

Projet 2001-8 : Modèle métallogénique pour l'Au orogénique en Abitibi

Compilation et intégration pour le
camp de Val'Or - Malartic

Par 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

Contexte du projet

- Vise à fournir les modèles métallogéniques pour le SPCPM de Géologie Québec.
- SPCPM = cartes du potentiel minéral à partir des données du SIGÉOM

Objectifs

Définir des modèles métallogéniques pour l'or orogénique pour l'intégration dans le SPCPM (Géologie Québec)

Claude Dion
Pierre Pilote
Jean-Yves Labbé
Daniel Lamothe
Stéphane Faure
Damien Gaboury

Réunion avec l'équipe SPCPM



Critères du modèle

- Caractéristiques globales (littératures)
- Caractéristiques du camp (compilation)

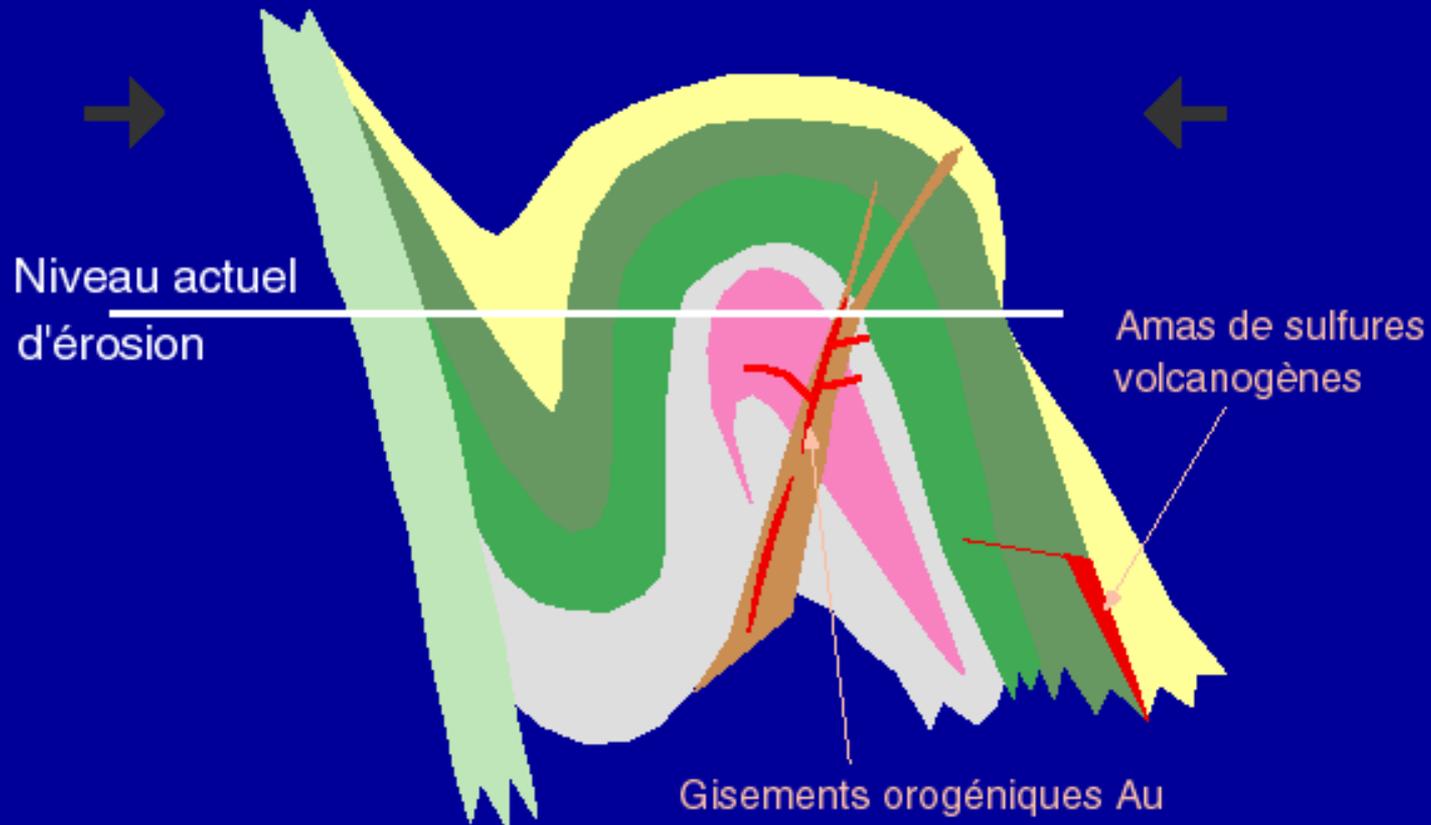


Couches du modèle

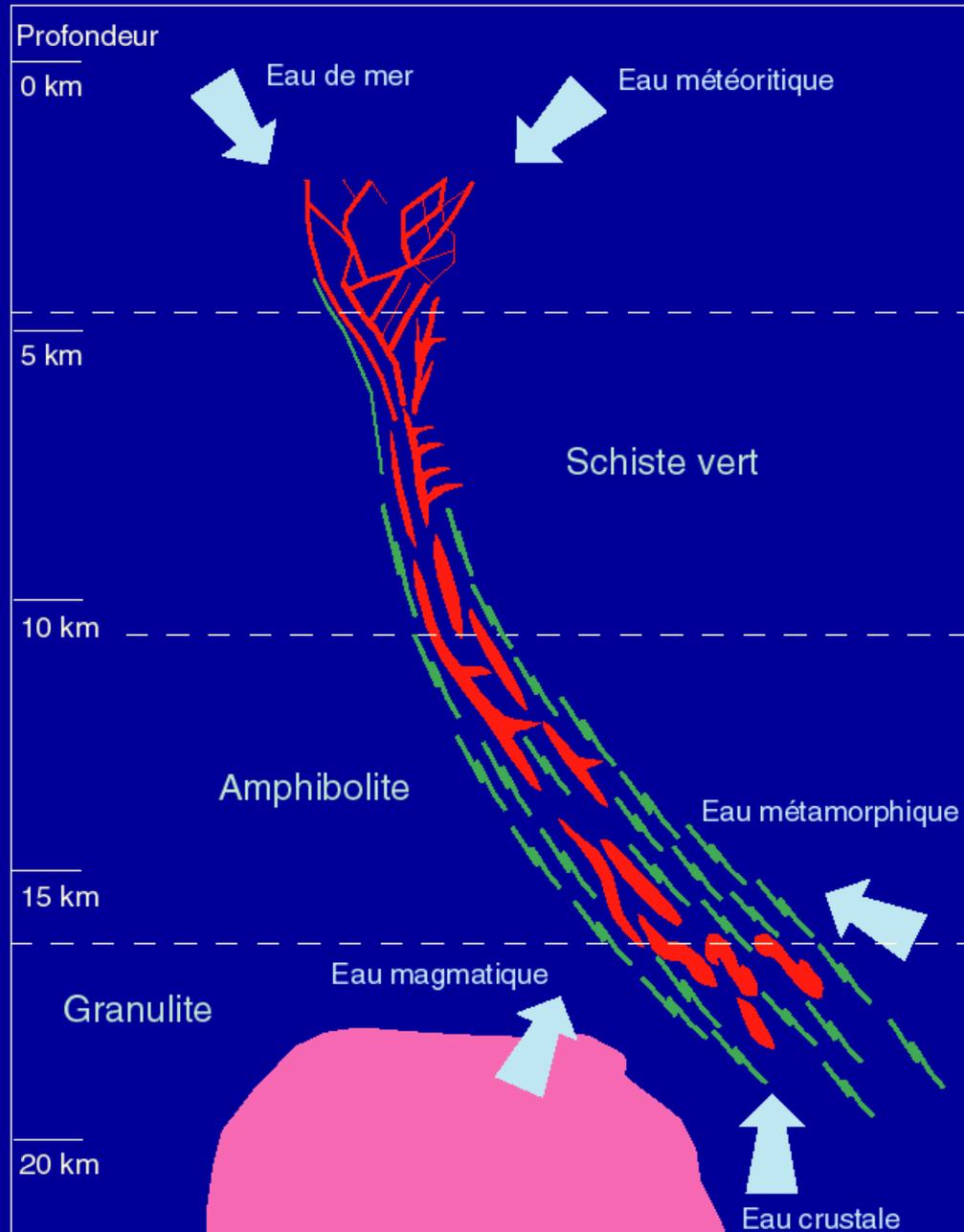
- UDEC
- Linéaments

Chronologie minéralisation = tardive

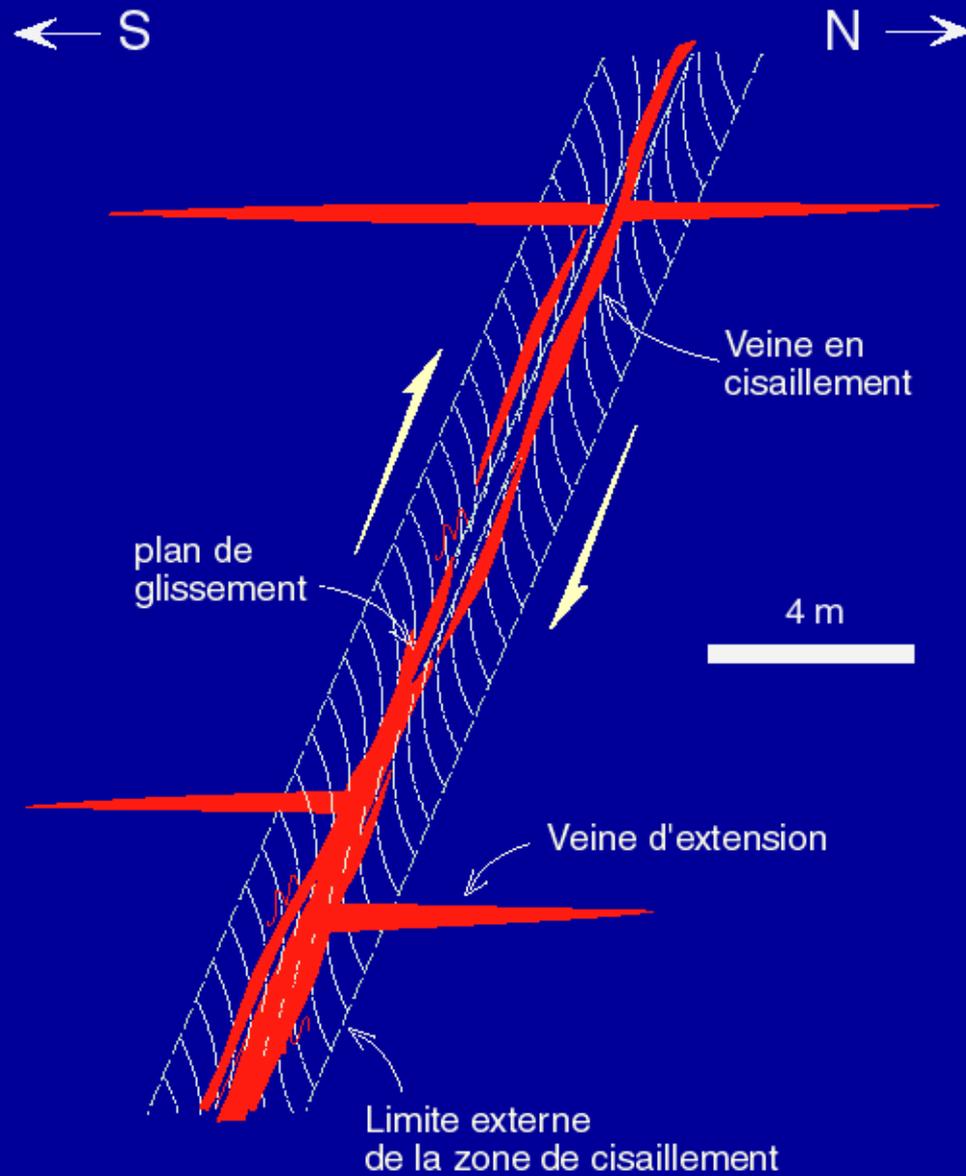
Au moins deux épisodes de minéralisation: (Couture et al., 1994)
< 2684 Ma (jeune) et > 2690 Ma (vielle)



Modèle du continuum (Groves, 1993)



Type de filons: Cas Mine Sigma



Caractéristiques globales des minéralisations Au orogénique

- Groves, D.I., Goldfarb, R.J., Gebre-Mariam, M., Hagemann, S.G., Robert, F. 1998. Orogenic gold deposits: A proposed classification in the context of their crustal distribution and relationship to other gold deposit types. *Ore Geology Review*, 13: 7-27
- McCuaig, T.C., Kerrich, R. 1998. P-T-t-deformation-fluid characteristics of lode gold deposits: evidence from alteration systematics. *Ore Geology Review*, 12: 381-453
- Groves, D.I., Goldfarb, R.J., Knox-Robinson, C.M., Ojala, J., Gardoll, S., Yun, G.Y., Holyland, P. 2000. Late-kinematic timing of orogenic gold deposits and significance for computer-based exploration techniques with emphasis on the Yilgarn Block, Western Australia. *Ore geology Review*, 17: 1-38

Caractéristiques régionales

- 1) Association avec roches métamorphiques plissées
- 2) Faciès des schistes verts = plus productif
- 3) Archéen: méta-volcanites et roches intrusives
-Abitibi, Yilgarn, Zimbabwe
- 4) Phanérozoïque: séquence de roches méta-sédimentaires
- Juneau, Meguma, Victoria (Bendigo-==Bellarat)

Attribues chrono-géométriques

- 1) Formation syn- à tardi-métamorphique
- 2) Formation tardi-tectonique (à la fin de l'orogénie)
- 3) Tectonique: raccourcissement horizontal
- 4) Association spatiale avec intrusions (lamprophyres)
- 5) Extension très grande en profondeur > 2 km

Minéralogie des veines

- 1) < 5% sulfures (Fe)
- 2) < 15% carbonates
- 3) Albite-Muscovite-Tourmaline-Fuchsite- Chlorite-Sheelite-Séricite
- 4) Au/Ag ~ 10
- 5) Arsenopyrite = contexte sédimentaire
- 6) Pyrite-Pyrrhotite = contexte volcanique et igné
- 7) Cortège métallique: As, B, Bi, Hg, Mo, Sb, Te, W, ± Cu, Pb, Zn

Altération

- 1) Carbonates: Ankérite-dolomie-calcite
- 2) Sulfures: Pyrite-pyrrhotite-arsenopyrite
- 3) Métasomatisme alkalin:

Séricite, muscovite, K-Feldspath, fuchsite, biotite, albite, Chlorite

- 4) Dans BIF: sulfurisation intense
- 5) Chimie de l'altération

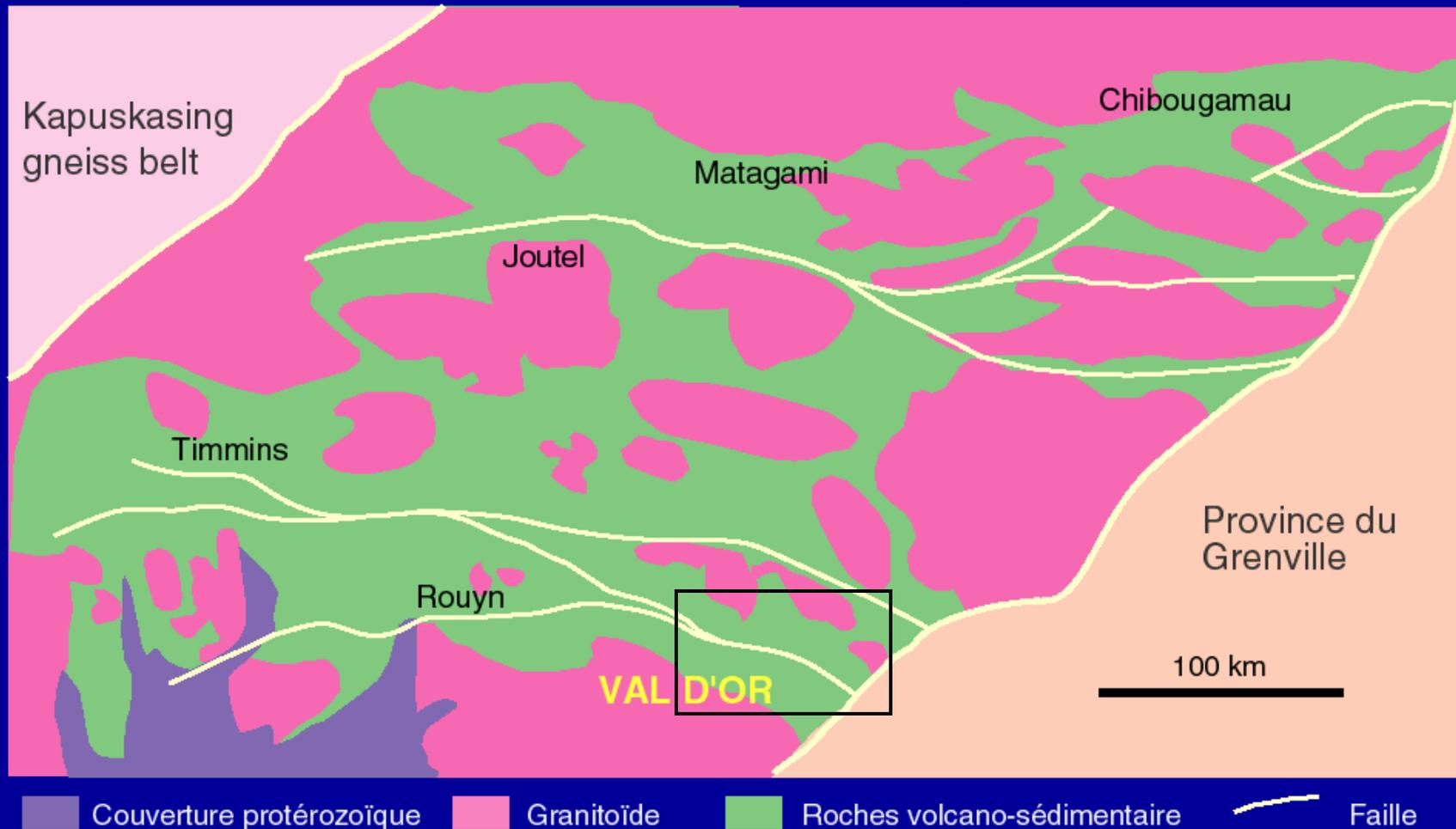


Structure

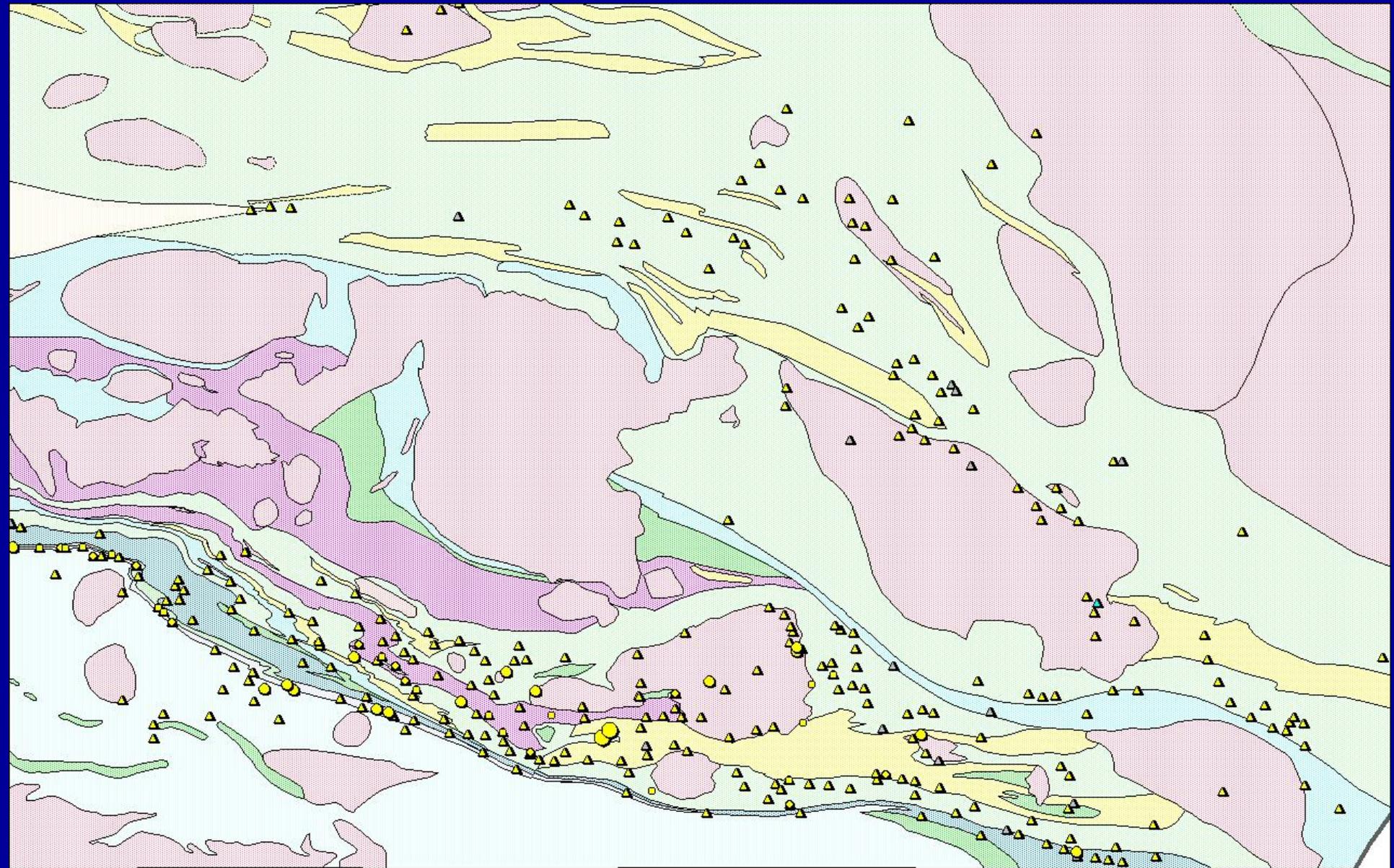
- 1) Association spatiale avec failles majeures (limite de terranes)
- 2) Dans les ceintures de grande complexité lithologique
- 3) Transition entre ductile et cassant
- 4) Communément dans failles subsidiaires de 2 et 3 ordres
- 5) Faible déplacement des structures
- 6) Variété de structures:
 - Failles à dominance inverse à pendage modéré à fort
 - Stockwerk de fractures dans roches compétentes
 - Zone de forte déformation (pression solution)
 - Nez de pli (saddle rift): contexte sédimentaire

Compilation à l'échelle du camp

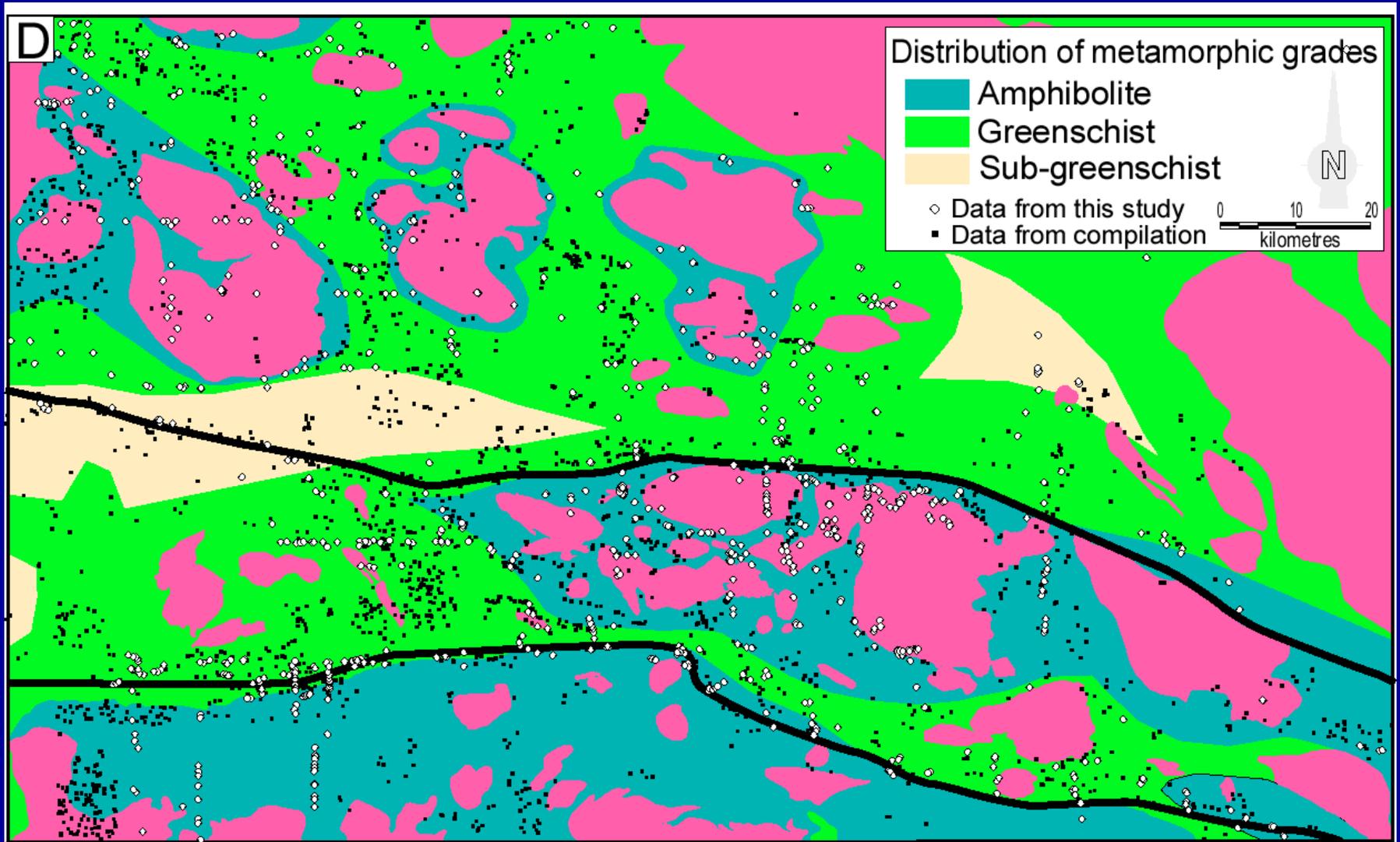
Localisation à l'échelle de l'Abitibi du camp de Val d'Or



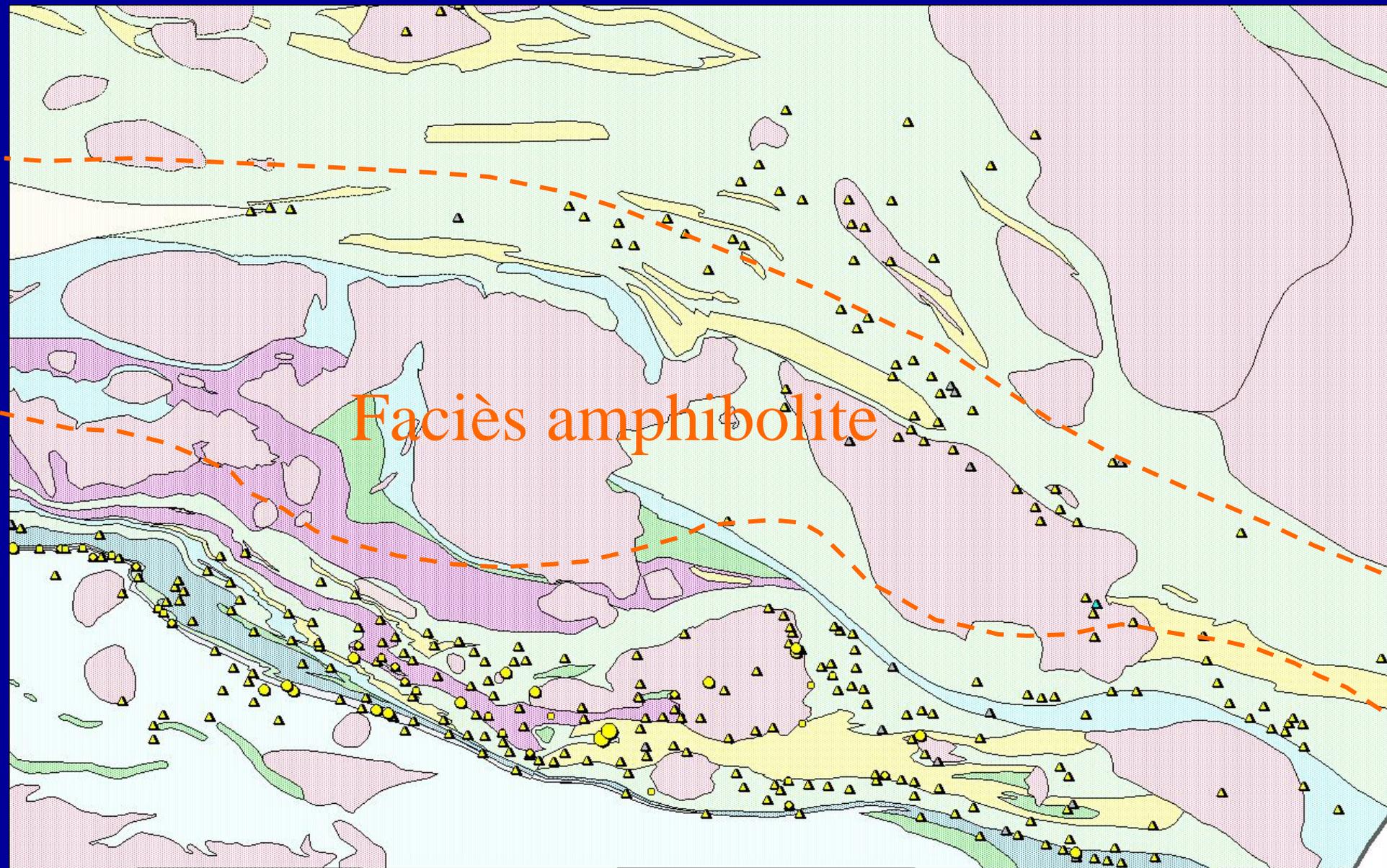
Distribution des indices et mines



Isogrades métamorphiques



Schiste vert versus indice Au



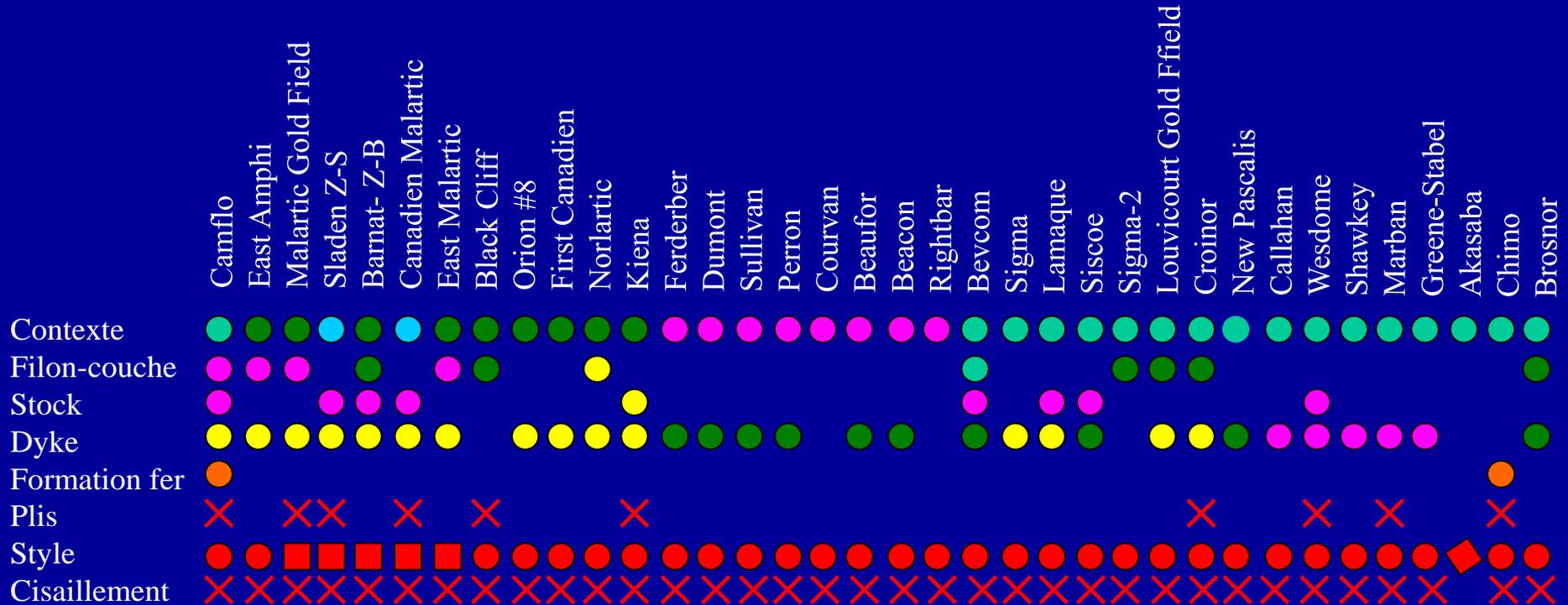
Compilation pour chaque gisement (Excel) $n = 34$

Caractéristiques

Nature des données

Tonne Au	Production + réserves
Roche encaissante	Formation – groupe
Filon-couche	Type, dimension, orientation
Stock	Type, dimension, orientation, plongée
Dyke	Type, dimension, orientation
Formation de fer	Minéralogie, dimension, orientation
Pli	Dimension, forme
Structures	Attitude, dimension
Style minéralisation	Veine, disséminée, stockwerk, etc
Géométrie corps	Lenticulaire, amas, etc
Minéralogie	Composition du minerai
Altération	Minéraux d'altération
Métaux-Sulfures	
Facteurs de contrôles	Structuraux, lithologiques, chimiques
Cible en surface	dimension
Profondeur exploitation	
Age relatif	

Résumé des caractéristiques



Constat pour le camp de Val d'Or-Malartic

- Association spatiale avec roches intrusives variées
- Zones de cisaillement / déformation intense
- Contraste de compétence

Le SPCPM: c'est quoi

Information du SIGÉOM



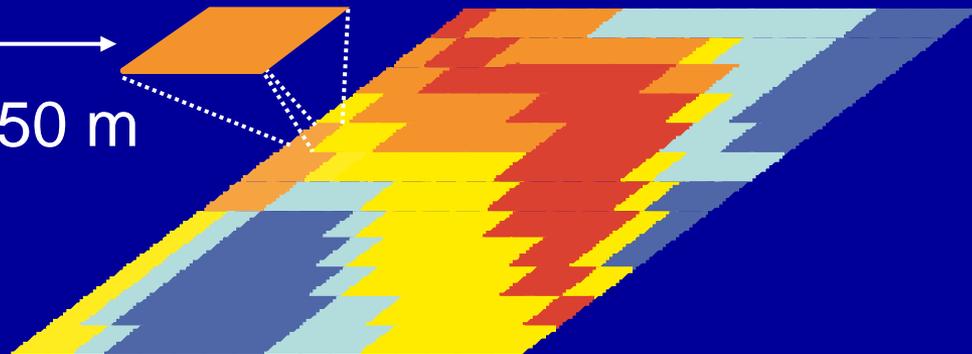
Paramètres du modèle
métallogénique



Pixel 250 x 250 m

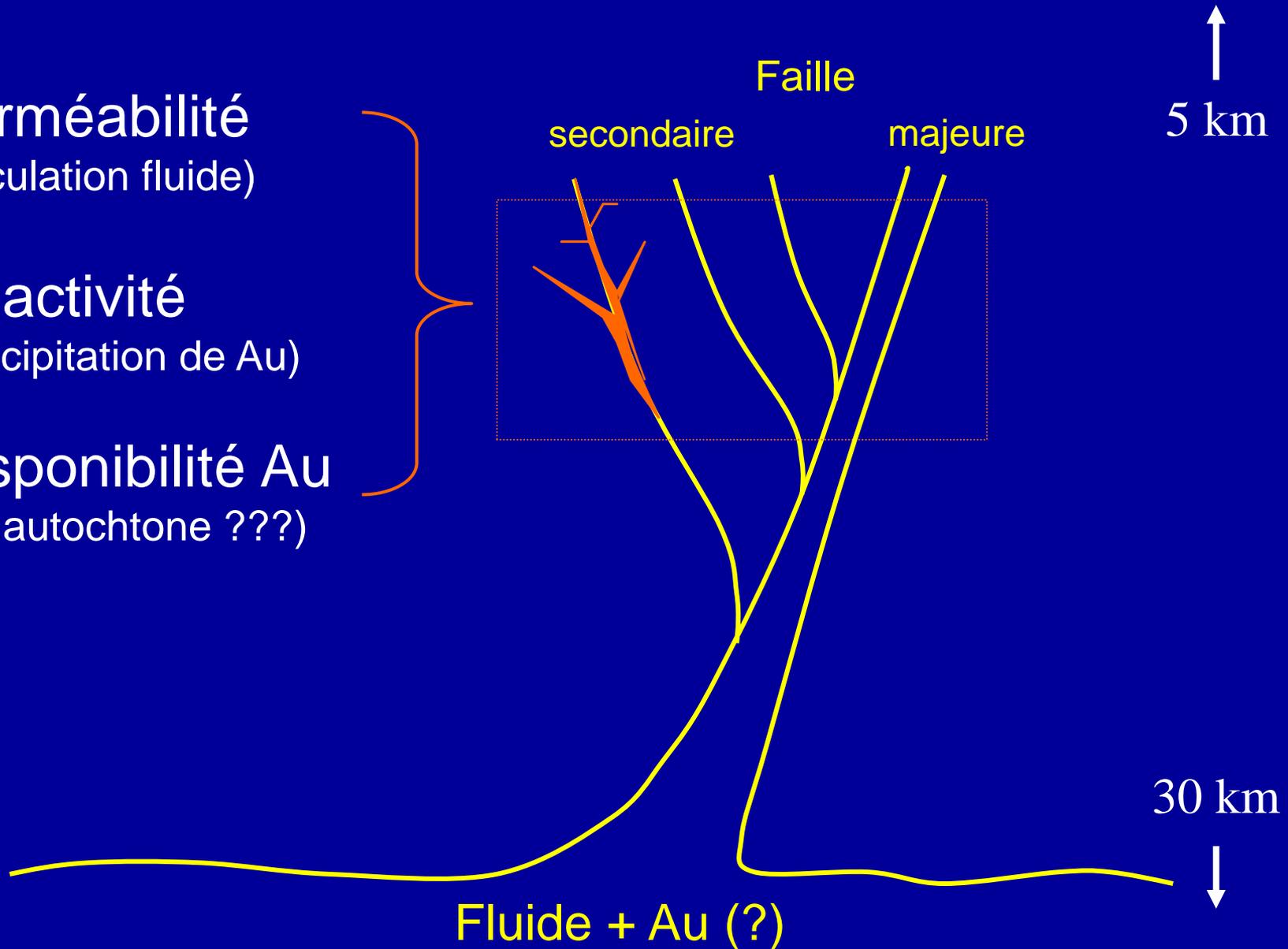
- Analyses lithogéochimiques
- Cartes géologiques
- Cartes géophysiques
- Fiches de gîtes
- Analyses environnement secondaire
- Analyses et descriptions de forages
- Information géofiches

Carte SPCPM

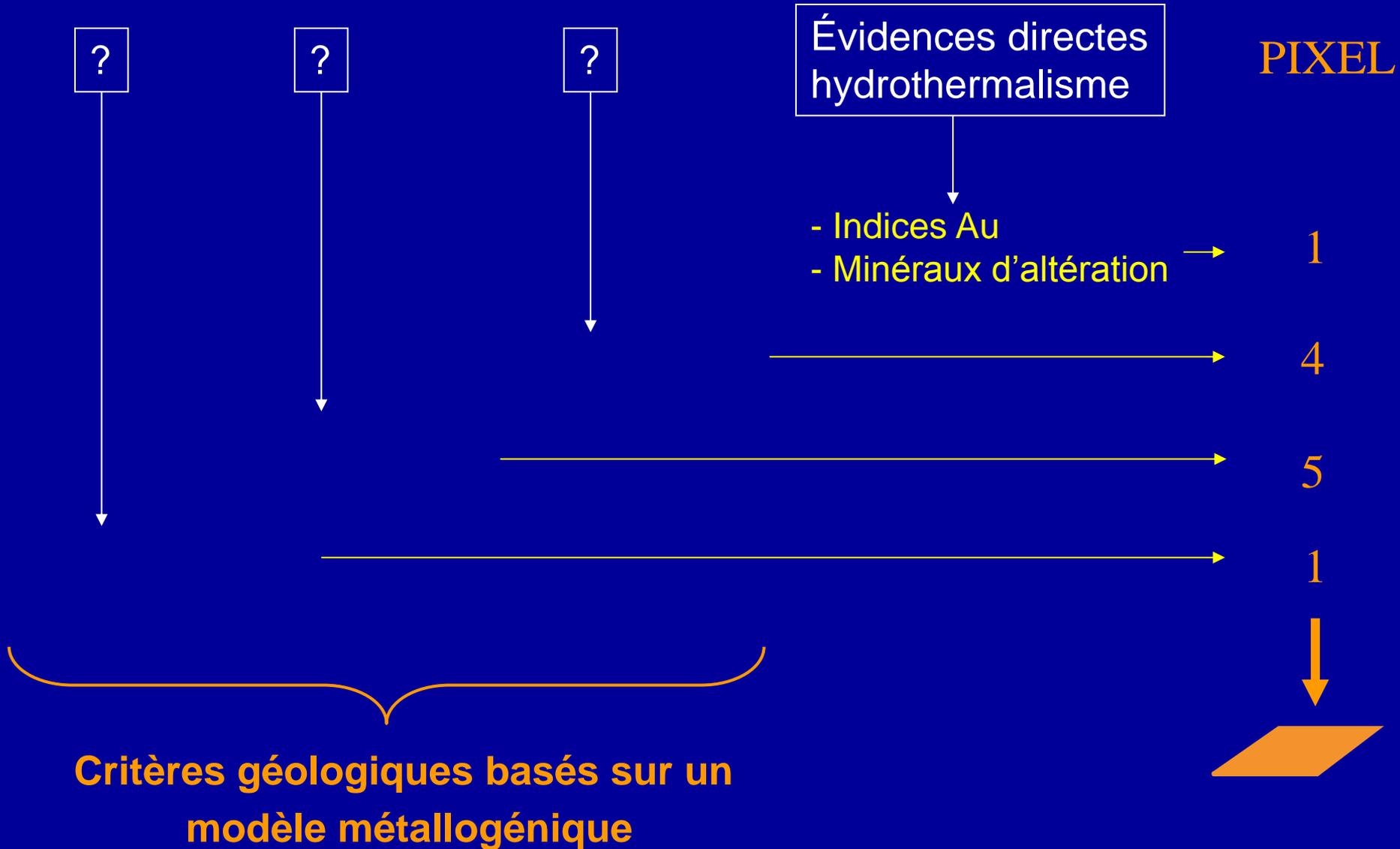


SPCPM: Problématique Au-Orogénique

- Perméabilité
(circulation fluide)
- Réactivité
(précipitation de Au)
- Disponibilité Au
(Au autochtone ???)



SPCPM: Au orogénique



SPCPM: Au orogénique

?

?

?

Évidences directes
hydrothermalisme

PIXEL

Paramétrage des gisements Au:

Facteurs de contrôle

- 1) Utiliser les données géologiques
- 2) Pondérer les contextes favorables

- Indices Au
- Minéraux d'altération

1

4

5

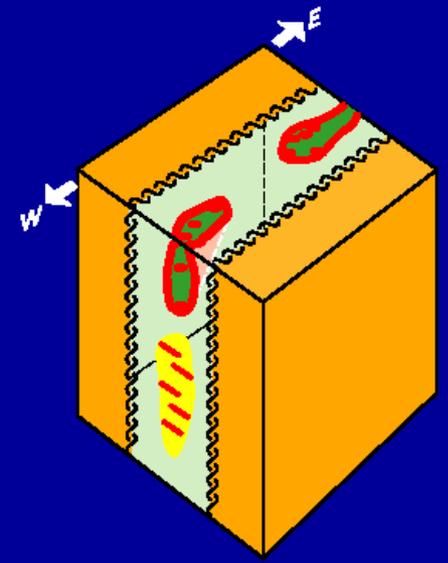
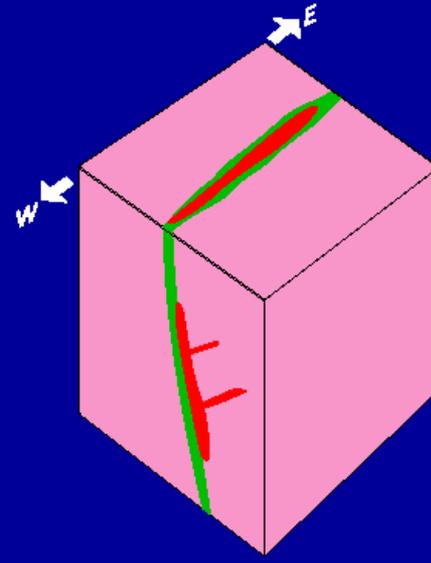
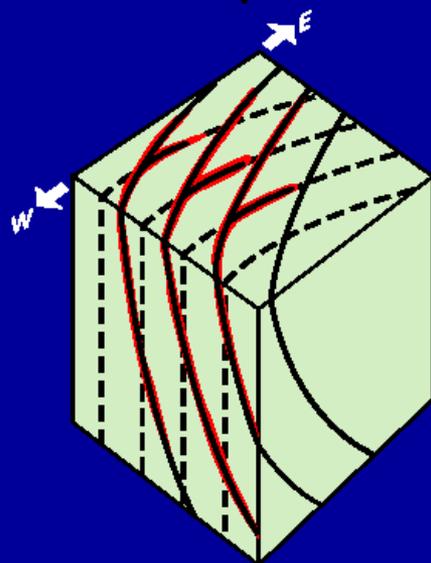
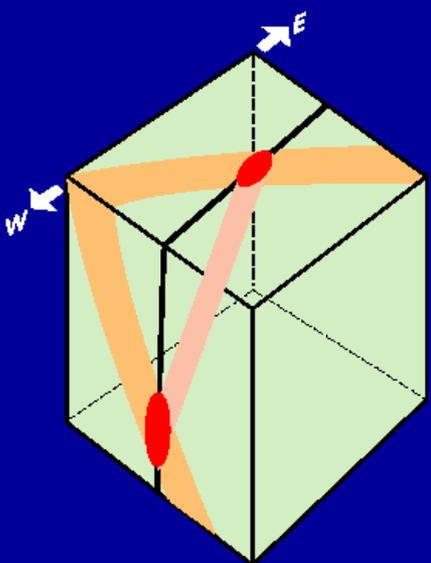
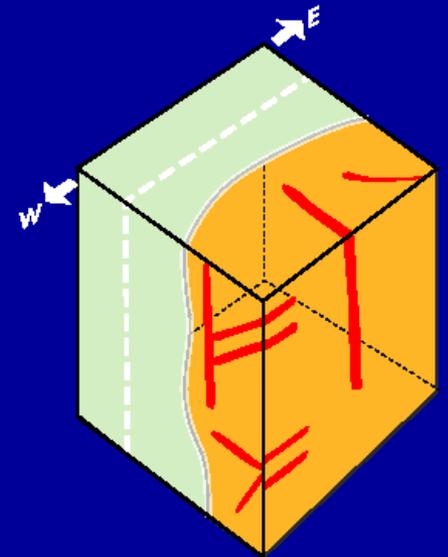
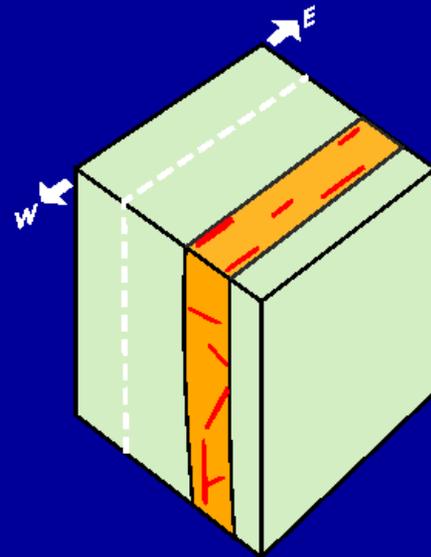
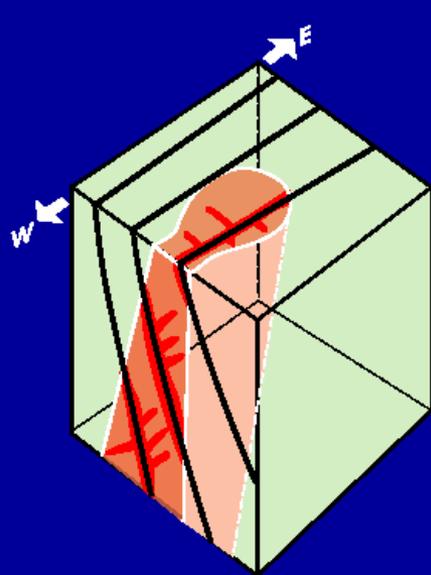
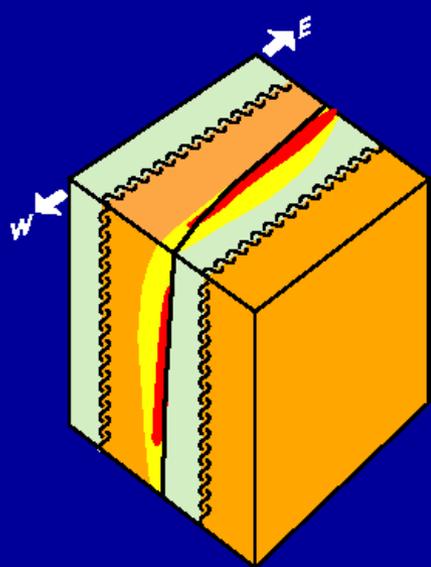
1

1

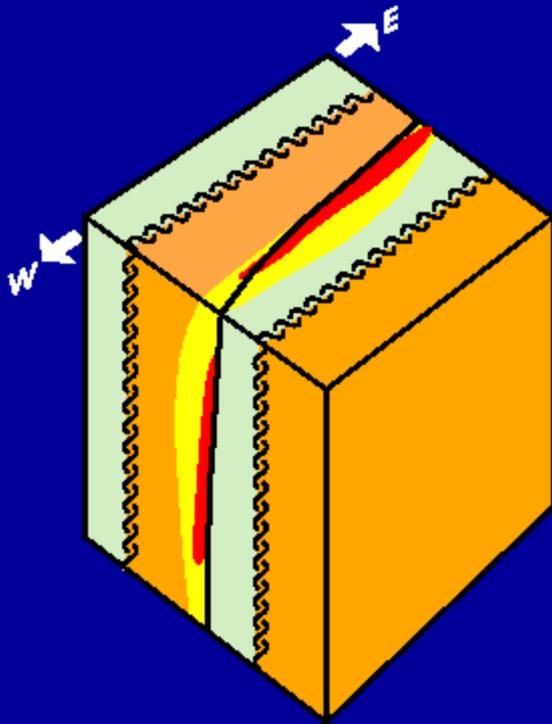
Critères géologiques basés sur un
modèle métallogénique



Subdivision en type de contrôles



Type parallèle

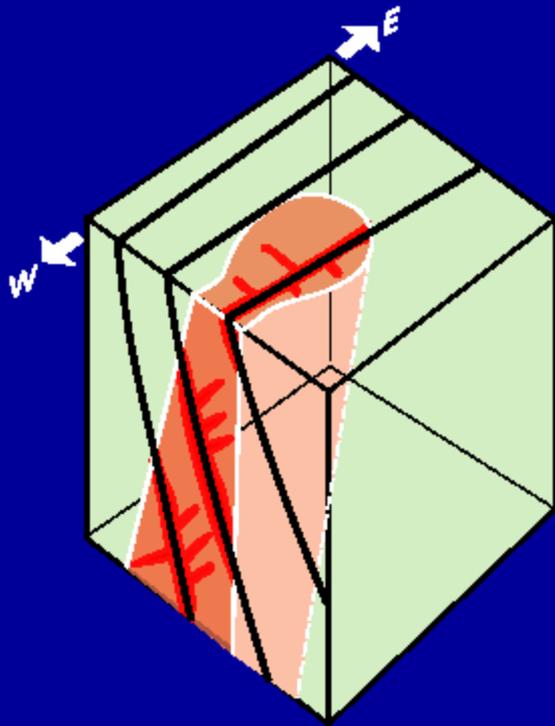


Au total: 37 t
(réserves + production)

Mine	T Au	Surface (m)	Prof (m)
Marban	10	400 * 150	150 - 300
Chimo	10	1000 * 600	0 - 500
Norlartic	6	600 * 15	0 - 400
Kierens	4	400 * 1	100 - 300
Orion # 8	4	160 * 15	0 - 450
Joubi	2		
Shawkey	1	600 * 10	0 - 175

- Encaissés dans zones de cisaillement
- Faible extension en profondeur
- Association systématique avec dykes mafiques ou dykes felsiques (anisotropies)
- Tonnage faible

Type cheminée



Mine	T Au	Surface (m)	Prof (m)
Lamaque	141		0 - 1100
Kiena	65		0 - 920
Camflo	60		0 - 1200
Goldex (?)	60		

- Encaissés dans cheminée intrusive compétente
- Bonne extension en profondeur
- Minéralisation disséminée, veines et veinules
- Fort tonnage

Au total: 306 t
(réserves + production)

Mine Lamaque: Cheminée principale minéralisée

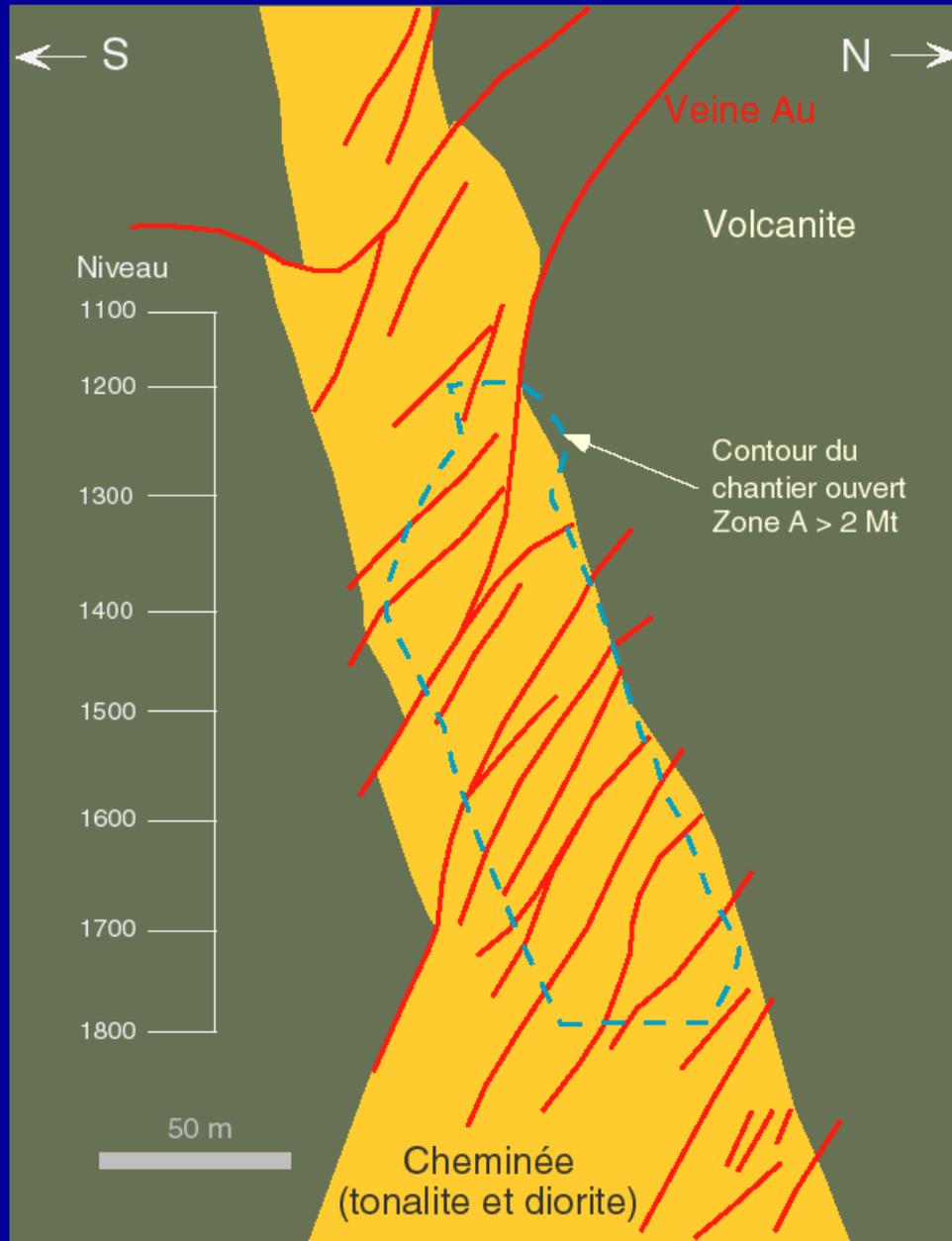
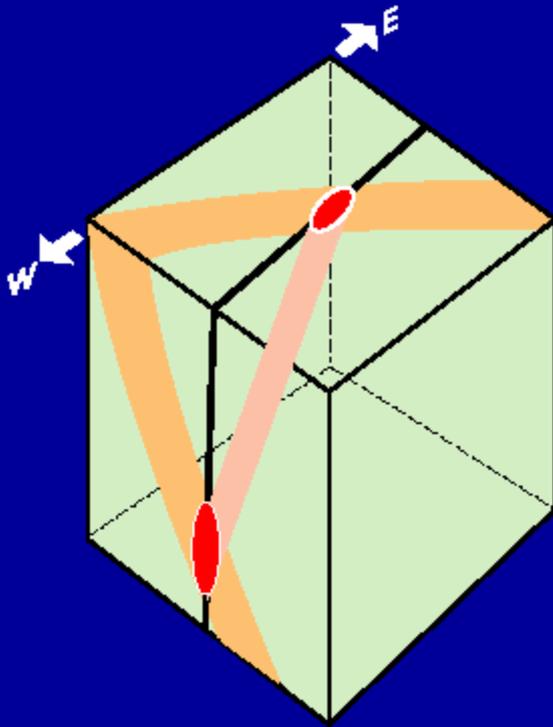


Figure modifiée de Sauvé et al., 1993

Type intersection



Mine	T Au	Surface (m)	Prof (m)
New Pascalis	4	300 * 10	0 - 300
Brosnor	3	200 * 20	0 - 200
Callahan	2	200 * 100	0 - 230
Black Cliff	1	300 * 300	0 - 175
Jacola	1	100 * 2	0 - 150

- Encaissés dans unités compétentes diverses
- Faible extension en profondeur
- Veines en cisaillement uniques ou parallèles
- Plongée parallèle à l'axe d'intersection
- Tonnage faible

Au total: 11 t
(réserves + production)

Géologie de la mine Black Cliff

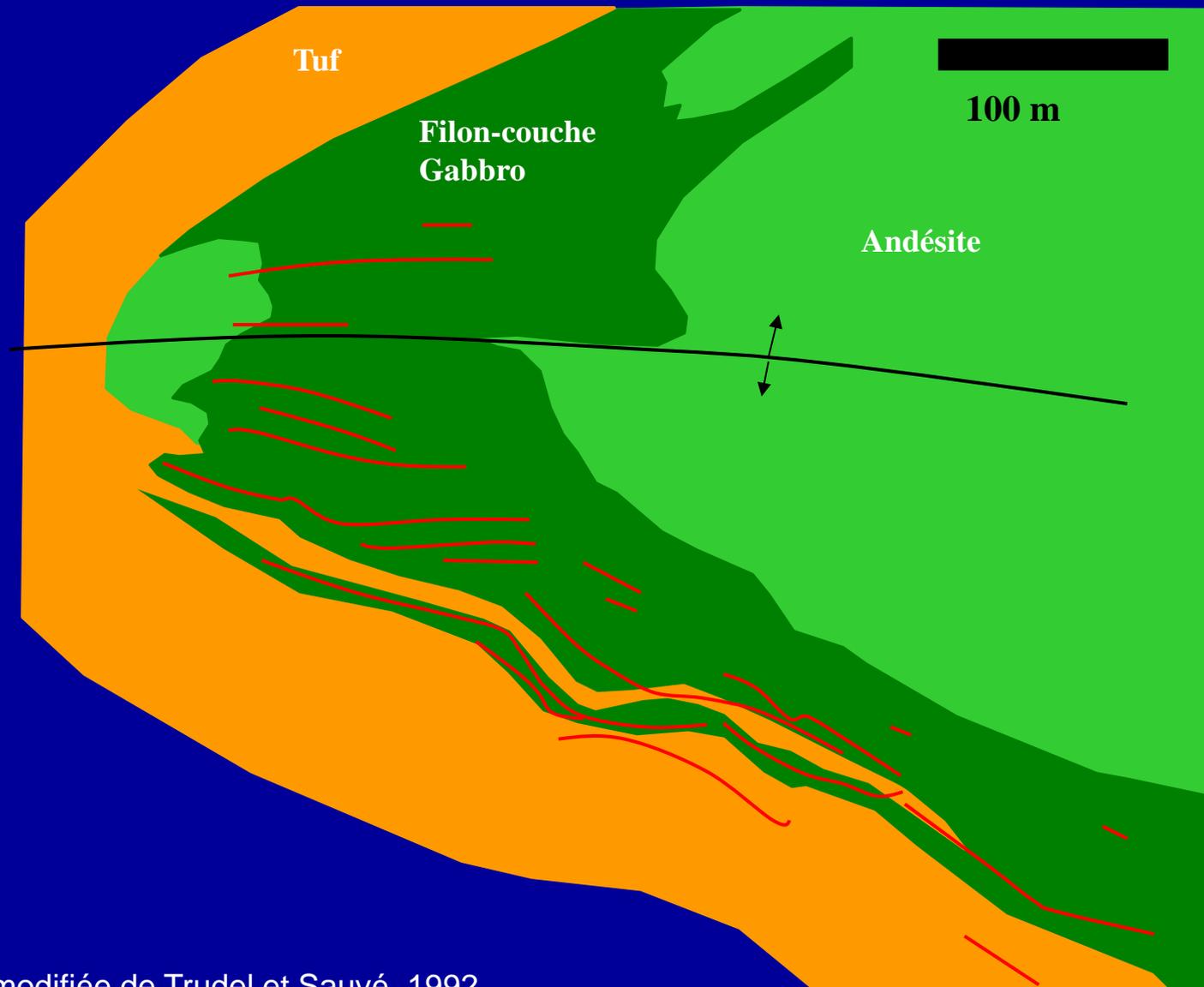
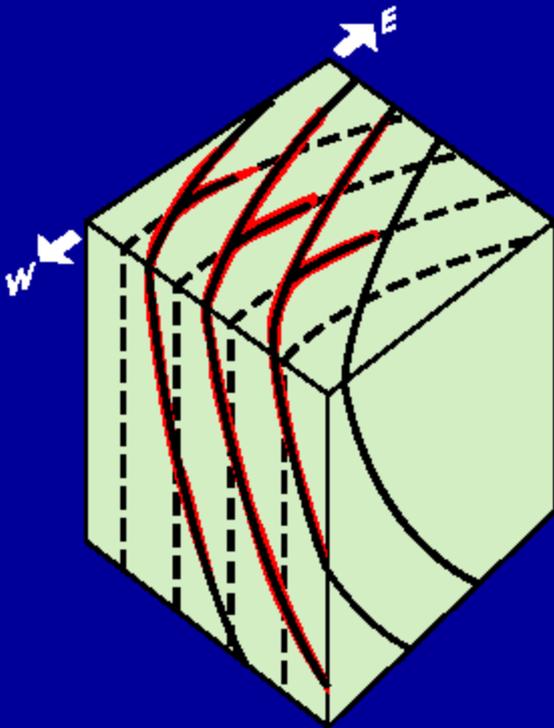


Figure modifiée de Trudel et Sauvé, 1992

Type curviplanaire

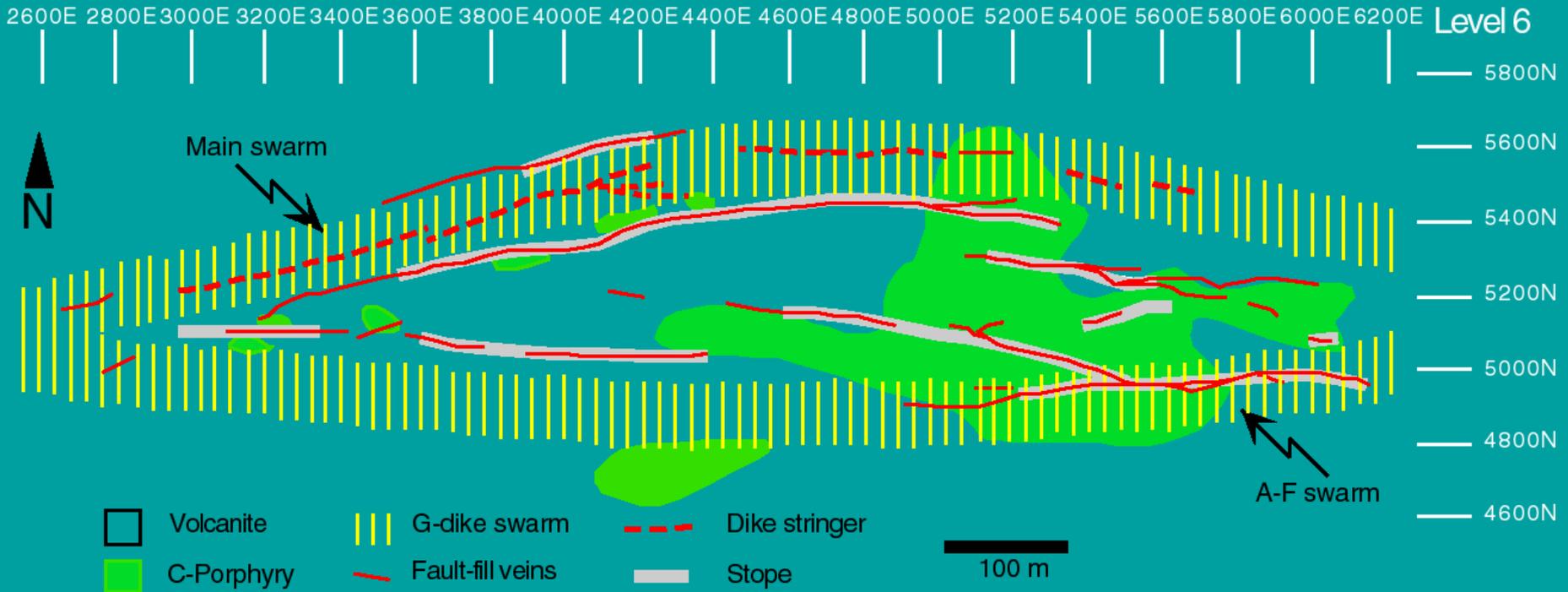


Au total: 202 t
(réserves + production)

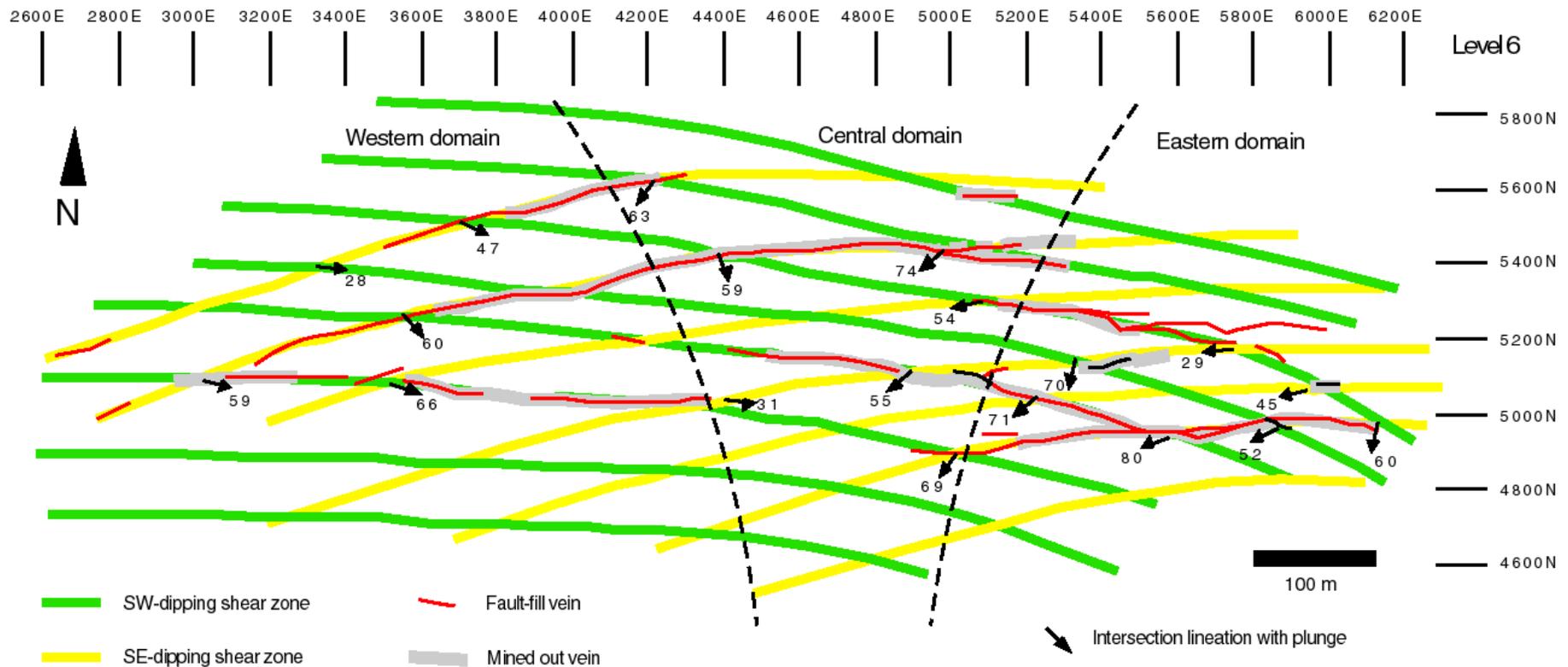
Mine	T Au	Surface (m)	Prof (m)
Sigma	198	2000 * 500	0 - 2000
Wesdome	4	1000 * 1000	0 - 530

- Association avec dykes felsiques curviplanaires
- Intersection 2 familles de zones de cisaillement
- Grande extension en profondeur
- Forme lenticulaire à l'échelle du gisement
- Fort tonnage (Sigma)

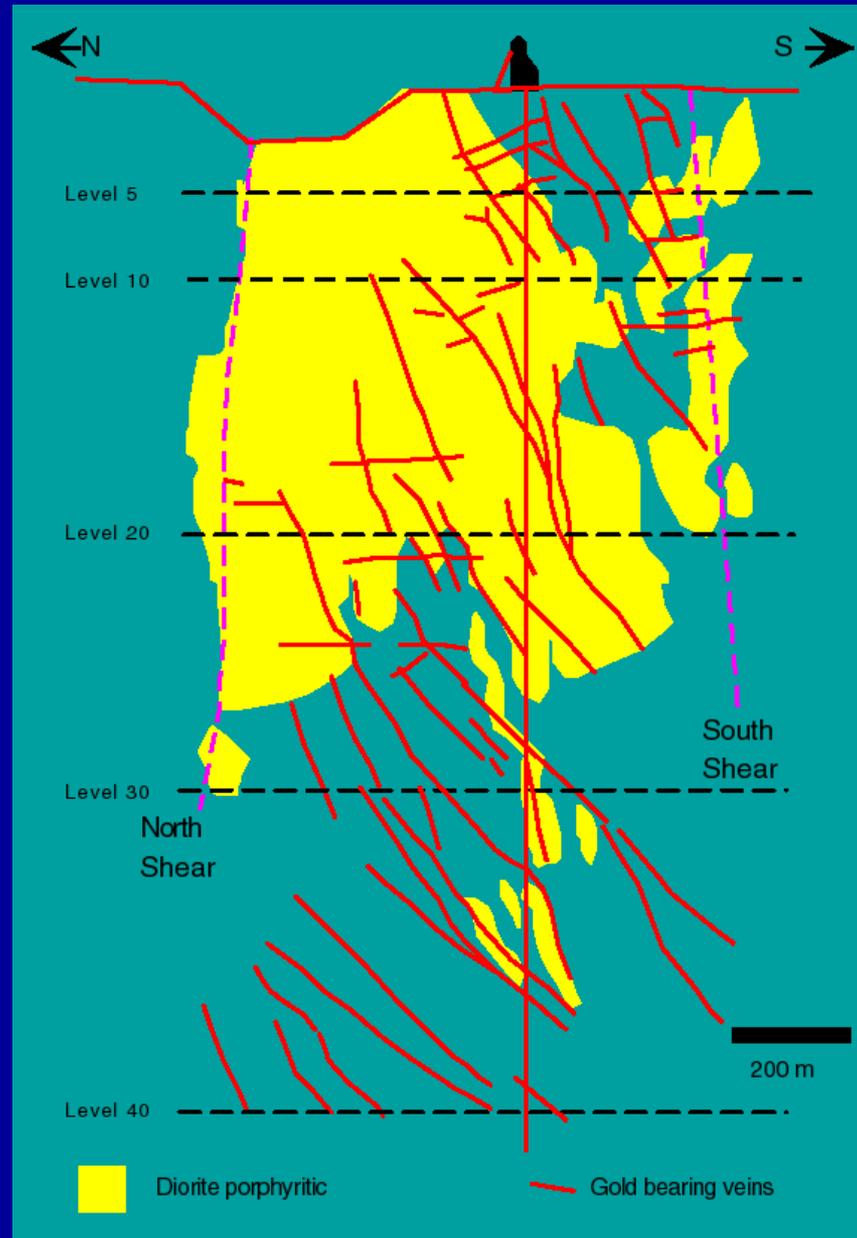
Niveau 6, mine Sigma



Familles de cisaillements curviplanaires



Section Sigma



Carte géologique de Wesdome

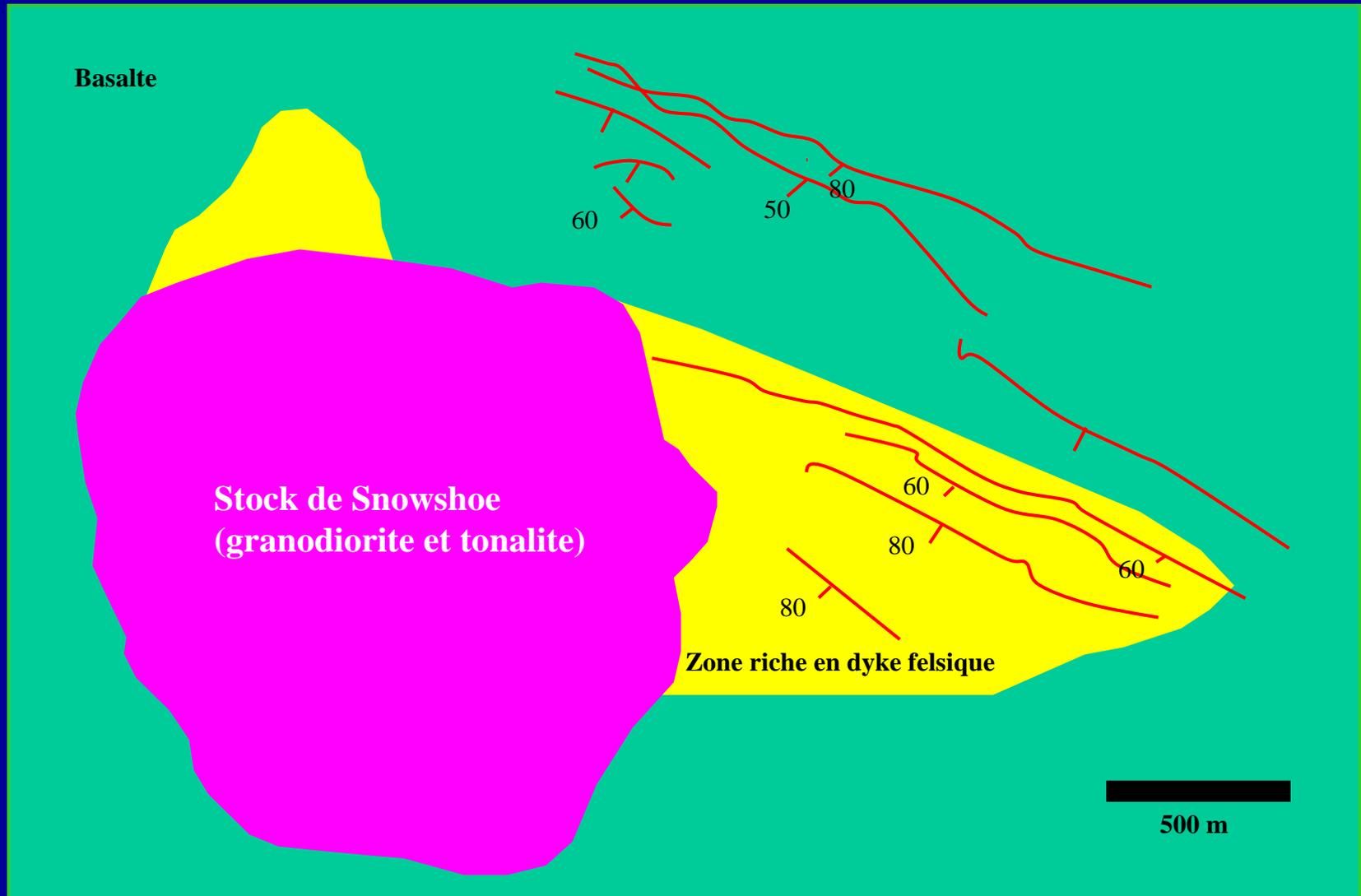
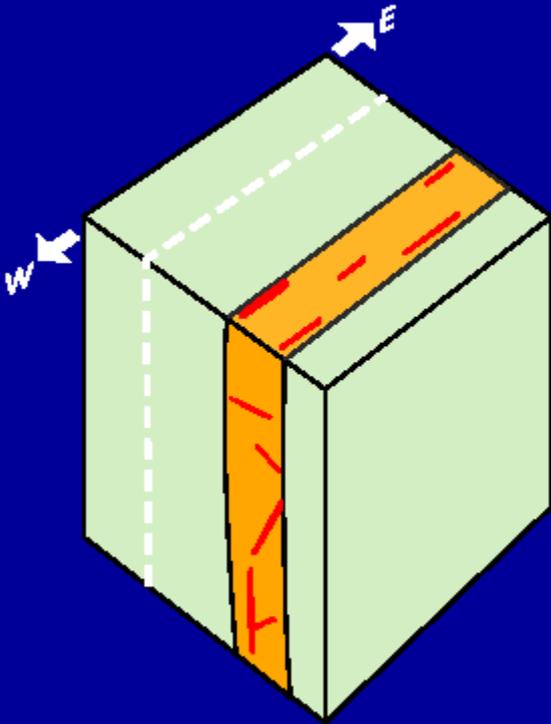


Figure modifiée de Sauvé et al., 1993

Type filon-couche

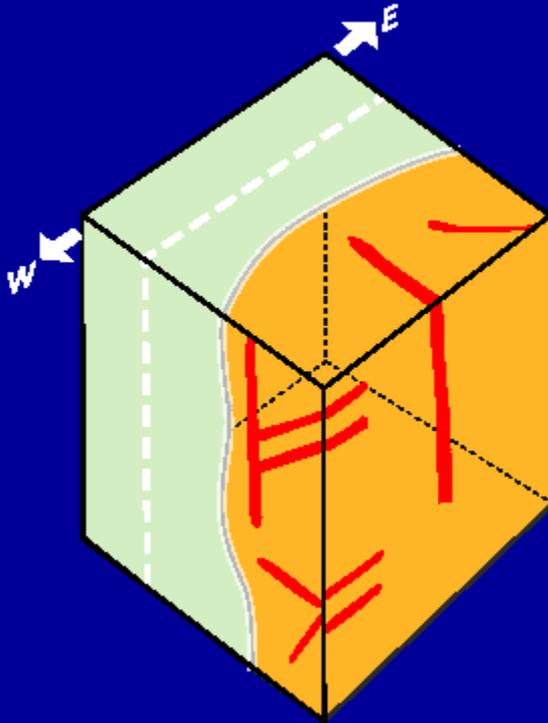


Mine	T Au	Surface (m)	Prof (m)
Sigma 2	4	600 * 30	0 - 150
Croinor	2	1000 * 20	0 - 200
Louvicourt GF	1	150 * 15	0 - 150

- Association avec filons-couches régionaux
- Diverses attitudes de veines
- Faible extension en profondeur
- Faible tonnage

Au total: 7 t
(réserves + production)

Type stock

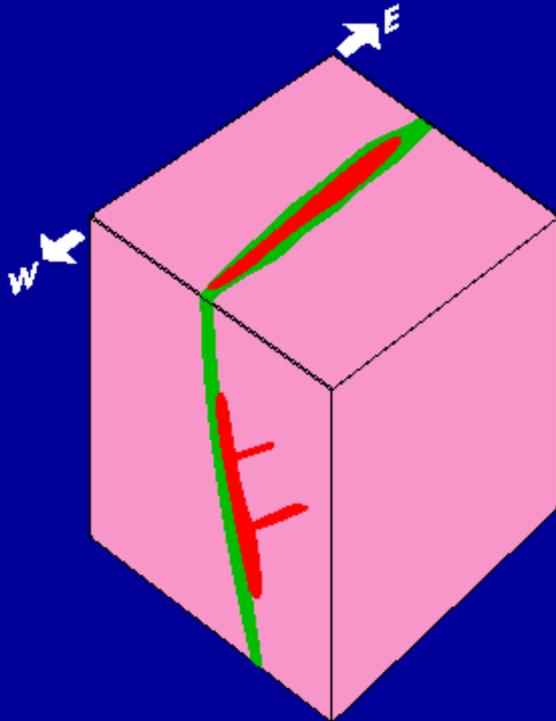


Mine	T Au	Surface (m)	Prof (m)
Siscoe	27	1000 * 800	0 - 800
Bevcon	14	700 * 150	150 - 650

- Encaissés dans intrusion de dimension km
- Bonne extension en profondeur
- Minerai exploitable en vrac (Stockwerk)
- Diverses attitudes de veines
- Tonnage moyen

Au total: 41 t
(réserves + production)

Type batholite

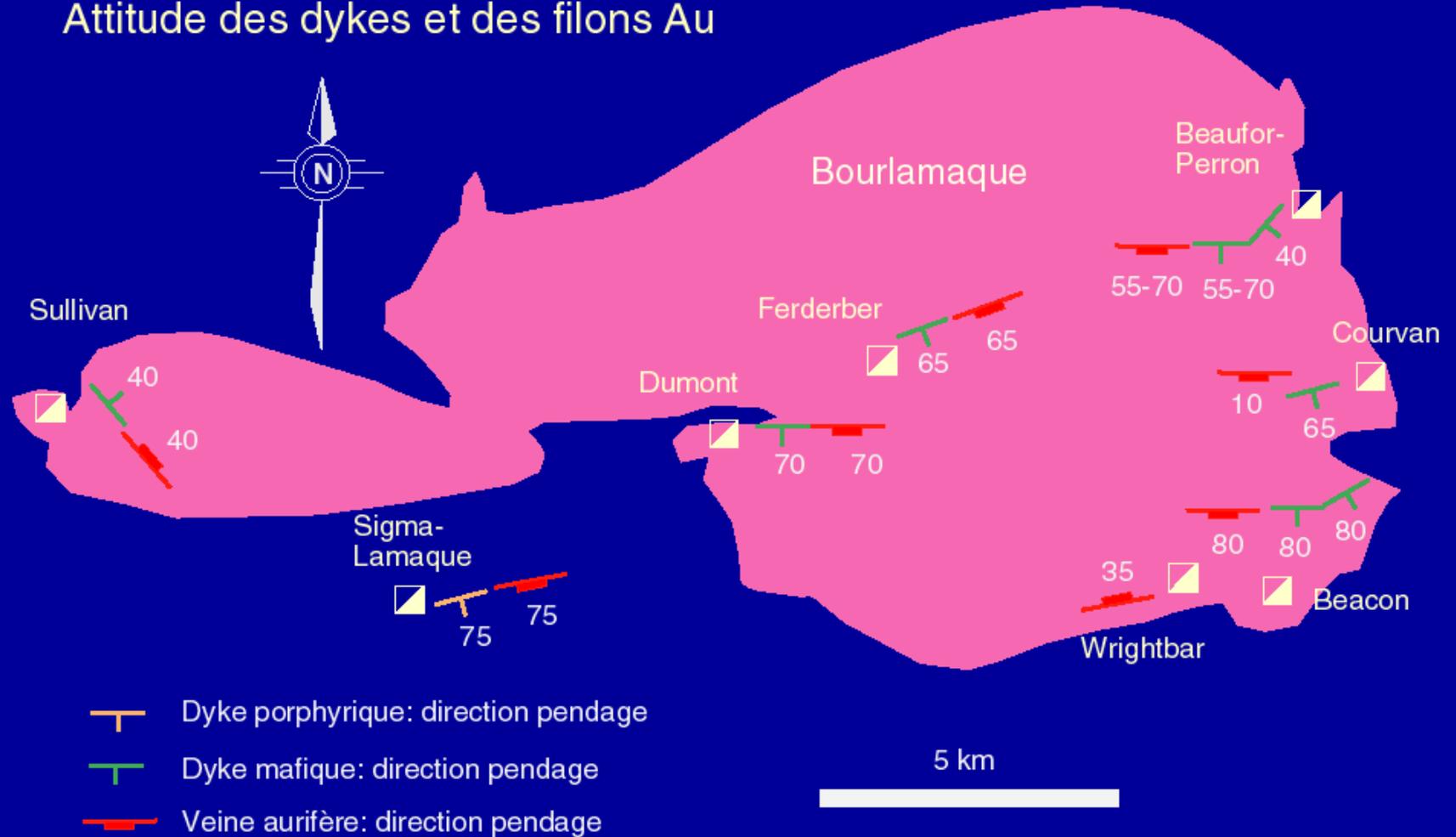


Mine	T Au	Surface (m)	Prof (m)
Sullivan	39	300 * 300	0 - 1000
Perron	14	300 * 300	0 - 650
Ferderber	12	1000 * 15	0 - 450
Beaufor	26	300 * 300	0 - 700
Dumont	5	400 * 300	0 - 300
Courvan	1	300 * 300	0 - 245
Wrightbar	1	300 * 300	0 - 300
Beacon	1	300 * 300	0 - 300

Au total: 99 t
(réserves + production)

- Extension en profondeur moyenne
- Veines en cisaillement uniques ou parallèles
- Association systématique avec dykes mafiques
- Tonnage moyen à faible

Attitude des dykes et des filons Au



Géométrie schématique des filons Au en coupe

← S

N →

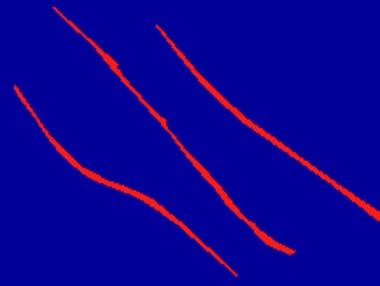
Sigma



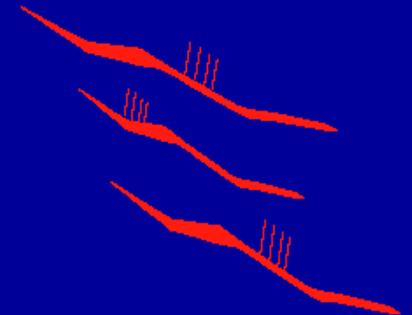
Ferderber



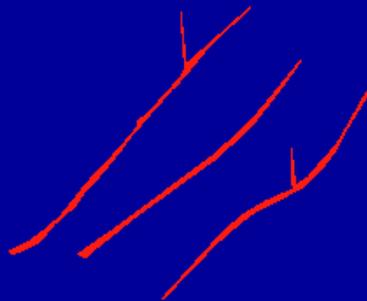
Sullivan



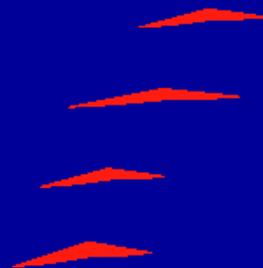
Wrightbar



Dumont



Courvan



Beacon



Perron - Beaufor



Association dyke mafique - veine: Mine Dumont - New Formaqua

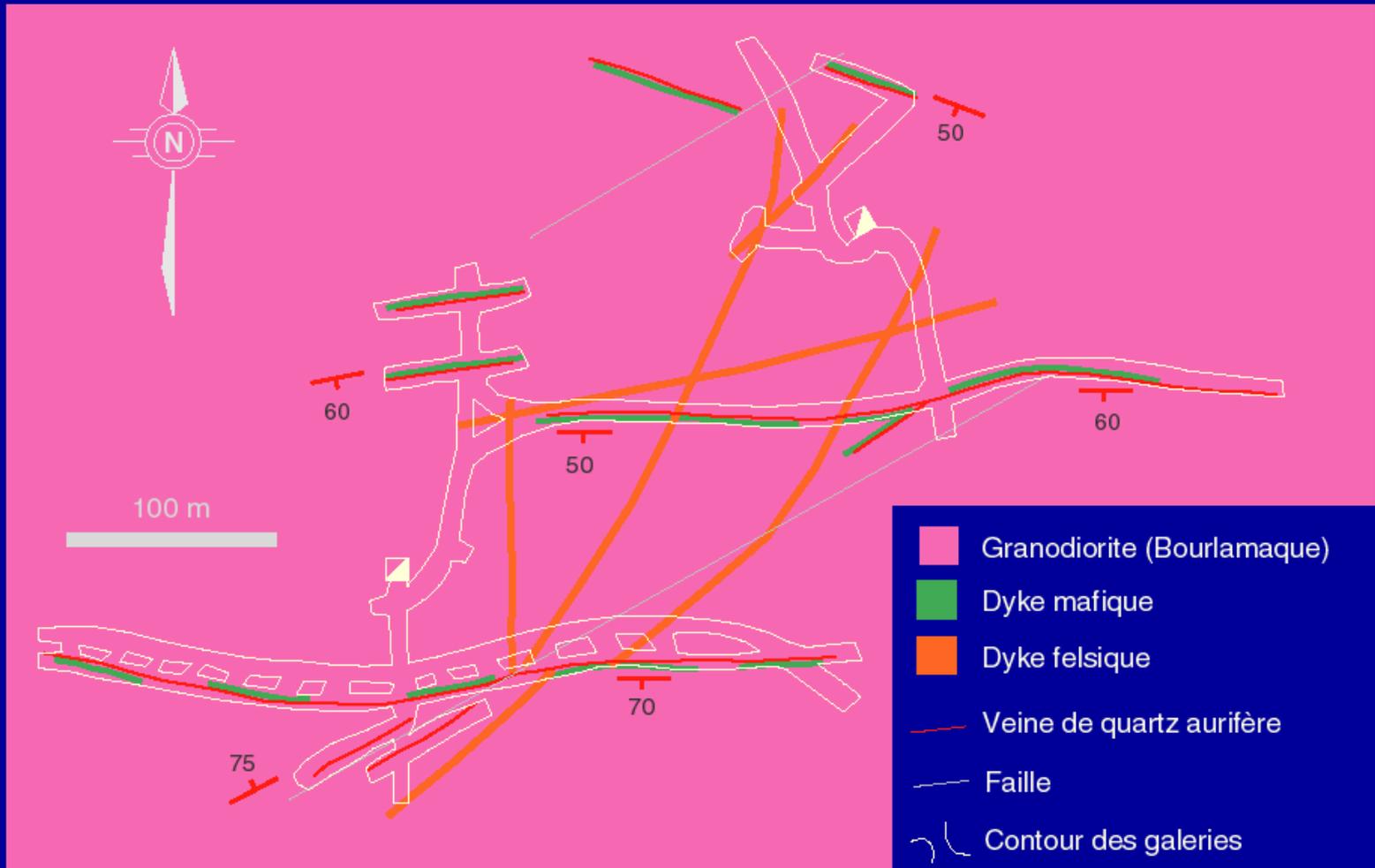


Figure modifiée de Belkabir et al., 1993

Géologie simplifiée de la mine Beaufor - Perron

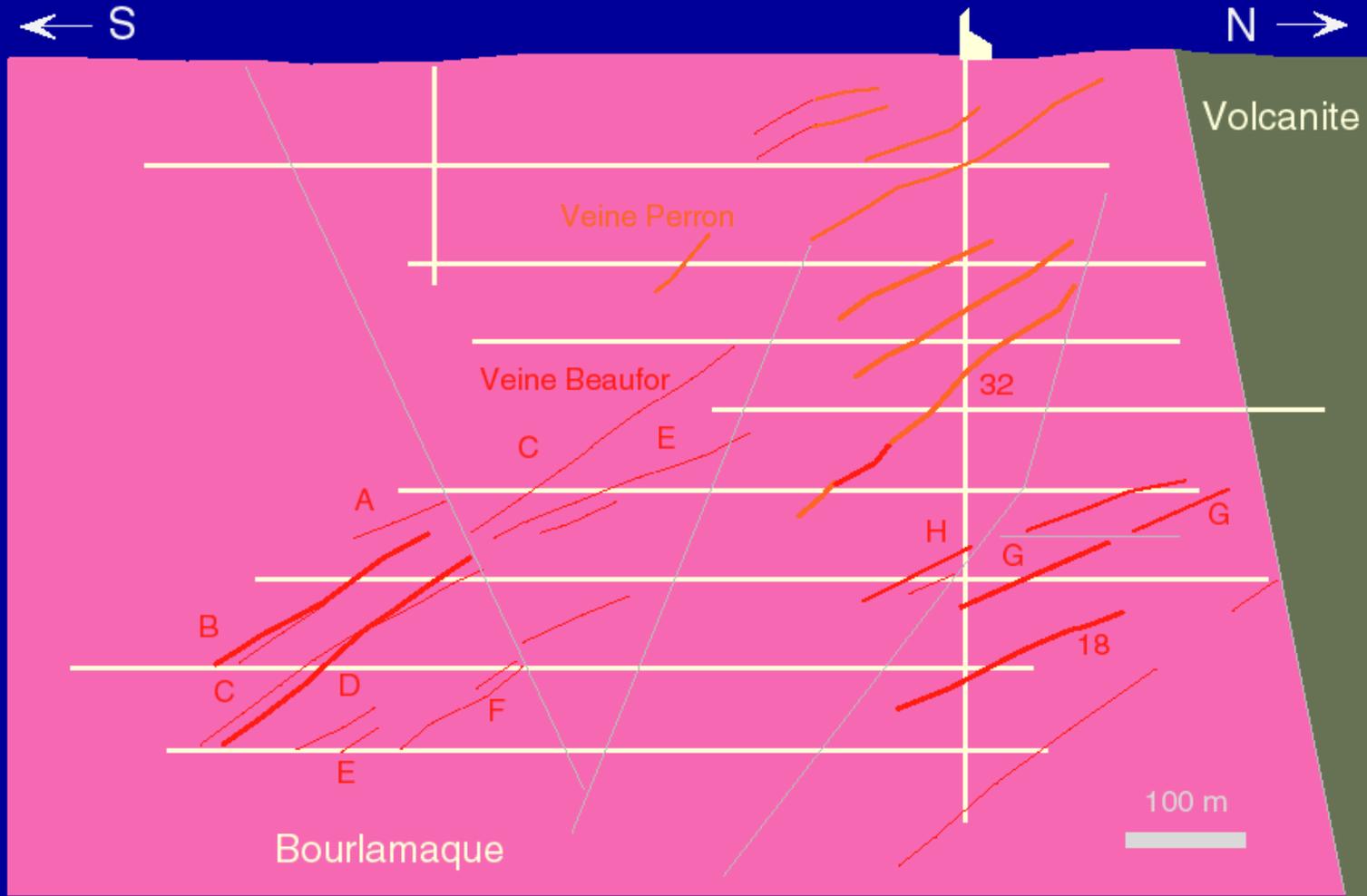


Figure modifiée de Mines Aurizon Ltée

Association dyke mafique - veine: Mine Perron

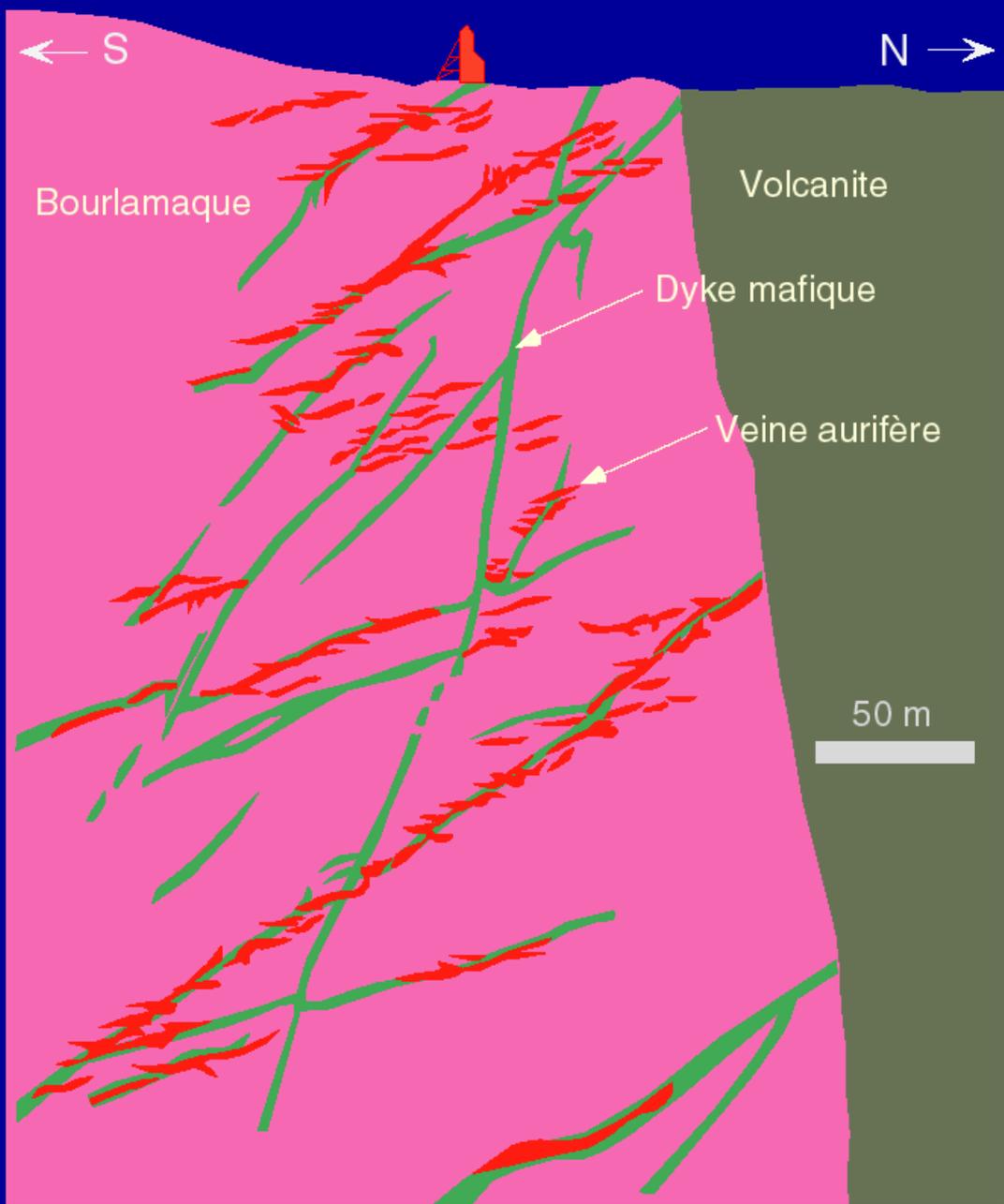


Figure modifiée de Trudel et Sauvé, 1990

Association dyke mafique - veine: Mine Ferderber

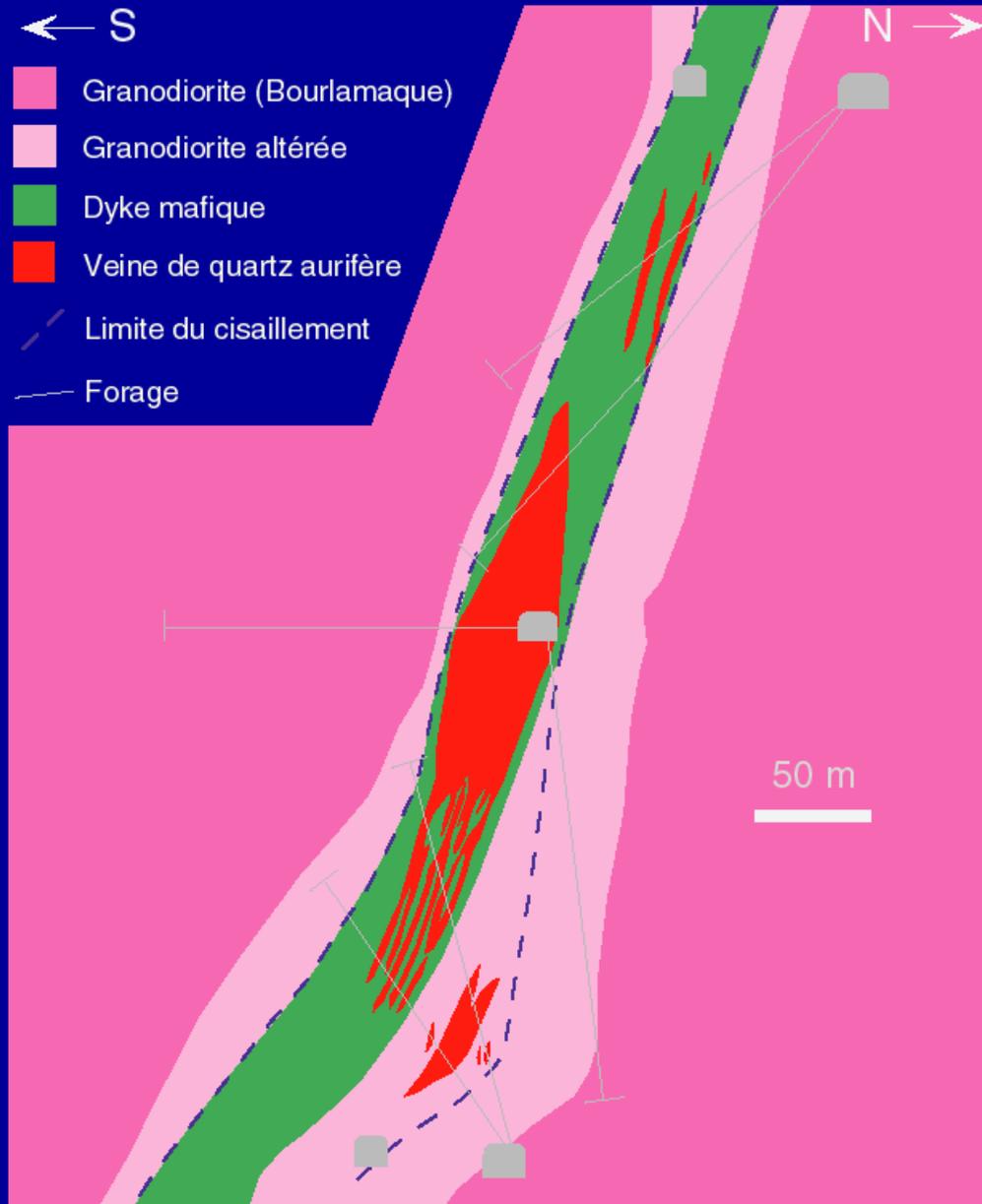
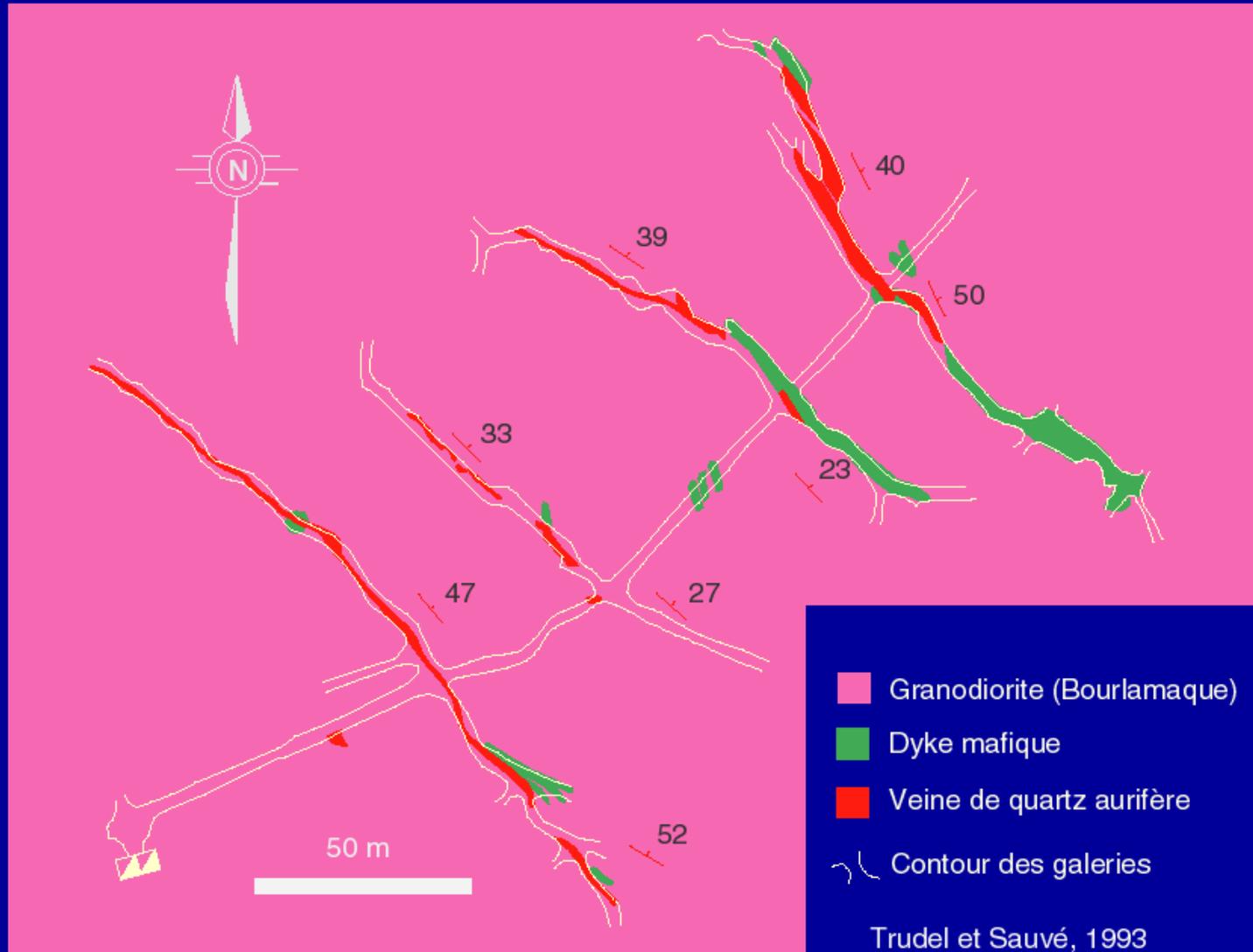
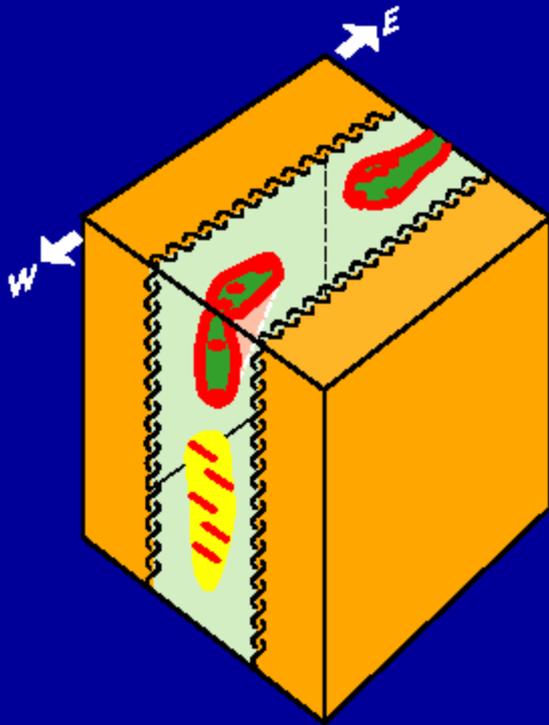


Figure modifiée de Trudel et Sauvé, 1990

Association dyke mafique - veine: Mine Sullivan



Type Malartic

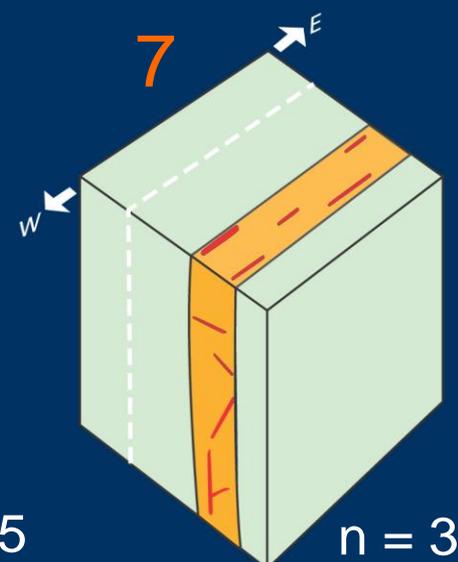
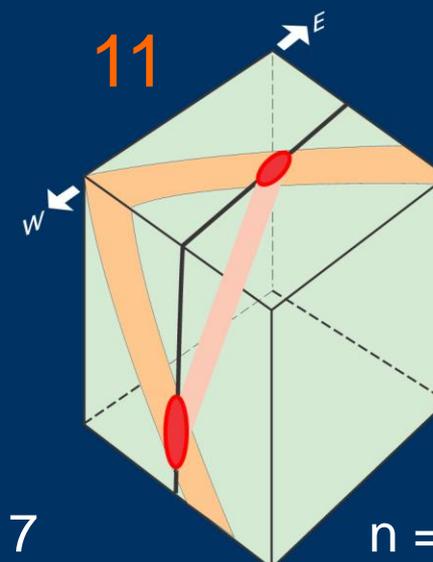
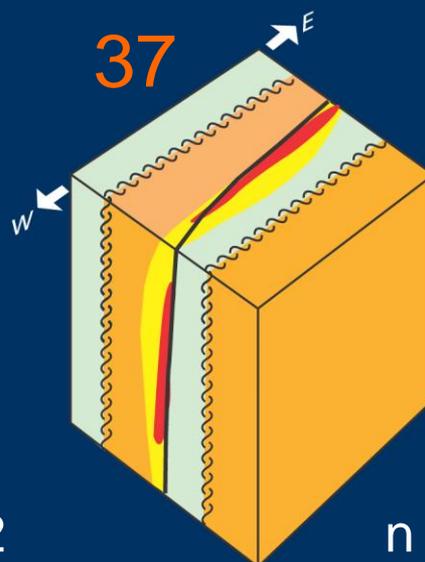
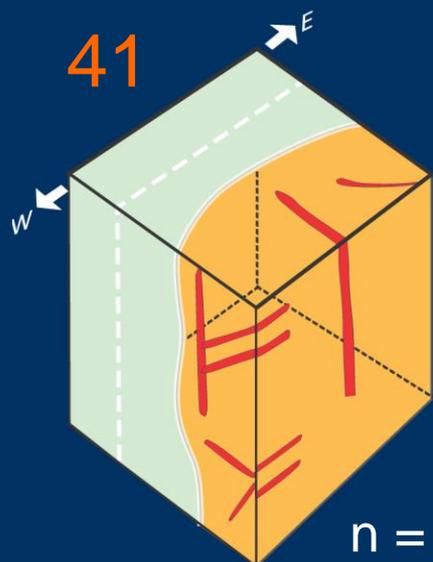
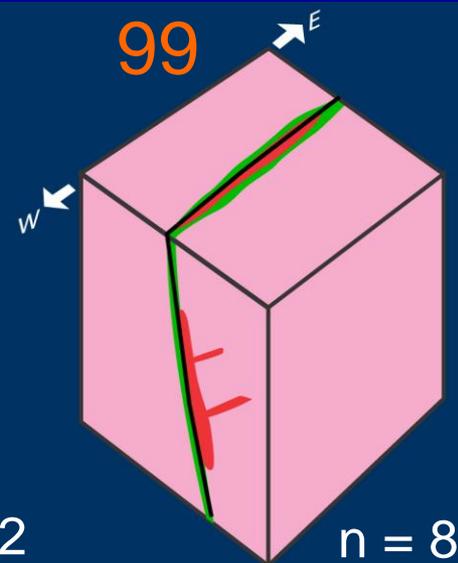
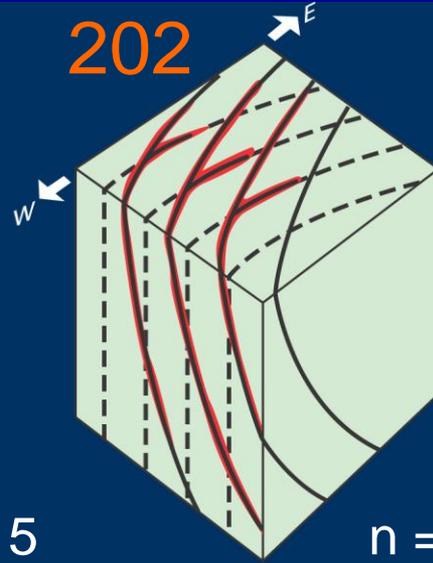
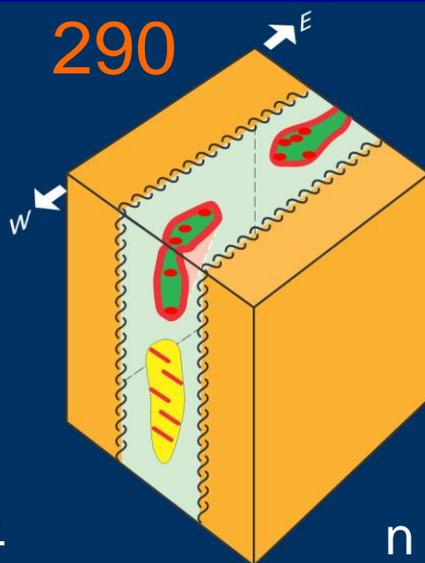
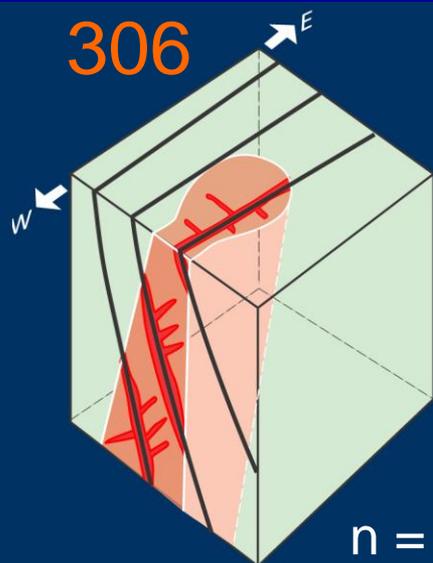


Nom	T Au	Surface (m)	Prof(m)
East Malartic	80	600 * 50	0 - 900
Malartic Gold Field	53	1800 * 300	0 - 800
Canadian Malartic	93	20 * 1200	0 - 200
Barnat-Slادن	38	300 * 50	0 - 400
East Amphi	26	100 * 1000	0 - 500

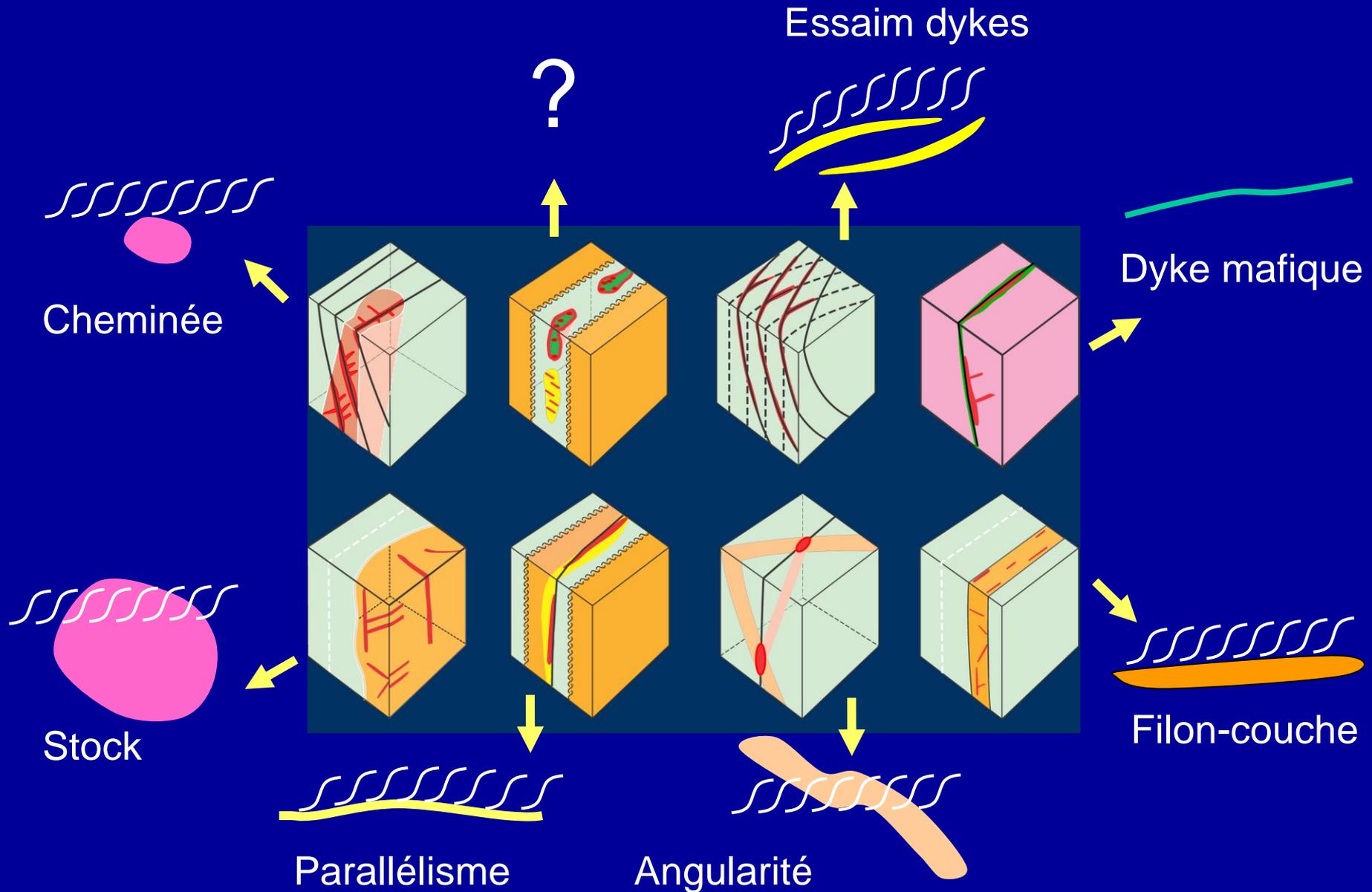
Au total: 290 t
(réserves + production)

- Encaissés dans zones de déformation intense
- Minéralisation: pyrite disséminée et veinules
- Intrusions de faible dimension ou démembrées
- Contraste de compétence favorisant la fracturation
- Fort tonnage - profondeur faible à moyenne

Type de contrôles et tonne d'Or



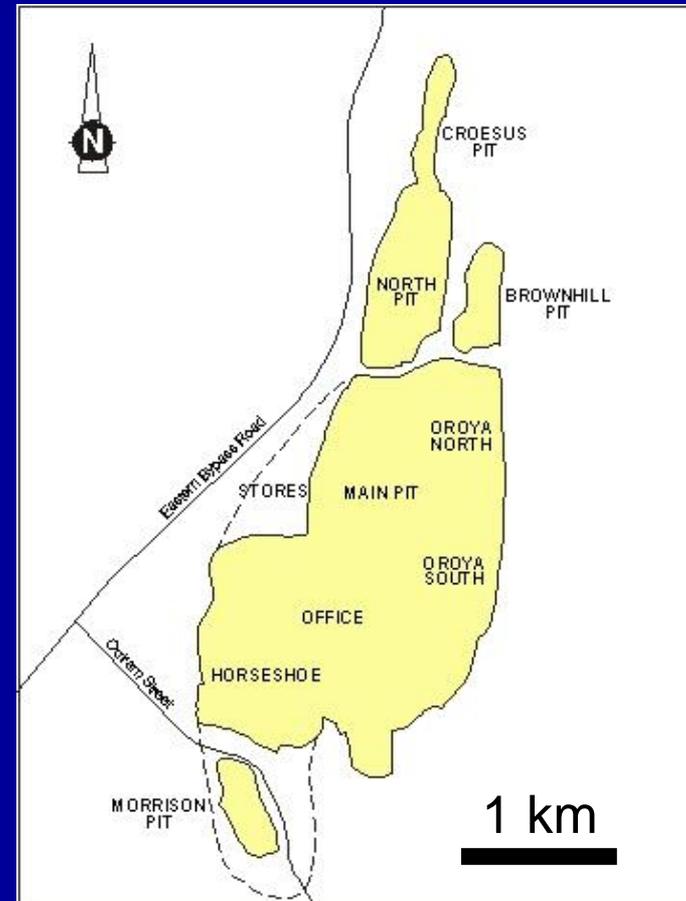
Éléments physiques pour pondération



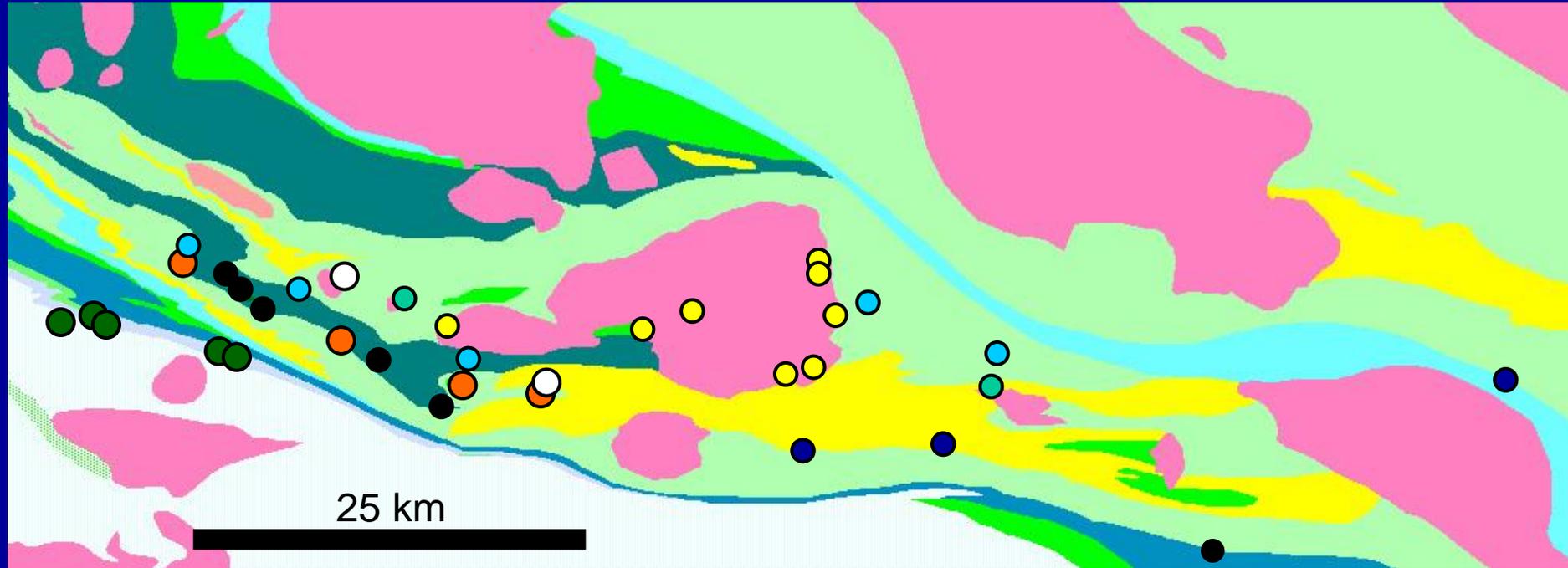
Problème: Paramétrage différent ailleurs

Kalgoorlie : gisement filonien archéen encaissé dans un filon-couche mafique

Production (2000) = 11.4 Mt à 2 g/t -> 22 t Au ou 720 000 oz



Distribution globale des gisements

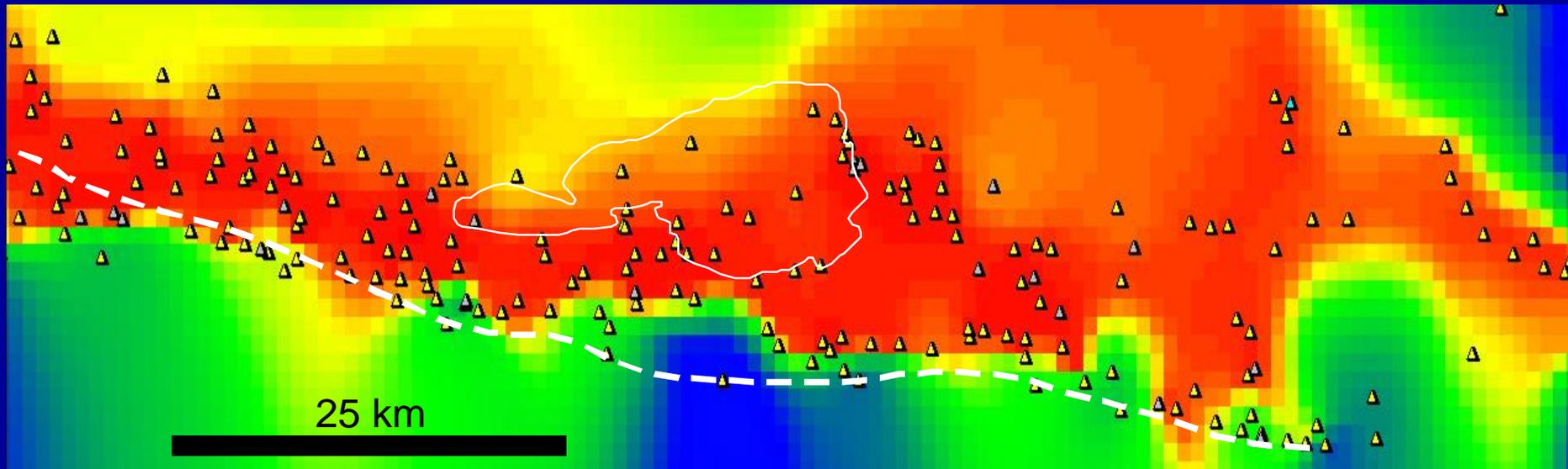


● Malartic
● Cheminée
● Parallèle
● Batholite

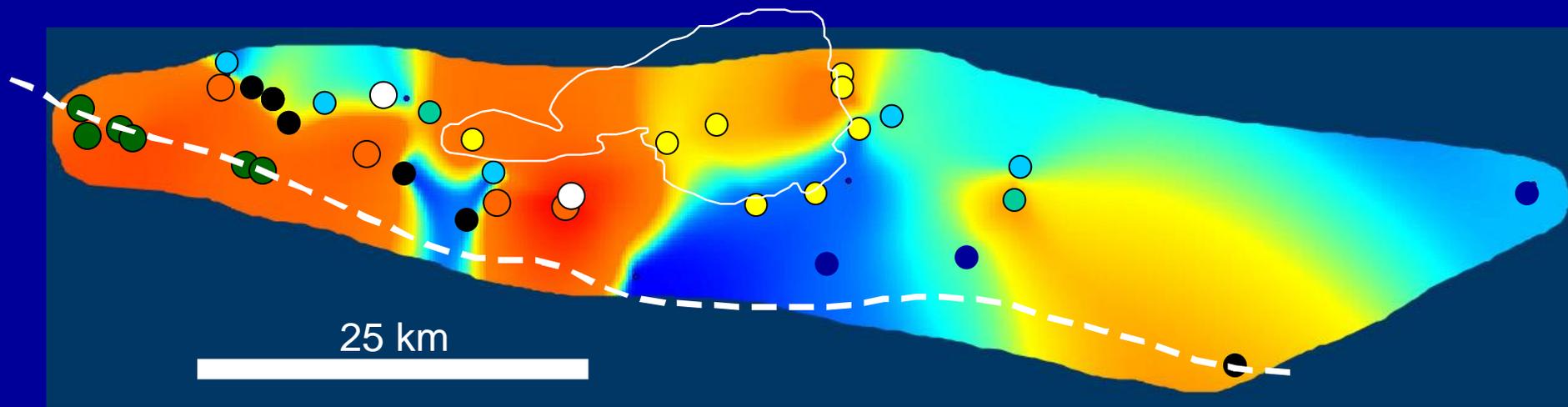
● Stock
● Curviplanaire
○ Filon-couche
● Intersection

■ Volcanites intermédiaires à felsiques
■ Volcanites mafiques
■ Volcanites komatiitiques
■ Roches sédimentaires
■ Intrusions intermédiaires à felsiques

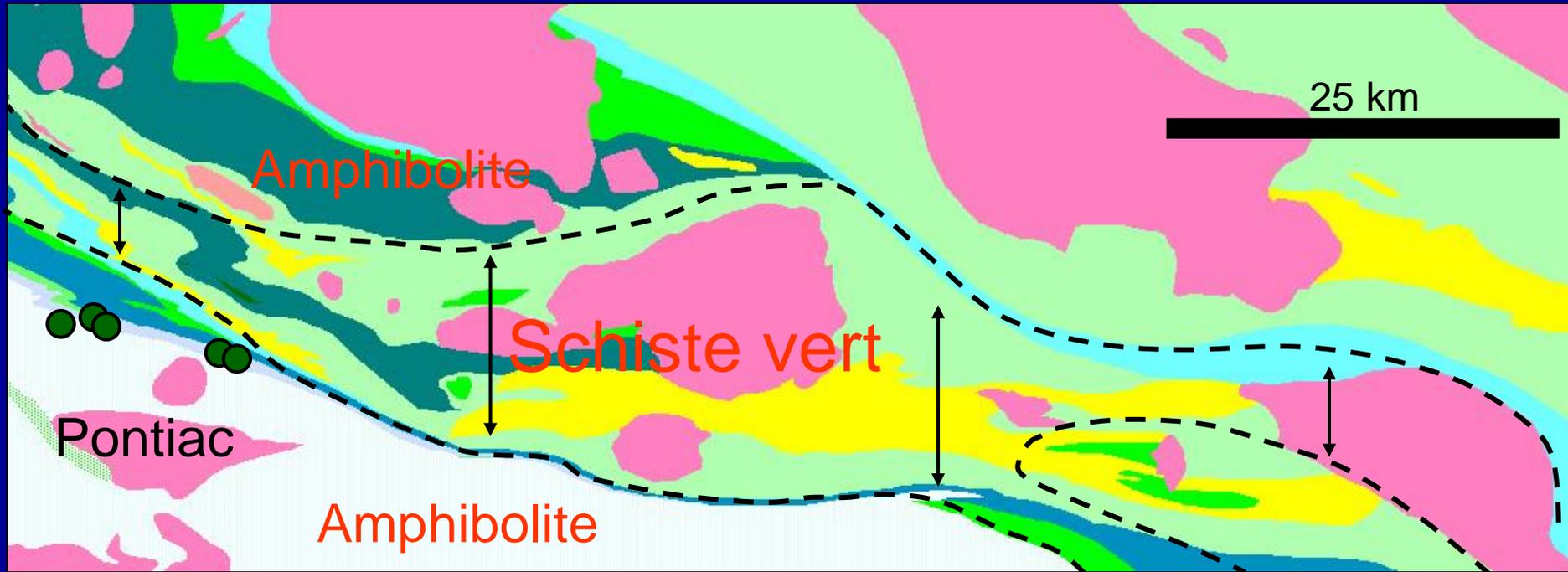
Distribution et densité des indices Au



Distribution des mines et tonnes Au



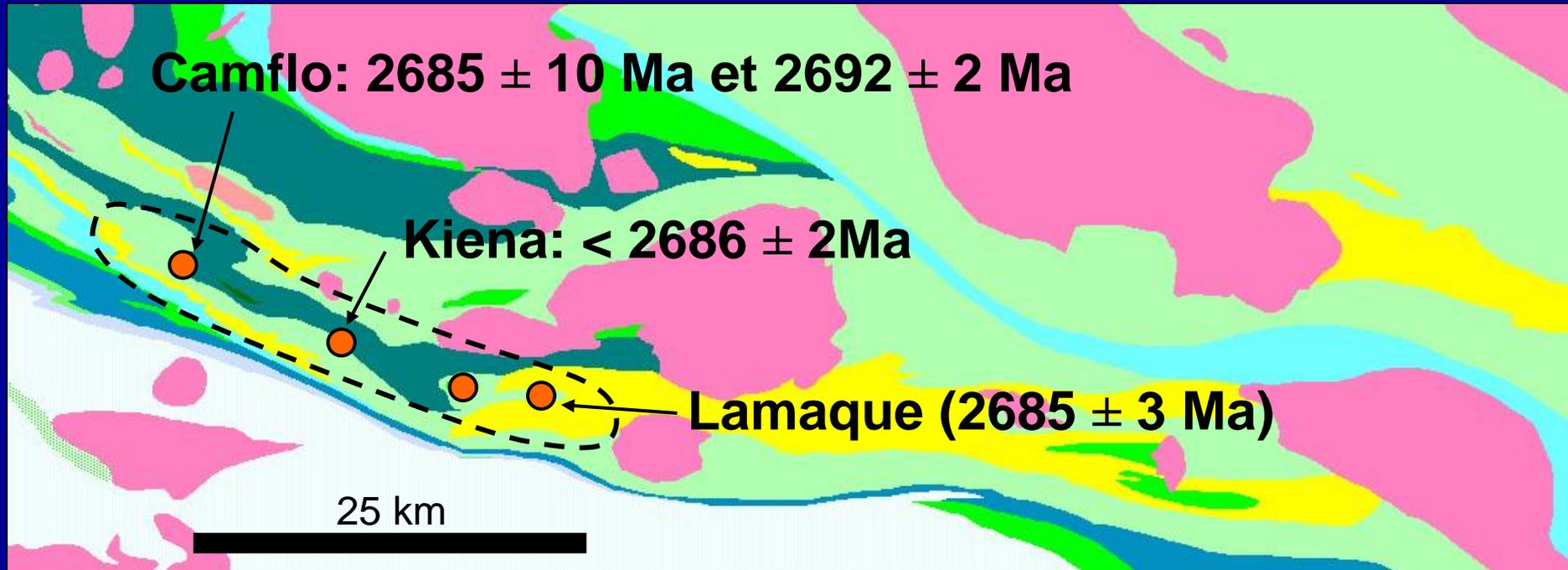
Type Malartic et isograde métamorphique



- Faciès amphibolite
- Minéralisation disséminée
- Nombreuses intrusions
- Encaissant Pontiac en partie

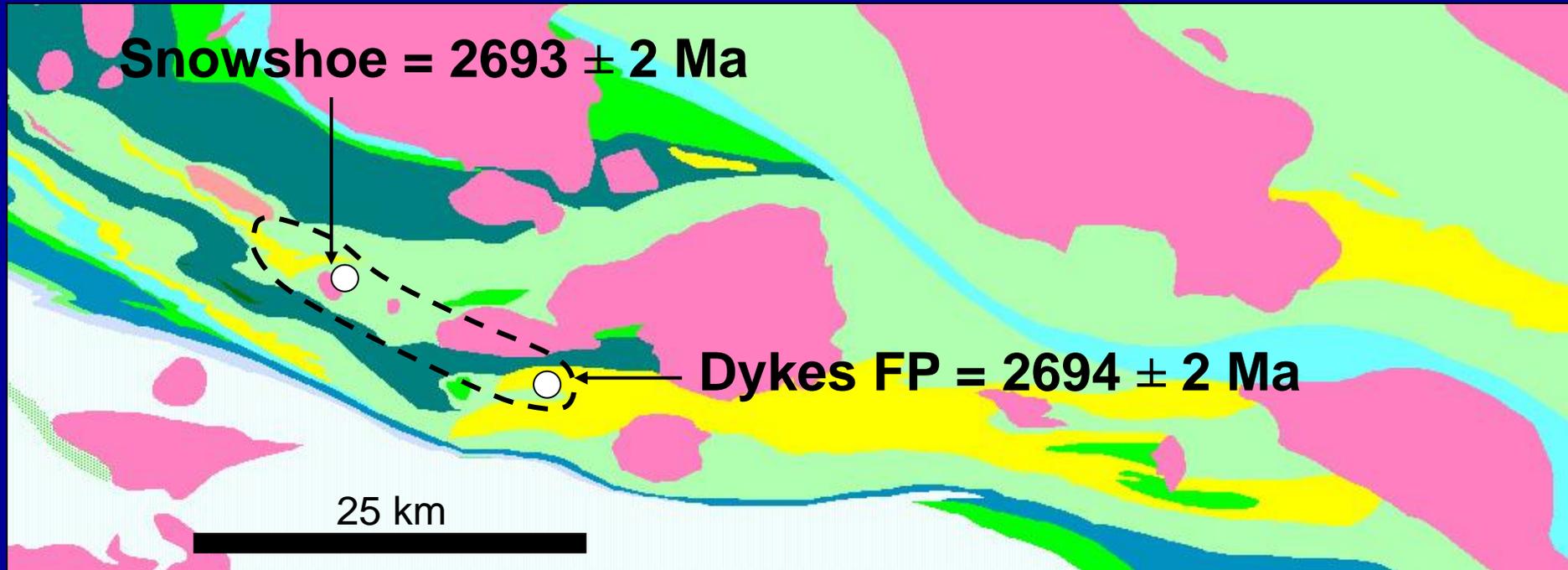
Minéralisation orogénique plus profonde (?)

Type cheminée: différentes pulsations magmatiques



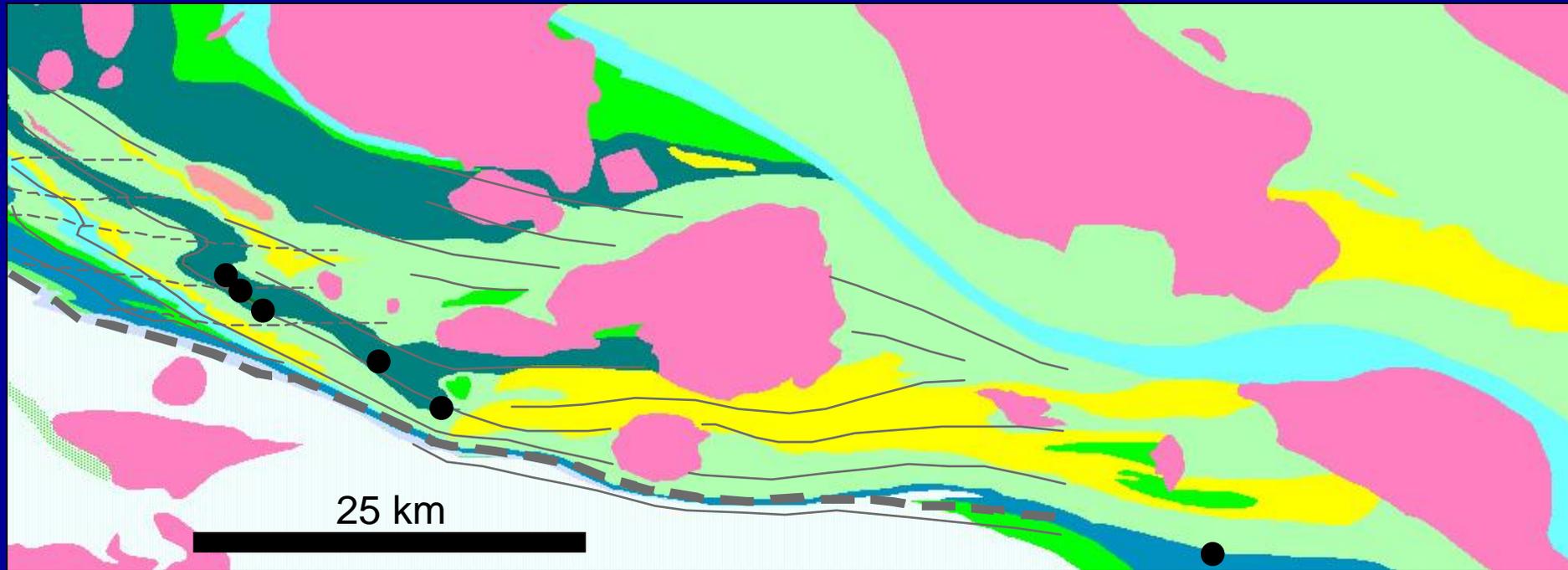
- Roches intrusives variant de 2692 à 2685 Ma
- Segment favorable: Lac de Montigny

Type curviplanaire: éléments intrusifs



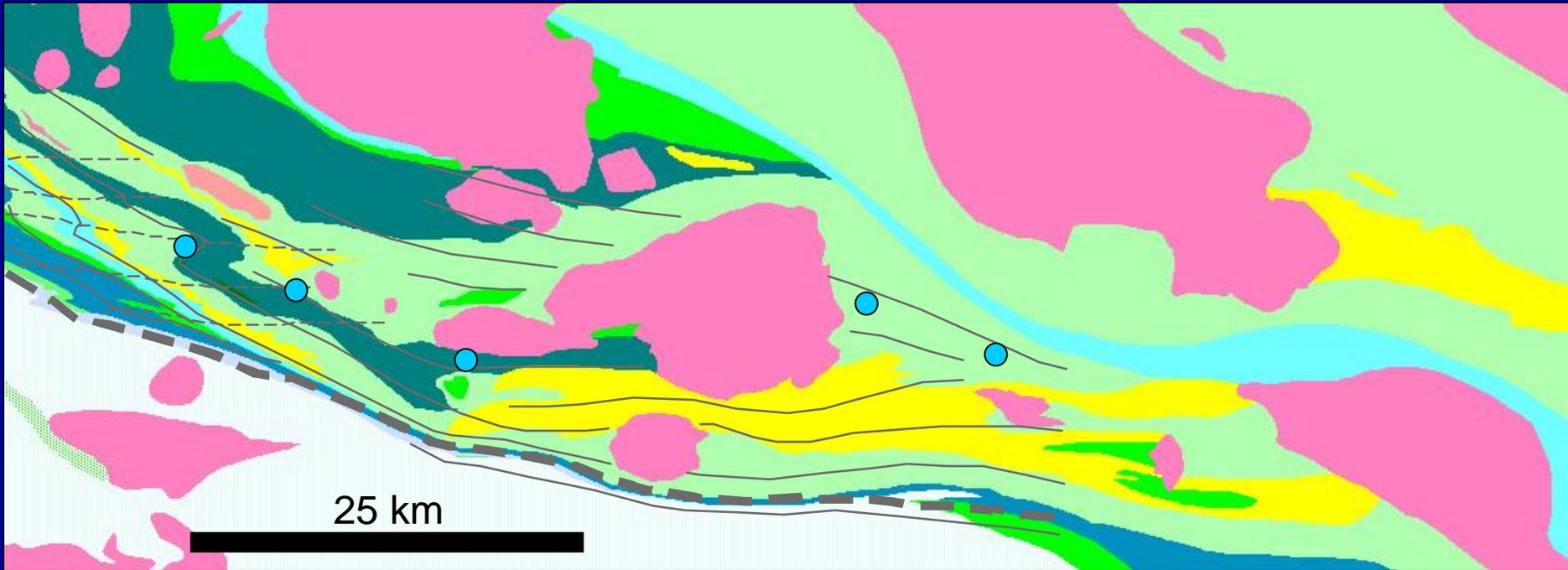
- Lien entre structure et roches intrusives durant 2693-2694 Ma
- Segment favorable: Lac de Montigny

Type parallèle: cisaillements NW-SE



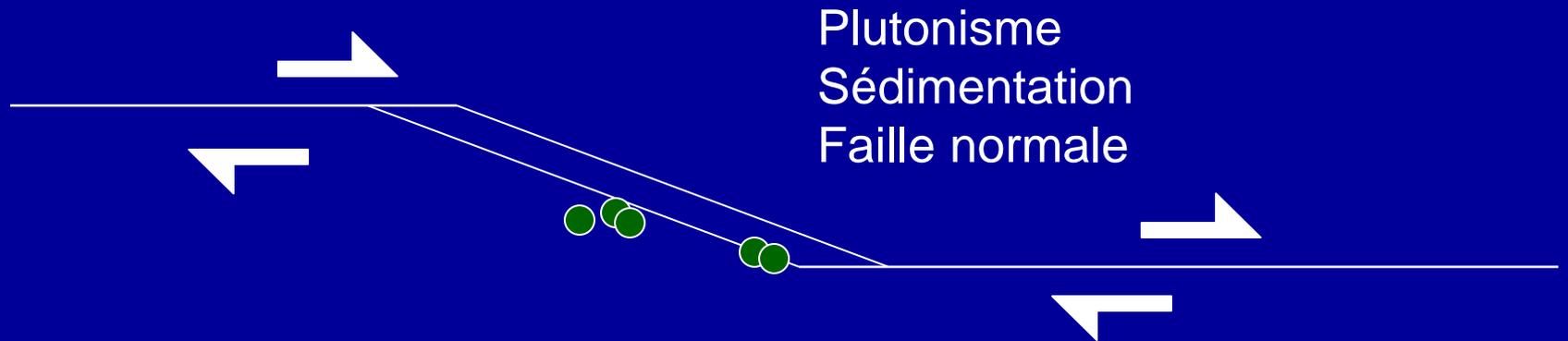
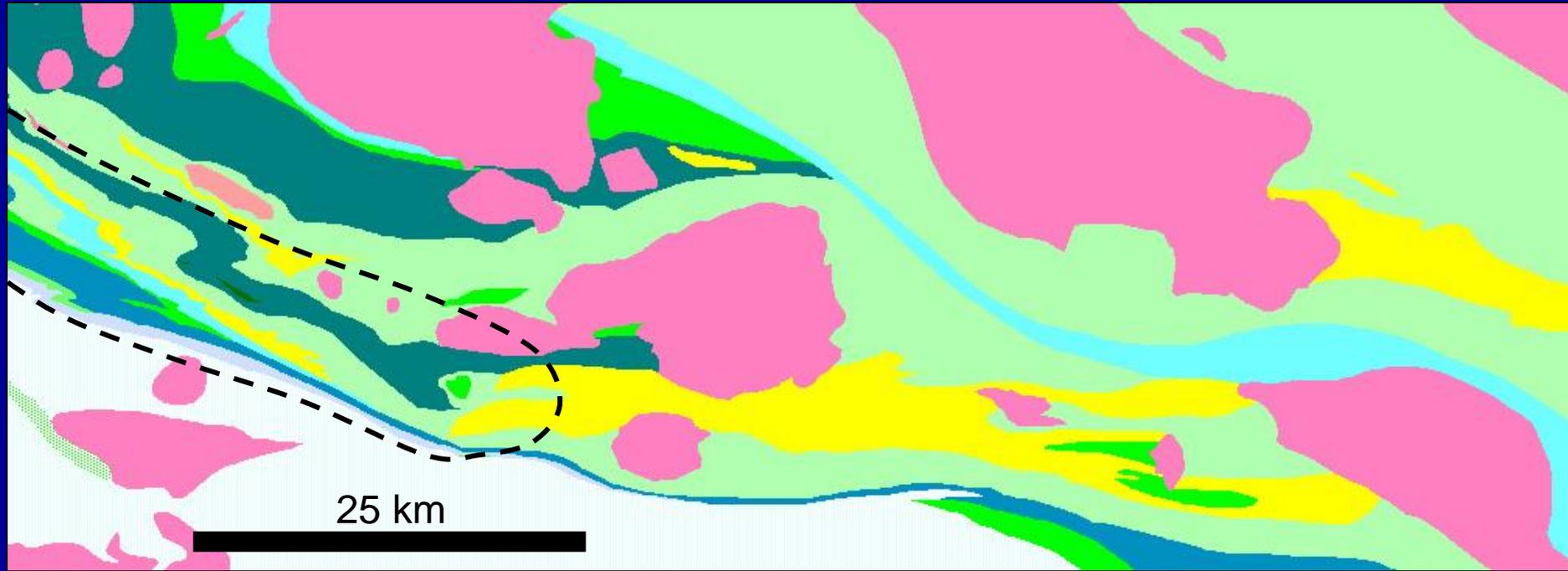
- Cisaillements parallèles aux strates = NW-SE
- Segment favorable: Lac de Montigny

Type intersection: cisaillements E-W



- Cisaillements E-W à angle par rapport states
- Segment favorable: Lac de Montigny

Particularité métallogénique du segment du Lac de Montigny



Zone en transtension: contexte moderne = fertile en minéralisation

Implications pour le SPCPM

- Fait ressortir les attributs physiques des gisements:

- Dimension
- Tonnage Au
- Profondeur
- Morphologie



Groupement cohérent

- Regrouper des gisements formés à différentes périodes



Le SPCPM = indépendant de la chronologie

- Pondérer en utilisant des critères géologiques pour chaque type



Objectif du SPCPM

Implications pour l'exploration

Importance et fertilité du segment du Lac de Montigny

Suite du projet

Discussion avec le groupe SPCPM

- Pondération des critères à l'échelle régionale et provinciale
- Utilisation des bases de données
- Validation à l'interne des critères