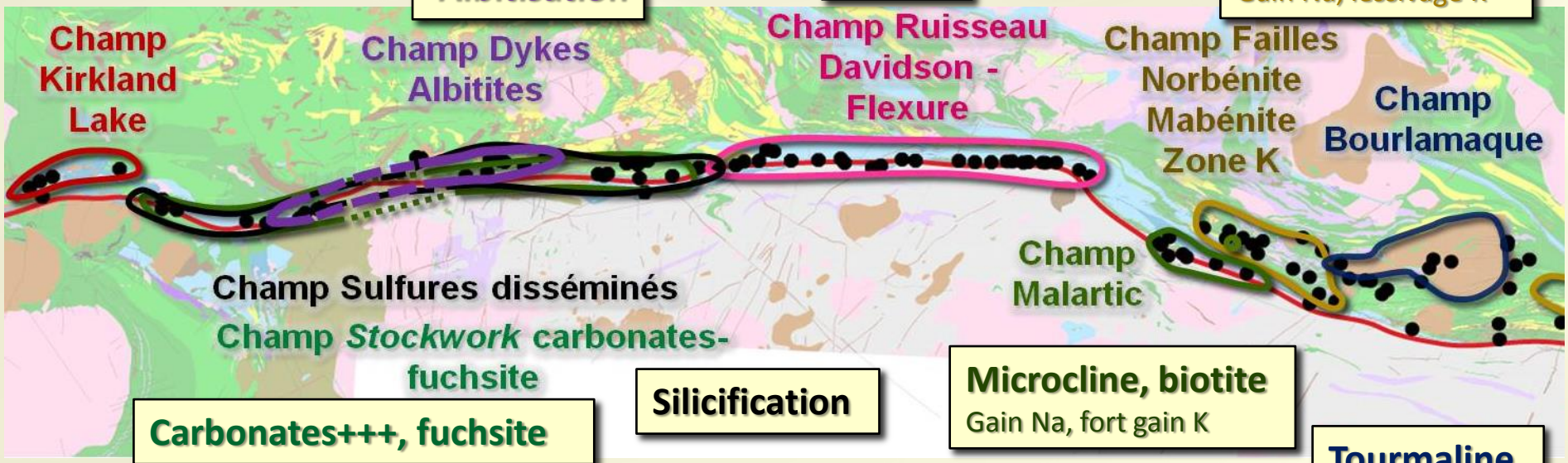
Outils de caractérisation de l'altération en contexte aurifère: application en Abitibi

Ludovic Bigot

Atelier CONSOREM, 17 février 2015, Montréal

Pourquoi traiter de l'altération?



Silice, séricite ± FeldsK

Albitisation

Biotite

Albite en veine
Gain Na, lessivage K

Carbonates+++, fuchsite

Silicification

Microcline, biotite
Gain Na, fort gain K

Tourmaline, scheelite

Projets CONSOREM 2011-01 et 2012-01

OMNIPRÉSENCE de l'altération; variabilité de sa nature, de son intensité, et de son étendue

Pas de <u>portrait quantitatif</u> de l'intensité des altérations à l'échelle régionale (Abitibi)

Outils de traitement existants

Outils	*Avantages*	*Désavantages*
Indice de saturation (albite, séricite, carbonate) Kishida et Kerrich (1987)	• Simple à calculer • Un seul nombre en résultat	• **Dépendance des lithologies** (**sauf pour la saturation en carbonate**) • **Pas d'information sur l'intensité de l'hydrothermalisme** (**sauf pour la saturation en carbonate**)
Minéraux normatifs (NORMAT, Norme Lithomodeleur) Piché et Jébrak (2004) Consorem (2012)	• **Évaluation du CO_2** • Efficace pour détecter les minéraux d'altération en contexte VMS	• **Dépendance des indices d'altération aux lithologies** • Indices d'altération applicables en environnement VMS seulement
Diagramme des éléments majeurs (Box-Plot, ACNK) Large et al. (2001) Nesbitt et Young (1984, 1989)	• Permet d'identifier une tendance d'altération	• **Dépendance limitée aux lithologies** • **Pas d'information sur l'intensité de l'hydrothermalisme** • Pas indicateur du processus métasomatique
Bilans de masse précurseur unique et précurseur modélisé MacLean et al. (1987), Grant (1986), Consorem (2011)	• **Quantifier l'hydrothermalisme** par gain/perte • **Indépendant des lithologies**, facile d'utilisation avec Lithomodeleur	• Nécessite l'analyse de certains éléments traces (Zr, Y, Cr), et connaissance d'un précurseur frais pour les roches alcalines • Ne permet pas de déterminer le type de minéral formé • Non applicable en environnement sédimentaire

D'après Trépanier (2011)

Des outils qui ne fournissent pas les mêmes informations mais qui peuvent être complémentaires

PROBLÉMATIQUE

- Comment caractériser les altérations en contexte aurifère?
- Peut-on identifier des signatures hydrothermales caractéristiques pour certains gîtes d'or, et reconnaître une distribution de champs hydrothermaux en Abitibi?

OBJECTIFS

- Développer un outil de caractérisation sous forme de diagramme: un regard rapide sur la géochimie

  → mieux orienter l'exploration

- Définir des champs géochimiques: quantifier l'hydrothermalisme en Abitibi en relation avec les minéralisations aurifères

Plan de la présentation

1. État des connaissances sur l'altération

2. Outils de caractérisation

3. Application en Abitibi; le cas de Beattie et la synthèse régionale

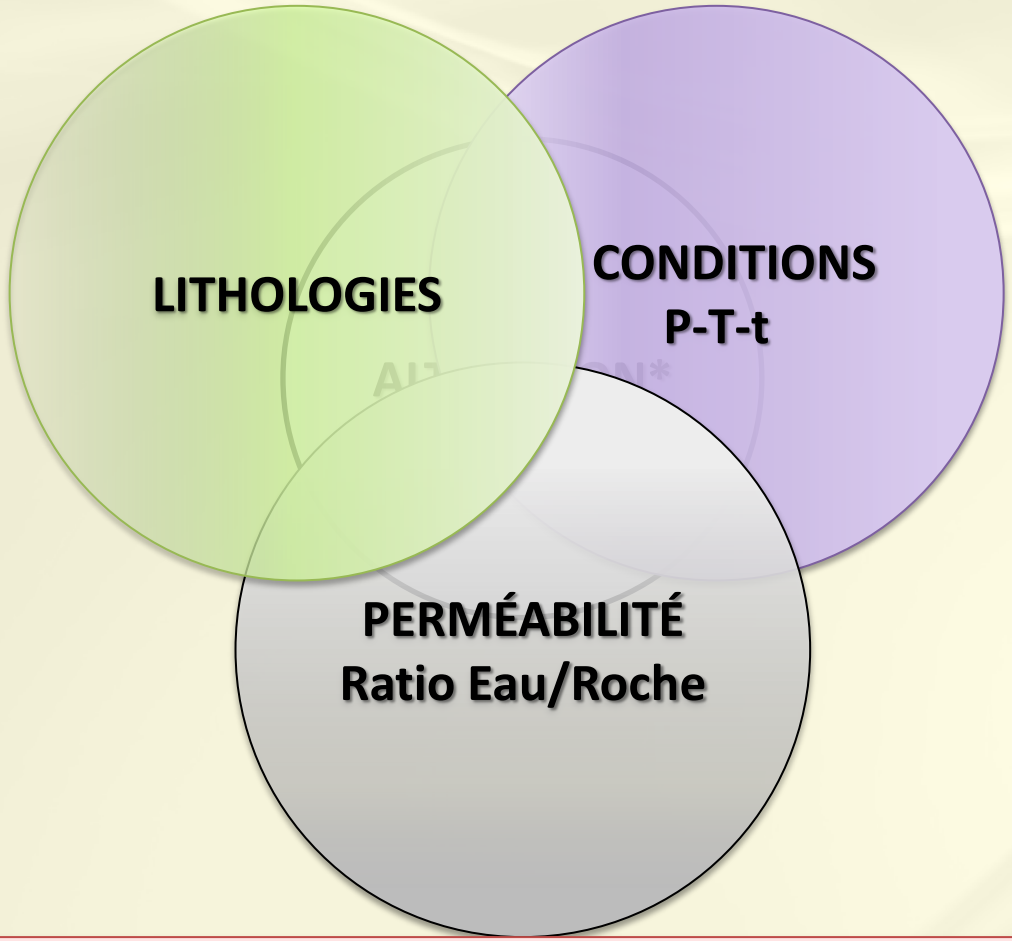
État des connaissances

Pour une composition de fluide constante, la variabilité de l'altération résulte de 3 paramètres interdépendants (Colvine et al., 1984, 1988)

* Nature (e.g., sodique), intensité (e.g., forte), style-distribution (e.g., imprégnation)

État des connaissances

Pour une composition de fluide constante, la variabilité de l'altération résulte de 3 paramètres interdépendants (Colvine et al., 1984, 1988)



Pour développer un outil de caractérisation des altérations, il faut avoir un contrôle sur la contrainte lithologique : BILANS DE MASSE, SATURATION CARBONATE

État des connaissances

	Gisement orogénique	*Gisement associé aux intrusions*
Altération proximale associée à l'or	**Séricite**, Silice, **Calcite**, **Ankérite**, **Sidérite**, Pyrite, **Albite**	**Albite**, **FeldsK**, **Séricite**, Silice, **Fe-Dolomite**, **Calcite**, Pyrite, Hématite
Métasomatisme proximal (gain)	K_2O, LILE, CO_2, S, Na_2O	SiO_2, Na_2O, K_2O, CaO, S, CO_2
Références	Colvine et al., 1984, 1988; Robert, 1986; Groves et al., 2003; Dubé et Gosselin, 2007; Robert et al., 2007	Lang et Baker, 2001; Robert, 2001

Trois altérations dominantes: carbonate, potassique, sodique

Plan de la présentation

1. État des connaissances sur l'altération

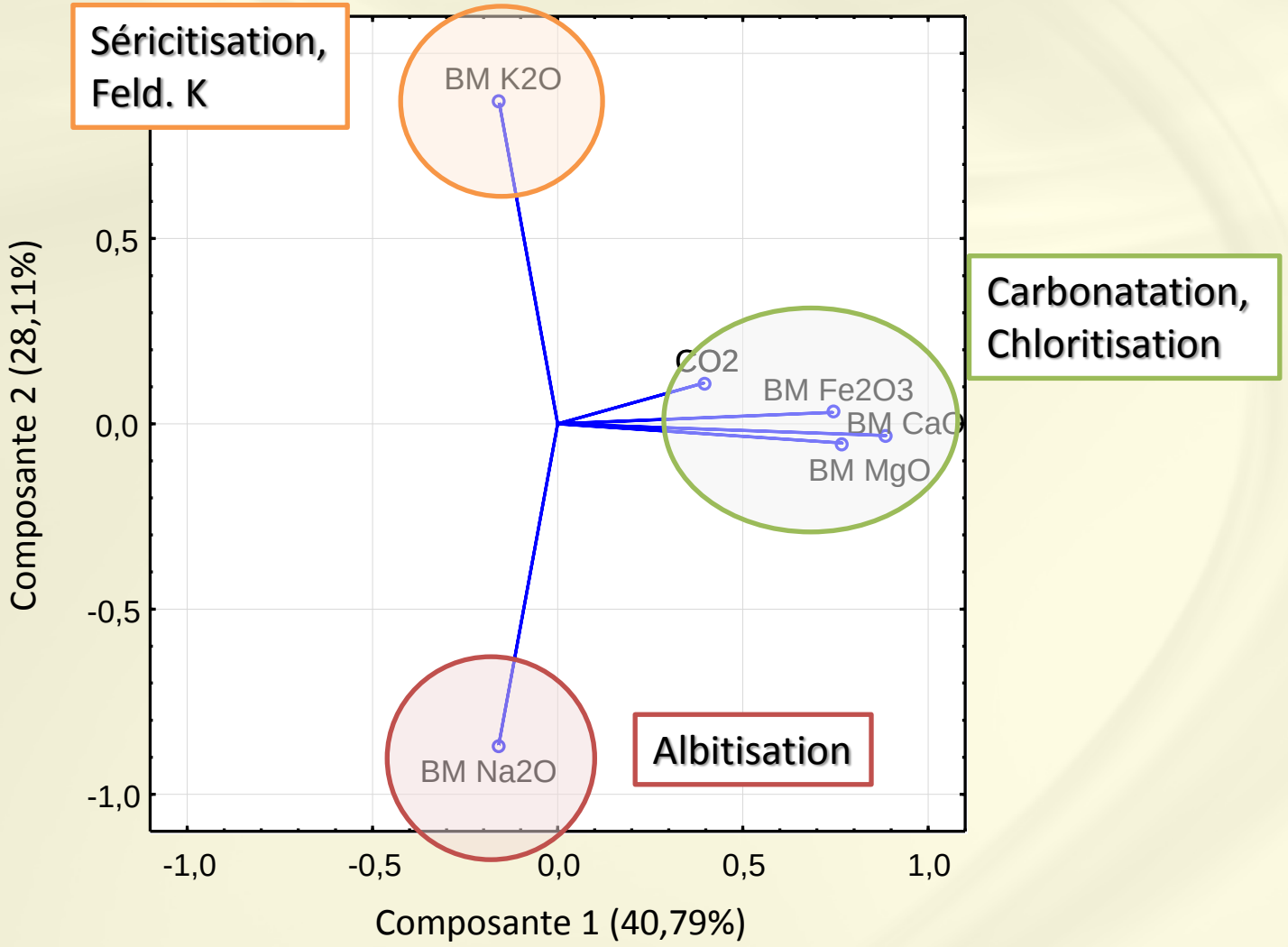
2. Outils de caractérisation

3. Application en Abitibi; le cas de Beattie et la synthèse régionale

Relations entre les variables

Distribution des paramètres pour les échantillons minéralisés*

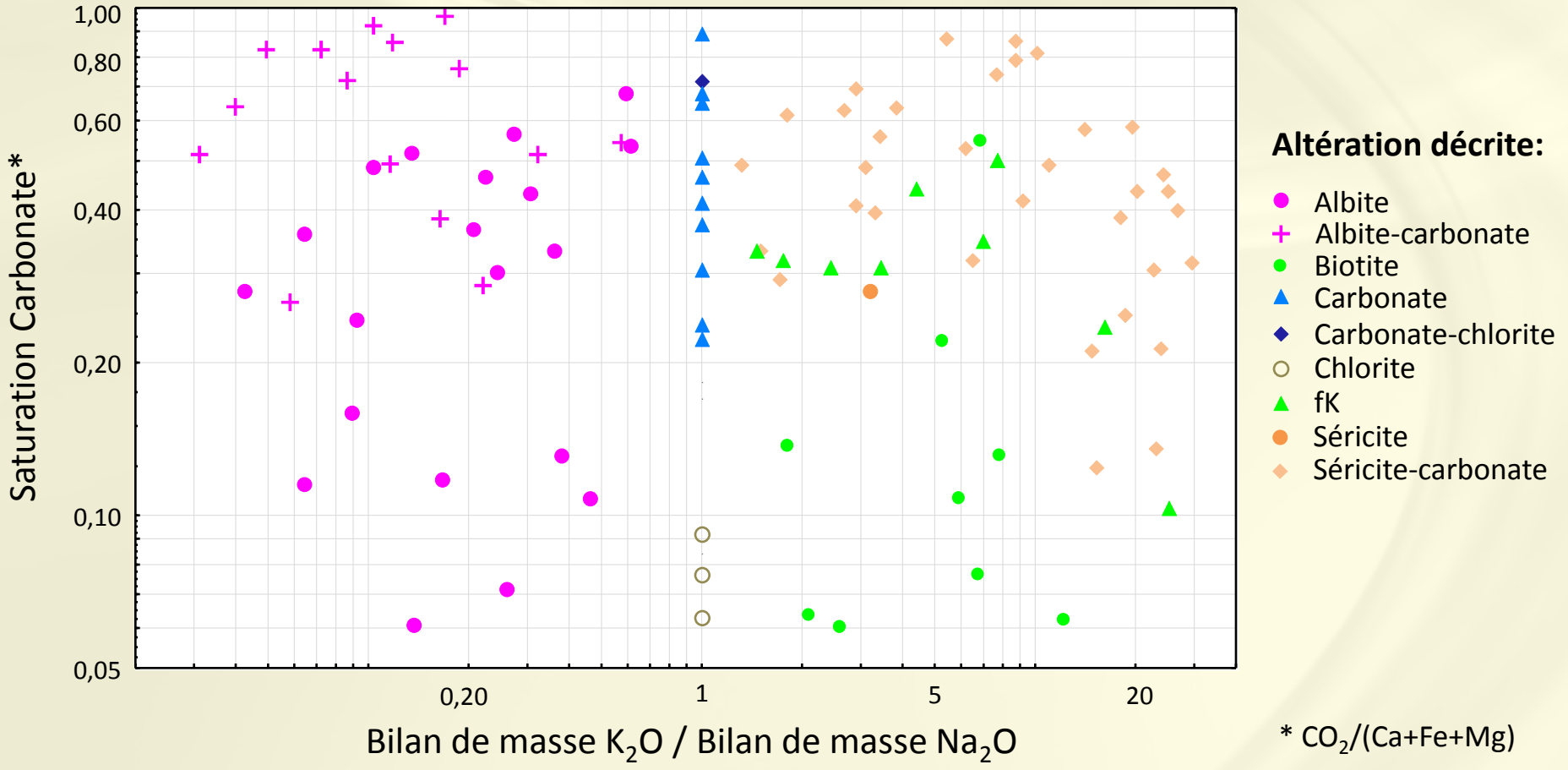
Analyse en composantes principales pour les gisement d'or en Abitibi



* Échantillons supérieurs à 1 g/t Au

Outils de caractérisation

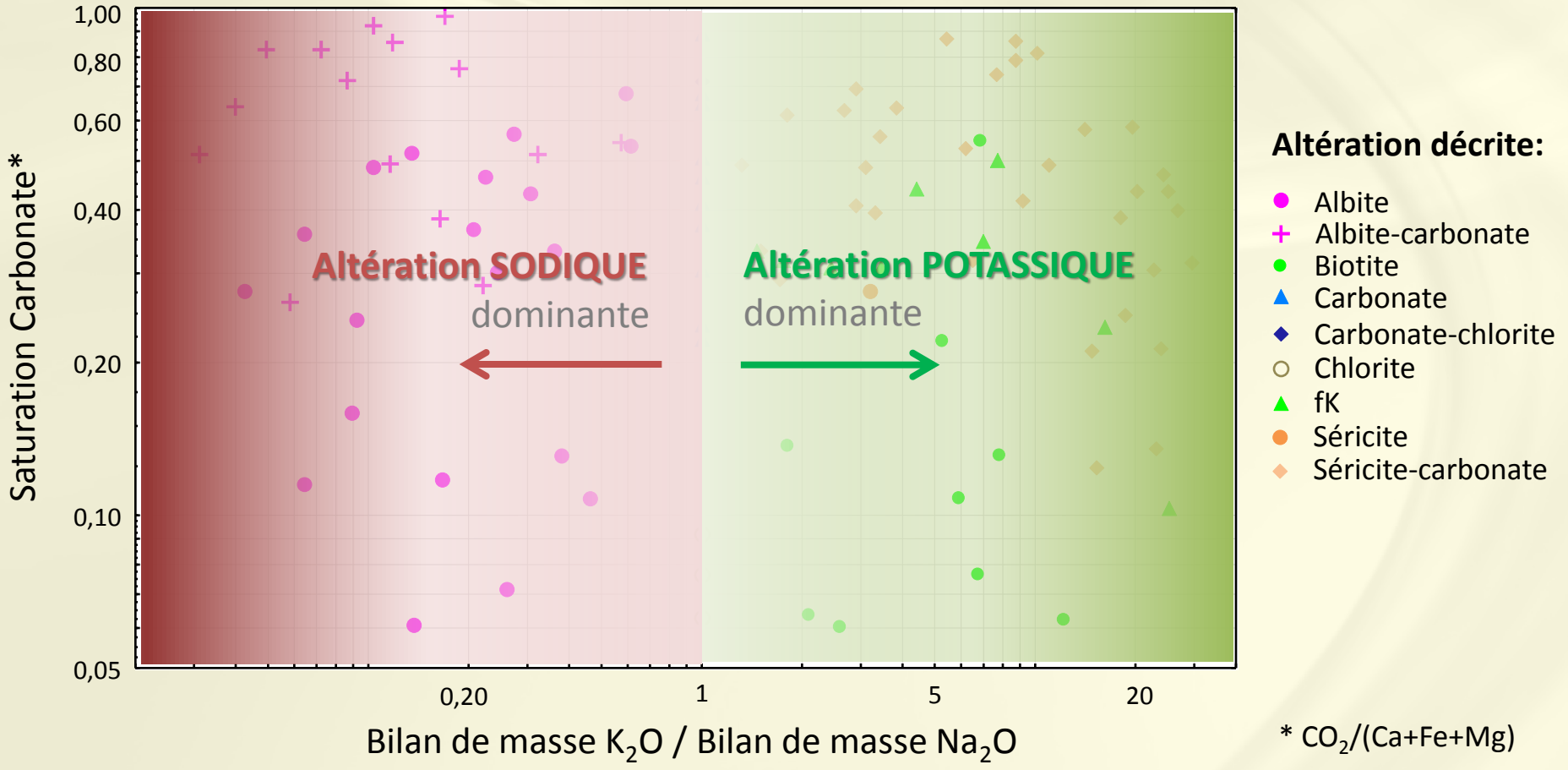
Outil 1: Discrimination des altérations potassique, sodique, et à carbonate



* CO_2/(Ca+Fe+Mg)

Outils de caractérisation

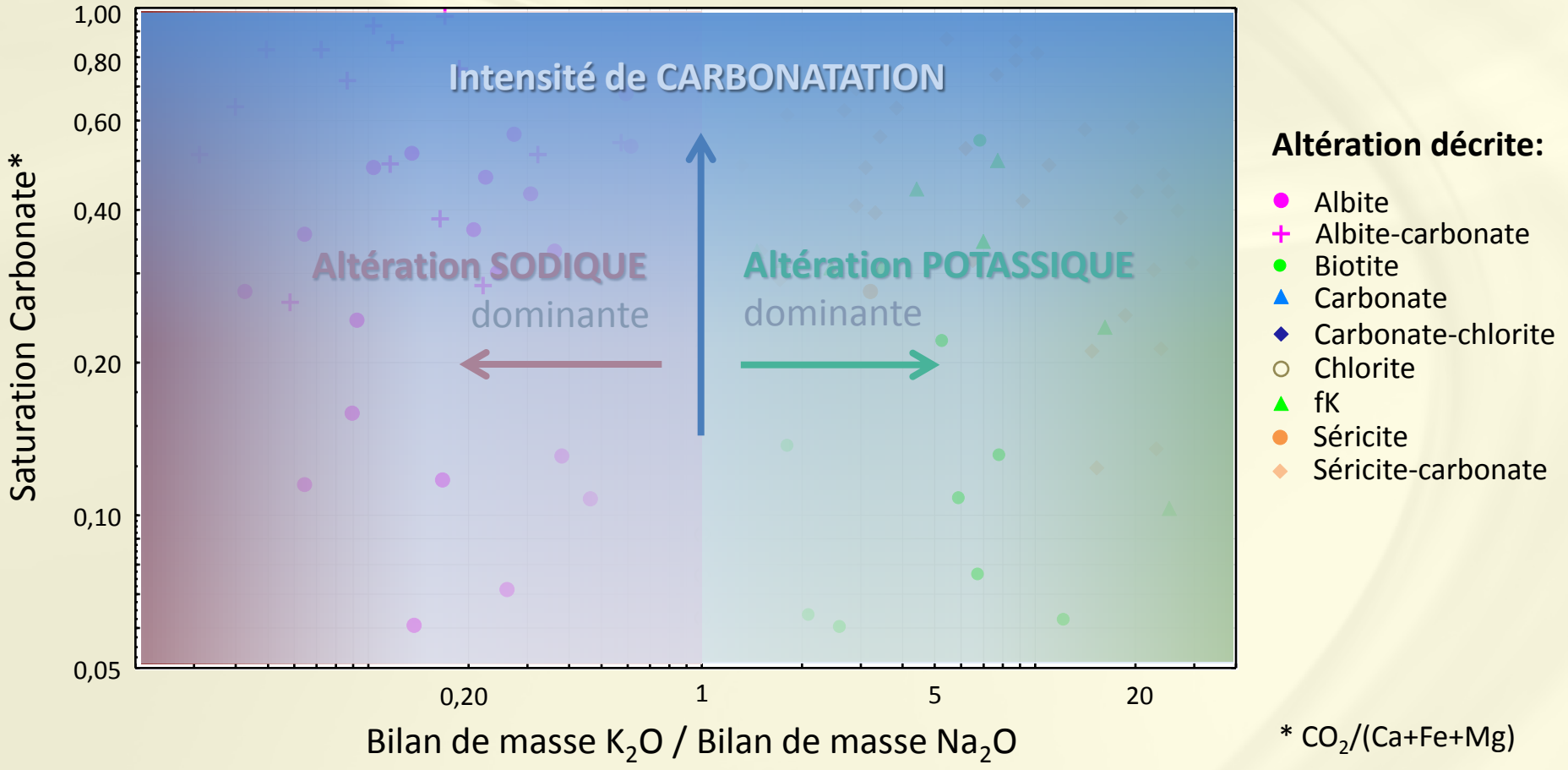
Outil 1: Discrimination des altérations potassique, sodique, et à carbonate



* CO_2/(Ca+Fe+Mg)

Outils de caractérisation

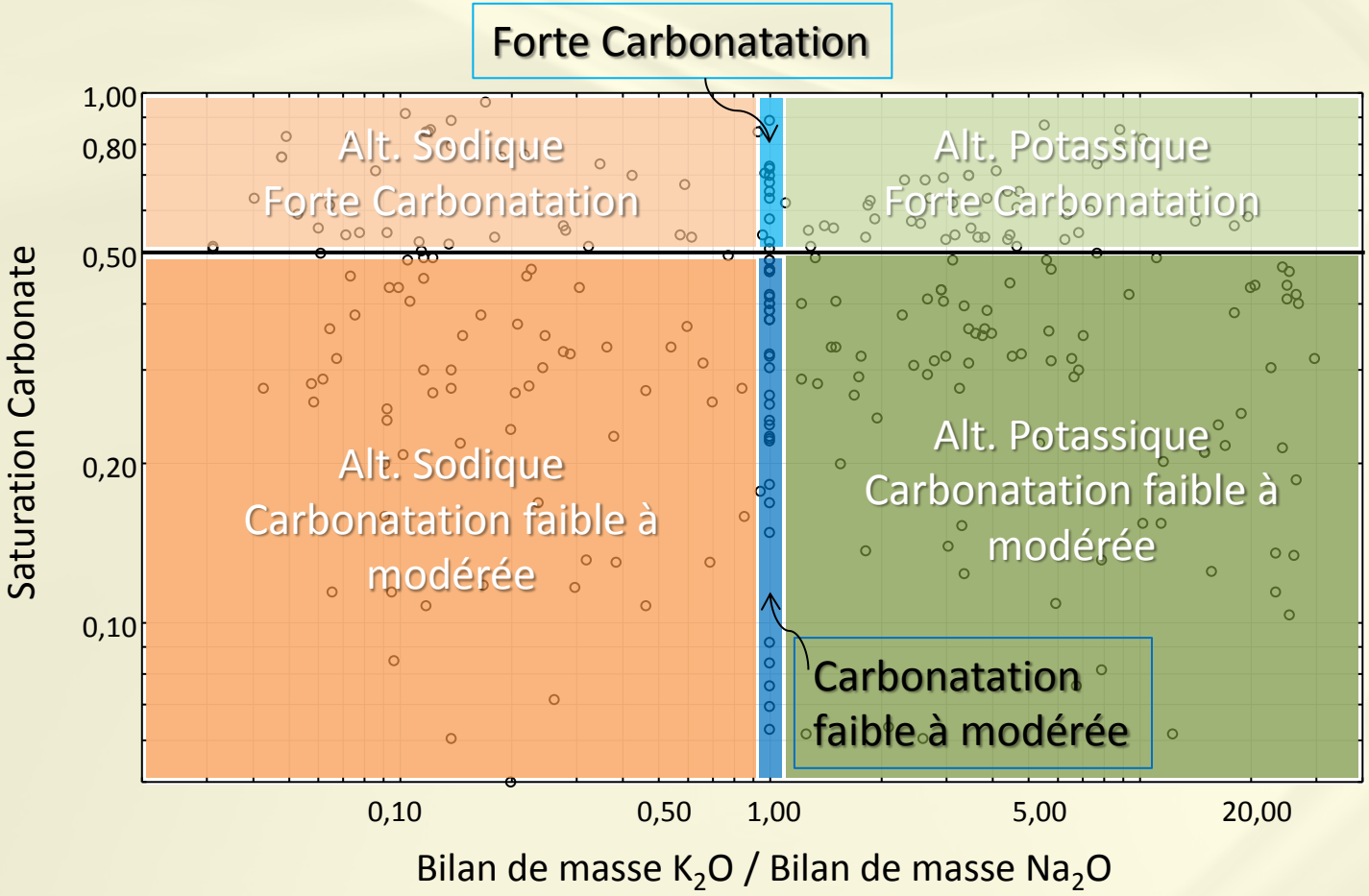
Outil 1: Discrimination des altérations potassique, sodique, et à carbonate



Illustre la dominance des trois altérations majeures en contexte aurifère
Outil INDÉPENDANT des lithologies

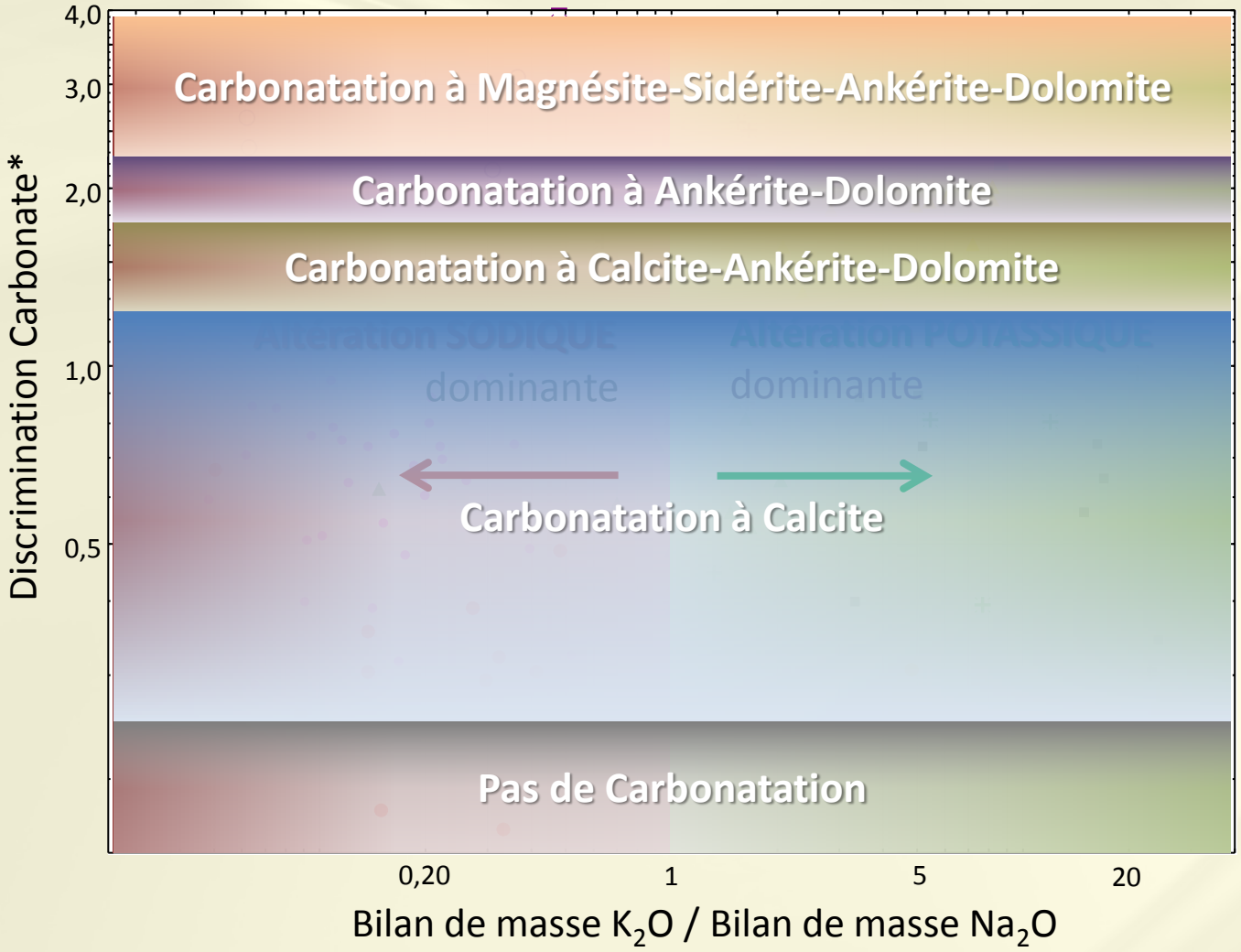
Outils de caractérisation

Lecture de l'outil géochimique



Outils de caractérisation

Outil 2: Altérations potassique et sodique, et type de carbonate



* CO_2/Ca

Plan de la présentation

1. État des connaissances sur l'altération

2. Outils de caractérisation

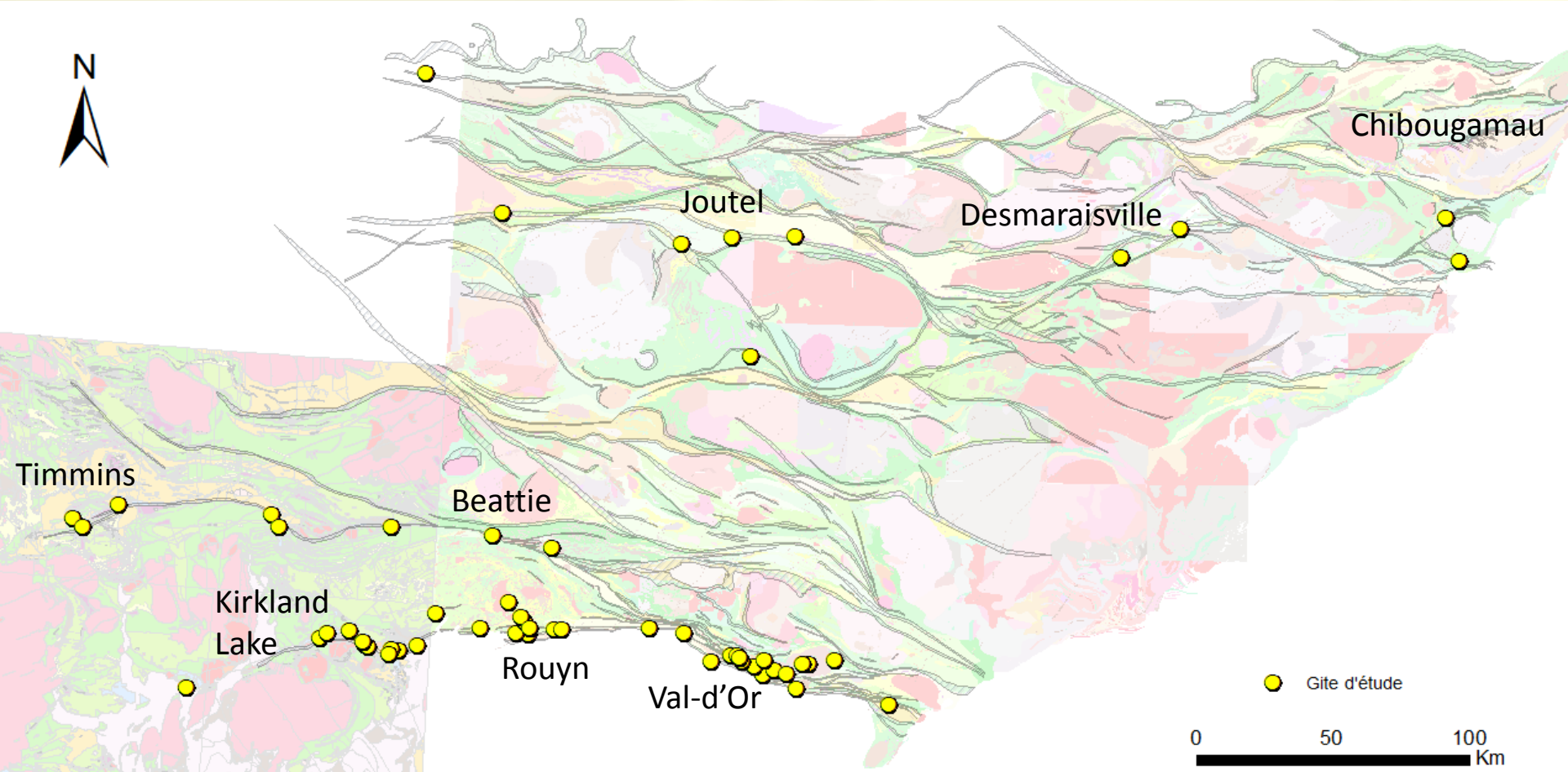
3. Application en Abitibi; le cas de Beattie et la synthèse régionale

Application en Abitibi

Données disponibles

Base de données du Sigéom et base de données du Consorem: accumulation de données compilées lors des projets antérieurs, issues de domaines publics et privés.

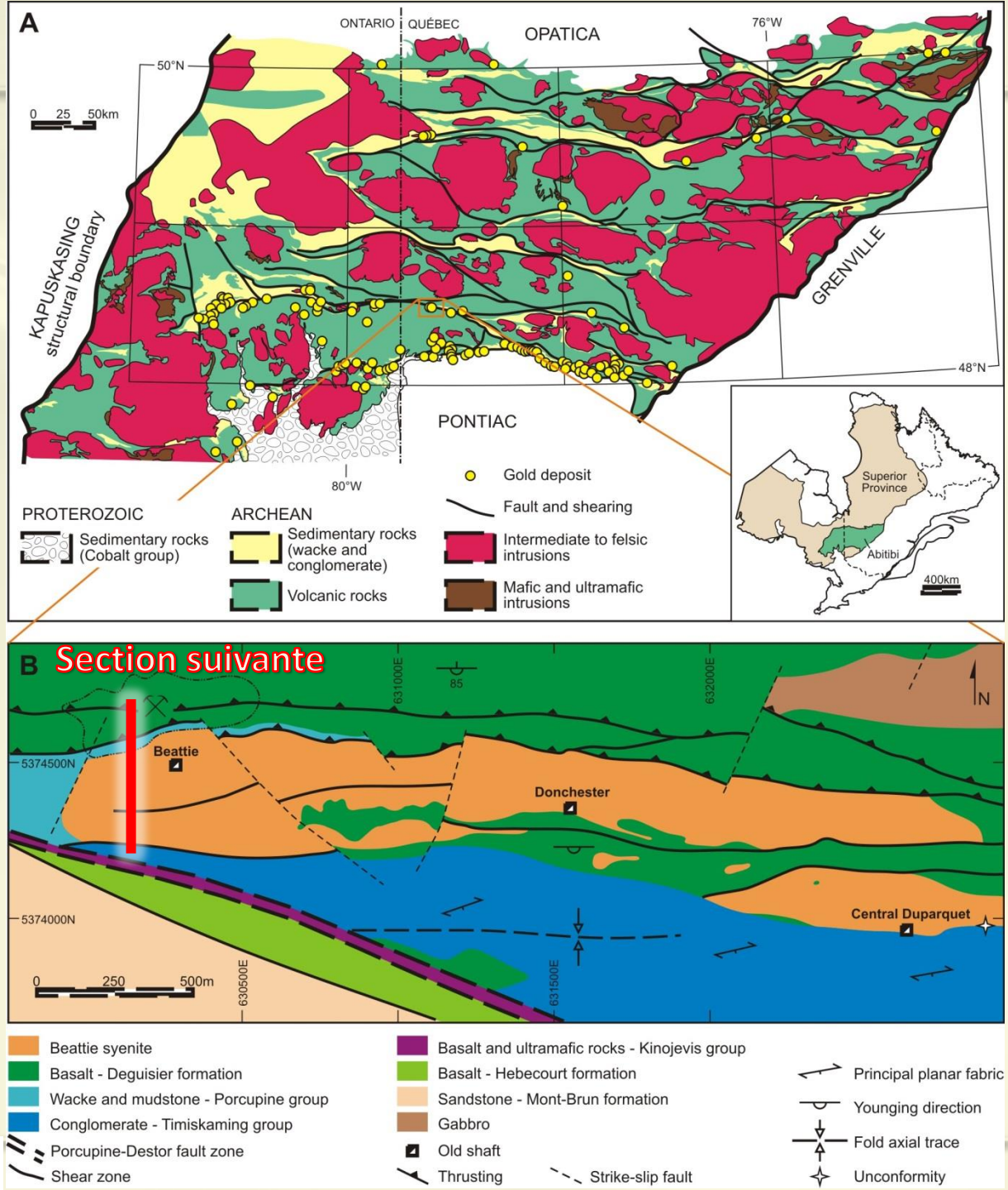
Secteur d'étude gisements-mines d'or en Abitibi. Un total de 56 sites d'étude ayant des analyses lithogéochimiques, et dont les minéralisations sont contenues dans des roches ignées.



Le cas de Beattie

Gisement Au de Beattie

- Système aurifère associé à une syénite (Robert, 2001; Bigot et Jébrak, 2015)
- Le long de la faille Porcupine-Destor
- Production de 1931 à 1956: ~1 Moz d'or (Bevan, 2009)
- Ressources: 3,11 Moz M+I dans 60Mt @ 1,59g/t, et 1,44Moz Inf dans 29,7Mt @ 1,51g/t (Williamson et al., 2013)

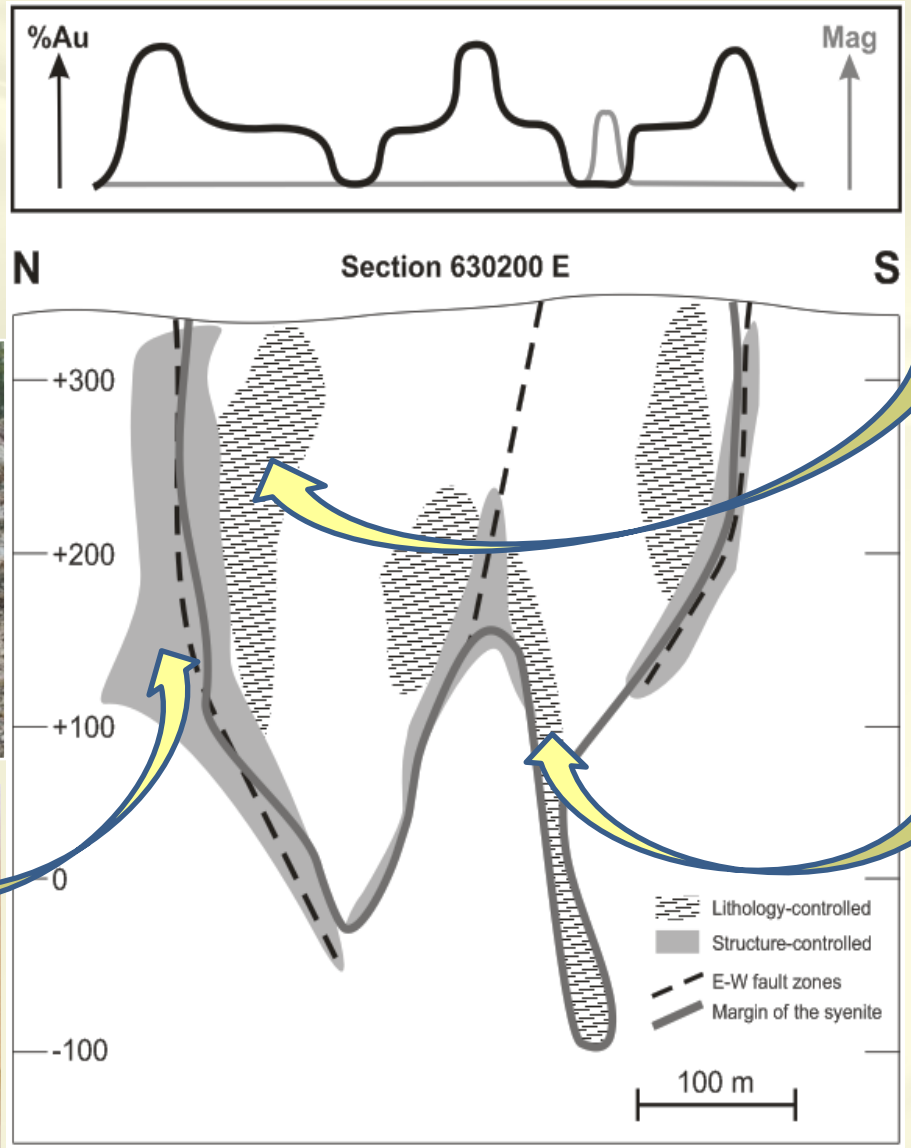


Bigot et Jébrak (2015)

Beattie: deux styles de minéralisation

Contrôle structural:

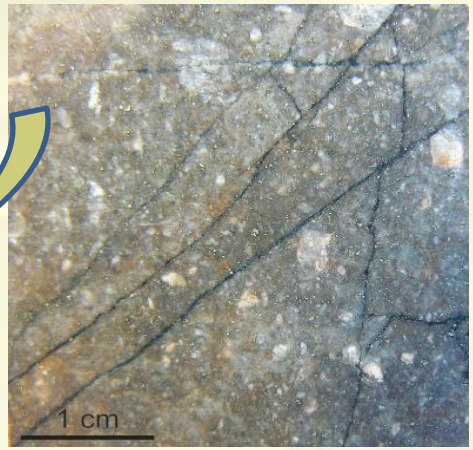
- Brèche de syénite et de basalte minéralisée
- Altération en silice (± séricite)



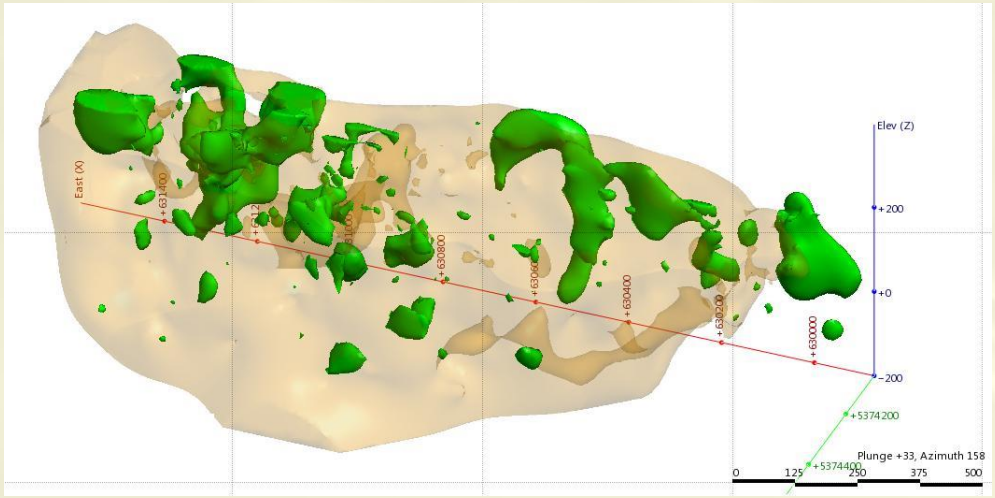
Bigot et Jébrak (2015)

Contrôle lithologique:

- Syénite minéralisée
- Altération en séricite et carbonate



Beattie: modélisation 3D des altérations décrites



Altération en séricite

→ 10 Mm^3 de roche séricitisée

→ 313 Mm^3 de fluide potassique requis

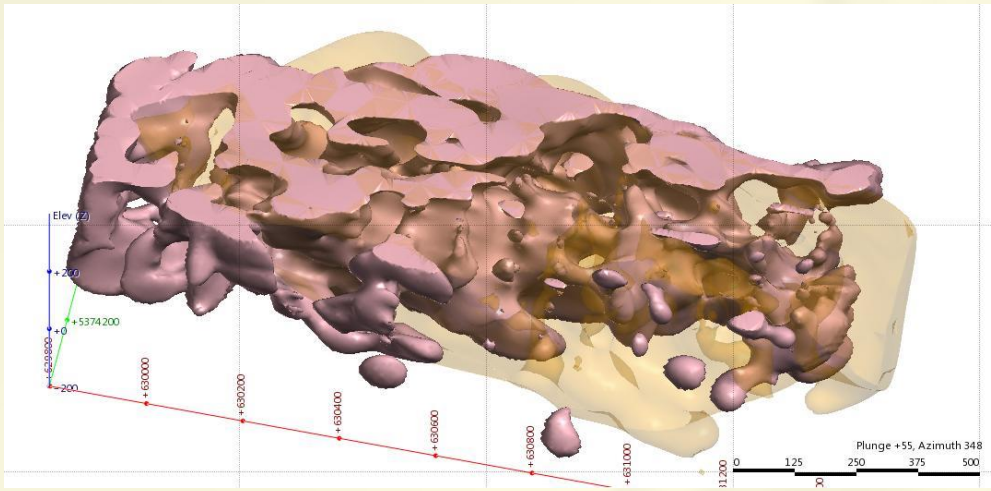
(à T=350°C; K en partie présent, mais système hydrothermal ouvert)

Altération en carbonate

→ 151 Mm^3 de roche carbonatisée

→ 1,54 Bm^3 de fluide riche en CO_2 requis

(à T=350°C)



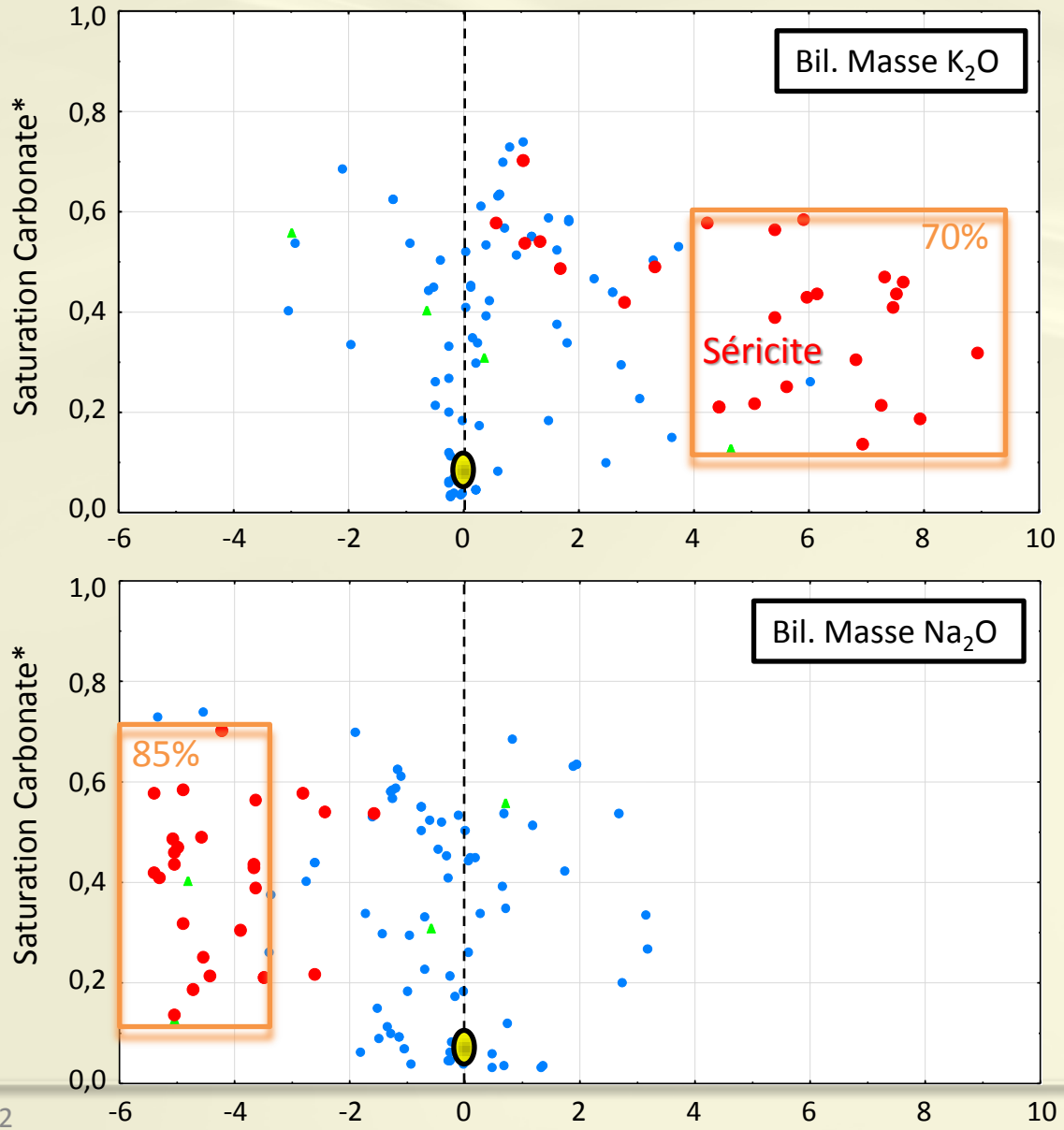
Bigot et Jébrak (2015)

Syénite de Beattie (fraiche et altérée) ~ 250 Mm^3

→ SYSTÈME HYDROTHERMAL TRÈS ACTIF (IMPORTANTES CIRCULATIONS)

Beattie: quantification du métasomatisme

Signatures hydrothermales des minéralisations aurifères



Données: Bigot (2012), SIGÉOM

- AU ppb < 500
- 500 < AU ppb < 1000
- AU > 1000 ppb
- Précurseur (N=3)

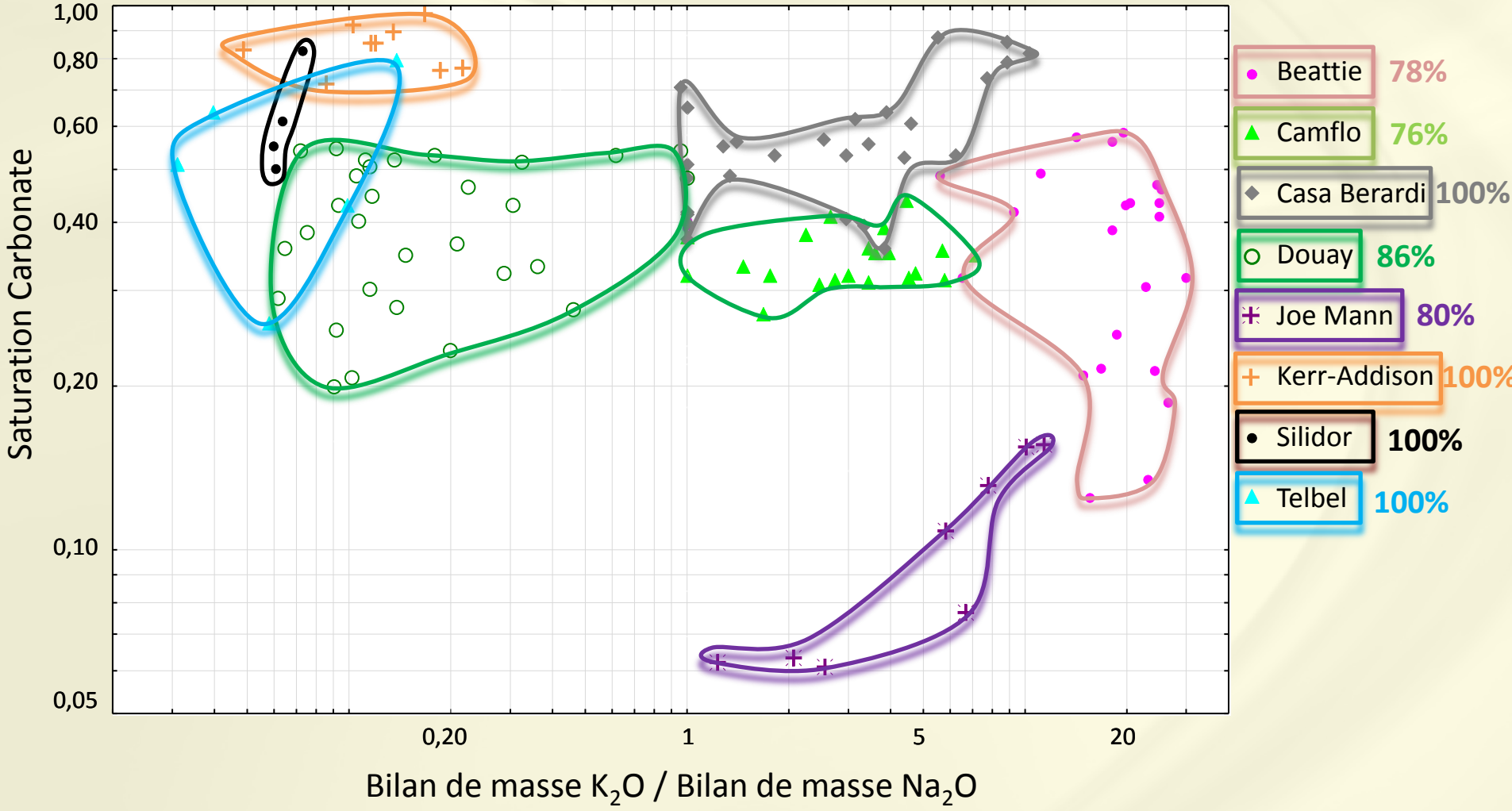
Paramètres significatifs du processus hydrothermal minéralisateur à Beattie :

- Fort gain en potassium
  - Matérialisé par la **cristallisation de séricite**
- Forte perte en sodium
  - Non matérialisée par la création de minéraux
- Carbonatation modérée à forte

* CO_2/(Ca+Fe+Mg)

Application en Abitibi - synthèse

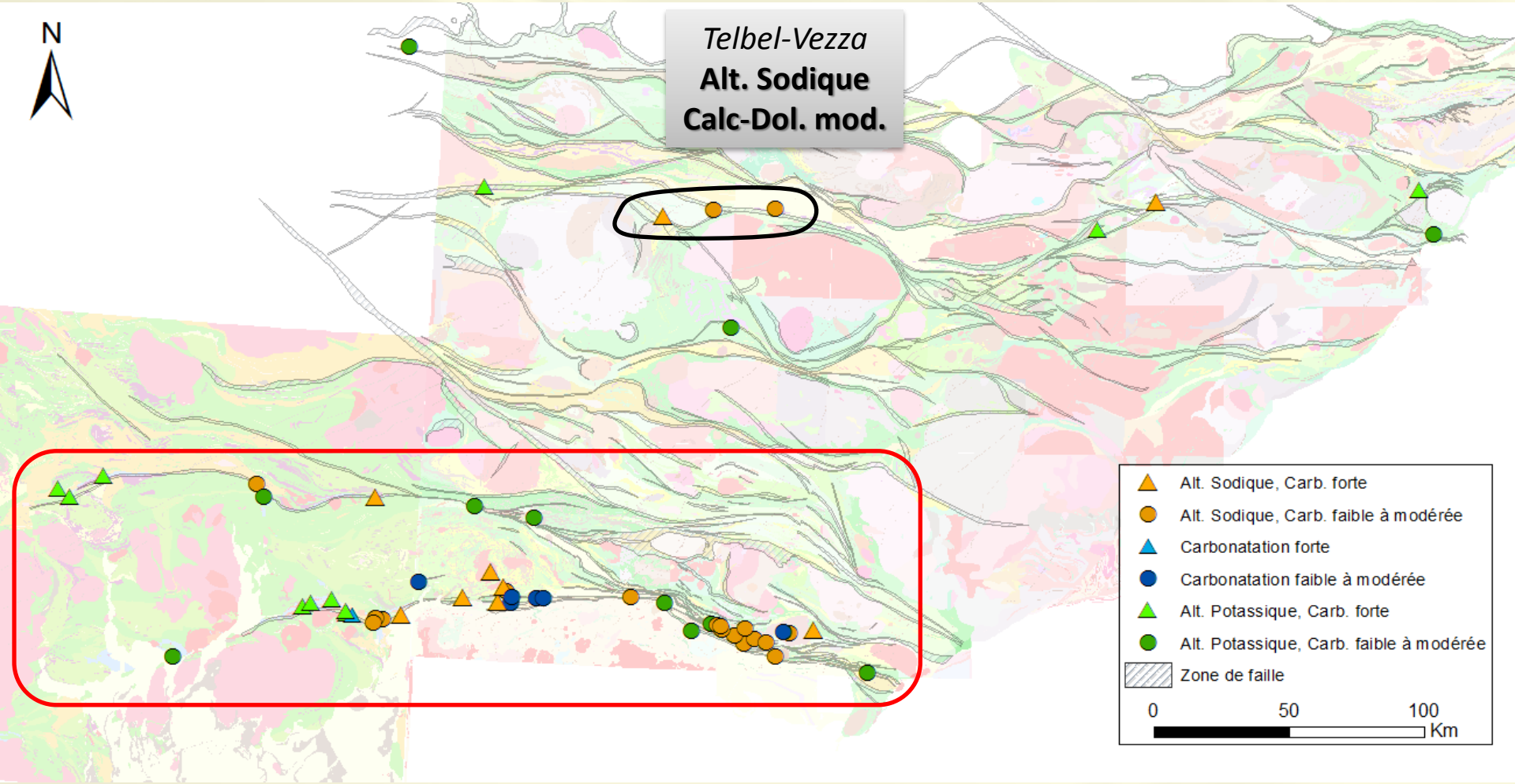
Champs de certains gisements (échantillons > 1 g/t Au) dans le nouvel outil



Champs géochimiques distincts

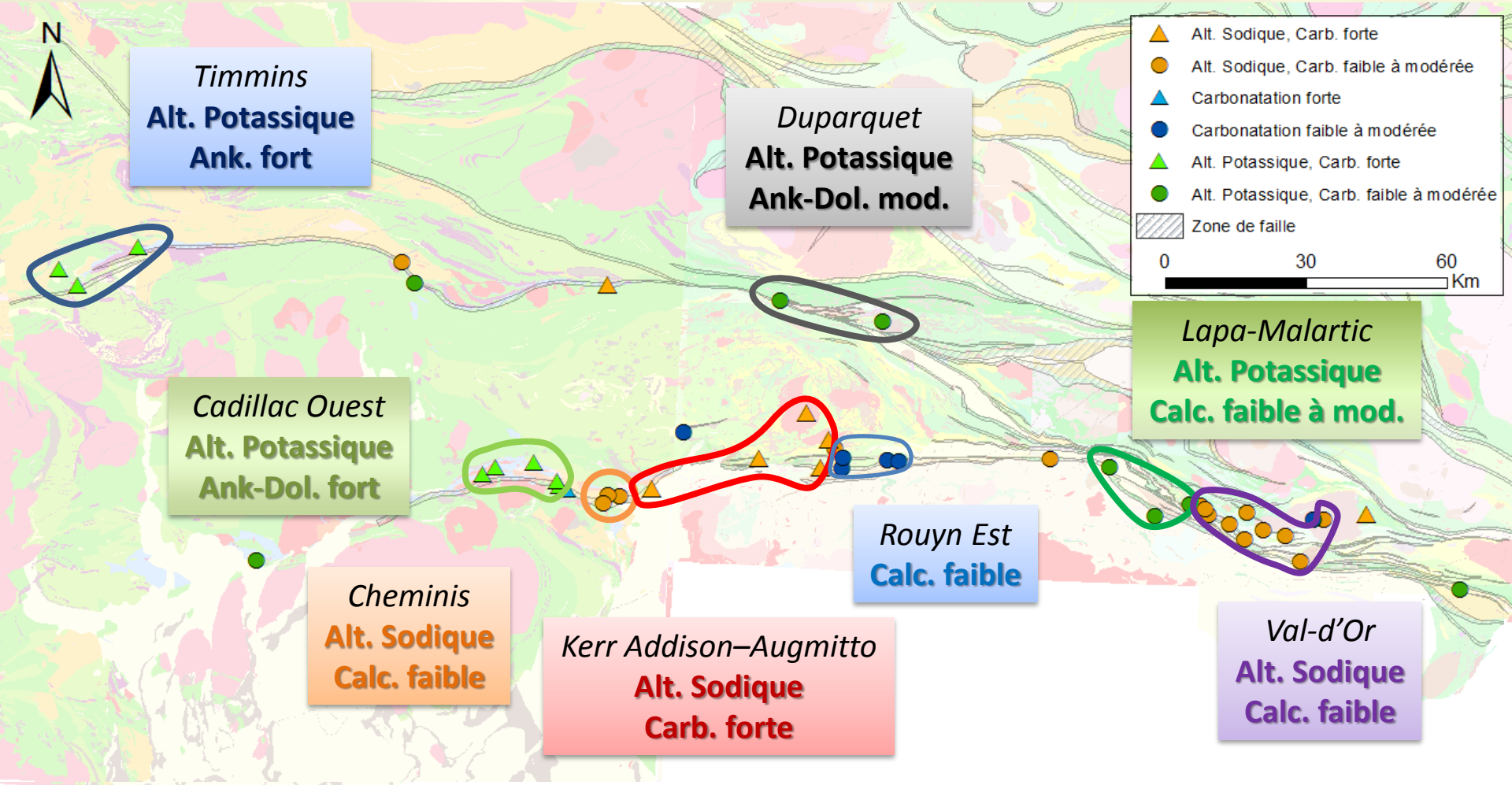
Portrait hydrothermal en Abitibi

Distribution des champs hydrothermaux caractérisés avec le nouvel outil



Portrait hydrothermal en Abitibi

Distribution des champs hydrothermaux caractérisés avec le nouvel outil



Conclusions

Deux outils innovants et intégrateurs pour caractériser les altérations dominantes, appliqués au contexte aurifère non-VMS

Application: en campagne d'exploration, identifier à partir des résultats géochimiques des altérations dominantes et des signatures hydrothermales comparables à des gisements d'or connus

→ Mieux orienter l'exploration

Variabilité dans le portrait hydrothermal de l'Abitibi

Diversité à l'échelle régionale; champs hydrothermaux qui englobent plusieurs gîtes à l'échelle locale

Merci de votre attention

RÉFÉRENCES:

- Bigot, L., 2015. Typologie des altérations associées aux minéralisations aurifères en Abitibi. Rapport, Projet CONSOREM 2013-07, 50 p. (BIENTÔT DISPONIBLE SUR LES SITE WEB DU CONSOREM)

- Bigot, L., et Jébrak, M., 2015. Gold Mineralization at the Syenite-Hosted Beattie Gold Deposit, Duparquet, Neoarchean Abitibi Belt, Canada: Economic Geology, v. 110, pp. 315-335