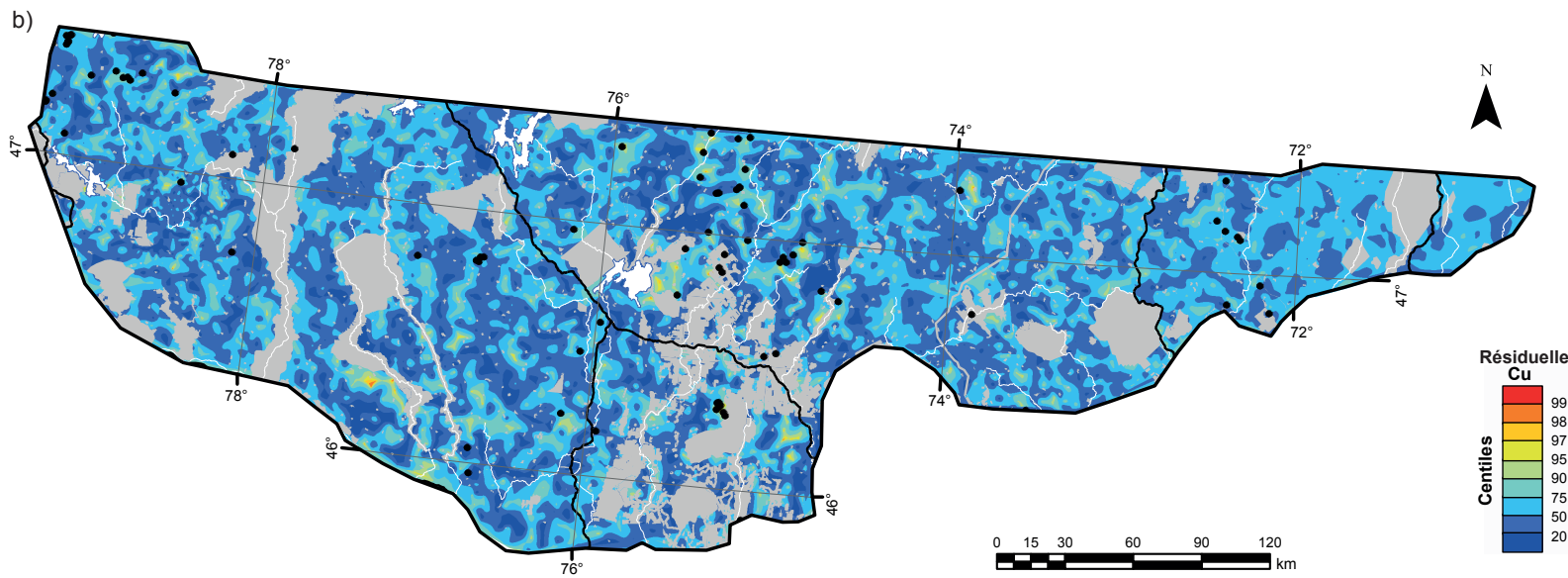
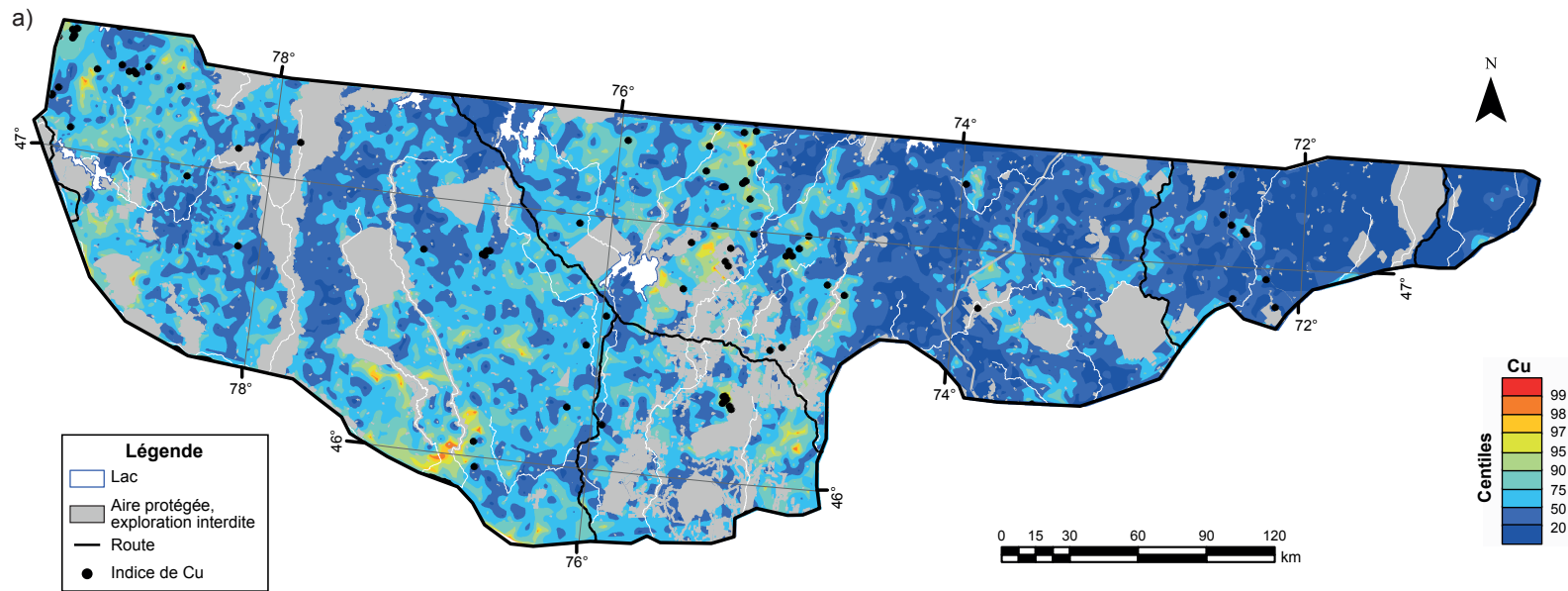


FIGURE 3 – a) Carte des concentrations en cuivre dans les sédiments de fond de lac dans la partie sud de la Province de Grenville; b) Carte des résiduelles après traitement de régression spatiale pour le cuivre.

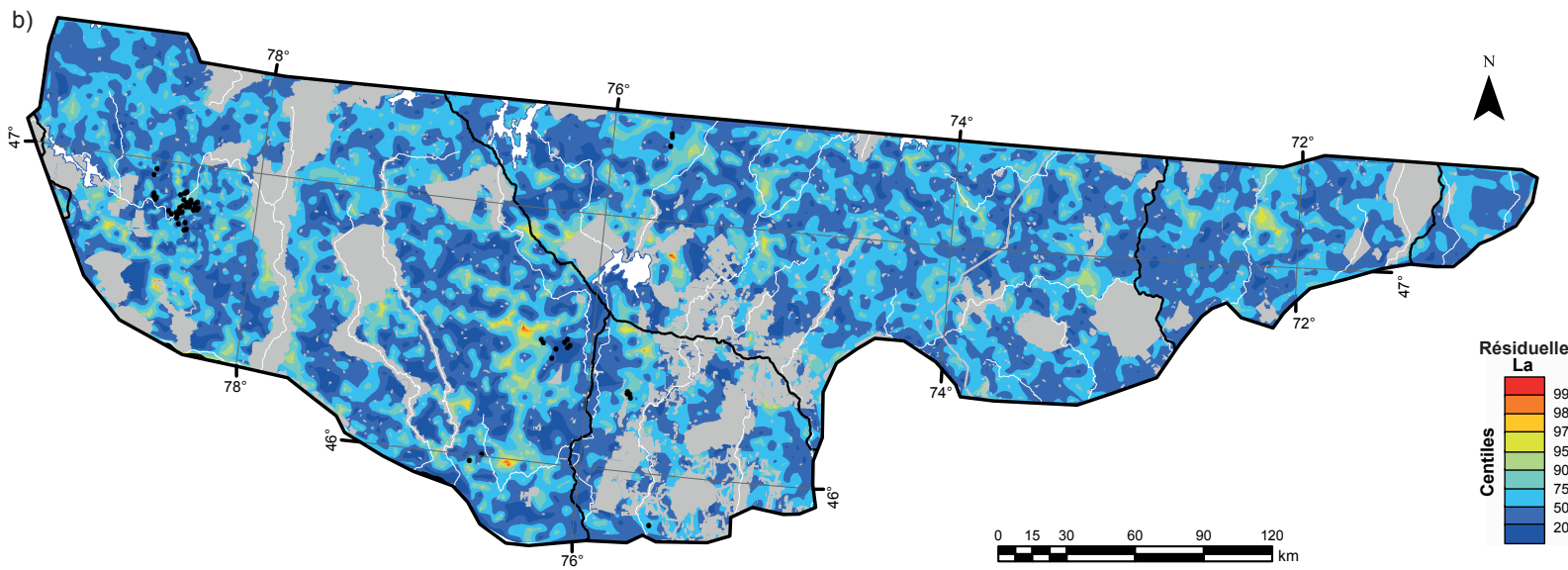
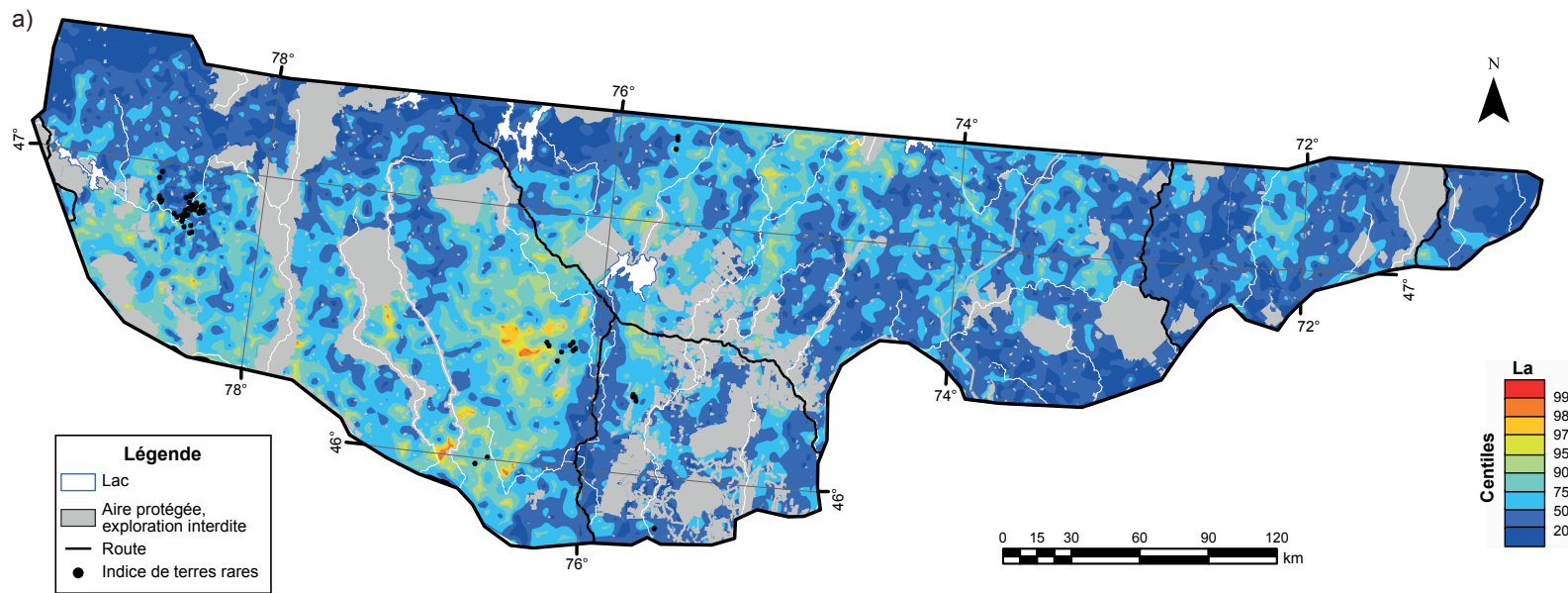


FIGURE 4 – a) Carte des concentrations en lanthane dans les sédiments de fond de lac dans la partie sud de la Province de Grenville; b) Carte des résiduelles après traitement de régression spatiale pour le lanthane.

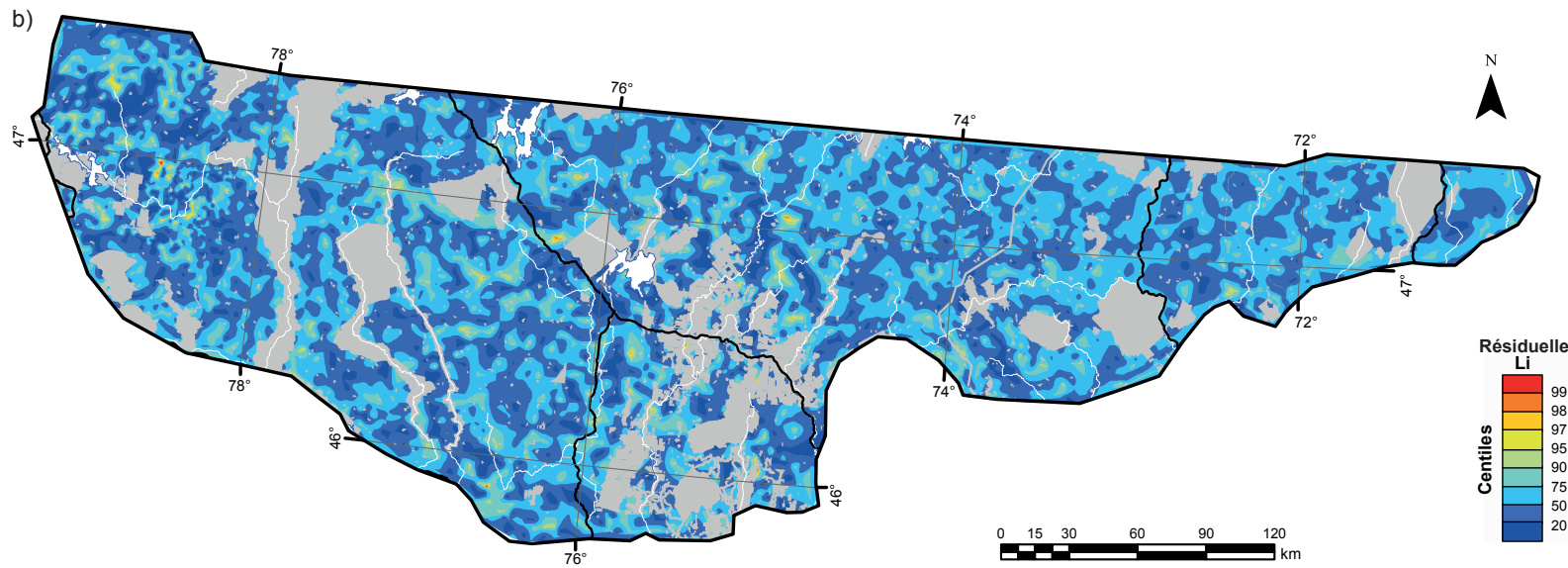
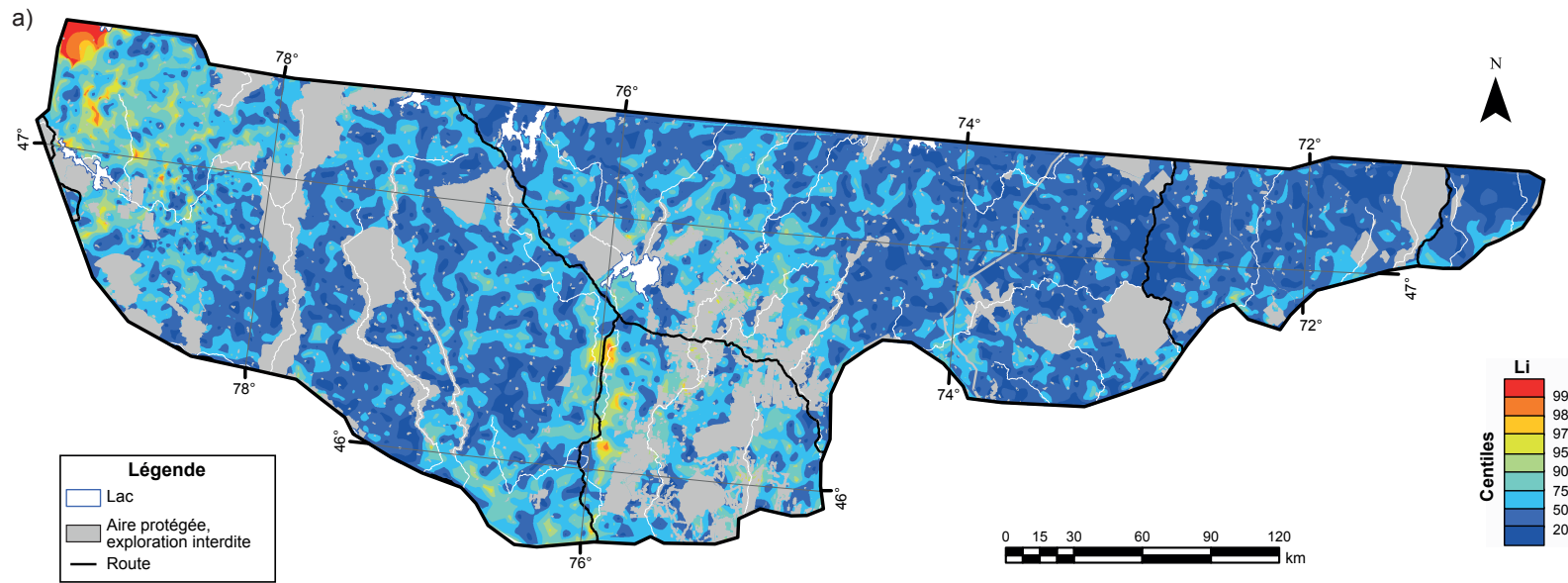


FIGURE 5 – a) Carte des concentrations en lithium dans les sédiments de fond de lac dans la partie sud de la Province de Grenville; b) Carte des résiduelles après traitement de régression spatiale pour le lithium.

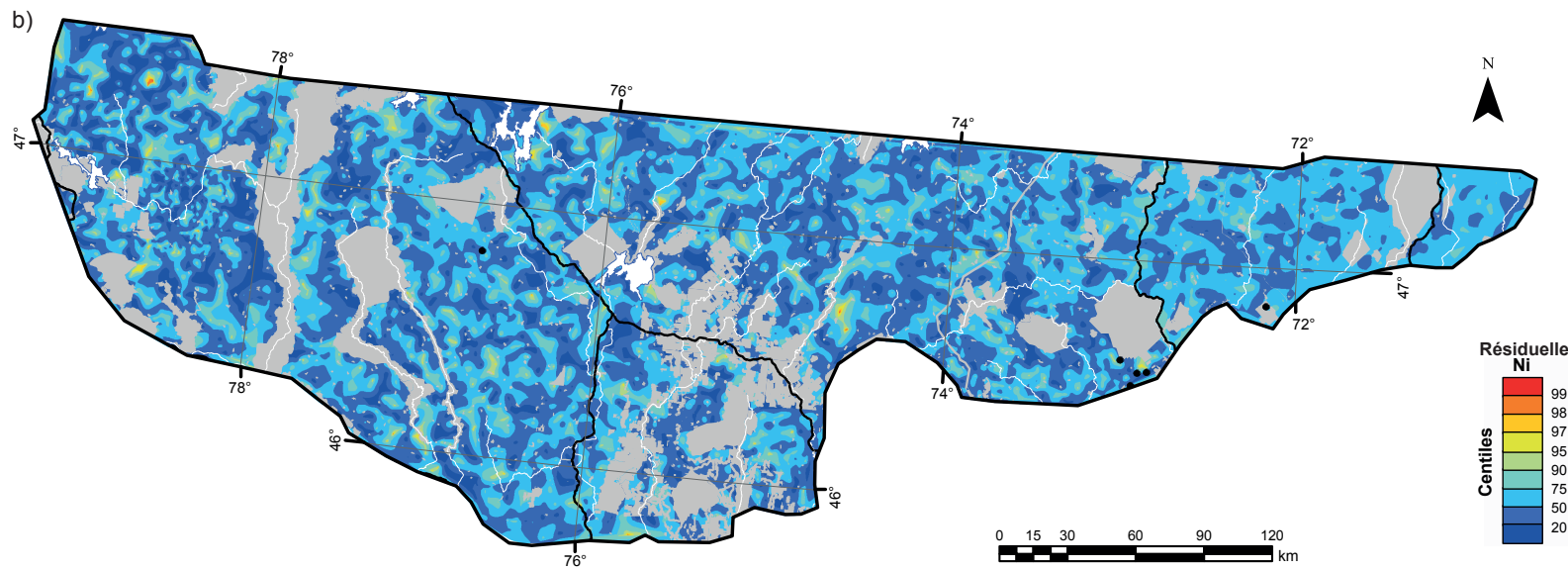
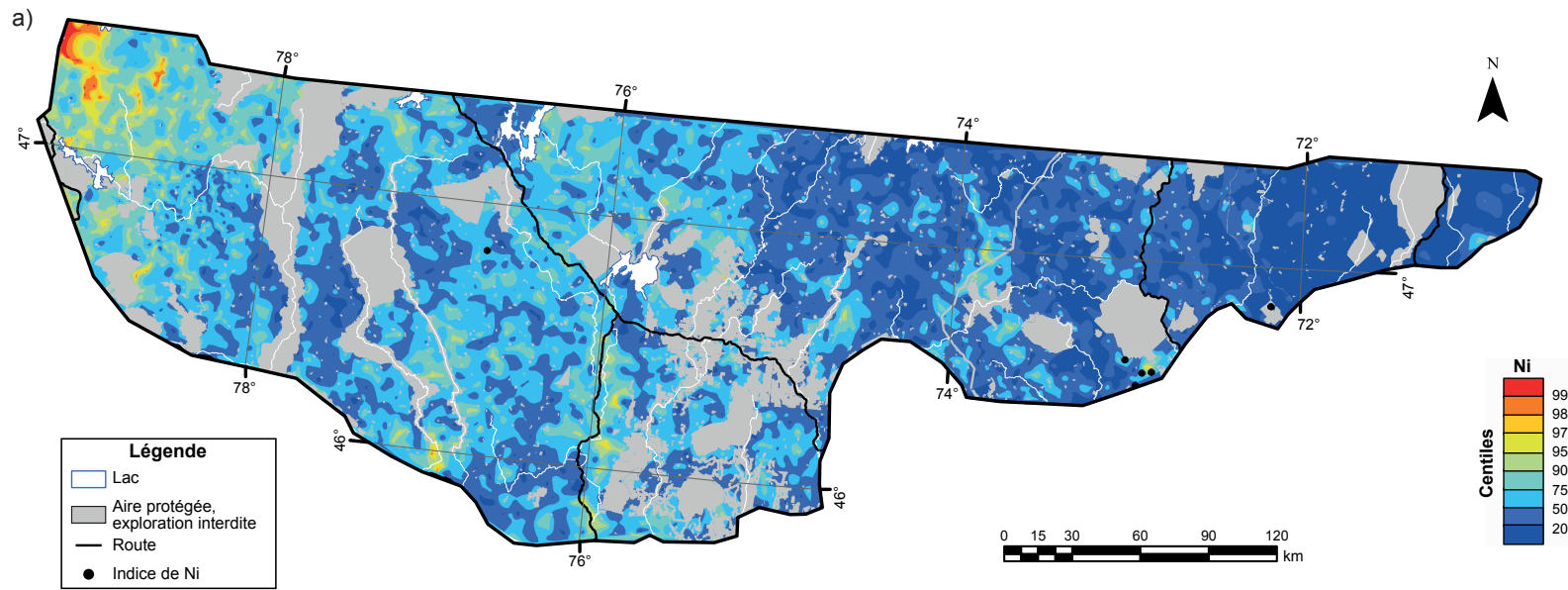


FIGURE 6 – a) Carte des concentrations en nickel dans les sédiments de fond de lac dans la partie sud de la Province de Grenville; b) Carte des résiduelles après traitement de régression spatiale pour le nickel.

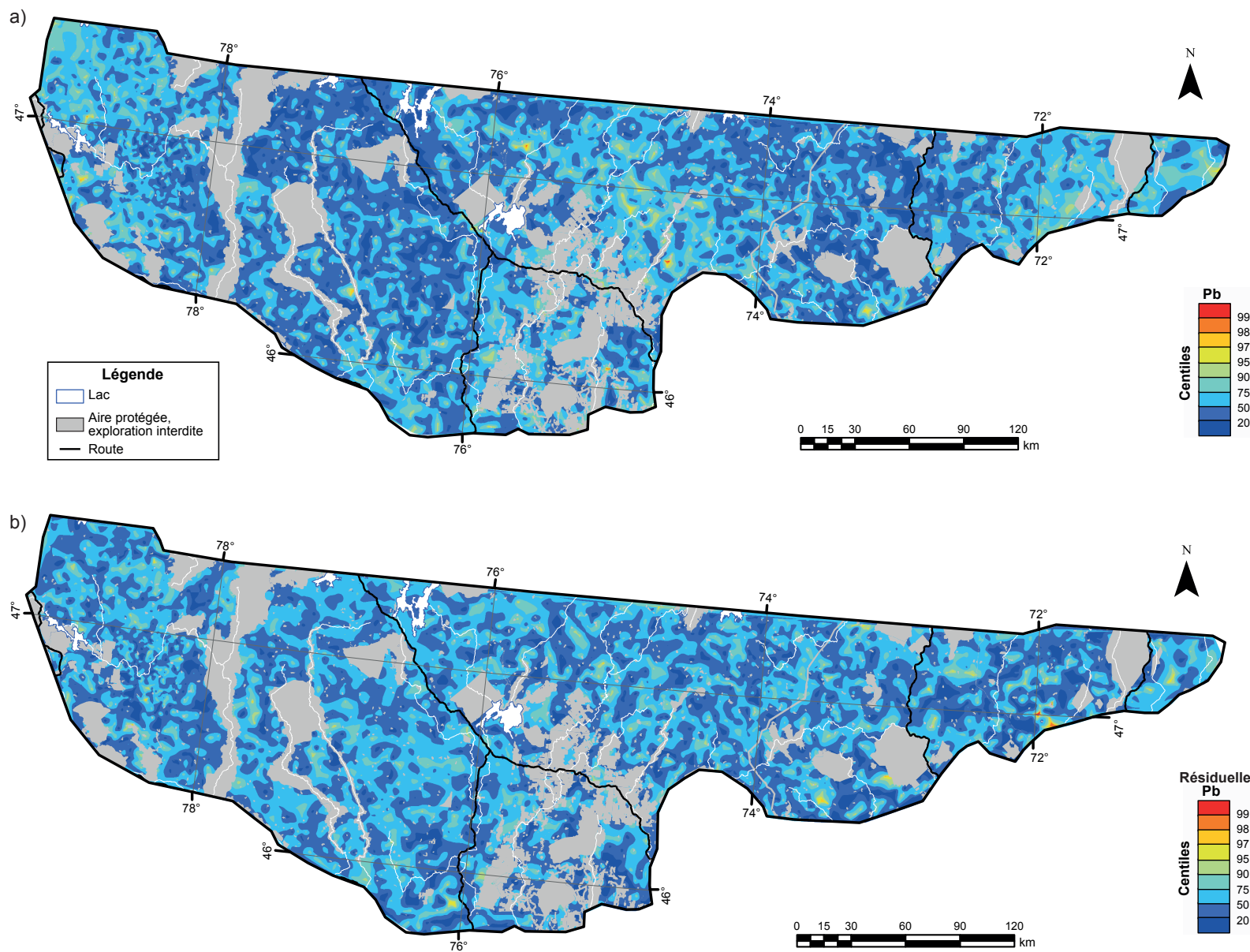
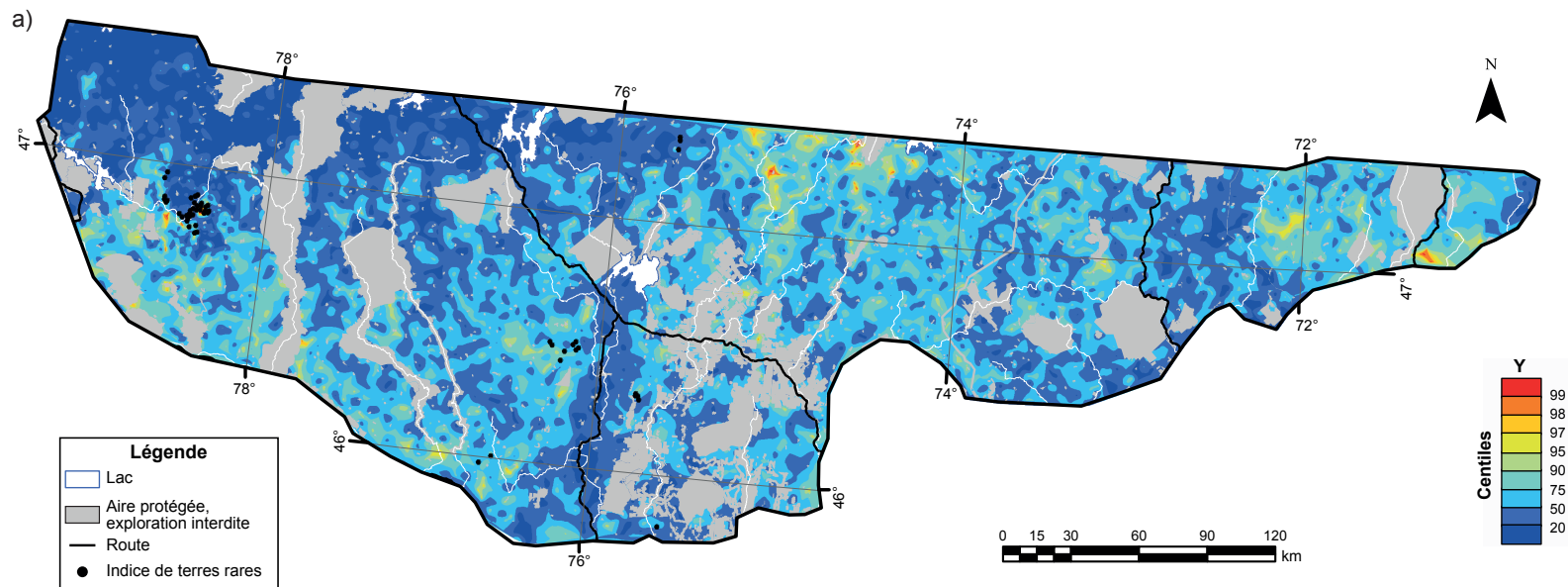


FIGURE 7 – a) Carte des concentrations en plomb dans les sédiments de fond de lac dans la partie sud de la Province de Grenville; b) Carte des résiduelles après traitement de régression spatiale pour le plomb.



II

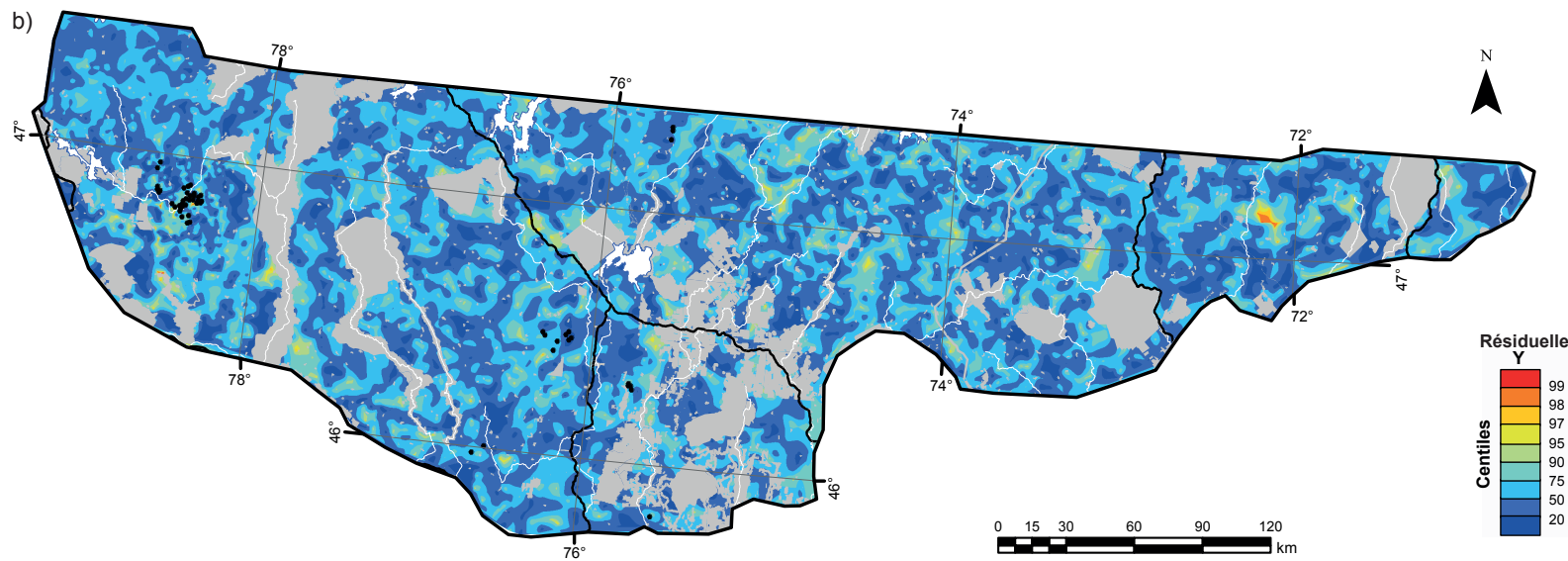


FIGURE 8 – a) Carte des concentrations en yttrium dans les sédiments de fond de lac dans la partie sud de la Province de Grenville; b) Carte des résiduelles après traitement de régression spatiale pour l’yttrium.

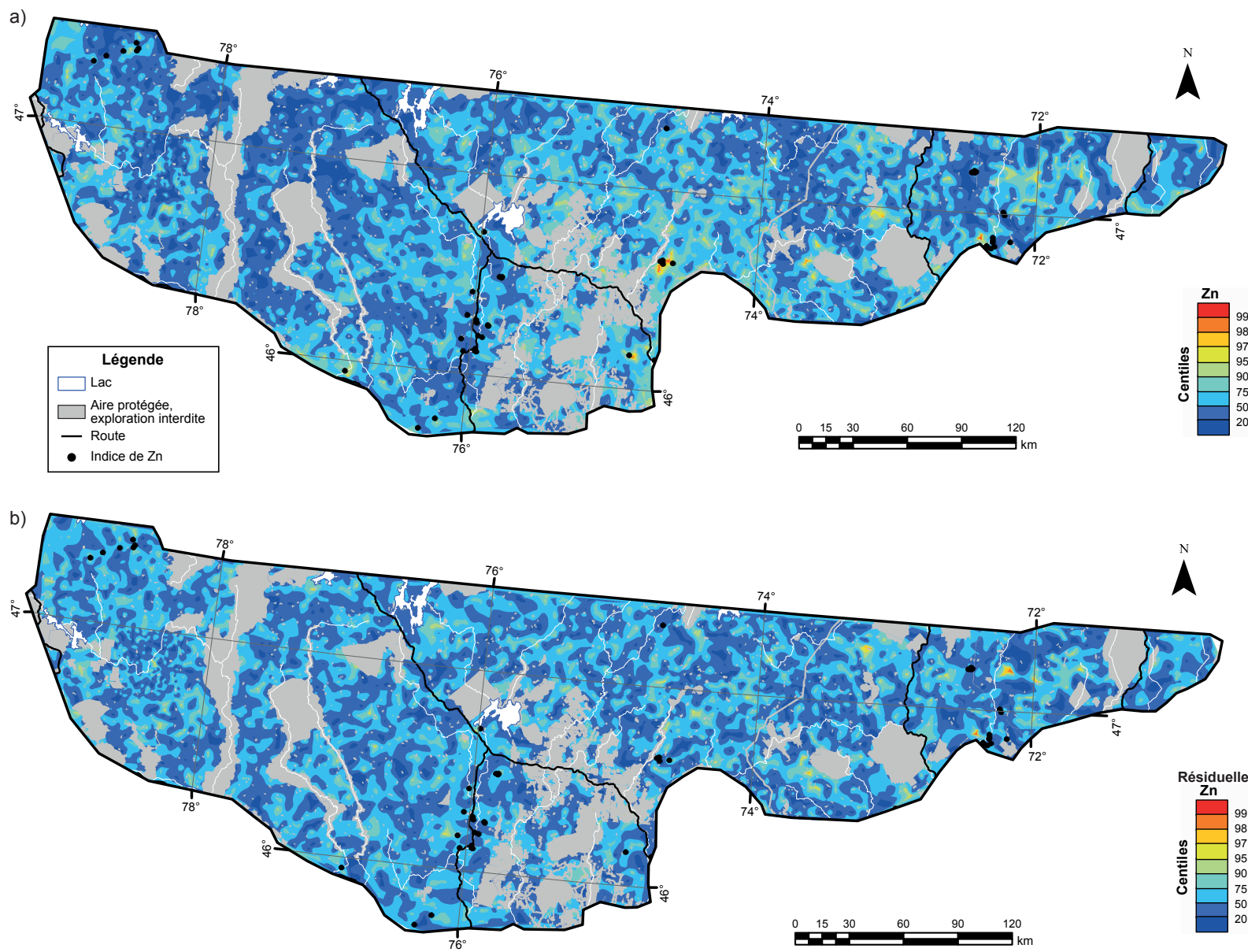
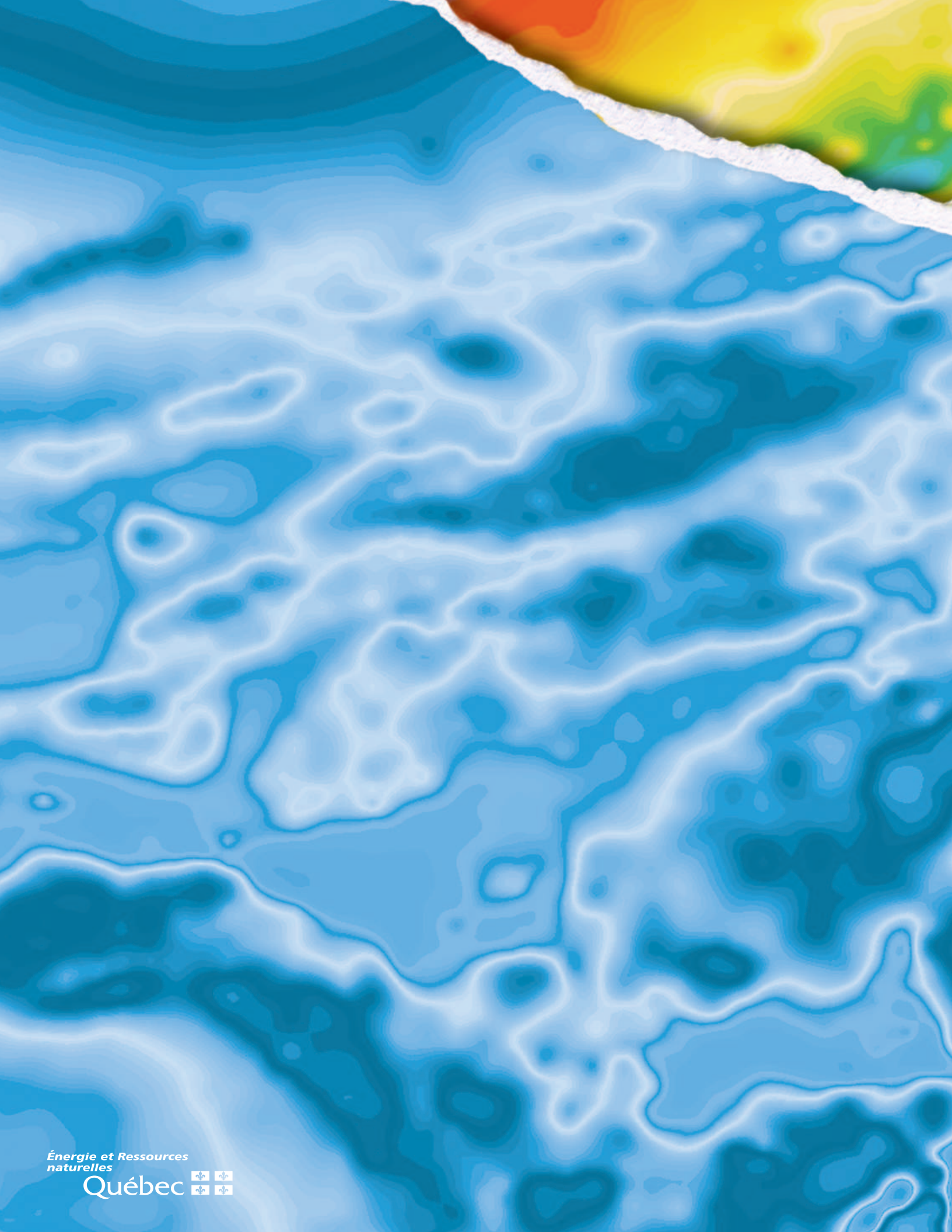


FIGURE 9 – a) Carte des concentrations en zinc dans les sédiments de fond de lac dans la partie sud de la Province de Grenville; b) Carte des résiduelles après traitement de régression spatiale pour le zinc.

TABLEAU 1 – Variables explicatives utilisées pour chaque élément lors du calcul de régression spatiale multiple.

| Élément | 12 variables explicatives choisies | Variabes non utilisées dans le traitement |
|----------------|---|--|
| As | Al, Bi, Ce, Cu, La, Mg, Mn, Ni, Rb, Sn, Y, Zn | As, S |
| Cu | Ag, Al, Be, Ce, Cr, Ga, Hg, La, Rb, Se, Sr, U | Cu, Ni, S |
| La | Al, Be, Cd, Cu, Fe, Ga, Mn, Nb, Pb, Se, Sr, U | Ce, La, Y |
| Li | Al, Bi, Cr, Cu, Mg, Na, Nb, P, Rb, Se, Ti, U | Be, Cs, Li, Sn |
| Ni | As, Co, Cr, Fe, Ga, Mg, Mn, Nb, P, Se, Sr, Zn | Cu, Ni, S |
| Pb | Al, Ba, Bi, Cd, Cr, Cu, Hg, K, Nb, Se, Sn, Y | Pb, S, Zn |
| Y | As, Be, Bi, Cr, Fe, Ga, Mn, Nb, Pb, Se, Ti, U | Ce, La, Y |
| Zn | Al, Bi, Cd, Co, Fe, Ga, Hg, Mg, Se, Sn, Sr, Y | Cu, Pb, S, Zn |



Énergie et Ressources
naturelles

Québec 