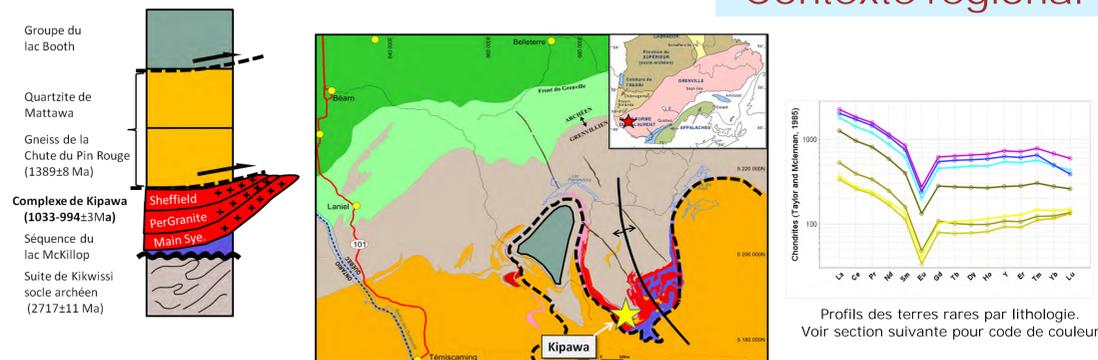


Dans le cadre du projet DIVEX sur les terres rares au Québec, la signature géochimique et les processus de formation du gisement de terres rares (TR) de Kipawa ont été étudiés au moyen de techniques linéaires et multivariées (Clustering, Analyse de discriminants (DPA), Poids relatifs), ainsi que par mesures de Sm-Nd sur roches totales.

Introduction

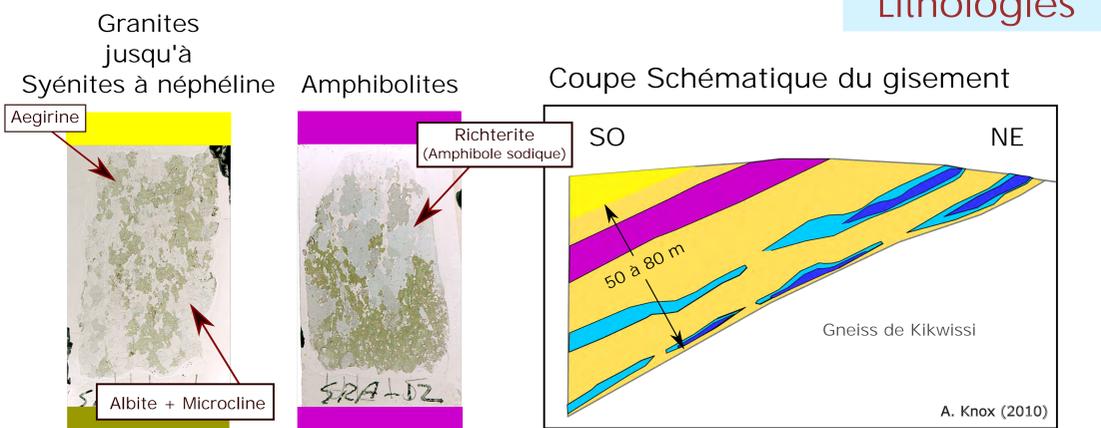
Contexte régional



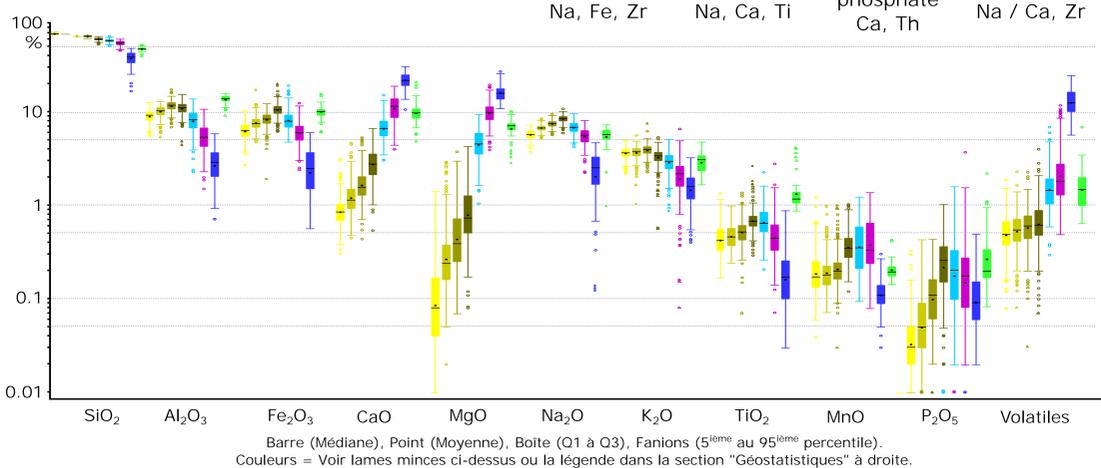
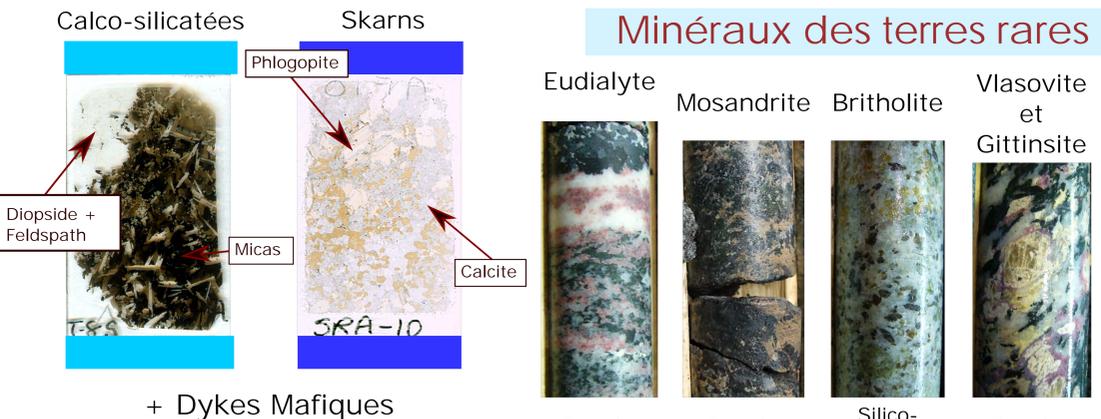
Le gisement de Kipawa

- Localisation: Témiscamingue, Québec, Canada
- Zone parautochtone de la Province de Grenville, 55 km au sud de la Province du Supérieur
- Inclus dans les granites et syénites hyperalcalines du Complexe de Kipawa (en rouge ci-dessus), mis en place le long d'une faille de chevauchement d'âge grenvillien (pointillés)
- Enrichi en Terres Rares lourdes (Fig. de droite): Réserves de 19.8 Mt @ 0.41 TREO, incluant 33% HREO (Saucier et al., 2013)
- En développement par Matamec Explorations et Ressources Québec

Lithologies



Minéraux des terres rares



Barre (Médiane), Point (Moyenne), Boîte (Q1 à Q3), Fanions (5^{ème} au 95^{ème} percentile).
Couleurs = Voir lames minces ci-dessus ou la légende dans la section "Géostatistiques" à droite.

"Quelle est l'origine des magmas et des TR?"

Isotopes Sm-Nd

Échantillons

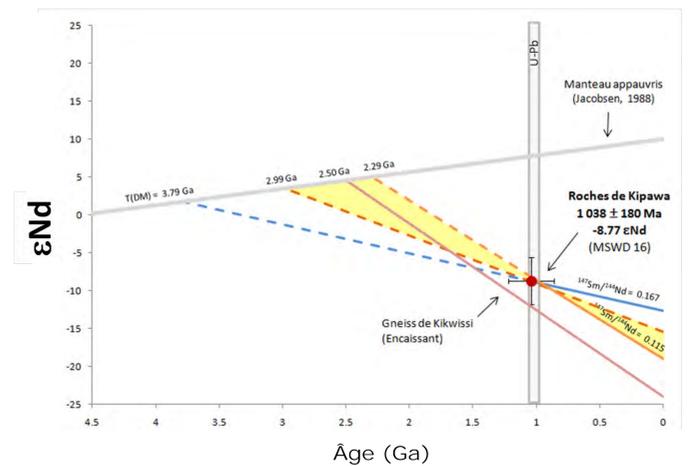
- Carottes de forage
- 8 roches totales
- 1 concentré de pyroxène
- Variété de lithologies, incluant encaissant inférieur

Méthodologie

- Dilution isotopique au GeoTop (UQAM)
 1. Spike ¹⁵⁰Sm, ¹⁴⁹Nd
 2. Dissolution HF, HClO₄, HCl
 3. Analyse au TIMS Triton Plus
 4. Traitement avec Isoplot 3

Résultats

- Epsilon Nd -8.8
- Erreurchron de 1 038 ± 180 Ma avec MSWD 16
- Date correspond au âges U-Pd de la littérature (en gris sur figure ci-dessus)
- Encaissant bien distinct des autres échantillons



Forte signature crustale :
Mélange de magma ou
Refonte d'un complexe précurseur

"Quelles sont les grandes tendances?"

Géostatistiques

Échantillons

- 1670 analyses (éléments majeurs et traces)
- Carottes de forage
- Dans 27 forages utilisés pour l'étude métallurgique de Matamec Explorations
- Considérés comme représentatif du gisement

Résultats

- Le clustering définit 8 grands groupes géochimiques, soit:
 - Granite alcalin
 - Syénite à quartz
 - Syénite
 - Syénite à néphéline
 - Roches calco-silicatées
 - Amphibolites
 - Skarns
 - Dykes mafiques

(Voir la section "Lithologies", à gauche, pour leur géochimie)

- Quatre grandes tendances ressortent de l'analyse par discriminant, soit:

Composante 1 64% de la variance

- Si (gauche sur figure du dessus) vs Mg, Ca, volatiles (à droite)
- Affecte toutes les lithologies sauf dykes mafiques
- Importante pour éléments majeurs et terres rares

→ Mélange entre un pôle granitique et un pôle calcique

Composante 2 20% de la variance

- Enrichissement Na, Fe, Al (vers le bas sur figure du dessus)
- Affecte toutes les lithologies
- Importante pour éléments majeurs

→ Passage d'un fluide sodique

Composante 3 9% de la variance

- Si, Na (vers le centre de la figure du milieu) vs Co, Sr, Al (droite)
- Affecte skarns, amphibolites, calco-silicatées et dykes mafiques

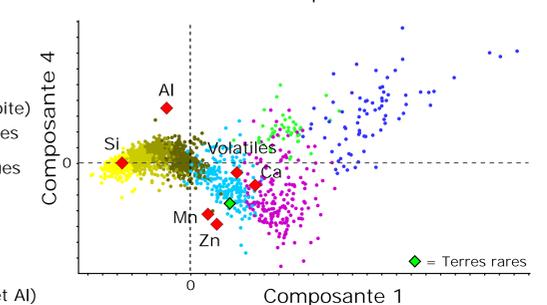
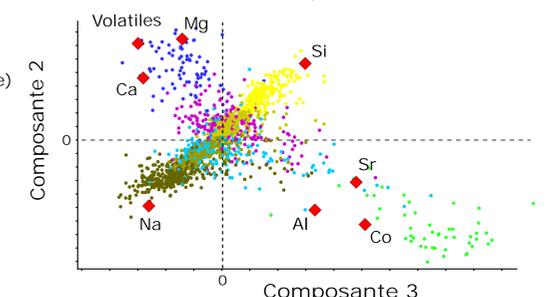
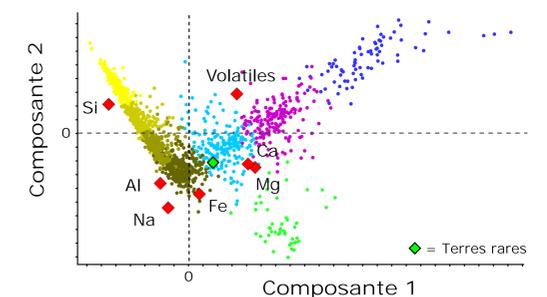
→ Contamination croisée lors de l'intrusion de dykes mafiques

Composante 4 5% de la variance

- Enrichissement Zn, Mn, TR (bas sur figure du dessus)
- Affecte roches calco-silicatées, amphibolites et skarns
- Importante pour terres rares et certains majeurs (Mn, LOI et Al)

Méthodologie

1. Validation des données (Standards et Blancs)
2. Éliminer données censurées (avec K-nearest Neighbors)
3. Identifier regroupements géochimiques (Clustering)
4. Identifier les grandes tendances reliant ces groupes (Analyse par Discriminants, une forme d'analyse par Composantes Principales)
5. Caractériser les tendances (Corrélations de Spearman, Poids relatifs, donnant la variance expliquée, et Biplots)



1. Mise-en-place d'un complexe précurseur circa 2.5 Ga (de Sm-Nd)
2. Refonte / production de fluides lors de l'orogène Grenvillien circa 1.03 Ga et injection le long de la faille de chevauchement (de Sm-Nd)
3. Rencontre avec marbres pré-existants (Composante 1), ce qui sature et force la précipitation des terres rares
4. Injections de dykes mafiques (Composante 3)
5. Passage d'un fluide sodique (Composante 2)
6. Cuire et tout au grade des amphibolites

Modèle préliminaire

Travaux à venir

- Mieux relier les composantes aux processus géologiques avec pétrologie micro XRF