

Vers un nouveau modèle d'exploration à la Baie-James: les granitoïdes aurifères

Projet 2017-03

Morgane Gigoux, Ph.D.

Forum CONSOREM-UQAM
13 février 2019
Montréal



Origine du projet

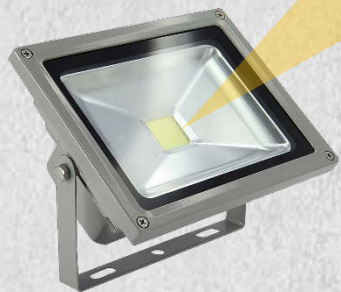
Fort intérêt des industriels à comprendre la récente découverte de Cheechoo



Origine du projet

Fort intérêt des industriels à comprendre la récente découverte de Cheechoo

Nouveau contexte aurifère à la Baie-James: intrusion tonalitique à 2612 Ma proche du contact Opinaca - La Grande



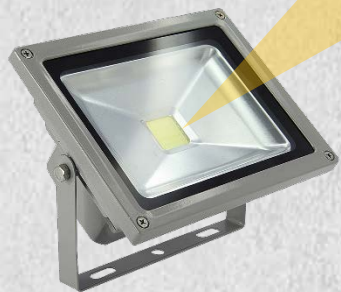
Origine du projet

Fort intérêt des industriels à comprendre la récente découverte de Cheechoo

Nouveau contexte aurifère à la Baie-James: intrusion tonalitique à 2612 Ma proche du contact Opinaca - La Grande

- Troilus (2782 Ma)
- Côté Gold (2740 Ma)
- La Grande-Sud (2734 Ma)
- Lac Ell (2705 Ma)
- Héberto (?)

Très peu de projet reliés aux granitoïdes à la Baie-James: projet 2011-07 (S. Faure) sur les porphyres Cu-Au subalcalins dans les terrains de haut grade métamorphique archéens et paléoprotérozoïques



Origine du projet

Fort intérêt des industriels à comprendre la récente découverte de Cheechoo

Nouveau contexte aurifère à la Baie-James: intrusion tonalitique à 2612 Ma proche du contact Opinaca - La Grande

- Troilus (2782 Ma)
- Côté Gold (2740 Ma)
- La Grande-Sud (2734 Ma)
- Lac Ell (2705 Ma)
- Héberto (?)

Très peu de projet reliés aux granitoïdes à la Baie-James: projet 2011-07 (S. Faure) sur les porphyres Cu-Au subalcalins dans les terrains de haut grade métamorphique archéens et paléoproterozoïques



Questions et objectifs

Qu'est-ce que Cheechoo ?

Identifier la signature spécifique de l'intrusion tardive (BD Sirius)

En existe-il d'autres ?

Comparer avec les caractéristiques des autres granitoïdes (BD Sigeom)

Suggérer de nouvelles cibles potentielles

Améliorer la compréhension de l'histoire magmatique à la Baie-James

Pistes de réflexion (potentiel plutonique, modèle métallogénique, BJ vs Abitibi...)



PLAN

CONTEXTE

(géologie, géochronologie, métallogénie)

QU'EST-CE QUE CHEECHOO ?

LES GRANITOIDES À LA BAIE-JAMES



GEOCHIMIE

(peralcalinité, altération, différenciation etc)

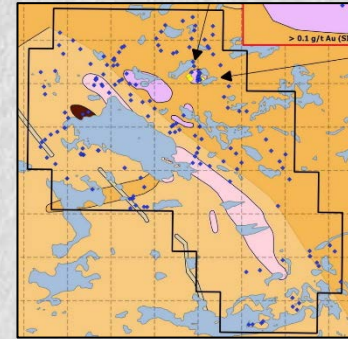
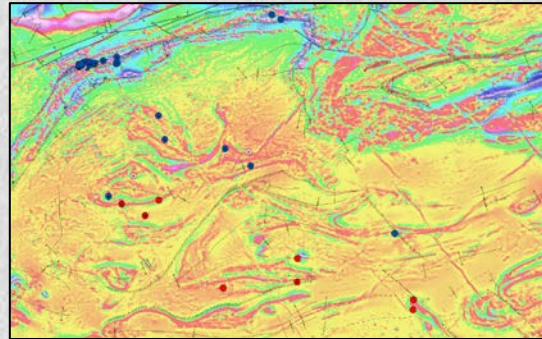
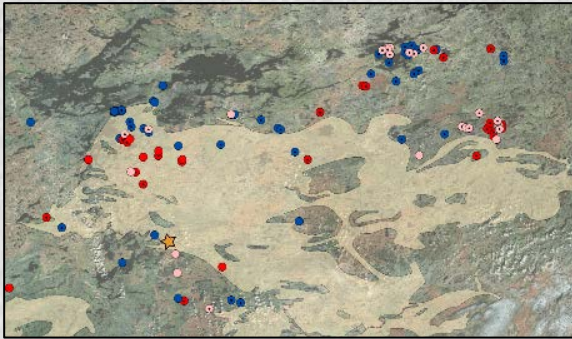
Énergie et Ressources
naturelles
Québec

PRESSION DE CRISTALLISATION

Estimation des profondeurs

GUIDE D'EXPLORATION POUR LES GRANITOIDES À LA BAIE-JAMES

Intégration des données



PLAN

CONTEXTE
(géologie, géochronologie, métallogénie)

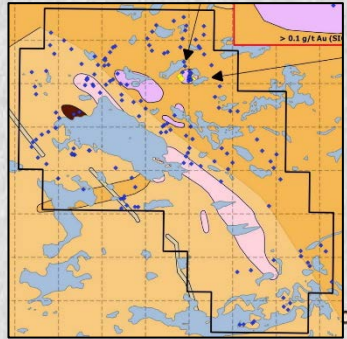
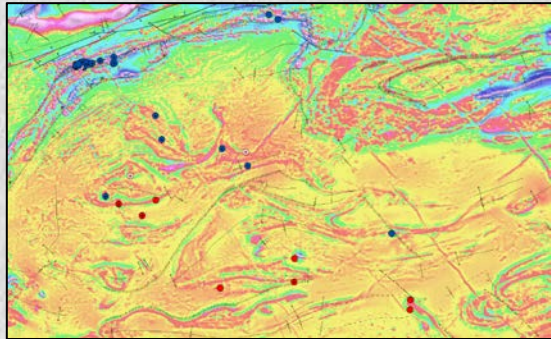
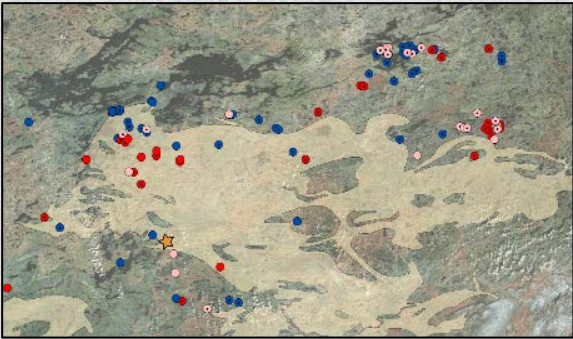
QU'EST-CE QUE CHEECHOO ?

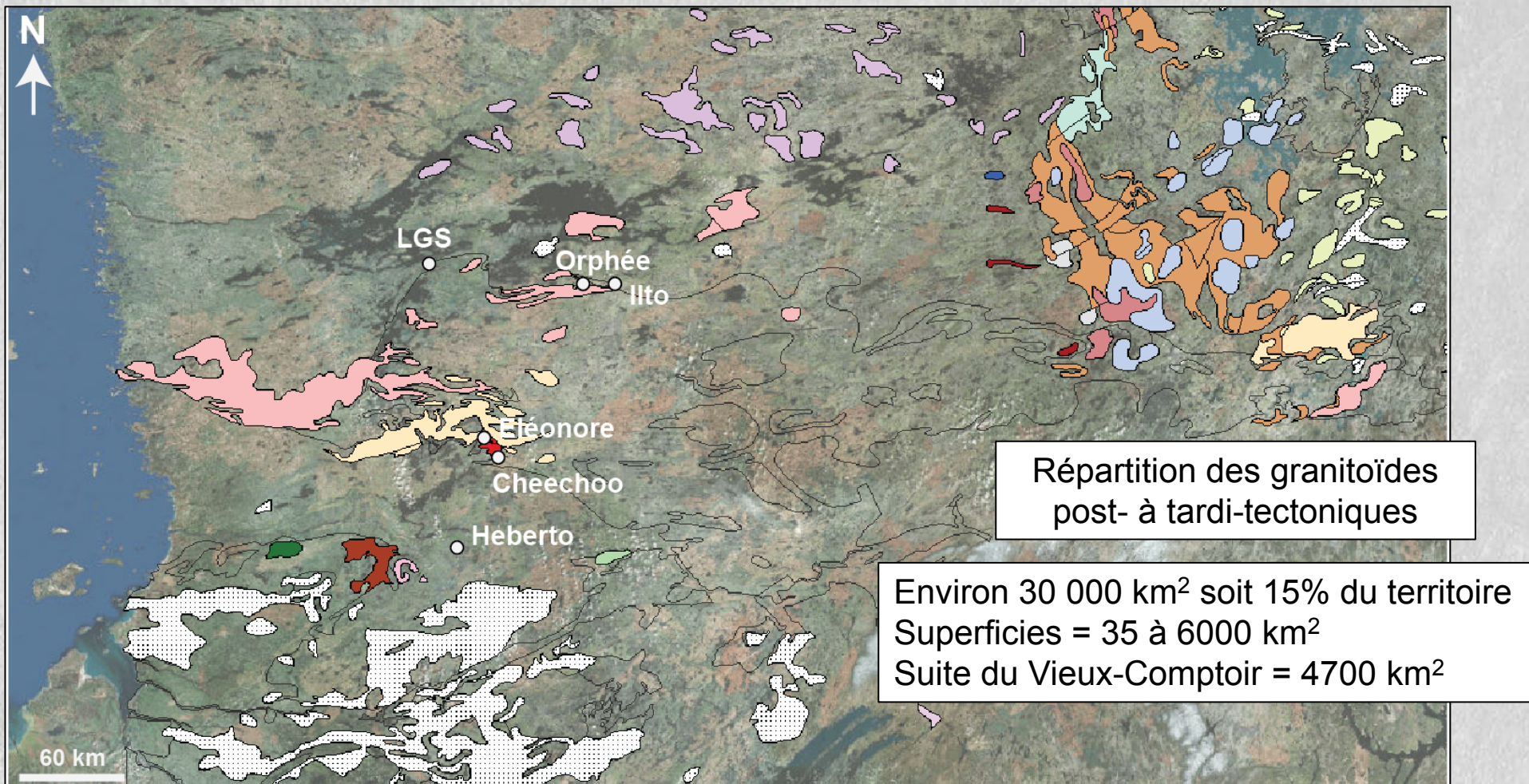
LES GRANITOIDES À LA BAIE-JAMES




















 **GEOCHIMIE** 
(peralcalinité, altération, différenciation etc)

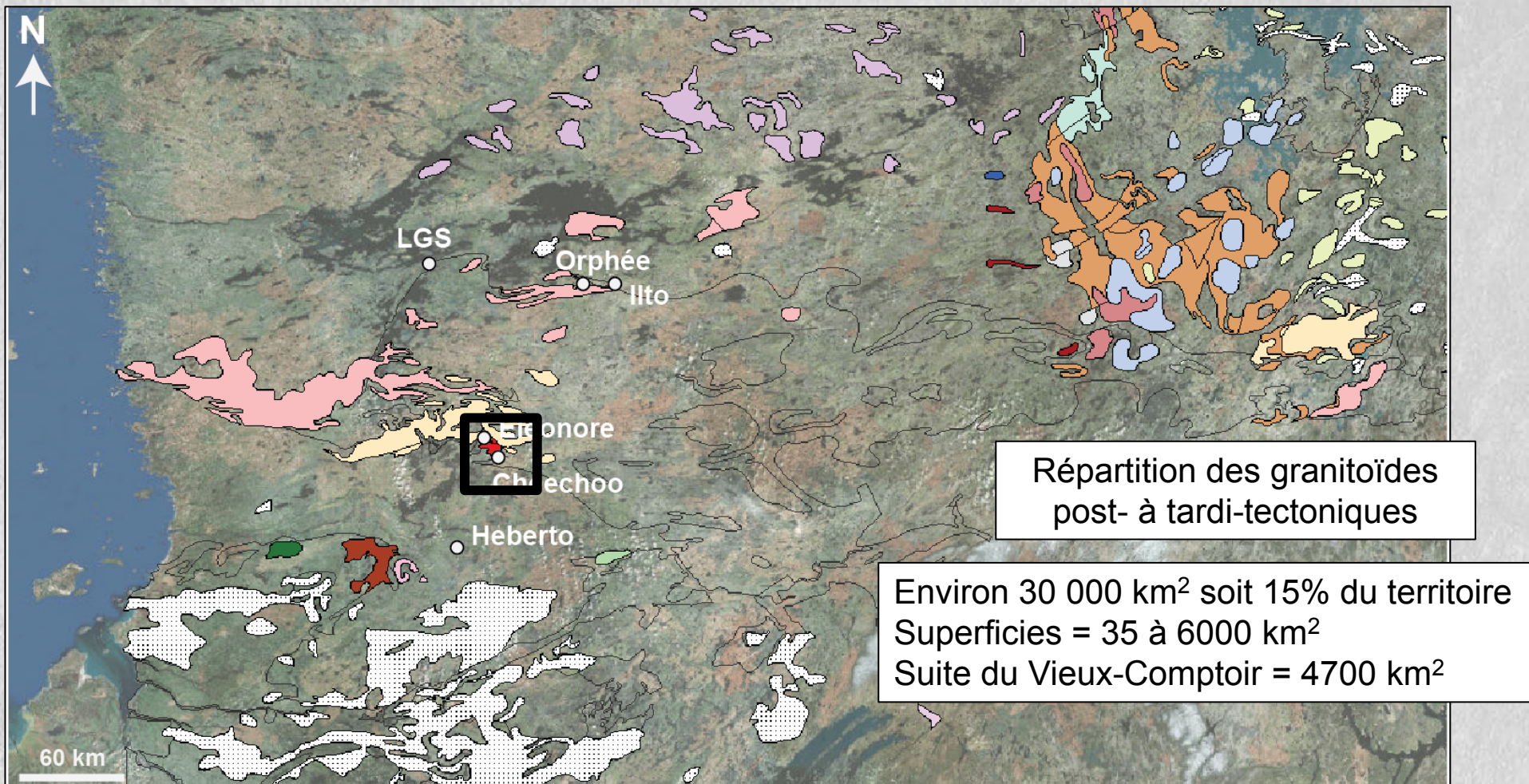
PRESSION DE CRISTALLISATION
Estimation des profondeurs




















GUIDE D'EXPLORATION POUR LES GRANITOIDES À LA BAIE-JAMES
Intégration des données



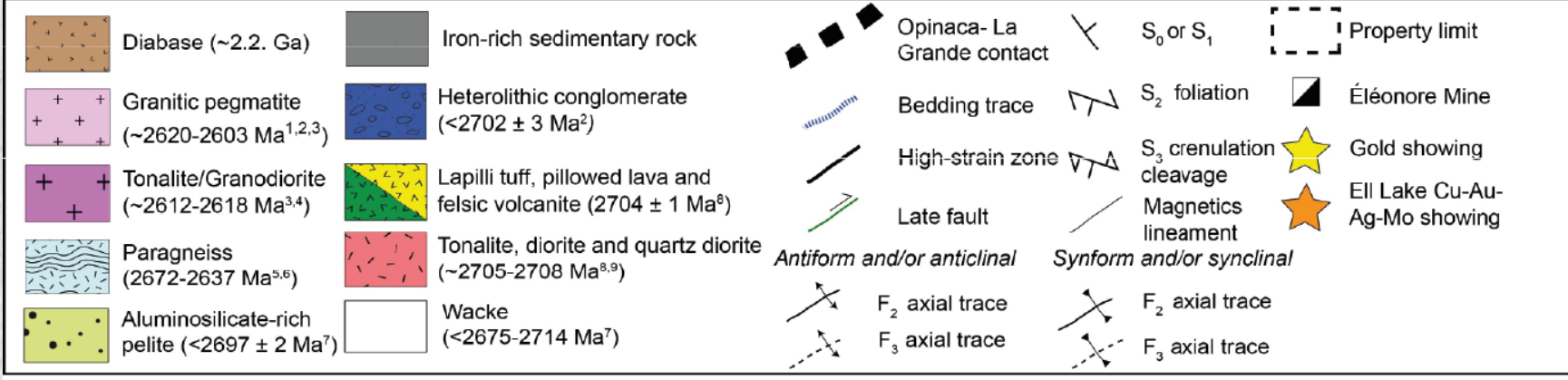
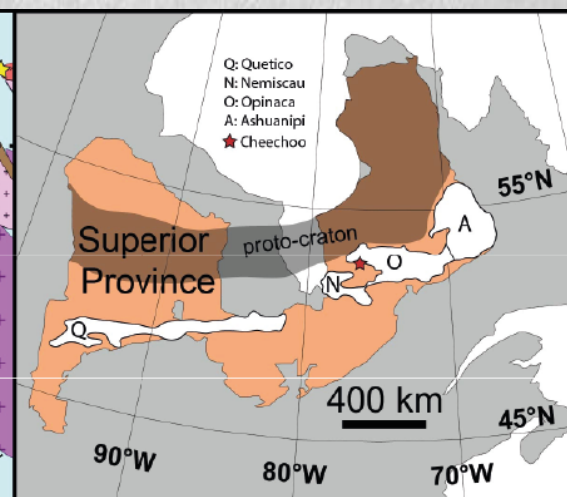
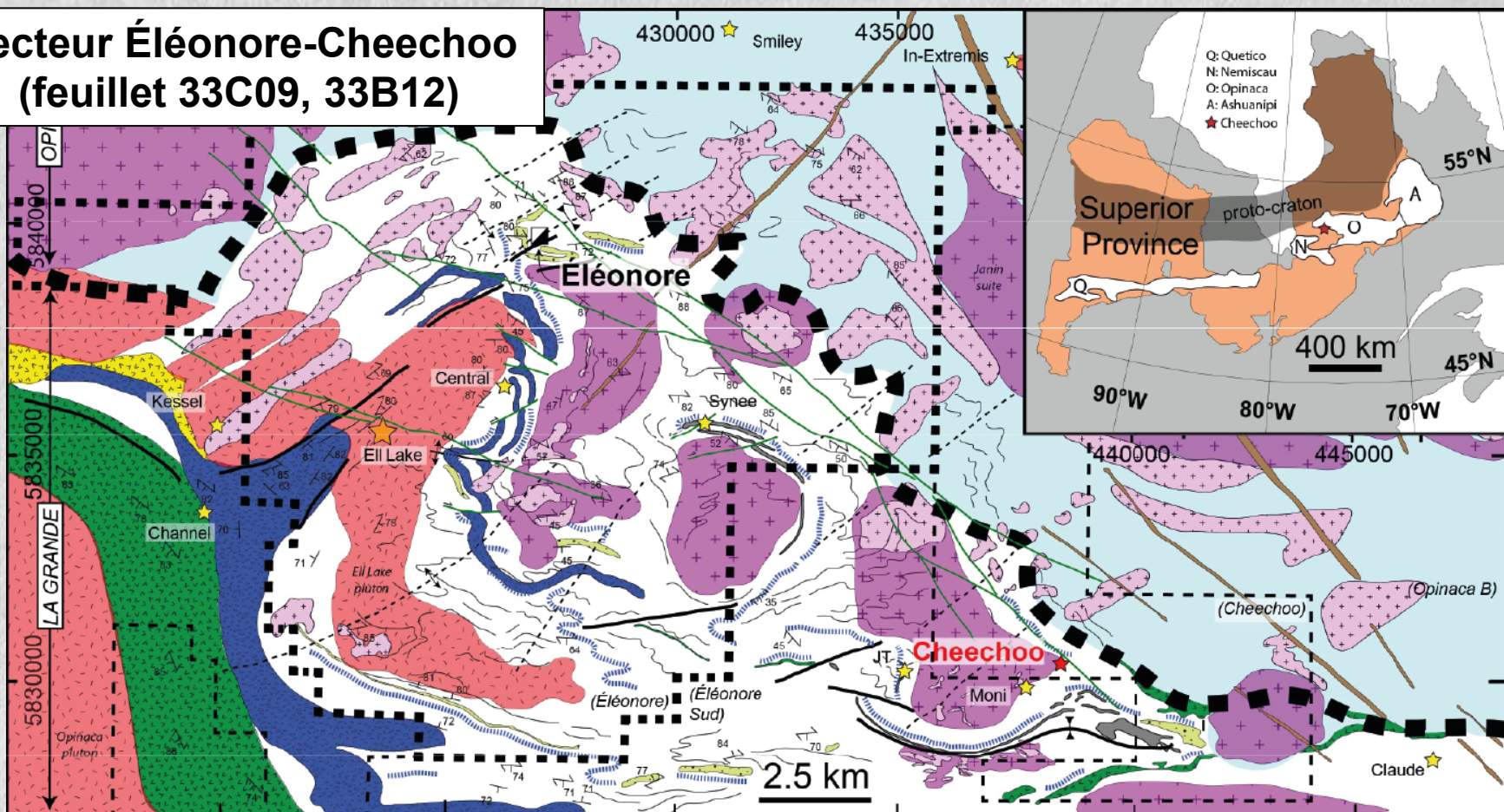


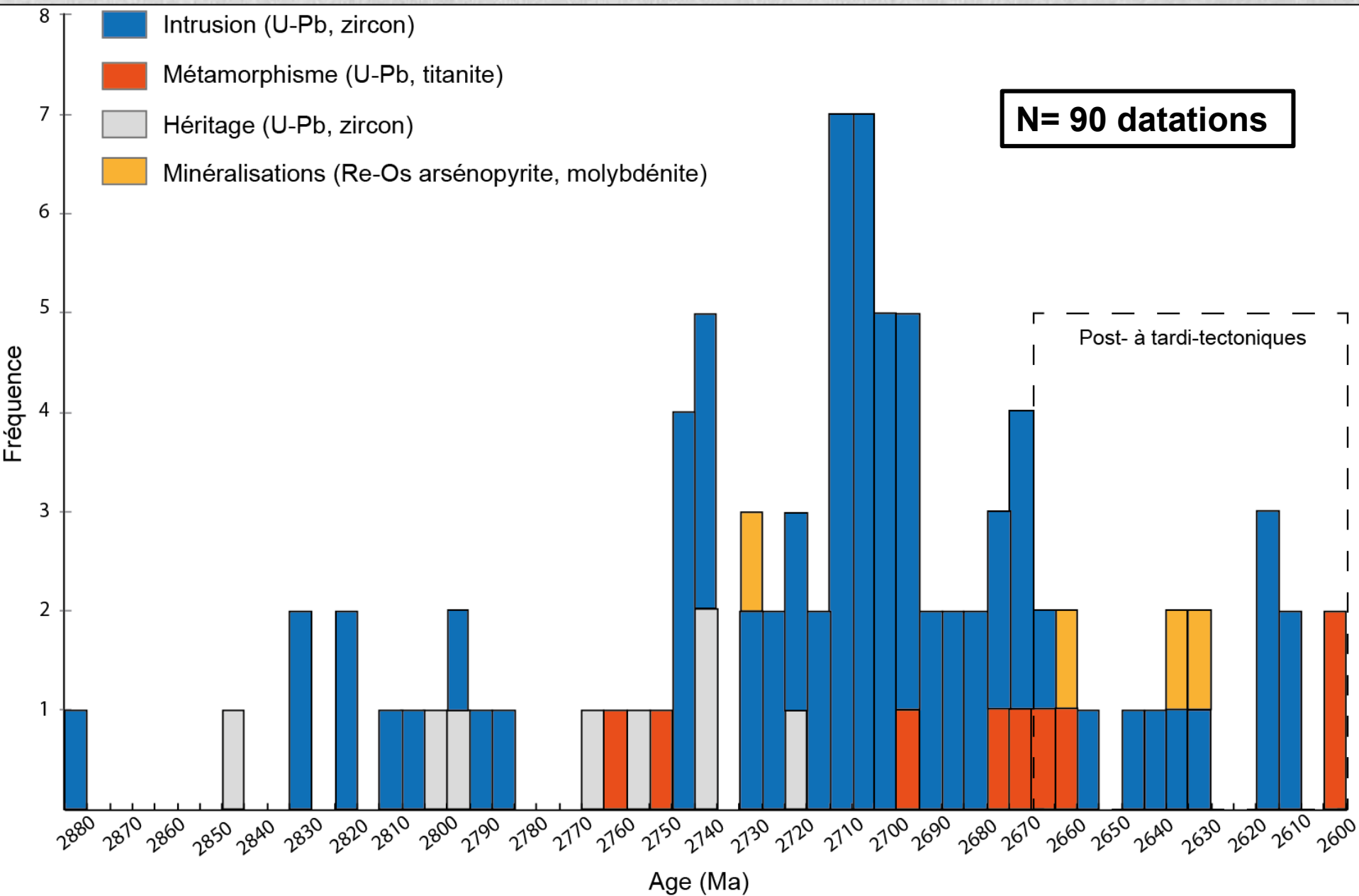
- | | | | |
|---|--|---|--|
|  Vieux-Comptoir |  Suite de Tramont |  Suite Gamart |  sans code strati |
|  Suite Janin
(plutons Rotis et Asimwakw) |  Pegmatite Asimwakw |  Suite Joinville | |
|  Batholite Akakanipanuch |  Pegmatite Tilly |  Suite Lataignant | |
|  Pluton Kapiwak |  Suite Lariboisière |  Suite Alayrac | |
|  Pluton Béryl Nord |  Suite Viau |  Complexe Epervanche | |
|  Pluton Apiskach |  Suite Joinville-Lataignant |  Contact Opinaca/La Grande | |

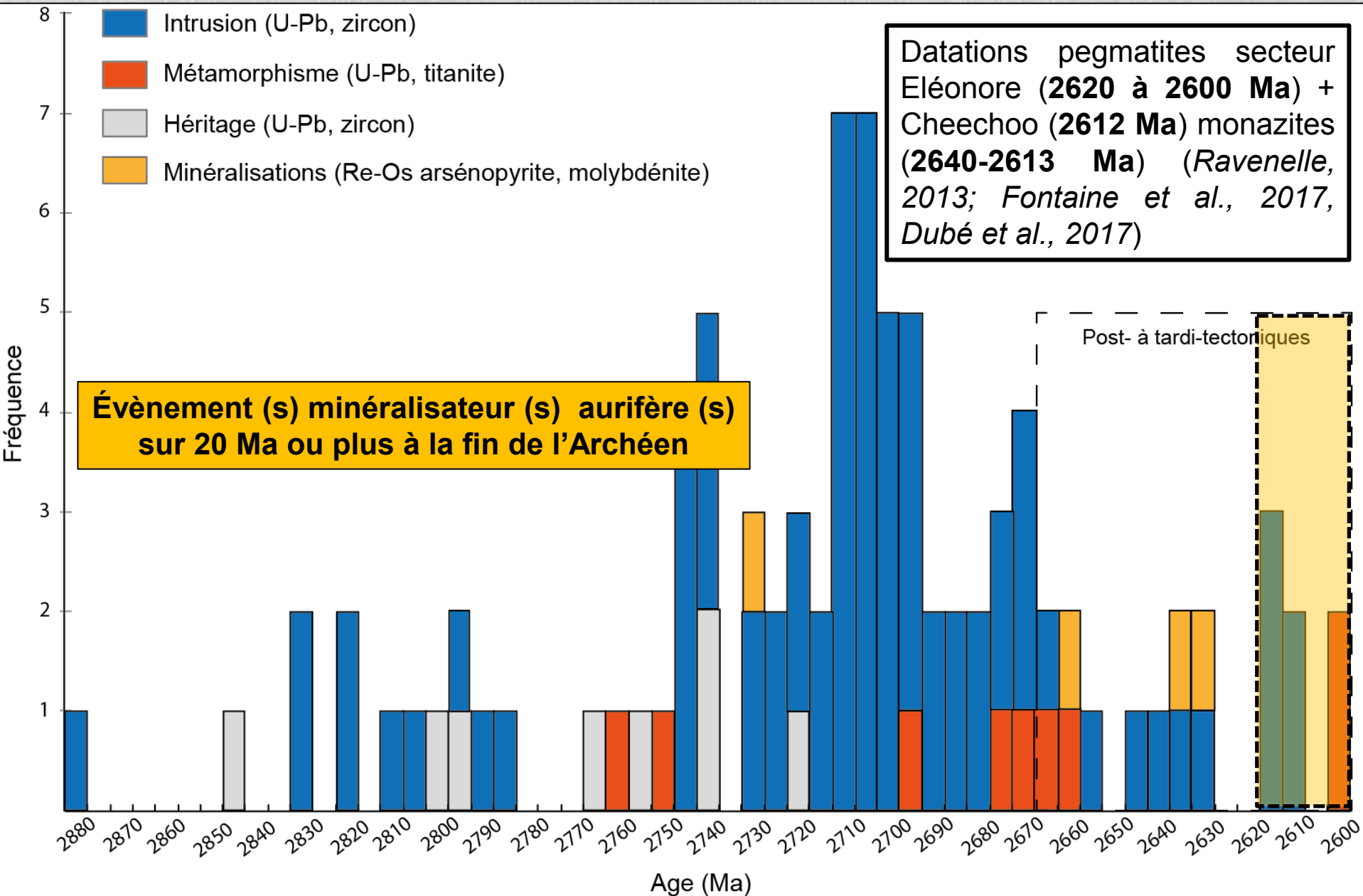


- | | | | |
|---|--|---|--|
|  Vieux-Comptoir |  Suite de Tramont |  Suite Gamart |  sans code strati |
|  Suite Janin
(plutons Rotis et Asimwakw) |  Pegmatite Asimwakw |  Suite Joinville | |
|  Batholite Akakanipanuch |  Pegmatite Tilly |  Suite Lataignant | |
|  Pluton Kapiwak |  Suite Lariboisière |  Suite Alayrac | |
|  Pluton Béryl Nord |  Suite Viau |  Complexe Epervanche | |
|  Pluton Apiskach |  Suite Joinville-Lataignant |  Contact Opinaca/La Grande | |

Secteur Éléonore-Cheechoo (feuillet 33C09, 33B12)







PLAN

CONTEXTE

(géologie, géochronologie, métallogénie)

QU'EST-CE QUE CHEECHOO ?

LES GRANITOIDES À LA BAIE-JAMES



GEOCHIMIE

(peralcalinité, altération, différenciation etc)

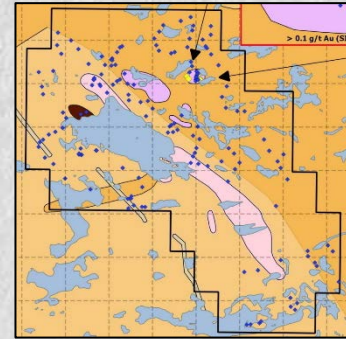
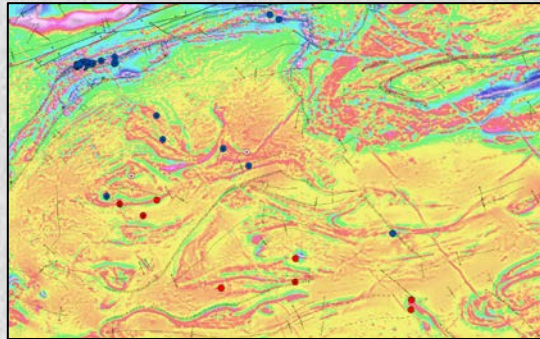
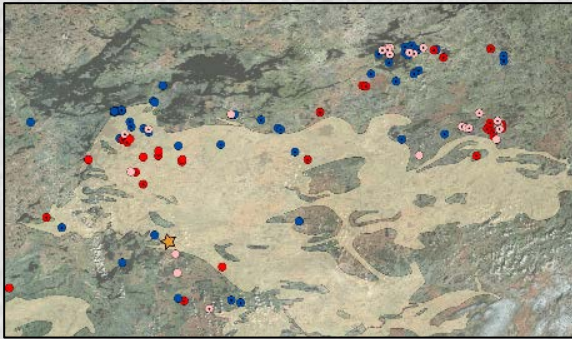
Énergie et Ressources
naturelles
Québec

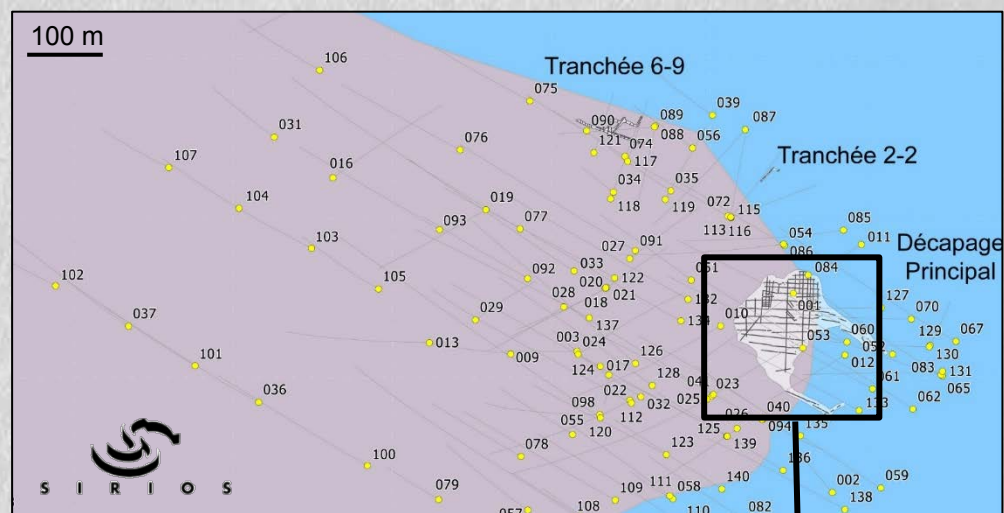
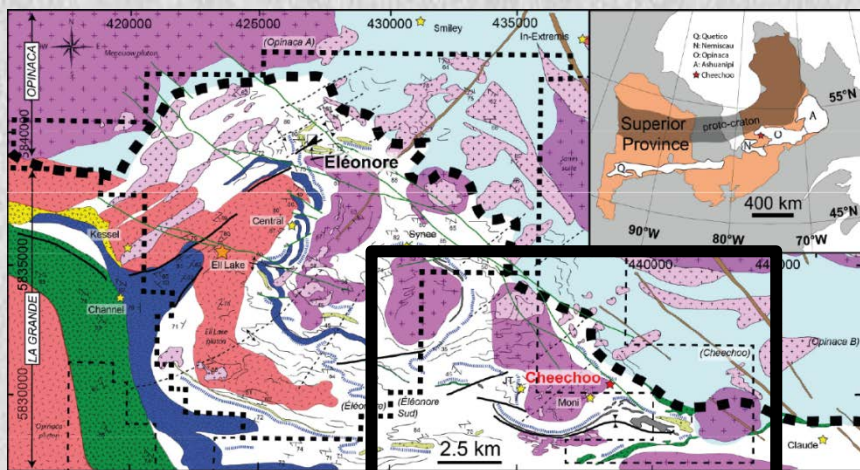
PRESSION DE CRISTALLISATION

Estimation des profondeurs

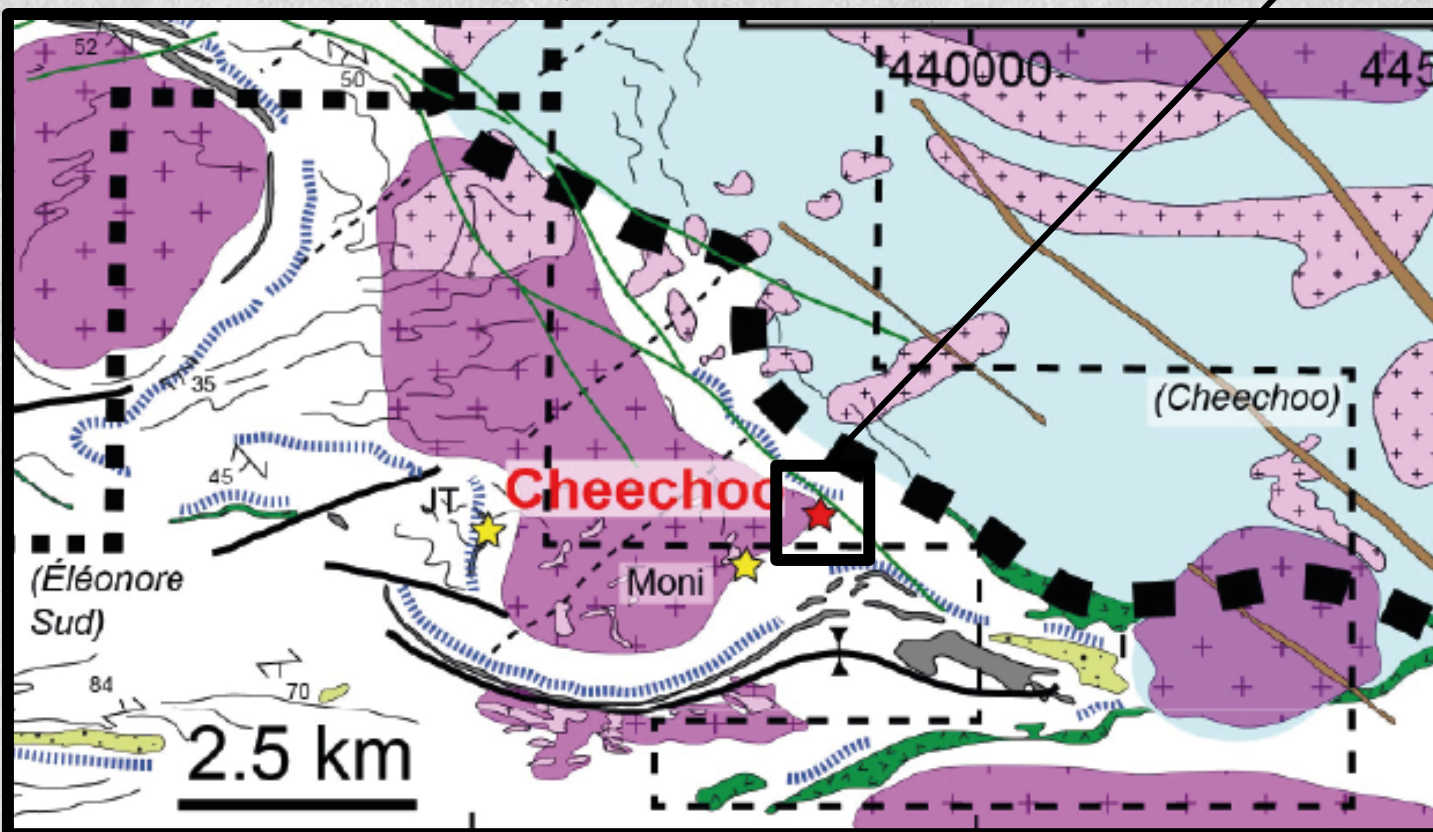
GUIDE D'EXPLORATION POUR LES GRANITOIDES À LA BAIE-JAMES

Intégration des données



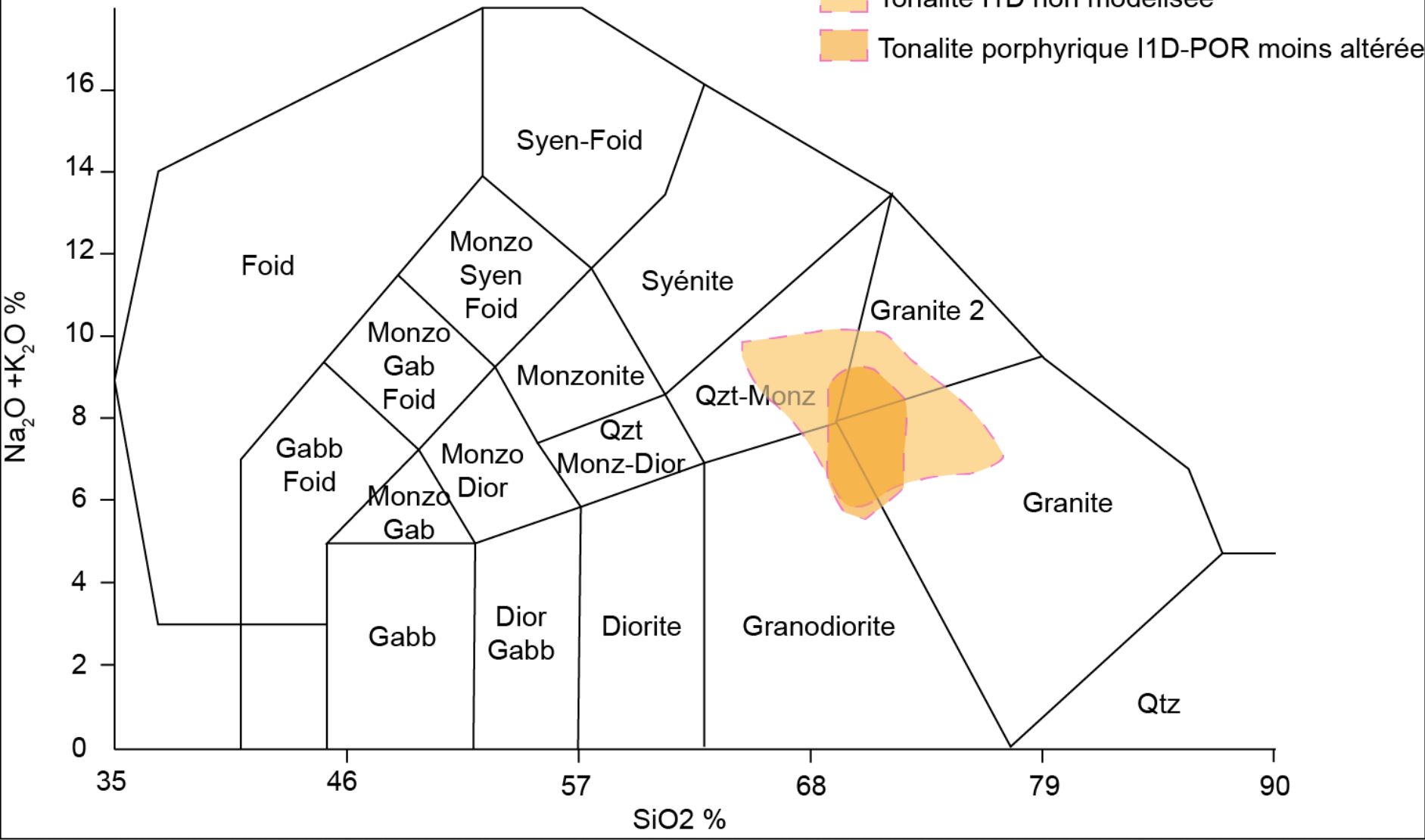


Fontaine et al., 2018



Vue par drone du décapage principal

Tonalite I1D non modélisée
 Tonalite porphyrique I1D-POR moins altérée

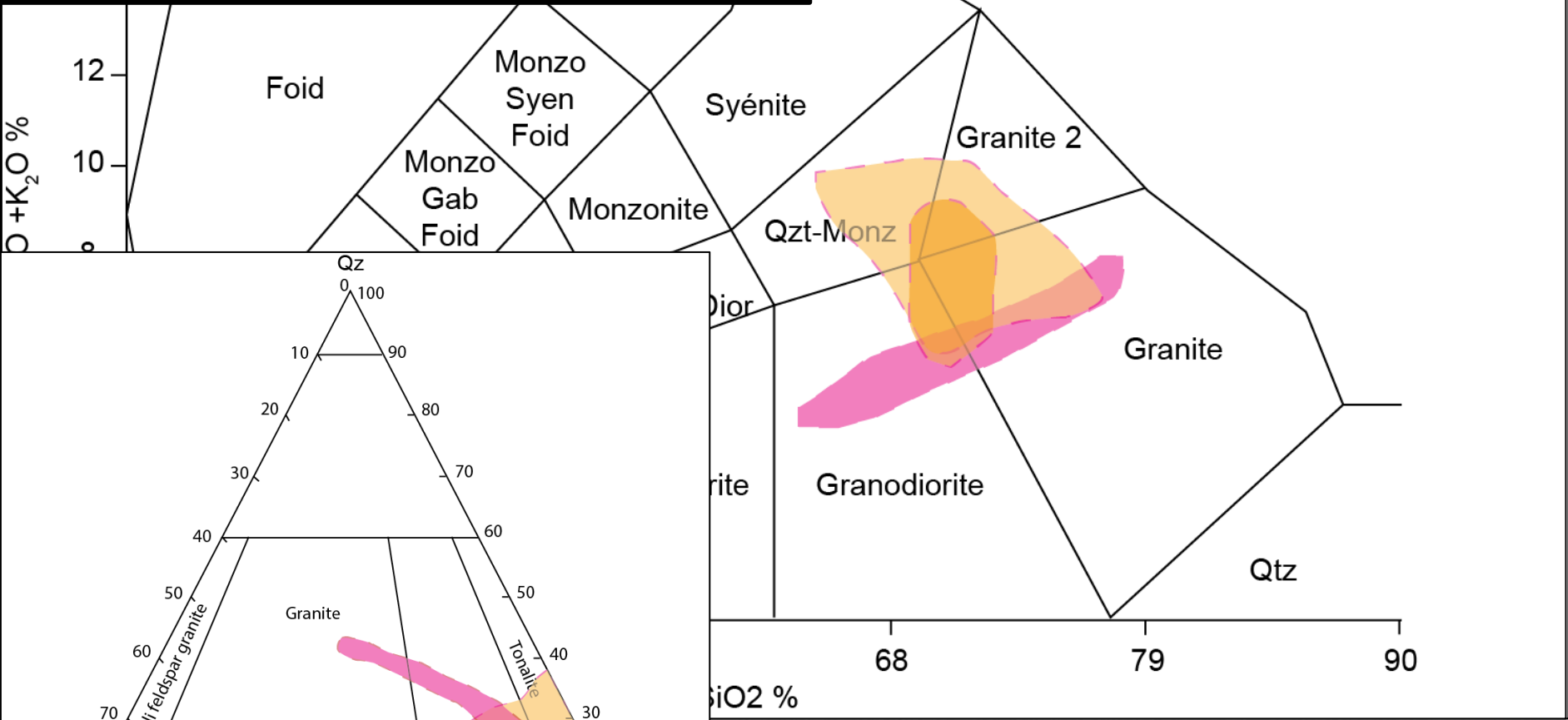


- 2475 données I1D (forages + rainures) = exclusion pegmatite, veine Qz et paragneiss
 - 198 données I1D-POR (forages + rainures) = tonalite porphyrique moins altérée

Méthode des précurseurs modélisés (Lithomodeleur)

Dispersion linéaire des échantillons modélisés
= cristallisation fractionnée, plusieurs précurseurs

- Tonalite I1D non modélisée
- Tonalite porphyrique I1D-POR moins altérée
- Tonalite I1D modélisée



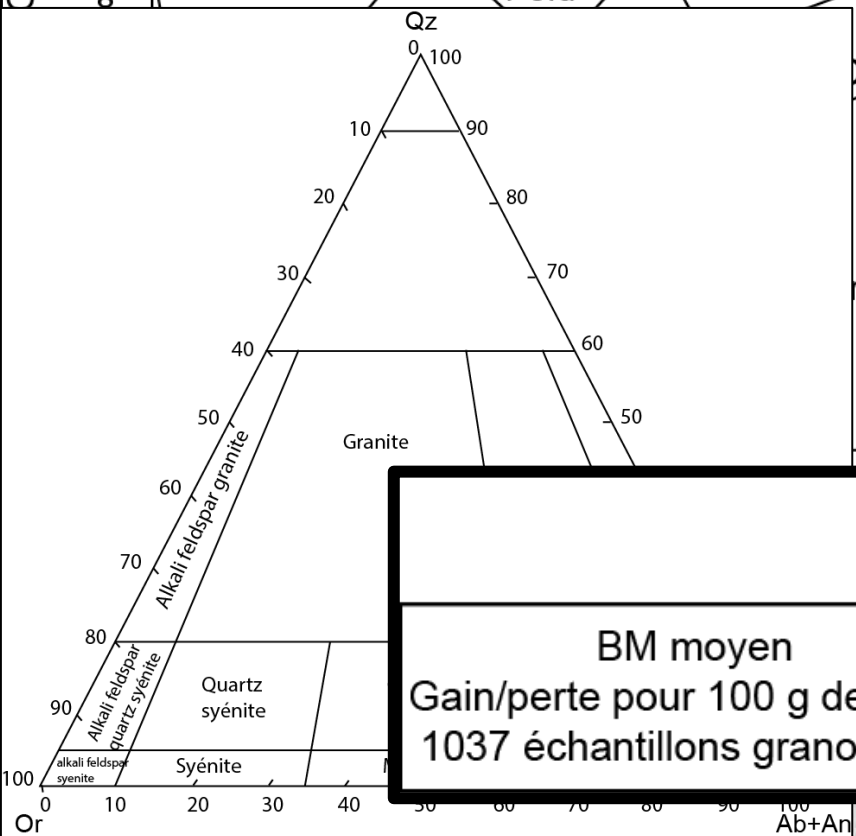
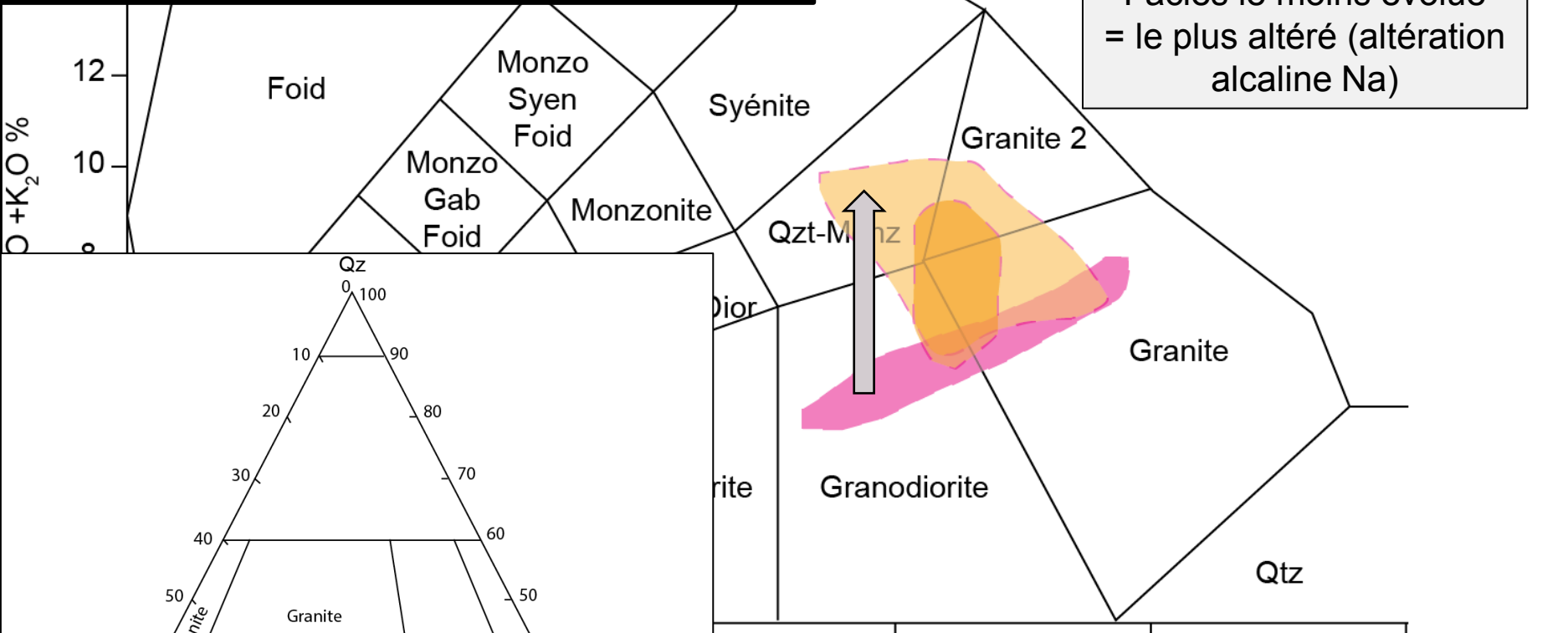
Granodiorite et faciès plus évolué

Méthode des précurseurs modélisés (Lithomodeleur)

Dispersion linéaire des échantillons modélisés
= cristallisation fractionnée, plusieurs précurseurs

- Tonalite I1D non modélisée
- Tonalite porphyrique I1D-POR moins altérée
- Tonalite I1D modélisée

Faciès le moins évolué
= le plus altéré (altération alcaline Na)

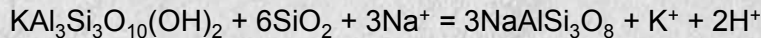


	Na ₂ O	K ₂ O	MgO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃ T	CaO
BM moyen Gain/perte pour 100 g de roche 1037 échantillons granodiorite	5	0	-3	12	-4	-1

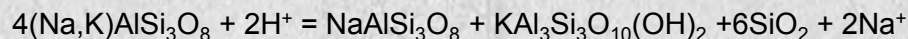
- Granodiorite minéralisée/non minéralisée, pegmatite, paragneiss
 - Altération sodique (albitisation¹, séricitisation², propylitique³)
 - Altération potassique (microcline interstitiel, biotite)
 - Faciès métamorphique: amphiboles (hornblende) + titanite + identification de sillimanite fibreuse
- = Faciès amphibolite
- Empreinte de fusion partielle

L. Tremblay, 2013

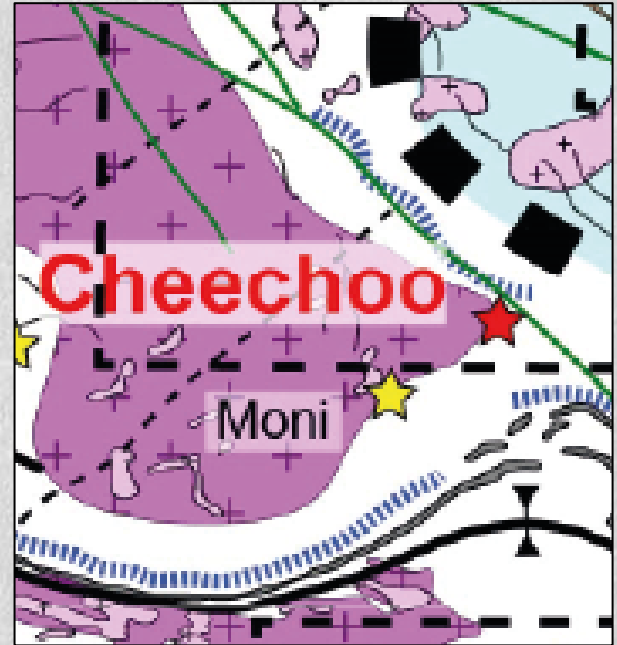
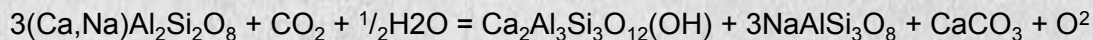
¹ muscovite + quartz + fluide = **albite** + fluide



² feldspath alcalin + fluide = **albite** + muscovite + quartz + fluide



³ plagioclase + fluide = épidote + **albite** + calcite



Crédit photo: Arnaud Fontaine

PLAN

CONTEXTE

(géologie, géochronologie, métallogénie)

QU'EST-CE QUE CHEECHOO ?

LES GRANITOIDES À LA BAIE-JAMES



GEOCHIMIE

(peralcalinité, altération, différenciation etc)

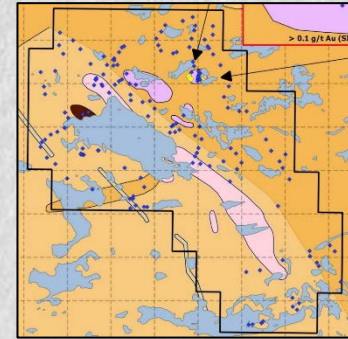
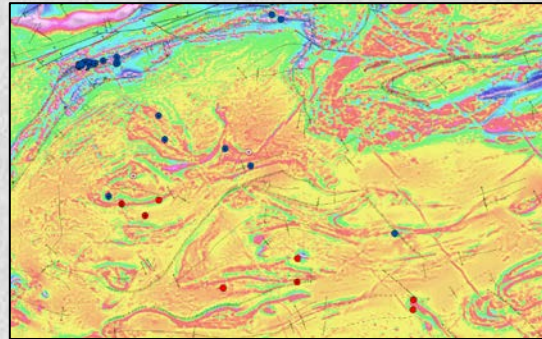
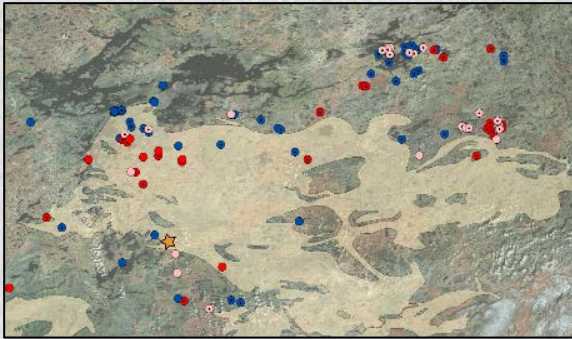
Énergie et Ressources
naturelles
Québec

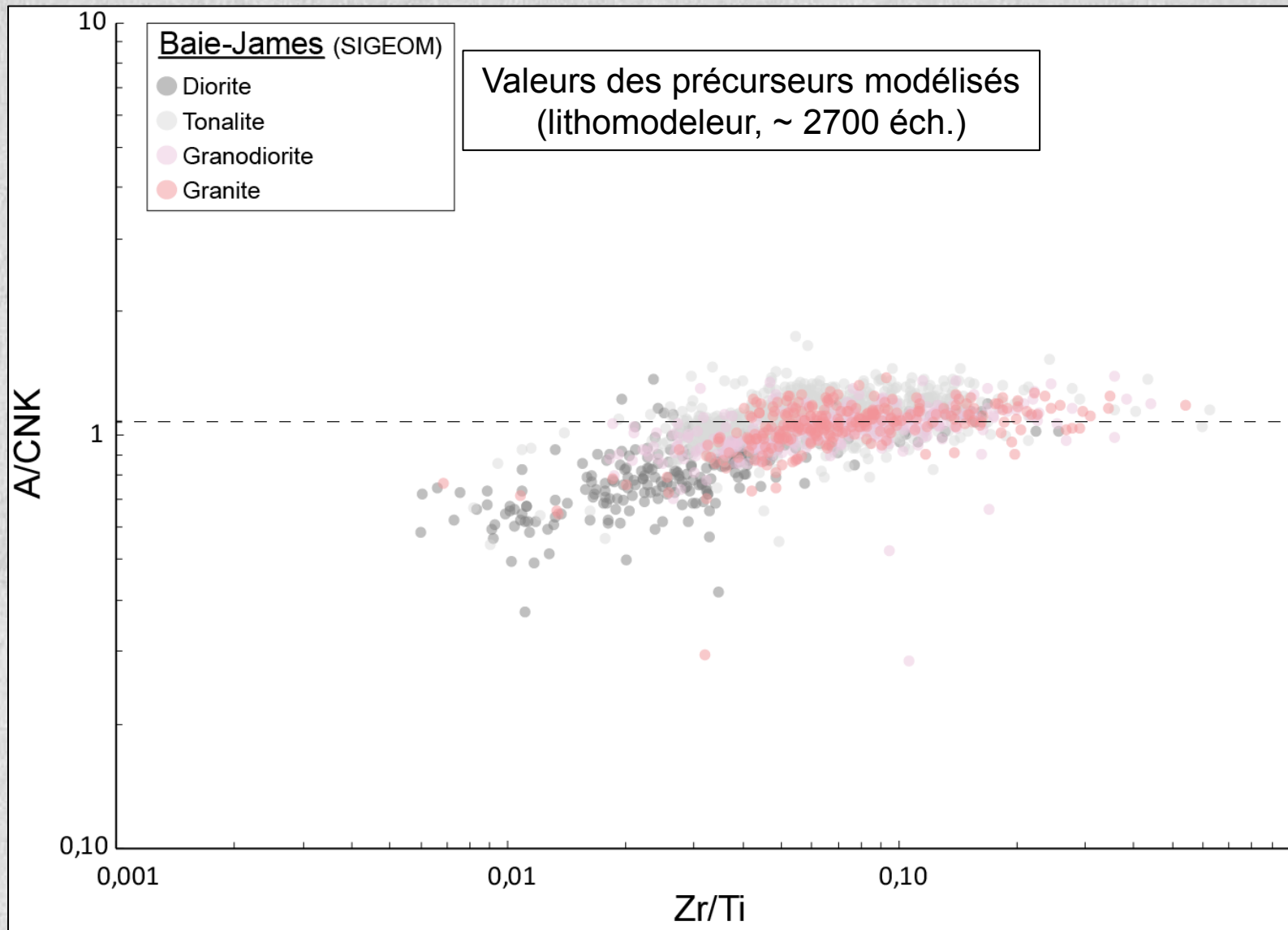
PRESSION DE CRISTALLISATION

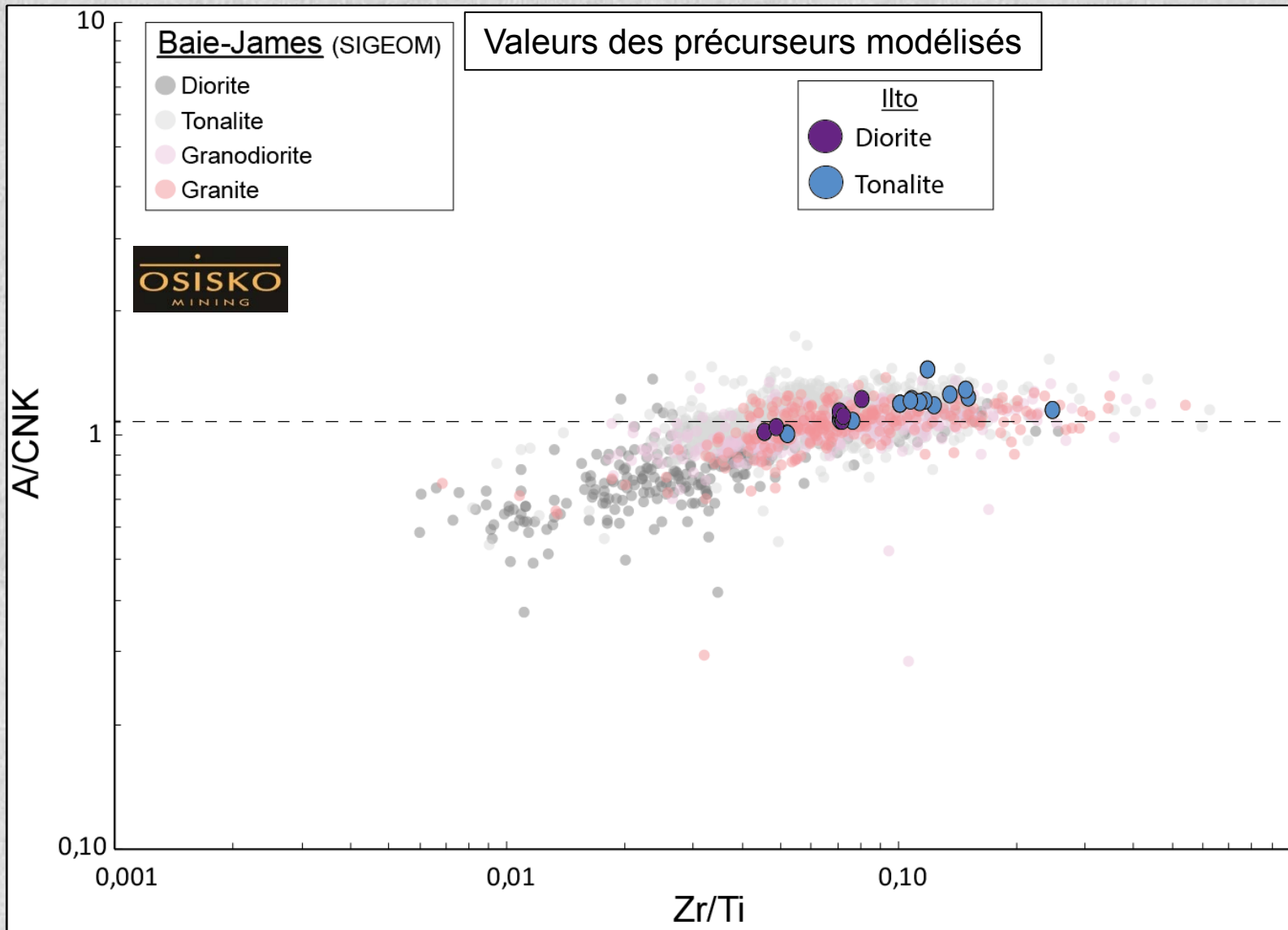
Estimation des profondeurs

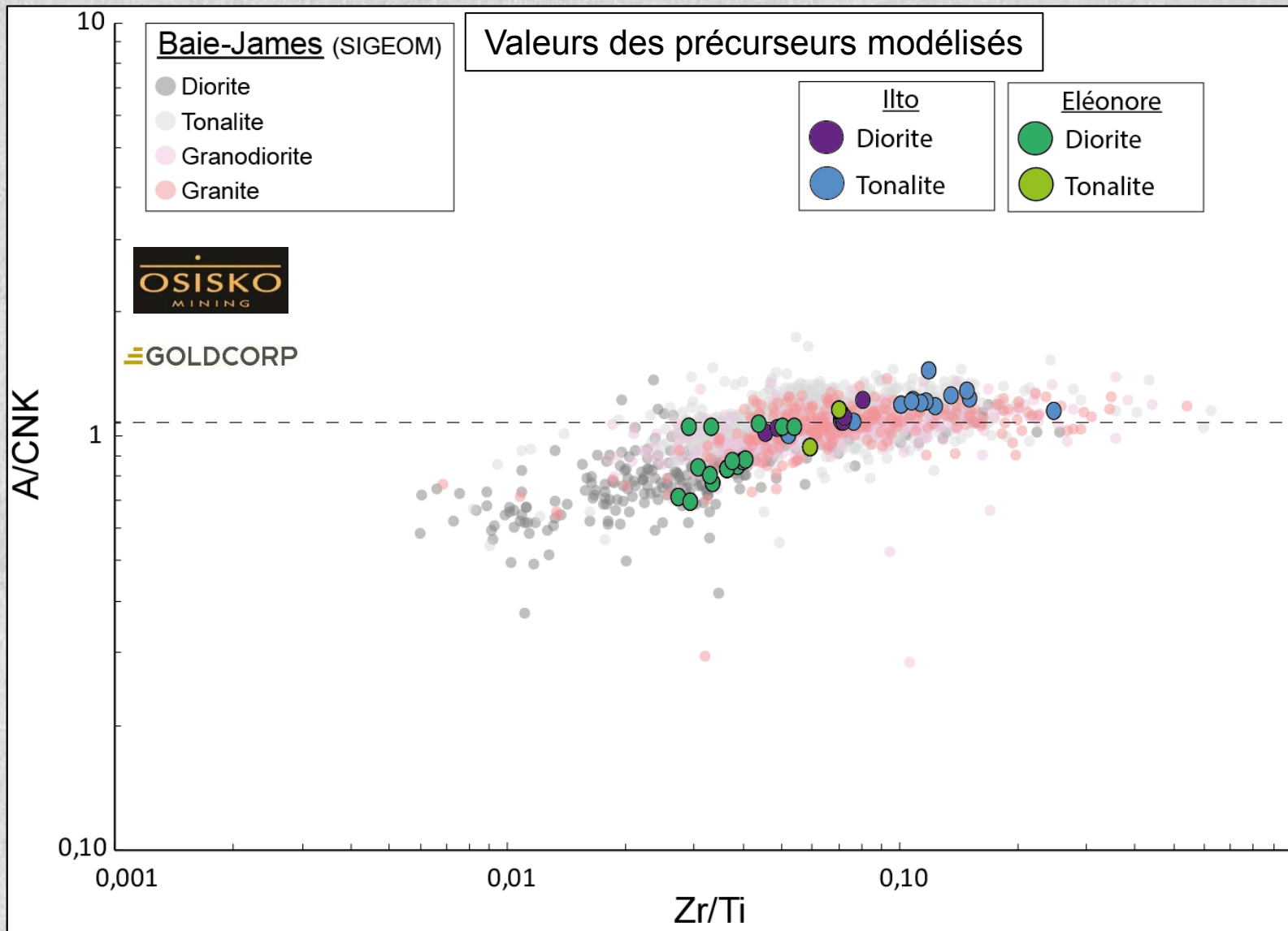
GUIDE D'EXPLORATION POUR LES GRANITOIDES À LA BAIE-JAMES

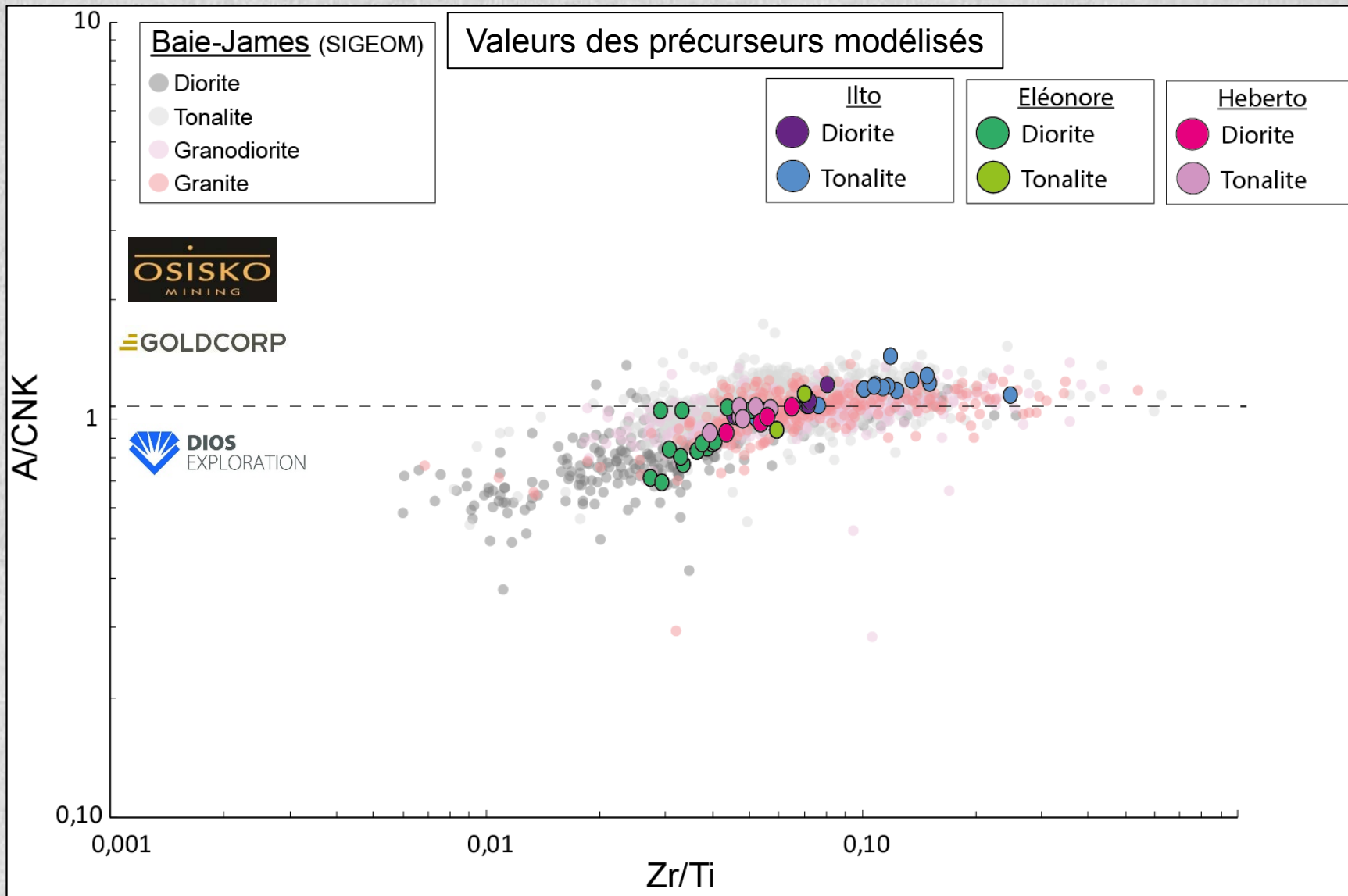
Intégration des données

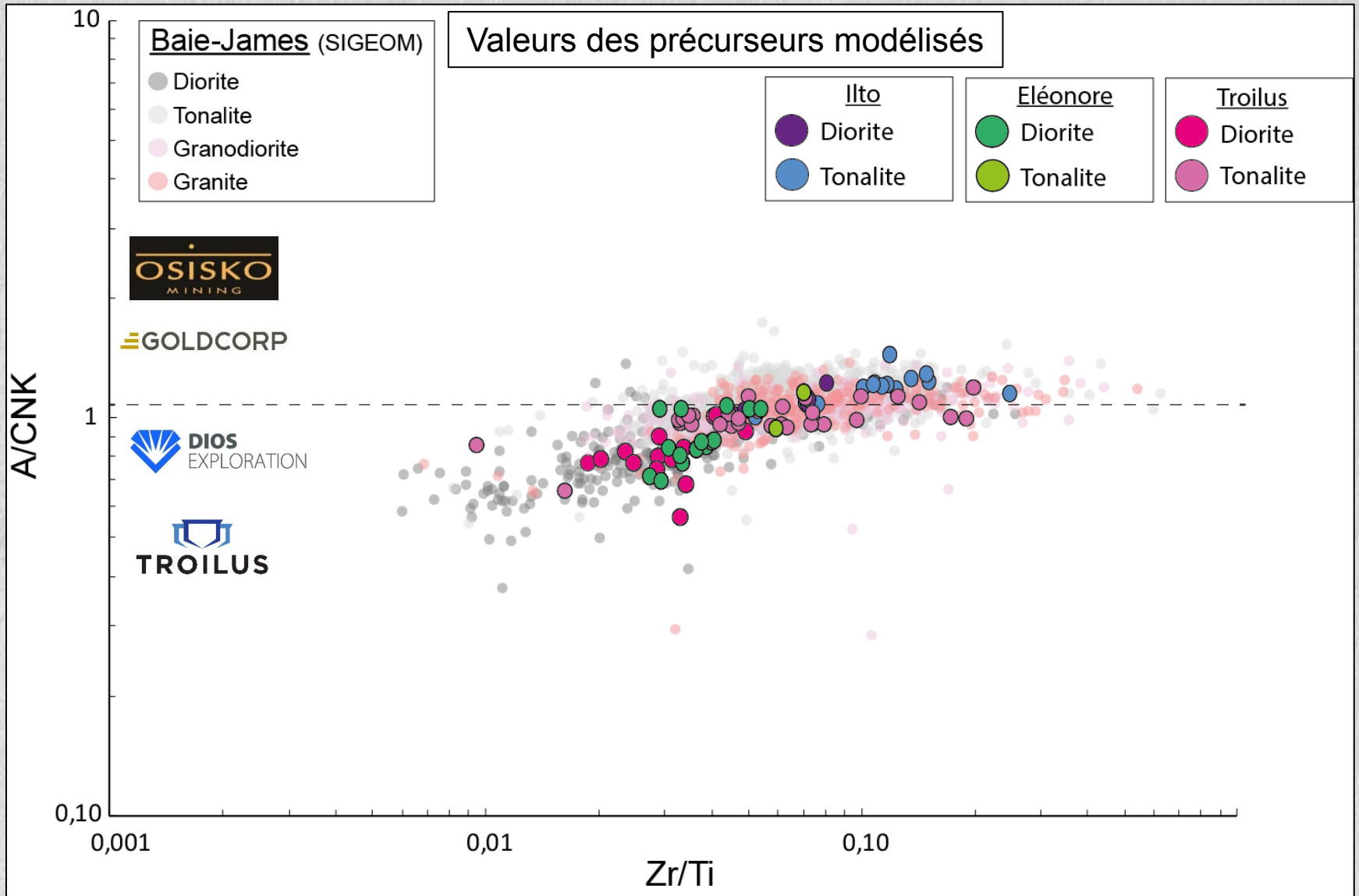


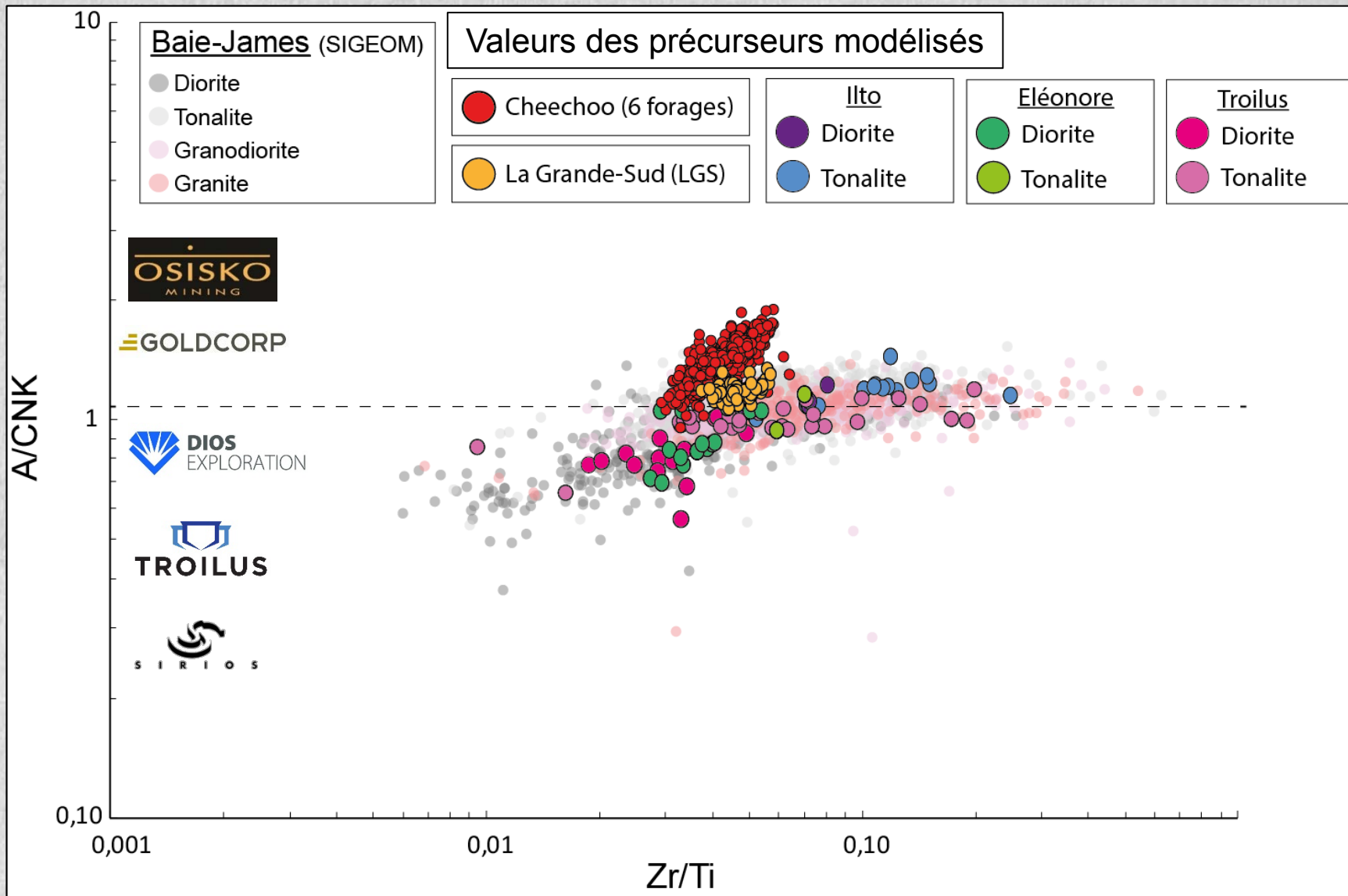








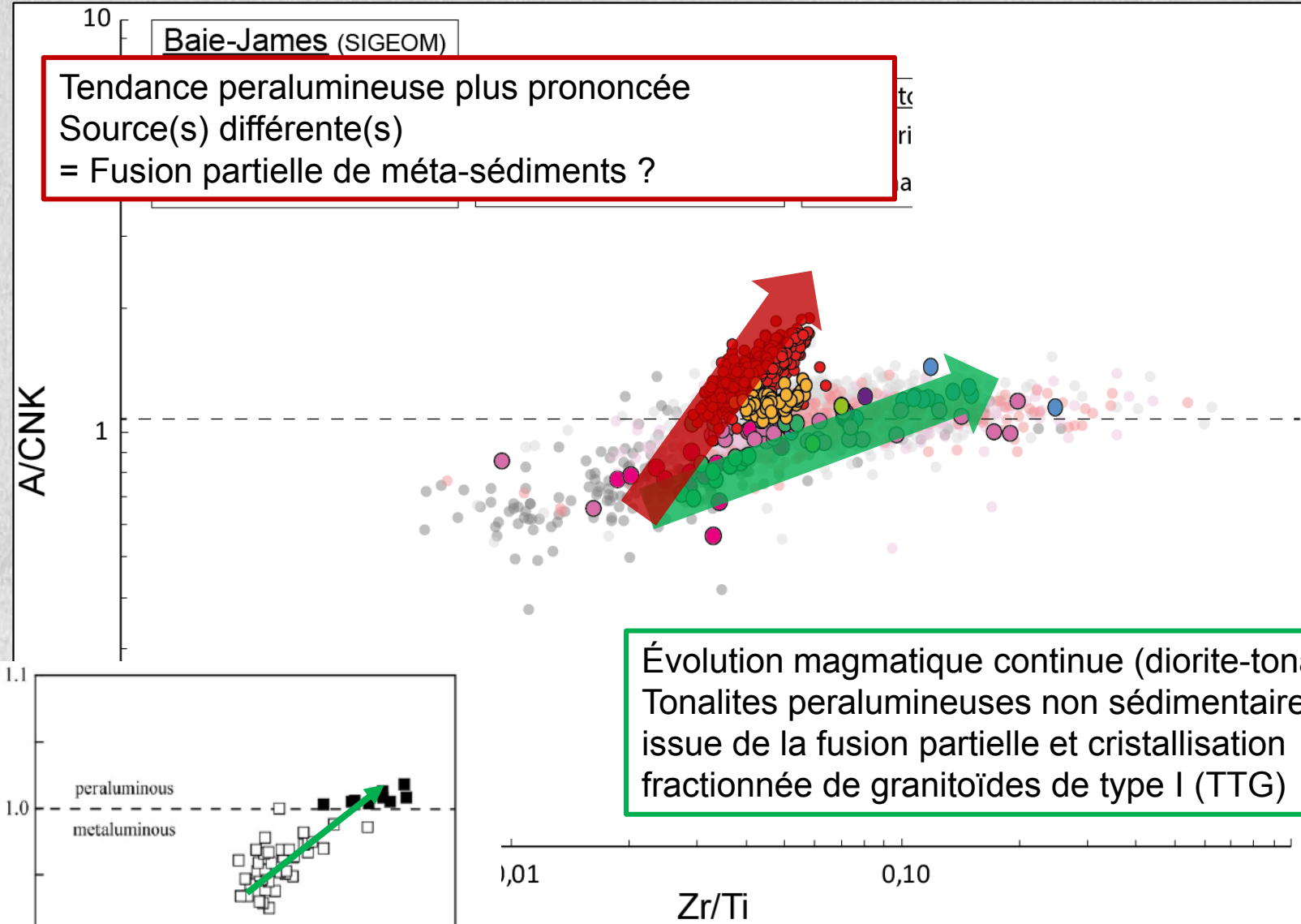




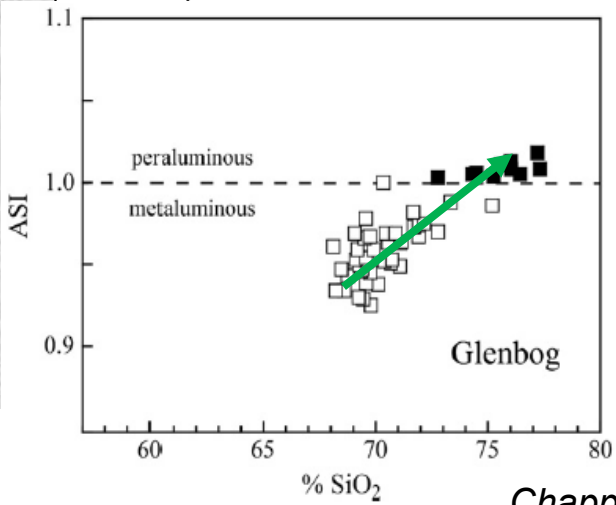
Baie-James (SIGEOM)

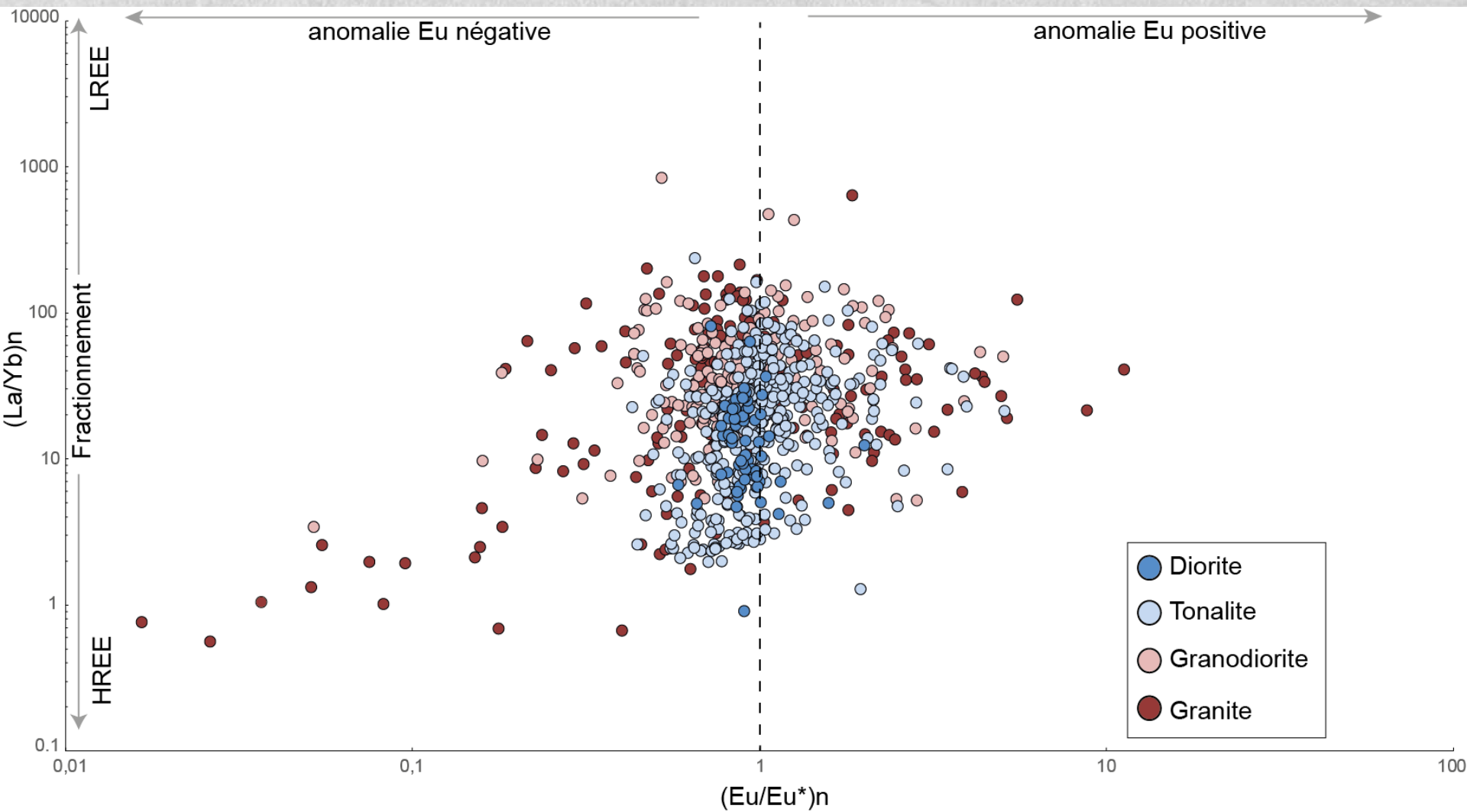
Tendance peralumineuse plus prononcée
Source(s) différente(s)
= Fusion partielle de méta-sédiments ?

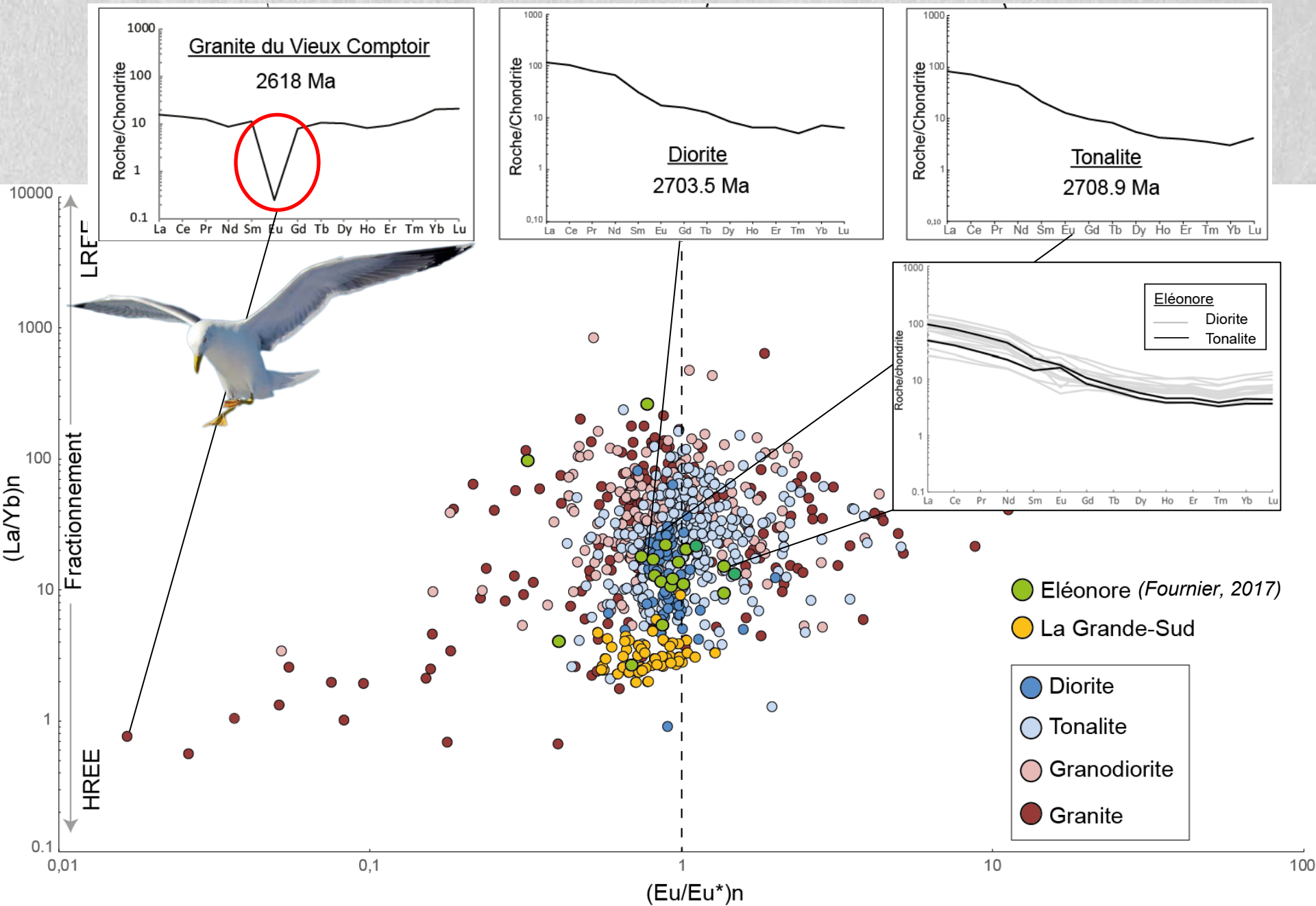
A/CNK

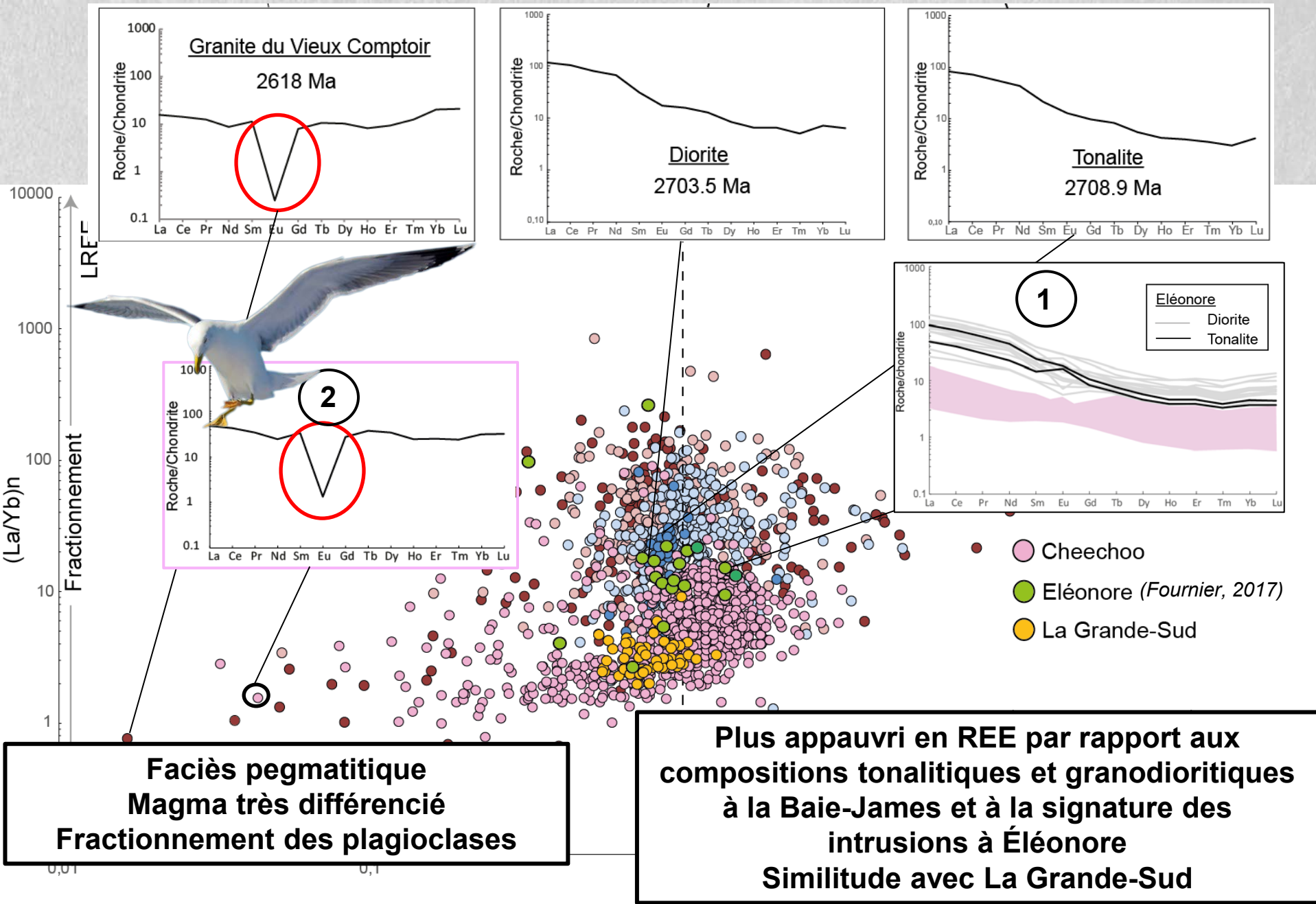


Évolution magmatique continue (diorite-tonalite)
Tonalites peralumineuses non sédimentaire,
issue de la fusion partielle et cristallisation
fractionnée de granitoïdes de type I (TTG)









Synthèse Géochimie

- **Cheechoo = signature différente de l'évolution magmatique classique à la Baie-James**
- **Granodiorite à tendance peralumineuse et appauvrie en REE**
- **Métasomatisme sodique**
- **Très fortes similitudes entre Cheechoo et la tonalite de La Grande-Sud**
- **Faciès plus différenciés = Granite pegmatitique similaire au Vieux-Comptoir (2618 Ma)**

PLAN

CONTEXTE

(géologie, géochronologie, métallogénie)

QU'EST-CE QUE CHEECHOO ?

LES GRANITOIDES À LA BAIE-JAMES



GEOCHIMIE

(peralcalinité, altération, différenciation etc)

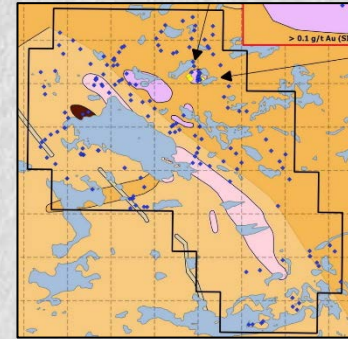
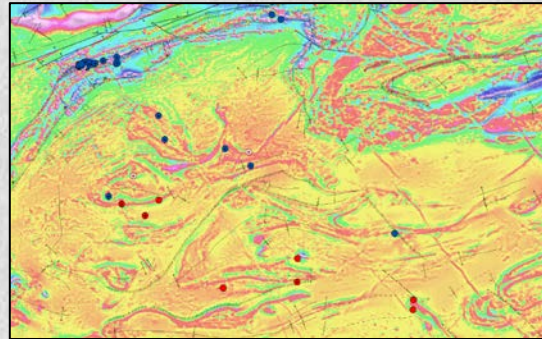
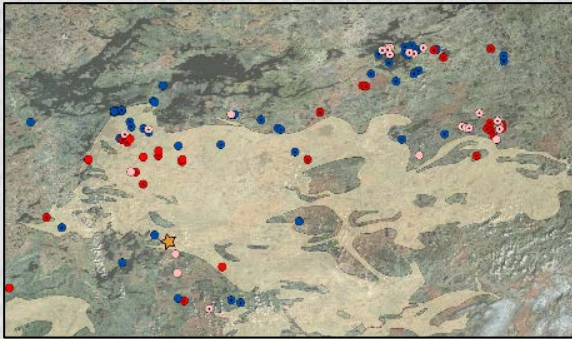
Énergie et Ressources
naturelles
Québec

PRESSION DE CRISTALLISATION

Estimation des profondeurs

GUIDE D'EXPLORATION POUR LES GRANITOIDES À LA BAIE-JAMES

Intégration des données



Estimation of crystallization pressure of granite intrusions
 Xue-Ming Yang
 Manitoba Geological Survey, 360-1395 Ellice Avenue, Winnipeg, Manitoba R3G 3P2, Canada

ARTICLE INFO
 Article history:
 Received 21 March 2017
 Accepted 18 June 2017
 Available online 23 June 2017
 Keywords:
 CIPW normative quartz, albite, orthoclase
 Crystallization pressure
 Emplacement depth
 Granite

ABSTRACT
 A numerical method is presented to estimate the crystallization pressure of granite intrusions based on two polynomial equations obtained by an analysis of the existing haplogranite ternary phase diagram and associated dataset. The results indicate that the pressure is correlated respectively with normative quartz (Qtz) content and with normative albite (Ab) plus orthoclase (Or) contents of granitic rocks as follows.

$$P = -0.2426 \times (Qtz)^3 + 26.392 \times (Qtz)^2 - 980.74 \times (Qtz) + 12563 \quad (1)$$

$$P = 0.2426 \times (Ab + Or)^3 - 46.397 \times (Ab + Or)^2 + 2981.3 \times (Ab + Or) - 64224 \quad (2)$$

(R² = 0.9943)

Simple d'utilisation à partir de la chimie roche totale et du calcul des CIPW quartz, albite et orthose.
 Méthode testée et validée sur les granitoïdes type TTG en Abitibi

$$P \text{ (MPa)} = -0.2426 \times (Qtz)^3 + 26.392 \times (Qtz)^2 - 980.74 \times (Qtz) + 12563$$

$$P \text{ (MPa)} = 0.2426 \times (Ab + Or)^3 - 46.397 \times (Ab + Or)^2 + 2981.3 \times (Ab + Or) - 64224$$



- Ne fonctionne pas pour les compositions atypiques de type alcalines (K ou Na) et les plutons moins évolués (ex: diorite)
- Altérations hydrothermales (Si, Na et K mobiles !)

Calcul effectués sur les échantillons modélisés de tonalite, granodiorite et granite

Estimation of crystallization pressure of granite intrusions

Xue-Ming Yang
 Manitoba Geological Survey, 360-1395 Ellice Avenue, Winnipeg, Manitoba R3G 3P2, Canada

ARTICLE INFO

Article history:
 Received 21 March 2017
 Accepted 18 June 2017
 Available online 23 June 2017

Keywords:
 CIPW normative quartz, albite, orthoclase
 Crystallization pressure
 Emplacement depth
 Granite

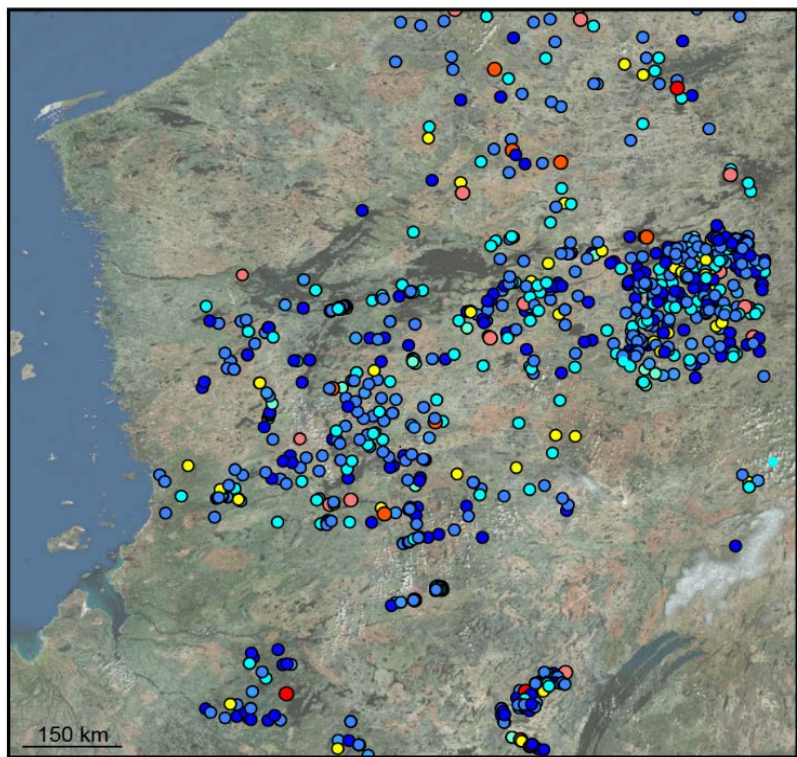
ABSTRACT

A numerical method is presented to estimate the crystallization pressure of granite intrusions based on two polynomial equations obtained by an analysis of the existing haplogranite ternary phase diagram and associated dataset. The results indicate that the pressure is correlated respectively with normative quartz (Qtz) content and with normative albite (Ab) plus orthoclase (Or) contents of granitic rocks as follows.

$$P = -0.2426 \times (Qtz)^3 + 26.392 \times (Qtz)^2 - 980.74 \times (Qtz) + 12563 \quad (1)$$

$$P = 0.2426 \times (Ab + Or)^3 - 46.397 \times (Ab + Or)^2 + 2981.3 \times (Ab + Or) - 64224 \quad (2)$$

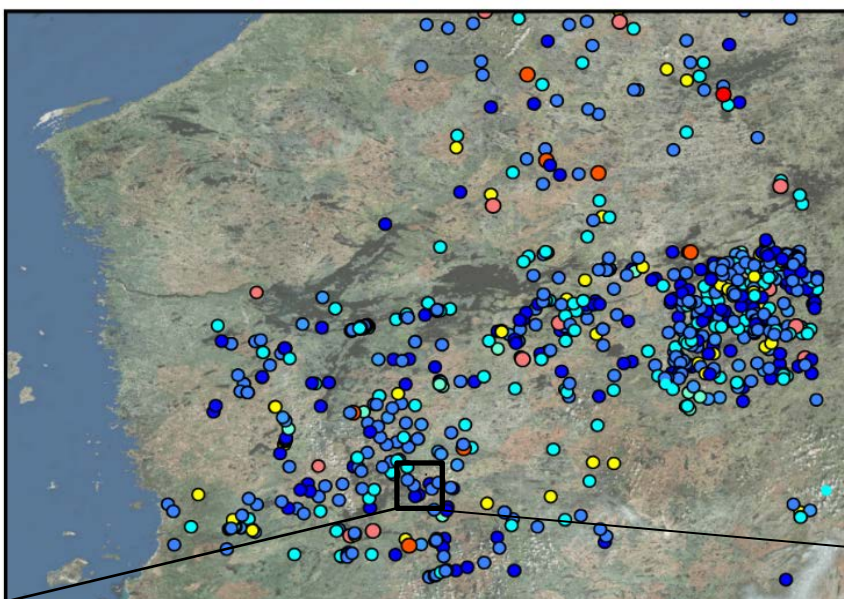
($R^2 = 0.9943$)



< 4km

~10km

~ 500 échantillons compatibles avec la méthode de Yang (2017)



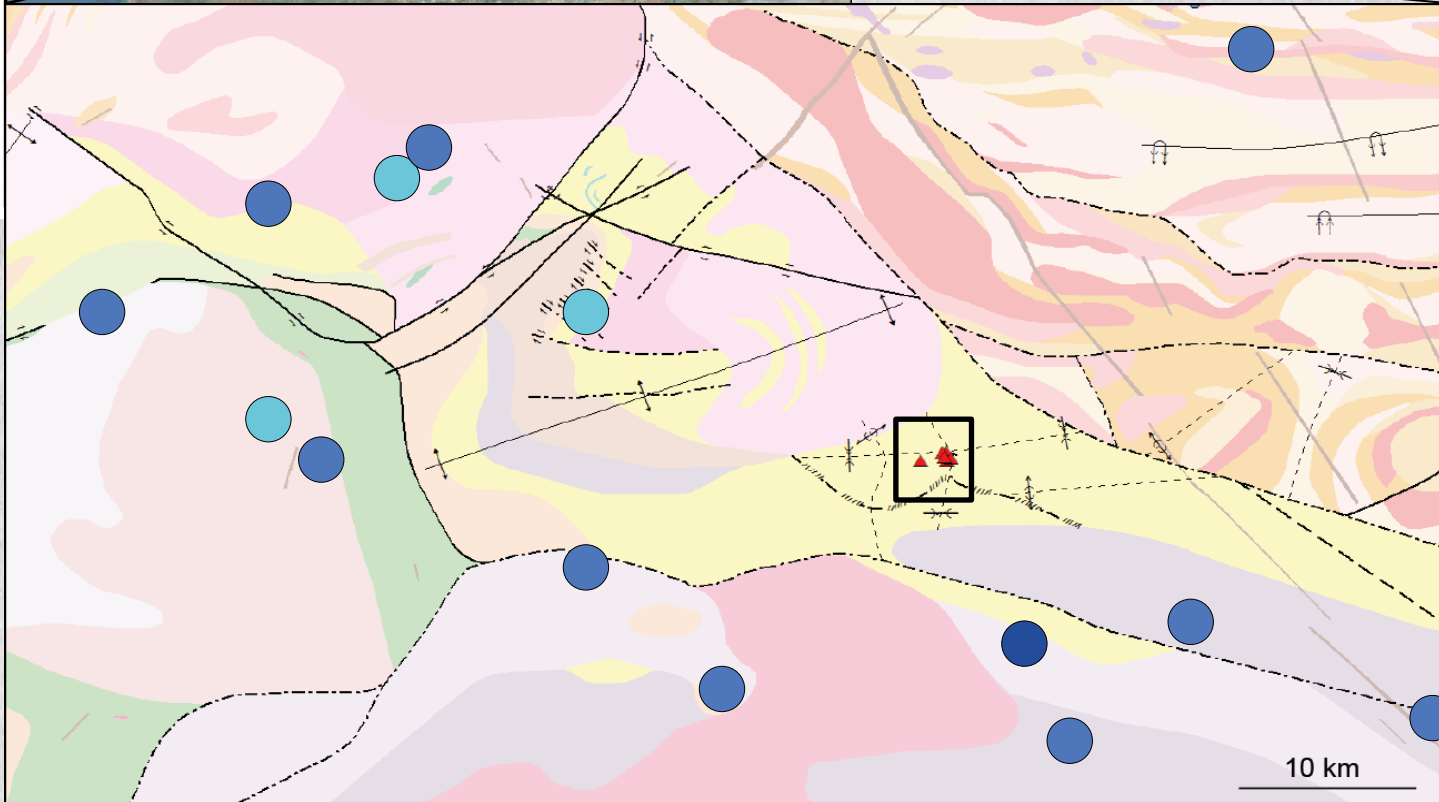
Quelle est la pression à Cheechoo ?

Géochimie particulière du pluton incompatible avec les équations de Yang (2017) malgré la modélisation

Secteur Cheechoo

(feuille 33C09 et 33B12)

= de 97 à 225 MPa (soit 0.97 à 2.25 kbar)



Pressions de cristallisation

- < 100 MPa
- 100-200 MPa
- 200-300 MPa

▲ Forages Cheechoo

— Faille

- - - Faille indéterminée

↕ Synclinal

↕ Anticlinal

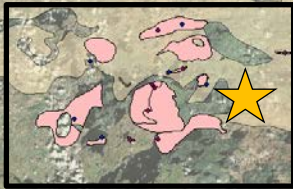
////// Cisaillement régional

10 km

Potentiel Porphyre Au-Cu (2011-07, S. Faure)

Ciblages d'intrusions fertiles en terrains de haut grade métamorphique

- Banque de données lithogéochimiques de porphyres minéralisés Au-Cu dans le monde
- Dans lithomodeleur, réseaux de neurones entraînés sur la banque de données (4465)



Potentiel Porphyre Au-Cu (2011-07, S. Faure)

Ciblages d'intrusions fertiles en terrains de haut grade métamorphique

- Banque de données lithogéochimiques de porphyres minéralisés Au-Cu dans le monde
- Dans lithomodeleur, réseaux de neurones entraînés sur la banque de données (4465)

Cheechoo

89% des échantillons testés répondent positivement au test de fertilité

= critères géochimiques comparables aux critères sélectionnés à partir des porphyres Au-Cu mondiaux



PLAN

CONTEXTE

(géologie, géochronologie, métallogénie)

QU'EST-CE QUE CHEECHOO ?

LES GRANITOIDES À LA BAIE-JAMES



GEOCHIMIE

(peralcalinité, altération, différenciation etc)

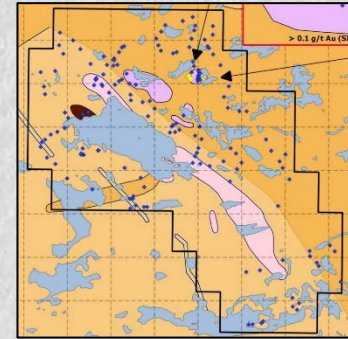
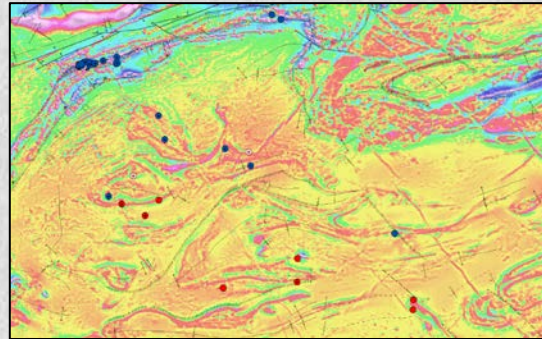
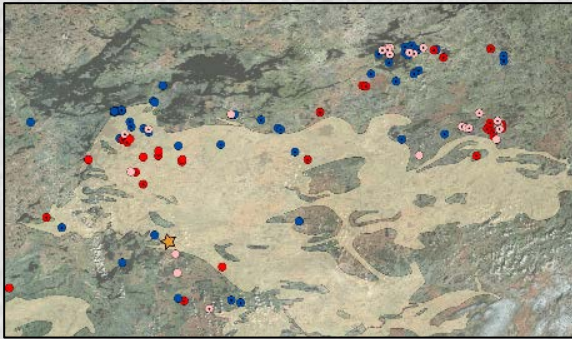
Énergie et Ressources
naturelles
Québec

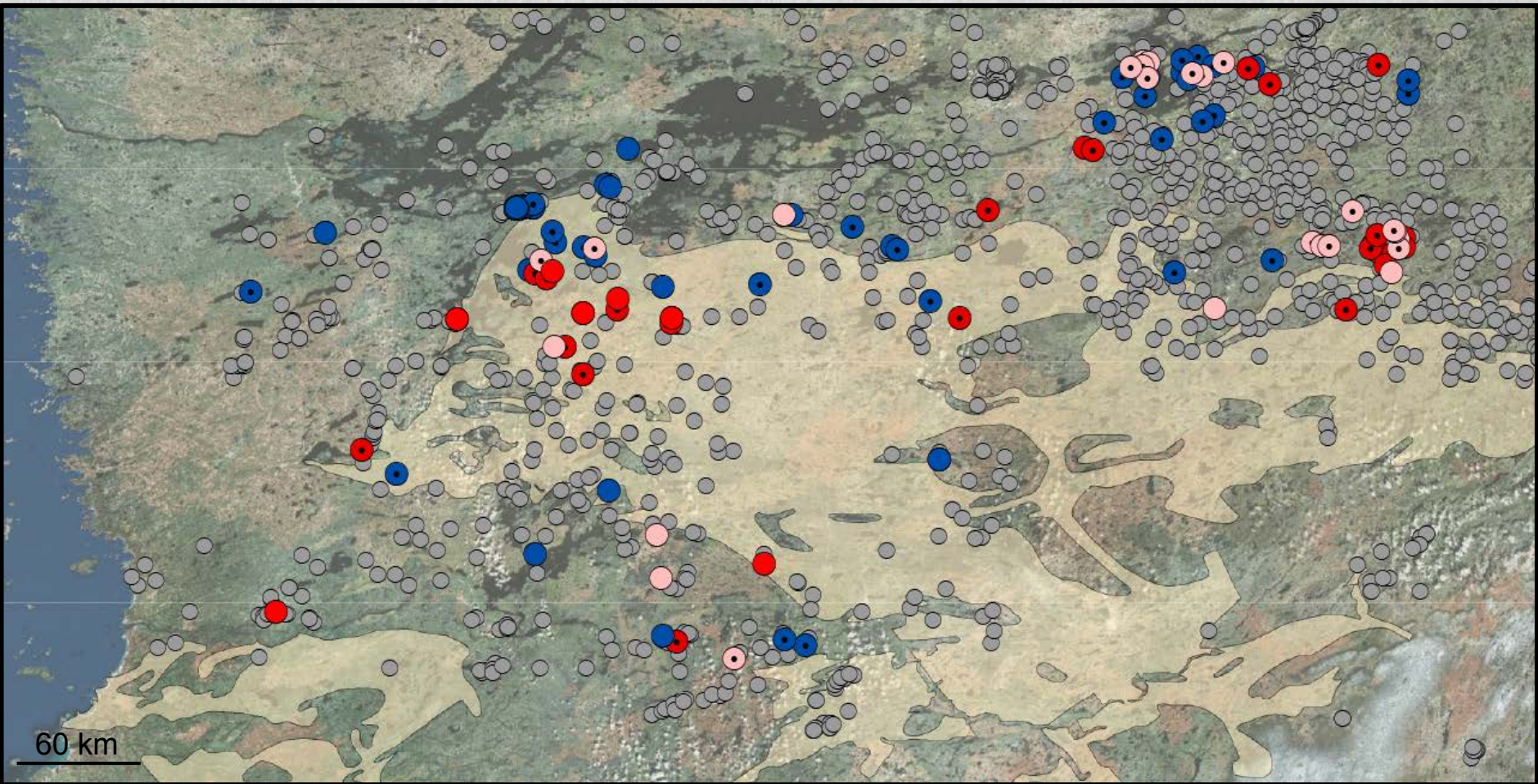
PRESSION DE CRISTALLISATION

Estimation des profondeurs

GUIDE D'EXPLORATION POUR LES GRANITOIDES À LA BAIE-JAMES

Intégration des données





Cibles minéraux normatifs

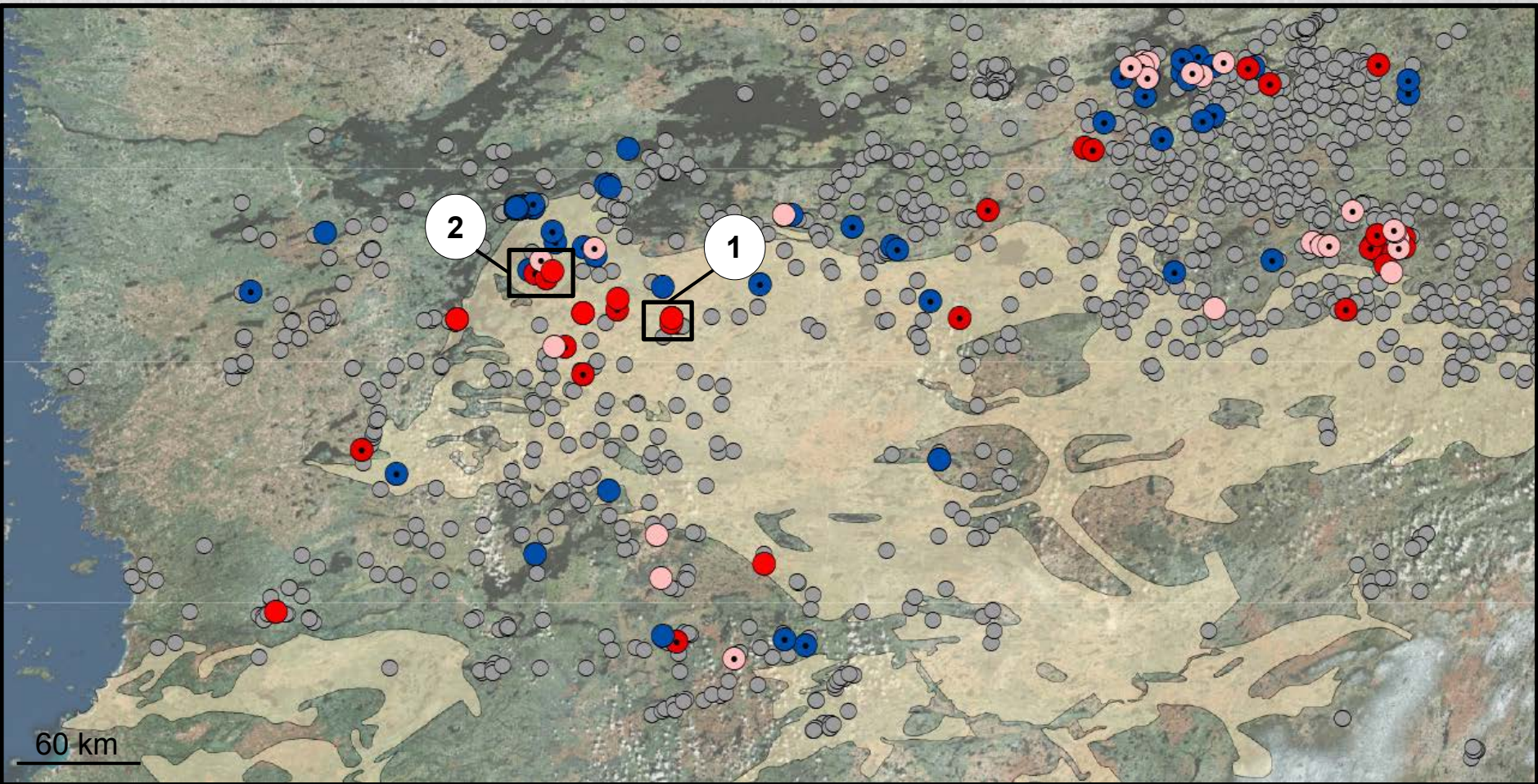
- Tonalite
- Granodiorite
- Granite

Cibles BM SiO₂-Na₂O

- Tonalite
- Granodiorite
- Granite

Répartition des cibles potentielles de granitoïdes ayant une signature comparable à Cheechoo

Échantillons SIGEOM (tonalite, granodiorite, granite)



Cibles minérales normatifs

- Tonalite
- Granodiorite
- Granite

Cibles BM SiO₂-Na₂O

- Tonalite
- Granodiorite
- Granite

Nouveaux claims

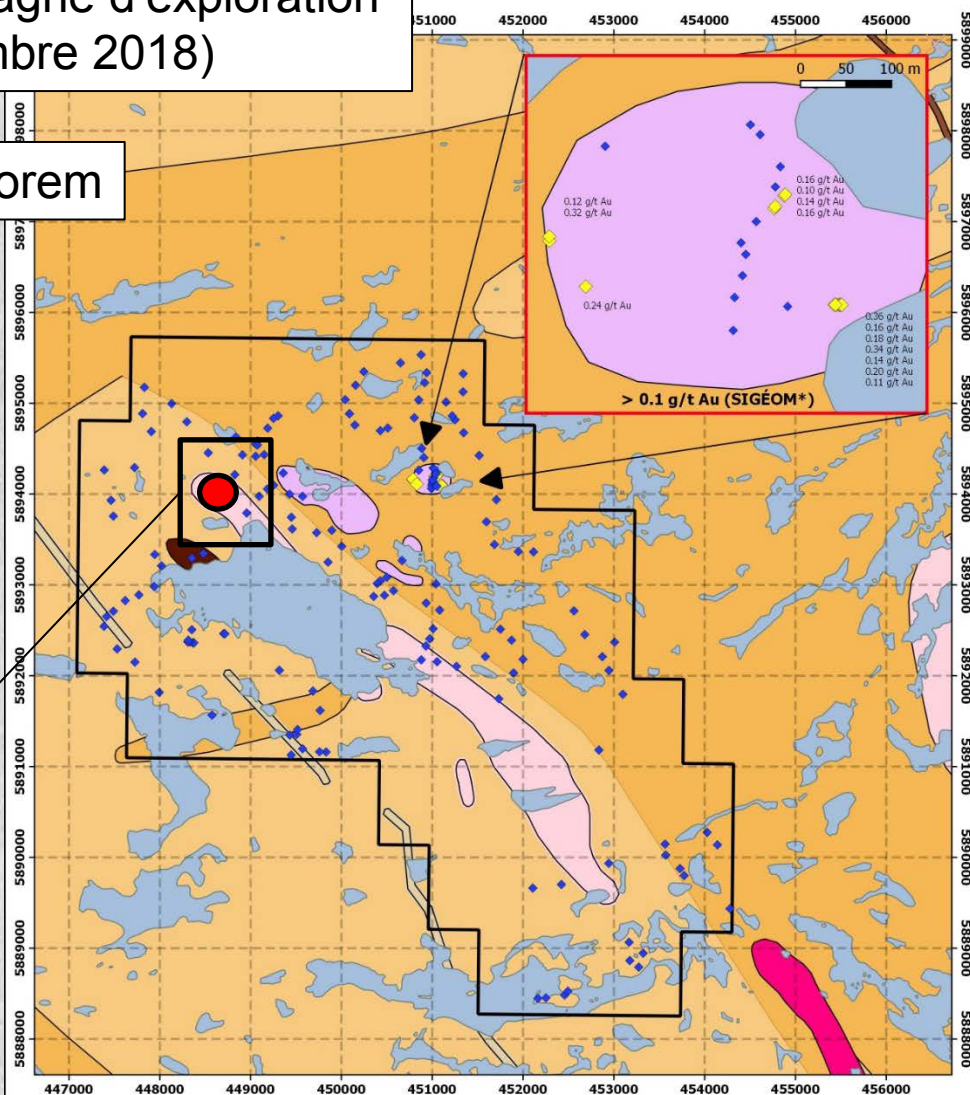
- 1 – Keoz (secteur de priorité 1)**
- 2- Amikap (secteur de priorité 2)**

Secteur 1: Propriété Keoz



Nouvelle campagne d'exploration
(septembre 2018)

● Cibles Consorem



Granite pegmatitique du Vieux Comptoir
(Qz, Felds, biotite, magnétite)

Crédit photo: Daniel Boudreau

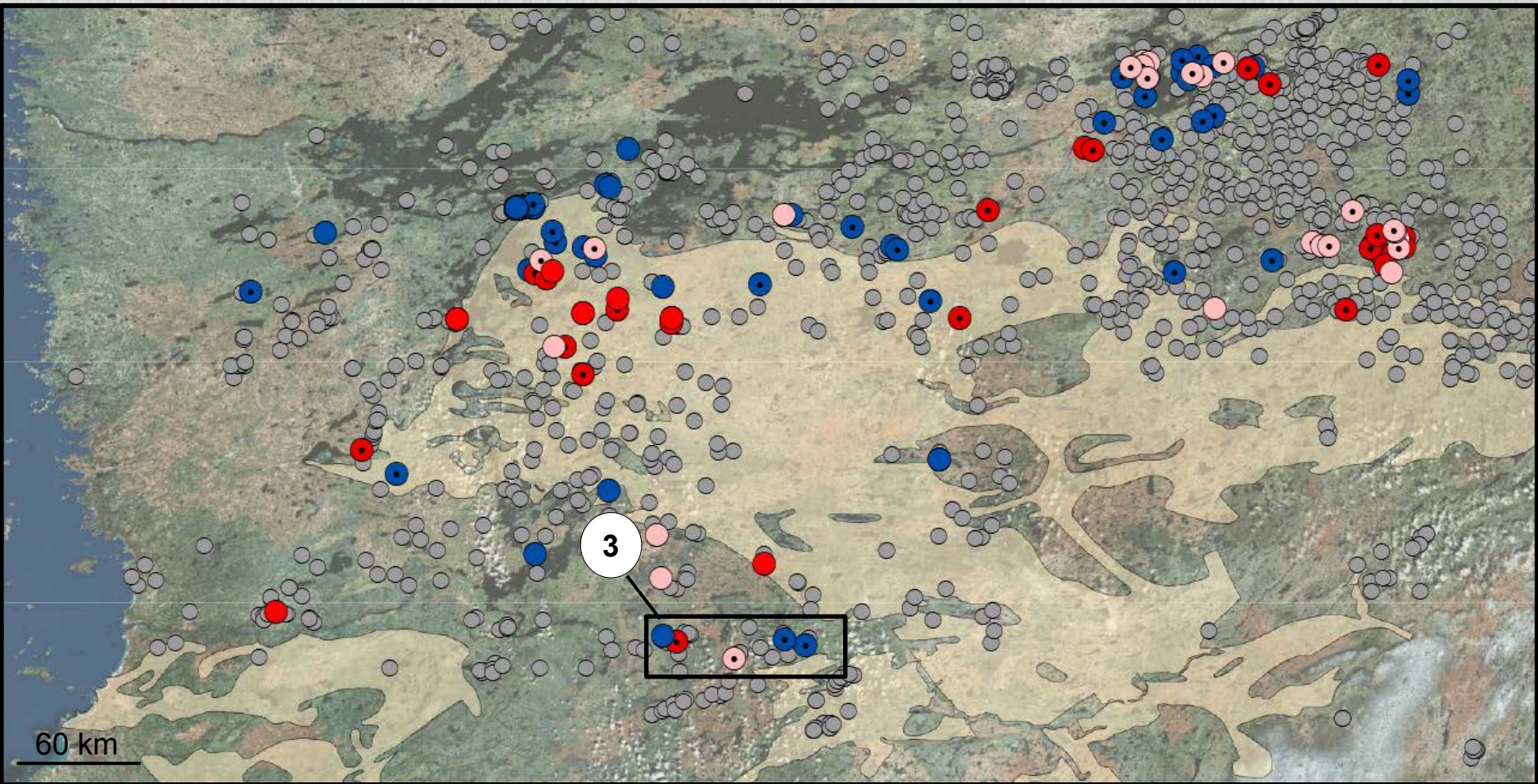
PROJET KEOZ
Eeyou Istchee Baie-James, Québec

Prospection Sirius

www.sirios.com 0 1 2 km TSX-V: SOI 2018-11-06 / NAD83 UTM18 / D. Boudreau, géo.

<ul style="list-style-type: none"> Propriété Keoz Echantillon Sirius Faïlle régionale > 0.1 g/t Au 	<ul style="list-style-type: none"> M20 (M4) I1B, BO, MG I3 I4G [ME] 	<ul style="list-style-type: none"> M4 (S3), BO I3 [ME] I3B I1D, BO, MG
---	---	--

Modifiée de Goutier et al. 2002



Cibles minéraux normatifs

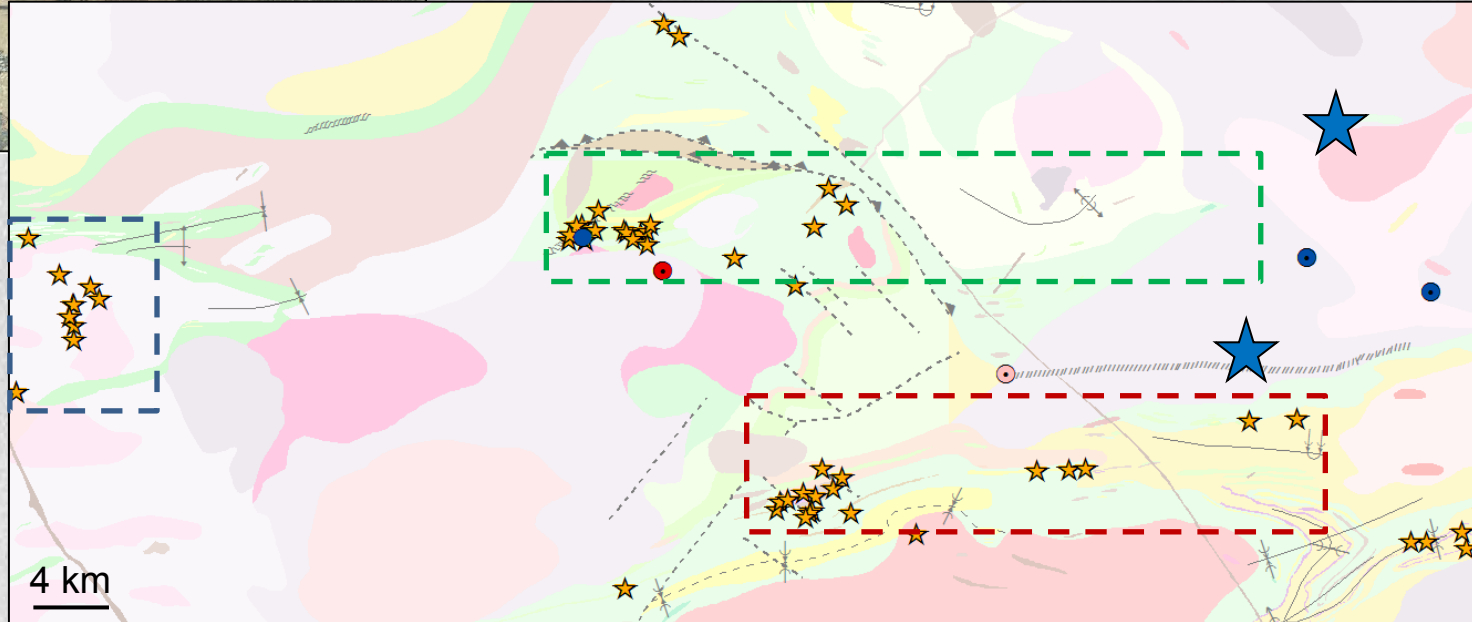
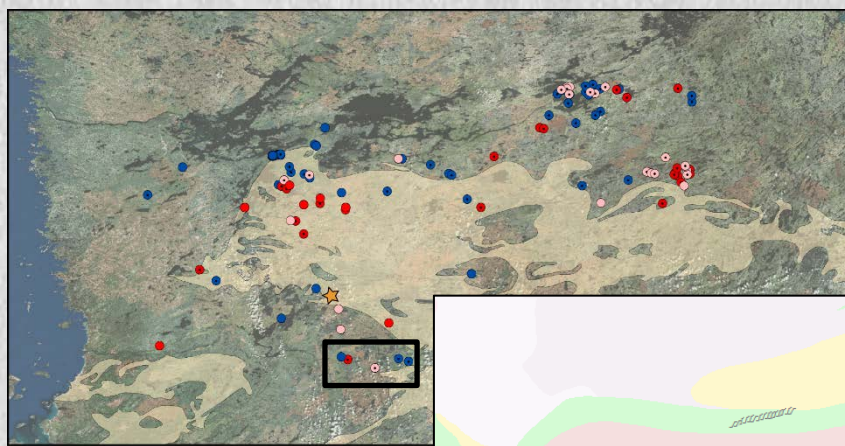
- Tonalite
- Granodiorite
- Granite

Cibles BM SiO₂-Na₂O

- Tonalite
- Granodiorite
- Granite

**Secteur Eau Claire
(Feuille 33B04)**

Secteur Eau Claire (Feuille 33B04)



★ Indices aurifères

★ Datation

Tonalite 2720-2700 Ma
Granite 2697-2676 Ma

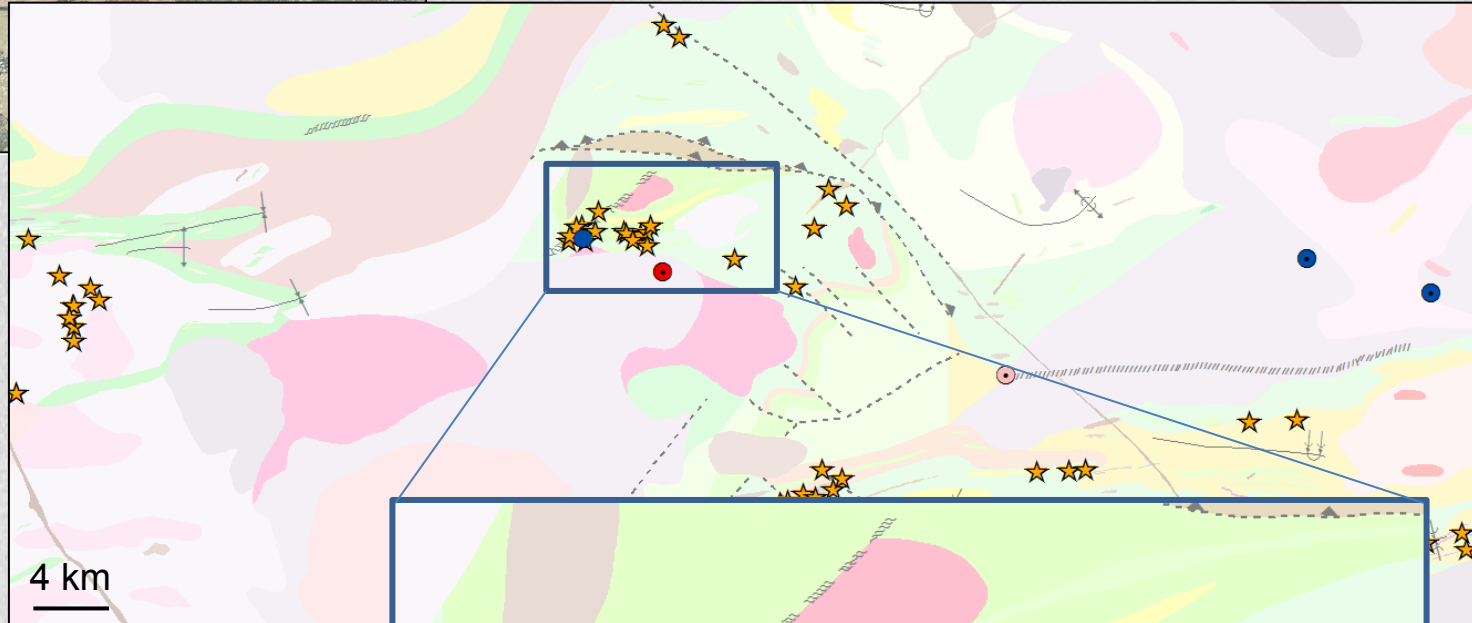
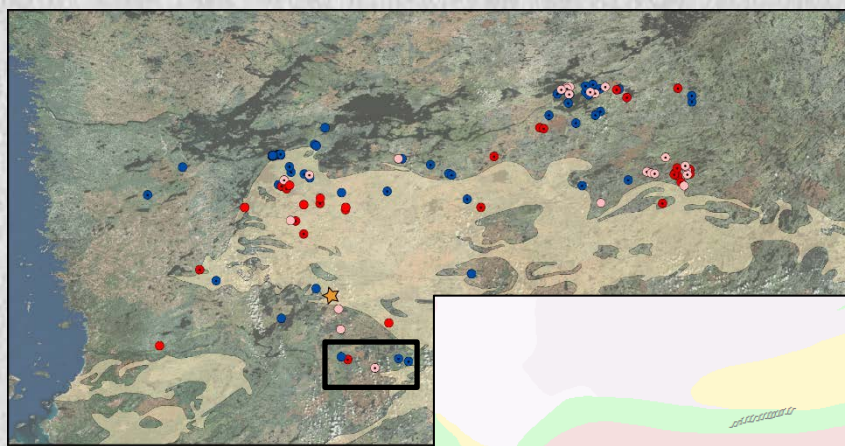
Projet Au 33 - Dios

Projet Eau Claire-
Eastmain Resources

Goldcorp/Azimut

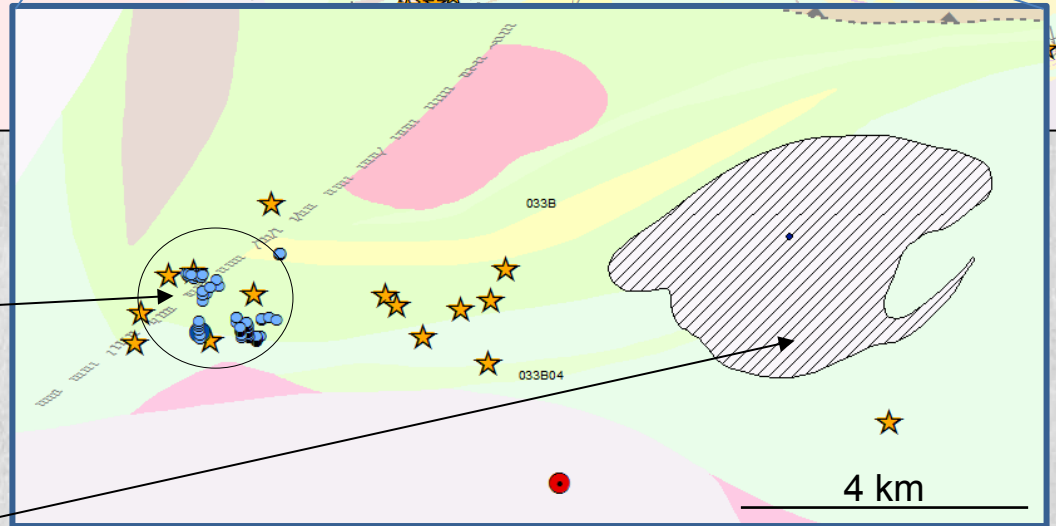
1 éch. granites (Batholite de Casey)
1 éch. granodiorite (Batholite de Village)
3 éch. tonalites (Batholite de Village)

Secteur Eau Claire (Feuille 33B04)

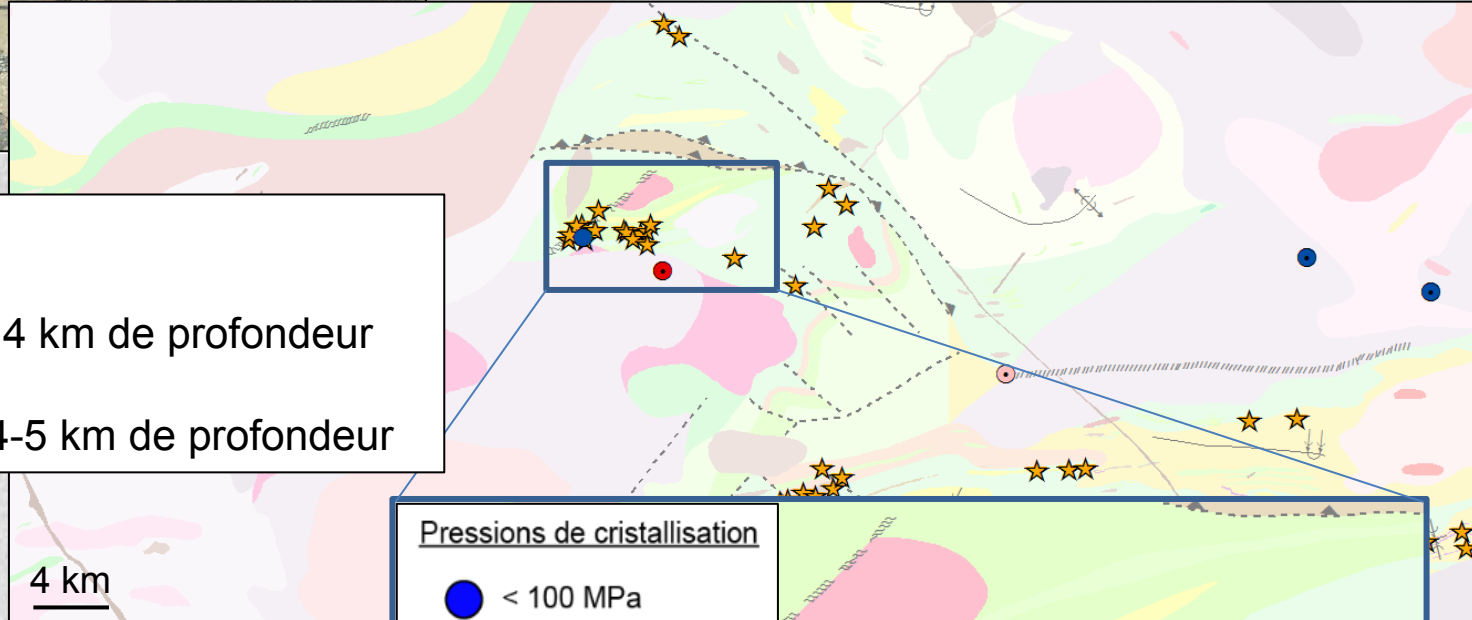
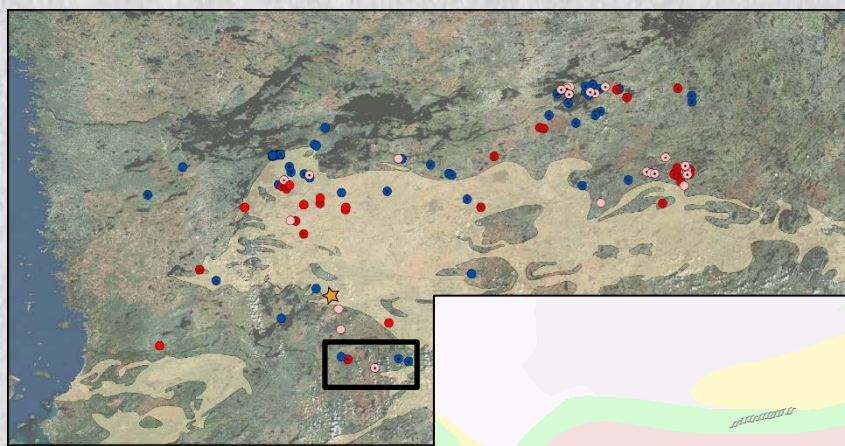


Projet 2015-02, L. Bigot.
Anomalie **Au-As-Ag-Sb-Be-Sn-SiO₂**

Projet 2011-07, S. Faure.
Cible favorable porphyre **Au-Cu**
Réseaux de neurones robustes
Pluton de Labyrinthe



Secteur Eau Claire (Feuillet 33B04)



Eau Claire

Granite: 0,36 kbar, < 4 km de profondeur

Tonalite: 1,7 kbar, ~ 4-5 km de profondeur

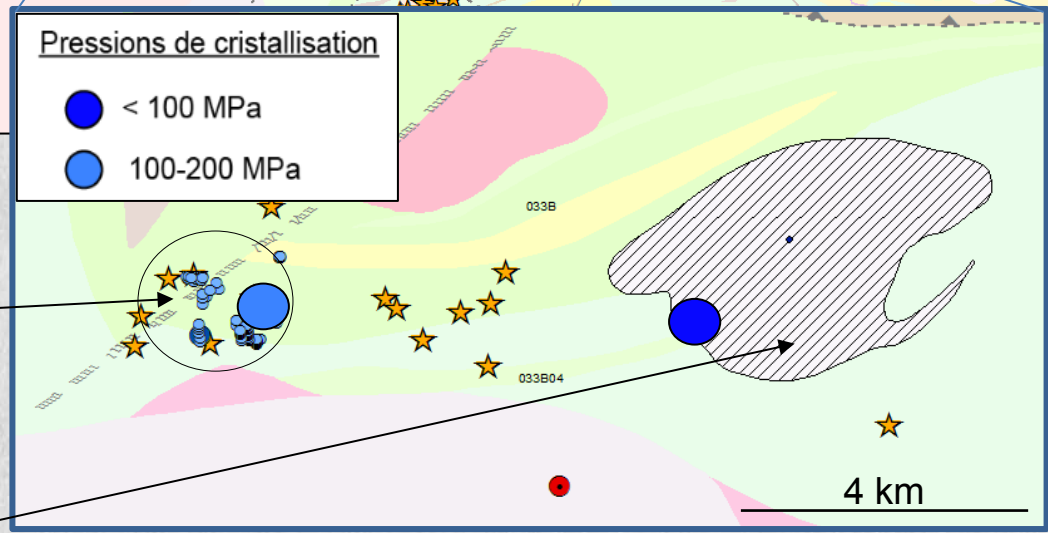
4 km

Pressions de cristallisation

- < 100 MPa
- 100-200 MPa

Projet 2015-02, L. Bigot.
Anomalie **Au-As-Ag-Sb-Be-Sn-SiO₂**

Projet 2011-07, S. Faure.
Cible favorable porphyre **Au-Cu**
Réseaux de neurones robustes
Pluton de Labyrinthe



Secteur Eau Claire (Feuille 33B04)

Veine Qz-Cb-Tr dans CRV
Style orogénique, contrôle structural
Potentiel associé aux intrusions ?

Eau Claire

Granite: 0,36 kbar, < 4 km de profondeur

Tonalite: 1,7 kbar, ~ 4-5 km de profondeur

4 km

Pressions de cristallisation

- < 100 MPa
- 100-200 MPa

Projet 2015-02, L. Bigot.
Anomalie **Au-As-Ag-Sb-Be-Sn-SiO₂**

Projet 2011-07, S. Faure.
Cible favorable porphyre **Au-Cu**
Réseaux de neurones robustes
Pluton de Labyrinthe

4 km

Conclusion

- Signatures différentes de l'évolution magmatique régionale classique à la Baie-James
- Fortes similitudes avec La Grande-Sud

- Composition peralumineuse
- Influence méta-sédimentaire ??
- Granodiorite tardive initialement sodique + métasomatisme sodique
- Granite pegmatitique similaire à la signature du Vieux Comptoir (2618 Ma)
- Pegmatite plus riche en K

- Secteur Cheechoo = potentiel porphyrique, pression de cristallisation faible, profondeur 4-8 km
- 230 cibles potentielles dont 50 cibles locales référencées
- Prise de position de Sirios, campagne d'exploration amorcée

Conclusion

- Signatures différentes de l'évolution magmatique régionale classique à la Baie-James
- Fortes similitudes avec La Grande-Sud

- Composition peralumineuse
- Influence méta-sédimentaire ??
- Granodiorite tardive initialement sodique + métasomatisme sodique
- Granite pegmatitique similaire à la signature du Vieux Comptoir (2618 Ma)
- Pegmatite plus riche en K

- Secteur Cheechoo = potentiel porphyrique, pression de cristallisation faible, profondeur 4-8 km
- 230 cibles potentielles dont 50 cibles locales référencées
- Prise de position de Sirios, campagne d'exploration amorcée

Baie-James vs Abitibi

- Nombreuses albitites recensées en Abitibi (2676-2672 Ma) = compositions très différentes et timing différent
- Aucune intrusion sodique connue en Abitibi aussi jeune que Cheechoo
- Présence de vieux socle à la BJ (3,4 Ga gneiss tonalitique, Complexe Langelier; 2,8 Ga tonalite proche Ilto) et compositions plus peralumineuse (influence des méta-sédiments ?)

- Remise au goût du jour du combo pluton, altération sodique et minéralisations aurifères !

A photograph of a seagull in flight, wings spread, flying over a large, grey, rocky outcrop. The background shows a forest of trees with some autumn-colored foliage. The word "MERCI !" is superimposed in large, bold, black letters over the center of the image.

MERCI !

Baie-James vs Abitibi

- Nombreuses albitites recensées en Abitibi (2676-2672 Ma) = compositions très différentes et timing différent
- Aucune intrusion sodique connue en Abitibi aussi jeune que Cheechoo
- Présence de vieux socle à la BJ (3,4 Ga gneiss tonalitique, Complexe Langelier; 2,8 Ga tonalite proche Ilto) et compositions plus peralumineuse (influence des méta-sédiments ?)
- Remise au goût du jour du combo pluton, altération sodique et minéralisations aurifères !