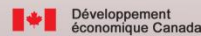


## Projet Consorem 2012-08

# Opportunité pour les sulfures massifs volcanogènes riches en Ag

Forum technologique - 17 septembre 2014

Lucie Mathieu, Ph.D.



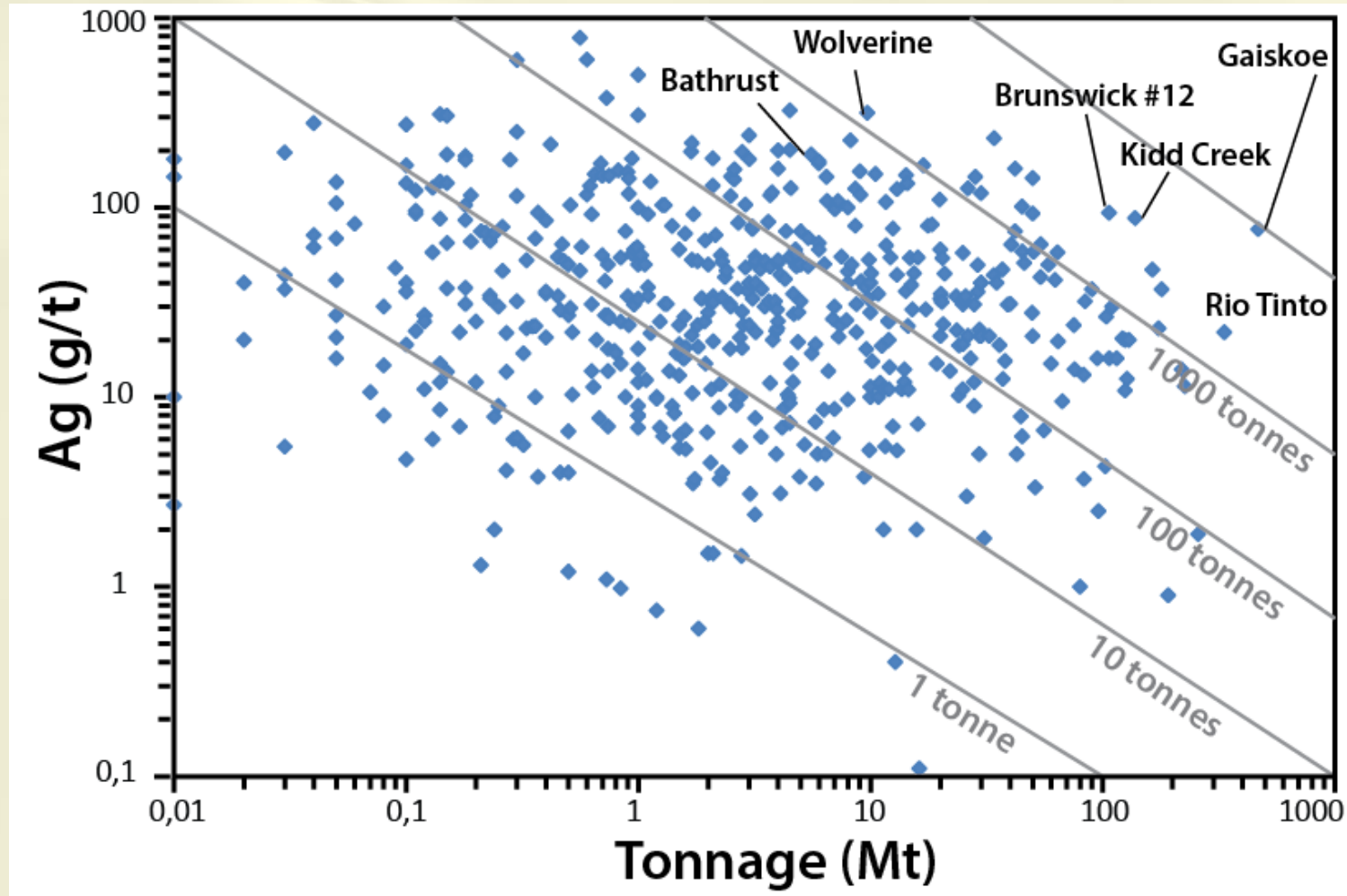
# Sommaire

- 1. Introduction**
2. Phases minérales
3. Lithologie et composition des roches encaissantes
4. Conclusions

## VMS – Sulfures Massifs Volcanogènes

- **Les métaux dans les systèmes VMS**
  - **Zn, Pb** : observés dans la partie de faible T°C des VMS
  - **Cu** : observé dans les systèmes de haute T°C ( $T > 300^{\circ}\text{C}$ )
  - **Au** : ébullition? Apporté après la formation du VMS?
  - **Ag** : souvent associé à la zone Zn-Pb des VMS, ou observé en périphérie des VMS – pourquoi?
- **But du projet:**
  - Documenter les paramètres conduisant à la formation d'Ag-VMS.
  - Proposer des guides d'exploration pour le pôle Ag.

- **VMS argentifère (définition)** : > 100-200 g/t d'Ag et/ou tonnage très élevé.



D'après les données de l'USGS (Morisset et al. 2009) (n= 542 VMS)

- Description d'un système VMS

Déstabilisation des complexes qui maintiennent les métaux en solution

Eau de mer

Formation des minéraux de type sulfure

Plancher océanique

Faille ou autre structure

Et ensuite: érosion; métamorphisme et déformation

Horizon perméable

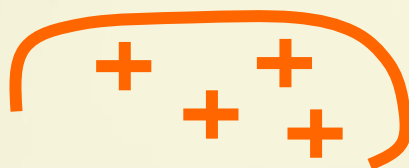
Roches corrodées (libération des métaux)

HALO D'ALTERATION

Circulation hydrothermale

Roches à dominance volcanique

Contribution métallique par le fluide magmatique



Moteur thermique (intrusion ou autre)

- **Le projet va porter sur...**

1. Fluide hydrothermal (cf. rapport 2012-08)
2. Minéraux qui fixent l'Ag
3. Lithologie et composition chimique de l'encaissant

1

Déstabilisation des complexes qui maintiennent les métaux en solution

2

Formation des minéraux de type sulfure

3

Horizon perméable

Roches corrodées  
(libération des métaux)

Roches à dominance volcanique

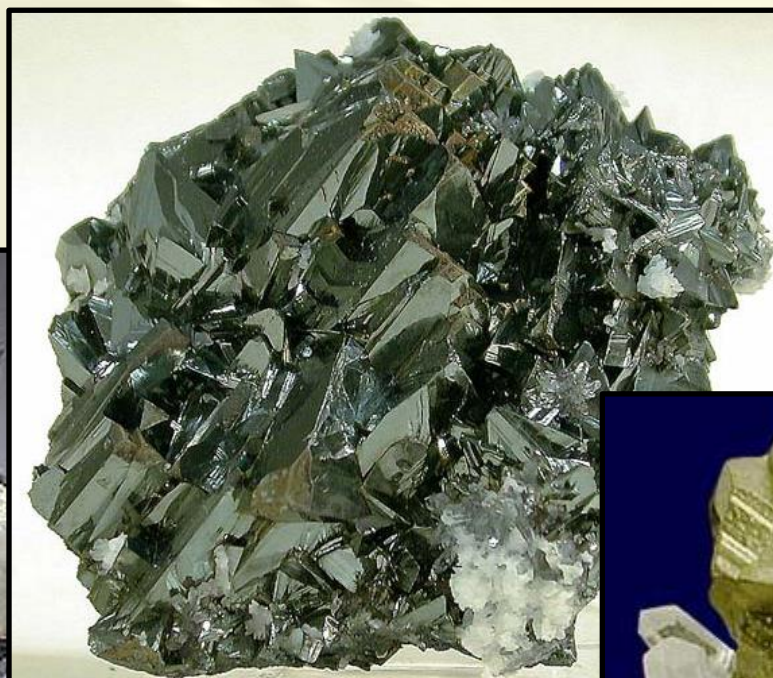
# Sommaire

1. Introduction
- 2. Phases minérales**
3. Lithologie et composition des roches encaissantes
4. Conclusions

## Où se situe l'Ag dans un VMS?

- **Galène**, miargyrite, matildite
- **Fahlore** (tétrahédrite, tennantite, freibergite) – « Cuivre gris »
- **Chalcopyrite**

Sphalérite, Ag-Sb  
sulfosels, tellures,  
Ag-natif, électrum, ...



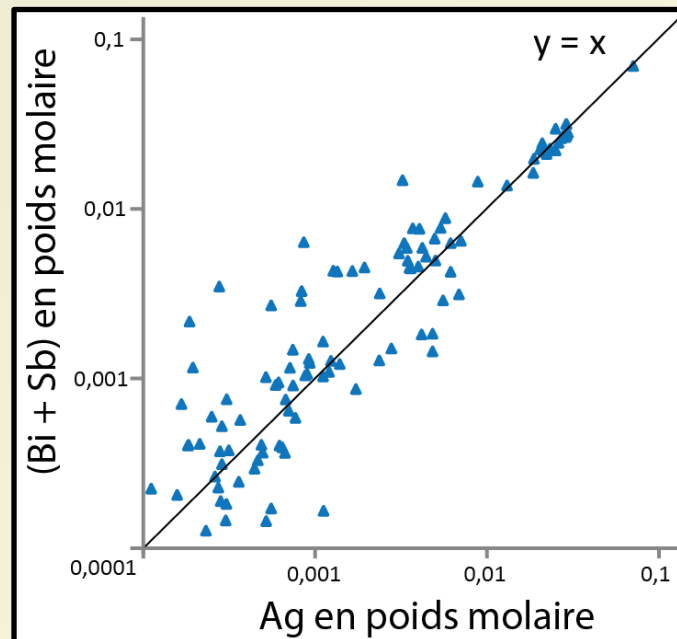
Source des photographies: [webmineral.com](http://webmineral.com)



- **Galène – miargyrite – matildite (solutions solides)**

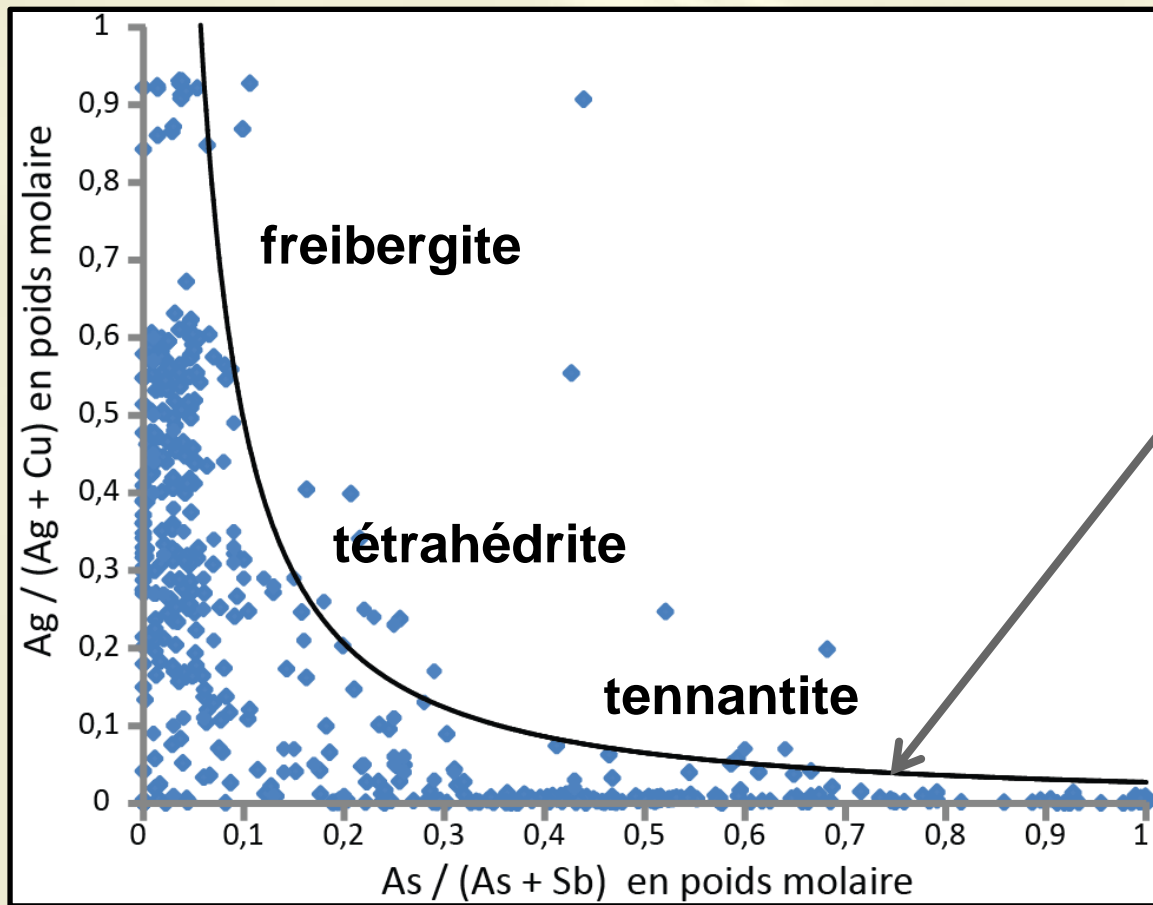
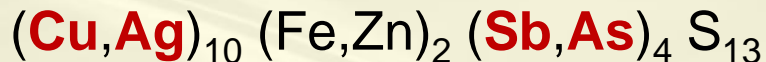


- Cristallise à haute T°C, et l'Ag-galène est instable à faible T°C.
- Substitution couplée: Ag+Sb ou Ag+Bi -- 2 Pb (cf.  $\text{Ag}/(\text{Bi}+\text{Sb}) \leq 1$ )
- Ag/Pb: peut augmenter si T°C augmente.



Compilation de données  
de la littérature

## •Fahlore (groupe): Tétrahédrite – Tennantite



$$y = 0,0272 x^{-1,258}$$

avec:

$$x = \text{As}/(\text{As}+\text{Sb})$$

$$y = \text{Ag}/(\text{Ag}+\text{Cu})$$

Compilation de données  
de la littérature

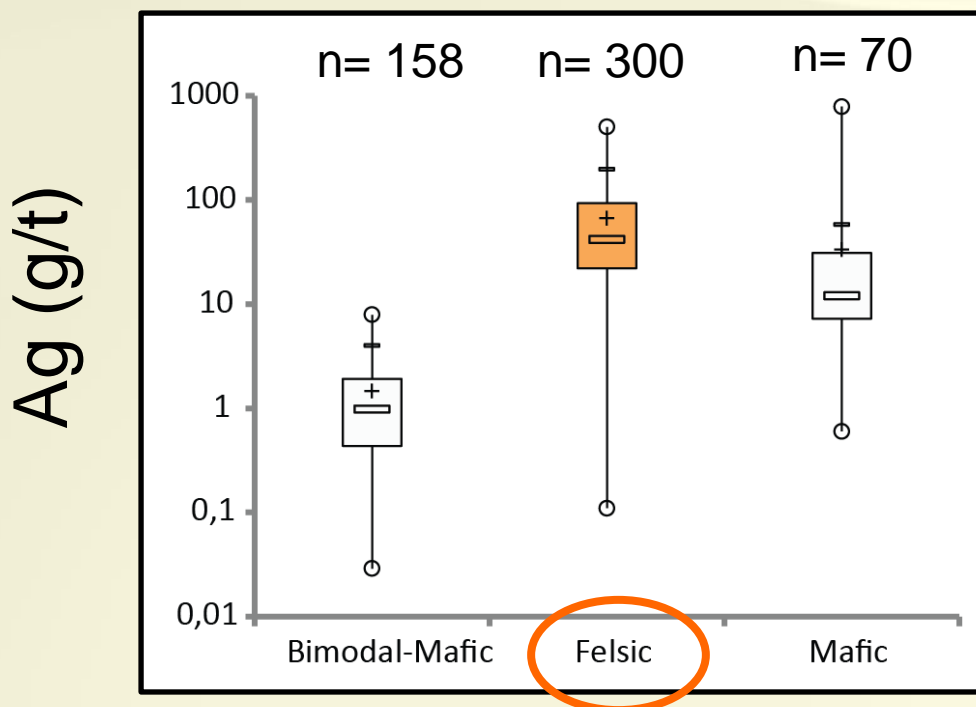
- **Conclusion pour les phases minérales:**

- Lorsque la galène permet de fixer l'Ag dans le VMS, cela signifie que le système doit contenir du **Pb**, et du **Bi** et/ou **Sb**.
- Si la fahlore est la phase importante, le système doit contenir du Fe-Zn-Cu, de l'**Sb**, et peu d'As de préférence.
- Ces minéraux cristallisent dans des conditions de température, pH, etc. connues, qui sont une contrainte supplémentaire sur le système (cf. rapport 2012-08).
- Pour comprendre les VMS argentifères du point de vue de la géochimie, il faut étudier le système **Ag-Cu-Zn-Pb-Bi-As-Sb-(Au)**.

# Sommaire

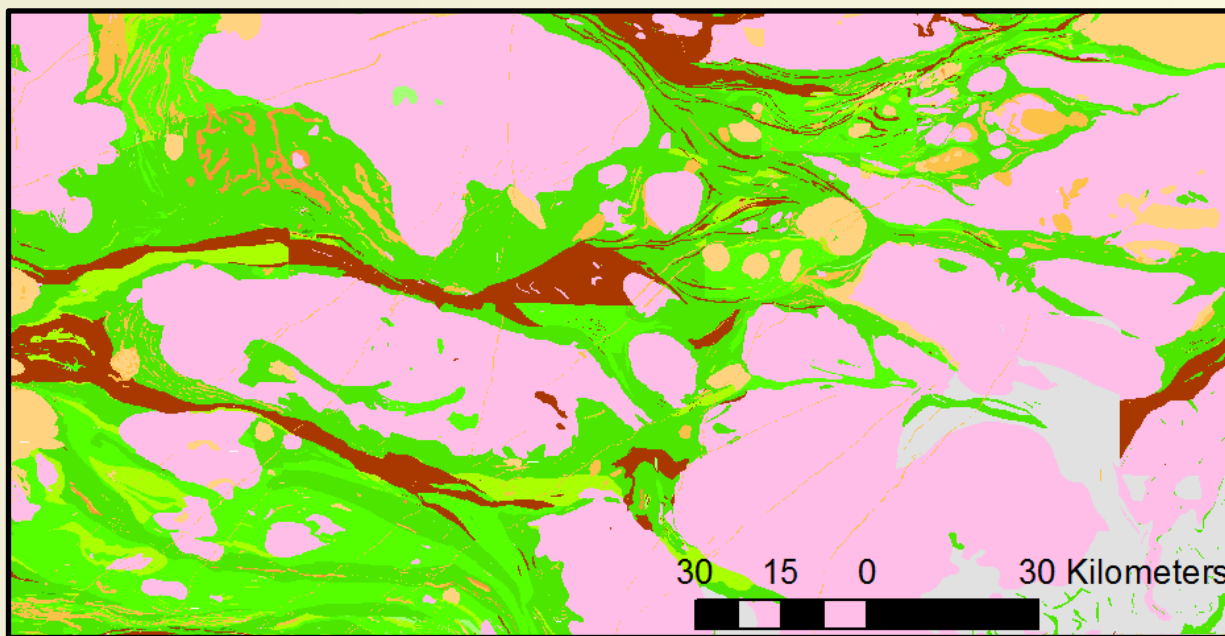
1. Introduction
2. Phases minérales
- 3. Lithologie et composition des roches encaissantes**
4. Conclusions

- **Données de l'USGS:** compilation mondiale de VMS (Mosier et al. 2009).
- Ces données indiquent que les VMS situés dans les roches felsiques sont fréquemment plus riches en Ag que ceux situés dans des roches plus mafiques.



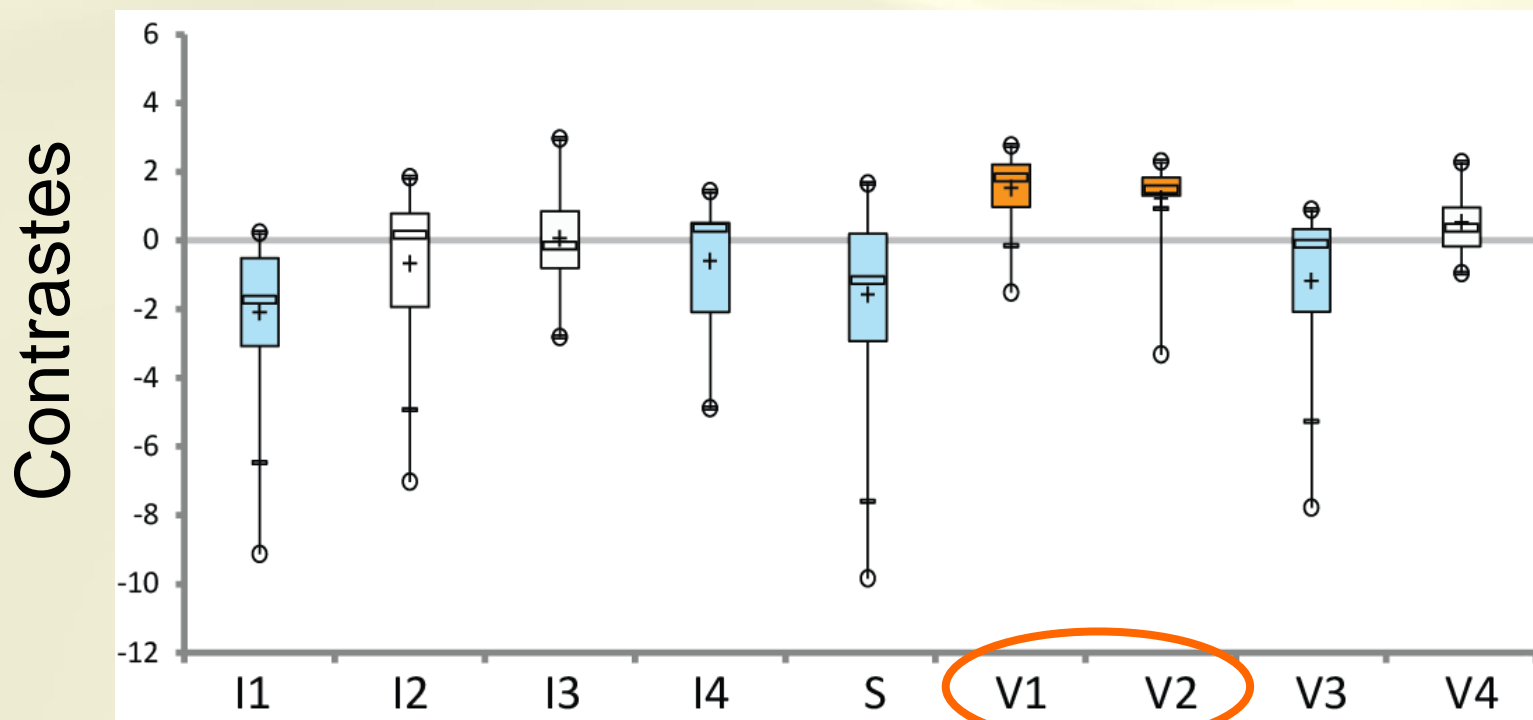
- **Test 1:** Étude de la proximité spatiale entre les VMS d'Abitibi et les polygones de la carte géologique (outil utilisé : calcul de contrastes).
  - VMS de l'Abitibi (SIGEOM 2012 et USGS)
  - Carte SIGEOM 2012, avec les améliorations apportées par les projets CONSOREM de S. Faure (cf. projets 2009-04, 2010-03 et 2011-08) – avec les unités lithologiques classées de la façon suivante: I1, I2, I3, I4, S, V1, V2, V3, V4.

Extrait des  
données  
cartogra-  
-phiques  
utilisées



## • Résultats:

- VMS de tout types : ils sont proches des V1-V2
- VMS classés selon leurs contenus en Ag : les VMS argentifères ne sont pas plus proches des V1-V2 que les autres types de VMS.



Pour chaque box plot:  $n \leq 87$

- **Conclusions:**

- À l'échelle mondiale, les VMS argentifères sont plus fréquemment associés aux roches felsiques que les autres types de VMS.
- Ce n'est pas vrai à l'échelle de l'Abitibi. Il y a donc d'autres paramètres qui entrent en jeu.

- **Composition chimique des roches encaissantes:**

- Faut-il que les roches encaissantes soient riches en Ag pour qu'un VMS argentifère se forme?
- Ou bien faut-il qu'elles soient riches en **Ag-Cu-Zn-Pb-Bi-As-Sb-(Au)**?
- Données utilisées: SUPERBANQUE 2011, car le test a été réalisé sur l'Abitibi.

Pour la description du test, prière de se reporter au rapport Consorem 2012-08.



## Résultats du test 2

- Les roches ayant les valeurs les plus hautes de:
  - Bi, Cu, Pb, Zn, (Ag) sont proches des VMS.
  - Zn, Ag, (Bi) sont proches des VMS argentifères.

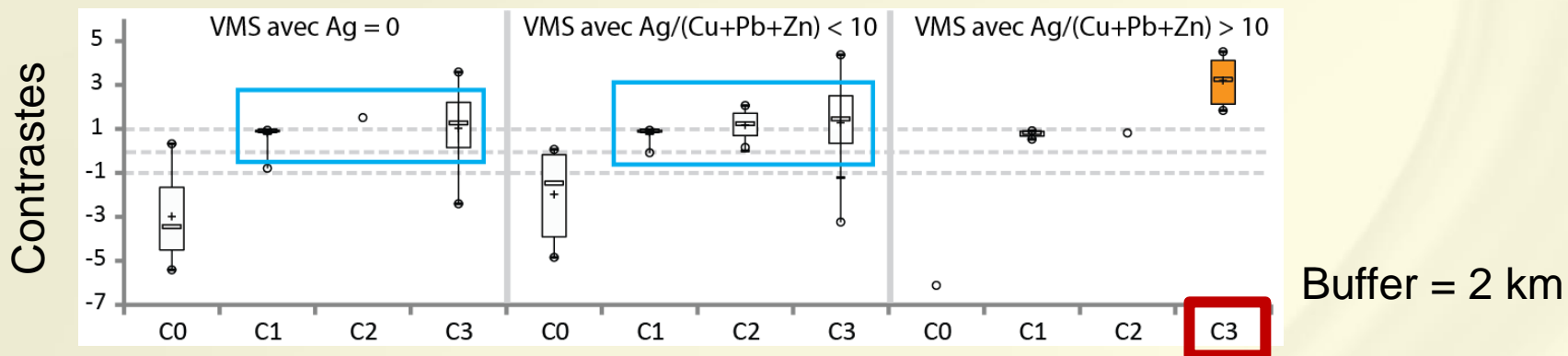
Élément	Bons critères pour...		Valeurs pertinentes
	Tous les VMS	Les Ag-VMS	
<b>Ag</b>	± OUI	<b>OUI</b>	>= 5 ppm
<b>As</b>	NON	NON	>= 20 ppm
<b>Au</b>	NON	NON	>= 500 ppb
<b>Bi</b>	OUI	± OUI	>= 5 ppm
<b>Cu</b>	± OUI	NON	>= 500 ppm
<b>Pb</b>	± OUI	NON	>= 100 ppm
<b>Sb</b>	NON	NON	>= 5 ppm
<b>Zn</b>	OUI	<b>OUI</b>	>= 500 ppm

## Combinaison des résultats des tests 1 et 2

- Carte limitée aux roches volcaniques et contenant les classes suivantes:

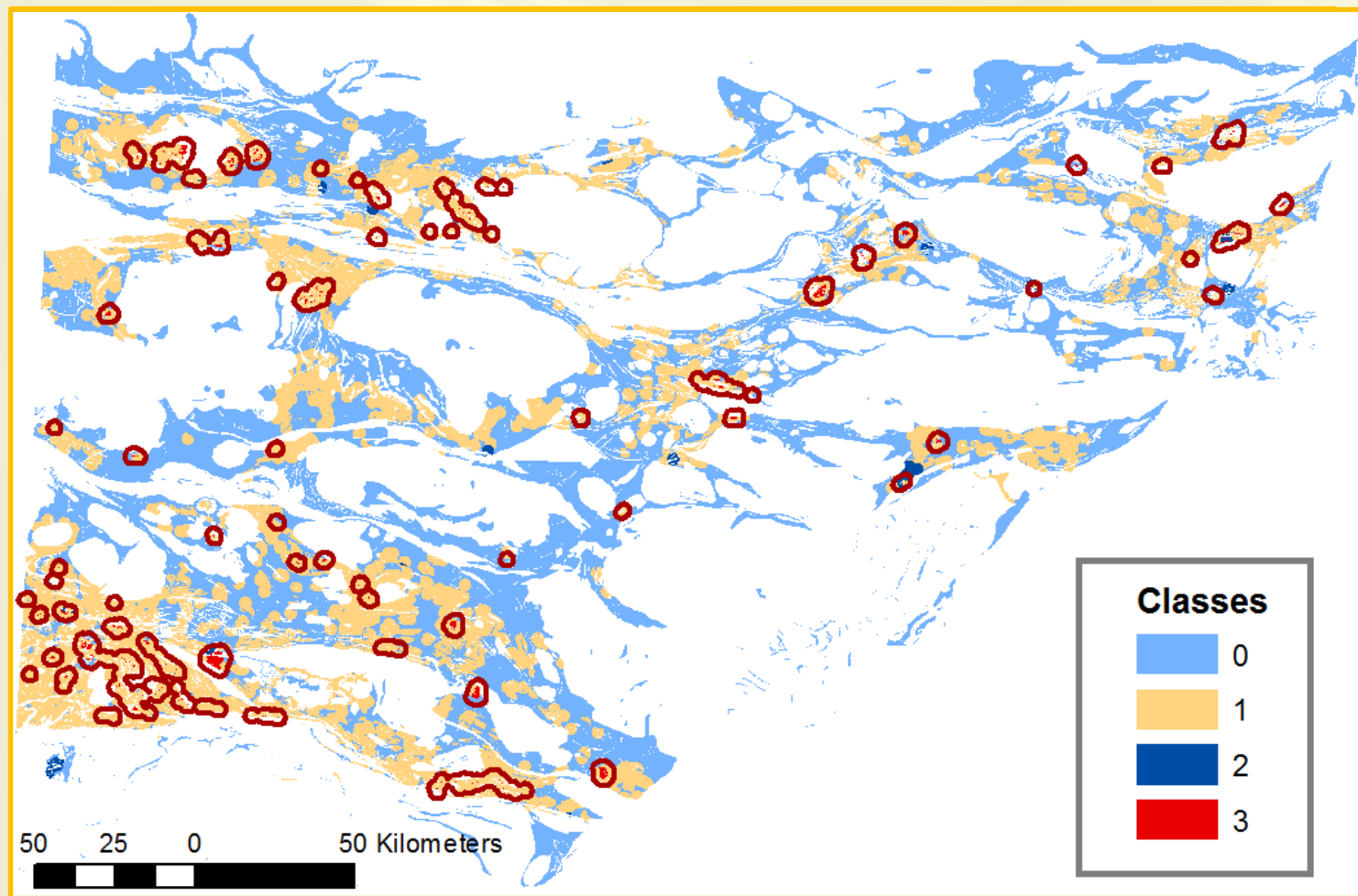
- Classe 0: roches volcaniques (V) – pas de géochimie reportée
- Classe 1: V + valeur basse en Bi-Ag-Zn
- Classe 2: V3-V4 + valeur haute de Bi, Ag et/ou Zn
- Classe 3: V1-V2 + valeur haute de Bi, Ag et/ou Zn

**Conclusion: la classe 3 est proche des VMS argentifères.**



- Conclusion : paramètre prometteur, basé sur le fait qu'il pourrait y avoir une relation entre la composition des roches encaissantes et celle des VMS.

- **Test 3 : Combinaison des résultats des tests 1 et 2**
- **Conclusion: la classe 3 est proche des VMS argentifères.**



# Sommaire

1. Introduction
2. Phases minérales
3. Lithologie et composition des roches encaissantes
- 4. Conclusions**

- **En contexte d'exploration, les paramètres lithologiques et géochimiques sont plus facilement utilisables :**
  - Présence d'horizons clastiques de roches V1-V2
  - Présence de roches riches en Bi-Zn et/ou Ag.
- **Système à prendre en compte: Cu-Zn-Pb-Ag-Bi-Sb-As-(Au)**
- Les caractéristiques du fluide hydrothermal (physique-chimie) et les contraintes minéralogiques sont primordiales.
- Cependant, la composition de l'encaissant semble également jouer un rôle important (cf. disponibilité des métaux). Et ce paramètre est plus facilement utilisable en contexte d'exploration.
- Vers une norme pour les sulfures massifs?

Merci de votre attention