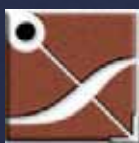




Forum technologique 2007

PER-GH: un nouvel outil pour déterminer la fertilité des roches felsiques

Par Vital Pearson, ing., M.Sc.A
Mines Virginia



CONSOREM

Consortium de recherche en exploration minérale

Alexis Minerals – Forest Gate – Iamgold – Mines Aurizon – ONHYM – Ressources Appalaches
Ressources Breakwater – SOQUEM – Vior – Virginia – Xstrata Zinc – Xstrata Cuivre
MRNF – DEC – MDEIE – UQAC – UQAM – URSTM



Plan de la présentation

- 1 – Historique / Problématique
- 2 - Approche des PER
(Pearce Element Ratio)
- 3 – Exemples d'utilisation
- 4 - Conclusions



Historique (1970-2007)

Condie (1976, 1981)

DSV (Depleted Siliceous Volcanics; 1976), FI; 1981
 → Archéen seulement



USV (Undepleted Siliceous Volcanics; 1976), FII; 1981
 → Archéen et moderne



N: 12 (FI)
 N: 8 (FII)

Thurston (1981); Campbell et al., 1982, 1984



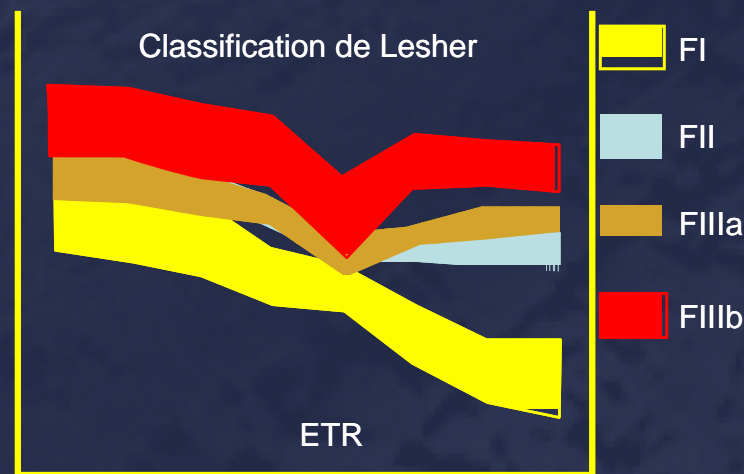
Ore Barren Rhyolite
 Ore Bearing Rhyolite

Lesher et al., 1986

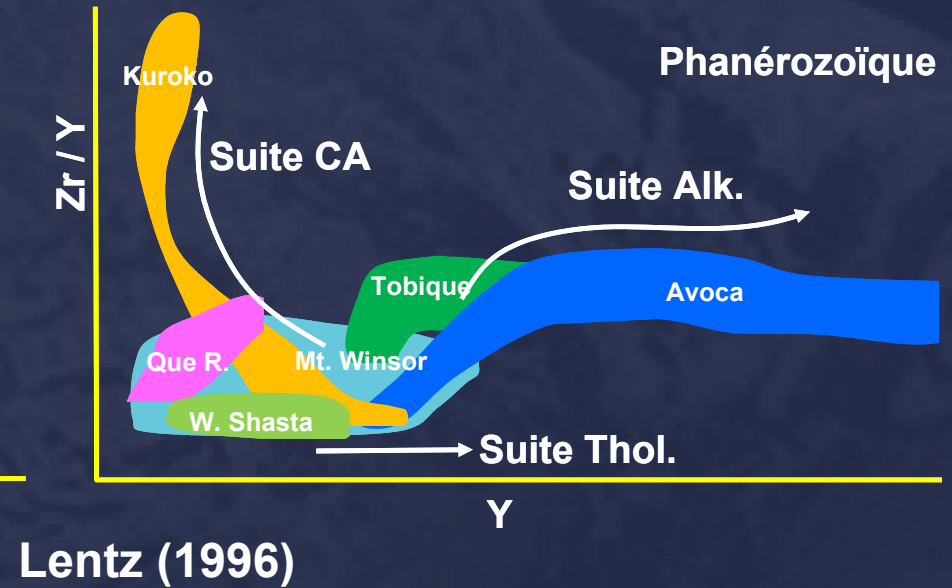
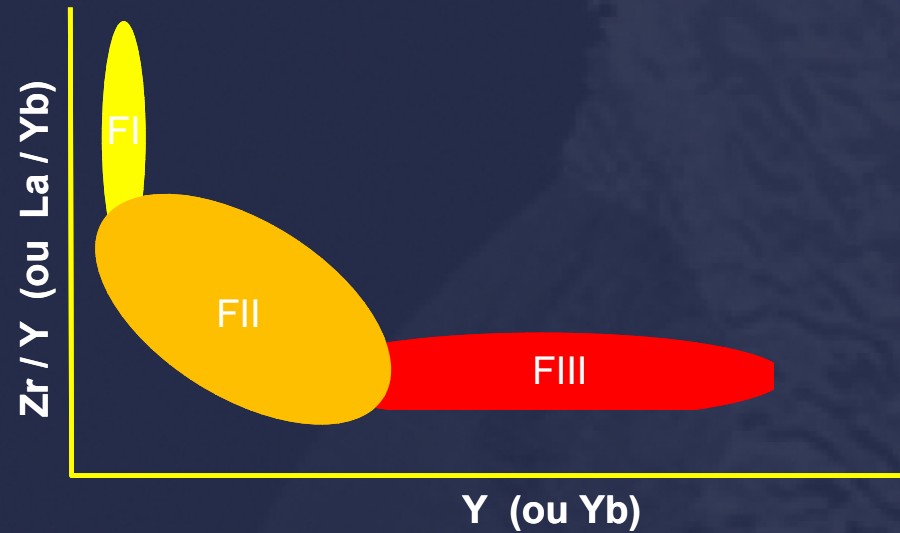
FI: profil fractionné appauvri en ETR-lourd

FII: profil intermédiaire

FIII: profil plat enrichi en ETR-lourd



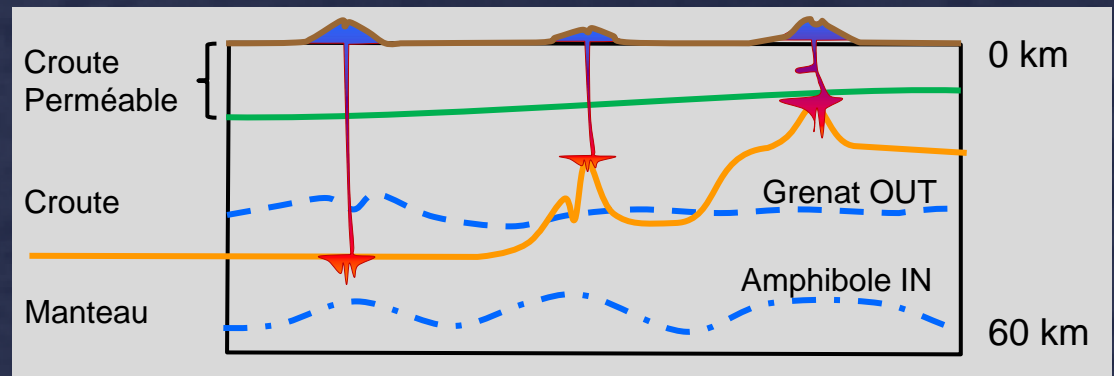
Historique (1970-2007)



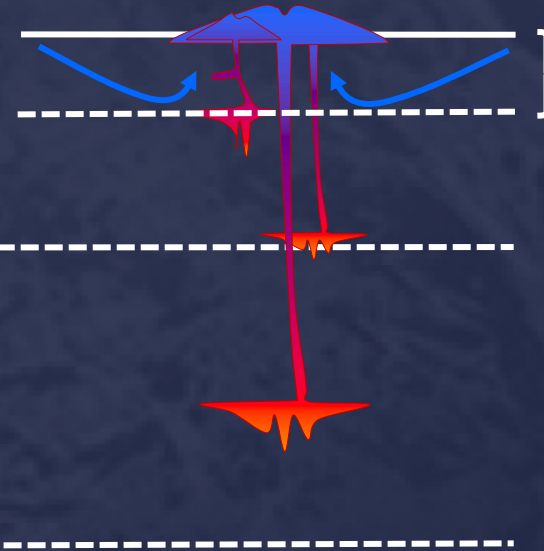
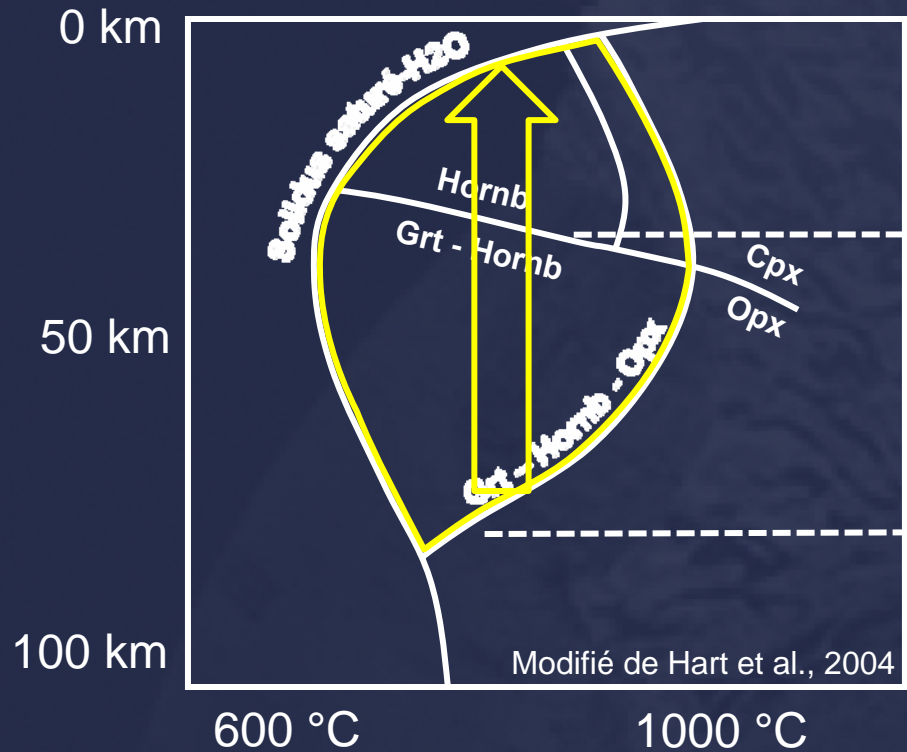
Lentz (1996)

Hart et al., 2004

Au-delà de la pétrogenèse, le contexte géodynamique en extension: avec incidence sur la profondeur des sources



Phases sensibles à la pression



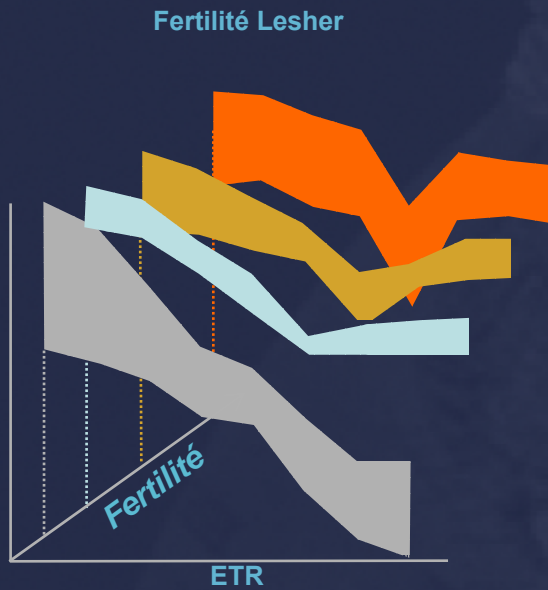
ZONE PROPICE À L'HYDROTHERMALISME

La hornblende fractionnée à forte profondeur a un contenu accru en Al



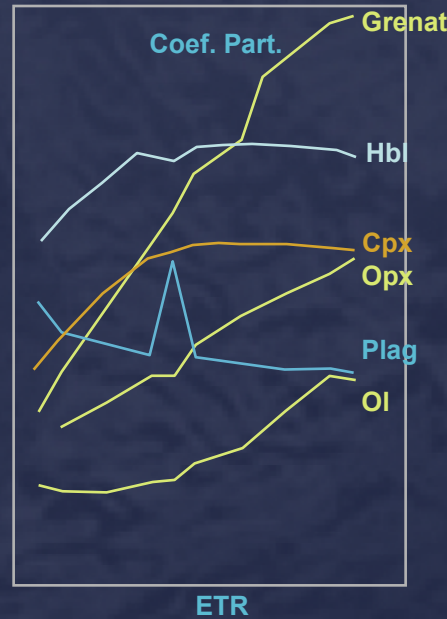
Utilisation du Grenat et de la Hornblende

Observation, Classification...

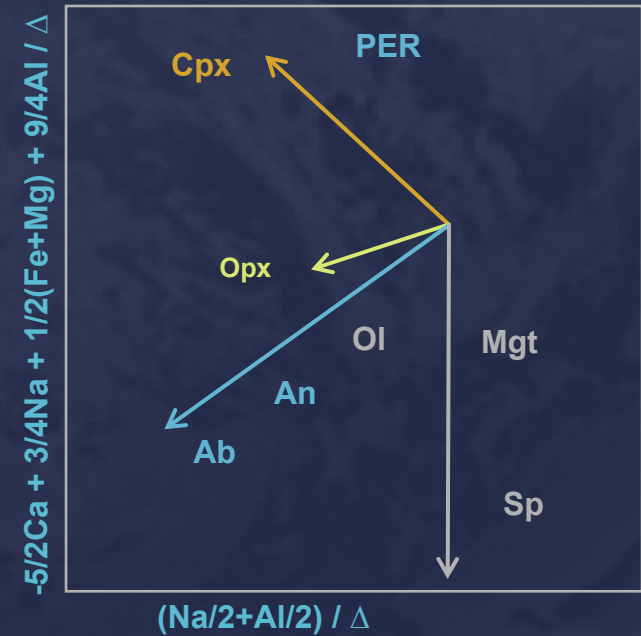


... on établit un lien empirique

...Hypothèse.



De l'hypothèse du fractionnement...



...on formule un test de validation.

Question: Est-il possible d'utiliser les éléments majeurs pour évaluer l'hypothèse du fractionnement ?



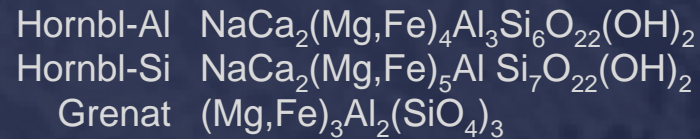
Plan de la présentation

- 1 – Historique / Problématique
- 2 - Approche des PER
(Pearce Element Ratio)
- 3 – Exemples d'utilisation
- 4 - Conclusions



Procédure de calcul

3 phases minérales:



$$\mathbf{C} = \begin{matrix} & \text{CN} & \text{FM} & \text{Al} & \text{Si} \\ \text{H-Al} & \begin{pmatrix} 3 & 4 & 3 & : & 6 \end{pmatrix} \\ \text{H-Si} & \begin{pmatrix} 3 & 5 & 1 & : & 7 \end{pmatrix} \\ \text{Grt} & \begin{pmatrix} 0 & 3 & 2 & : & 3 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

$$\mathbf{A} = \begin{matrix} & \text{X} & \text{Y} \\ \text{CN} & \begin{pmatrix} 0 & y_{\text{CN}} \end{pmatrix} \\ \text{FM} & \begin{pmatrix} 0 & y_{\text{FM}} \end{pmatrix} \\ \text{Al} & \begin{pmatrix} 0 & y_{\text{Al}} \end{pmatrix} \\ \text{Si} & \begin{pmatrix} 1 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

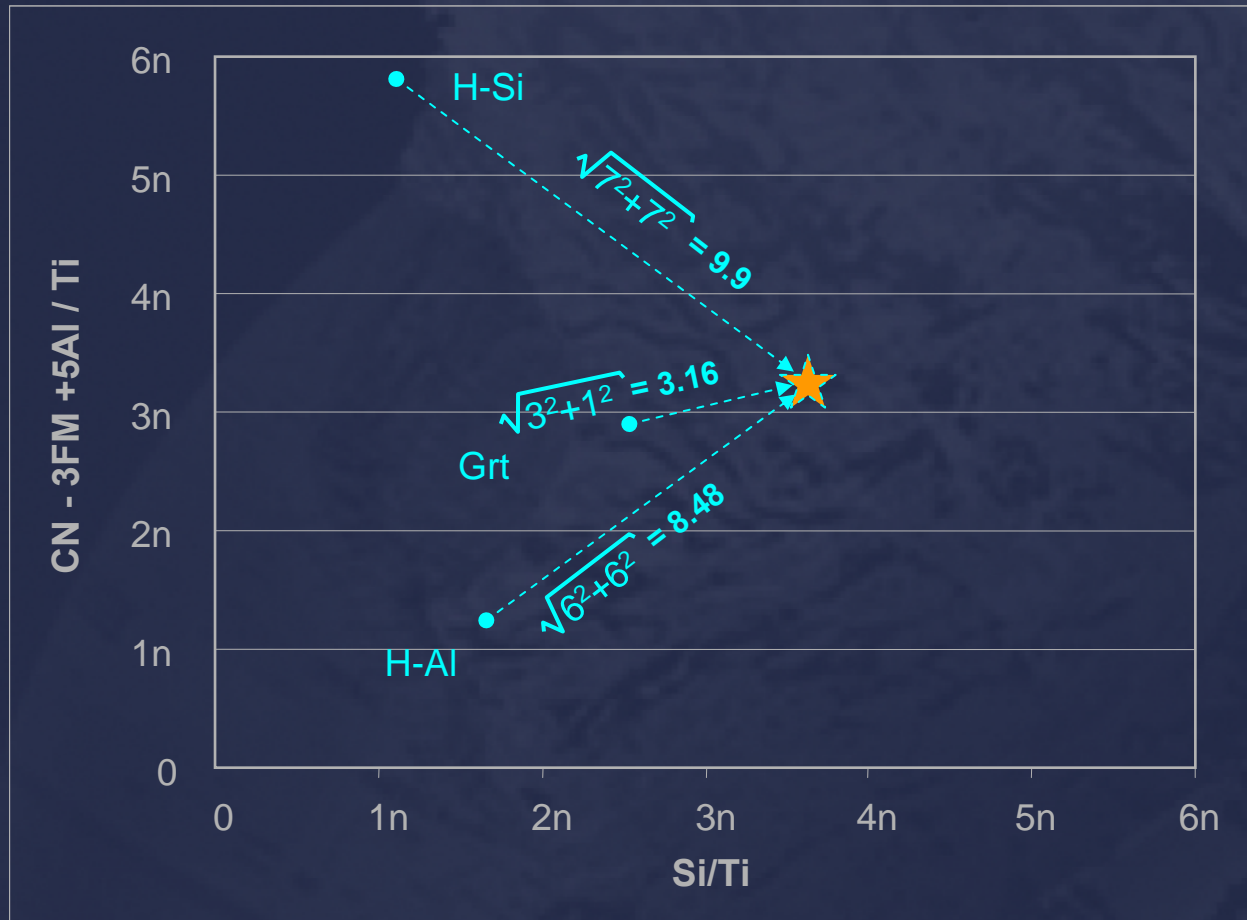
$$\mathbf{D} = \mathbf{C} \times \mathbf{A} = \begin{matrix} & \text{Dx} & \text{Dy} \\ \text{H-Al} & \begin{pmatrix} 6 & 6 \end{pmatrix} & (m=1) \\ \text{H-Si} & \begin{pmatrix} 7 & -7 \end{pmatrix} & (m=-1) \\ \text{Grt} & \begin{pmatrix} 3 & 1 \end{pmatrix} & (m=1/3) \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} 3y_{\text{CN}} + 4y_{\text{FM}} + 3y_{\text{Al}} = 6 \\ 3y_{\text{CN}} + 5y_{\text{FM}} + y_{\text{Al}} = -7 \\ 3y_{\text{FM}} + 2y_{\text{Al}} = 1 \end{matrix} \Rightarrow \begin{matrix} y_{\text{FM}} = -3 \\ y_{\text{Al}} = 5 \\ y_{\text{CN}} = 1 \end{matrix} \Rightarrow \mathbf{A} = \begin{matrix} & \text{X} & \text{Y} \\ \text{CN} & \begin{pmatrix} 0 & 1 \end{pmatrix} \\ \text{FM} & \begin{pmatrix} 0 & -3 \end{pmatrix} \\ \text{Al} & \begin{pmatrix} 0 & 5 \end{pmatrix} \\ \text{Si} & \begin{pmatrix} 1 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Abscisse: $(\text{CN} - 3\text{FM} + 5\text{Al})/\text{Ti}$
 Ordonnée: Si/Ti



Per-GH ; Grenat - Hornb Al/Si

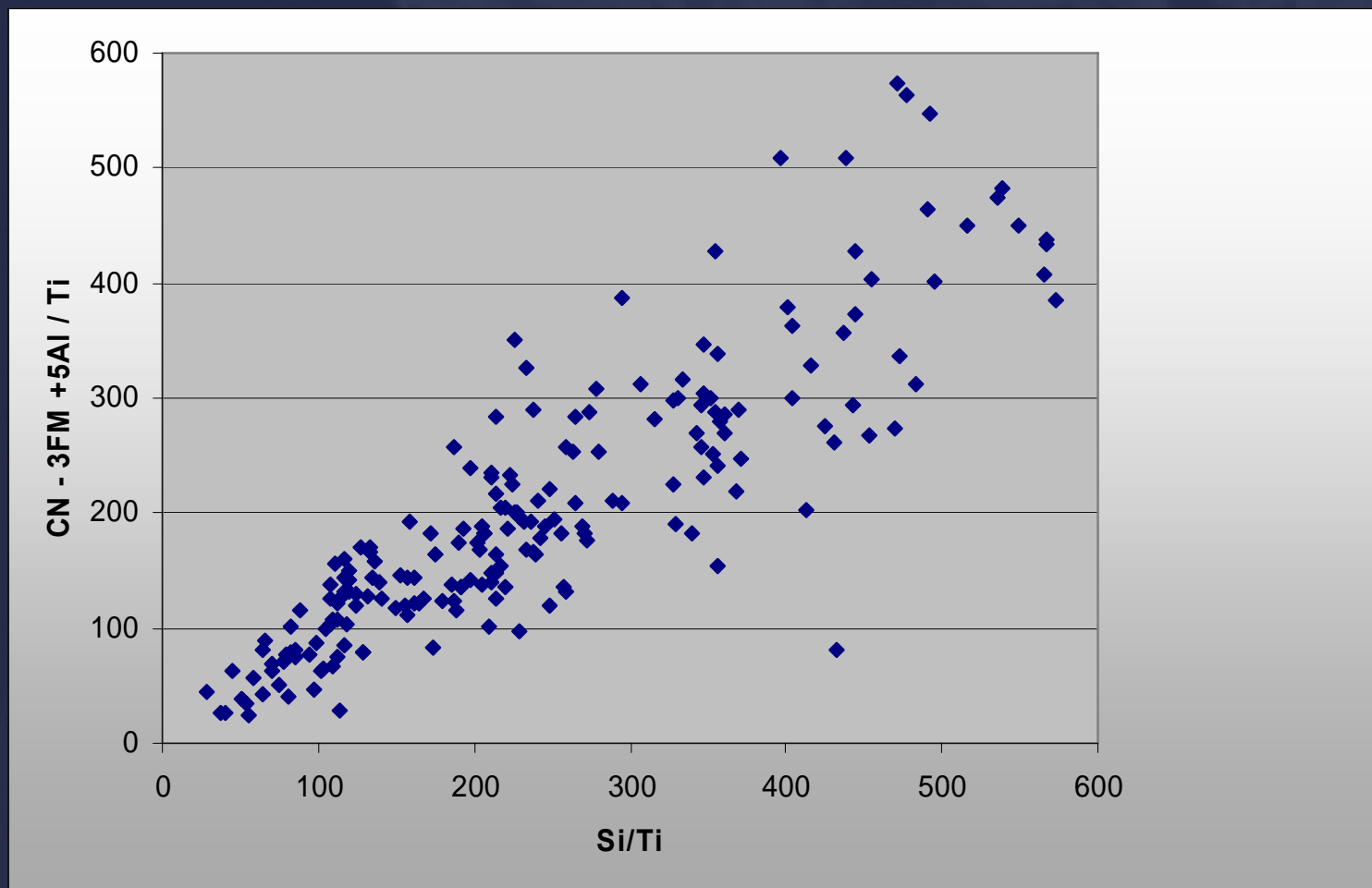


	Dx	Dy	(m)
H-Al	6	6	(m=1)
H-Si	7	-7	(m=-1)
Grt	3	1	(m=1/3)

Les coord. de l'échant. rhyolitique sont influencées par ses antécédents de différenciation (fractionnement)

Per-GH ; Grenat - Hornb Al/Si

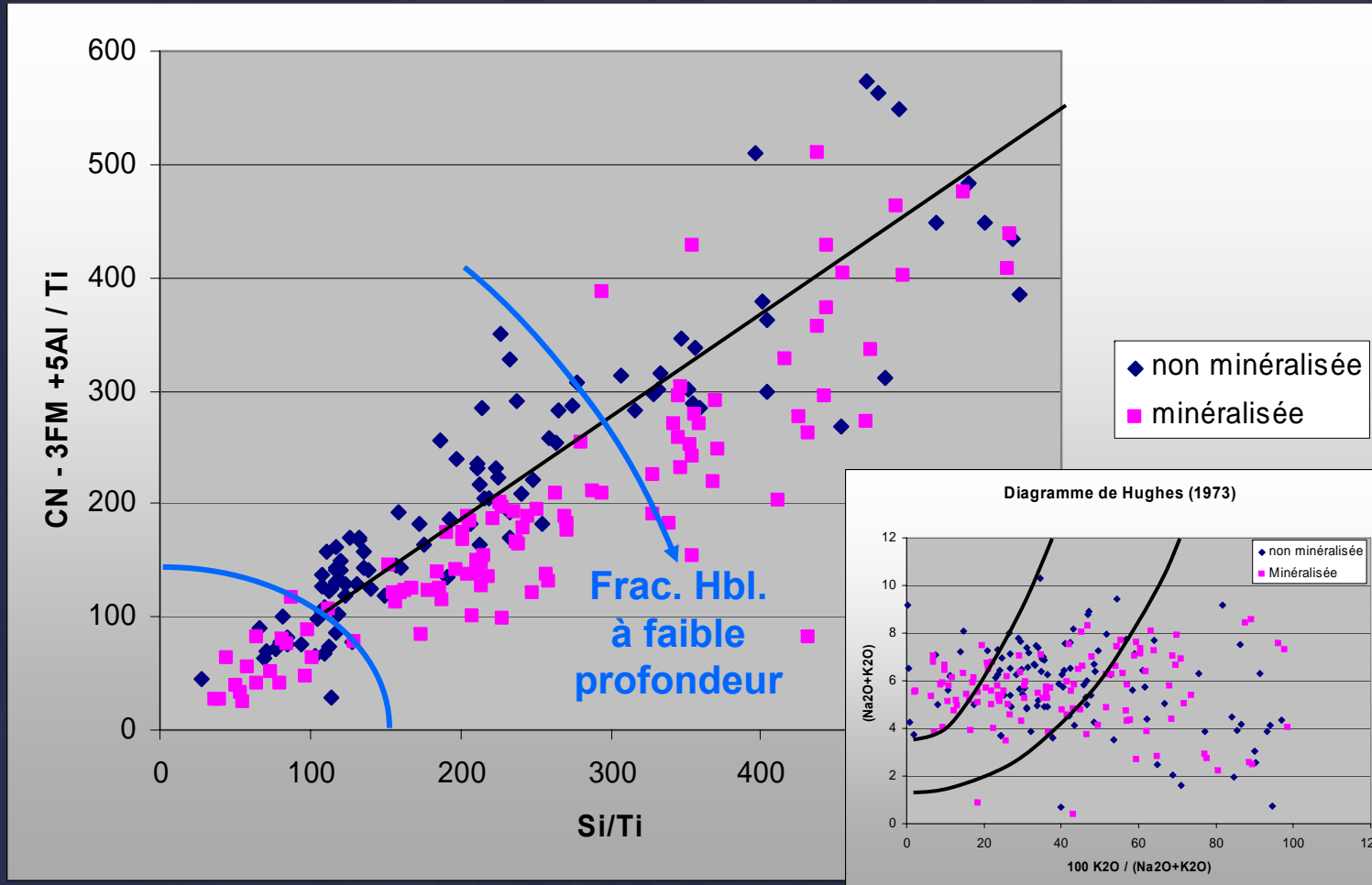
Fichier: public - Rhyolites archéennes fraîches. N=224



réf. compilation lithogéochimique de 35 publications

Per-GH ; Grenat - Hornb Al/Si

Fichier: public - Rhyolites archéennes fraîches. N=224

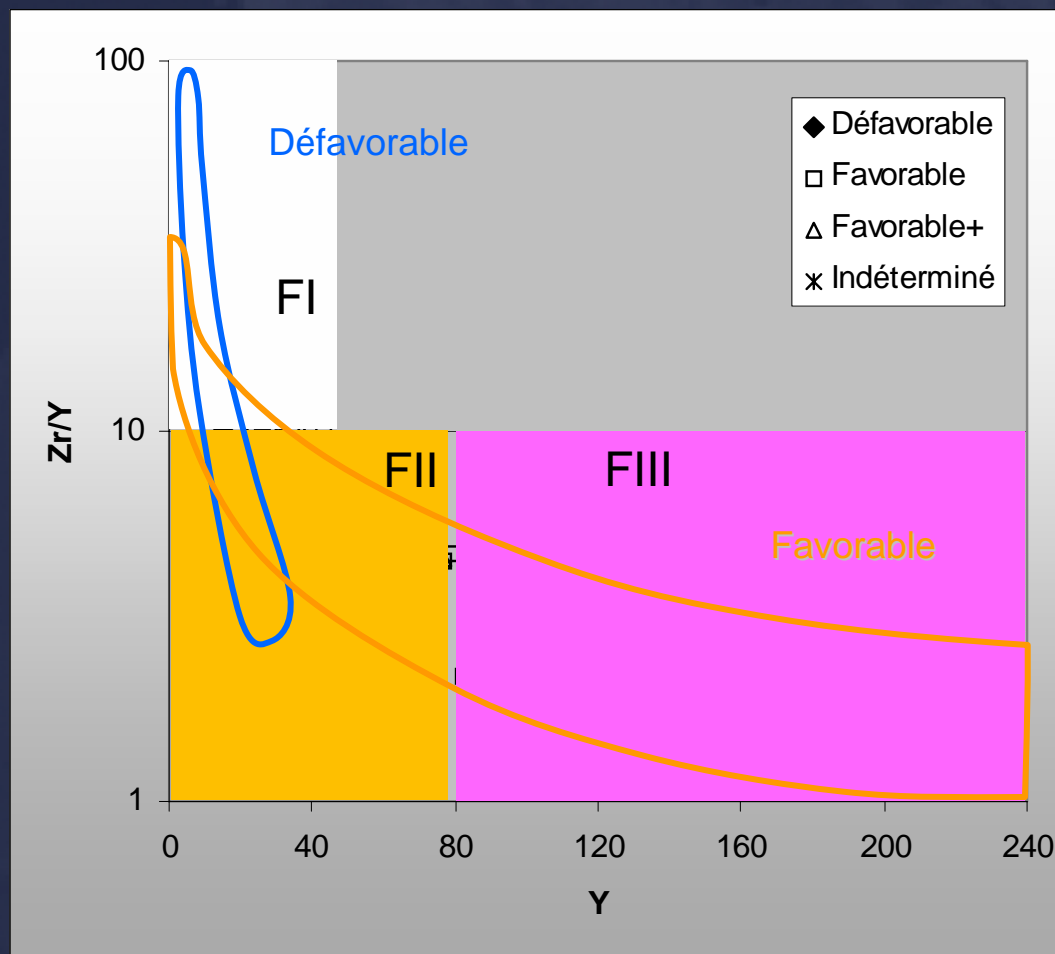


AFD basé sur les coefficients des deux axes permet une classification a posteriori ayant un taux de succès de 75.82%
 réf. compilation lithogéochimique de 35 publications



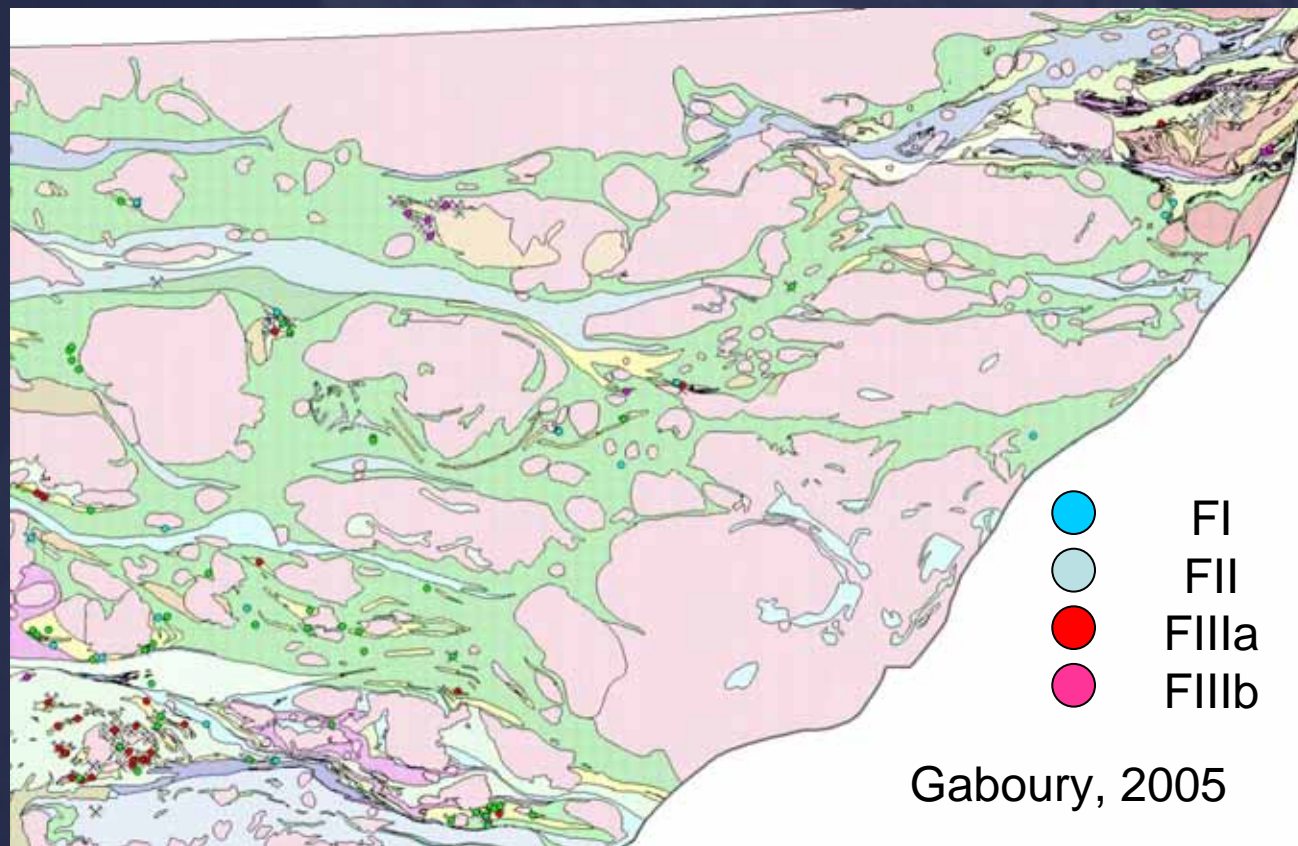
Per-GH ; Grenat - Hornb Al/Si

Classification PER-GH et contenu en éléments traces Zr-Y (diagramme de Lesher et al. (1986))



Per-GH ; Grenat - Hornb Al/Si

Fichier: CONSOREM - Rhyolites archéennes fraîches. N=108

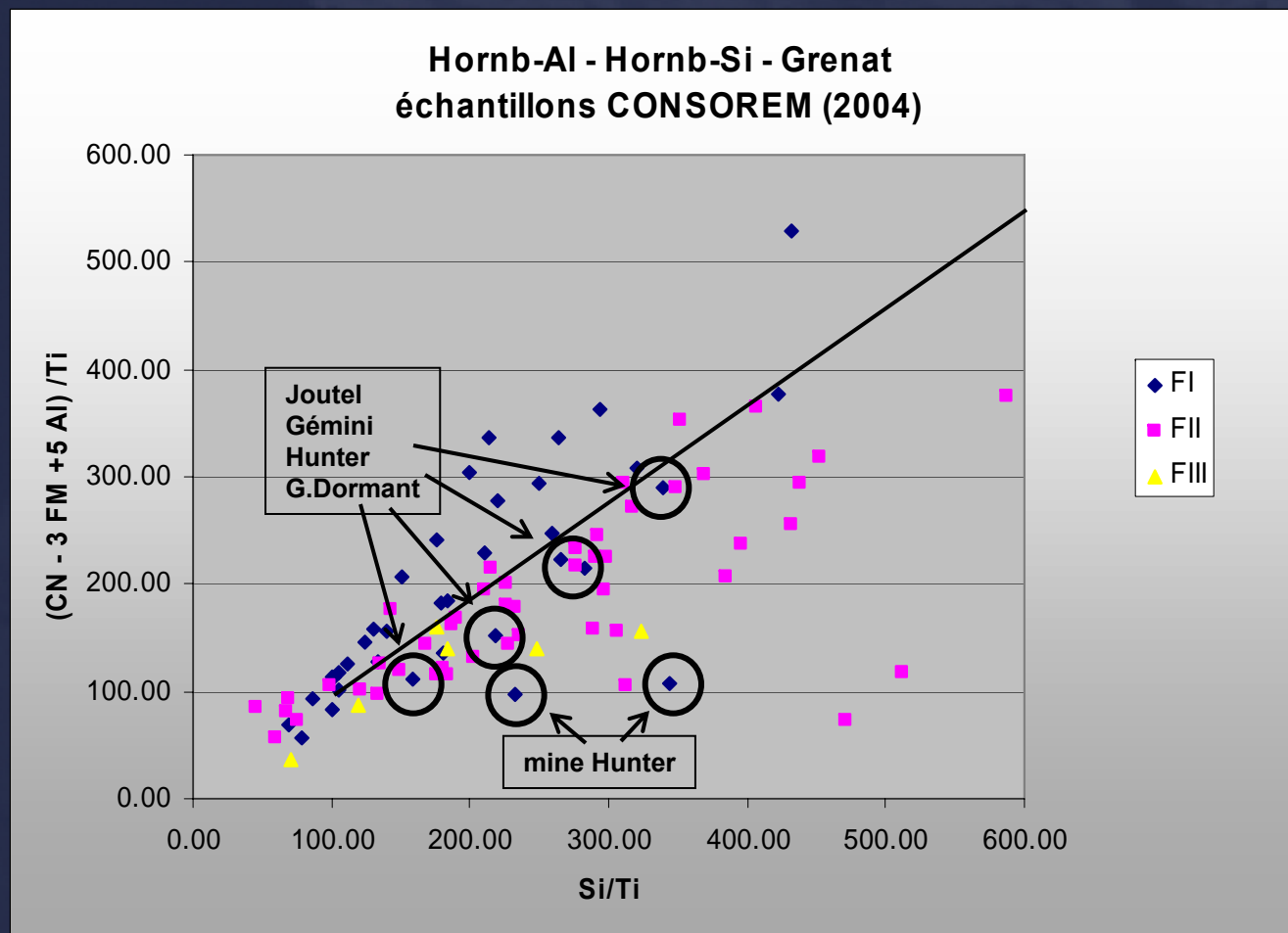


Classification FI-FII-FIII basée sur les diagrammes Y-Zr et La-Yb de Lesher et al., 1986



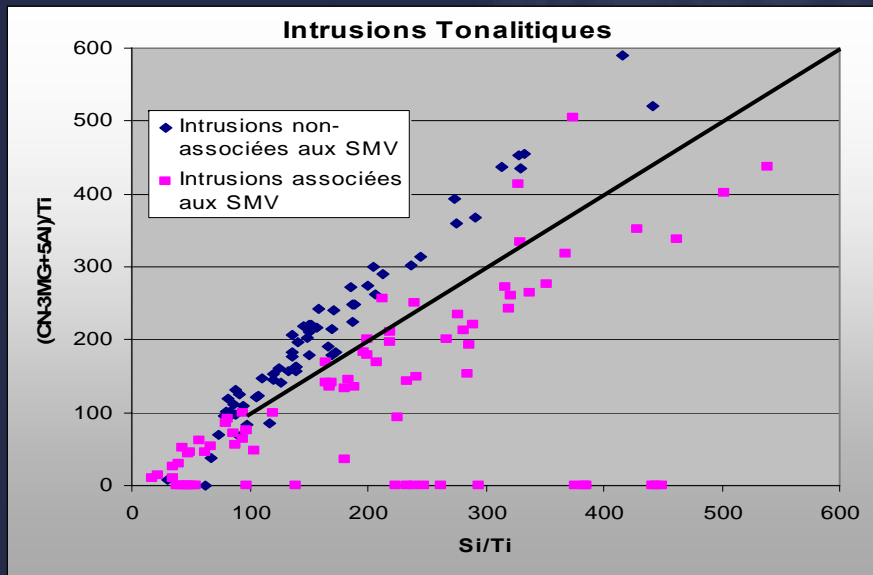
Per-GH ; Grenat - Hornb Al/Si

Fichier: CONSOREM - Rhyolites archéennes fraîches. N=108



Classification FI-FII-FIII basée sur les diagrammes Y-Zr et La-Yb de Lesher et al., 1986

Per-GH et plutons syn-volcaniques



Intrusions: n = 154

Syn-volc.

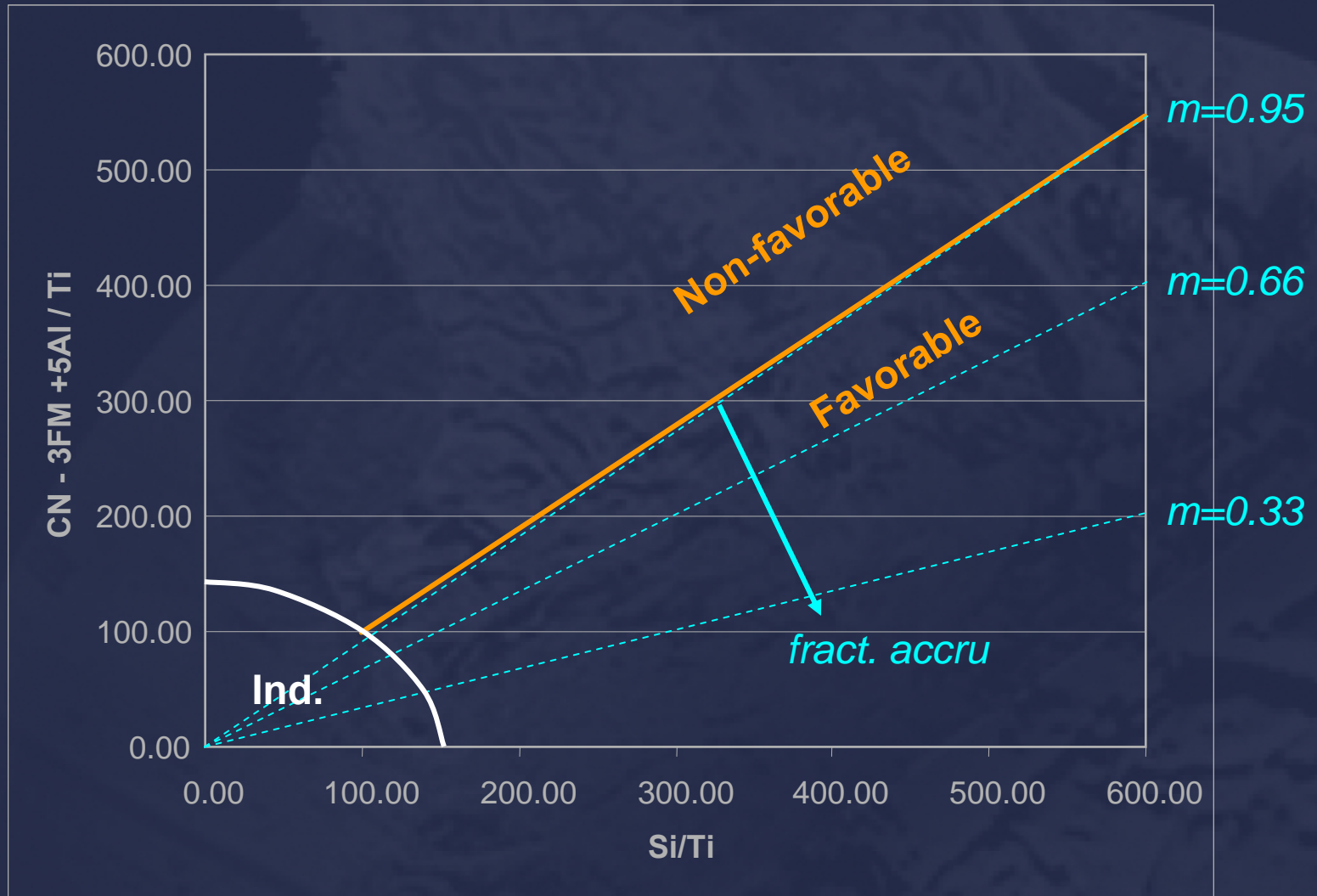
- Flavrian
- Bourlamaque
- Montcalm
- Kamiskotia
- Confederation
- Grass lake
- Biedelman (Sturg.)
- Sneath (flin flon)
- Richard (snow lake)

Syn-tecto.

- Dufault
- lac Abitibi
- Pontiac
- Lacorne
- Watabeg
- Garrison
- Matachewan
- Otto



Per-GH: Mode d'utilisation



Seuil de classes empiriques



Plan de la présentation

1 – Historique / Problématique

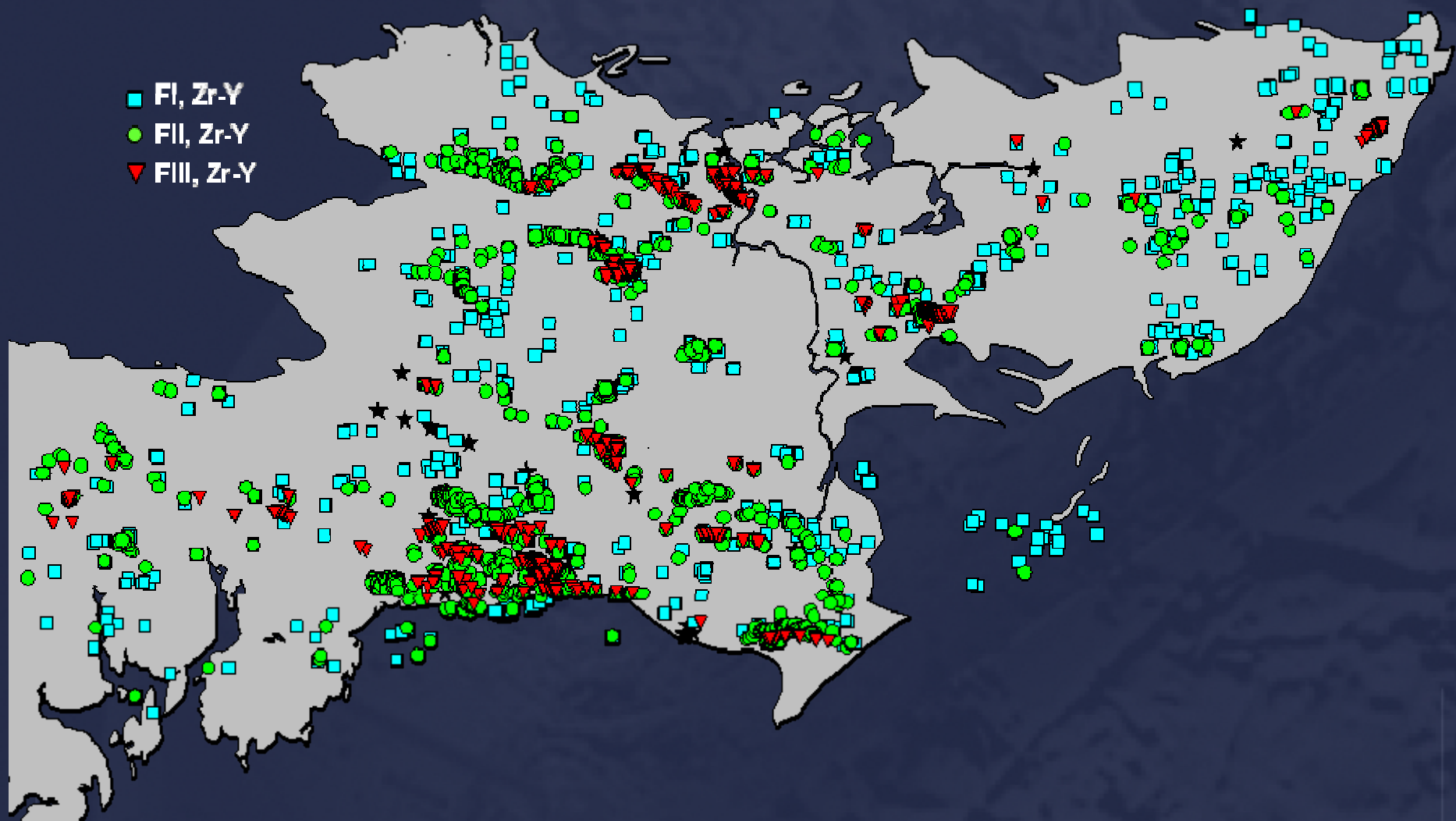
2 - Approche des PER
(Pearce Element Ratio)

3 – Exemples d'utilisation

4 - Conclusions

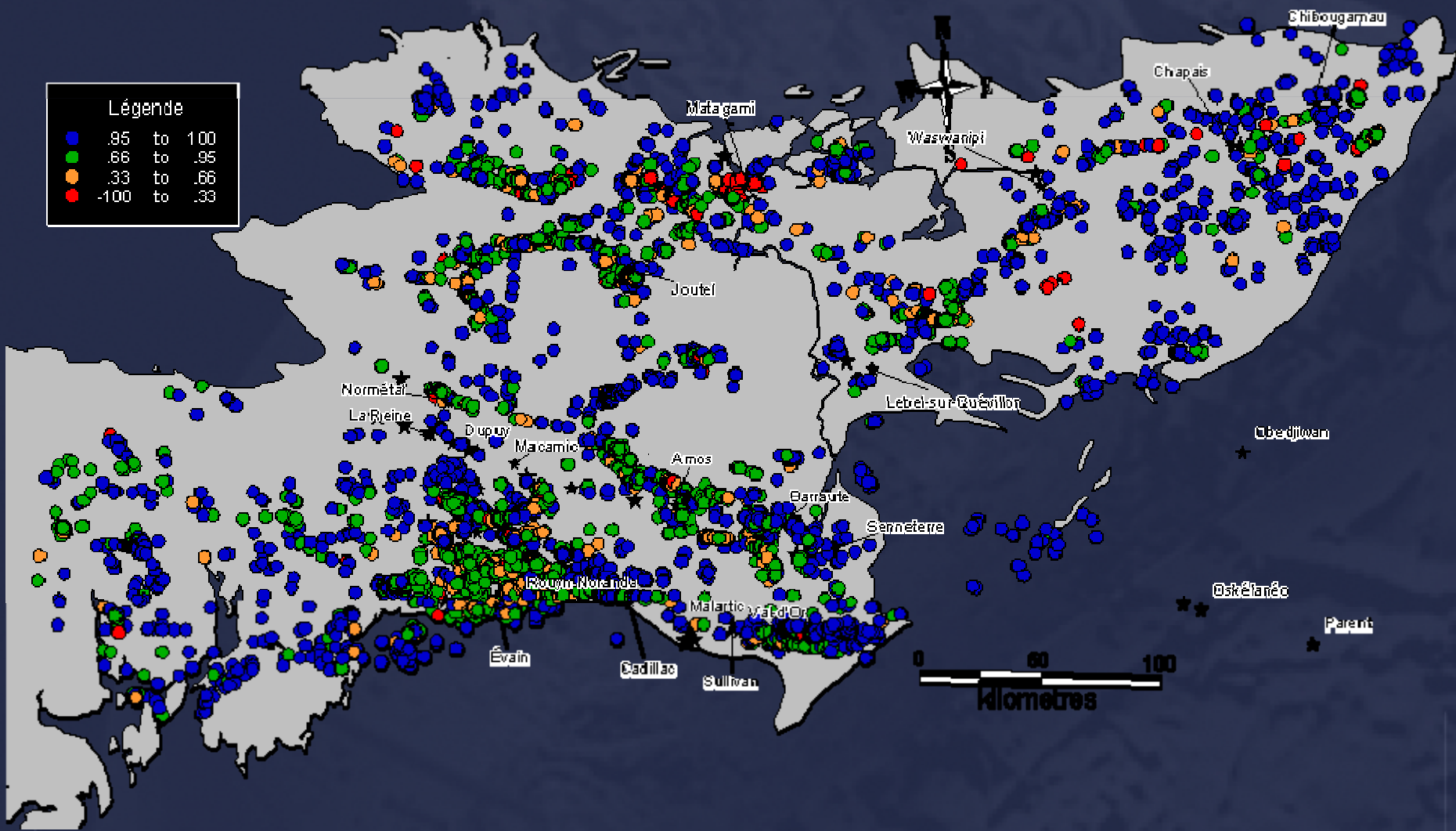
Classification des Felsites

... en utilisant l'indice Zr/Y de Lesher et al., 1986. Fraîches et altérées. n=10,399



Classification des Felsites

... en utilisant l'indice PER Hornblende Si-Al et Grenat. Fraîches et altérées. n=24,579

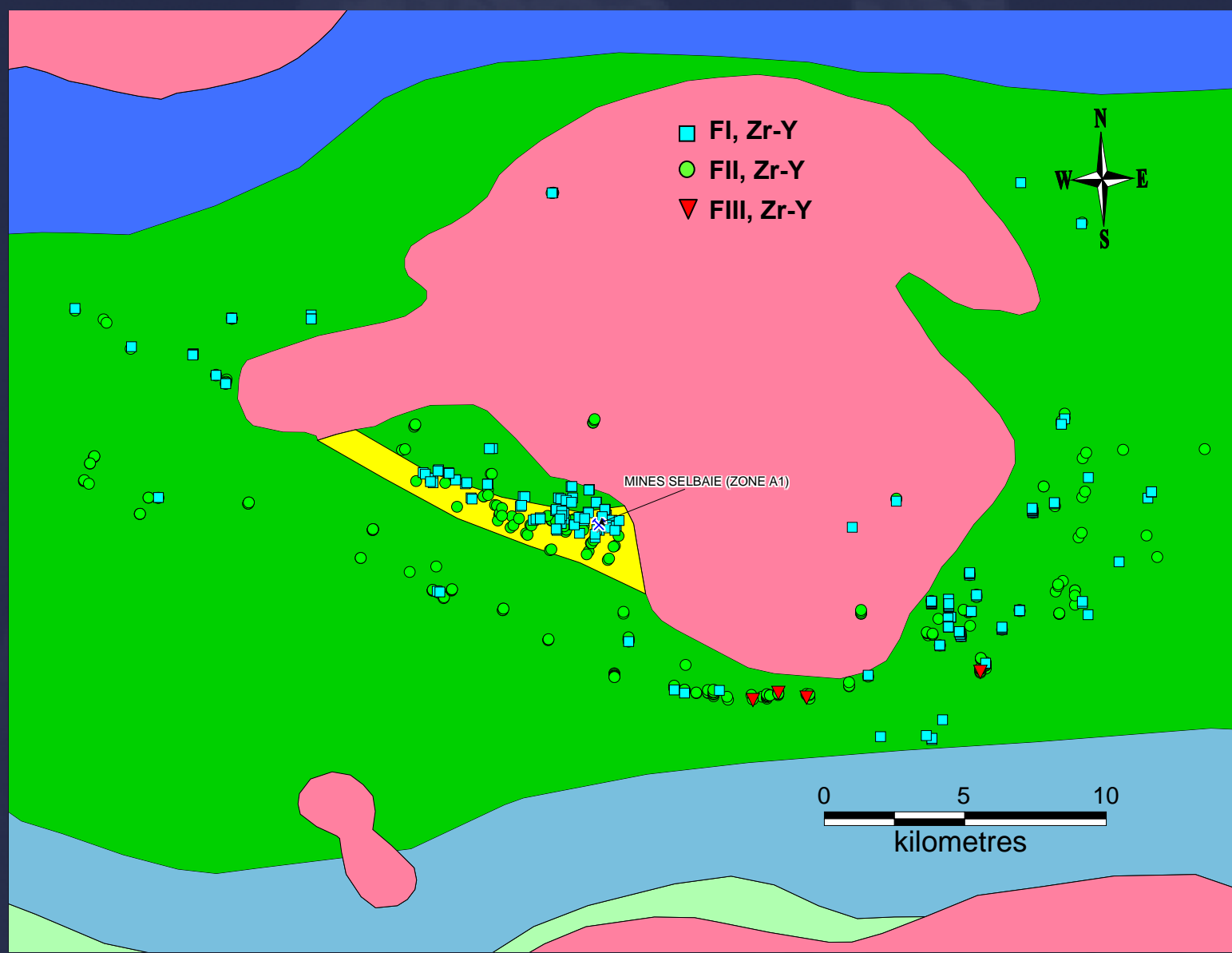


Légende

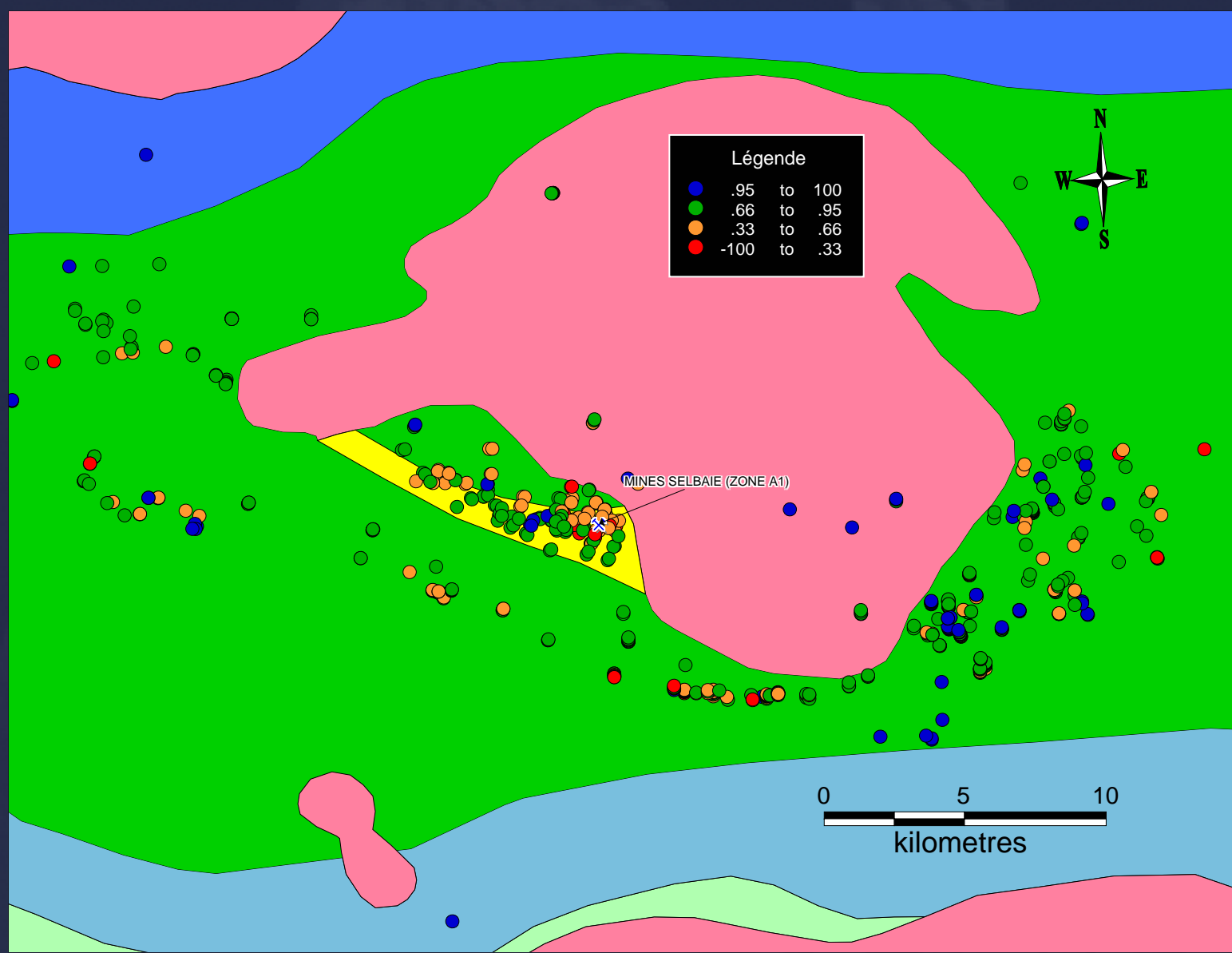
●	.95	to	1.00
●	.66	to	.95
●	.33	to	.66
●	-.100	to	.33



Selbaie

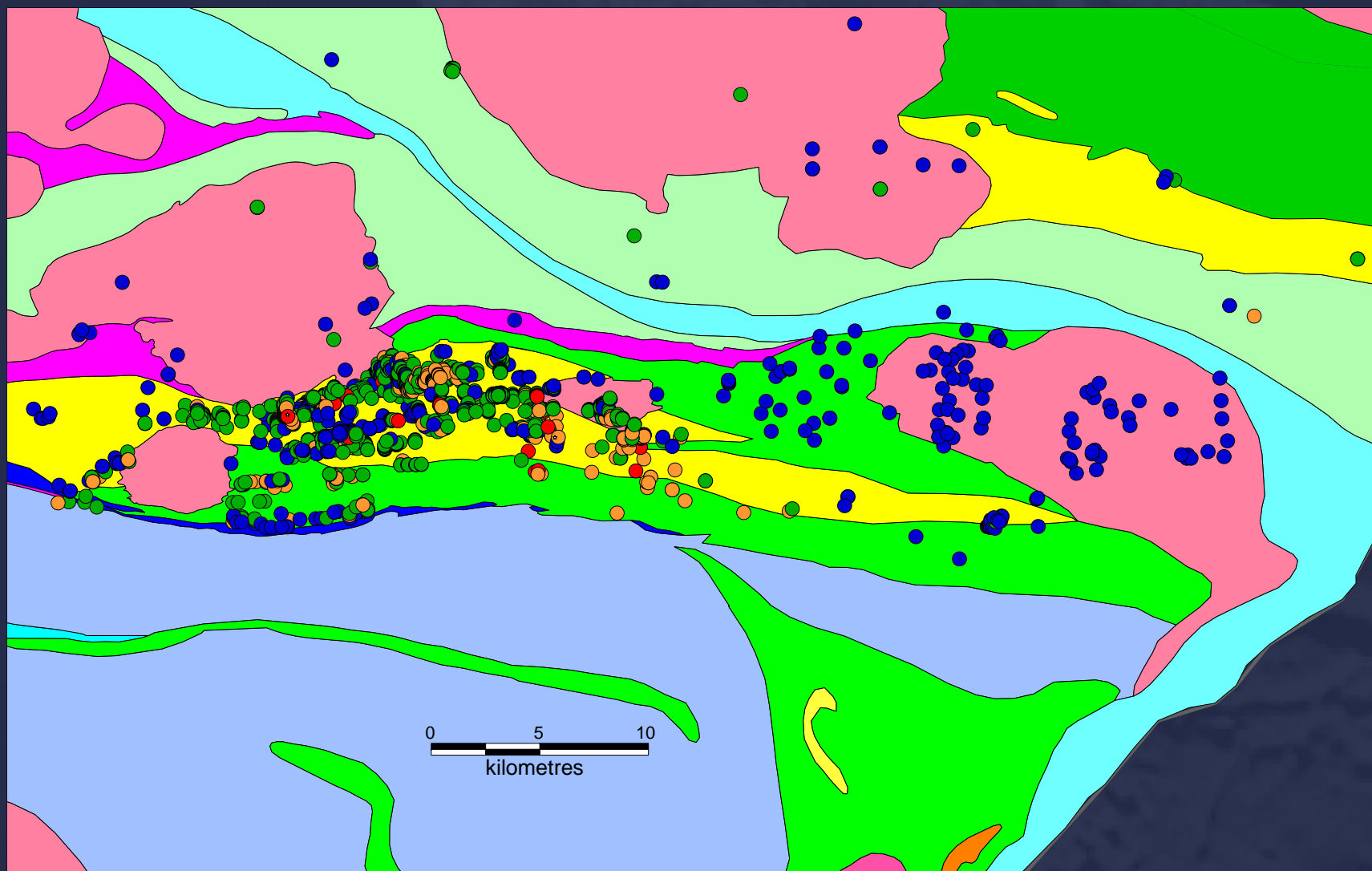


Selbaie

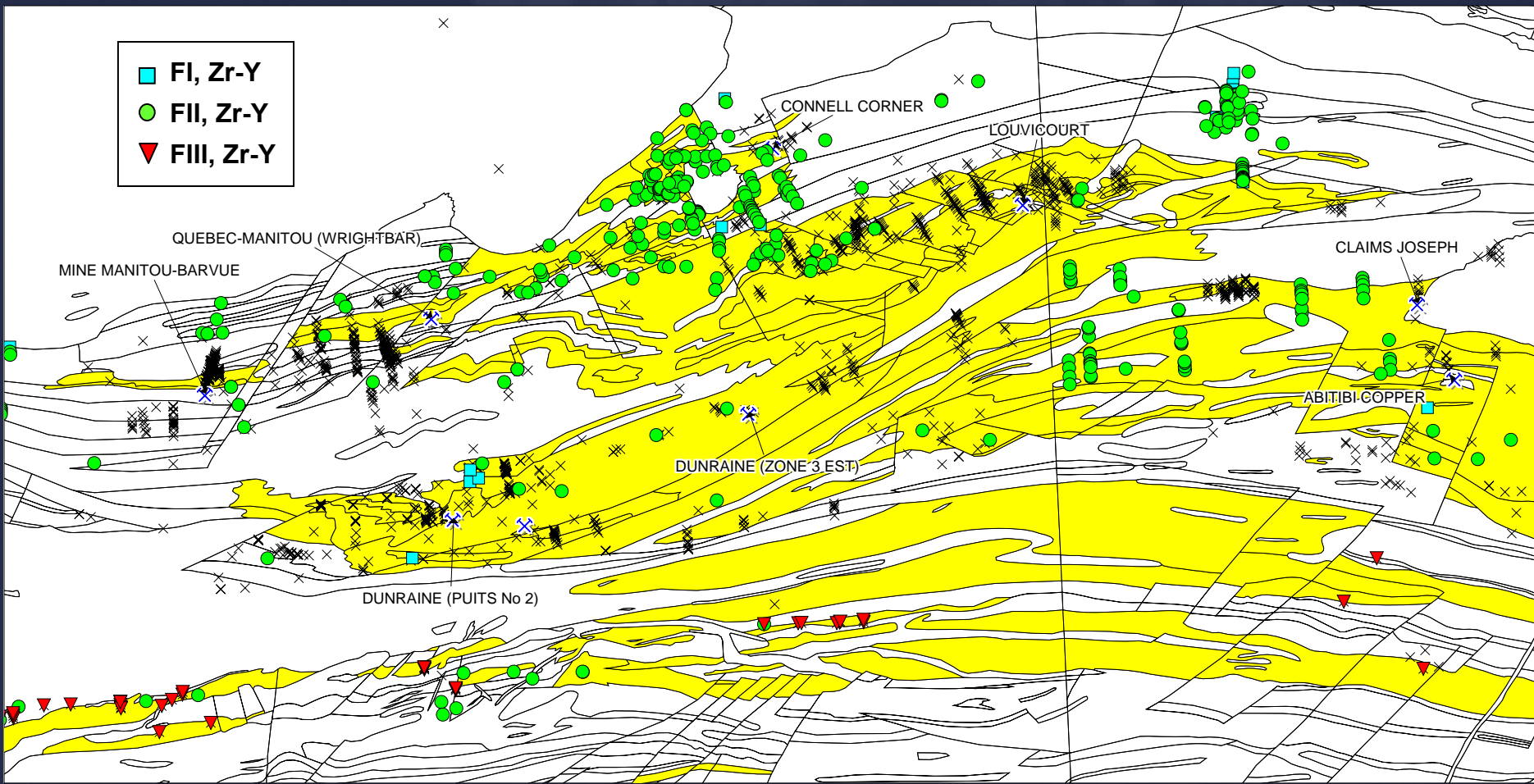




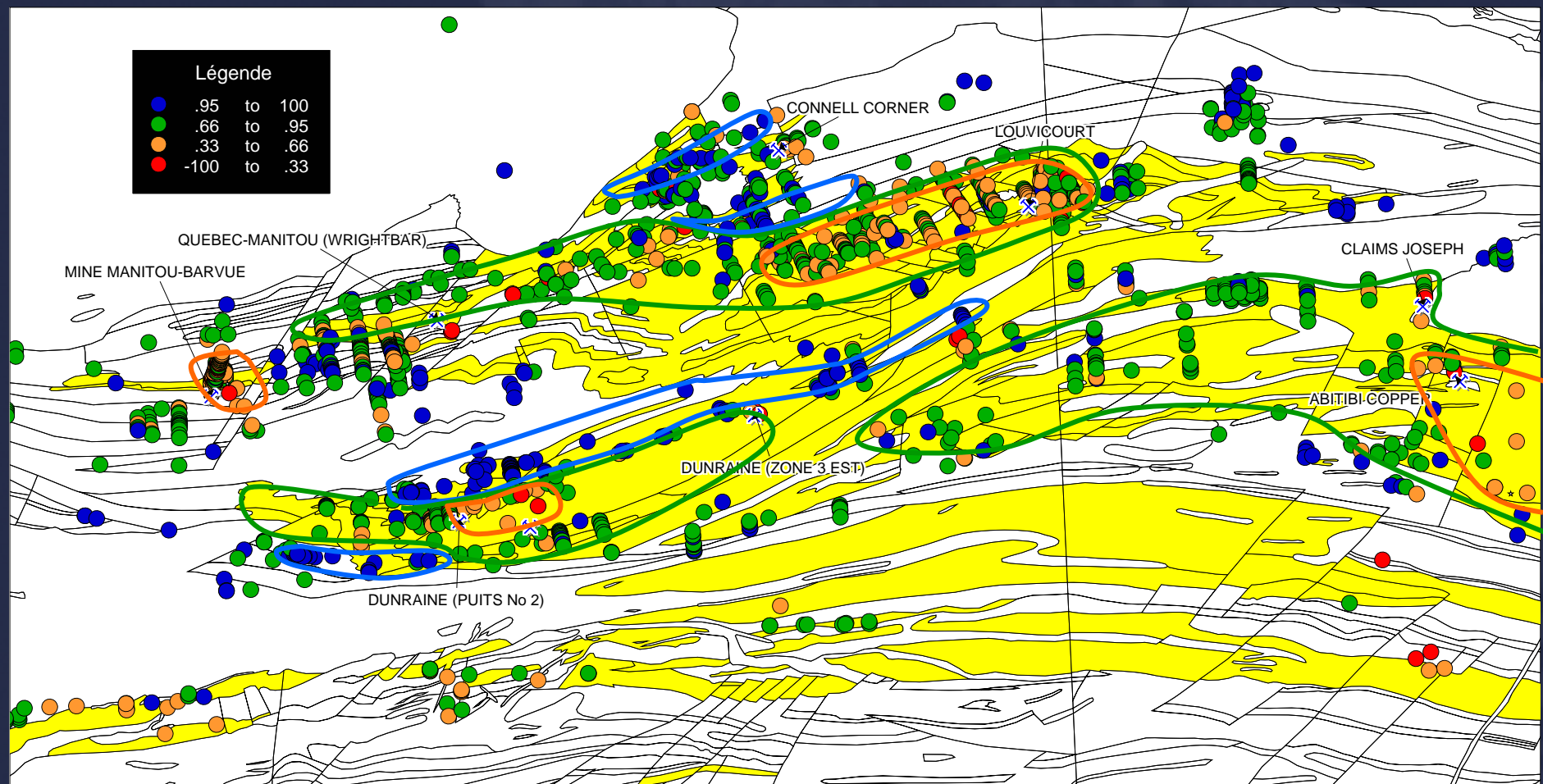
Val-d'Or



Val-d'Or



Val-d'Or





Plan de la présentation

1 – Historique / Problématique

2 - Approche des PER
(Pearce Element Ratio)

3 – Exemples d'utilisation

4 - Conclusions



Conclusions

- La classification des rhyolites est basée sur le contenu en ETR et HFSE.
 - Le contenu en ETR et HFSE est contrôlé par les phases présentes lors de la fusion partielle et du fractionnement.
 - Les principales phases présentes sont le Grenat, Hornbl., Cpx., Opx. et Plagio.
-
- La composition des rhyolites (Élém. Majeurs) garde l’empreinte chimique des processus pétrogénétiques (f. part. et fract.).
 - Il est possible d’utiliser une suite de sept éléments majeurs pour la classification des environnements felsiques favorables.
 - La classification se visualise a l’aide d’un diagramme XY où l’ordonnée est Si/Ti et l’abscisse est $(\text{Ca}+\text{Na})-3*(\text{Fe}+\text{Mg})+5*\text{Al/Ti}$
 - L’indice Per-GH est un nombre représentant la pente (Y/X)



Références : données sur les rhyolites

- Condie, K.C. and Nuter, J.A. Geochemistry of the Dubois greenstone succession: an early proterozoic bimodal volcanic association in west-central Colorado. *Precambrian Research*, Vol.15 (1981) 131-167.
- Feng, R. and Kerrich, R. 1992. Geochemical evolution of granitoids from the Archean Abitibi southern volcanic zone and the Pontiac subprovince, Superior Province, Canada: Implications for tectonic history and source regions. *Chem. Geol.*, vol. 98, pp. 23-70.
- Hollings, P. and Kerrich, R. 1999. Trace element systematics of ultramafic and mafic volcanic rocks from the 3 Ga North Caribou greenstone belt, northwestern Superior Province. *Prec. Res.*, Vol. 93, pp. 257-303.
- Hollings, P., Stott, G. and Wyman, D. 2000. Trace element geochemistry of the Meen-Dempster greenstone belt, Uchi subprovince, superior province, Canada: back-arc development on the margins of an archean protocontinent, *Can.J.Earth Sc.*, vol. 37, pp. 1032-1033.
- Kroner, A., Jaeckel, P. and Brandl, G. 2000. Single zircon ages for felsic to intermediate rocks from the Pietersburg and Giyani greenstone belts and bordering granitoid orthogneisses, northern Kaapvaal craton, South Africa. *Jour. of African Earth Sci.*, Vol. 30, pp. 773-793.
- Morris, P.A. and Witt, W.K. 1997. Geochemistry a tectonic setting of two contrasting archean felsic volcanic associations in the Eastern Goldfields, Western Australia. *Prec. Res.*, Vol. 83, pp. 89-92.



Références : données sur les rhyolites

- Ootes, L. and Lentz, D.R. Occurrence of bleached mafic flows and their association with stockwork sulphides and banded iron-formation in the Crestaurum Formation of the late Archean Yellowknife greenstone belt, Northwest Territories. Current Research 2002-E5, 12p.
- Sage, R.P., Lightfoot, P.C. and Doherty, W. 1996. Bimodal cyclical Archean basalts and rhyolites from the Michipicoten (Wawa) greenstone belt, Ontario: geochemical evidence for magma contributions from the asthenospheric mantle and ancient continental lithosphere near the southern margin of the Superior Province. Prec. Res., Vol.76, pp. 119-153.
- Scott, C. R., Mueller, W. U. and Pilote, P. 2002. Physical volcanology, stratigraphy, a lithogeochemistry of an archean volcanic arc: evolution from plume-related volcanism to arc rifting of SE Abitibi greenstone belt, Val D'Or, Canada, Prec. Res., vol. 115, pp. 245.
- Tomlinson, K.Y., Davis, D.W., Percival, J.A., Hughes, D.J. and Thurston, P.C. 2002. Mafic to felsic magmatism and crustal recycling in the Obonga Lake greenstone belt, western Superior Province: evidence from geochemistry, Nd isotopes and U-Pb geochronology. Precambrian Research Vol.114 ; 295-325.
- Vance, R.K. and Condie, K.C. 1987. Geochemistry of footwall alteration associated with the early proterozoic united verde massive sulfide deposit, Jerome, Arizona, Economic geology, 82, p: 576.
- Vidal, M. and Alric, G. The palaeoproterozoic (Birimian) of Haute-Comoé in the West African Craton, Ivory Coast; a transtensional back-arc basin. Precambrian Research. Vol. 65 (1994) 207-251.
- Yamashita, K., Creaser, R.A., Jensen, J.E. and Heaman, L.M. 2000. Origin and evolution of mid- to late-Archean crust in the Hanikahimajuk Lake area, Slave Province, Canada; evidence from U-Pb geochronological, geochemical and Nd-Pb isotopic data. Prec. Res., Vol. 99, pp. 197-224.