

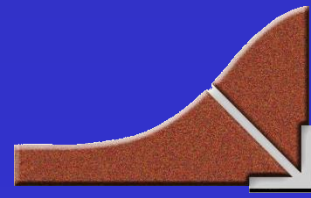
Till en Abitibi

Nouvelles cibles d'exploration Au et métaux de base

Par Stéphane Faure
en collaboration avec Marc Beaumier

CONSOREM
Consortium de recherche en exploration minérale

Arianne Aurizon Cambior Maude Lake McWatters MRN Noranda Soquem UQAC UQAM



Problématiques

- Utiliser une banque de données comportant près de 78 000 analyses provenant de sources différentes (ministères et compagnies).
- Générer des cibles d'exploration pour les métaux de base et l'or en n'utilisant pas la méthode traditionnelle des contours.
- Déterminer des courbes de dispersion glaciaire propres à l'Abitibi.
- Complexité de l'écoulement glaciaire (différentes générations de stries).

Objectifs

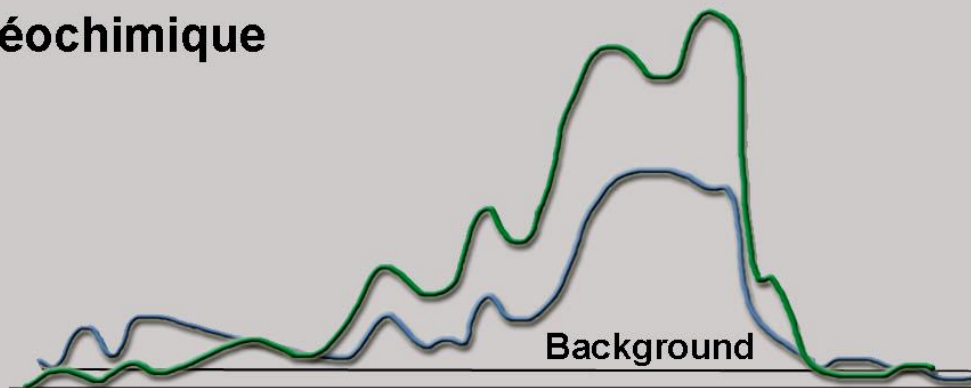
- Interpréter les données de till à partir des données des ministères du Québec et de l'Ontario pour les camps miniers suivants:
 - sud de Chibougamau;
 - Rouyn, Val-d'Or et Normétal;
 - est et sud de Timmins, Swayse.
- Interpréter les données de stries glaciaires.
- Proposer une approche qui tient compte de la dispersion glaciaire (plutôt qu'une méthode par contours de valeurs):
 - longueur, dimension et orientation de la traînée.
- Générer des cartes thématiques pour les éléments suivants:
 - Au, Cu, Zn, Pb, Ni, As, Cr et Co.
- Mettre en perspective les anomalies avec la géologie et les minéralisations connues.
- Proposer des cibles d'exploration avec des priorités.

Principes de dispersion glaciaire

Facteurs déterminants la longueur de la traînée.

Problèmes de certains éléments dans le till.

Section géochimique



Teneur

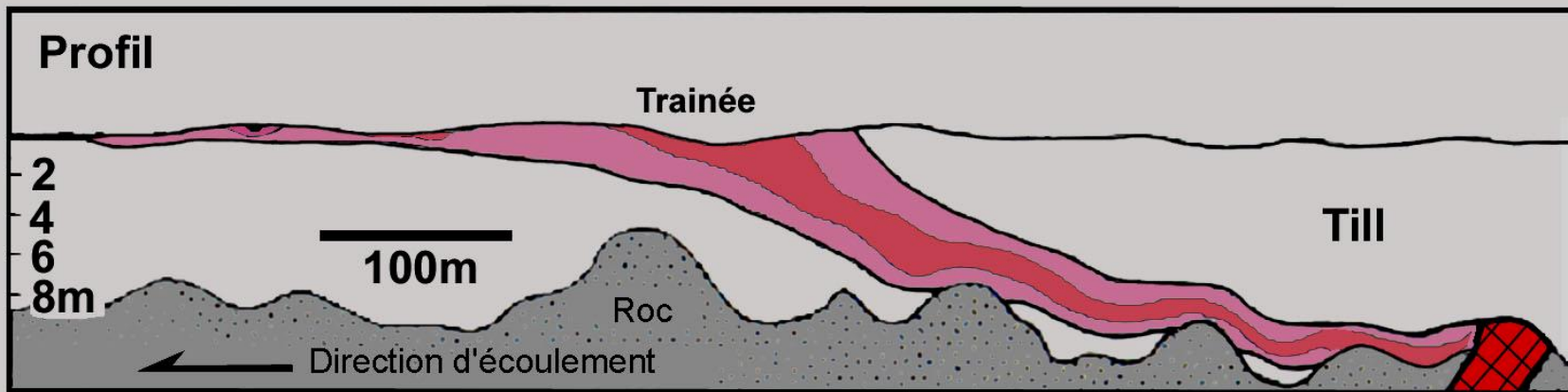
Plan



Minéralisation



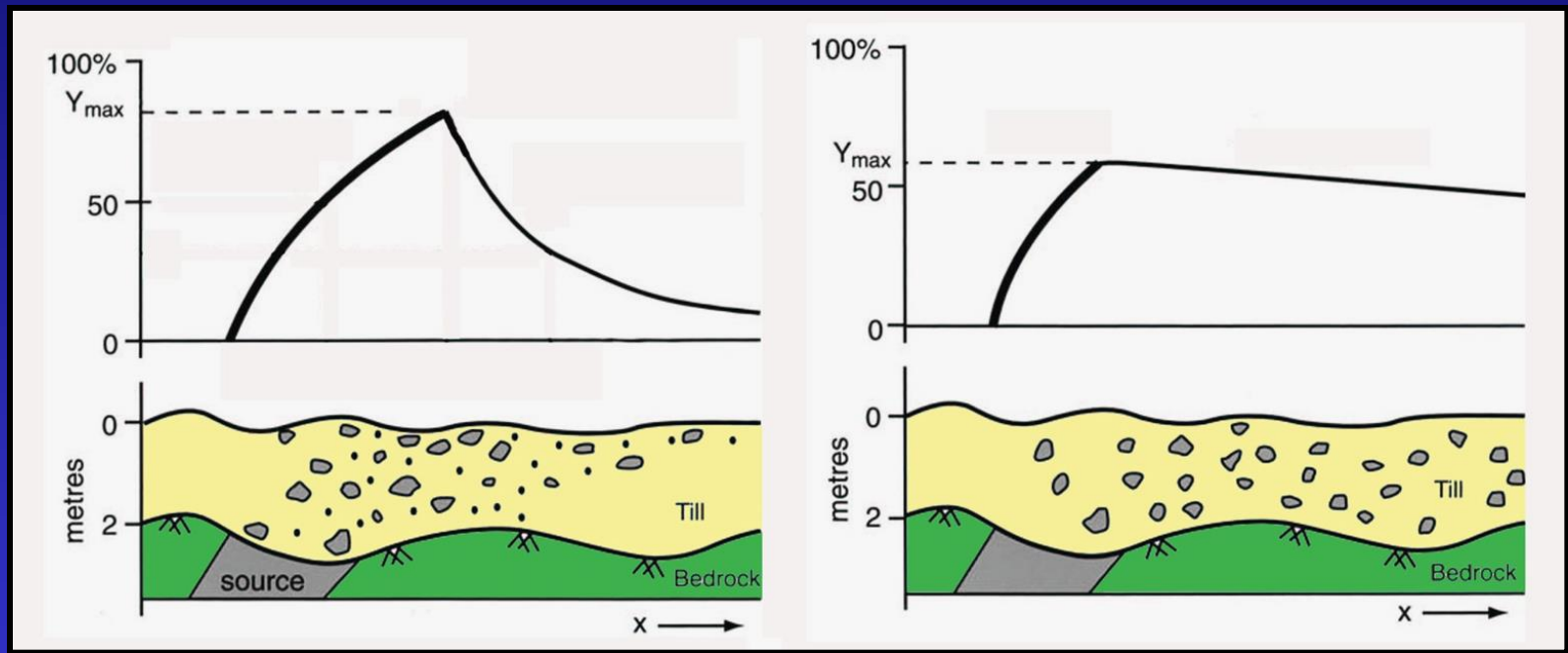
Profil



Facteurs déterminants la longueur de la traînée

Longueur de la traînée dépend:

- de l'épaisseur du mort-terrain;
- du type de remontée vers la surface (ribbon ou interstratifié).



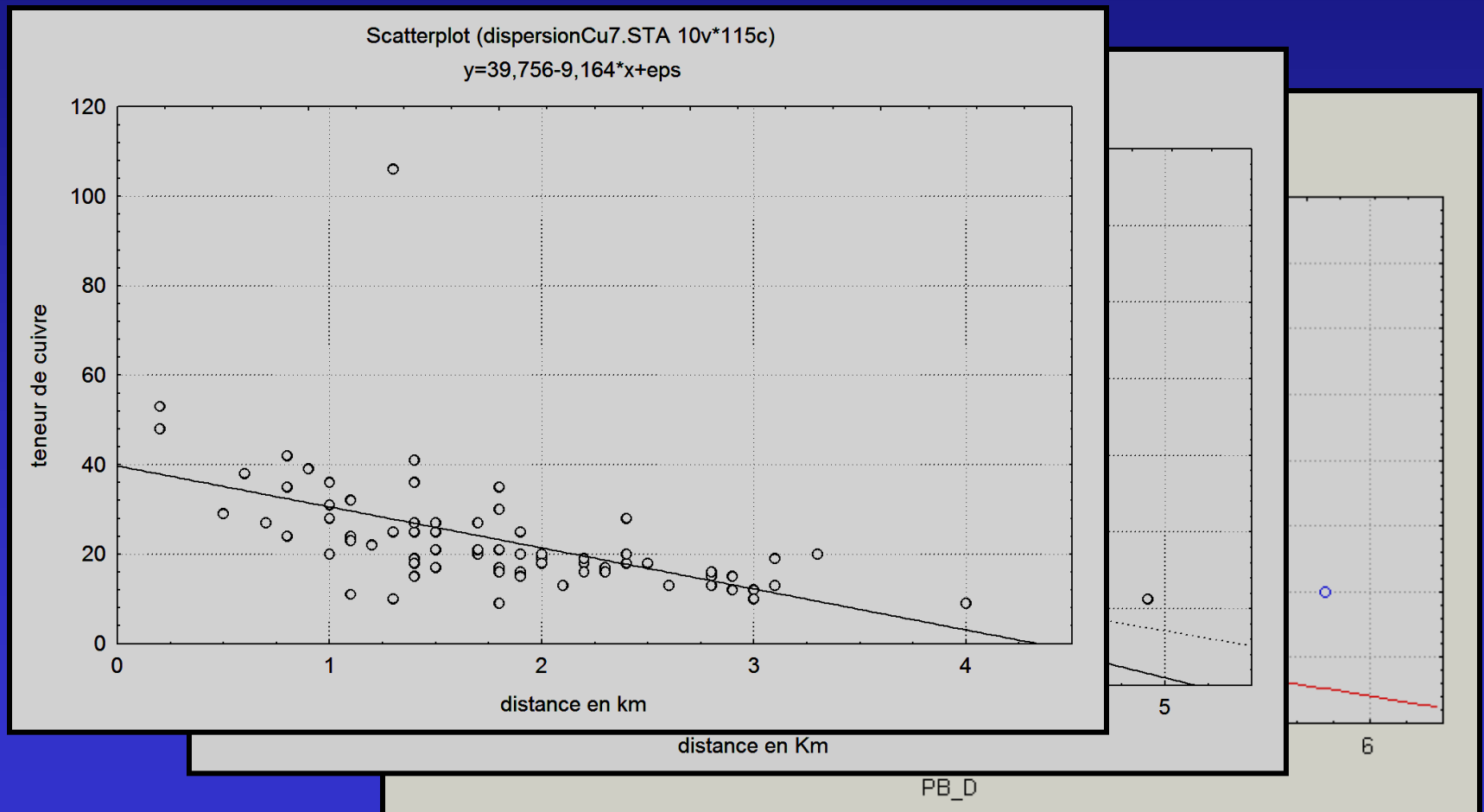
Transport mécanique des particules grossières
= concepts **connus**

Transport hydromorphique sous forme de colloïdes des particules fines
= mécanismes **méconnus**

Facteurs déterminants la longueur de la traînée

Longueur de la traînée dépend:

- de l'épaisseur du mort-terrain;
- du type de remontée vers la surface (ribbon ou interstratifié);
- du type d'élément analysé.



Facteurs déterminants la longueur de la traînée

Longueur de la traînée dépend:

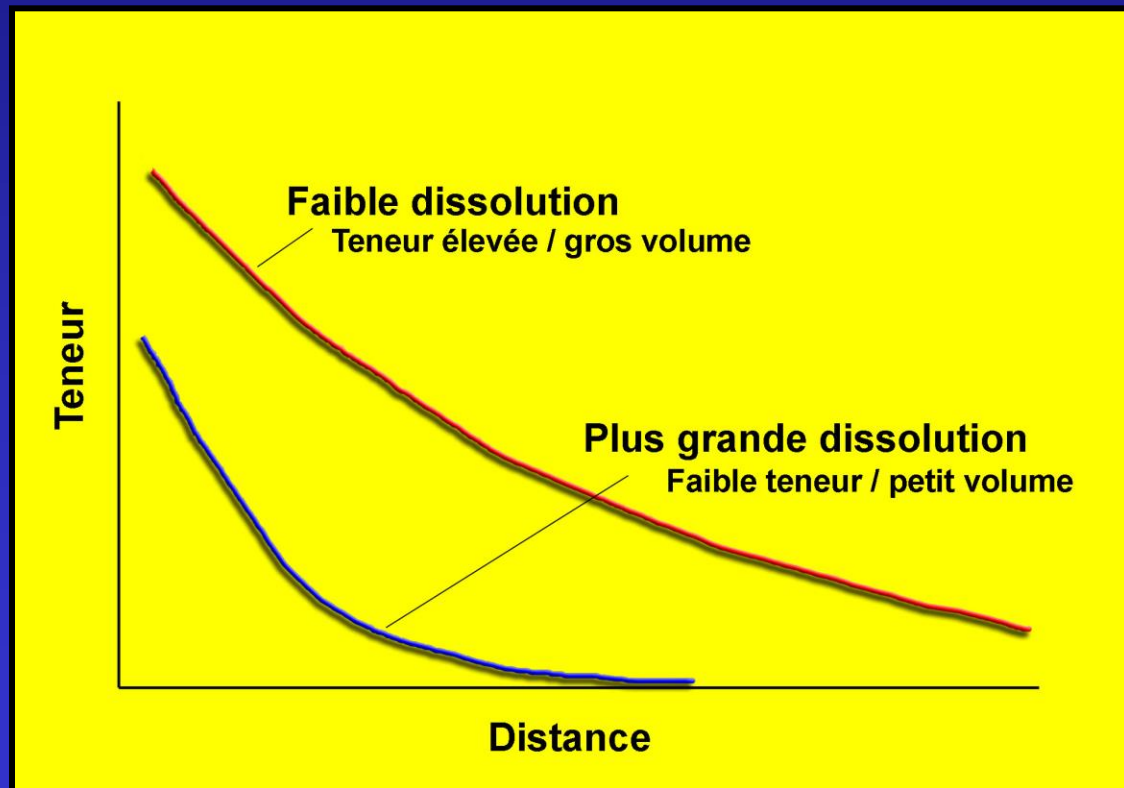
- de l'épaisseur du mort-terrain;
- du type de remontée vers la surface (ribbon ou interstratifié);
- du type d'élément analysé.

	Longueur traînée	Val. max. (tête)	Val. min. (queue)
Ni	2,9 km	65 ppm	15 ppm
Zn	2,7 km	174 ppm	20 ppm
Co	2,4 km	38 ppm	10 ppm
Cu	2,5 km	80 ppm	18 ppm
Pb	2,2 km	43 ppm	6 ppm
As	1,6 km	80 ppm	1 ppm

Facteurs déterminants la longueur de la traînée

Longueur de la traînée dépend:

- de l'épaisseur du mort-terrain;
- du type de remontée vers la surface (ribbon ou interstratifié);
- du type d'élément analysé;
- du volume, de la teneur et de la profondeur de la zone minéralisée.



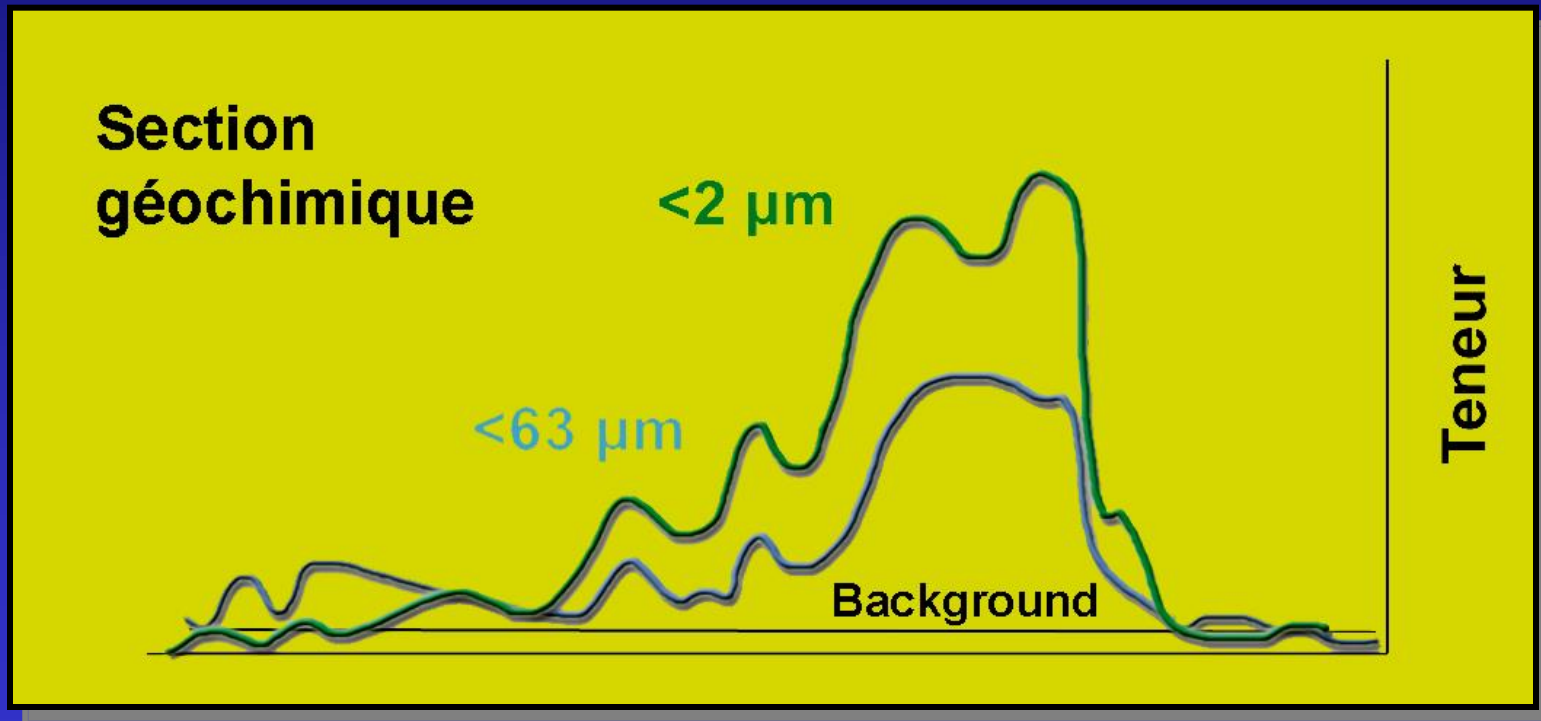
Problématiques particulières

- Liées au cuivre et à l'or.
- Liées au signal lithologique.

Problème relié au Cu

Granulométrie:

- La proportion de particules fines ($< 63 \mu\text{m}$) dans l'échantillon influence la teneur en Cu (les particules fines captent plus le Cu). La taille de l'anomalie augmente avec la finesse des particules.



À noter que la différence entre $63 \mu\text{m}$ et $177 \mu\text{m}$ est marginale pour le Cu (travaux de Paradis et Beaumier au sud de Chibougamau).

Problème relié à l'or

Effet pépites (granulométrie de l'or) et **limite de détection trop élevée:**

- dispersion spatiale peu structurée, souvent aléatoire.

Solution:

- coupler les données Au avec celles de l'As.

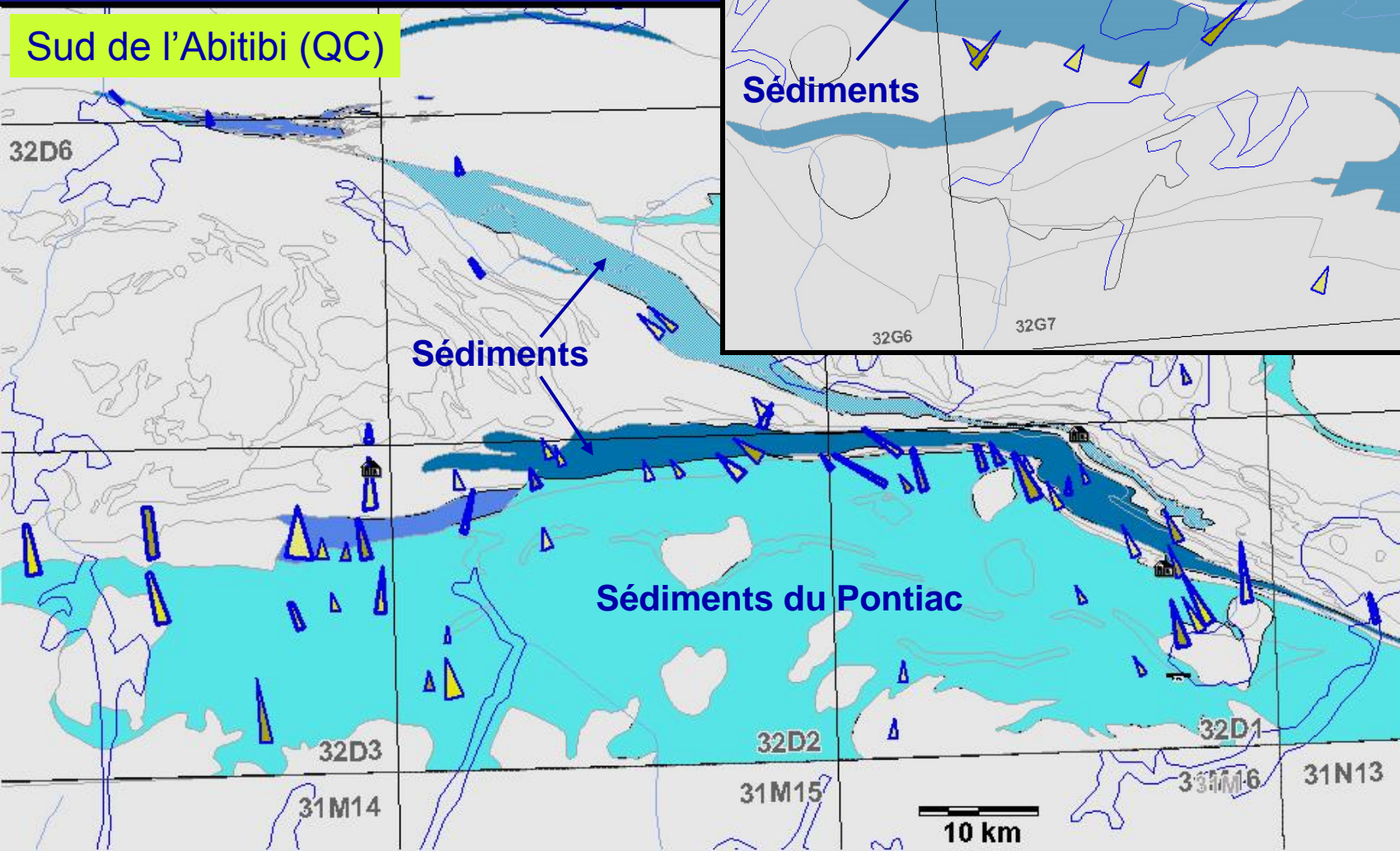
Granulométrie de l'échantillon:

- < 63 μm donne plus d'anomalies, regroupées
- < 177 μm donne peu d'anomalies, dispersées (effets pépites)

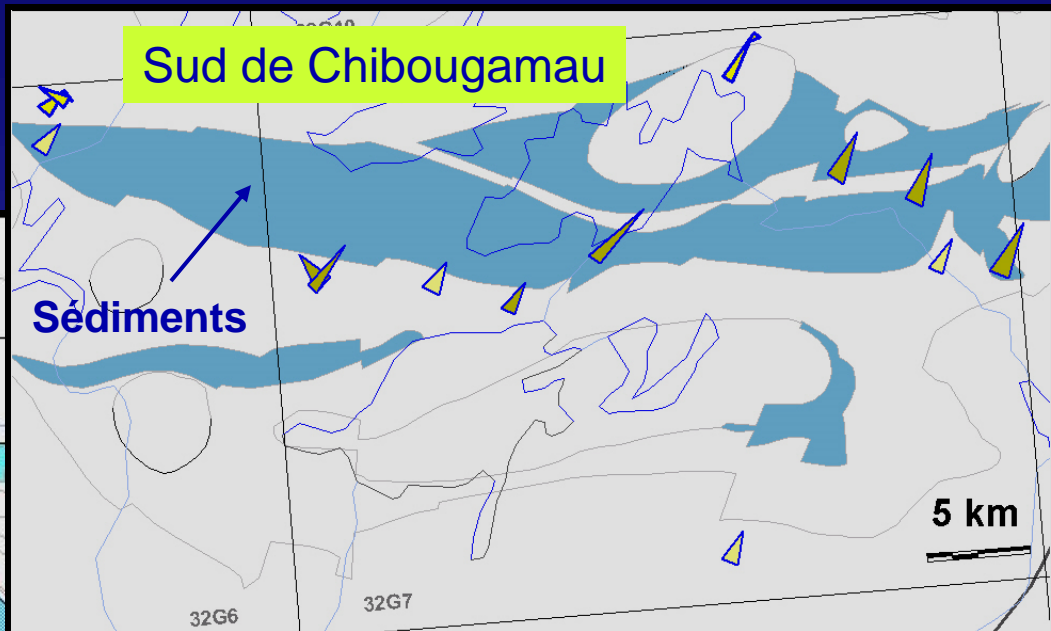
Signal lithologique et minéralisation

**Traînées Au-As:
bandes sédimentaires
et arsénopyrite**

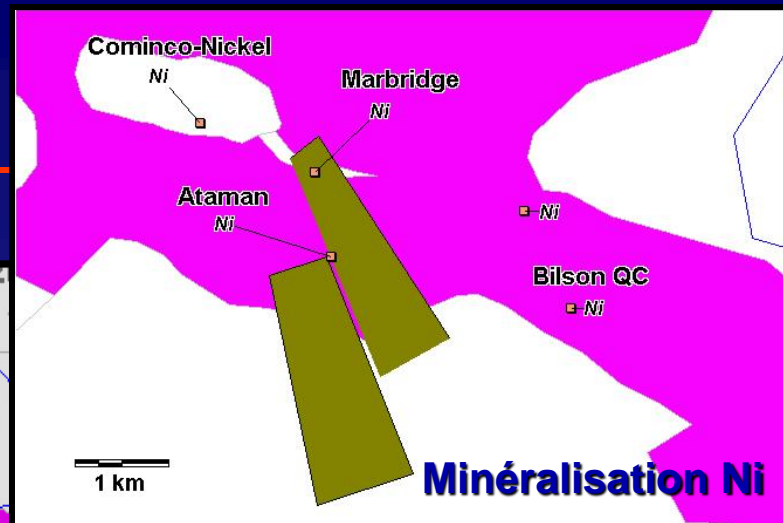
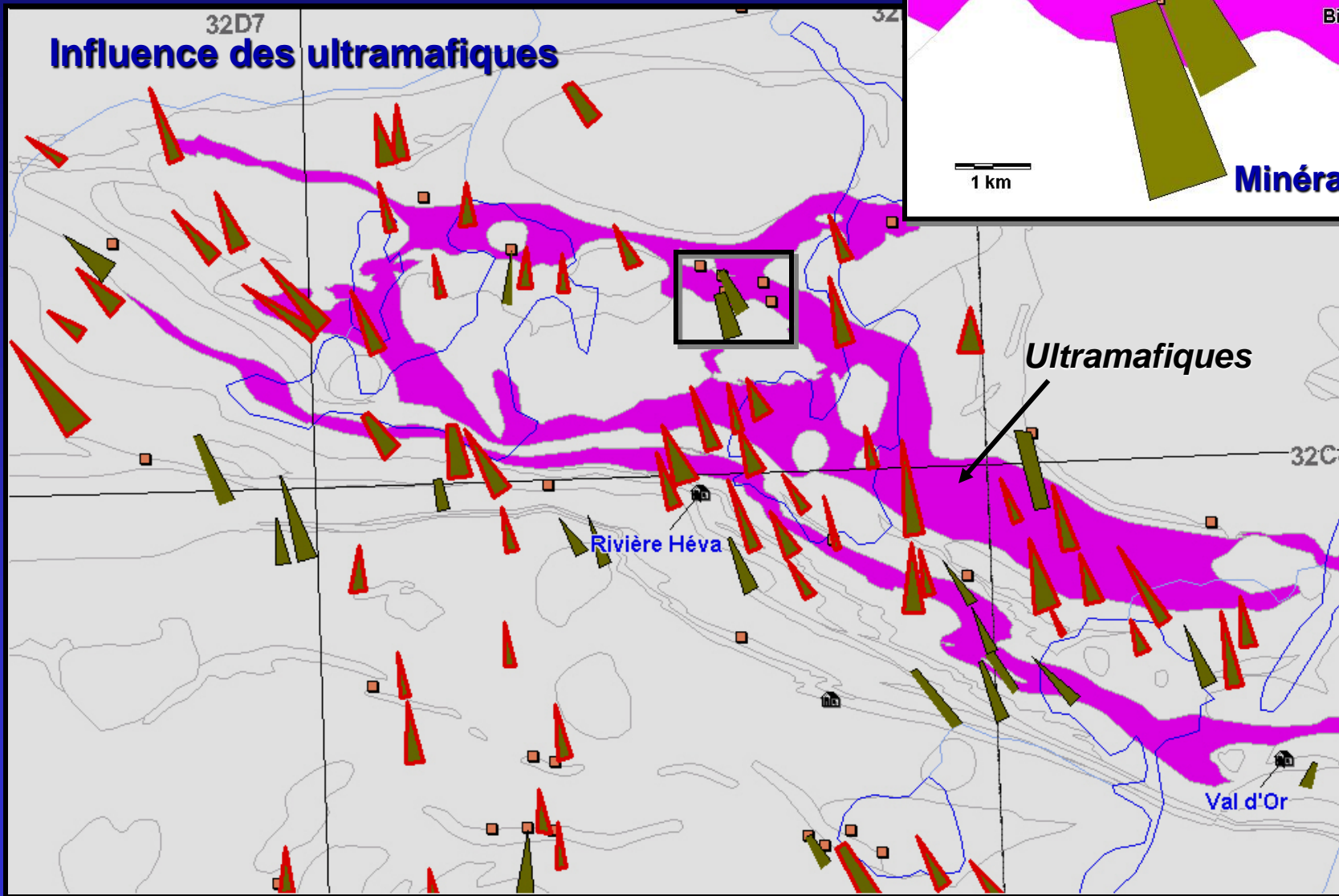
Sud de l'Abitibi (QC)



Sud de Chibougamau



Traînées Ni (Ni-Cu, Cu-Ni)





Données sur le till en Abitibi

et

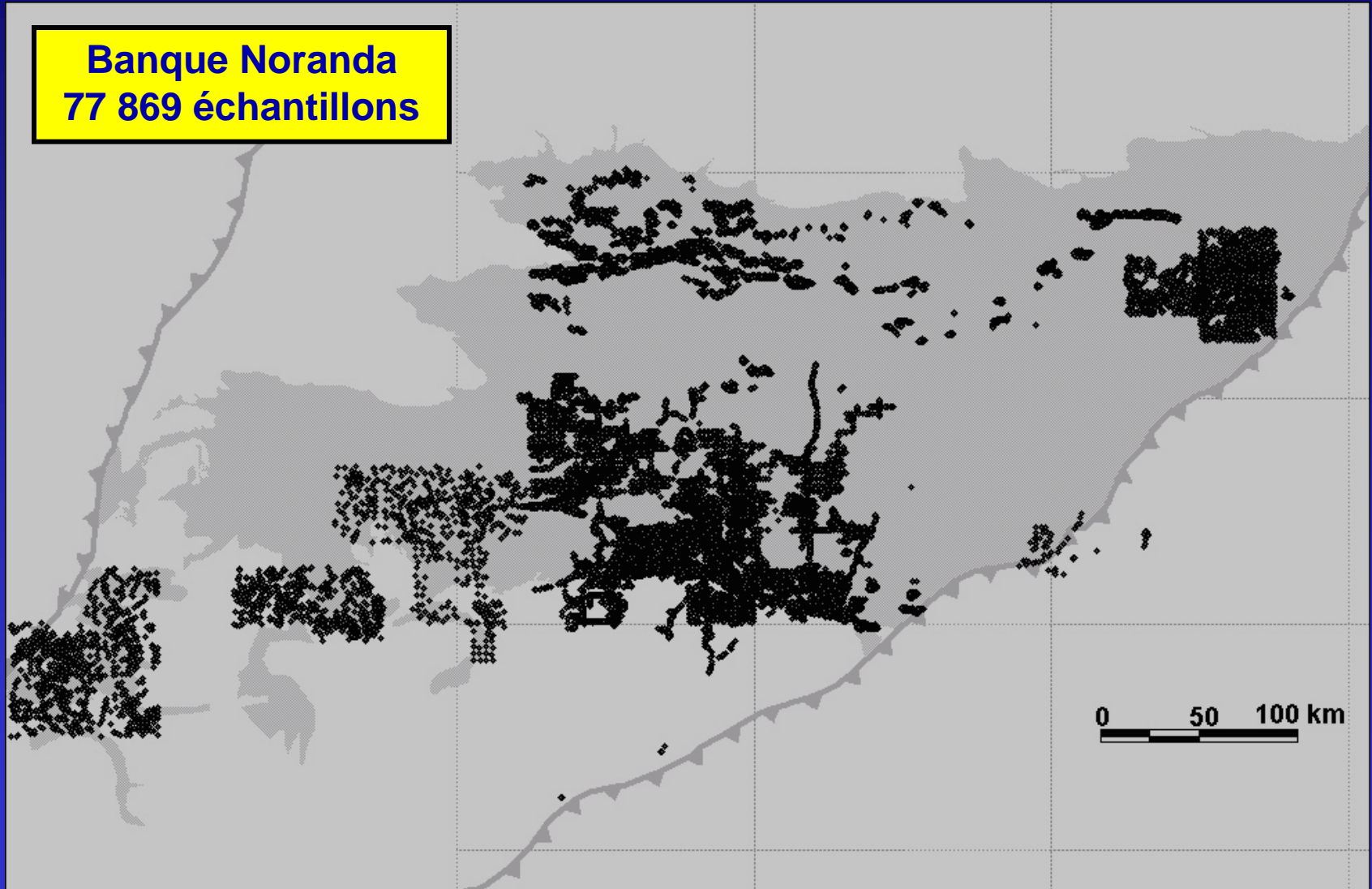
Stries glaciaires

chronologie glaciaire
et écoulement glaciaire



Données de till en Abitibi

Banque Noranda
77 869 échantillons



Données de till en Abitibi

SIGEOM

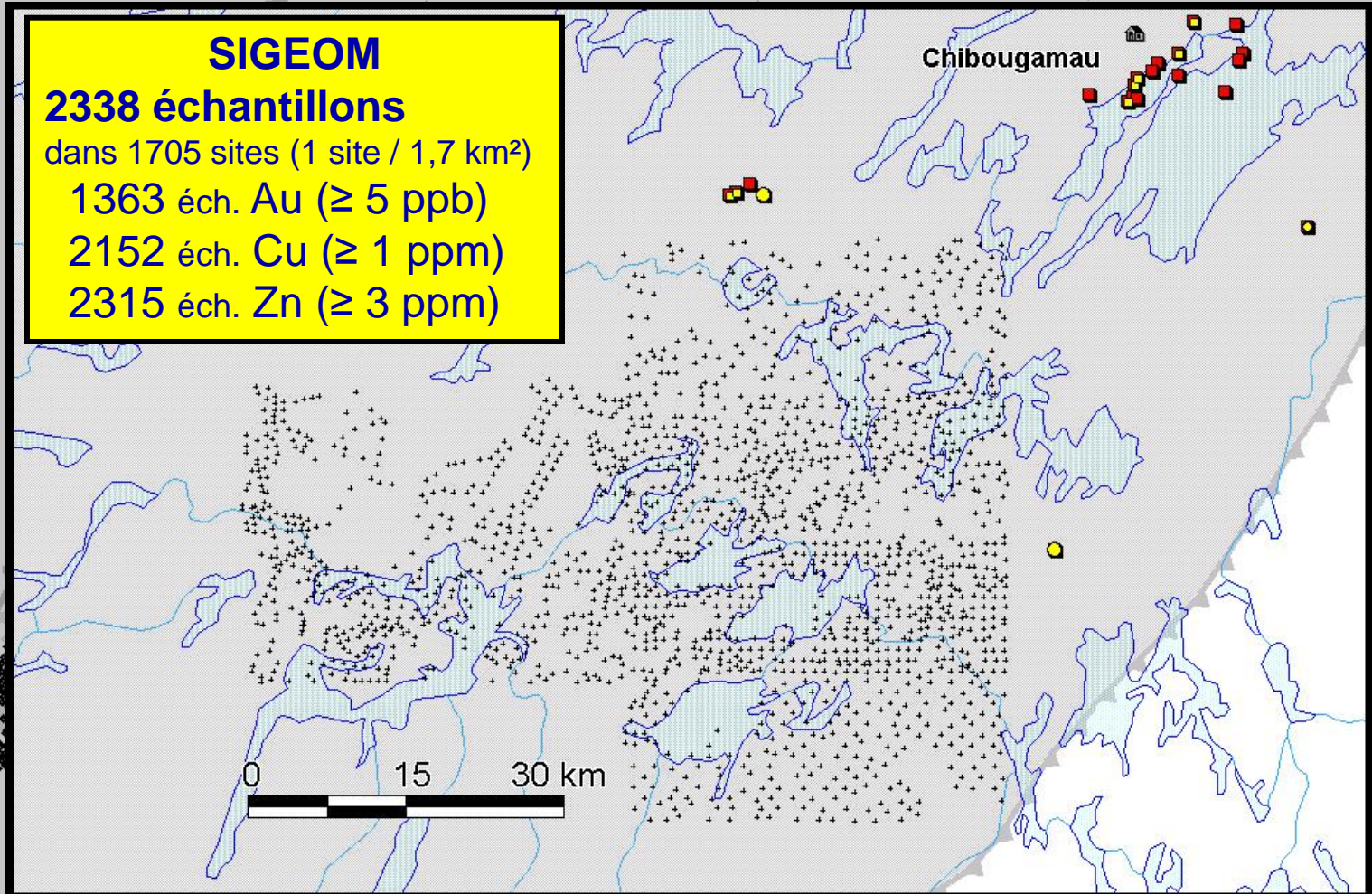
2338 échantillons

dans 1705 sites (1 site / 1,7 km²)

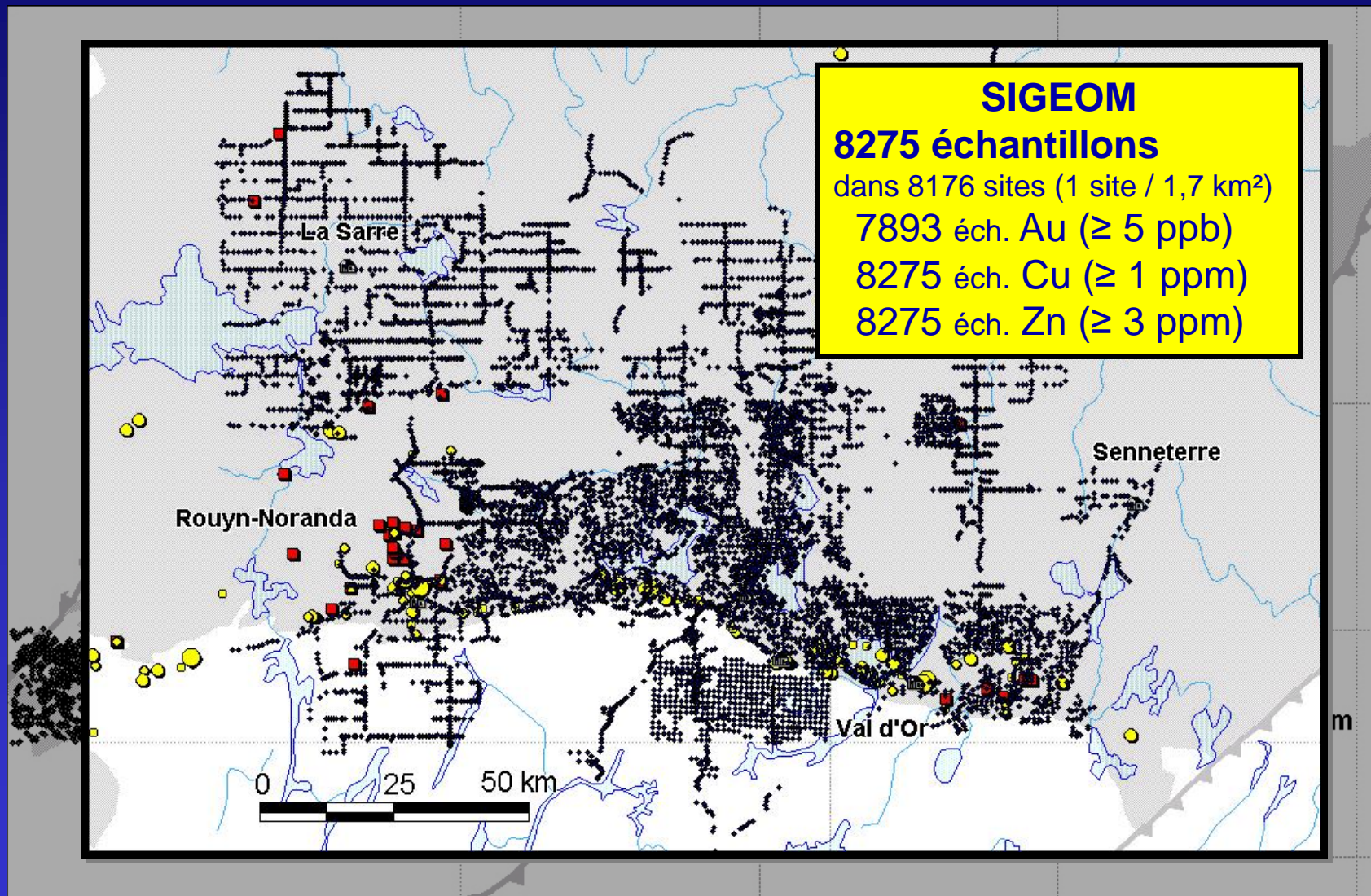
1363 éch. Au (≥ 5 ppb)

2152 éch. Cu (≥ 1 ppm)

2315 éch. Zn (≥ 3 ppm)



Données de till 32 CD



Données de till en Ontario

MNDM

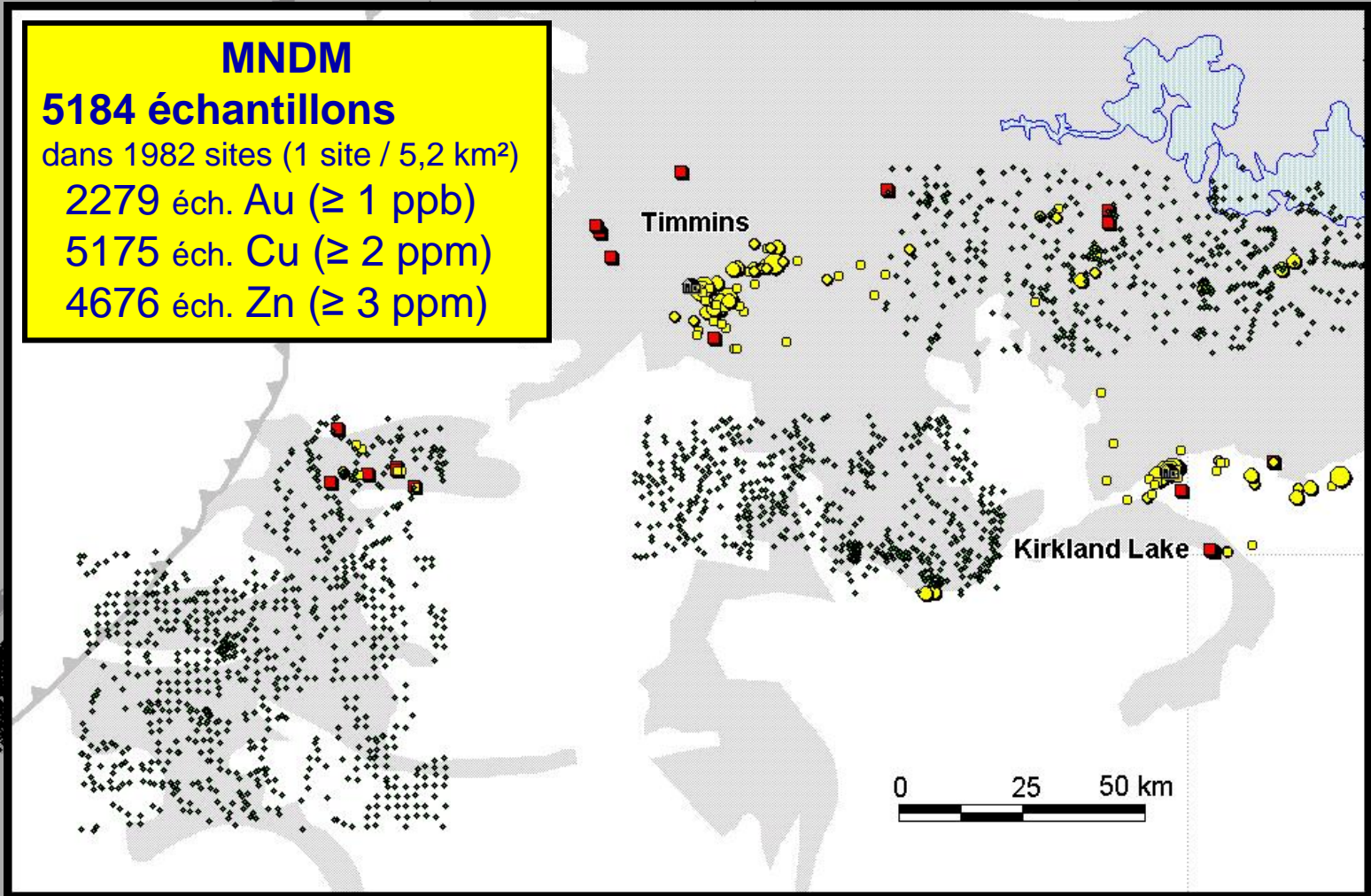
5184 échantillons

dans 1982 sites (1 site / 5,2 km²)

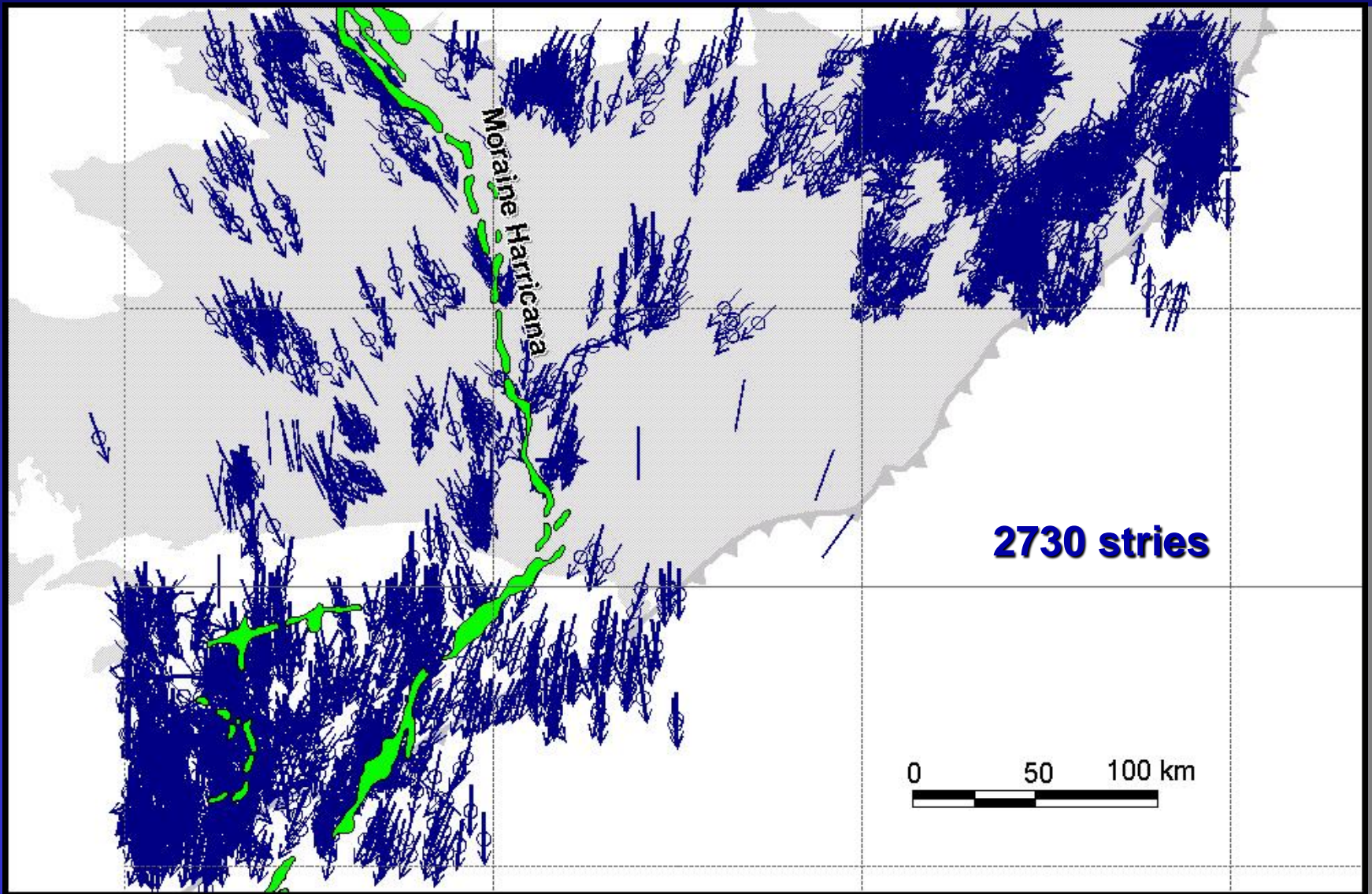
2279 éch. Au (≥ 1 ppb)

5175 éch. Cu (≥ 2 ppm)

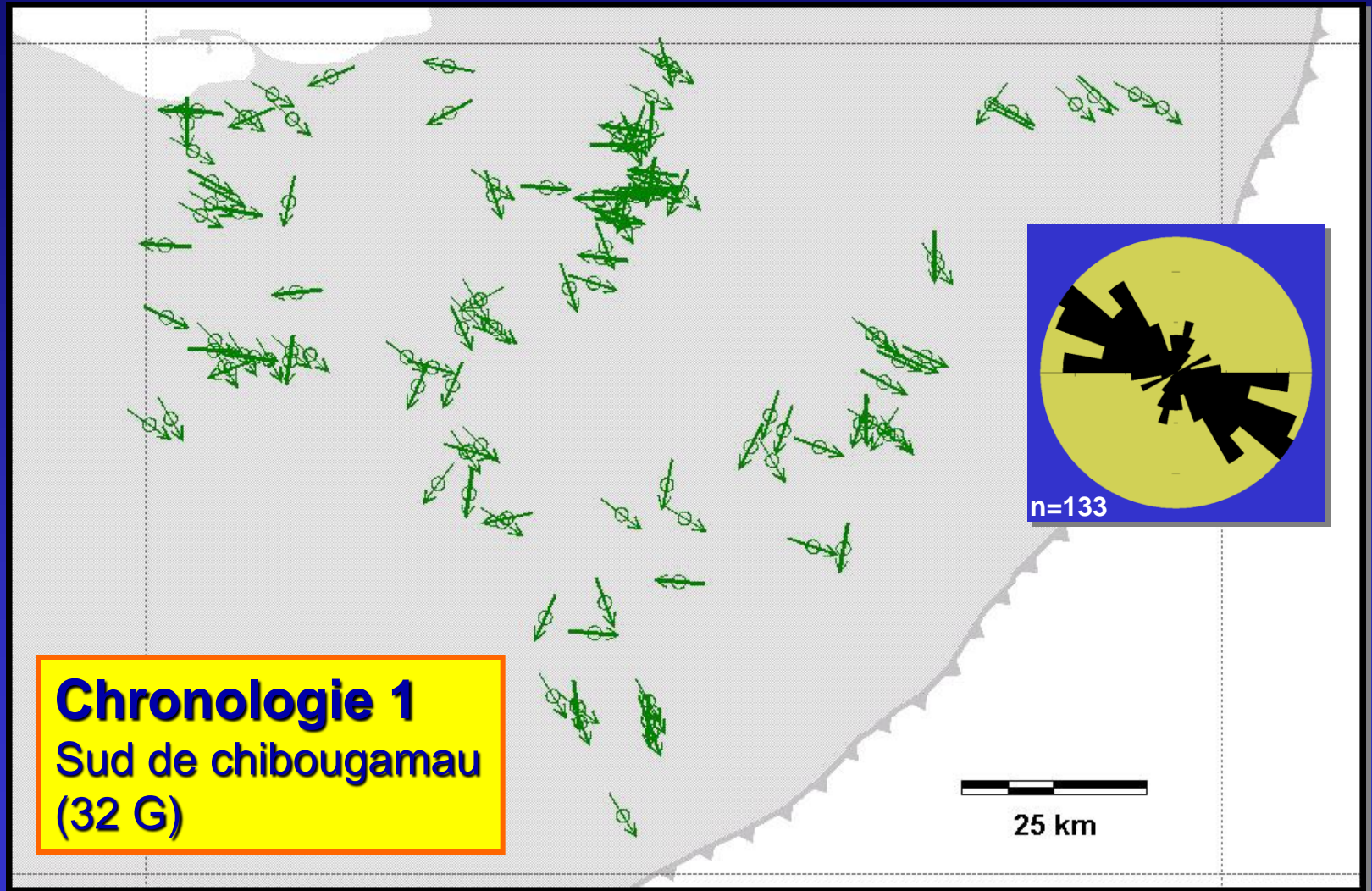
4676 éch. Zn (≥ 3 ppm)



Stries glaciaires – Abitibi QC

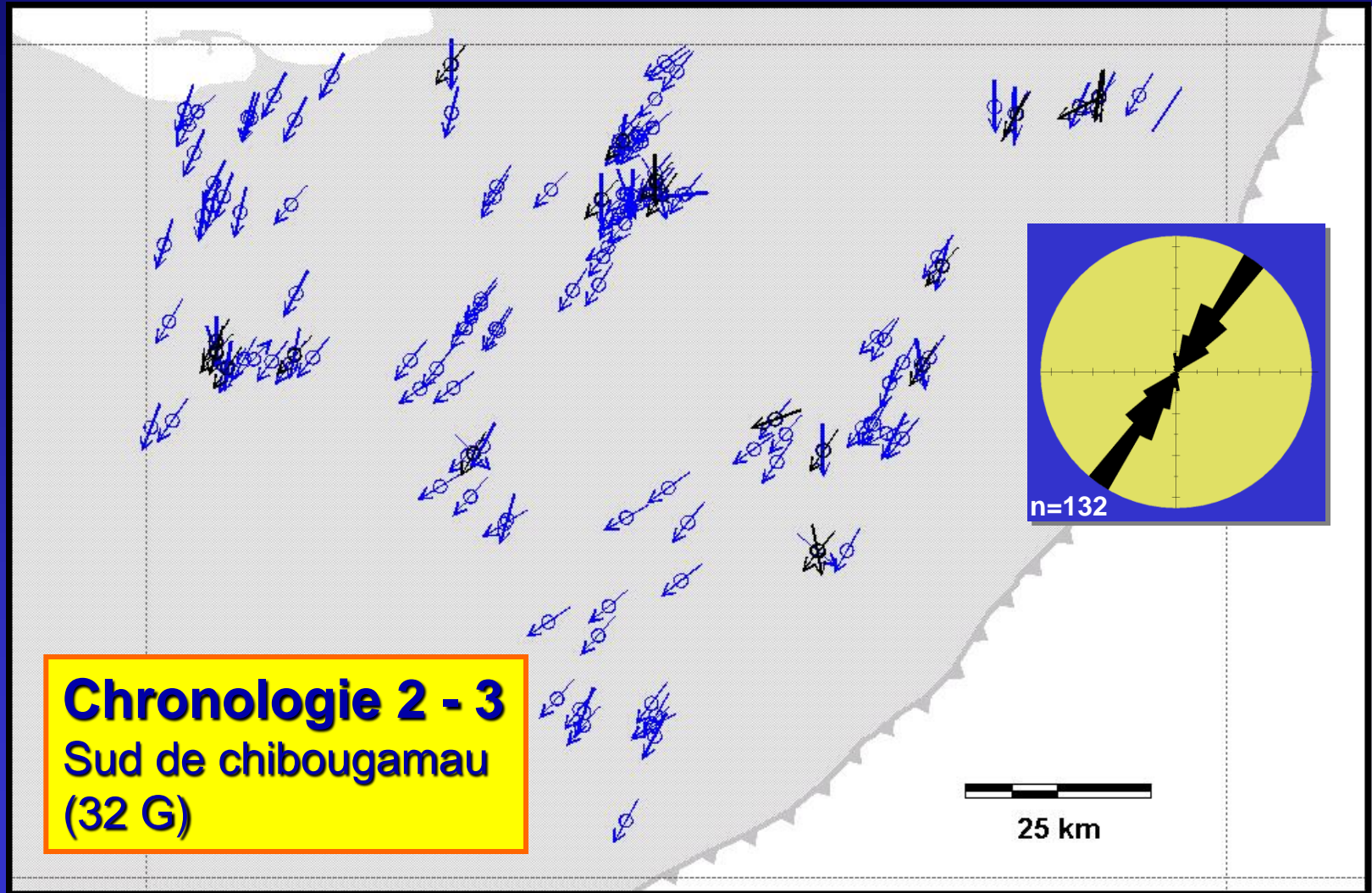


Chronologie de stries glaciaires

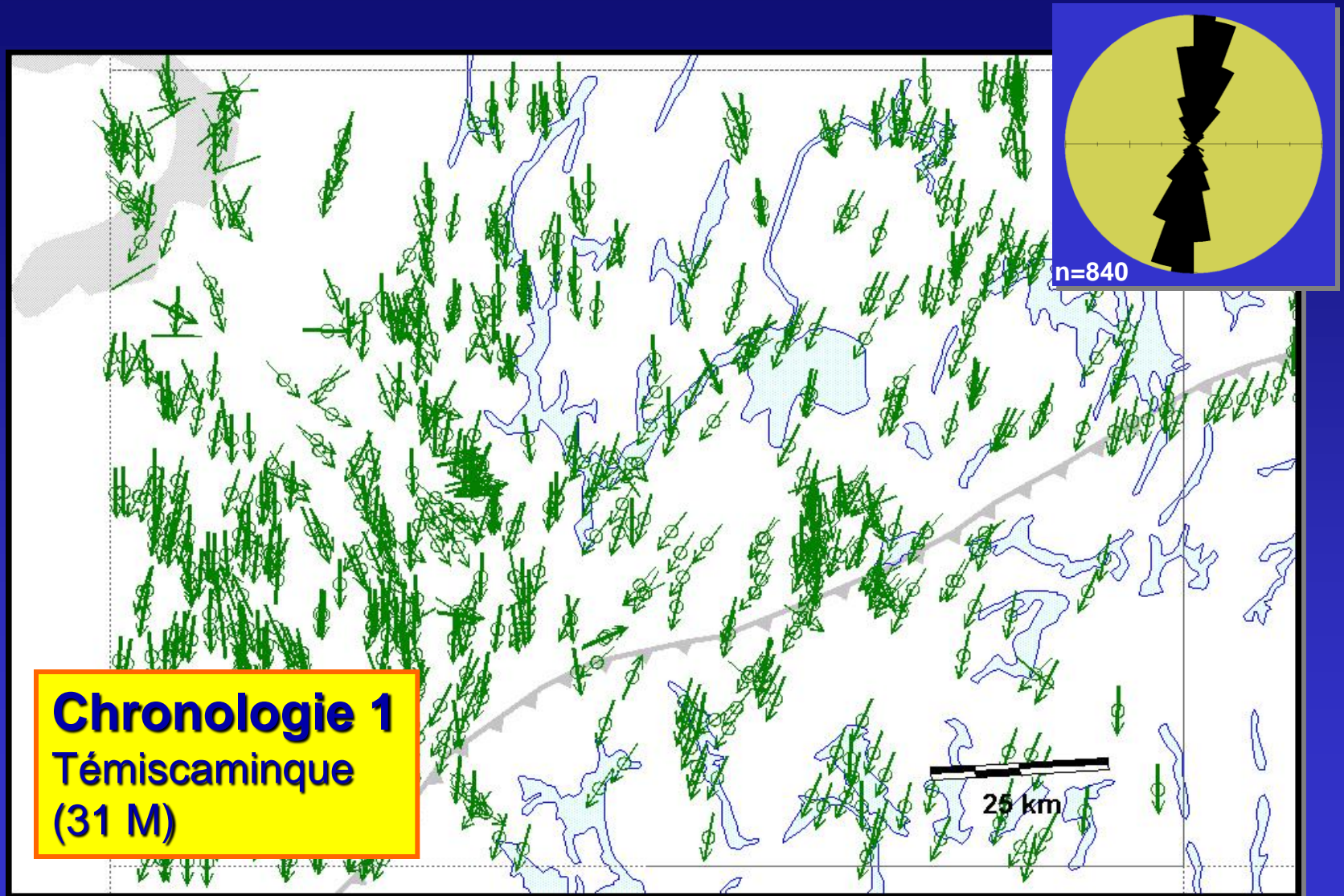


Chronologie 1
Sud de chibougamau
(32 G)

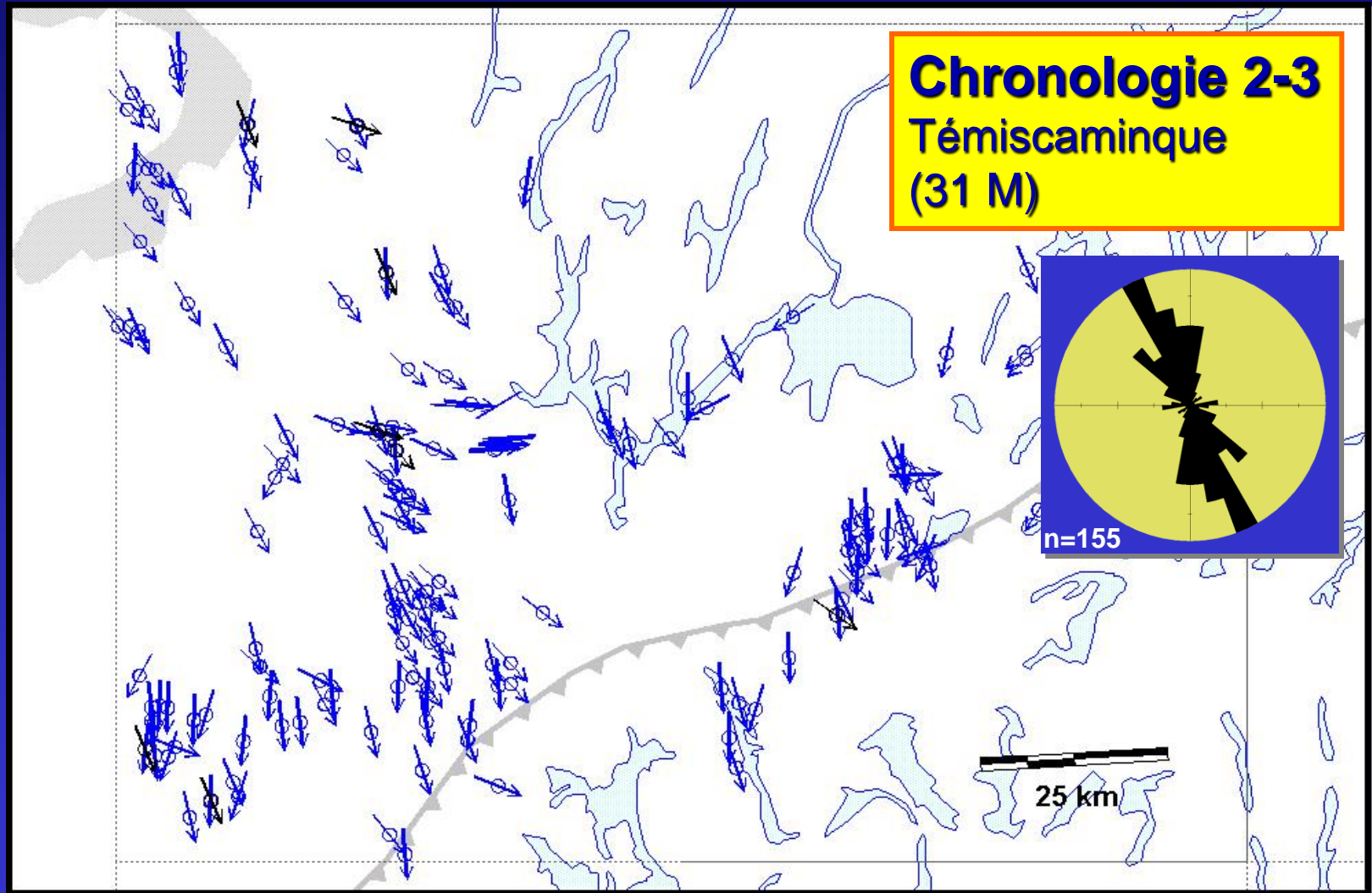
Chronologie de stries glaciaires



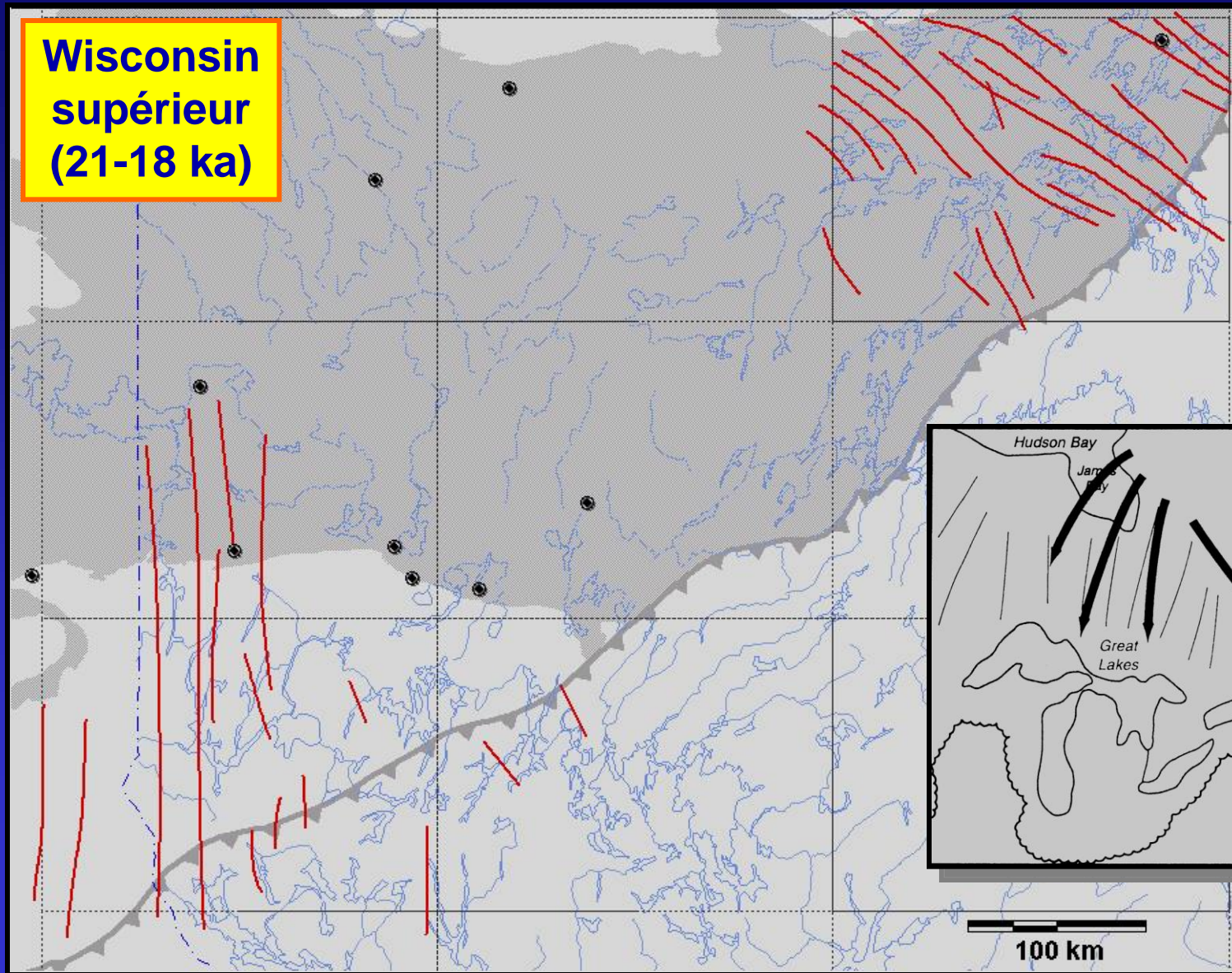
Chronologie de stries glaciaires



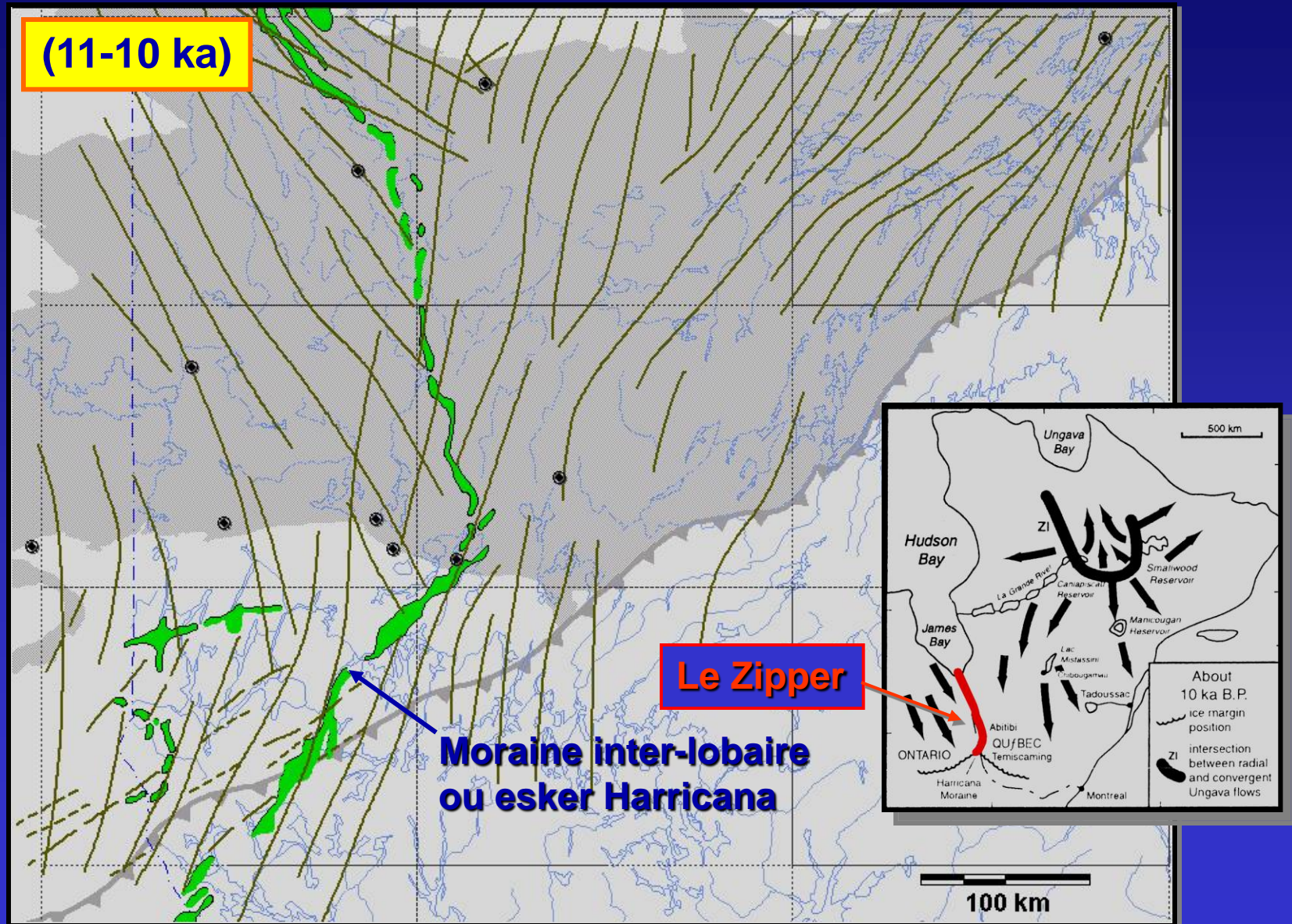
Chronologie de stries glaciaires



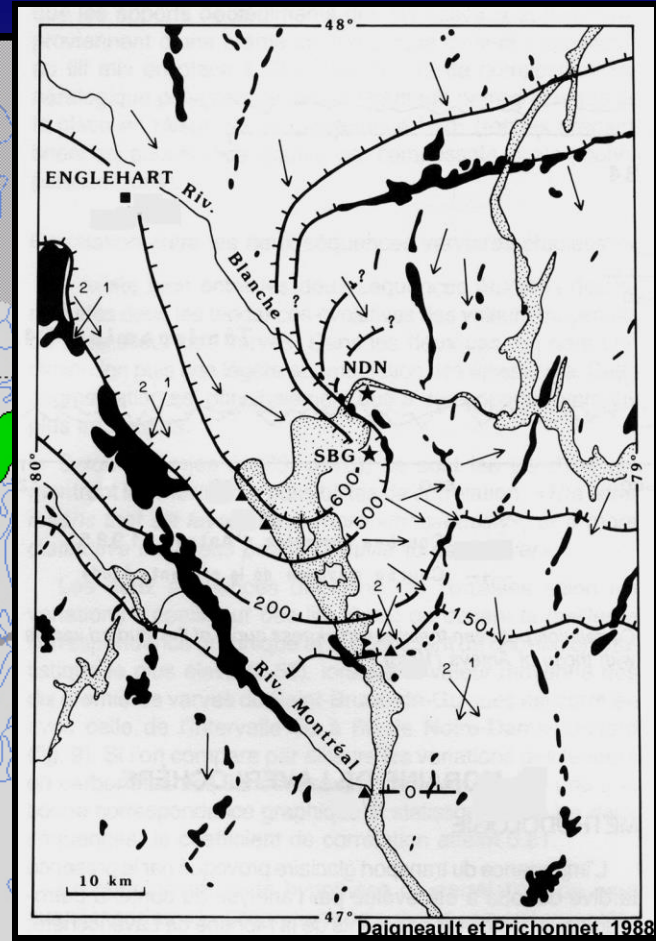
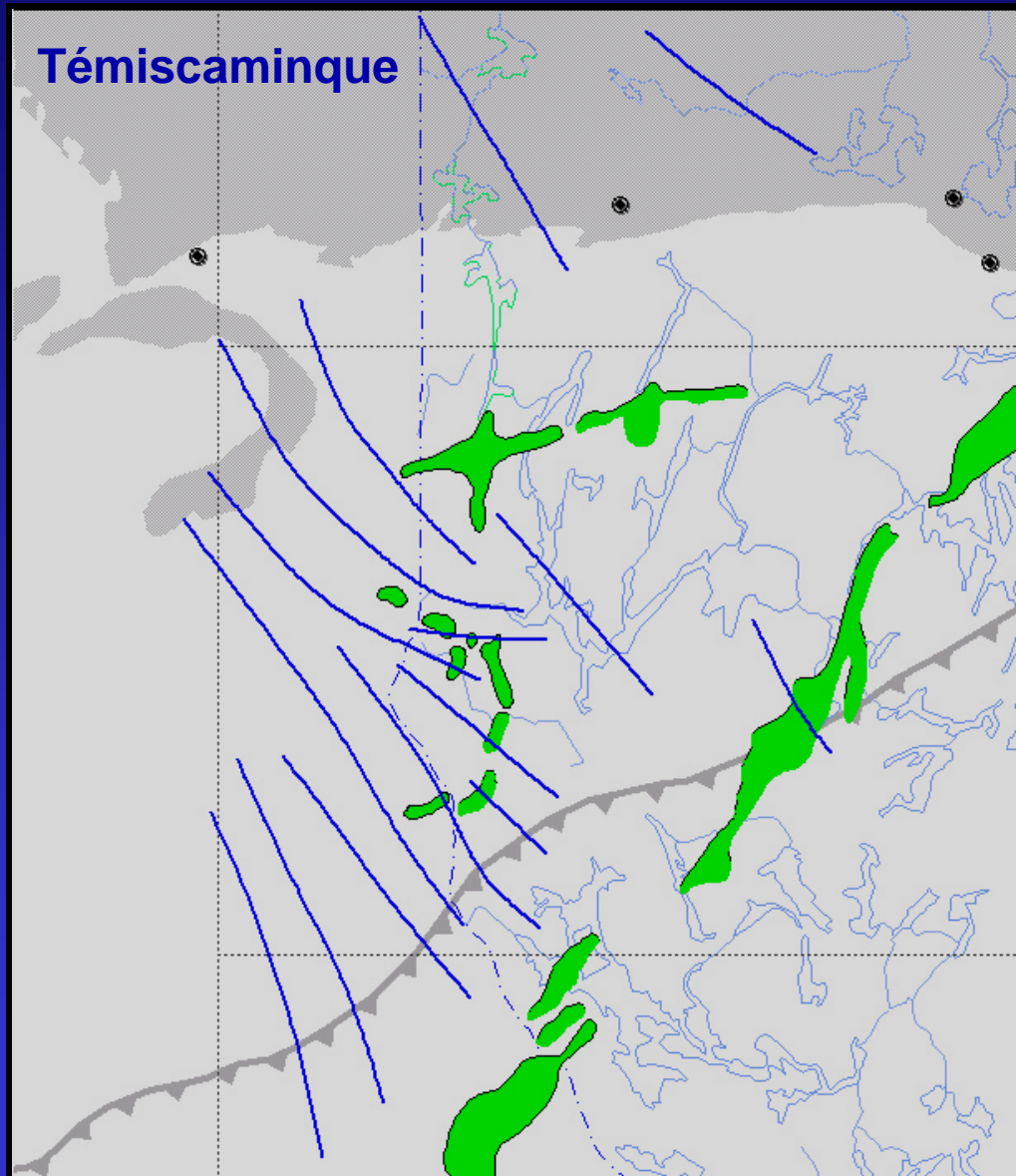
Maximum glaciaire de la dernière glaciation



Déglaciation - Wisconsin sup. - Holocène



Dernier écoulement glaciaire



50 km

Méthodologie

Seuils et centiles par régions

Construction des traînées glaciaires

Centiles par région - tableaux

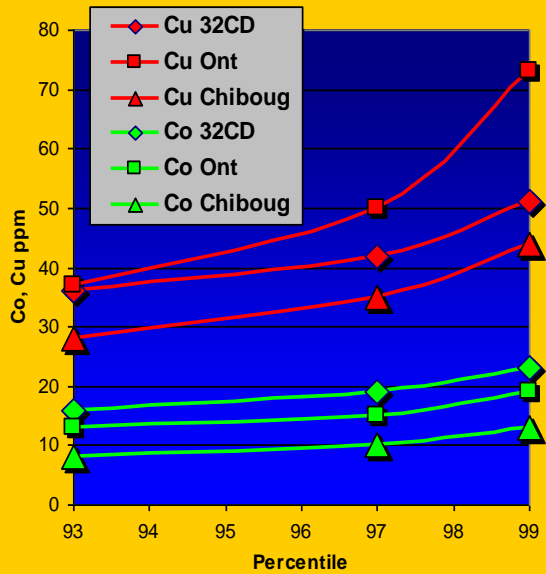
32 CD	99 percentile	97 percentile	93 percentile	Ontario	99 percentile	97 percentile	93 percentile
Cu	51	42	36	Cu	73	50	37
Zn	118	88	68	Zn	118	100	89
Pb	27	15	12	Pb	19	17	13
Ni	127	69	46	Ni	189	181	151
Co	23	19	16	Co	19	15	13
Cr	225	57	45	Cr	178	139	120
Au	34	19	13	Au	34	25	16
As	14	7	4	As	18	15	12

Chibougamau	99 percentile	97 percentile	93 percentile
Cu	44	35	28
Zn	42	32	26
Pb (177 um)	15	10	7
Pb (63 um)	15	11	8
Ni (177 um)	34	28	23
Ni (63um)	43	33	28
Co	13	10	8
Cr	53	41	33
Au (177 um)	437	149	78
Au (63 um)	36	22	13
As	9	5	3

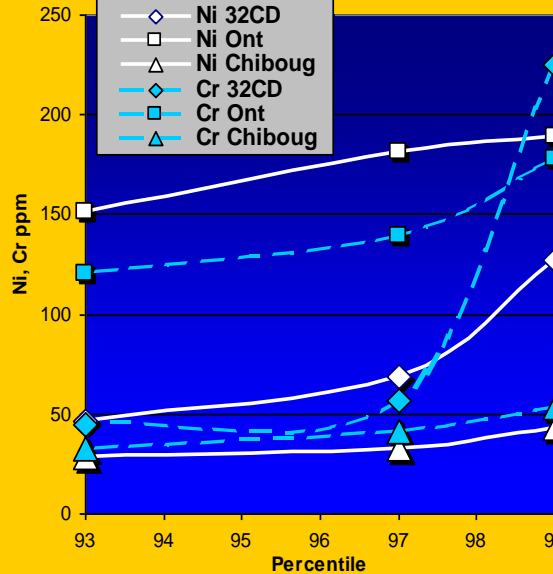
- But des centiles:
- Comparer les régions en n'utilisant pas les données brutes mais les centiles
 - Construire les traînées de dispersion glaciaire

Centiles par régions - graphiques

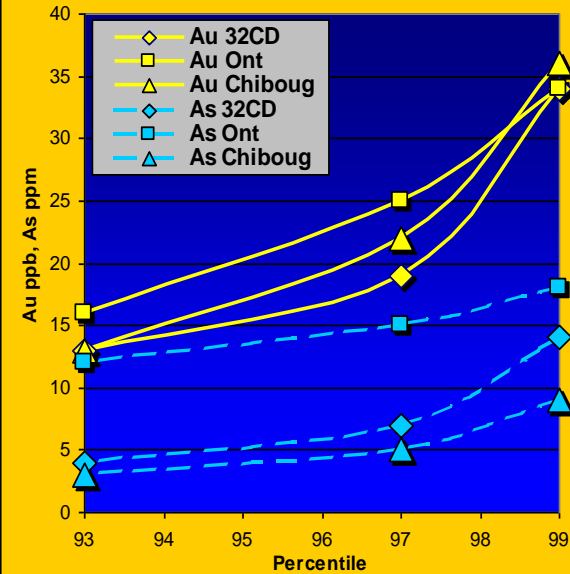
Cu et Co dans le till (fines)



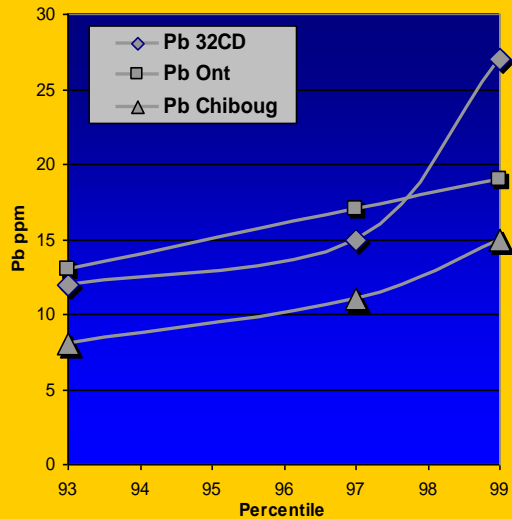
Ni et Cr dans le till (fines)



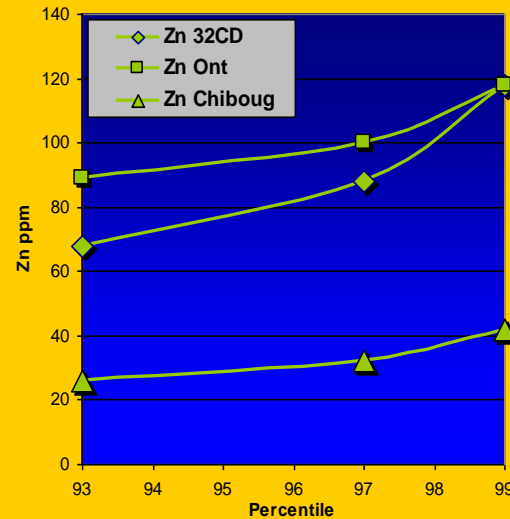
Au et As dans le till (fines)



Plomb dans le till (fines)



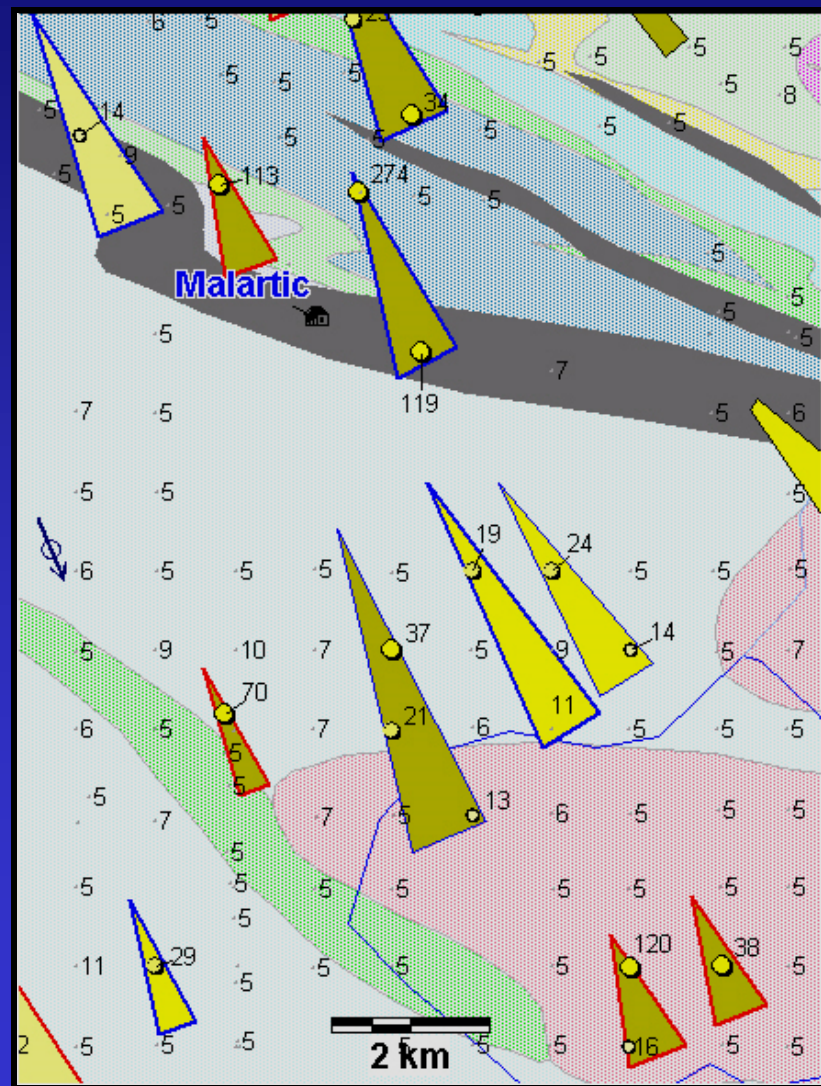
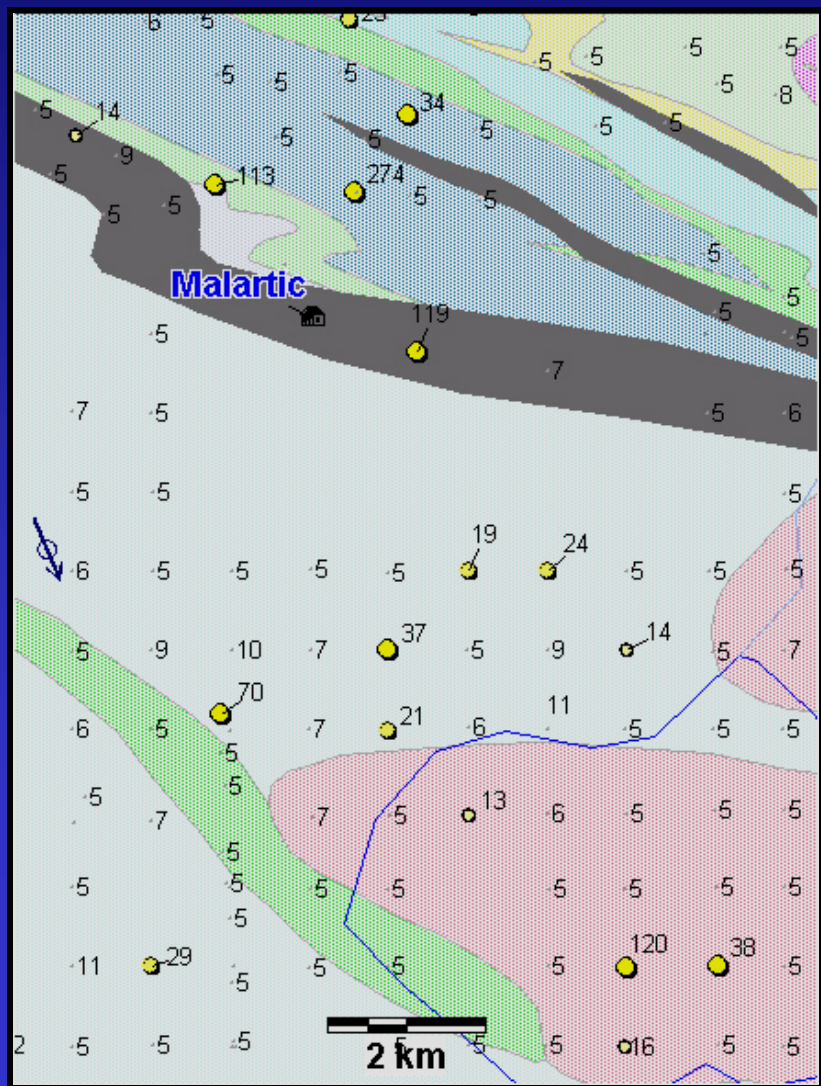
Zinc dans le till (fines)



Construction des traînées glaciaires: exemple pour l'Au

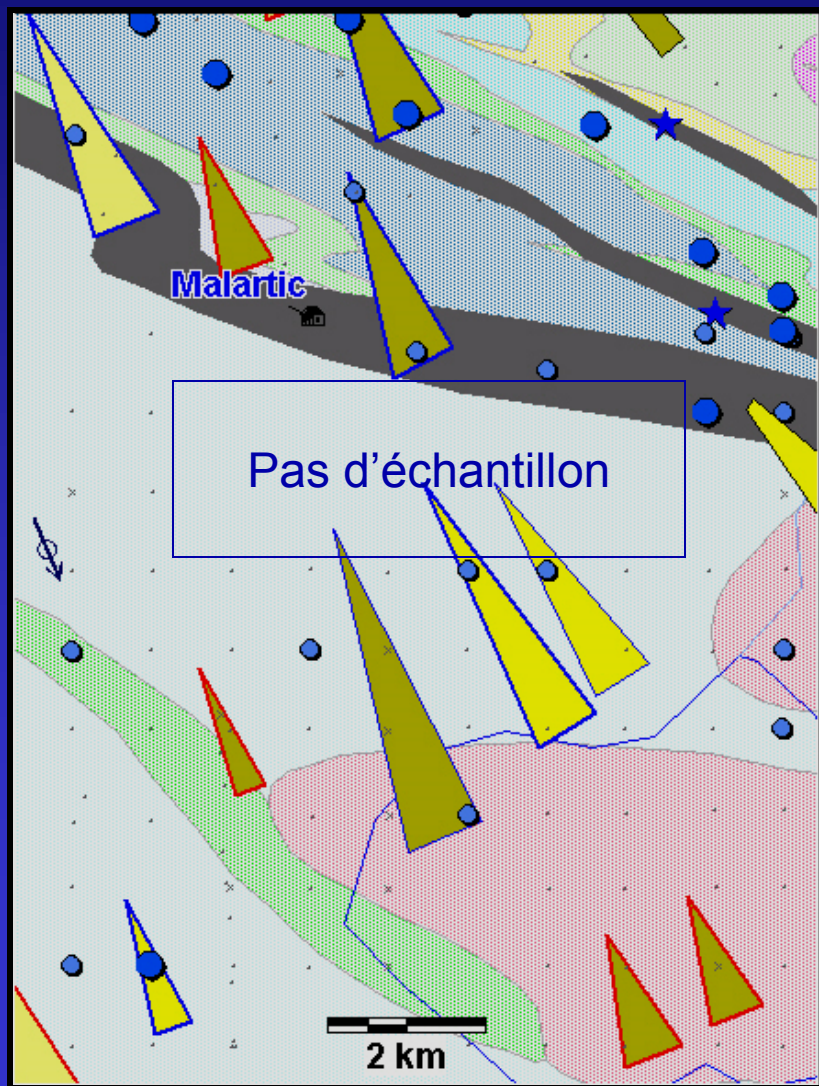
Échantillons de till $\leq 63\mu\text{m}$, Au ppb
par régions, symboles ≥ 93 centiles

Traînées Au construites en fonction
des courbes de dispersion et des stries

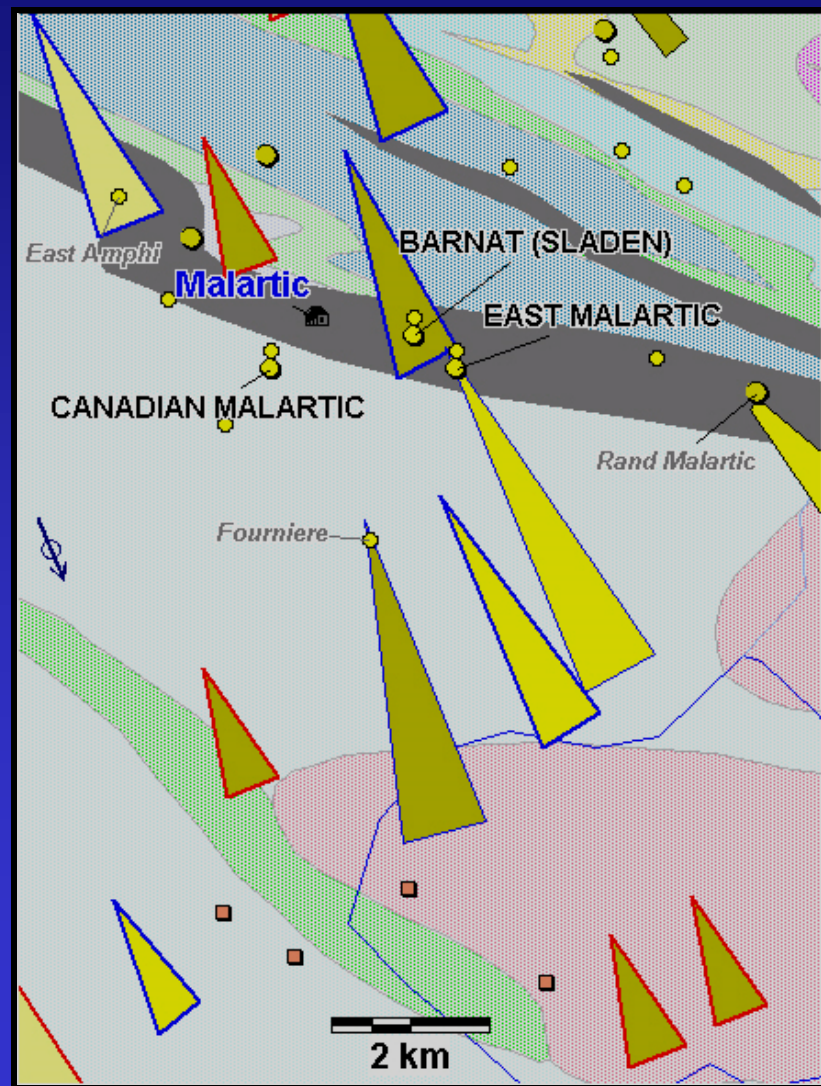


Construction des traînées glaciaires: exemple pour l'Au

Identification des traînées Au
anomales en As (pts bleus)



Ajustement des traînées en fonction
des minéralisations connues (pts jaunes)

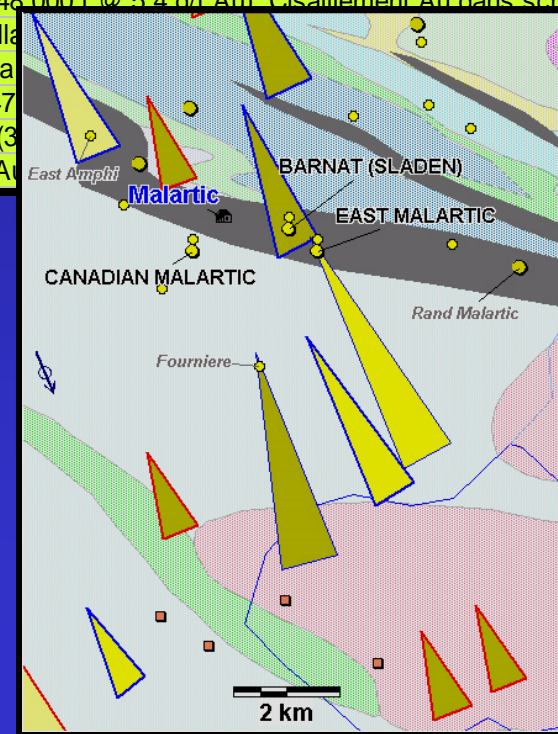


Base de données relationnelle - Traînées Au

Géochimie - traînée

Description de la source potentielle

ID	Au_ppb_Max	Au_Moy	As	Nb_ech	Type_Gite_Source	Explication_Source	Explication_Details
1873	28	11	12	4	Gîte travaillé	Au Cu	Gîte Lac Caopatina; veines quartz -Ay-Py-Ga-PO.
31683	13	10	4	3	Gisement avec tonna	Au	Gîte Davingus (53 732 t @ 4,3 g/t Au). 2-2-% pyrite disséminée dans
33302	16	10	10	3	Gîte travaillé	Au Ag	Zone Jay Copper (122 000 t @ 1,4% Cu et 21 g/t Ag). La minéralisati
34383	33	12	9	5	Gîte travaillé	Zn	Lac Beauchastel Sud: La minéralisation est massive et disséminée e
34959	113	30	39	5	Gîte travaillé	Au	Gîte Pondora No 1. La minéralisation est disséminée à l'intérieur de la
34962	221	60	36	4	Mine fermée	Au	Mine Pondora No 3 (2,18 Mt @ 5,14 g/t Au) . La minéralisation est di
35450	15	12	11	4	Gîte travaillé	Au	Gîte Bazooka: La minéralisation est constitué de pyrite dans des veir
35458	45	25	27	5	Mine fermée	Au	Mine Astoria (réeserves 978 000 T @ 7 g/t Au): 12 zones minéralisée
37283	29	18	4	2	Mine fermée	Cu	Mine Joliet (20 800 t Cu): La minéralisation est disséminée et sous fo
38382	62	-1400	30	7	Gisement avec tonna	Au	Pandora No 5 (848 000 t @ 5.4 g/t Au) Cisaillement Au dans schiste
38391	35	35	6	1	Gîte travaillé	Au	Gîte Deane-Cadilla
38622	26	24	4	2	Gîte travaillé	Au Cu	Gîte Galloway: La
38633	25	18	5	4	Gîte travaillé	Cu	Westren Buff (847
38633	41	20	15	3	Mine	Au	Mine Francoeur (3
41227	149	92	4	3	Mine	Au Cu	Mine Shawkey (A



Base de données relationnelle - Traînes Cu

Géochimie

Association
élémentaire

Description de la source potentielle

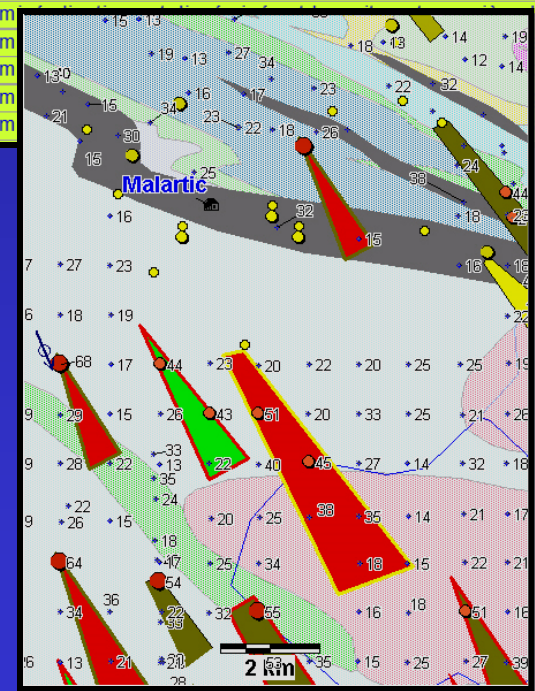
Sample	Nb_Ech	Cu	Zn	Pb	Ni	Co	Cr	Au	Assoc_Metallique	Explication_Source	Nom_Gîte_Explic	Explic_Type_Gîte	Explication_Descript
50251	3	50	30	8	70	16	##	##	Au Ni Cu	Au	Shawkey Sud	Indice, aucun travail	La minéralisation est composée de pyrite disséminée dans les
45191	4	76	98	30	##	52	##	##	Au Ni Zn Cu Pb	Au	Mine École	Mine fermée	La minéralisation d'or, accompagnée d'un peu de pyrite, de cha
934	2	35	16	4	15	5	19	0	Cu	Au	Indice des Tranchés	Indice, aucun travail	La minéralisation est composée de 2 à 10 % de pyrite dissémi
990	2	37	18	4	25	9	18	0	Cu	Au	Robinson	Gîte travaillé	Le gîte est marqué par deux secteurs minéralisés:- 1) Le secte
43419	1	73	58	6	26	12	##	5	Cu	Au	Mine Lamaque	Mine fermée	En plus de la minéralisation d'or et d'argent on y trouve plusieurs
43539	1	48	34	6	44	14	##	5	Cu	Au	POR-96-82	Indice, aucun travail	On note jusqu'à 1% de pyrite disséminée localement dans un r
43756	2	61	38	8	24	18	##	5	Cu	Au	Mine Donchester	Mine fermée	La minéralisation est disséminée et consiste en pyrite aurifère,
44136	3	50	40	6	32	12	##	5	Cu	Cu	Claims Joseph	Gisement avec tonna	La minéralisation est massive et disséminée et consiste en pyr
44148	3	46	52	8	20	14	##	5	Cu	Au	Louvax	Indice, aucun travail	La minéralisation est composée de 2 à 3% de pyrite disséminé
44152	5	106	48	8	16	16	##	10	Cu	Zn	Mine Louvem	Mine fermée	Le minerai est constitué de pyrite, de chalcopryrite et de sphalé
44193	5	43	40	4	16	10	##	6	Cu	Cu Ag	308-62	Indice, aucun travail	La minéralisation est constituée de chalcopryrite (3%) et de pyr
45076	1	55	50	6	20	10	##	5	Cu	Au	Lac Blouin-Est	Indice, aucun travail	La minéralisation est constituée de 1 à 5% de pyrite disséminé
47007	2	44	34	6	20	14	##	14	Cu	Au	Eplett	Gîte travaillé	La minéralisation est associée à une veine de quartz infiltrée da
47025	1	71	40	10	20	16	##	5	Cu	Cu	Mine Don Rouyn	Mine fermée	La m
43421	2	46	46	6	20	10	##	15	Cu Au	Au	Aumaque	Gisement avec tonna	La m
47640	2	196	54	6	24	14	##	29	Cu Au	Au	Goldora	Indice, aucun travail	La m
47645	1	44	50	10	30	16	##	35	Cu Au	Cu	Dunraine (Puits No	Gisement avec tonna	La m
48172	2	44	56	8	32	16	##	19	Cu Au	Cu	Savard-2	Gîte travaillé	La m



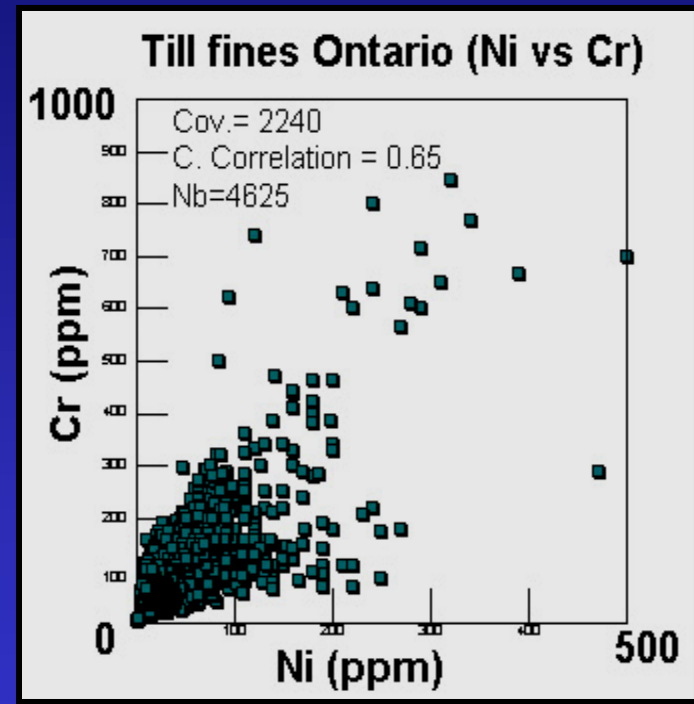
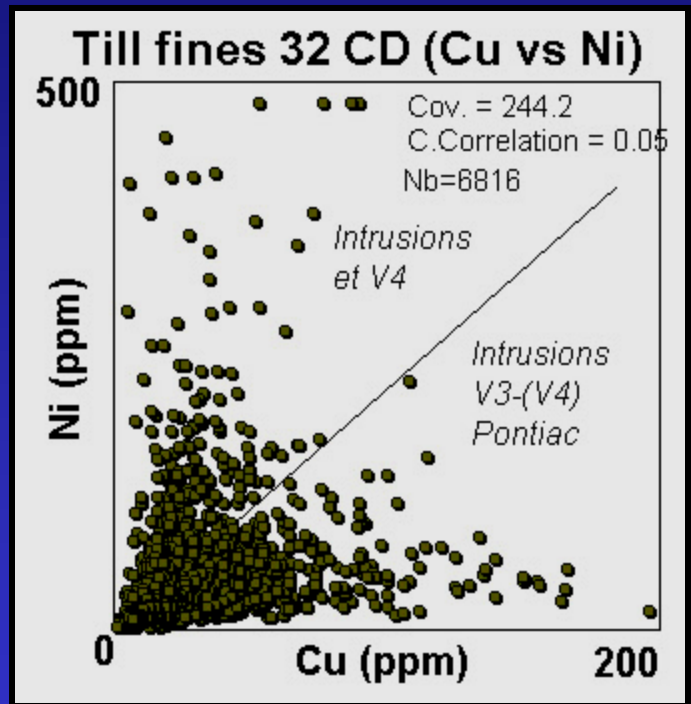
L'ordre des éléments dans est déterminée par les centiles:

Cu, Zn, Ni ≥ 93 centiles

Pb, Cr, Co, Au ≥ 97 centiles



Corrélation entre les éléments dans les traînées



Résultats



Traînées Au, Au-As

Traînées Cu, Cu-Zn, Cu-Ni

Traînées Au et Au-As

1- Corrélées à une minéralisation

Traînées Au expliquées	=	117
Traînées Au-As expliquées	=	46
Total	=	<u>163</u>

2- Cibles d'exploration

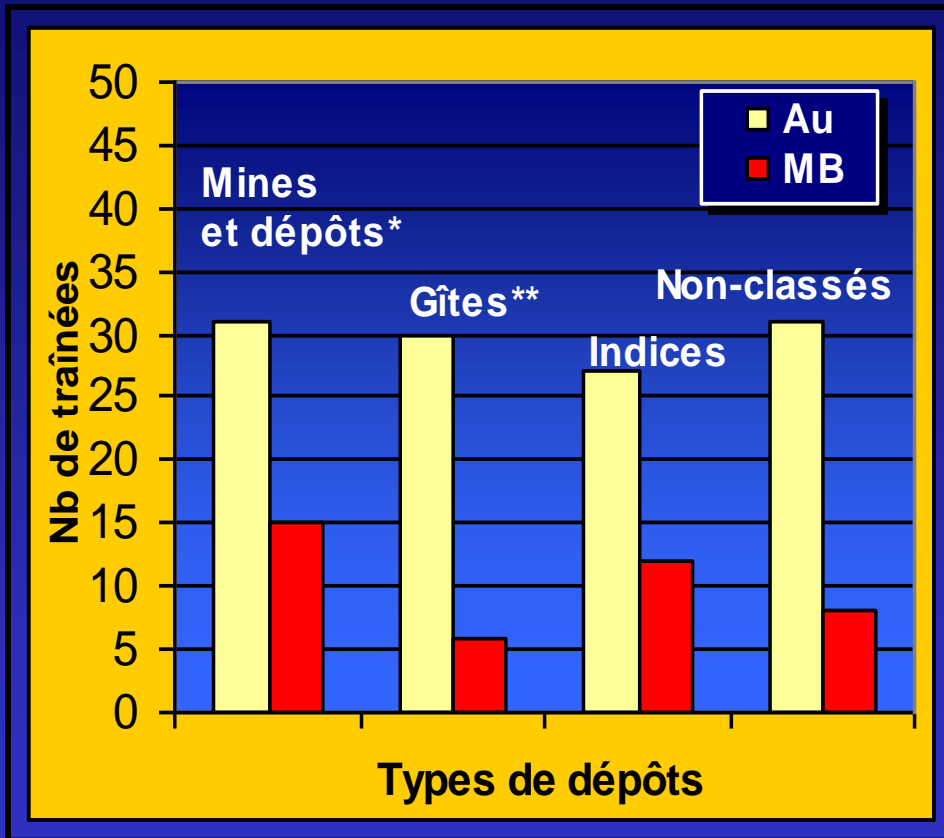
Traînées Au non-expliquées	=	274
Traînées Au-As non-expliquées	=	50
Total	=	<u>324</u>

3- Autres traînées* Au et Au-As = 43

Traînées Au grand total = 530

* Secteur de Swayse (Ont), aucune information disponible sur la minéralisation

1- Traînées Au et Au-As corrélées à une minéralisation



* Gisement avec tonnage évalué

**Gîte avec travaux

Mines Au	Mines Cu
Astoria	Beaudry
Croesus	Bouchard-Hébert
East Malartic	Duvan
Francoeur	Halliwell
Joburke	Joliet
Kiena	Little Long Lac
Marban	Lyndhurst
O'Brien	Manitou-Barvue
Pondora	Ryan Lake
Powell-Rouyn	
Shawkey	
Silidor	
Sullivan	

Traînées Au et Au-As

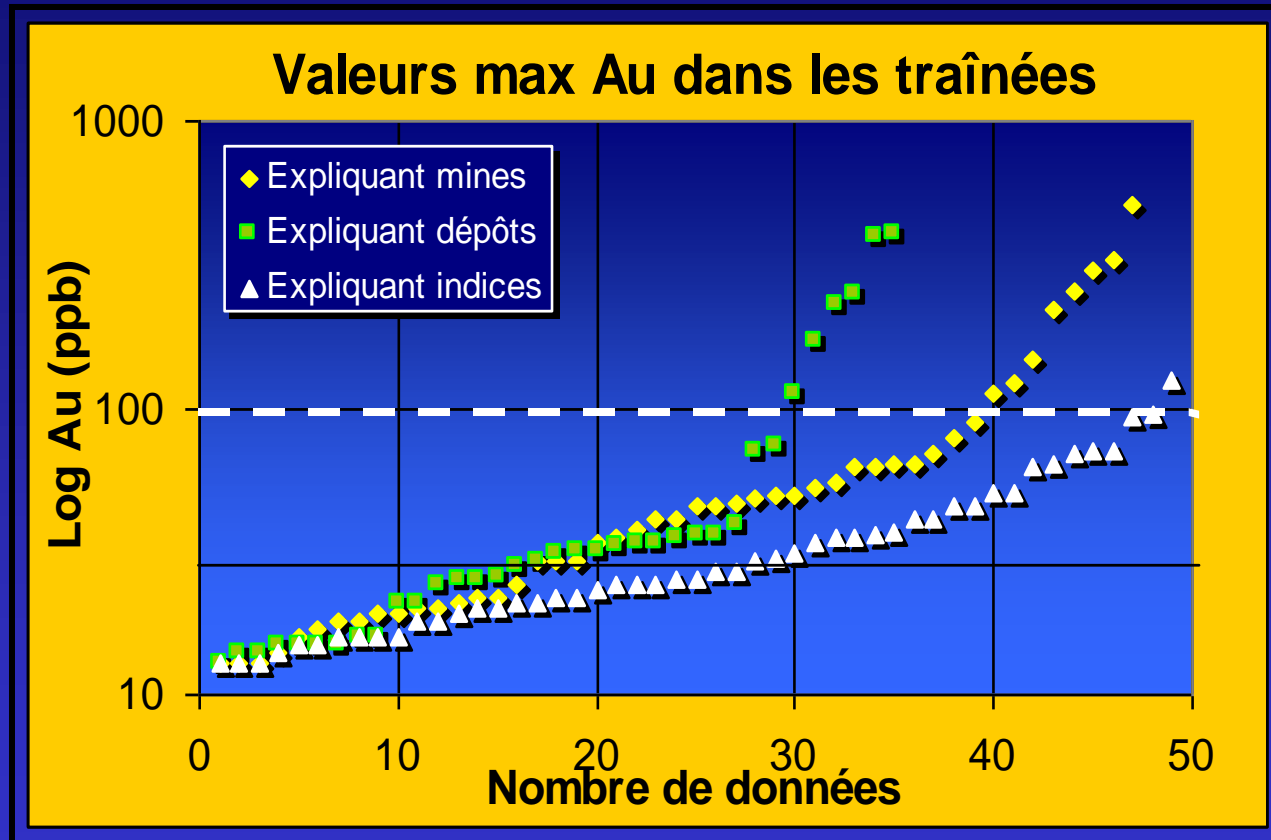
Comment établir une priorité
sur les **324 cibles d'exploration ?**
(traînées Au et Au-As)

Méthodes calibrées sur les traînées Au et Au-As expliquées

- **i) Méthode du seuil** (qui explique les dépôts et mines seulement)
- **ii) Méthode du nombre de sites d'échantillonnage anomaux en Au dans la traînée vs valeur max Au**
(poids donné au nombre d'échantillons anomaux)

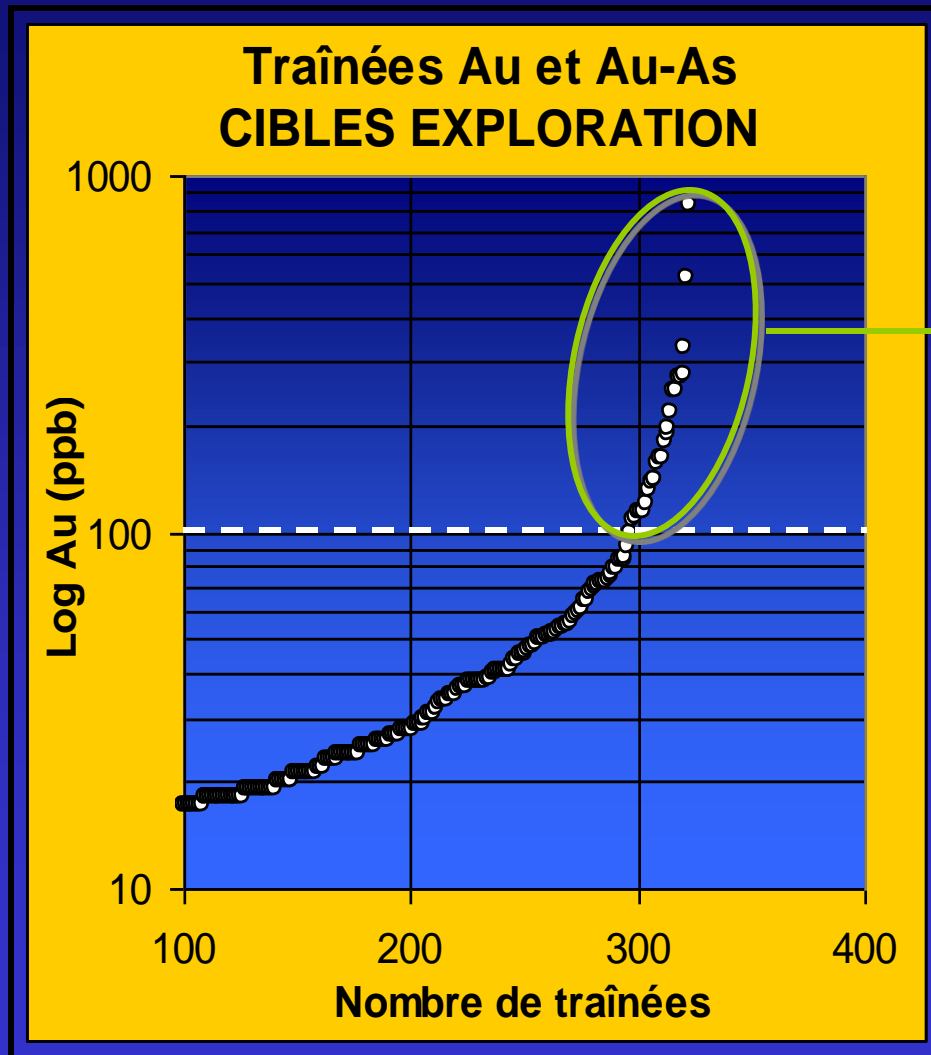
Traînées Au et Au-As corrélées à une minéralisation

Méthode du SEUIL



Champ ≥ 100 ppb Au contient, à l'exception d'un indice, seulement des dépôts (tonnage évalué) et mines = Cibles d'exploration Priorité 1

Traînées Au et Au-As Cibles d'exploration PRIORITÉ 1

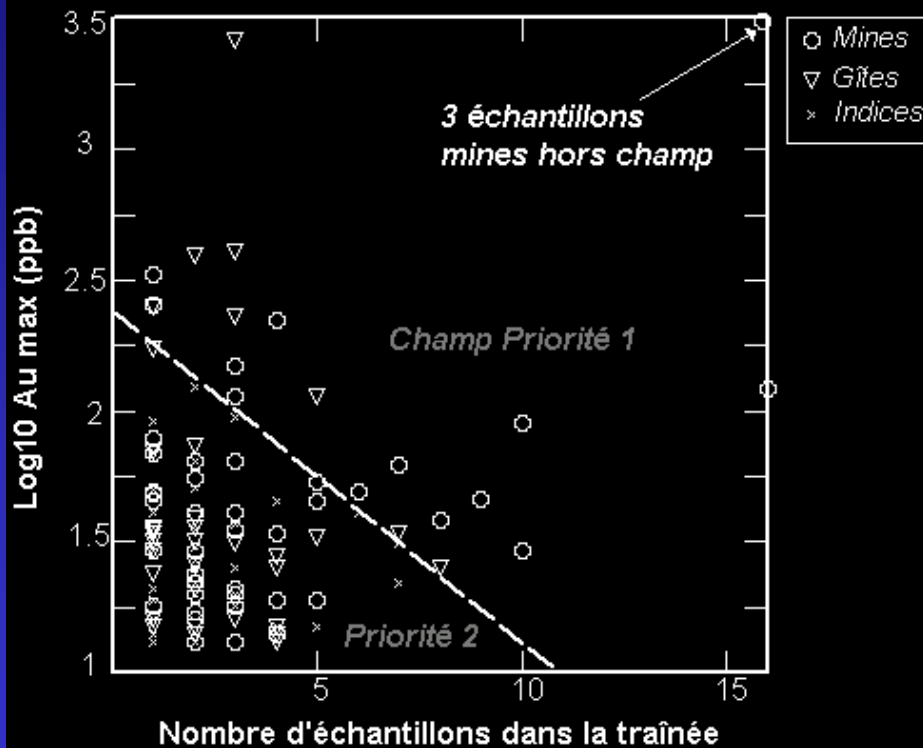


Sur 324 Cibles potentielles
27 traînées sont ≥ 100 ppb Au
= PRIORITÉ D'EXPLORATION
No 1

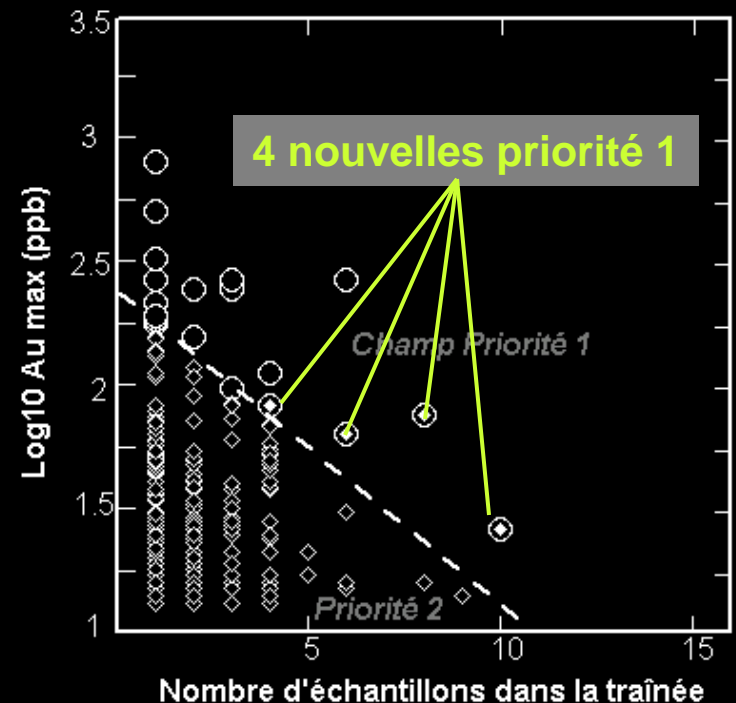
Traînées Au et Au-As Cibles d'exploration

Méthode du nombre de sites d'échantillonnage
anomaux en Au dans la traînée vs valeurs max Au

Traînées Au et Au-As expliquées par minéralisation



Traînées Au et Au-As CIBLES EXPLORATION

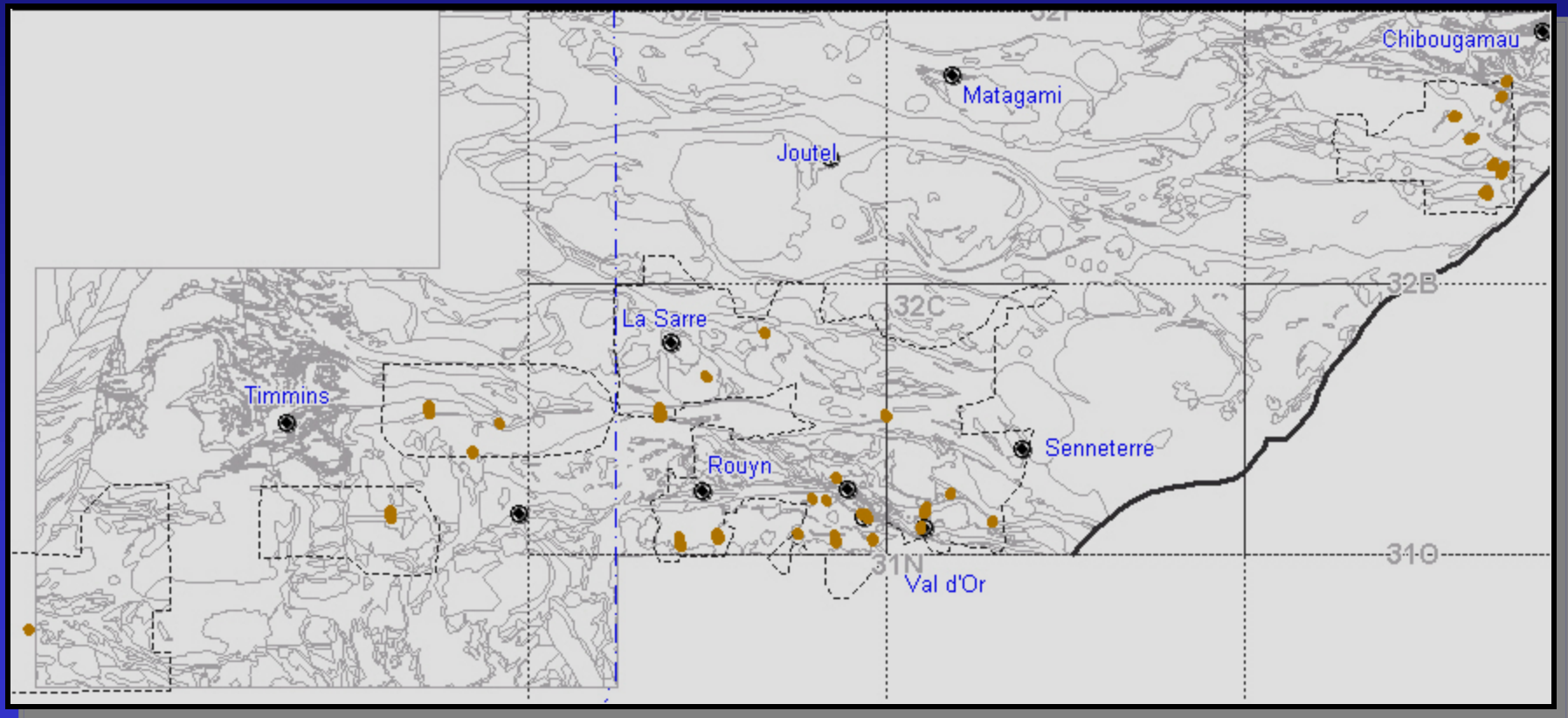


Losanges = cibles priorité 2
Cercle = priorité 1 définie avec seuils
Cercle annoté = nouvelles cibles priorité 1

CIBLES D'EXPLORATION PRIORITÉ 1

Traînées Au et Au-As

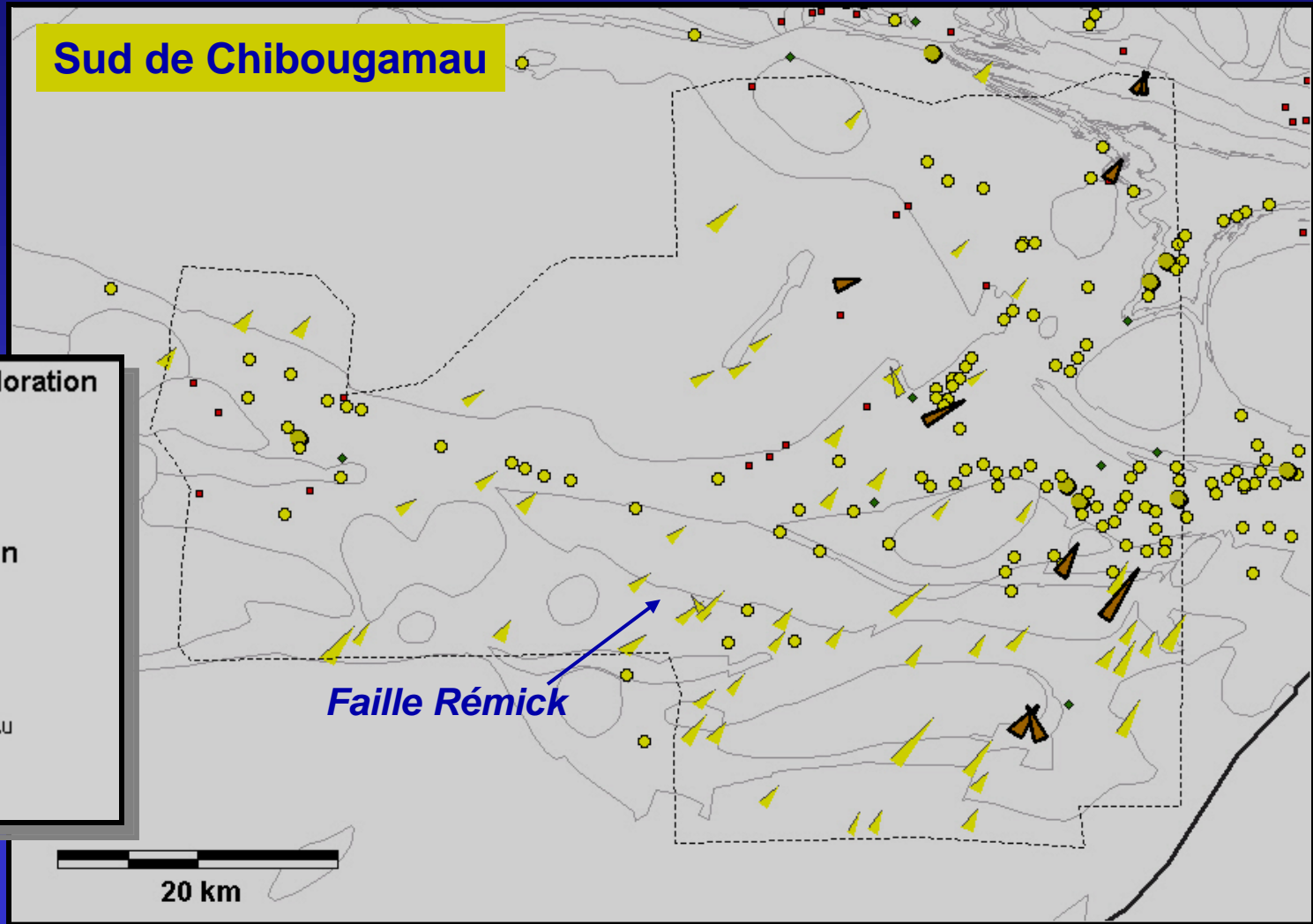
Les 31 cibles d'exploration de priorité 1 de l'Abitibi
dans les régions de levés de till ($< 63\mu\text{m}$)



CIBLES D'EXPLORATION

Traînées Au et Au-As

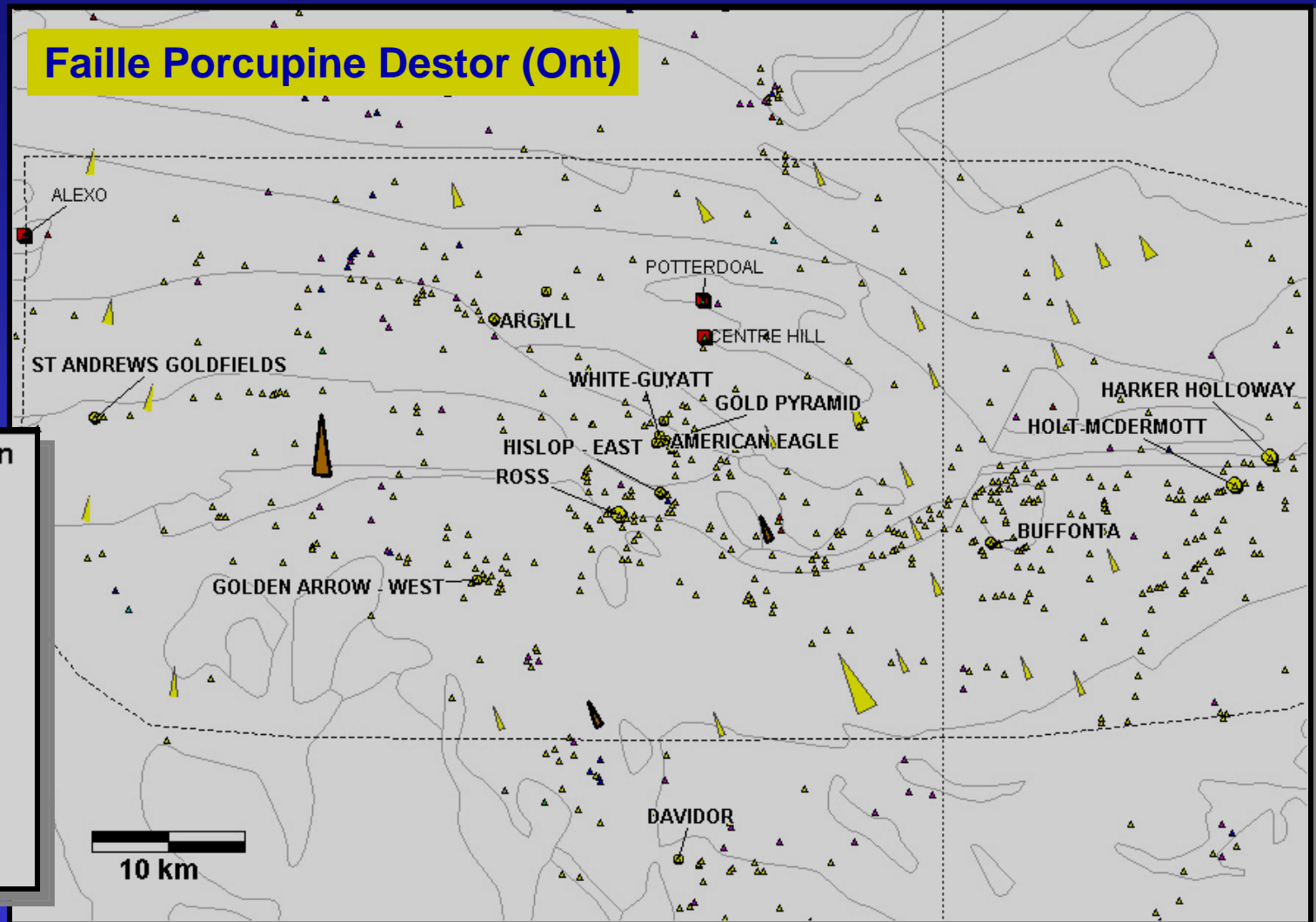
Cibles d'exploration de priorité 1 versus priorité 2



CIBLES D'EXPLORATION

Traînées Au et Au-As

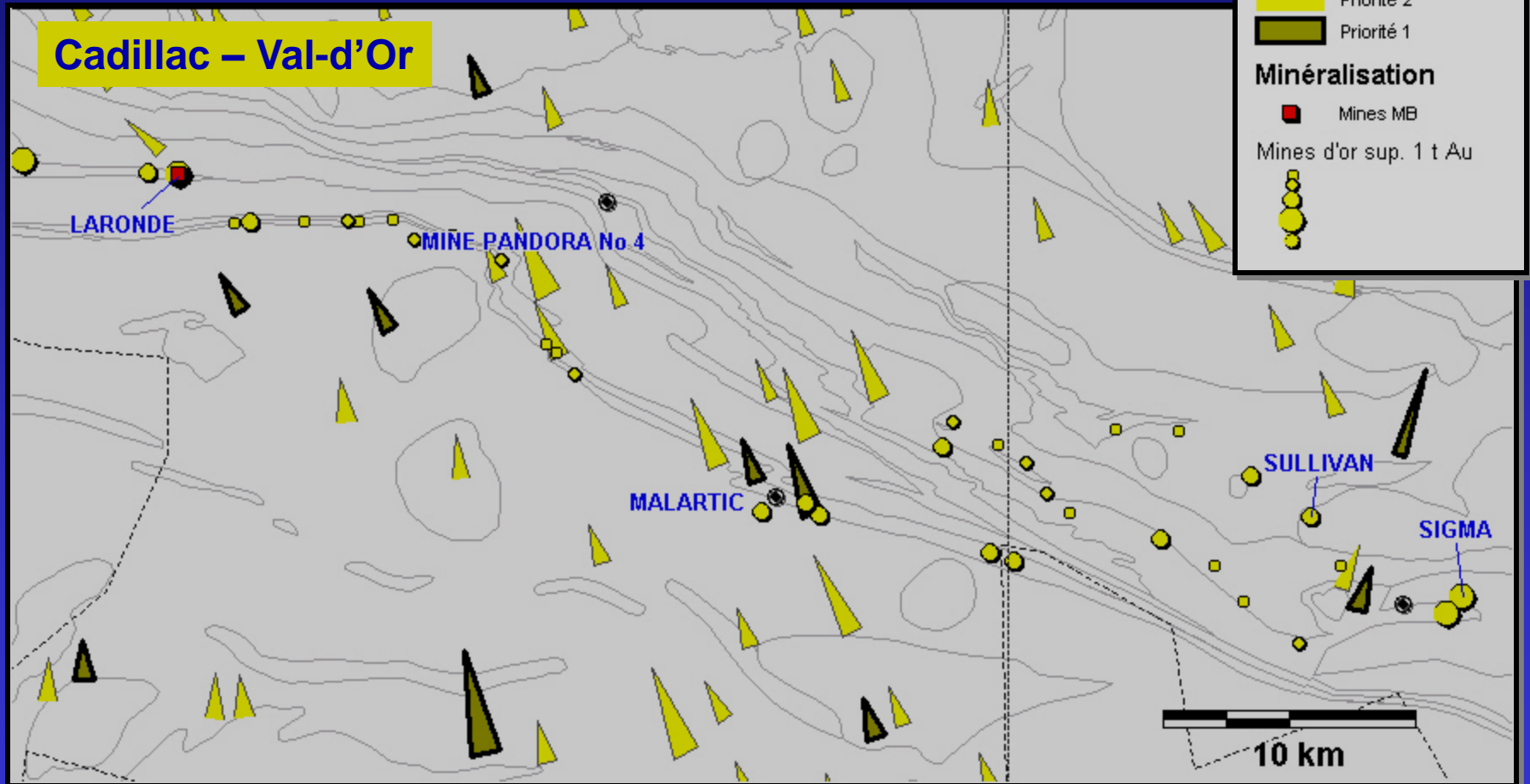
Cibles d'exploration de priorité 1 versus priorité 2



CIBLES D'EXPLORATION

Traînées Au et Au-As

Cibles d'exploration de priorité 1 versus priorité 2



Traînées Cu (Cu, Zn, Ni)

1- Corrélées à une minéralisation

Traînées Cu expliquées = 221

150 traînées expliquées par une minéralisation Au

45 expliquées par une minéralisation en MB

19 expliquées par une minéralisation en Zn

7 expliquées par une minéralisation en Ni

2- Cibles d'exploration

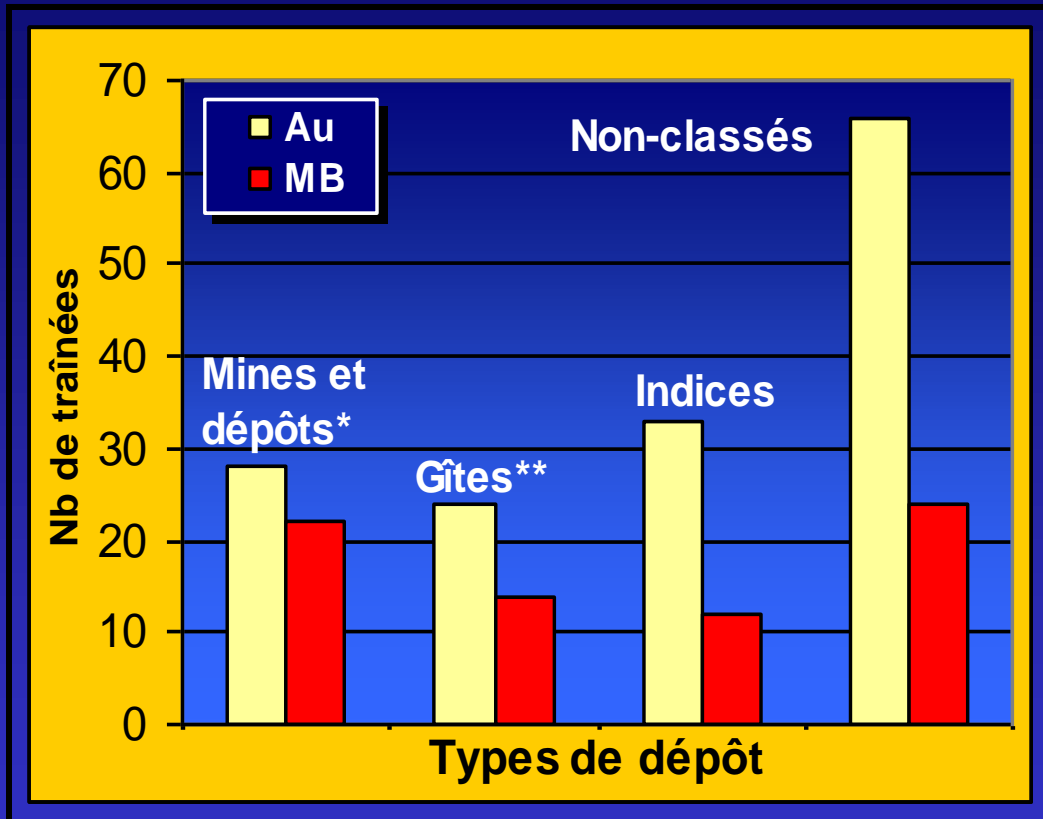
Traînées Cu non-expliquées = 395

3- Autres traînées* Cu = 86

Traînées Cu grand total = 702

* Secteur de Swayse (Ont), aucune information disponible sur la minéralisation

Traînées Cu corrélées à une minéralisation



Mines Au	Mines Cu**
Arntfield	Don Rouyn
Astoria	Bouchard-Hébert
Bousquet	Horne-Quémont
Donchester	Joliet Québec
Doyon	Louvem
Duquesne	Manitou-Barvue
École	Marbridge
First Canadian	Normétal
Francoeur	Ryan Lake
Lamaque	
New Marlon	
Pandora	
Senator Rouyn	
Sigma No 2 (Vicour)	

* Gisement avec tonnage évalué

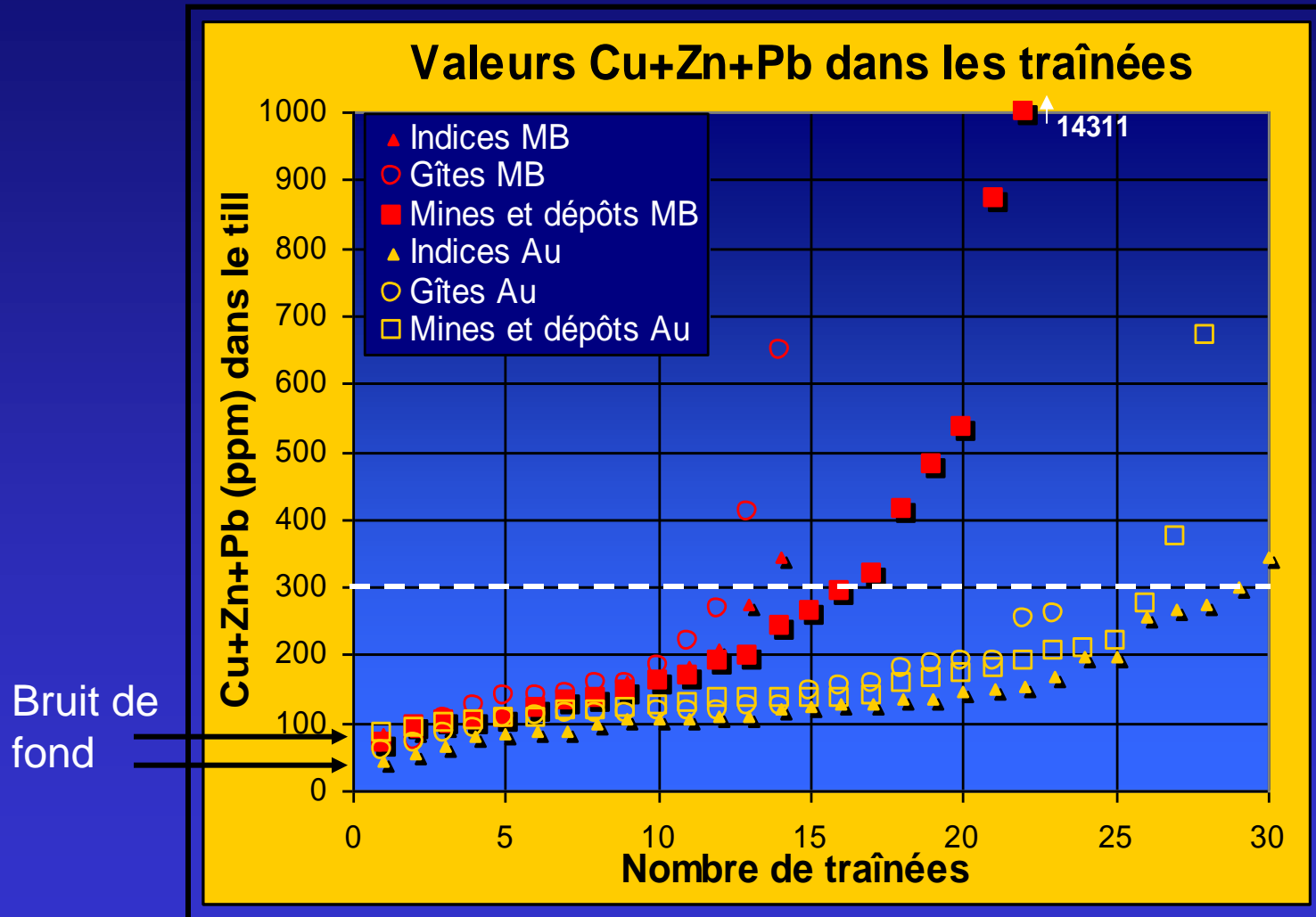
**Gîte avec travaux

** Cu, Cu-Zn et Ni

Morale de l'histoire : la majorité des traînées Cu expliquent des minéralisations Au (Au-Cu)

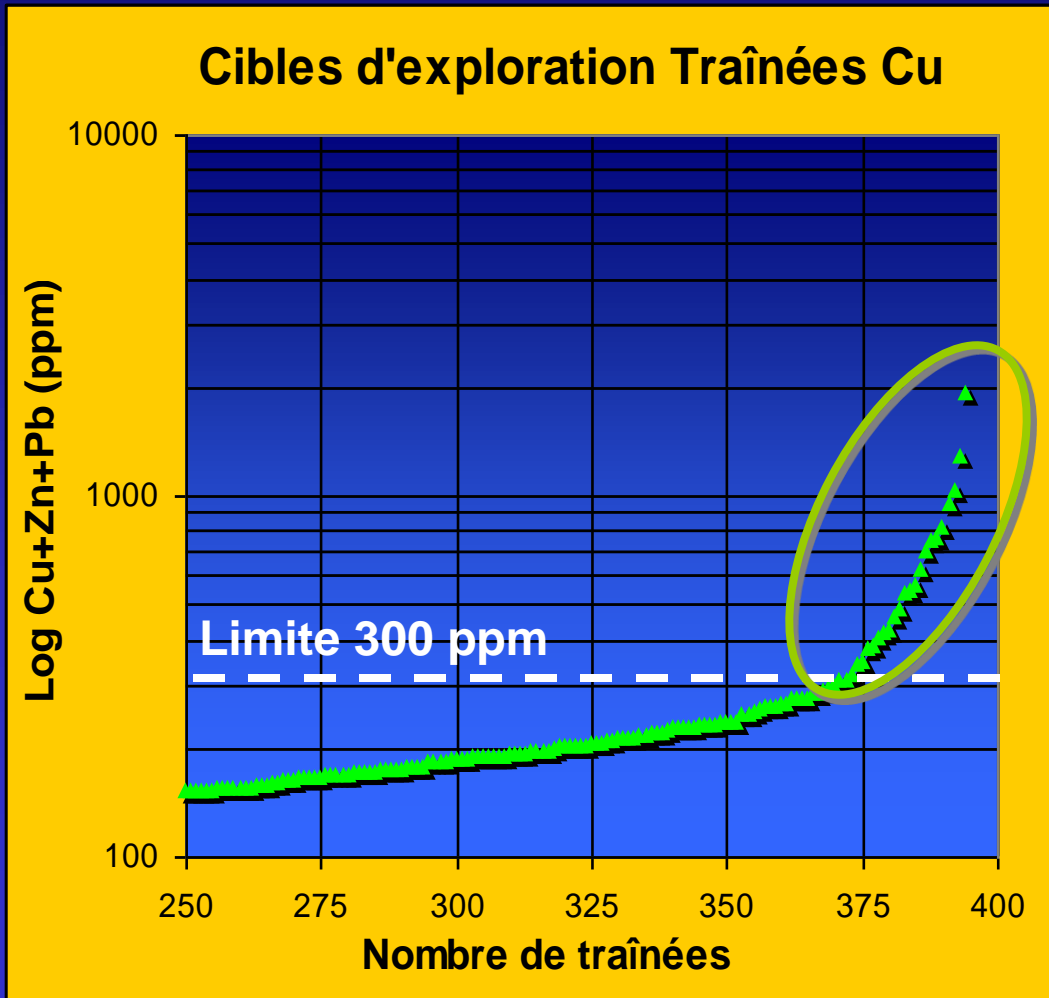
Traînées Cu corrélées à une minéralisation

Méthode du SEUIL sur somme la Cu+Zn+Pb



CIBLES D'EXPLORATION - Traînées Cu

Méthode du SEUIL



Sur 395 cibles potentielles

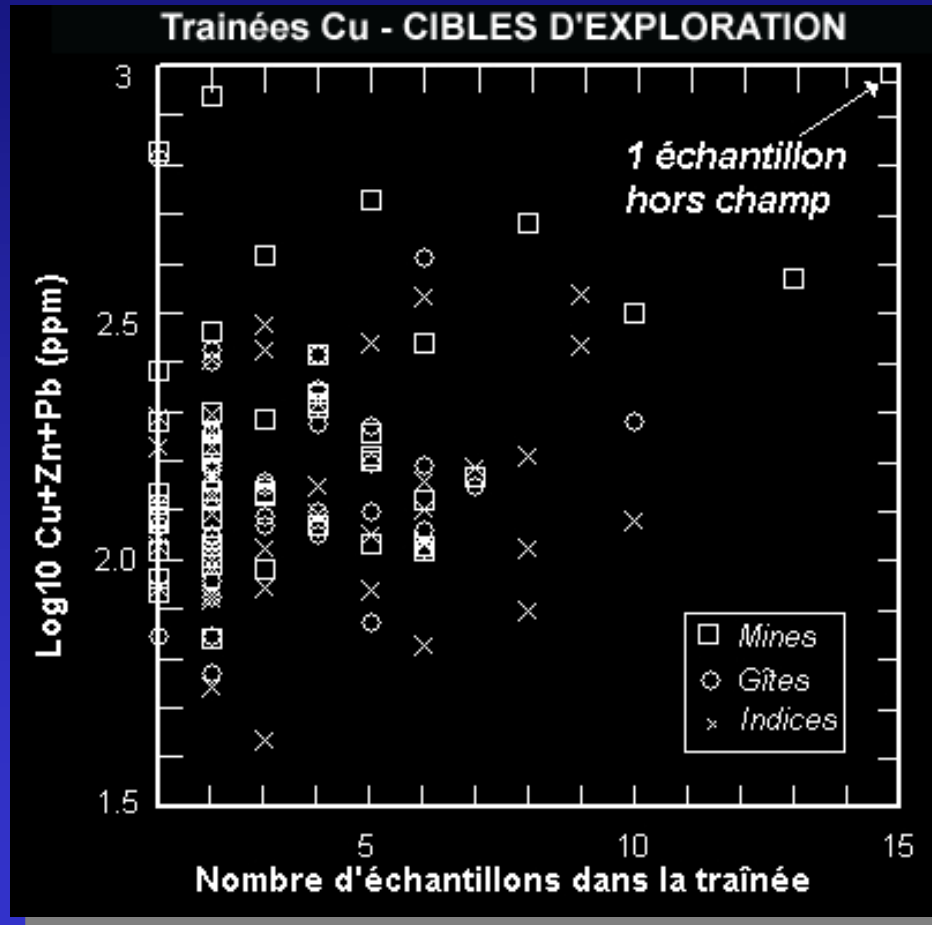
29 traînées sont ≥ 300 ppm
Cu+Zn+Pb

= **PRIORITÉ D'EXPLORATION
No 1**

25 cibles ont une association Zn
4 cibles ont une association Cu

CIBLES D'EXPLORATION - Traînées Cu

Méthode du nombre de sites d'échantillonnage
anormaux en Cu dans la traînée vs valeurs max Cu+Zn+Pb

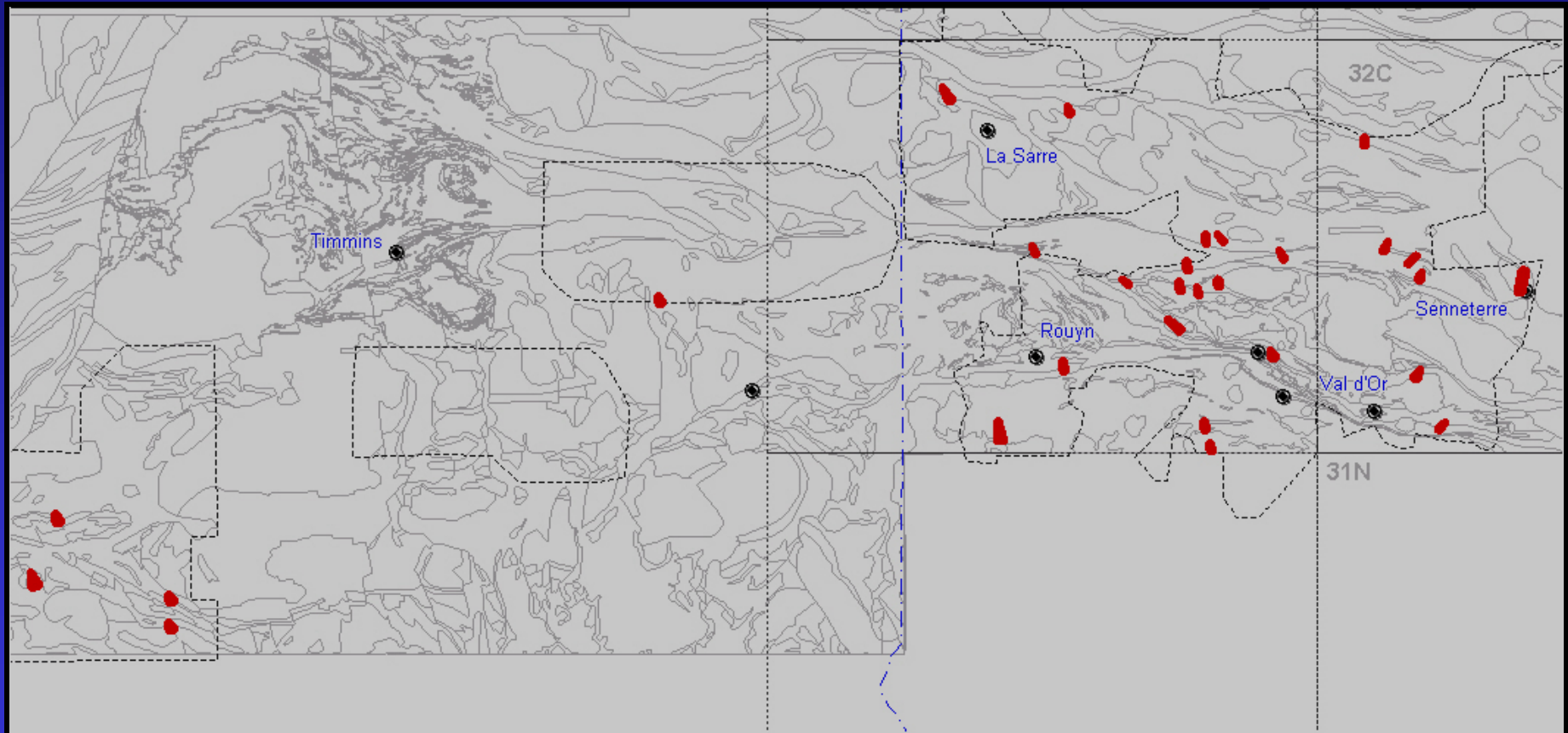


Aucune nouvelle anomalie générée par cette méthode

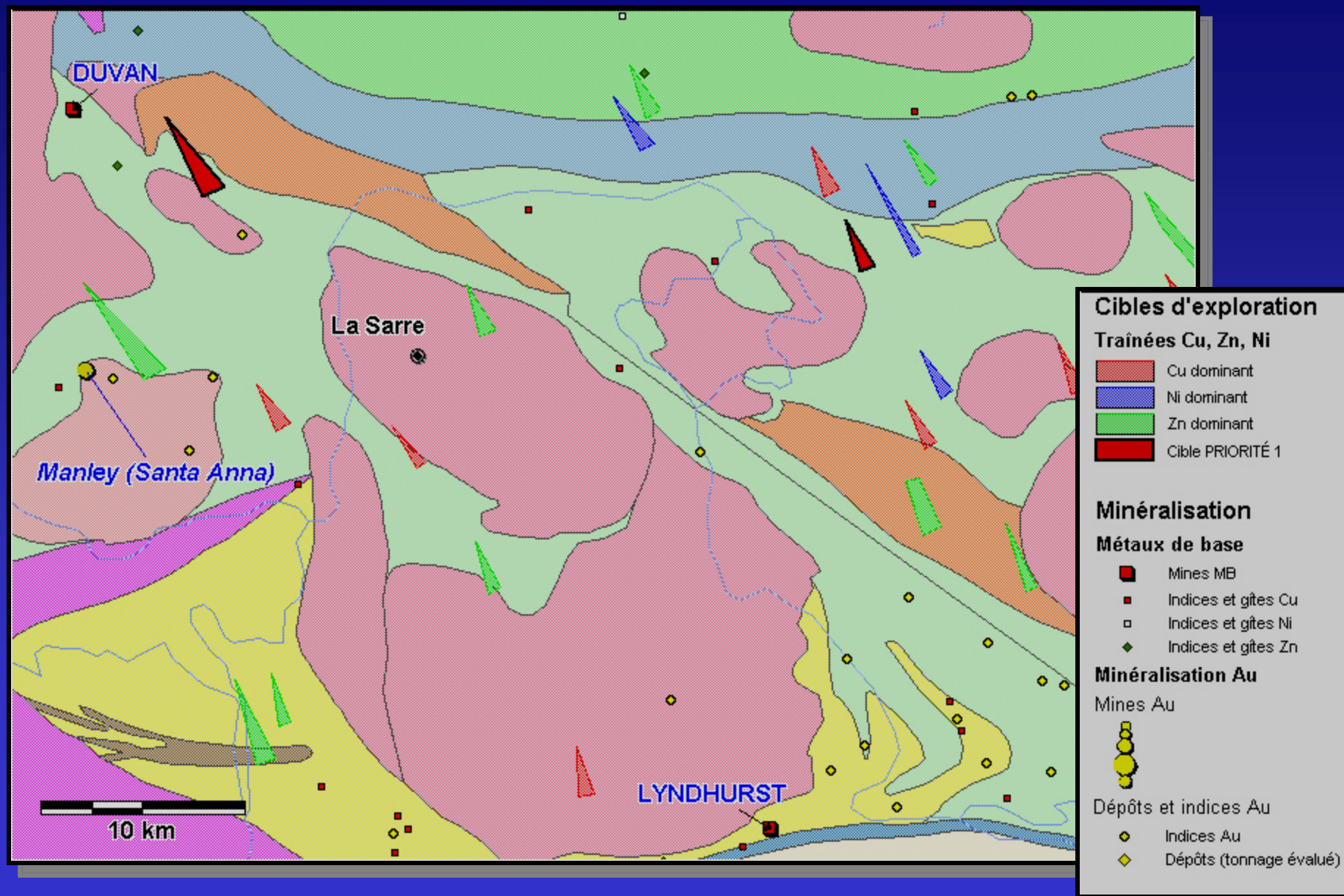
CIBLES D'EXPLORATION PRIORITÉ 1

Traînées Cu

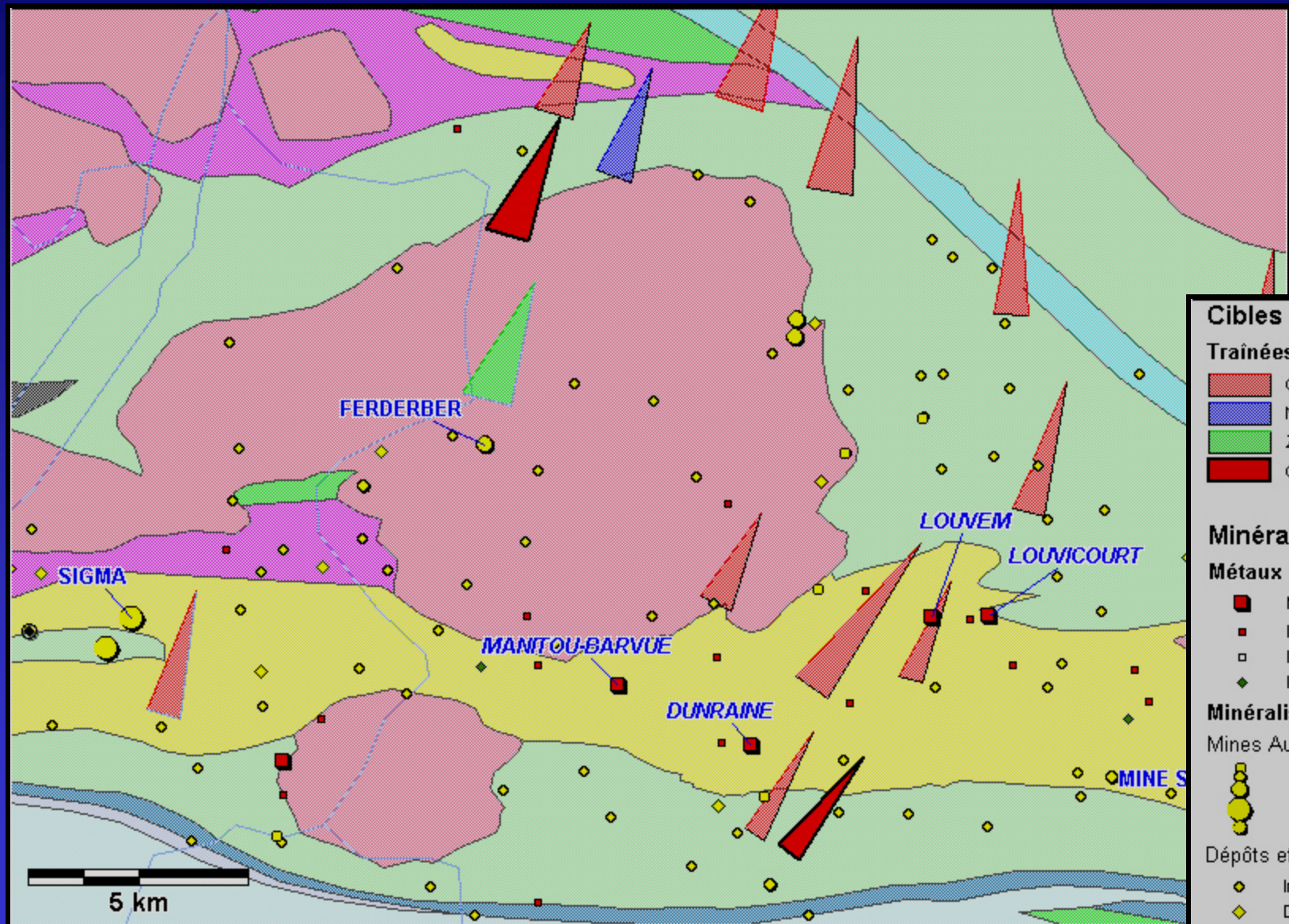
Les 29 cibles d'exploration de priorité 1 de l'Abitibi
dans les régions de levés de till ($< 63\mu\text{m}$)



Cibles d'exploration- Traînées Cu



Cibles d'exploration- Traînées Cu



Cibles d'exploration

Traînées Cu, Zn, Ni

- Cu dominant
- Ni dominant
- Zn dominant
- Cible PRIORITÉ 1

Minéralisation

Métaux de base

- Mines MB
- Indices et gîtes Cu
- Indices et gîtes Ni
- Indices et gîtes Zn

Minéralisation Au

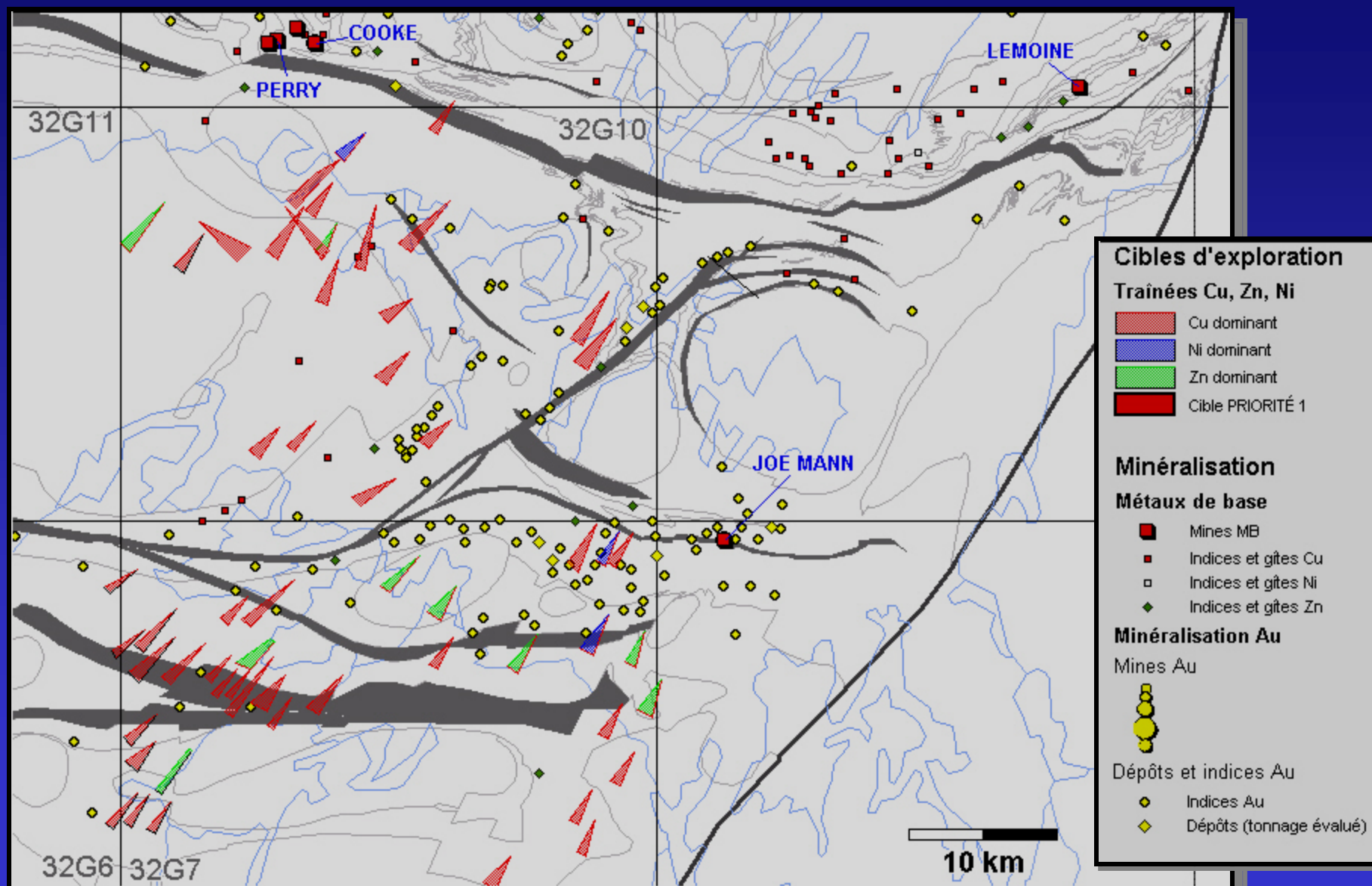
Mines Au



Dépôts et indices Au

- Indices Au
- Dépôts (tonnage évalué)

Cibles d'exploration- Traînées Cu



Conclusion TILL

- **Nouvelle méthodologie basée sur la dispersion glaciaire**
Modélisation de la traînée; Longueur et orientation en fonction des courbes de dispersion et des stries
- Méthodes discriminantes pour les priorités d'exploration avec valeurs « magiques » cibles
- Les traînées Au et Cu expliquent autant des minéralisations en or et en métaux de base, mais plus souvent les minéralisations en or
- Il ne faut pas oublier certaines problématiques, notamment; transport hydromorphique des particules fines, répartition spatiale des données

MISE EN GARDE: Avant d'entreprendre une action sur une cible, **vérifier les données d'origine** dans les GM. Certaines erreurs auraient peu être faites lors de la compilation de la banque de données utilisées.

Remerciements

Noranda Exploration pour la banque de données
sur le till et les minéralisations

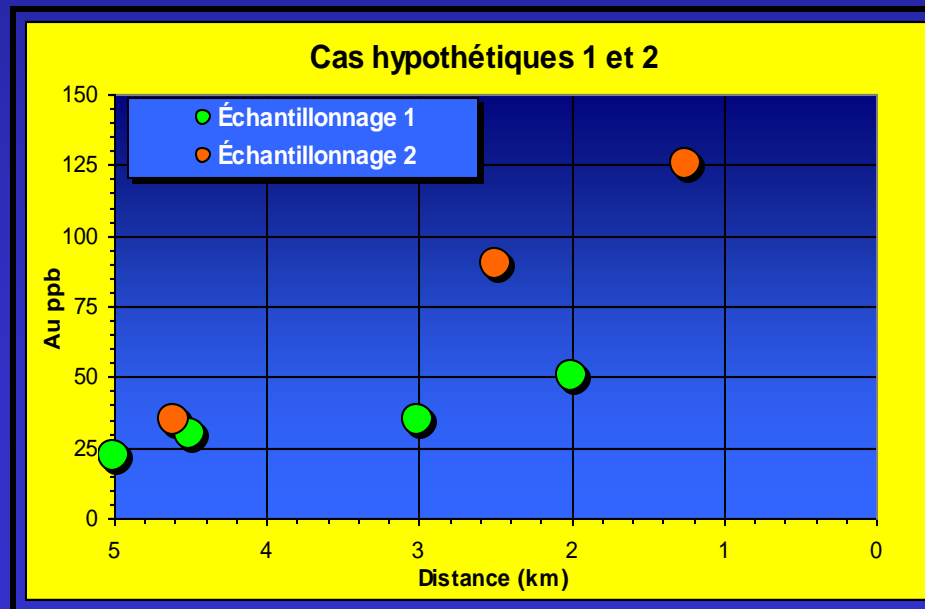
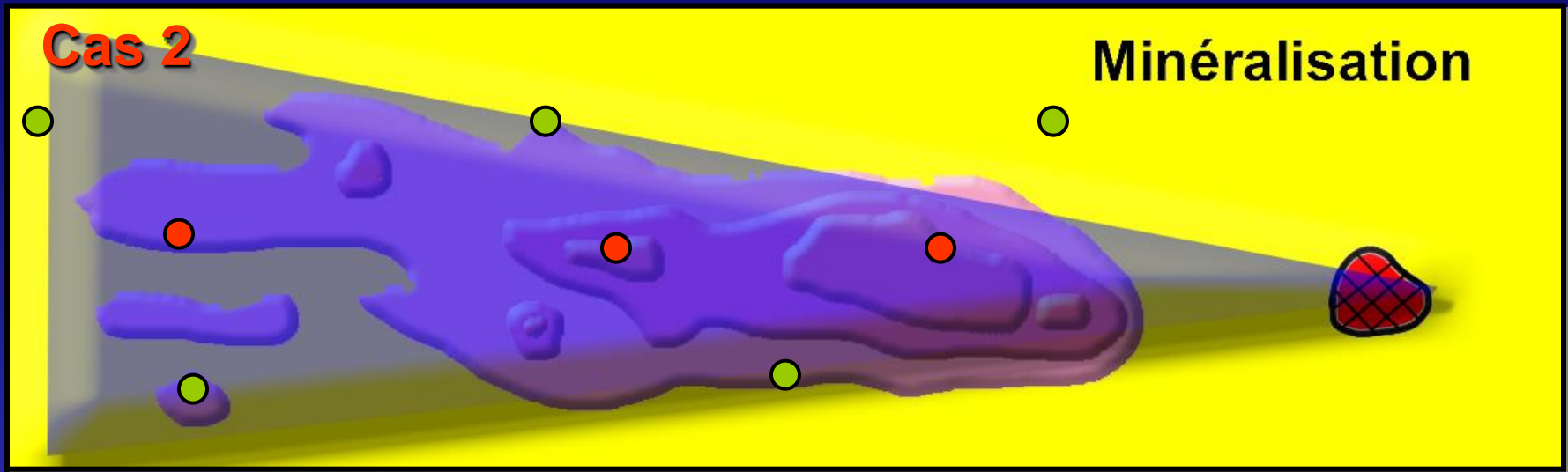
Marc Beaumier, Géologie Québec

Michel Lamothe, UQAM

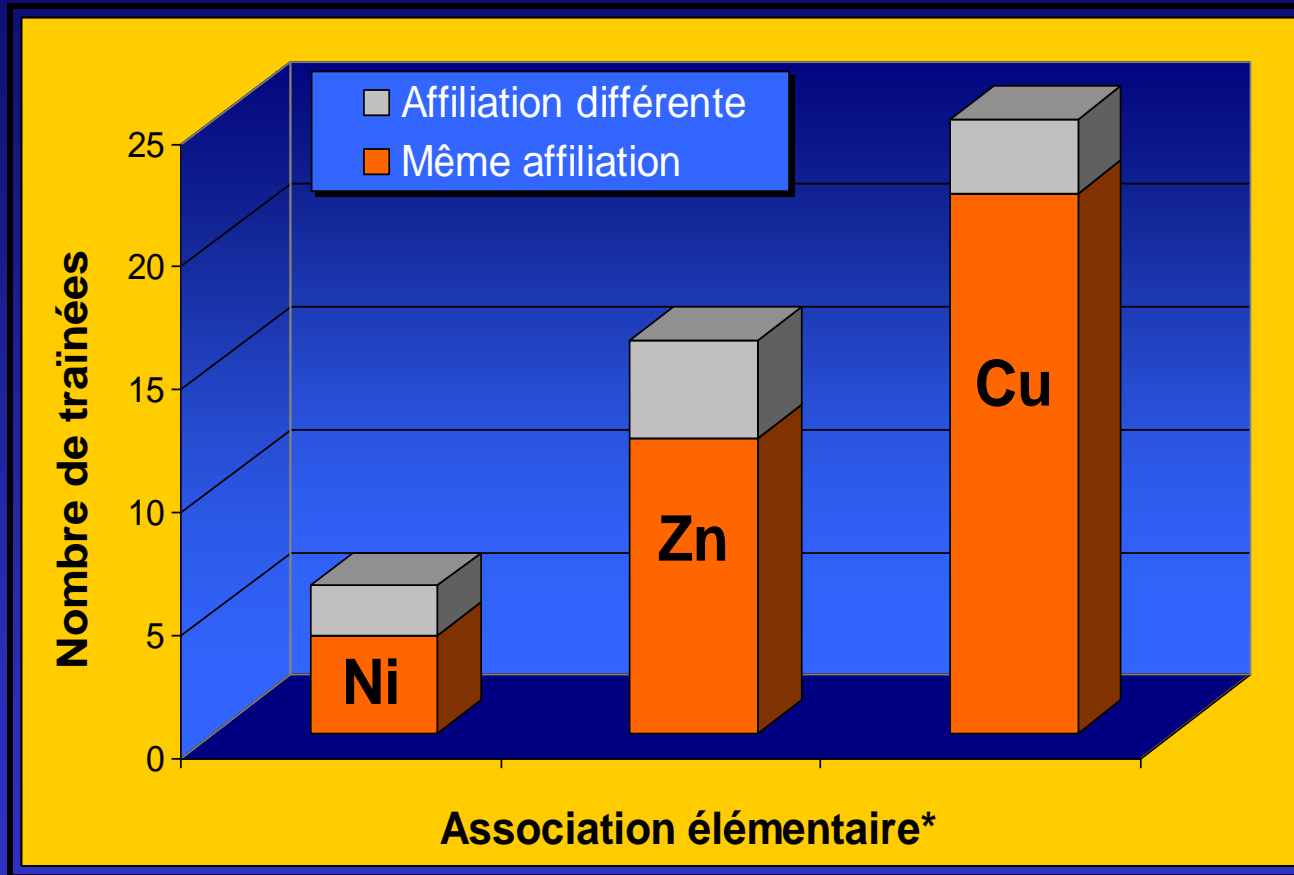
Pierre Pagé, UQAM

Jean Veillette, CGC

Problème lié à l'échantillonnage (maillage et probabilité)



Association élémentaire dans les traînées Cu versus celle des minéralisations de métaux de base



* Association dans les traînées

Ni : Ni-Cr-Co, Ni-Cu, Cu-Ni

Zn : Zn, Zn-Cu

Cu : Cu, Cu-Zn-Pb, Cu-Au

Association élémentaire dans les traînées Cu versus celle des minéralisations en Au

Répartition des associations élémentaires dans 78 traînées Cu
expliquant des minéralisations Au

Association Ni

(Ni-Cu, Ni-Au)

Nb= 19

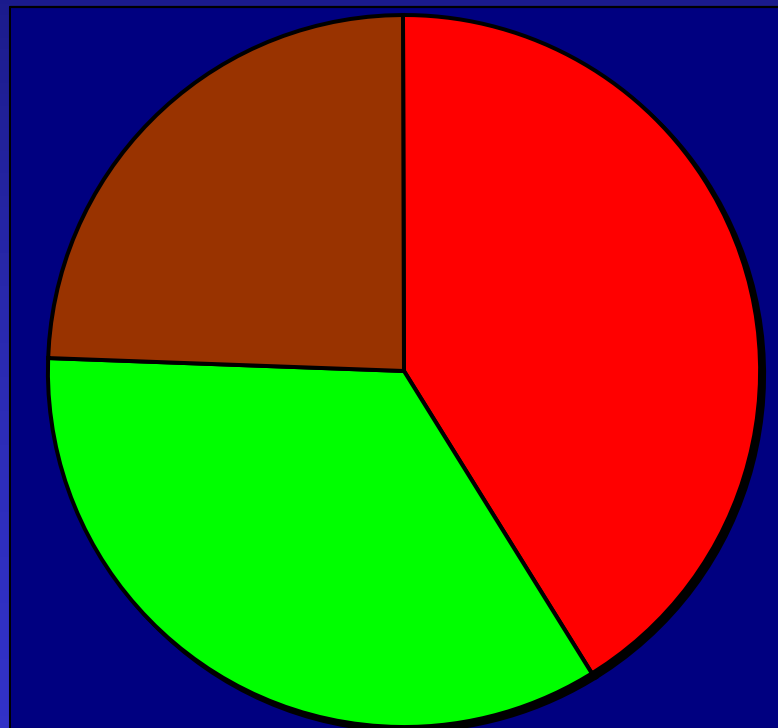
Causée par la présence
de pyrrhotine (nickelifère)
et pentlandite

Association Zn

(Zn-Cu, Zn-Au, Zn-Ni)

Nb= 27

Causée par la présence
de la sphalérite



Association Cu

(Cu, Cu-Au, Cu-Zn, Cu-Ni)

Nb= 32

Causée par la présence
de chalcopirite