

MB 2011-07

REPARTITION DES ANOMALIES PEDOGEOCHIMIQUES EN RELATION AVEC LES CORPS GEOLOGIQUES
CONDUCTEURS, SECTEUR DE LA RIVIERE PONTAX, BAIE-JAMES

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.

Énergie et Ressources
naturelles

Québec 

RÉPARTITION DES ANOMALIES PÉDOGÉOCHIMIQUES EN RELATION AVEC LES CORPS GÉOLOGIQUES CONDUCTEURS, SECTEUR DE LA RIVIÈRE PONTAX, BAIE-JAMES

P. Tremblay^a, M.D. Higgins^a, P.A. Cousineau^a, R. Girard^b et C. Maurice^c

^aSciences de la terre, Université du Québec, Chicoutimi, Canada G7H 2B1

^bIOS Services Géoscientifiques inc., Chicoutimi, Canada G7J 3Y2

^cMinistère des Ressources naturelles et de la Faune, Val-d'Or, Canada J9P 3L4

GM 65639

Résumé : L'industrie de l'exploration minière démontre actuellement un intérêt grandissant pour le développement de techniques permettant de localiser des minéralisations enfouies sous une couverture de dépôts meubles. Les connaissances des méthodes géochimiques telles que la pédogéochimie gagnent à être approfondies puisque les processus à l'origine de ces anomalies et la façon d'interpréter ces dernières sont encore mal compris. Ce rapport fournit ainsi un résumé des travaux préliminaires d'un projet de maîtrise visant à bonifier la compréhension des processus sous-jacents à la captation des éléments traces métalliques dans les sols postglaciaires en étudiant les comportements physico-chimiques de l'absorption sur la matière organique (MO). Un levé de pédogéochimie a ainsi été effectué au-dessus de l'indice polymétallique du lac Chambois, situé sur la propriété Pontax de Ressources Sirios à la Baie-James, Québec.

Les résultats de la polarisation spontanée montrent une nette anomalie négative centrée sur l'indice du lac Chambois, mais ne décèlent aucun potentiel électrique sous une ligne à haute tension à courant continu ni sur le profil témoin. L'Eh et le pH n'exhibent pas d'anomalies réductrices et acides telles qu'attendues au-dessus des corps conducteurs enfouis selon le modèle de diffusion électrochimique de Hamilton (1998). Les variations d'Eh, de pH et du %MO le long des profils d'échantillonnage semblent être influencés par l'environnement du site de l'échantillon. Cela démontre que la compréhension de l'environnement secondaire est un préalable essentiel à l'interprétation des données de pédogéochimie puisque les mécanismes de fixation des éléments traces métalliques (ETM) diffèrent en fonction de la forme mobile de l'ion et des conditions géochimiques de l'environnement de surface.

Les échantillons de sols ont été analysés par ICP-MS suite à une digestion au pyrophosphate de sodium et à une digestion totale multi-acide et par fluorescence X. Les éléments détectés qui ont permis de faire ressortir l'indice du lac Chambois sont : Zn, Pb, Cd, As, Sb et Bi, des éléments chalcophiles divalents et des métalloïdes. Une seconde anomalie a aussi pu être détectée une centaine de mètres au nord de l'indice connu. La fluorescence X, malgré ses limites de détection élevées, a permis de détecter l'indice et montre une bonne correspondance entre les teneurs détectées et celles obtenues par les deux autres méthodes, excepté pour le Mo, Sc et U pour lesquels une interférence est soupçonnée. Le faible coût et la rapidité d'analyse de la fluorescence X est un avantage non négligeable.

Mots-clés : *pédogéochimie; polarisation spontanée; ETM; sol; fluorescence X*

1. INTRODUCTION

Au Québec, les défis liés à l'exploration sont de taille puisqu'une épaisse couverture de dépôts meubles recouvre une bonne partie du territoire jugé favorable à contenir des minéralisations. Considérant l'augmentation constante des coûts de découverte en milieu

recouvert, il devient impératif de développer de nouvelles techniques pour permettre de détecter des cibles d'exploration sous cette couverture.

L'intérêt pour la pédogéochimie d'exploration s'est développé suite à la découverte de plusieurs anomalies pédogéochimiques au-dessus de minéralisations enfouies sous une couverture de dépôts meubles (Alekseev et al., 1996; Antropova et al., 1992; Cameron et al., 2004; Goldberg, 1998; Govett and Pwa, 1981; Mann et al., 2005). Par contre, les processus à l'origine de la formation de ces anomalies et la façon d'interpréter ces dernières sont encore mal compris. Le développement d'une méthode d'interprétation fonctionnelle des résultats d'analyse devient alors une priorité. De plus, l'amélioration des limites de détection des appareils d'analyse chimique permet d'augmenter le nombre d'éléments dosés. Le comportement de ces éléments demeure néanmoins peu étudié. Il convient donc d'améliorer la compréhension des processus sous-jacents à la captation des éléments traces métalliques (ETM) dans les sols.

Pour répondre à ces questionnements, un projet de recherche initié par IOS Services Géoscientifiques a été mis sur pied. Le présent rapport fait suite à une convention entre le ministère des Ressources naturelles et de la Faune et l'Université du Québec à Chicoutimi en lien avec ces travaux. L'état de l'avancement du projet ainsi que les résultats préliminaires d'ores et déjà traités seront ici présentés. Il est à signaler que le réseau DIVEX, le Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies (FQRNT) et le conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) ont aussi collaborés au financement du présent projet.

2. PROBLÉMATIQUE

La présente étude porte sur la répartition des anomalies pédogéochimiques en relation avec les anomalies géophysiques causées par les corps électriquement chargeables ou conducteurs. Son intérêt résulte des mesures de polarisation spontanée (ou potentiel spontané, PS) observées en relation avec des minéralisations (Brant, 1948; Sato and Mooney, 1960; Schlumberger and Schlumberger, 1922). La PS est une méthode géophysique passive qui mesure les différences de potentiels électriques générés naturellement dans le sol. La PS peut être positive ou négative et varier de quelques

millivolts à plus d'un volt. Elle est principalement associée aux sulfures métalliques, au graphite et à certains oxydes métalliques.

Un concept relativement répandu est que la PS générée par un conducteur présent dans le socle rocheux constitue la force motrice de la diffusion des ETM à travers la couverture de dépôts meubles vers le milieu récepteur, du socle rocheux jusqu'au sol. Ainsi, il devrait y avoir correspondance entre la géométrie des zones conductrices détectées par les méthodes électromagnétiques (TDEM, VLF, etc.) ou électriques (résistivité, polarisation spontanée, polarisation provoquée) et l'empreinte pédogéochimique du milieu récepteur (Bolviken and Logn, 1975; Govett, 1973; Hamilton, 1998; Smee, 1983). Pour ce faire, il est nécessaire d'avoir un modèle électrochimique permettant d'expliquer le mouvement des ETM dans la couverture superficielle.

2.1. Les modèles électrochimiques

Plusieurs auteurs (Bolviken and Logn, 1975; Govett, 1973; Sato and Mooney, 1960; Smee, 1983) ont relaté la présence d'anomalies géochimiques attribuées à des processus électrochimiques au-dessus de corps minéralisés. Des modèles ont ainsi été développés pour expliquer le potentiel lié aux minéralisations, mais aucun n'explique entièrement le phénomène. Une théorie répandue est celle qui suggère que la PS résulte de la remontée des électrons à travers la minéralisation conductrice causée par un plus grand potentiel d'oxydation près de la surface qu'en profondeur (Sato and Mooney, 1960). Ce modèle dipôle implique un courant d'électrons entre la zone anaérobie du sol, où il y a une oxydation des agents réducteurs, et la zone oxygénée du sol, où une réduction des agents oxydants s'effectue. Le résultat est un mouvement net d'ions positifs vers le haut du conducteur (cathode), accompagné du mouvement vers le bas du conducteur (anode) des ions négatifs. Cependant, ce modèle considère un corps de sulfure comme étant un conducteur inerte et ne permet pas d'expliquer le mouvement des ions à travers la couverture post-minéralisation.

Govett (1973), puis Bolviken & Logn (1975) ont élargi le modèle dipôle de Sato et Mooney (1960) pour y inclure des lignes équipotentiels autour du conducteur. Ces gradients électrochimiques permettent d'expliquer la diffusion chimique des ions vers le haut, du socle vers la surface. Toutefois, dans ces modèles dipôles, la diffusion vers le haut invoquée est peu probable puisque d'après une étude de Smee (1979), le processus de

diffusion n'est pas susceptible de créer des anomalies dans des dépôts meubles de plus de 5 m. Cependant, on reporte des anomalies continues au-dessus de dépôts glacio-lacustres de plusieurs dizaines de mètres (Antropova et al., 1992; Ryss et al., 1987). Par ailleurs, la diffusion à travers une épaisse couverture de dépôts de surface aurait tendance à produire des anomalies larges et diffuses et non des anomalies apicales, centrées sur le conducteur, ou des anomalies symétriques doubles « en oreilles de lapin », centrées sur les flancs du conducteur.

Hamilton (1998) a présenté un modèle de transport des ions redox actifs à travers les dépôts meubles par diffusion électrochimique (Fig. 1). La force motrice de la migration des ETM vers le milieu récepteur provient d'un très fort gradient d'oxydoréduction vertical existant juste au-dessus du conducteur dans le substratum rocheux. Ce dernier permet de dissiper la charge négative vers l'extérieur du sommet du conducteur. La charge est transférée par différentes réactions, soit par des cations oxydés qui migrent en sens inverse, par de l'oxygène dissout ou par des phases solides oxydantes au bord du front redox créées par le mouvement des anions réduits. Ainsi, tandis que les espèces anioniques réduites migrent vers le haut et vers l'extérieur, une « colonne réduite » se forme dans le dépôt saturé en eau souterraine (Fig. 1).

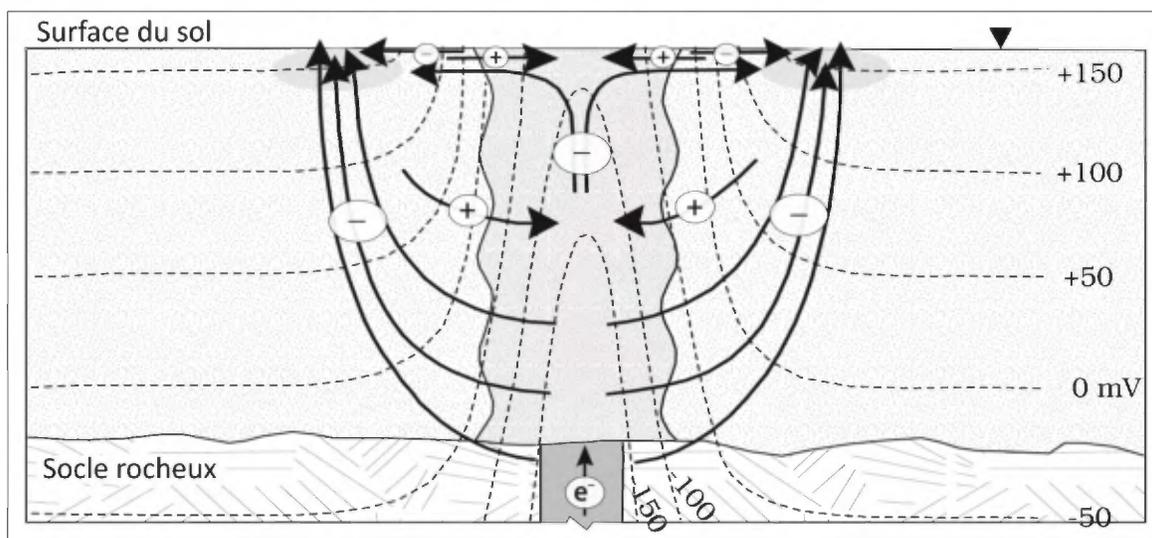


Figure 1 : Modèle de dispersion électrochimique de Hamilton (1998). Les lignes tiretées représentent les gradients d'oxydoréduction, la zone plus foncée au centre correspond à la « colonne réduite » et les « + » sont les cations tandis que les « - » évoquent les anions.

2.2. Champs électromagnétiques anthropogéniques

Les lignes à haute tension sont également associées à des champs électriques et magnétiques (ou champs électromagnétiques, CEM). Ces champs électriques sont produits par des charges électriques, tandis que les champs magnétiques sont produits par l'écoulement du courant à travers les fils.

Au Québec, l'électricité est habituellement livrée en courant alternatif de 60 Hz. L'exception est la ligne Radisson-Nicolet-Des Cantons qui est à 450 kV et en courant continu. Cette ligne traverse la zone d'étude et a été essentiellement conçue pour l'exportation d'électricité vers les États-Unis. Le transport d'électricité en courant continu facilite le transit de grandes quantités d'énergie sur de longues distances à des tensions élevées. Ainsi, contrairement au courant alternatif qui produit un CEM, le courant continu produit un champ magnétique statique (fréquence de 0 Hz) causé par des charges en mouvement (WHO, 2006). De plus, les deux paires de câbles montrent une tension continue par rapport à la terre est de plus ou moins 450 kV, soit une différence de potentiel entre les deux conducteurs de chaque paire égale à 900 kV.

Les CEM provenant des lignes à haute tension à courant alternatif peuvent notamment être utilisés pour effectuer des levés de cartographie de la résistivité par méthode aéroportée (Labson and Medberry, 1989). Ces champs peuvent être détectés jusqu'à 20 km de leur source et leur faible fréquence (50 ou 60 Hz) permet une pénétration de la couverture post-minéralisation comparable à la profondeur d'exploration réalisée par les transmetteurs de forte puissance lors de levés électromagnétiques aéroportés. De plus, Vallée *et al.* (2008) utilisent ces mêmes champs pour acquérir des renseignements supplémentaires lors des levés électromagnétiques dans le domaine du temps (ATDEM). L'utilisation des CEM provenant des lignes électriques pourrait théoriquement permettre de repérer des conducteurs géologiques de grande taille et plus profonds que ceux détectés par l'ATDEM, principalement conçu pour détecter les conducteurs superficiels.

C'est sous la ligne à haute tension à courant continu que les champs électriques sont les plus forts, et leur force diminue graduellement en s'éloignant de la ligne. Ainsi, de façon analogue à un courant de PS dans les dépôts meubles, est-ce que les champs électriques d'une ligne à haute tension à courant continu pourraient créer une fausse anomalie pédogéochimique en effectuant une concentration des ETM? Et vice-versa, est-

ce que la présence d'une anomalie géochimique associée à un champ électrique anthropogénique corroborerait la genèse des anomalies sur les corps conducteurs naturels?

2.3. Objectifs

Les objectifs de ce projet s'articulent autour de quatre axes principaux : 1) déterminer s'il existe un lien entre la signature pédogéochimique du milieu récepteur et la présence d'un conducteur géologique ou d'un champ magnétique statique; 2) vérifier si le modèle de dispersion électrochimique de Hamilton (1998) peut être appliqué au terrain d'étude; 3) évaluer les caractéristiques physiques et physico-chimiques de l'humus pouvant permettre de mieux définir les modes de fixations de ces éléments dans cet horizon; 4) formuler des outils et des guides d'interprétation des résultats appliqués à la pédogéochimie d'exploration.

3. DESCRIPTION DE LA ZONE D'ÉTUDE

3.1. Localisation

La région du lac Chambois (Fig. 2) est située sur le territoire de la Baie-James, au Québec. Elle se trouve à une vingtaine de kilomètres à l'est du km 350 de la route 109 reliant les villes de Matagami et de Radisson. Le secteur à l'étude s'étend au nord-ouest du feuillet SRNC 32N15, approximativement 6 km au nord du lac Chambois. Il est localisé sur la propriété Pontax de Ressources Sirios. Une ligne à haute tension à courant continu d'Hydro-Québec traverse la partie ouest de la propriété.

3.2. Travaux antérieurs

La propriété Pontax a été choisie pour la réalisation de ce projet de maîtrise car une grande quantité de travaux d'exploration géologique qui y a été effectuée. En 2006 et 2007, le secteur a été couvert par une campagne de cartographie régionale et a permis la découverte de l'indice du lac Chambois (Furic and Girard, 2007). Par la suite, des levés de polarisation provoquée ont été réalisés (Dubois, 2006, 2007) ainsi qu'un levé aéromagnétique couplé à un levé électromagnétique dans le domaine du temps (Malo-Lalande, 2007). La signature de l'indice du lac Chambois n'est visible que sur le levé de polarisation provoquée et de résistivité. D'autres campagnes de rainurage et de

cartographie géologiques ont suivi (Furic and Girard, 2008a, b), en plus d'une campagne de forage de 3107 m, répartis sur 20 sondages (Furic and Girard, 2008c). Cette dernière avait pour objectif de valider des cibles définies par le levé de polarisation provoquée.

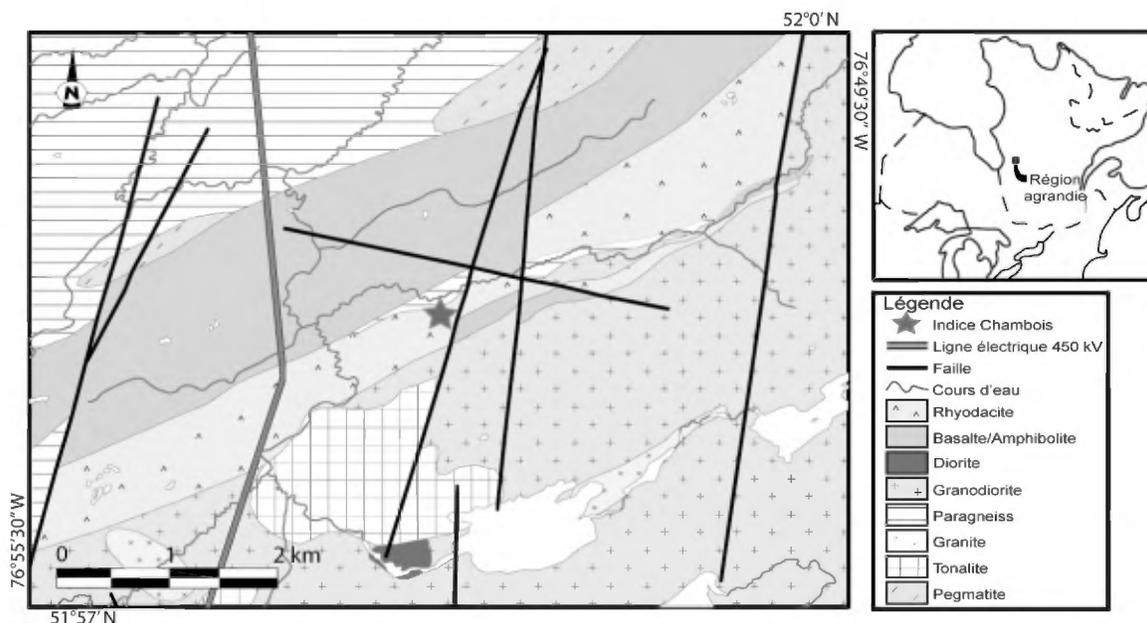


Figure 2 : Carte de localisation de la région du lac Chambois à la Baie-James et localisation de l'indice du lac Chambois (étoile grise). La géologie provient de Furic et Girard (2008a).

De plus, la région de Pontax a été couverte par plusieurs campagnes d'échantillonnage de till afin de valider le potentiel diamantifère et métallique de la propriété (Girard, 2007a, b; Villeneuve, 2007), ainsi que par une campagne d'échantillonnage de sédiments lacustres (Girard, 2008).

Finalement, une campagne d'échantillonnage de sols a été effectuée en 2006 et 2007 en périphérie de l'indice du lac Chambois (Girard and Fournier, 2008). Un total de 1348 échantillons d'humus a été prélevé sur les lignes de la grille de géophysique, en ciblant les anomalies de polarisation provoquée situées sur ou entre ces lignes. Ce levé a mis en évidence plusieurs anomalies en ETM (Zn, Pb, Fe, Cu, Co, etc.) centrées sur le conducteur principal et, notamment, à l'endroit de l'indice du lac Chambois. Par ailleurs, il a été observé que des teneurs élevées en ETM sont présentes sous la ligne à haute tension (Girard, 2010). Les échantillons d'humus récoltés ont subi une digestion au pyrophosphate

de sodium ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$), au laboratoire Activation Laboratories Ltd. (Actlabs) d'Ancaster, Ontario, et ont été dosés par spectrométrie de masse à vaporisation au plasma (ICP-MS).

3.3. Contexte géologique

3.3.1. Géologie régionale

La région du lac Chambois se trouve dans la partie orientale de la Province tectonique du Supérieur et chevauche les sous-provinces de La Grande et de Némiscau. Elle est centrée sur une bande volcano-sédimentaire orientée nord-est/sud-ouest. D'après Moukhsil (2000), cette bande appartiendrait à la Formation d'Anatacau-Pivert et aurait été mise en place en milieu marin.

3.3.2. Géologie de la région du lac Chambois

La carte géologique de la région du lac Chambois (Furic and Girard, 2008a) met en évidence la séquence litho-stratigraphique (Fig. 2). En général, du sud vers le nord, elle passe d'un massif de granitoïdes polyphasés adossés à des unités volcaniques (séquence bimodale : rhyodacite et basalte) et de méta-sédiments (dominés par des méta-arénites et méta-graywackes à porphyroblastes d'aluminosilicates). L'empilement volcanique est orienté à $\text{N}060^\circ$ avec des pendages moyens de 70° à 80° vers le sud. Il comprend une série de basaltes massifs, localement coussinés et une série de roches volcaniques et volcanoclastiques de composition intermédiaire à felsique. Les volcanoclastites, d'une épaisseur apparente de 100 m, encaissent l'indice polymétallique du lac Chambois et elles sont observées à plusieurs autres endroits au même niveau stratigraphique dans la bande volcanique. Elles montrent une schistosité à laquelle s'associe une zone d'altération phylliteuse (chlorite et séricite), sur laquelle se superposent variablement de la silicification et de la sulfurisation (1-10% pyrite, trace-1% sphalérite, trace-1% chalcoppyrite, trace-galène, trace-5% argentite/acanthite, trace-1% argent natif). Cette minéralisation est la cause de la forte anomalie de chargeabilité tandis que la silicification est interprétée comme la cause de la résistivité (Furic and Girard, 2008c). L'indice du lac Chambois a retourné jusqu'à 1,1 g/t Au, 876 g/t Ag, 0,8 % Pb, 0,25 % Zn sur 4,36 m en rainure (Furic and Girard, 2008b). Ce potentiel a été confirmé lors de la première campagne de forage avec des intersections atteignant 210 g/t Ag, 0,22 g/t Au et 0,4 % Zn sur 4,5 m (Furic and Girard, 2008c).

L'interprétation des forages suggère une minéralisation cupro-zincifère précoce ayant des affinités de SMV distale, à laquelle se superpose une remobilisation plus tardive plombo-argentifère (Furic and Girard, 2008c). Des failles cassantes sont spatialement liées aux zones argentifères et plombifères silicifiées. La géométrie des zones argentifères semble être contrôlée par l'intersection d'une faille avec un niveau sulfuré à sphalérite, chalcopryrite et pyrite. La diffusion de la minéralisation de part et d'autre de la faille est limitée. La minéralisation argentifère est interprétée comme étant une remobilisation d'une source plus profonde. Finalement, l'association cordiérite + grenat + biotite + quartz tend à caractériser le métamorphisme au faciès amphibolite.

3.3.3. *Géologie des dépôts meubles*

Durant la dernière glaciation, l'Inlandsis laurentidien occupait le Bouclier canadien avec une épaisseur de 1000 à 2000 m de glace. La chronologie des événements qui se sont succédés lors du retrait du glacier au Wisconsinien supérieur dans la région des basses-terres d'Eastmain (Bostock, 1970) a été décrite dans plusieurs travaux (Dyke et al., 2003; Hardy, 1976; 1977; Veillette, 1994; 1997; Vincent and Hardy, 1979). Les formes profilées et les mesures de stries gravées sur le substratum rocheux présentent une orientation glaciaire sud-ouest correspondant à la dernière direction de l'écoulement glaciaire (Fulton, 1989). Selon Hardy (1976; 1977), une scission de l'Inlandsis laurentidien aurait eu lieu à l'endroit où l'on observe la moraine interlobaire d'Harricana. Il en aurait résulté en la création des glaciers d'Hudson et du Labrador. Les lacs Barlow et Ojibway se seraient alors formés par endiguement des eaux entre le front glaciaire au nord et la ligne de partage des eaux au sud. Hardy (1976) propose deux réavancées de la partie sud-est du glacier d'Hudson dues à des crues glaciaires (Cochrane I et II). Par la suite, après le retrait des glaces du Labrador, les eaux marines se seraient introduites par le détroit d'Hudson, entraînant la vidange du lac Ojibway et la formation de la moraine de Sakami (Hardy, 1976). Cet événement correspond à l'invasion marine et à la formation de la Mer de Tyrrell. C'est la phase majeure liée à la déglaciation qui a modifié en partie les dépôts du secteur du lac Chambois. Les argiles marines recouvrent les formations glaciaires de l'avancée de Cochrane qui elles-mêmes recouvrent possiblement les dépôts d'argiles lacustres du lac Barlow-Ojibway (Ballivy et al., 1971).

Les argiles glacio-marines sont de couleur gris-bleuté. Elles sont situées sous la couche de matière organique. Ce type de sol est appelé un gleysol. C'est un horizon d'engorgement formé au niveau d'une nappe aquifère, caractérisé par un sous-horizon inférieur continuellement inondé. Des conditions réductrices y sont créées par la consommation de l'oxygène de l'eau par les micro-organismes. Dans ce type de sol, l'écoulement des eaux et l'élimination/recharge des ions sont très limités et ces conditions favorisent la formation de pyrite, de sidérite et d'argile (Cojan and Renard, 1997).

Quelques dépôts de till remanié sont présents dans le secteur du lac Chambois et sont principalement retrouvés en contact avec des affleurements profilés de faible altitude (Villeneuve, 2007).

3.4. Physiographie

Le relief de la région du lac Chambois est celui d'une plaine légèrement inclinée vers la Baie James. Il est caractérisé par des formes profilées et allongées dans la direction du dernier écoulement glaciaire. De nombreux lacs allongés dominent ce secteur, dont le lac Chambois. Les zones marécageuses sont abondantes et, dans l'ensemble, l'hydrographie y est très bien développée. De nombreux ruisseaux méandreaux s'écoulent en direction sud-ouest, convergeant vers la rivière Enistuwach, laquelle est l'un des affluents de la rivière Pontax.

Le secteur est situé dans le domaine bioclimatique de la pessière à mousse, une sous-zone de la forêt boréale continue. De plus, le couvert forestier y est peu abondant et composé à 95 % d'épinettes noires en îlots avec, comme espèce compagne, le mélèze laricin. La strate inférieure est occupée par différentes espèces d'éricacées et de sphaignes. Les feux de forêt qui ont sévi au cours de l'été 2005 ont ravagé près de 30% de la végétation du secteur du lac Chambois. Le couvert forestier est interrompu par de nombreuses tourbières. Le bilan hydrique positif a mené à la paludification (entourbement) des sols. C'est un phénomène naturel qui prend place graduellement et qui se traduit par l'accumulation d'une épaisse couche de matière organique causée par l'accumulation de la tourbe et le développement de la sphaigne (Simard et al., 2009).

Quelques secteurs de la région du lac Chambois présentent toutefois une végétation beaucoup plus mature. Ces derniers sont caractérisés par une faible épaisseur de matière organique et la présence de nombreuses cuvettes.

3.5. Méthodologie d'échantillonnage

3.5.1. Prélèvement des échantillons

En octobre 2009 et mai 2010, un total de 186 échantillons de sols a été prélevé sur trois profils d'échantillonnage (Fig. 3). Le premier profil est orienté à N335° et recoupe perpendiculairement la zone minéralisée, à proximité de l'indice du lac Chambois. Plus à l'ouest, le second profil est aussi orienté à N335° et il constitue un transect témoin. Il a été positionné sur un secteur reconnu pour ne présenter aucune anomalie de polarisation provoquée (Dubois, 2006, 2007) et vise à documenter le bruit de fond géochimique. Le dernier profil recoupe perpendiculairement la ligne électrique à courant continu de 450 kV qui passe sur la propriété. Il est orienté à N286° et couvre une distance de 280 m tandis que les deux autres profils ont 310 m de longueur.

Le positionnement des échantillons a été effectué à l'aide d'un GPS muni d'une antenne (Garmin GPSMAP 60) permettant une précision d'un à trois mètres. Le système de coordonnées utilisé est le système de projection UTM Nad27, Zone 18. Une fiche d'échantillonnage détaillée a permis de recueillir un maximum de données lors de l'échantillonnage puisque tous les facteurs contrôlant le comportement des différents ETM dans l'environnement secondaire ne sont pas encore connus.

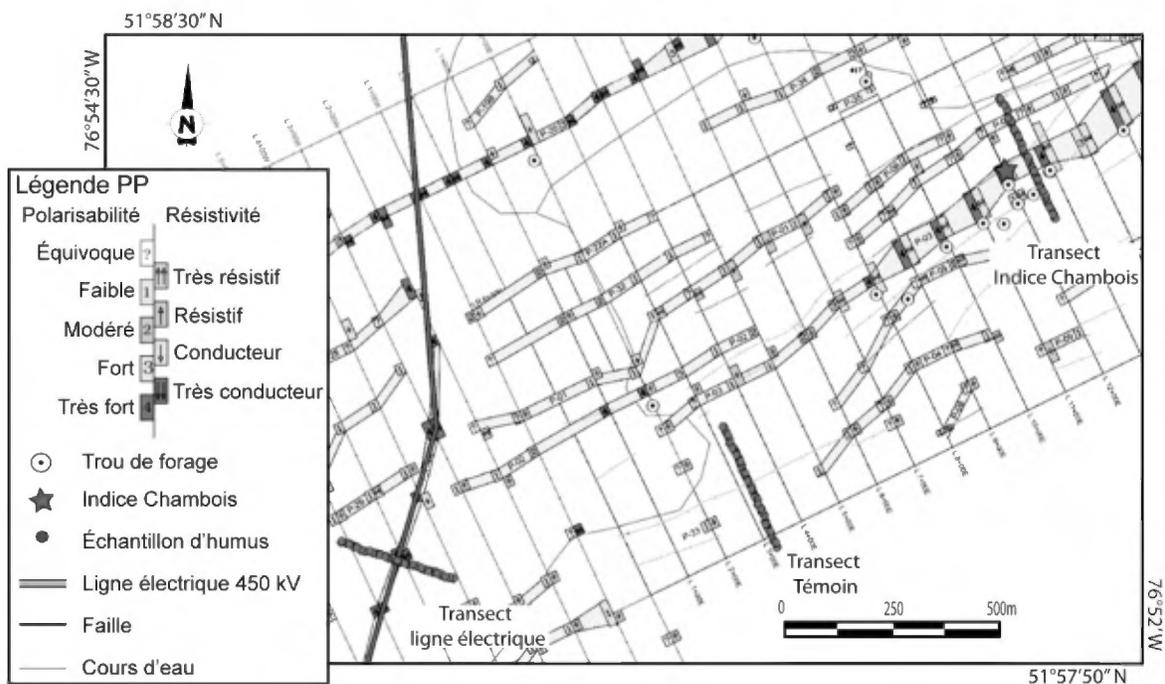


Figure 3 : Mise en plan des 3 transects sur fond de polarisation provoquée (Malo-Lalande, 2007). L'indice du lac Chambois est représenté par l'étoile grise.

Le dispositif expérimental utilisé comprend des stations d'échantillonnage espacées aux 10 m le long du transect. Deux échantillons espacés de 2 m sont récoltés à chacune des stations. Chaque trou d'échantillonnage comprend un échantillon d'humus avec un poids cible d'environ 1 kg. Les échantillons sont prélevés dans des trous d'échantillonnage creusés à l'aide d'une pelle. La profondeur d'échantillonnage varie de 5 cm à 130 cm, la moyenne étant de 45 cm. Cette méthode d'échantillonnage de sol remanié est facile à utiliser et est pratique pour les échantillonnages de faible profondeur (0-1 m). La pelle est nettoyée et précontaminée avant chaque trou. Des sacs de plastique réversibles sont utilisés pour le prélèvement des échantillons, évitant ainsi tout contact direct avec le matériel. L'échantillon est ensuite mis dans un sac en papier kraft puis scellé dans le sac en plastique retourné. Un numéro d'échantillon ainsi qu'une étiquette avec un code à barres sont préalablement apposés sur le sac en papier. Un numéro séquentiel situé entre 74540059 et 74540148 a été assigné à chacun des échantillons. Ces derniers sont conservés au frais dans un réfrigérateur entre 6 et 10 °C.

Au retour du terrain, les échantillons d'humus ont été transférés dans des sacs de plastique épais. Afin d'éviter des anomalies séquentielles causées par la dérive de l'instrument d'analyse ou par la contamination croisée, les échantillons ont été renumérotés de façon aléatoire puis homogénéisés.

3.5.2. Séchage et tamisage

Une fraction des échantillons d'humus a été placée dans des sacs en papier kraft. Ils ont été étendus sur des cordes et séchés à température ambiante (22 °C) pendant une à deux semaines, avec une circulation d'air engendrée par l'action d'un ventilateur. Le séchage complet des échantillons a été parachevé dans une étuve chauffée entre 40 et 45 °C. Une température plus élevée serait susceptible de causer des changements significatifs dans le comportement physico-chimique du sol et amener l'évaporation des éléments volatils (mercure, bismuth, brome, etc.) (Jones, 2001).

Le sac d'échantillon a ensuite été placé dans un sac de plastique dans lequel il a été martelé à l'aide d'un maillet de caoutchouc sur une plaque d'acier au carbone. Le matériau a ensuite été transvidé dans un plateau de pesage jetable où il a été pesé et décrit visuellement (couleur, proportion de matière organique, de sable, de limon et d'argile). Le matériau désagrégé de l'échantillon a ensuite été trituré à l'aide d'un pilon et d'un mortier

mécanisé (tritrateur), ou à la main avec un mortier et un pilon de porcelaine. Par la suite, l'échantillon a été tamisé à 250 µm à l'aide de tamis en acier inoxydable. Une fois qu'un poids de 20 g ou plus est passé à travers les mailles du tamis, les portions passantes et retenues sont pesées et le bilan de masse ainsi que les pertes de matériau pendant les manipulations sont calculées pour contrôler la qualité. L'aire de travail ainsi que tout le matériel ayant été en contact avec les échantillons étaient nettoyés entre chaque manipulation d'échantillon avec de l'air comprimé et de l'eau déminéralisée. Les tamis, mortiers et pilons ont été nettoyés au bain à ultrasons dans de l'eau déminéralisée après chaque manipulation. Finalement, les fractions grossières ont été conservées et les fractions fines ont ensuite été quartées afin de séparer les échantillons en deux volumes égaux.

3.5.3. *Contrôle de qualité*

Le contrôle de la qualité s'est effectué à deux niveaux. Tout d'abord, lors de la campagne d'échantillonnage, deux échantillons séparés de 2 m ont été récoltés à chacune des stations le long des profils d'échantillonnage. Cela a pour but de mesurer la variabilité du site sur le terrain. Ensuite, un échantillon sur vingt a été répliqué (duplicata) et 10 aliquotes d'un matériel de référence interne (09MRI745) ont été insérés pour vérifier le protocole de mesure de pH, de l'Eh, du pouvoir tampon et du taux de matière organique. De plus, 12 % des échantillons tamisés à 250 µm ont été quartés et répliqués (doublons). Finalement, deux types de matériaux de référence internes fabriqués chez IOS Services Géoscientifiques ont été insérés pour l'analyse, environ à tous les sept échantillons, avec une séquence de deux MR3Sol07 suivie d'un MRESol08. Le matériel MR3Sol07 a été fabriqué en récupérant une partie du passant 250 µm qui n'était pas nécessaire pour l'analyse lors de deux projets de pédogéochimie antérieurs. Le matériel prélevé a ensuite été homogénéisé. Le standard MRESol08 a été créé de façon similaire, mais il a toutefois été dopé avec des solutions calibrées de chlorure de zinc, nickel, cobalt, chrome, lithium, gadolinium, baryum, strontium et rubidium.

4. POLARISATION SPONTANÉE

Les mesures de PS ont été effectuées sur le terrain d'étude afin de déterminer la présence ou l'absence d'une colonne réduite créée par un phénomène d'oxydoréduction

au-dessus de la zone minéralisée (Hamilton, 1998). Trois lignes de PS correspondant respectivement aux trois transects d'échantillonnage du projet ont ainsi été exécutées. Une quatrième ligne a été réalisée 60 m à l'ouest de celle du transect de l'indice du lac Chambois. Cette ligne est située sur une ligne de coupe, antérieurement déboisée pour une campagne de polarisation provoquée (Dubois, 2006, 2007). Elle correspond à la ligne L12+00E de la grille illustrée sur la figure 3 et passe directement au-dessus de l'indice du lac Chambois.

4.1.1. Méthodologie

Les mesures de PS ont été prises en suivant la méthode décrite par Burr (1982). Cette méthode implique l'utilisation d'un voltmètre, d'une longue bobine de fil de cuivre isolé ainsi que de pots de céramique poreux remplis d'une solution saturée de sulfate de cuivre qui agissent en tant que deux électrodes non polarisables. Une électrode est laissée à la station de base et l'autre est avancée le long de la ligne et enfoncée dans les 4-5 premiers centimètres de tourbe à chaque station. Les électrodes sont connectées ensemble et au voltmètre par le fil de cuivre. Les lectures du voltage sont prises à chaque station et la lecture est reprise lorsque le fil est rembobiné pour permettre une correction de toute dérive de l'instrument ou de la mesure au cours du levé. Par convention, l'électrode négative du voltmètre est connectée au pot situé à la station de base, permettant une réponse négative lorsque l'électrode mobile passe au-dessus de secteurs qui sont chargés négativement, comparativement au bruit de fond sous l'électrode stationnaire.

4.1.2. Résultats

Les résultats du levé de PS effectué en juin 2010 sont présentés dans la figure 4a. En comparaison avec le bruit de fond, on remarque que les deux profils recoupant l'indice du lac Chambois montrent une nette anomalie négative d'environ -90 mV centrée sur la zone minéralisée connue et forée lors de la campagne de forage 2007 (Furic and Girard, 2008c). Une telle diminution du potentiel spontané est typiquement attendue au-dessus des corps minéralisés composés de sulfures (Sato and Mooney, 1960). De plus, elle paraît uniforme pour les deux profils parallèles et indique la présence d'un champ électrique détectable en surface. Toutefois, lors du levé, un mauvais contact entre le balai et l'arbre de la bobine de fil était fréquent. Cela avait pour effet de donner de fausses lectures de 0,0 ou 0,1 mV sur

le voltmètre. Ce problème s'est développé pendant le levé, lors de la prise des mesures de l'extrémité nord du profil recoupant l'indice du lac Chambois. C'est pour cette raison que les données de PS ne sont pas disponibles pour les 11 stations les plus septentrionales.

Les profils de PS des profils de la ligné électrique et du témoin ne présentent aucune anomalie (Fig. 4a). Une seule ligne de PS a pu être effectuée pour ces deux transects à cause du manque de temps disponible sur le terrain.

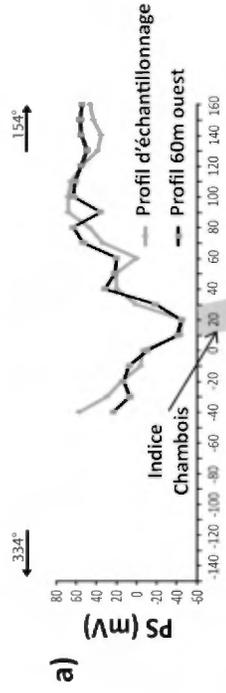
5. PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES

Plusieurs auteurs (Bolviken and Logn, 1975; Govett, 1973; Govett, 1976, 1977; Hamilton, 1998; Smee, 1983) proposent un modèle de transport électrochimique des métaux vers le haut des corps minéralisés. Bien que tous ces modèles ne soient pas en accord, ils invoquent tous directement ou indirectement une différence de potentiel d'oxydoréduction en tant que source d'énergie pour favoriser le transport des éléments. Ce processus doit ainsi produire un effet mesurable sur le potentiel d'oxydoréduction (Eh) et le potentiel hydrogène (pH), puisque d'après le modèle de Hamilton (1998) une colonne réduite devrait être retrouvée dans les dépôts meubles saturés en eaux souterraines au-dessus du corps minéralisé. Par ailleurs, d'autres facteurs, comme la teneur en matière organique (%MO) peuvent fournir des renseignements importants sur le comportement physico-chimique d'un sol.

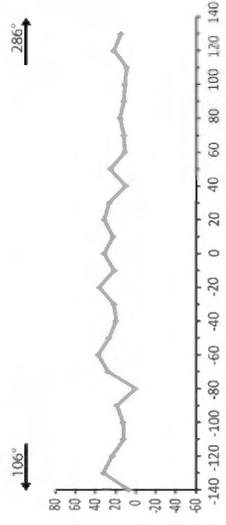
5.1. Mesures d'Eh et de pH

Les échantillons conservés au frais ont été analysés pour l'Eh et le pH en décembre 2009, soit près de deux mois après avoir été récoltés. Ce sont ces données de pH qui sont représentées dans la figure 4b. En septembre 2010, les mesures d'Eh ont été reprises en suivant le même protocole, mais avec une sonde plus adaptée. Ce sont ces données qui seront ici traitées. Le pH a également été remesuré par la même occasion. Toutes les mesures ont été effectuées sur les échantillons en suivant l'ordre de la renumérotation aléatoire.

Profil indice Chambois



Profil ligne électrique



Profil témoin

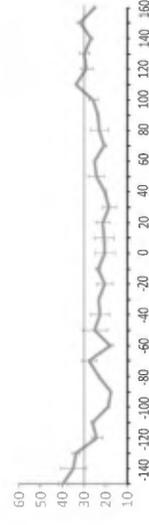
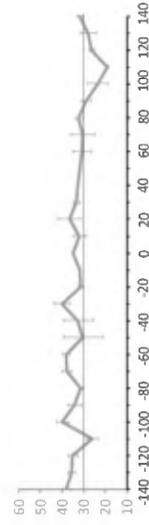
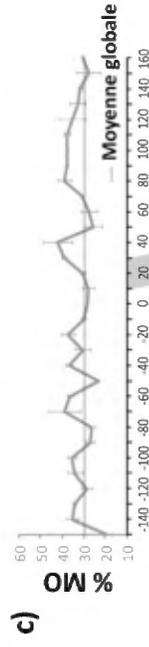
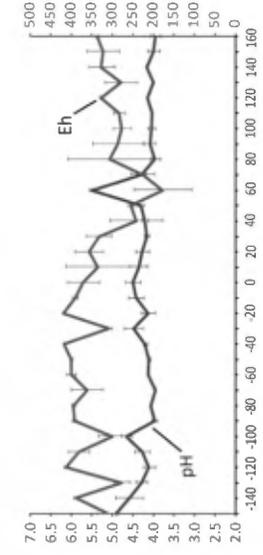
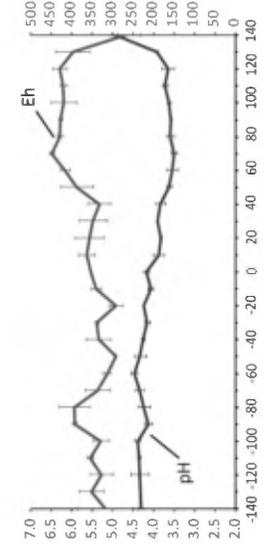
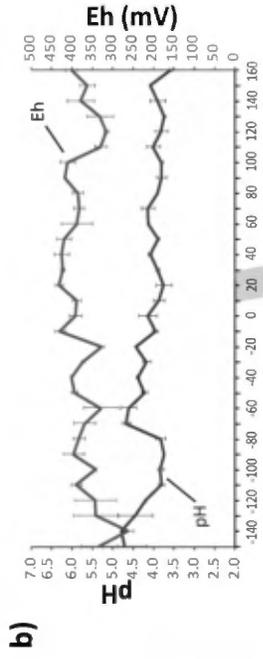
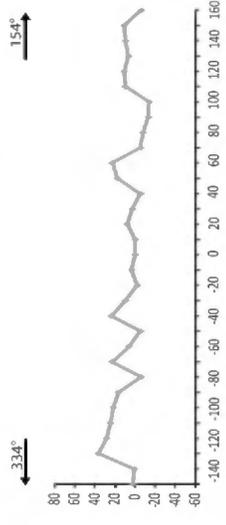


Figure 4 : Graphiques montrant **a)** la polarisation spontanée (PS) en mV; **b)** à droite : le potentiel d'oxydoréduction (Eh) en mV et à gauche : le potentiel hydrogène (pH); et **c)** le pourcentage de matière organique (%MO) des échantillons des trois profils en fonction des stations en mètres. L'indice du lac Chambois est représenté par un parallélogramme gris. Les deux extrémités des barres d'erreur correspondent aux deux mesures des échantillons d'une même station.

5.1.1. Méthodologie

Pour prendre les mesures, une solution de pâte saturée composée de 30 g de sol additionné à 30 ml d'eau ultra-pure ($18\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$) a été créée. L'appareil utilisé pour la déminéralisation de l'eau est le Cascada BIO-water de Pall Corporation.

Le potentiel d'oxydoréduction (Eh) a été mesuré immédiatement après la formation de la pâte saturée et la lecture a été prise 5 minutes après l'immersion de la sonde, tel que suggéré par Hamilton *et al.* (2004a). L'appareil utilisé lors de la seconde série de mesures est l'Orion 4-Star Plus avec l'électrode ORP Triode d'Orion 9180BNMD. Par la suite, conformément à la méthode MA. 1010-pH 1.0 du centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (2003b), le potentiel hydrogène (pH) a été mesuré 30 minutes après la formation de la pâte saturée. La pâte saturée a été placée sur une table à secousses (*VWR 05-500*®) entre les mesures. L'appareil utilisé pour déterminer le pH est l'AR25 d'Accumet avec une électrode de type Cole-Parmer K-55500-10. La mesure du pH a été prise en note après que l'électrode ait atteint l'équilibre dans la pâte saturée. Toutes les électrodes ont été nettoyées à l'eau ultra-pure entre chacune des mesures et la calibration des appareils était vérifiée tous les 10-15 échantillons.

La qualité de ces mesures a été estimée à partir de celles effectuées sur les dix 09MRI745 et des neuf duplicatas, à l'exception de l'Eh qui n'a pas été mesuré pour les 09MRI745. Les 10 déterminations du 09MRI745 montrent un très faible coefficient de variation (CV) de 0,52 % pour le pH. Les CV sont également faibles pour l'Eh et le pH des paires de duplicatas, soit de 3,14 % et de 1,72 % respectivement. Finalement, la comparaison des pH mesurés en décembre 2009 avec ceux pris en septembre 2010 révèle un CV moyen de 2,4 %.

5.1.2. Résultats Eh et pH

Les résultats des paramètres de l'Eh et du pH sont présentés pour chacun des profils sur la figure 4b. La moyenne et l'écart type de la moyenne des deux échantillons d'une même station d'échantillonnage sont présentés dans la table 1. Les données montrent que l'Eh et le pH des profils de l'indice du lac Chambois et de la ligne électrique sont semblables tandis que l'Eh du profil témoin est sensiblement plus faible et le pH

légèrement moins acide. De plus, le CV moyen entre les deux échantillons d'une même station est faible.

Table 1 : Statistiques de base de l'Eh, le pH et le %MO, en fonction des 3 profils.

Profil		Indice Chambois	Ligne électrique	Témoin
Eh (mV)	μ	375	362	331
	σ	40	48	61
	CV moy	0,07	0,09	0,13
pH	μ	4,07	4,04	4,26
	σ	0,32	0,35	0,32
	CV moy	0,04	0,03	0,03
%MO	μ	32,4	33,3	25,7
	σ	5,4	5,4	6,0
	CV moy	0,11	0,12	0,13

Au-dessus de l'indice du lac Chambois, l'environnement réduit tel qu'anticipé au-dessus d'un conducteur dans le socle rocheux (Hamilton et al., 2004a; McClenaghan et al., 2006) n'est pas observé. Les mesures du pH pour ce profil ainsi que pour l'ensemble des données montrent que la matière organique est de nature acide, variant entre 3,39 et 5,55 et avec une moyenne autour de 4,12. Aucune anomalie acide semblable à celles reportées au-dessus d'autres dépôts métalliques enfouis (Cameron et al., 2004; Hamilton et al., 2004b) n'est constatée au-dessus de l'indice du lac Chambois. À l'opposé, une légère anomalie plus basique se dessine vers l'extrémité nord du profil.

Dans le profil témoin, une anomalie ponctuelle basique et réductrice est notée autour de la station + 60 m. Cette station est située 10 m à l'est d'un affleurement de basalte minéralisé (2% de pyrite et traces de chalcopyrite). La carte géologique du secteur (Fig. 2) traduisait toutefois la présence de granodiorite¹. Le profil de la ligne électrique est similaire à celui de l'indice du lac Chambois. L'Eh et le pH semblent relativement stables le long du profil à l'exception de la station + 140 m. À cet endroit, une réduction de l'Eh et une augmentation du pH est relevée. Mis à part que cette station se situe dans une ligne de coupe, dans un secteur potentiellement perturbé, le site est très similaire au reste du profil.

¹ La carte géologique est actuellement en cours de révision.

5.2. Teneur en matière organique

Les acides humiques et fulviques provenant de la biodégradation de la MO agissent comme des anions fixant les ETM contenus dans les sols. Le %MO a donc une influence majeure sur la capacité de sorption des métaux par les sols. De plus, le %MO d'un sol dépend de plusieurs facteurs dont le climat, la topographie, le type de végétation, la nature du matériel parental (texture, minéralogie, pH), etc. D'importants renseignements sur la nature et la genèse du sol peuvent alors être tirés du %MO.

5.2.1. Méthodologie

Le %MO des échantillons de sol ou de sédiment peut être estimé par perte au feu. Le principe de la perte au feu est que le poids de l'échantillon est pris avant et après le traitement par calcination. La méthode est basée sur le principe que, à la température choisie, tout le carbone organique est converti en CO₂, tandis que les carbonates ne sont pas affectés. En fait, la perte de CO₂ provenant des carbonates et la perte d'eau à partir des minéraux argileux sont considérées comme négligeables (Bisutti et al., 2004; Grewal et al., 1991; Soon and Abboud, 1991). Toutefois, une correction pour l'hydratation du fer doit être effectuée, laquelle se traduit par un gain de masse.

La MO a été oxydée par calcination en suivant la méthode MA. 1010 - PAF 1.0 du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (2003a). L'estimation du %MO a été effectuée en pesant l'échantillon anhydre dans un creuset de porcelaine préalablement placé au four à 375 °C pour une durée de 16 heures. Ensuite, le creuset contenant l'échantillon anhydre a été maintenu dans le même four à une température de 375°C pendant 16 heures avant d'être pesé de nouveau. Le calcul de la teneur approximative en MO a été déterminé avec la formule suivante :

$$\%MO = \frac{\text{Masse de sol anhydre (g)} - \text{Masse de sol calciné (g)}}{\text{Masse de sol anhydre (g)}} * 100.$$

Les 10 standards 09MRI745 présentent un CV de 6,84 % tandis que les paires de duplicatas ont un CV de 11,18 %. Il est à noter que lors de l'extraction préalable d'une petite quantité de sol humide (environ 45 g) pour effectuer la perte au feu, le contenu en matières fibreuses peut difficilement être complètement homogène avec l'ensemble de l'échantillon. Une parfaite répétabilité est donc peu probable et une correction pour le gain de poids provoqué par l'oxydation du fer ferrique en fer ferreux

($2Fe^{(2+)}O + \frac{1}{2}O_2 = Fe_2^{(3+)}O_3$) est jugée non nécessaire considérant les faibles quantités de fer contenues dans les échantillons de sol.

5.2.2. Résultats

Le %MO varie entre 15 et 49 % sur l'ensemble du levé d'échantillonnage (Fig. 4c). Le Système canadien de classification des sols définit un sol organique par une valeur de plus de 30 % de MO. Tel que déterminé par perte au feu, 74 % des échantillons du profil de la ligne électrique et 68 % de ceux du profil de l'indice du lac Chambois proviennent de l'horizon organique (O ou LFH) et présentent tous deux un %MO moyen similaire de 32 % (table 1). Quant au profil témoin, seulement 20 % des échantillons sont des sols organiques et les %MO moyen est de 25 %. Par définition, l'horizon O est un horizon organique principalement dérivé de mousses, de joncs et de matériaux ligneux et l'horizon LFH se développe principalement par l'accumulation de feuilles, de brindilles et de matériaux ligneux avec ou sans mousses comme composantes mineures (Agriculture Canada). Tous les autres échantillons proviennent de l'horizon minéral enrichi en matière organique (Ah).

Les échantillons du profil témoin présentant plus de 30 % MO sont principalement situés à l'extrémité nord du profil témoin. Ce secteur correspond à une zone plus tourbeuse qui change graduellement pour une zone de forte végétation vers le sud. La portion sud du profil témoin est caractérisée par un mince horizon de MO, souvent en contact avec l'horizon d'argile glacio-marine, un mauvais drainage et la présence de plusieurs cuvettes. Inversement, le transect de la ligne électrique présente quelques sols minéraux à l'extrémité est. Le profil montre une densité de végétation un peu plus forte à cet endroit. Pour ce qui est du profil de l'indice du lac Chambois, 80 % des sols minéraux présents sont expliqués par le fait que l'humus se trouve en placage sur un bloc ou en contact avec l'horizon Ae du till. L'horizon Ae est un horizon minéral qui a subi un lessivage de la matière organique, des argiles et du fer (Agriculture Canada).

6. ANALYSES GÉOCHIMIQUES

Dans tous les domaines de la géochimie, le choix d'une méthode de lessivage dépend directement de la forme des métaux qui sont à mettre en solution. Dans le modèle

électrochimique d'Hamilton (1998), le processus de diffusion des éléments issus de la minéralisation oxydée en profondeur vers la surface résulte du fort gradient d'oxydoréduction existant entre les deux pôles. Ce sont précisément ces ETM sous forme labile (libre) qui sont piégés ou immobilisés dans l'environnement de surface qui représentent la signature du dépôt. La composante minérale détritique est ici de peu d'intérêt. Plusieurs mécanismes permettent de fixer les ETM, incluant l'échange cationique, la chélation, l'adsorption et la complexation. Et, quoique les controverses abondent sur les mécanismes de transport (diffusion, diffusion électrochimique, migration hydrique ou gazeuse, etc.), il est convenu que les principaux sites de résidence de ces ETM dans l'environnement secondaire comprennent les complexes humiques et fulviques de l'humus, les oxydes et hydroxydes de Fe et Mn et les minéraux argileux (Hall, 1998).

Les échantillons ont été analysés selon trois procédés : 1) un lessivage partiel au pyrophosphate de sodium; 2) une digestion totale multi-acide; et 3) une analyse par fluorescence X. Les résultats sont présentés aux tables 1,2 et 3 de l'annexe 1. Notons que pour les fins de traitement statistique, lorsque les valeurs obtenues pour un élément se situent sous la limite de détection instrumentale, une valeur équivalente à cette limite de détection divisée par 2 est appliquée.

6.1. Digestion au pyrophosphate de sodium

La digestion au pyrophosphate de sodium (PYRO-MS) est communément utilisé en pédogéochimie (Hall et al., 1996; Jeffrey and Compton, 1991; Michaelson and Ping, 1997; Omueti and Lavkulich, 1988; Tomar et al., 1992). Le pyrophosphate de sodium ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) est une solution détergente de pH 10 effectuant une mise en solution partielle. Il permet l'extraction des ETM labiles liés à la composante organique labile de l'humus tel que les complexes humiques et fulviques. Son action dans l'extraction des substances humiques dépend de deux facteurs. Le premier est sa capacité à chélater des ions métalliques avec le Ca et les ions métalliques trivalent pour former des précipités insolubles (ex : $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$) ou des complexes solubles avec les métaux. Le second facteur est sa capacité à former des sels solubles à partir de la matière humique par réaction avec les cations (Hall et al., 1996). C'est notamment la méthode préconisée par l'entreprise IOS Services Géoscientifiques Inc., initiateur du projet, pour les analyses chimiques d'humus.

La mise en solution PYRO-MS a été effectuée par le laboratoire Activation Laboratories Ltd. (Actlabs) d'Ancaster, Ontario, selon leur protocole usuel. Un aliquot de 10 g a été envoyé et les dosages ont été faits par spectrométrie de masse à la suite d'une vaporisation au plasma (ICP-MS).

6.2. Digestion totale multi-acide

Une digestion totale multi-acide (TD-MS), appelée Ultratrace 6, a également été effectuée chez Actlabs. La méthode requiert un aliquot de 0.25 g, lequel est digéré avec de l'acide fluorhydrique (HF) et évaporé à sec à 260 °C. Par après, le résidu subi une digestion similaire à l'acide perchlorique (HClO₄) et à l'acide nitrique (HNO₃). En fin de protocole, le résidu est dilué dans de l'aqua regia également diluée. L'aqua regia est un mélange d'acide chlorhydrique et d'acide nitrique concentrés (3 HCl pour 1 HNO₃). Le dosage est finalement effectué par ICP-MS, sauf pour les éléments majeurs (Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, S, Sc et Ti) qui sont analysés par spectrométrie d'émission atomique au plasma (ICP-OES).

L'avantage de la digestion totale est qu'elle donne la concentration totale des éléments de l'échantillon. Elle effectue une destruction de la matière organique, des oxydes ainsi que des silicates et d'une partie des phases minérales du sol. Toutefois, cette mise en solution peut être incomplète pour les minéraux résistants comme la chromite, le zircon, certains spinelles, les oxydes de titanes, etc.

6.3. Analyse à la fluorescence X

La fluorescence X (μ -XRF) est une technique d'analyse non destructive qui permet de mesurer la concentration d'éléments dans le matériau. L'échantillon est exposé à un rayonnement X et la matière réémet de l'énergie sous la forme de fluorescence X. La fluorescence X est causée par l'éjection d'un électron de haute énergie d'une des couches les plus intérieures des atomes par des rayons incidents. Les trous laissés par les électrons éjectés sont comblés par d'autres électrons qui descendent des couches externes. Cette transition électronique provoque l'émission d'un photon X. L'énergie du photon X émis est égale à la différence d'énergie des deux orbitales concernées et est donc caractéristique de l'atome où l'émission a été générée.

Les mesures de μ -XRF ont été prises à l'aide d'un analyseur à fluorescence X portatif de type Thermo Scientific Niton XLt. Les mesures ont été prises en mode «Standard Soil Mode» directement sur le sac d'humus séché et tamisé à 250 μ m. Le mode «Standard Soil Mode» est une méthode d'analyse qui effectue un étalonnage par normalisation Compton. Cette normalisation permet de réduire les problèmes associés aux effets de matrice et permet de mesurer de faibles concentrations en métaux lourds dans un échantillon principalement composé d'éléments légers. Elle consiste à analyser un étalon unique, bien caractérisé, de façon à enregistrer l'intensité du pic de Compton (Ressources naturelles Canada, 2006). Deux analyses, à deux endroits différents, ont été effectuées sur chacun des échantillons.

6.4. Contrôle de qualité

Le contrôle de qualité a été effectué sur deux niveaux, par le laboratoire Actlabs et par l'auteur. Lors de l'analyse, Actlabs introduit, pour chaque lot d'échantillons dosé par ICP et ICP-MS (PYRO-MS et TD-MS), une analyse de blanc (solution vierge nanopure) ainsi que les analyses des matériaux de référence certifiés. Dans le cas des analyses PYRO-MS, notez que les valeurs de référence pour ces matériaux (Till-1, Till-2 et SO-3; table 1, annexe 1) correspondent à des mises en solution totale, lesquelles ne peuvent se comparer avec les résultats des mises en solution sélectives. Comme aucune valeur certifiée n'est disponible pour les mises en solution sélective, la base de données historique d'IOS a été utilisée comme point de référence. Dans le cadre du présent projet, aucun problème analytique n'a été détecté pour les blancs et les autres matériaux insérés. De plus, le laboratoire produit, pour les dosages par ICP-MS, environ 7 % de doublons (répliques), lesquels sont dosés deux fois et représentent des mises en solution distinctes. Aucune dérive analytique n'est constatée pour les éléments tirés de l'analyse PYRO-MS. À l'interne, les mesures prises pour contrôler la qualité ont été décrites dans la section décrivant la méthodologie d'échantillonnage. Pour les analyses PYRO-MS, les seuils de tolérance utilisés pour le standard MR3Sol07 proviennent d'analyses effectuées dans le cadre de plusieurs projets de pédogéochimie chez IOS. À l'exception de l'or et des analytes situées près des limites de détection (Ag, Ge, Hg, Os, Pd, Pt, Ru, Sb, Se, Sn, Te), la moyenne dosée sur les présents matériaux se compare (+/- 10 %) à celle obtenue historiquement sur le même matériau (1053 analyses). Les analyses du thorium montrent

des variations qui excèdent le seuil de tolérance de 10 %, ce qui suggère des problèmes lors de la mise en solution ou au niveau de la calibration pour cet élément. Par ailleurs, le chrome est sous-évalué dans les trois analyses du MR3Sol07. Quant au standard MRESol08 (dopé au Zn, Ni, Co, Cr, Li, Gd, Ba, Sr et Rb), la moyenne dosée sur ces matériaux correspond bien à celle obtenue historiquement sur le même matériau (573 analyses), pour les deux types d'analyses.

Dans le cas des analyses TD-MS, en observant les mesures des matériaux de référence certifiés du laboratoire Actlabs (GRX-1, GRX-4, GRX-6, SDC-1, SCO-1, DNC-1a et OREAS 13b; table 2, annexe 1) et celles des matériaux de référence interne d'IOS (MR3Sol07 et MRESol08), on constate des problèmes analytiques récurrents pour les éléments suivants : As, Cr, Hf, Nb, Th, V et Zr. Tous ces éléments, à l'exception de l'As, sont des éléments à fort potentiel ionique majoritairement retrouvés dans des phases minérales réfractaires. Toutefois, chacun des matériaux de référence du laboratoire n'a été analysé qu'une seule fois et seules les analyses des standards interne effectuées dans le cadre du présent projet sont disponibles à fin de comparaison. De plus, le MR3Sol07 et le MRESol08, n'étant pas certifiés, ne peuvent être considérés comme complètement homogènes. Par ailleurs, des problèmes analytiques sont remarqués et ils peuvent être considérés en deux groupes distincts. Le premier groupe comprend des éléments à forte valence et forte charge et des éléments réfractaires, soit : Zr, Nd, Hf, Th et Cr. Dans une digestion acide, des pertes peuvent être occasionnées par une dissolution incomplète (Smith et al., 2009; Yu et al., 2001) ou par une coprécipitation de ces derniers avec des fluorures lors de la digestion à l'acide fluorhydrique (Lu et al., 2007; Tanaka et al., 2003). Le second groupe comprend l'As et le V et l'utilisation de l'acide perchlorique est reconnue pour créer des interférences lors de l'analyse de ces deux éléments par ICP-MS (Jarvis et al., 1994).

Les analyses μ -XRF, dans le mode utilisé, ont permis de détecter les éléments suivants: As, Ca, Cr, Cu, Fe, K, Mn, Mo, Pb, Rb, S, Sc, Sr, Th, Ti, U, Zn et Zr. Parmi les éléments détectés, les seuls problèmes analytiques observés correspondent aux mesures des teneurs en Mo, Sc, et U. Ces dernières sont plusieurs grandeurs d'ordres plus élevées que celles provenant des autres méthodes d'analyses et une interférence est soupçonnée. L'analyse des standards internes montre que les mesures se répètent bien.

6.5. Résultats

Dans l'ensemble des analyses, les éléments terres rares présentent une excellente corrélation de 96 % et plus. D'autres éléments comme les métaux alcalins (Li, Na, K, Rb et Cs), les métaux alcalinoterreux (Be, Mg, Ca, Sr, Ba) ainsi que l'Al, le Ga et le Ti présentent des profils comparables avec une bonne corrélation positive d'environ 70 à 90 %. Plusieurs autres corrélations positives correspondent à des substitutions chimiques, selon les règles de Goldschmidt, comme : Mo-W, Co-Ni, Ni-Cr, Cr-V, Fe-Mn, Zr-Hf, etc.

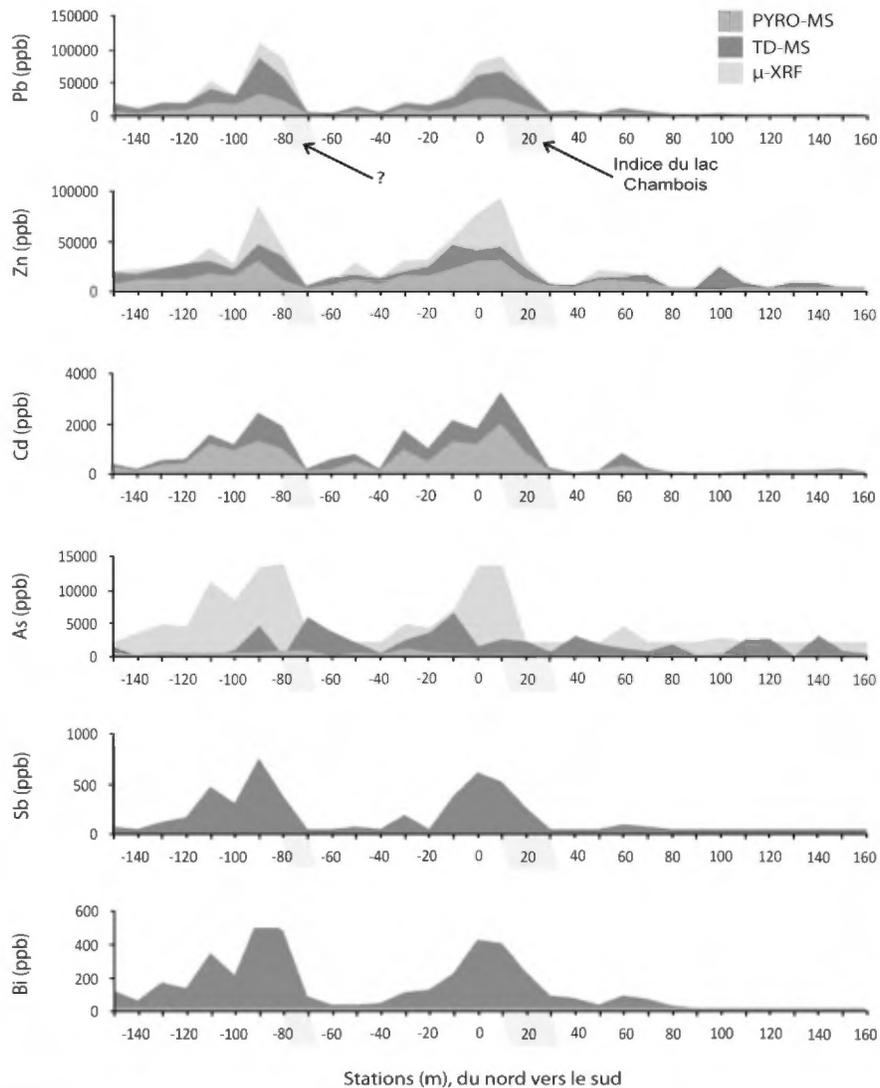


Figure 5 : Représentation du profil de l'indice du lac Chambois par une superposition des teneurs (ppb) obtenues par PYRO-MS, TD-MS et μ -XRF pour le Pb, Zn, Cd, As, Sb et Bi.

Parmi tous les éléments analysés, ceux permettant de faire ressortir l'anomalie de l'indice du lac Chambois sont les éléments chalcophiles suivants : Zn, Pb et Cd, ainsi que les métalloïdes : As, Sb et Bi (Fig. 5). Les 3 méthodes d'analyse permettent de bien distinguer le Zn, Pb et Cd tandis que le Sb et Bi sont uniquement détectés par l'analyse TD-MS. Quant à l'As, seul l'analyse μ -XRF présente un profil semblable aux autres éléments cités. Le PYRO-MS et le TD-MS ne montrent qu'un profil flou et bruiteux de l'As dans l'humus.

Le TD-MS et le μ -XRF sont deux méthodes dites totales et devraient théoriquement donner des teneurs similaires, quoique plus élevées que le PYRO-MS. Les résultats du PYRO-MS démontrent que : a) Fe, Mn, Pb et Zn présentent des teneurs comparables à celles obtenues par les deux autres méthodes analyses; et b) Ca, K, Rb et Sr sont analogues à celles issues de l'analyse TD-MS. D'autres analytes comme le Cr, le Cu et le Th présentent des teneurs plus élevées que les résultats du PYRO-MS, mais montrent le même profil, tout comme pour le Zr et le Ti en comparaison aux résultats de l'analyse TD-MS. La détection du S est par contre plus faible par l'analyse μ -XRF que par l'analyse TD-MS, mais les deux présentent le même profil.

7. DISCUSSION ET CONCLUSION

Les profils de PS montrent une nette anomalie négative d'environ 90 mV centrée sur la zone minéralisée de l'indice du lac Chambois (Fig. 4a). Cette dernière correspond notamment à une anomalie de forte résistivité et de très forte polarisabilité (Fig. 3). Le levé de PS effectué perpendiculairement à la ligne à courant continu montre un profil rectiligne. L'absence d'un potentiel électrique dans le sol sous la ligne tend à infirmer l'hypothèse de l'influence des champs électromagnétiques sur une remobilisation des métaux dans les dépôts meubles. Par contre, le bruit de fond de la PS augmente légèrement vers l'extrémité est du profil de la ligne électrique. La bobine de fil était alors étirée au maximum (210 m), les mesures pourraient avoir été affectées par une dérive (Hamilton et al., 2004a). Les deux extrémités du profil témoin sont également susceptibles d'être affectées par cette erreur puisque les deux électrodes y étaient distancées de 150-160 m. Dans le cas du profil de l'indice du lac Chambois, la distance maximale entre les électrodes avoisine les 100 m, limitant ainsi l'erreur.

Contrairement à la PS, les mesures d'Eh n'ont pas révélé d'anomalie réductrice au-dessus de l'indice du lac Chambois. Il a toutefois été démontré que lorsque le sol est exposé à l'air, l'échantillon de sol peut s'oxyder et augmenter de façon importante la mesure d'Eh, et cela, même si le sac est ouvert à l'air et immédiatement refermé (Hamilton et al., 2004a). Puisque près d'une année s'est écoulée entre la récolte des échantillons et la prise d'Eh, que les échantillons ont été transférés et ouverts près de cinq fois pendant cette période, les sols ont pu s'oxyder. L'anomalie réductrice pourrait ainsi avoir été masquée. De plus, la sonde avait de la difficulté à se stabiliser dans la solution et l'Eh augmentait sans cesse pendant les 5 minutes d'immersion. Pour contrer cet effet, il aurait été pertinent d'effectuer une immersion de la sonde dans une solution de prétrempage afin d'effacer toutes les traces de la mémoire précédente de la sonde (Hamilton et al., 2004a) et ainsi améliorer la rapidité de lecture. La combinaison de ces situations a pour conséquence de rendre les données d'Eh difficiles à interpréter.

Les lectures de pH montrent le caractère acide des sols de la région. L'oxydation de sulfures ayant tendance à abaisser le pH (Cameron et al., 2004), une anomalie acide était anticipée au-dessus de l'indice du lac Chambois. L'absence d'une telle réduction du pH peut être expliquée par la présence de tourbe qui augmente le pouvoir tampon du sol et qui a pour effet de fixer le pH (Rippy and Nelson, 2007). Par ailleurs, l'anomalie de pH 5.5 située à la station + 60 m du profil témoin et qui semble reliée à un affleurement de basalte minéralisé correspond plutôt à une augmentation du pH et demeure inexplicée.

Le %MO montre une bonne corrélation avec la profondeur de l'échantillon (56 %). Une corrélation négative est liée à l'augmentation de la densité du couvert forestier (-46 %). En somme, dans les secteurs présentant un phénomène d'entourbement plus important et une faible densité de végétation, le %MO est plus élevé. Cela correspond à l'horizon organique O défini précédemment.

À très petite échelle, les échantillons d'humus peuvent présenter des caractéristiques physico-chimiques très différentes. Par exemple, la majorité des échantillons du profil de l'indice du lac Chambois et de la ligne électrique sont plutôt des sols hydromorphes organiques (gleysol), tandis que ceux du profil témoin sont plutôt des sols podzoliques hydromorphes boréaux (Duchaufour, 1977). Les gleysols sont caractéristiques des tourbières boréales et comparativement aux sols podzoliques hydromorphes boréaux, ils

se retrouvent dans les milieux saturés d'eau en permanence. Le déficit marqué en oxygène crée ainsi un processus d'oxydoréduction marqué et souvent négatif. De plus, leur composition est essentiellement organique puisque les seuls éléments minéraux sont d'origine biologique et la décomposition lente de la MO est due à la forte anaérobie qui ralentit l'activité biologique. La compréhension de l'environnement secondaire devient ainsi un préalable essentiel à l'interprétation des données de pédogéochimie puisque les mécanismes de liaison des ETM diffèrent en fonction de la forme mobile de l'ion et des conditions géochimiques de l'environnement de surface (Goldberg, 1998).

Les éléments analysés présentés à la figure 5 ont permis de circonscrire l'anomalie de l'indice du lac Chambois. En plus, une seconde anomalie apparaît plus au nord de l'indice connu. Cette dernière correspond à une anomalie résistive et faiblement polarisable (Dubois, 2006, 2007) qui n'a jamais été sondée par forage. La pédogéochimie semble donc assez robuste pour détecter des anomalies polymétalliques enfouies.

Les avantages et les inconvénients des trois méthodes d'analyses utilisées sont tels que même si le TD-MS est le seul à détecter le Sb et le Bi (Fig. 5), il présente néanmoins des problèmes analytiques importants. Le PYRO-MS a l'avantage de mettre en solution uniquement les ETM faiblement liés, soit ceux étant susceptibles d'avoir été diffusés électrochimiquement. Le μ -XRF, malgré ses limites de détection élevées, a l'avantage de procurer une mesure non destructive et de fournir rapidement, et à faible coût, des analyses multiéléments des échantillons avec peu ou pas d'étalonnage de l'instrument. Ainsi, considérant les délais, souvent importants, d'attente des résultats d'analyses lors des envois dans les laboratoires commerciaux, il peut être avantageux d'utiliser le μ -XRF afin d'obtenir des cibles préliminaires d'exploration. De plus, l'exploration des autres modes d'analyse de l'appareil pourra permettre de déterminer des modes présentant une meilleure détection des ETM d'intérêt.

Finalement, l'objectif ultime de ce projet vise à formuler des outils d'interprétation pour les travaux d'exploration pédogéochimique. À cette fin, la poursuite de l'étude des données recueillies permettra de spécifier l'importance de nombreux facteurs et des paramètres contrôlant la fixation des ETM dans l'environnement secondaire. Ces derniers devront être considérés dans l'interprétation et nous souhaitons ainsi développer des guides adaptés pour aider à l'interprétation des résultats d'analyse.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Alekseev, S.G., Dukhanin, A.S., Veshev, S.A., Voroshilov, N.A., 1996. Some aspects of practical use of geoelectrochemical methods of exploration for deep-seated mineralization. *Journal of Geochemical Exploration* 56, 79-86.
- Antropova, L.V., Goldberg, I.S., Voroshilov, N.A., Ryss, J.S., 1992. New methods of regional exploration for blind mineralization - Application in the USSR. *Journal of Geochemical Exploration* 43, 157-166.
- Ballivy, G., Pouliot, G., Loiselle, A., 1971. Some geological and mineralogical characteristics of clay deposits from northwest quebec. *Canadian Journal of Earth Sciences* 8, 1525-&.
- Bisutti, I., Hilke, I., Raessler, M., 2004. Determination of total organic carbon - an overview of current methods. *Trac-Trends Anal. Chem.* 23, 716-726.
- Bolviken, B., Logn, O., 1975. An electrochemical model for element distribution around sulphide bodies. In: Elliot, I., Fletcher, K. (Eds.), *Geochemical Exploration 1974*. Elsevier, Amsterdam, 631-648.
- Bostock, H.S., 1970. Physiography of Canada, Geological Survey of Canada, Map 1254A, scale 1: 500000.
- Brant, A.A., 1948. Some limiting factors and problems of mining geophysics. *Geophysics* 13, 556.
- Burr, S.V., 1982. *A Guide to Prospecting by the Self-Potential Method*. Ontario Geological Survey, Miscellaneous Paper 99, 15.
- Cameron, E.M., Hamilton, S.M., Leybourne, M.I., Hall, G.E.M., McClenaghan, M.B., 2004. Finding deeply buried deposits using geochemistry. *Geochemistry-Exploration Environment Analysis* 4, 7-32.
- Canada, A.e.A., *Le Système canadien de classification des sols*. Seconde édition. Agriculture Canada, Publication 1646. 164.
- Canada, R.n., 2006. Livret de préparation à l'examen de RNCan - Opérateur d'analyseurs portatifs à fluorescence X, p. 75.
- CEAEQ, MAPAQ, 2003a. Détermination de la matière organique par incinération : méthode de perte au feu (PAF). MA. 1010 - PAF 1.0, Ministère de l'environnement du Québec, p. 8.
- CEAEQ, MAPAQ, 2003b. Détermination du pH à l'eau dans les sols agricoles. MA. 1010 - pH 1.0, Ministère de l'environnement du Québec, p. 9.
- Cojan, I., Renard, M., 1997. *Sédimentologie*. Masson, Paris.
- Dubois, M., 2006. Levés magnétométrique et de résistivité/polarisation provoquée, propriété Pontax, rapport d'interprétation. Ressources Sirios Inc., 06N971. Abitibi Géophysique, Val-d'Or, p. 21.
- Dubois, M., 2007. Levé de résistivité/polarisation provoquée, propriété Pontax, rapport d'interprétation. Ressources Sirios Inc., 07N010. Abitibi Géophysique, p. 32.
- Duchaufour, P., 1977. *Pedogenese et classification*. Masson, Paris.
- Dyke, A.S., Moore, A., Robertson, L., 2003. Deglaciation of North America, Geological Survey of Canada, Open File 1574.
- Fulton, R.J., 1989. Le Quaternaire du Bouclier canadien, in: Canada, C.g.d. (Ed.), *Le Quaternaire du Canada et du Groenland*, chap. 3. Commission géologique du Canada.
- Furic, R.E., Girard, R., 2007. Campagne d'exploration et de cartographie dans le secteur de la rivière Pontax, moyenne Baie de James, projet Pontax. IOS Services Géoscientifiques Inc, p. 60.
- Furic, R.E., Girard, R., 2008a. Campagne d'exploration et de cartographie 2007 dans le secteur de la rivière Pontax, moyenne Baie James, Projet Pontax. IOS Services Géoscientifiques Inc, p. 41.
- Furic, R.E., Girard, R., 2008b. Campagne de décapage, cartographie de détail et rainurage de l'indice du lac Chambois, secteur de la rivière Pontax, moyenne baie James, Québec. IOS Services Géoscientifiques Inc, p. 60.
- Furic, R.E., Girard, R., 2008c. Campagne de forage 2007 de l'indice du lac Chambois, secteur de la rivière Pontax, moyenne Baie James, Québec. IOS Services Géoscientifiques Inc, p. 101.
- Girard, R., 2007a. 2^{ième} Campagne d'échantillonnage régionale du till, Projet Pontax, Région des Basses Terres de la Baie de James. IOS Services Géoscientifiques Inc, p. 24.
- Girard, R., 2007b. 3^{ième} Campagne d'échantillonnage régionale du till, Projet Pontax, Région des Basses Terres de la Baie de James. IOS Services Géoscientifiques Inc, p. 17.
- Girard, R., 2008. Campagne d'échantillonnage de sédiments lacustres dans la région des Basses Terres de la Baie James, Propriété Pontax. IOS Services Géoscientifiques Inc, p. 70.
- Girard, R., 2010. Interprétation de données de géochimie de l'humus dans le secteur de la rivière Pontax, Moyenne Baie-James, Québec. Projet Pontax. 141.

- Girard, R., Fournier, N., 2008. Campagne d'échantillonnage sols dans le secteur de la rivière Pontax, Moyenne Baie-James, Québec. IOS Services Géoscientifiques Inc, p. 27.
- Goldberg, I.S., 1998. Vertical migration of elements from mineral deposits *Journal of Geochemical Exploration* 61, 191-202.
- Govett, G.J.S., 1973. Differential secondary dispersion in transported soils and post-mineralization rocks: an electrochemical interpretation. *Journal of Geochemical Exploration*, Inst. Min. Metall., London, 81-91.
- Govett, G.J.S., 1976. Detection of deeply buried and blind sulfide deposits by measurement of H⁺ and conductivity of closely spaced surface soil samples. *Journal of Geochemical Exploration* 6, 359-382.
- Govett, G.J.S., 1977. World mineral supplies - Role of exploration geochemistry. *Journal of Geochemical Exploration* 8, 3-16.
- Govett, G.J.S., Pwa, A., 1981. Regional reconnaissance exploration rock geochemistry for massive sulfides, New-Brunswick, Canada. *Journal of Geochemical Exploration* 15, 139-158.
- Grewal, K.S., Buchan, G.D., Sherlock, R.R., 1991. A comparison of 3 methods of organic-carbon determination in some New-Zealand soils. *Journal of Soil Science* 42, 251-257.
- Hall, G.E.M., 1998. Analytical perspective on trace element species of interest in exploration. *Journal of Geochemical Exploration* 61, 1-19.
- Hall, G.E.M., Vaive, J.E., MacLaurin, A.I., 1996. Analytical aspects of the application of sodium pyrophosphate reagent in the specific extraction of the labile organic component of humus and soils. *Journal of Geochemical Exploration* 56, 23-36.
- Hamilton, S.M., 1998. Electrochemical mass-transport in overburden: a new model to account for the formation of selective leach geochemical anomalies in glacial terrain. *Journal of Geochemical Exploration* 63, 155-172.
- Hamilton, S.M., Cameron, E.M., McClenaghan, M.B., Hall, G.E.M., 2004a. Redox, pH and SP variation over mineralization in thick glacial overburden. Part I: methodologies and field investigation at the Marsh Zone gold property. *Geochemistry-Exploration Environment Analysis* 4, 33-44.
- Hamilton, S.M., Cameron, E.M., McClenaghan, M.B., Hall, G.E.M., 2004b. Redox, pH and SP variation over mineralization in thick glacial overburden. Part II: field investigation at Cross Lake VMS property. *Geochemistry-Exploration Environment Analysis* 4, 45-58.
- Hardy, L., 1976. Contribution à l'étude géomorphologique de la portion québécoise des basses terres de la baie de James. McGill University, Montréal, p. 264.
- Hardy, L., 1977. La déglaciation et les épisodes lacustre et marin sur le versant québécois des basses terres de la baie de James. *Géographie physique et Quaternaire* 31, 261-273.
- Jarvis, I., Jarvis, K., Gray, A., Houk, R., 1994. Elemental analysis of solutions and applications in: professional, B.A. (Ed.), *Handbook of Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*, pp. 225-264.
- Jeffrey, A.J., Compton, B.L., 1991. Effect of different clarification procedures on sodium pyrophosphate extractable soil aluminium and iron concentrations. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 22, 1093-1100.
- Jones, J.B., 2001. Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida.
- Labson, V.F., Medberry, H.G., 1989. Airborne Resistivity Mapping Using Powerline Sources, 59th Annual International Meeting, SEG, Expanded Abstracts, pp. 138-140.
- Lu, Y.H., Makishima, A., Nakamura, E., 2007. Coprecipitation of Ti, Mo, Sn and Sb with fluorides and application to determination of B, Ti, Zr, Nb, Mo, Sn, Sb, Hf and Ta by ICP-MS. *Chemical Geology* 236, 13-26.
- Malo-Lalande, C., 2007. Levé hélicoptéré de magnétométrie et d'électromagnétisme AeroTEM-II, propriété Pontax, rapport d'interprétation. Ressources Sirios Inc., 07N022, p. 19.
- Mann, A.W., Birrell, R.D., Fedikow, M.A.F., de Souza, H.A.F., 2005. Vertical ionic migration: mechanisms, soil anomalies, and sampling depth for mineral exploration. *Geochemistry-Exploration Environment Analysis* 5, 201-210.
- McClenaghan, M.B., Hamilton, S.M., Hall, G.E.M., Burt, A.K., Kjarsgaard, B.A., 2006. Selective leach geochemistry of soils overlying the 95-2, B30, and A4 kimberlites, northeastern Ontario. Geological Survey of Canada, Open File 5069, 28.
- Michaelson, G.J., Ping, C.L., 1997. Comparison of 0.1N sodium hydroxide with 0.1M sodium pyrophosphate in the extraction of soil organic matter from various soil horizons. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 28, 1141-1150.

- Moukhsil, A., 2000. Géologie de la région des lacs Pivert (33C/01), Anatacau (33C/02), Kauputauchechun (33C/07) et Wapamisk (33C/08). Ministère des Ressources naturelles, RG 2000-04, p. 48.
- Omueti, J.A.I., Lavkulich, L.M., 1988. Identification of clay-minerals in soil - The effect of sodium-pyrophosphate. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52, 285-287.
- Rippy, J.F.M., Nelson, P.V., 2007. Cation exchange capacity and base saturation variation among Alberta, Canada, moss peats. *Hortscience* 42, 349-352.
- Ryss, Y.S., Goldberg, I.S., Alakseev, S.G., Dukhanin, A.S., 1987. Struynaya migratsiya veshchestva v obrazovanii vtorichnykh oreolov rasseyanya. *Doklady Akademii Nauk* 297, 954-958.
- Sato, M., Mooney, H.M., 1960. The electrochemical mechanism of sulphide self-potentials. *Geophysics* 25, 226-249.
- Schlumberger, C., Schlumberger, M., 1922. Electrical phenomena produced by metallic ores: *Comptes Rendus*. 174.
- Simard, M., Bernier, P.Y., Bergeron, Y., Paré, D., Guerine, L., 2009. Paludification dynamics in the boreal forest of the James Bay Lowlands : effect of time since fire and topography. *Canadian journal of forest research* 39, 546-552.
- Smee, B.W., 1983. Laboratory and field evidence in support of the electrogeochemically enhances migration of ions through glaciolacustrine sediment. *Journal of Geochemical Exploration* 19, 277-304.
- Smith, D.B., Woodruff, L.G., O'Leary, R.M., Cannon, W.F., Garrett, R.G., Kilburn, J.E., Goldhaber, M.B., 2009. Pilot studies for the North American Soil Geochemical Landscapes Project - Site selection, sampling protocols, analytical methods, and quality control protocols. *Applied Geochemistry* 24, 1357-1368.
- Soon, Y.K., Abboud, S., 1991. A comparison of some methods for soil organic-carbon determination. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 22, 943-954.
- Tanaka, R., Makishima, A., Kitagawa, H., Nakamura, E., 2003. Suppression of Zr, Nb, Hf and Ta coprecipitation in fluoride compounds for determination in Ca-rich materials. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* 18, 1458-1463.
- Tomar, N.K., Yadav, R.P., Relan, P.S., 1992. Characterization of humic and fulvic-acids extracted with NaOH and NaOH-Na-Pyrophosphate mixture from soils of arid and subhumid regions .1. Analytical characteristics. *Arid Soil Research and Rehabilitation* 6, 177-185.
- Vallée, M.A., Smith, R.S., Keating, P., 2008. Case history of combined airborne time-domain electromagnetics and power line field survey in Chibougamau, Canada, 78th SEG Annual Meeting, Las Vegas.
- Veillette, J.J., 1994. Evolution and paleohydrology of glacial lakes Barlow and Ojibway. *Quat. Sci. Rev.* 13, 945-971.
- Veillette, J.J., 1997. The role of late glacial ice streaming in the deglaciation of James Bay. *Geographie Physique Et Quaternaire* 51, 141-161.
- Villeneuve, P., 2007. Campagne d'échantillonnage régionale du till, Projet Pontax, région des basses terres de la Baie-James. IOS Services géoscientifiques Inc., p. 24.
- Vincent, J.-S., Hardy, J.-S., 1979. The evolution of Glacial lakes Barlow and Ojibway, Quebec and Ontario. *Geological Survey of Canada, Bulletin* 316, 18.
- WHO, 2006. Environmental Health Criteria 232, Static Fields. World Health Organization.
- Yu, Z.S., Robinson, P., McGoldrick, P., 2001. An evaluation of methods for the chemical decomposition of geological materials for trace element determination using ICP-MS. *Geostandards Newsletter-the Journal of Geostandards and Geoanalysis* 25, 199-217.

Table 1 : Résultats d'analyses au pyrophosphate de sodium

ÉCHANTILLON	NUMÉRO TERRAIN	TYPE DE MATERIE	ESTANT (Nud Z) Zone 18)	NORDANT (Nud Z) Zone 18)	POSITION (m)	As	Au	Ba	Be	Bi	Br	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Dv	Er	Fe	Ga	Gd	Ge	Hf	Hg	Ho	I	In	La	Li	Lu
Compte	74500070	Ah	371225	5759583	INDEXE	80	500	300	250	254	249	246	246	250	250	250	254	246	250	250	246	246	246	250	246	246	246	246	246	249	
Moyenne	74500071	MRS35017	370512	5759828	TEMOIN	30	500	800	400	400	4000	420	4960	620	1700	70	3700	195	104	90	1510	1540	371	300	800	300	37	5000	12	3200	
Écart type	74500072	Ah	370485	5759845	TEMOIN	100	500	400	2.3	347000	390	40	6000	260	5670	260	1900	95	95	86	5340	970	366	300	24	200	35	800	10	3200	
Maximum	74500073	Ah	371223	5759689	INDEXE	70	500	400	0.5	417000	70	40	3000	30	5960	320	500	17	1300	168	92	84	1090	640	362	300	13	200	16	17500	
Minimum	74500074	Ah	371239	5759554	INDEXE	110	500	300	0.5	157000	50	40	3000	130	1510	150	500	60	3200	204	119	107	1210	1650	370	8	200	41	500		
	74500075	Ah	371151	5759745	INDEXE	100	500	800	1.5	21500	180	40	4000	90	26900	420	2300	51	7800	966	466	443	2300	1130	1960	300	68	200	164	500	
	74500076	Ah	370501	5759843	TEMOIN	-10	500	800	0.5	237000	50	40	7000	520	6360	890	1700	89	3100	288	144	120	4150	970	530	200	200	51	600		
	74500077	Ah	371149	5759744	INDEXE	-100	500	1100	0.5	182000	420	40	4000	160	68600	730	1400	109	25900	1850	816	678	2080	1160	9670	300	30	310	500		
	74500078	MRES018	370514	5759818	TEMOIN	40	500	900	0.5	90500	110	40	5000	370	5040	3200	12700	21	4000	189	88	94	1540	3010	859	300	14	200	35		
	74500079	Ah	369611	5759821	LELECTR	70	500	300	1.1	181000	90	40	4000	410	5020	680	1600	82	3800	204	105	93	1440	1500	368	300	18	200	36	500	
	74500080	Ah	369554	5759806	INDEXE	130	500	300	0.5	27600	160	40	3000	20	21400	260	1500	26	1900	561	305	252	820	1110	1130	300	35	200	104	500	
	74500081	Ah	369572	5759873	LELECTR	-50	500	300	4.1	201000	240	40	6000	60	11400	160	9700	489	3600	382	185	136	1390	3050	635	300	123	200	66	600	
	74500082	Ah	369587	5759874	LELECTR	110	500	300	0.5	301000	50	40	5000	50	12400	540	500	22	1000	363	191	152	1180	1040	676	300	18	200	62	500	
	74500083	Ah	369543	5759873	INDEXE	-10	500	400	0.5	147000	100	40	3000	60	7440	110	500	20	600	242	134	105	1080	212	300	15	200	25	500		
	74500084	Ah	371190	5759963	LELECTR	140	500	400	1.8	152000	130	40	4000	100	13360	380	500	33	2600	464	224	223	480	1060	964	300	36	500	3	3200	
	74500085	Ah	371170	5759969	INDEXE	-70	500	300	0.5	316800	260	40	8000	150	11300	130	1800	36	5800	389	189	216	2410	1830	758	300	35	200	71	800	
	74500086	Ah	370478	5759979	TEMOIN	80	500	600	1.0	233000	120	40	4000	60	8660	270	6400	142	1800	194	91	86	2850	800	378	300	32	200	39	600	
	74500087	MRES017	369622	5759854	LELECTR	80	500	300	0.5	437000	110	40	3000	340	4580	3060	14000	15	3600	171	86	1590	2950	868	300	13	200	28	500		
	74500088	Ah	369637	5759874	LELECTR	40	500	300	0.5	127000	90	40	3000	40	11900	130	3000	62	700	404	203	166	910	1030	763	300	89	200	71	500	
	74500089	Ah	371164	5759979	INDEXE	-70	500	300	0.5	210000	90	40	3000	60	6160	240	500	13	600	201	115	90	1480	720	396	300	36	500	3	3200	
	74500090	Ah	369667	5759879	LELECTR	-10	500	300	0.5	876000	100	40	3000	40	11900	130	3000	127	900	113	56	51	1570	550	228	300	27	200	21	500	
	74500091	Ah	370534	5759881	TEMOIN	80	500	300	0.5	93000	50	40	3000	40	11600	220	500	17	800	350	180	154	1180	860	707	300	38	200	62	500	
	74500092	Ah	369581	5759871	LELECTR	100	500	600	0.5	186800	100	40	3000	40	13400	3300	2060	500	34	2700	430	211	260	2040	1550	903	300	5	200	76	700
	74500093	Ah	370468	5759879	INDEXE	-80	500	300	0.5	287000	50	40	5000	400	8960	1020	500	43	2200	291	143	128	2120	910	562	300	11	200	51	500	
	74500094	MRES017	371162	5759878	INDEXE	-70	500	400	0.5	435000	100	40	4000	380	5030	570	1700	74	4300	204	103	93	1490	1490	397	300	5	200	37	500	
	74500095	Ah	370467	5759937	INDEXE	100	500	300	0.5	291000	240	40	16000	90	13600	250	2100	42	4800	471	224	268	2000	1900	921	7	200	81	2000	7	7500
	74500096	Ah	370457	5759946	TEMOIN	100	500	400	0.6	614000	230	40	6000	130	15500	340	3300	34	5200	489	237	263	2220	1340	1000	300	44	200	85	500	
	74500097	Ah	370469	5759895	TEMOIN	90	500	700	5.0	310600	420	40	9000	50	29500	700	21300	257	10500	969	382	402	2870	2780	1830	300	141	200	147	800	
	74500098	Ah	370470	5759916	TEMOIN	70	500	900	0.5	445000	110	40	5000	400	9640	580	1900	73	3600	215	101	98	1540	1550	415	300	17	200	39	500	
	74500099	Ah	370472	5759917	TEMOIN	70	500	800	0.5	352000	150	40	5000	410	16300	2070	2500	49	3500	496	246	215	2690	1280	1050	300	42	200	87	900	
	74500100	MRES018	370472	5759893	INDEXE	-80	500	300	0.5	217000	120	40	3000	180	4940	250	500	28	1900	186	87	85	1030	1330	301	300	15	200	32	500	
	74500101	MRES018	371227	5759584	INDEXE	80	500	300	0.5	185000	120	40	4000	100	9110	190	800	20	2000	323	156	161	1060	1130	557	300	28	200	55	500	
	74500102	Ah	371215	5759810	INDEXE	50	500	400	0.5	157000	100	40	3000	40	11900	420	600	26	3600	389	168	179	1160	970	632	300	36	200	60	500	
	74500103	Ah	370523	5759686	TEMOIN	-60	500	900	0.5	235000	90	40	8000	140	6040	350	1200	105	1800	206	99	85	6740	1000	354	300	16	200	39	900	
	74500104	Ah	370473	5759692	INDEXE	-20	500	300	0.5	259000	60	40	3000	180	4940	250	500	28	1900	186	87	85	1030	1330	301	300	15	200	32	500	
	74500105	Ah	370473	5759692	INDEXE	-10	500	300	0.5	217000	120	40	3000	700	410	610	700	47	2200	191	111	86	1850	970	315	300	13	200	35	500	
	74500106	Ah	371188	5759682	INDEXE	-30	500	300	0.5	487000	50	40	3000	910	1230	160	500	191	2700	441	23	26	2000	1420	771	300	5	200	7	500	
	74500107	Ah	370543	5759927	TEMOIN	60	500	1800	0.5	255000	190	40	7000	400	21300	1320	6800	102	9000	629	300	251	6850	1730	1180	300	69	200	106	1800	
	74500108	Ah	370485	5759889	TEMOIN	40	500	300	0.5	115000	50	40	5000	40	3510	220	2900	147	1300	108	54	47	3210	570	210	300	18	200	21	800	
	74500109	Ah	371225	5759827	INDEXE	30	500	300	0.5	164000	90	40	5000	570	3060	1920	1000	7													

Table 1 : Résultats d'analyses au pyrophosphate de sodium

ÉCHANTILLON	NUMÉRO TERRAIN	TYPE DE MATÉRIEL	ANALYSE SODIUM PYROPHOSPHATE (PYRO-S)																															
			Mn	Mo	Nb	Nd	Ni	Os	Pb	Pd	Pr	Rb	Re	Ru	Sb	Se	Sm	Sr	Sr	Ta	Tb	Te	Th	Ti	Tm	U	V	W	Y	Yb	Zn	Zr		
Compte	254	250	250	250	246	246	246	254	246	246	250	246	250	246	254	250	246	254	250	246	250	246	246	246	246	250	254	246	246	250	254	250		
Moyenne	39719	272	340	3269	2203	589	5898	98	840	89	1895	5	89	21	869	485	589	5891	19392	24	64	118	15956	33	14	118	15956	33	152	130	15860	4061		
Écart type	112168	9133	1419	3970	8764	13	7415	13	883	13	9095	1	13	500	1306	541	775	764	27383	128	112	60	2285	25	13	539	8590	387	3550	341	35286	40007		
Maximum	14000	20000	38000	90000	46000	100000	73800	100	143000	4	100	7600	60000	20000	19000	74000	60000	200000	1200	1200	1200	1200	300	18400	60	89	5700	99000	9000	40000	3000	441000	502000	
Minimum	300	40	-20	-20	-1000	-1000	-1000	5	-100	-20	-300	-20	-300	-20	-300	-20	-300	-20	-300	-20	-300	-20	-40	-100	-40	-100	-200	-100	-30	10	2	1000	-100	
74550070	74540069	Ah	29100	190	-20	1260	-1000	-1000	100	355	-100	80	-100	-20	600	700	210	6000	15200	-3	22	-200	-100	-40	7	-200	1100	-30	560	44	2000	-100		
74550071	74540070	MRES007	17900	160	100	2210	2000	-100	6000	-100	634	-100	810	-100	-20	1100	-700	370	6000	19700	9	46	-200	1100	40	12	300	900	60	1200	82	11000	-100	
74550072	74540138	Ah	20500	530	350	2270	1000	-100	6000	-100	659	-100	660	-100	-20	3000	-700	2320	6000	16900	62	237	-200	7500	-40	52	1400	6900	120	4720	365	5000	3900	
74550073	74540071	Ah	11500	60	1310	12300	3000	-100	6000	-100	3690	-100	1110	-100	-20	3000	-700	390	6000	13300	-3	41	-200	700	-40	11	-200	2800	-30	1020	76	2000	400	
74550074	74540071	Ah	16800	260	40	2400	2000	-100	17000	-100	672	-100	2670	-100	-20	1000	-700	440	6000	52300	5	44	-200	1300	40	15	-200	300	-30	1400	101	25000	100	
74550075	74540063	Ah	20800	230	-20	630	-1000	-1000	2000	-100	176	-100	340	-100	-20	400	-700	730	6000	11800	-3	12	-200	-100	50	4	-200	700	-30	350	29	4000	-100	
74550076	74540106	Ah	16900	180	420	11900	1000	-1000	2000	-100	3370	-100	220	-100	-20	3100	-700	2140	6000	20300	28	223	-200	2600	-40	53	800	6200	70	5120	378	3000	1300	
74550077	74540133	Ah	42700	390	200	3730	2000	-100	13000	-100	1050	-100	1320	-100	-20	600	-700	630	6000	26700	13	62	-200	1000	60	16	-200	1300	60	1490	112	15000	300	
74550078	74540105	Ah	18100	200	340	28100	2000	-100	4000	-100	7380	-100	260	-100	-20	3600	-700	4140	6000	18100	27	423	-200	5000	-40	89	1700	1140	150	8770	575	2000	1700	
74550079	74540105	MRES008	15800	140	100	2240	46000	-100	5000	-100	612	-100	2770	-100	-20	400	-700	4140	6000	24500	10	41	-200	900	-40	10	200	1500	110	1070	68	14000	200	
74550080	74540139	Ah	9800	510	470	2850	-1000	-1000	1000	-100	788	-100	390	-100	-20	1200	-700	480	6000	7400	37	58	-200	1600	-40	14	300	2500	70	1200	90	4000	900	
74550081	74540015	Ah	55100	130	30	3020	-1000	-100	1000	-100	850	-100	100	-100	-20	300	-700	500	6000	18200	-3	56	-200	400	-40	15	-200	5000	30	1360	101	2000	500	
74550082	74540030	Ah	11900	70	1250	4290	1000	-100	5000	-100	1630	-100	1530	-100	-20	1700	-700	790	6000	17900	111	81	-200	5100	-40	22	700	7300	340	1750	131	3000	2900	
74550083	74540023	Ah	46900	620	40	4750	-1000	-1000	2000	-100	1340	-100	320	-100	-20	1000	-700	930	6000	5600	5	79	-200	400	-40	24	200	2400	40	1970	149	6000	200	
74550084	74540084	Ah	21400	260	-20	1340	1000	-1000	27000	-100	379	-100	1910	-100	-20	400	-700	520	6000	18200	19	55	-200	900	-40	9	400	400	-30	740	58	18000	-100	
74550085	74540012	Ah	62700	60	70	7210	1000	-100	5000	-100	2020	-100	290	-100	-20	1900	-700	1090	6000	17000	-3	47	115	-200	800	-40	24	1100	8800	60	1150	178	4000	2200
74550086	74540085	Ah	8600	240	120	4550	2000	-100	9000	-100	1060	-100	760	-100	-20	1500	-700	840	6000	32800	8	85	-200	5000	-40	23	400	500	30	2190	163	13000	400	
74550087	74540027	Ah	9400	170	200	4730	3000	-100	4000	-100	1400	-100	830	-100	-20	1600	-700	940	6000	36400	13	98	-200	6200	-40	27	500	900	40	2470	171	18000	300	
74550088	74540093	Ah	16300	130	70	2290	2000	-100	5000	-100	636	-100	1140	-100	-20	1000	-700	410	6000	19600	7	47	-200	2100	-40	12	300	1100	60	1200	83	11000	-100	
74550089	74540014	Ah	23900	40	430	9810	3000	-100	30000	-100	2860	-100	1140	-100	-20	1100	-700	1760	6000	28800	27	175	-200	7800	-40	39	600	5400	300	3000	229	6000	1000	
74550090	74540028	Ah	9800	40	405	4390	-1000	-1000	2000	-100	1280	-100	180	-100	-20	1600	-700	830	6000	7700	28	90	-200	3800	-40	24	500	8700	50	1930	150	1000	1400	
74550091	74540084	Ah	13900	70	90	2840	-1000	-1000	1000	-100	806	-100	450	-100	-20	1000	-700	540	6000	7400	7	55	-200	1100	-40	14	-200	3900	60	1350	118	2000	800	
74550092	74540009	Ah	36300	140	-20	2460	-1000	-1000	1000	-100	686	-100	210	-100	-20	400	-700	450	6000	15000	-3	45	-200	600	-40	4	1100	8800	40	1160	172	4000	-100	
74550093	74540100	Ah	5900	130	430	4460	1000	-100	1000	-100	1290	-100	280	-100	-20	1500	-700	840	6000	25800	17	91	-200	6500	-40	23	1200	1000	50	2060	150	8000	300	
74550094	74540121	Ah	10300	140	620	2300	1000	-100	2000	-100	644	-100	450	-100	-20	600	-700	440	6000	17100	-3	42	-200	3000	-40	10	300	1600	50	970	77	5000	700	
74550095	74540018	Ah	41700	280	40	2740	-1000	-1000	1000	-100	779	-100	200	-100	-20	600	-700	500	6000	15400	30	51	-200	7000	-40	16	-200	4100	-30	1280	106	5000	700	
74550100	74540032	MRES008	16100	130	90	1940	43000	-1000	5000	-100	562	-100	2710	-100	-20	300	-700	370	6000	24800	8	40	-200	800	-40	10	200	1500	140	1070	73	119000	-100	
74550101	74540032	Ah	20200	330	-20	1010	-1000	-1000	1000	-100	279	-100	390	-100	-20	300	-700	190	6000	8700	-3	21	-200	100	-40	7	-200	1900	50	560	59	3000	400	
74550102	74540020	Ah	31700	80	50	3100	-1000	-1000	1000	-100	897	-100	320	-100	-20	600	-700	550	6000	12300	-3	56	-200	900	-40	16	-200	4600	40	1430	117	2000	-100	
74550103	74540148	Ah	8300	300	400	1300	-1000	-1000	1000	-100	365	-100	480	-100	-20	600	-700	240	6000	5000	25	26	-200	1400	-40	7	-200	1000	70	590	50	4000	-100	
74550104	74540021	Ah	45100	100	90	4350	-1000	-1000	1000	-100	1260	-100	250	-100	-20	800	-700	810	6000	12800	5	78	-200	1500	-40	21	-200	8600	50	1870	144	2000	200	
74550105	74540097	Ah	15500	240	20	5730	2000	-100	10000	-100	1580	-100	1100	-100	-20	1000	-700	1060	6000	37800	3	99	-200	2400	50	24	300	900	40	2250	167	17000	-100	
74550106	74540128	Ah	82300	230	-20	3650	-1000	-1000	1000	-100	1010	-100	2390	-100	-20	300	-700	670	6000	24700	-3	67	-200	900	50	16	-200	800	-30	1650	122	21000	-100	
74550107	74540017	MRES007	16300	150	50	2170	2000	-100	6000	-100	631	-100	870	-100	-20	300	-700	410	6000	19700	5	45	-200	1600	-40	11	300	1000	70	1180	77	11000	-100	
74550108	74540099	Ah	6100	150	300	5660	2000	-100	2000	-100	1610	-100	500	-100	-20	1200	-700	1100	6000	24700	10	112	-200	1400	-40	25	600	1000	70	2370	178	5000	300	
74550109	74540104	Ah	12300	100	290	6080	1000	-1000	1000	-100	308	-100	110	-100	-20	1500	-700	1110	6000	28300	20	115	-200	2700	-40	27	600	5000	60	2560	189	5000	400	

Table 1 : Résultats d'analyses au pyrophosphate de sodium

ÉCHANTILLON	NUMÉRO TERRAIN	TYPE DE MATÉRIEL	ESTANT (N4d Z7, Zone 18)	NORDANT (N4d Z7, Zone 18)	POSITION (m)	As ppt 300	Au ppt 0.5	Ba ppt 50	Be ppt 50	Bi ppt 40	Br ppt 300	Cd ppt 20	Ce ppt 40	Co ppt 50	Cr ppt 500	Cs ppt 2	Cu ppt 800	Dv ppt 5	Er ppt 1	Fe ppm 10	Ga ppt 20	Gd ppt 5	Hf ppt 5	Hg ppt 200	Ho ppt 1	I ppt 500	In ppt 2	Li ppt 1000	Lu ppt 1					
																														Ag ppt 500	Al ppt 300	Ar ppt 300	B ppt 40	C ppt 50
Compte	7450140	Ah	370491	5758972	TEMOIN	20	-500	300	-0.5	28900	70	-40	4000	560	10500	730	800	37	600	339	172	144	2770	950	680	-300	11	-200	59	-500	23	5690	-1000	19
Moyenne	7450141	Ah	370492	5758976	TEMOIN	90	-500	2100	1.9	38000	150	-40	6000	120	26700	690	11100	116	4900	747	349	334	9080	1860	580	-300	89	-200	125	1300	8	13900	-1000	39
Écart type	7450142	Ah	370498	5758984	TEMOIN	0	-500	1000	-0.5	23500	130	-40	5000	920	15100	1490	690	20	3000	484	233	196	2080	870	-300	22	-200	81	-500	27	8670	5000	25	
Maximum	7450143	Ah	371170	5758974	TEMOIN	40	-500	1500	-0.5	38300	130	-40	7000	680	14700	1730	-500	53	3600	468	241	280	3160	1560	1030	-300	12	-200	82	900	10	7970	-1000	26
Minimum	7450144	Ah	371249	5759957	INDICE	130	-500	-300	-0.5	16900	-50	-40	-3000	100	16980	180	-500	8	-600	46	22	31	530	900	91	-300	13	-200	9	-500	-2	8800	-1000	4
MRES008	7450145	Ah	371249	5759957	INDICE	130	-500	-300	-0.5	16900	-50	-40	-3000	100	16980	180	-500	8	-600	46	22	31	530	900	91	-300	13	-200	9	-500	-2	8800	-1000	4
MRES007	7450146	Ah	371249	5759957	INDICE	130	-500	-300	-0.5	16900	-50	-40	-3000	100	16980	180	-500	8	-600	46	22	31	530	900	91	-300	13	-200	9	-500	-2	8800	-1000	4
MRES007	7450147	Ah	371249	5759957	INDICE	130	-500	-300	-0.5	16900	-50	-40	-3000	100	16980	180	-500	8	-600	46	22	31	530	900	91	-300	13	-200	9	-500	-2	8800	-1000	4
MRES007	7450148	Ah	371249	5759957	INDICE	130	-500	-300	-0.5	16900	-50	-40	-3000	100	16980	180	-500	8	-600	46	22	31	530	900	91	-300	13	-200	9	-500	-2	8800	-1000	4
MRES007	7450149	Ah	371249	5759957	INDICE	130	-500	-300	-0.5	16900	-50	-40	-3000	100	16980	180	-500	8	-600	46	22	31	530	900	91	-300	13	-200	9	-500	-2	8800	-1000	4
MRES007	7450150	Ah	371249	5759957	INDICE	130	-500	-300	-0.5	16900	-50	-40	-3000	100	16980	180	-500	8	-600	46	22	31	530	900	91	-300	13	-200	9	-500	-2	8800	-1000	4
MRES007	7450151	Ah	371249	5759957	INDICE	130	-500	-300	-0.5	16900	-50	-40	-3000	100	16980	180	-500	8	-600	46	22	31	530	900	91	-300	13	-200	9	-500	-2	8800	-1000	4
MRES007	7450152	Ah	371249	5759957	INDICE	130	-500	-300	-0.5	16900	-50	-40	-3000	100	16980	180	-500	8	-600	46	22	31	530	900	91	-300	13	-200	9	-500	-2	8800	-1000	4
MRES007	7450153	Ah	371249	5759957	INDICE	130	-500	-300	-0.5	16900	-50	-40	-3000	100	16980	180	-500	8	-600	46	22	31	530	900	91	-300	13	-200	9	-500	-2	8800	-1000	4
MRES007	7450154	Ah	370495	5758982	TEMOIN	10	-500	600	-0.5	24600	50	-40	4000	300	6910	470	-500	33	1800	220	112	94	3060	820	455	-300	18	-200	38	600	11	7230	-1000	20
MRES007	7450155	Ah	370495	5758982	TEMOIN	10	-500	600	-0.5	24600	50	-40	4000	300	6910	470	-500	33	1800	220	112	94	3060	820	455	-300	18	-200	38	600	11	7230	-1000	20
MRES007	7450156	Ah	370495	5758982	TEMOIN	10	-500	600	-0.5	24600	50	-40	4000	300	6910	470	-500	33	1800	220	112	94	3060	820	455	-300	18	-200	38	600	11	7230	-1000	20
MRES007	7450157	Ah	371183	5758981	INDICE	-30	-500	500	-0.5	48600	60	-40	-3000	1540	3810	1390	-500	57	2200	160	92	88	600	1560	305	-300	5	-200	32	-500	23	1860	-1000	13
MRES007	7450158	Ah	371210	5759635	INDICE	60	-500	-300	-0.5	17700	90	-40	-3000	60	13100	210	5400	126	5500	552	287	272	2910	1850	983	-300	101	-200	96	3100	7	7200	-1000	29
MRES007	7450159	Ah	371207	5759628	INDICE	30	-500	-300	-0.5	20300	90	-40	-3000	110	11000	170	-500	25	3200	252	117	136	1560	1400	535	-300	22	-200	40	600	7	2470	-1000	14
MRES007	7450160	Ah	371207	5759628	INDICE	30	-500	-300	-0.5	20300	90	-40	-3000	110	11000	170	-500	25	3200	252	117	136	1560	1400	535	-300	22	-200	40	600	7	2470	-1000	14
MRES007	7450161	Ah	371213	5758969	INDICE	50	-500	-300	-0.5	28000	100	-40	-3000	70	6880	380	-500	13	1000	205	97	104	1060	660	419	-300	12	-200	34	-500	3	4130	-1000	11
MRES007	7450162	Ah	371213	5758969	INDICE	50	-500	-300	-0.5	28000	100	-40	-3000	70	6880	380	-500	21	800	297	143	161	1260	1000	591	-300	17	-200	52	-500	4	5610	-1000	17
MRES007	7450163	Ah	370487	5758980	TEMOIN	30	-500	1200	-0.5	27580	50	-40	15000	180	8540	460	1300	37	2100	271	125	118	5250	970	539	-300	10	-200	44	1460	11	4650	-1000	13
MRES007	7450164	Ah	371210	5759635	INDICE	60	-500	-300	-0.5	17700	90	-40	-3000	60	13100	210	5400	126	5500	552	287	272	2910	1850	983	-300	101	-200	96	3100	7	7200	-1000	29
MRES007	7450165	Ah	371210	5759635	INDICE	60	-500	-300	-0.5	17700	90	-40	-3000	60	13100	210	5400	126	5500	552	287	272	2910	1850	983	-300	101	-200	96	3100	7	7200	-1000	29
MRES007	7450166	Ah	371210	5759635	INDICE	60	-500	-300	-0.5	17700	90	-40	-3000	60	13100	210	5400	126	5500	552	287	272	2910	1850	983	-300	101	-200	96	3100	7	7200	-1000	29
MRES007	7450167	Ah	371210	5759635	INDICE	60	-500	-300	-0.5	17700	90	-40	-3000	60	13100	210	5400	126	5500	552	287	272	2910	1850	983	-300	101	-200	96	3100	7	7200	-1000	29
MRES007	7450168	Ah	371213	5758969	INDICE	50	-500	-300	-0.5	28000	100	-40	-3000	70	6880	380	-500	13	1000	205	97	104	1060	660	419	-300	12	-200	34	-500	3	4130	-1000	11
MRES007	7450169	Ah	371213	5758969	INDICE	50	-500	-300	-0.5	28000	100	-40	-3000	70	6880	380	-500	21	800	297	143	161	1260	1000	591	-300	17	-200	52	-500	4	5610	-1000	17
MRES007	7450170	Ah	370487	5758980	TEMOIN	30	-500	1200	-0.5	27580	50	-40	15000	180	8540	460	1300	37	2100	271	125	118	5250	970	539	-300	10	-200	44	1460	11	4650	-1000	13
MRES007	7450171	Ah	371210	5759635	INDICE	60	-500	-300	-0.5	17700	90	-40	-3000	60	13100	210	5400	126	5500	552	287	272	2910	1850	983	-300	101	-200	96	3100	7	7200	-1000	29
MRES007	7450172	Ah	371210	5759635	INDICE	60	-500	-300	-0.5	17700	90	-40	-3000	60	13100	210	5400	126	5500	552	287	272	2910	1850	983	-300	101	-200	96	3100	7	7200	-1000	29
MRES007	7450173	Ah	371210	5759635	INDICE	60	-500	-300	-0.5	17700	90	-40	-3000	60	13100	210	5400	126	5500	552	287	272	2910	1850	983	-300	101	-200	96	3100	7	7200	-1000	29
MRES007	7450174	Ah	371210	5759635	INDICE	60	-500	-300	-0.5	17700	90	-40	-3000	60	13100	210	5400	126	5500	552	287	272	2910	1850	983	-300	101	-200	96	3100	7	7200	-1000	29
MRES007	7450175	Ah	371210	5759635	INDICE	60	-500	-300	-0.5	17700	90	-40	-3000	60	13100	210	5400	126	5500	552	287	272	2910	1850	983	-300	101	-200	96	3100	7	7200	-1000	29
MRES007	7450176	Ah	371210	5759635	INDICE	60	-500	-300	-0.5	17700	90	-40	-3000	60	13100	210	5400	126	5500	552	287	272	2910	1850	983	-300	101	-200	96	3100	7	7200	-1000	29
MRES007	7450177	Ah	371210	5759635	INDICE	60	-500	-300	-0.5	17700	90	-40	-3000	60	13100	210	5400	126	5500	552	287	272	2910	1850	983	-300	101	-200	96	3100	7	7200	-1000	29
MRES007	7450178	Ah	371210	5759635	INDICE	60	-500	-300	-0.5	17700	90	-40	-3000	60	13100	210	5400	126	5500	552	287	272	2910	1850	983	-300	101	-200	96	3100	7	7200	-1000	29
MRES007	7450179	Ah	371210	5759635	INDICE	60	-500	-300	-0																									

Table 1 : Résultats d'analyses au pyrophosphate de sodium

ÉCHANTILLON	NUMÉRO TERRAIN	TYPE DE MATÉRIEL	ESTANT (Nid Z7, Zone 18)	NORDANT (Nid Z7, Zone 18)	TRANSECT	POSITION (m)	ANALYSE SODIUM PYROPHOSPHATE (PYRO-MS)																											
							Ag ppb	As ppb	Au ppb	Ba ppb	Be ppb	Bi ppb	Br ppb	Cd ppb	Ce ppb	Co ppb	Cr ppb	Cs ppb	Cu ppb	Dy ppb	Er ppb	Eu ppb	Fe ppm	Ga ppb	Gd ppb	Ge ppb	Hf ppb	Hg ppb	Ho ppb	I ppb	In ppb	La ppb	Li ppb	Lu ppb
7450211	74540168	Ah	371129	5759803	INDICE	130	-500	500	2.5	325000	90	-40	6000	120	146000	430	39000	48	2900	483	236	243	6250	1420	850	-300	18	200	85	-500	5	7510	-1000	24
7450212	74540182	Ah	370559	5759817	TEMOIN	-100	-500	500	-0.5	189000	-50	-40	6000	720	25600	770	800	131	1200	103	47	41	2850	570	198	-300	17	200	17	-500	9	1410	-1000	6
7450213	74540189	Ah	370555	5759823	TEMOIN	-90	-500	500	-0.5	159000	-50	-40	6000	320	32600	310	2100	100	2600	128	48	48	3620	510	215	-300	20	200	22	-500	6	1740	-1000	6
7450214	Standard	MRES008					-500	800	-0.5	914000	-50	-40	5000	390	4190	3070	12400	19	3500	178	85	82	1560	2310	747	-300	14	200	31	-500	7	2620	42000	8
7450215	74540165	Ah	371138	5759772	INDICE	100	-500	500	3.3	221000	70	-40	7000	420	46500	650	12000	35	2600	231	106	95	2270	1020	342	-300	13	-200	35	-500	12	2540	-1000	11
7450216	74540196	Ah	370568	5759800	TEMOIN	-120	-500	500	-0.5	215000	-50	-40	7000	340	33900	370	1100	137	1500	141	65	53	4430	640	220	-300	15	200	26	600	10	1870	-1000	8
7450217	74540175	Ah	370553	5759837	TEMOIN	-80	-500	400	-0.5	254000	-50	-40	6000	630	35900	1910	126	64	53	3380	740	214	300	-5	-200	23	-500	11	1890	-1000	6			
7450218	74540173	Ah	370547	5759846	TEMOIN	-70	-500	400	-0.5	154000	-50	-40	6000	600	24900	840	1400	106	1000	126	46	46	3070	450	160	-300	13	-200	15	-500	6	3200	-1000	6
7450219	74540171	Ah	370538	5759863	TEMOIN	-50	-500	1900	-0.5	239000	-50	-40	8000	460	44400	560	2000	85	2100	181	83	67	8970	740	296	-300	16	-200	28	1600	10	2310	-1000	9
7450220	74540161	Ah	371133	5759791	INDICE	120	-500	700	1.5	319000	-50	-40	7000	750	82400	1210	18000	79	3600	345	168	162	1150	1190	538	-300	10	200	57	-500	11	4310	-1000	17
7450221	Standard	MRES007					-500	700	-0.5	446000	70	-40	5000	410	45100	650	1900	72	3600	193	93	82	1520	330	-300	-5	200	37	-500	9	2820	-1000	12	
7450222	74540167	Ah	371127	5759802	INDICE	130	-500	800	-0.5	359000	60	-40	6000	620	63900	1330	3300	31	3200	322	162	152	4110	1190	525	-300	9	-200	59	-500	14	4500	-1000	17
7450223	74540149	Ah	371115	5759817	INDICE	150	-500	800	-0.5	203000	-50	-40	6000	500	83600	1230	3300	57	1900	251	116	128	6110	630	455	-300	5	-200	43	-500	10	4780	-1000	11
7450224	74540201DUP	Duplicate	370590	5759872	TEMOIN	-500	-500	500	-0.5	139000	-50	-40	5000	190	27200	180	2500	120	1400	108	49	40	3450	510	173	-300	25	-200	17	-500	6	5000	-1000	6
7450225	74540150	Ah	371117	5759818	INDICE	150	-500	500	0.9	135000	-50	-40	5000	50	66900	180	2900	67	1400	216	112	100	4890	650	408	-300	7	-200	38	-500	6	3680	-1000	11
7450226	74540178	Ah	370547	5759854	TEMOIN	-80	-500	6400	-0.5	238000	-50	-40	13000	170	81600	800	4800	81	2000	302	157	130	40500	1260	539	-300	21	-200	55	7000	14	3900	-1000	18
7450227	74540174	Ah	370549	5759847	TEMOIN	-70	-500	400	2.3	119000	-50	-40	3000	260	16700	220	2000	94	2900	59	37	31	22300	390	103	-300	23	-200	11	-500	8	910	-1000	2
7450228	Standard	MRES007					-500	600	-0.5	439000	110	-40	3000	440	46300	640	2000	74	3900	192	104	84	1600	1260	317	-300	9	-200	40	-500	8	3950	-1000	6
7450229	74540700DUP	Duplicate	370539	5759873	TEMOIN	-500	-500	400	0.6	105000	-50	-40	4000	120	21100	160	2700	127	16800	88	41	37	25400	380	140	-300	19	-200	15	-500	5	1160	-1000	3
7450230	74540177	Ah	370545	5759853	TEMOIN	-60	-500	9700	-0.5	259000	-50	-40	11000	160	96800	640	5000	72	2000	351	177	150	36900	1500	595	-300	21	-200	61	4800	13	4920	-1000	20
7450231	74540202	Ah	370592	5759873	TEMOIN	-150	-500	400	-0.5	153000	-50	-40	3000	180	32600	160	2100	110	9400	128	63	56	26600	600	119	-300	23	-200	24	-500	6	1840	-1000	6
7450232	74550186	Doubleton 74550186	370540	5759864	TEMOIN	-500	-500	500	-0.5	102000	-50	-40	3000	120	19900	180	3500	130	2700	71	39	30	35600	380	112	-300	15	-200	12	900	4	1950	-1000	3
7450233	74550203	Doubleton 74550203	370557	5759816	TEMOIN	-500	-300	1.1	120000	-50	-40	-3000	60	39000	120	3400	81	800	154	85	70	690	650	241	-300	40	-200	28	-500	4	1830	-1000	8	
7450234	74550215	Doubleton 74550215	371136	5759772	INDICE	-500	600	-0.5	211000	90	-40	5000	440	46300	600	1300	33	2300	216	110	87	23300	970	303	-300	5	-200	41	-500	11	2500	-1000	9	
7450235	74550225	Doubleton 74550225	371117	5759818	INDICE	-500	500	-0.5	131000	-50	-40	4000	40	66300	170	3000	73	34900	214	168	108	5050	660	391	-300	8	-200	39	500	4	3700	-1000	9	

STANDARD ACTLABS	ANALYSE SODIUM PYROPHOSPHATE (PYRO-MS)																																
	Ag ppb	As ppb	Au ppb	Ba ppb	Be ppb	Bi ppb	Br ppb	Cd ppb	Ce ppb	Co ppb	Cr ppb	Cs ppb	Cu ppb	Dy ppb	Er ppb	Eu ppb	Fe ppm	Ga ppb	Gd ppb	Ge ppb	Hf ppb	Hg ppb	Ho ppb	I ppb	In ppb	La ppb	Li ppb	Lu ppb					
TILL-1 Meas	1900	< 0.5	225000	130	7040	710	1300	18	12000	401	273	1610																					
TILL-1 Cert	18000		702000	2400	71000	18000	65000	1000	47000	3600	1300	48100																					
SO-3 Meas			114000			90	< 500						1200																				
SO-3 Cert	6500	< 0.5	335000	490	13600	1760	4300	849	34300	354	212	4610																					
TILL-2 Meas	26000		2	540000	4000	98000	15000	74000	12000	150000																							
TILL-2 Cert			4.4																														
TILL-2 Meas																																	
TILL-2 Cert																																	
SO-3 Meas				12100																													
SO-3 Cert				266000						8000	26000																						

Table 1 : Résultats d'analyses au pyrophosphate de sodium

ÉCHANTILLON	NUMÉRO TERRAIN	TYPE DE MATÉRIEL	ANALYSE SODIUM PYROPHOSPHATE (PYRO-MS)																															
			Mn	Mo	Nb	Nd	Ni	Os	Pb	Pd	Pr	Pt	Rb	Re	Ru	Sb	Sc	Se	Sm	Sn	Sr	Ta	Tb	Te	Th	Ti	Tm	U	V	W	Y	Yb	Zn	Zr
			ppb 300	ppb 40	ppb 20	ppb 20	ppb 1000	ppb 100	ppb 1000	ppb 100	ppb 1000	ppb 100	ppb 5	ppb 100	ppb 20	ppb 1	ppb 100	ppb 20	ppb 300	ppb 700	ppb 10	ppb 6000	ppb 100	ppb 3	ppb 1	ppb 200	ppb 100	ppb 40	ppb 1	ppb 200	ppb 30	ppb 10	ppb 2	ppb 1000
7450211	7450168	Ah	10500	240	430	6030	2000	-100	30000	-100	16500	100	200	-1	-100	-20	800	900	1080	6000	22500	21	105	-200	1000	-40	27	300	3600	80	2600	178	9000	200
7450212	7450192	Ah	33300	480	180	1000	-1000	-100	10000	-100	2330	2	-100	-20	500	-700	400	-700	190	-6000	12400	7	22	-200	500	-40	8	-200	800	70	530	43	15000	300
7450213	7450189	Ah	15700	360	310	1300	-1000	-100	7000	-100	366	-100	820	-100	-100	-20	400	-700	240	-6000	18000	14	30	-200	500	-40	10	-200	600	50	630	56	10000	400
7450214	Standard	MRES008	15000	220	130	1630	41000	-100	7000	-100	519	-100	2670	-1	-100	-20	1100	-700	360	-6000	23800	3	36	-200	700	-40	11	200	1500	190	960	68	109000	100
7450215	7450165	Ah	7000	140	140	1900	-1000	-100	12000	-100	519	-100	550	-3	-100	-20	1100	-700	360	-6000	8600	-3	44	-200	700	-40	12	200	400	50	1100	83	7000	100
7450216	7450196	Ah	41500	440	180	1360	-1000	-100	7000	-100	374	-100	1890	2	-100	-20	400	-700	240	-6000	12500	7	31	-200	500	-40	9	-200	1000	60	680	53	14000	200
7450217	7450175	Ah	55600	370	40	1430	-1000	-100	15000	-100	388	-100	2660	-1	-100	-20	300	-700	250	-6000	18800	-3	27	-200	400	-40	8	-200	900	60	710	46	50000	-100
7450218	7450173	Ah	32500	350	200	1040	-1000	-100	7000	-100	278	-100	1630	-1	-100	-20	300	-700	480	-6000	9700	9	19	-200	200	-40	9	-200	700	50	500	47	17000	300
7450219	7450171	Ah	84300	670	190	1860	-1000	-100	8000	-100	500	-100	1470	3	-100	-20	300	-700	330	-6000	15700	4	37	-200	400	-40	10	-200	2500	470	880	68	16000	200
7450220	7450161	Ah	44600	180	200	3540	-1000	-100	14000	-100	917	-100	1600	2	-100	-20	400	-700	640	-6000	18100	4	69	-200	400	-40	20	-200	1700	60	1760	130	17000	200
7450221	Standard	MRES007	16900	210	80	2040	2000	-100	6000	-100	564	-100	840	2	-100	-20	400	-700	380	-6000	20000	-3	42	-200	800	-40	14	300	1100	110	1160	74	11000	-100
7450222	7450167	Ah	11000	470	180	3560	2000	-100	13000	-100	949	-100	1210	2	-100	-20	500	-700	610	-6000	19500	-3	65	-200	500	-40	20	-200	1300	80	1730	130	15000	-100
7450223	7450149	Ah	10800	210	170	3460	1000	-100	12000	-100	923	-100	1810	2	-100	-20	500	-700	570	-6000	18800	5	56	-200	500	-40	15	200	1400	180	1290	85	9000	-100
7450224	7450201/DUP	Duplicata	18500	390	340	1100	-1000	-100	7000	-100	297	-100	890	2	-100	-20	400	-700	200	-6000	7300	19	21	-200	500	-40	8	-200	900	50	540	42	11000	400
7450225	7450150	Ah	7400	210	320	2780	-1000	-100	3000	-100	751	-100	250	2	-100	-20	300	-700	490	-6000	7600	10	50	-200	500	-40	14	300	2900	290	1080	80	4000	200
7450226	7450178	Ah	212000	2390	280	3550	-1000	-100	12000	-100	930	-100	990	-1	-100	-20	500	-700	1300	-6000	14000	7	67	-200	600	-40	5	-200	11800	2020	1590	137	13000	500
7450227	7450174	Ah	26200	230	260	680	-1000	-100	5000	-100	182	-100	1090	2	-100	-20	300	-700	120	-6000	7000	24	13	-200	500	-40	21	-200	700	40	340	21	14000	500
7450228	Standard	MRES007	17600	150	110	2100	2000	-100	5000	-100	583	-100	850	2	-100	-20	700	-700	370	-6000	19400	11	43	-200	900	-40	12	300	1200	90	1170	80	12000	200
7450229	7450170/DUP	Duplicata	18600	270	280	870	-1000	-100	13000	-100	239	-100	570	2	-100	-20	500	-700	150	-6000	9900	24	18	-200	500	-40	4	-200	900	100	410	32	16000	600
7450230	7450177	Ah	159000	2360	350	4160	2000	-100	19000	-100	1130	-100	480	2	-100	-20	700	-700	1100	-6000	12500	27	74	-200	500	-40	21	-200	11800	2470	1710	140	11000	600
7450231	7450202	Ah	19800	470	340	1290	-1000	-100	8000	-100	346	-100	830	-1	-100	-20	900	-700	240	-6000	7800	31	25	-200	1000	-40	7	-200	1100	50	630	47	13000	600
7450232	7450186	Doubleton 7450186	20400	280	340	820	-1000	-100	4000	-100	217	-100	500	-1	-100	-20	300	-700	160	-6000	6600	28	14	-200	500	-40	3	-200	800	120	370	27	7000	600
7450233	7450203	Doubleton 7450203	9300	430	460	1520	-1000	-100	2000	-100	403	-100	200	-1	-100	-20	1300	-700	260	-6000	4500	34	32	-200	900	-40	10	-200	2500	100	760	57	4000	1000
7450234	7450215	Doubleton 7450215	7100	140	140	1830	-1000	-100	6000	-100	522	-100	520	2	-100	-20	300	-700	380	-6000	8000	15	43	-200	700	-40	11	200	400	30	1080	75	6000	200
7450235	7450225	Doubleton 7450225	7600	200	300	2860	-1000	-100	6000	-100	771	-100	250	-1	-100	-20	500	-700	510	-6000	7200	22	48	-200	600	-40	12	200	3000	200	1090	80	25000	200

STANDARD ACTLABS	CERTIFICA	ANALYSE SODIUM PYROPHOSPHATE (PYRO-MS)																																	
		Mn	Mo	Nb	Nd	Ni	Os	Pb	Pd	Pr	Pt	Rb	Re	Ru	Sb	Sc	Se	Sm	Sn	Sr	Ta	Tb	Te	Th	Ti	Tm	U	V	W	Y	Yb	Zn	Zr		
		ppb 300	ppb 40	ppb 20	ppb 20	ppb 1000	ppb 100	ppb 1000	ppb 100	ppb 1000	ppb 100	ppb 5	ppb 100	ppb 20	ppb 1	ppb 100	ppb 20	ppb 300	ppb 700	ppb 10	ppb 6000	ppb 100	ppb 3	ppb 1	ppb 200	ppb 100	ppb 40	ppb 1	ppb 200	ppb 30	ppb 10	ppb 2	ppb 1000	ppb 100	
TILL-1 Meas	A10-1237/final	214000	100	110	5800	< 1000	3000	3000	3000	500	500	500	500	100	100	20	960	1500	1310	3100	5	168	5600	1000	1000	5000	300	2800	2600	4470	381	5000	500		
TILL-1 Cert	A10-1237/final	1E+06	2000	10000	26000	< 1000	22000	22000	22000	44000	44000	44000	420	100	100	20	7600	13000	6900	281000	700	1100	1100	5600	5600	34600	2200	56000	500	38000	3900	96000	502000		
SO-3 Meas	A10-1237/final	38800				< 1000	< 1000	< 1000	< 1000	39000	39000	39000	420							217000	700												9000		
SO-3 Cert	A10-1237/final	520000				16000	14000	14000	14000	5170	5170	5170	39000							217000	35												52000		
TILL-2 Meas	A10-569/final REV	1270000	900	570	4120	2000	6000	6000	6000	143000	143000	143000	570	800	800	800	12000	14000	7400	144000	1900	1200											3700	130000	390000
TILL-2 Cert	A10-569/final REV	7800000	14000	20000	36000	32000	31000	31000	31000																										
TILL-2 Meas	A10-569/final REV					< 1000	< 1000	< 1000	< 1000												23700														9000
SO-3 Cert	A10-569/final REV	43300				< 1000	< 1000	< 1000	< 1000												217000														52000

Table 2 - Résultats d'analyses multi-éléments

ÉCHANTILLON	NUMÉRO TERRAIN	TYPE DE MATÉRIEL	ESTANT (Nud Zr, Zone 18)	NORDANT (Nud Zr, Zone 18)	TRANSECT	POSITION (m)	ANALYSE MULTI-ÉLÉMENTS (TD-MS)																																			
							CERTIFICAT	Li	Na	Mg	Al	K	Ca	Cd	V	Cr	Mn	Fe	Hf	Ni	Er	Bo	Mo	Ag	Cs	Co	Eu	Bi	Sr	Zn	Ga	As	Rb	Y								
								ppm	%	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm													
Compte	74500070	Ah	371225	5759583	INDICE	80	A10-5591/final	257	2555	2555	0.01	0.01	257	257	255	245	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	257				
Moyenne	74500071	Ah	370512	5759828	TEMOIN	30	A10-5591/final	3.6	0.801	1.11	0.16	0.90	0.48	0.4	11	21.3	33	0.43	0.5	7.7	0.7	0.8	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.05	0.05	2.00	1.8	0.51	0.15	0.2	2.0	1.4	0.9	0.2	2.9	6.7	5.6	37.3
Écart type	74500072	Ah	370485	5759805	TEMOIN	100	A10-5591/final	4.5	0.171	0.12	3.60	1.07	0.18	0.2	11	41.7	33	0.43	0.5	7.7	0.7	0.8	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.05	2.00	1.8	0.51	0.15	0.2	2.0	1.4	0.9	0.2	2.9	6.7	5.6	37.3	
Maximum	74500073	Ah	371223	5759589	INDICE	-40	A10-5591/final	-0.5	0.021	0.03	4.43	0.03	0.18	-0.1	5	4.2	30	0.18	-0.1	0.3	0.1	0.2	-0.1	0.09	-0.03	-0.1	0.05	-0.01	0.05	0.01	0.03	-0.1	0.09	0.03	-0.1	0.05	0.01	0.03	-0.1	0.05	0.01	
Minimum	74500074	Ah	371174	5759554	INDICE	-70	A10-5591/final	-0.5	0.015	0.02	0.24	0.02	0.18	-0.1	1	2.9	9	0.18	-0.1	0.3	0.1	0.2	-0.1	0.09	-0.03	-0.1	0.05	-0.01	0.05	0.01	0.03	-0.1	0.09	0.03	-0.1	0.05	0.01	0.03	-0.1	0.05	0.01	
	74500075	Ah	371223	5759554	INDICE	-100	A10-5591/final	-0.5	0.027	0.03	0.24	0.02	0.18	-0.1	1	2.9	9	0.18	-0.1	0.3	0.1	0.2	-0.1	0.09	-0.03	-0.1	0.05	-0.01	0.05	0.01	0.03	-0.1	0.09	0.03	-0.1	0.05	0.01	0.03	-0.1	0.05		
	74500076	Ah	371151	5759745	INDICE	10	A10-5591/final	2.3	0.006	0.09	2.16	0.50	0.15	0.2	15	24.4	28	0.43	-0.1	1.4	0.7	0.5	0.3	0.60	1.0	1.6	0.54	0.07	0.3	0.60	1.0	1.6	0.54	0.07	0.3	0.60	1.0	1.6	0.54	0.07		
	74500077	Ah	370501	5759843	TEMOIN	-10	A10-5591/final	4.5	0.669	0.26	2.09	0.73	0.25	0.8	-1	23.7	18.4	1.06	-0.1	8.7	0.4	0.5	0.1	0.19	1.18	3.1	0.27	0.28	-0.1	3.16	0.3	0.4	0.9	0.4	0.9	0.4	0.9	0.4	0.9	0.4		
	74500078	Ah	371149	5759744	INDICE	-100	A10-5591/final	-0.5	0.026	0.08	0.68	0.15	0.24	0.2	1	20.1	7.5	0.36	0.1	4.7	0.7	0.4	0.5	0.1	0.19	1.18	3.1	0.27	0.28	-0.1	3.16	0.3	0.4	0.9	0.4	0.9	0.4	0.9	0.4			
	74500079	MRES008	370470	5759818	TEMOIN	-40	A10-5591/final	54.8	1.910	0.27	4.24	1.28	1.26	0.8	26	62.6	155	0.89	-0.1	94.0	0.6	1.2	0.2	0.22	0.82	7.1	0.41	0.14	-0.1	174.0	10.5	1.8	43.9	6.2	6.2	4.7	6.6	12.1	6.2			
	74500080	Ah	370514	5759818	TEMOIN	-40	A10-5591/final	5.4	0.850	0.19	5.16	1.85	0.80	-0.1	1	35.4	105	0.66	0.2	6.2	0.5	0.9	0.2	-0.05	3.22	1.6	0.38	0.10	-0.1	103.3	13.5	4.5	58.0	5.1	5.1	3.8	4.5	58.0	5.1			
	74500081	Ah	369611	5759815	TEMOIN	-50	A10-5591/final	0.9	0.039	0.08	4.45	0.05	0.38	0.2	16	11.5	7.2	0.19	0.2	3.6	0.2	0.1	0.07	0.09	1.3	0.11	0.04	-0.1	30.6	1.0	3.6	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3			
	74500082	Ah	369652	5759815	TEMOIN	140	A10-5591/final	8.1	0.223	0.17	3.79	1.38	0.14	-0.1	7	59.9	59	0.50	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6		
	74500083	Ah	369652	5759815	TEMOIN	-70	A10-5591/final	-0.5	0.044	0.06	0.90	0.32	0.1	9	8.4	8.8	0.20	-0.1	3.6	0.3	0.2	0.1	0.09	0.17	1.2	0.17	0.03	-0.1	7.8	1.1	-0.1	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0			
	74500084	Ah	369652	5759815	TEMOIN	100	A10-5591/final	12	0.103	0.07	0.65	0.22	0.33	0.3	-1	16.5	60	0.40	-0.1	3.4	0.4	0.3	0.1	0.10	0.08	1.1	0.21	0.04	-0.1	24	0.9	2.2	1.9	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4		
	74500085	Ah	369628	5759746	TEMOIN	-80	A10-5591/final	-0.5	0.026	0.08	0.68	0.15	0.24	0.2	1	20.1	7.5	0.36	0.1	4.7	0.7	0.4	0.5	0.1	0.19	1.18	3.1	0.27	0.28	-0.1	3.16	0.3	0.4	0.9	0.4	0.9	0.4	0.9	0.4			
	74500086	Ah	369620	5759751	TEMOIN	60	A10-5591/final	0.5	0.034	0.08	0.63	0.05	0.30	0.1	-1	15.5	83	0.25	-0.1	2.8	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2				
	74500087	Ah	369554	5759872	TEMOIN	130	A10-5591/final	3.0	1.420	0.21	3.67	1.21	1.10	0.9	12	25.0	149	0.93	-0.1	12.5	0.6	0.9	0.2	0.22	0.85	4.3	0.27	0.13	-0.1	21.0	3.2	3.7	9.2	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9			
	74500088	Ah	369611	5759815	TEMOIN	-50	A10-5591/final	1.1	0.075	0.05	1.42	0.15	0.1	1	22.6	53	0.16	-0.1	3.3	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2			
	74500089	Ah	369652	5759815	TEMOIN	130	A10-5591/final	1.6	1.141	0.07	4.52	1.88	0.89	0.2	9	34.2	153	0.56	-0.1	17.1	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6			
	74500090	Ah	369652	5759815	TEMOIN	-10	A10-5591/final	-0.5	0.082	0.04	0.78	0.12	0.45	0.1	2	14.2	44	0.46	-0.1	3.7	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2			
	74500091	Ah	369652	5759815	TEMOIN	140	A10-5591/final	1.8	0.676	0.12	1.90	0.45	0.48	0.3	9	14.1	87	0.42	-0.1	2.7	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3		
	74500092	Ah	371170	5759689	INDICE	-50	A10-5591/final	-0.5	0.039	0.08	0.63	0.05	0.30	0.1	-1	15.5	83	0.25	-0.1	2.8	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2			
	74500093	Ah	371172	5759700	INDICE	-50	A10-5591/final	-0.5	0.039	0.08	0.63	0.05	0.30	0.1	-1	15.5	83	0.25	-0.1	2.8	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2			
	74500094	Ah	370471	5759806	TEMOIN	80	A10-5591/final	3.0	1.420	0.21	3.67	1.21	1.10	0.9	12	25.0	149	0.93	-0.1	12.5	0.6	0.9	0.2	0.22	0.85	4.3	0.27	0.13	-0.1	21.0	3.2	3.7	9.2	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9			
	74500095	Ah	369649	5759739	TEMOIN	30	A10-5591/final	5.4	0.772	0.29	2.97	0.99	0.68	0.6	1	28.7	123	1.38	-0.1	17.1	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6			
	74500096	Ah	369650	5759741	TEMOIN	30	A10-5591/final	1.6	1.141	0.07	4.52	1.88	0.89	0.2	9	34.2	153	0.56	-0.1	17.1	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6			
	74500097	Ah	369637	5759874	TEMOIN	30	A10-5591/final	0.7	0.082	0.04	0.78	0.12	0.45	0.1	2	14.2	44	0.46	-0.1	3.7	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2			
	74500098	Ah	371164	5759719	INDICE	-70	A10-5591/final	-0.5	0.035	0.08	0.78	0.06	0.25	-0.1	13	6.5	80	0.20	-0.1	3.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3			
	74500099	Ah	370478	5759895	TEMOIN	80	A10-5591/final	6.7	2.580	0.36	5.62	1.76	1.33	0.1	20	27.4	161	1.04	-0.1	10.7	0.7	1.0	0.2	0.09	2.74	3.0	0.47	0.12	0.3													

Table 2 : Résultats d'analyses multi-acide

ÉCHANTILLON	NUMÉRO TERRAIN	TYPE DE MATÉRIEL	ESTANT (Néid 27, Zone 18)	NORDANT (Néid 27, Zone 18)	TRANSECT	POSITION (m)	CERTIFICAT	ANALYSE MULTI-ACIDE (TD-MS)																										
								Li	Na	Mg	Al	K	Ca	Cd	V	Cr	Mn	Fe	Hf	Ni	Er	Bo	Mo	Ag	Cs	Co	Eu	Bi	Sr	Zn	Ga	As	Rb	Y
								ppm	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm				
Compte	74500140	Ah	370491	5759872	TEMOIN	20	A10-5591final	257	255	255	255	257	257	255	255	245	255	245	255	245	255	251	259	255	251	257	251	257	251	257				
Moyenne	74500141	Ah	370492	5759876	TEMOIN	90	A10-5591final	5.1	6.75	0.17	2.38	0.65	0.58	0.5	15	23.6	1	0.1	0.44	0.95	3.5	0.25	11.17	0.5	32.4	6.6	9.2	21.5	4.4					
Écart type	74500142	Ah	371170	5759710	INDICE	-60	A10-5591final	0.9	0.899	0.23	2.12	0.68	0.40	0.7	28.4	30	28.4	10	2.83	0.59	8.6	0.22	122.81	1	73.0	8.1	46.9	22.8	5.0					
Maximum	74500144	Ah	371249	5759650	INDICE	130	A10-5591final	56.3	2.860	1.72	17.70	4.01	1.87	4.0	186	270.0	10	3.0	4.0	33.00	4.88	81.6	1.63	1400.0	16.6	760.0	36.2	47.0	180.0	40.0				
Minimum	74500145	Ah	371249	5759650	INDICE	-10	A10-5591final	-0.5	0.015	0.02	0.29	0.01	0.01	-0.1	-0.5	-1.5	-0.5	-1.5	-0.05	-0.05	-0.02	-0.1	-0.1	-0.05	-0.4	-0.3	-0.1	-0.5	0.3					
	74500146	Ah	370493	5759872	TEMOIN	20	A10-5591final	1.7	0.356	0.14	1.29	0.49	0.58	0.9	2	21.3	128	0.70	0.1	11.7	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	15.3	3.6				
	74500147	Ah	371243	5759654	INDICE	120	A10-5591final	-0.5	0.024	0.03	0.08	0.10	0.28	0.1	-1	10	53	0.15	0.1	0.1	-0.05	-0.05	0.8	-0.05	-0.02	-0.1	0.4	0.4	-0.1	0.9	0.6			
	74500148	Ah	370516	5759878	TEMOIN	-40	A10-5591final	4.6	1.380	0.14	3.85	1.16	0.81	-1	26	36.0	79	0.39	2.0	4.3	0.4	0.6	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	38.2	5.7				
	74500149	Ah	370562	5758754	LELECTR	120	A10-5591final	2.8	0.243	0.09	0.25	0.55	0.20	-1	24	35.0	52	0.20	0.1	1.4	1.7	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	22.4	6.6			
	74500150	Ah	371234	5759652	INDICE	100	A10-5591final	-0.5	0.026	0.07	0.45	0.04	0.30	-0.1	3	1.9	48	0.18	0.1	2.8	0.2	-0.1	-0.1	-0.05	0.06	0.1	0.4	1.6	0.7	1.6	1.9			
	74500151	Ah	370497	5759828	TEMOIN	80	A10-5591final	13.0	0.404	0.40	1.16	1.64	0.27	0.4	62	93.4	104	1.98	0.5	19.3	0.7	0.8	0.3	0.09	3.65	4.3	3.9	2.3	3.6	84.6	8.0			
	74500153	Ah	371198	5759647	INDICE	10	A10-5591final	1.2	0.053	0.03	0.28	0.10	-0.1	-0.1	6	21.1	29	0.19	0.1	3.0	0.5	0.2	0.2	0.1	0.3	0.3	0.49	0.6	0.8	4.2	4.7	4.6	4.5	
	74500154	Ah	370495	5759863	TEMOIN	10	A10-5591final	6.3	1.110	0.32	3.12	1.12	0.7	35	29.4	107	1.26	0.1	12.5	0.6	0.5	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	38.2	5.7			
	74500155	Ah	370497	5759864	TEMOIN	30	A10-5591final	3.4	0.594	0.25	1.74	0.57	0.63	0.4	29	24.4	154	0.88	-0.1	7.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	38.2	5.7			
	74500156	Ah	371183	5759681	INDICE	-30	A10-5591final	0.9	0.163	0.09	0.84	0.20	0.58	2.0	4	8.3	61	0.25	0.1	6.6	0.2	-0.1	-0.1	1.11	0.44	0.7	41.2	2.2	8.4	2.0				
	74500157	Ah	371210	5759635	INDICE	40	A10-5591final	3.2	0.542	0.14	2.78	0.50	0.25	-0.1	20.7	47	0.66	1.0	5.5	0.5	0.4	0.2	0.2	0.12	0.90	1.0	0.8	8.4	1.7	16.1	5.2			
	74500158	Ah	371195	5759646	INDICE	10	A10-5591final	0.8	0.093	0.04	1.07	0.07	0.22	0.3	-1	10.9	61	0.42	-0.1	3.1	0.3	0.2	-0.1	0.39	0.19	1.2	0.24	0.06	0.2	2.4	1.7	2.3		
	74500159	Ah	371207	5759628	INDICE	30	A10-5591final	6.4	1.398	0.10	1.79	0.27	0.51	0.2	-1	6.8	66	0.47	-0.1	4.8	0.2	0.3	0.1	0.39	0.40	1.5	0.22	0.07	0.4	1.3	0.9	2.9		
	74500160	Ah	371225	5759592	INDICE	70	A10-5591final	-0.5	0.019	0.03	0.03	0.03	0.18	-0.1	4	7.5	64	0.18	-0.1	2.8	0.2	-0.1	-0.09	-0.05	1.0	1.0	0.2	0.3	0.9	0.5	1.2	1.8		
	74500161	Ah	371213	5759609	INDICE	50	A10-5591final	0.5	0.028	0.03	0.76	0.04	0.12	0.1	-1	26.1	27	0.84	-0.1	3.6	0.2	-0.1	0.1	0.10	1.0	1.0	0.18	0.02	0.3	2.3	1.4	3.6	1.4	
	74500161.1	Ah	370495	5759863	TEMOIN	20	A10-5591final	2.9	1.180	0.21	3.98	1.05	0.98	0.1	-1	24.4	202	1.64	0.1	12.7	0.5	0.9	0.2	0.20	0.87	3.0	0.39	0.16	0.5	23.0	8.9	-0.1	28.4	5.2
	74500162	Ah	370487	5759880	TEMOIN	30	A10-5591final	4.9	1.100	0.28	2.88	0.94	1.00	0.3	11	28.5	188	1.21	-0.1	9.4	0.4	0.7	0.2	-0.05	1.24	3.0	0.31	0.21	0.7	28.5	9.4	0.7	35.8	4.3
	74500163	Ah	371201	5759635	INDICE	20	A10-5591final	-0.5	0.047	0.03	0.71	0.04	0.15	-0.1	-1	7.8	28	0.98	-0.1	2.0	0.1	0.1	-0.1	0.20	0.13	0.4	0.08	0.03	0.3	8.7	1.7	2.9	1.9	
	74500164	Ah	371219	5759601	INDICE	60	A10-5591final	-0.5	0.021	0.04	0.15	0.03	0.15	0.1	-1	7.2	33	0.66	-0.1	1.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.05	-0.02	0.3	0.3	0.7	0.5	-0.1	1.0	1.4		
	74500165	Ah	371200	5759635	INDICE	30	A10-5591final	1.8	0.610	0.14	2.20	0.34	0.66	0.3	15	11.3	84	0.56	0.2	5.6	0.3	0.4	0.1	0.36	0.50	2.2	0.21	0.07	0.7	18.4	6.3	-0.1	11.6	3.3
	74500166	Ah	370522	5759808	TEMOIN	-50	A10-5591final	4.6	1.510	0.16	4.19	1.05	0.67	0.1	-1	35.8	81	0.48	-0.1	4.8	0.4	0.8	0.1	0.37	2.61	0.4	13.8	14.5	3.7	41.9	4.0			
	74500167	Ah	371160	5759720	LELECTR	-80	A10-5591final	2.0	0.610	0.15	2.07	0.23	0.58	0.4	-1	8.7	101	0.47	0.2	5.7	0.3	0.4	0.1	0.60	0.88	2.3	0.23	0.08	0.3	6.0	3.8	-0.1	8.9	3.0
	74500168	Ah	370678	5759870	TEMOIN	100	A10-5591final	-0.5	0.029	0.04	0.27	0.02	0.20	-0.1	-1	8.3	74	0.20	-0.1	2.8	0.1	0.2	-0.1	-0.05	-0.05	0.9	0.05	0.2	0.4	1.8	0.8	1.1	1.1	
	74500169	Ah	370508	5759837	TEMOIN	-20	A10-5591final	4.4	0.770	0.16	2.82	1.04	0.58	0.2	1	32.0	103	1.32	-0.1	7.5	0.3	0.5	0.1	-0.05	2.27	1.8	0.27	0.19	0.5	17.3	8.8	-0.1	35.5	3.4
	74500169.1	Ah	370522	5759837	TEMOIN	-120	A10-5591final	-0.5	0.021	0.04	0.25	0.15	0.16	0.1	6	58.9	188	0.93	-0.1	10.0	0.5	0.9	0.2	0.24	0.90	7.8	0.41	0.14	0.5	17.0	10.2	-0.1	37.0	4.9
	74500170	Ah	370522	5759837	TEMOIN	-120	A10-5591final	-0.5	0.021	0.04	0.25	0.15	0.16	0.1	6	58.9	188	0.93	-0.1	10.0	0.5	0.9	0.2	0.24	0.90	7.8	0.41	0.14	0.5	17.0	10.2	-0.1	37.0	4.9
	74500171	Ah	370522	5759837	TEMOIN	-120	A10-5591final	-0.5	0.021	0.04	0.25	0.15	0.16	0.1	6	58.9	188	0.93	-0.1	10.0	0.5	0.9	0.2	0.24	0.90	7.8	0.41	0.14	0.5	17.0	10.2	-0.1	37.0	4.9
	74500172	Ah	370522	5759837	TEMOIN	-120	A10-5591final	-0.5	0.021	0.04	0.25	0.15	0.16	0.1	6	58.9	188	0.93	-0.1	10.0	0.5	0.9	0.2	0.24	0.90	7.8	0.41	0.14	0.5	17.0	10.2	-0.1	37.0	4.9
	74500173	Ah	370522	5759837	TEMOIN	-120	A10-5591final	-0.5	0.021	0.04	0.25	0.15	0.16	0.1	6	58.9	188	0.93	-0.1	10.0	0.5	0.9	0.2	0.24	0.90	7.8	0.41	0.14	0.5	17.0	10.2	-0.1	37.0	4.9
	74500174	Ah	370522	5759837	TEMOIN	-120	A10-5591final	-0.5	0.021	0.04	0.25	0.15	0.16	0.1	6	58.9	188	0.93	-0.1	10.0	0.5	0.9	0.2	0.24	0.90	7.8	0.41	0.14	0.5	17.0	10.2	-0.1	37.0	4.9
	74500175	Ah	370522	5759837	TEMOIN	-120	A10-5591final	-0.5	0.021	0.04	0.25	0.15	0.16	0.1	6	58.9	188	0.93	-0.1	10.0	0.5	0.9	0.2	0.24	0.90	7.8	0.41	0.14	0.5	17.0	10.2	-0.1	37.0	4.9
	74500176	Ah	370522	5759837	TEMOIN	-12																												

Table 2 : Résultats d'analyses multi-acide

ÉCHANTILLON	NUMÉRO TERRAIN	TYPE DE MATÉRIEL	ESTANT (Nud Z7, Zone 18)	NORDANT (Nud Z7, Zone 18)	TRANSECT	POSITION (m)	CERTIFICAT	ANALYSE MULTI-ACIDE (TD-MS)																										
								Li	Na	Mg	Al	K	Ca	Cd	V	Cr	Mn	Fe	Hf	Ni	Er	Be	Ho	Ag	Cs	Co	Eu	Bi	Se	Zn	Ga	As	Rb	Y
Compte	7450211	7450168	Ah	371129	5759603	INDICE	A10-5591final	257	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	257	257				
Moyenne	7450212	7450192	Ah	370559	5759817	TEMOIN	A10-5591final	5.1	0.675	0.17	2.36	0.55	0.85	0.5	15	23.6	1.21	0.89	0.2	30.3	0.3	0.5	0.1	0.44	0.95	3.5	0.25	11.17	0.5	32.4	6.6	9.2	21.5	4.4
Écart type	7450215	7450165	Ah	370568	5759806	TEMOIN	A10-5591final	10.9	0.699	0.23	2.12	0.68	0.40	0.7	28	28.4	1.39	2.23	0.9	20.3	1	0.3	0.4	2.83	0.99	8.6	0.22	12.81	1.6	73.7	6.1	46.9	22.8	5.0
Maximum	7450217	7450175	Ah	370563	5759837	TEMOIN	A10-5591final	56.3	2.890	1.72	17.70	4.01	1.87	4.0	186	270.0	10.10	24.30	4.38	81.6	3.0	0.4	33.00	4.88	16.3	140.0	16.6	760.0	36.2	427.0	180.0	40.0	0.3	
Minimum	7450219	7450171	Ah	370538	5759863	TEMOIN	A10-5591final	-0.5	0.015	0.02	0.09	0.01	0.09	-0.1	-1	-0.5	15	0.06	-0.1	0.8	-0.1	-0.1	-0.1	-0.05	-0.05	-0.02	-0.1	0.3	-0.1	0.5	0.3	0.3		
7450220	7450161	Ah	371133	5759791	INDICE	A10-5591final	3.9	1.43	0.3	0.3	1.04	1.2	0.2	30	33.2	165	1.37	0.1	10.8	0.7	0.9	0.2	0.32	1.24	3.2	0.52	11.1	-0.1	17.9	12.9	-0.1	34.8	6.5	
7450221	Standard	MRS3007	Ah	371127	5759602	INDICE	A10-5591final	3.2	1.11	0.19	3.22	0.85	0.9	0.8	8	32	145	0.77	4.4	13.1	0.5	0.9	0.2	0.21	0.8	3	0.58	0.14	-0.1	28.5	8.4	-0.1	18	3.9
7450222	7450167	Ah	371115	5759602	INDICE	A10-5591final	2	0.689	0.16	2.11	0.51	0.52	0.9	16	14	86	0.78	0.4	7.4	0.4	0.5	0.1	0.25	0.73	3.3	0.3	0.24	-0.1	26.5	6.6	0.8	17.4	3.7	
7450223	7450149	Ah	370545	5759817	INDICE	A10-5591final	3.4	0.794	0.16	2.19	0.67	0.84	0.2	35	29.8	351	4.63	1.1	7.4	0.4	0.6	0.1	0.12	1.96	2.4	0.29	0.21	0.8	13.2	8.3	12.2	23.8	4.8	
7450231	7450202	Ah	370592	5759873	TEMOIN	A10-5591final	3.5	1.1	0.18	3.29	0.99	0.66	0.3	5	21.3	113	0.64	0.4	5.6	0.4	0.6	0.1	0.08	1.74	1.6	0.27	0.14	0.5	20.4	9.1	4.8	30.8	3.2	
7450232	7450186	Ah	370540	5759864	TEMOIN	A10-5591final	6.1	1.81	0.32	4.72	1.42	1.44	0.2	31	33.5	181	1.15	0.4	9.7	0.6	1	0.2	2.36	3	0.4	0.12	0.5	20.4	14.7	3.2	45.5	5.2		
7450233	7450203	Doubleton 74550203	Ah	370557	5759816	TEMOIN	A10-5591final	4.1	1.75	0.23	4.59	1.18	0.99	-0.1	22	35	132	0.54	0.2	6.3	0.5	0.8	0.2	-0.05	1.65	1.8	0.38	0.08	0.6	13.9	14.5	6.3	38.3	4.9
7450234	7450215	Doubleton 74550215	Ah	371136	5759772	INDICE	A10-5591final	2.2	1.67	0.09	4.26	0.33	0.78	0.6	1	13.5	166	0.56	-0.1	4.1	0.5	0.6	0.2	0.4	0.86	1.7	0.48	0.17	0.6	21.3	8.1	7.2	9.8	4.9
7450235	7450225	Doubleton 74550225	Ah	371117	5759818	INDICE	A10-5591final	5.1	2.06	0.4	5.46	1.4	1.68	0.1	28	36.3	231	1.55	0.1	12.3	0.8	0.9	0.2	0.22	1.5	3.9	0.54	0.1	0.3	18.2	13.7	-0.1	38.3	5.7

STANDARD ACTLABS	CERTIFICAT	Li	Na	Mg	Al	K	Ca	Cd	V	Cr	Mn	Fe	Hf	Ni	Er	Be	Ho	Ag	Cs	Co	Eu	Bi	Se	Zn	Ga	As	Rb	Y
		ppm	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
GXR-1 Meas	A10-5591final	8.1	0.052	0.22	2.01	0.05	0.98	3.3	66	9.8	859	24.3	0.2	41.6	1	1.22	3.3	2.71	8.1	0.64	1400	16.5	752	12.2	423	2.7	32.8	
GXR-1 Cert	A10-5591final	8.2	0.052	0.22	2.01	0.05	0.98	3.3	80	12	852	23.6	0.96	41	1	1.22	3.3	2.71	8.1	0.64	1400	16.5	752	12.2	423	2.7	32.8	
GXR-4 Meas	A10-5591final	11.8	0.556	1.72	7.29	3.99	1.07	< 0.1	75	49	147	3.08	1.3	42.5	1.9	1.9	2.4	3.43	2.47	14.9	1.46	19.1	5.8	70.8	20.8	95.7	151	14.7
GXR-4 Cert	A10-5591final	11.1	0.564	1.66	7.2	4.01	1.06	0.7	67	64	155	3.09	6.3	42.5	2.9	1.9	2.4	3.43	2.47	14.9	1.46	19.1	5.6	73	20	98	160	14
SDC-1 Meas	A10-5591final	37	1.88	1.09	8.88	2.88	1.14	< 0.1	39	63.9	891	4.92	38.5	38.5	3	3	0.041	0.07	18.8	8.91	0.28	0.28	104	3.8	3.8	36.8		
SDC-1 Cert	A10-5591final	44.4	1.95	1.96	7.18	2.19	1.87	0.2	122	76.9	392	3.58	29.2	38	3	3	0.041	0.17	10.1	10.1	2.6	2.6	603	99.4	0.22	40		
SCC-1 Meas	A10-5591final	33.8	1.05	0.57	5.33	4.61	0.14	0.14	130	99.8	993	4.33	3.3	25.6	1.84	1.84	0.31	0.31	2.88	13.7	0.13	0.13	0.8	118	36.2	29.3	21.1	
SCC-1 Cert	A10-5591final	32	1.04	0.608	17.7	1.87	0.18	1	186	98	1010	5.58	4.3	27	1.4	1.4	1.3	4.2	43.8	0.76	0.29	0.29	0.94	118	35	330	90	14
DNC-1a Meas	A10-5591final	5.1							149	261				247					56.6	0.56	0.56	0.56	70				18.2	
DNC-1a Cert	A10-5591final	5.2							148	270				247					57	0.59	0.59	0.59	70				16	
OREAS 13b (4-Ac0)	Meas													2370					0.93	81.6							53.4	
OREAS 13b (4-Ac0)	Cert													2247					0.85	75							57	

Table 2 : Résultats d'analyses multi-acide

ÉCHANTILLON	NUMÉRO TERRAIN	TYPE DE MATÉRIEL	ANALYSE MULTI-ACIDE (TD-MS)																																										
			Sr	Zr	Nb	Mo	In	Sn	Sb	Te	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Gd	Tb	Dy	Cu	Ge	Tm	Yb	Lu	Ta	W	Re	Ti	Pb	Sc	Th	U	Tl	P	S										
			ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%						
Compte	7450211	74540168	257	257	251	256	251	251	251	251	251	251	251	251	251	251	251	251	251	251	251	251	251	251	251	251	251	251	251	251	251	251	251	251	251	251	251	251	251	251					
Moyenne	7450212	74540192	113.6	20	0.9	3.3	-0.1	0	0.7	0.1	259	9.4	20.2	2.2	8.9	1.0	0.1	0.7	88.4	0.1	-0.1	0.3	-0.1	-0.1	0.1	1.7	0.001	0.07	21.9	3.3	3.3	1.1	0.0698	0.075	255	264	254	254	254	254	254	254			
Ecart type	7450213	74540165	96.1	37	1.3	27.4	0.1	4	7.8	1.2	218	7.7	15.5	1.5	5.5	0.9	0.8	0.2	0.6	599.9	0.2	0.1	0.4	0.1	1.1	14.0	0.002	0.36	65.5	4	3.4	3.1	0.0709	0.036	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18		
Maximum	7450214	74540165	351.0	290	10.0	312.0	0.8	54	122.0	13.2	1640	64.5	118.0	10.3	45.0	6.6	5.3	0.8	4.9	8520.0	0.7	0.4	2.4	0.3	1.1	164.0	0.013	3.20	734.0	31	22.5	34.9	0.0900	0.220	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82			
Minimum	7450215	74540168	12.3	-1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	171	0.7	1.4	0.1	0.4	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.001	-0.05	0.5	-1	-0.1	0.0072	0.016	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02		
	7450216	74540168	249	31	1.3	0.1	-0.1	-0.1	-0.1	400	16.5	36.3	4.1	12.6	2	1.8	0.2	1.2	8.7	0.1	0.1	0.5	-0.1	-0.1	0.3	0.3	0.001	-0.05	12.9	6	3.4	1	0.165	0.085	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1			
	7450217	74540182	99.6	48	1.7	0.3	-0.1	-0.1	-0.1	192	5.5	12.1	1.4	4.1	0.7	0.6	-0.1	0.4	4.4	-0.1	-0.1	0.2	-0.1	-0.1	0.1	0.2	0.009	-0.05	16.1	2	8.4	0.5	0.0998	0.099	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	
	7450218	74540189	191	26	0.8	0.4	-0.1	-0.1	-0.1	322	8.8	19.4	2.2	7.1	1.2	1.1	0.1	0.7	3.1	0.1	0.1	0.4	-0.1	-0.1	0.1	-0.1	0.008	-0.05	16.7	4	2.6	0.7	0.119	0.074	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	
Standard	7450219	MRES018	232	20	0.6	0.2	-0.1	2	-0.1	-0.1	490	17.8	37.7	4.2	12.7	2.1	2.7	0.2	1.1	14.9	-0.1	-0.1	0.5	-0.1	-0.1	0.4	0.003	-0.05	21.1	4	5.4	1.3	0.139	0.041	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	
	7450220	74540165	79.8	22	1.1	0.2	-0.1	-0.1	-0.1	196	10.6	22.8	2.5	7.8	1.3	1.3	0.2	1	8.5	0.2	-0.1	0.5	-0.1	-0.1	0.1	0.2	0.002	-0.05	14.2	3	2.4	1	0.13	0.114	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1			
	7450221	74540196	121	15	0.8	0.5	-0.1	-0.1	-0.1	241	7.3	15.7	1.7	5.4	0.9	0.7	0.1	0.5	3.5	-0.1	-0.1	0.1	-0.1	-0.1	0.1	0.2	0.002	-0.05	2.0	2	2.2	0.6	0.0932	0.11	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15		
	7450222	74540175	41.1	4	0.3	0.4	-0.1	-0.1	-0.1	81	3.8	8.7	2.2	0.4	0.3	-0.1	0.2	4.2	-0.1	-0.1	0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.1	0.2	0.002	-0.05	14.8	3	2.2	0.6	0.115	0.078	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	
	7450223	74540173	175	7	0.5	0.2	-0.1	-0.1	-0.1	378	11.8	6	17.4	1.9	5.7	0.1	0.9	0.1	0.6	4.8	-0.1	-0.1	0.3	-0.1	-0.1	0.1	0.2	0.002	-0.05	17.6	4	2.2	0.6	0.115	0.078	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09		
	7450224	74540199	136	13	0.9	0.6	-0.1	-0.1	-0.1	299	7.2	15.9	1.8	5.6	0.9	0.8	-0.1	0.5	5	-0.1	-0.1	0.3	-0.1	-0.1	0.1	0.7	0.006	-0.05	16.5	3	2.2	0.5	0.0769	0.095	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	
Standard	7450225	74540161	126	26	1.1	0.1	-0.1	-0.1	303	8.2	18.2	2.1	7.1	1.3	1.2	0.1	0.8	2.7	0.1	0.1	0.3	-0.1	-0.1	0.1	0.1	0.2	0.006	-0.05	24.4	4	2	0.5	0.0769	0.095	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
	7450226	MRES017	201	176	2.7	0.5	-0.1	1	0.2	-0.1	379	14.2	28.1	3.3	9.7	1.6	1.4	0.2	0.9	15.3	0.7	-0.1	0.5	-0.1	0.2	0.5	0.001	-0.05	21.6	4	13.9	1.3	0.133	0.054	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06		
	7450227	74540167	115	25	1.1	0.1	-0.1	-0.1	0.2	-0.1	206	8.6	19.9	2.1	6.6	1.2	1	0.1	0.7	18.3	-0.1	-0.1	0.3	-0.1	-0.1	0.1	0.2	0.004	-0.05	27.1	3	1	0.6	0.0723	0.084	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	
	7450228	74540149	196	28	1.1	0.4	-0.1	-0.1	0.3	428	10.5	22.6	2.5	7.7	1.3	1.1	0.1	0.8	4.6	-0.1	-0.1	0.4	-0.1	-0.1	0.1	0.5	0.004	-0.05	22.6	4	1.5	0.6	0.108	0.085	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	
	7450229	74540170DUP	181	23	1	0.4	-0.1	-0.1	-0.1	327	8.2	17.3	1.9	6.2	1.1	1	0.1	0.7	3.3	0.1	-0.1	0.4	-0.1	-0.1	0.1	0.2	0.003	-0.05	15.8	4	2.5	0.8	0.145	0.097	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
	7450230	74540177	298	73	1.9	0.5	-0.1	-0.1	0.1	375	11.8	25.2	2.9	9.7	1.7	1.6	0.2	1.1	3.8	0.2	-0.1	0.5	-0.1	-0.1	0.1	1.1	-0.001	-0.05	15.2	6	2.3	0.8	0.145	0.097	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
	7450231	74540202	128	25	1.6	4	-0.1	-0.1	0.2	0.1	370	8.1	18	2	6.5	1.1	0.9	0.1	0.7	3.5	0.2	-0.1	0.4	-0.1	-0.1	0.3	0.001	-0.05	16.1	3	3.2	0.5	0.089	0.126	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
	7450232	74540174	222	26	1.1	0.7	-0.1	-0.1	0.3	0.4	404	13.5	27.1	3.1	9.7	1.6	1.4	0.2	1	14.6	0.1	-0.1	0.6	-0.1	-0.1	0.3	-0.001	-0.05	22.9	4	3.6	1.3	0.146	0.045	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	
	7450233	74540196	250	73	1.9	0.7	-0.1	-0.1	0.1	428	10.5	22.6	2.5	7.7	1.3	1.1	0.1	0.7	6	0.3	0.2	-0.1	0.5	-0.1	-0.1	0.1	0.6	-0.001	-0.05	15.2	5	5.1	0.9	0.167	0.061	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
	7450234	74540203	147	25	0.6	1.2	-0.1	-0.1	0.1	0.1	294	7.9	16.8	1.9	5.9	1.1	1	0.1	0.6	3.1	-0.1	-0.1	0.3	-0.1	-0.1	0.2	0.003	-0.05	17.4	4	3.5	0.8	0.0872	0.092	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	
	7450235	74540186	271	55	1.6	1.5	-0.1	-0.1	0.1	0.3	442	10.9	23.7	2.6	8.4	1.4	1.4	0.2	0.9	3.8	-0.1	-0.1	0.5	-0.1	-0.1	0.6	0.003	-0.05	14.7	5	4.4	0.9	0.177	0.054	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	7450236	74540215	224	27	2.1	1.7	-0.1	-0.1	0.1	0.2	390	10.3	22.8	2.6	8.1	1.5	1.2	0.2	0.9	7.8	0.1	-0.1	0.5	-0.1	-0.1	0.3	0.001	-0.05	16.1	5	3.2	1.1	0.155	0.053	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	7450237	74540215	83.8	7	0.3	0.9	-0.1	-0.1	0.2	0.1	141	12.1	26.9	3	9.6	1.7	1.5	0.2	1	17.8	0.3	-0.1	0.6	-0.1	-0.1	0.1	3.7	-0.001	-0.11	16.7	3	2.4	1.1	0.145	0.115	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
	7450238	74540225	321	41	1.2	0.7	-0.1	-0.1	-0.1	480	12	26	2.9	9.6	1.7	1.6	0.2	1.2	4.4																										

Table 3 : Résultats d'analyses à la fluorescence X

ÉCHANTILLON	NUMÉRO TERRAIN	TYPE DE MATÉRIEL	ANALYSE FLOURESCENCE X (MICRO-XRF)															
			Ba	Cs	Co Error	Te	To Error	Sb	Sb Error	Sn	Sn Error	Cd	Cd Error	Ag	Ag Error	Pd	Pd Error	
			ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
Compte	7450001																	
	7450002																	
	7450003																	
	7450004																	
Moynne	7450005																	
Essai type	7450006																	
Maximum	7450007																	
Minimum	7450008																	
7450001	7450024	Ah	<LOD	<LOD	7.01	<LOD	20.57	<LOD	7.27	<LOD	6.9	<LOD	3.31	<LOD	2.45	<LOD	4.23	
	7450010	Ah	<LOD	<LOD	7.28	<LOD	21.42	<LOD	7.54	<LOD	6.17	<LOD	3.45	<LOD	2.56	<LOD	4.44	
	7450011	Ah	<LOD	<LOD	6.96	<LOD	20.25	<LOD	7.07	<LOD	6.55	<LOD	3.16	<LOD	2.34	<LOD	4.08	
	7450004	Ah	<LOD	<LOD	7.96	<LOD	23.07	<LOD	8.1	<LOD	6.55	<LOD	3.62	<LOD	2.66	<LOD	4.6	
	7450005	Ah	<LOD	<LOD	7.53	<LOD	21.87	<LOD	7.83	<LOD	6.19	<LOD	3.43	<LOD	2.49	<LOD	4.51	
	7450006	Ah	<LOD	<LOD	9.01	<LOD	26.23	<LOD	9.18	<LOD	7.42	<LOD	4.14	<LOD	3.06	<LOD	5.3	
	7450007	Duplicata	<LOD	<LOD	7.7	<LOD	22.71	<LOD	8.01	<LOD	6.54	<LOD	3.67	<LOD	2.7	<LOD	4.75	
	7450008	Duplicata	<LOD	<LOD	11.43	<LOD	34.87	<LOD	12.59	<LOD	10.36	<LOD	5.89	<LOD	4.41	<LOD	7.67	
	7450009	Ah	<LOD	<LOD	8.88	<LOD	26.28	<LOD	9.32	<LOD	7.63	<LOD	4.33	<LOD	3.16	<LOD	5.52	
	7450010	Ah	<LOD	<LOD	8.81	<LOD	26.2	<LOD	9.3	<LOD	7.63	<LOD	4.25	<LOD	3.14	<LOD	5.56	
	7450011	Ah	<LOD	<LOD	7.83	<LOD	23.23	<LOD	8.24	<LOD	6.79	<LOD	3.79	<LOD	2.83	<LOD	4.83	
	7450012	Ah	<LOD	<LOD	8.44	<LOD	25.18	<LOD	8.97	<LOD	7.31	<LOD	4.11	<LOD	3.03	<LOD	5.26	
	7450013	Ah	<LOD	<LOD	7.45	<LOD	21.76	<LOD	7.64	<LOD	6.21	<LOD	3.45	<LOD	2.52	<LOD	4.5	
	7450014	Ah	<LOD	<LOD	6.72	<LOD	19.97	<LOD	6.94	<LOD	5.84	<LOD	3.12	<LOD	2.34	<LOD	4.08	
	7450015	Ah	<LOD	<LOD	8.9	<LOD	26.74	<LOD	9.54	<LOD	7.81	<LOD	4.38	<LOD	3.34	<LOD	5.73	
7450016	7450015	Ah	<LOD	<LOD	9.53	<LOD	28.16	<LOD	10	<LOD	8.13	<LOD	4.64	<LOD	3.35	<LOD	5.88	
	7450016	Ah	<LOD	<LOD	11.28	<LOD	34.48	<LOD	12.39	<LOD	10.19	<LOD	5.81	<LOD	4.28	<LOD	7.72	
	7450017	Ah	<LOD	<LOD	12.38	<LOD	38.17	<LOD	13.77	<LOD	11.48	<LOD	6.48	<LOD	4.83	<LOD	8.39	
	7450018	Ah	<LOD	<LOD	12.48	<LOD	38.81	<LOD	13.95	<LOD	11.55	<LOD	6.58	<LOD	4.92	<LOD	8.52	
	7450019	Ah	<LOD	<LOD	12.9	<LOD	40.17	<LOD	14.44	<LOD	11.97	<LOD	6.84	<LOD	5.05	<LOD	8.88	
	7450020	Ah	<LOD	<LOD	14.41	<LOD	44.8	<LOD	16.42	<LOD	14.41	<LOD	8.89	<LOD	6.61	<LOD	10.32	
	7450021	Ah	<LOD	<LOD	11.27	<LOD	33.82	<LOD	11.94	<LOD	9.73	<LOD	5.54	<LOD	4.02	<LOD	7.02	
	7450022	Ah	<LOD	<LOD	8.61	<LOD	25.44	<LOD	8.98	<LOD	7.3	<LOD	4.16	<LOD	3.04	<LOD	5.23	
	7450023	Ah	<LOD	<LOD	6.88	<LOD	19.98	<LOD	6.81	<LOD	5.63	<LOD	3.02	<LOD	2.22	<LOD	3.84	
	7450024	Ah	<LOD	<LOD	6.51	<LOD	19.08	<LOD	6.69	<LOD	5.44	<LOD	3.02	<LOD	2.24	<LOD	3.65	
	7450025	Ah	<LOD	<LOD	6.9	<LOD	20.1	<LOD	7.07	<LOD	5.72	<LOD	3.19	<LOD	2.37	<LOD	4.06	
	7450026	Ah	<LOD	<LOD	6.82	<LOD	20.18	<LOD	6.94	<LOD	5.63	<LOD	3.14	<LOD	2.32	<LOD	4.02	
	7450027	Ah	<LOD	<LOD	7.58	<LOD	22.11	<LOD	8.97	<LOD	7.3	<LOD	4.38	<LOD	3.27	<LOD	5.09	
	7450028	Ah	<LOD	<LOD	6.99	<LOD	20.4	<LOD	7.18	<LOD	5.94	<LOD	3.31	<LOD	2.59	<LOD	4.49	
	7450029	Ah	<LOD	<LOD	9.84	<LOD	30	<LOD	10.4	<LOD	8.94	<LOD	5.2	<LOD	3.84	<LOD	6.08	
7450030	Ah	<LOD	<LOD	7.02	<LOD	20.82	<LOD	7.19	<LOD	5.87	<LOD	3.25	<LOD	2.39	<LOD	4.08		
7450031	Ah	<LOD	<LOD	7.37	<LOD	21.5	<LOD	7.96	<LOD	6.17	<LOD	3.43	<LOD	2.54	<LOD	4.13		
7450032	Ah	<LOD	<LOD	6.99	<LOD	20.31	<LOD	7.17	<LOD	5.83	<LOD	3.22	<LOD	2.37	<LOD	4.11		
7450033	Ah	<LOD	<LOD	6.75	<LOD	19.89	<LOD	6.96	<LOD	5.67	<LOD	3.14	<LOD	2.34	<LOD	4.06		
7450034	Ah	<LOD	<LOD	6.95	<LOD	19.98	<LOD	6.82	<LOD	5.54	<LOD	3.05	<LOD	2.3	<LOD	3.94		
7450035	Ah	<LOD	<LOD	6.78	<LOD	19.78	<LOD	6.94	<LOD	5.63	<LOD	3.1	<LOD	2.31	<LOD	4.01		
7450036	Ah	<LOD	<LOD	10.01	<LOD	30.78	<LOD	11.08	<LOD	9.17	<LOD	5.17	<LOD	3.85	<LOD	6.78		
7450037	Ah	<LOD	<LOD	8.33	<LOD	24.26	<LOD	8.49	<LOD	6.89	<LOD	4.19	<LOD	2.79	<LOD	4.84		
7450038	Ah	<LOD	<LOD	9.04	<LOD	26.37	<LOD	9.26	<LOD	7.51	<LOD	4.74	<LOD	3.06	<LOD	5.34		
7450039	Ah	<LOD	<LOD	7.01	<LOD	20.48	<LOD	7.19	<LOD	5.85	<LOD	3.23	<LOD	2.39	<LOD	4.23		
7450040	Ah	<LOD	<LOD	8.24	<LOD	23.98	<LOD	8.44	<LOD	6.82	<LOD	3.78	<LOD	2.77	<LOD	4.76		
7450041	Ah	<LOD	<LOD	11.87	<LOD	36.42	<LOD	13.08	<LOD	10.88	<LOD	6.12	<LOD	4.6	<LOD	8.18		
7450042	Ah	<LOD	<LOD	8.97	<LOD	27.2	<LOD	9.71	<LOD	8.03	<LOD	4.53	<LOD	3.34	<LOD	5.89		
7450043	Ah	<LOD	<LOD	8.71	<LOD	25.6	<LOD	9.07	<LOD	7.39	<LOD	4.11	<LOD	3.12	<LOD	5.19		
7450044	Ah	<LOD	<LOD	10.62	<LOD	32.3	<LOD	11.64	<LOD	9.59	<LOD	5.42	<LOD	4.1	<LOD	6.9		
7450045	Ah	<LOD	<LOD	7.39	<LOD	21.57	<LOD	7.61	<LOD	6.16	<LOD	3.38	<LOD	2.53	<LOD	4.4		
7450046	Ah	<LOD	<LOD	8.06	<LOD	23.5	<LOD	8.22	<LOD	6.64	<LOD	3.74	<LOD	2.78	<LOD	4.65		
7450047	Ah	<LOD	<LOD	7.35	<LOD	21.49	<LOD	7.56	<LOD	6.17	<LOD	3.47	<LOD	2.55	<LOD	4.29		
7450048	Ah	<LOD	<LOD	7.54	<LOD	22.21	<LOD	7.84	<LOD	6.37	<LOD	3.54	<LOD	2.59	<LOD	4.55		
7450049	Ah	<LOD	<LOD	7.16	<LOD	20.82	<LOD	7.27	<LOD	5.92	<LOD	3.26	<LOD	2.36	<LOD	4.15		
7450048	Ah	<LOD	<LOD	6.84	<LOD	19.4	<LOD	6.8	<LOD	5.51	<LOD	3.06	<LOD	2.25	<LOD	3.92		
7450050	Ah	<LOD	<LOD	7.32	<LOD	21.32	<LOD	7.48	<LOD	6.05	<LOD	3.31	<LOD	2.46	<LOD	4.28		
7450050.1	Ah	<LOD	<LOD	11.05	<LOD	33.9	<LOD	12.33	<LOD	10.09	<LOD	5.67	<LOD	4.33	<LOD	7.41		
7450051	Ah	<LOD	<LOD	6.85	<LOD	19.91	<LOD	7.01	<LOD	5.69	<LOD	3.17	<LOD	2.34	<LOD	4.04		
7450038	Ah	<LOD	<LOD	6.51	<LOD	19.05	<LOD	6.7	<LOD	5.45	<LOD	3.01	<LOD	2.23	<LOD	3.87		
7450053	Ah	<LOD	<LOD	6.53	<LOD	19.09	<LOD	6.7	<LOD	5.47	<LOD	3.05	<LOD	2.25	<LOD	3.93		
7450034	Ah	<LOD	<LOD	6.95	<LOD	20.19	<LOD	7.12	<LOD	5.76	<LOD	3.19	<LOD	2.37	<LOD	4.12		
7450054	Ah	<LOD	<LOD	7.13	<LOD	20.79	<LOD	7.29	<LOD	5.94	<LOD	3.29	<LOD	2.42	<LOD	4.14		
7450055	Ah	<LOD	<LOD	12.27	<LOD	37.66	<LOD	13.65	<LOD	11.31	<LOD	6.45	<LOD	4.77	<LOD	8.22		
7450014	Ah	<LOD	<LOD	11.44	<LOD	35.36	<LOD	12.71	<LOD	10.52	<LOD	5.88	<LOD	4.32	<LOD	7.81		
7450057	Ah	<LOD	<LOD	10.37	<LOD	31.61	<LOD	11.32	<LOD	9.34	<LOD	5.27	<LOD	3.89	<LOD	6.91		
7450057.1	Ah	<LOD	<LOD	6.98	<LOD	20.45	<LOD	7.18	<LOD	5.82	<LOD	3.25	<LOD	2.38	<LOD	4.1		
7450059	Ah	<LOD	<LOD	8.13	<LOD	23.65	<LOD	8.32	<LOD	6.77	<LOD	3.73	<LOD	2.77	<LOD	4.79		
7450044	Ah	<LOD	<LOD	6.9	<LOD	20.05	<LOD	7.03	<LOD	5.72	<LOD	3.15	<LOD	2.34	<LOD	4.13		
7450042	Ah	<LOD	<LOD	6.84	<LOD	19.89	<LOD	6.99	<LOD	5.69	<LOD	3.16	<LOD	2.32	<LOD	3.96		
7450061	Ah	<LOD	<LOD	7.8	<LOD	22.92	<LOD	7.96	<LOD	6.47	<LOD	3.61	<LOD	2.65	<LOD	4.53		
7450062	Ah	<LOD	<LOD	6.76	<LOD	20.91	<LOD	7.03	<LOD	5.85	<LOD	3.35	<LOD	2.49	<LOD	4.33		
7450063	Ah	<LOD	<LOD	10.75	<LOD	32.3	<LOD	11.49	<LOD	9.48	<LOD	5.32	<LOD	4.03	<LOD	7.03		
7450064	Ah	<LOD	<LOD	7.92	<LOD	23.14	<LOD	8.13	<LOD	6.6	<LOD	3.67	<LOD	2.7	<LOD	4.72		
7450065	Ah	<LOD	<LOD	7.83	<LOD	22.84	<LOD	8.06	<LOD	6.55	<LOD	3.61	<LOD	2.69	<LOD	4.64		
7450068	Ah	<LOD	<LOD	7.18	<LOD	20.98	<LOD	7.42	<LOD	6.02	<LOD	3.42	<LOD	2.45	<LOD	4.3		
7450069	Ah	<LOD	<LOD	6.24	<LOD	18.25	<LOD	6.41	<									

Table 3 : Résultats d'analyses à la fluorescence X

ÉCHANTILLON	NUMÉRO TERRAIN	TYPE DE MATÉRIEL	ESTANT (Nid Z1, Zone 18)	NORDANT (Nid Z1, Zone 18)	TRANSECT	POSITION (m)	MODE D'ANALYSE DU XRF	DURÉE (sec)	Mo	Mg	Si	Al	S	Cl	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Sr	Rb	ANALYSE FLUORESCENCE X (MICRO-XRF)										Hg	Error ppm
																											U	U Error ppm	Rb	Rb Error ppm	Th	Th Error ppm	Pa	Pa Error ppm	Au	Au Error ppm		
Compte	74500157	Ah	371210	5759819	INDICE	40	Sol (ppm)	360	1585	2.71	26.71	3.19	44.14	2.62	6.1	3.54	5.37	1.53	<LOD	4.32	5.97	3.87	<LOD	5.91	<LOD	2.78	<LOD	3.68	<LOD	5.7								
Moyenne	74500158	Ah	371196	5759846	INDICE	30	Sol (ppm)	360	10.27	2.84	91.27	6.42	17.46	3.18	7.46	4.36	19.34	2.96	8.13	3.41	8.21	4.26	<LOD	6.41	<LOD	3.12	<LOD	4.15	<LOD	6.32								
Écart type	74500159	Ah	371225	5759828	INDICE	30	Sol (ppm)	360	13.27	2.86	48.34	3.37	17.46	3.37	<LOD	6.06	11.42	1.93	<LOD	4.97	7.13	4.32	<LOD	6.68	<LOD	3.26	<LOD	2.92	<LOD	6.43								
Maximum	74500160	Ah	371119	5759803	INDICE	30	Sol (ppm)	360	20.21	2.74	23.45	3.23	2.05	<LOD	4.95	3.98	1.4	<LOD	4.05	<LOD	4.01	<LOD	4.84	<LOD	6.08	<LOD	3.0	<LOD	3.61	<LOD	5.81							
Minimum	74500161	Ah	371210	5759819	INDICE	40	Sol (ppm)	360	15.85	2.71	26.71	3.19	44.14	2.62	6.1	3.54	5.37	1.53	<LOD	4.32	5.97	3.87	<LOD	5.91	<LOD	2.78	<LOD	3.68	<LOD	5.7								
Compte	74500162	Ah	371196	5759846	INDICE	30	Sol (ppm)	360	10.27	2.84	91.27	6.42	17.46	3.18	7.46	4.36	19.34	2.96	8.13	3.41	8.21	4.26	<LOD	6.41	<LOD	3.12	<LOD	4.15	<LOD	6.32								
Moyenne	74500163	Ah	371225	5759828	INDICE	30	Sol (ppm)	360	13.27	2.86	48.34	3.37	17.46	3.37	<LOD	6.06	11.42	1.93	<LOD	4.97	7.13	4.32	<LOD	6.68	<LOD	3.26	<LOD	2.92	<LOD	6.43								
Écart type	74500164	Ah	371119	5759803	INDICE	30	Sol (ppm)	360	20.21	2.74	23.45	3.23	2.05	<LOD	4.95	3.98	1.4	<LOD	4.05	<LOD	4.01	<LOD	4.84	<LOD	6.08	<LOD	3.0	<LOD	3.61	<LOD	5.81							
Maximum	74500165	Ah	371210	5759819	INDICE	40	Sol (ppm)	360	15.85	2.71	26.71	3.19	44.14	2.62	6.1	3.54	5.37	1.53	<LOD	4.32	5.97	3.87	<LOD	5.91	<LOD	2.78	<LOD	3.68	<LOD	5.7								
Minimum	74500166	Ah	371196	5759846	INDICE	30	Sol (ppm)	360	10.27	2.84	91.27	6.42	17.46	3.18	7.46	4.36	19.34	2.96	8.13	3.41	8.21	4.26	<LOD	6.41	<LOD	3.12	<LOD	4.15	<LOD	6.32								

Table 3 : Résultats d'analyses à la fluorescence X

ÉCHANTILLON	NUMÉRO TERRAIN	TYPE DE MATÉRIEL	ANALYSE FLUORESCENCE X (MICRO-XRF)															
			Ba	Ba Error	Cs	Cs Error	Te	Te Error	Sb	Sb Error	Sn	Sn Error	Cd	Cd Error	Ag	Ag Error	Pd	Pd Error
Compte	74500157																	
	74500158																	
	74500159																	
	74500160																	
Moyenne	74500161																	
	74500162																	
Écart type	74500163																	
	74500164																	
Maximum	74500165																	
	74500166																	
Minimum	74500167																	
	74500168																	
Standard	74500169																	
	74500170																	
Standard	74500171																	
	74500172																	
Standard	74500173																	
	74500174																	
Standard	74500175																	
	74500176																	
Standard	74500177																	
	74500178																	
Standard	74500179																	
	74500180																	
Standard	74500181																	
	74500182																	
Standard	74500183																	
	74500184																	
Standard	74500185																	
	74500186																	
Standard	74500187																	
	74500188																	
Standard	74500189																	
	74500190																	
Standard	74500191																	
	74500192																	
Standard	74500193																	
	74500194																	
Standard	74500195																	
	74500196																	
Standard	74500197																	
	74500198																	
Standard	74500199																	
	74500200																	
Standard	74500201																	
	74500202																	
Standard	74500203																	
	74500204																	
Standard	74500205																	
	74500206																	
Standard	74500207																	
	74500208																	
Standard	74500209																	
	74500210																	
Standard	74500211																	
	74500212																	
Standard	74500213																	
	74500214																	
Standard	74500215																	
	74500216																	
Standard	74500217																	
	74500218																	
Standard	74500219																	
	74500220																	
Standard	74500221																	
	74500222																	
Standard	74500223																	
	74500224																	
Standard	74500225																	
	74500226																	
Standard	74500227																	
	74500228																	
Standard	74500229																	
	74500230																	
Standard	74500231																	
	74500232																	