



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Survol de la recherche de l'IGC sur le gisement aurifère Windfall et la ceinture d'Urban-Barry

Jean-Luc Pilote

Ressources naturelles du Canada – Commission géologique du Canada

Collaborateurs:

- Brandon Choquette, Édouard Côté-Lavoie, Antoine Fecteau et autres – Gold Fields Limited
- Mathieu Guay, Christian Blanchet – Vior Gold Corporation
- Bonterra Resources (Boris Artinian – maintenant chez AEM)
- Sébastien Castonguay, Natasha Wodicka, Daniel Hnatyshin, Benoit Dubé – RNCan/CGC
- Pierre-Simon Ross, Renaud Soucy La Roche – INRS
- Sandra Kamo – University of Toronto
- Richard Stern – University of Alberta
- MRNF

Étudiants:

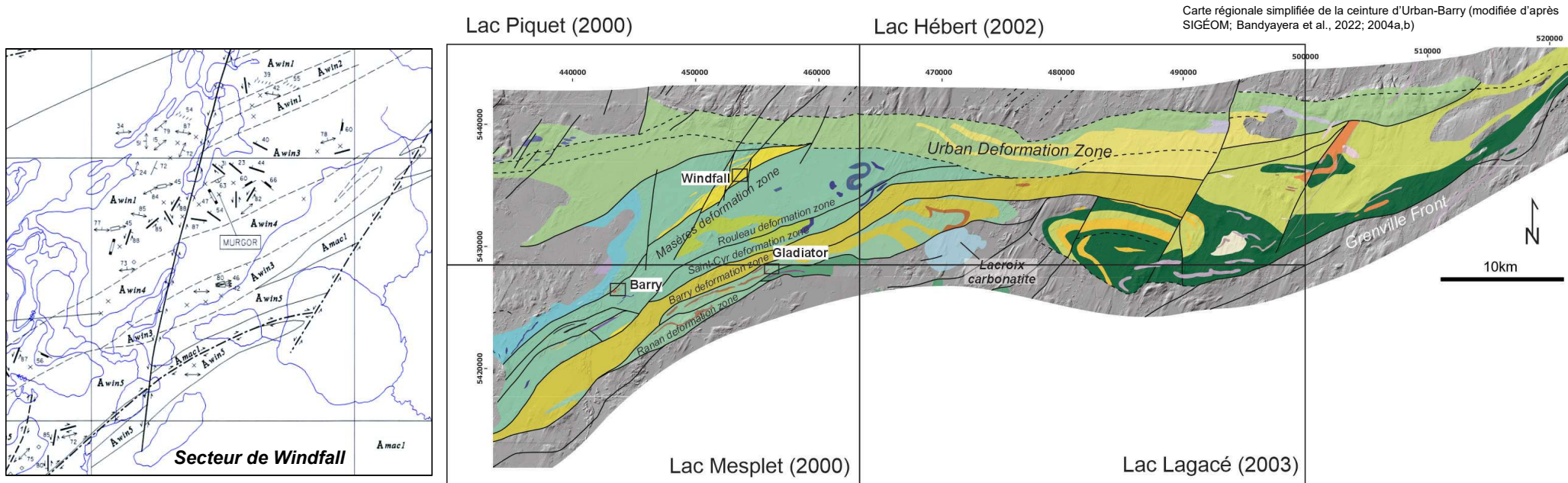
- Alexander Moses (M.Sc. – en cours)
- Guillaume Raymond (Ph.D. – en cours)



BONTERRA



Géologie de la ceinture d'Urban-Barry



- Excellente contribution et base d'information à partir des travaux cartographiques du MRNF – début 2000 de Bandyayera et al. – (e.g. RG2001-14; RG2002-12; RG2003-07 et autres).
- 20 ans+ de travaux de l'industrie dans le secteur = beaucoup de nouvelles connaissances



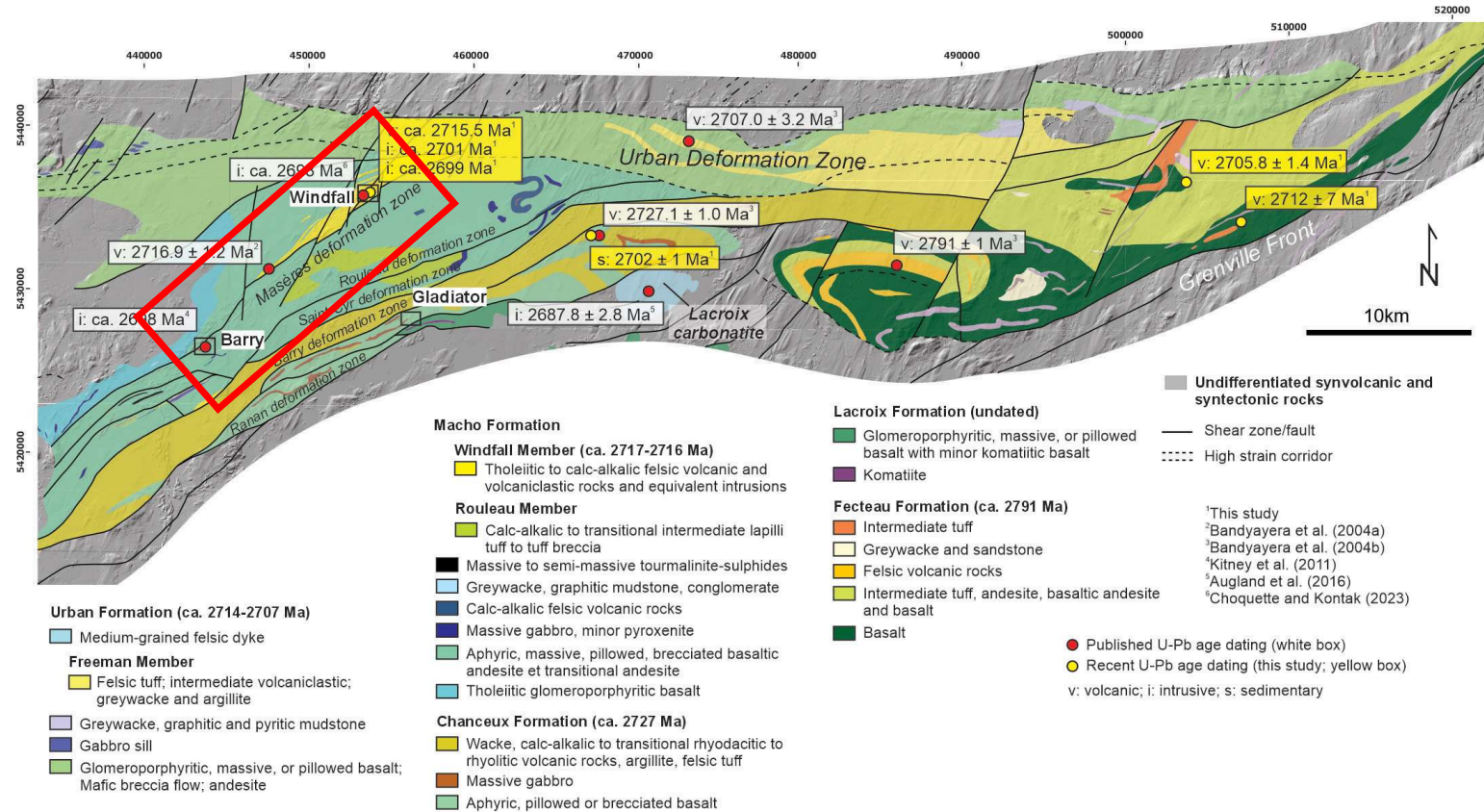
Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada

Géologie de la ceinture d'Urban-Barry

- Cinq formations:
 - Fecteau (ca. 2791 Ma)
 - Lacroix
 - Chanceux (ca. 2727 Ma)
 - Macho (ca. 2717 Ma)
 - Urban (ca. 2714-2707 Ma)
- Extension du Fecteau à l'est plus jeune que prévu (travaux en cours);
- Zone de déformation E-O (Urban);
- Zones de déformation ductiles ENE (généralement à pendage SE);
 - Signature dominante du grain structural sur levés géophysiques;
- Corridor aurifère Windfall-Barry héberge >8 Moz Au
 - Styles de minéralisation différents
 - Windfall ≠ Barry



Carte régionale simplifiée de la ceinture d'Urban-Barry (modifiée d'après SIGÉOM; Bandyayera et al., 2022; 2004a,b)



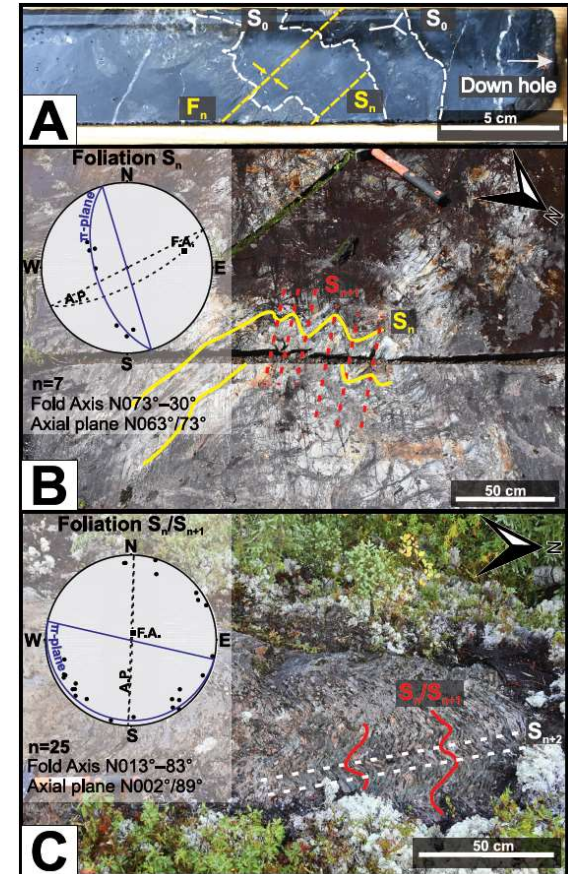
Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada

Corridor aurifère Windfall-Barry

- Complexité structurale – relation chronologique incertaine entre le développement des zones de déformation NE et la fabrique la plus ancienne (S_n)
- Étude de doctorat (Guillaume Raymond – CGC-INRS)
- **Objectifs:**
 - Mieux comprendre les processus de formation des gisements, notamment les relations entre le magmatisme, la déformation et la minéralisation aurifère.
 - Rôle métallogénique de la Masères, analyserson évolution complexe en lien avec les événements de déformation régionaux et son association spatiale avec des gisements importants de différents styles de minéralisation, tels que ceux observés aux gisements de Windfall (7,4 Moz Au) et de Barry (1,38 Moz Au).
- Les résultats préliminaires révèlent une évolution structurale plus complexe que celle précédemment décrite, mettent en évidence trois fabriques de déformation:
 - S_n (fabrique pénétrative régionale NO – associée à la déformation principale): pendage généralement faible ($< 30^\circ$)
 - S_{n+1} (fabrique de crénulation ductile NE)
 - S_{n+2} (kink subverticales orientées N-S et des plis en chevrons localisés)
- *Focus sur le cadre géologique de Windfall d'abord....*

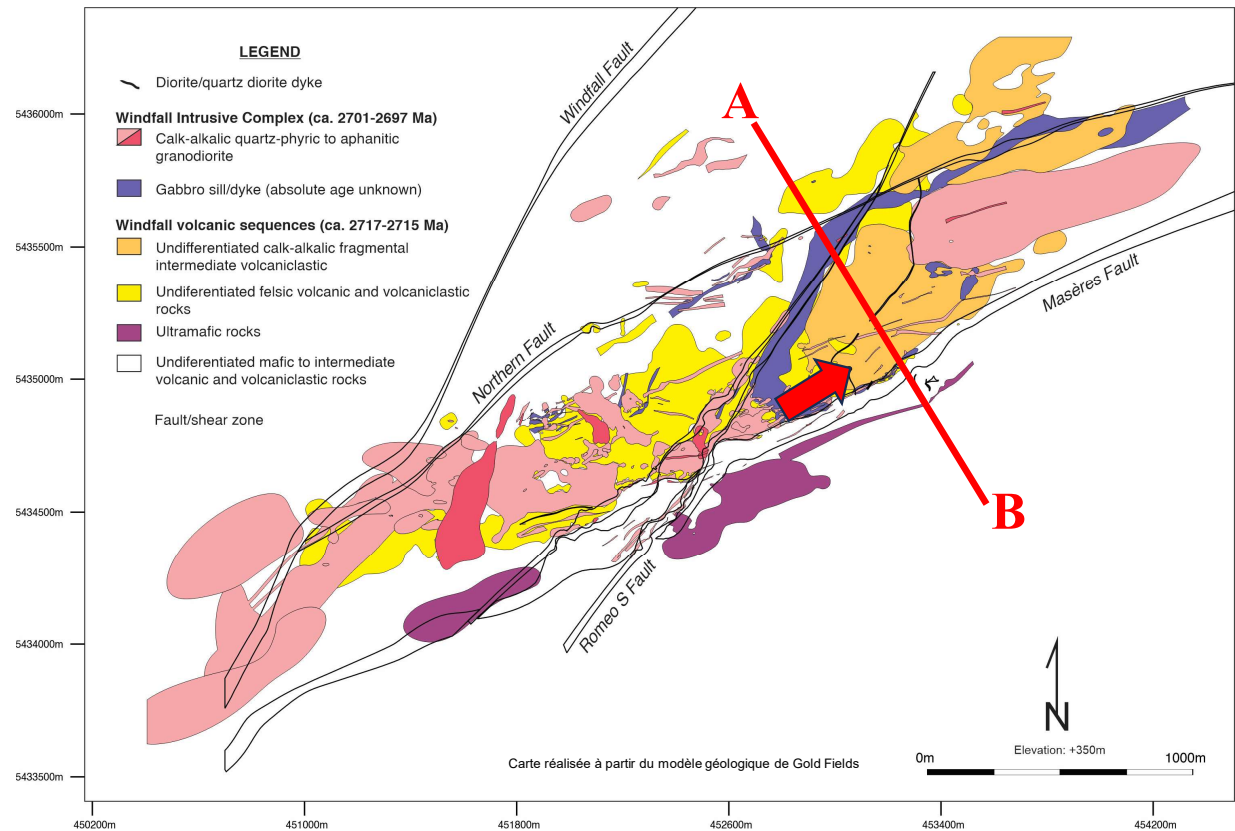


Raymond et al. (in press)



Géologie de Windfall (+350m a.s.l.)

- Roches volcaniques felsiques, fragmentaires intermédiaires, gabbro et dykes granodioritiques
- Bordé au sud-est par la zone de déformation Masères
- Failles fragiles (Roméo, Windfall)
- Plusieurs zones minéralisées (e.g. Main, Lynx, 27, Caribou)
- Zones Lynx représente 64% des ressources totales
- Minéralisation entre 2701 et 2697 Ma* (Choquette et Kontak, 2023; Pilote et al., in prep)



4,1 Moz Au

3,3 Moz Au

11,06 Mt à 11,4 g/t
(mes+ind)

12,29 Mt à 8,4 g/t
(inf)

Richard, P-L and Belisle, M. (2022). Mineral Resource Estimate Update for the Windfall Project, prepared for Osisko Mining.



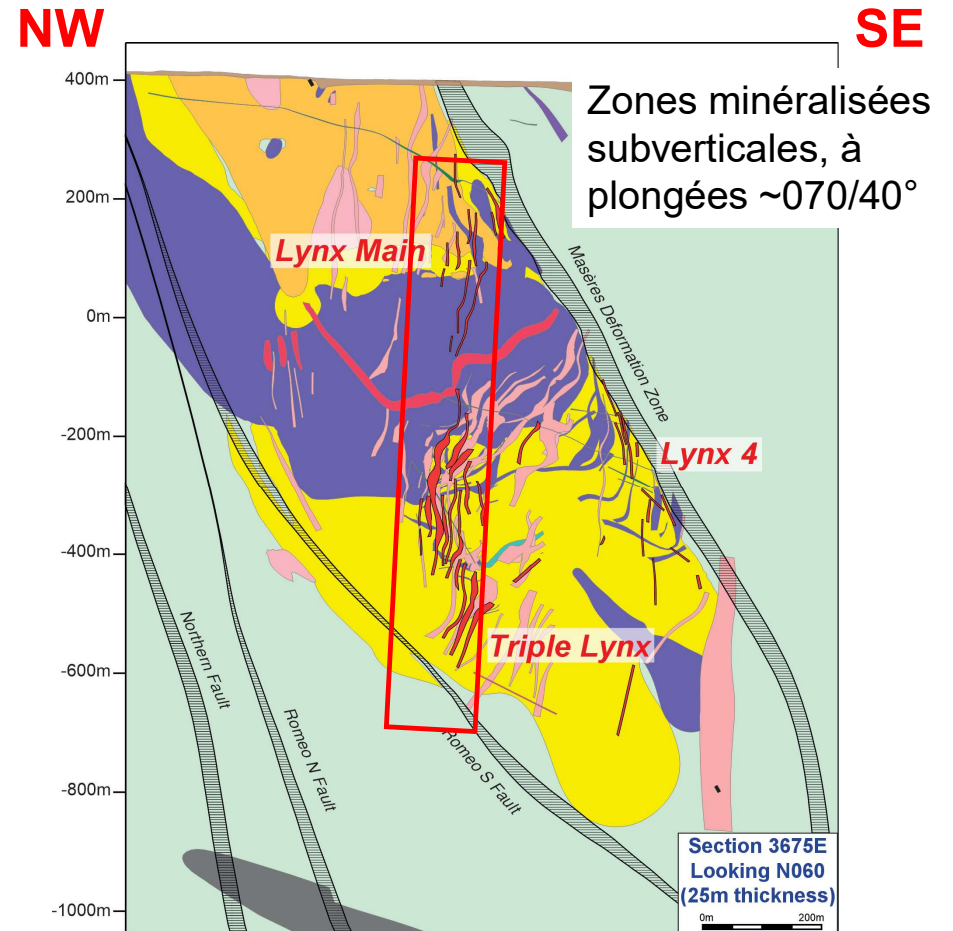
Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada

Géologie des zones Lynx

- Travaux antérieurs (Osisko Mining):
 - Distribution lithologique d'apparence synclinal
- Bordé au SE par la zone de déformation Masères
- À la base, des séquences volcaniques/volcanoclastiques intermédiaires non différenciées
- surmontées de roches felsiques (jaune et orange)
- Recoupées par des intrusifs gabbroïques et intermédiaires felsiques
- Minéralisation:
 - Zones subverticales à plongées NE
 - Zones formées de veines et de remplacement à qtz-sul-carb±tur



Modifié de Choquette et Kontak (2023)



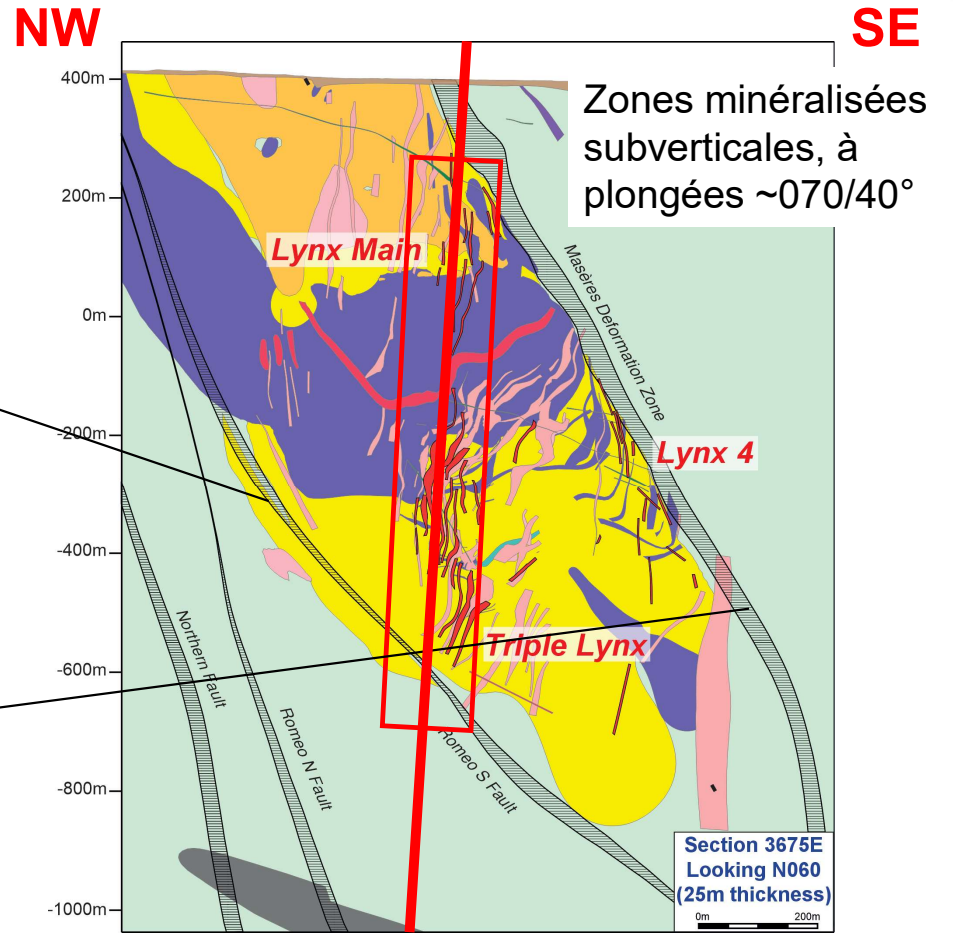
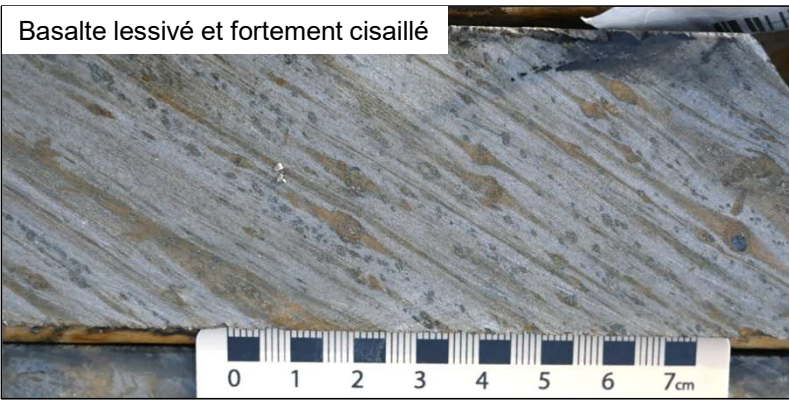
Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada

Géologie des zones Lynx

Deux structures de styles et âges différents



Modifié de Choquette et Kontak (2023)

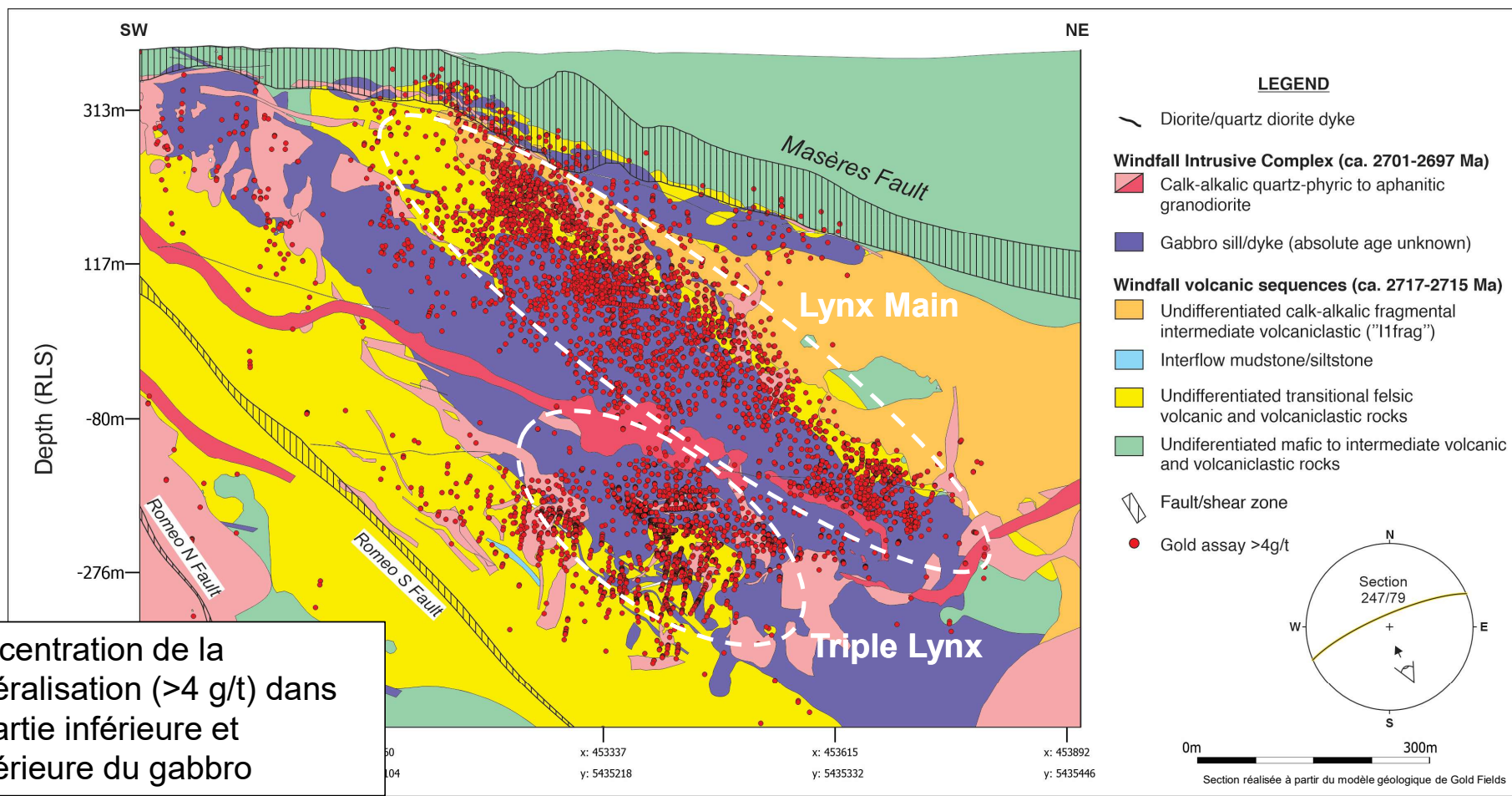


Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada

Distribution de l'or (Zones Lynx)



Concentration de la minéralisation (>4 g/t) dans la partie inférieure et supérieure du gabbro



Ressources naturelles Canada

Natural Resources Canada

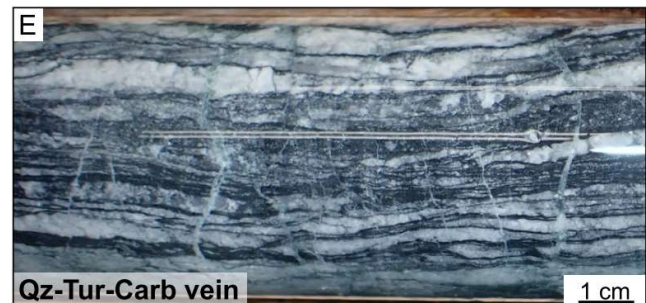


Minéralisation: types, styles et paragenèse

Pré-Au

Syn-Au (ca. 2701-2698 Ma)

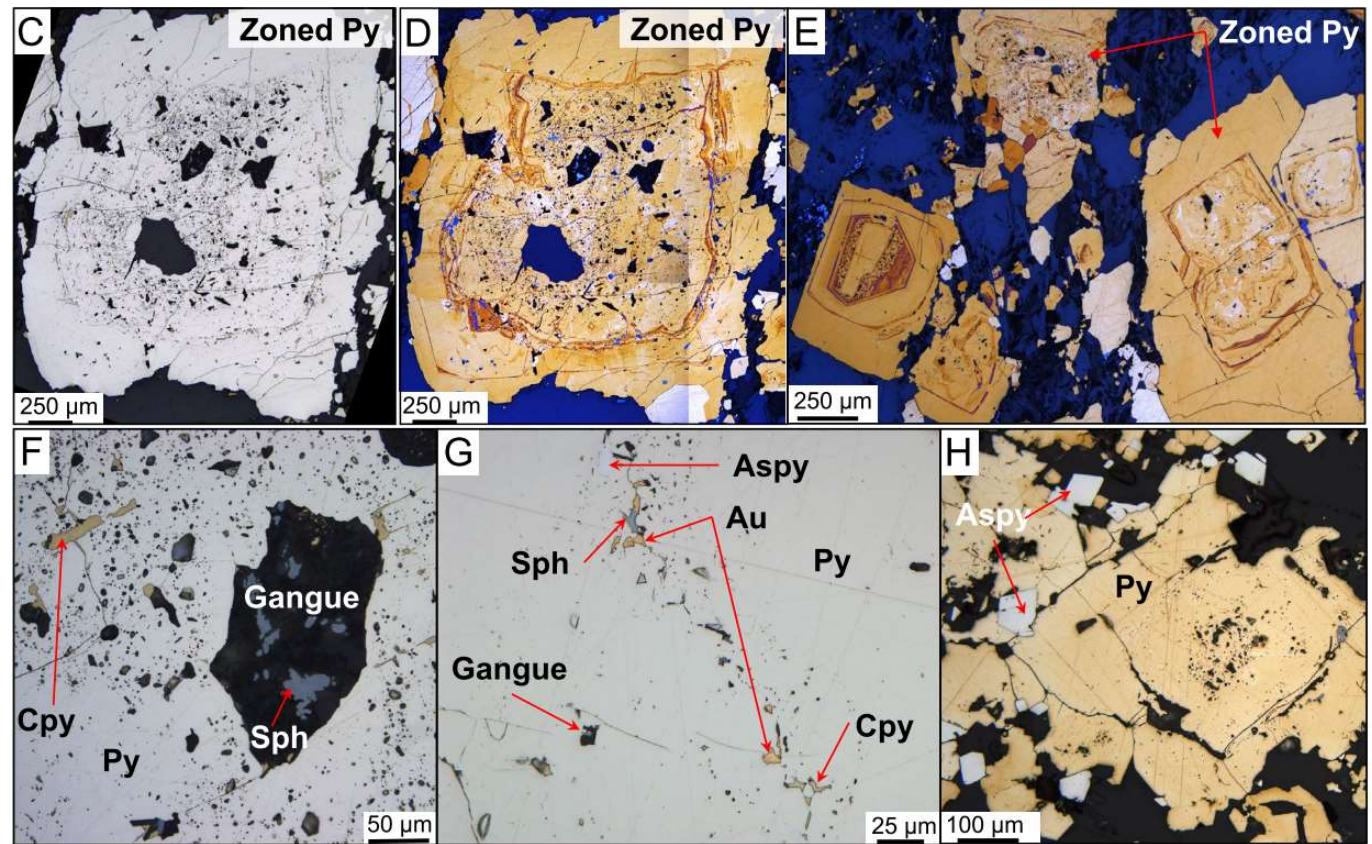
Post-Au (\pm remobilisation)



Choquette and Kontak (2023)

Minéralisation: types, styles et paragenèse

- Textures de dissolution-précipitation
- Assemblage py-cpy-sph-Au±aspy et tellurures (Au, Ag, Pb, Cu)

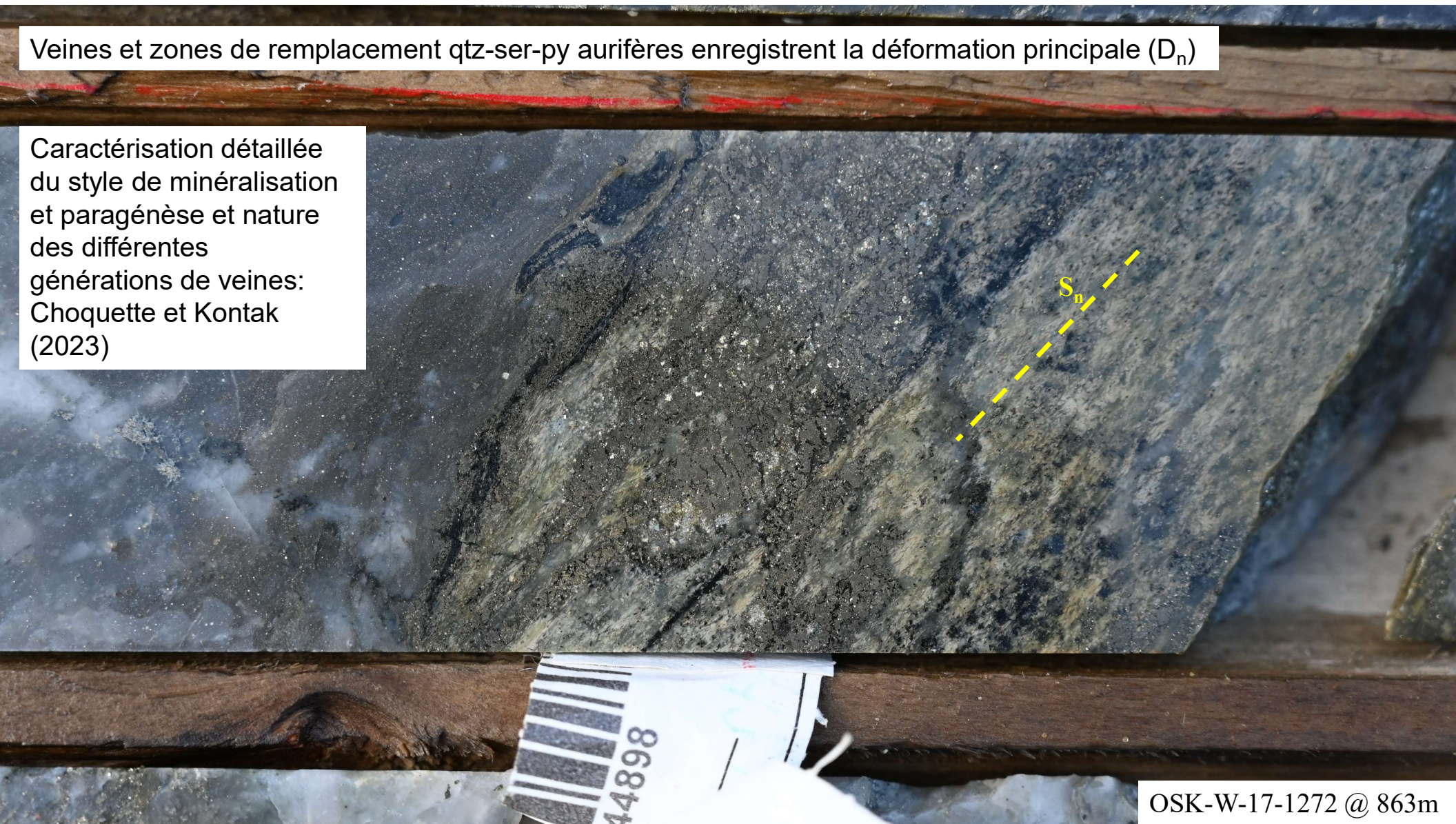


Choquette and Kontak (2023)



Veines et zones de remplacement qtz-ser-py aurifères enregistrent la déformation principale (D_n)

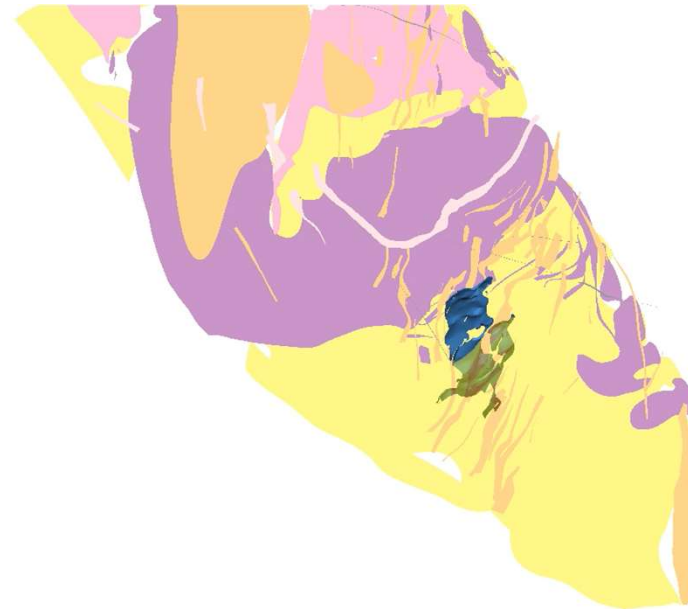
Caractérisation détaillée
du style de minéralisation
et paragenèse et nature
des différentes
générations de veines:
Choquette et Kontak
(2023)



OSK-W-17-1272 @ 863m

Construire à partir de marqueurs stratigraphiques

- Bonne contrainte sur l'étendu des unités, mais pas de la stratigraphie
- Travail de cartographie 3D détaillée à partir de forages, cartographie des galeries et d'affleurements
- Partir d'éléments stratigraphiques facilement identifiables (par ex. niveau sédimentaire)



250 m

Modèle fourni par Gold Fields

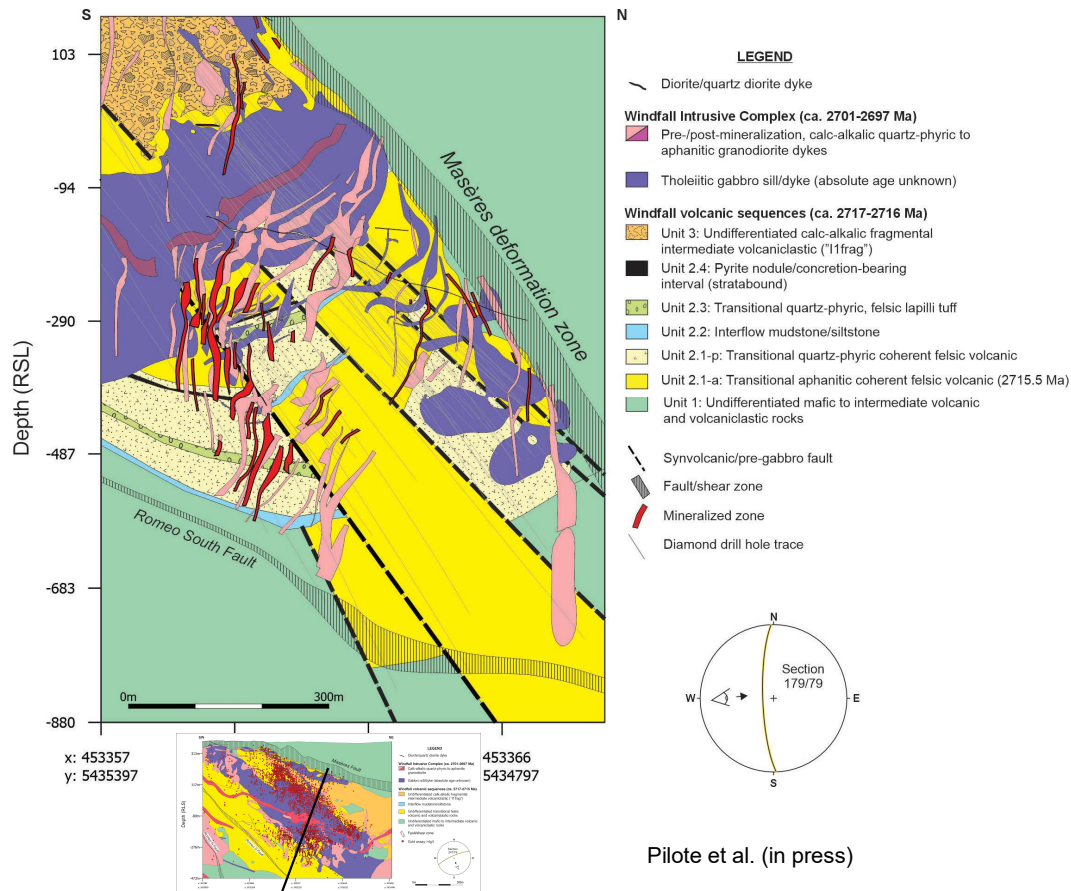


Ressources naturelles
Canada

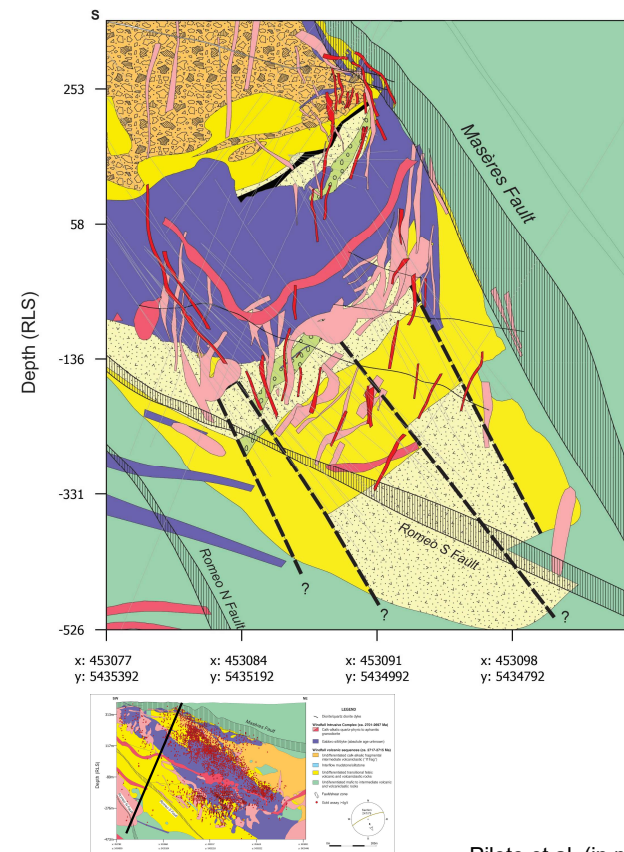
Natural Resources
Canada

Canada

Géologie du secteur des zones Lynx (sections)



Pilote et al. (in press)



Pilote et al. (in prep)

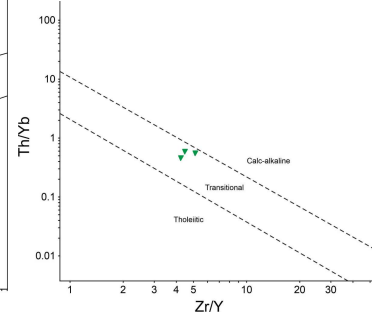
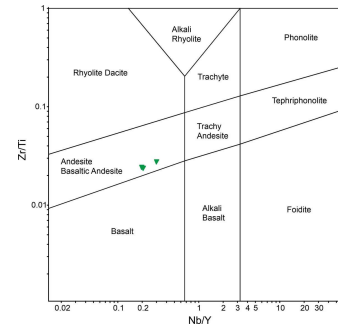
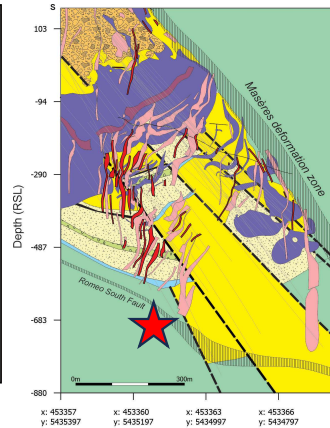
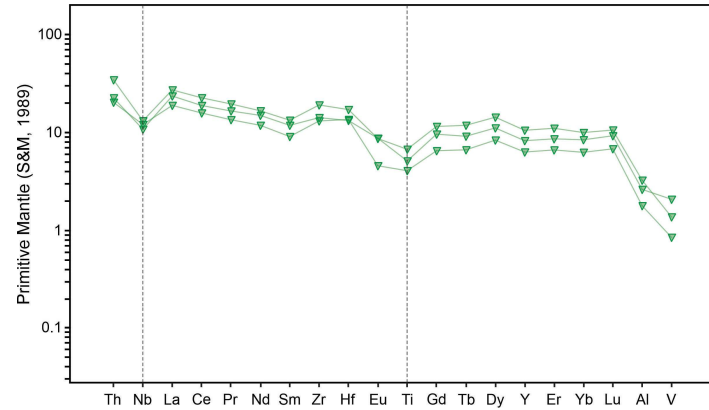


Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada

Unité 1: séquences à andésite basaltique



- Composition mafique-intermédiaire (W&F, 1977; P, 1996), affinité transitionnelle (R&B, 2009), faibles anomalies en éléments traces

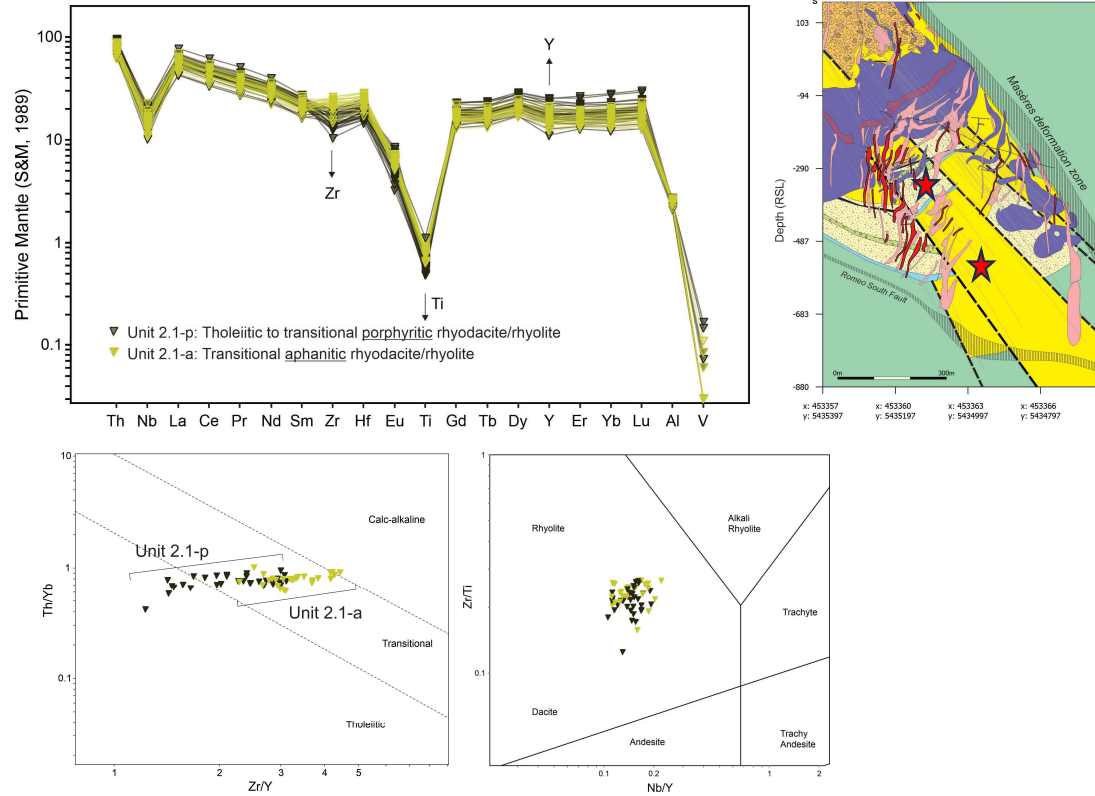
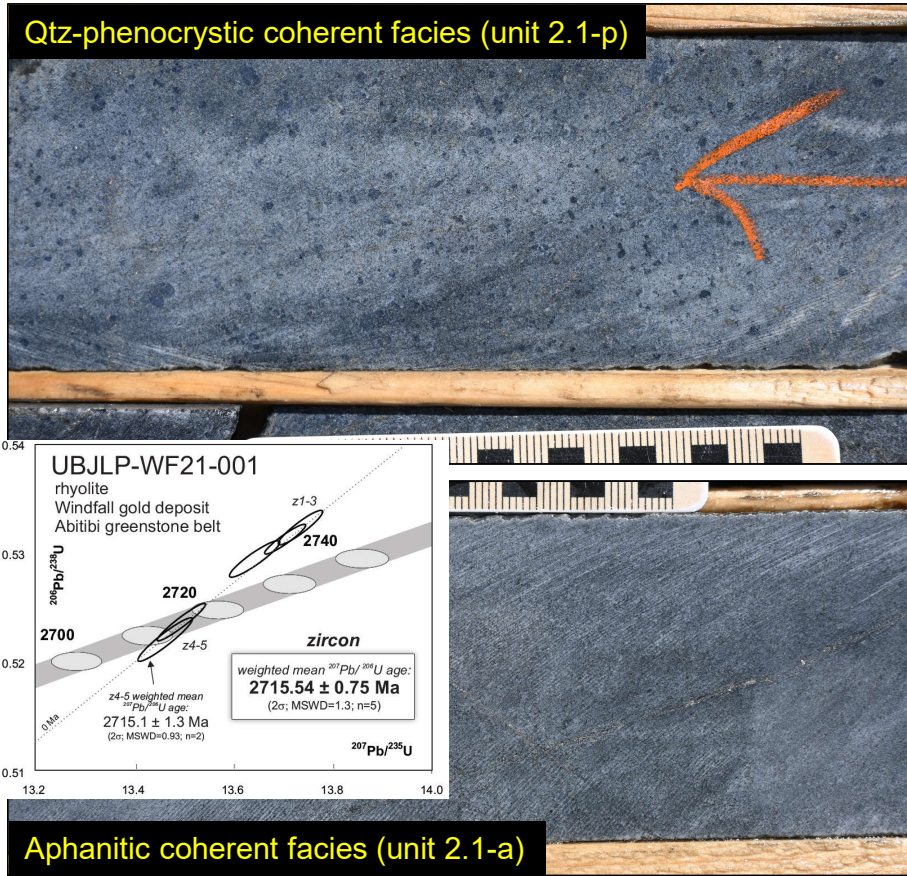


Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada

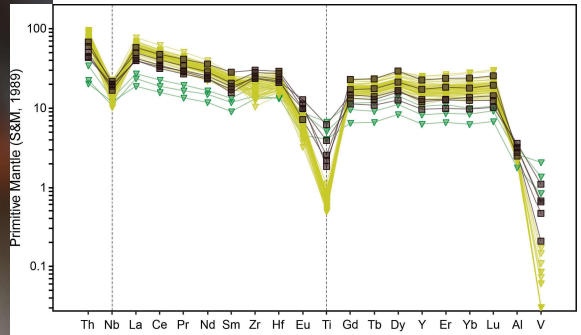
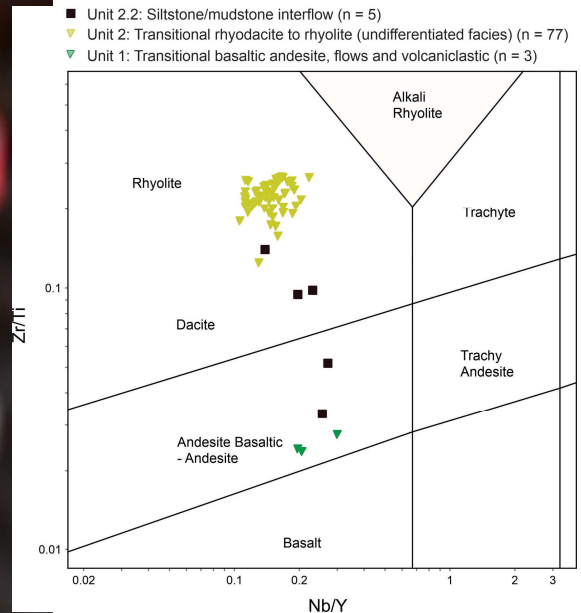
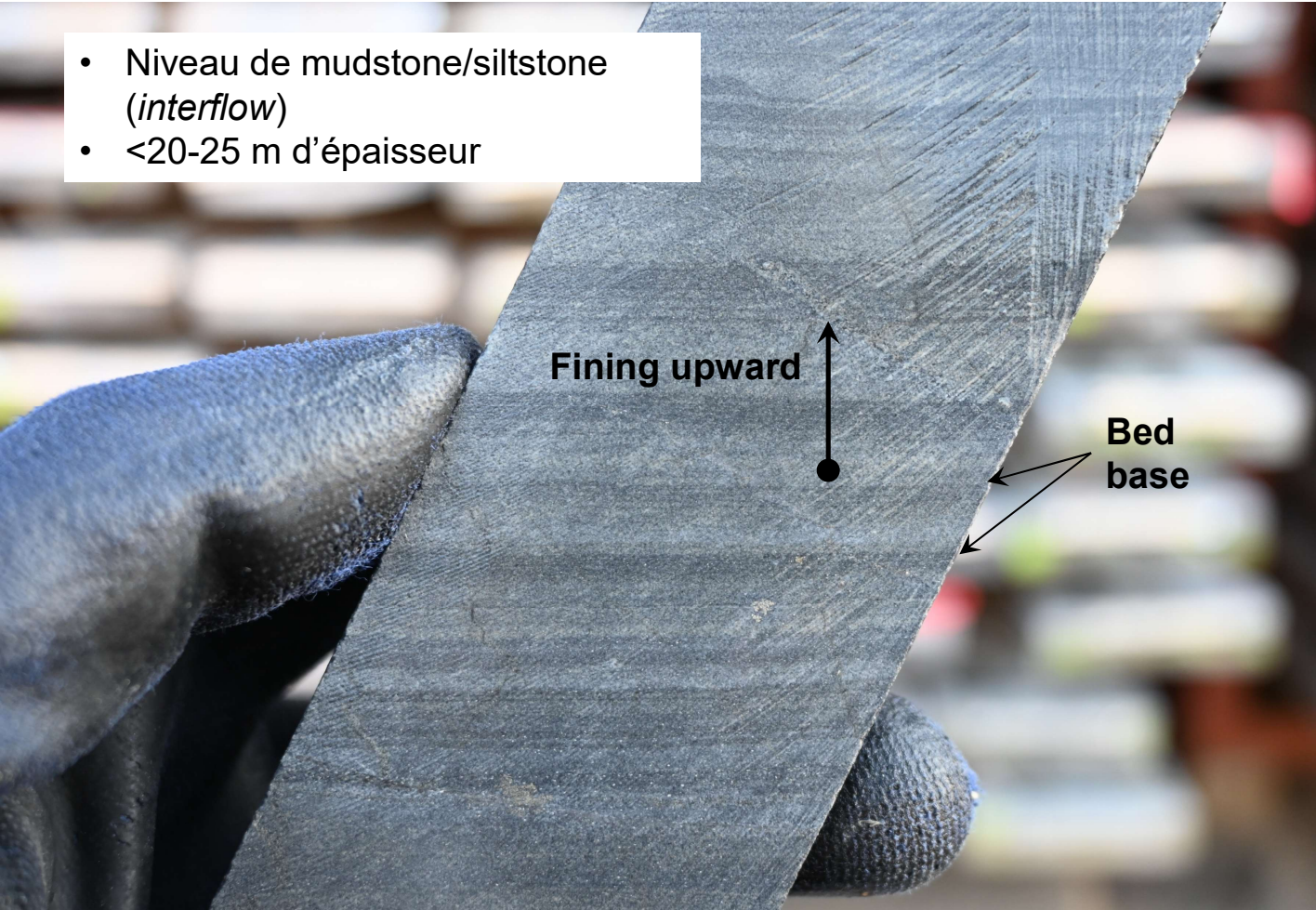
Unité 2.1: séquences massives à rhyolite/rhyodacite transitionnelle (±tholeiitique-calco-alkaline)



- Anomalies négatives en Nb-Ti, majoritairement transitionnel
- Variation Zr/Y entre faciès aphanitique vs porphyrique
- Produit d'un fractionnement du zircon?



- Niveau de mudstone/siltstone (*interflow*)
- <20-25 m d'épaisseur



- Composition intermédiaire entre unités 1 et 2: source proximale

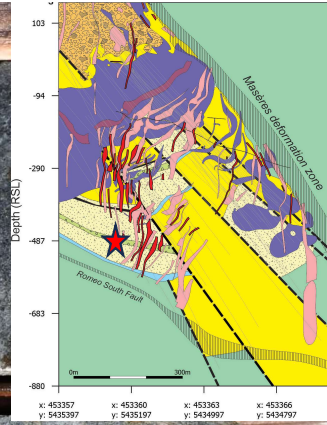


Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

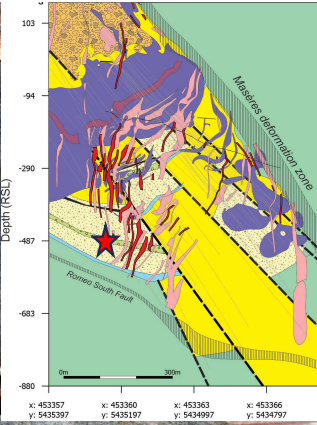
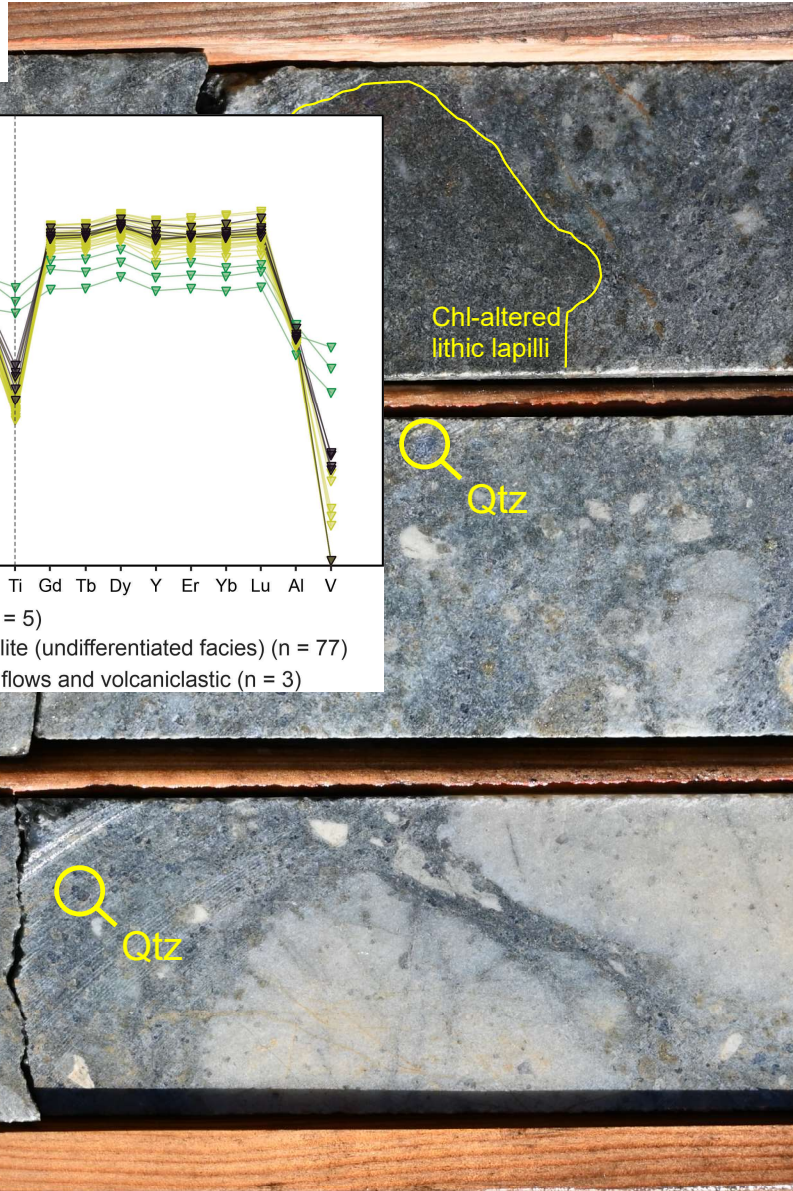
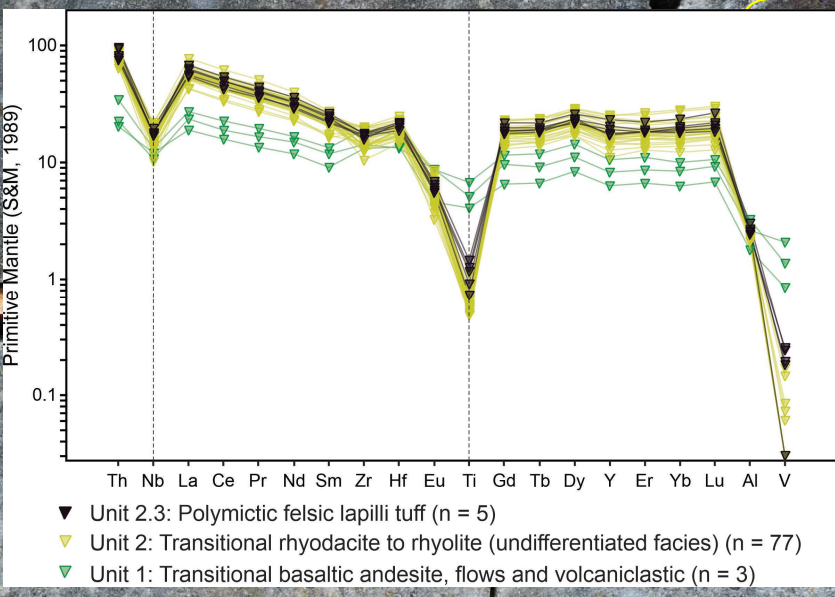
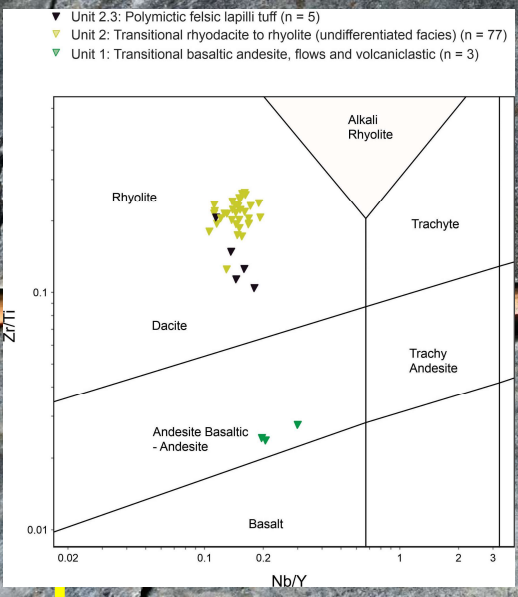
Canada

Unité 2.3: séquence tuf à lapilli felsique



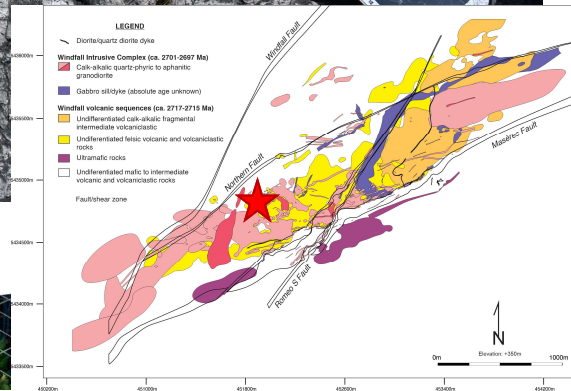
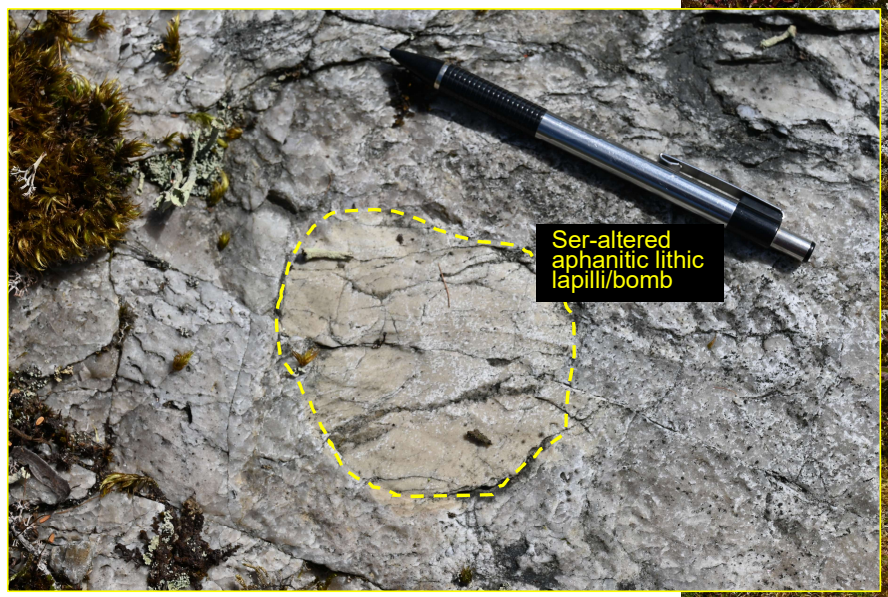
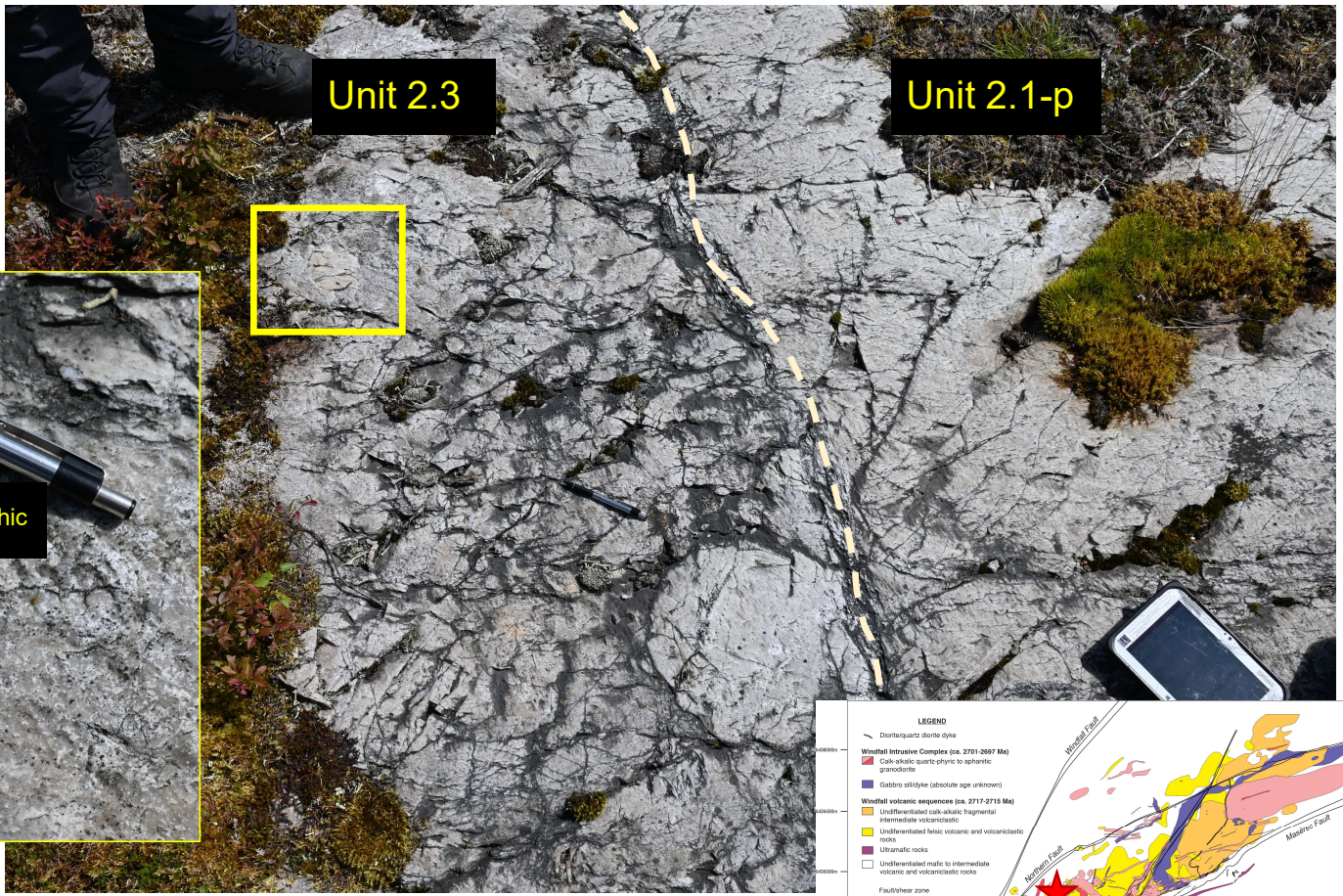
WST-19-0208

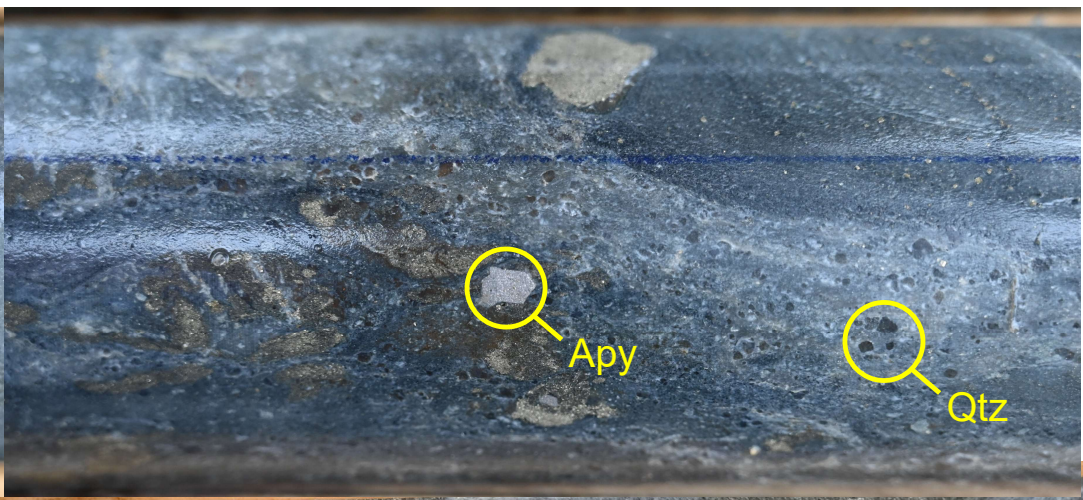
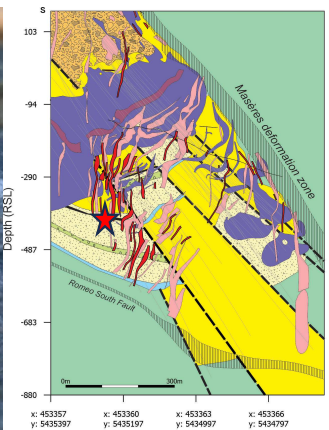
Unité 2.3: séquence tuf à lapilli felsique



Unité 2.3

- Affleurement des faciès: 1) cohérent (unité 2.1-p) et 2) volcanoclastique (unité 2.3)
- Contact franc, subvertical @ 107°/87°



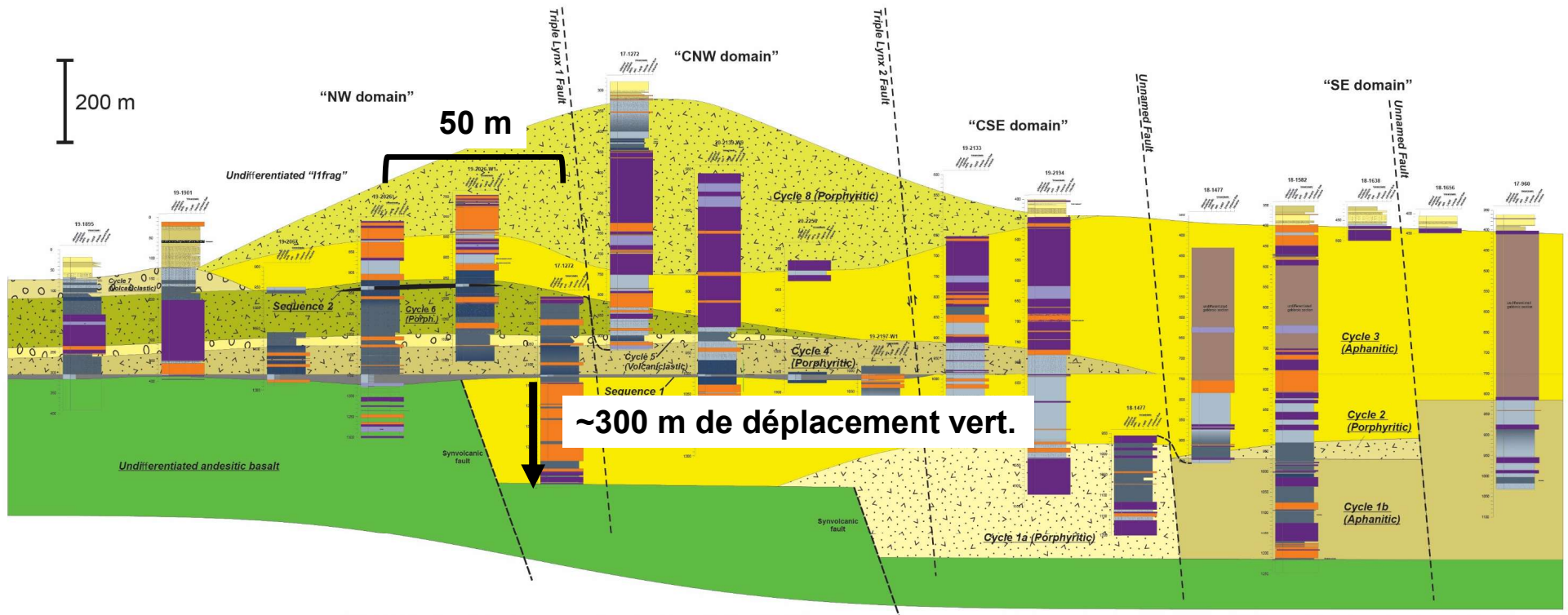


WST-22-1279

Séquence volcanique et laminée à sulfure de nature possiblement exhalative (unité 2.4)

SECTION 3675E*

*Looking northeast (horizontally not to scale)



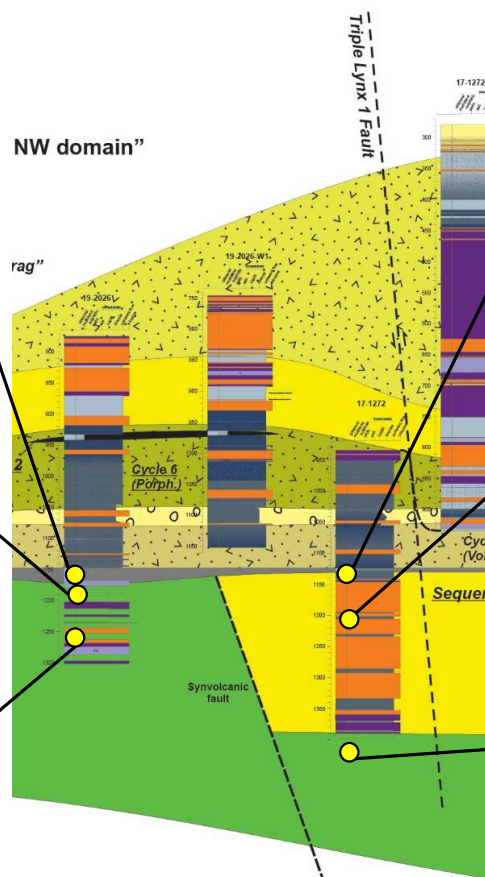
Legend (stratigraphic columns)

- | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> Aphanitic to porphyritic, calc-alkalic granodiorite Fine- to medium-grained, equigranular, tholeiitic gabbro Sericite±chlorite altered ±Sericite altered | <ul style="list-style-type: none"> Chlorite±sericite altered Sericite±chlorite altered ±Sericite altered Tholeiitic basalt to andesitic basalt | <ul style="list-style-type: none"> Aphanitic/porphyritic, coherent to volcanoclastic, transitional±tholeiitic rhyodacite |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
- Aphanitic/porphyritic, coherent to fragmental, intermediate to felsic rocks (unknown nature of emplacement: current M.Sc. study by Alexander Moses, INRS)

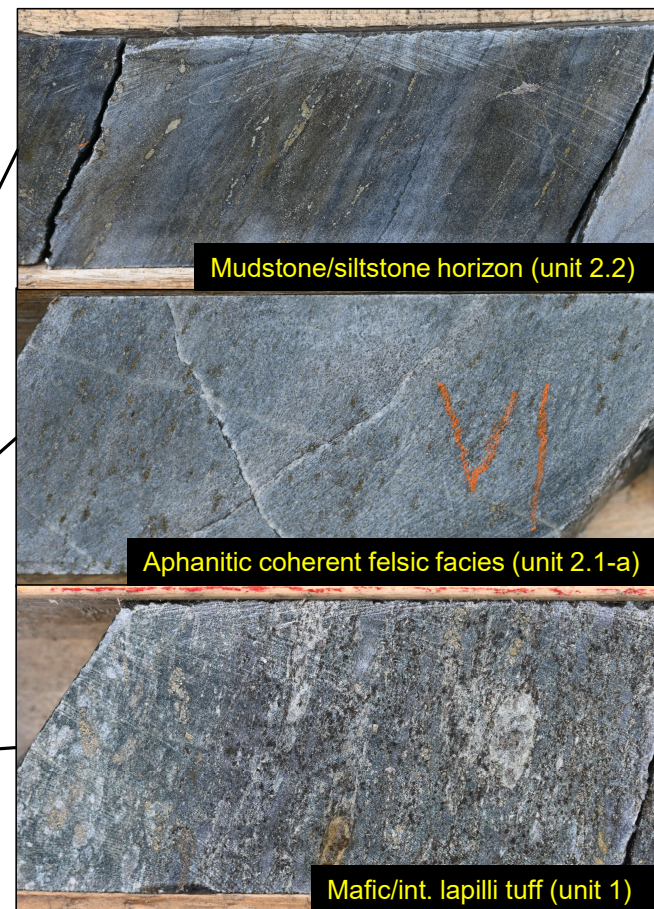
Triple Lynx Zone

Lynx 4 Zone

Évidence de failles précoces/synvolcaniques

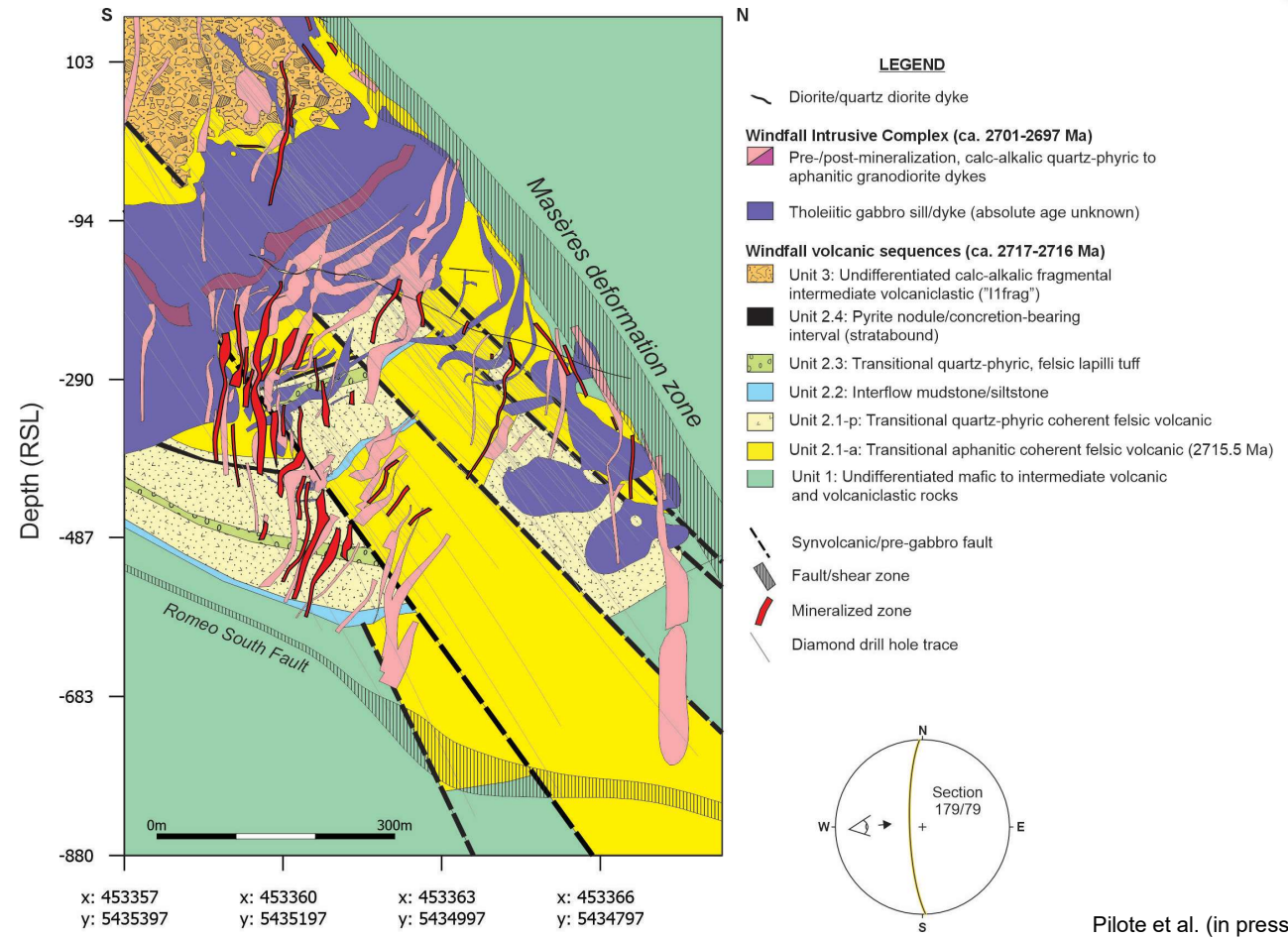
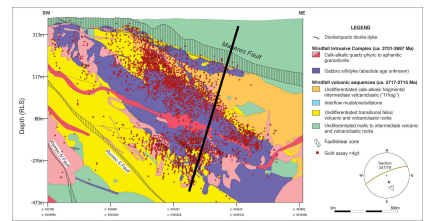


Pilote et al. (in prep)

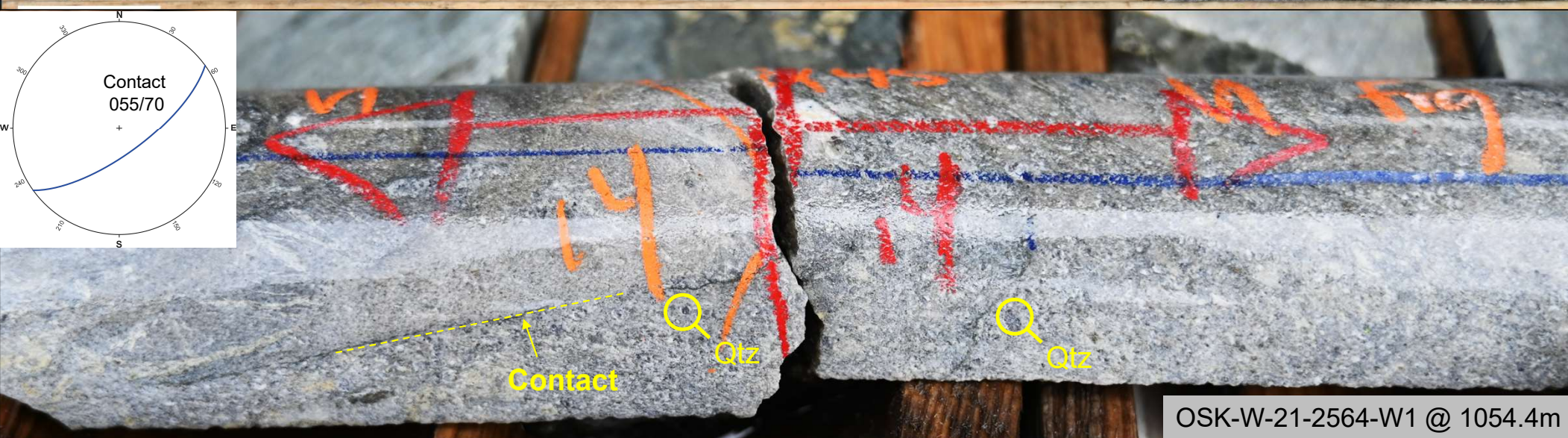
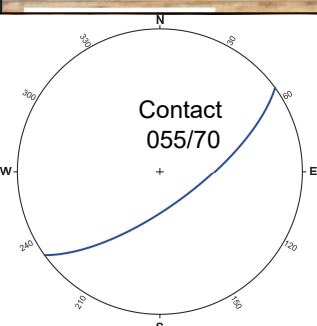
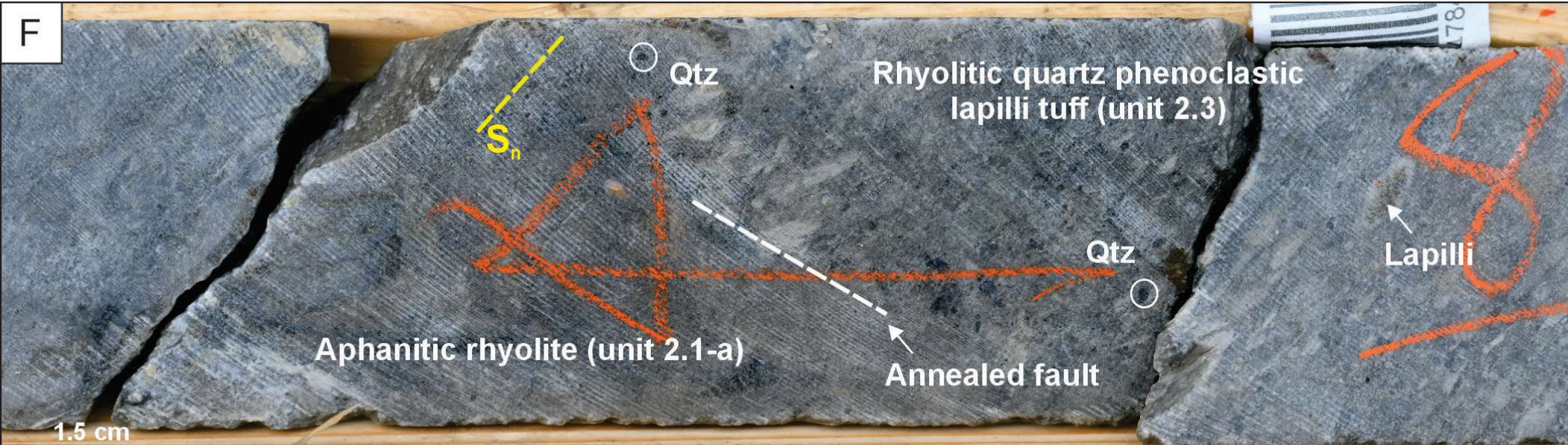


Changements importants d'épaisseurs des faciès volcaniques felsiques (V1)

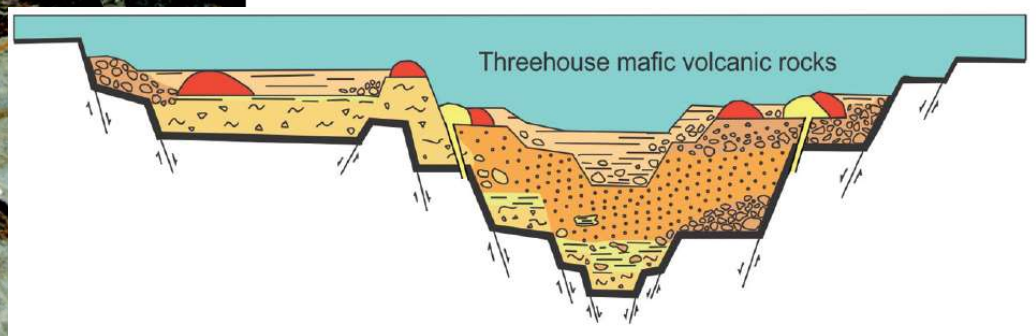
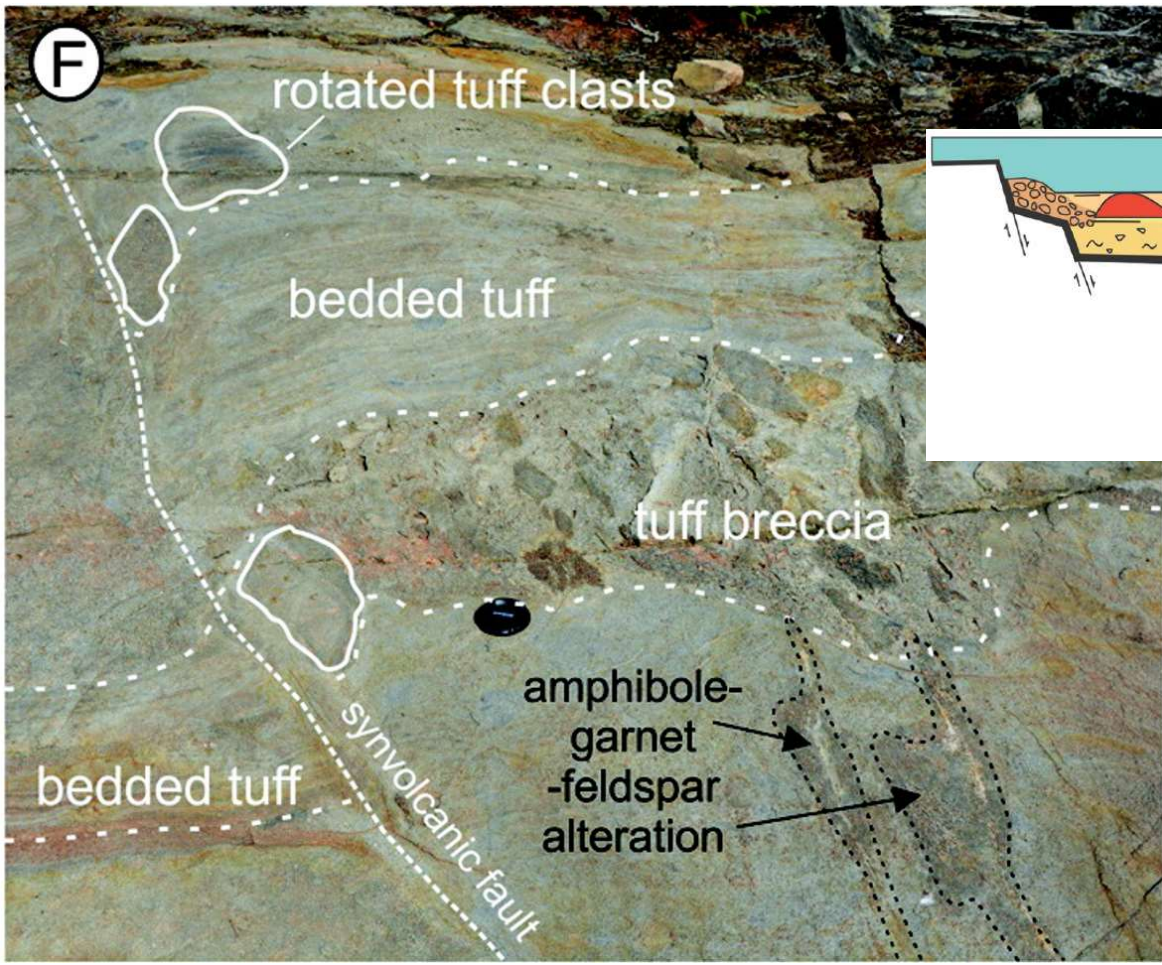
Gabbro ($\approx S_0$), dykes, et les enveloppes des zones minéralisées ne sont pas affectés, ou sont faiblement affectés par ces mouvements verticaux



Pilote et al. (in press)



OSK-W-21-2564-W1 @ 1054.4m



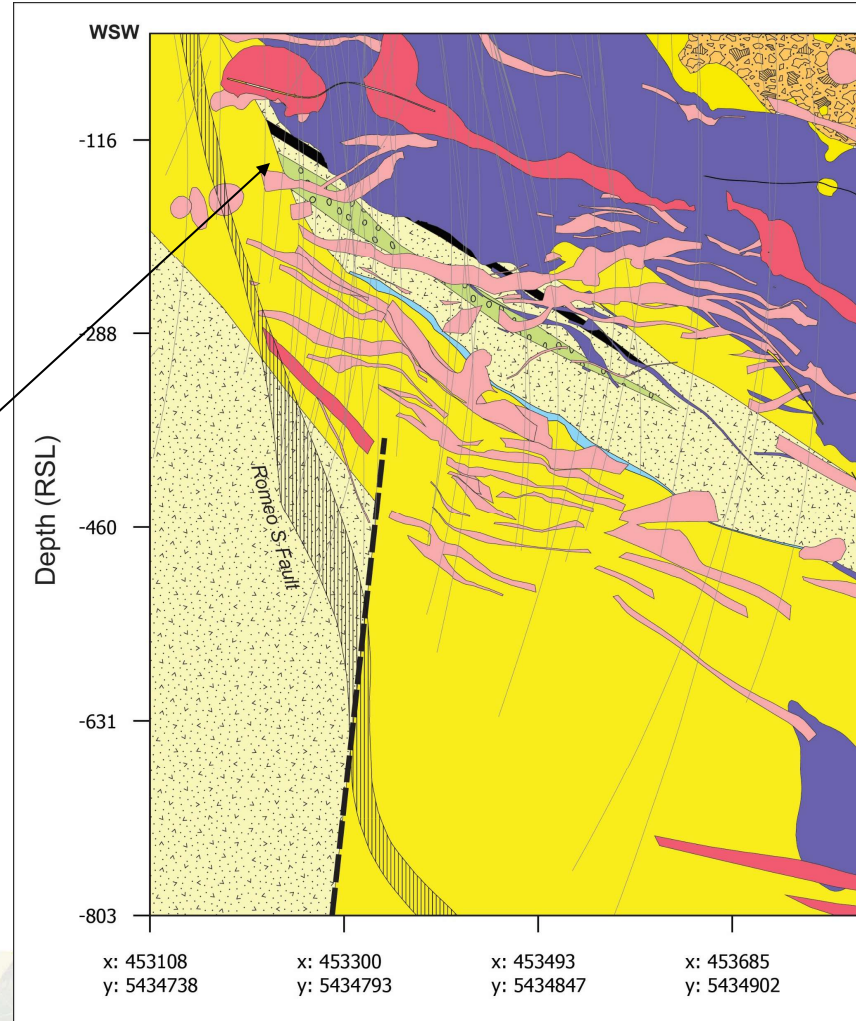
Friesen et al. (2021) – Volcanic reconstruction of the Powderhouse formation, Chisel sequence, Snow Lake

Contrôle paléo-topographique sur la distribution des faciès

Faciès volcanocl. (Unité 2.3)

Contact →

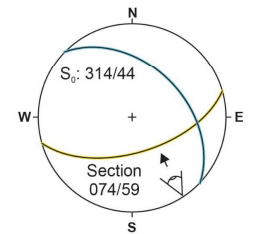
Faciès aphanitique (Unité 2.1-a)



ENE

LEGEND

- Diorite/quartz diorite dyke
- Windfall Intrusive Complex (ca. 2701-2697 Ma)**
 - Calk-alkalic quartz-phyric to aphanitic granodiorite
 - Gabbro sill/dyke (absolute age unknown)
- Windfall volcanic sequences (ca. 2717-2715 Ma)**
 - Undifferentiated calk-alkalic fragmental intermediate volcanoclastic
 - Nodular/concretion pyrite-bearing horizon (stratabound)
 - Quartz-phyric, matrix-supported lapilli tuff
 - Interflow mudstone/siltstone
 - Quartz-phyric coherent felsic volcanic
 - Aphanitic coherent felsic volcanic
 - Undifferentiated mafic to intermediate volcanic and volcanoclastic rocks
- Synvolcanic/pre-grabbro fault
- Fault/shear zone
- Gold assay >4g/t
- DDH trace



0m 300m
Pilote et al. (in prep)



Ressour
Canada

OSK-W-20-2295-W1 @ 683m

Contrôle paléo-topographique sur la distribution des faciès

Faciès porph.
(Unité 2.1-p)

Contact →

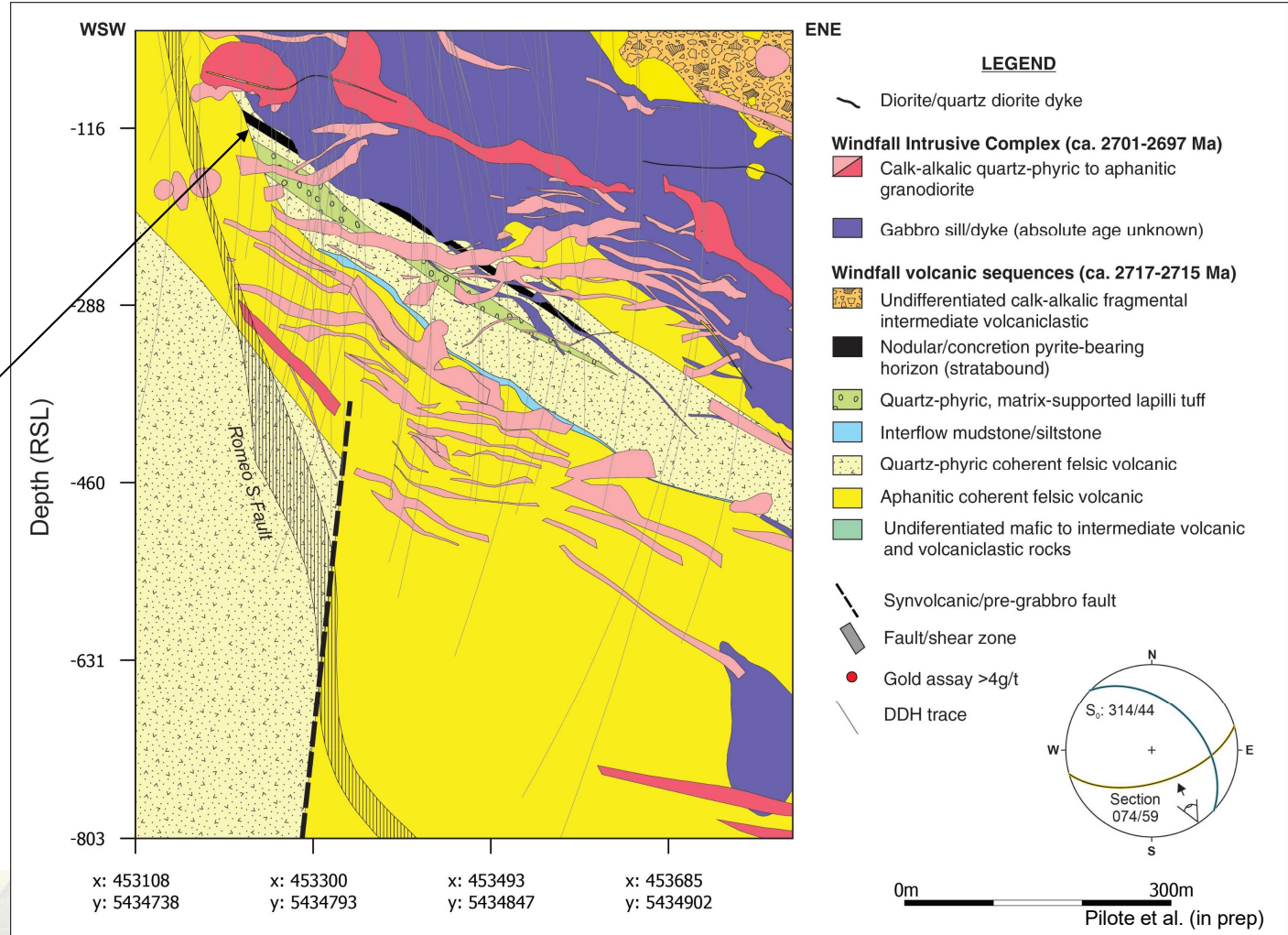


Faciès aphan.
(Unité 2.1-a)

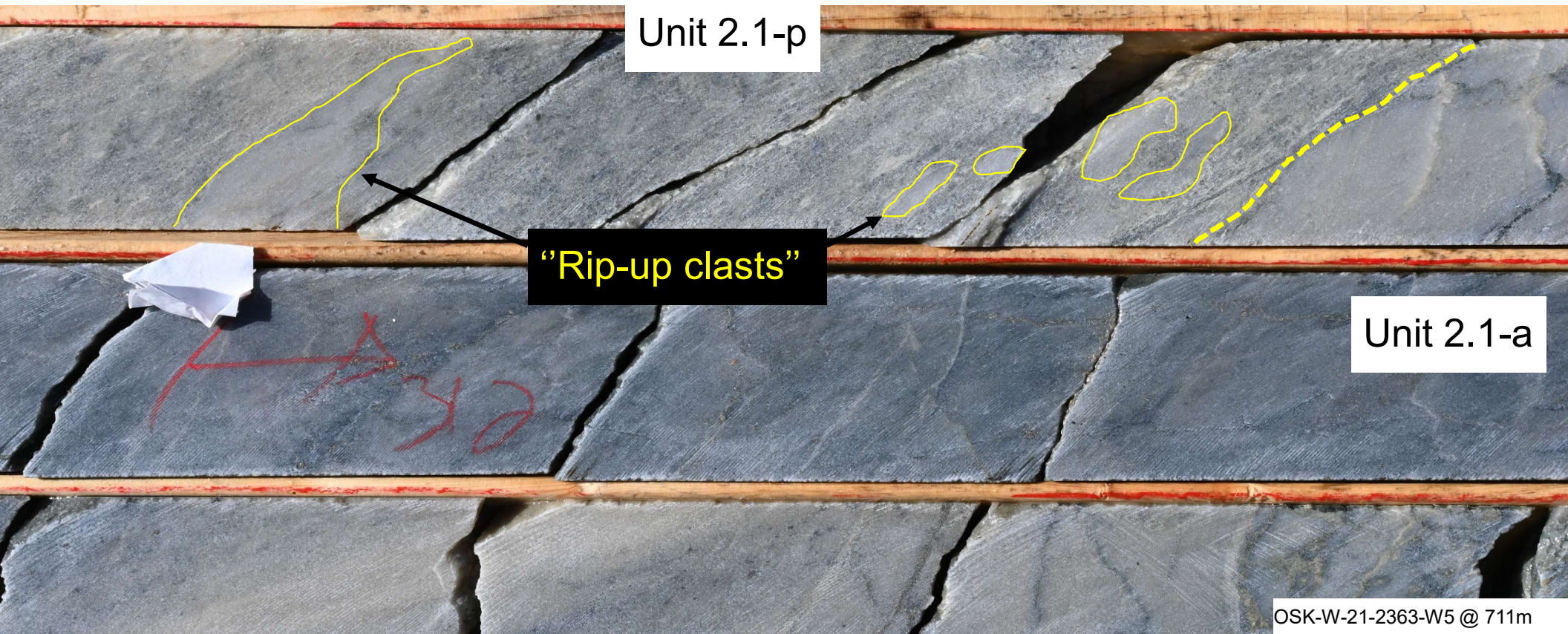


Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada



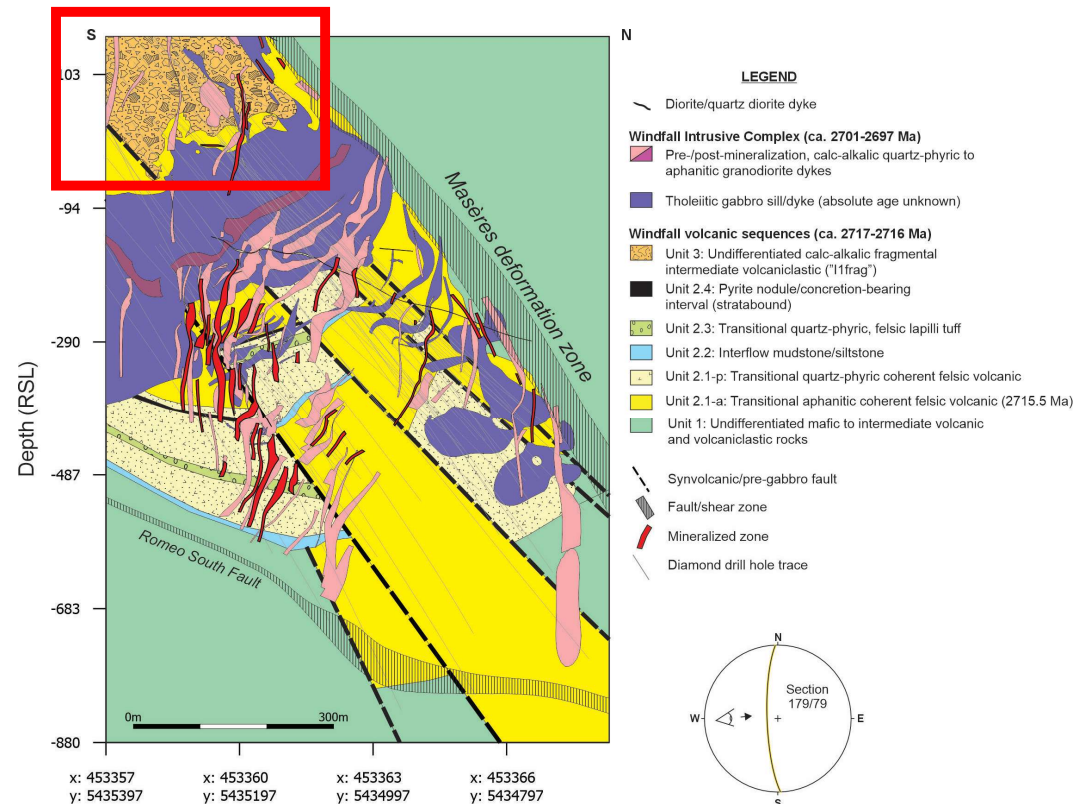
Contrôle paléo-topographique sur la distribution des faciès



Unité 3: origine de l'unité fragmentaire ('11frag')

Unité fragmentaire: d'origine et âge incertaine (magmatique ou volcanoclastique)
 L'objet d'une étude M.Sc.: Alexander Moses (CGC/INRS) – superviseurs: J.-L. Pilote et P.-S. Ross

- Décrite initialement comme faisant partie du membre de Windfall – volcanoclastique et calco-alcaline (RG2003-07)
- Interprétée comme possiblement intrusive à travers les travaux ultérieurs (e.g. Choquette and Kontak, 2023)
 - Interprétation influencée en partie par la ressemblance géochimique avec la suite intrusive ca. 2698 Ma



Pilote et al. (in press)

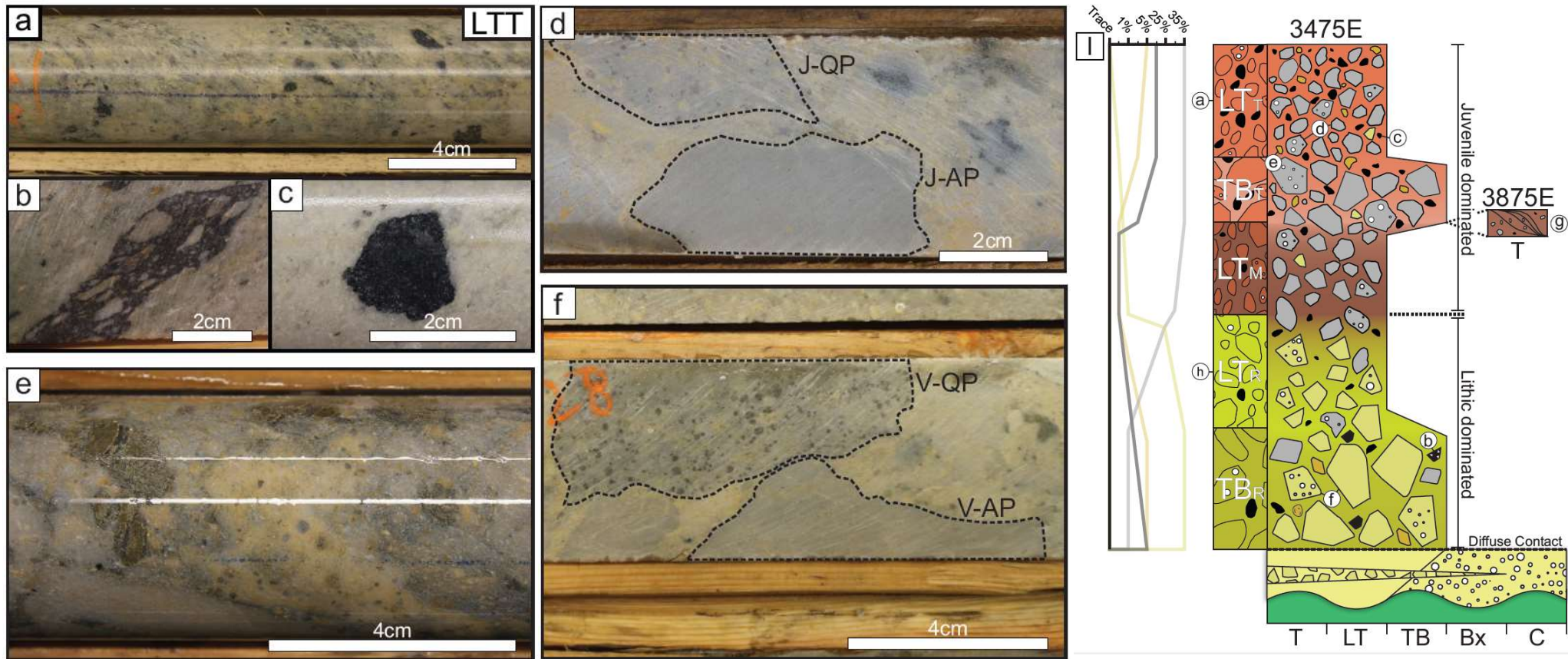


Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada

Unité 3: origine de l'unité fragmentaire



Moses et al. (in prep)

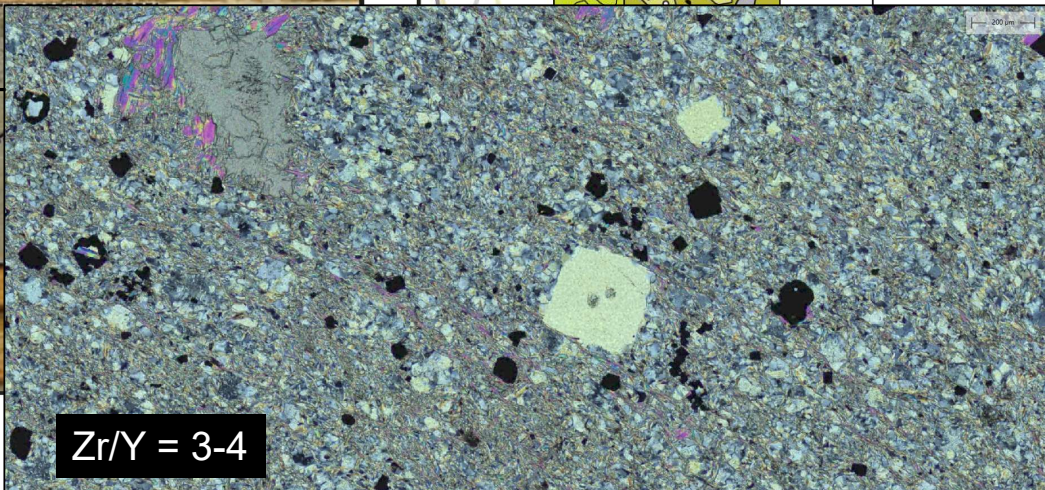
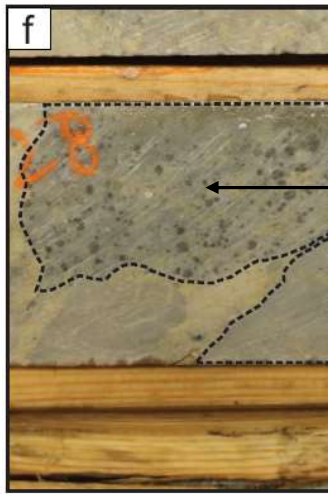
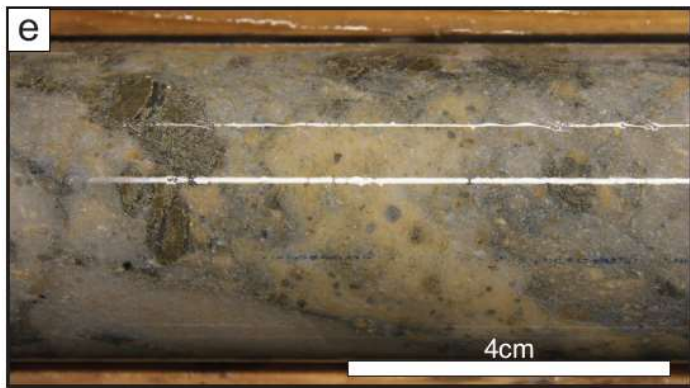
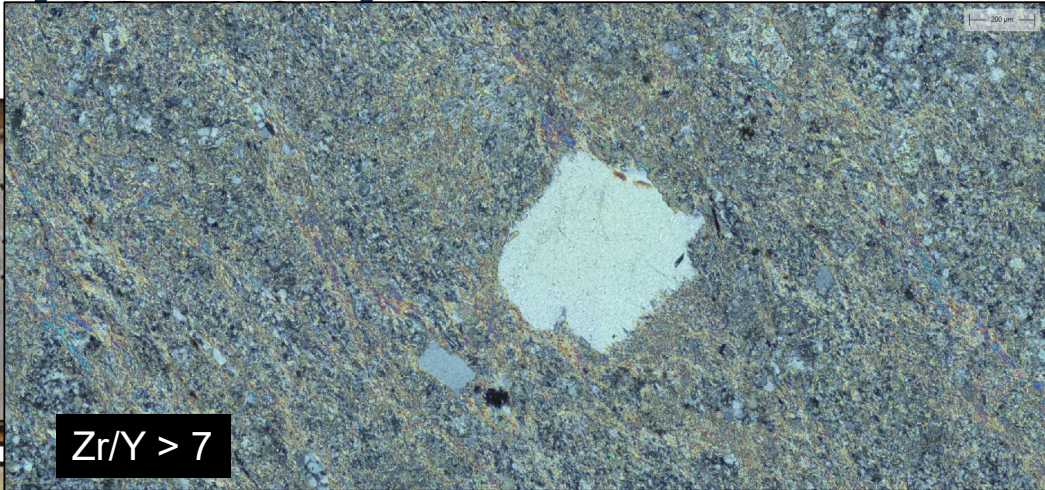
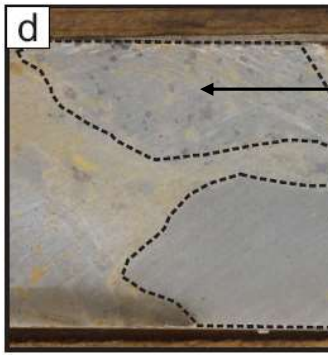
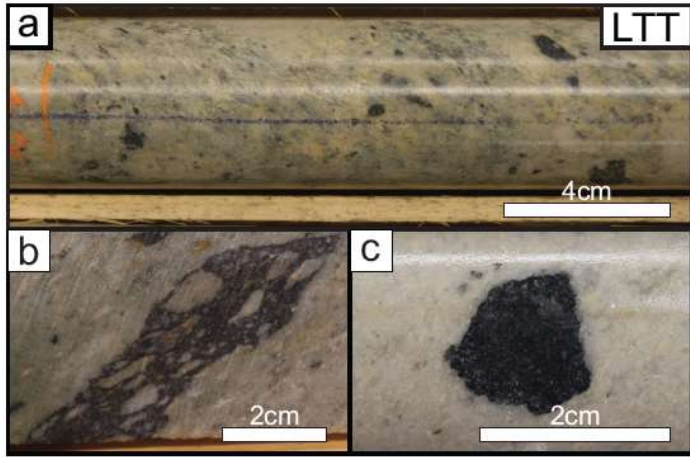


Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada

Unité 3: origine de l'unité 6



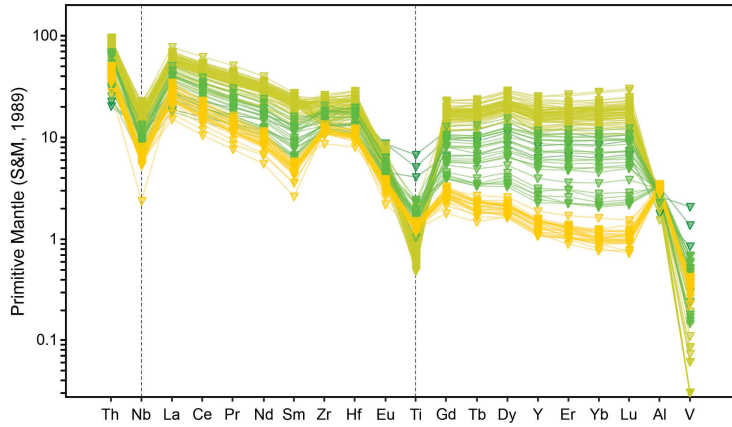
Moses et al. (in prep)



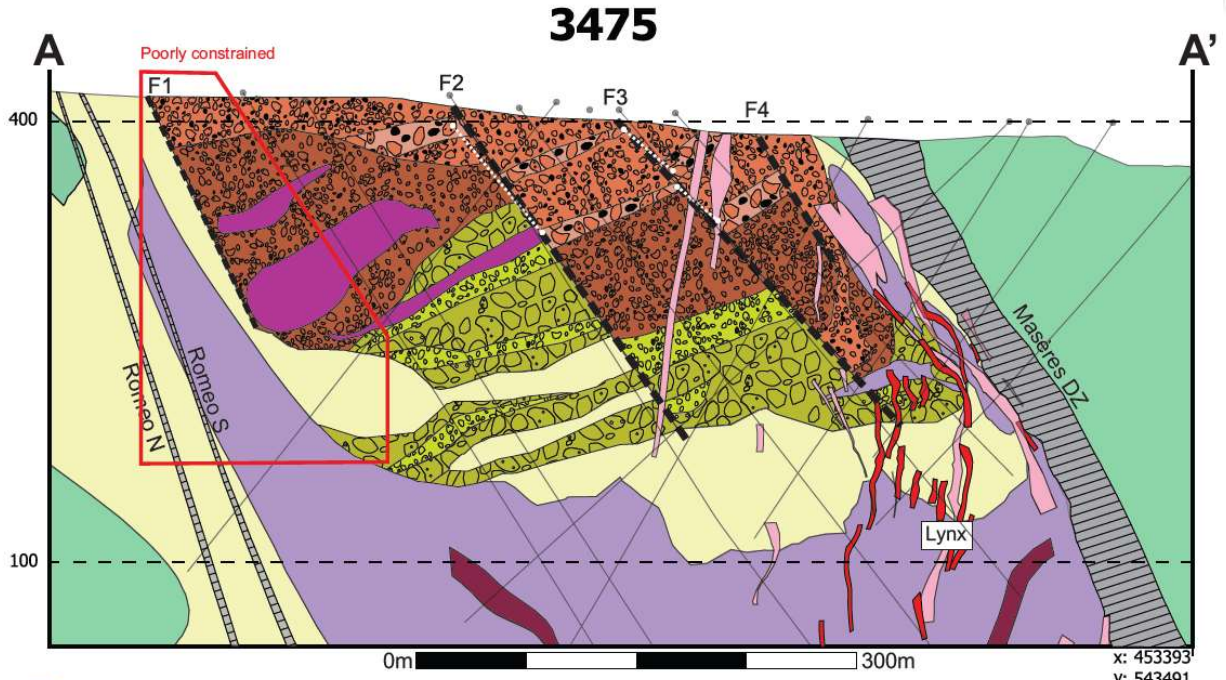
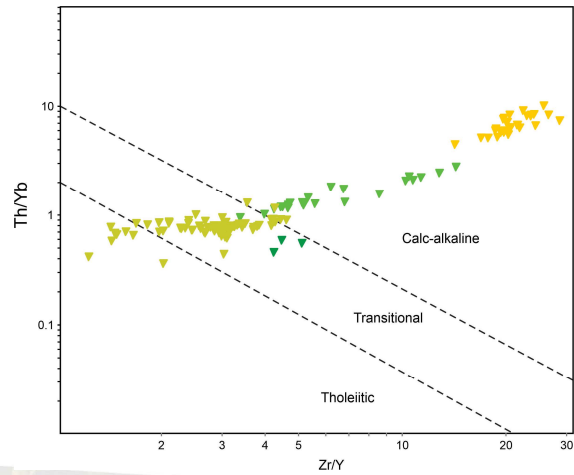
Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada



- ▼ Unit 3.2: Lithic-bearing dacitic lapilli tuff (n = 24)
- ▼ Unit 3.1: Juvenile-bearing dacitic lapilli tuff to coherent dacite (n = 29)
- ▼ Unit 2: Transitional rhyodacite to rhyolite (undifferentiated facies) (n = 77)
- ▼ Unit 1: Transitional basaltic andesite, flows and volcanoclastic (n = 3)



- | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Méche formation</p> <ul style="list-style-type: none"> Windfall member W1 Frag: Poly lithic volcanoclastic unit Lapilli-tuff tourmaline - LTr Tuff-breccia tourmaline - TBr Lapilli-tuff main - LTM Lapilli-tuff rhyolite - LTR Tuff-breccia rhyolite - TBR | <ul style="list-style-type: none"> Felsic volcanic rocks: Massive to fragmental, variably porphyritic flows Mafic to intermediate volcanic rocks: Massive, pillowed and fragmental flows | <ul style="list-style-type: none"> Post-mineralization WIC: Aphyric to <1-10 vol.% 1-10mm quartz eyes Pre-mineralization WIC: <1-20 vol.%, 1-10mm quartz eyes Aplite: Fine grained to aphyric felsic intrusion Gabbroic intrusion: Massive | <ul style="list-style-type: none"> Mineralized zone (Lynx) Mapped fault zone Interpreted fault zone DDH trace Outside of study |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

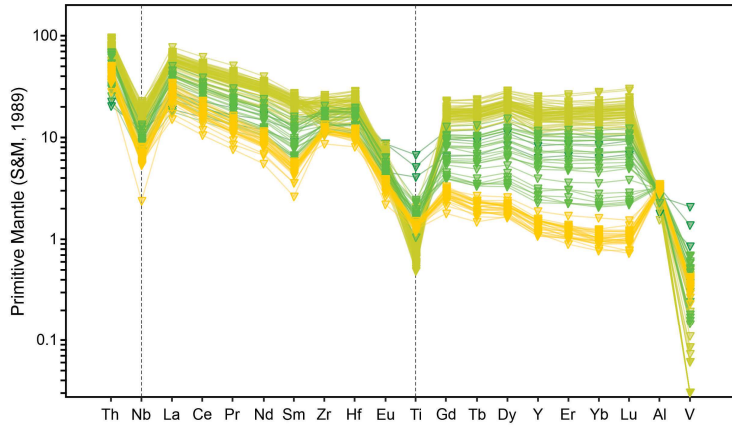
Figure préliminaire
Moses et al. (in prep)



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada



- ▼ Unit 3.2: Lithic-bearing dacitic lapilli tuff (n = 24)
- ▼ Unit 3.1: Juvenile-bearing dacitic lapilli tuff to coherent dacite (n = 29)
- ▼ Unit 2: Transitional rhyodacite to rhyolite (undifferentiated facies) (n = 77)
- ▼ Unit 1: Transitional basaltic andesite, flows and volcanoclastic (n = 3)

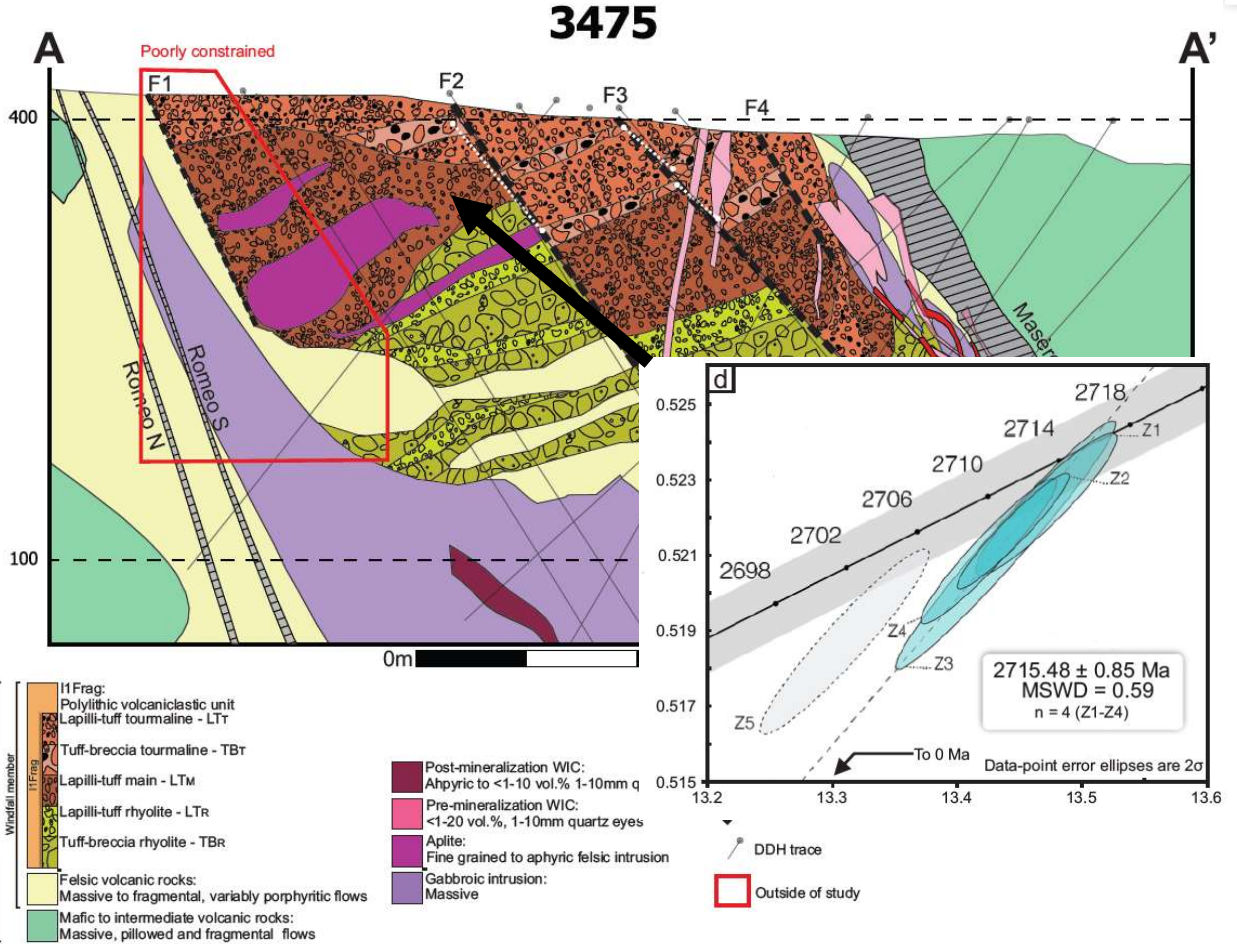
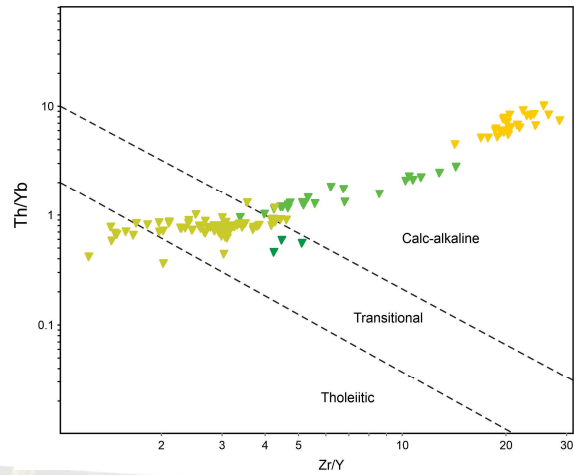


Figure préliminaire
Moses et al. (in prep)



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada

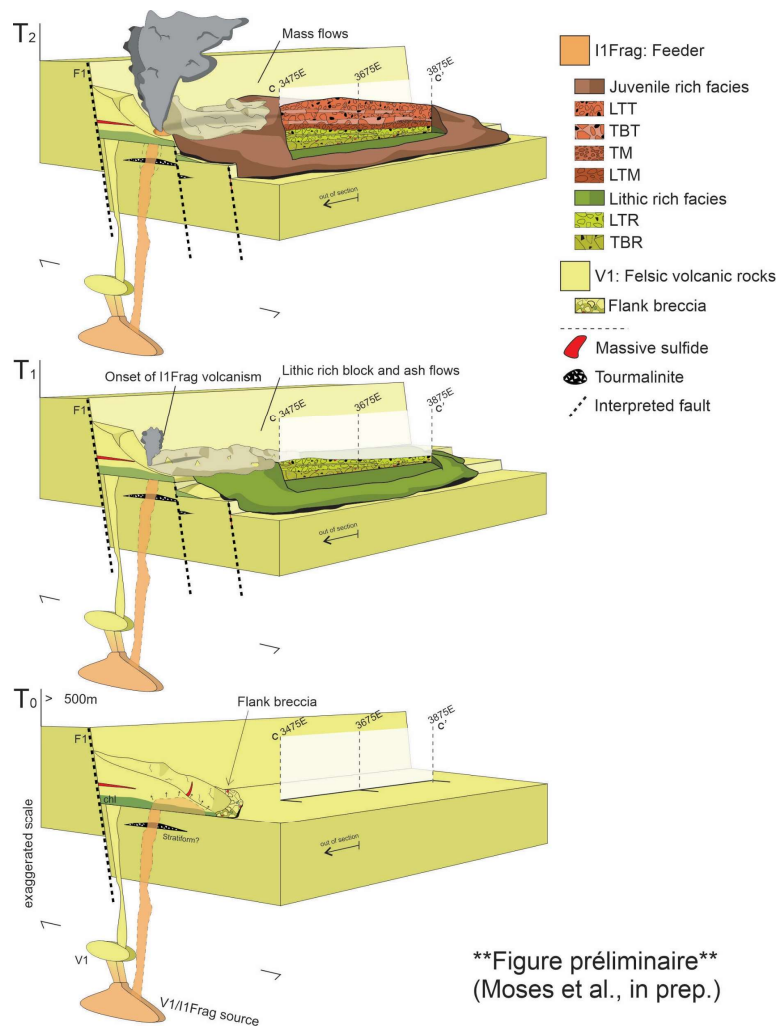


Figure préliminaire
(Moses et al., in prep.)

Modèle de formation de l'unité fragmentaire calco-alkaline (unité 3):

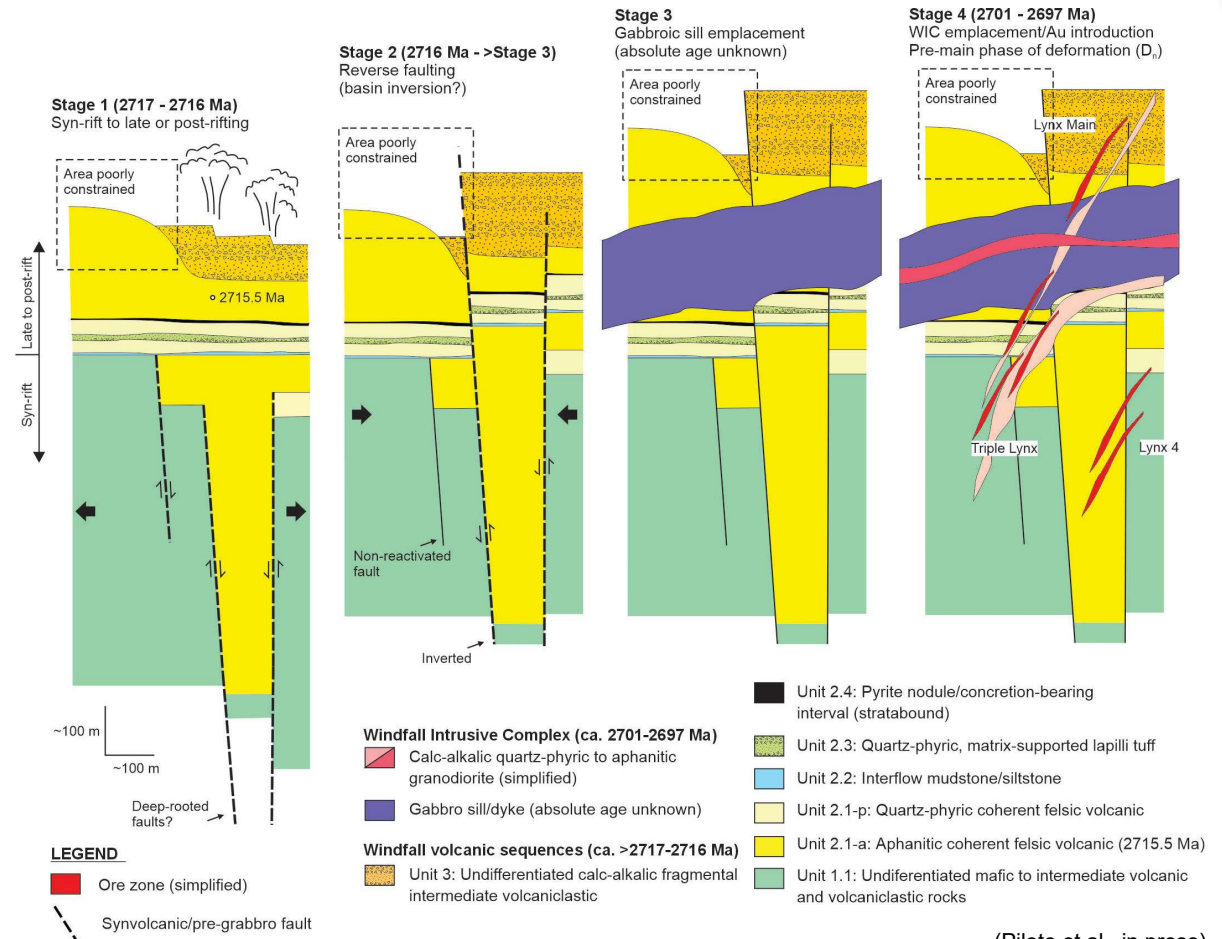
- Changement rapide d'un volcanisme à rhyolite transitionnelle (2715.54 ± 0.75 Ma) à dacite/rhyodacite calco-alkalin (2715.48 ± 0.85 Ma);
- Mise en place en régime d'extension, subaquatique;
- Injection sub-volcanique de magma calco-alkalin (T_0);
- Effondrement du dome rhyolitique (unité 2) provoquant un écoulement de débris (*mass flow*) à T_1 ;
- Entrainement et incorporation de matériel lithique de sources locales (unités 1 et 2);
- Progression vers un volcanisme à régime explosif/fragmentaire avec matériel à principalement de composition "juvénile" (T_2);

Bien que la minéralisation à Windfall soit post-volcanique, cette transition de type 'FIII' à 'FI' n'est pas inhabituelle en contexte aurifère en Abitibi et ailleurs.



Évolution volcanique (pré-déformation principale) en 4 étapes:

- 1) Extension – affaissement – développement de failles synvolcaniques – empilement de roches volcaniques felsiques/int. trans./c.-a.
- 2) Réactivation inverse des failles synvolcaniques (hypothèse – à travailler)
- 3) Mise en place du gabbro (sill/dyke)
- 4) Mise en place de la suite intrusive de Windfall (“Windfall intrusive complex – WIC”) et minéralisation/introduction de l’or



(Pilote et al., in press)



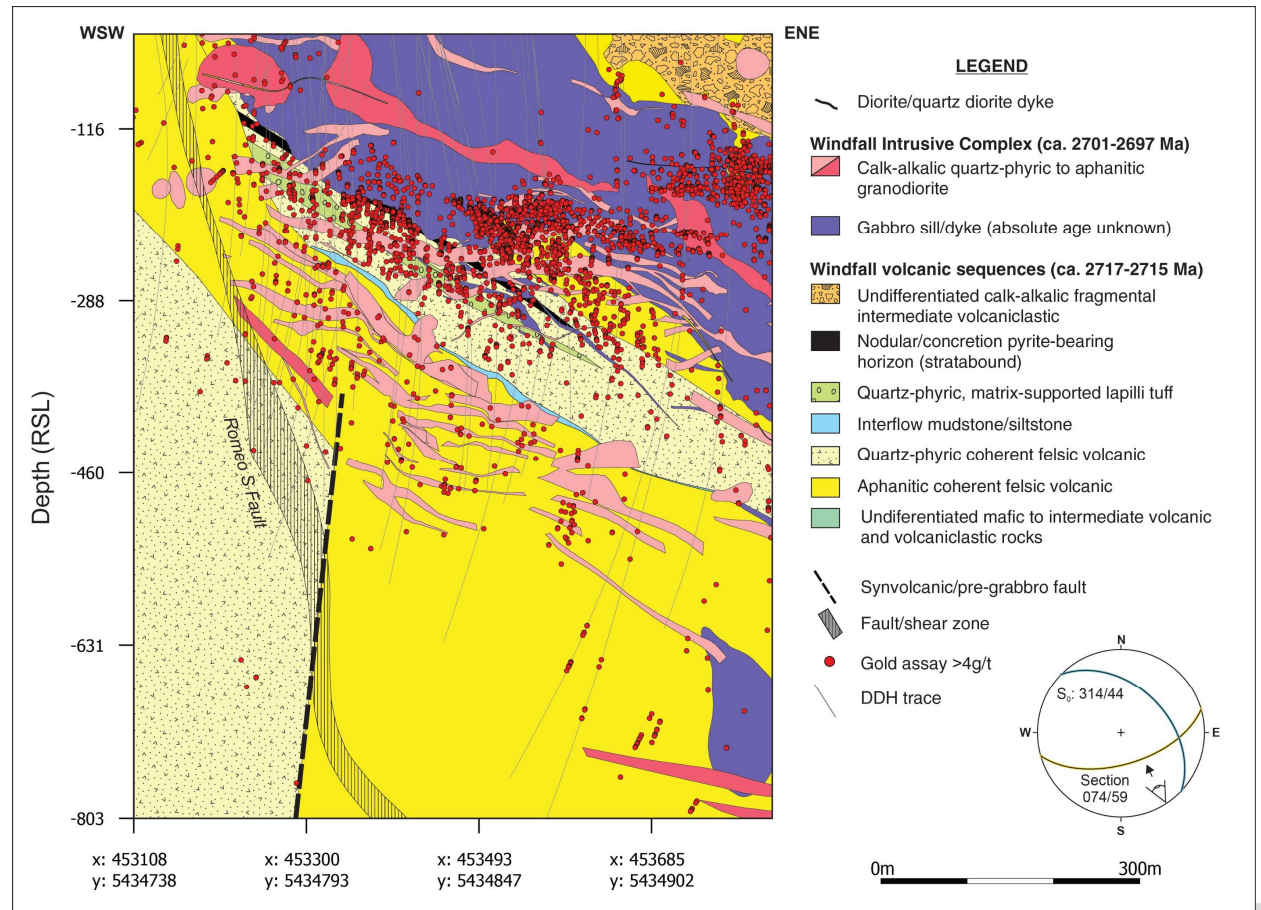
Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada

Contrôle sur la distribution de l'or

- Reconstruction volcanique = évidence d'affaissement +300m de déplacement vertical associé au développement d'un bassin (en extension) et de failles synvolcaniques (ou pré-mise en place du gabbro) subverticales NE;
- La distribution des séquences sédimentaires (interflow) et des volcanoclastiques fortement contrôlée à cette zone importante d'affaissement
- Grandes densités de dykes du WIC (ca. 2701-2698 Ma)



Ressources naturelles
Canada

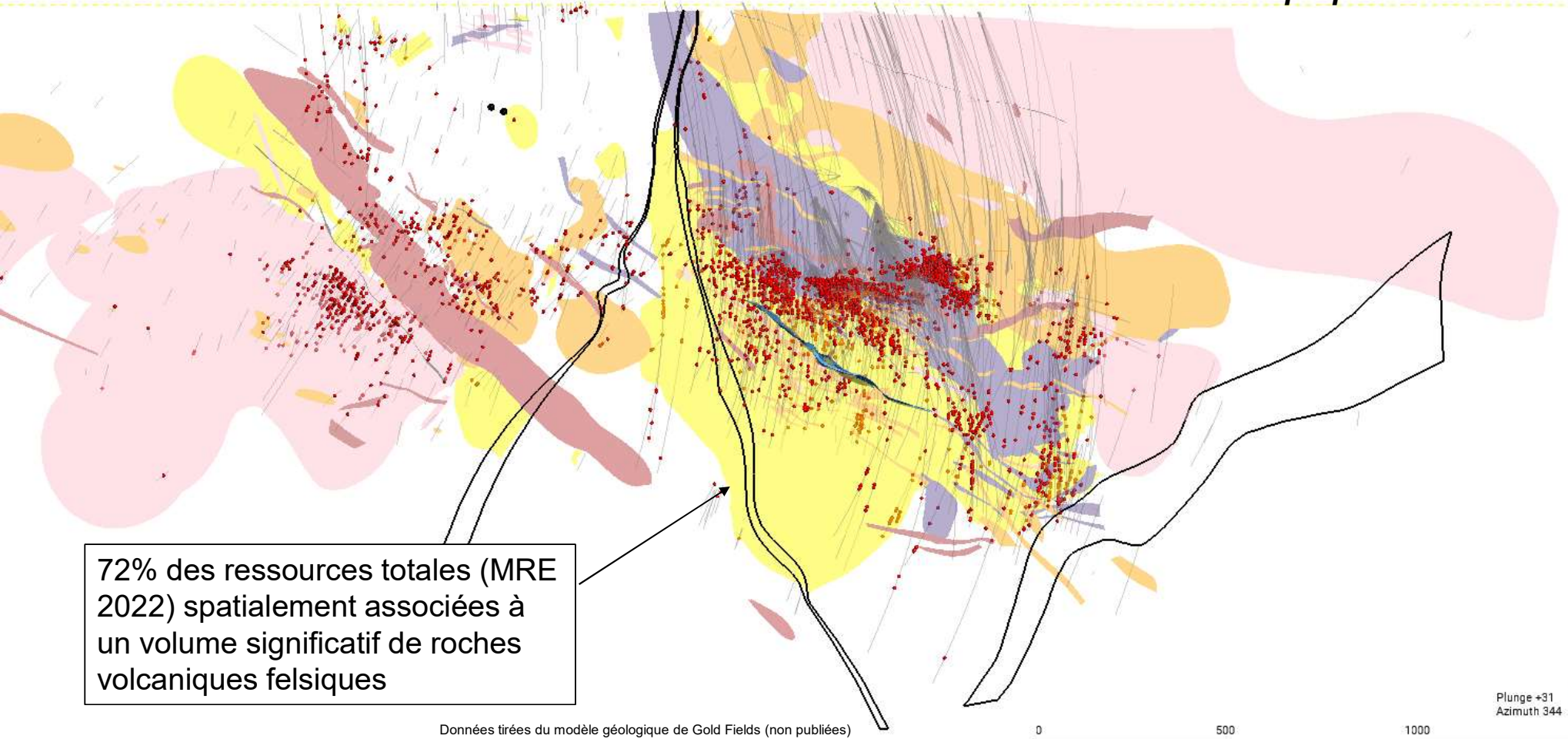
Natural Resources
Canada

Pilote et al. (in prep)

Canada

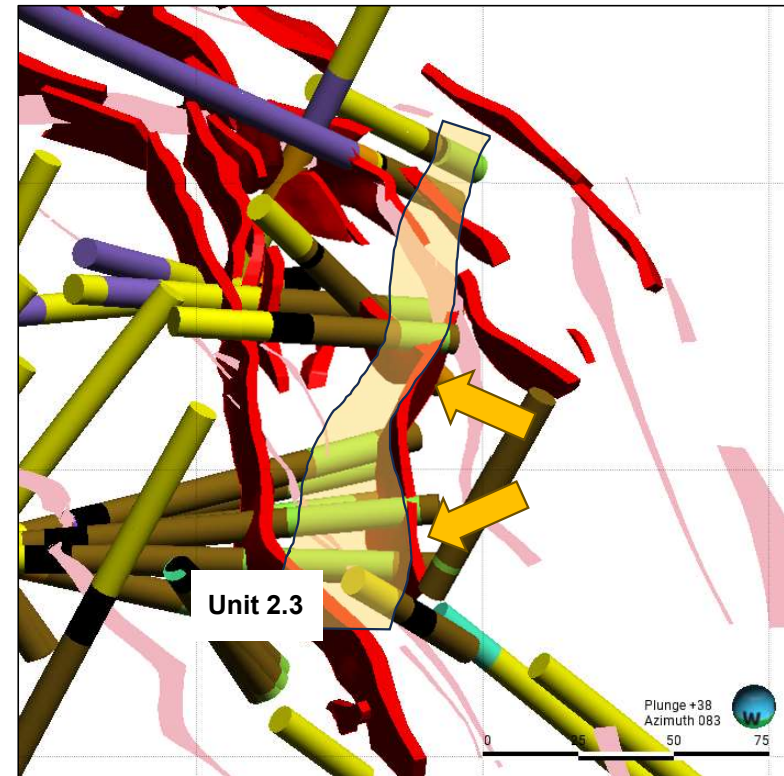
Contrôle sur la distribution de l'or

Section perpendiculaire au S_0



Contrôle sur la géométrie des veines/zones

- Géométrie des veines aurifères (rouge) partiellement influencée par la l'architecture volcanique ou distribution des faciès;
- Exemple de la zone Lynx Main (partie sommitale de l'unité 2);
- Contact inférieur de l'unité 2.3 (tuf à lapilli)
- N'est pas le seul contrôle mais doit tout de même être pris en compte

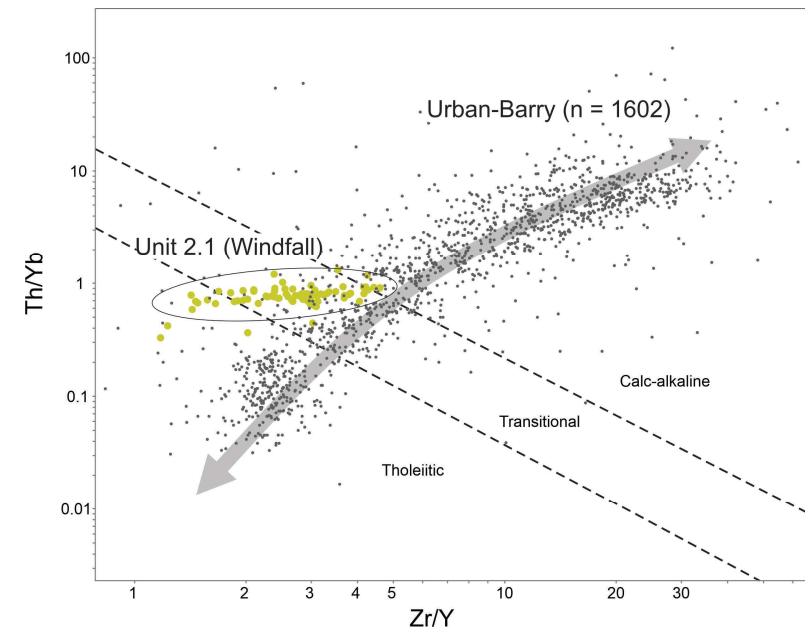


Données de Pilote et al. (en cours) et tirées du modèle géologique de Gold Fields (non publiées)



Conclusions préliminaires

- L'enveloppe de l'architecture structurale primaire ou pré-existante:
 - Réseau de structure perméable/plan de faiblesse/conduits préférentiels;
 - contrôle passif sur la distribution de la mise en place des dykes du WIC (ca. 2701-2697 Ma) et des fluides minéralisateurs
- L'enracinement des structures associées au développement du bassin? Expression d'une architecture crustale idéale au développement de magma fertile?
- D'autres travaux en cours à l'échelle du corridor de la zone de déformation Masères répondront à plusieurs questions en lien à la nature unique du style de minéralisation (projet PhD – Guillaume Raymond, INRS)



Données de Pilote et al. (en cours) et compilées de Choquette (2021), Kitney et al. (2011); SIGEOM



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada

*Merci
Thank you
Mîkwêc*

