

2015-05 :

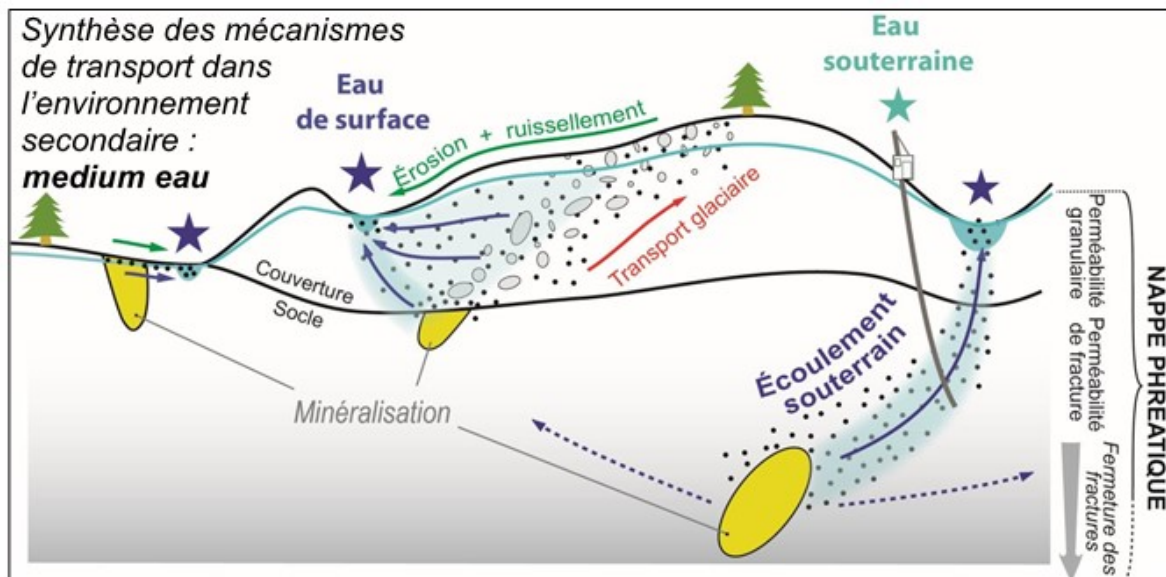
PERSPECTIVES HYDROGÉOCHIMIQUES POUR L'EXPLORATION MINÉRALE – PHASE 1.

La détection des empreintes secondaires superficielles constitue un outil efficace et incontournable pour la recherche des minéralisations du socle. Ce projet avait pour mandat d'évaluer les perspectives de l'hydrogéochimie des eaux naturelles pour l'exploration minérale. Plus précisément, il s'agit d'investiguer l'empreinte géochimique des minéralisations du socle dans les eaux de surface constituant le réseau hydrographique (lacs, ruisseaux) et dans les eaux souterraines constituant les nappes phréatiques et confinées. Ces outils d'exploration présentent plusieurs avantages majeurs parmi lesquels leur faible coût et leur facilité d'échantillonnage. De plus, ces méthodes entrent dans la problématique de l'exploration profonde, puisque les aquifères remontent des empreintes métalliques enfouies jusque plusieurs centaines de mètres.

Dans un premier temps, trois études de cas issues de la littérature ont été présentées, offrant une appréciation de l'empreinte hydrogéochimique de gîtes connus sur des levés locaux : 1) le SMV Zn-Pb-Ag affleurant de Red Mountain, Alaska ; 2) le SMV Cu-Pb-Zn archéen de Yava dans la ceinture de Hackett River, Territoires du NO, subaffleurant sous 20 m de till glaciaire ; 3) le porphyre géant Cu-Au-Mo de Pebble, Alaska, à moitié enfoui sous plusieurs centaines de mètres de volcanites post-minéralisation. Dans les trois cas, la présence des gîtes se détecte par des anomalies métalliques très nettes dans les réseaux hydrographiques avals.

Une large base de données d'analyses ICP des eaux de surface a été compilée à partir de 24 levés régionaux réalisés par l'OGS sur plusieurs ceintures de roches vertes ontariennes, pour une superficie totale de 88 580 km². Un traitement statistique multivarié appliqué à 24 500 analyses, converties en centiles locaux, a permis d'identifier les facteurs contrôlant les niveaux de base pour plusieurs éléments d'intérêt dans le but, dans un second temps, de développer un outil de rehaussement des anomalies « vraies », c.a.d.

non-liées à des variations normales du bruit de fond. Il est démontré que les niveaux de base montrent des variations significatives formant des domaines hydrogéochimiques essentiellement corrélés à la géochimie du socle (32 à 42 % de la variance) et aux effets anthropiques (salage des routes, 14 à 17% de la variance). Plus précisément, le premier facteur contrôlant, largement dominant, est l'aptitude des roches du socle à tamponner le pH de l'eau. Il constitue un proxy très net de la géologie du socle, avec des eaux de surface aux pH globalement plus élevés sur les ceintures de roches vertes et les intrusions alcalines que sur les provinces gneissiques, sur les intrusions felsiques post-tectoniques que sur les séries TTG foliées ou gneissiques encaissantes. Une corrélation très claire est mise en évidence entre les zones d'hydrothermalisme régional (le long des failles de premier ordre) et les eaux de surface à tendance alcaline, dû au tampon du CO₂ hydrothermal sur le pH. Ces variations régionales du pH induisent des variations de fond en plusieurs éléments d'intérêt (Zn, Cu, Au etc.) de sorte que les concentrations brutes ne traduisent pas les concentrations du socle sous-jacent : l'efficacité pour l'exploration des concentrations métalliques avant traitement est donc mitigée. L'usage de ces données implique donc de rehausser les anomalies en corrigeant les variations du niveau de base. Plusieurs méthodes de rehaussement ont été testées, et la plus performante s'avère être une normalisation par Al. En effet, Al ne montre statistiquement aucune corrélation avec les minéralisations connues, mais forme en revanche des domaines régionaux comparables à ceux de Zn et Cu en première approximation (1^{er} facteur au moins), si bien que les rapports Zn/Al et Cu/Al annulent les variations liées à ces domaines. On démontre ainsi que ces rapports constituent de bons proxys des concentrations du socle en Zn et Cu, et de bons marqueurs des minéralisations avec une efficacité prouvée sur les gîtes connus (taux d'anomalie entre 1 et 2 km des gîtes deux fois supérieur à la normale).



Projet 2015-05 : Fiche sommaire

Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Évaluer les performances des levés d'hydrogéochimie des eaux naturelles pour l'exploration minérale ➤ Documenter des études de cas dans différents contextes géologiques ➤ Proposer des protocoles d'échantillonnage ➤ Développer des méthodes de traitement des levés et de rehaussement d'anomalie
Résultats	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Compilation d'études de cas publiées dans la littérature pour des minéralisations enfouies, subaffleurantes et affleurantes : dans tous les cas, les performances des eaux de surface pour la détection des gîtes sont supérieures à celles des autres media (sédiments lacs et ruisseaux) ➤ Compilation d'une large base de données d'eaux de surface produites par l'OGS depuis 1995 : 37 980 échantillons d'eaux analysés par ICP-MS pour la plupart, répartis sur 24 levés régionaux couvrant 88 580 km² ➤ Analyse statistique multivariée du bruit de fond et des anomalies de la base de données : <ul style="list-style-type: none"> 1) Contrôle dominant du bruit de fond par la géochimie du socle (capacité de tampon pH) et les effets anthropiques (salage des routes) → domaines hydrogéochimiques très marqués 2) Tests de performance sur les gîtes connus (Zn, Cu) : anomalies « vraies » (i.e., liées aux minéralisations) sont nettement rehaussées par la normalisation sur Al → Zn/Al, Cu/Al sont des proxys performants pour la concentration en Zn et Cu du socle à l'échelle régionale ➤ Eaux souterraines : données insuffisantes, nécessité d'acquérir/compiler de nouveaux levés ➤ Discussion approfondie des protocoles d'échantillonnage (revue littéraire)
Innovations	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Identification de domaines hydrogéochimiques des eaux de surface associés à des variations globales significatives du niveau de base ➤ Démonstration de la performance des ratios Zn/Al et Cu/Al pour le rehaussement d'anomalies « vraies »