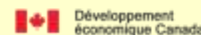
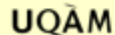
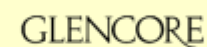


# Gisements d'or géants associés aux shales noirs

(Projet 2012-07)

Stéphane Faure

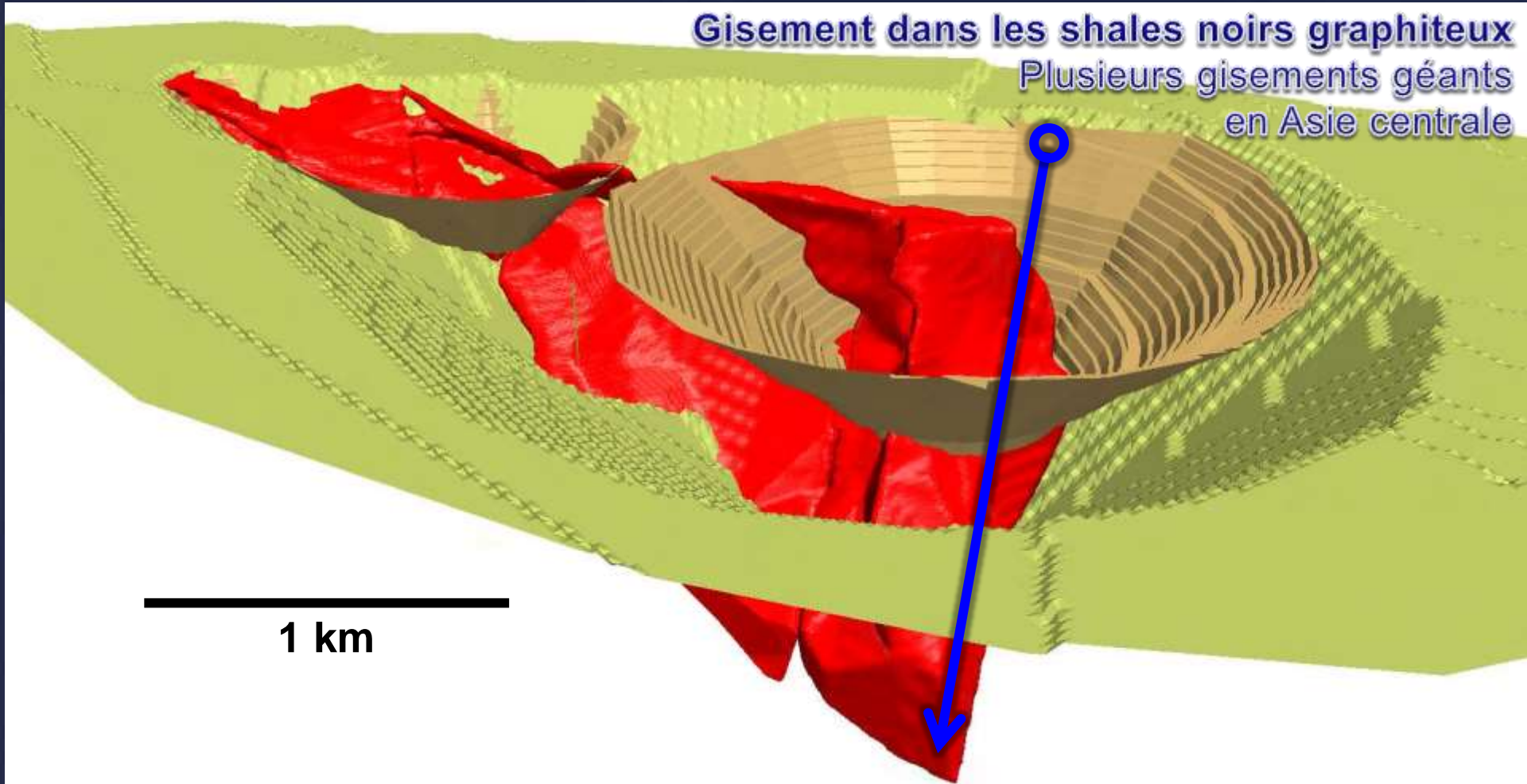
11 novembre 2013, Québec



# À l'origine du projet...

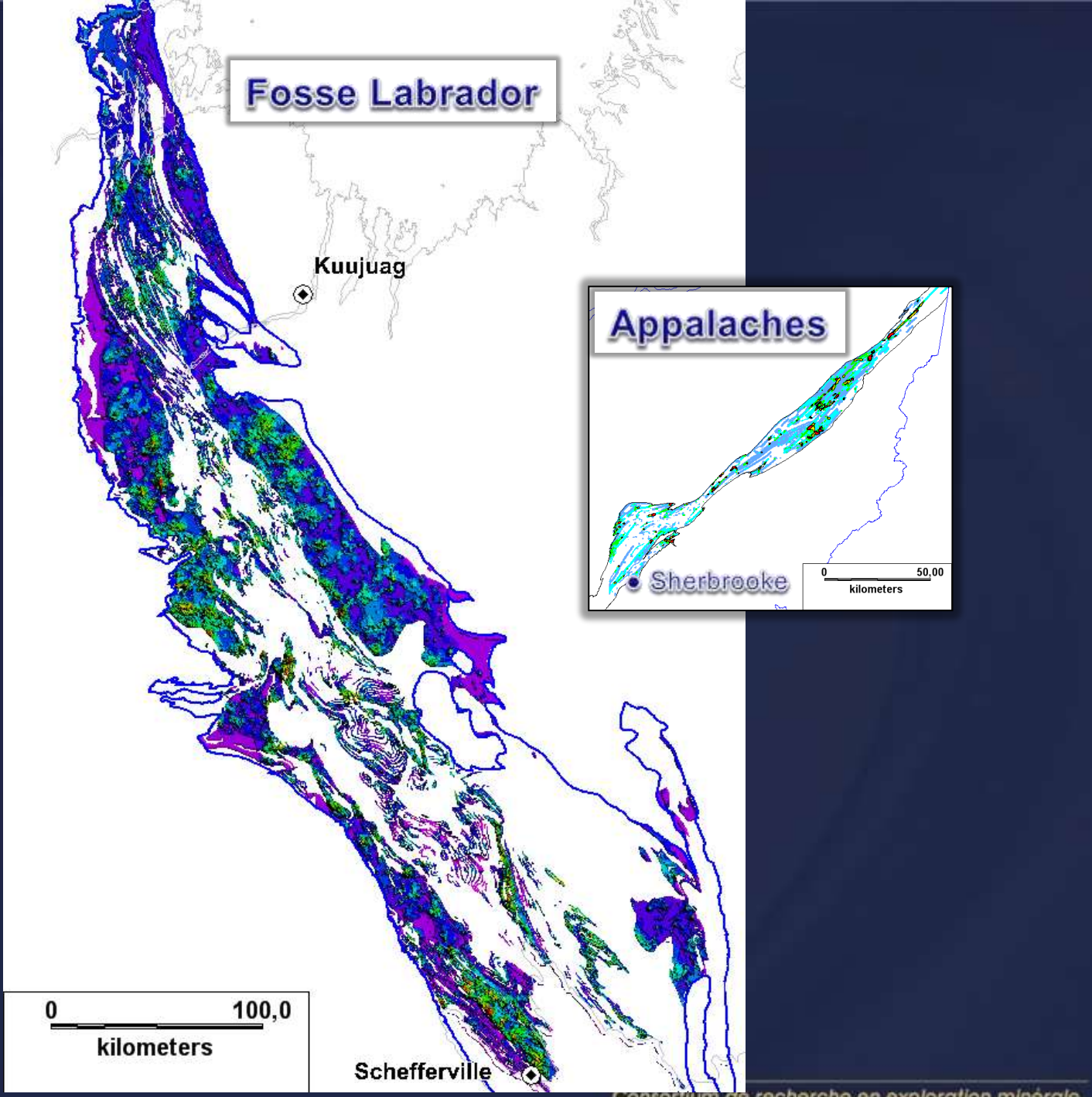
Olimpiada (Russie): >700 t Au

Valeurs en forage jusqu'à 500m @ 4-5 g Au/t



Faits saillants  
2 cartes de  
prospectivité

150 cibles



# Présentation

**Introduction:** Problématiques et objectifs

**Partie I :** Modèle et gisements géants de l'Asie centrale

**Partie II :** Carte de prospectivité - Appalaches du sud du Qc

**Partie III :** Carte de prospectivité - Fosse du Labrador

**Conclusion**

# Introduction

## Quelles sont les principales caractéristiques des supergisements de l'Asie centrale?

Environnement tectonique, lithologies, intrusions, style tectonique, métamorphisme, altérations et minéralisations.

## Potentiel au Québec?

**Objectifs** (projet documentaire, de transfert et de ciblage)

**1-Phase documentaire** (guides d'exploration): accent mis sur l'Asie centrale pour les black shales graphiteux

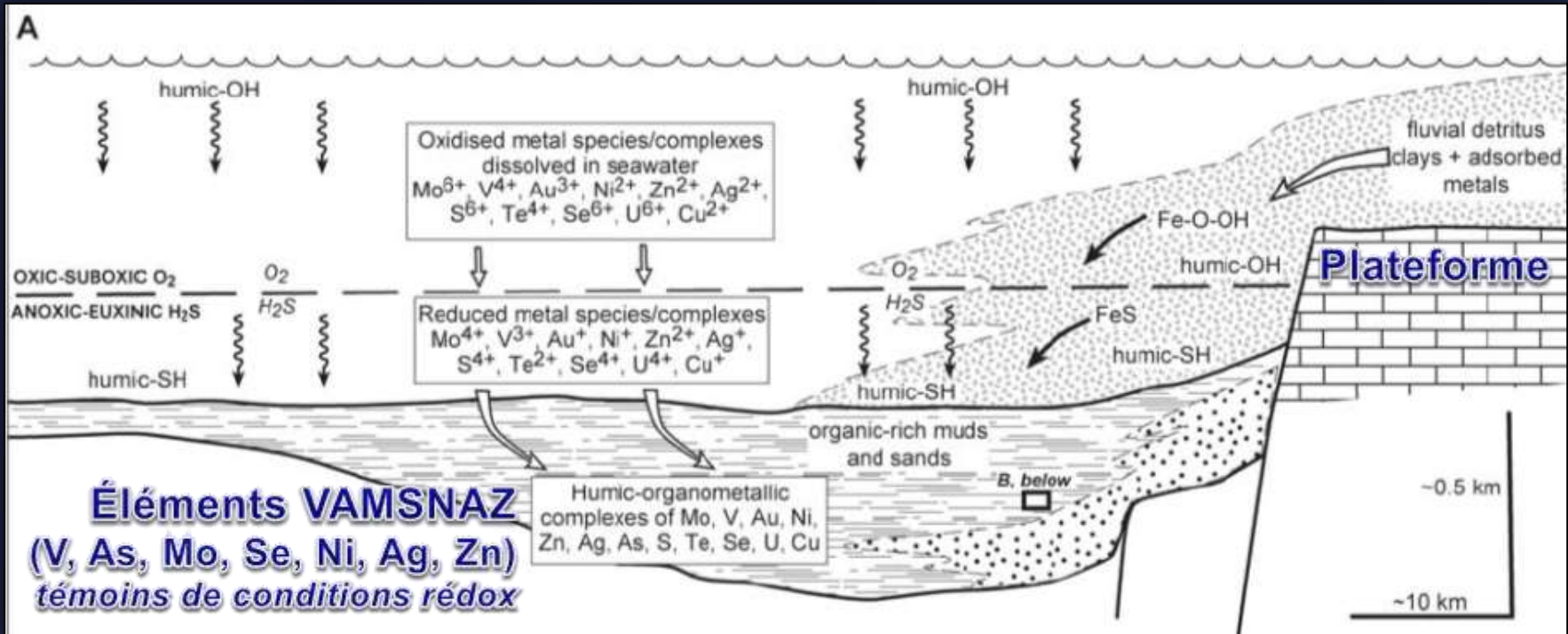
**2-Phase de ciblage au Québec sous forme de cartes de prospectivité**  
2 secteurs identifiés : Appalaches du sud du Qc et Fosse Labrador

# Partie I

## Modèle et caractéristiques des gisements géants de l'Asie centrale



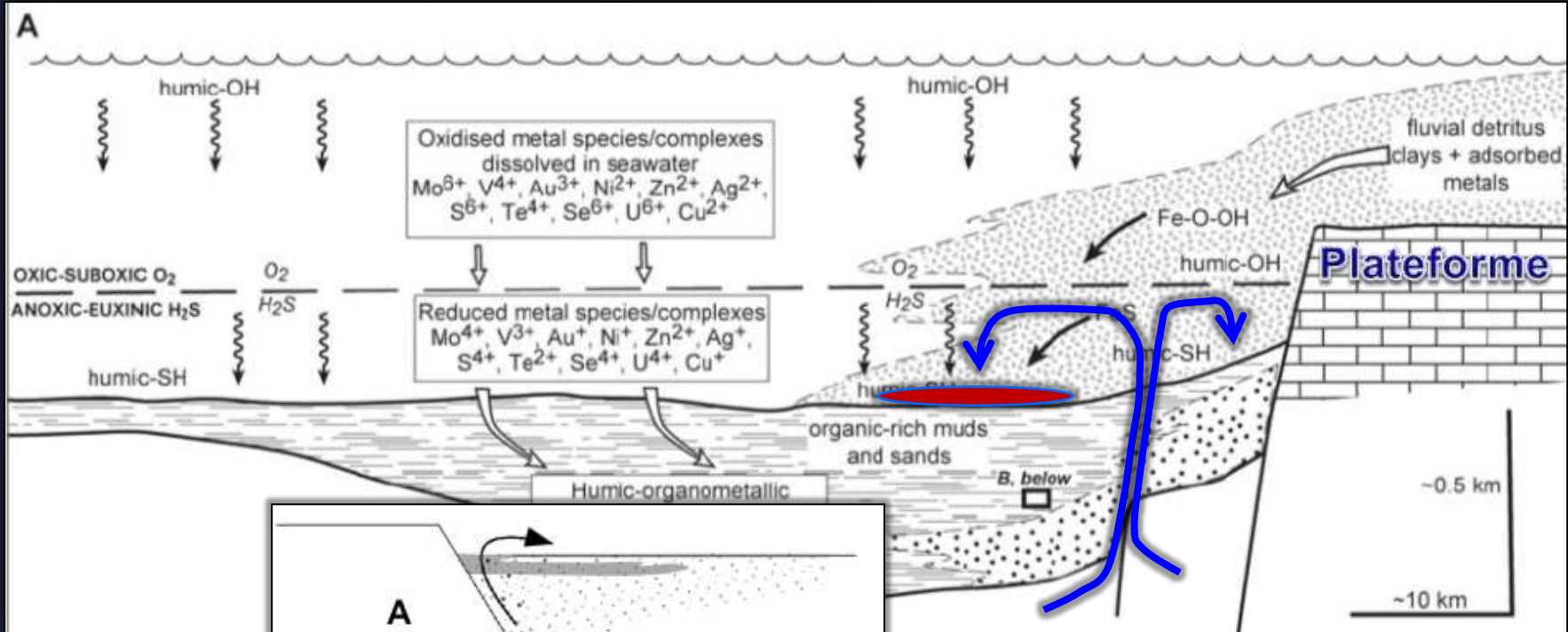
# Modèle de Large\*



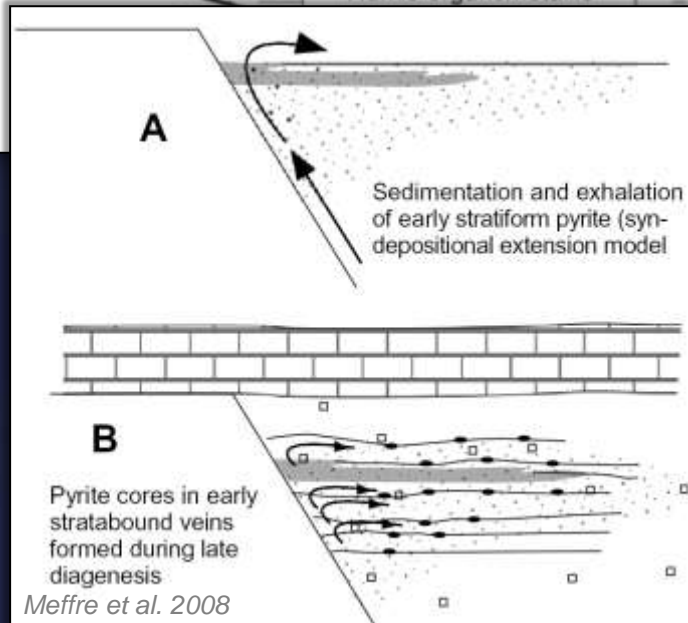
Large et al. 2011

\*Inspiré des travaux de Dantree (1866), Buryak (1964, 1982), Boyle (1979, 1986), Vilor (1983), Kribek (1991)

# Modèle de Large\*



Large et al. 2011

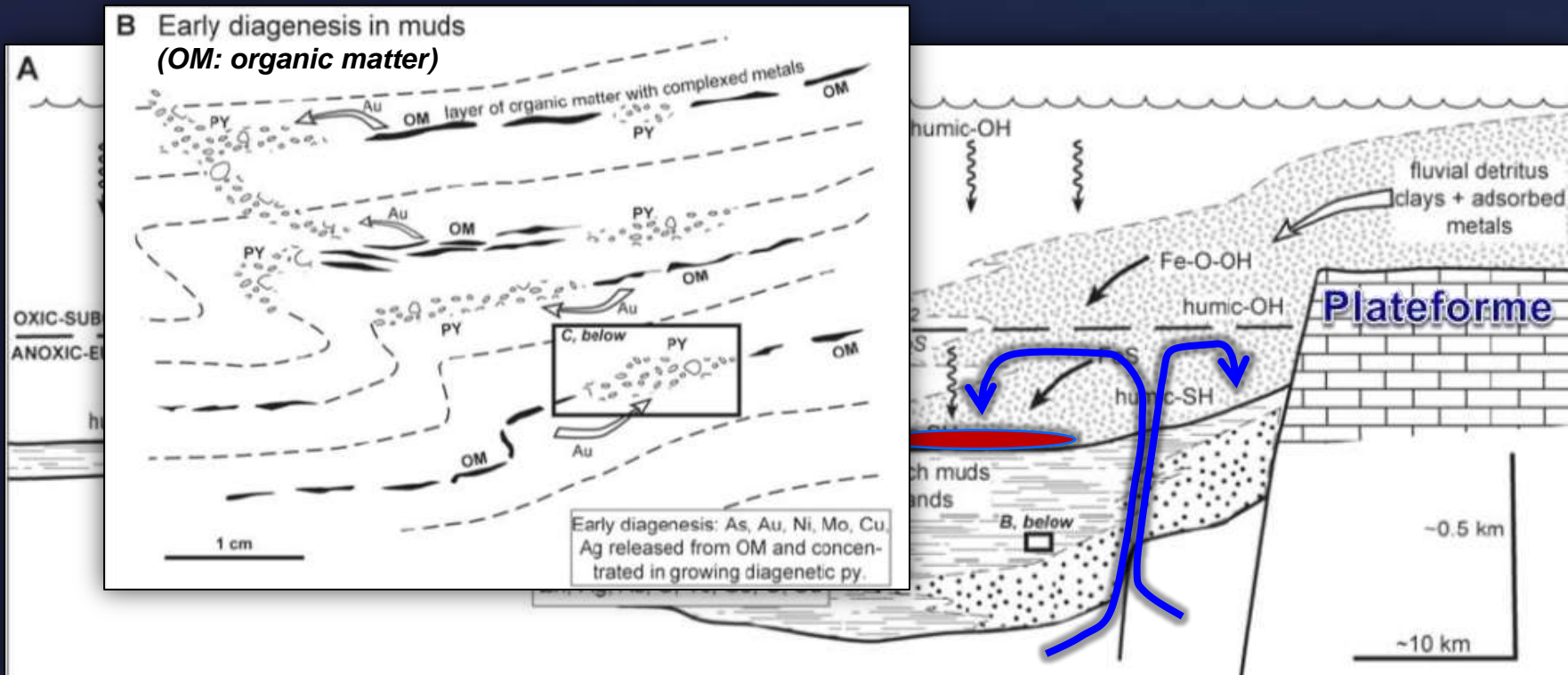


N'exclut pas des exhalaisons et un lien génétique avec des sulfures semi-massifs / massifs (SEDEX)

\*Inspiré des travaux de Dantree (1866), Buryak (1964, 1982), Boyle (1979, 1986), Vilor (1983), Kribek (1991)



# Modèle de Large\*

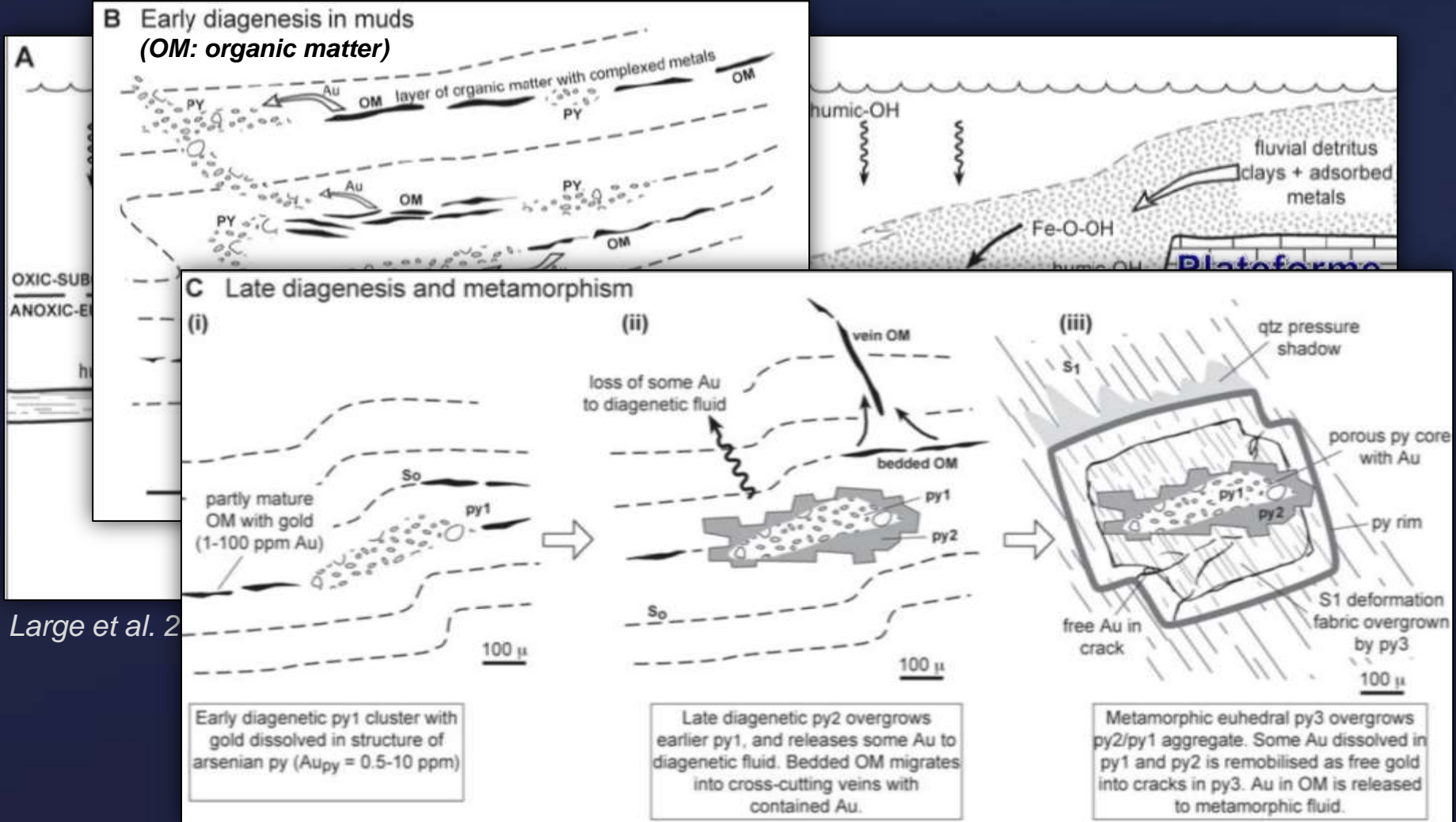


Large et al. 2011

N'exclut pas des exhalaisons et un lien génétique avec des sulfures semi-massifs / massifs (SEDEX)

\*Inspiré des travaux de Dantree (1866), Buryak (1964, 1982), Boyle (1979, 1986), Vilor (1983), Kribek (1991)

# Modèle de Large\*

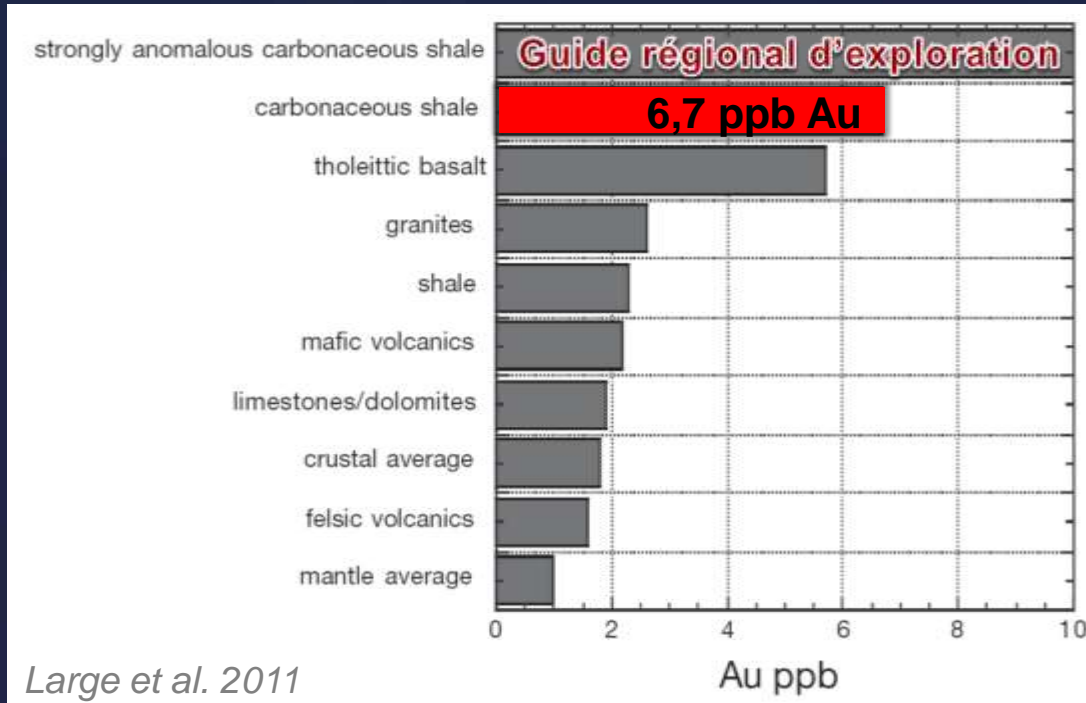


Large et al. 2000

\*Inspiré des travaux de Dantree (1866), Buryak (1964, 1982), Boyle (1979, 1986), Vilor (1983), Kribek (1991)

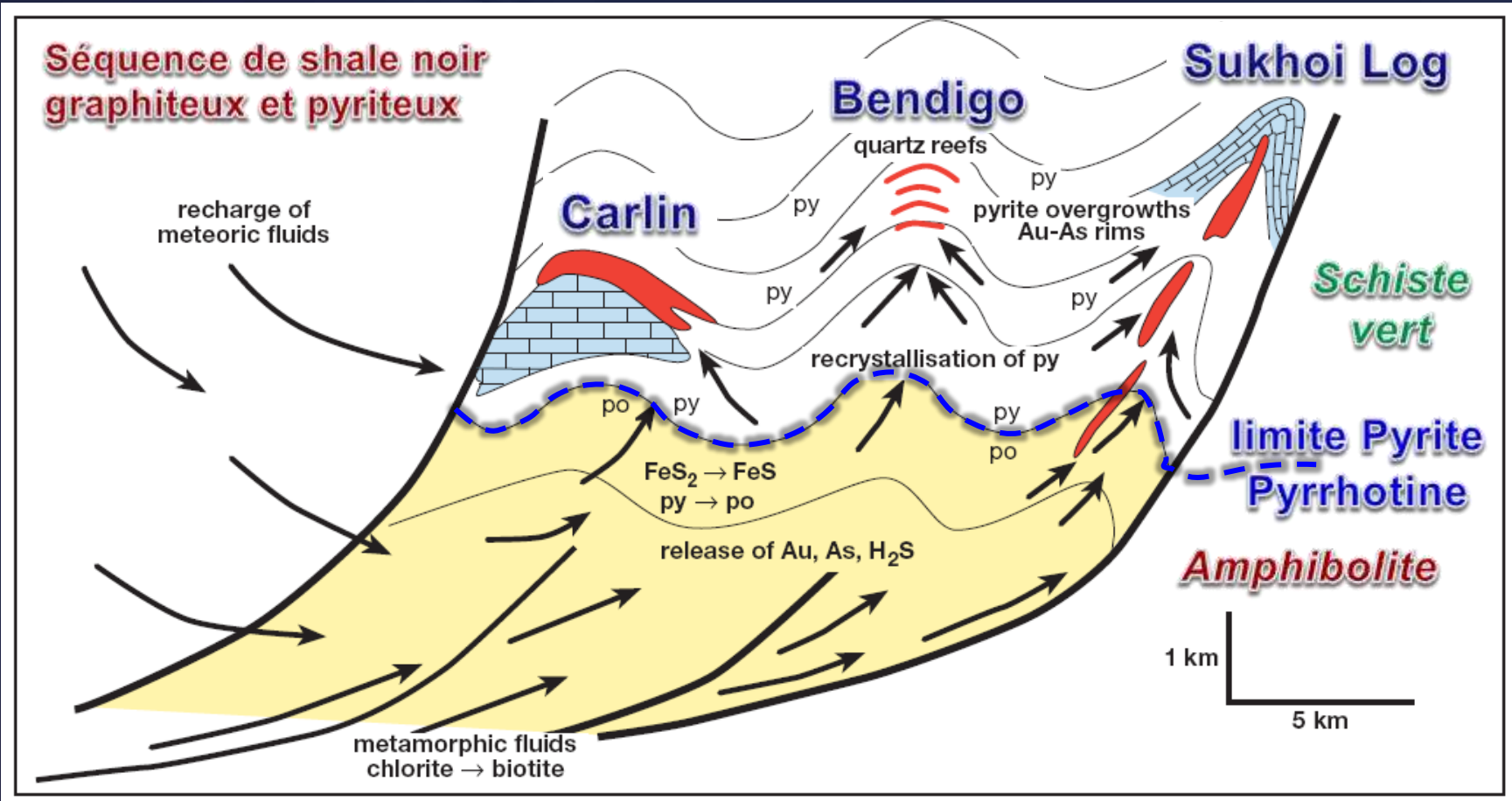
# Modèle de Large

## Bassins pré-enrichis en Au, As et autres métaux (Ni, Mo, Zn, Cu, U, V, Ag, Au, PGE)



Note: Généralement pas de roches volcaniques dans le bassin

# Modèle de Large



Large et al. 2011



# Gisements géants de l'Asie centrale

Gisement Kumtor (500 t Au), Kirgizstan



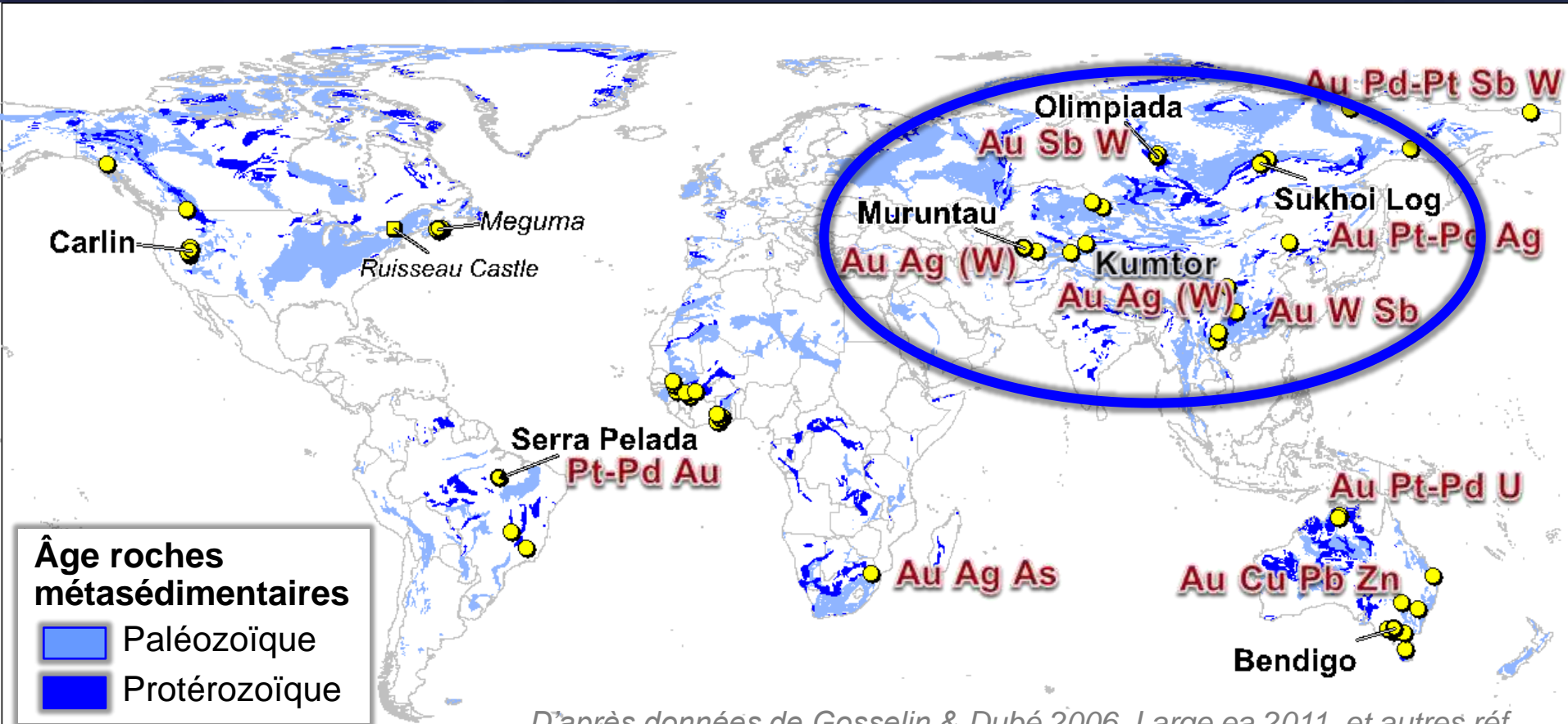


# Gisements de l'Asie centrale

## Gisements d'or dans les shales noirs graphiteux (et pyriteux)

(mudstones, siltstones, wacke, grès, calcaires argileux, schistes)

*Sediment Hosted Veins SHV, turbidite-hosted, shale-hosted, slate-belt*



*D'après données de Gosselin & Dubé 2006, Large ea 2011, et autres réf.*

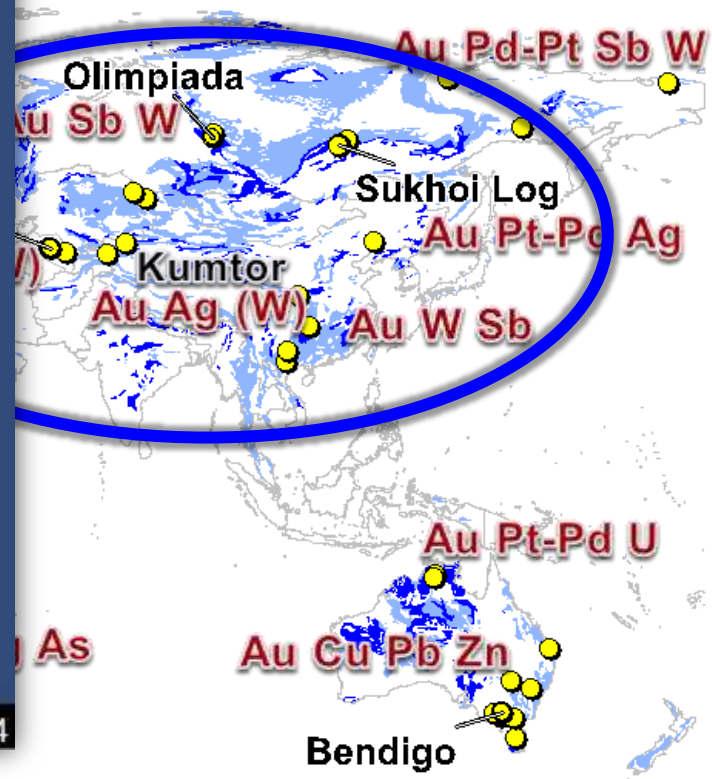
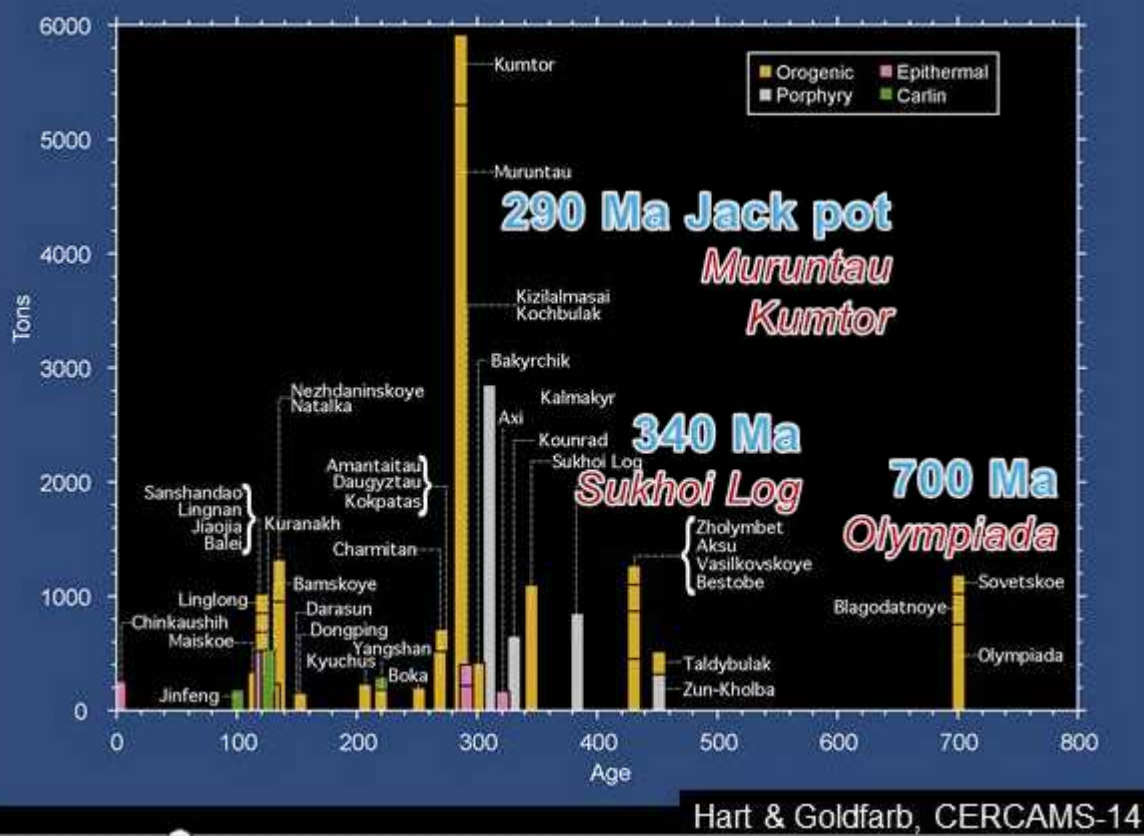
**Surtout dans sédiments paléozoïques, mais aussi protérozoïques, en bordure de cratons. Association commune Au-As (pyrite arsénicale)**

# Gisements de l'Asie centrale

Gisements d'or dans les schistes noirs graphiteux (et pyriteux) (et pyriteux)

(stes)  
ted, slate-belt

## Asian Gold Resources (>100t)



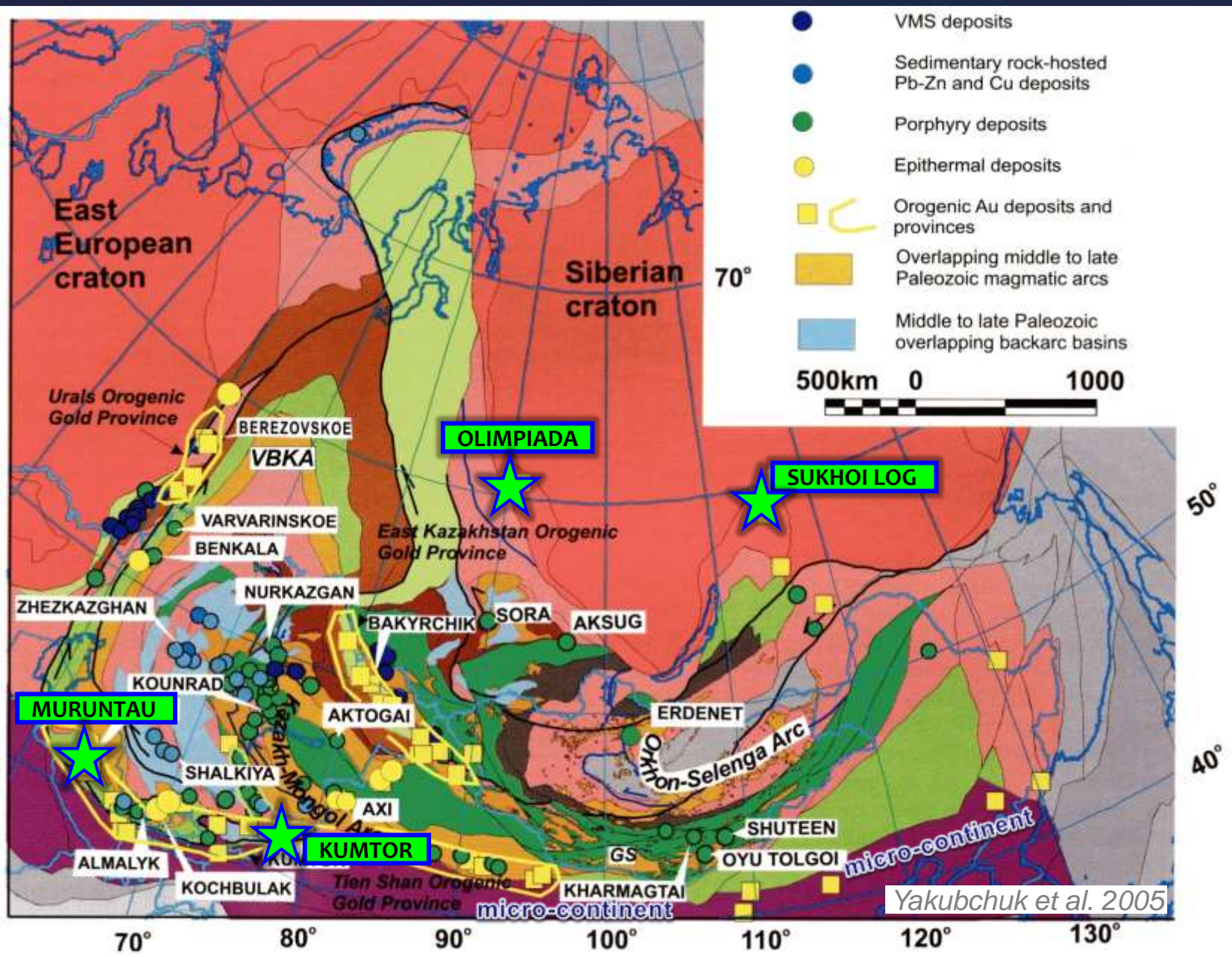
Protérozoïque

D'après données de Gosselin & Dubé 2006, Large ea 2011, et autres réf.

Surtout dans sédiments paléozoïques, mais aussi protérozoïques, en bordure de cratons. Association commune Au-As (pyrite arsénicale)



# Gisements de l'Asie centrale



# Gisements de l'Asie centrale

## Tableau synthèse construit à partir de la littérature

Gisement	Tonnage (Mt)	Teneurs (g/t)	Au t*	Âges (Ma)			
				Sédiments	Métamorphisme	Minéralisation	Intrusion
Muruntau Ouzbékistan	?	2,5-4,0	<b>5286</b>	460-430	400-380 SVS	290–260	285 pluton enfoui à 4 km
Sukhoi Log Russie	549	2,5	<b>1953</b>	800-610	516 SV moy.	500 ou 350?	350-300 Stock à 10km
Olympiada Russie	287	3,5	<b>700</b>	1600- 1000	890-850 SVS (Biotite)	850–810	850 Intrusion à 5km
Myutenbai Ouzbékistan	325	1,9	<b>620</b>	460-430		250-300	
Kumtor Kyrg.	31,6	4,3	<b>500</b>	800	460 SV	250-300	320-280 Pluton à 10km
Bakyrchik Kaz.	38,6	8,7 -6,8	<b>304</b>	360-300	320? SV?	300	300 stock à 10km, dyk. prox
Kokpatas Ouzbékistan	175	3,5-4,0	<b>260</b>	330	SV	250-300	? Dykes
Daughyzttau Ouzbékistan	135	4,0	<b>186</b>	460-430	400-380 SV moy.	250-300	? Pluton enfoui?
Amantaytau Ouzbékistan	22,1	9,0-7,1	<b>183</b>	460-430	400-380 SV moy.	250-300	? Pluton enfoui?

\*Ressources totales : Ressources + réserves + production; <sup>2</sup> Distale=plusieurs km

# Résumé des observations en Asie centrale pour l'exploration

## Contexte géotectonique

En marge de cratons (Mésoprotérozoïque); un gros bassin!

## Roches hôtes et âges

Roches hôtes: shales noirs graphiteux (1-5% carbone organique)  
avec anomalies géochimiques polymétalliques (roches/sols).  
Pas de lave.

## Métamorphisme

Généralement schiste vert, parfois SVS, mais pas amphibolite  
(i.e. limite  $\pm$ Po-Py). Lien parfois avec des minéralisations précoces (W à  
Muruntau), parfois synchrone au métamorphisme (Sukhoi Log et  
Olimpiada).

## Intrusions et lien avec la minéralisation

Lien surtout distal entre magmatisme post-métamorphique dans le Tien  
Shan (Muruntau, Amantaytau, Kumtor); intrusion enfouie.

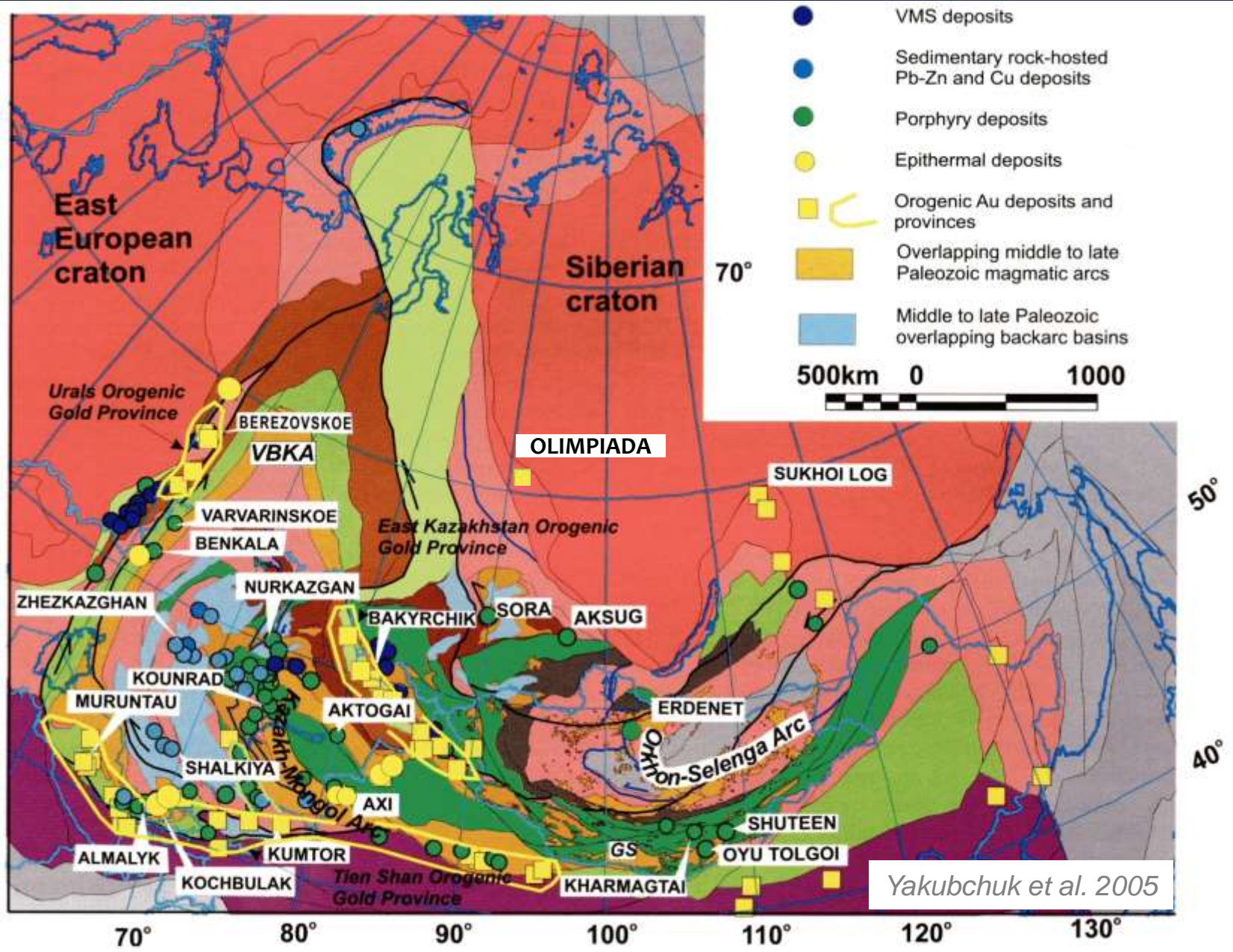
## Structure, ceintures plissement/chevauchement

**Régionale:** anti- et synclinorium, couloirs de déformation régionale,  
zone de sutures ophiolitiques à proximité (Olimpiada, Sukhoi Log, Kumtor)

**Locale,** généralement complexe dans le gisement: plis serrés à  
isoclinaux, chevauchements, failles de décrochement.



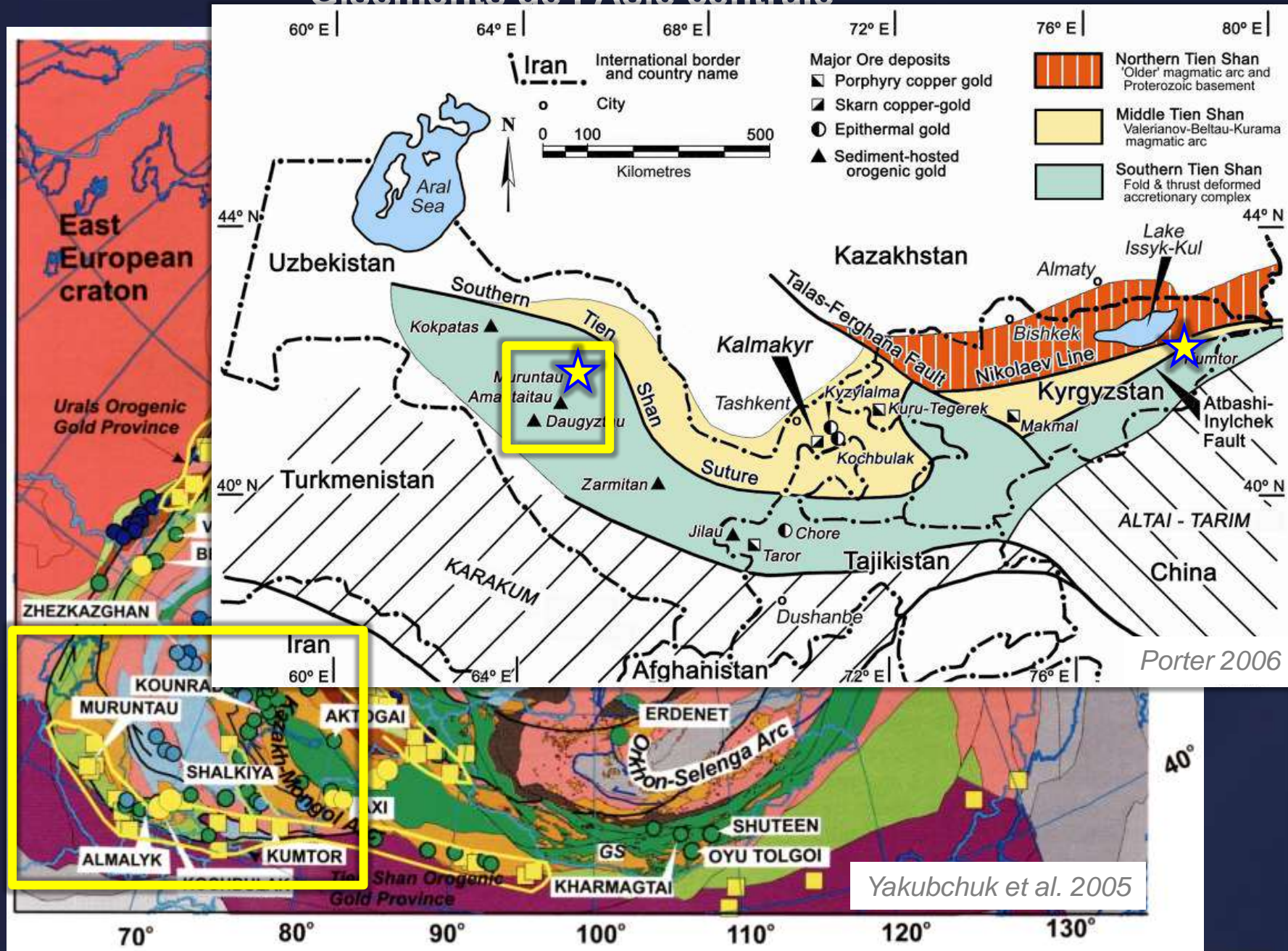
# Gisements de l'Asie centrale



*Yakubchuk et al. 2005*



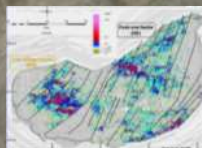
# Gisements de l'Asie centrale



**Muruntau, Ouzbékistan (>5290 t Au; 1000 t Ag)**  
**Teneurs 2-3 g Au/t**



**Pit: 3,5 x 2,7 km<sup>2</sup> x 360m**



**3 km**



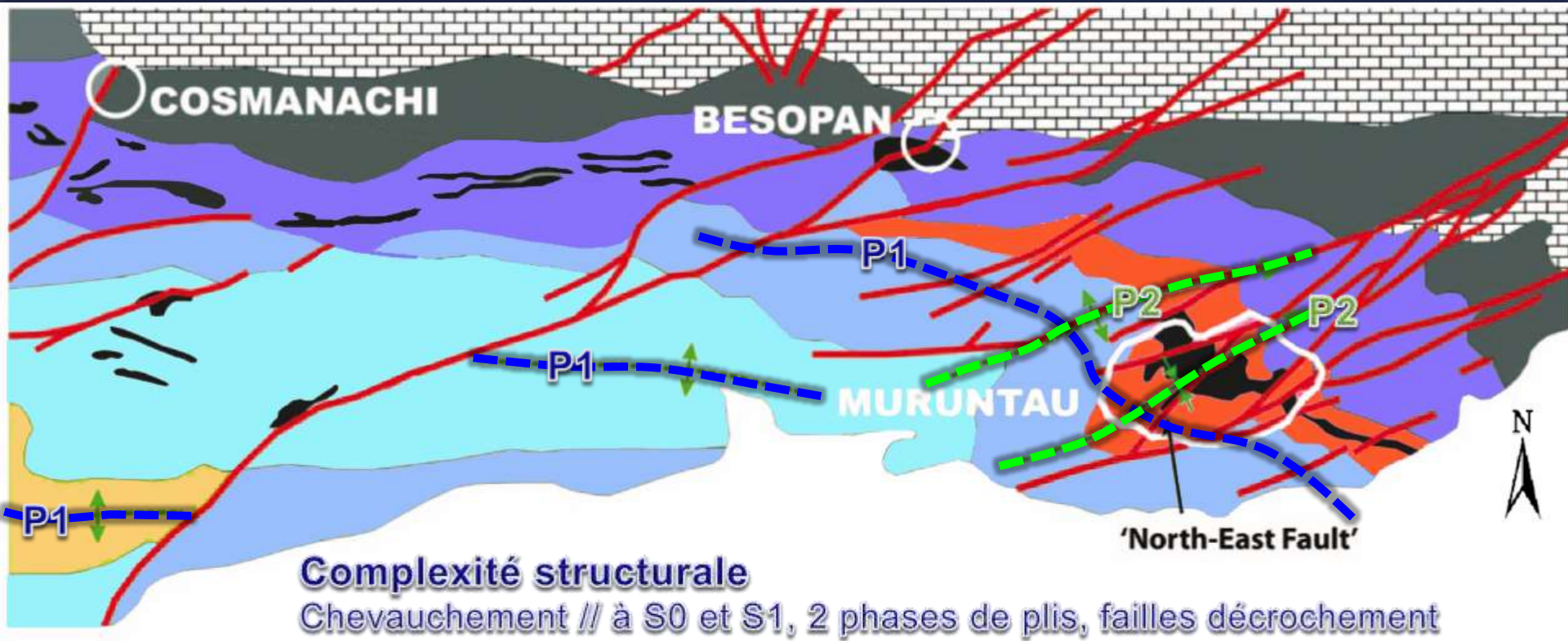
# Gisements de l'Asie centrale

Muruntau = stockwerk géant  
de veines et veinules de quartz



Photos de Shayakubov et al. 1999





**Complexité structurale**  
Chevauchement // à S0 et S1, 2 phases de plis, failles décrochement

### Formations sédimentaires

- Ord.-Sil.* Besopan 4
  - Besopan 3
  - Besopan 2
  - Besopan 1
  - Riphean
- } 4800m

### Cover Sequence 1

- Carboniferous & Devonian

### Alteration Types

- Silicification ("Chert")
- Zone de chevauchement*  
Albite-quartz-biotite ("Muruntau Lens")

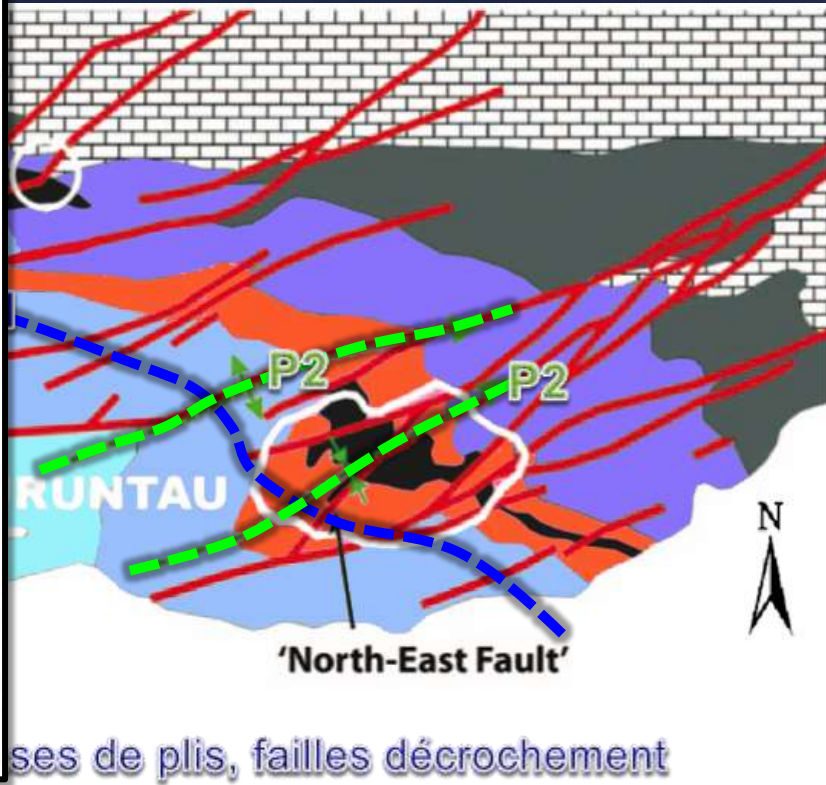
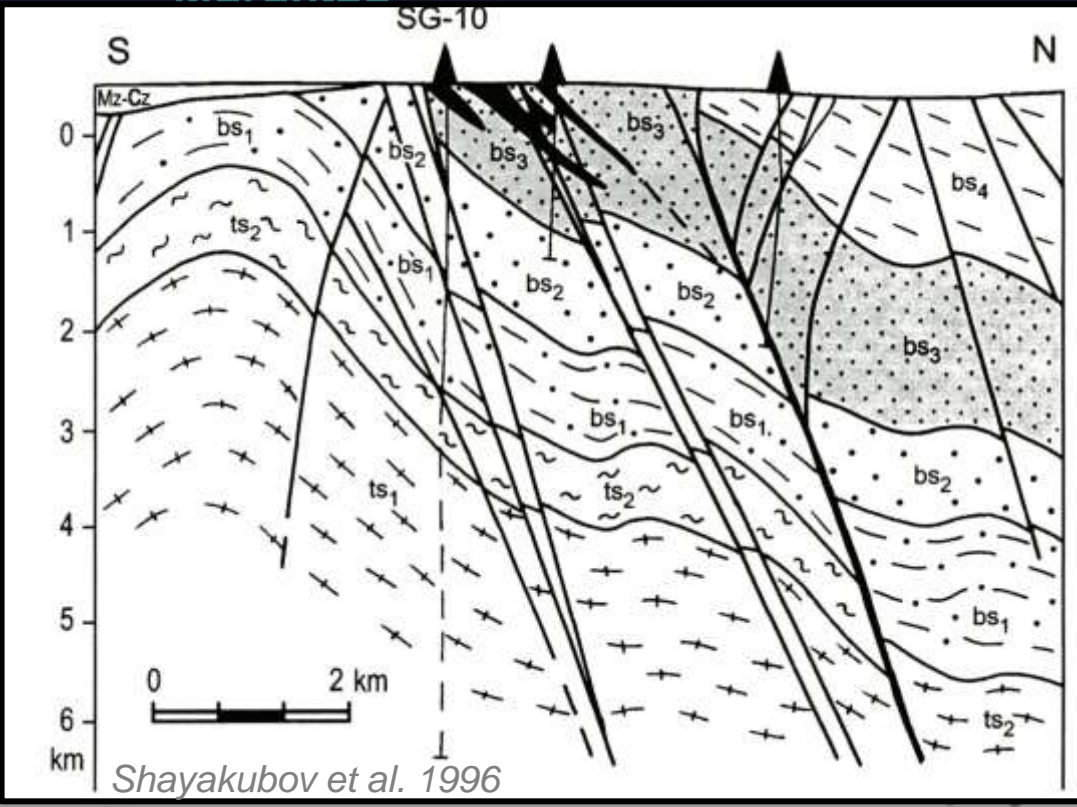


- Synformal fold axis
- Antiformal fold axis
- Fault

*Modifié de Bierlein et Wilde 2010*



# Gisements de l'Asie centrale



zones de plis, failles décrochement

## Formations sédimentaires

- Ord.-Sil. Besopan 4
  - Besopan 3
  - Besopan 2
  - Besopan 1
  - Riphean
- } 4800m

## Cover Sequence 1

- Carboniferous & Devonian

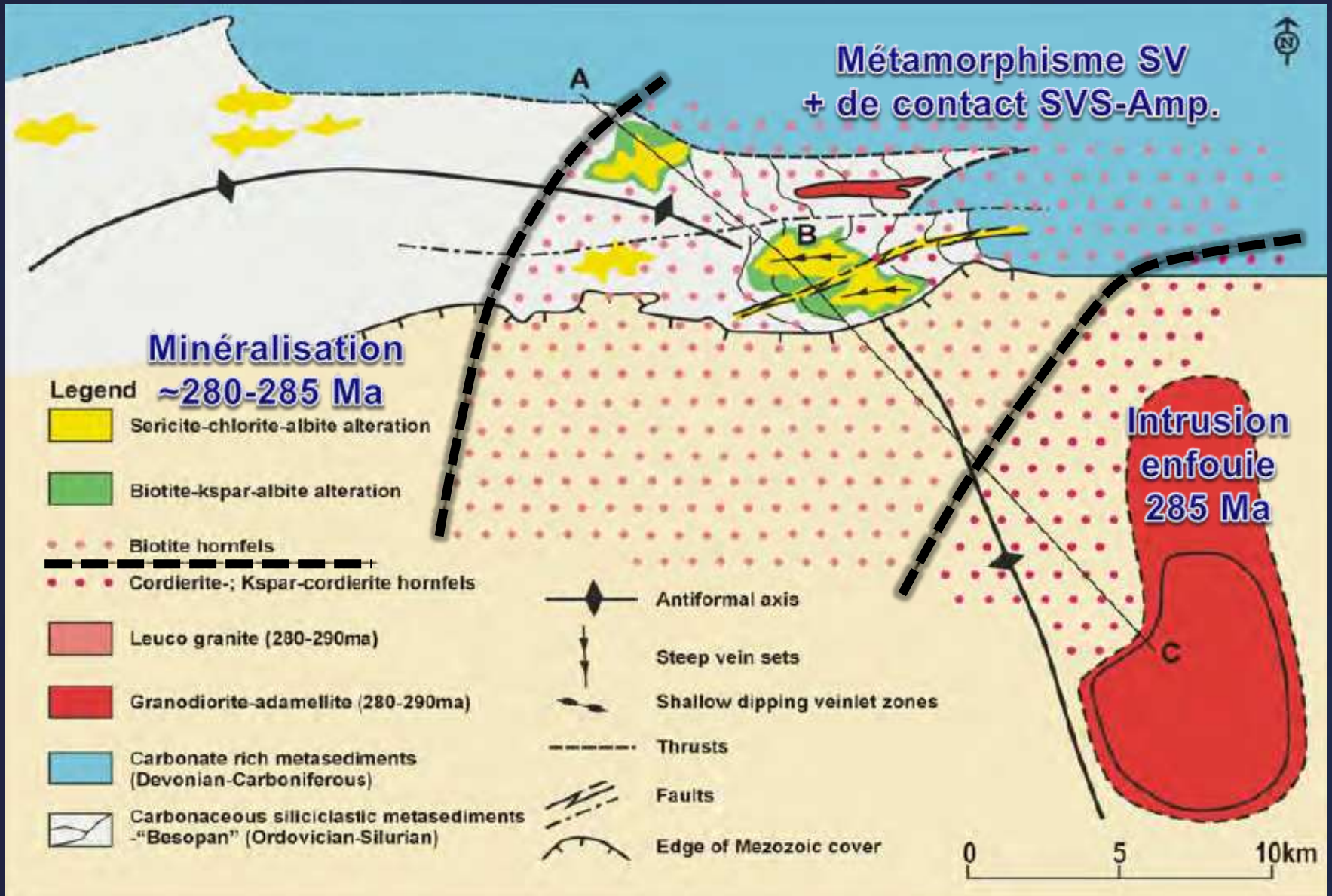
## Alteration Types

- Silicification ("Chert")
- Zone de chevauchement* Albite-quartz-biotite ("Muruntau Lens")

- Synformal fold axis
- Antiformal fold axis
- Fault

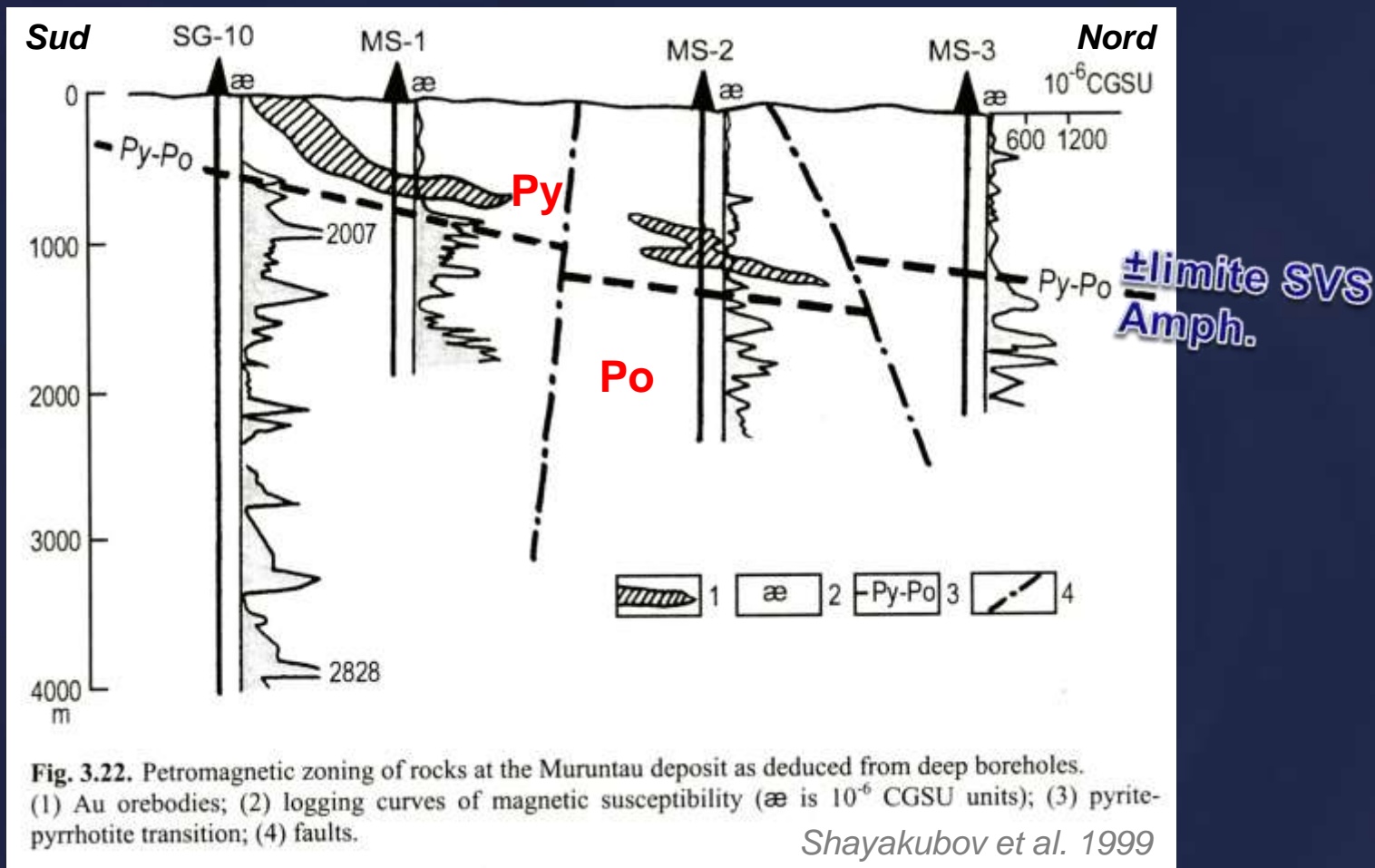
Modifié de Bierlein et Wilde 2010

## Muruntau





## Muruntau



**Sulfures 2-3%: Pyrite (Arsénopyrite, marcasite, pyrrhotine)**

Trace scheelite, des tellures d'or et de bismuth, galène, sphalérite, chalcopryrite, molybdénite, wolframite, antimonite, tétrahédrite

# Gisements de l'Asie centrale

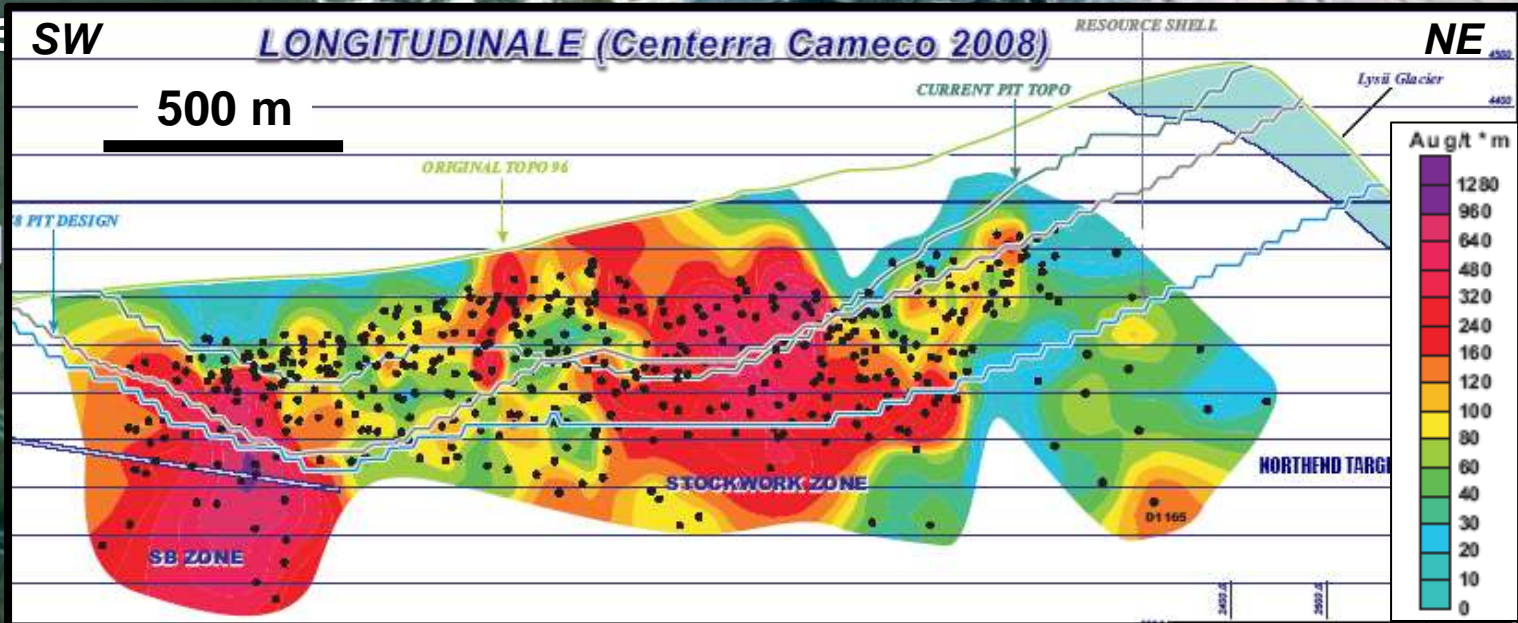
## Kumtor (500 t Au)



1 km



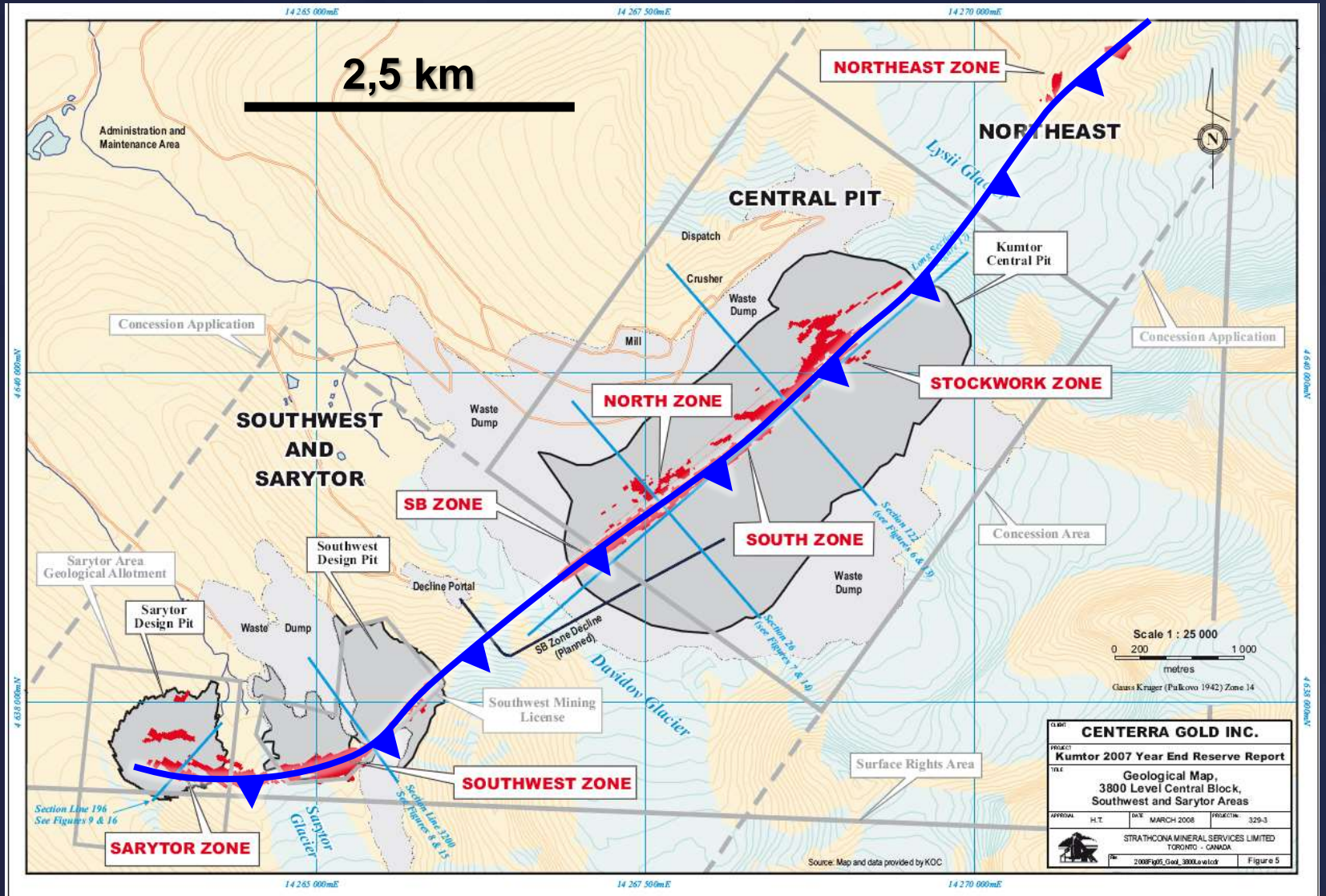
Gisem





# Gisements de l'Asie centrale

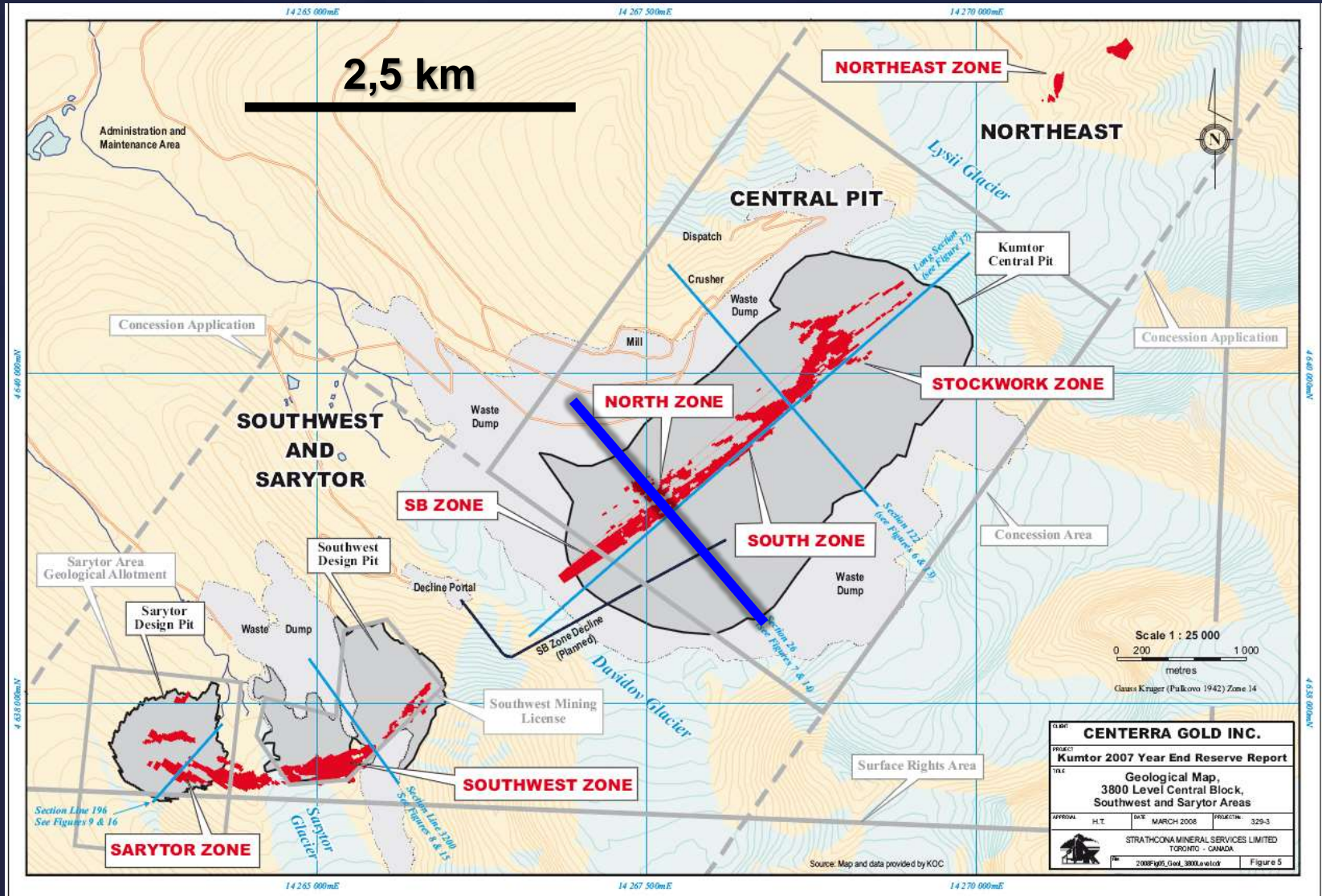
## KUMTOR Technical\_Report (Centerra Cameco 2008)





# Gisements de l'Asie centrale

## KUMTOR Technical\_Report (Centerra Cameco 2008)

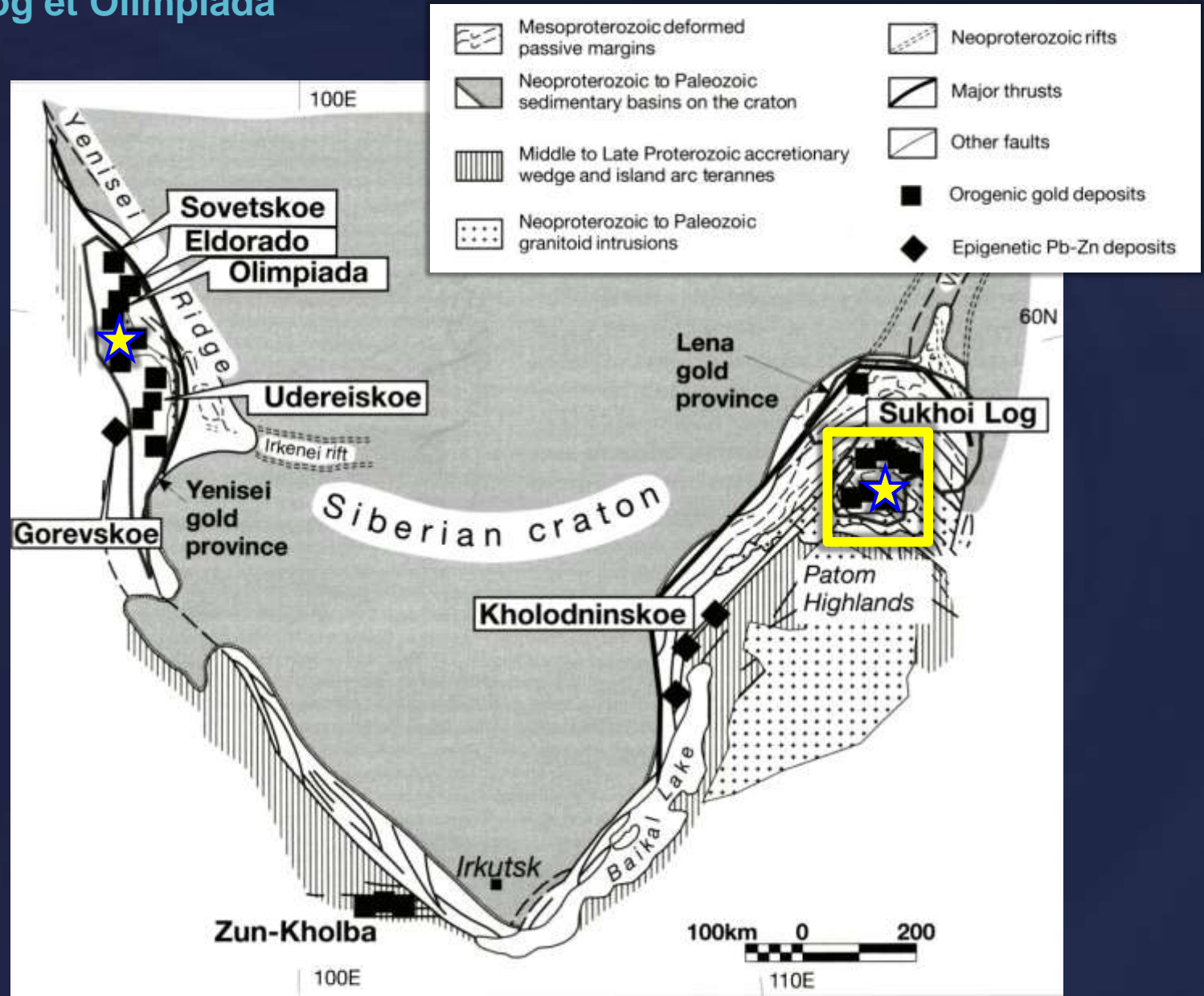






# Gisements de l'Asie centrale

## Sukhoi Log et Olimpiada (Russie)

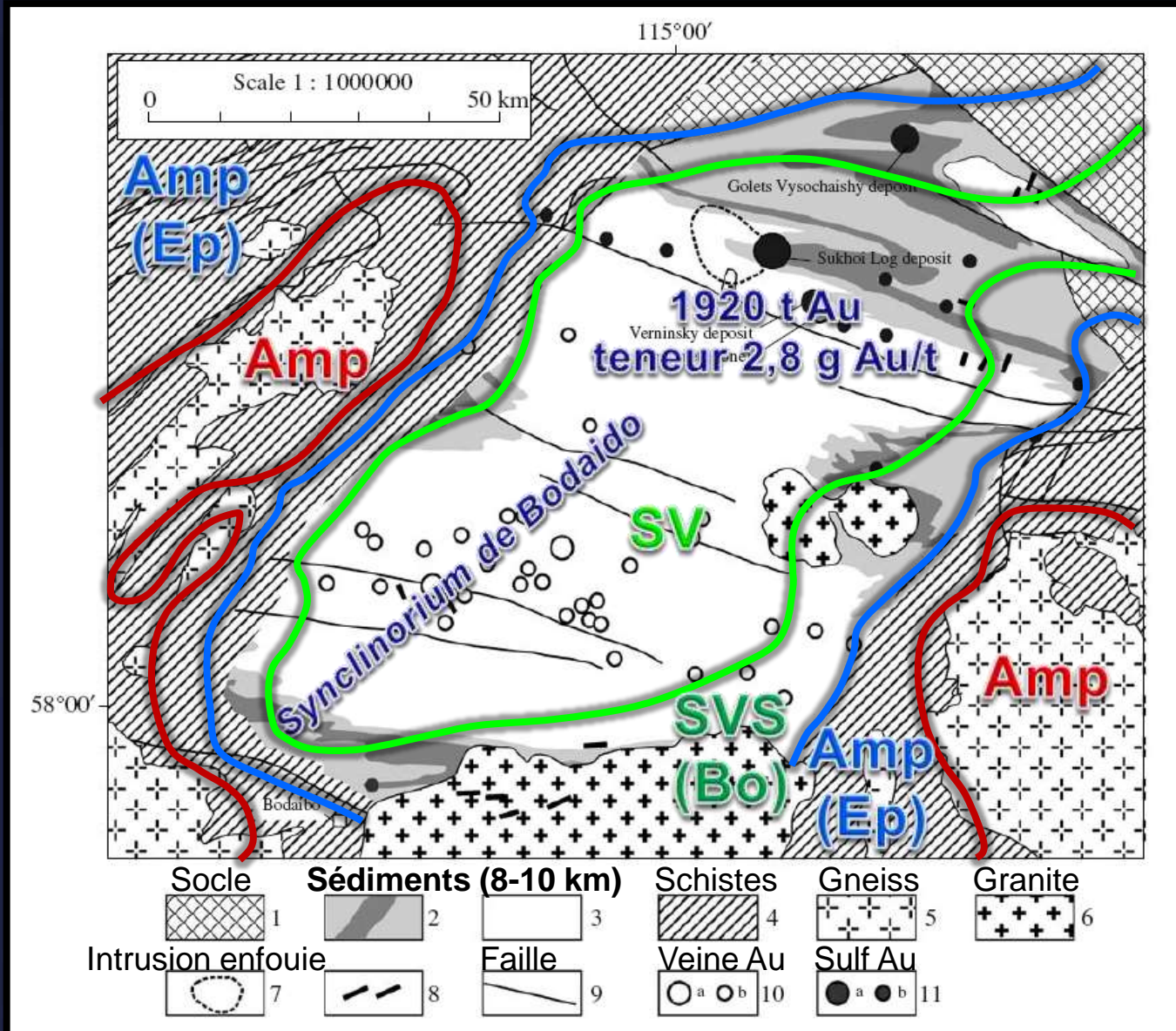


Yakubchuk et al. 2005



# Gisements de l'Asie centrale

## Sukhoi Log



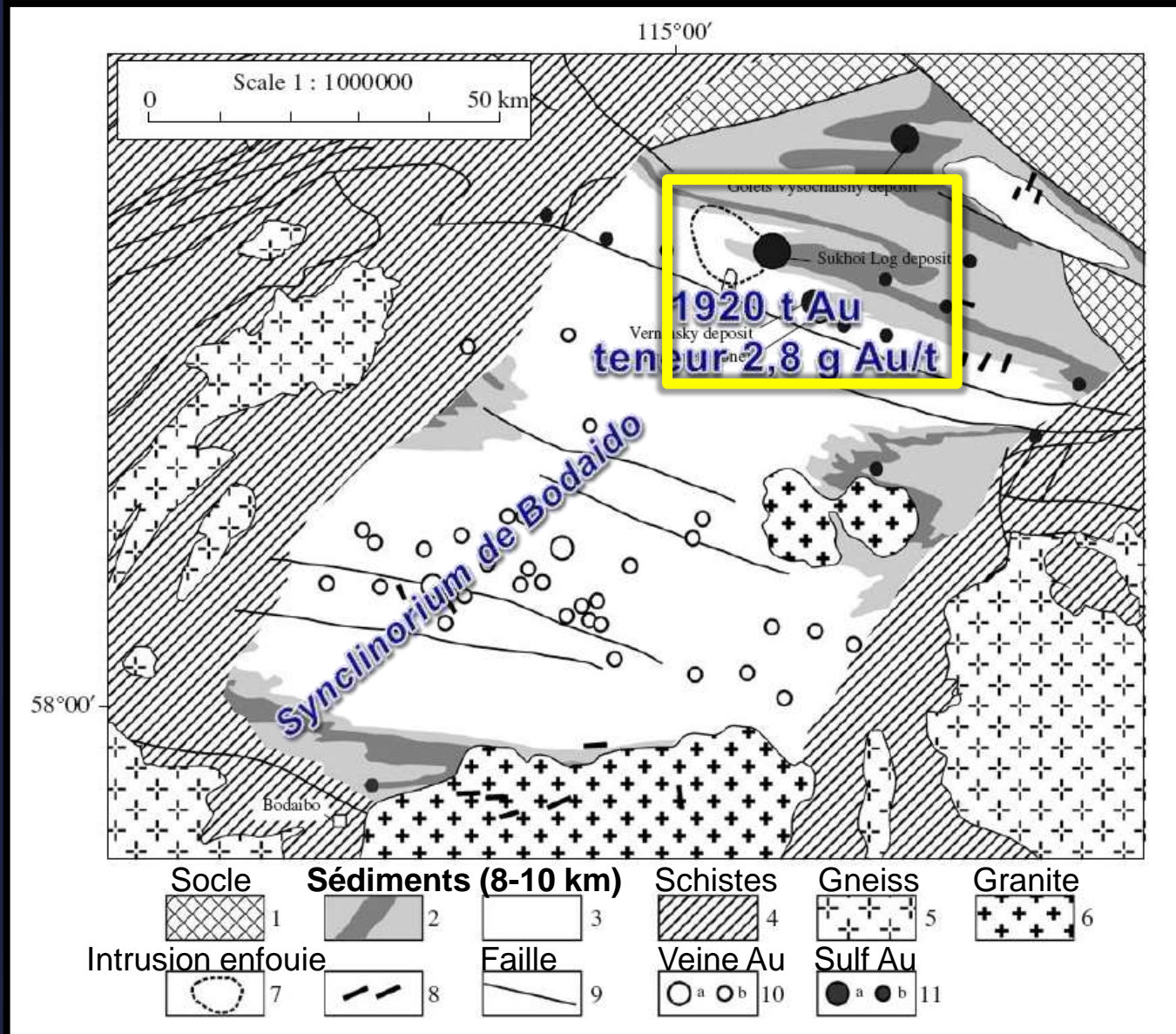
Isogrades de Yakubchuk et al. 2005

Rusinov et al. 2008



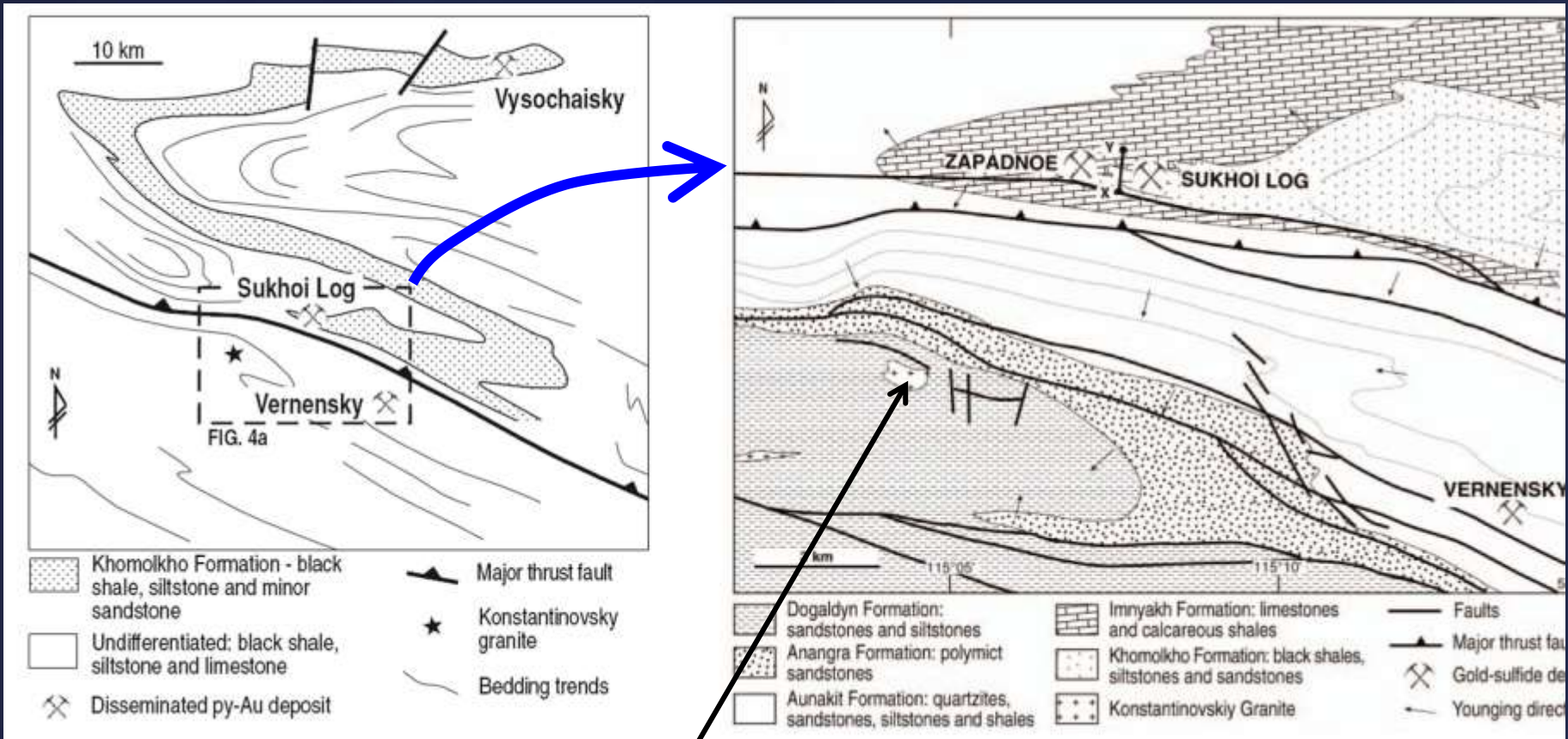
# Gisements de l'Asie centrale

## Sukhoi Log



Rusinov et al. 2008

## Sukhoi Log



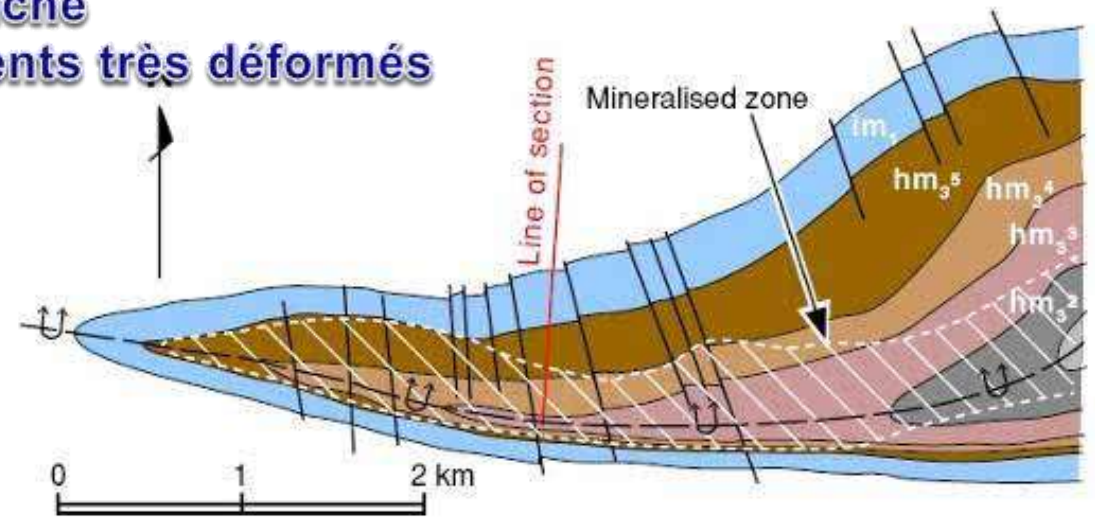
Unité repère de phyllades et siltstones à quartz séricite graphiteux et pyriteux (800 - 610 Ma) de 400 à 800 m d'épais  
 Métamorphisme SV (516 Ma)  
 Intrusions (354, 320, 290 Ma)  
 Minéralisation (500 ou 320 Ma?)  
 Structures : anticlinal isoclinal, chevauchement

*Large et al. 2007*

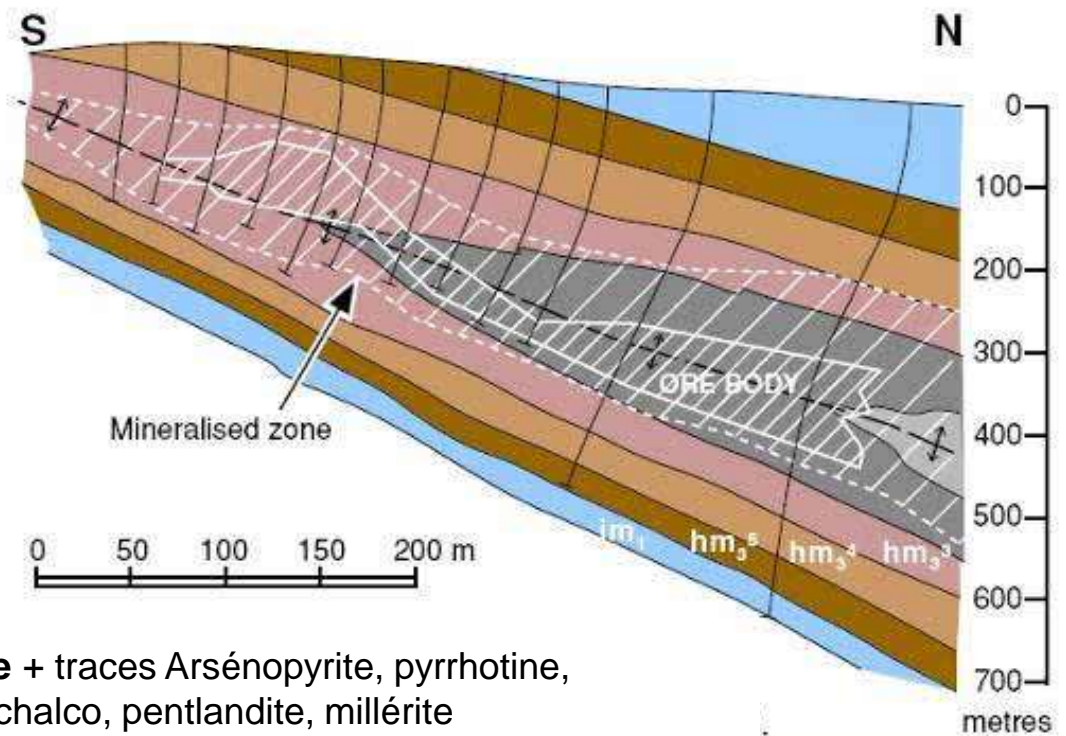


# Pli couché sédiments très déformés

Plan



Section



Large 2008

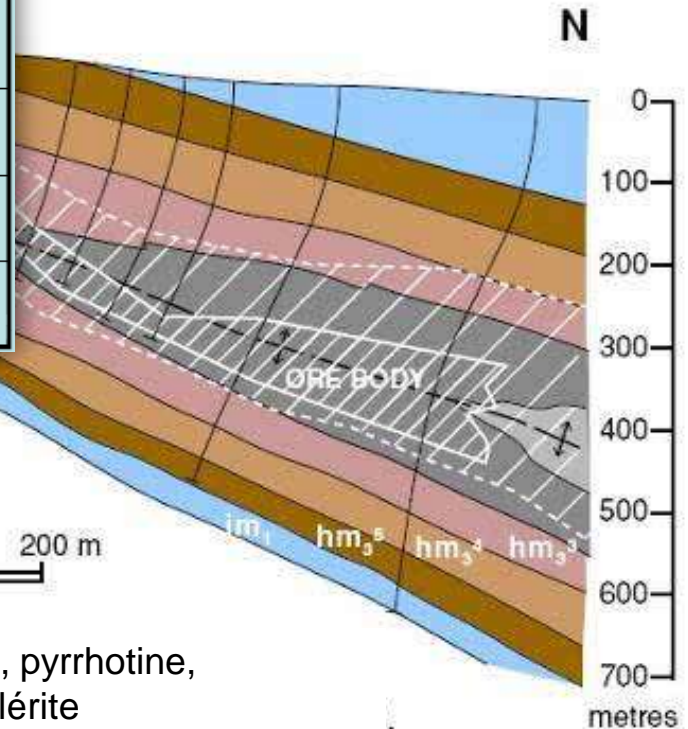
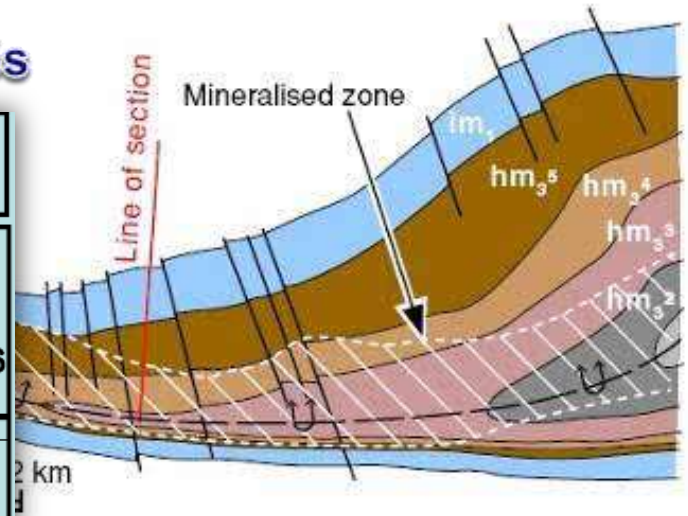
**2-5% Pyrite** + traces Arsénopyrite, pyrrhotine, sphalérite, chalco, pentlandite, millérite

**Sukhoi Log**

**Pli couché  
sédiments très déformés**

Sedimentation-diagenesis	Metamorphism		Post-peak metam.	
<b>Pyrite</b>	Py1 Py2	Py3 Py4	Py5	Py6
gold dissolved in As-rich pyrite	py-qtz veinlets			
Au-Te-Pb-Bi-Ag association	free gold			
arsenopyrite				
py-qtz veins				

Large 2008



**2-5% Pyrite** + traces Arsenopyrite, pyrrhotine, sphalérite, chalco, pentlandite, millérite

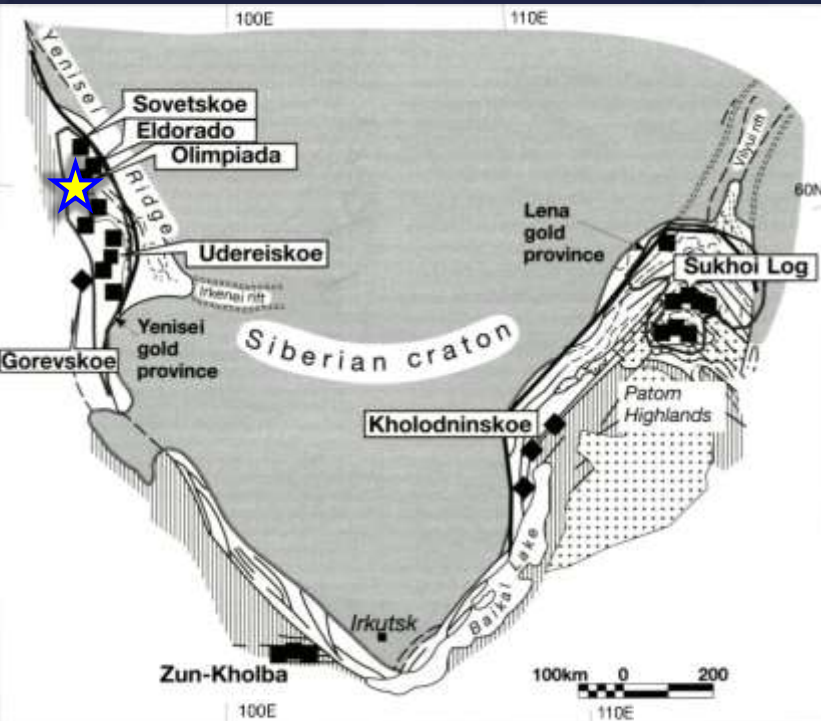


# Olimpiada

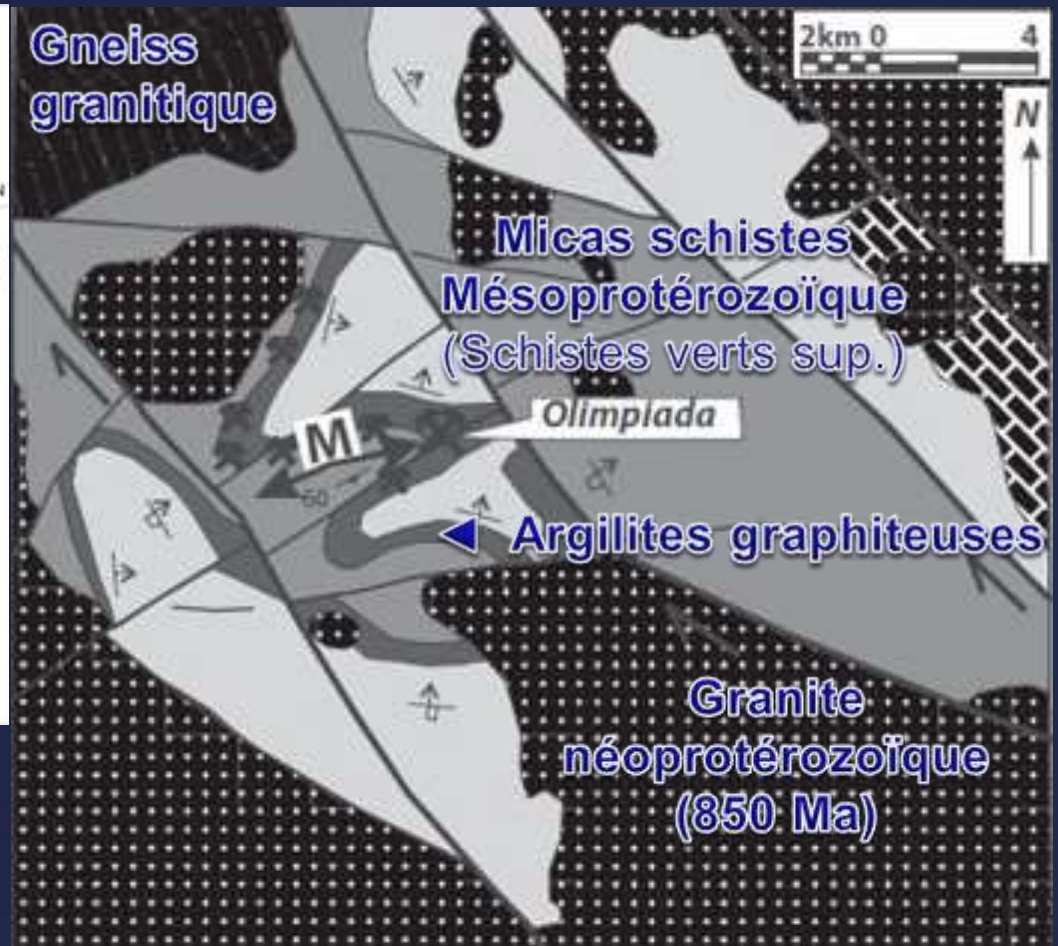
Olimpiada, Russie (700 t Au)



# Gisements de l'Asie centrale - Olimpiada



*Yakubchuk et al. 2005*



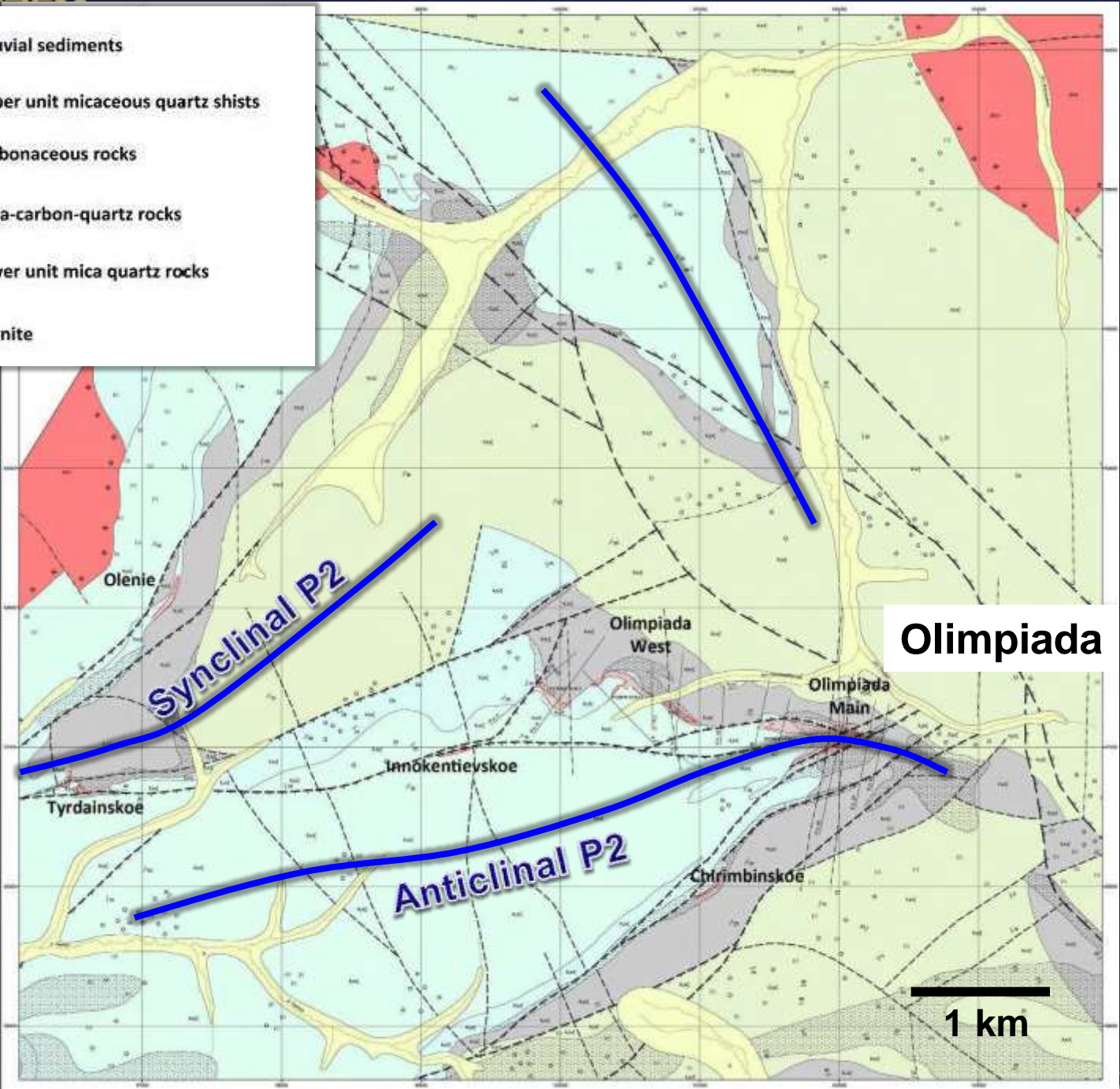
Métamorphisme SVS (890-850 Ma)

Intrusions (850 Ma)

3 époques de minéralisation: 794, 664, 615 Ma



- Q Alluvial sediments
- R<sub>1</sub>kd<sub>2</sub><sup>1</sup> Upper unit micaceous quartz shists
- R<sub>1</sub>kd<sub>2</sub><sup>0</sup> Carbonaceous rocks
- R<sub>1</sub>kd<sub>2</sub><sup>2</sup> Mica-carbon-quartz rocks
- R<sub>1</sub>kd<sub>2</sub><sup>3</sup> Lower unit mica quartz rocks
- γR<sub>1</sub>ta Granite



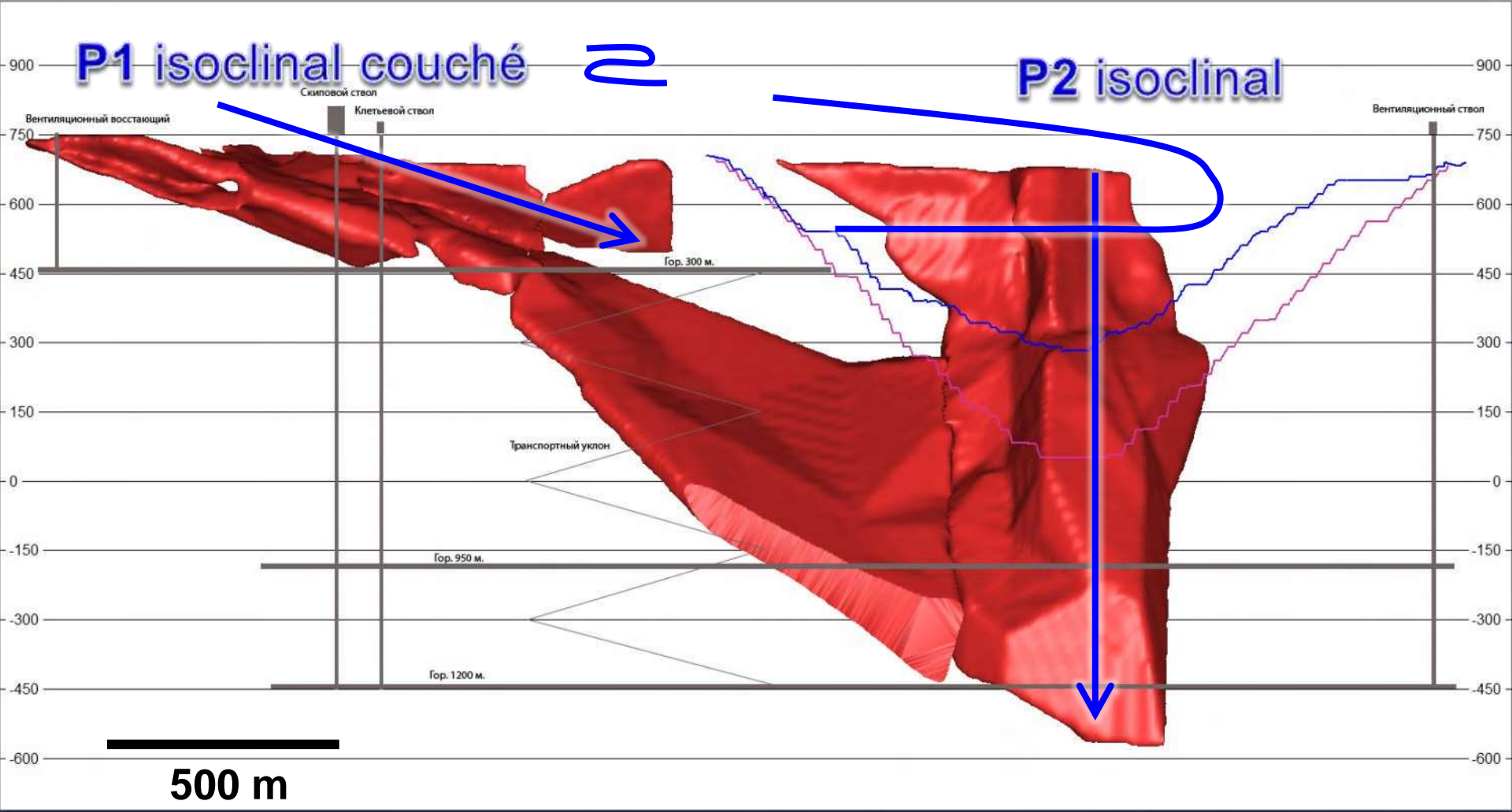
# Olimpiada

Newall et al. 2011



# Gisements de l'Asie centrale - Olimpiada

## Enveloppe minéralisée du gisement



Newall et al. 2011

# Gisements de l'Asie centrale

## Or orogénique - Reconstruction PANGAEA ~356 Ma (Scotese, 1997)



1. Thomson fold belt
2. Lachlan fold belt
3. Westland, S. Island, N.Z.
4. Pataz
5. Ananea
6. Amayapampa
7. Sierra Pampeanas
8. Northern Kazakhstan
9. Altaids
10. Caldonides
11. Meguma
12. Carolina slate belt
13. Central Ural Mtns.
14. Bohemian Massif
15. Iberian Massif
16. Eastern Tian Shan
17. Western Tian Shan
18. Northern China Craton
19. Arabian-Nubian Shield
20. Hoggar Shield
21. Brasilia fold belt
22. Tefler
23. E. Sayan
24. Baikal

Goldfarb et al. 2001



# Gisements de l'Asie centrale

## Or orogénique - Reconstruction PANGEA ~356 Ma (Scotese, 1997)



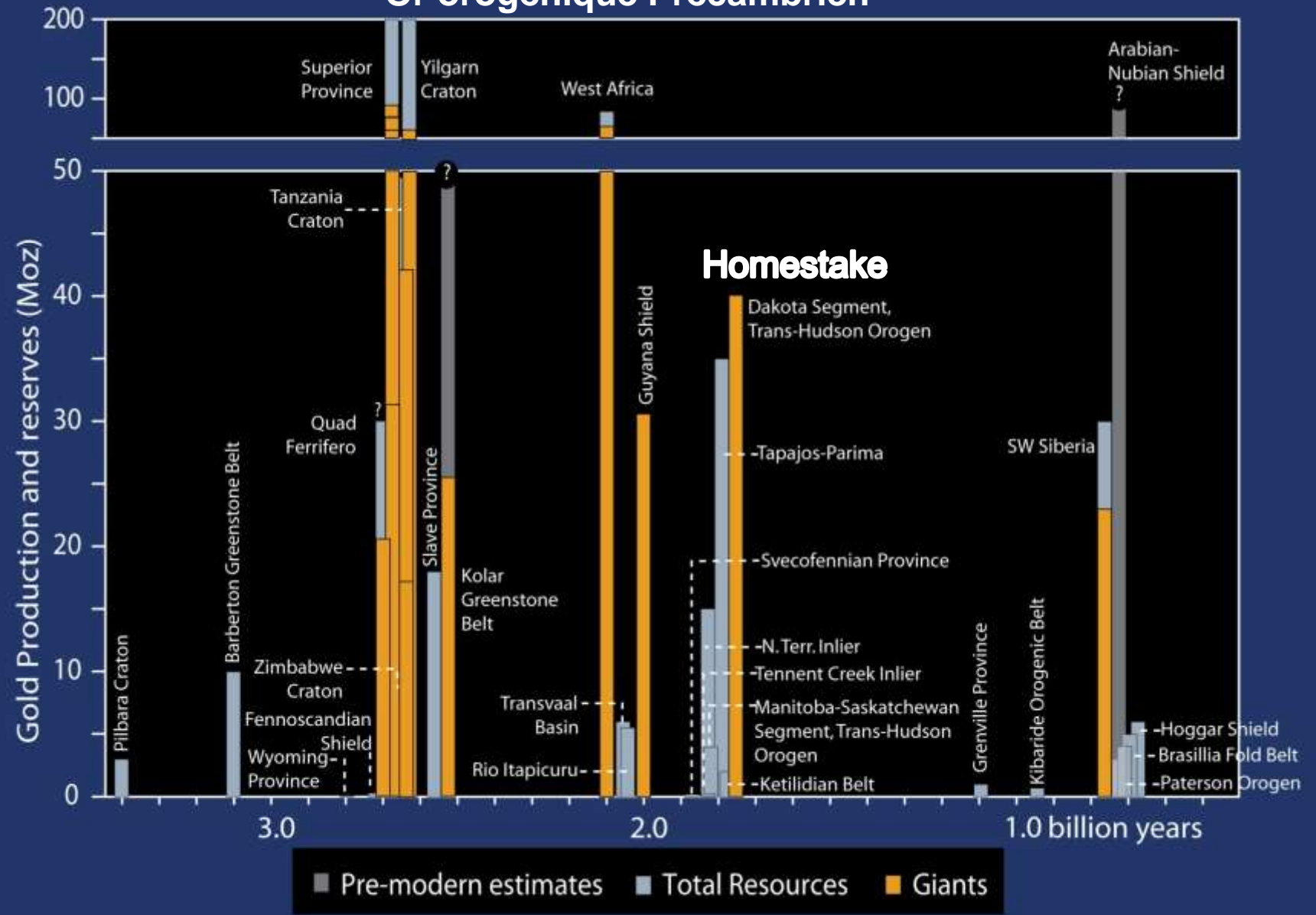
1. Thomson fold belt
2. Lachlan fold belt
3. Westland, S. Island, N.Z.
4. Patag
5. Ananea
6. Amayapampa
7. Sierra Pampeanas
8. Northern Kazakhstan
9. Altai
10. Caledonides
11. Meguma
12. Carolina slate belt
13. Central Ural Mtns.
14. Bohemian Massif
15. Iberian Massif
16. Eastern Tianshan
17. Western Tianshan
18. Northern China Craton
19. Arabian-Nubian Shield
20. Hoggar Shield
21. Brasilia fold belt
22. Tefler
23. E. Sayan
24. Baikal

Goldfarb et al. 2001



# Gisements d'âge Protérozoïque

## Or orogénique Précambrien





- Pre-Rodinia Basement below Phanerozoic Cover or Ice
- Exposed Archean and Paleoproterozoic Basement
- 2.1-1.8 Ga Collisional Orogens
- 1.8-1.3 Ga Accretionary Orogens

\*Zhao et al. (2004) et Teixeira et al. (2007)

# Appalaches du sud du Québec

## (Groupe de Magog)



# Méthodologie pour le ciblage au Québec

## Guides d'exploration à l'échelle régionale

### Bassins de marge continentale au QC

- Appalaches (Cambro-ordovicien)
- Fosse Labrador (2,1-1,8 Ga)

### Bassins anomaux en métaux

- Identifier les lithologies favorables (cartes, littérature)
- Lithogéochimie des échantillons de roches sédimentaires
- Environnement secondaire (lacs ou ruisseaux)  
pour Éléments **VAMSN AZ** : V, As, Mo, Se, Ni, Ag, Zn (Large et al. 2011)

### Métamorphisme

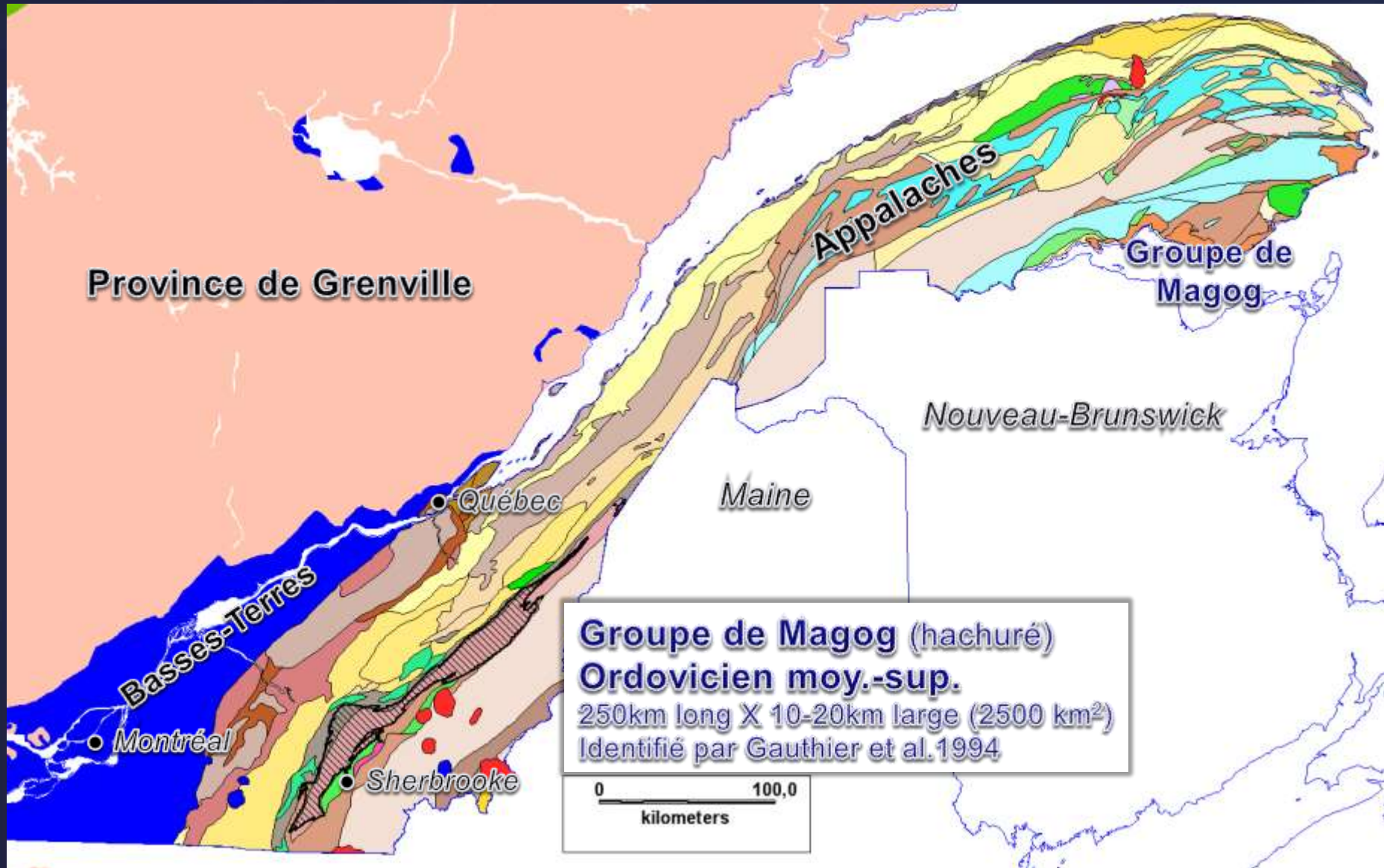
Isogrades schiste vert / amphibolite

### Structures

- Failles; chevauchements, décrochement, failles normales
- Charnières de plis (idéalement plis serrés à isoclinaux)

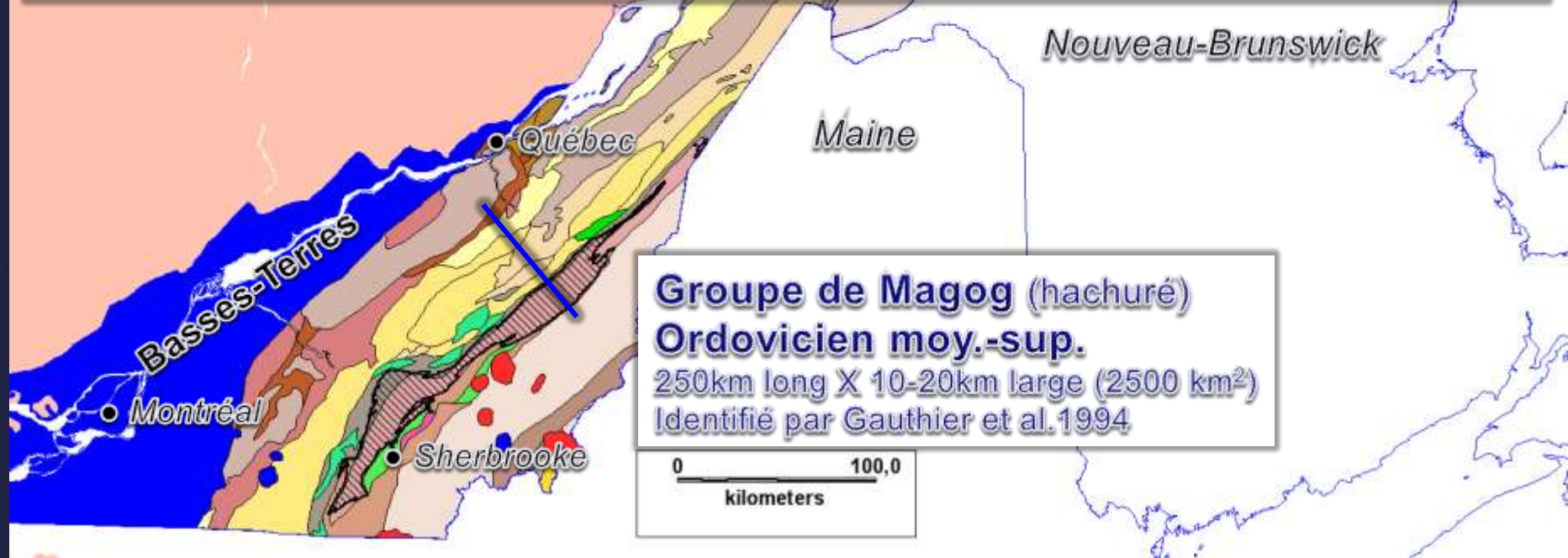
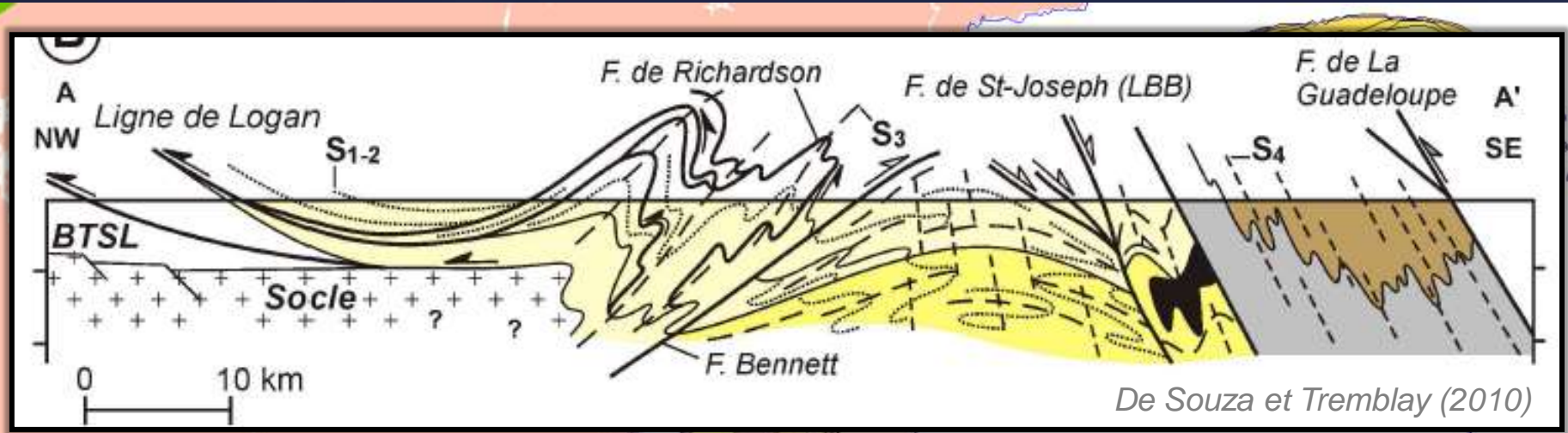
# Appalaches sud du QC

Intérêt: Groupe de Magog



# Appalaches sud du QC

Intérêt: Groupe de Magog



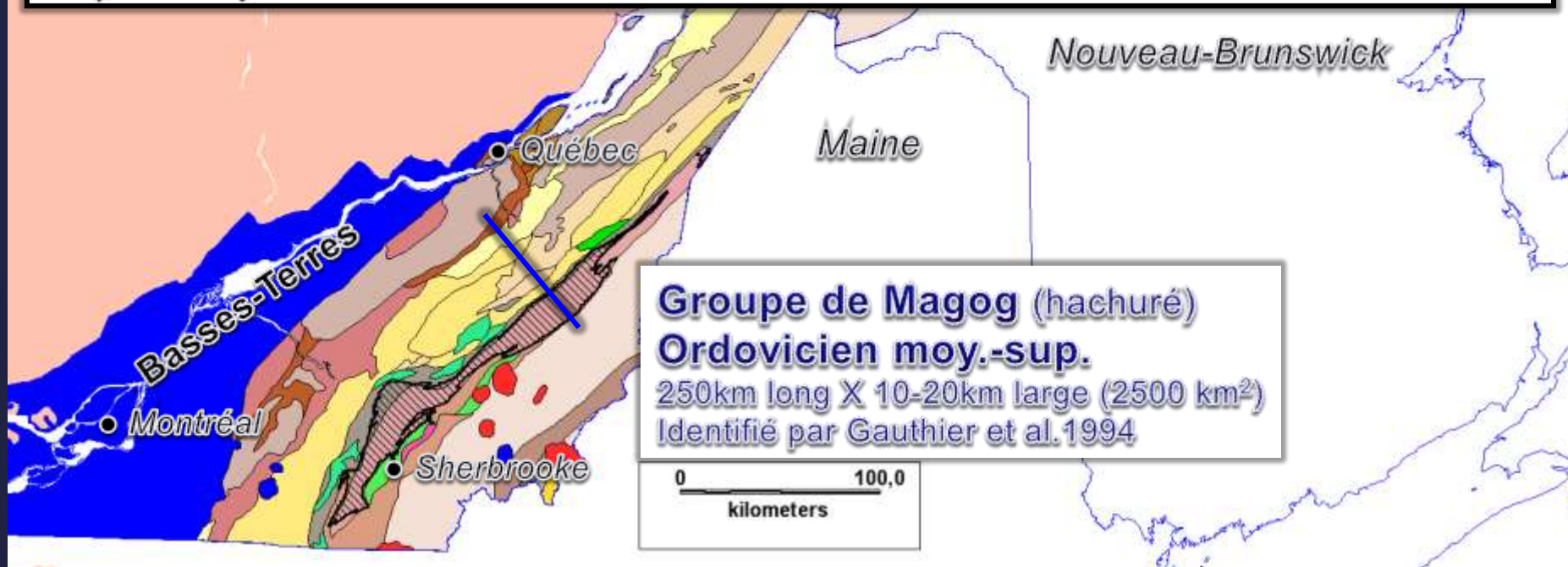
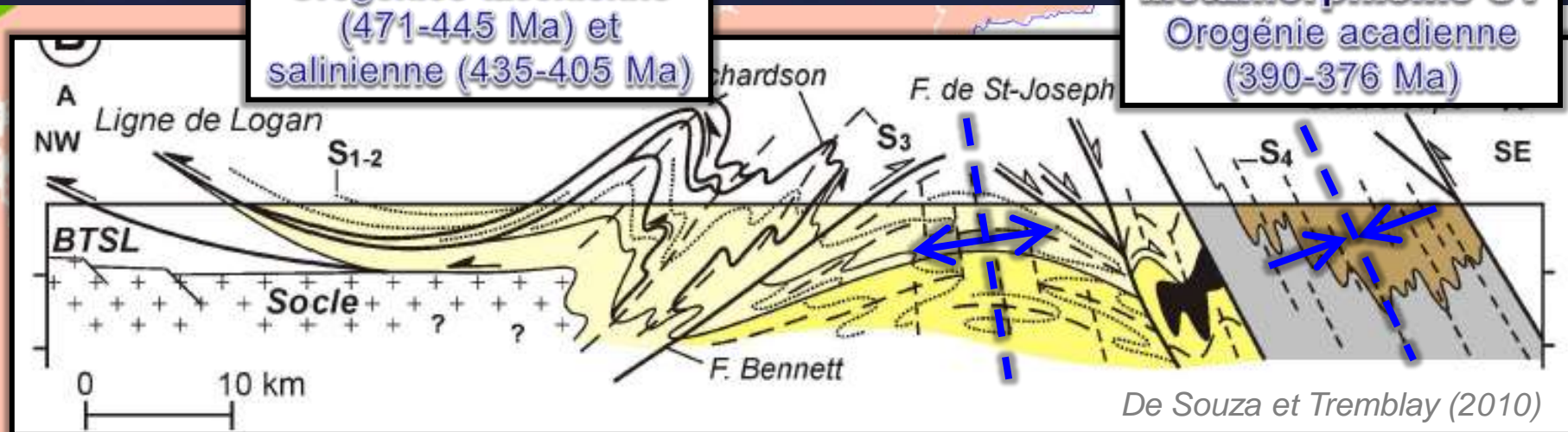


# Appalaches sud du QC

Intérêt:

Orogénies taconienne (471-445 Ma) et salinienne (435-405 Ma)

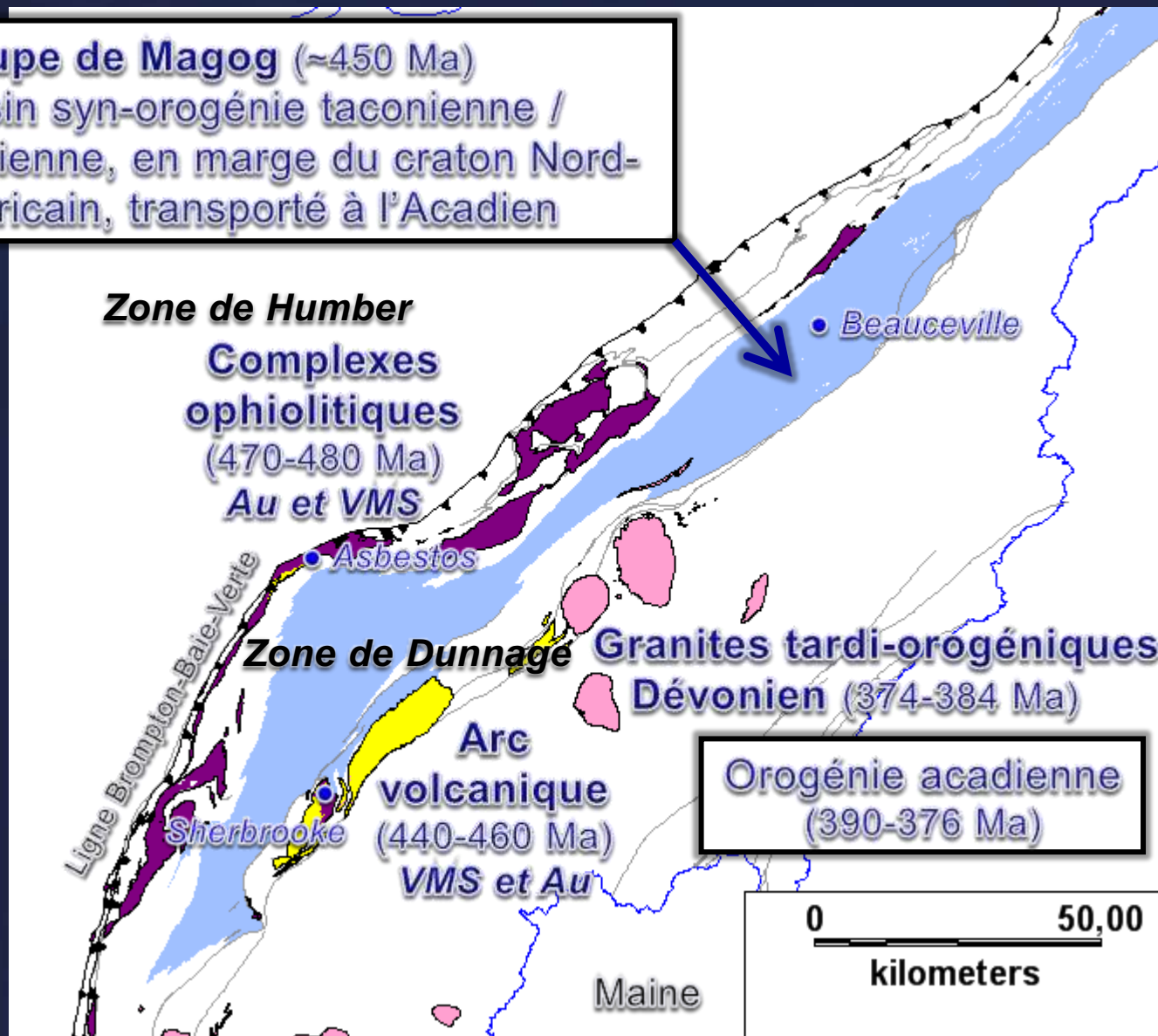
Métamorphisme SV  
Orogénie acadienne (390-376 Ma)



# Appalaches sud du QC

Intérêt: Groupe de Magog. Pourquoi?

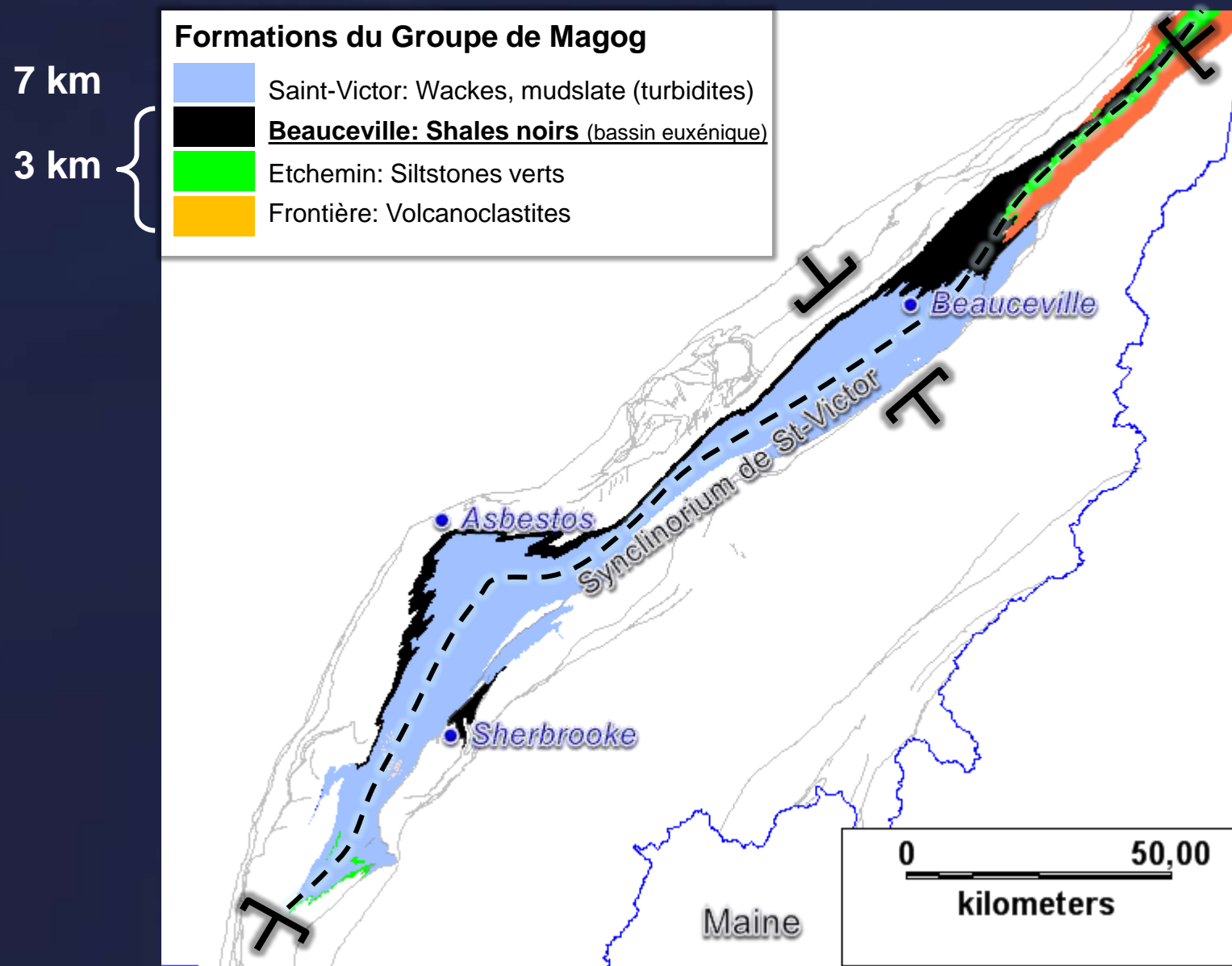
**Groupe de Magog (~450 Ma)**  
 Bassin syn-orogénie taconienne /  
 salinienne, en marge du craton Nord-  
 Américain, transporté à l'Acadien





# Appalaches sud du QC

## Intérêt: Groupe de Magog




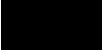


# Appalaches sud du QC

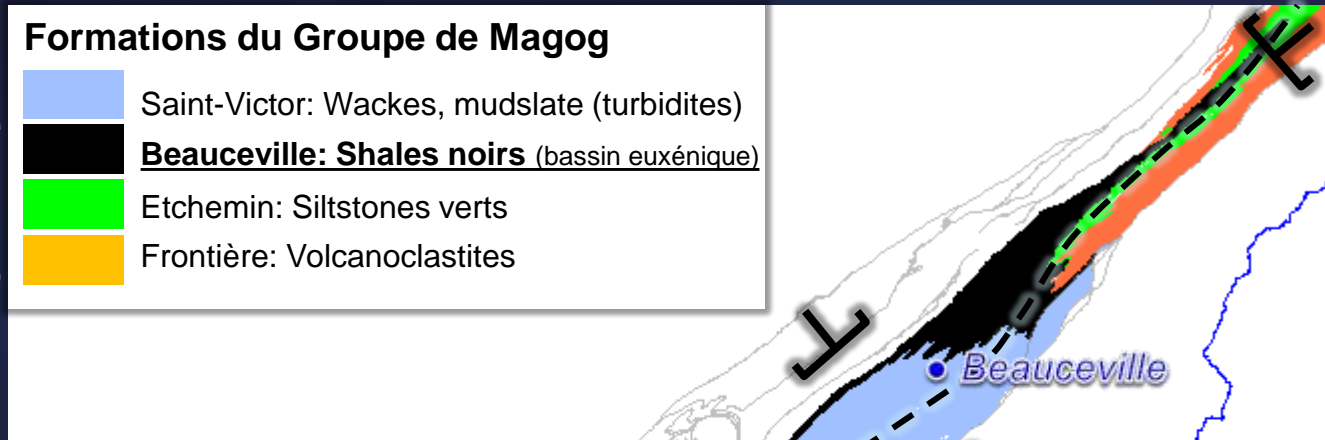
## Intérêt: Groupe de Magog

7 km

3 km

### Formations du Groupe de Magog

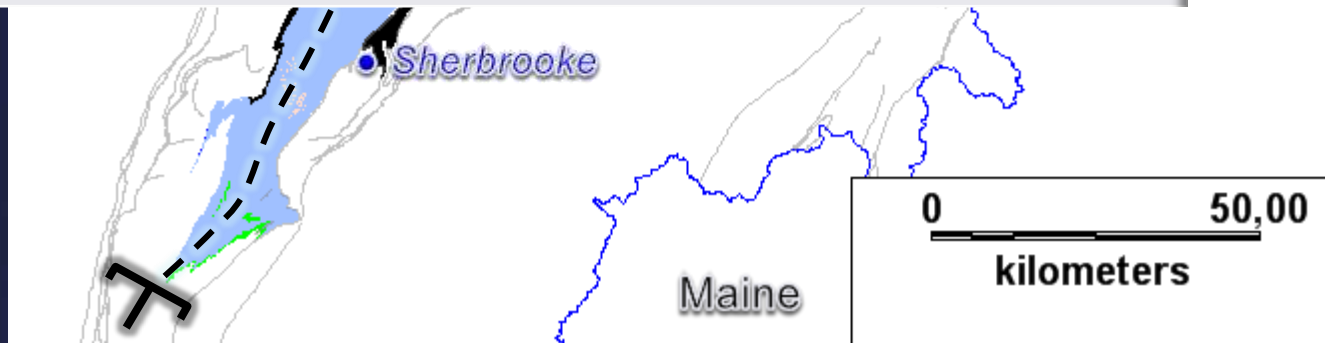
-  Saint-Victor: Wackes, mudslate (turbidites)
-  **Beauceville: Shales noirs** (bassin euxénique)
-  Etchemin: Siltstones verts
-  Frontière: Volcanoclastites



### Teneurs moyennes dans les sédiments fins du Magog

Éléments	Mudstone <sup>a</sup> (moy 115 éch.)	Siltstone <sup>a</sup> (moy. 57 éch.)	Shales graphitiques dans le Monde (moy. 553 et 287 éch.)
<b>Au ppb</b>	<b>9,3</b>	<b>12,3</b>	6,7 <sup>b</sup>
<b>As ppm</b>	<b>22,9</b>	<b>27.6</b>	29 <sup>c</sup>

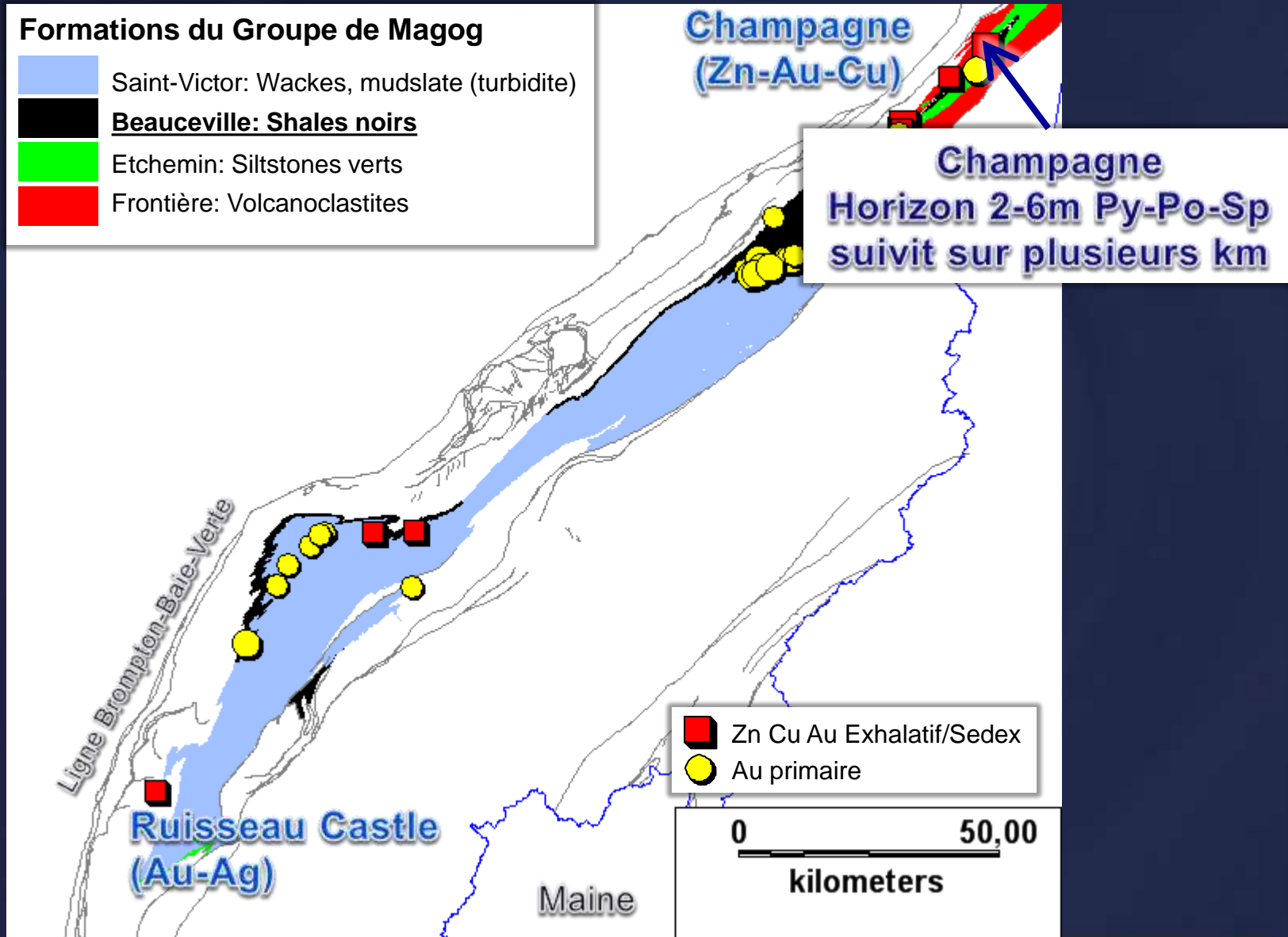
<sup>a</sup>M.Sc. de Godue 1988; <sup>b</sup>Crocket (1991); <sup>c</sup>Quinby-Hunt et al. (1989)





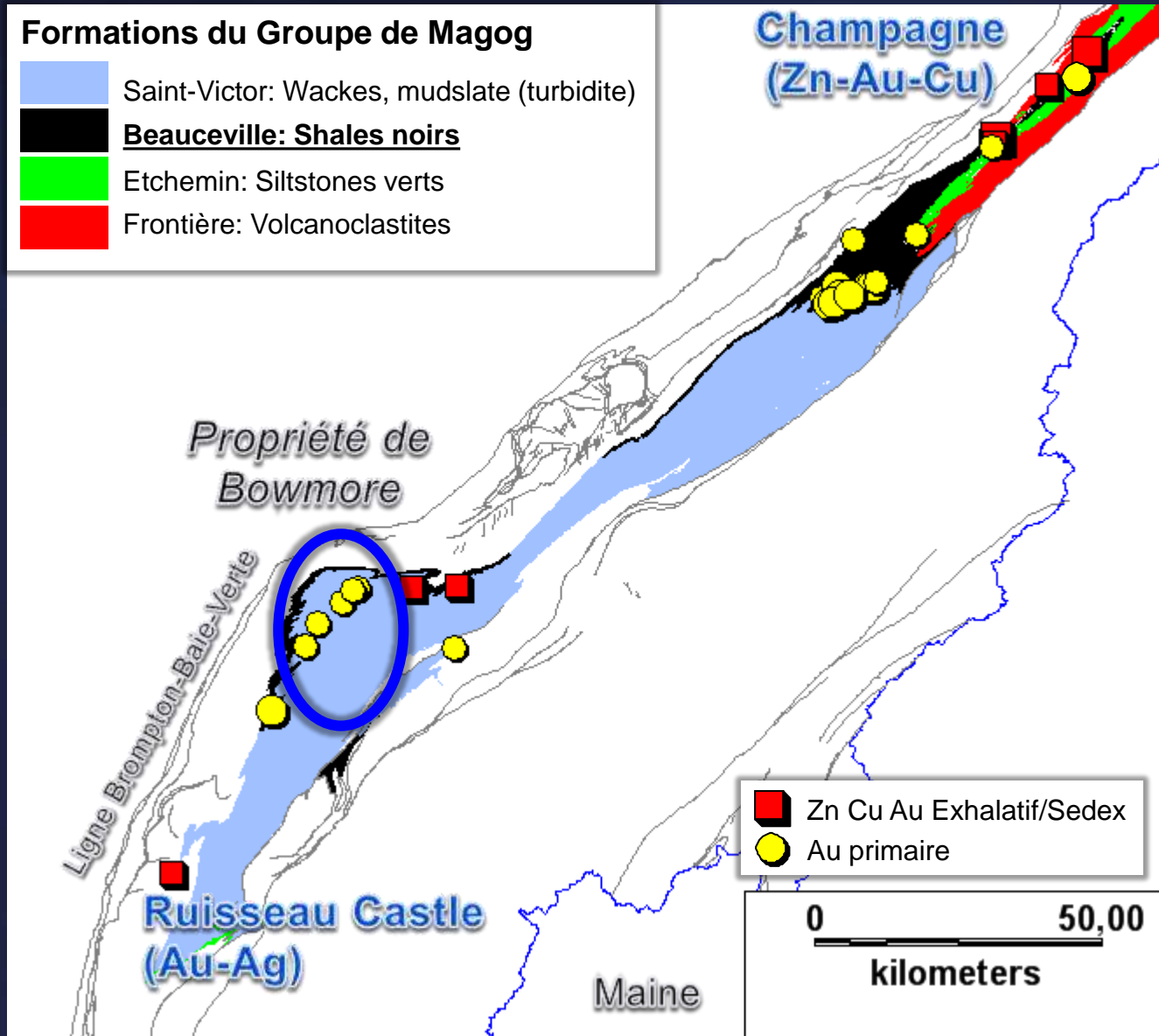
# Appalaches sud du QC

## Gîtes d'or et de métaux de base



# Appalaches sud du QC

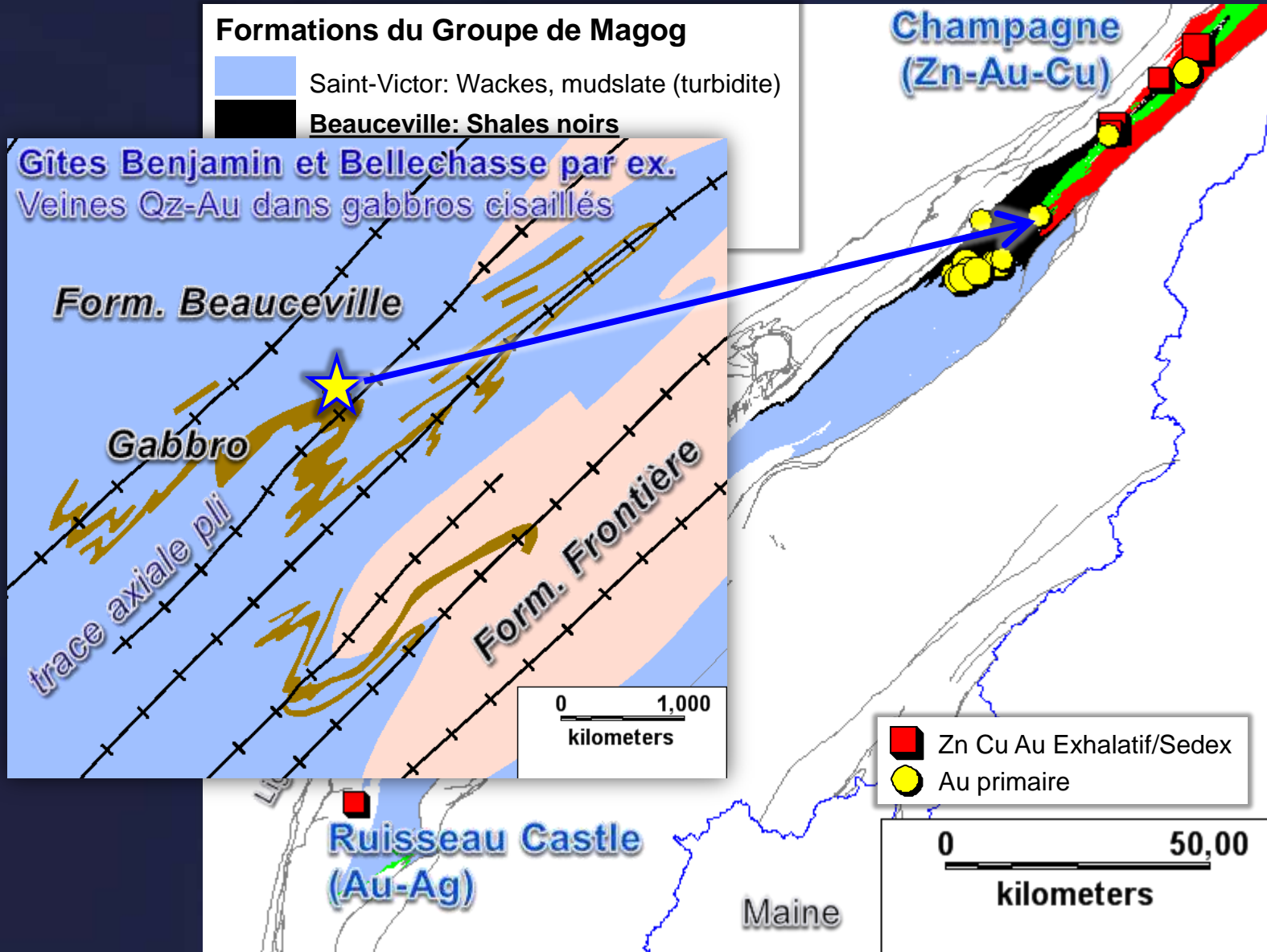
## Gîtes d'or et de métaux de base





# Appalaches sud du QC

## Gîtes d'or et de métaux de base



## Couche des lithologies favorables

### Poids donnés aux différentes formations/lithologies\*

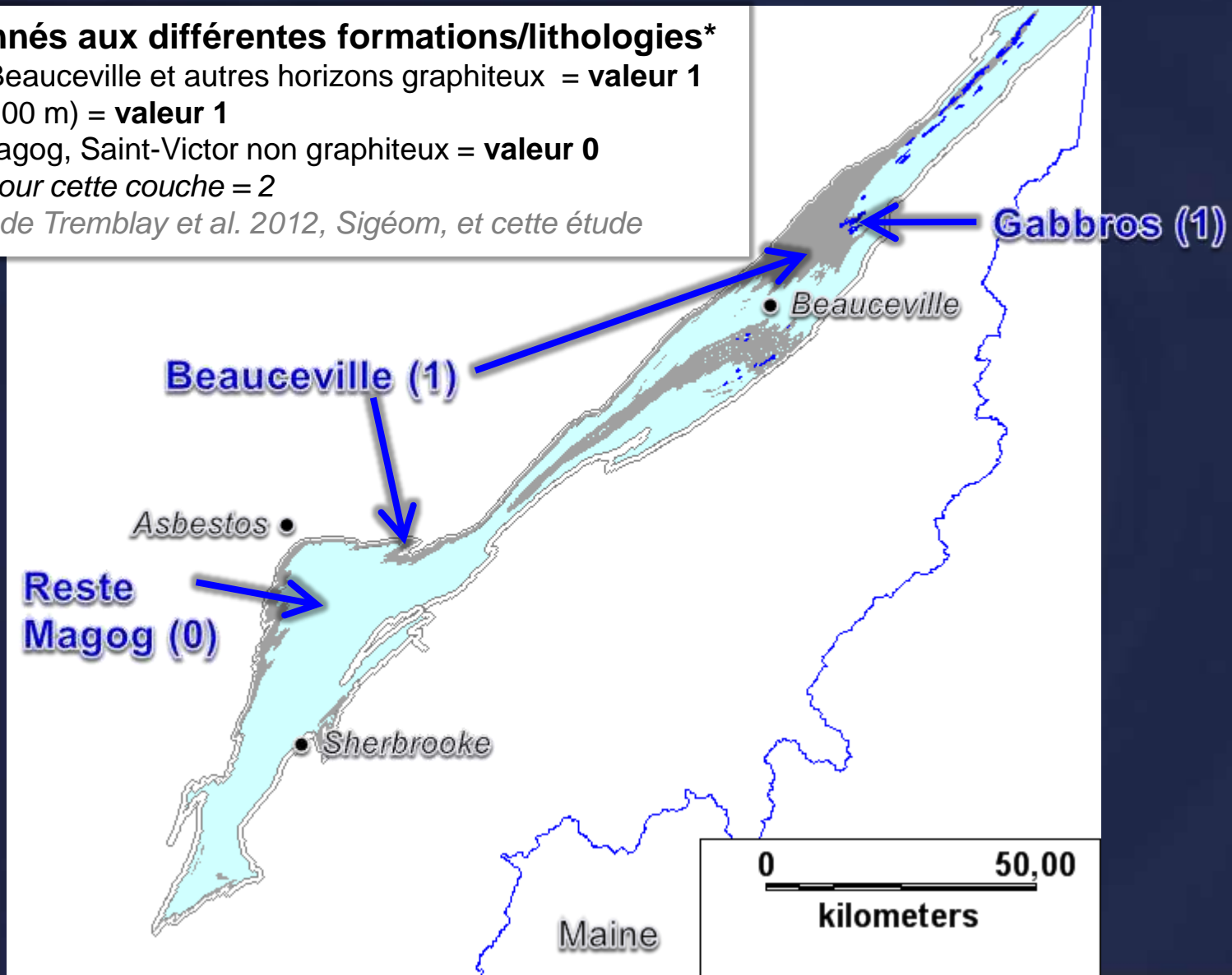
Formation Beauceville et autres horizons graphiteux = **valeur 1**

Gabbro ( $\pm 200$  m) = **valeur 1**

Reste du Magog, Saint-Victor non graphiteux = **valeur 0**

Maximum pour cette couche = 2

\*Réf cartes de Tremblay et al. 2012, Sigéom, et cette étude



## Couche des lithologies favorables

### Poids donnés aux différentes formations/lithologies\*

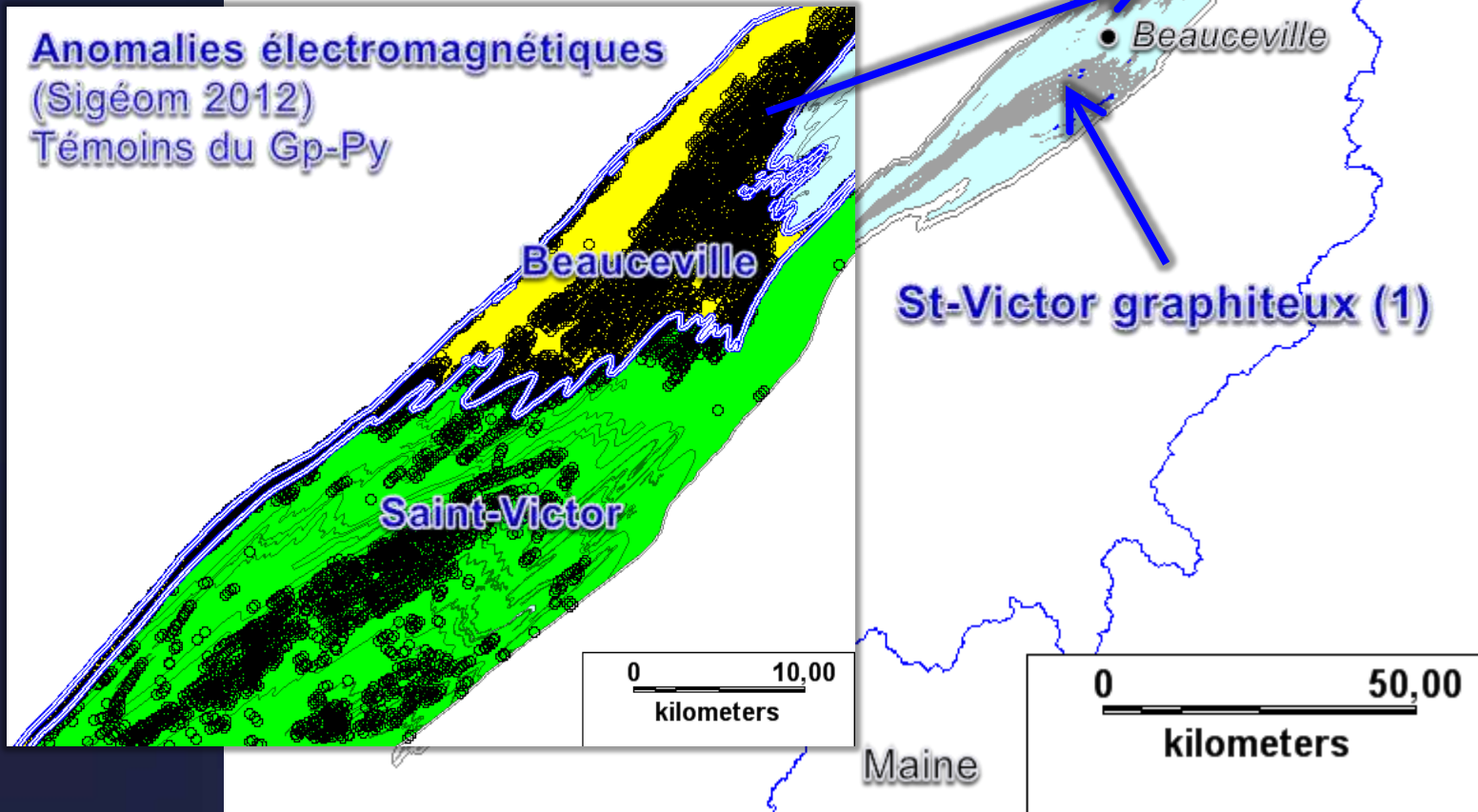
Formation Beauceville et autres horizons graphiteux = **valeur 1**

Gabbro (± 200 m) = **valeur 1**

Reste du Magog, Saint-Victor non graphiteux = **valeur 0**

Maximum pour cette couche = 2

\*Réf cartes de Tremblay et al. 2012, Sigéom, et cette étude





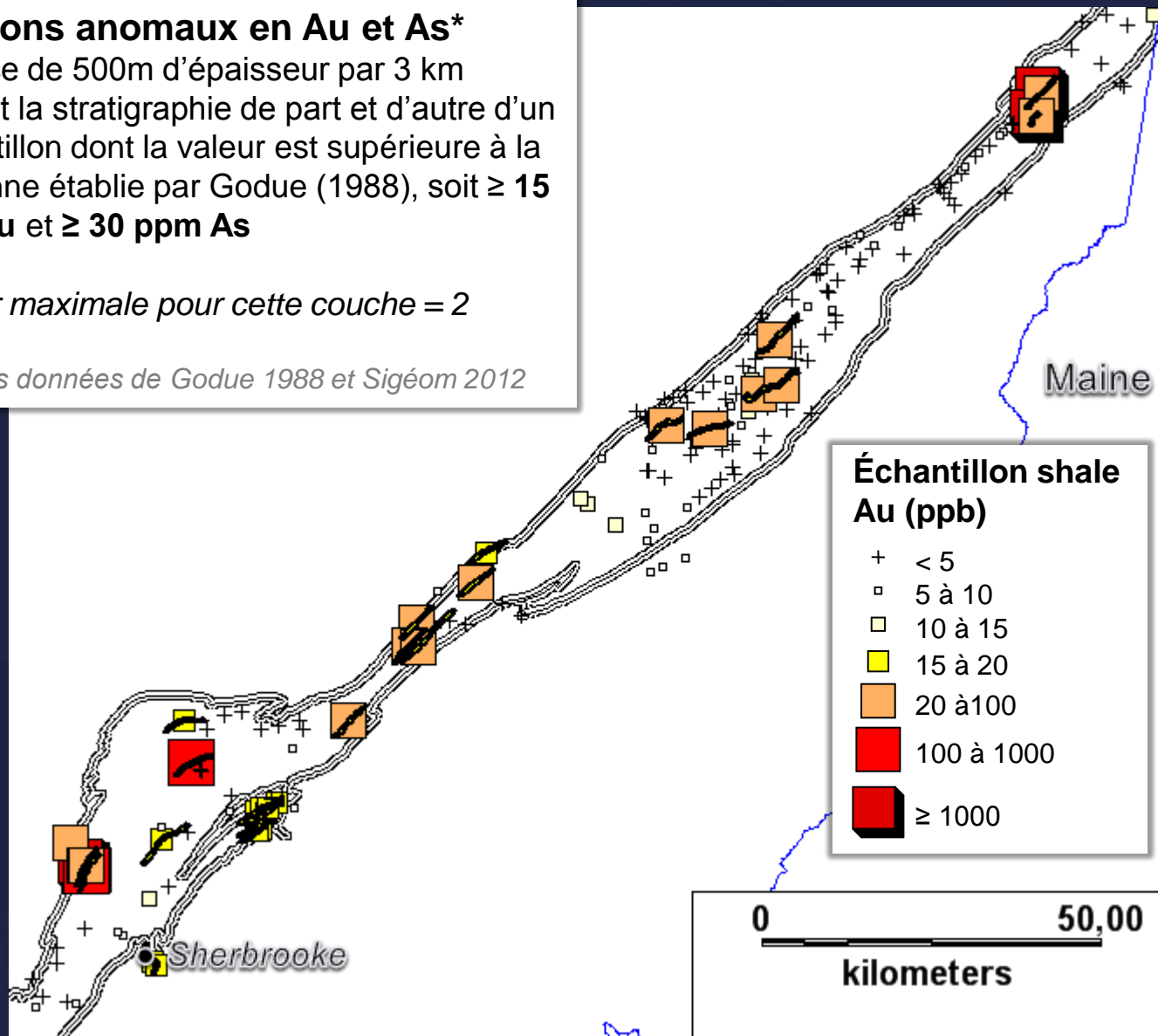
## Couche des lithologies favorables (lithogéochimie)

### Horizons anomaux en Au et As\*

Surface de 500m d'épaisseur par 3 km suivant la stratigraphie de part et d'autre d'un échantillon dont la valeur est supérieure à la moyenne établie par Godue (1988), soit  $\geq 15$  ppb Au et  $\geq 30$  ppm As

*Valeur maximale pour cette couche = 2*

*\*d'après données de Godue 1988 et Sigéom 2012*



## Couche pour les plis

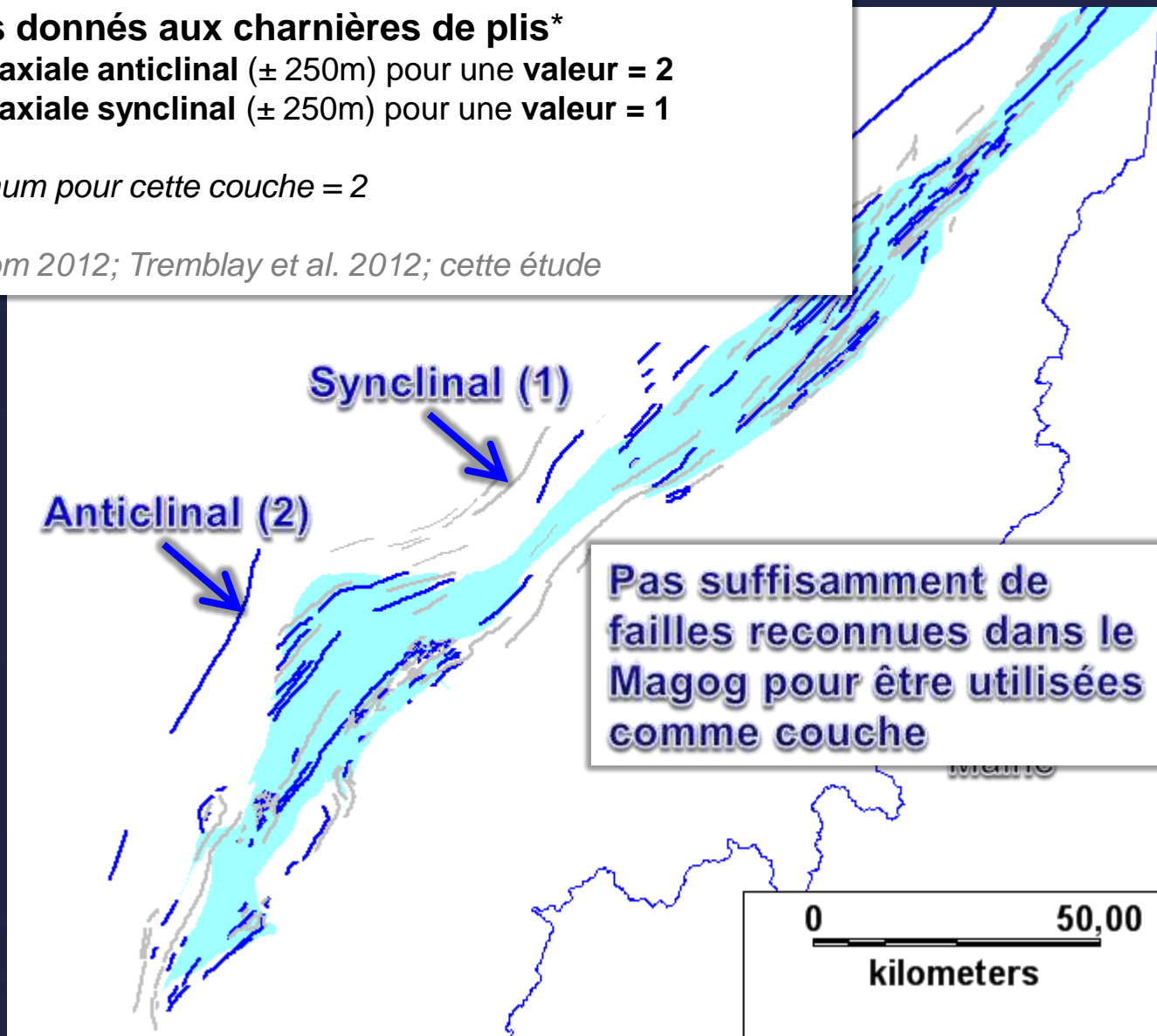
### Poids donnés aux charnières de plis\*

Trace axiale anticlinal ( $\pm 250\text{m}$ ) pour une valeur = 2

Trace axiale synclinal ( $\pm 250\text{m}$ ) pour une valeur = 1

Maximum pour cette couche = 2

\*Sigéom 2012; Tremblay et al. 2012; cette étude



## Sédiments de ruisseaux (177 $\mu\text{m}$ ) du SIGÉOM

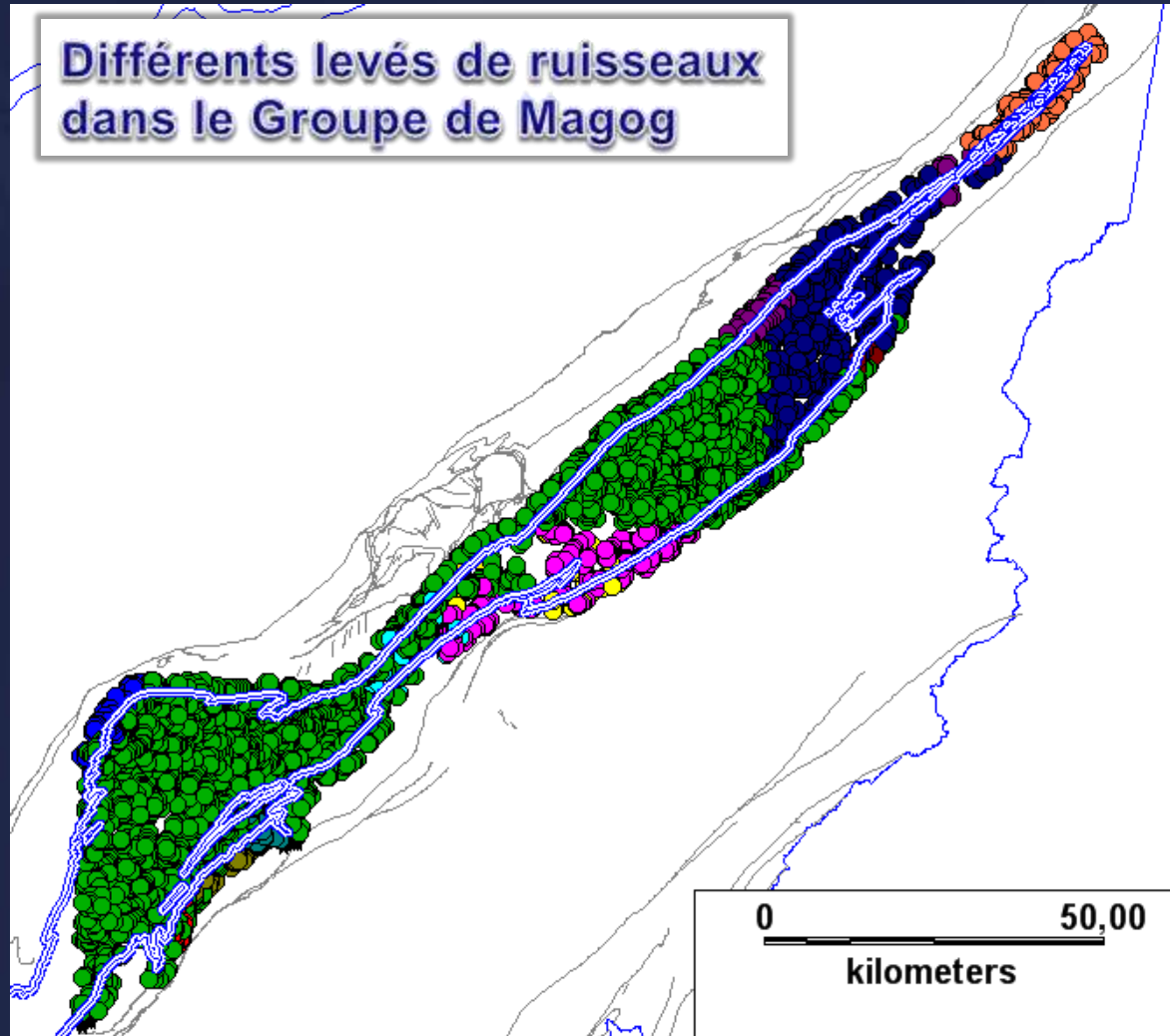
-Pas de nivellement  
nécessaire entre les levés

-Pas d'élément majeur, donc  
**pas de régression spatiale**

-Anomalies directes (valeurs  
brutes) pour :

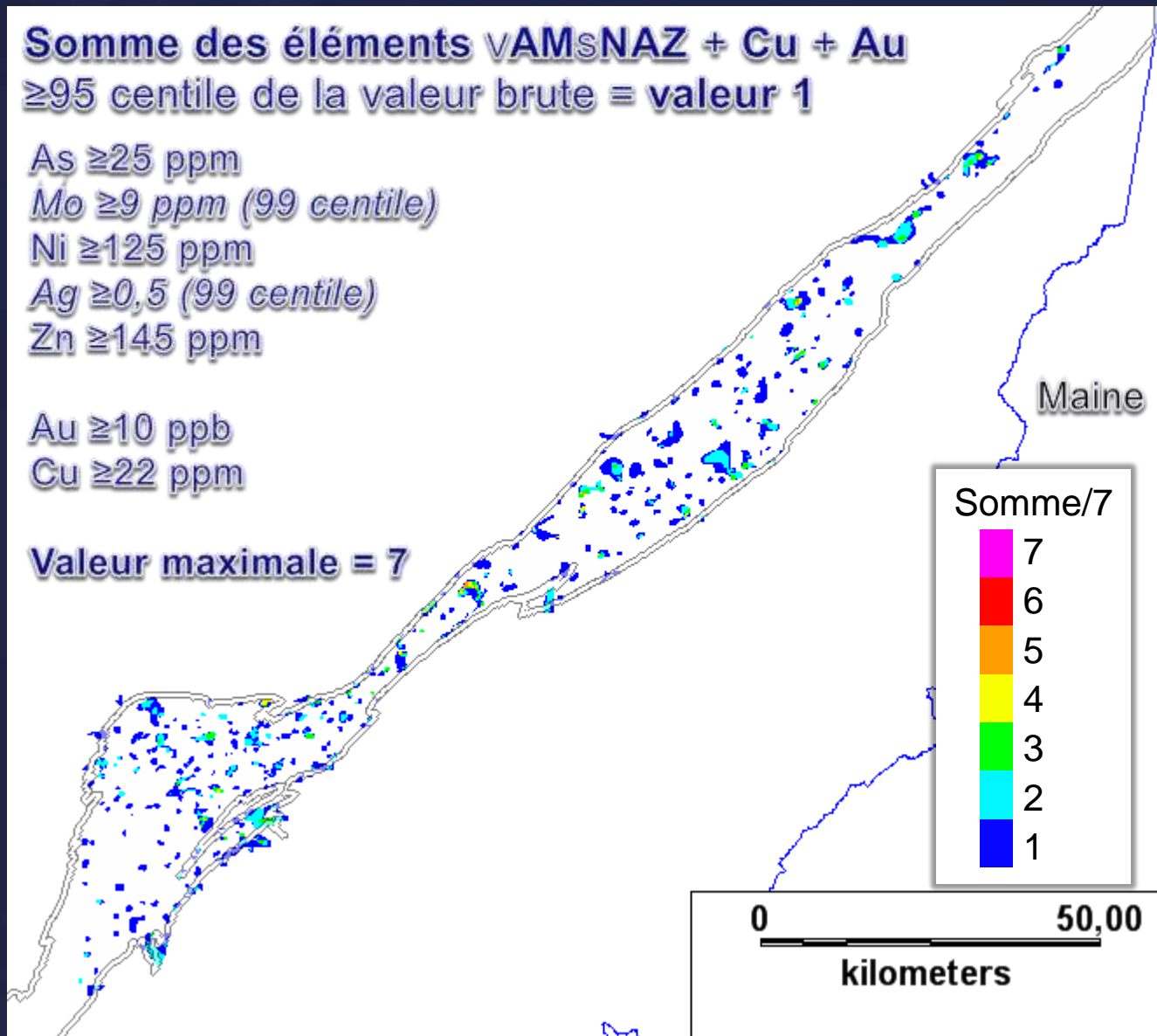
**As,  $\pm$ Mo, Ni,  $\pm$ Ag, Zn ( $\pm$ Au)**  
incomplet pour V, Ag, Se  
Ajouté **Au** et **Cu**

**vAMsNAZ + Cu + Au**





## Sédiments de ruisseaux



## Résumé des paramètres pour la carte de prospectivité Groupe de Magog

### Valeur attribuée aux polygones de la couche

#### Lithologies sédimentaires favorables

F. Beauceville et autres horizons graphiteux 1

Dykes gabbro ou de diorite ( $\pm 250\text{m}$ ) 1

Horizons anomaux en Au ( $\geq 15$  ppb) 1

Horizons anomaux en As ( $\geq 30$  ppm) 1

#### Traces axiales des plis ( $\pm 250\text{m}$ )

Synclinal 1

Anticlinal 2

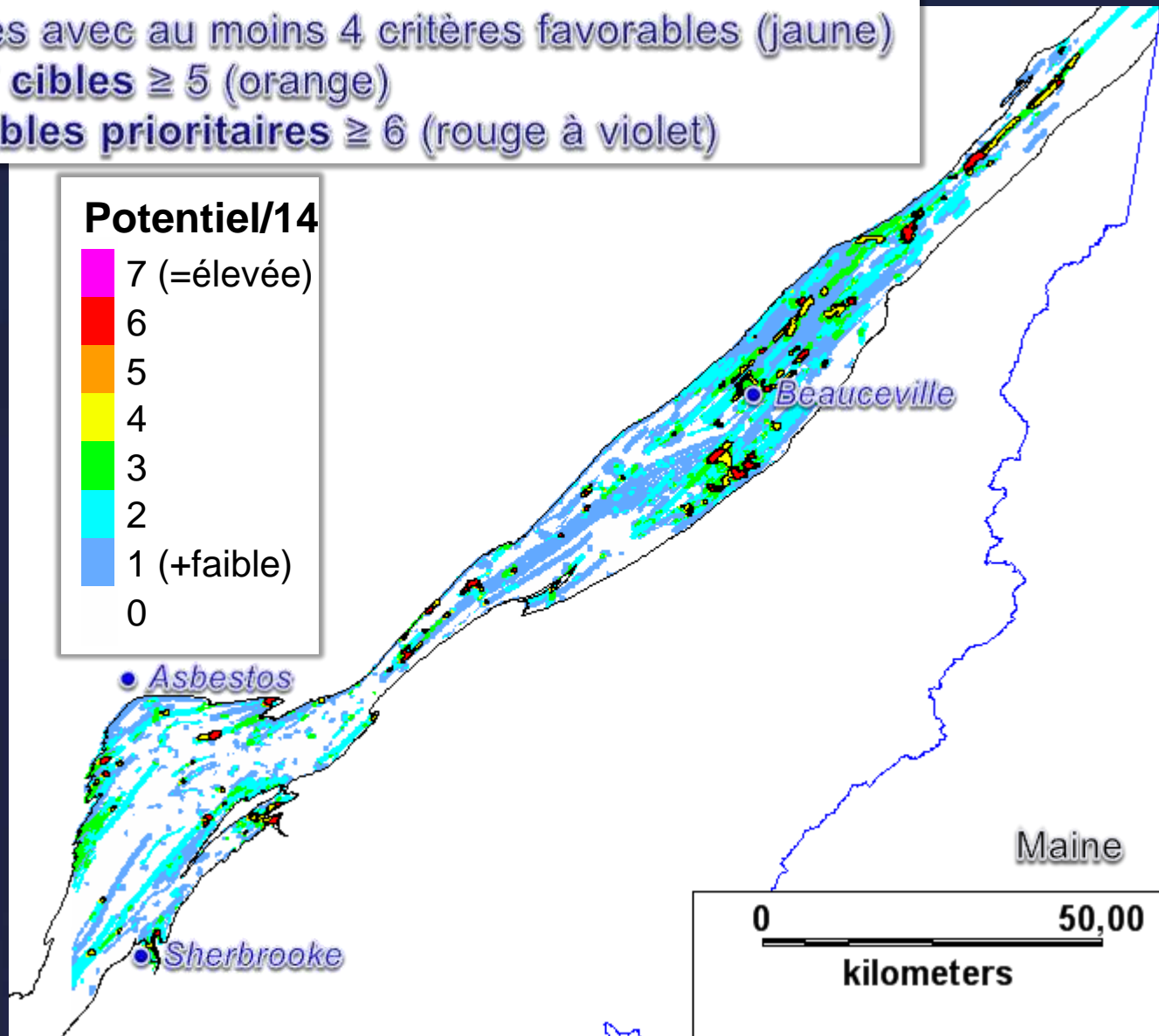
Sédiments de ruisseaux max 7

**Total maximum pour le modèle : 14**

# Carte prospectivité – Appalaches sud du QC

## Résultat de la carte de prospectivité – Groupe de Magog

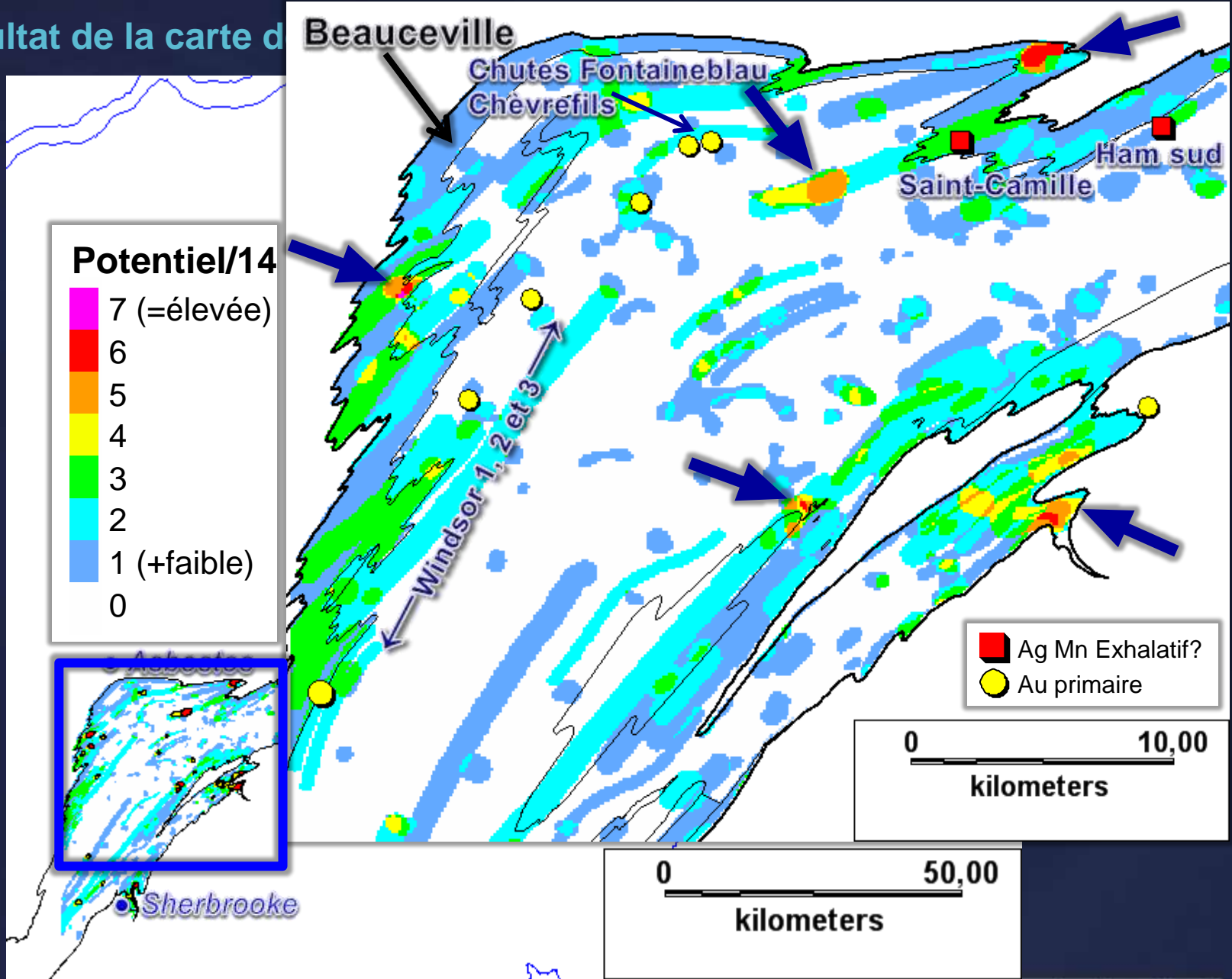
65 zones avec au moins 4 critères favorables (jaune)  
 dont 47 cibles  $\geq 5$  (orange)  
 et 21 cibles prioritaires  $\geq 6$  (rouge à violet)





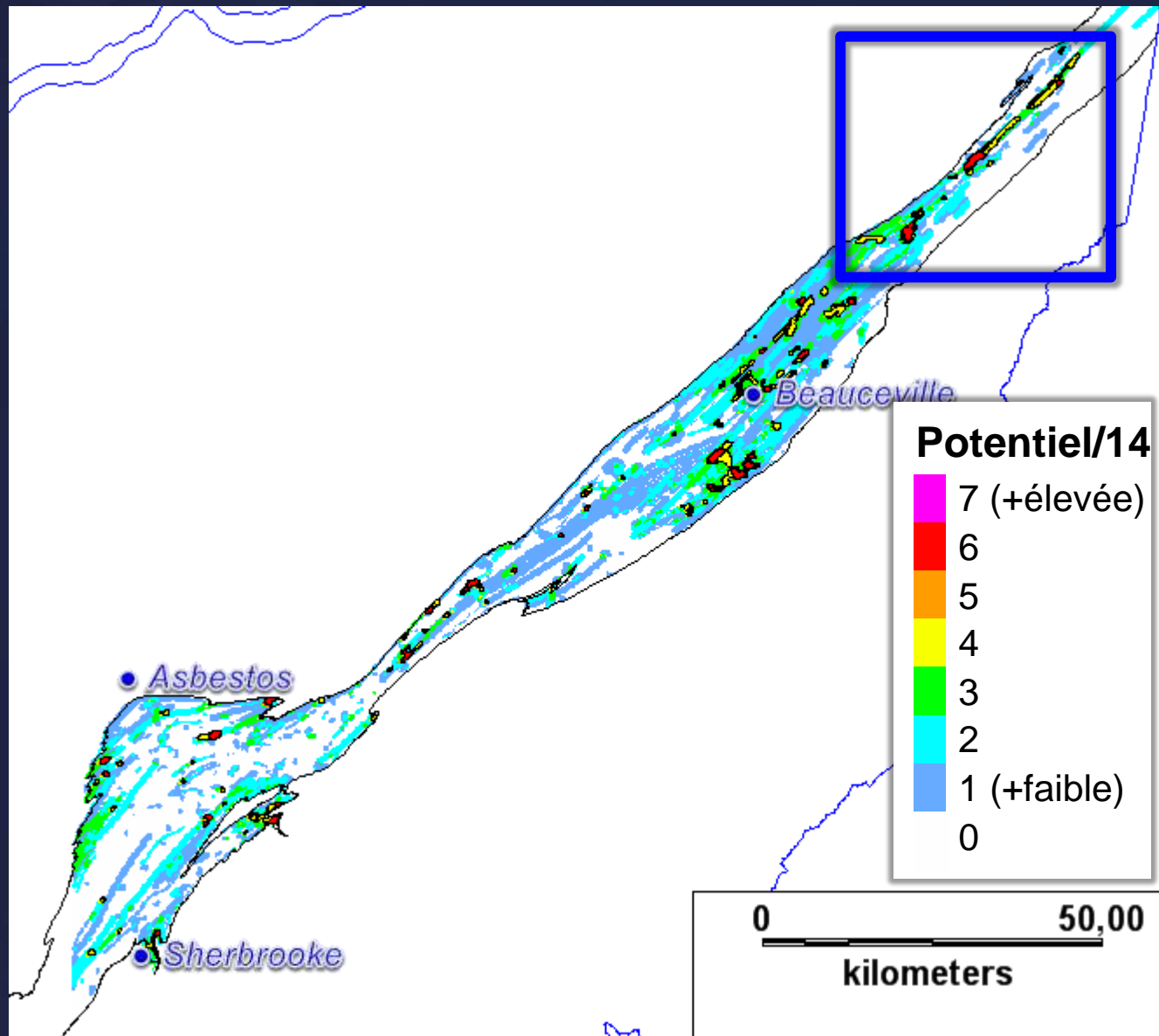
# Carte prospectivité – Appalaches sud du QC

Résultat de la carte d

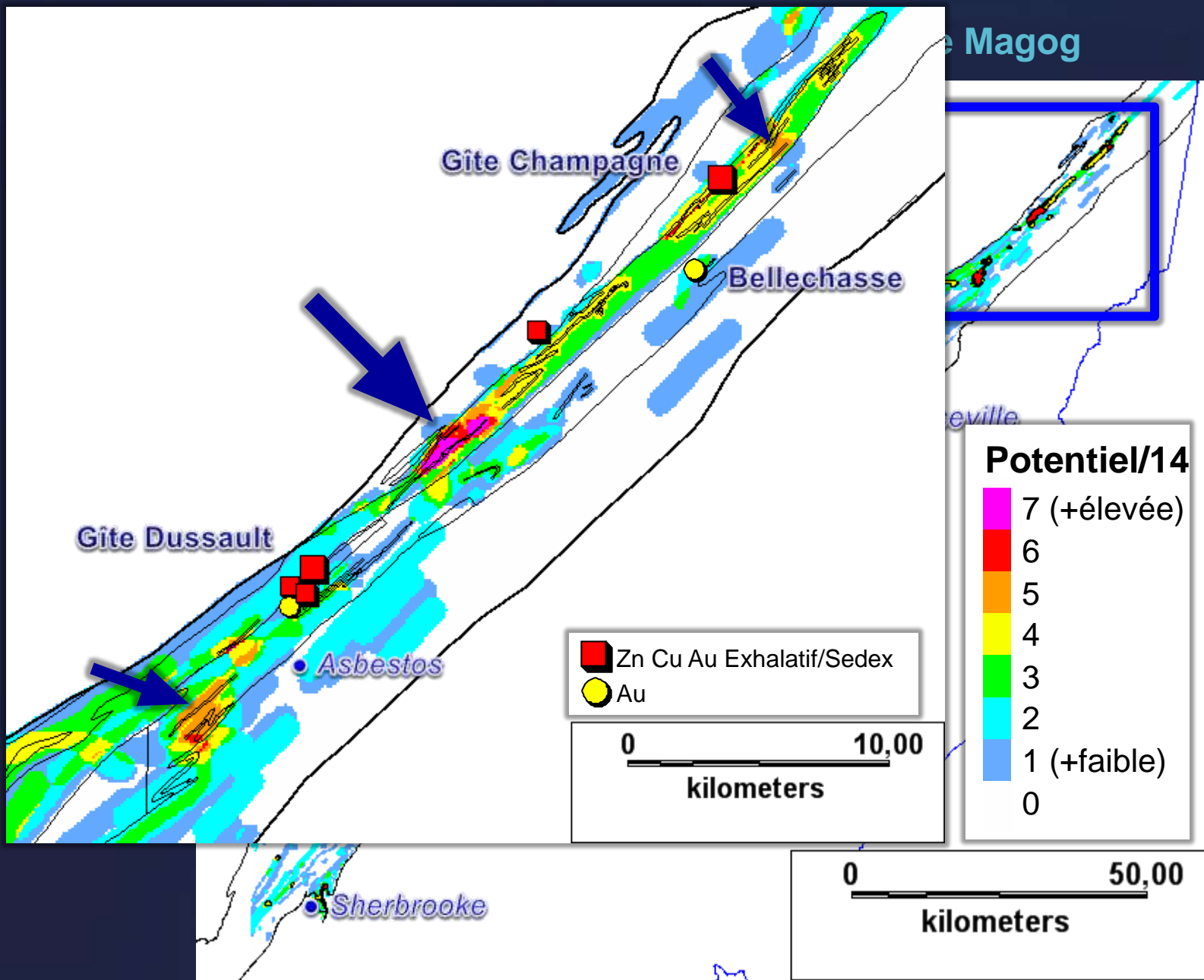


# Carte prospectivité – Appalaches sud du QC

## Résultat de la carte de prospectivité – Groupe de Magog



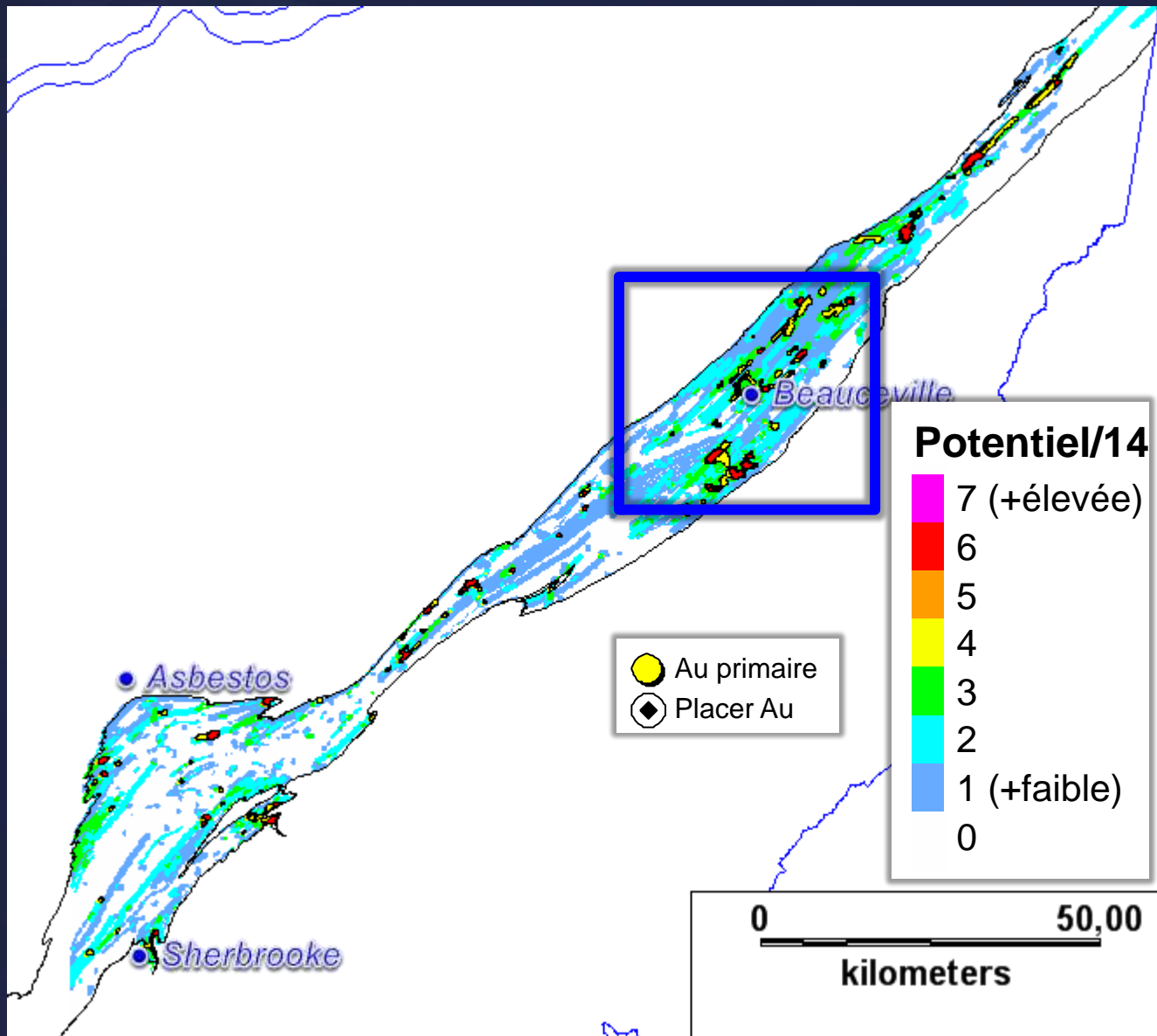
# Carte prospectivité – Appalaches sud du QC



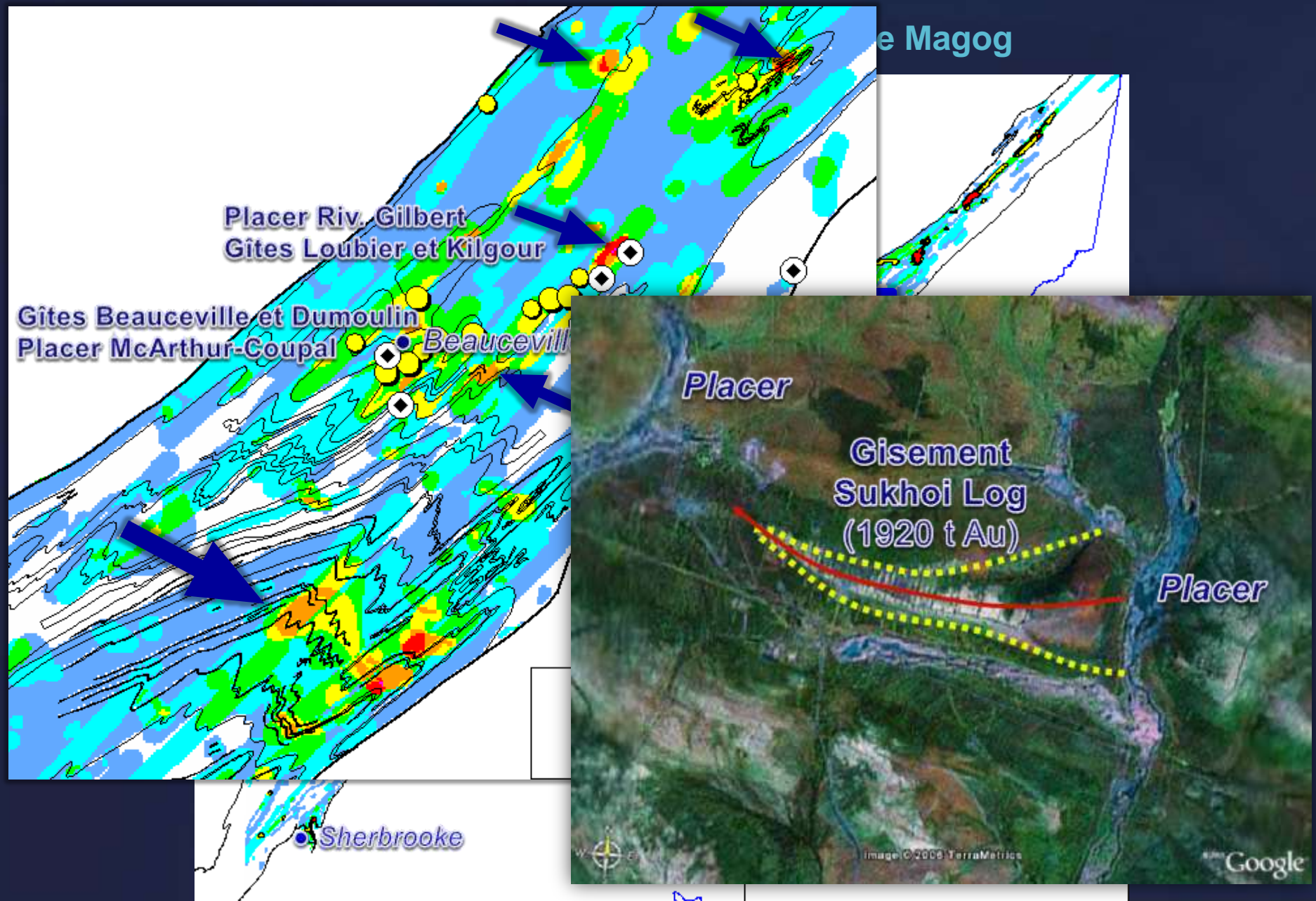


# Carte prospectivité – Appalaches sud du QC

## Résultat de la carte de prospectivité – Groupe de Magog



# Carte prospectivité – Appalaches sud du QC

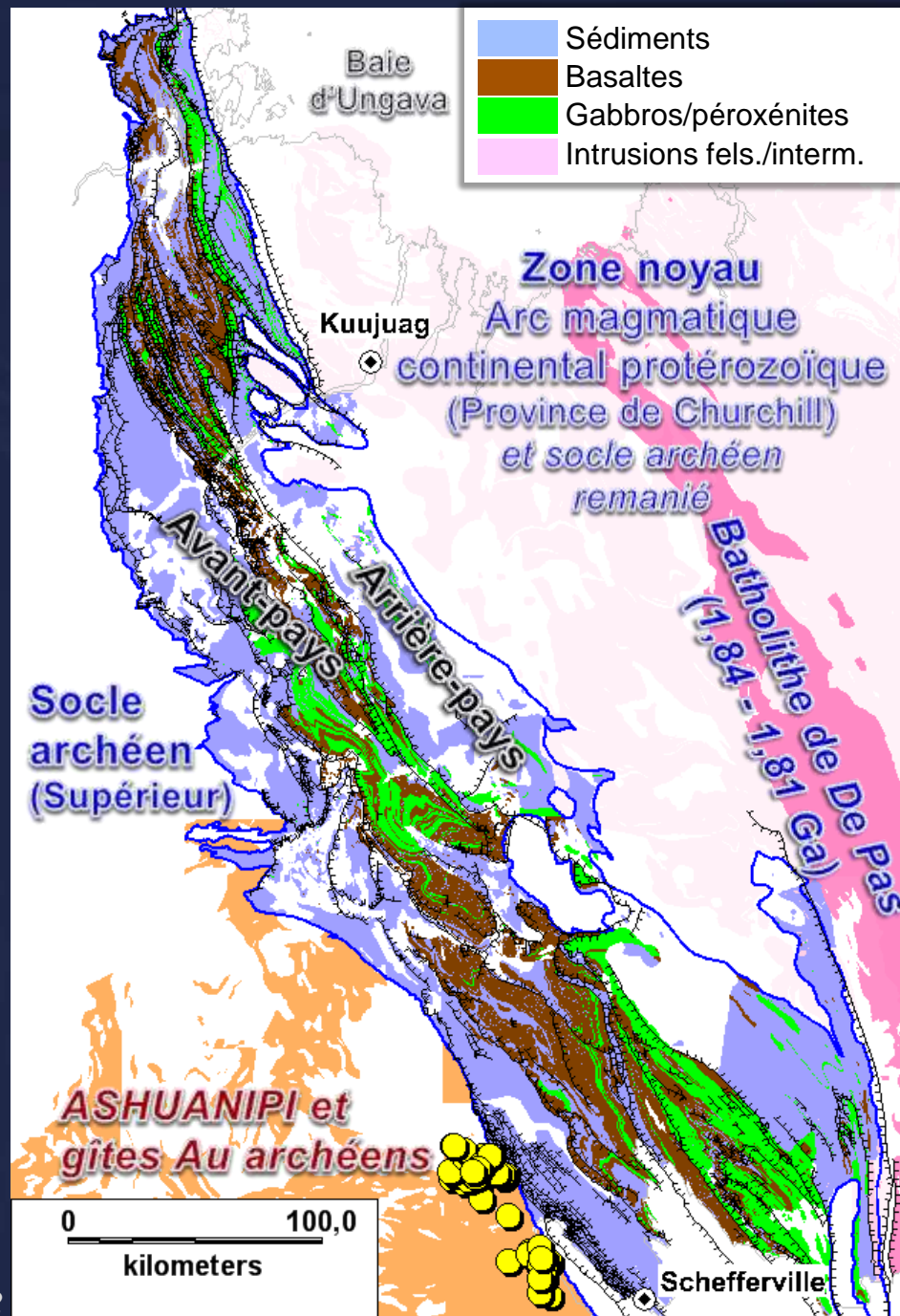


# Fosse Labrador

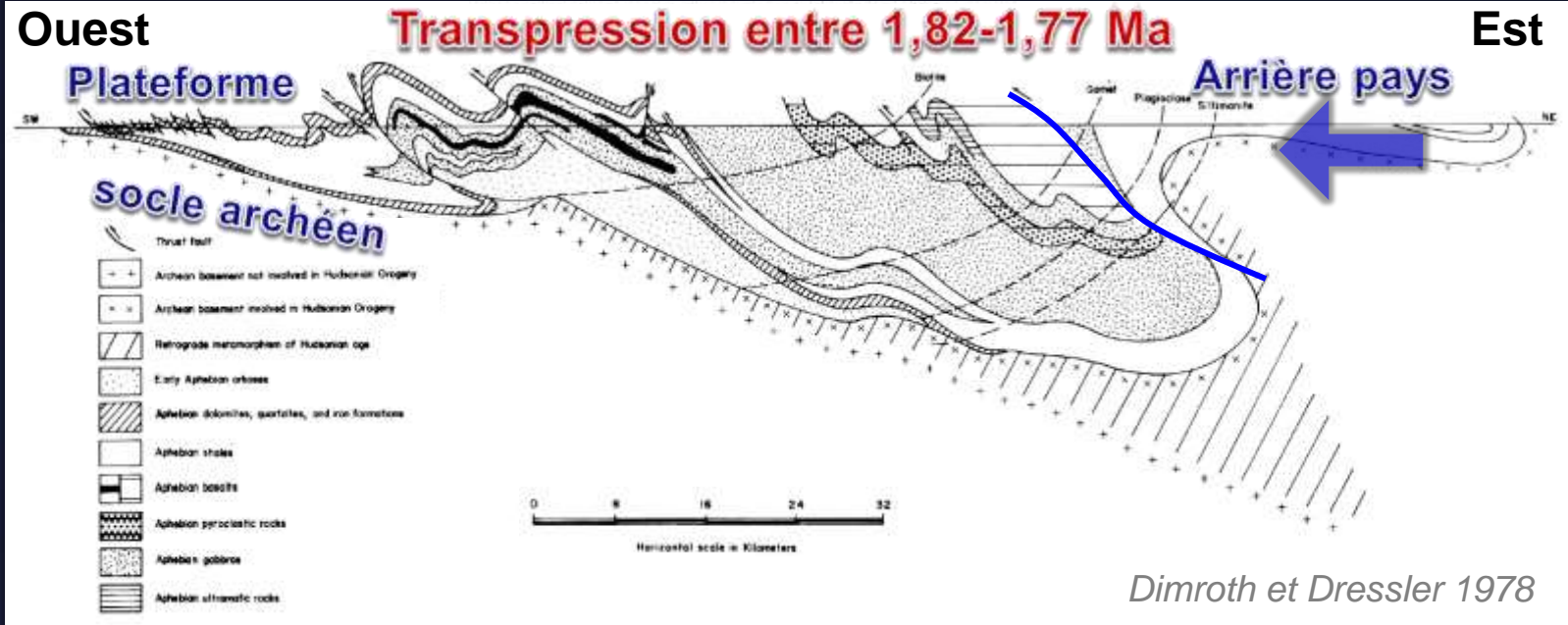


# Fosse Labrador

Ceinture volcano-sédimentaire de plis et chevauchements en marge du craton archéen du Supérieur

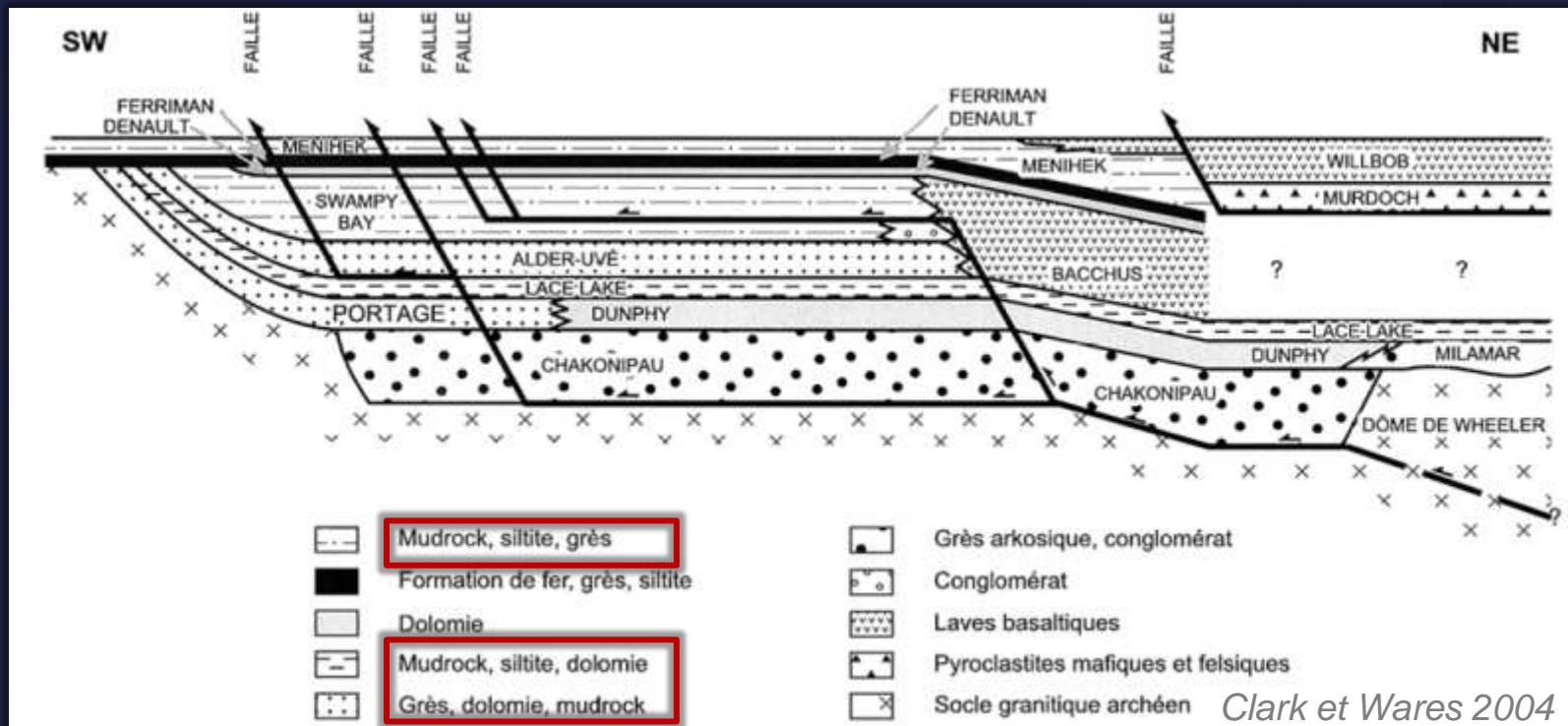


# Fosse Labrador



*Clark et Wares 2004*

# Fosse Labrador





## Stratigraphie et formations favorables

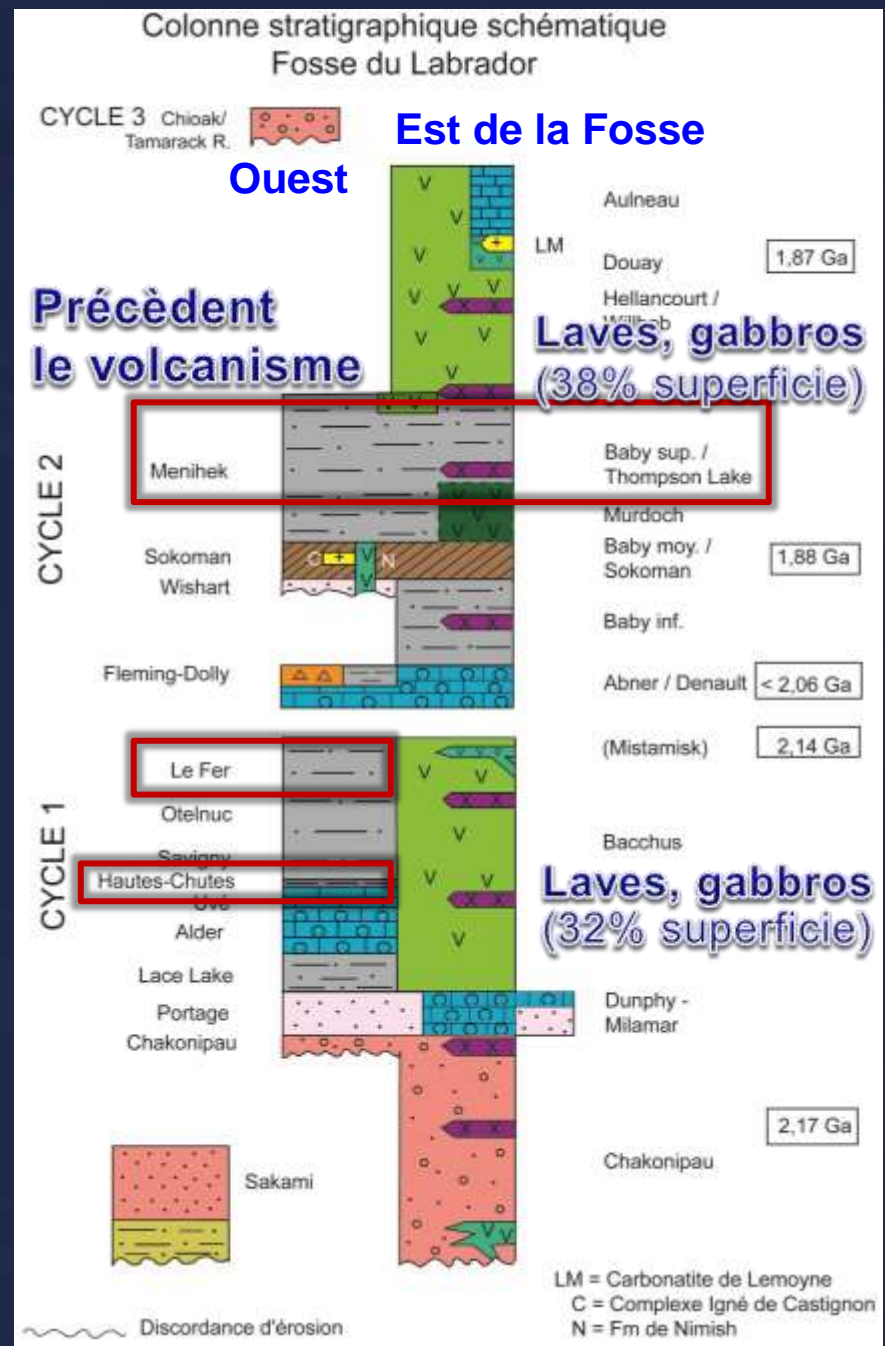
**Shales noirs graphiteux et pyriteux**  
Formations de Menihek, et équivalents latéraux: Thompson Lake, Baby supérieur et des Hautes-Chutes  
(Réf: Kish 1988; Clark et al. 2008)

*Remarque: shales noirs le long d'horizons de quelques mètres à 20m d'épaisseur max. (exception 150m Formation Hautes-Chutes)*

**Filons-couches mafiques-ultramafiques (2,17 Ga et 1,88 Ga)**  
Source de chaleur potentiel?

**Quelques dykes monzonitiques tardi- à post-tectoniques (1,81 Ga) et pegmatites d'exhumation (1,77-1,74 Ga)**  
(Réf: Clark et Wares 2004)

Clark, 2012



# Fosse Labrador

## Carte des lithologies favorables

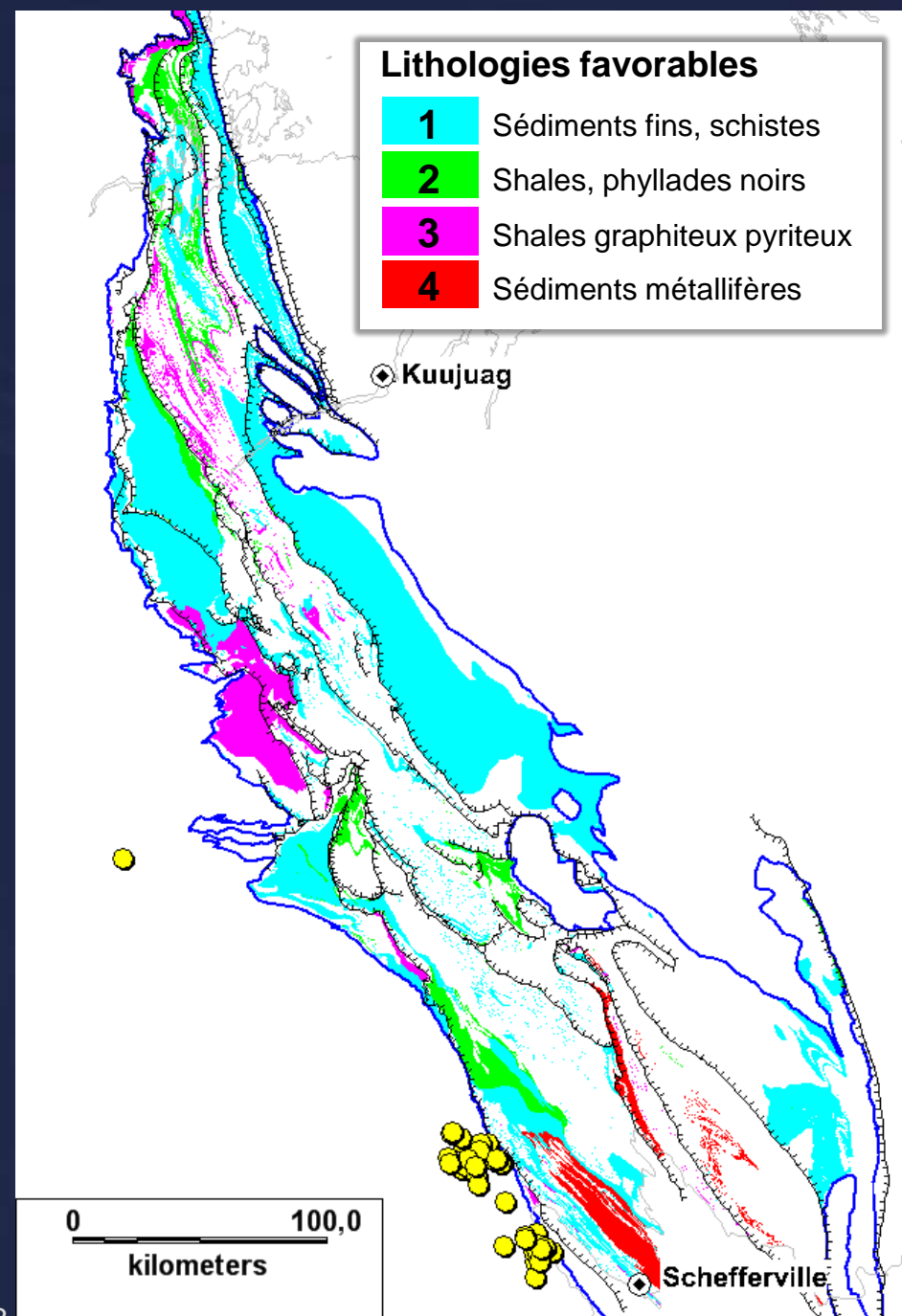
(en ordre croissant d'importance)

**1-Sédiments fins indifférenciés et équivalents métamorphiques (schistes)**

**2-Shales noirs** (sans mention de Graph)

**3-Shales noirs graphiteux et pyriteux:**  
Formations de Menihek (et équivalents latéraux: Thompson Lake, Baby supérieur) et des Hautes-Chutes (Réf: Kish 1988; Clark et al. 2008)

**4-Shales métallifères (+ favorables)**  
Identifiés avec séd. fond lac



# Fosse Labrador

## Carte des lithologies favorables

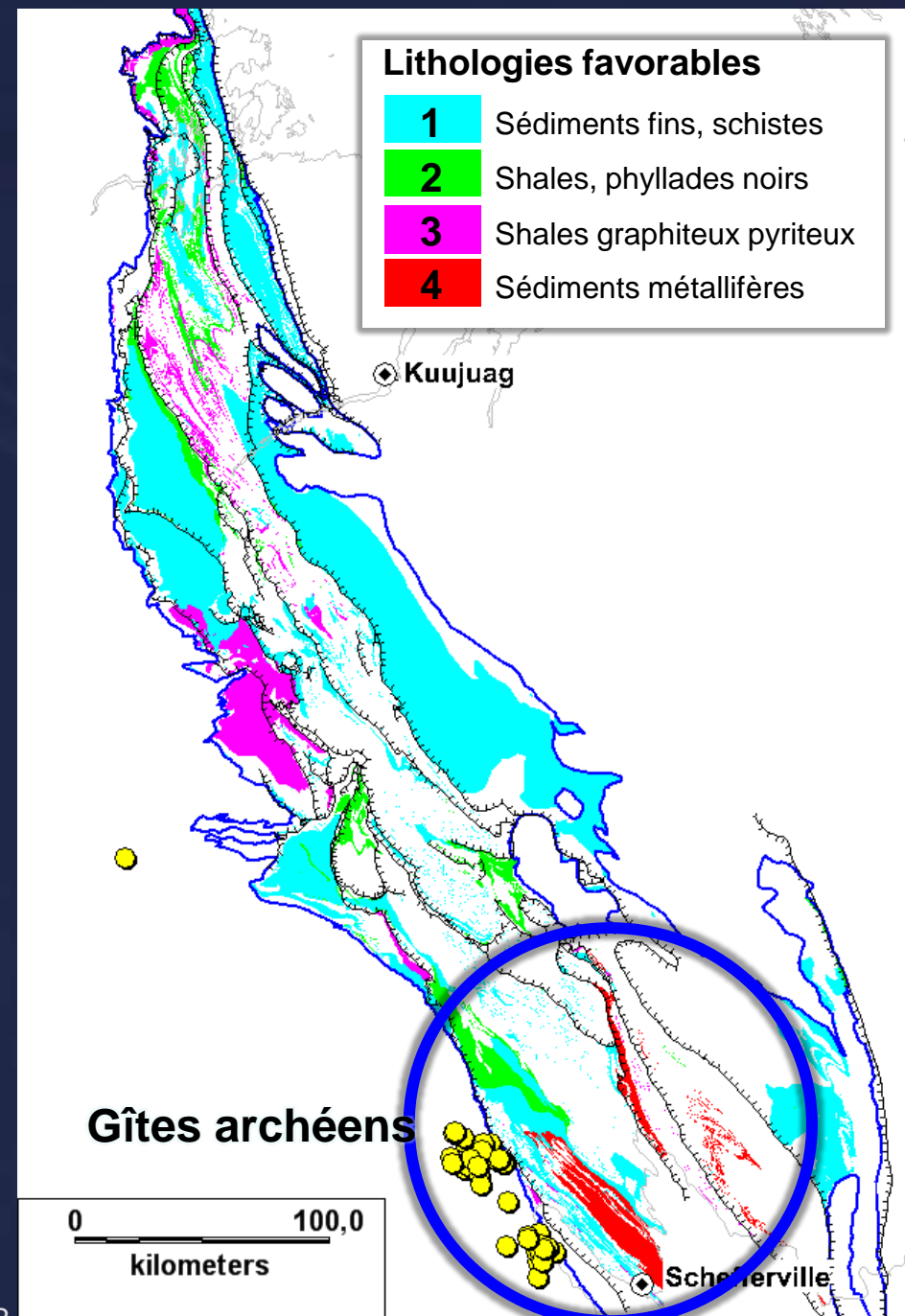
(en ordre croissant d'importance)

**1-Sédiments fins indifférenciés et équivalents métamorphiques (schistes)**

**2-Shales noirs** (sans mention de Graph)

**3-Shales noirs graphiteux et pyriteux:**  
Formations de Menihek (et équivalents latéraux: Thompson Lake, Baby supérieur) et des Hautes-Chutes (Réf: Kish 1988; Clark et al. 2008)

**4-Shales métallifères (+ favorables)**  
Identifiés avec séd. fond lac







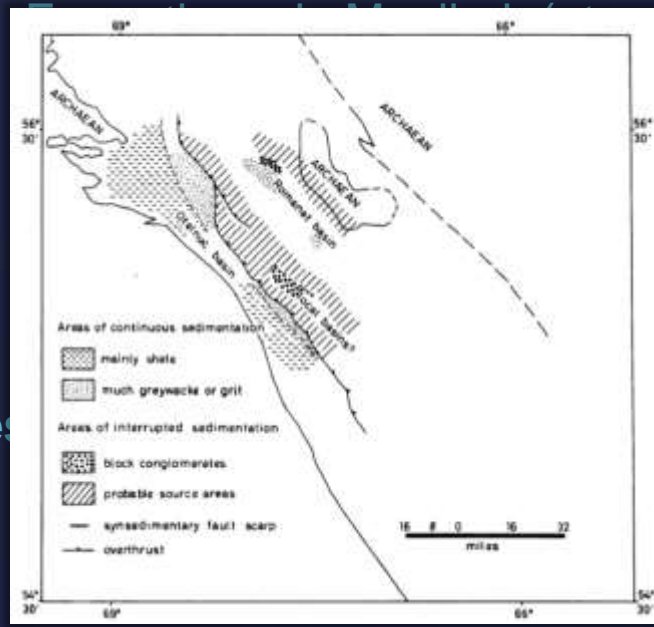
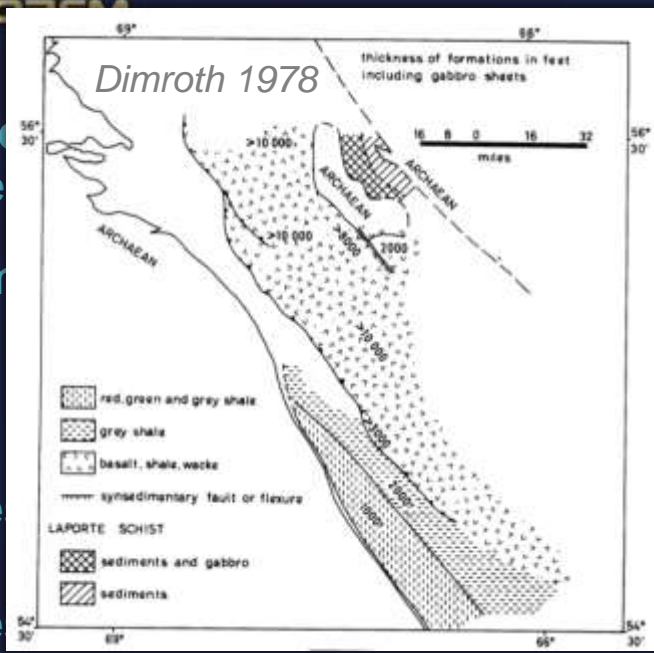
Carte de  
(en ordre)

1-Sédiments

2-Shale

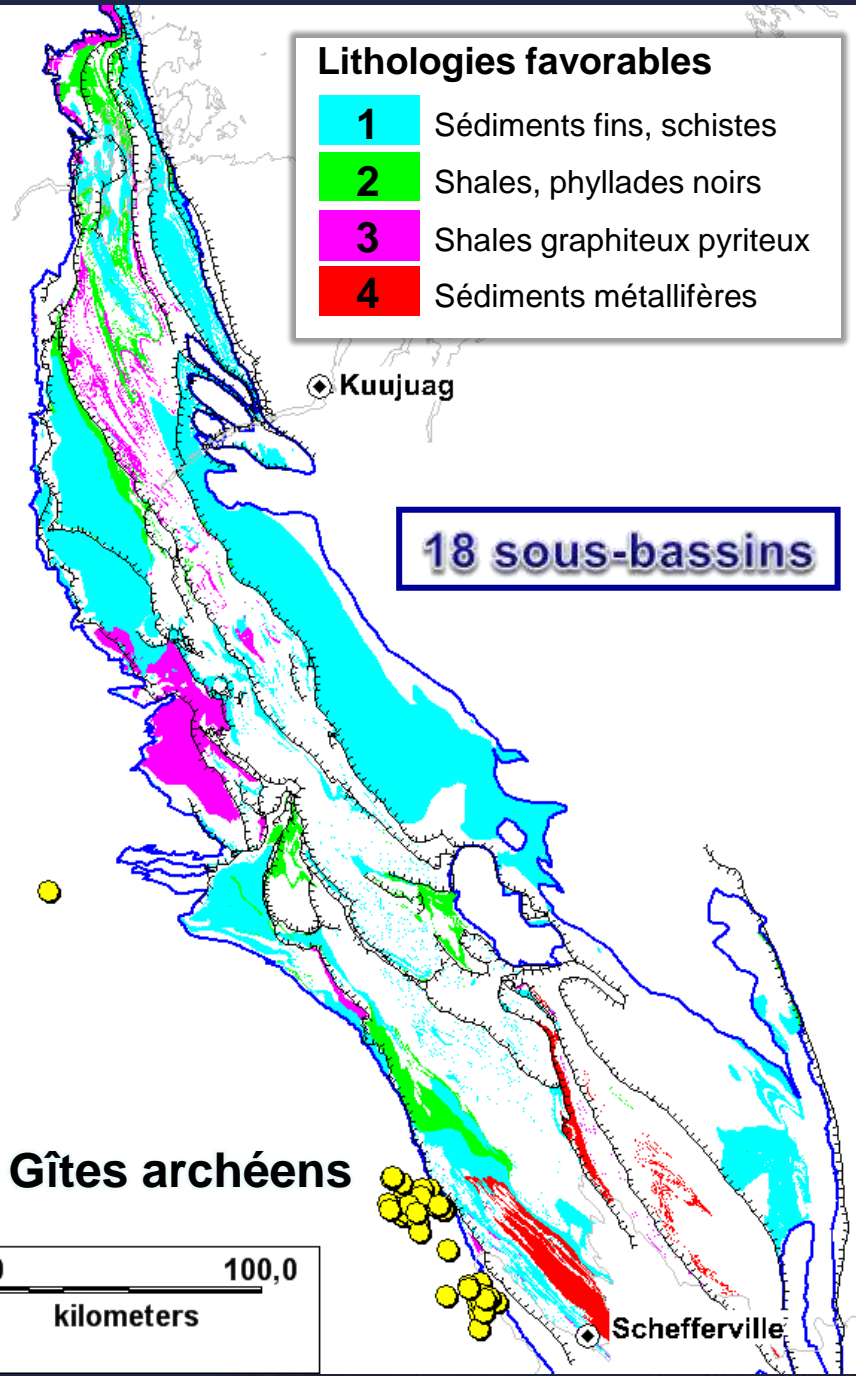
3-Shale

4-Shales



### Lithologies favorables

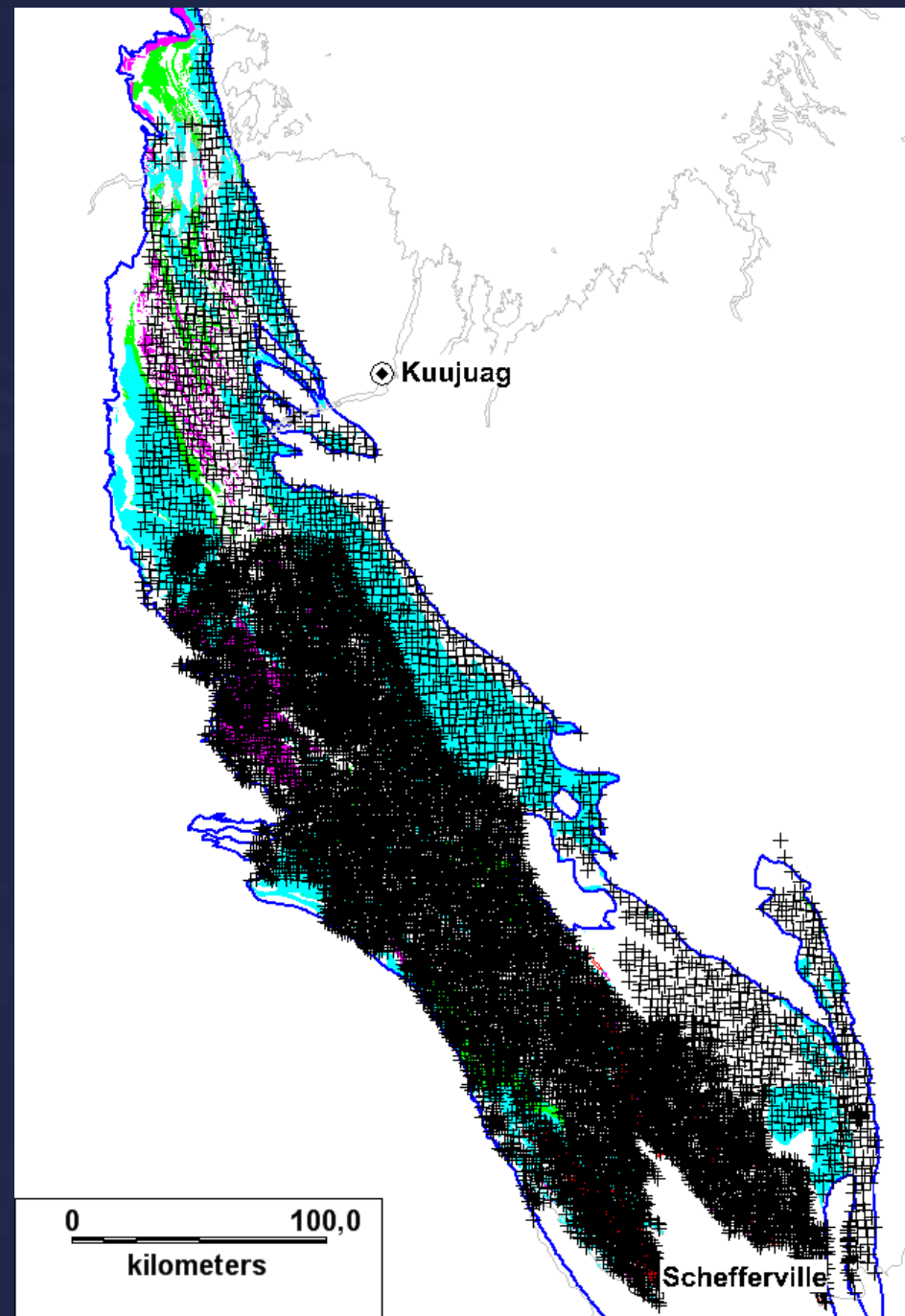
- 1** Sédiments fins, schistes
- 2** Shales, phyllades noirs
- 3** Shales graphiteux pyriteux
- 4** Sédiments métallifères



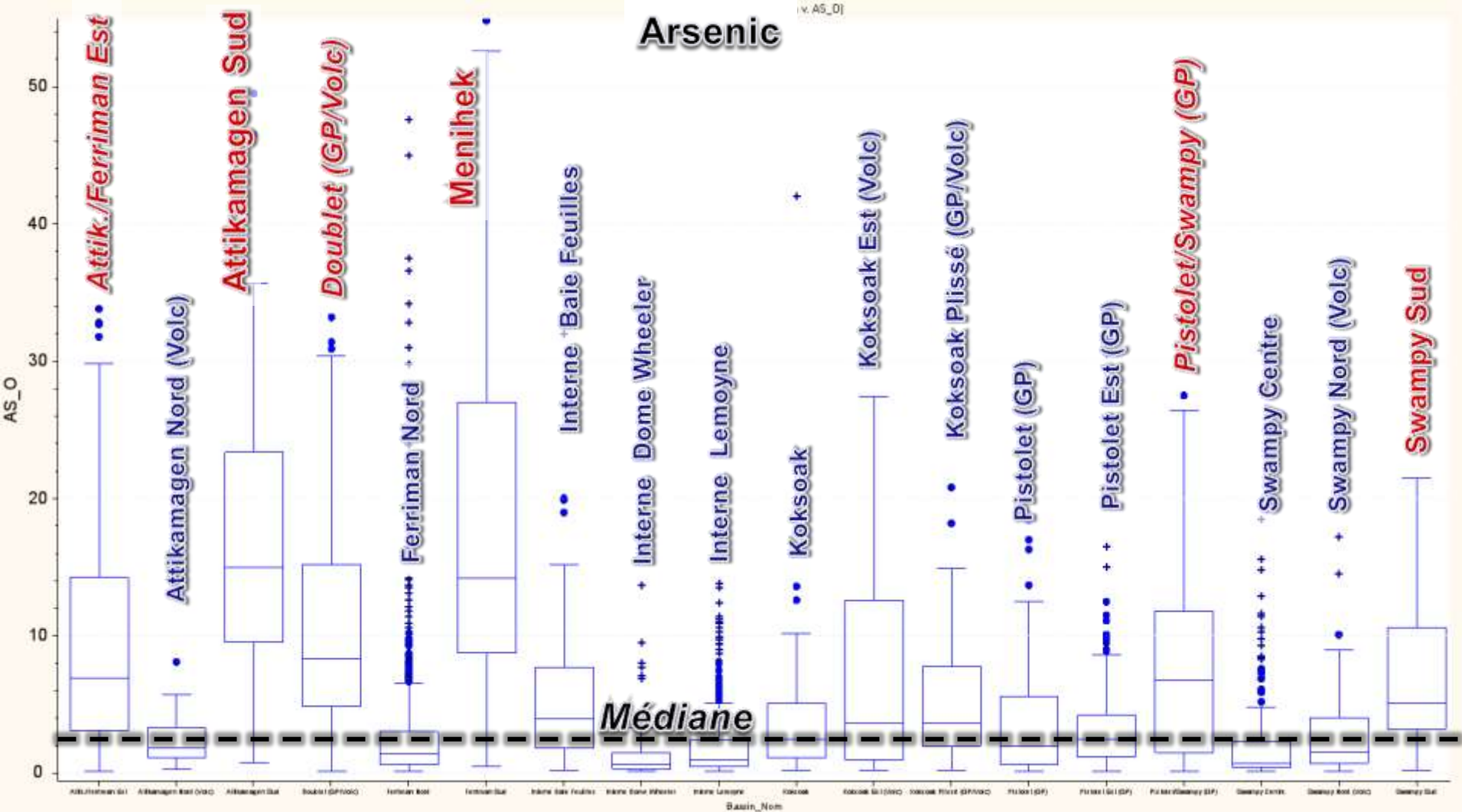
## Reconnaissance des bassins métallifères (sédiments fond lac)

Distribution des  
échantillons de sédiments  
de fond de lac réanalysés en  
2009 par le MRN  
(Maurice et Labbé, 2009)

But:  
identifier les sous-bassins  
anomaux pour les éléments  
**VAMSN**  
(V, As, Mo, Se, Ni, Ag, Zn)



## Éléments VAMNAZ (As ppm valeurs brutes séd. lac) dans les 18 bassins





# Fosse Labrador

## Synthèse des éléments VAMSNAZ dans les 18 bassins

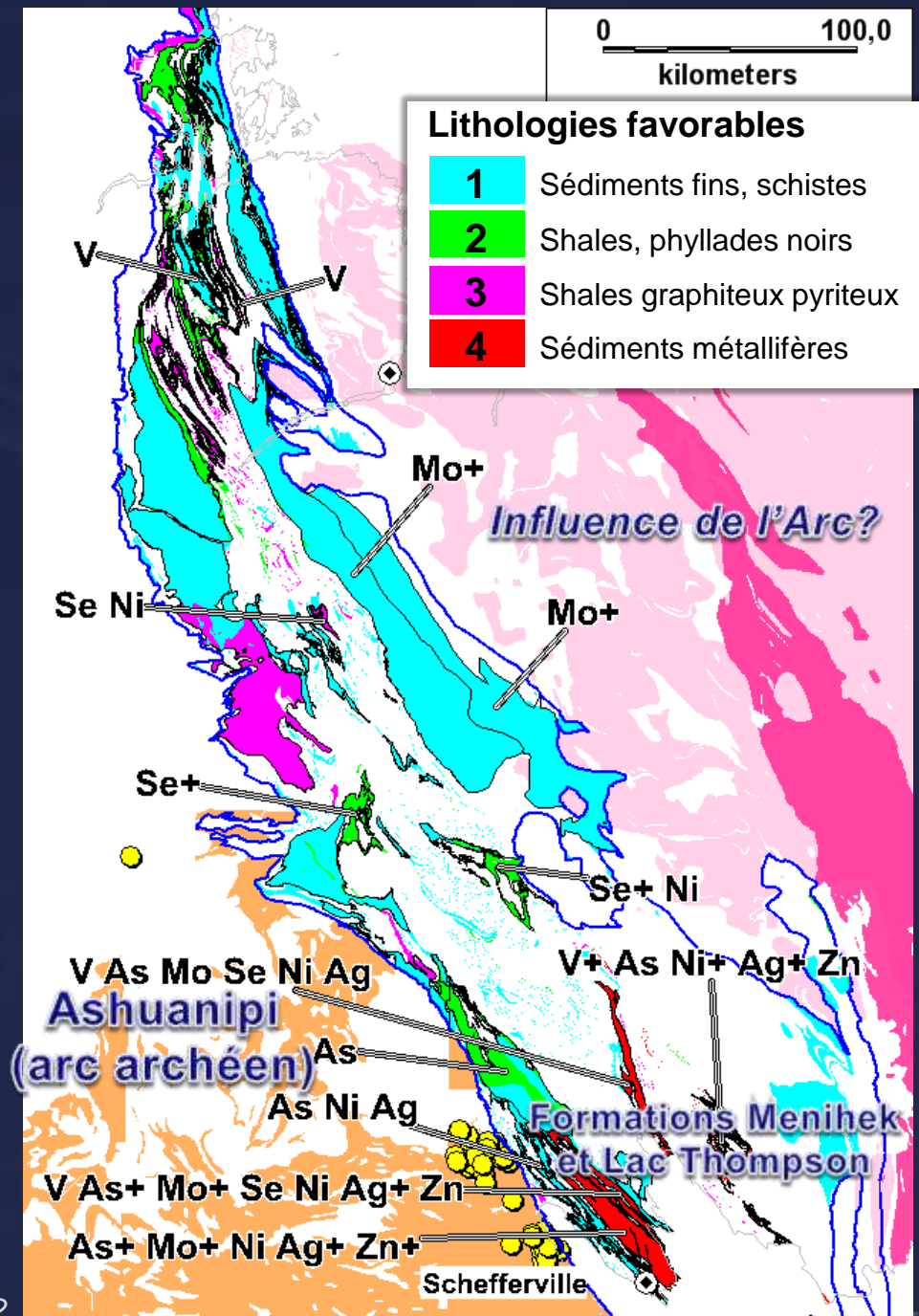
Bassin sédimentaire	Éléments anomaux	VAMSNAZ	Nb/7
<b>Attik./Ferriman Est (F. Menihek et Denault)</b>	V As Mo Se Ni Ag	<b>VAMSNA _</b>	<b>6</b>
Attikamagen Nord (Volc)	V	V _ _ _ _ _	1
<b>Attikamagen Sud (Formation de Denault)</b>	V As+ Mo+ Se Ni Ag+ Zn	<b>VAMSNAZ</b>	<b>7</b>
<b>Doublet (GP/Volc) (F. de Thompson Lake)</b>	V+ As Ni+ Ag+ Zn	<b>VA _ _ NAZ</b>	<b>5</b>
Ferriman Nord		_ _ _ _ _ _	0
<b>Ferriman Sud (Formation Menihek)</b>	As+ Mo+ Ni Ag+ Zn+	<b>_ AM _ NAZ</b>	<b>5</b>
Interne Baie Feuilles		_ _ _ _ _ _	0
Interne Dome Wheeler	Mo+	_ _ M _ _ _	1
Interne Lemoyne	Mo+	_ _ M _ _ _	1
Koksoak		_ _ _ _ _ _	0
Koksoak Est (Volc)	Se Ni	_ _ _ SN _ _	1
Koksoak Plissé (GP/Volc)	V	V _ _ _ _ _	1
Pistolet (GP)	Se+	_ _ _ S _ _ _	1
Pistolet Est (GP)	Se+ Ni+	_ _ _ SN _ _	1
Pistolet/Swampy (GP)	As	_ A _ _ _ _ _	1
Swampy Centre		_ _ _ _ _ _	0
Swampy Nord (Volc)		_ _ _ _ _ _	0
Swampy Sud	(As) Ni Ag	_ _ _ _ NA _	2

# Fosse Labrador

**Bassins anomaux pour les éléments VAMSNAZ**  
(V, As, Mo, Se, Ni, Ag, Zn)

Zonalité à l'échelle de la Fosse

**Conclusion importante:**  
on peut identifier des bassins métallifères avec les sédiments de fond de lac

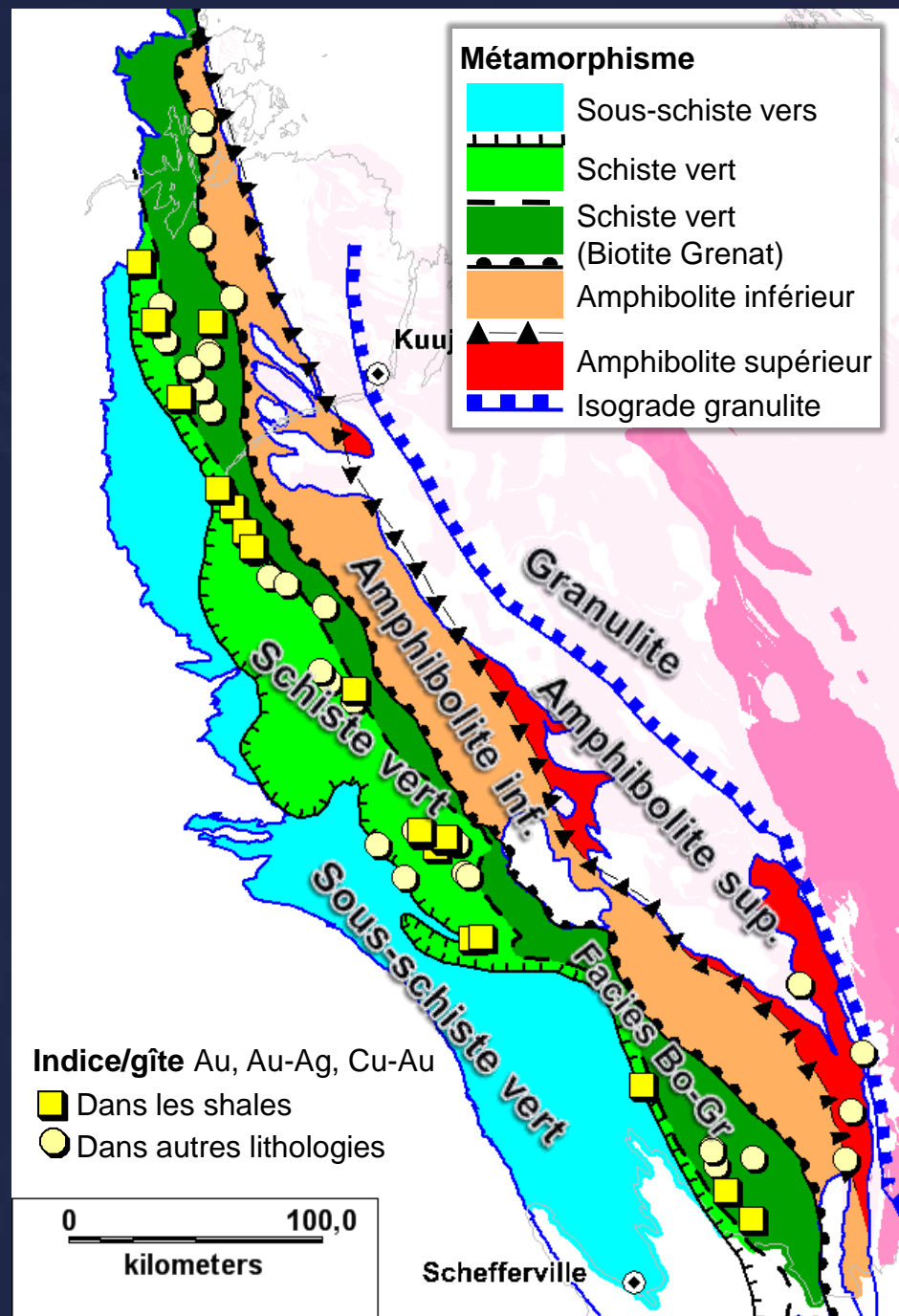


## Métamorphisme

Carte métamorphique d'après Dimroth et Dressler (1987).

Aussi isograde biotite-grenat (SVS) d'après affleurements et descriptions de la carte géologique SIGÉOM 2012, et isograde granulite précisé avec le nouveau levé magnétique régional MRN

**51 indices/gîtes d'or polymétalliques**  
 19 associés à des shales  
 34 dans le grade schiste vert inf.-moy.  
 17 dans le grade SVS à biotite-grenat





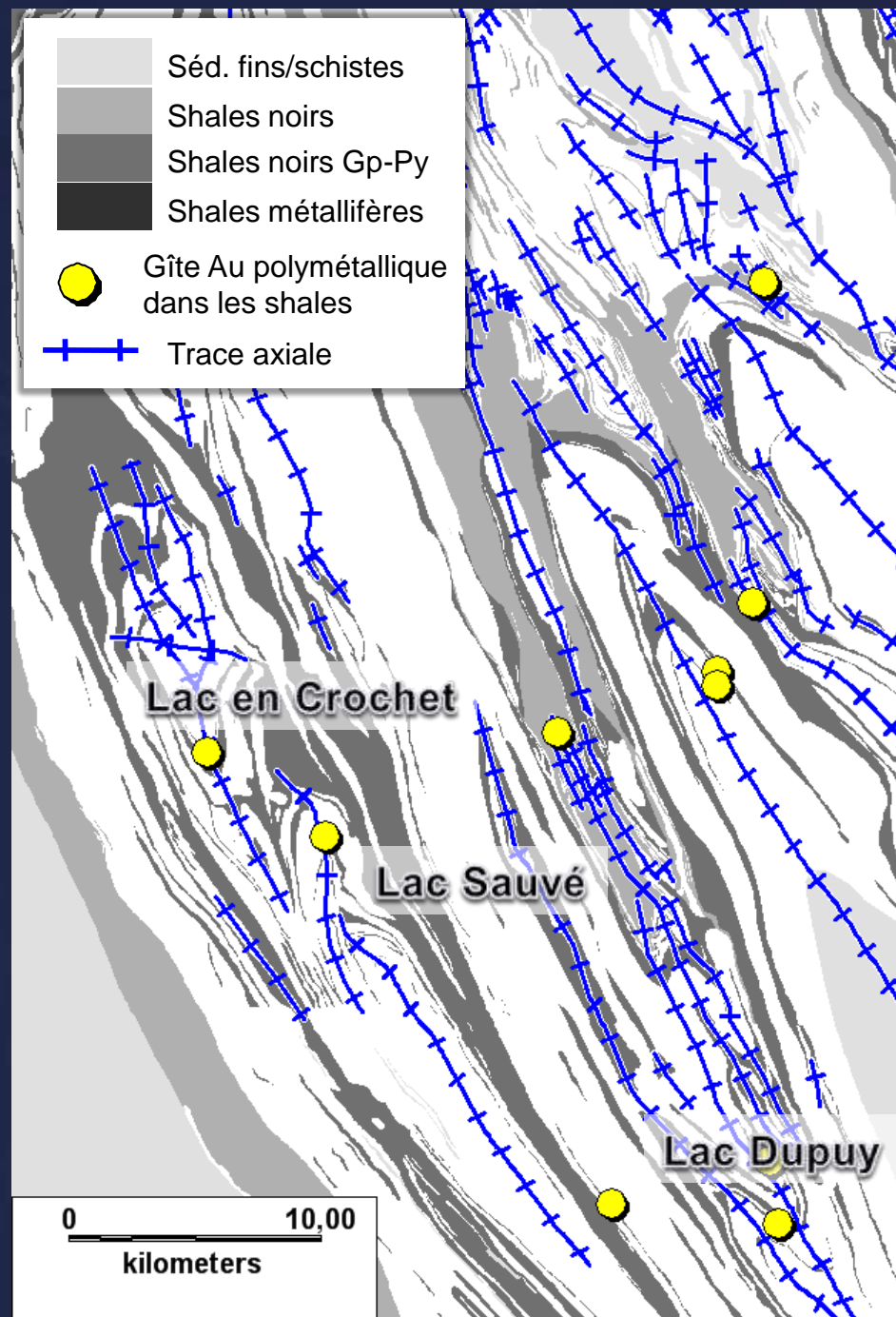
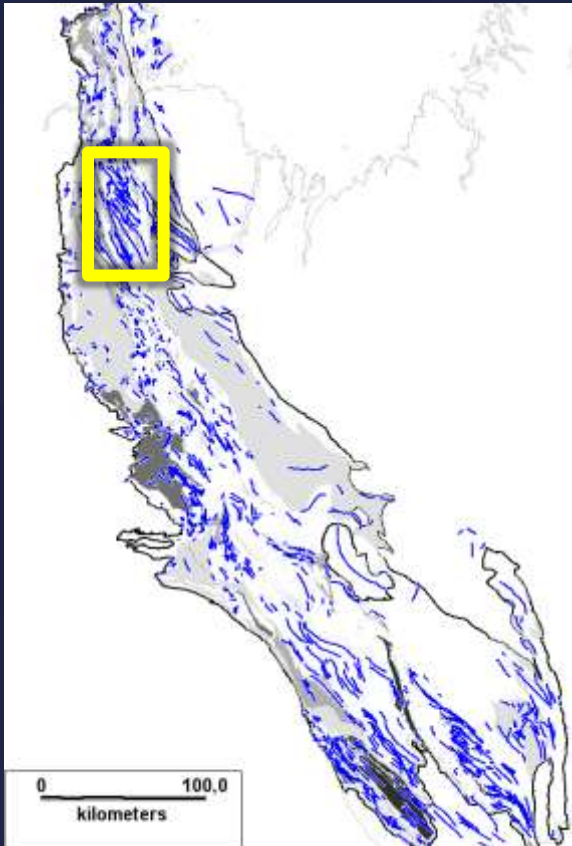
# Fosse Labrador

**Plis et gîtes d'or et de sulfures semi-massifs (Py-Po-Cp-Sp) dans les shales noirs**

Intersection lithologies favorables et traces axiales dans les charnières de plis

## Carte des traces axiales

*D'après Clark et Wares 2004, Sigéom 2012 et cette étude sur le levé magnétique*



## Paramètres pour la carte de prospectivité

### Valeur attribuée aux polygones de la couche

#### Lithologie sédimentaires, granulométrie fine

Sédiments métallifères (sédiments fond lac)	4
Shales noirs graphiteux et pyriteux (Menihek ex.)	3
Shales noirs graphiteux (Baby inf. ex.)	2
Sédiments fins, schistes	1
Autres lithologies	0

#### Métamorphisme

Sous-schiste-vert	0
Schiste vert inf-moy.	1
Schiste vert supérieur	2
Amphibolite inf.	1
Amph. sup./Granulite	0

**Traces axiales des plis** ( $\pm 300\text{m}$ ) 1

**Failles** ( $\pm 300\text{m}$ ) 1

**Sous-total maximum pour le modèle : 8**

# Fosse Labrador

## Sédiments fond de lac

Anomalies par régression spatiale

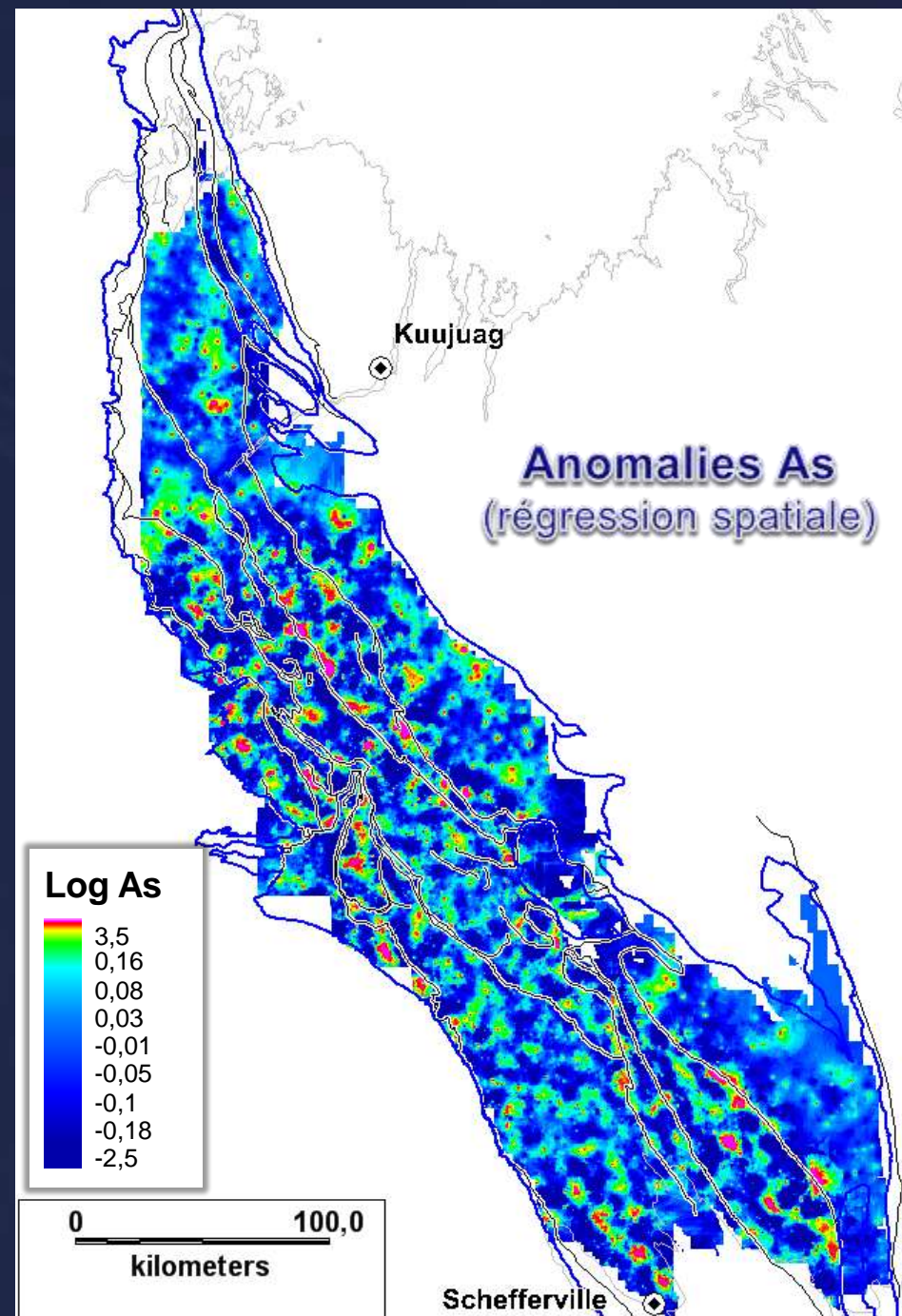
Paramètres:

Cercle de recherche de 10 km de rayon

Variables explicatives: Al, K, Fe, Mn, Mg, Cr, Ti, La (projet 2005-03 Trépanier 2006)

Variables dépendantes: Éléments **VAMNAZ**: V, As, Mo, Se, Ni, Ag, Zn (référence à Large et al. 2011)

*Remarque: les anomalies suivent le grain lithologique et structural*





# Fosse Labrador

## Sédiments fond de lac

Anomalies de régression spatiale  
combinées pour les éléments

**VAMRNAZ** (16 couches)

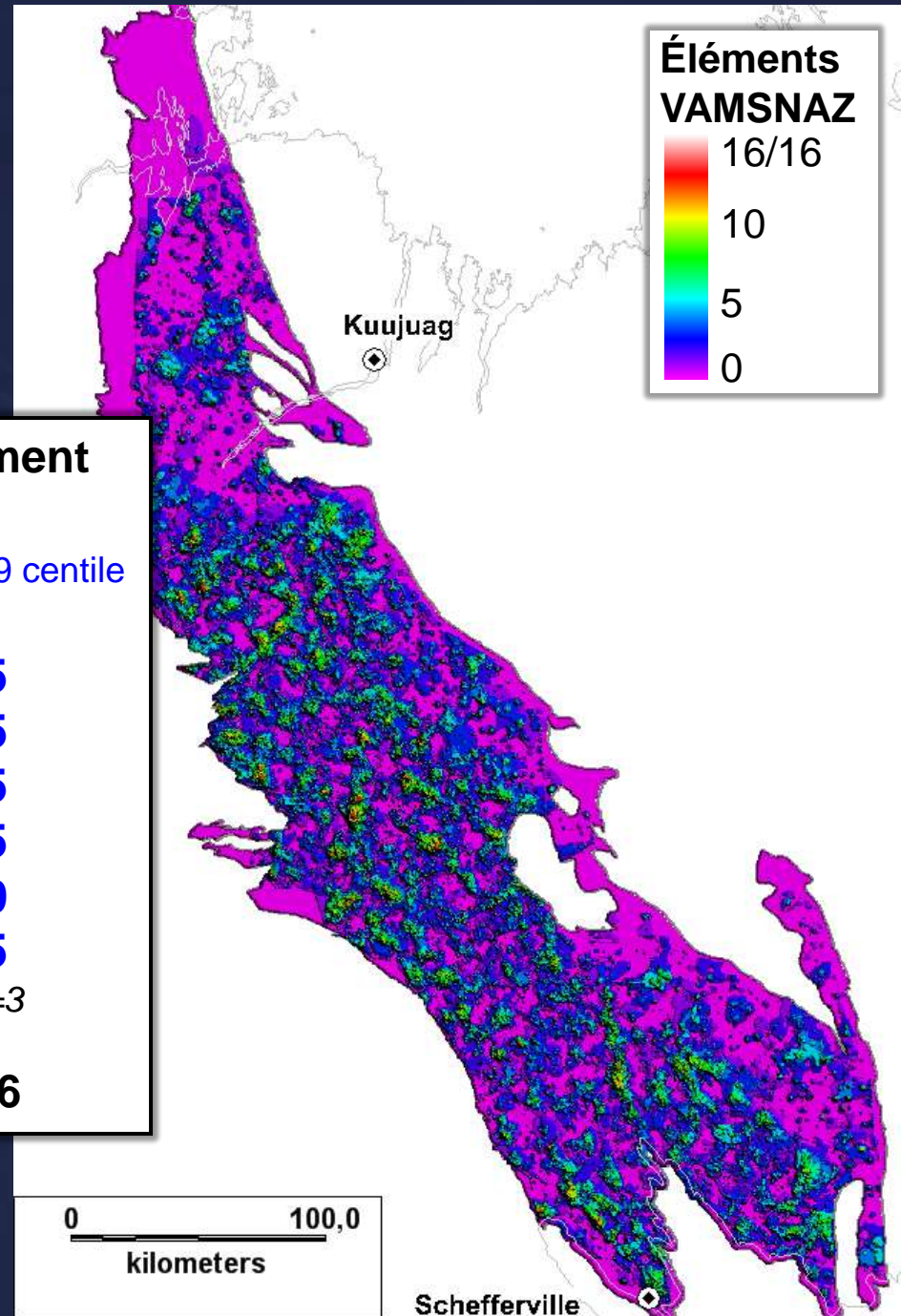
•V, As, Mo, Se, Ni, Ag, Zn

### Valeur attribuée pour chaque élément

	0	1	2
	(log)	(log) 95 centile	(log) 99 centile
<b>V</b>	<0,04	0,04 - 0,1	>0,1
<b>As</b>	<0,1	0,1 - 0,25	>0,25
<b>Mo</b>	<0,1	0,1 - 0,25	>0,25
<b>Se</b>	<0,1	0,1 - 0,25	>0,25
<b>Ni</b>	<0,05	0,05 - 0,15	>0,15
<b>Ag</b>	<0,05	0,05 - 0,20	>0,20
<b>Zn</b>	<0,05	0,05-0,15	>0,15

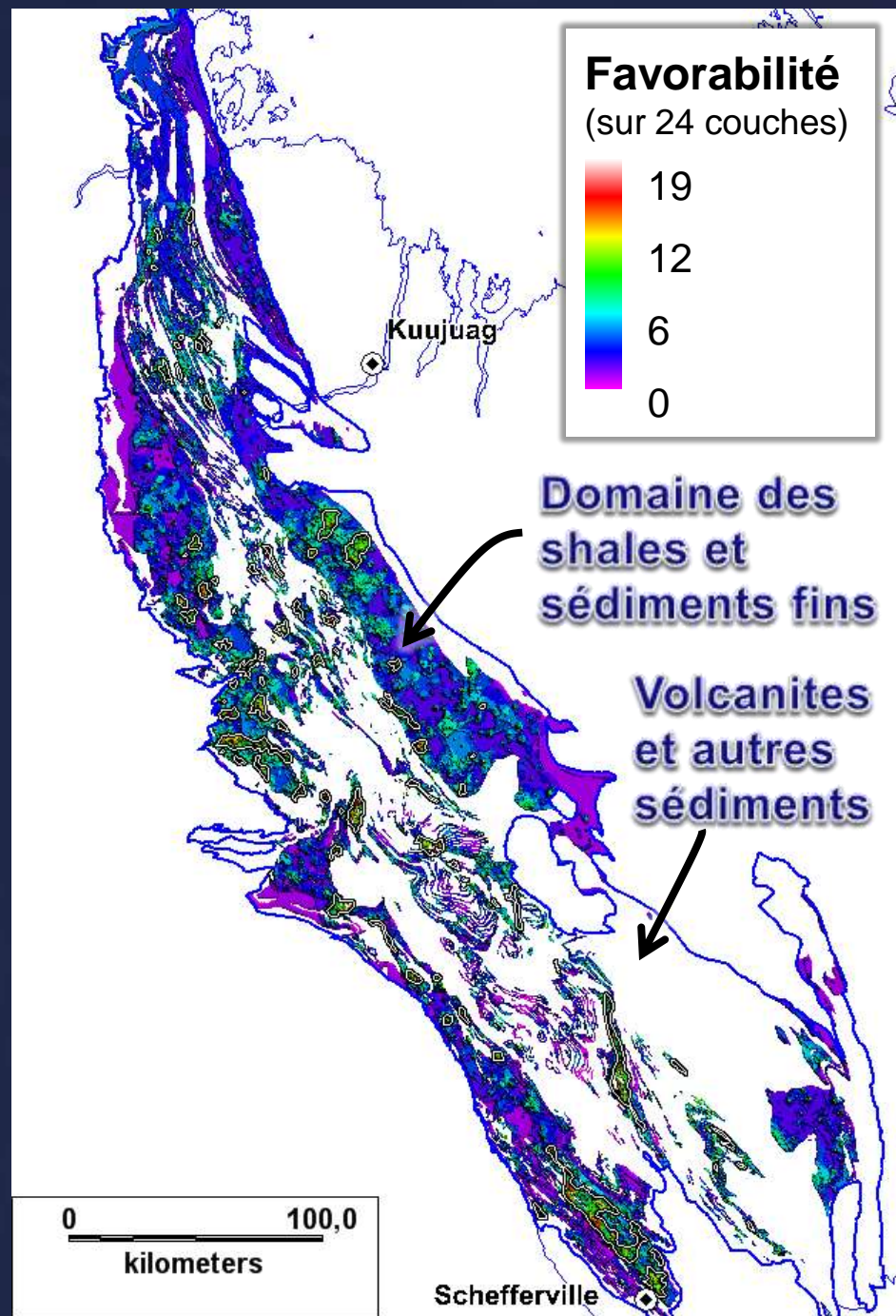
*Ag et As surclassés pour une valeur=2 et une valeur=3  
(au lieu de 1 et 2)*

**sous-total maximum pour le modèle: 16**



# Fosse Labrador

**Résultat de la carte de prospectivité**  
dans les sédiments favorables  
(maille de 100m<sup>2</sup>)



# Fosse Labrador

## Résultat de la carte de prospectivité dans les sédiments favorables

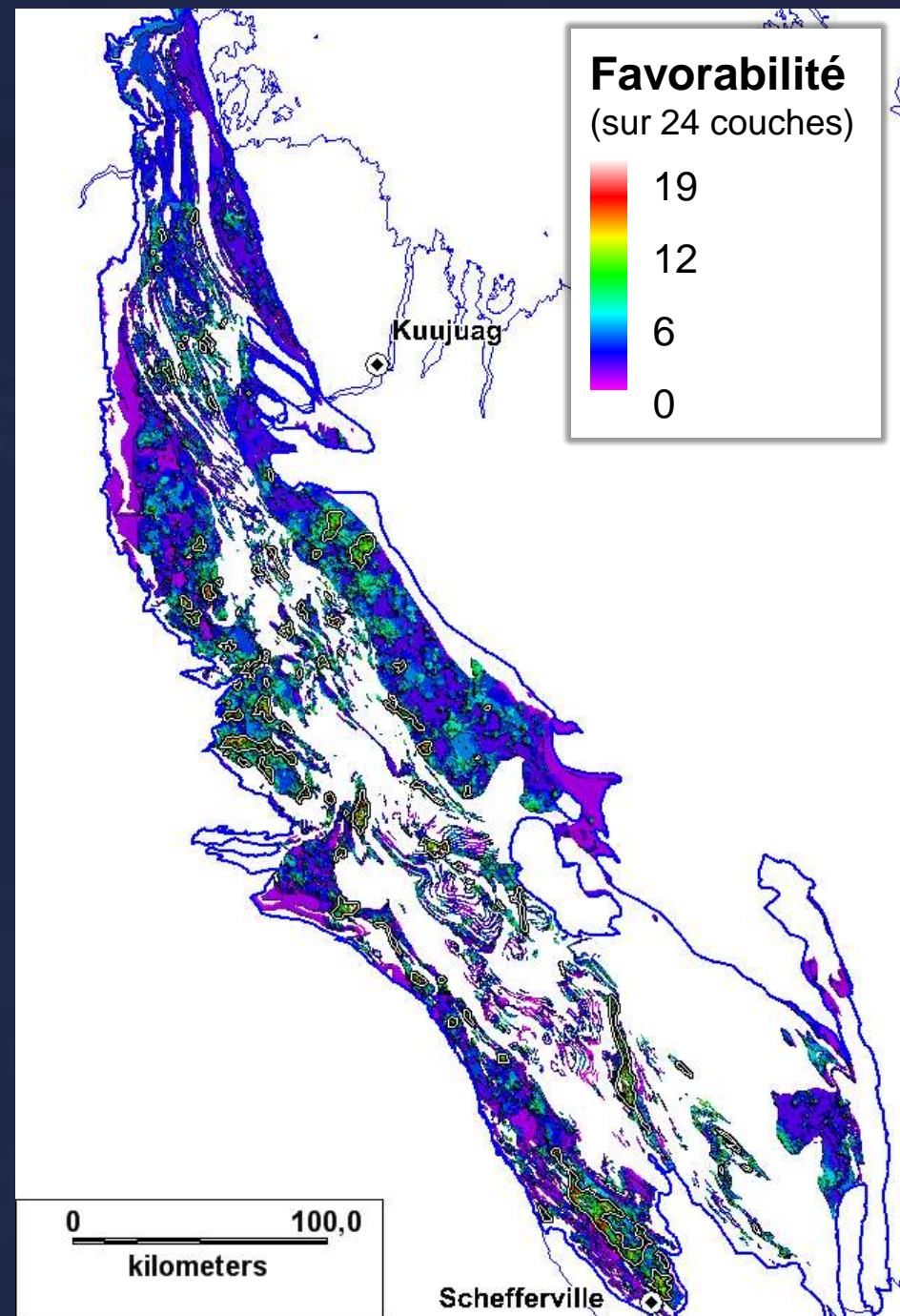
(maille de 100m<sup>2</sup>)

85 cibles de 1 à 300 km<sup>2</sup>

7 Cibles priorité 1 (18 ou 19/24)

26 Cibles priorité 2 (16 ou 17/24)

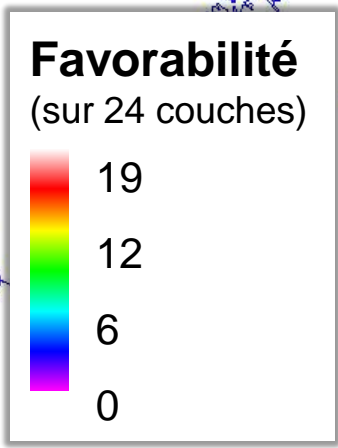
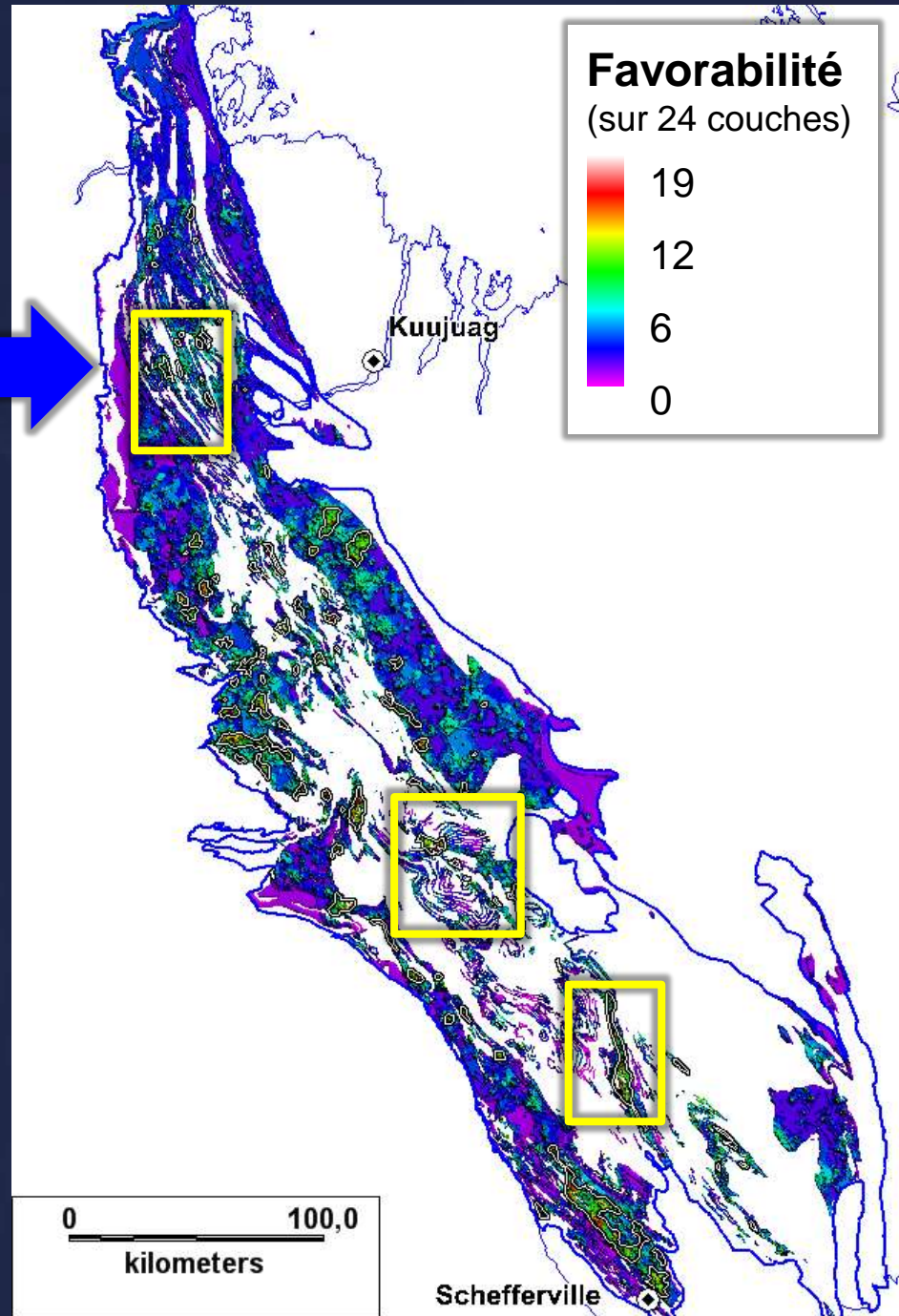
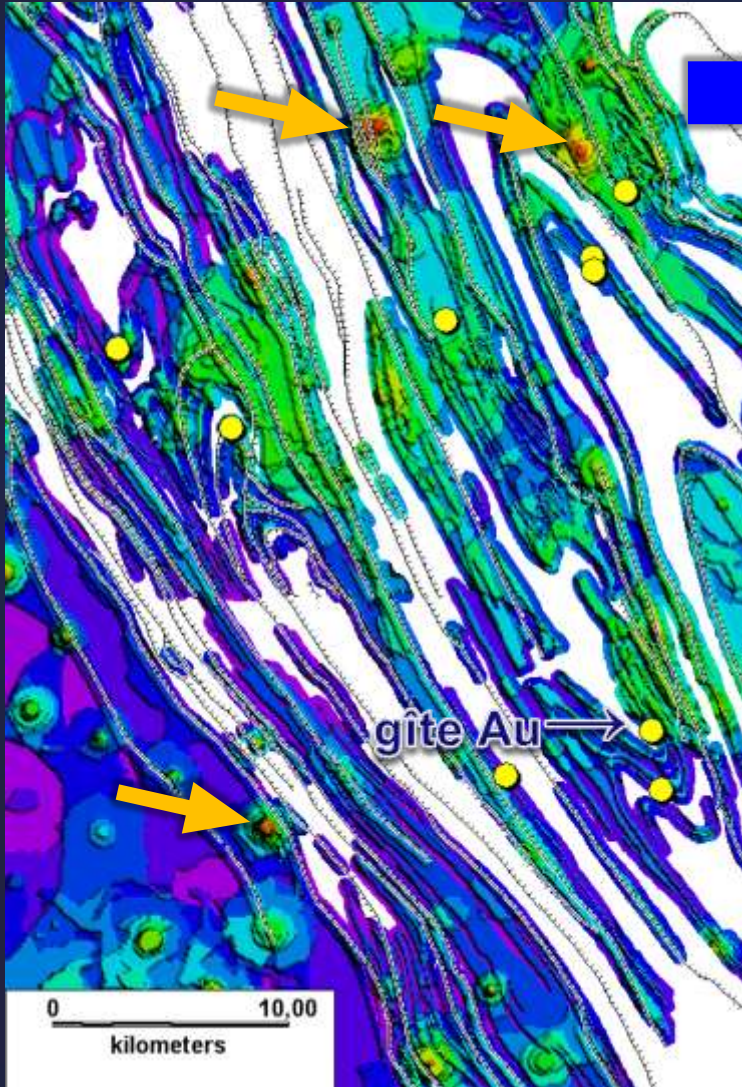
52 Cibles priorité 3 (entre 12 et 15/24)





# Fosse Labrador

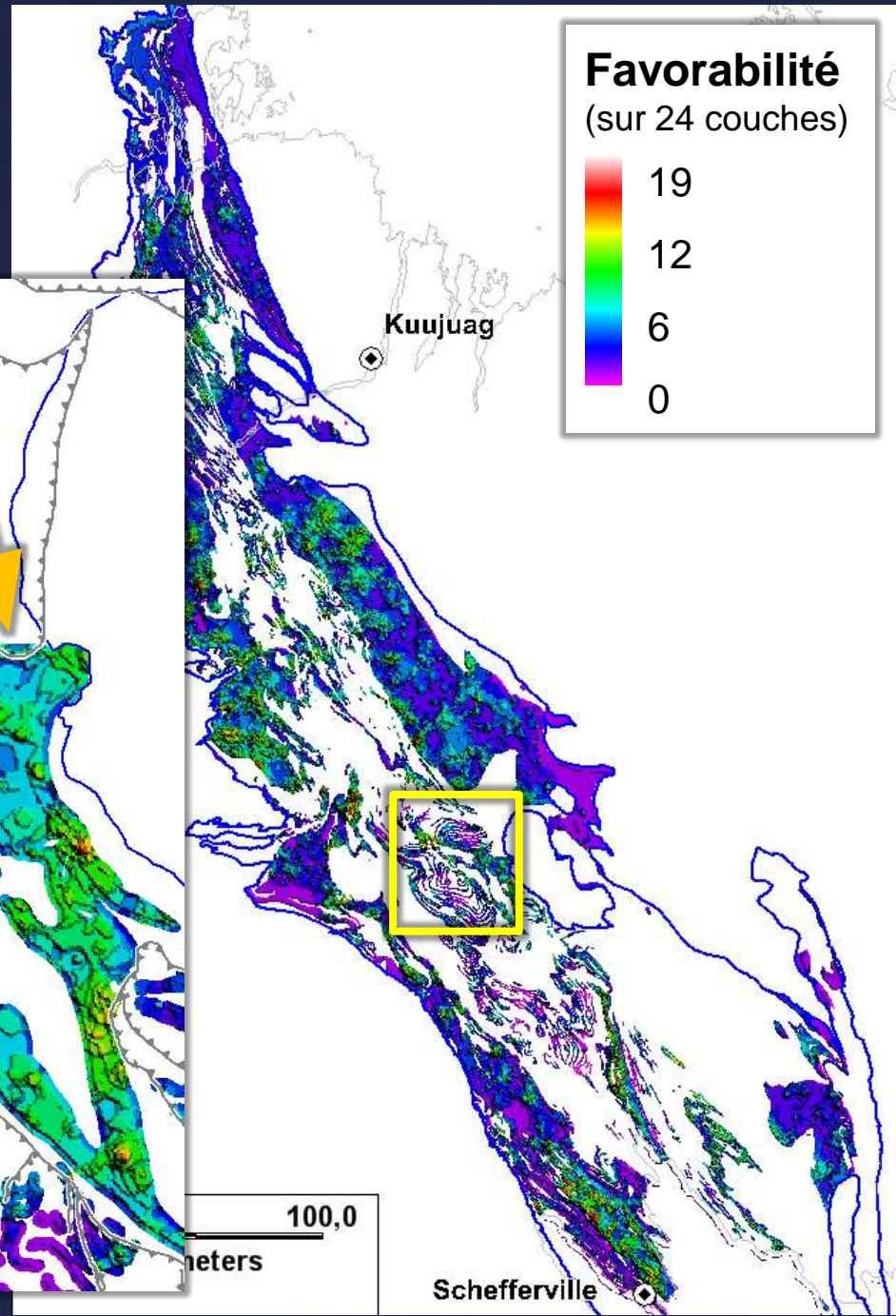
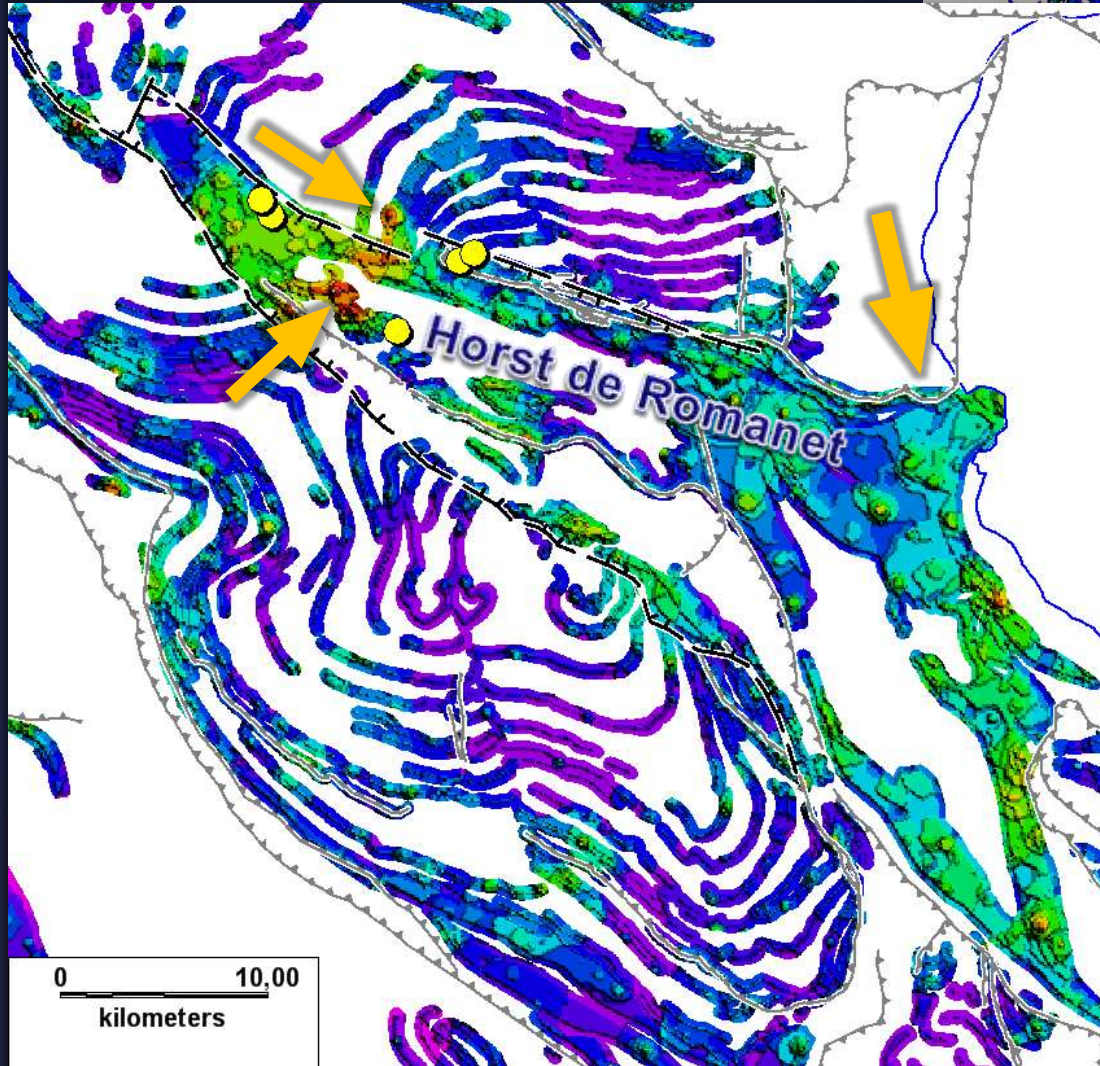
Résultat de la carte de prospectivité  
dans les sédiments favorables  
(maille de 100m<sup>2</sup>)





# Fosse Labrador

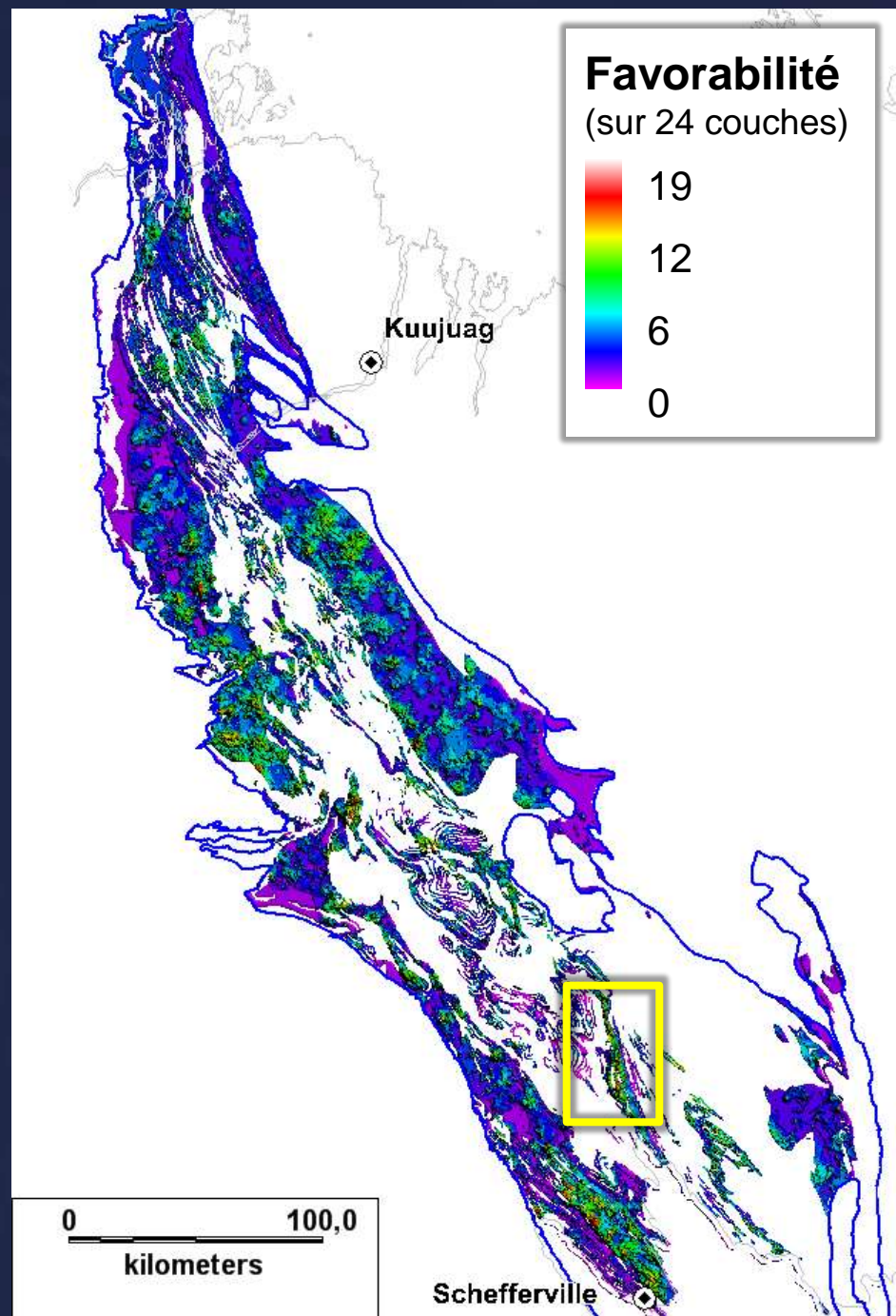
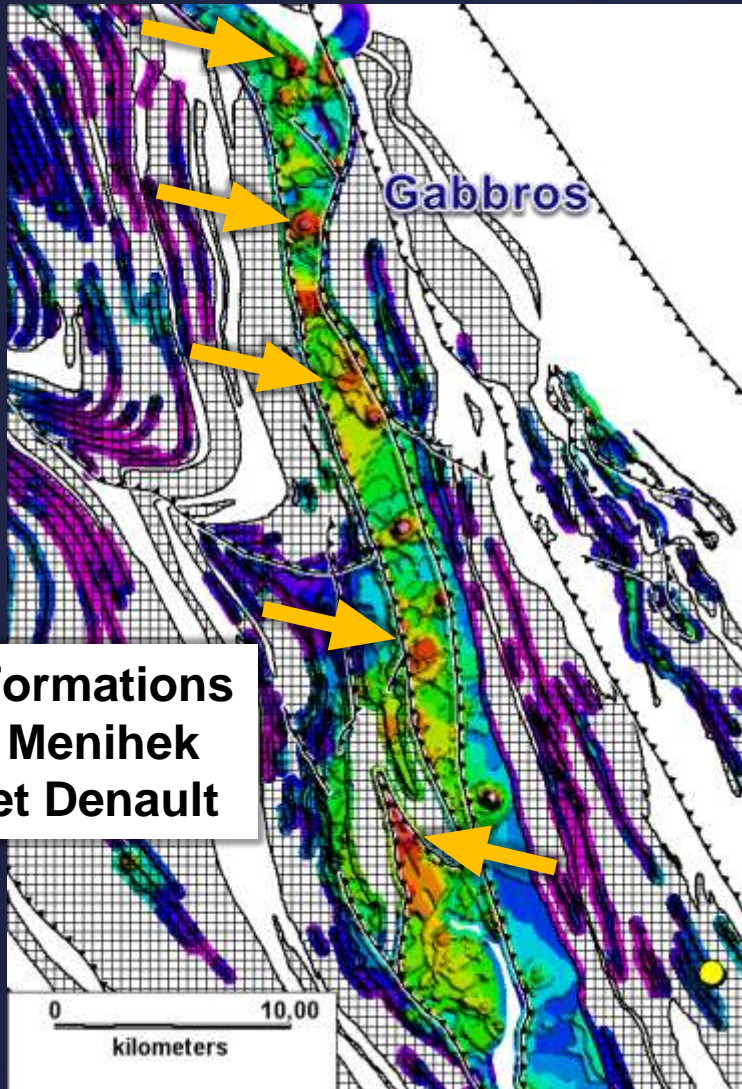
Résultat de la carte de prospectivité  
dans les sédiments favorables  
(maille de 100m<sup>2</sup>)





# Fosse Labrador

Résultat de la carte de prospectivité  
dans les sédiments favorables  
(maille de 100m<sup>2</sup>)





# Conclusion

## Gisements d'or dans les shales d'Asie centrale

Forment un groupe de gisements avec des caractéristiques communes; épaisses séquences de turbidites, horizons graphiteux d'envergure régionale, plissés, chevauchés, faillés. Minéralisations synchrones de la déformation et/ou d'une phase magmatique tardi- à post-orogénique.

## Méthodologie

Possible d'appliquer un modèle simple au Québec avec des données publiques et de reconnaître par géochimie des sous-bassins métallifères à l'aide des sédiments de lac (application pour d'autres bassins sédimentaires, Supérieur par ex.)

## Magog

65 cibles, dont 21 jugées prioritaires, la plupart étant non expliquées.

## Fosse

85 cibles, dont 7 jugées prioritaires. Bémol; pas d'intrusion orogénique dans la Fosse, seulement à l'est dans la zone noyau. Moins favorable?

**Total pour le projet: 150 cibles**

# Remerciements

## **MRN**

Tom Clark et Patrice Roy

## **UQAM**

Michel Gauthier, Alain Tremblay, Michel Jébrak

## **Consorem**

Silvain Rafini et Sylvain Trépanier