

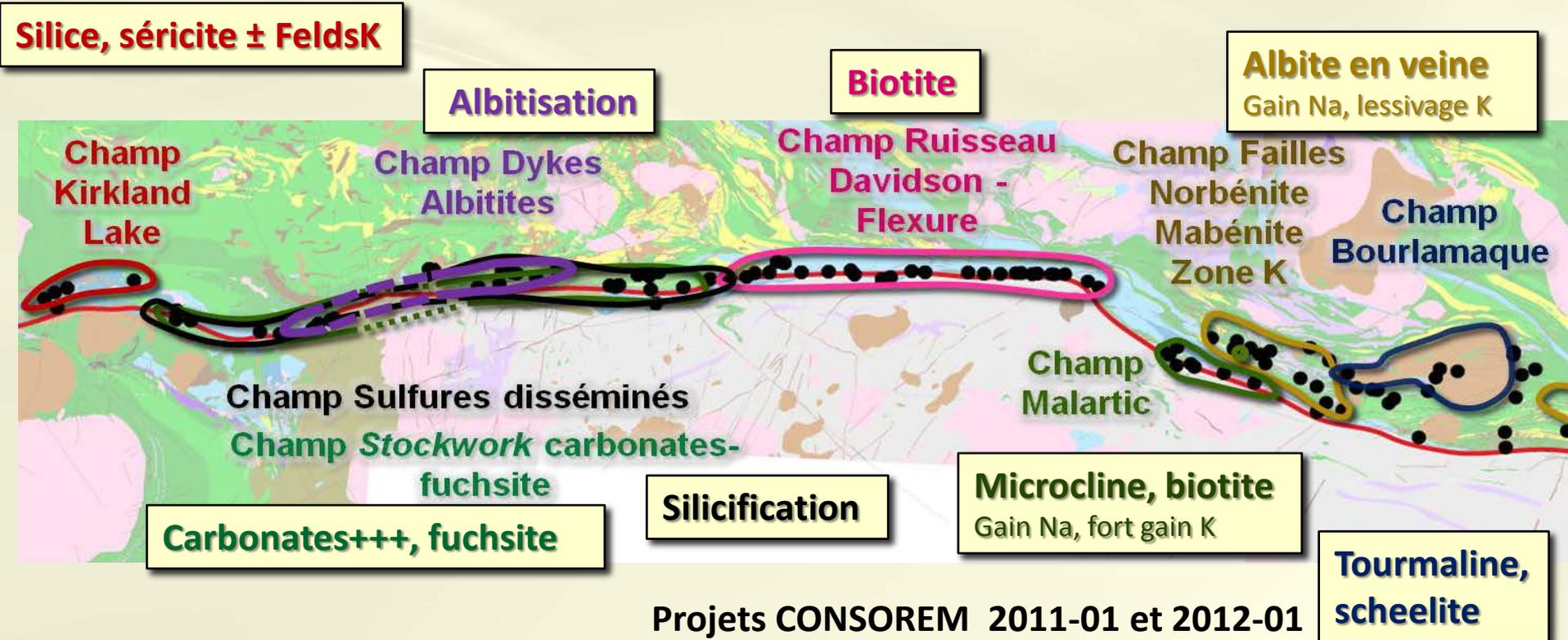
# Méthodes de caractérisation de l'altération en contexte aurifère: application en Abitibi

Ludovic Bigot, géo., M.Sc.

Forum technologique CONSOREM-DIVEX

2 juin 2015, Rouyn-Noranda





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

**Pas de portrait quantitatif de l'intensité des altérations à l'échelle régionale (Abitibi)**

<u>Méthodes</u>	<u>Avantages</u>	<u>Désavantages</u>
<p><b>Indice de saturation (albite, séricite, carbonate)</b>                      Kishida et Kerrich (1987)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simple à calculer</li> <li>• Un seul nombre en résultat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Dépendance des lithologies (sauf pour la saturation en carbonate)</b></li> <li>• <b>Pas d'information sur l'intensité de l'hydrothermalisme (sauf pour la saturation en carbonate)</b></li> </ul>
<p><b>Diagramme des éléments majeurs (Box-Plot, ACNK)</b>                      Large et al. (2001)                      Nesbitt et Young (1984, 1989)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permet d'identifier une tendance d'altération</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Dépendance limitée aux lithologies</b></li> <li>• <b>Pas d'information sur l'intensité de l'hydrothermalisme</b></li> <li>• Pas indicateur du processus métasomatique</li> </ul>
<p><b>Minéraux normatifs (NORMAT, CONSONORM)</b>                      Piché et Jébrak (2004)                      Trépanier (2013), Mathieu (2014)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Évaluation du CO<sub>2</sub></b></li> <li>• Efficace pour détecter les minéraux d'altération en contexte VMS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Dépendance des indices d'altération aux lithologies</b></li> <li>• Indices d'altération applicables en environnement VMS seulement</li> </ul>
<p><b>Bilans de masse précurseur unique et précurseur modélisé</b>                      MacLean et al. (1987), Grant (1986),                      CONSOREM (2011)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Quantifier l'hydrothermalisme</b> par gain/perte</li> <li>• <b>Indépendant des lithologies</b>, facile d'utilisation avec Lithomodeleur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nécessite l'analyse de certains éléments traces (Zr, Y, Cr), et connaissance d'un précurseur frais pour les roches alcalines</li> <li>• Ne permet pas de déterminer le type de minéral formé</li> <li>• Non applicable en environnement sédimentaire</li> </ul>

D'après Trépanier (2011)

**Des méthodes complémentaires**



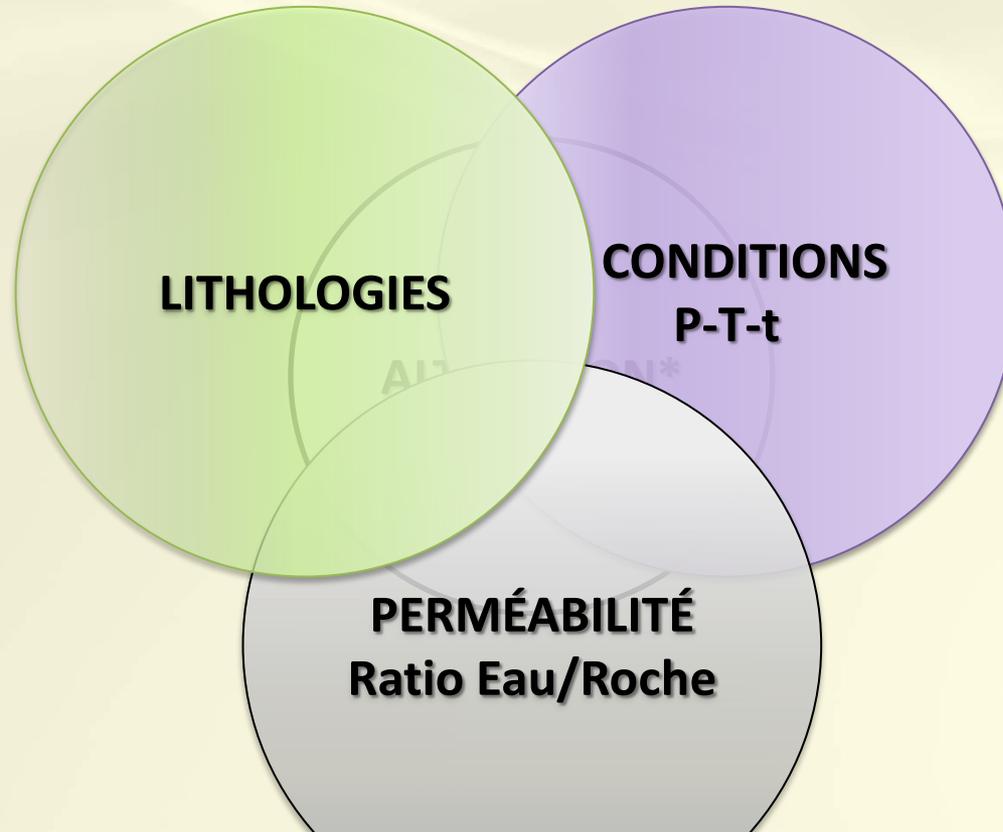
Signature hydrothermale  
similaire à Beattie?  
Francoeur? Kerr-Addison?...

- Développer une **méthode de caractérisation de l'altération en contexte aurifère 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 (non-SMV)

# Plan de la présentation

- 1. État des connaissances sur l'altération**
2. Diagrammes de caractérisation
3. Application en Abitibi; le cas de Beattie et la synthèse régionale

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



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

	<u>Gisement orogénique</u>	<u>Gisement associé aux intrusions</u>
Altération proximale associée à l'or	<b>Séricite</b> , Silice, <b>Calcite</b> , <b>Ankérite</b> , <b>Sidérite</b> , Pyrite, <b>Albite</b>	<b>Albite</b> , <b>FeldsK</b> , <b>Séricite</b> , Silice, <b>Fe-Dolomite</b> , <b>Calcite</b> , Pyrite, Hématite
Métasomatisme proximal (gain)	<b>K<sub>2</sub>O</b> , LILE, <b>CO<sub>2</sub></b> , S, <b>Na<sub>2</sub>O</b>	SiO <sub>2</sub> , <b>Na<sub>2</sub>O</b> , <b>K<sub>2</sub>O</b> , CaO, S, <b>CO<sub>2</sub></b>
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

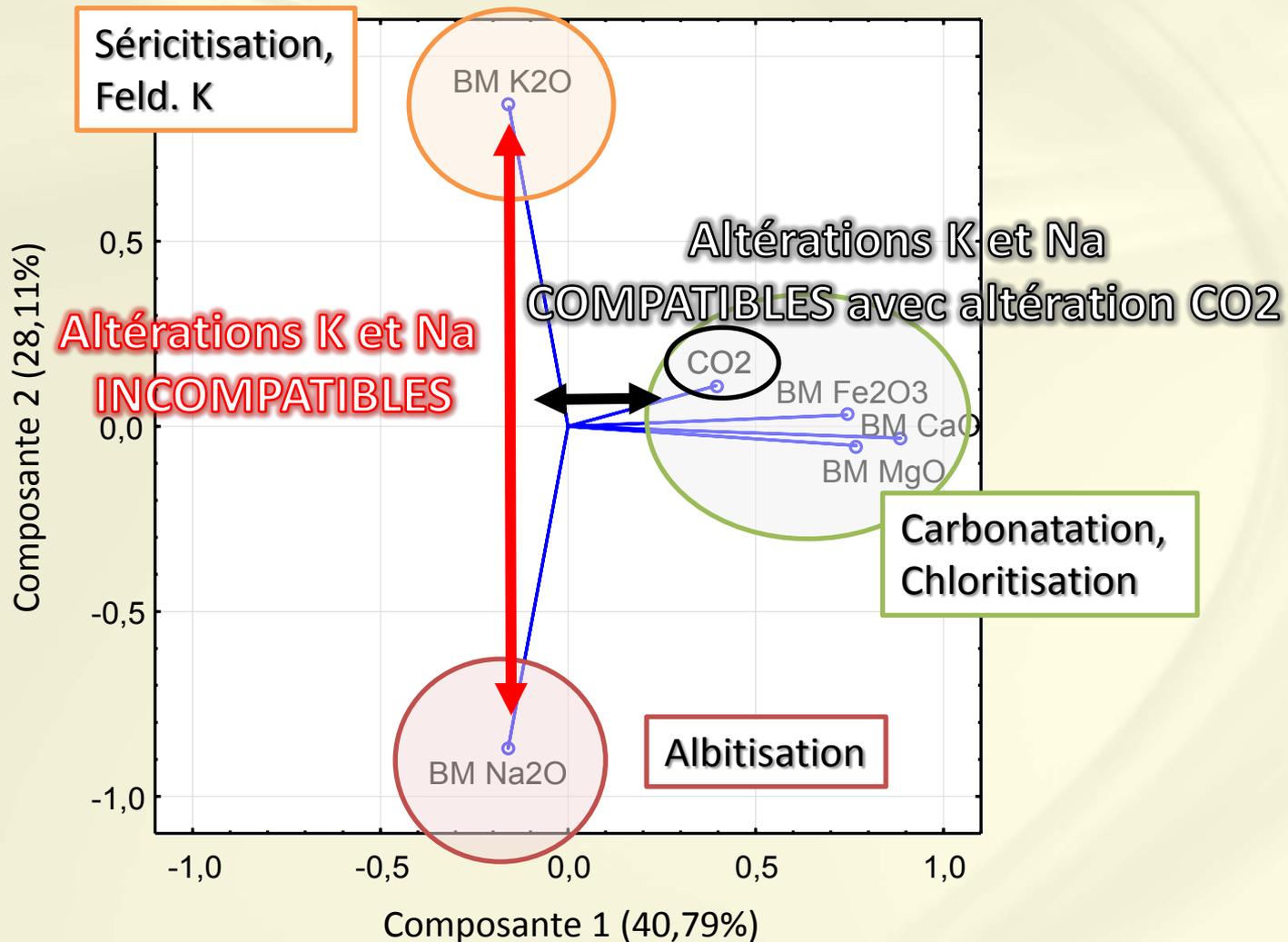
Trois altérations dominantes en contexte aurifère : carbonate, potassique, sodique

# Plan de la présentation

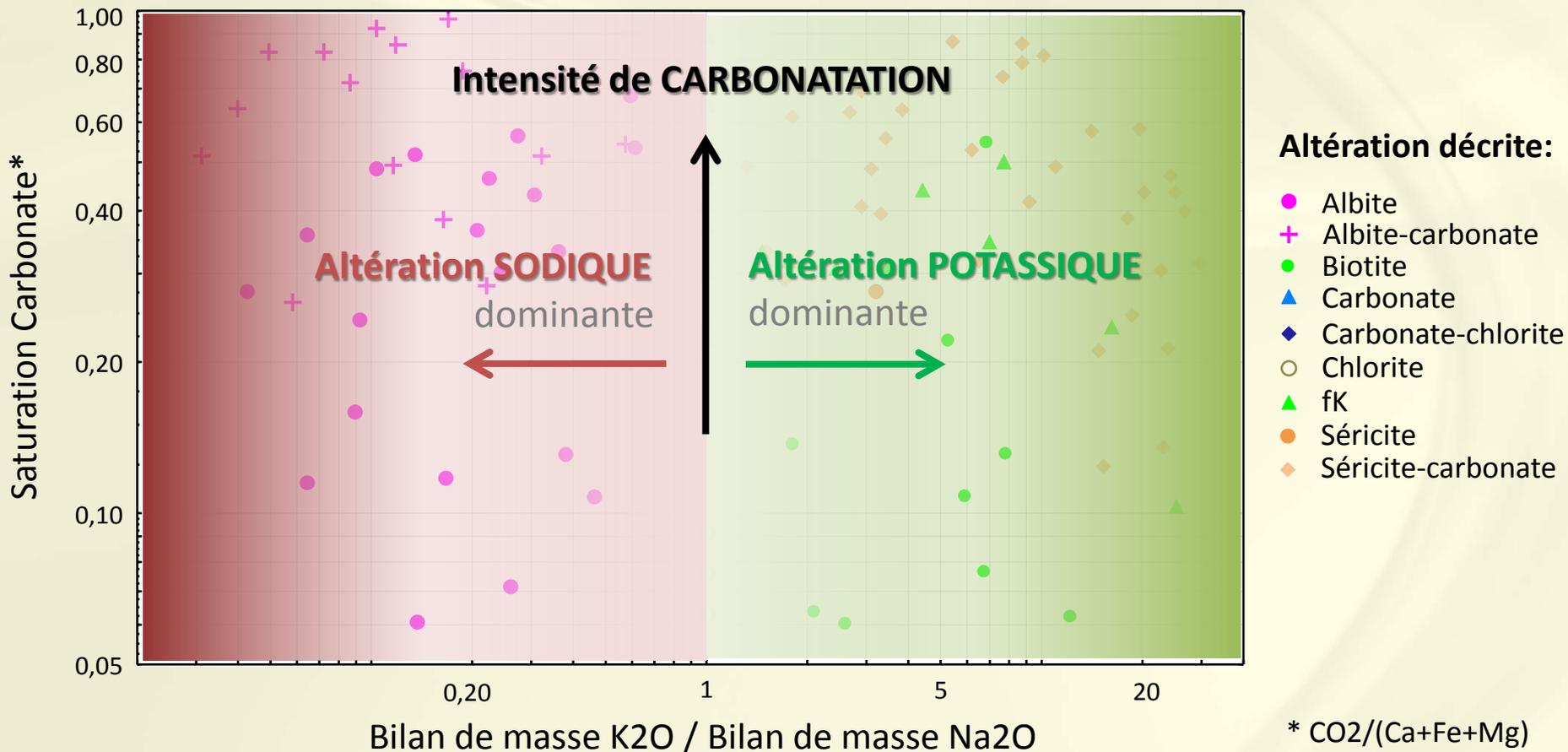
1. État des connaissances sur l'altération
- 2. Diagrammes de caractérisation**
3. Application en Abitibi; le cas de Beattie et la synthèse régionale

## Distribution des paramètres pour les échantillons minéralisés\*

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

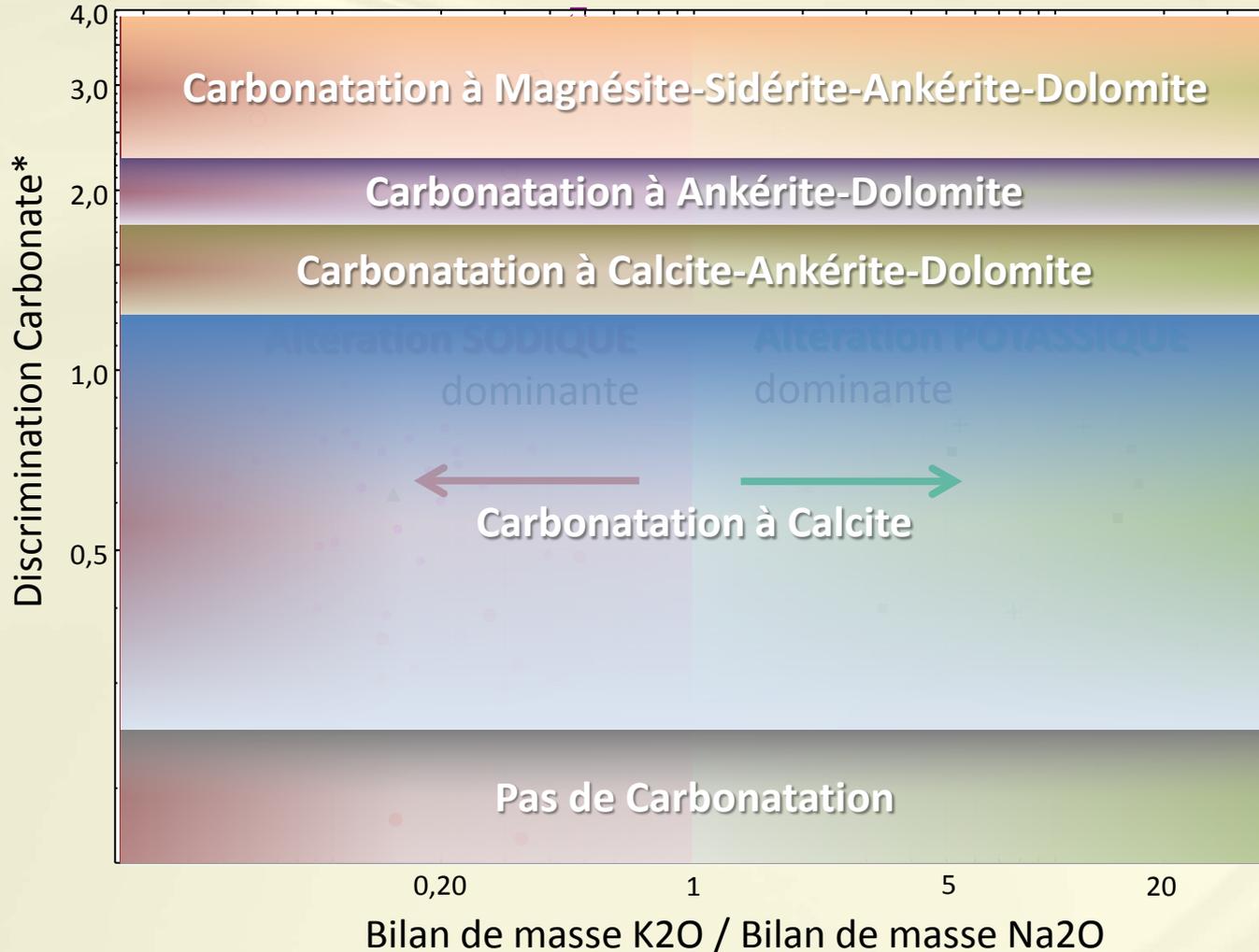


**Diagramme 1: Discrimination des altérations potassiques, sodiques, et à carbonate**



Le diagramme illustre l'INTENSITÉ des trois altérations majeures en contexte aurifère  
Diagramme robuste → indépendant des lithologies

**Diagramme 2: altérations potassiques et sodiques, et type de carbonate**



\* CO<sub>2</sub>/Ca

Limites des champs d'après

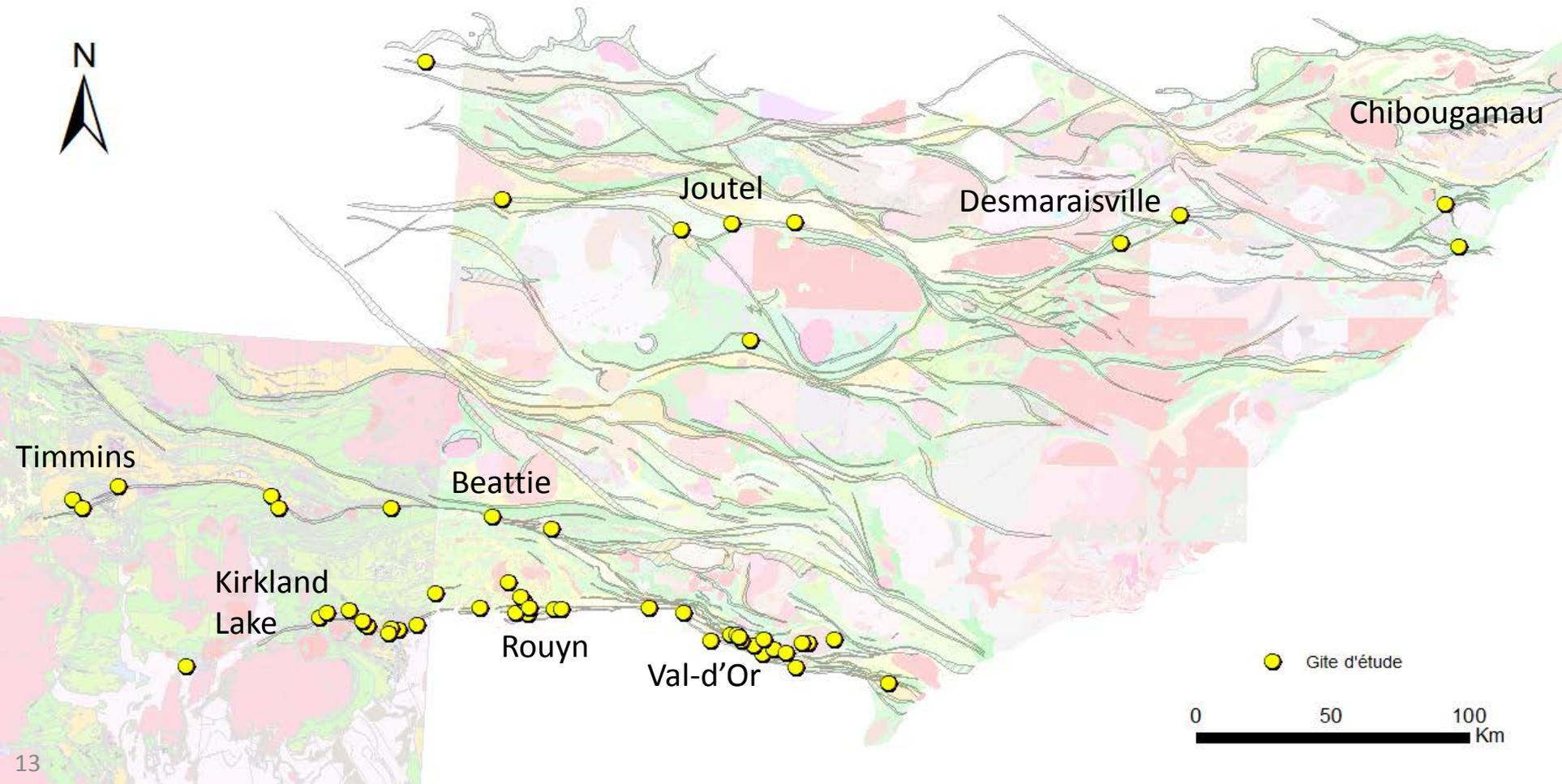
# Plan de la présentation

1. État des connaissances sur l'altération
2. Diagrammes de caractérisation
- 3. Application en Abitibi; le cas de Beattie et la synthèse régionale**

## 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.

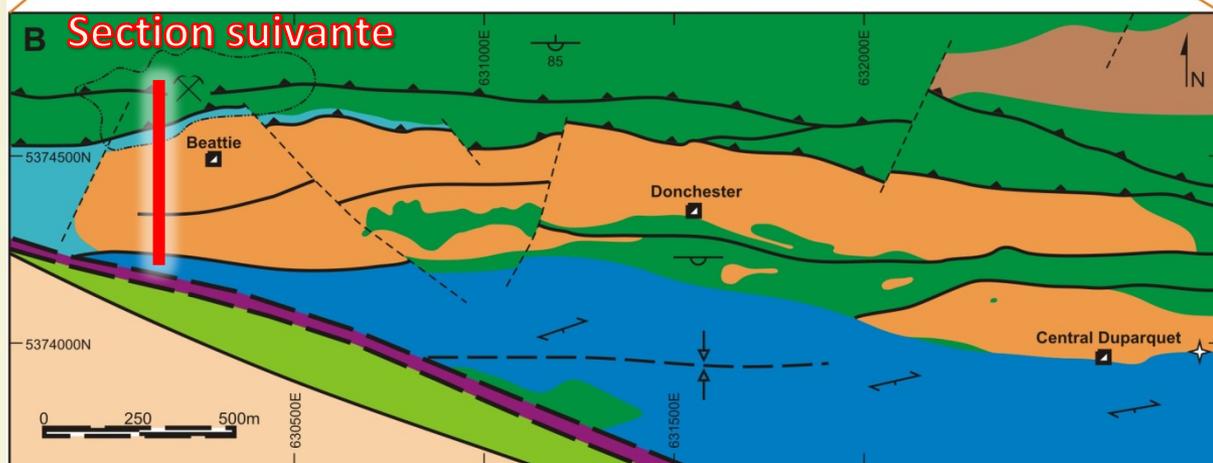
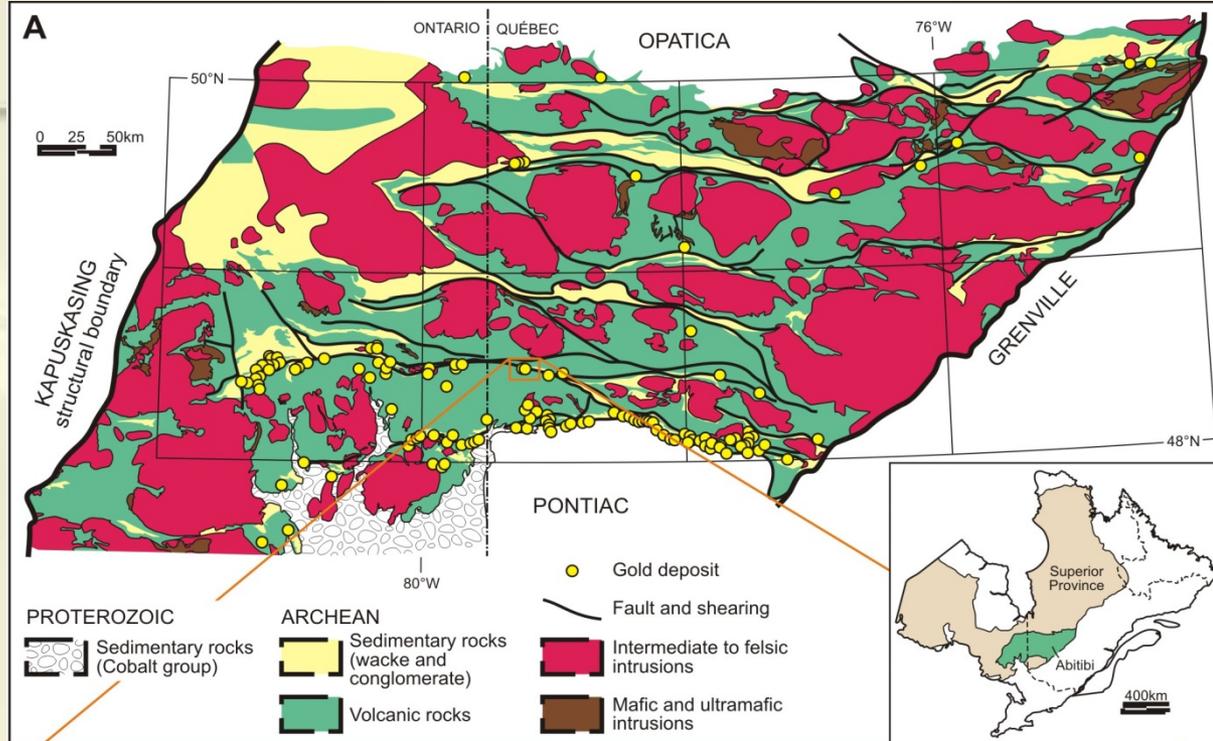


## Le cas de Beattie



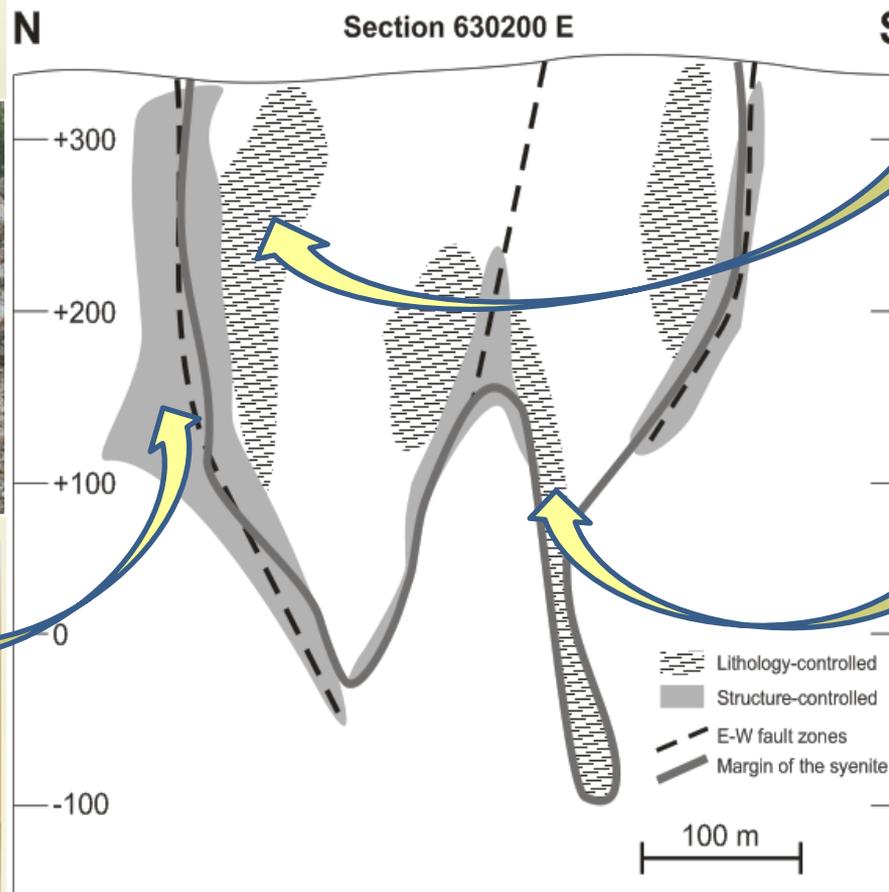
## Gisement Au de Beattie

- 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)



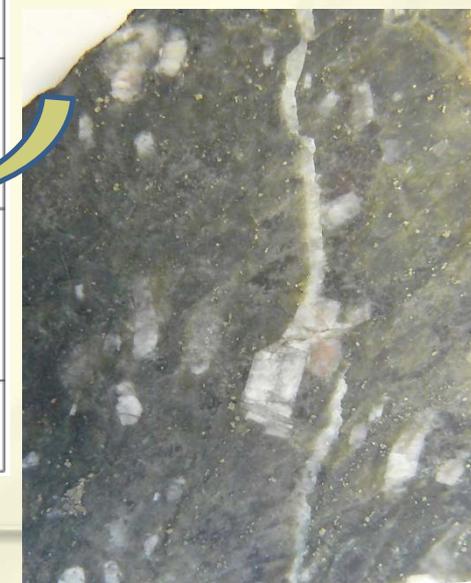
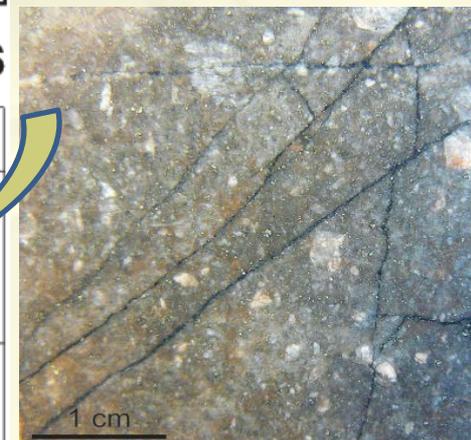
## Contrôle structural:

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

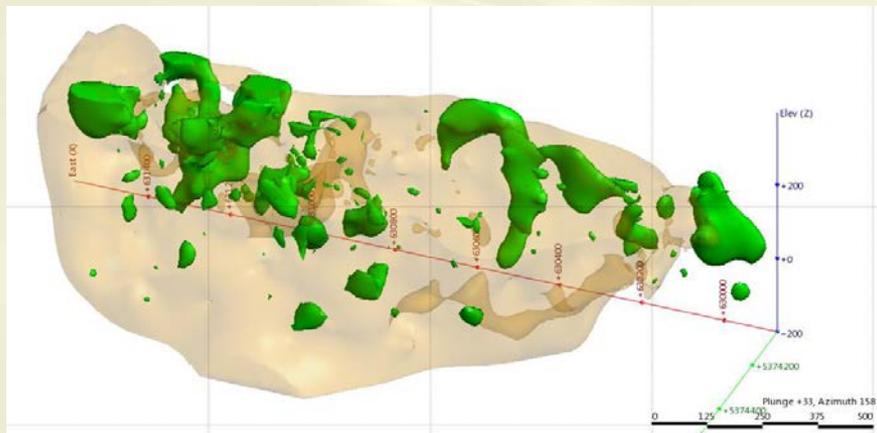


## Contrôle lithologique:

- Syénite minéralisée
- Altération en **séricite et carbonate**



## Le cas des altérations dans le faciès à contrôle lithologique

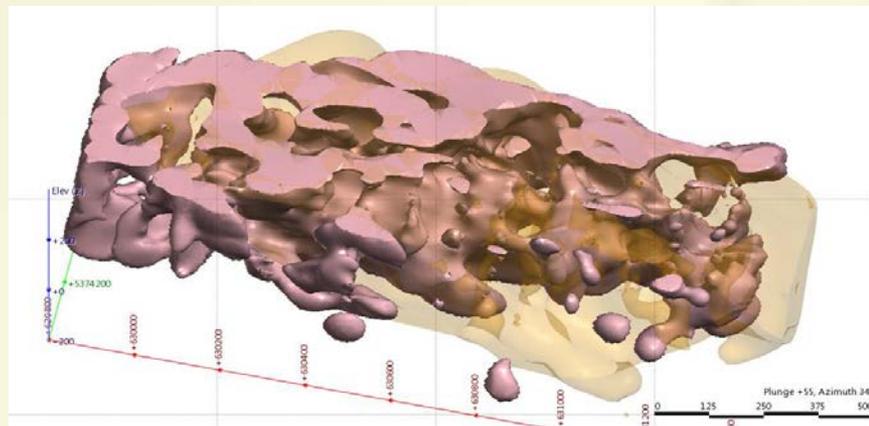


### Altération en séricite

- 10 Mm<sup>3</sup> de roche séricitisée
- 313 Mm<sup>3</sup> de fluide potassique requis (à T=350°C; K déjà présent, mais système hydrothermal ouvert)

### Altération en carbonate

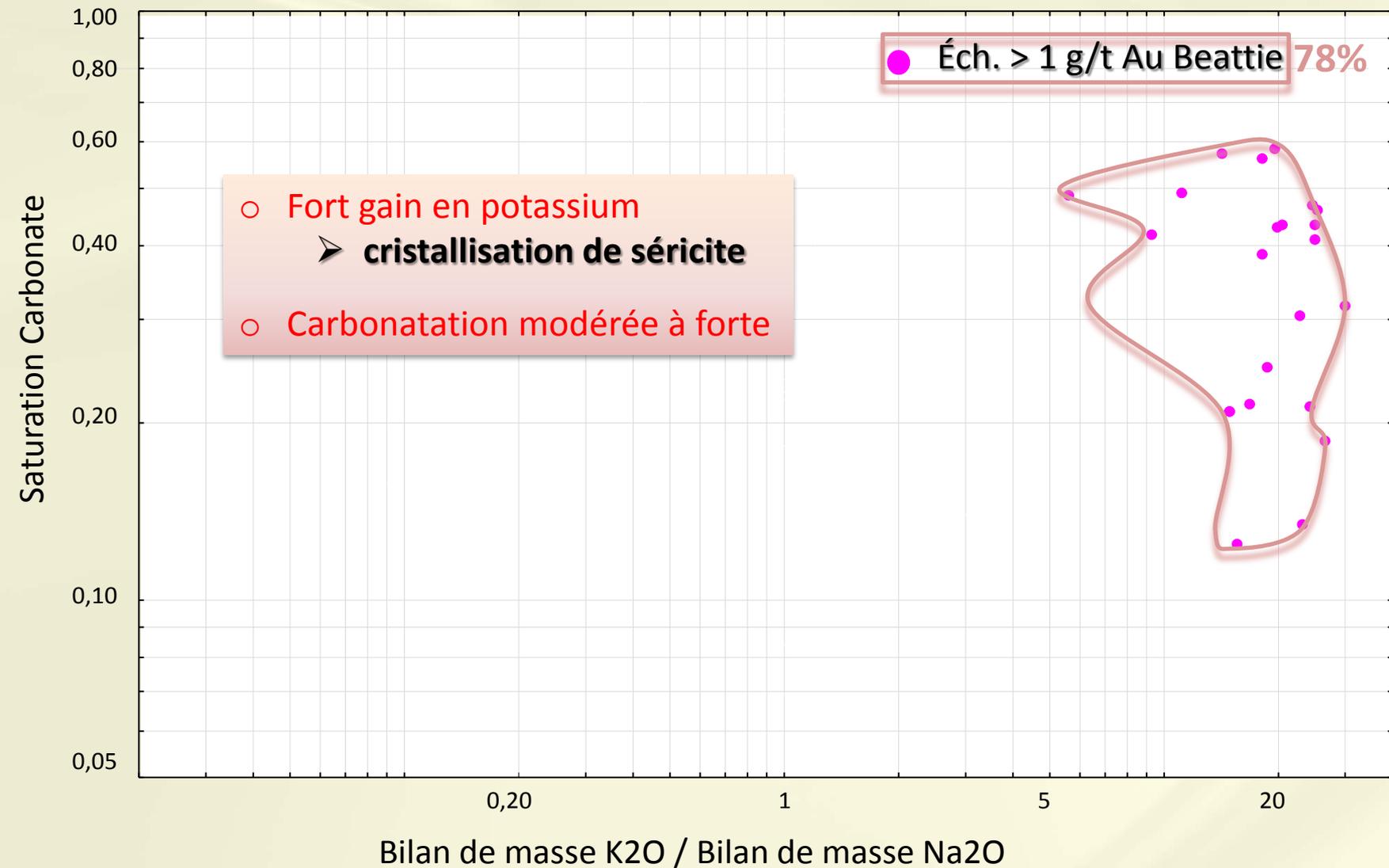
- 151 Mm<sup>3</sup> de roche carbonatisée
- 1,54 Bm<sup>3</sup> de fluide riche en CO<sub>2</sub> requis (à T=350°C)



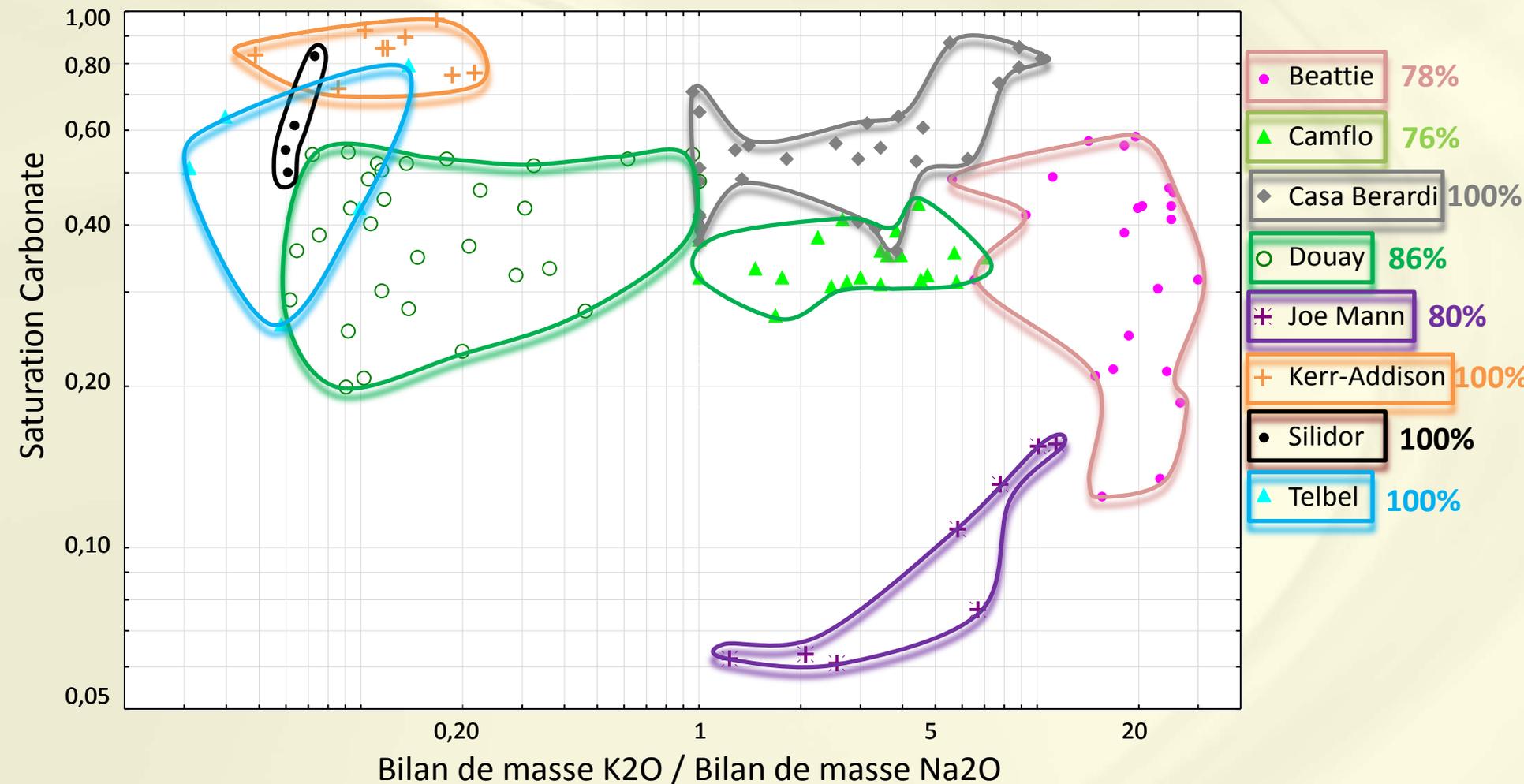
Bigot et Jébrak (2015)

Syénite de Beattie (fraîche et altérée) ~ 250 Mm<sup>3</sup>

→ **SYSTÈME HYDROTHERMAL TRÈS ACTIF - IMPORTANTES CIRCULATIONS**

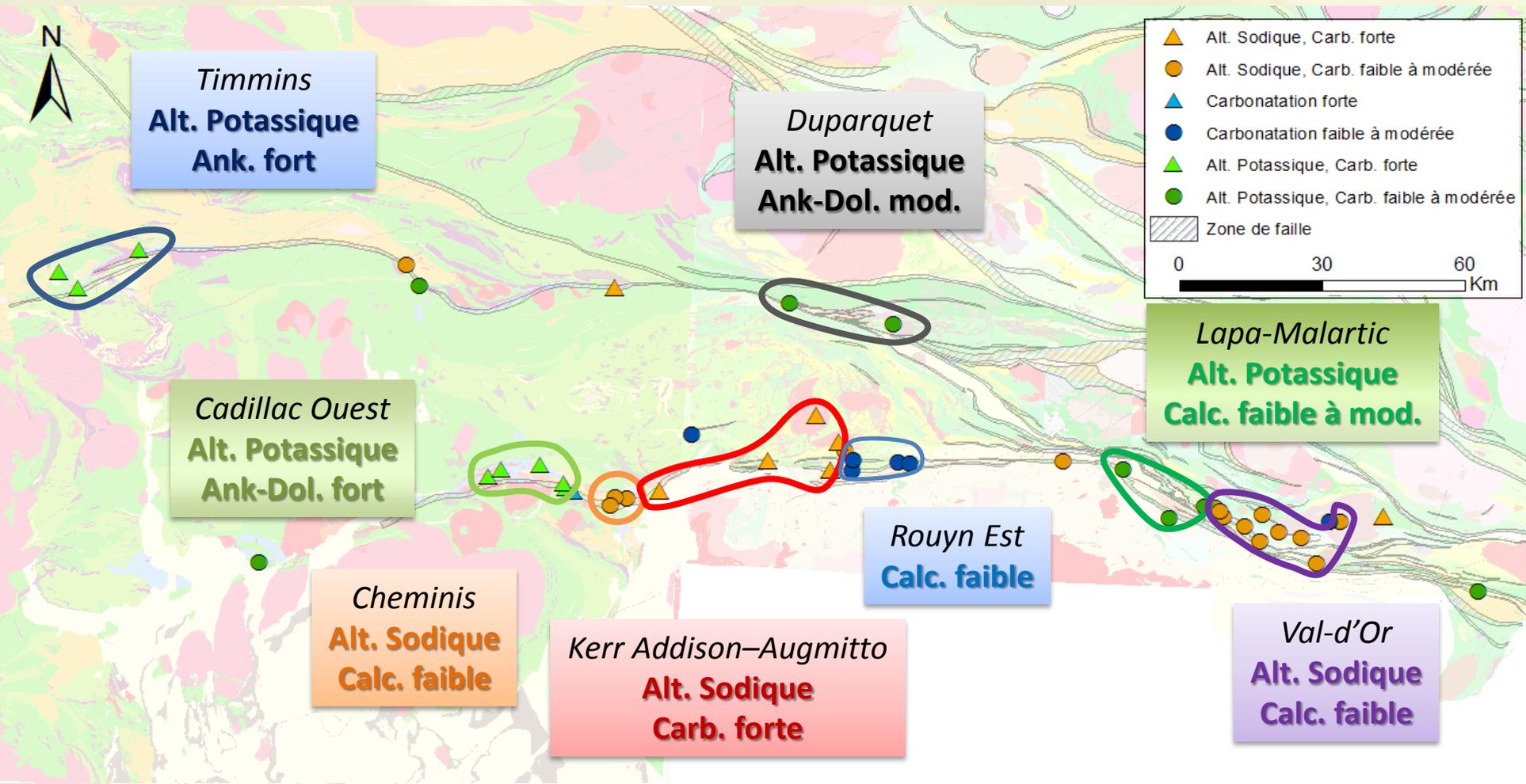


## Champs de certains gisements (échantillons > 1g/t Au)



**Champs géochimiques distincts**

## Distribution des champs hydrothermaux



## Des méthodes intégratrices et innovantes pour caractériser l'intensité des altérations en contexte aurifère non-SMV

Application: en campagne d'exploration, identifier à partir des résultats géochimiques des altérations dominantes, et reconnaître pour les échantillons minéralisés des signatures hydrothermales comparables à des gisements d'or en Abitibi

→ **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.

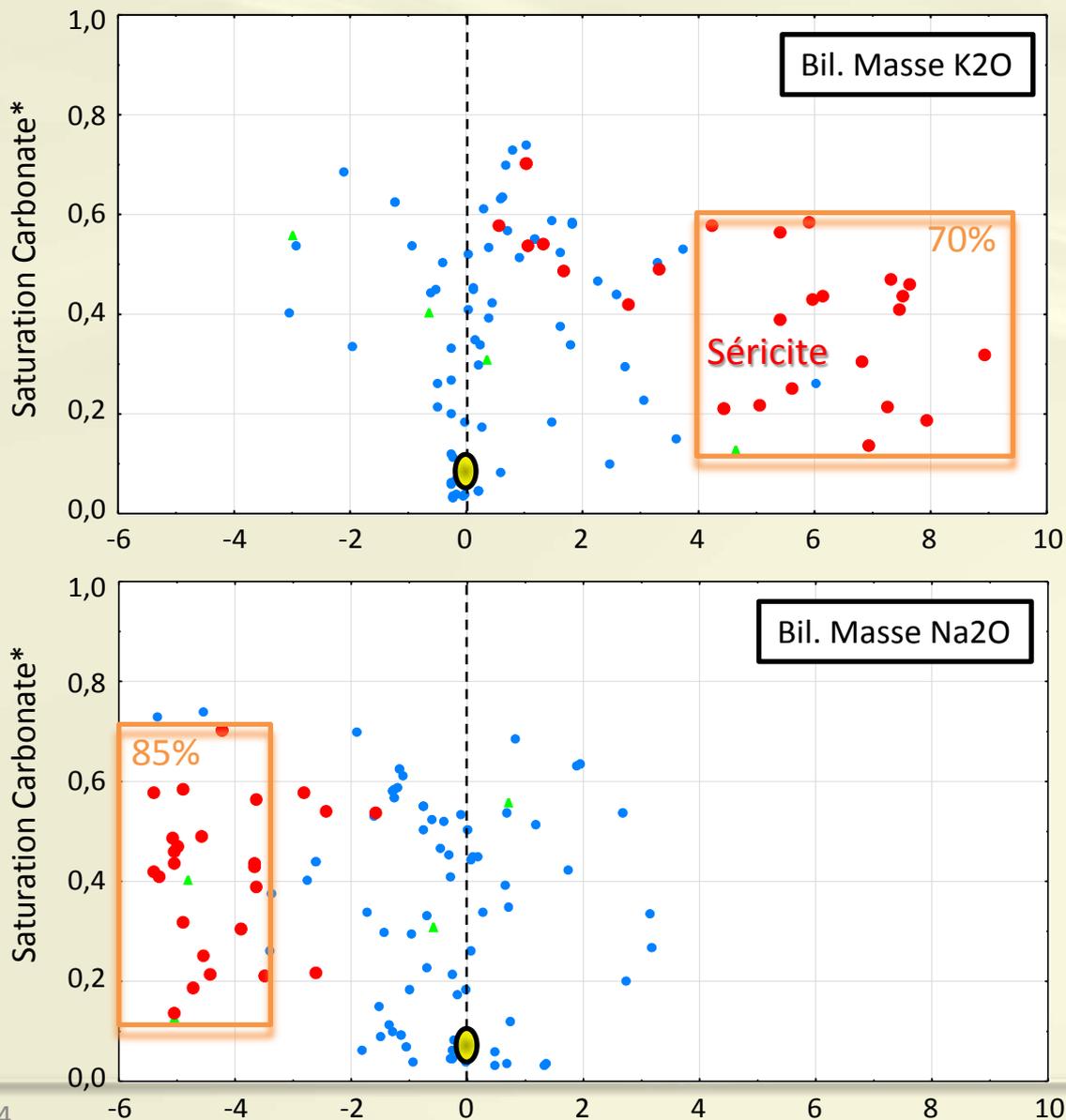
# Merci de votre attention

## RÉFÉRENCE DU PROJET:

- Bigot, L., 2014. Typologie des altérations associées aux minéralisations aurifères en Abitibi. Rapport, Projet CONSOREM 2013-07, 48 p.

# DIAPPOSITIVES SUPPLÉMENTAIRES

## Signatures hydrothermales des minéralisations aurifères



Données: Bigot (2012), SIGÉOM

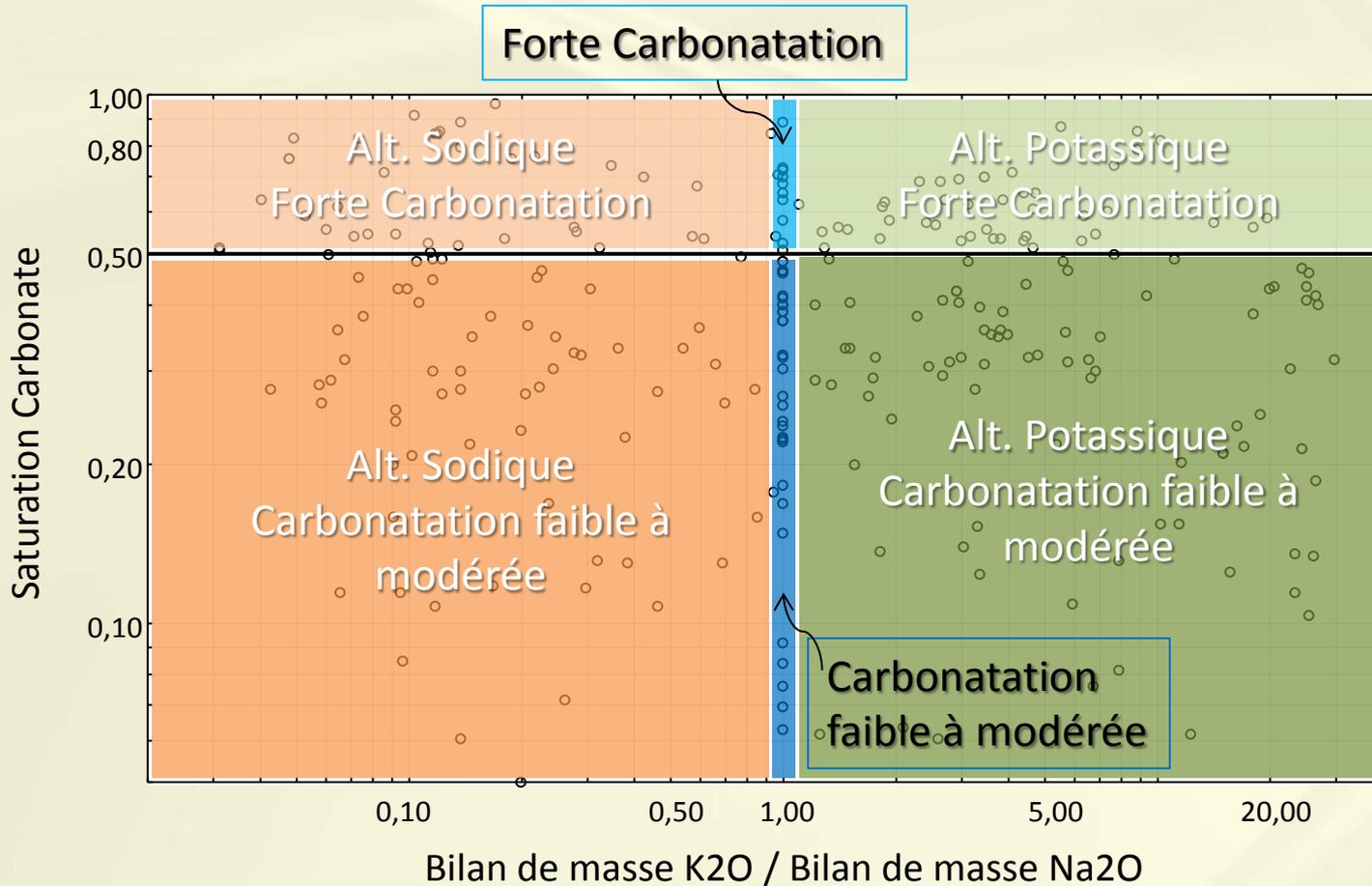
- AU ppb < 500
- ▲ 500 < AU ppb < 1000
- AU > 1000 ppb
- Précurseur (N=3)

**Paramètres significatifs du processus hydrothermal minéralisateur à Beattie :**

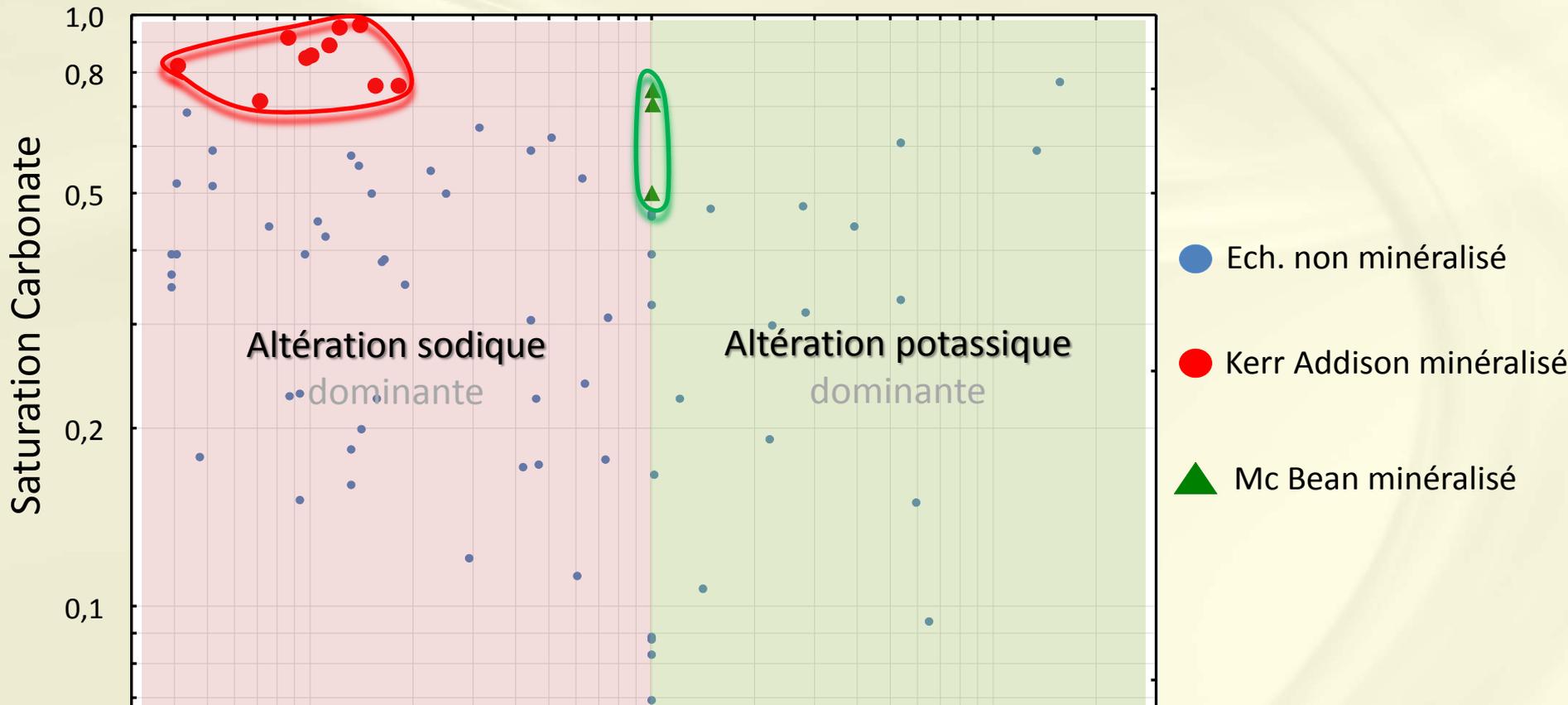
- Fort gain en potassium
  - Matérialisé par la **crystallisation de séricite**
- Forte perte en sodium
  - Non matérialisée par la création de minéraux
- Carbonatation modérée à forte

\*  $\text{CO}_2/(\text{Ca}+\text{Fe}+\text{Mg})$

## Lecture du diagramme géochimique



## Test de l'outil de caractérisation – approche par secteur

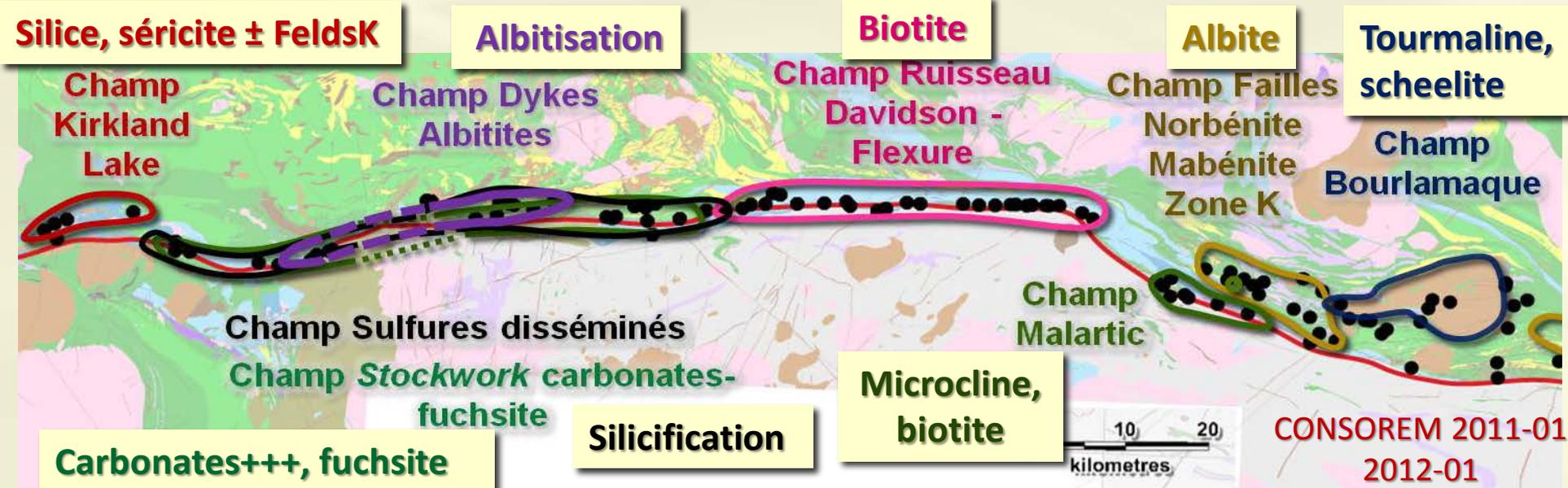


Conclusion :

sur un segment McBean - Kerr-Addison d'environ 15km, **aucun échantillon altéré non minéralisé (<200 ppb Au) n'a la signature hydrothermale des gisements.**

Donc **champs discriminants utiles pour vectoriser l'exploration**

## Approche descriptive



## Approche quantitative

