

# Outil de discrimination des carbonates et exemples d'applications pour l'exploration

*Hassan Nabil et Benoit Lafrance*

Québec Exploration, novembre 2009



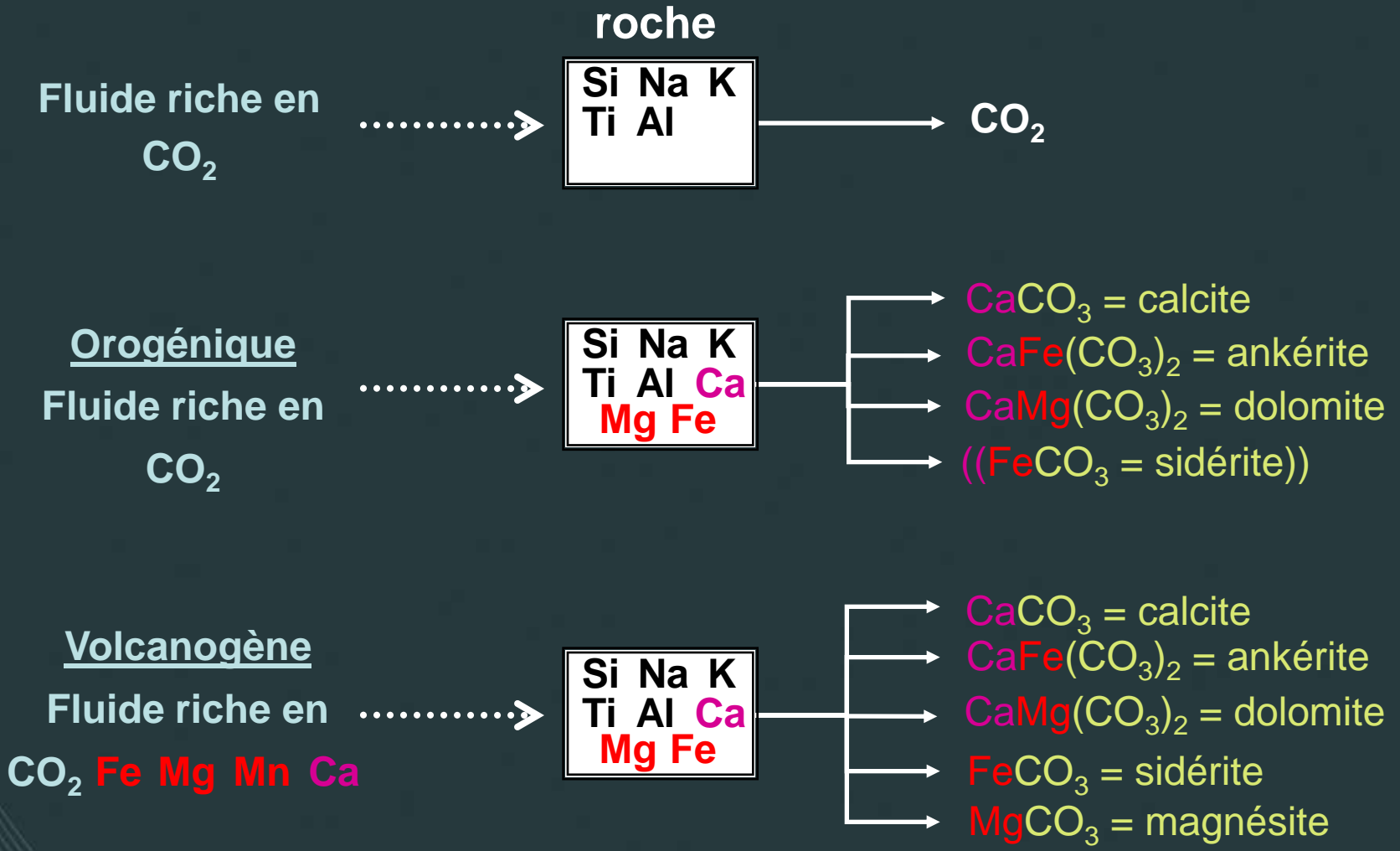


Carbonates orogéniques ou volcanogènes?  
Ankérite ou sidérite?

## Plan

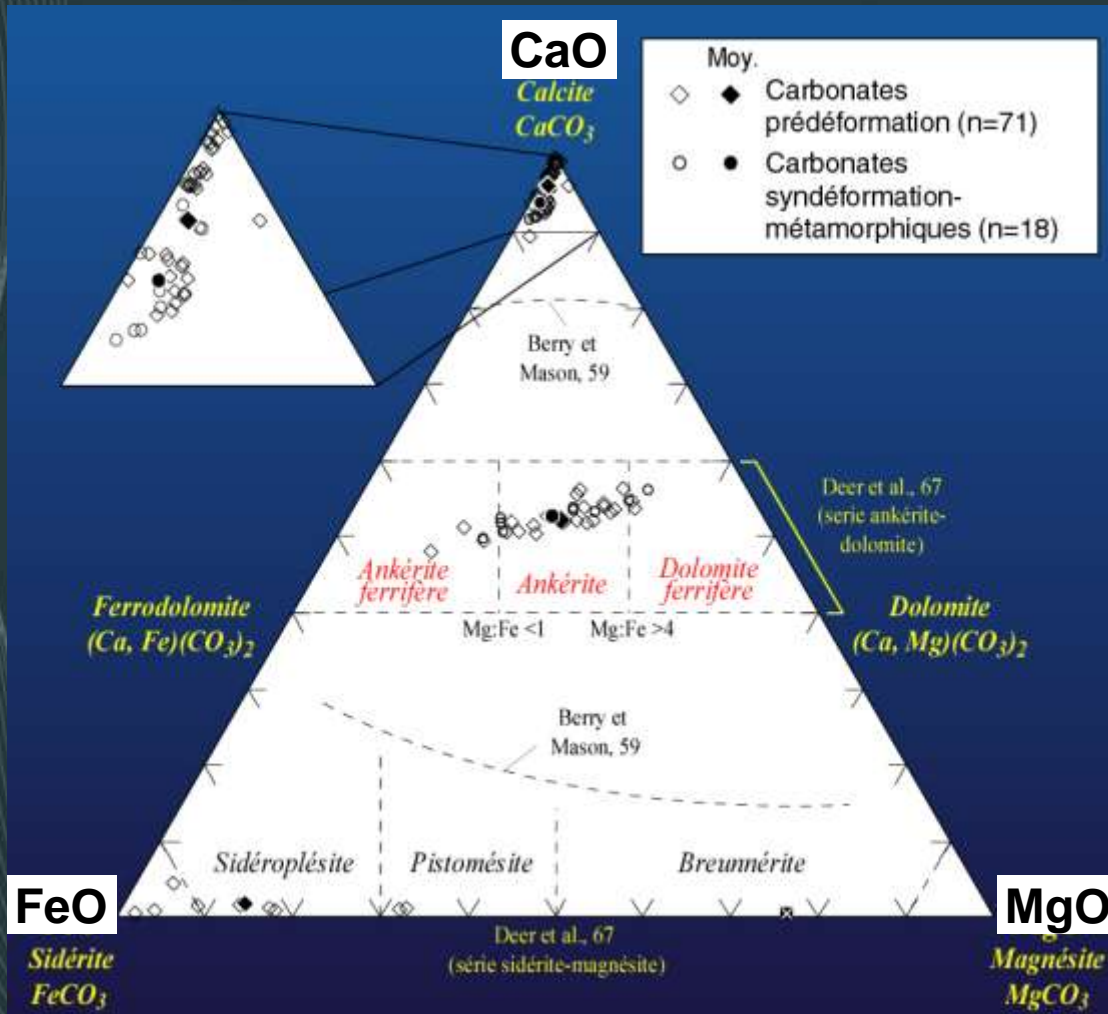
1. Principe de la carbonatation
2. Zonation des carbonates volcanogènes et orogéniques
3. Indices de saturation et de discrimination
4. Exemples d'applications
5. Le diagramme de carbonatation
6. Conclusion

# 1. Principe de la carbonatation



## 2. Chimie des carbonates en environnement volcanogène

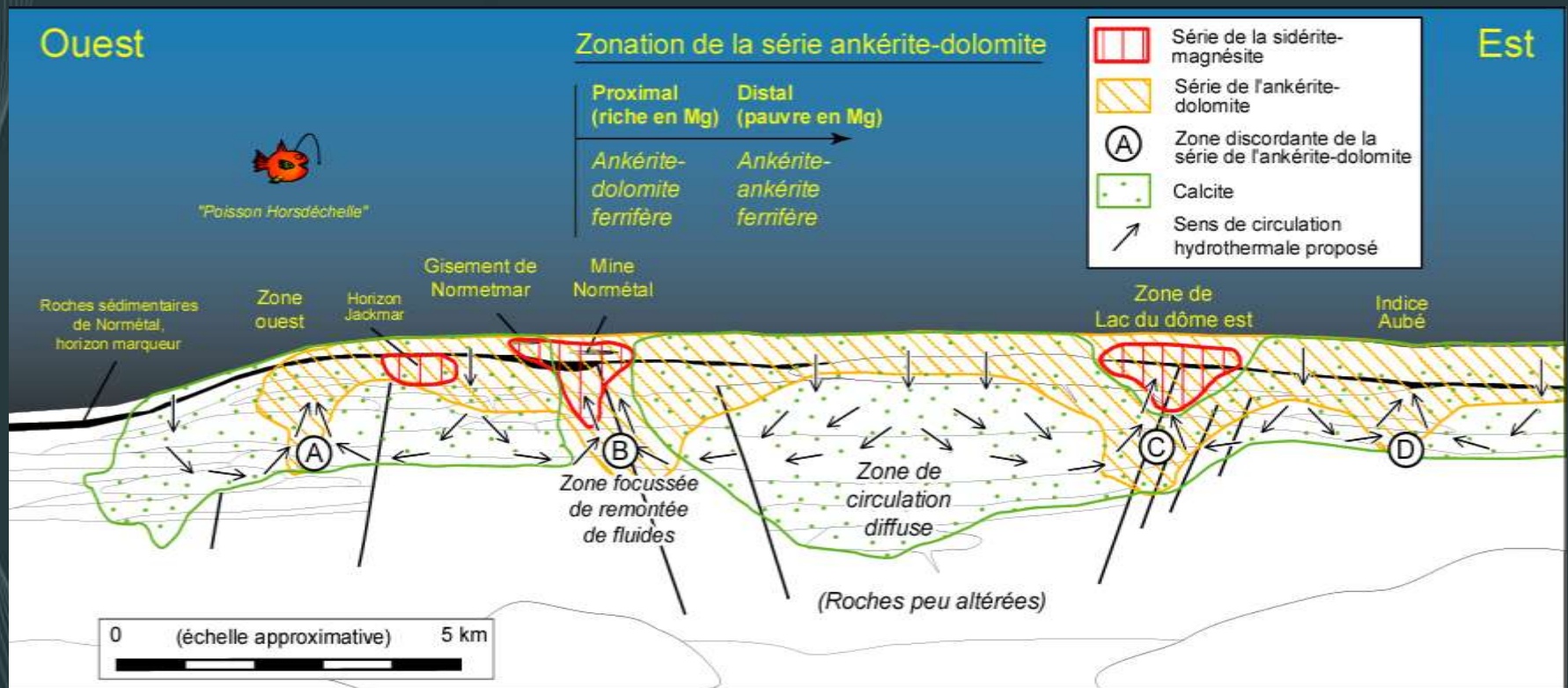
Microsonde des carbonates de Normétal, Abitibi (Lafrance, 2003)



- Calcite
- Ankérite/dolomite
- Sidérite/magnésite

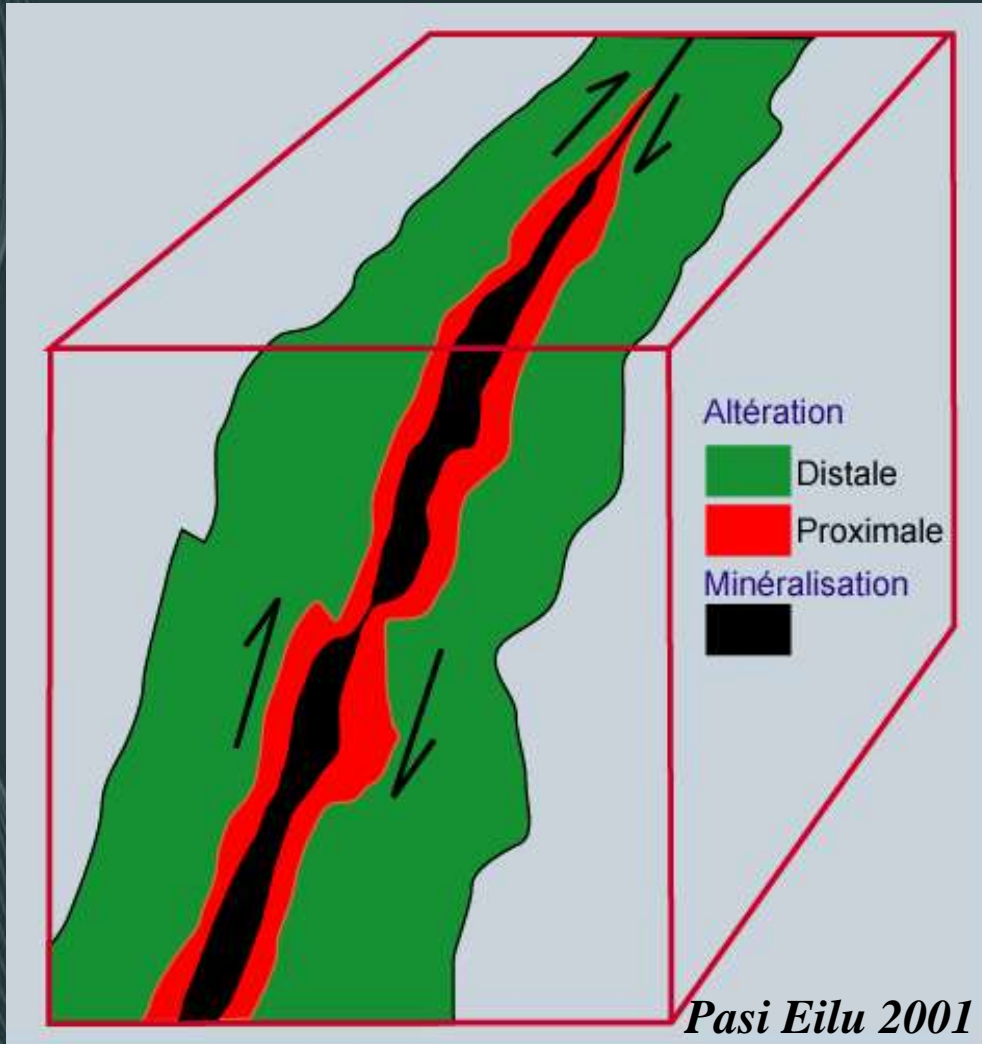
## 2. Chimie des carbonates en environnement volcanogène

### Complexe volcanique de Normétal, Abitibi



Lafrance, 2003

## 2. Chimie des carbonates associés aux veines aurifères orogéniques



Altération distale :  
Calcite

Altération proximale:  
Ankérite/dolomite

Il est donc utile de connaître l'intensité de la carbonatation ainsi que les types de carbonates qui sont présents dans la roche.

Comment fait-on ?



# Méthodes utilisées pour la discrimination des carbonates

## Colorimétrie

- Difficile à discriminer les phases carbonatées et à déterminer leurs proportions dans les roches à granulométrie fine.
- Nombre d'échantillons très élevé dans une campagne d'exploration

## Diffraction X

- Coûts: 200\$ par échantillon
- Nombre d'échantillons très élevé dans une campagne d'exploration

## Lithogéochimie

- Lithogéochimie effectuée de façon routinière dans une campagne d'exploration
- Disponibilité des banques de données lithogéochimiques

### 3. Indices de saturation et de discrimination

À partir des résultats d'analyses lithogéochimiques on peut utiliser 2 indices de carbonatation

- 1) Indice de saturation (quantifier l'intensité)
- 2) Indice de discrimination (identifier les types de carbonate)

## Indice de saturation

- $\text{CO}_2/\text{CaO}+\text{FeO}+\text{MgO}+\text{MnO}$
- La composition des roches a très peu d'influence sur l'indice (attention toutefois aux roches riches en Py-As).

*(Modifié de Kishida et Kerrich, 1987)*

$$\text{IS} = \frac{(\% \text{CO}_2 / 44.01)}{((\% \text{MgO} / 40.3) + (\% \text{CaO} / 56.08) + (\% \text{MnO} / 70.94) + (\% \text{Fe}_2\text{O}_3 * (0.8998 / 71.85))}$$

# Indice de saturation

## Principe de base

$\text{CO}_2 / (\text{CaO} + \text{FeO} + \text{MgO} + \text{MnO}) = 0$   **roche non saturée**

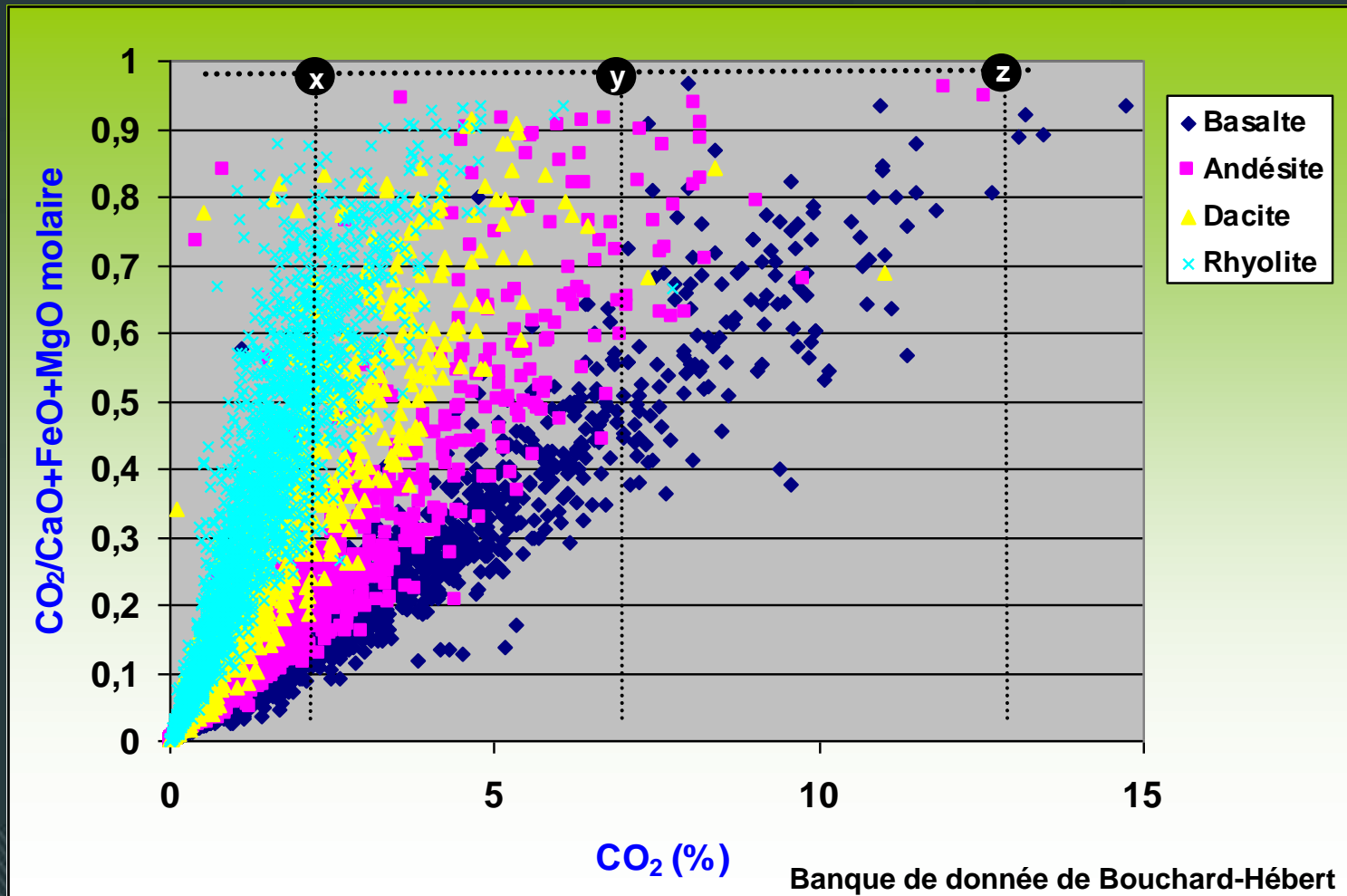


augmentation de la carbonatation  
(transferts des cations dans les phases carbonatées)

$\text{CO}_2 / (\text{CaO} + \text{FeO} + \text{MgO} + \text{MnO}) = 1$   **roche saturée**

# Indice de saturation

Une roche contenant beaucoup de CO<sub>2</sub> (%) est-elle automatiquement saturée en carbonate ?



## Indice de discrimination

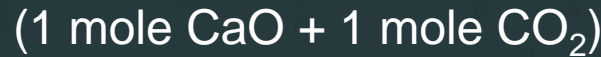
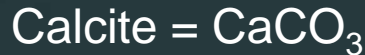
- $\text{CO}_2/\text{CaO}$
- Discriminer les différentes phases de la carbonatation.

*(Whitehead et Davies, 1988)*

$$\text{ID} = \frac{(\% \text{CO}_2 / 44.01)}{(\% \text{CaO} / 56.08)}$$

# Indice de discrimination

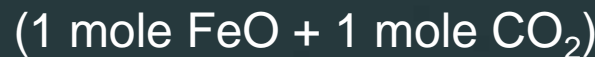
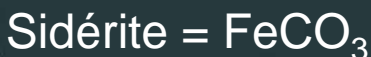
## Principe de base



$$\frac{\text{CO}_2}{\text{CaO}} \text{ molaire} = 1$$

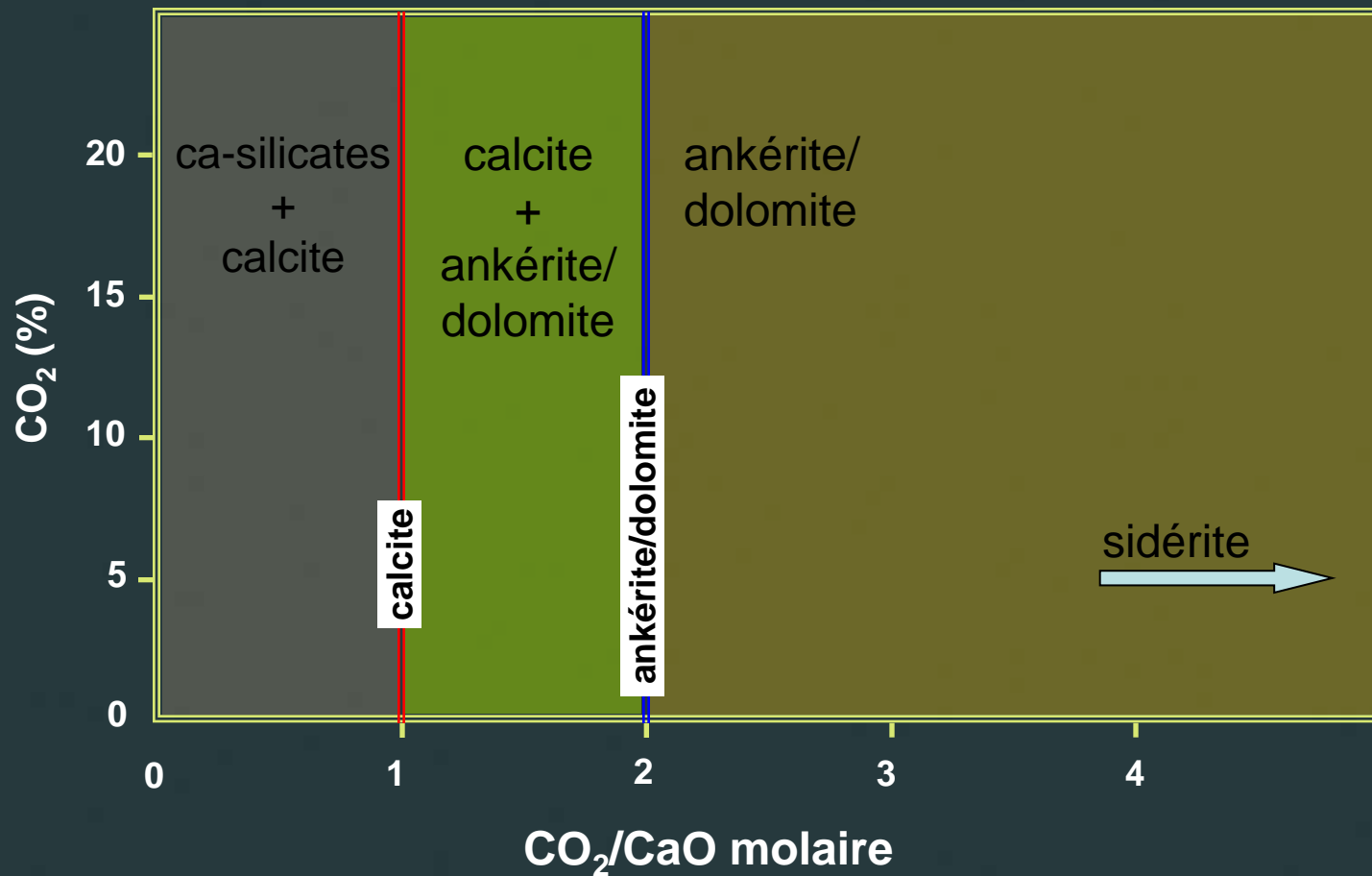


$$\frac{\text{CO}_2}{\text{CaO}} \text{ molaire} = 2$$



$$\frac{\text{CO}_2}{\text{CaO}} \text{ molaire} = > 2$$

# Indice de discrimination



Modifié de Davies et al., 1982

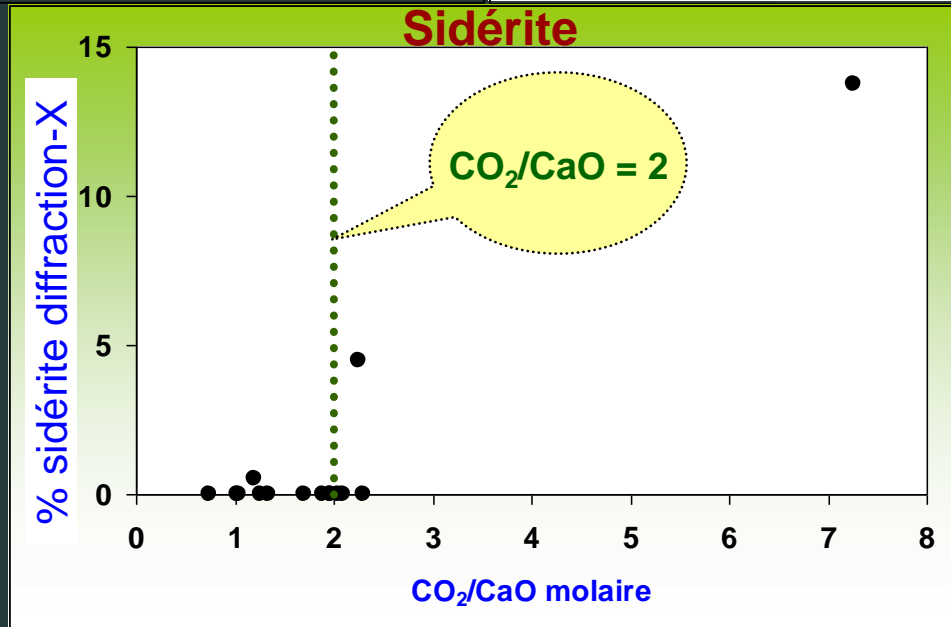
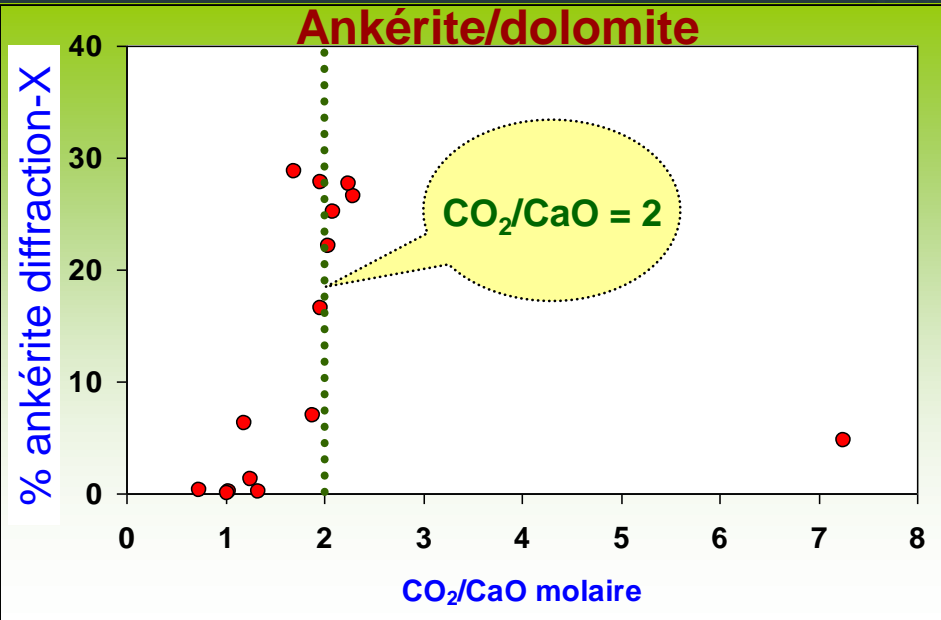
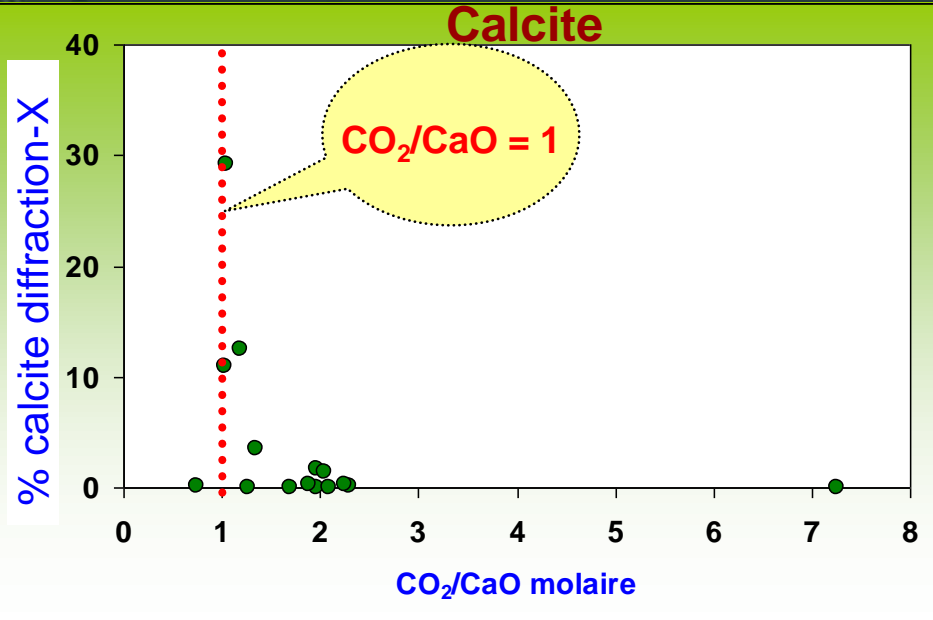


# Indice de discrimination

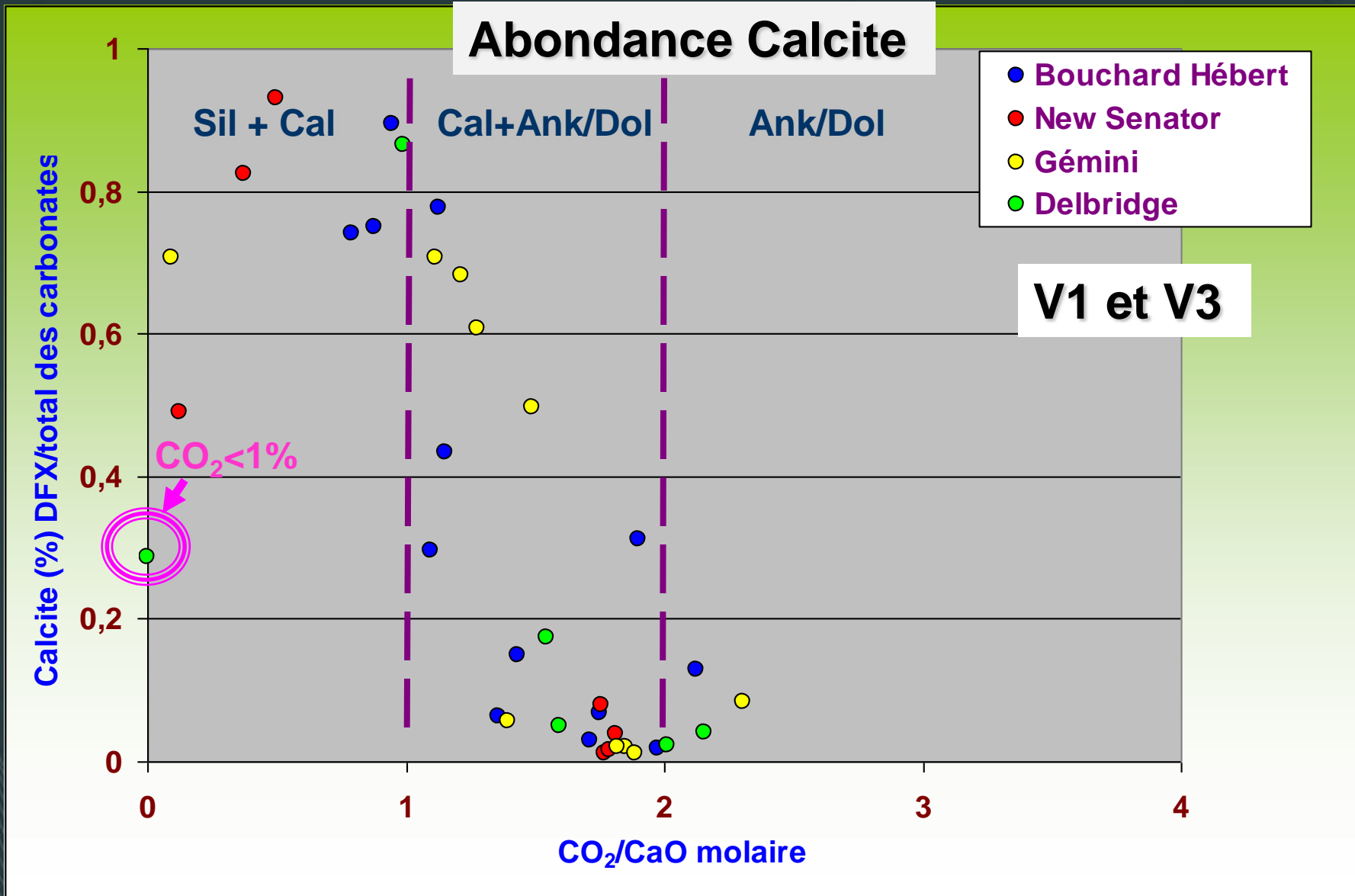
## Tests de validation de l'indice de discrimination

- Des échantillons de Casa-Bérardi (contexte orogénique) et de 4 contextes volcanogènes ont été analysés par diffraction des rayons-X dans le but d'identifier les phases carbonatées
- Les résultats de diffraction des rayons-X ont été comparés à l'indice de discrimination

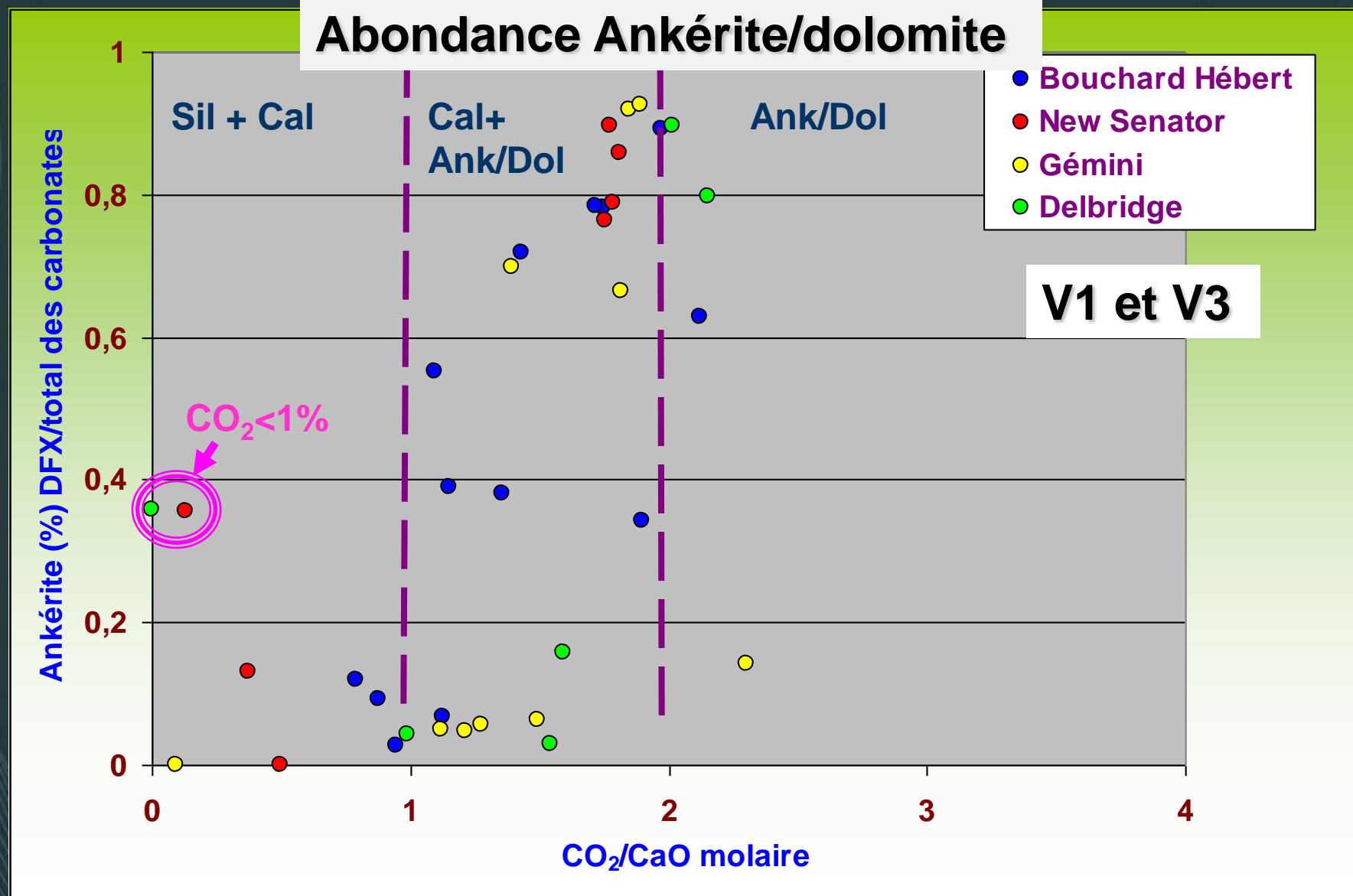
# 1er test - Casa Berardi



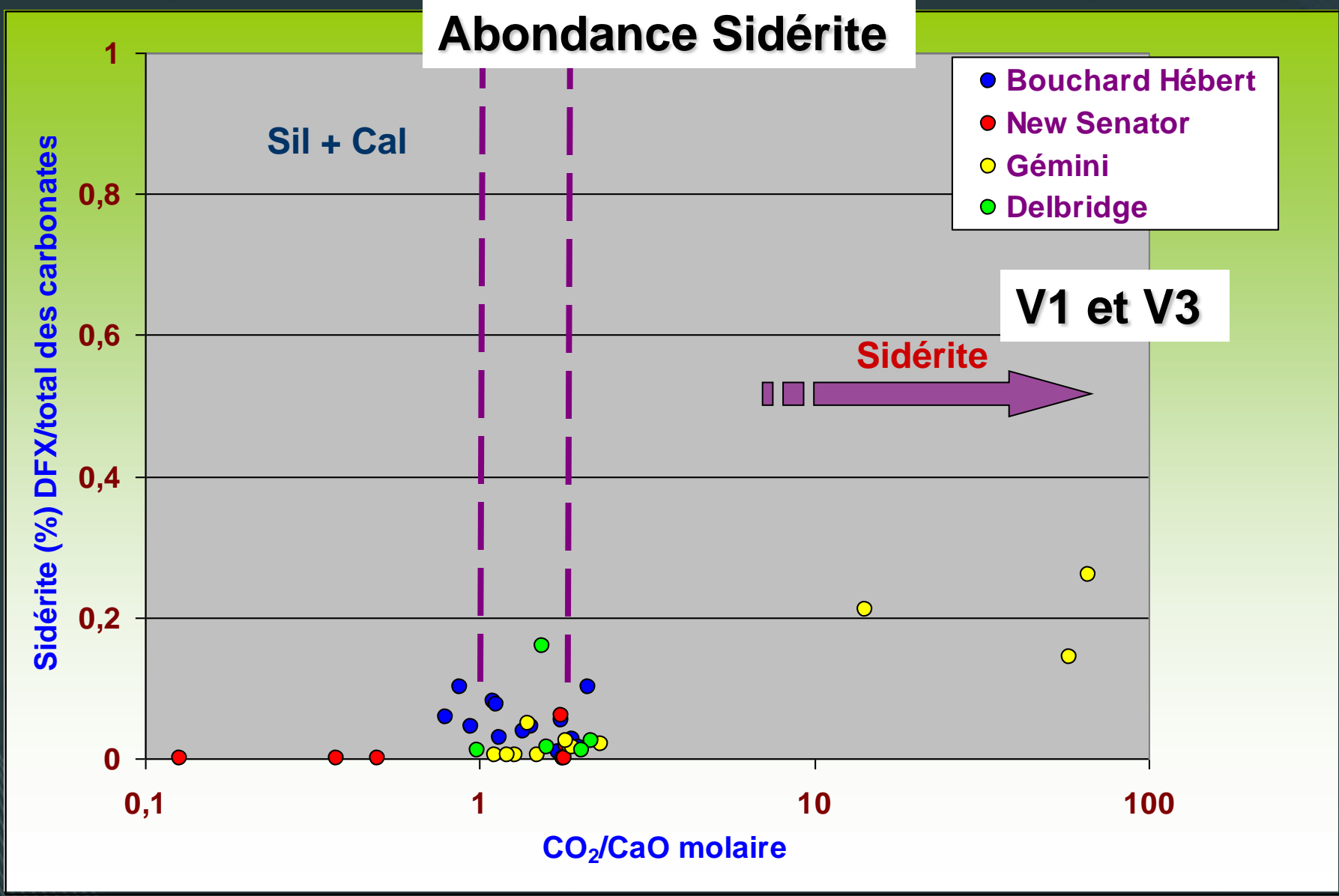
## 2e test – contextes volcanogènes



## 2e test – contextes volcanogènes











## 2e test – contextes volcanogènes



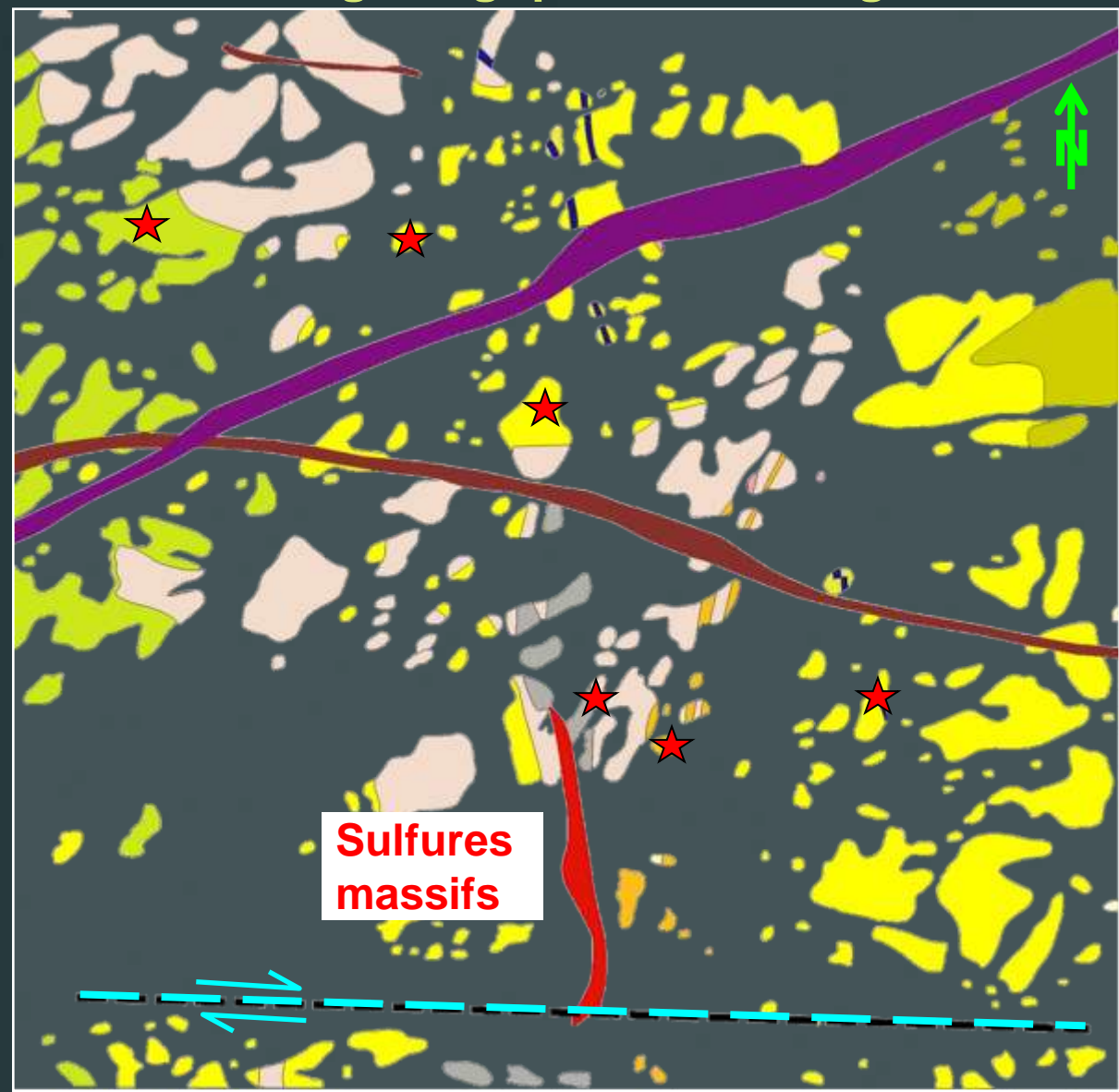
## 4. Exemples d'applications

# Application : échelle locale

## Carte géologique de Delbridge

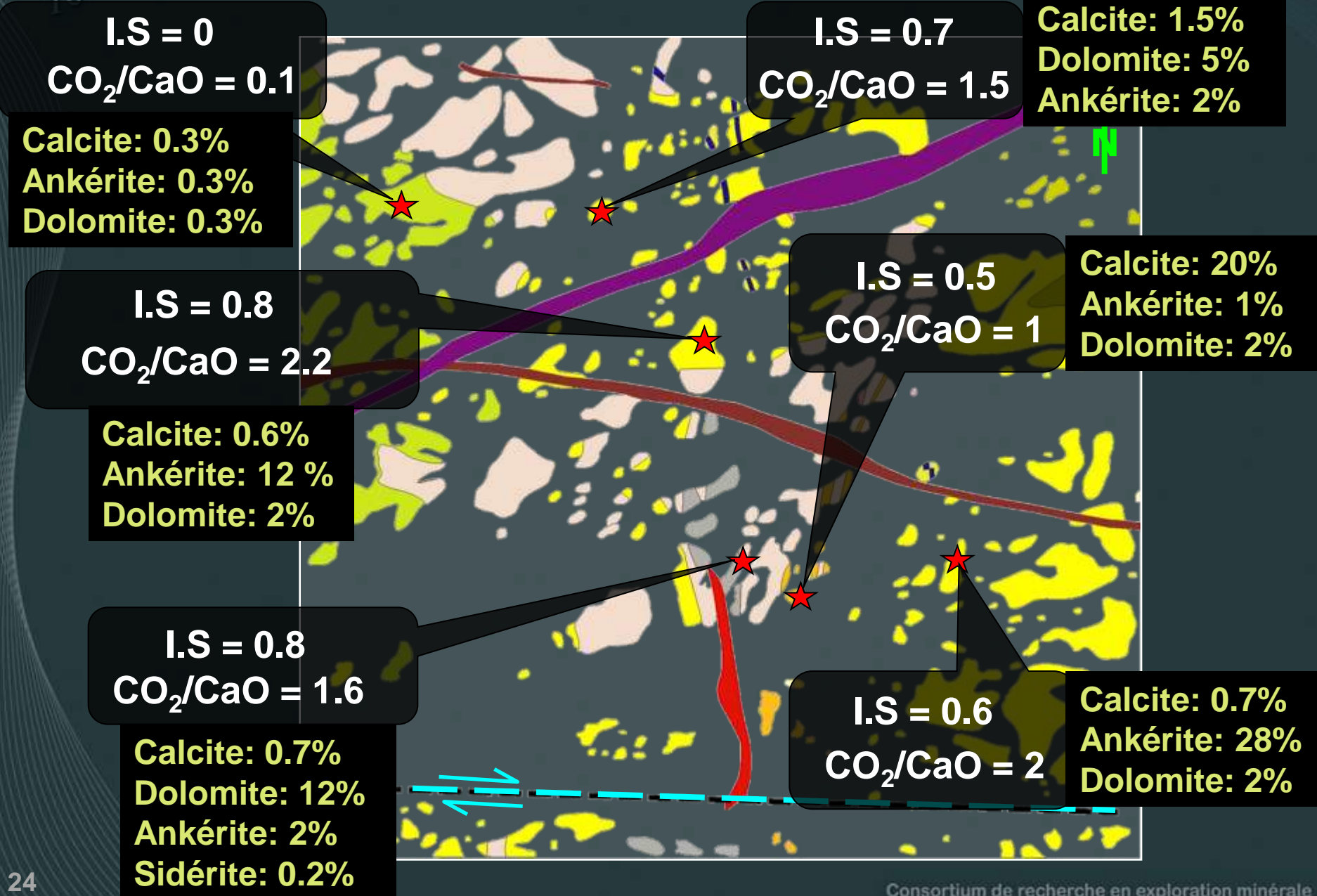
-  I3B
-  I3A
-  I3O
-  V1B porphyrique
-  V1B
-  V1D
-  V1B bréchifié
-  Sulfures massifs

120 m



**Sulfures massifs**

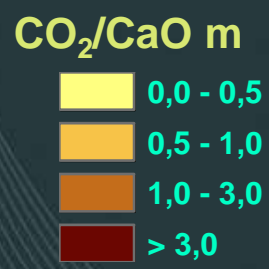
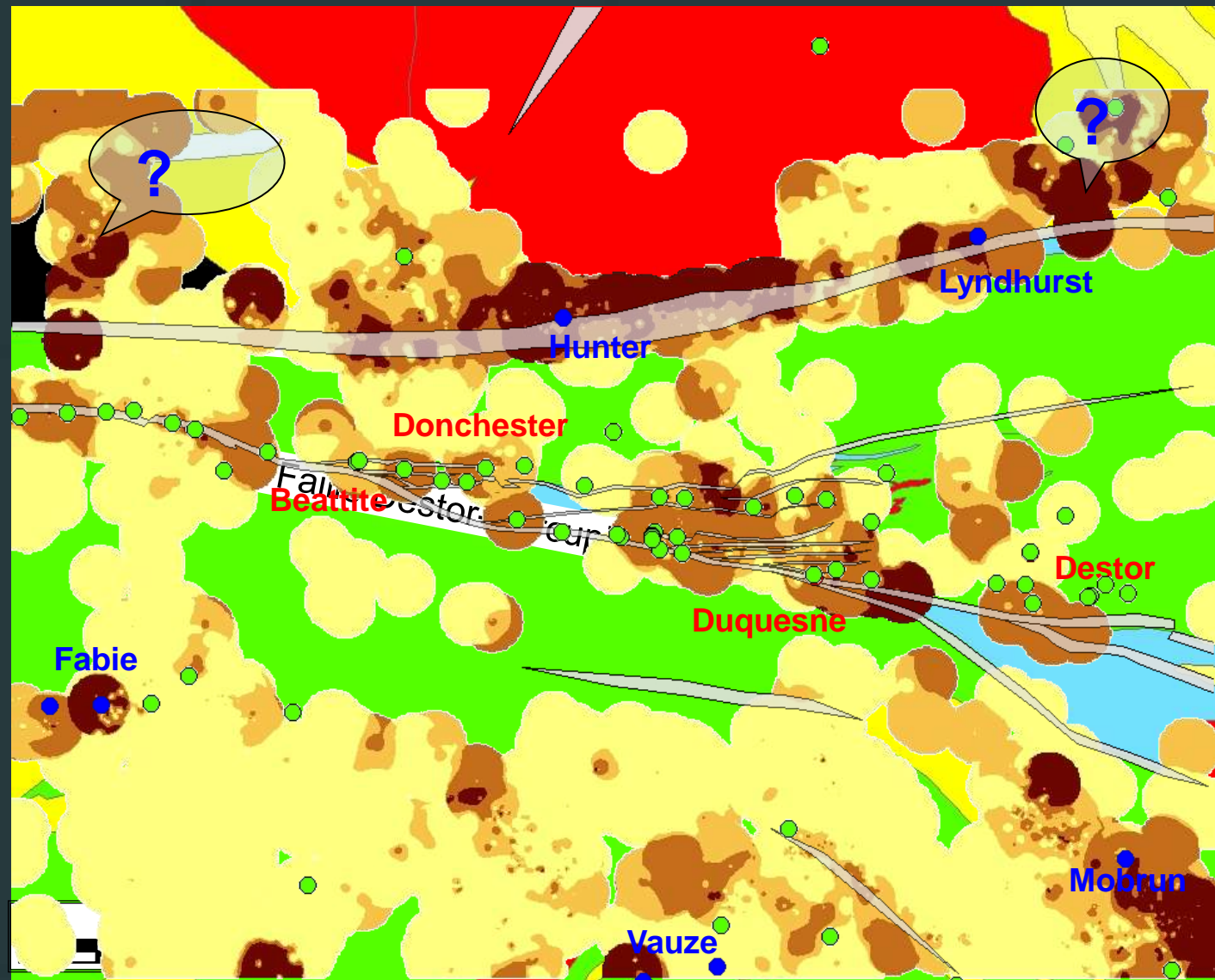
# Application : échelle locale





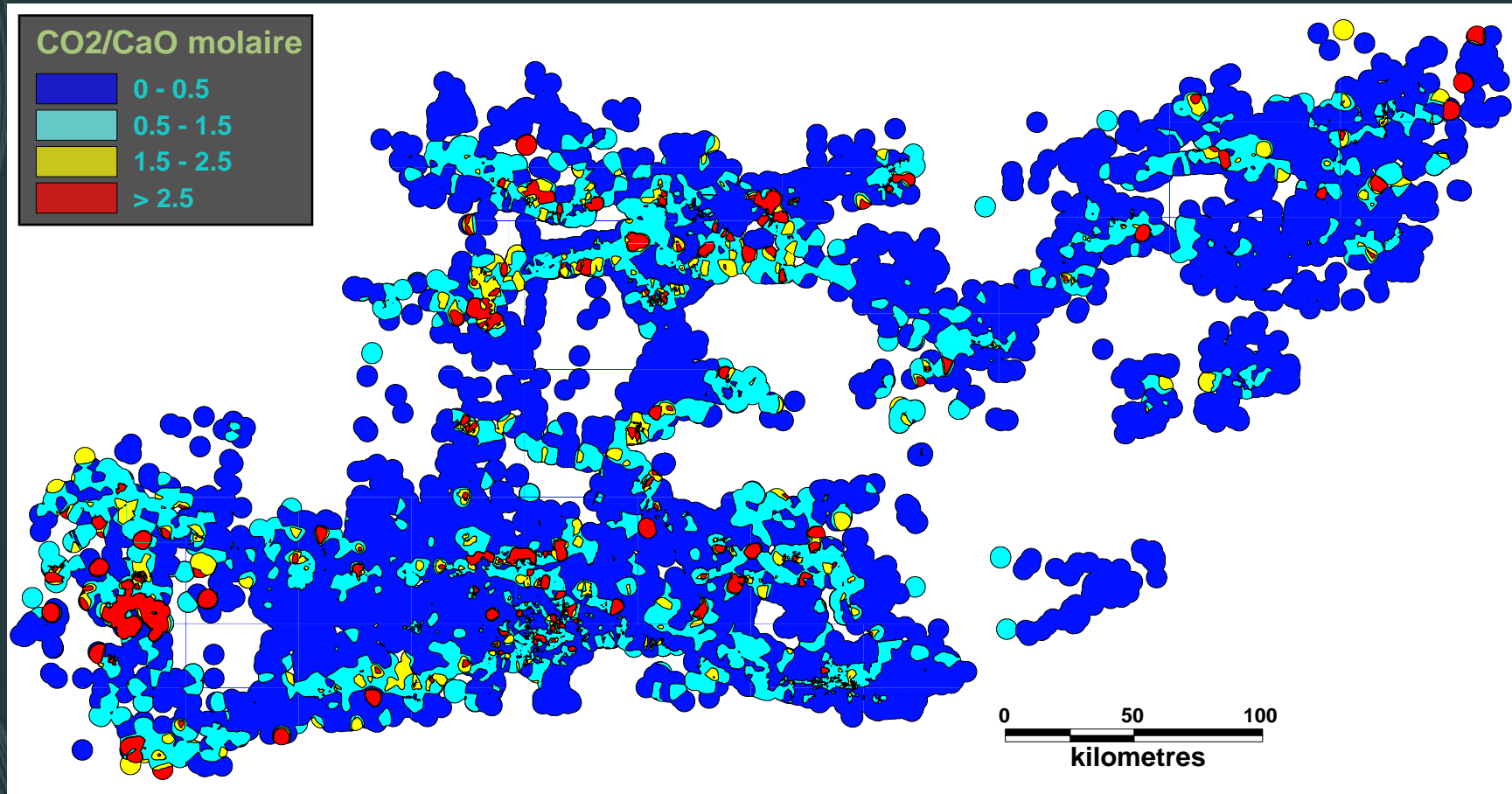
# Application : échelle régionale

## Secteur des failles Lyndhurst et Destor-Porcupine



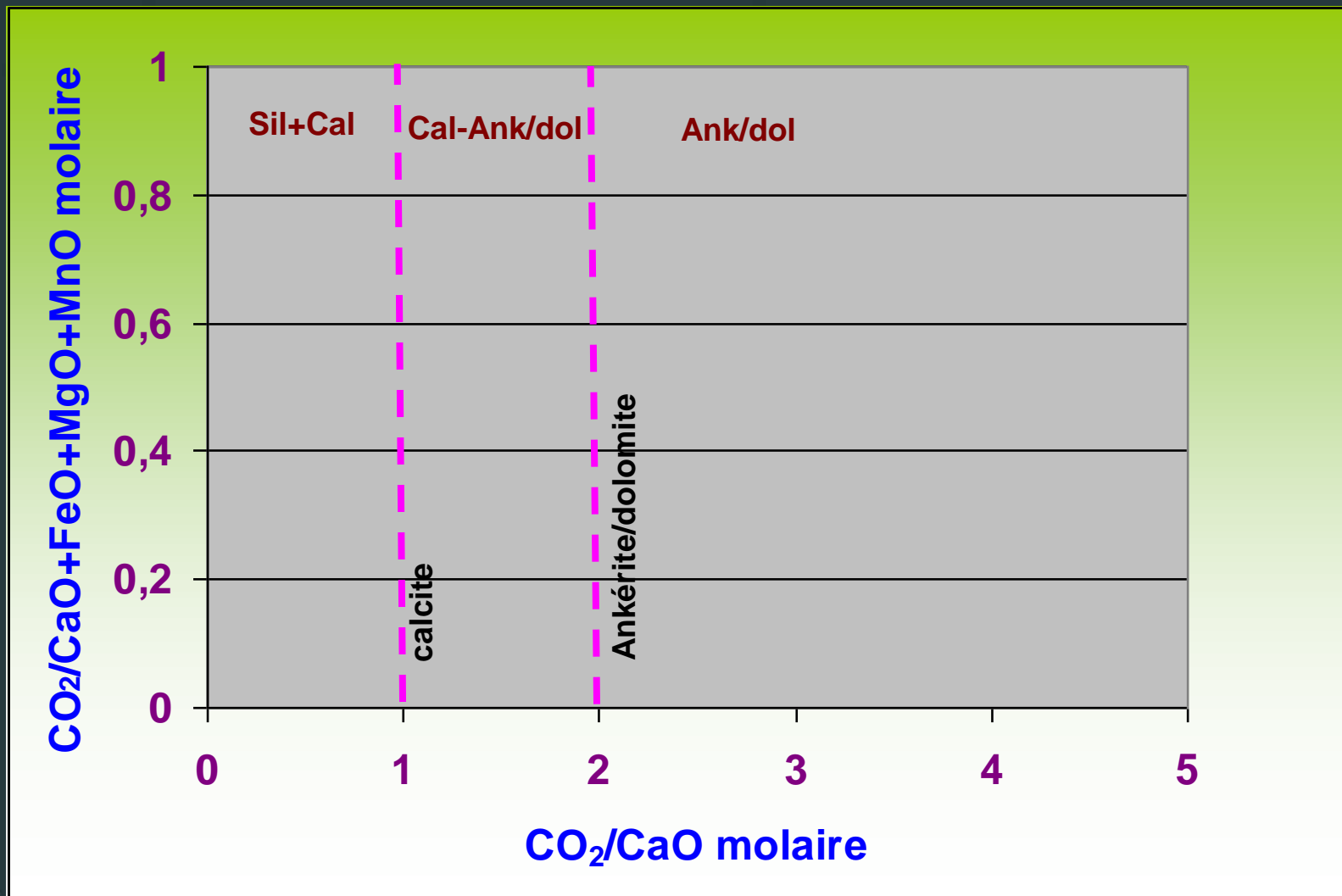
# Application : échelle de la province géologique

## Indice de discrimination Abitibi



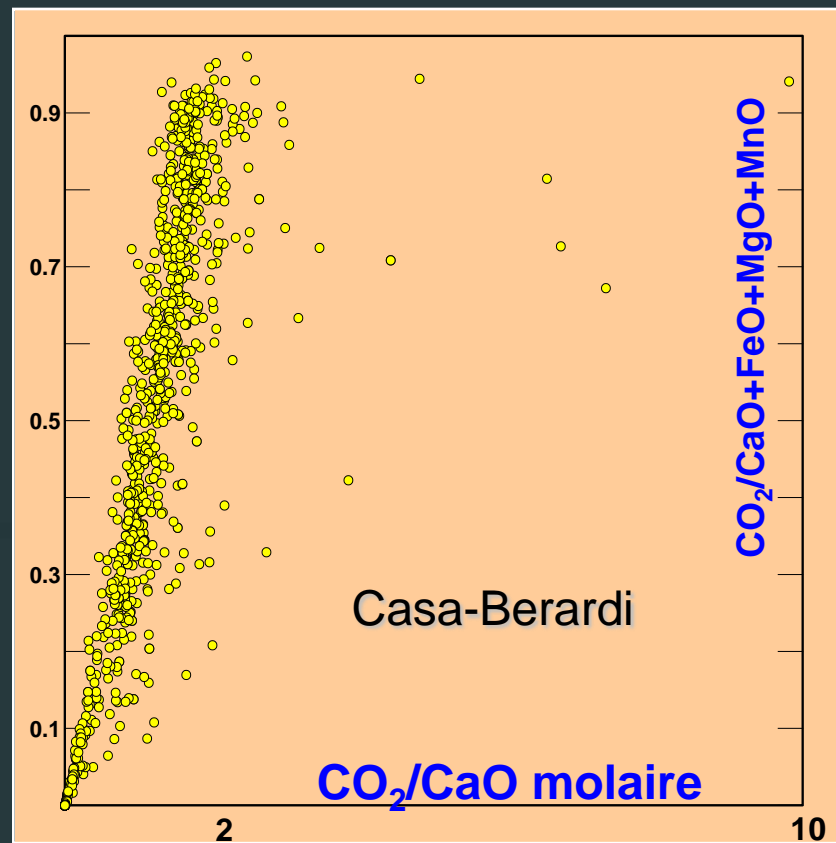
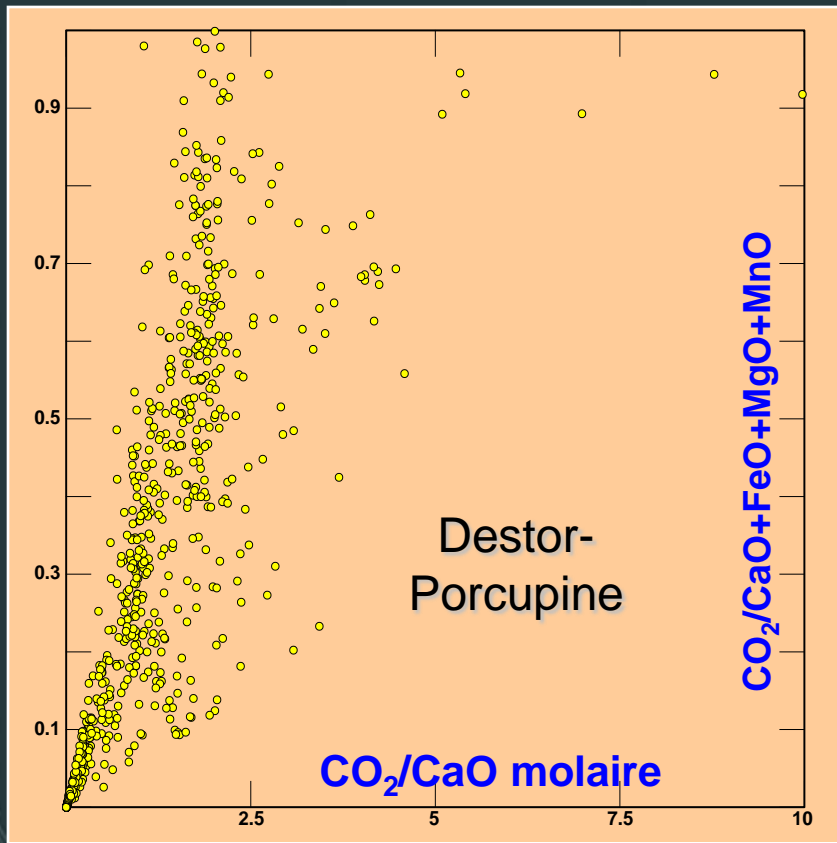
## 5. Le diagramme de carbonatation

# Diagramme de carbonatation



# Le diagramme de carbonatation

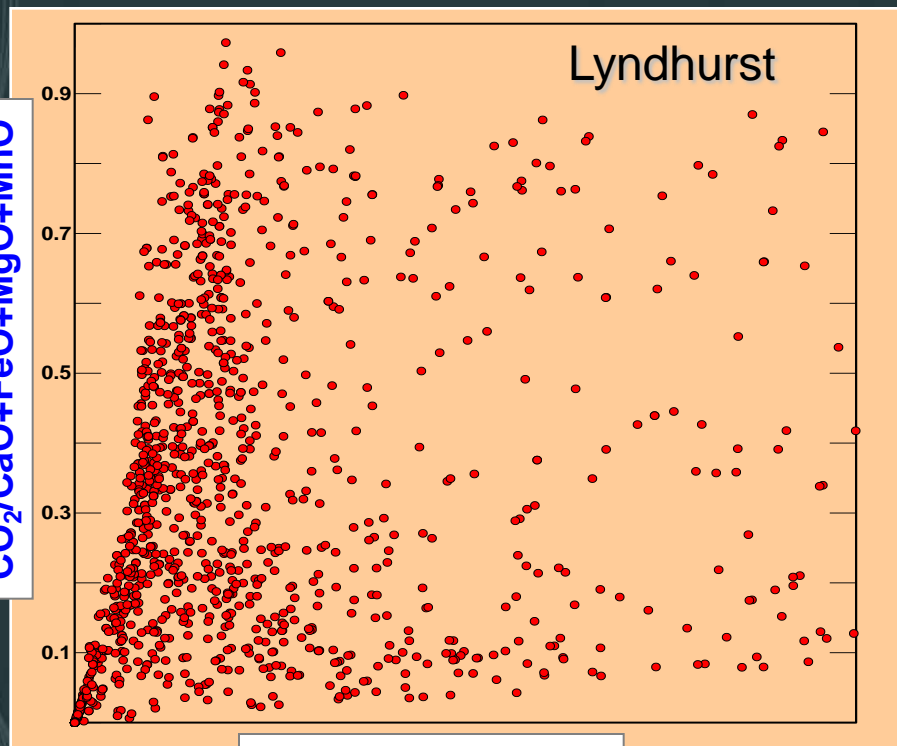
## Exemples pour contextes Or orogénique



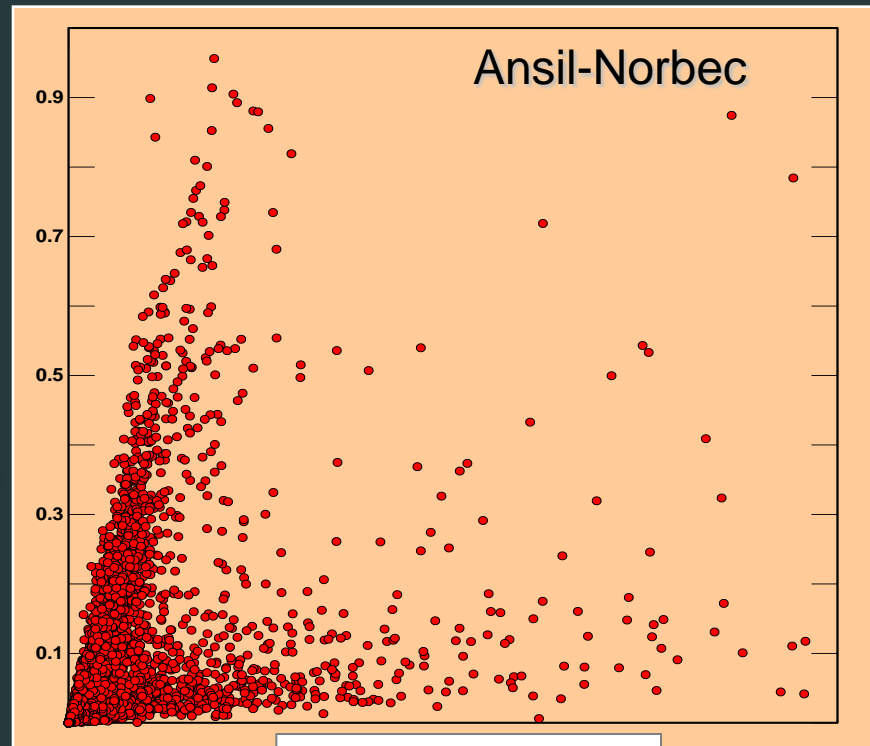
# Le diagramme de carbonatation

## Exemples pour contextes volcanogènes

$\text{CO}_2/\text{CaO} + \text{FeO} + \text{MgO} + \text{MnO}$

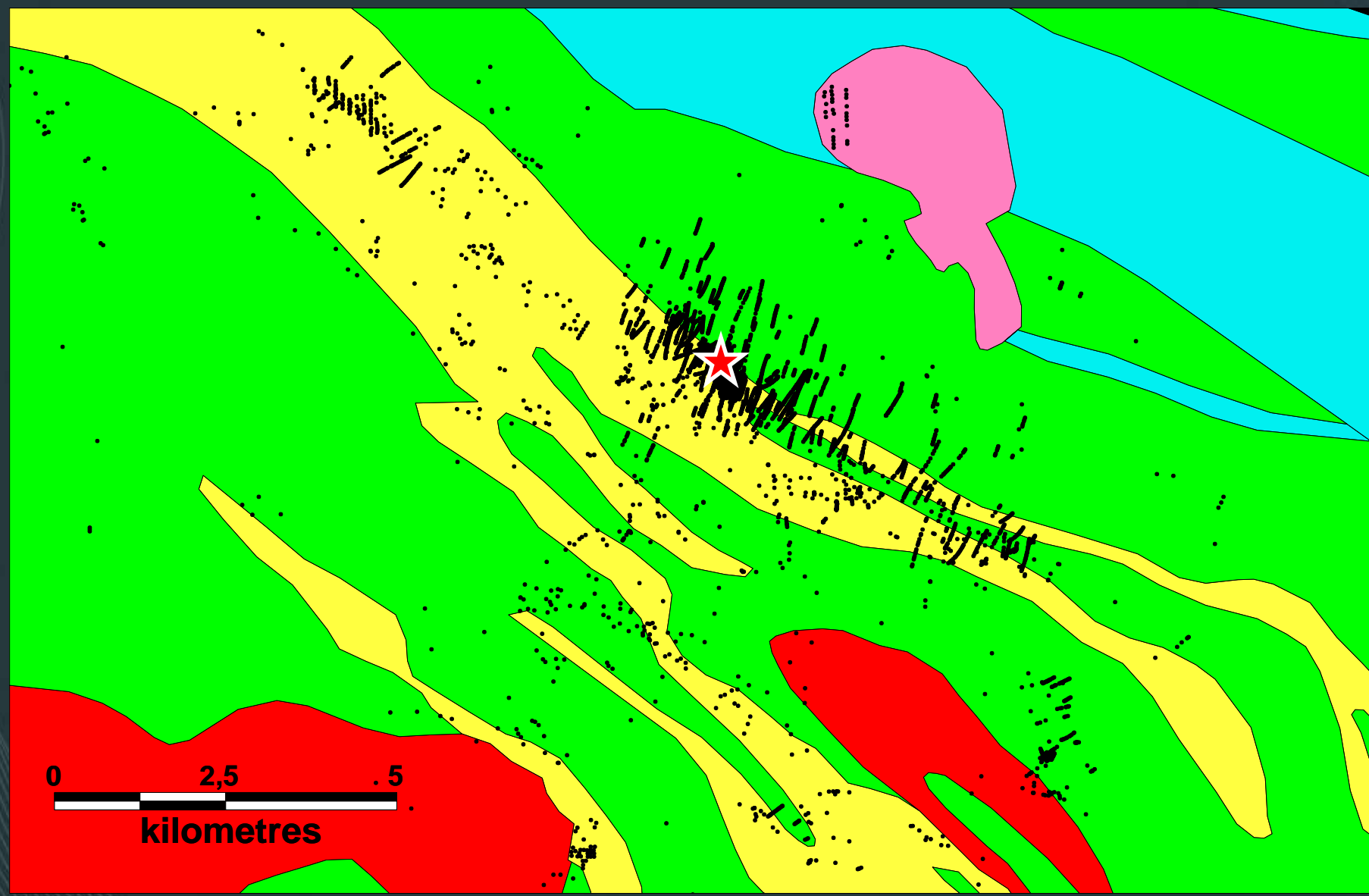


$\text{CO}_2/\text{CaO}$  molaire

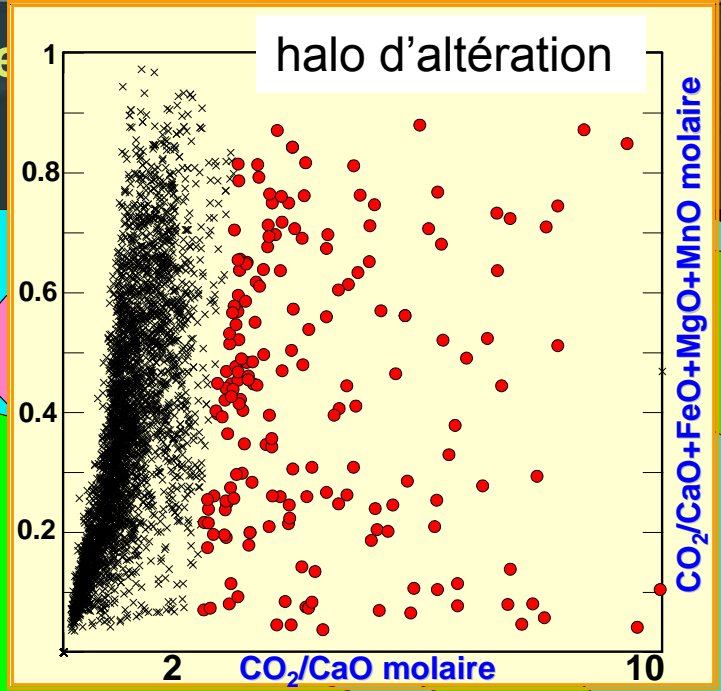
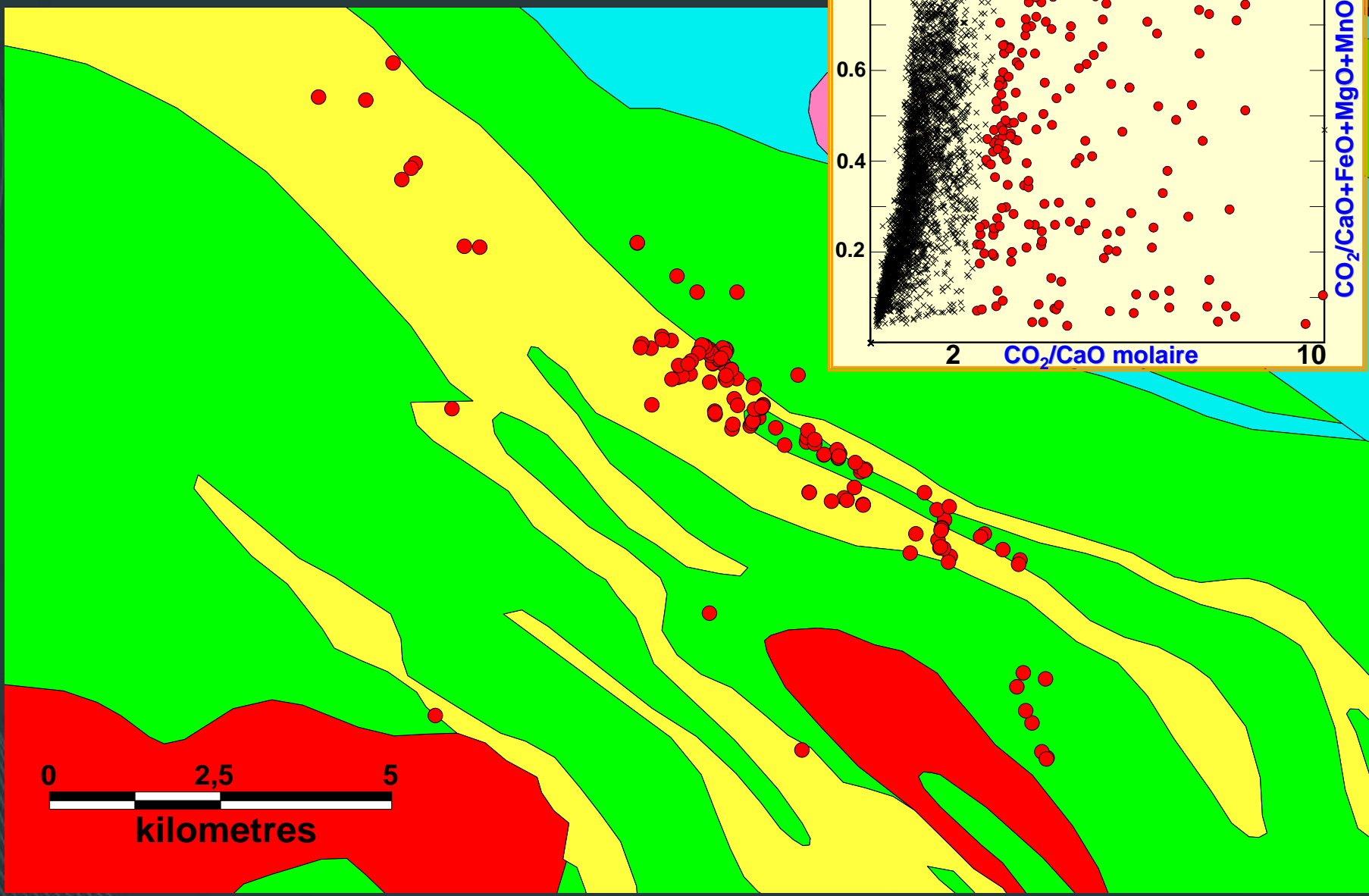


$\text{CO}_2/\text{CaO}$  molaire

# Mine Bouchard-Hébert

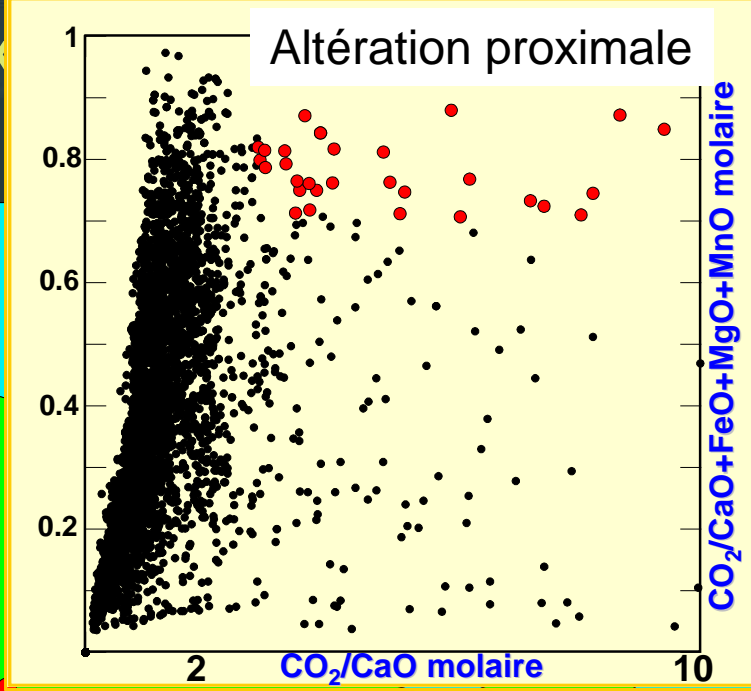
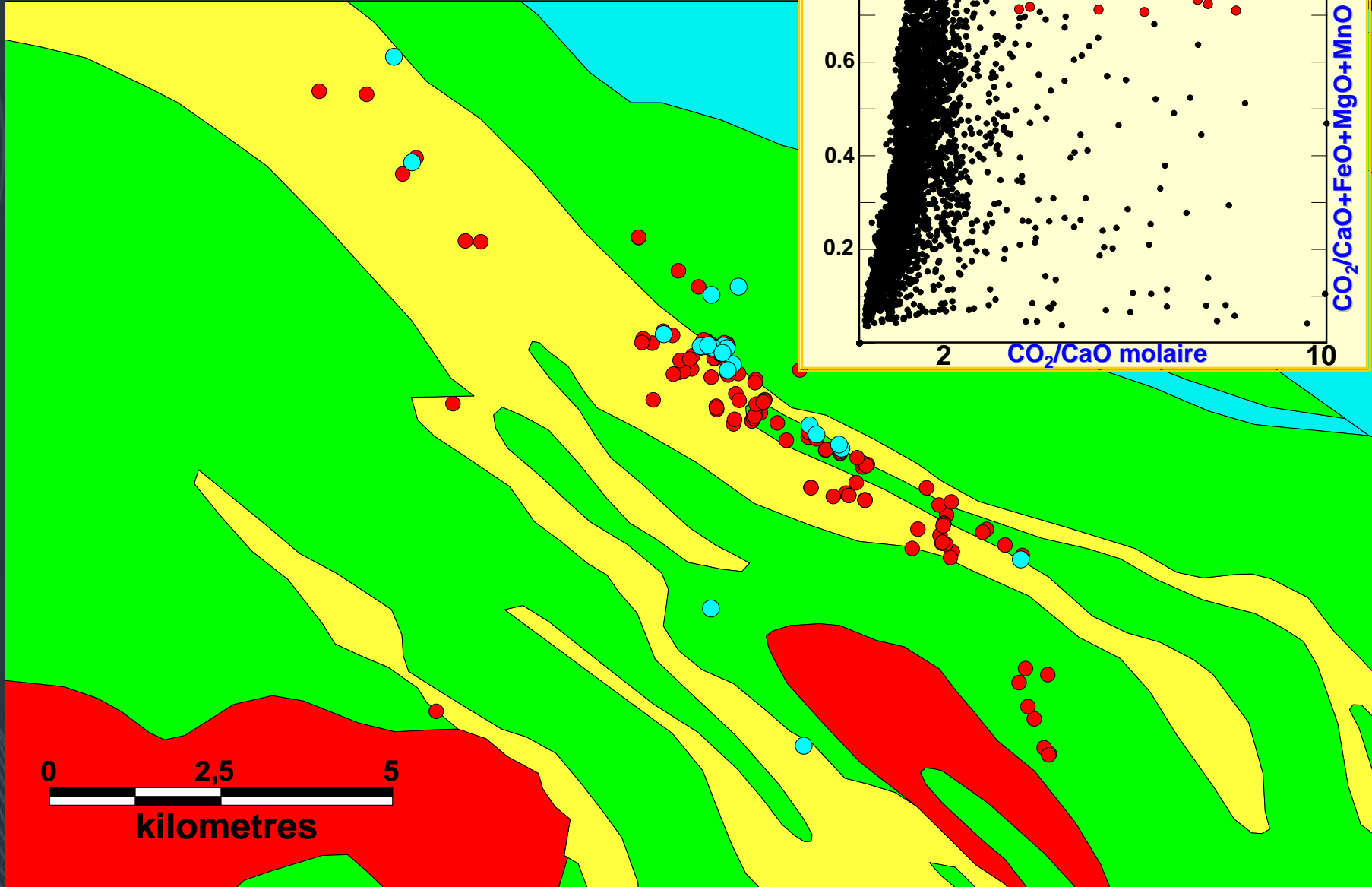


# Mine Bouchard-Hébert

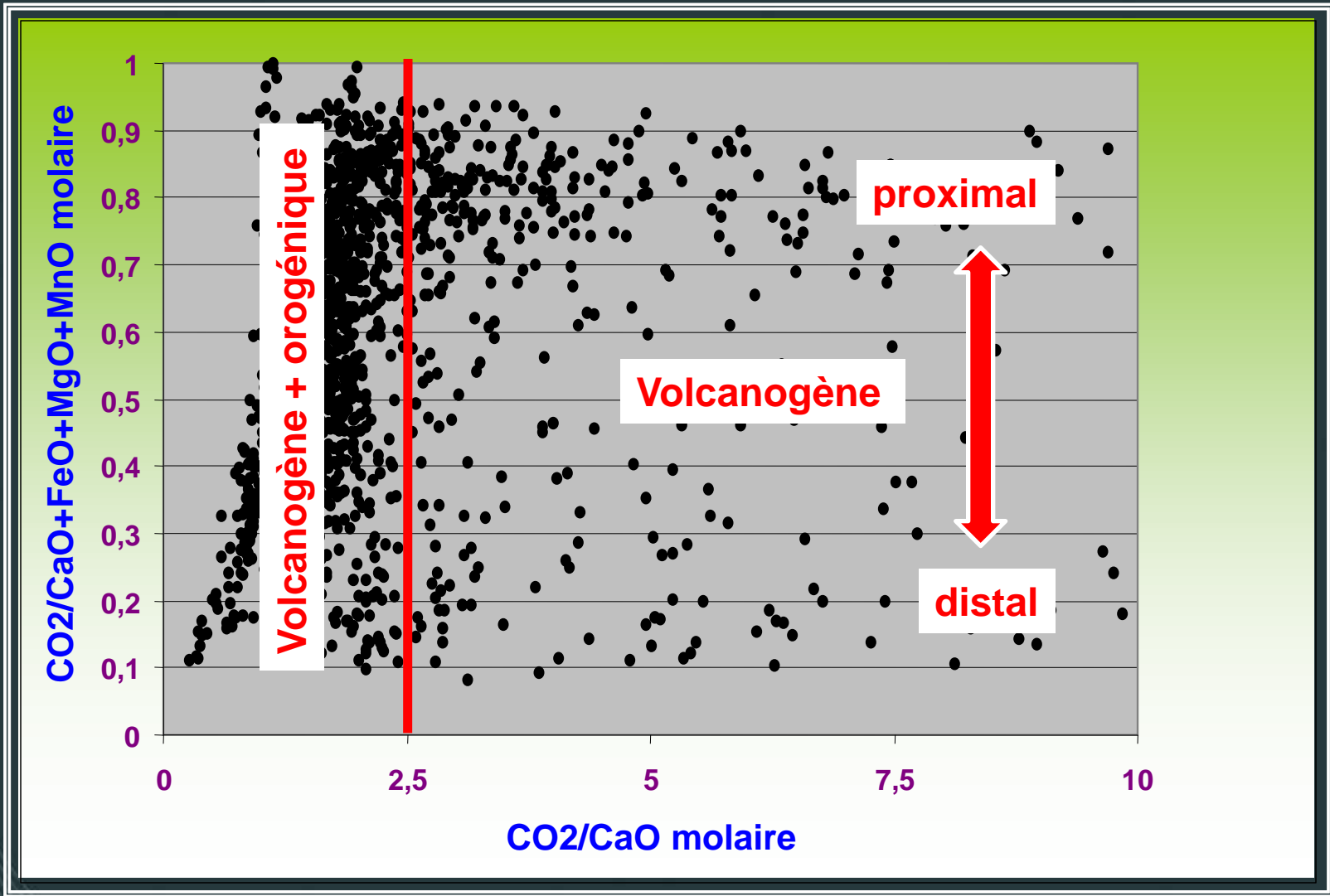




# Mine Bouchard-Hébert



# Diagramme de carbonatation



## Conclusions

**L'indice de discrimination permet de déterminer les espèces de carbonates à partir d'une analyse lithogéochimique**

**Le diagramme de carbonatation est utile pour le ciblage dans les environnements volcanogènes et Au-orogénique**

**Le projet c'est poursuivit en 2008-2009**