

---

# Typologie des intrusions associées aux grands couloirs de déformation et relations avec les minéralisations aurifères

---

PROJET 2011-02



*Mine Canadian Malartic, Osisko*

PAR : BENOIT LAFRANCE, GEO, PH.D.

MAI 2014

---

## AVERTISSEMENT

---

Ce document présente certains résultats des travaux de recherche du CONSOREM (Consortium de Recherche en Exploration minérale) rendus publics pour le bénéfice de l'ensemble de la communauté géologique, ceci après la période de confidentialité prévue aux règlements généraux du CONSOREM.

Bien que ce document ait subi un processus d'évaluation interne, des erreurs ou omissions peuvent s'y retrouver et seul CONSOREM en assume la responsabilité.

Le contenu du document demeure la propriété de son auteur et du CONSOREM et peut être reproduit en totalité ou en partie à des fins non-commerciales en citant la référence suivante :

*Lafrance, B., 2014. Typologie des intrusions associées aux grands couloirs de déformation de l'Abitibi et relations avec les minéralisations aurifères. Rapport, Projet CONSOREM 2011-02, 26 p.*

Toutefois, la reproduction multiple de ce document, en tout ou en partie, pour diffusion à des fins commerciales est interdite, sauf avec la permission écrite de CONSOREM.

### CONSOREM

Université du Québec à Chicoutimi  
555, boulevard de l'Université  
Chicoutimi, QC, G7H 2B1

Tél. : (418) 545-5011 poste 5634

Courriel : [consorem@uqac.ca](mailto:consorem@uqac.ca)  
Site Web: [www.consorem.ca](http://www.consorem.ca)

---

## RÉSUMÉ

---

Les grands couloirs de déformation en Abitibi sont caractérisés par plusieurs dykes, stocks ou plutons syn à tardi-déformation qui possèdent des âges qui varient de 2690 à 2672 Ma. Cette étude vise à caractériser plus particulièrement les intrusions calco-alkalines porphyriques à feldspath ou à quartz-feldspath (diorite, granodiorite, tonalite) et les intrusions alcalines (syénite-monzonite). Le lien génétique entre les syénites-monzonites a déjà été suggéré par plusieurs auteurs dont Robert (2001) et Ispolatov et al. (2008). Les intrusions calco-alkalines porphyriques sont généralement décrites dans plusieurs camps miniers (par ex. Val-d'Or, Timmins, Duparquet) comme étant uniquement des encaissants à la minéralisation (MacDonald, 2010 ; Legault et al., 2005). Cependant, certaines de ces intrusions ont récemment été associées à des minéralisations de type porphyrique (Malartic). L'objectif du projet est donc de caractériser géochimiquement ces différentes familles d'intrusions syn à tardi-tectoniques afin d'établir les familles pouvant avoir un lien génétique avec les minéralisations aurifères. Une approche par compilation d'études de cas a été utilisée. La géométrie, les relations de recoupement, la géochronologie et la lithogéochimie des intrusions des camps miniers de Timmins, Duparquet, Kirkland Lake, Malartic et Val-d'Or ont été analysées.

Basé en partie sur l'étude de la fertilité des syénites-monzonites de l'Abitibi par Legault et Lalonde (2009), un nouveau diagramme de fertilité des intrusions alcalines a été développé. L'avantage de ce diagramme est qu'il utilise seulement des éléments immobiles et qu'il n'est donc pas sensible à l'altération hydrothermale. À partir des compilations lithogéochimiques, il est établi que les syénites-monzonites possédant un ratio  $\text{Th/Nb} > 1,3$  et un ratio  $\text{Zr/Y} < 20$  sont favorables aux minéralisations aurifères. Cette approche a permis d'identifier 104 échantillons favorables en Abitibi.

L'étude des intrusions calco-alkalines porphyriques a permis de distinguer deux familles géochimiques. La première famille d'affinité franchement calco-alkaline semble être associée aux intrusions porphyriques d'âge 2690 à 2685 Ma. Les porphyres de Pearl Lake, Paymaster, Duparquet et la phase la plus ancienne de la mine Lamaque en sont des exemples. L'autre famille d'affinité à tendance alcaline semble être associée aux intrusions porphyriques d'âge 2685 à 2672 Ma. La cheminée principale de la mine Lamaque (2685 Ma), le porphyre de Pamour (2677 Ma) et la diorite porphyrique de Malartic en sont des exemples. Sur le diagramme  $\text{Zr/Ti}$  vs  $\text{Nb/Y}$  de Pearce (1996), il est possible d'isoler un champ pour les intrusions de type Malartic-Lamaque ( $\text{Nb/Y} > 0,7$ ). Bien que l'on ne puisse établir un lien génétique entre ce type d'intrusion et les minéralisations aurifères dans la présente étude, il est tout de même possible de distinguer les deux familles de diorite-granodiorite-tonalite porphyriques. Ceci constitue une piste de recherche intéressante et permettra peut-être d'établir un possible lien génétique. La méthode a permis d'identifier 136 échantillons d'intrusions porphyriques de type Malartic-Lamaque en Abitibi.

---

## TABLE DES MATIÈRES

---

<b>1. PROBLÉMATIQUE</b> .....	1
<b>2. OBJECTIFS</b> .....	3
<b>3. MÉTHODOLOGIE</b> .....	4
<b>4. PROBLÉMATIQUE ASSOCIÉ À LA LITHOGÉOCHIMIE DES ROCHES ALCALINES ET PROPHYRIQUES</b> .....	4
<b>5. TRAITEMENT DES INTRUSIONS ALCALINES</b> .....	9
5.1 Étude de cas .....	10
5.2 Diagramme de fertilité Th/Nb vs Zr/Y pour les minéralisations aurifères.....	15
5.3 Identification des syénites-monzonites fertiles.....	16
<b>6. TRAITEMENT DES INTRUSIONS PORPHYRIQUES CALCO-ALCALINES</b> .....	18
6.1 Étude de cas .....	18
6.2 Diagramme Zr/Ti vs Nb/Y (Pearce, 1996) pour discriminer les porphyres fertiles .....	19
6.3 Secteurs de favorabilité associés aux porphyres calco-alcals .....	20
<b>7. CONCLUSIONS</b> .....	23
<b>8. REMERCIEMENTS</b> .....	24
<b>9. RÉFÉRENCES</b> .....	24



## 1. Problématique

- Sous-province d'Abitibi bien connue pour ses nombreux gisements aurifères de classe mondiale localisés surtout au voisinage de la structure crustale majeure qu'est la Faille de Cadillac.
- Beaucoup de types d'intrusions aphyriques et porphyriques (dykes, stocks, cheminées) spatialement associées aux grandes failles et couloirs de déformation de l'Abitibi.
- Chronologie pas toujours claire entre les intrusions, la minéralisation aurifère et la déformation : porphyres et intrusions alcalines syn-volcaniques déformés ou « syn-déformation » ou bien les intrusions agissent seulement comme réceptacles et pièges structuraux et/ou chimiques?
- Âges variables des intrusions; e.g. 2722 Ma pour FP de Detour, 2689 Ma pour QFP de Duparquet et 2672 Ma pour la syénite porphyrique de Granada (Goutier et Melançon, 2007).
- Affinités géochimiques variables?
- Difficulté d'utiliser les diagrammes de caractérisation avec des roches porphyriques et des roches alcalines.

1

## 1. Problématique

### Variabilité de faciès d'intrusions

#### ***Intrusions porphyriques felsiques***



*Porphyre felsique à quartz et feldspath,  
cisaillement Norbénite, Niogold*



*Porphyre felsique à feldspath,  
décapage Placer Dome, Val-d'Or*

2

## 1. Problématique

---

### Variabilité de faciès d'intrusions

#### *Intrusions porphyriques intermédiaires*



*Porphyre dioritique à altération potassique  
(felspath-K+bio+cal+py; 0,43 g/t Au), Mine  
Canadian Malartic, Osisko*

*Photo courtoisie Osisko*

3

## 1. Problématique

---

### Variabilité de faciès d'intrusions

#### *Intrusions aphyriques felsiques*



*Dyke felsique avec réseau de veinules de  
quartz, Mine Canadian Malartic, Osisko*

#### *Intrusions alcalines*

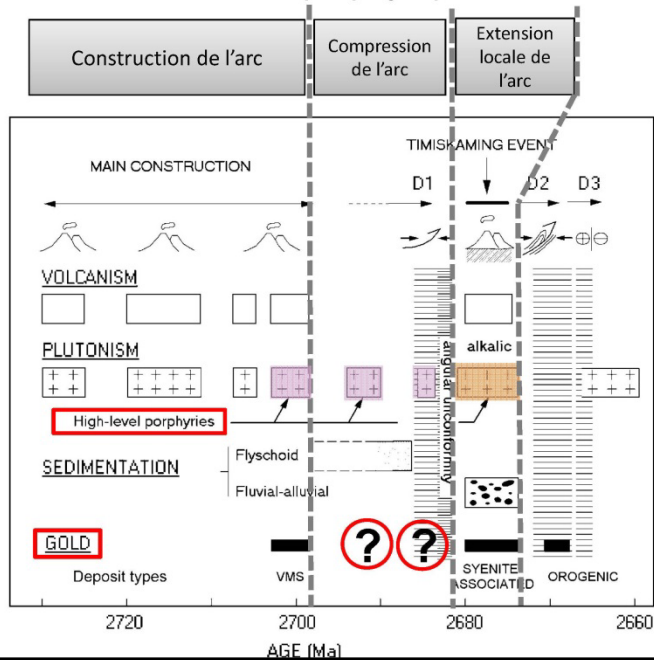


*Dyke de syénite hématisée, Mine  
Francoeur, Mine Richmont*

4

# 1. Problématique

Les intrusions porphyriques et alcalines dans l'évolution de l'Abitibi



Phases de QFP et FP associées à la compression de l'arc  
 2690-2681 Ma  
 pré-Timiskaming  
 Continuum ou phases distinctes?

Phase alcaline et de QFP associée à l'extension locale de l'arc  
 2682-2672 Ma  
 syn-Timiskaming

Modifié de Robert, 2001 et basé aussi sur Bateman et al., 2008; Ispolatov, 2008; Daigneault et al., 2004

5

# 2. Objectifs du projet

1. Classifier géochimiquement les intrusions associées aux couloirs de déformation
2. Développer une méthode pour reconnaître les intrusions prolifiques pour les minéralisations aurifères le long des couloirs de déformation
3. Cibler des secteurs favorables pour des minéralisations associées aux intrusions alcalines (monzonite-syénite) et les intrusions calco-alcalines porphyriques

6



### 3. Méthodologie

- 1) Revue de la littérature et survol des principaux districts aurifères en Abitibi
- 2) Synthèse des données lithogéochimiques disponibles
- 3) Caractérisation lithogéochimique des différentes suites intrusives
- 4) Établissement de la fertilité des différentes intrusions pour les minéralisations aurifères

7

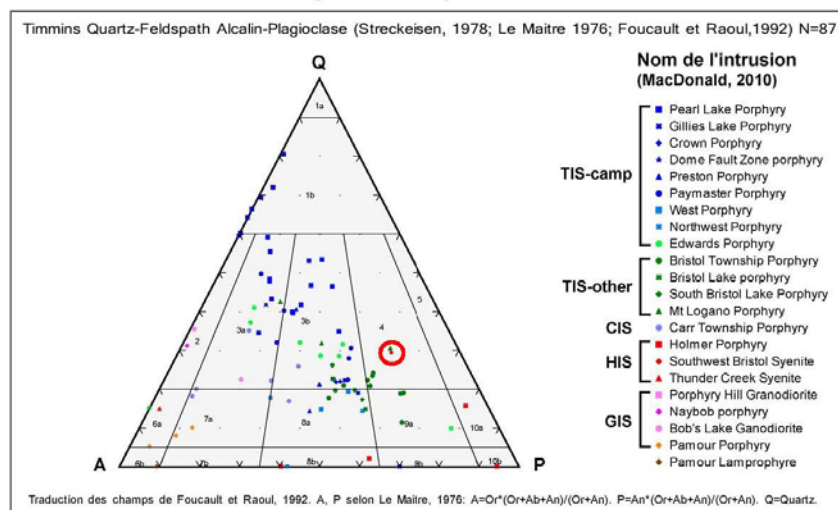
### 4. Problématique associée à la lithogéochimie des roches alcalines et porphyriques

Quels diagrammes utiliser pour classifier les roches porphyriques et alcalines de grandes banques de données lithogéochimiques ?

Exemple du camp de Timmins

Problème avec le sodium entre le QAP modal (albite observée est sur le pôle A) et le QAP normatif (albite normative est distribuée entre les pôles A et P)

Phénocristaux d'albite et de "plagioclase" peuvent être problématiques



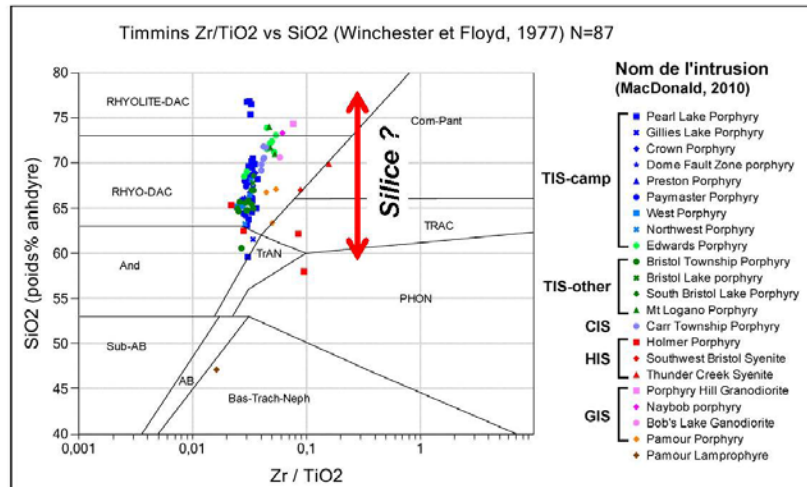
8

## 4. Problématique associée à la lithogéochimie des roches alcalines et porphyriques

Quels diagrammes utiliser pour classifier les roches porphyriques et alcalines?

Exemple du camp de Timmins

- Le ratio  $Zr/TiO_2$  semble discriminant pour déterminer l'alcalinité
- Mais l'altération en silice (gain ou perte) peut modifier la position des échantillons d'un champ à un autre
- Il faudrait remplacer la silice par des éléments immobiles



9

## 4. Problématique associée à la lithogéochimie des roches alcalines et porphyriques

### Lithologie – éléments majeurs et traces

- Pas de diagramme utilisant les éléments majeurs vraiment satisfaisant pour nommer les roches alcalines et porphyriques altérées (Na, K).
- Des tests ont été effectués en utilisant les valeurs prédites de  $SiO_2$ ,  $Na_2O$ ,  $K_2O$ ,  $MgO$ ,  $CaO$ ,  $TiO_2$ ,  $Zr$  par la méthode des précurseurs modélisés du CONSOREM (Trépanier, 2009) plutôt que les valeurs analysées.

Résultats non concluants puisque:

- La méthode a été développée pour des roches subalcalines ( $Zr$  incompatible jusqu'aux rhyolites).
- Déséquilibre entre phénocristaux et mésostase (trop de Na et K pour  $SiO_2$ ,  $TiO_2$ , etc.).

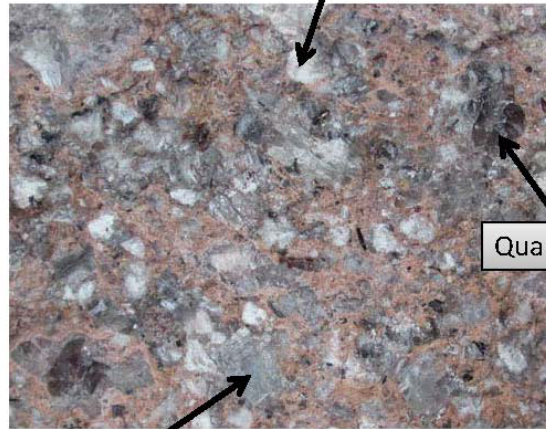
10

## 4. Problématique associée à la lithogéochimie des roches alcalines et porphyriques

### Problématique des phénocristaux

*Les phénocristaux contrôlent la quantité de certains éléments majeurs (Na, Ca, K, Si, Al) et traces (Ba, Rb, Sr, Y, La, Eu, Ga, Cs, etc.)*

Feldspath potassique : K, Al, Ba, Rb, Sr, Cs



Quartz: Si

Plagioclase: Ca, Na, Al, Sr, Y, Eu, Ga

11

## 4. Problématique associée à la lithogéochimie des roches alcalines et porphyriques

### Problématique des phénocristaux

*Effet de dilution ou concentration sur les quantités de certains éléments dans le rapport cristaux / mésostase*

*Exemple : plus de phénocristaux de quartz augmente la quantité de SiO<sub>2</sub>*



12



## 4. Problématique associée à la lithogéochimie des roches alcalines et porphyriques

### Solutions

1. Choisir les éléments qui ne se retrouvent pas dans les phénocristaux mais plutôt dans les phases accessoires et la mésostase
2. Utiliser des diagrammes avec des ratios d'éléments pour contrer l'effet de dilution/concentration sur les valeurs absolues

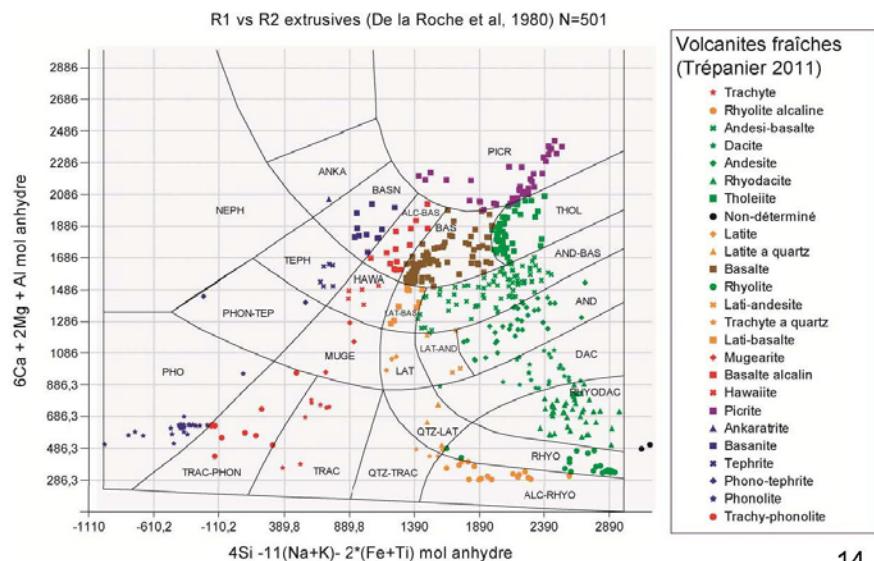
13

## 4. Problématique associée à la lithogéochimie des roches alcalines et porphyriques

Test pour trouver un diagramme de classification qui utilise des éléments immobiles et non présents dans les phénocristaux

Reprise des données de volcanites fraîches de Trépanier (2010; n=502)

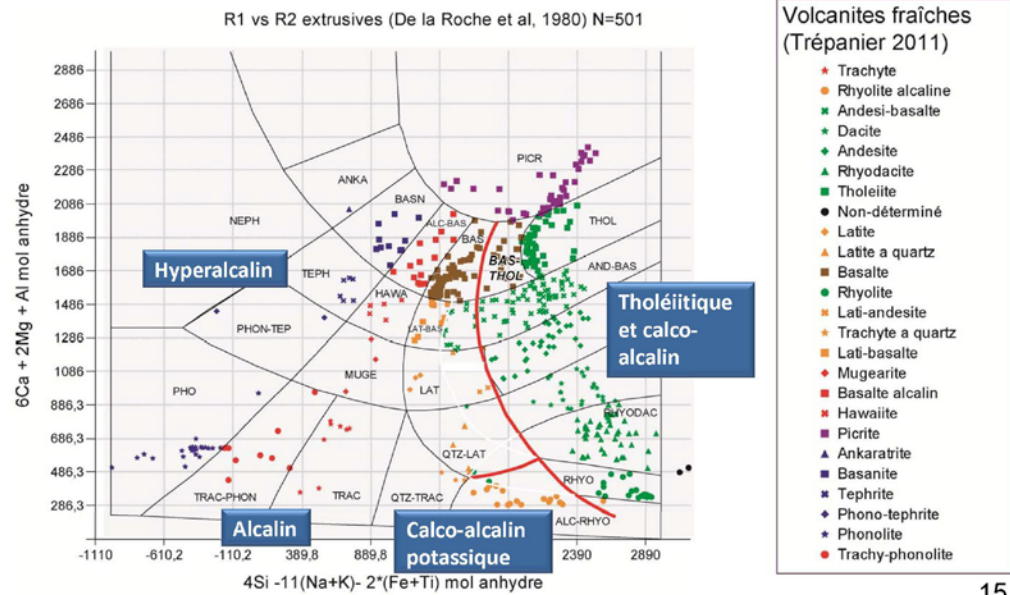
Utilisation du diagramme R1-R2 (De la Roche et al., 1980) pour associer un nom de roche aux échantillons



14

## 4. Problématique associée à la lithogéochimie des roches alcalines et porphyriques

Identification de quatre suites magmatiques à partir des roches fraîches

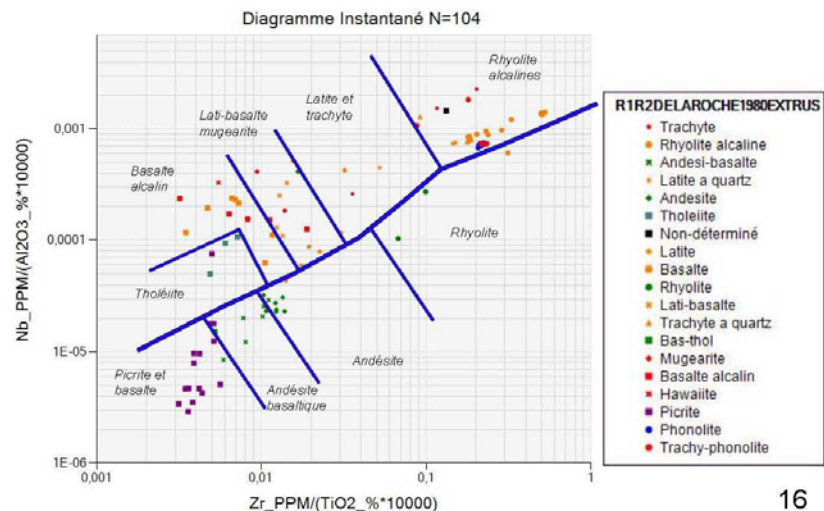


## 4. Problématique associée à la lithogéochimie des roches alcalines et porphyriques

Après plusieurs tests avec les éléments immobiles...

- Si on a le niobium analysé
- Le diagramme Nb/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> vs Zr/TiO<sub>2</sub> semble être utile pour distinguer les roches subalcalines des autres

*Piste prometteuse, mais manque des données pour pouvoir préciser les champs de noms de roches*



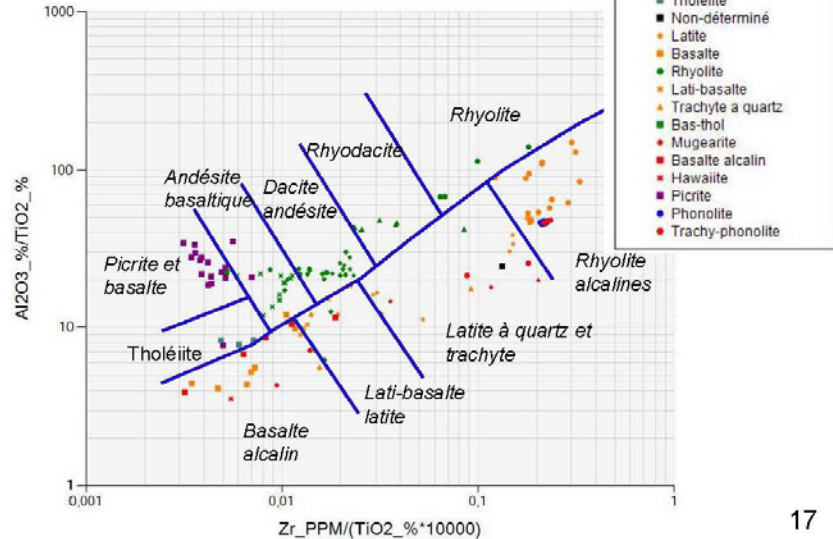
## 4. Problématique associée à la lithogéochimie des roches alcalines et porphyriques

Après plusieurs tests avec les éléments immobiles...

- Le diagramme  $Al_2O_3/TiO_2$  vs  $Zr/TiO_2$  semble être utile pour distinguer les roches subalcalines des autres

*Piste intéressante à poursuivre au cours des prochaines années!*

*On pourrait obtenir un diagramme de classification qui n'est pas sensible à l'altération!*



17

## 5. Traitement des intrusions alcalines

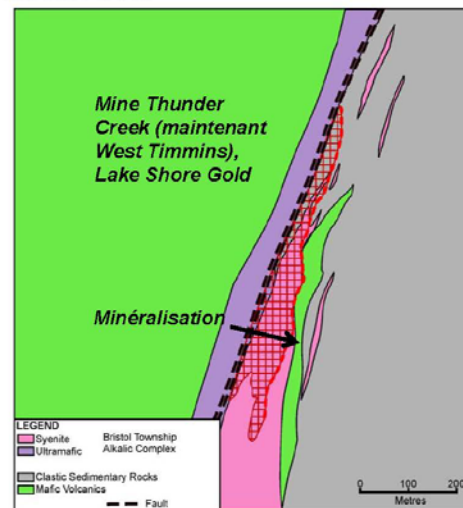
- Lien génétique entre les intrusions alcalines et les gîtes aurifères est proposé par plusieurs auteurs (Cameron et Hattori, 1987; Robert, 2001)
- Le modèle porphyrique peut s'appliquer
- L'étude de Legault et Lalonde (2009) montre qu'il existe des intrusions alcalines fertiles et stériles, mais la caractérisation lithogéochimique repose sur des éléments mobiles (MgO, Ba, Sr)

### Discrimination des syénites associées aux gisements aurifères de la Sous-province de l'Abitibi, Québec, Canada

M. Legault<sup>1</sup>, A. E. Lalonde<sup>2</sup>

RP 2009-04

Mots clés : Abitibi, Pontiac, archéen, intrusion, alcalin, or



www.lsgold.com

➡ Besoin de caractériser géochimiquement les intrusions alcalines fertiles et stériles avec des éléments immobiles et non concentrés dans les phénocristaux 18

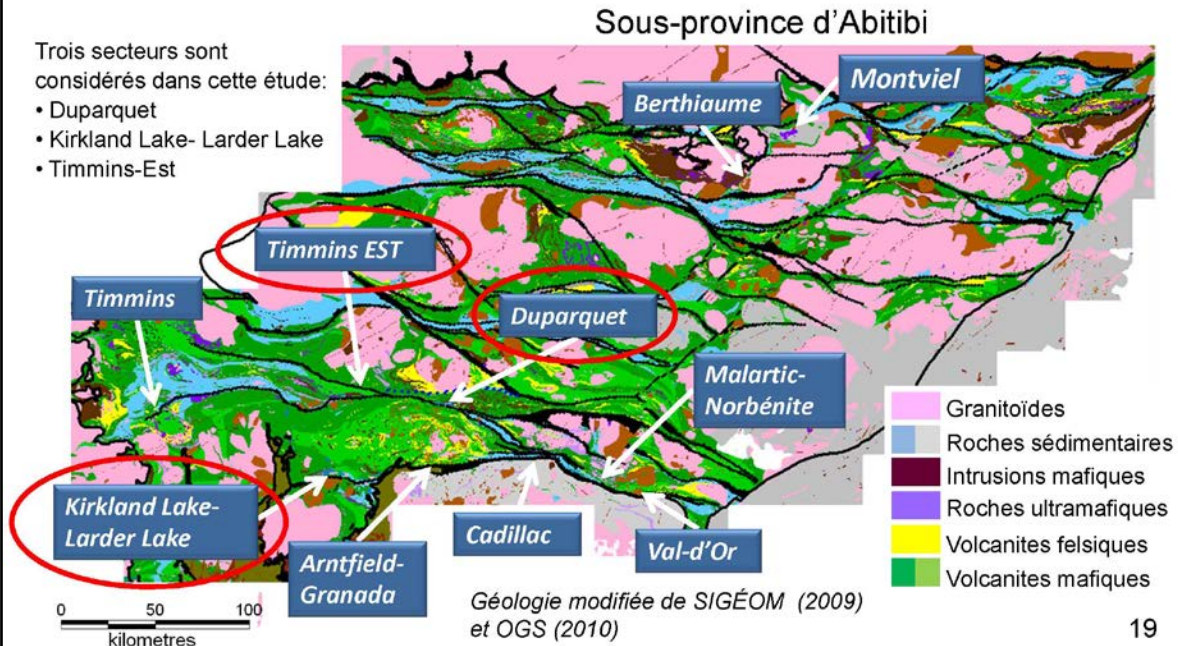


## 5. Traitement des intrusions alcalines

### Secteurs considérés pour les intrusions alcalines

Trois secteurs sont considérés dans cette étude:

- Duparquet
- Kirkland Lake- Larder Lake
- Timmins-Est

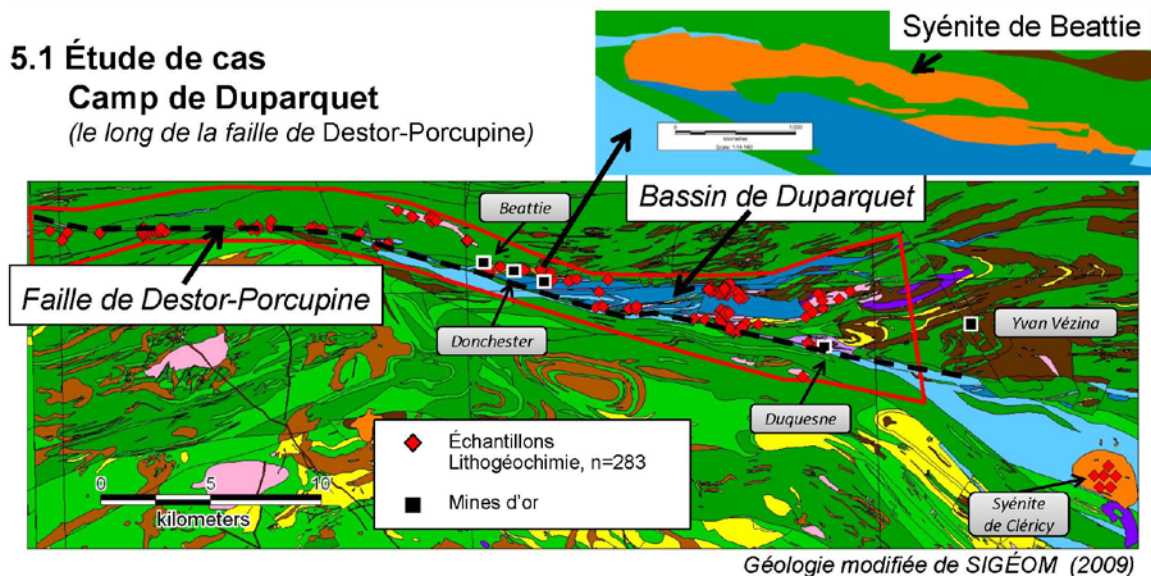


## 5. Traitement des intrusions alcalines

### 5.1 Étude de cas

#### Camp de Duparquet

(le long de la faille de Destor-Porcupine)



- Données proviennent du SIGEOM et de Bourne et L'Heureux (1991; syénite de Clérycy)
- Porphyres andésitiques à rhyodacitique calco-alcalins à quartz et feldspath, (2689 Ma) pré-Timiskaming
- Syénite fertile (Beattie) et syénite stérile (Clérycy) du même âge, 2682 Ma (Legault et Lalonde, 2009)

## 5. Traitement des intrusions alcalines

### 5.1 Étude de cas – Camp de Duparquet

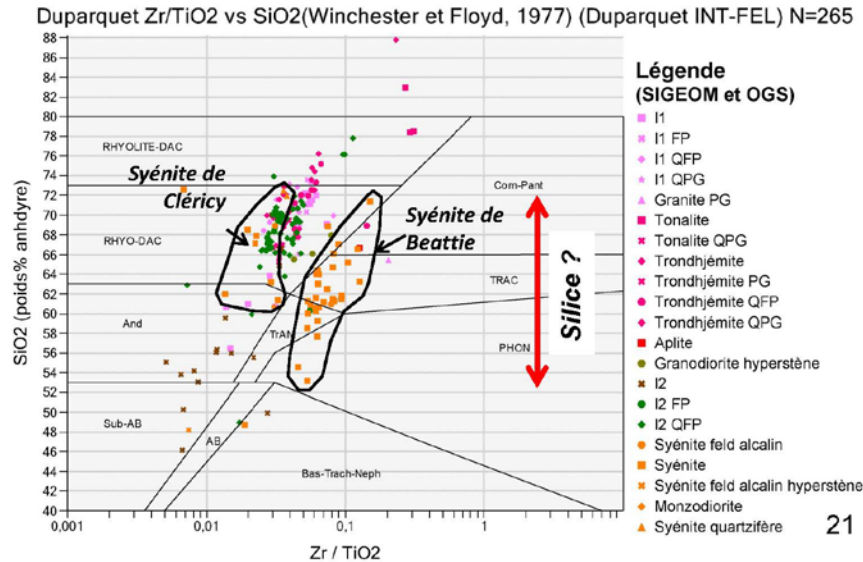
Comparaison des syénites et autres intrusions porphyriques du secteur

#### Discrimination par éléments majeurs et traces

Les 2 champs regroupent les échantillons provenant spécifiquement des syénites de Beattie et de Cléricy.

La syénite dite fertile de Beattie se distingue nettement de la syénite dite stérile de Cléricy.

Les autres intrusions porphyriques du secteur se subdivisent également en deux familles étalées selon l'axe des Y (= effet de la silicification?)



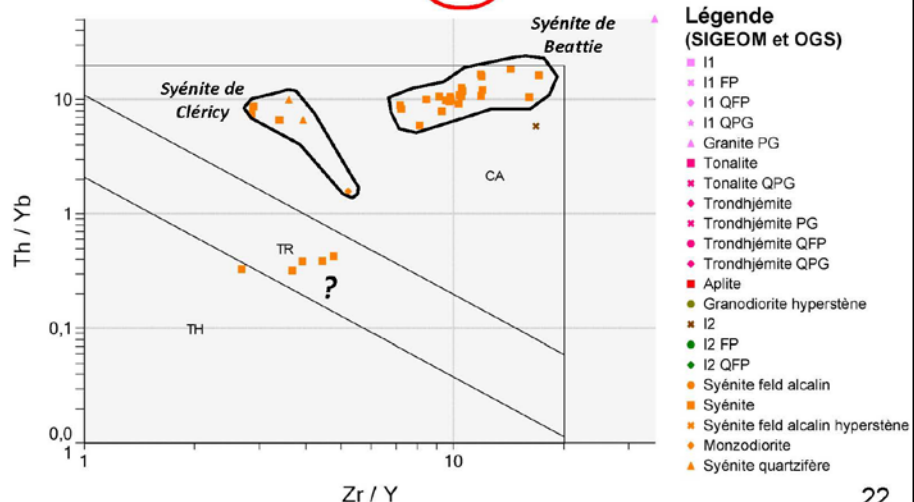
## 5. Traitement des intrusions alcalines

### 5.1 Étude de cas – Camp de Duparquet

#### Discrimination par éléments traces

Duparquet INT-FEL Zr/Y vs La/Yb pour affinité calcoalcaline (Ross et Bedard, 2009) (N=36)

Le diagramme Zr/Y en fonction de Th/Yb permet une bonne discrimination des deux types de syénite mais peu d'analyses avec les terres-rares sont disponibles dans les bases de données publiques.



## 5. Traitement des intrusions alcalines

### 5.1 Étude de cas – Camp de Duparquet

#### Le ratio Th/Nb

- Th et Nb sont des éléments incompatibles qui ont un comportement opposé (Collerson et Kamber, 1999)
  - Th est concentré dans la croûte continentale
  - Nb est concentré dans le manteau appauvri
- La variation du ratio découle d'un processus pétrogénétique impliquant plus ou moins de croûte et de manteau. Sources fertiles ou stériles pour l'or?

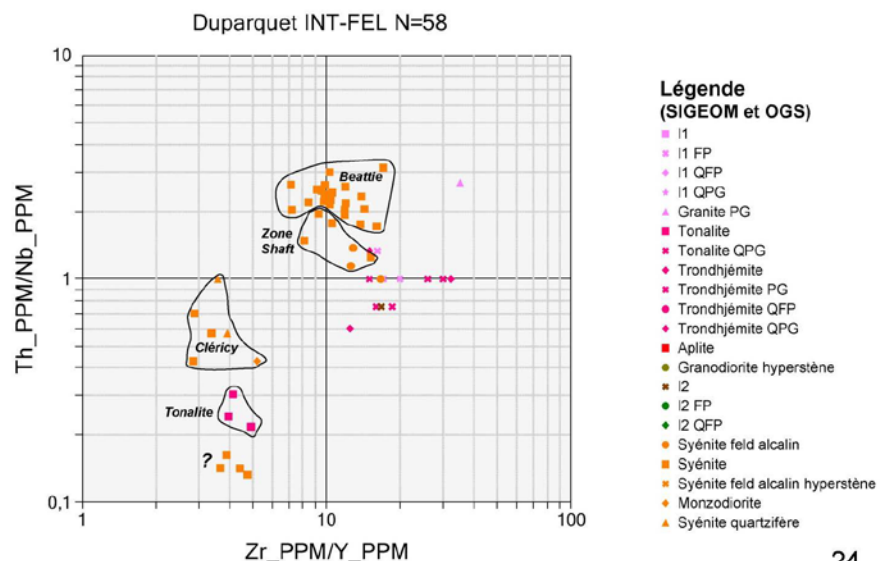
23

## 5. Traitement des intrusions alcalines

### 5.1 Étude de cas – Camp de Duparquet

#### Discrimination par éléments traces

*Dans ce cas-ci, il y a un problème pour le Th et Nb pour les roches porphyriques qui est plutôt lié aux limites de détection XRF qu'aux valeurs réelles.*



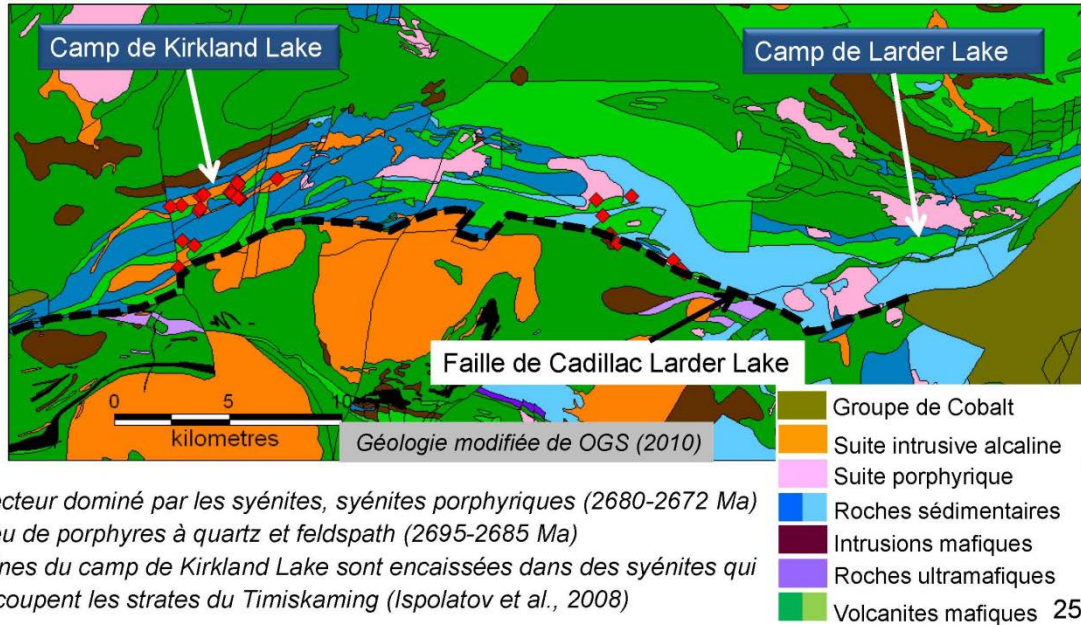
24



## 5. Traitement des intrusions alcalines

### 5.1 Étude de cas – Camp de Kirkland Lake – Larder Lake

Données lithogéochimiques de Ispolatov et al., 2008 (n=54)

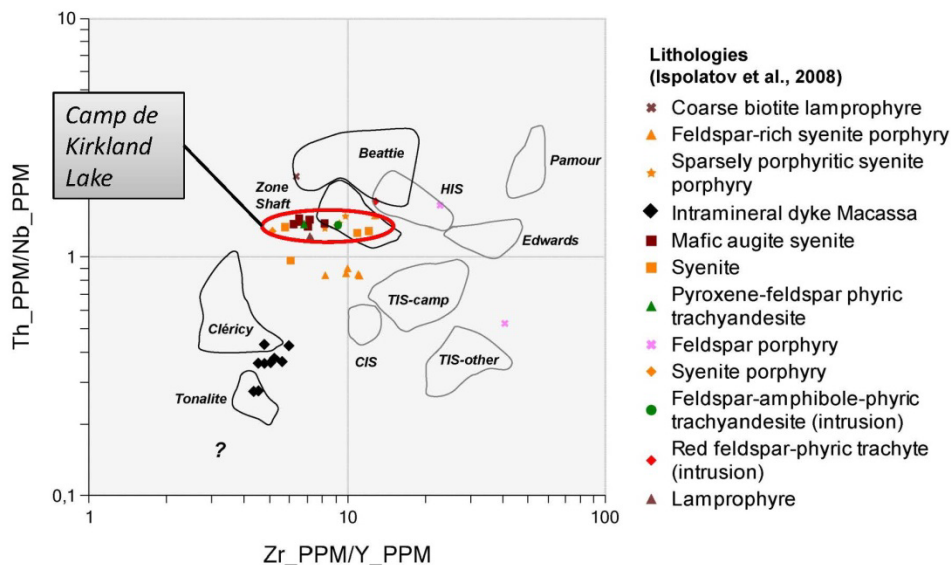


- Secteur dominé par les syénites, syénites porphyriques (2680-2672 Ma)
- Peu de porphyres à quartz et feldspath (2695-2685 Ma)
- Mines du camp de Kirkland Lake sont encaissées dans des syénites qui recoupent les strates du Timiskaming (Ispolatov et al., 2008)

## 5. Traitement des intrusions alcalines

### 5.1 Étude de cas – Camp de Kirkland Lake – Larder Lake

Kirkland-Larder Lake N=38

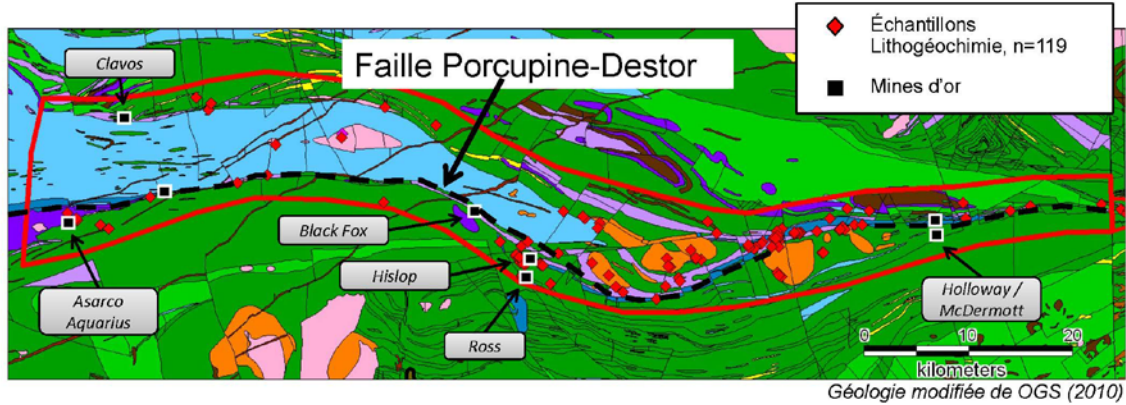


Ajout d'un champ pour les échantillons du camp de Kirkland Lake

26

## 5. Traitement des intrusions alcalines

### 5.1 Étude de cas – Timmins EST – frontière Québec



- Porphyres à feldspath et porphyres à quartz et feldspath, intermédiaires à felsiques
- Granite, tonalite, trondhjémite
- Syénite, syénite qtz, syénite à feldspaths alcalins, monzonite

- Suite intrusive alcaline
- Granitoïdes
- Roches sédimentaires
- Intrusions mafiques
- Roches ultramafiques
- Volcanites mafiques

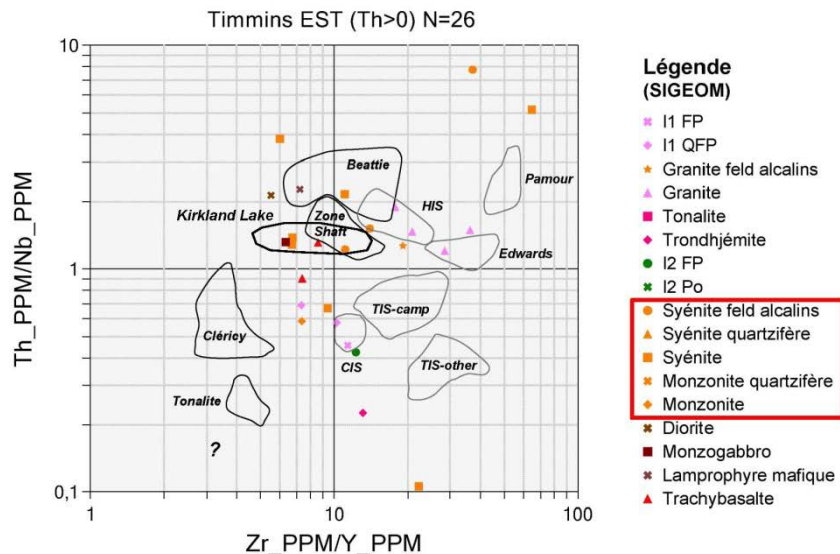
#### Test pour le diagramme Th/Nb vs Zr/Y

- Les syénites de ce secteur se comparent-elles avec la syénite de Beattie?

27

## 5. Traitement des intrusions alcalines

### 5.1 Étude de cas – Timmins EST – frontière Québec

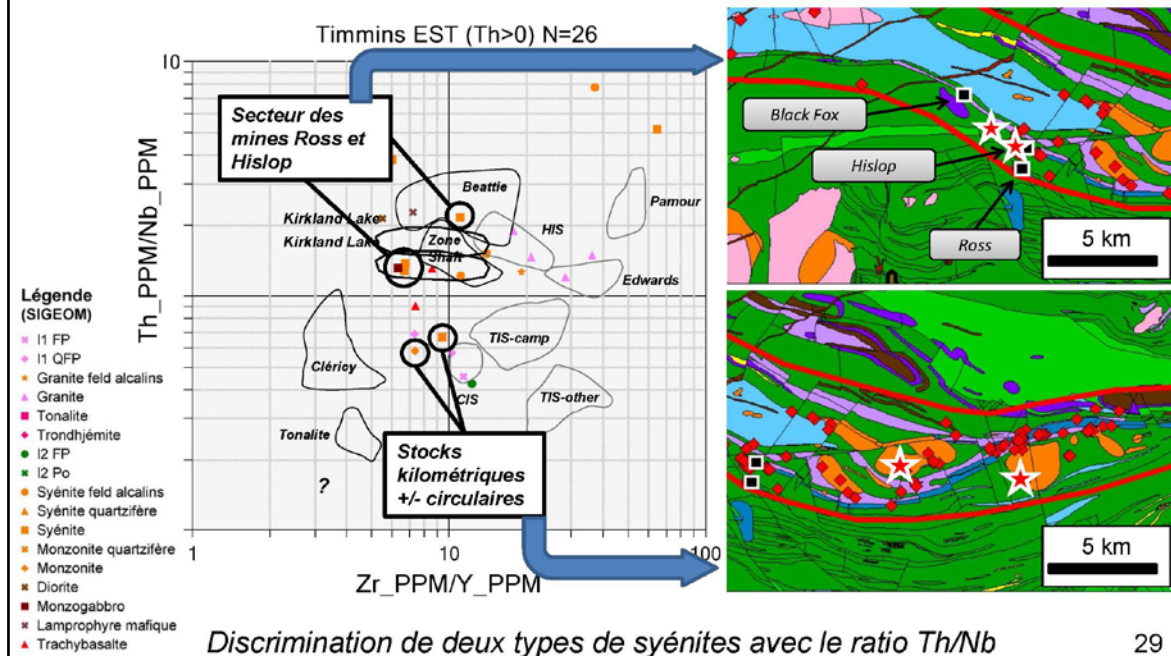


Certains échantillons de syénite tombent dans les champs Kirkland Lake et Beattie mais également en dehors de ces champs.

28

## 5. Traitement des intrusions alcalines

### 5.1 Étude de cas – Timmins EST – frontière Québec



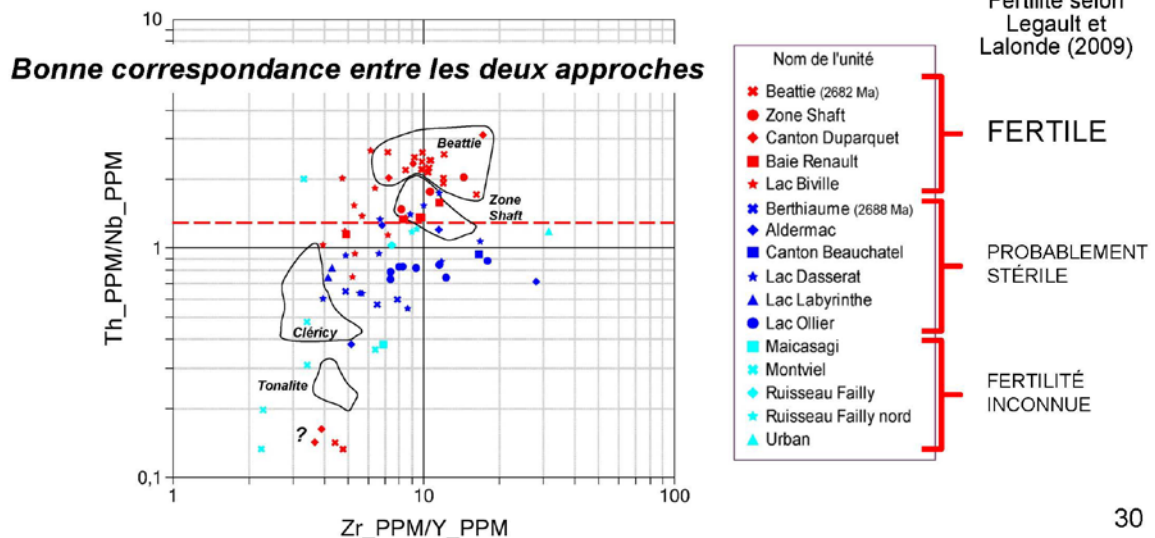
29

## 5. Traitement des intrusions alcalines

### 5.2 Diagramme de fertilité – Test du ratio Th/Nb > 1,3 pour d'autres secteurs

Compilation de plusieurs autres secteurs dont la fertilité des intrusions alcalines avait été établie par Legault et Lalonde (2009) à partir de critères géométriques, pétrographiques et géochimiques

Syénite-Monzonite Sigeom avec Th par ICP (N=85)

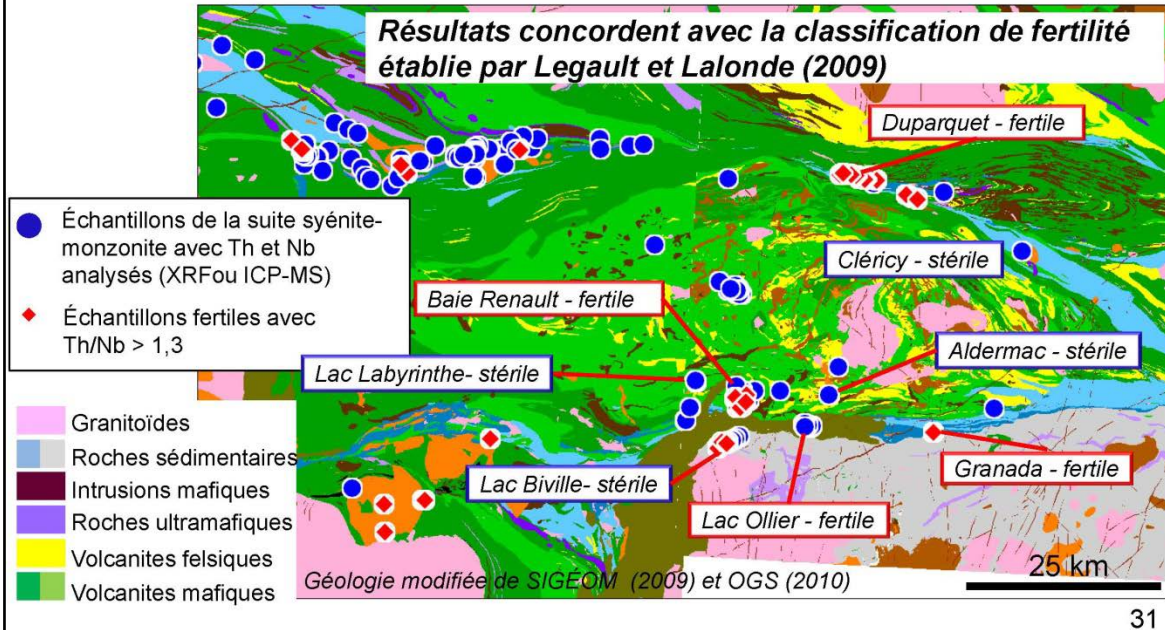


30



## 5. Traitement des intrusions alcalines

### 5.3 Identification des syénites-monzonites fertiles (selon le critère $Th/Nb > 1,3$ )



## 5. Traitement des intrusions alcalines

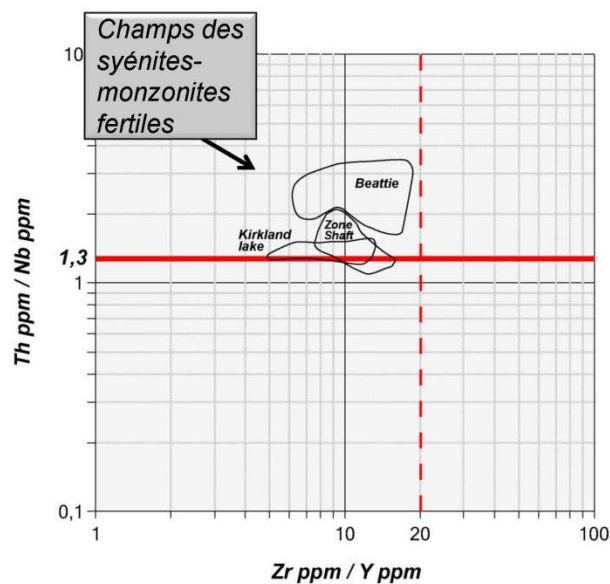
### 5.3 Identification des syénites-monzonites fertiles

#### Nouveau diagramme de fertilité pour les intrusions alcalines de l'Abitibi

Utilisation du ratio  $Th/Nb > 1,3$  pour identifier les intrusions alcalines fertiles

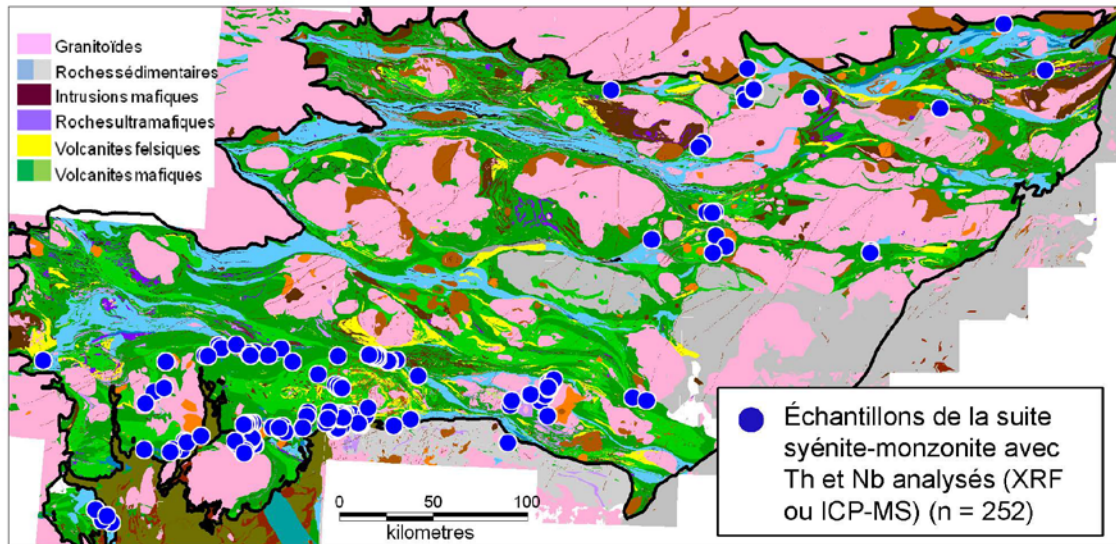
Aussi caractérisées par un ratio  $Zr/Y < 20$

(Les intrusions avec un ratio  $Zr/Y > 20$  sont généralement des porphyres calco-alcalins)



## 5. Traitement des intrusions alcalines

### 5.3 Identification des syénites-monzonites fertiles provenant de la banque de données du CONSOREM (SIGÉOM et partenaires)

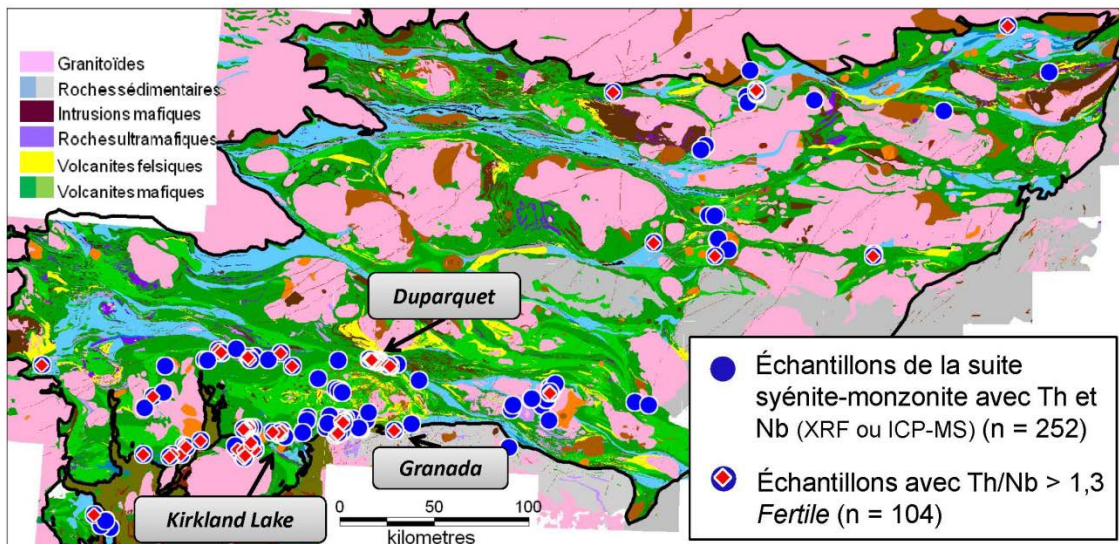


Géologie modifiée de SIGÉOM (2009) et OGS (2010)

33

## 5. Traitement des intrusions alcalines

### 5.3 Identification des syénites-monzonites fertiles selon le critère $Th/Nb > 1,3$



**Identification de 104 échantillons favorables**

34



## 6. Traitement des intrusions porphyriques calco-alcalines

### 6.1 Étude de cas

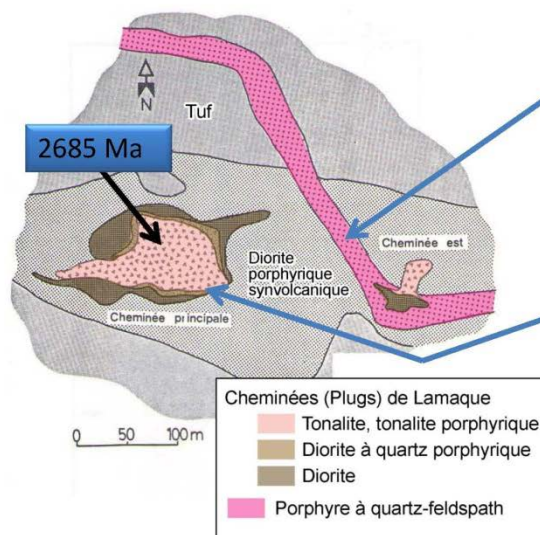
- Lien spatial entre les intrusions porphyriques et les gîtes aurifères est reconnu depuis longtemps (Trépanier Projet 2006-06 ; Robert et al., 2005; MacDonald, 2010)
- Par contre pas de lien génétique reconnu entre les intrusions porphyriques calco-alcalines et les gîtes aurifères à Duparquet (2689 Ma) et dans le camp de Timmins (2691-2688 Ma) (MacDonald, 2010)
- D'un autre côté, il y a certains secteurs avec des intrusions porphyriques plus jeunes :
  - Porphyre de Pamour à l'est de Timmins (2677 Ma)
  - Cheminée (plug) principale de la mine Lamaque (2685 Ma)
  - Malartic ? (< 2691 Ma)

➔ S'agit-il de phases distinctes d'intrusions porphyriques plus jeunes qui pourraient avoir un lien avec les intrusions alcalines de 2682-2672 Ma?

35

## 6. Traitement des intrusions porphyriques calco-alcalines

### 6.1 Étude de cas – Mine Lamaque (Daigneault, 1983)



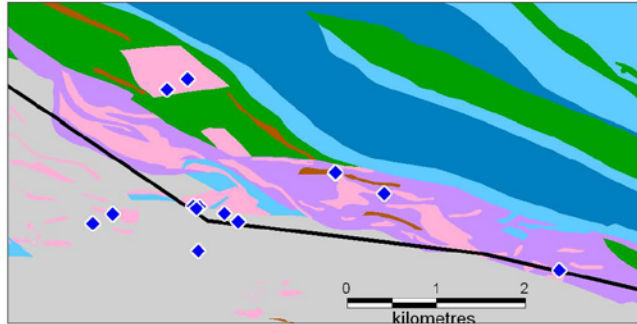
- Phase de porphyre à quartz-feldspath recoupée par plusieurs cheminées (plugs) constituées de diorite, diorite à quartz porphyrique, tonalite et tonalite porphyrique
- La tonalite de la cheminée principale, datée à 2685 +/- 3 Ma
- Deux événements d'intrusions porphyriques géochimiquement distincts?

36



## 6. Traitement des intrusions porphyriques calco-alcalines

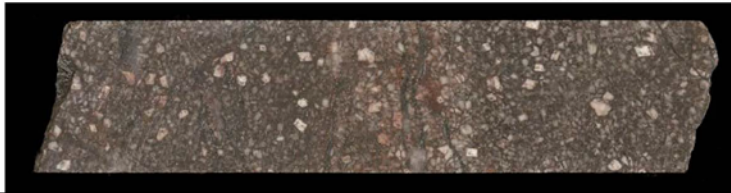
### 6.1 Étude de cas – Camp de Malartic (Fallara et al., 2000)



- Intrusions de diorite porphyrique, porphyre monzodioritique à granodioritique (anciennement appelé des syénites) dykes felsiques aphyriques (Fallara et al., 2000)
- Les intrusions recoupent les roches sédimentaires du Pontiac, donc elles sont plus jeunes que 2691 Ma

Porphyres  
 Roches sédimentaires  
 Intrusions mafiques  
 Roches ultramafiques  
 Volcanites mafiques

Photo courtoisie Osisko



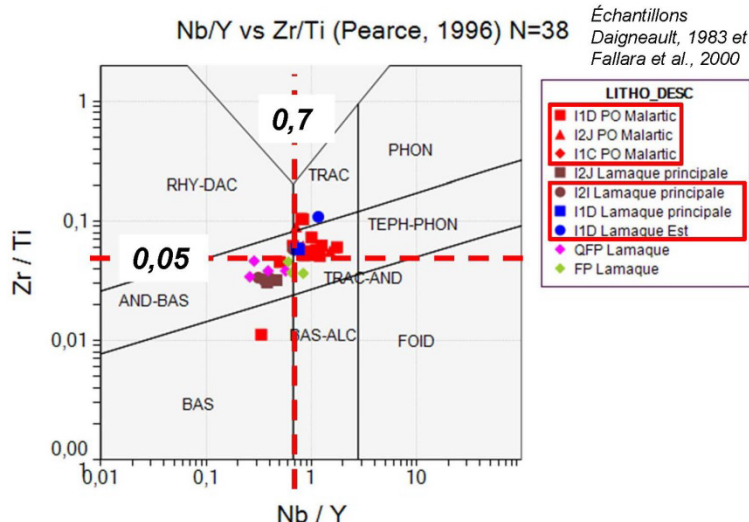
Porphyre dioritique avec altération potassique (felspath-K+bio+cal+py; 0,43 g/t Au), Mine Canadian Malartic, Osisko

37

## 6. Traitement des intrusions porphyriques calco-alcalines

### 6.2 Diagramme Zr/Ti vs Nb/Y (Pearce, 1996) pour discriminer les porphyres fertiles

Après plusieurs tests impliquant plusieurs éléments : Le diagramme Zr/Ti vs Nb/Y de Pearce (1996) est le plus discriminant dans le cas des intrusions porphyriques



#### Deux groupes:

- Échantillons de Malartic et de Lamaque (cheminées 2685 Ma)  
 $Zr/Ti > 0,05$  et  $Nb/Y > 0,7$
- QFP et FP de Lamaque (plus vieux que 2685 Ma)  
 $Zr/Ti < 0,05$

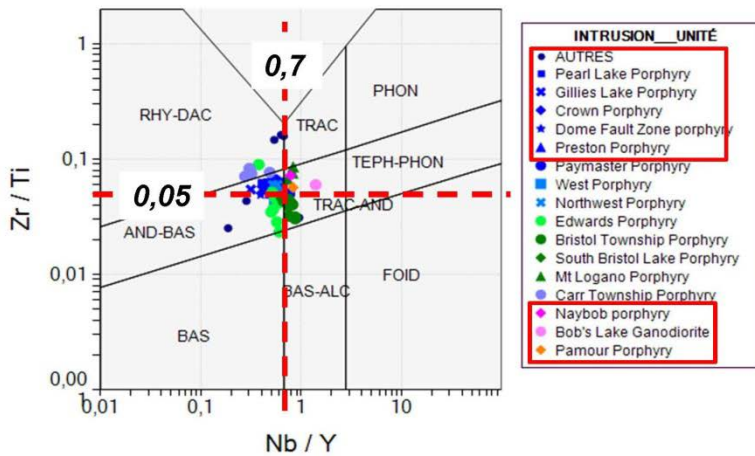
38

## 6. Traitement des intrusions porphyriques calco-alcalines

### 6.3 Secteurs de favorabilité associés aux porphyres calco-alcalins

Intrusions porphyriques du camp de Timmins et extensions

Nb/Y vs Zr/Ti (Pearce, 1996) N=80 *Échantillons MacDonald, 2010)*



- *Porphyres camp de Timmins (2691-2688 Ma) Zr/Ti > 0,05 et Nb/Y < 0,7*
- *Porphyres Edwards et Bristol Zr/Ti < 0,05*
- *MT Logano, Naybob, Bob's Lake et Pamour (2677 Ma) Zr/Ti > 0,05 et Nb/Y > 0,7*

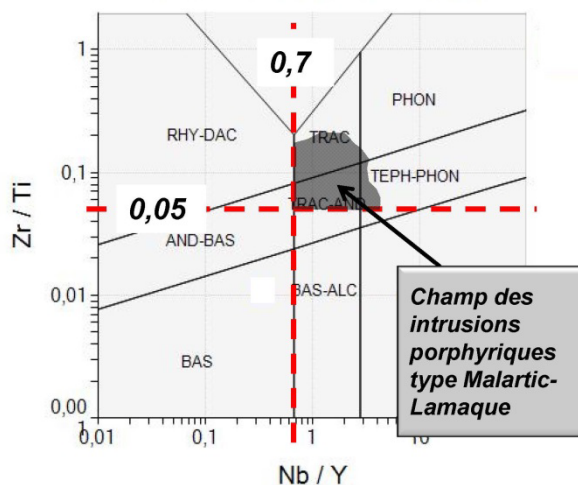
39

## 6. Traitement des intrusions porphyriques calco-alcalines

### 6.3 Secteurs de favorabilité associés aux porphyres calco-alcalins

Intrusions porphyriques du camp de Timmins et extensions

Nb/Y vs Zr/Ti (Pearce, 1996)



- *Les intrusions porphyriques les plus jeunes (2685-2677 Ma) Lamaque, Pamour et possiblement Malartic possèdent une signature caractéristique sur le diagramme Zr/Ti vs Nb/Y de Pearce (1996)*
- *Possible d'isoler un champ pour les intrusions «type Malartic-Lamaque» Zr/Ti > 0,05 et Nb/Y > 0,7*

40

## 6. Traitement des intrusions porphyriques calco-alcalines

### 6.3 Secteurs de favorabilité associés aux porphyres calco-alcalins

Compilation des intrusions porphyriques dans la banque de données Consorem (SIGÉOM et partenaires)

- Mise à jour des codes pour les porphyres
- PO, FP, QP, QFP, PP, QPP, APL
- En combinaison avec I1A, I1B, ....I2A, I2D.....I3A

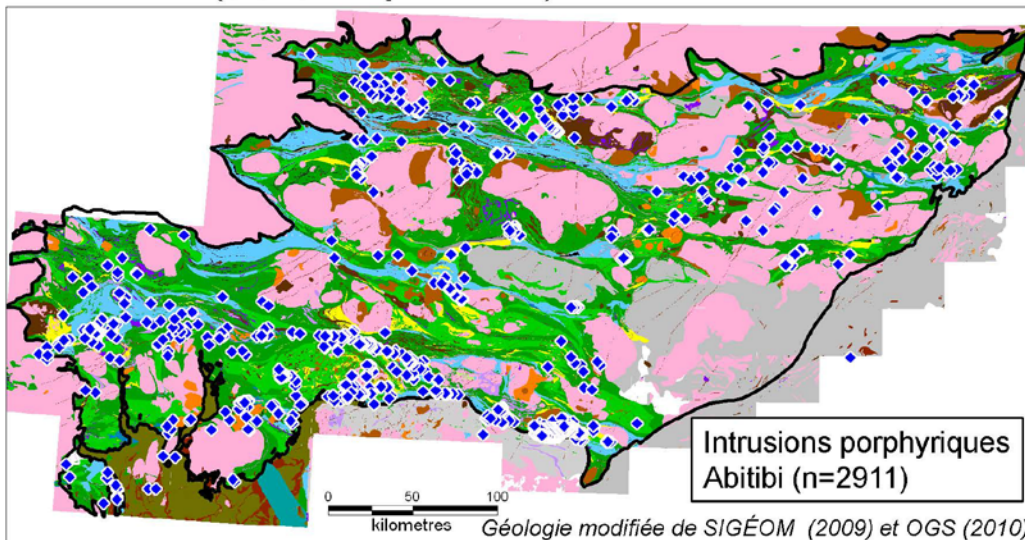
LITHO_DESC	LITHO_PRIN	LITHO_TYPE	LITHO_TYPE2	METHODES	SI02	TI02	AL203
<input type="checkbox"/> quartz-feldspar porphyry Clifford Stock and Equivalents TTG			QFP	XRF, ICP-MS	63,28	0,44	
<input type="checkbox"/> quartz-feldspar porphyry Clifford Stock and Equivalents TTG			GFP	XRF, ICP-MS	66,96	0,39	
<input type="checkbox"/> quartz-feldspar porphyry Clifford Stock and Equivalents TTG			GFP	XRF, ICP-MS	68,42	0,38	
<input type="checkbox"/> quartz-feldspar porphyry Clifford Stock and Equivalents TTG			GFP	XRF, ICP-MS	68,66	0,38	
<input type="checkbox"/> quartz-feldspar porphyry Clifford Stock and Equivalents TTG			GFP	XRF, ICP-MS	69,66	0,33	
<input type="checkbox"/> quartz-feldspar porphyry eastern Carr Twp. Porphyry			GFP	XRF, ICP-AES, ICP-MS	67,66	0,28	
<input type="checkbox"/> quartz-feldspar porphyry eastern Carr Twp. Porphyry			GFP	XRF, ICP-AES, ICP-MS	67,72	0,27	
<input type="checkbox"/> quartz-feldspar porphyry eastern Carr Twp. Porphyry			GFP	XRF, ICP-AES, ICP-MS	68,24	0,26	
<input type="checkbox"/> quartz-feldspar porphyry eastern Carr Twp. Porphyry			GFP	XRF, ICP-AES, ICP-MS	68,34	0,27	
<input type="checkbox"/> quartz-feldspar porphyry eastern Carr Twp. Porphyry			GFP	XRF, ICP-AES, ICP-MS	68,59	0,25	
<input type="checkbox"/> quartz-feldspar porphyry eastern Carr Twp. Porphyry			GFP	XRF, ICP-AES, ICP-MS	68,8	0,26	
<input type="checkbox"/> quartz-feldspar porphyry eastern Pamour Porphyry			GFP	XRF, ICP-AES, ICP-MS	64,42	0,3	
<input type="checkbox"/> quartz-feldspar porphyry eastern Pamour Porphyry			GFP	XRF, ICP-AES, ICP-MS	65,59	0,31	
<input type="checkbox"/> quartz-feldspar porphyry eastern Pamour Porphyry			GFP	XRF, ICP-AES, ICP-MS	67,9	0,31	
<input type="checkbox"/> quartz-feldspar porphyry northern Crown Porphyry			GFP	XRF, ICP-AES, ICP-MS	58,57	0,3	
<input type="checkbox"/> quartz-feldspar porphyry northern Crown Porphyry			GFP	XRF, ICP-AES, ICP-MS	66,63	0,33	
<input type="checkbox"/> quartz-feldspar porphyry northern Crown Porphyry			GFP	XRF, ICP-AES, ICP-MS	66,79	0,34	
<input type="checkbox"/> quartz-feldspar porphyry northern Gilles Lake Porphyry			GFP	XRF, ICP-AES, ICP-MS	59,7	0,43	

41

## 6. Traitement des intrusions porphyriques calco-alcalines

### 6.3 Secteurs de favorabilité associés aux porphyres calco-alcalins

Compilation des intrusions porphyriques dans la banque de données Consorem (SIGÉOM et partenaires)



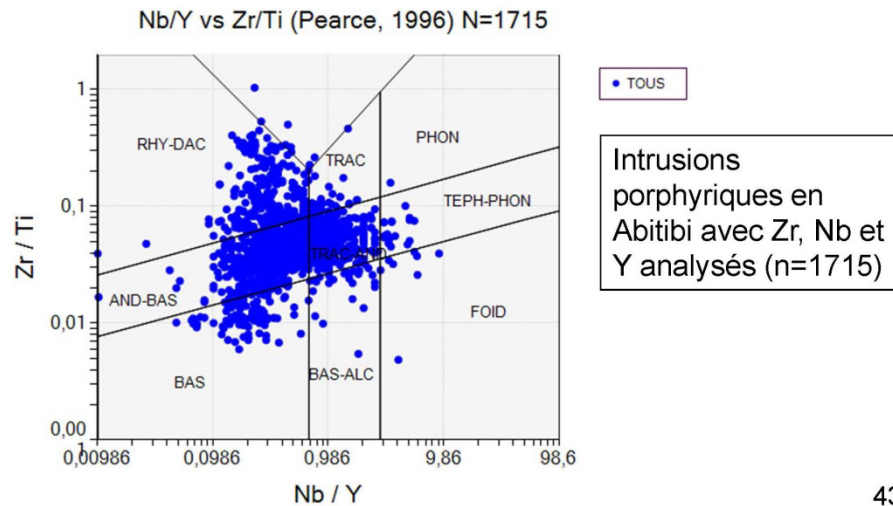
42



## 6. Traitement des intrusions porphyriques calco-alcalines

### 6.3 Secteurs de favorabilité associés aux porphyres calco-alcalins

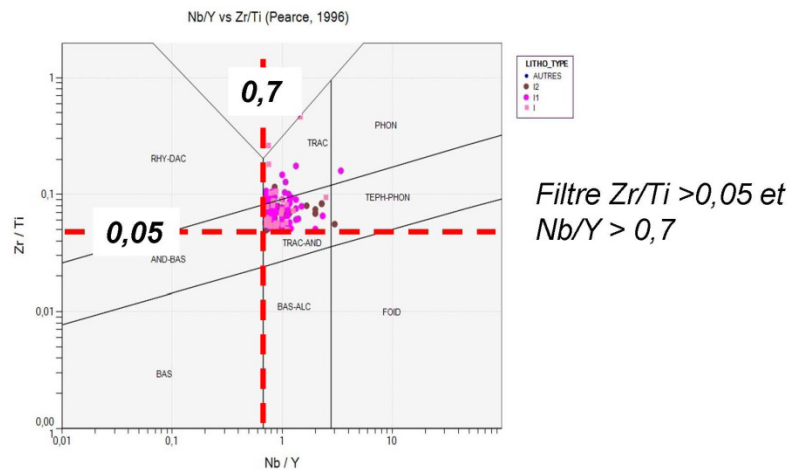
Extraction des intrusions porphyriques de type Malartic-Lamaque dans la banque de données Consorem (SIGÉOM et partenaires)



## 6. Traitement des intrusions porphyriques calco-alcalines

### 6.3 Secteurs de favorabilité associés aux porphyres calco-alcalins

Extraction des intrusions porphyriques de type Malartic-Lamaque dans la banque de données Consorem (SIGÉOM et partenaires)

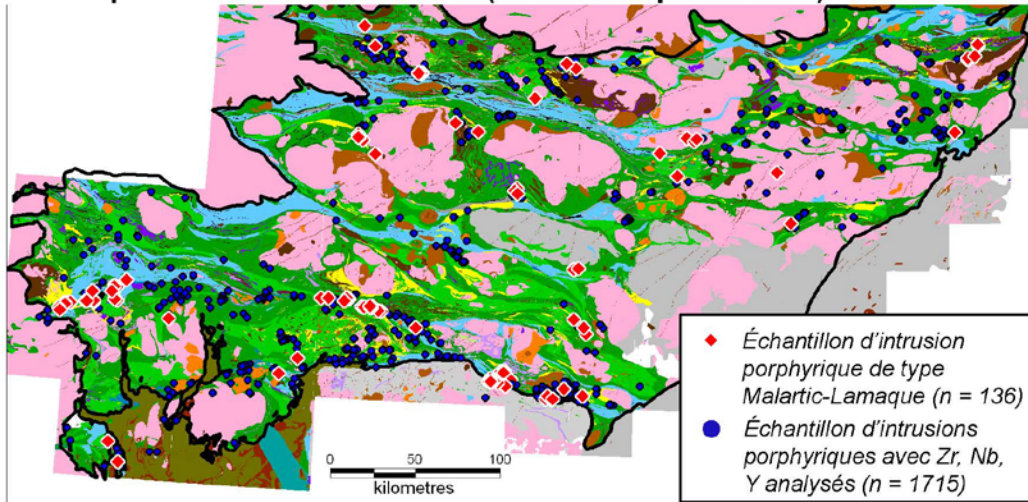


Identification de 136 échantillons favorables

## 6. Traitement des intrusions porphyriques calco-alkalines

### 6.3 Secteurs de favorabilité associés aux porphyres calco-alkalins

Extraction des intrusions porphyriques de type Malartic-Lamaque dans la banque de données Consorem (SIGÉOM et partenaires)



**Mise en garde** La méthode repose sur un nombre restreint d'échantillons de référence, on ne parle donc pas de cibles comme telles mais plutôt de secteurs à retravailler... 45

## 7. Conclusions

- La caractérisation lithogéochimique des intrusions alcalines a permis de développer un nouveau diagramme de prédiction de fertilité.
- 104 cibles (échantillons favorables) pour la présence de syénite-monzonite fertiles ont été générées.
- L'étude des intrusions calco-alkalines a permis de discriminer géochimiquement deux événements d'intrusions porphyriques.
- 151 échantillons d'intrusions porphyriques de type Malartic-Lamaque ont été identifiés.
- La démarche a permis d'établir des pistes pour le développement d'un diagramme de classification (noms de roche) utilisant seulement des éléments immobiles.

46

## 8. Remerciements

---

- **Daniel Adam (Mines Richmond), Martin Perron** (visite de mine)
- **Louis Caron, Pierre de Chavigny (Osisko)**; visite de mine)
- **Yan Ducharme (Niogold)**; visite de terrain; données numériques)
- **Ronan Deroff, Philippe Berthelot (Ressources Cartier)**; données numériques)
- **Baptiste Chapon (Ressources Yorbeau), Geneviève Carignan** (visite de terrain)
- Équipe de recherche du Consorem (discussions)

47

## 8. Références

---

- Bateman, R., Ayer, J. A., Dubé, B., 2008. The Timmins-Porcupine gold camp, Ontario : Anatomy of an archean greenstone belt and ontogeny of gold mineralization. *Economic Geology*, v.103, pp. 1285-1308.
- Bourne, J. H., L'Heureux, M., 1991. The petrography and geochemistry of the Clericy Pluton : an ultrapotassic pyroxenite-syenite suite of late Archaean age from the Abitibi region, Quebec. *Precambrian Research*, 52:1-2, pp. 37-51.
- Collerson, K. D., Kamber, B. S., 1999. Evolution of the continents and the atmosphere inferred from Th-U-Nb systematics of the depleted mantle. *Science*, 283: 5407, pp. 1519-1522.
- Daigneault, R., 1983. Géologie et géochimie du gisement d'or de la mine Lamaque, Val-d'Or, Québec. Thèse de maîtrise, École Polytechnique, Montréal, Québec.

48



## 8. Références

---

- Daigneault, R., Mueller, W.U., et Chown, E.H.. 2004. Abitibi greenstone belt plate tectonics: A history of diachronic arc development, accretion and collision. P. Eriksson, W. Altermann, D. Nelson, W. Mueller, O. Catuneanu, and K. Strand (Eds.), *Tempos and events in Precambrian time*. In: *Developments in Precambrian Geology*, Elsevier: 88-103.
- De la Roche, H., Leterrier, J., Grandclaude, P. et Marchal, M., 1980. A classification of volcanic and plutonic rocks using R1R2-diagram and major element analyses – its relationships with current nomenclature. *Chemical Geology* 29, pp. 183-210.
- Fallara, F., Simon-Ross, P. et Sansfaçon, R., 2000. Caractérisation géochimique, pétrographique et structurale: nouveau modèle métallogénique du camp minier de Malartic., MB 2000-15, MRN, 41 p.
- Foucault, A., J.-F., Raoult., 1992. *Dictionnaire de géologie*. Masson, Paris, 352 p.
- Goutier, J., Melançon, M., 2007. *Carte géologique de la Sous-province de l'Abitibi*, MRN.

49

## 8. Références

---

- Ispolatov, V., Lafrance, B., Dubé, B., Creaser, R., Hamilton, M., 2008. Geological and structural setting of gold mineralization in the Kirkland Lake-Larder lake gold belt, Ontario. *Economic Geology*, v. 103, pp. 1309-1340.
- Legault, M., Goutier, J., Beaudoin, G., Aucoin, M., 2005. Synthèse métallogénique de la Faille de Porcupine-Destor, Sous-province de l'Abitibi. ET 2005-01, MRN, 35 p.
- Legault, M., Lalonde, A. E., 2009. Discrimination des syénites associées aux gisements aurifères de la Sous-province de l'Abitibi, Québec, Canada, RP 2009-04, MRN, 10 p.
- Le Maitre, R.W., 1976. Some problems of the projection of geochemical data into mineralogical classifications. *Contributions to mineralogy and petrology* 56, pp. 181-189.
- MacDonald, P. J., 2010. *The geology, lithogeochemistry and petrogenesis of intrusions associated with gold mineralization in the Porcupine gold camp, Timmins, Canada*. Maîtrise, université Laurentian, Sudbury, Ontario, 188 p.

50

## 8. Références

---

- Pearce, J. A. 1996. A user's guide to basalt discrimination diagrams. In: Wyman, D. A. ed. Trace Element Geochemistry of Volcanic Rocks: Applications for Massive Sulphide Exploration. Geological Association of Canada, Short Course Notes 12, pp. 79-113.
- Robert, F., 2001. Syenite-associated disseminated gold deposits in the Abitibi greenstone belt, Canada. *Mineralium Deposita* (2001) 36: 503-516.
- Robert, F., Poulsen, K. H., Cassidy, D. F., Hodgson, C. J., 2005. Gold metallogeny of the Superior and Yilgarn cratons. *Economic Geology*, 100th anniversary volume, pp. 1001-1033.
- Ross, P.-S. et Bédard, J.H. (2009) Magmatic affinity of modern and ancient subalkaline volcanic rocks determined from trace-element discriminant diagrams. *Journal Canadien des Sciences de la Terre* 46: 823-839.
- Streckeisen, A., 1978. IUGS Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks: Classification and nomenclature of volcanic rocks, lamprophyres, carbonatites and melilitic rocks; recommendation and suggestions. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen*, 134, pp. 1-14.

51

## 8. Références

---

- Trépanier, S., 2006. Contrôles géologiques des minéralisations aurifères en Abitibi – Phase 1. Projet CONSOREM 2006-06.
- Trépanier, S., 2011. Outils d'assistance pour le traitement lithogéochimique de l'altération et du métasomatisme. Phase 1 : Guide pratique d'utilisation de différentes méthodes de traitement de l'altération. Rapport du projet CONSOREM 2008-07.
- Winchester, J. A. et Floyd, P. A., 1977. Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. *Chemical Geology* 20, pp. 325-343.
- [www.lsgold.com](http://www.lsgold.com), Site internet de Lake Shore Gold Corp.

52