

# Projet 2000-5 : Opportunité pour les gisements épithermaux à l'archéen

Damien Gaboury

CONSOREM

Arianne – Aurizon - Cambior - Maude Lake - McWatters - Noranda - Soquem  
Développement Économique Canada - Ministère des Ressources naturelles du Québec  
Minsitère de la sciences et des technologies du Québec - UQAM - UQAC

# Objectifs:

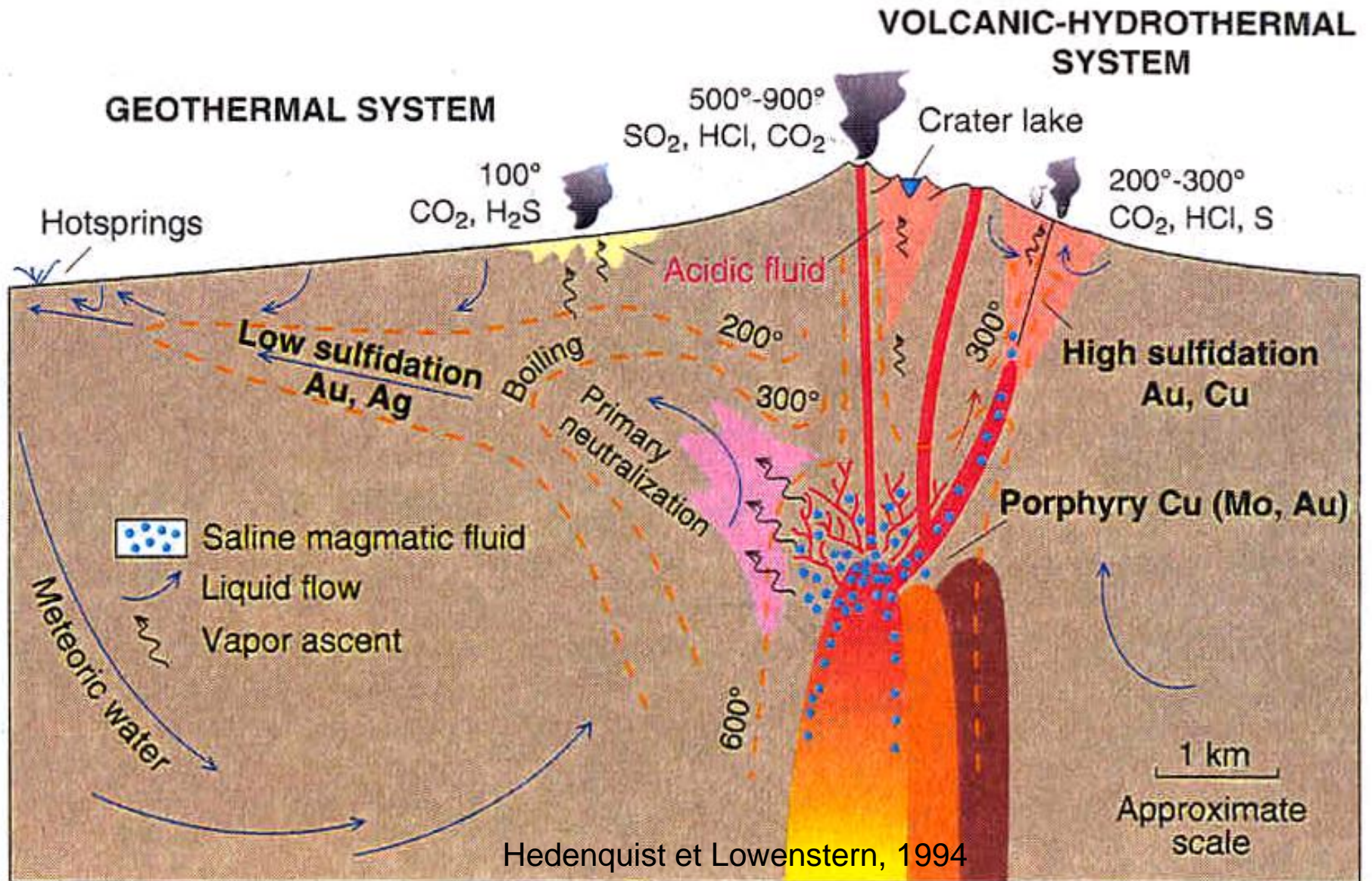
1- Caractéristiques prépondérantes des gisements épithermaux ✓

2- Caractéristiques des gisements épithermaux archéens ✓

3- Évaluer l'opportunité en Abitibi ✓

4- Délimiter des secteurs cibles ✓

# Appareil minéralisateur



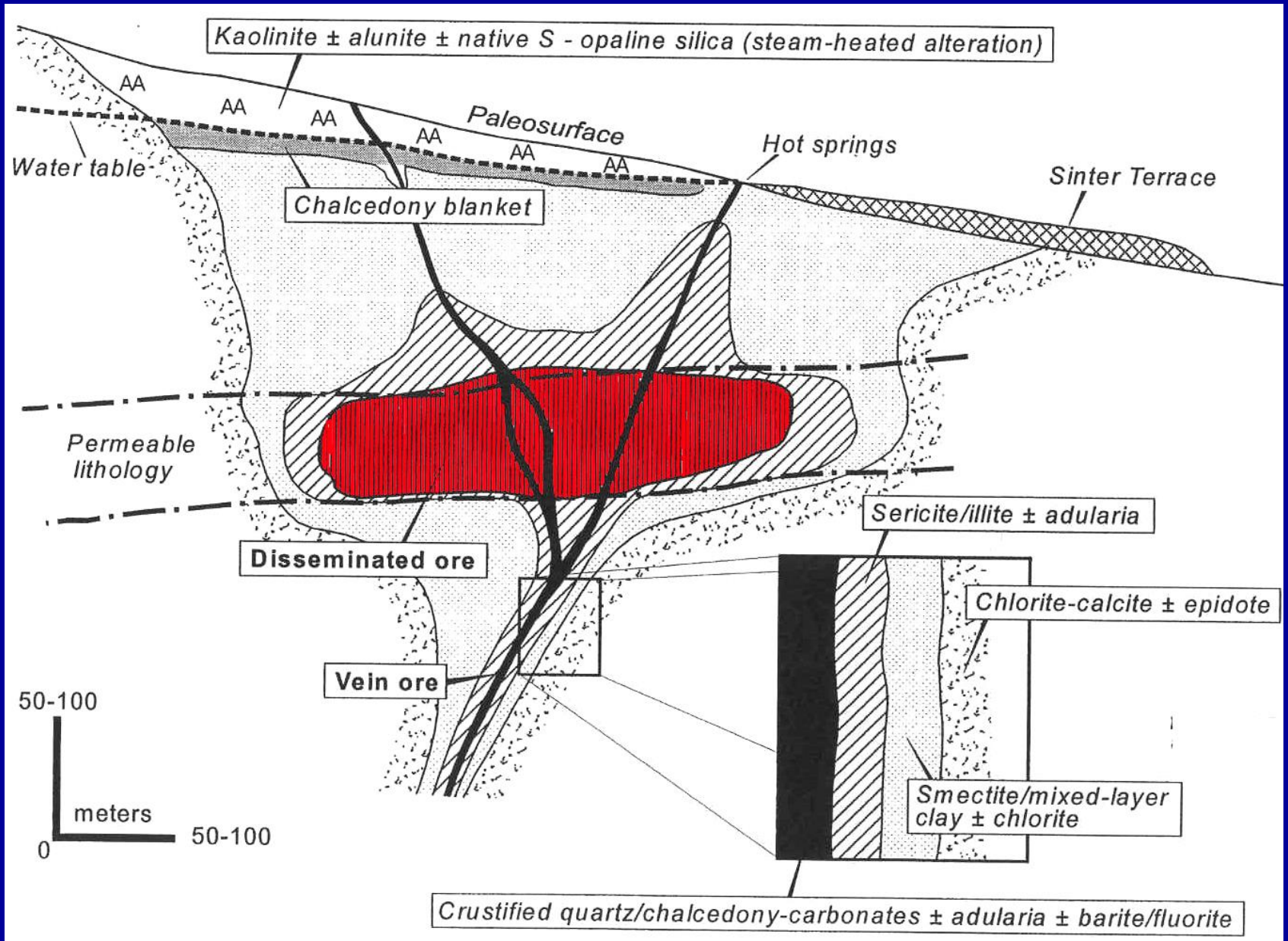


# Caractéristiques

TABLE 1 Representative hydrothermal ore deposits associated with subduction-related magmatism

Ore deposit type	Relation to magma	Temperature Depth	Fluid	Associated metals	Example of active analogue
Porphyry	Adjacent to or hosted by intrusion	>600 to 300 °C 2–5 km	Hypersaline and immiscible vapour	Cu ± Mo ± Au, Mo, W or Sn	Shallow magma bodies beneath stratovolcano
Skarn	Adjacent to intrusion in carbonate rock	400–600 °C 1–5km	Saline to moderately saline	Fe, Cu, Sn, W, Mo, Au, Ag, Pb–Zn	Shallow magma bodies beneath stratovolcano
Pluton-related veins	Fractures in and near intrusion	300–450 °C Variable	Moderate to low salinity	Sn, W, Mo ± Pb–Zn, Cu, Au	Shallow magma bodies beneath stratovolcano
Epithermal (high sulphidation)	Above parent intrusion	<300 °C Near-surface to >1.5 km	Moderate to low salinity, early acidic condensate	Au–Cu Ag–Pb	High-temp. fumaroles and acidic springs near volcanic vent
Epithermal (low-sulphidation)	Distant (?) from magmatic heat source	150–300 °C Near-surface to 1–2 km	Very low salinity, gas-rich, neutral pH	Au(Ag, Pb–Zn)	Geothermal systems with neutral-pH hot springs, mud pools
	Distant (?) from magmatic heat source	150–300 °C Near-surface to 1–2 km	Moderate salinity	Ag–Pb–Zn(Au)	Not observed, transient brine?
Massive sulphide	Near extrusive domes	<300 °C on or near sea floor	Near seawater salinity, gas-rich	Zn–Pb–Ag (Cu or Au)	Back-arc seafloor vents, black smokers

# Schéma gisement LS





# Texture type: LS

Aurora, Nevada

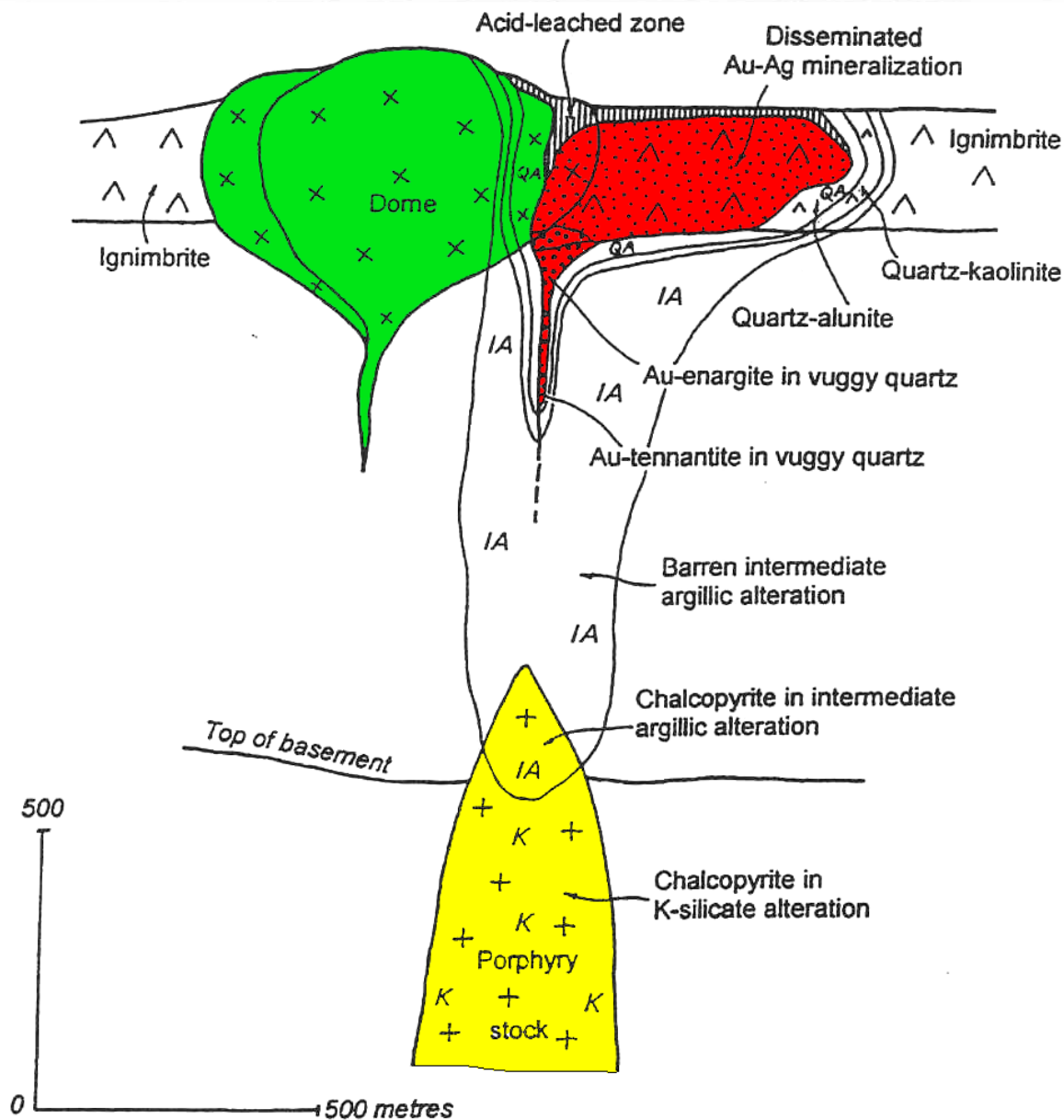


McLaughlin, California



# Schéma gisement HS

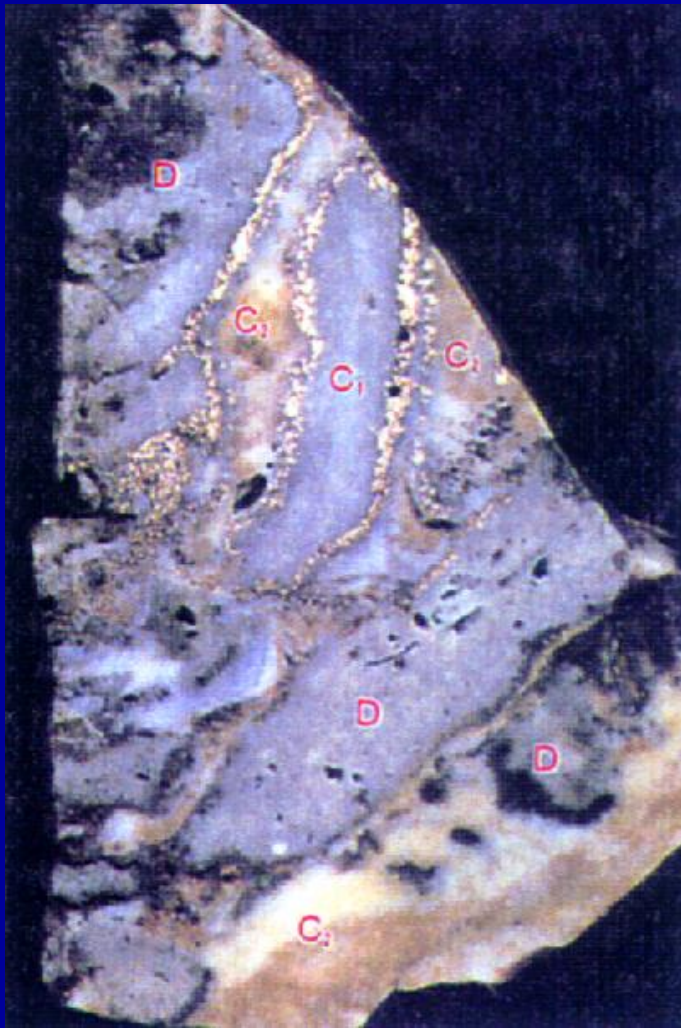
CONSOREM



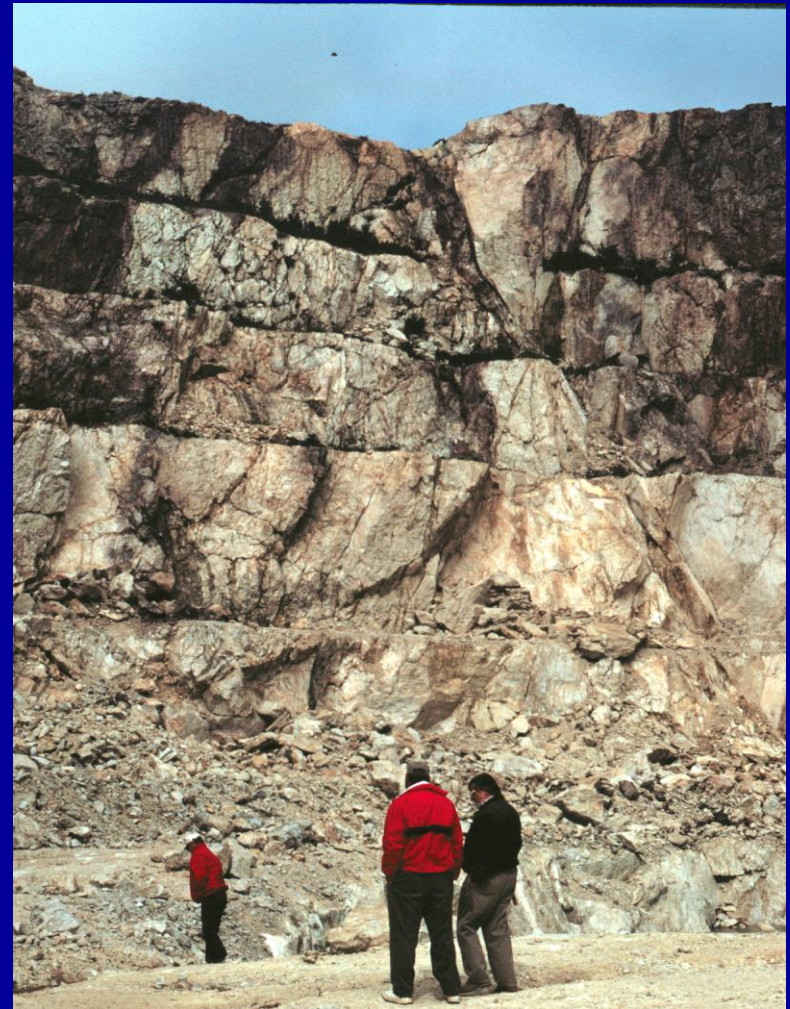


# Textures-structures HS

Rodalquilar, Espagne

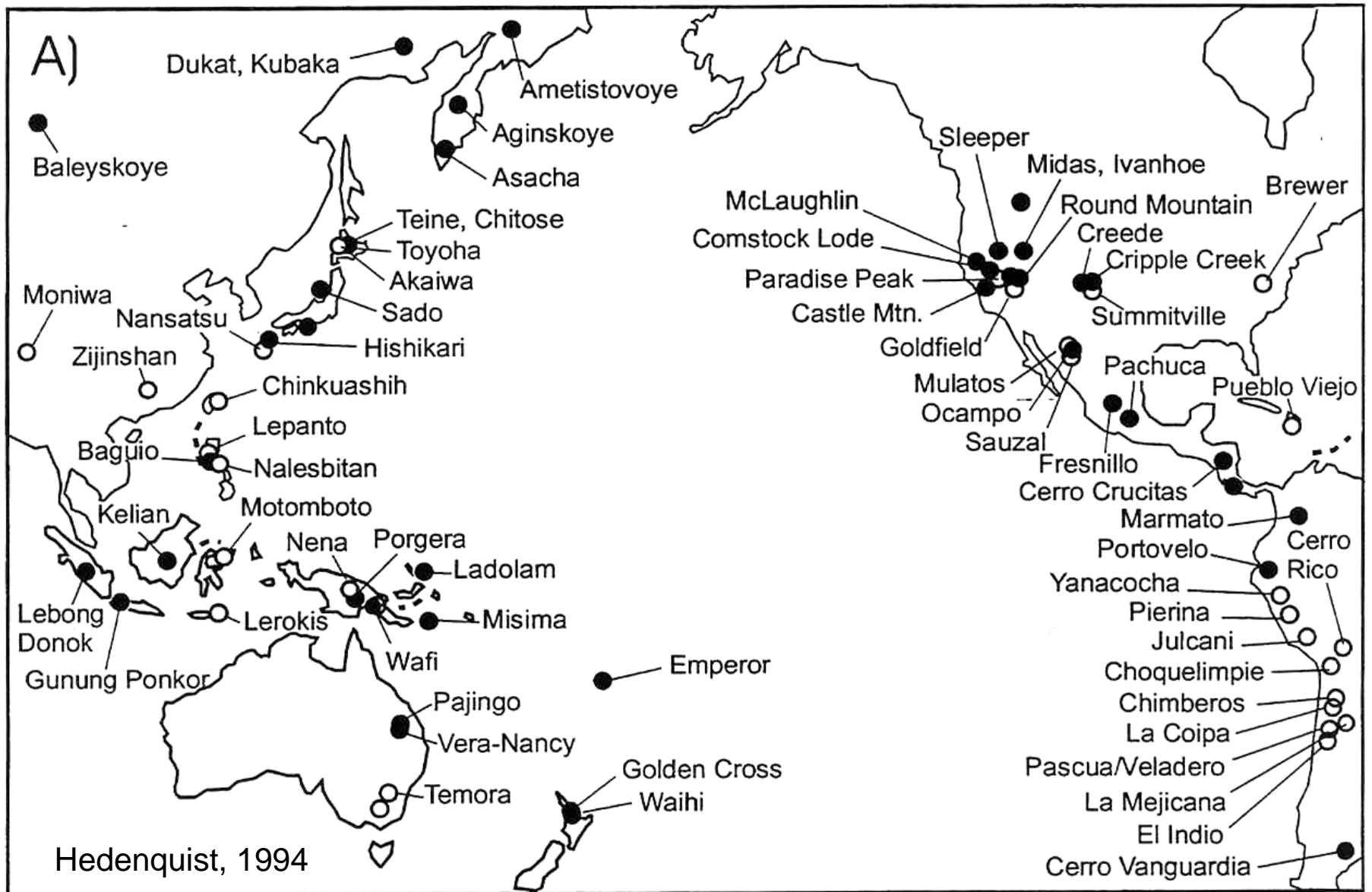


Mine de pyrophyllite, Terre-Neuve





# Distribution gisements LS-HS



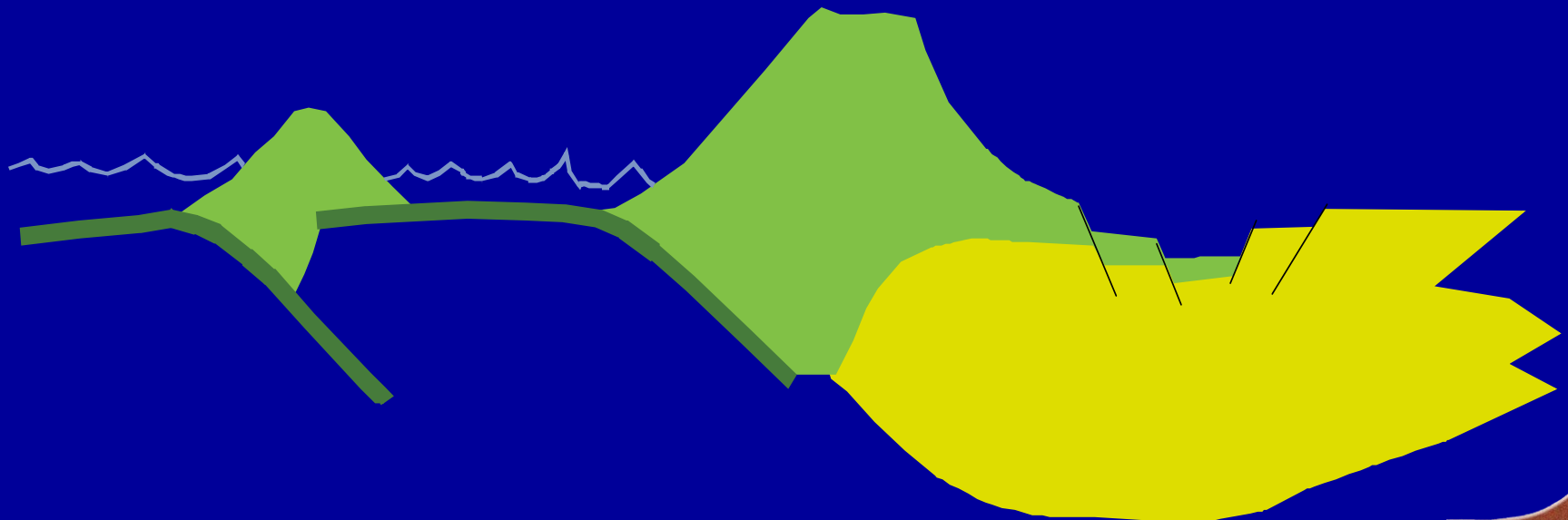
# Contexte minéralisations épithermales

3 environnements favorables

Île en arc

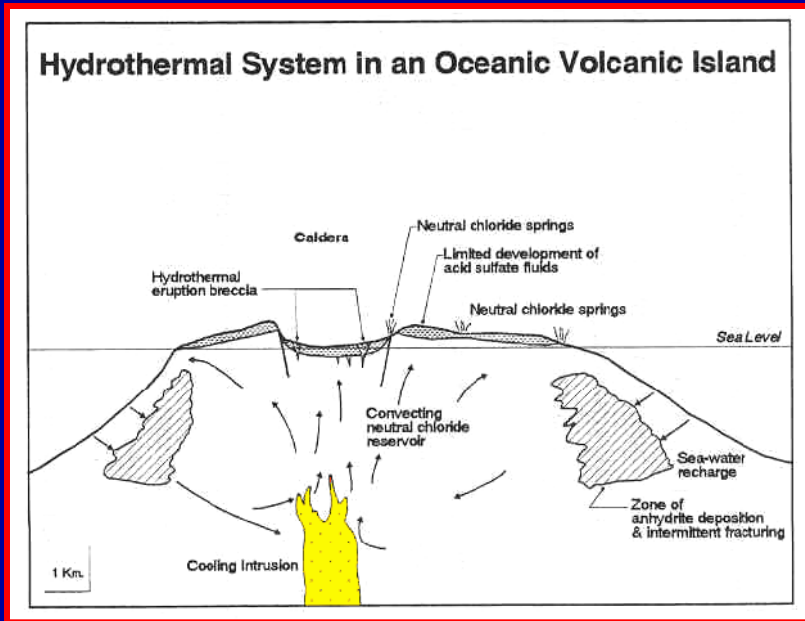
Arc magmatique

Bassin arrière-arc

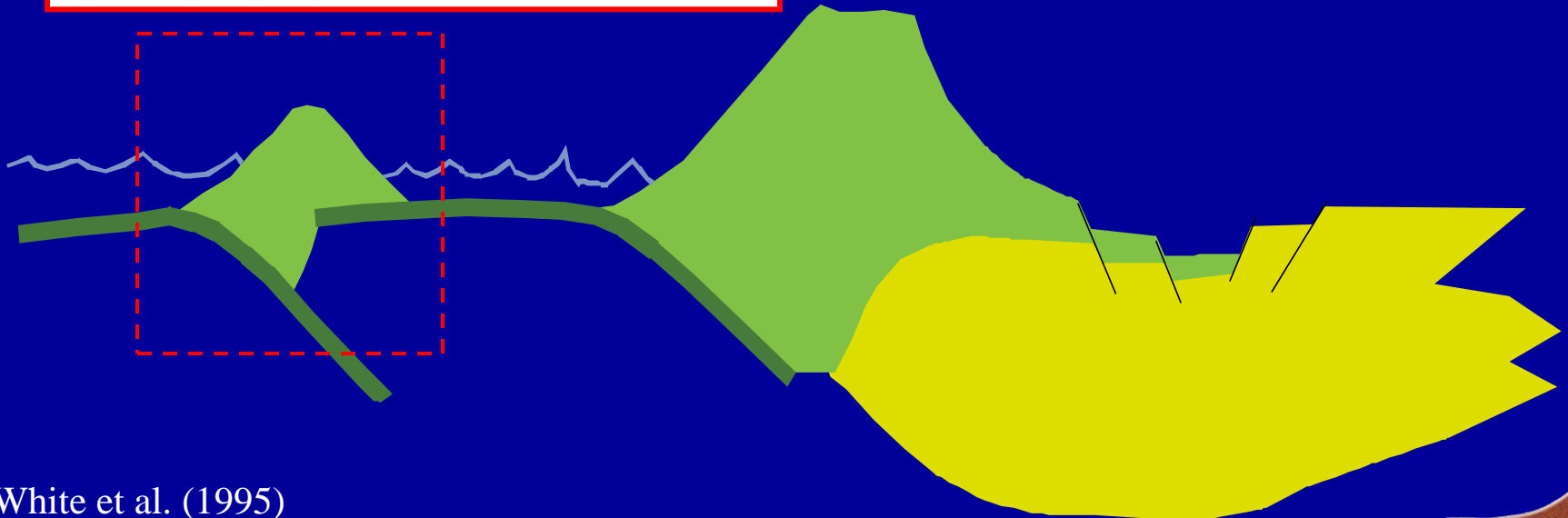


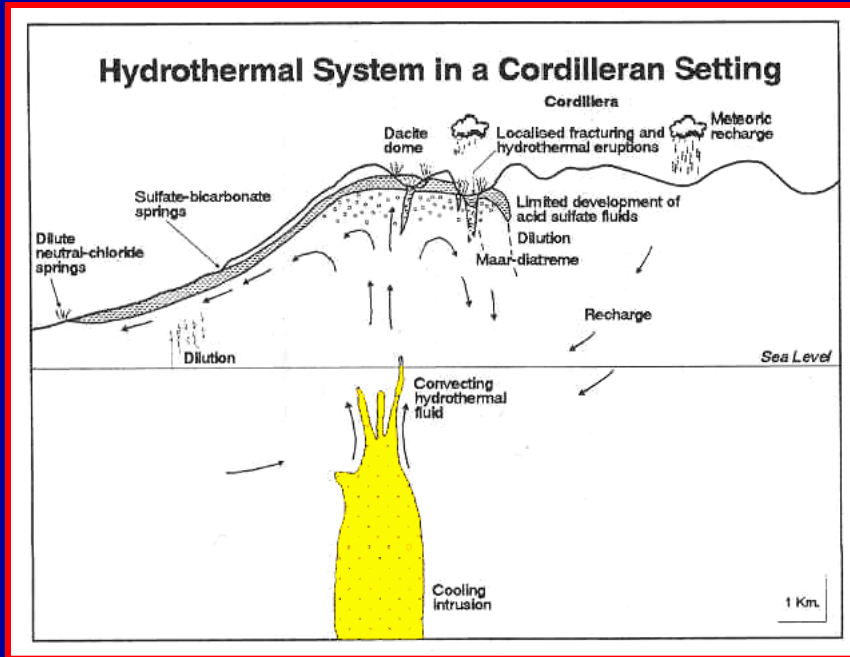


# Contexte: île volcanique

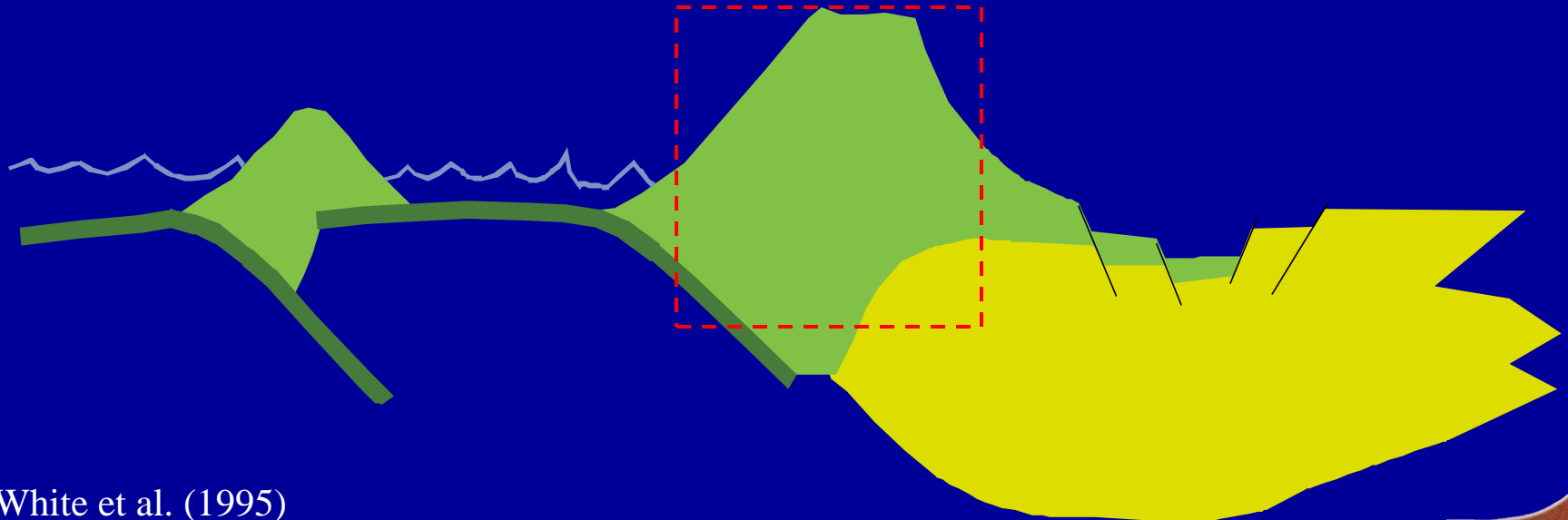


Île en arc



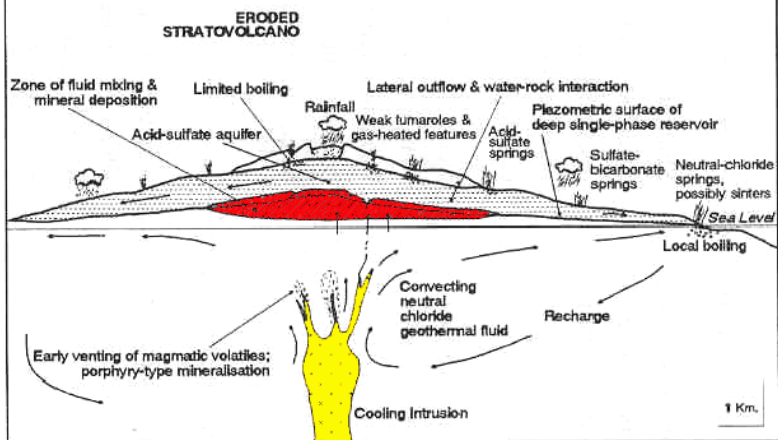


Arc magmatique

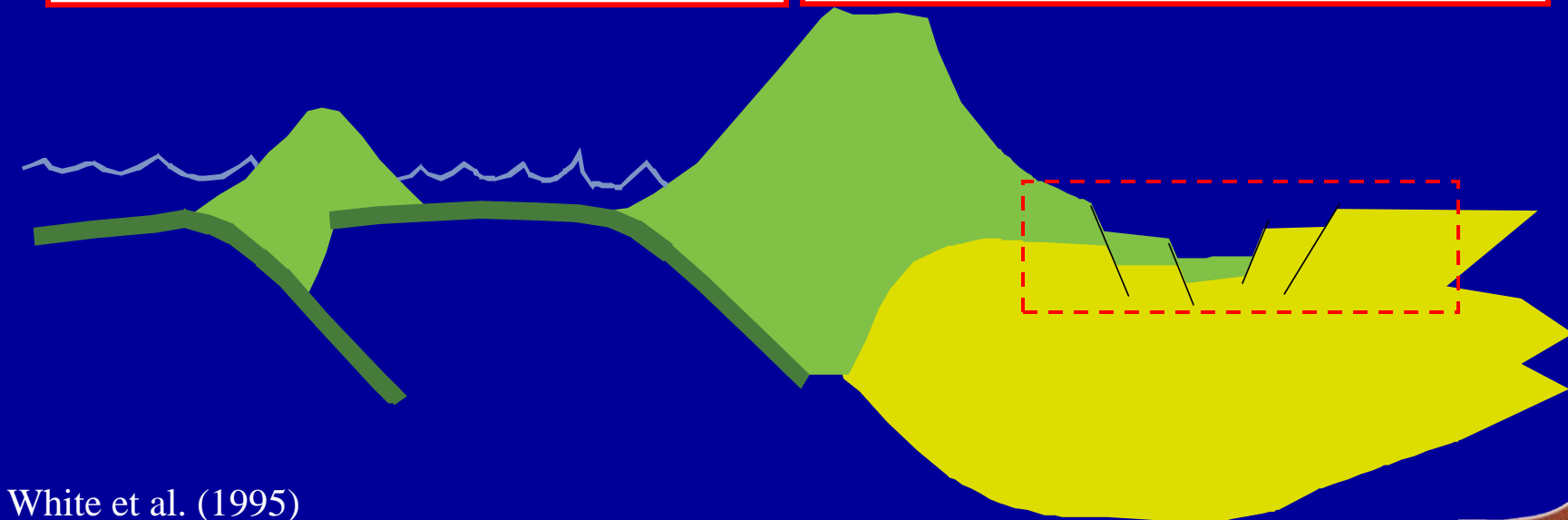
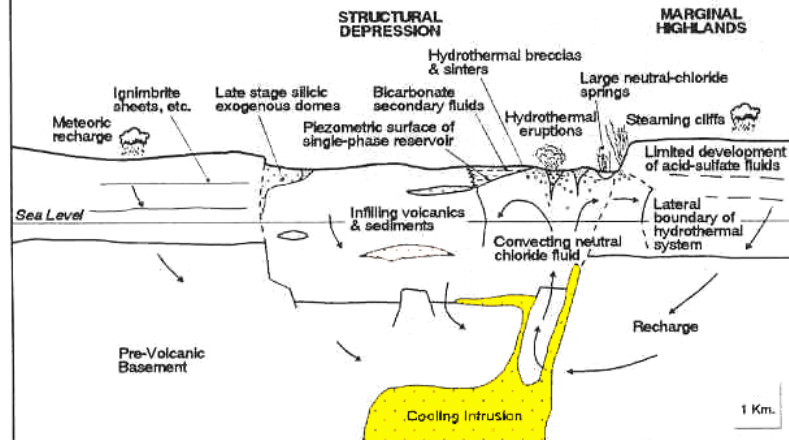




## Hydrothermal System in an Andesitic Stratovolcano



## Hydrothermal System in a Structural Depression Associated With Silicic Volcanism



# Minéralogie LS versus HS

CONSOREM

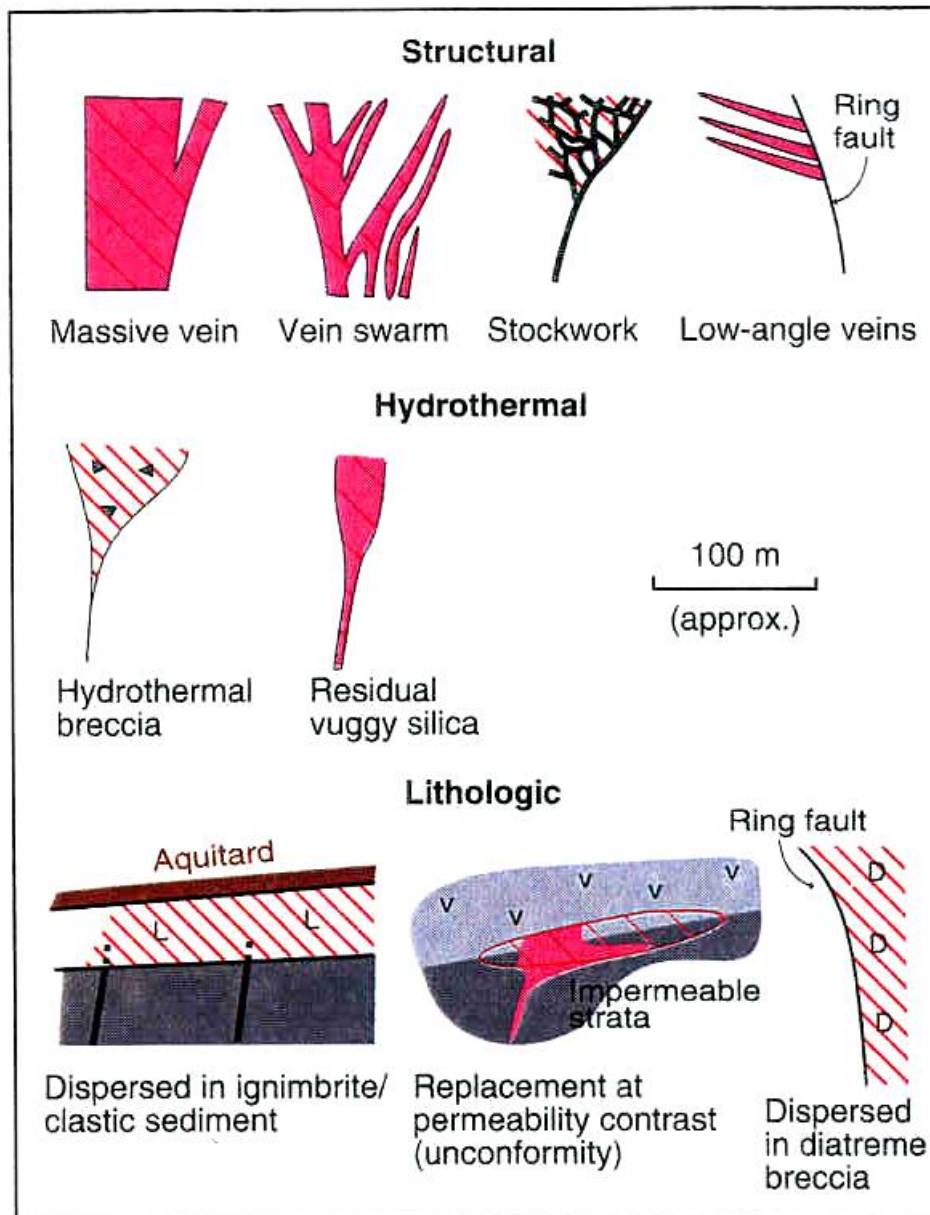
Low sulfidation	High sulfidation
<b>Ubiquitous</b>	
Pyrite (a)	Pyrite (a)
Quartz (a)	Enargite-luzonite (±)
	Quartz (a)
<b>Common</b>	
Electrum (±)	Native gold (vm)
Native gold (vm)	Tellurides (vm)
Chalcopyrite (vm)	Covellite (m)
Sphalerite (±)	Tennantite (±)
Galena (±)	Tetrahedrite (±)
Tetrahedrite (vm)	Chalcopyrite (m)
Arsenopyrite (m)	Sphalerite (±)
Tellurides (vm)	Galena (±)
Pyrargyrite (vm)	Barite (m)
Chalcedony (±)	Alunite (±)
Adularia (±)	Kaolinite (m)
Illite (a)	Pyrophyllite (±)
Calcite (±)	Diaspore (vm)
Smectite (m)	Illite (m)
<b>Uncommon or rare</b>	
Selenides (vm)	Electrum (vm)
Stibnite (vm)	Selenides (vm)
Cinnabar (vm)	Pyrargyrite (vm)
Enargite-luzonite (vm)	Arsenopyrite (vm)
Tennantite (vm)	Cinnabar (vm)
Covellite (vm)	Stibnite (vm)
Barite (vm)	Chalcedony (m)
Kaolinite (vm)	Smectite (m)
<b>Absent except as overprint</b>	
Pyrophyllite	Calcite
Diaspore	Adularia
Alunite	

Hedenquist et al, 1994



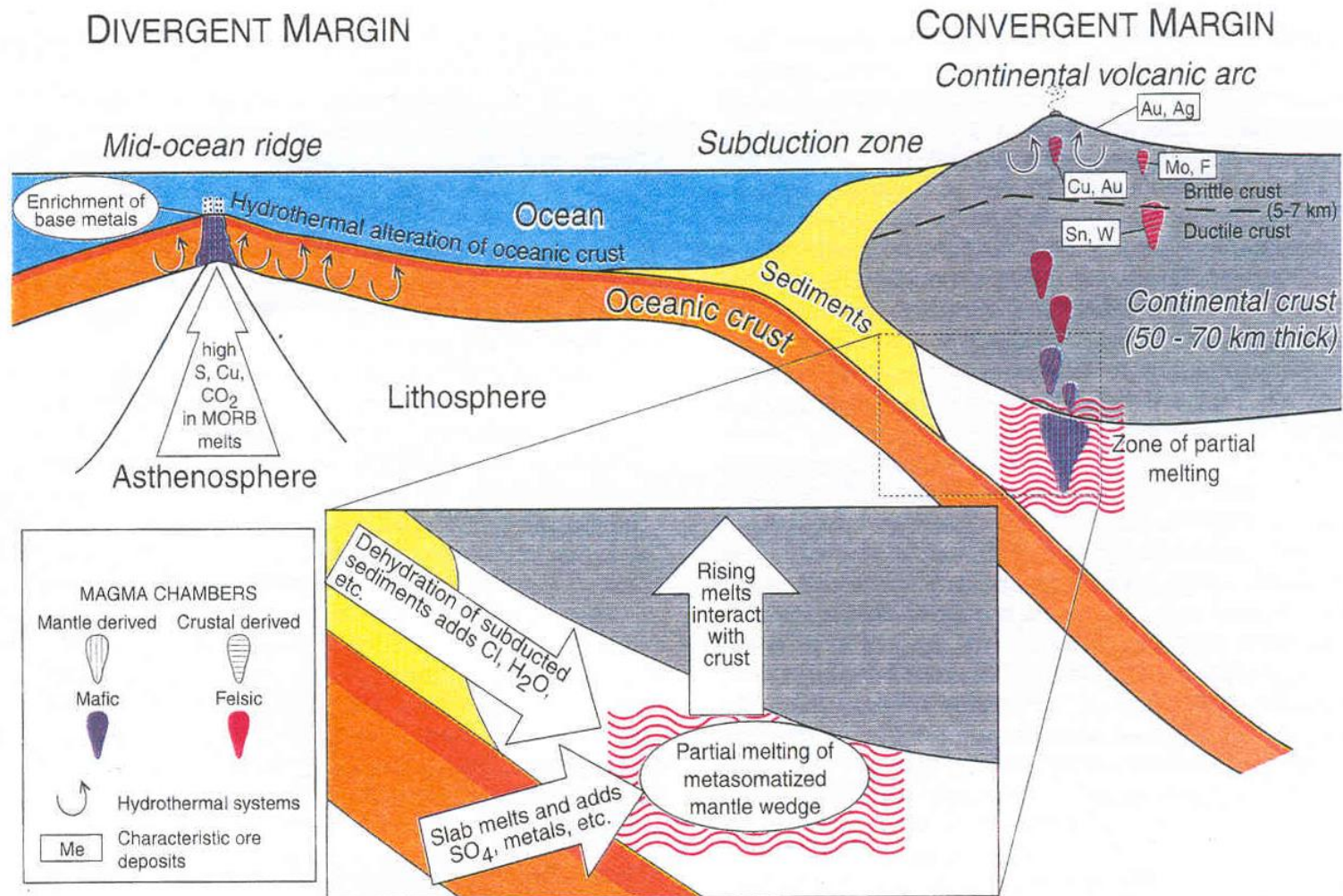
# Contrôle sur la géométrie

CONSOREM



Hedenquist et al, 1994

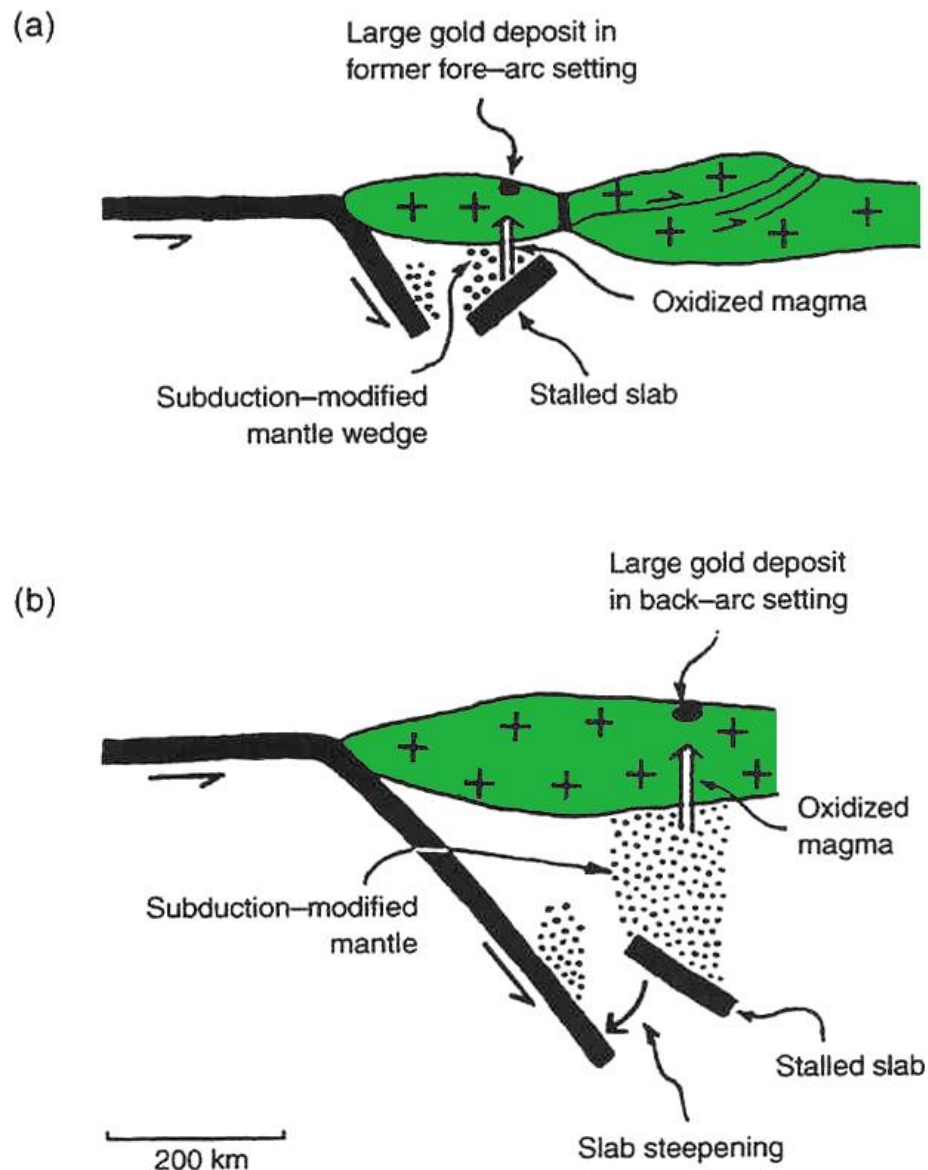
# Contexte pétrogénétique



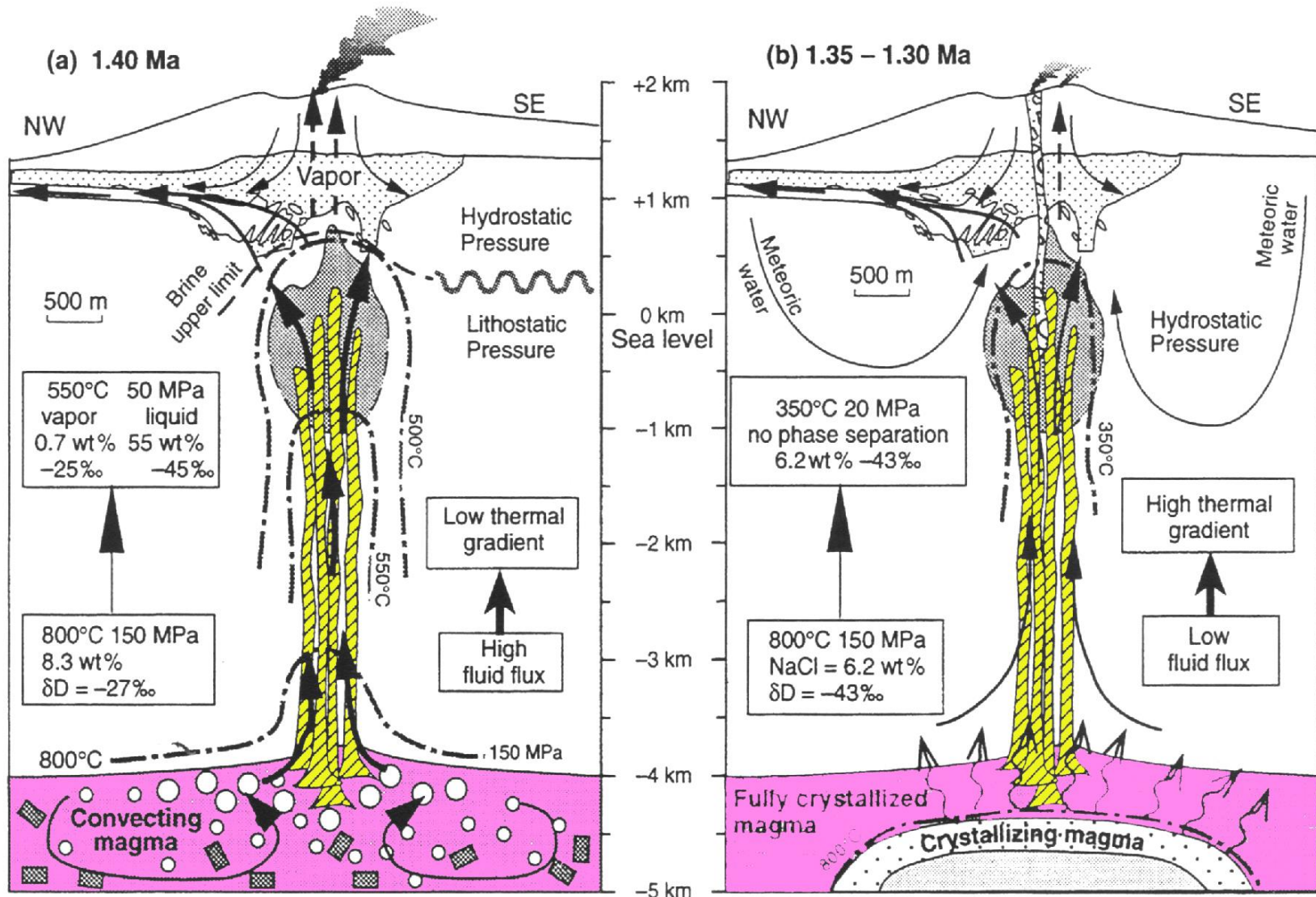
SOURCES OF METALS AND VOLATILES IN ARC MAGMAS



# Association : calco-alcalin et alcalin



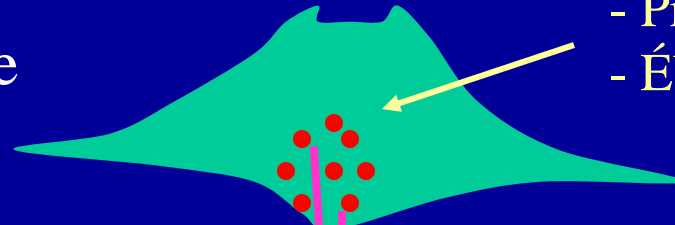
# Impératifs magmatiques



Shinohara et Hedenquist, 1997

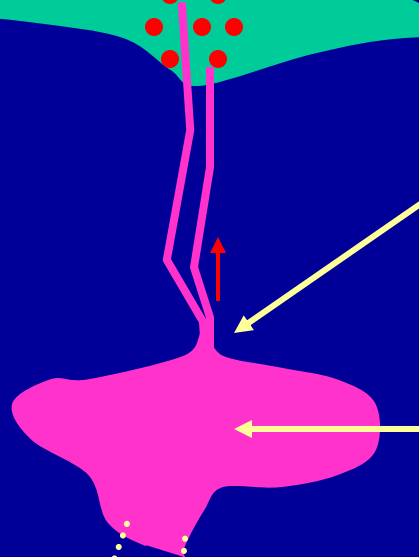
# Résumé des processus pétrogénétiques

Édifice volcanique



- Précipitation Au
- Ébullition – mélange de fluide

Chambre magmatique  
Calco-alcaline



- Dévolatilisation et Au
- Cristallisation fractionnée
- Précipitation Plagioclase
- Sursaturation en volatile

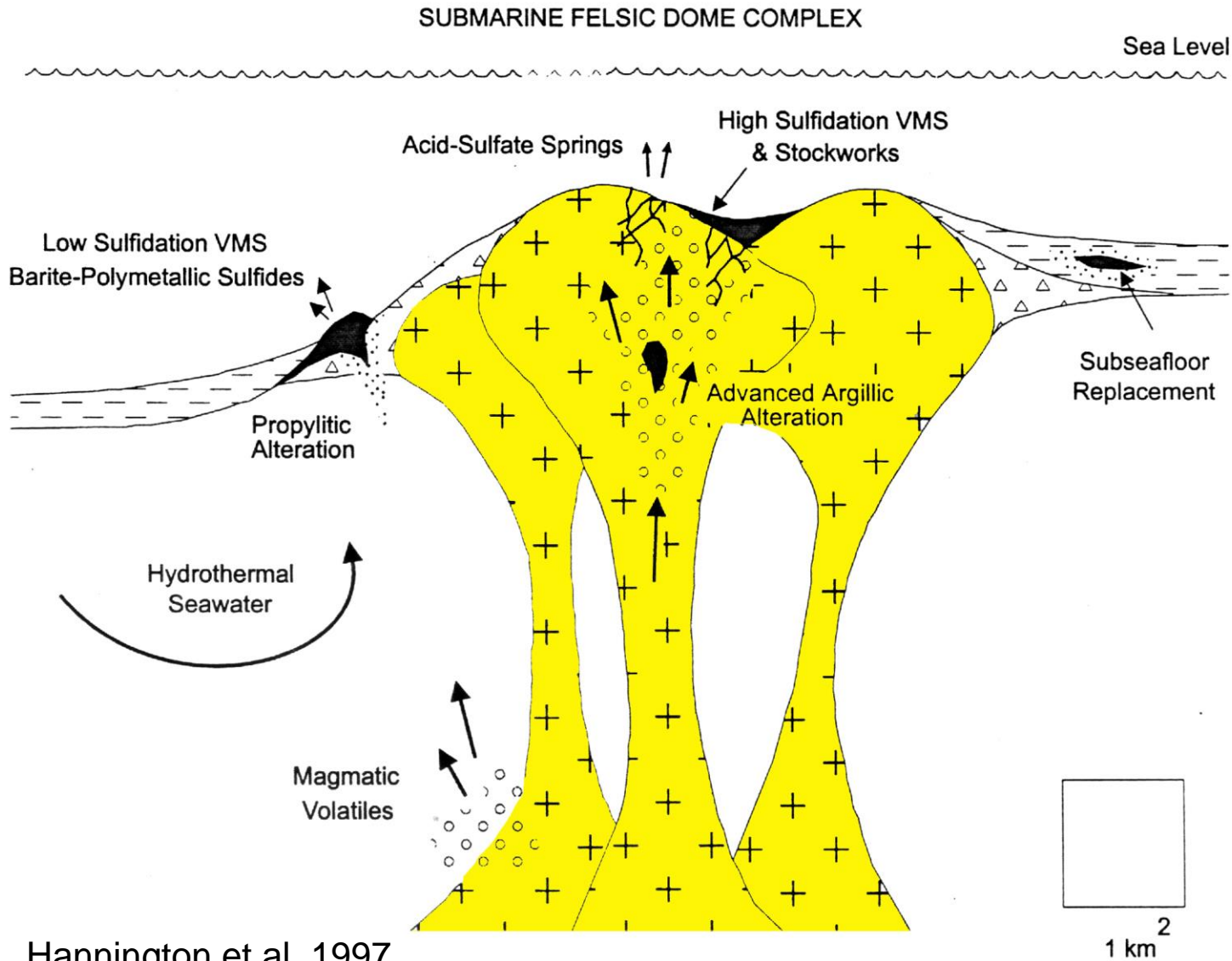
Zone de subduction



- Fusion partielle
- Oxydation du manteau (Au)
- Métasomatisme
- Fluide + métaux (Au)

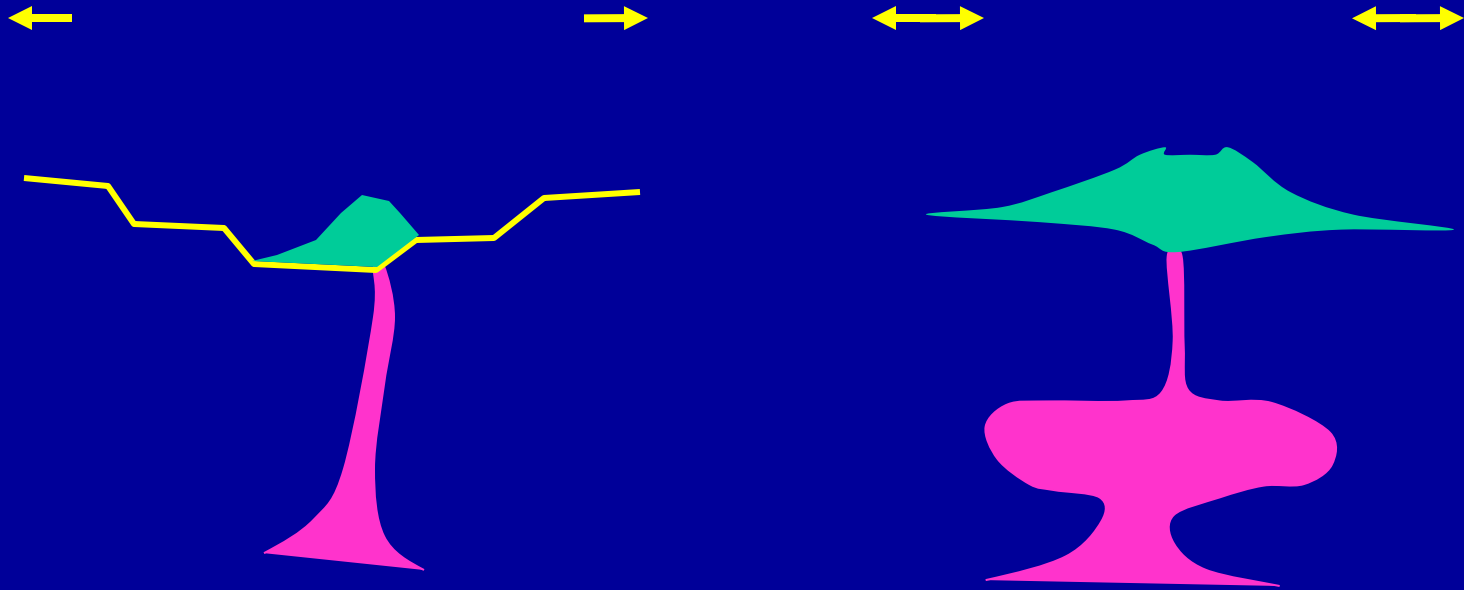


# Contexte sous-marin



Hannington et al, 1997

# Comparaison VMS-épithermaux



- Extension
- Magma tholéiitique
- Peu de fractionnement
- Flux thermique élevé

- Neutre
- Magma calco-alcalin
- Fractionnement
- Flux thermique moyen

Bien connu: contexte calco-alcalin < > favorable pour VMS  
(Barrie et al., 1993; Lesher et al., 1986)



# Constat pour épithermaux Archéens

Magmatisme –volcanisme calco-alcalin = favorable



Syn-volcanique

Laves et intrusions  
subvolcaniques



Exemples de minéralisation



Syn-tectonique

Intrusions  
Subvolcaniques  
(alcalines)



Exemples de minéralisation







# « Exemples » Abitibi

## Syn-volcanique

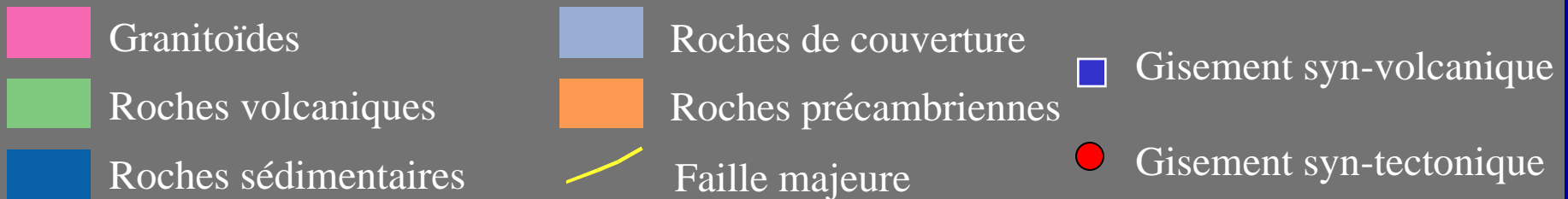
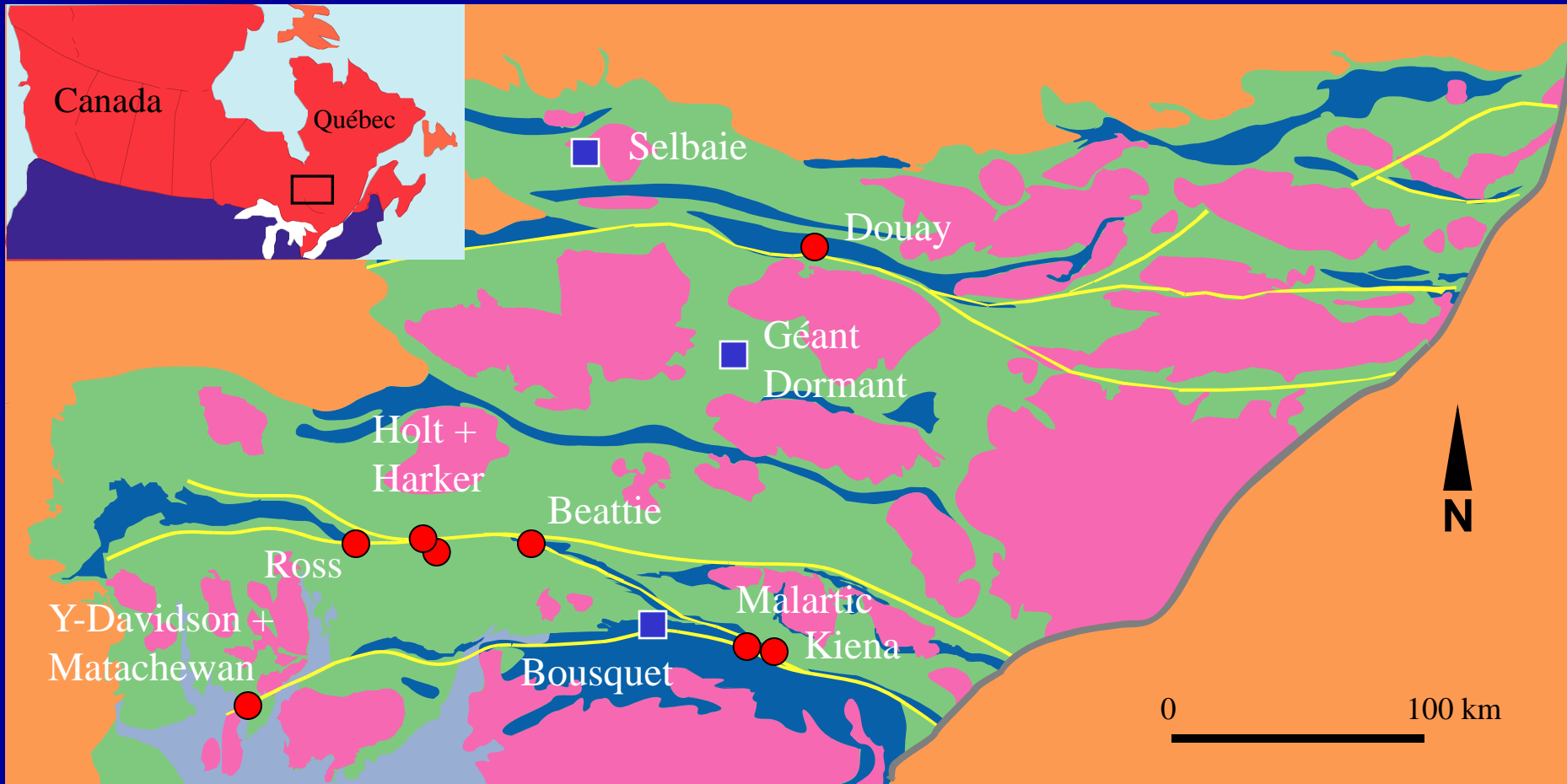
- Géant Dormant
- Doyon
- Bousquet (1-2)
- Dumagami
- LaRonde
- Mouska (?)
- Selbaie

## Syn-tectonique

### « Intrusion-related »

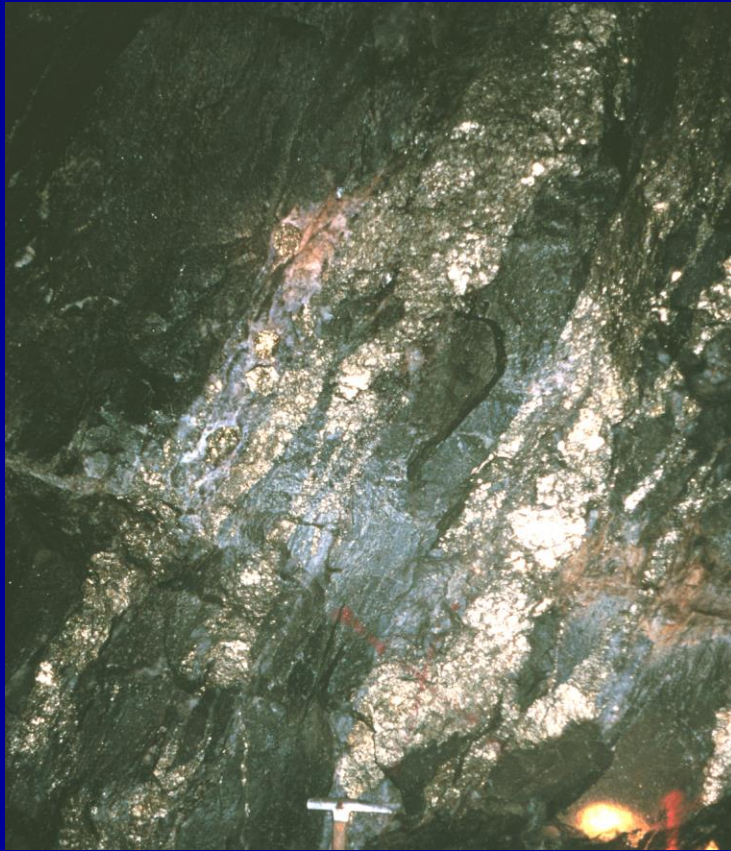
- Kiena
- Beattie
- Holloway
- Holt-Mcdermott
- Douay
- Young-Davidson
- Malartic (?)
- Ross
- Mattachewan

# Localisation



# Exemples de minerai Au -1

Veines riches en sulfures



Doyon

Sulfures massifs à semi-massifs



Bousquet-2



# Exemples de minerai Au -2

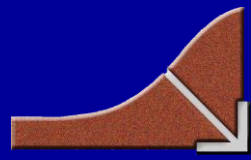
Veines riches en sulfures

Dissémination Py



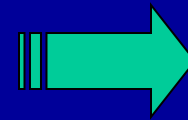
Géant Dormant

Harker-Holloway



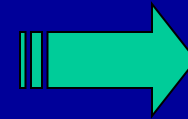
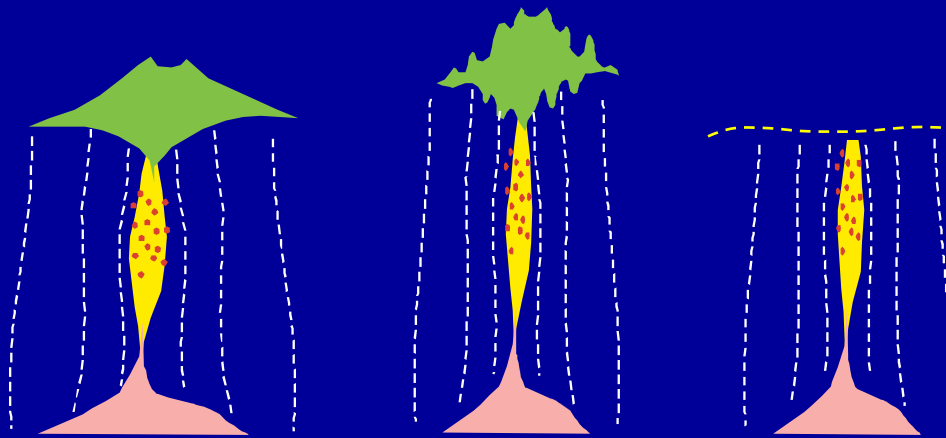
# Sélection de secteurs cibles

Syn-volcanique



Édifice volcanique  
Calco-alkalin

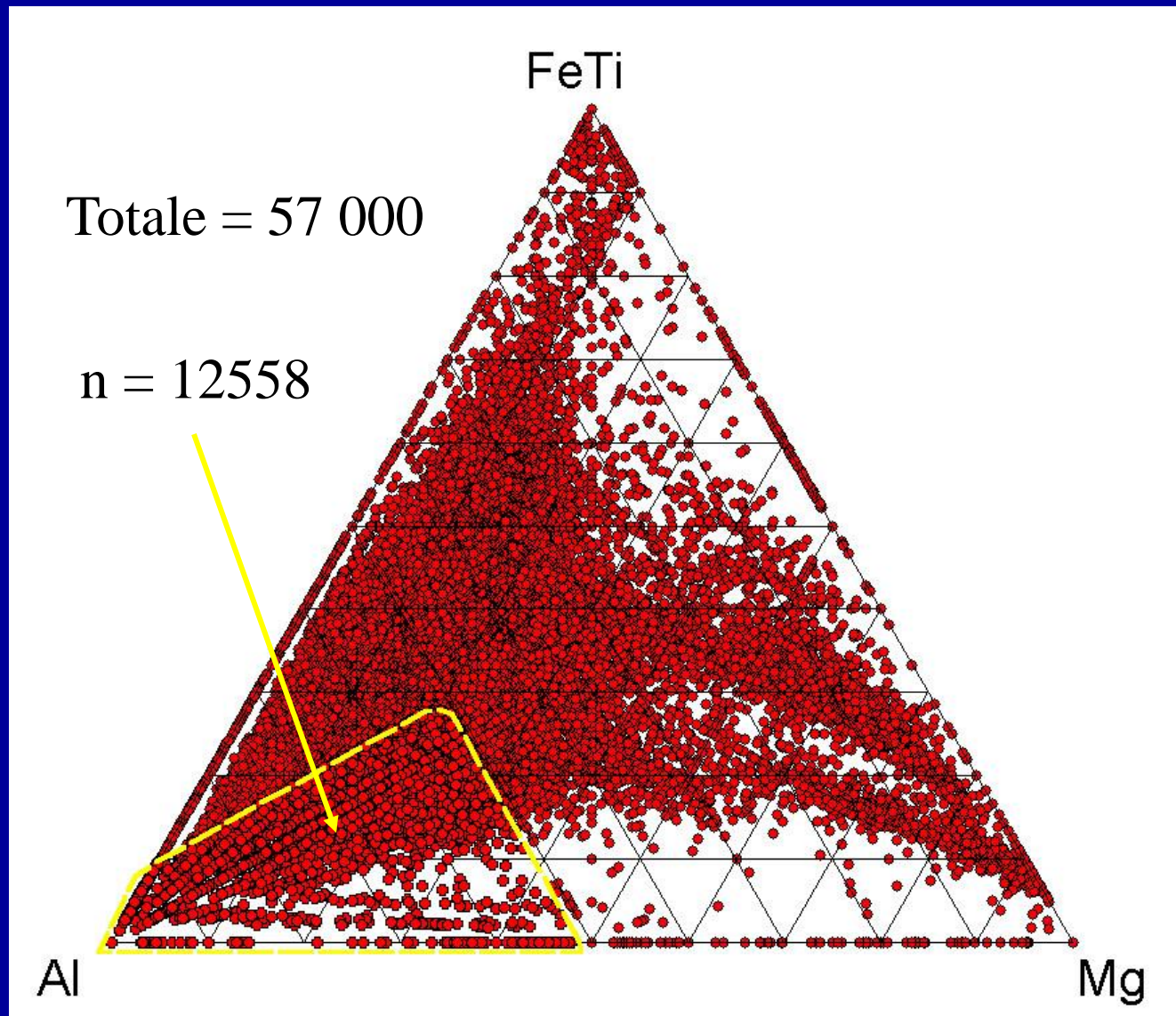
Syn-tectonique



Intrusions le long  
des failles et bandes  
de sédiments

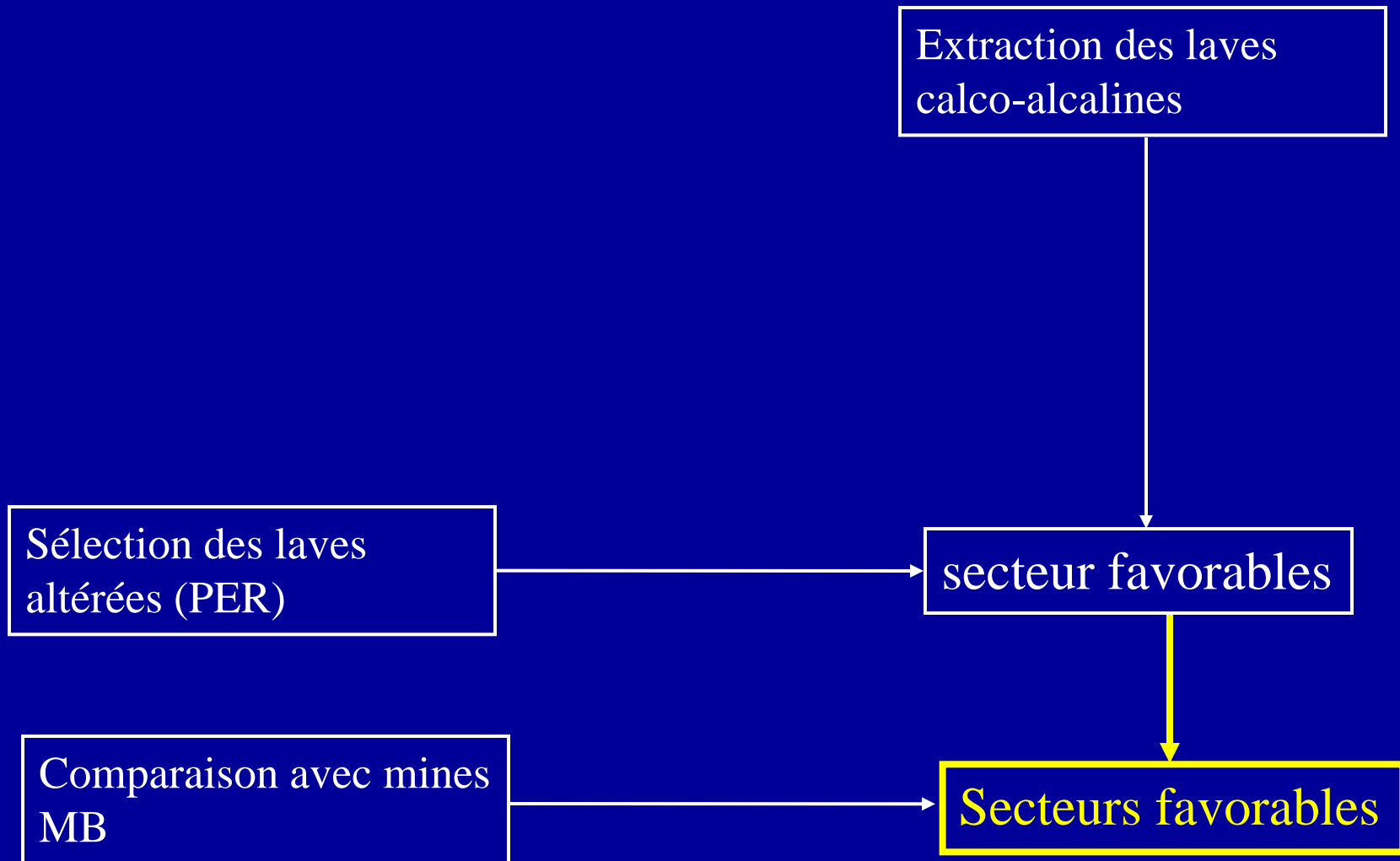


# Sélection échantillons calco-alcalins

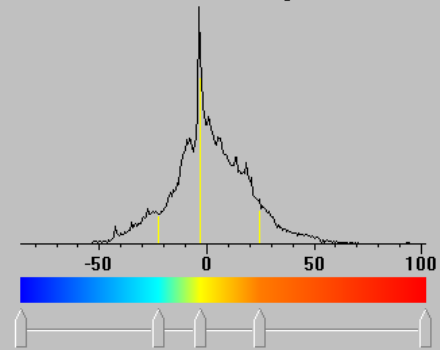




# Organigramme de sélection de secteurs cibles Gisements syn-volcaniques



Data Histogram  
Alkalin-volcanite.grd



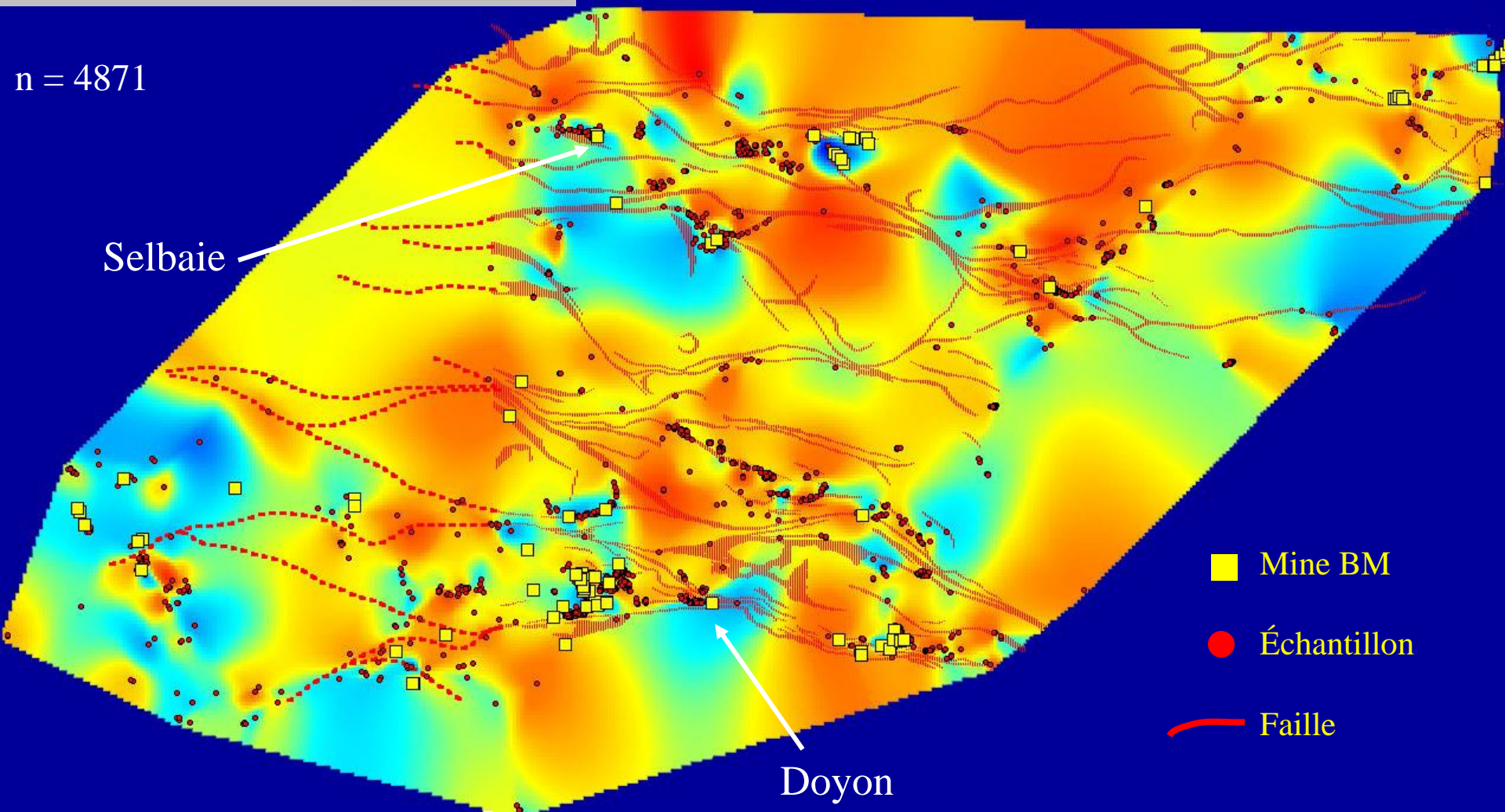
	Value	Percentile
■	-86.69	0.0
■	-22.59	9.8
■	-2.49	43.2
■	25.17	90.0
■	101.83	100.0

# Laves calco-alcalines, PER-Alcalin (maille) et Mine MB

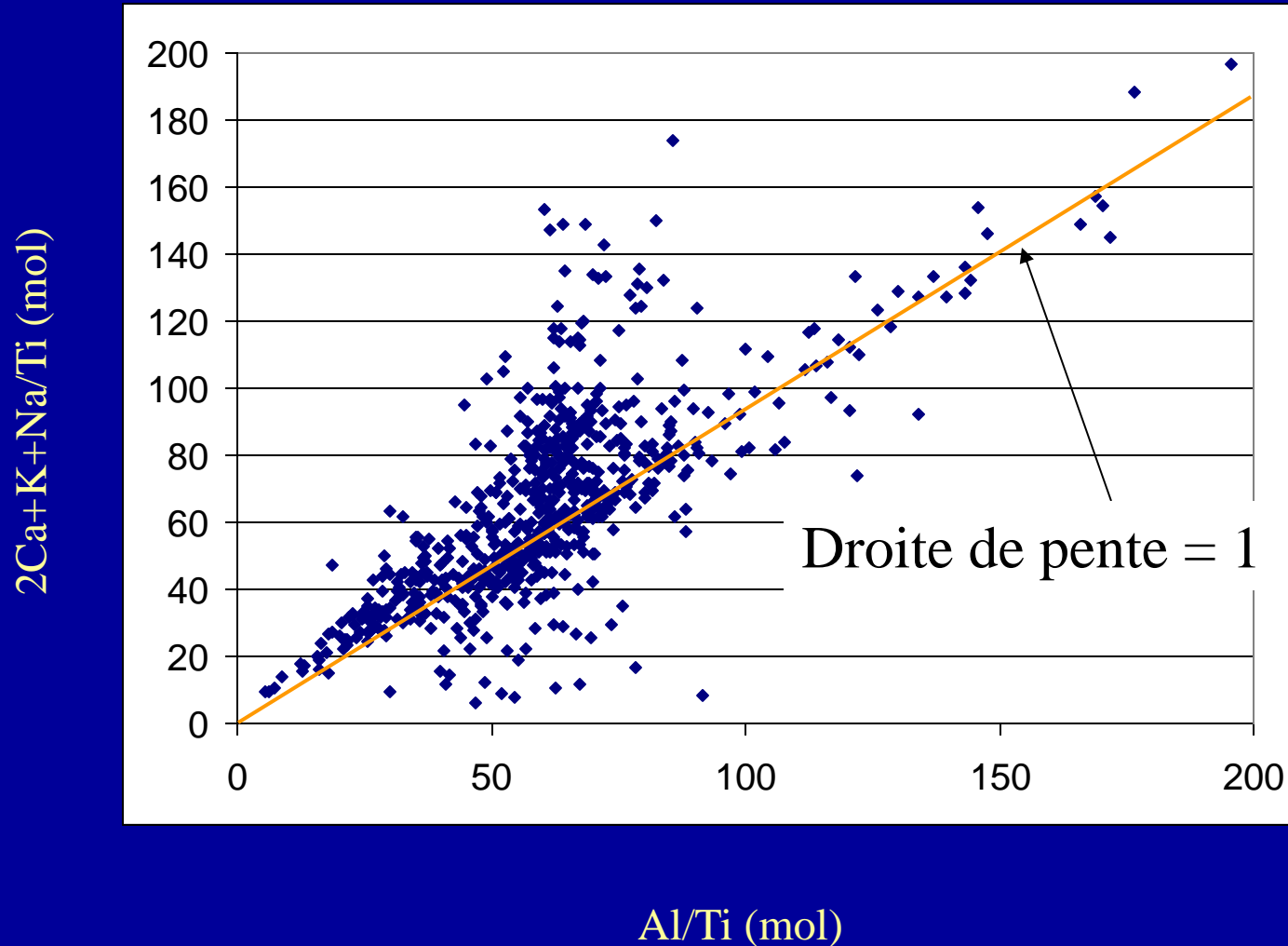
Constat: lessivage en alcalins

n = 4871

Selbaie



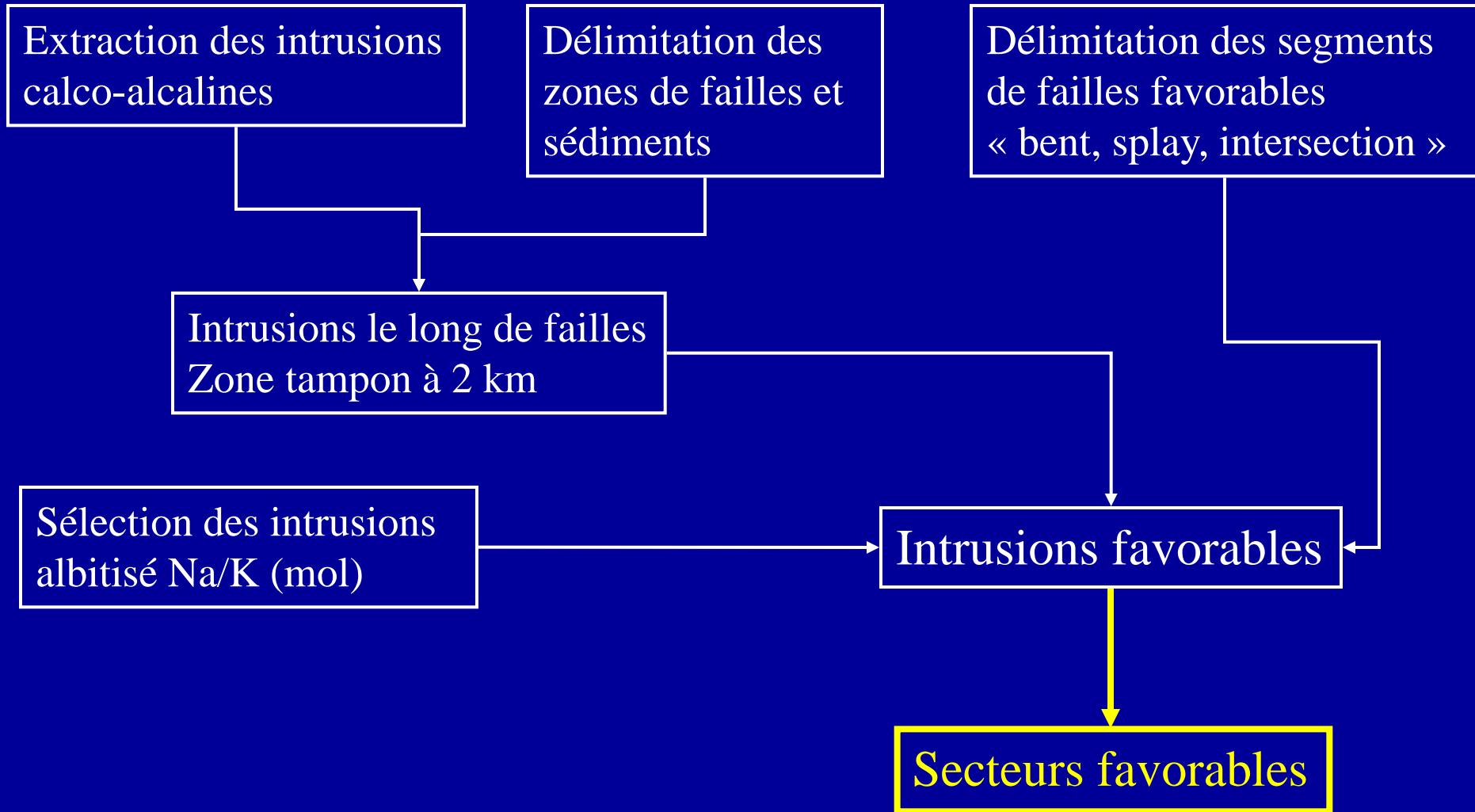
# PER alcalin: Un rappel



$$\text{Indice alcalin} = [-1 - ((2\text{Ca} + \text{K} + \text{Na})/\text{Ti}) / (\text{Al}/\text{Ti})] * 100$$

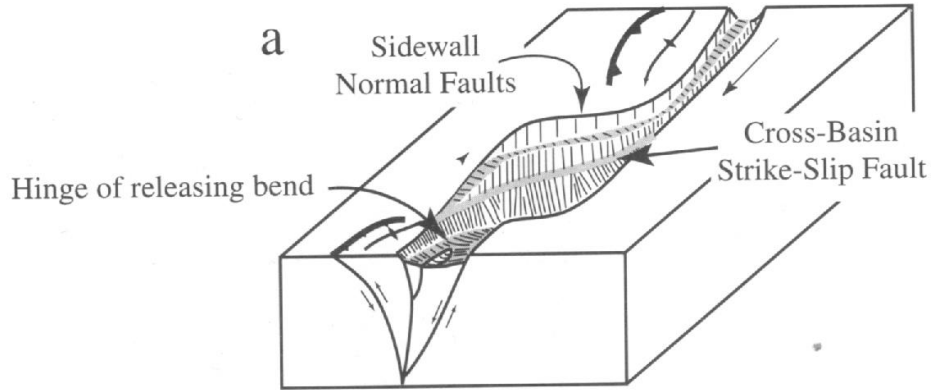
# Organigramme de sélection de secteur cible

## Gisements syn-tectoniques

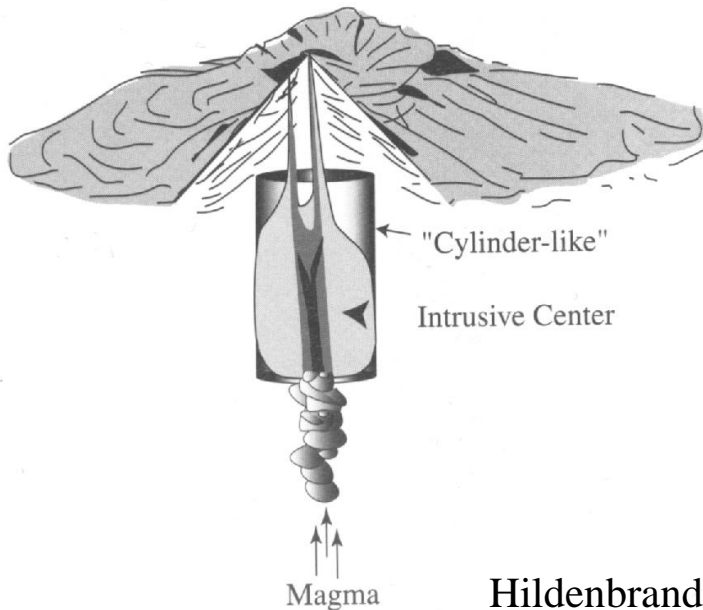




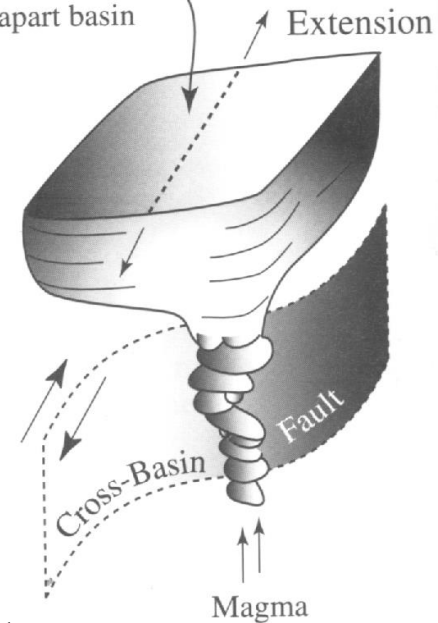
# Localisation des intrusions syn-tectoniques



**b** Intrusion in hinge of releasing bend



**c** Intrusion within pull-apart basin



Hildenbrand et al., 2001

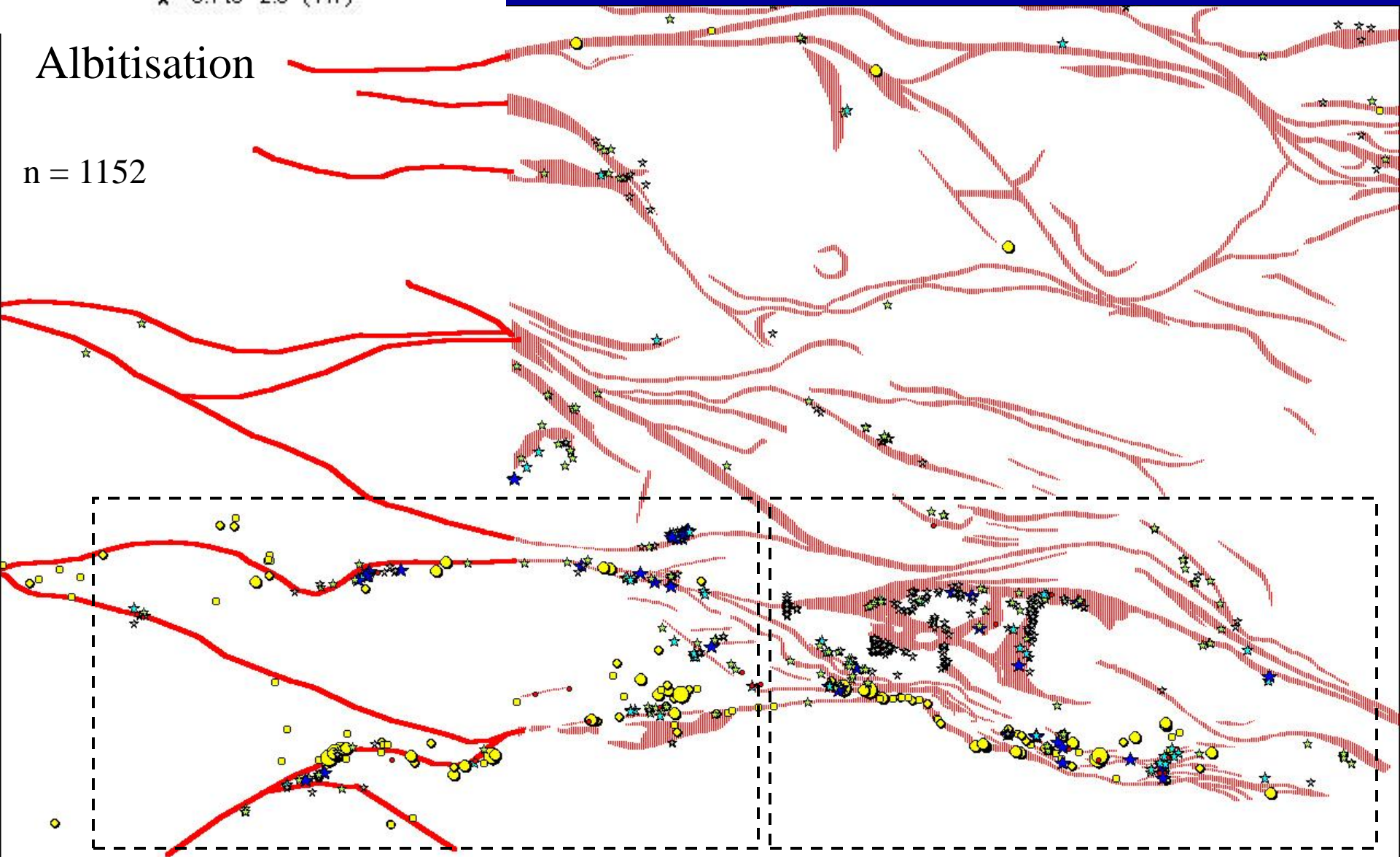
intrusion\_calco\_new\_fault\_extr by ratioNaK

- ★ 16 to 36 (75)
- ★ 7.2 to 16 (171)
- ★ 2.9 to 7.2 (375)
- ★ 0.1 to 2.9 (447)

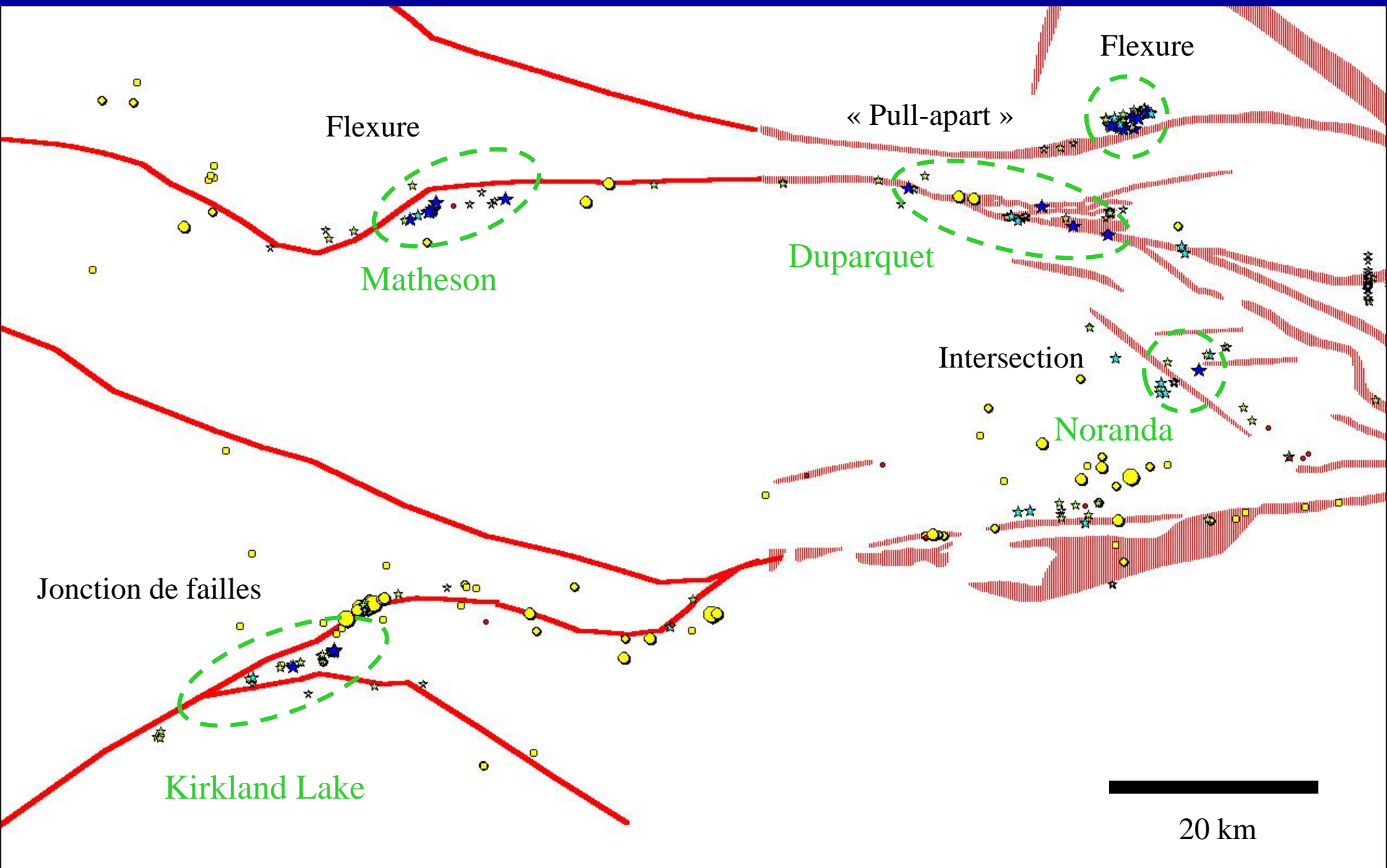
# Résultats Au-Faille en Abitibi

Albitisation

n = 1152

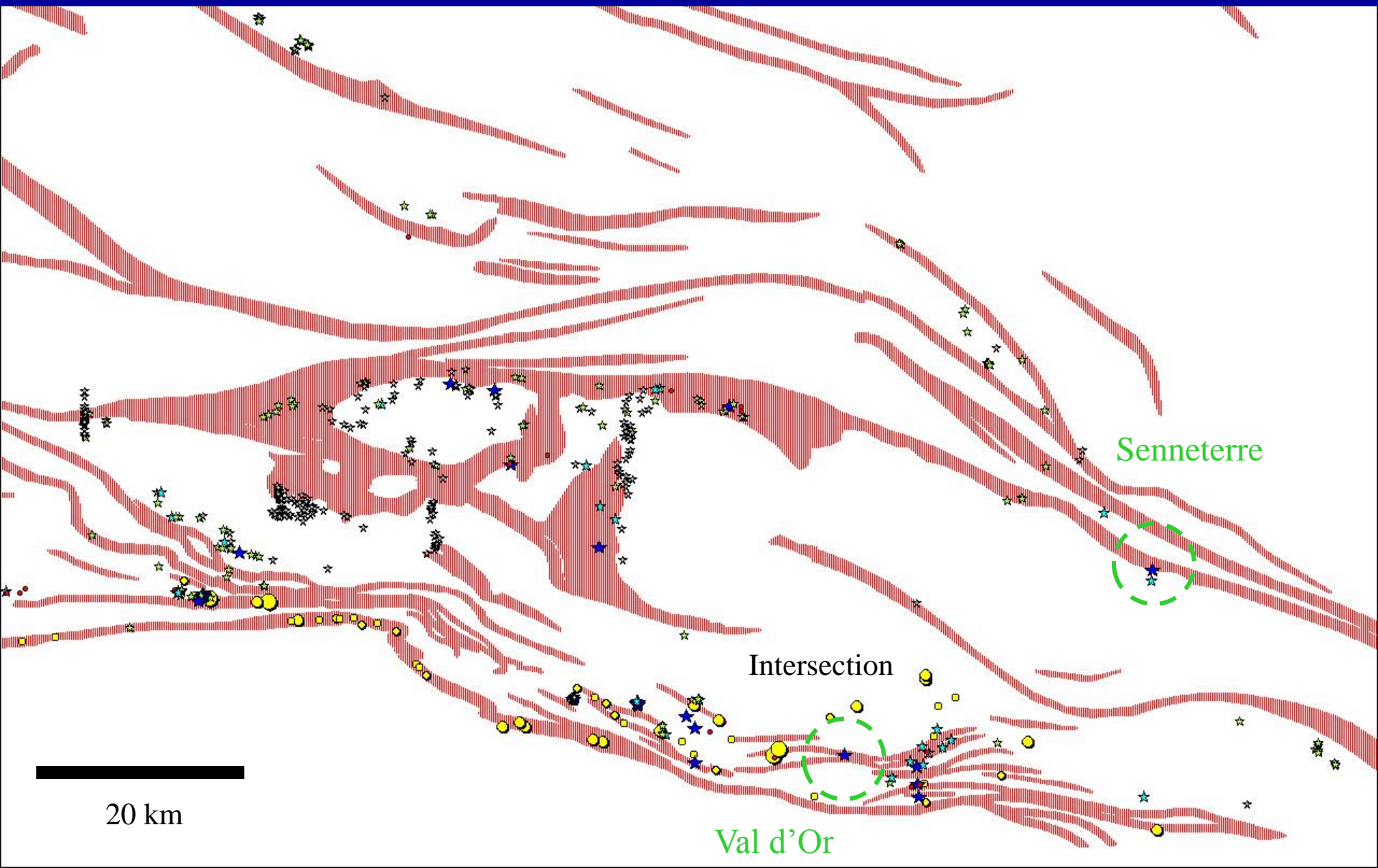


# Secteur Ontario-Rouyn





# Secteur Cadillac-Val d'Or





# Conclusions (1)

L'exercice de caractérisation des gisements épithermaux a mis en évidence un contexte pétrogénétique particulier qui se traduit par la présence de roches calco-alcalines et alcalines.

En Abitibi, deux groupes de gisements « atypiques » sont associés à des roches calco-alcalines à alcalines.

- Gisement Au syn-tectonique: associé à des intrusions le long des failles majeures
- Gisement Au (MB) syn-volcanique: associé à des complexes volcaniques

## Conclusions (2)

### Définition de secteurs cibles pour l'exploration en Abitibi

#### Gisements Au syn-tectoniques

Association: failles + intrusions + Na/K (albitisation) -> 7 secteurs cibles

Kirkland Lake, Matheson, Rouyn, Duparquet (2), Val d'Or et Senneterre

#### Gisements Au (MB) syn-volcaniques

Association: Volcanites + PER-Alkalin très faible (lessivage en alcalins)

-> plusieurs secteurs potentiels