MB 2018-44

Étude pétrographique et géochimique des altérations du gîte d'or orogénique Orfée, Eeyou Istchee Baie-James, Québec

Documents complémentaires

Additional Files

Licence

License

Cette première page a été ajoutée au document et ne fait pas partie du rapport tel que soumis par les auteurs.

Énergie et Ressources naturelles
Québec

Étude pétrographique et géochimique des altérations du gîte d'or orogénique Orfée, Eeyou Istchee Baie-James, Québec

Adina Bogatu et François Huot

MB 2018-44

Énergie et Ressources naturelles
Québec

Avertissement

Ce document est une copie fidèle du manuscrit soumis par l'auteur, sauf pour une vérification sommaire destinée à assurer une qualité convenable de diffusion.

ÉTUDE PÉTROGRAPHIQUE ET GÉOCHIMIQUE DES ALTÉRATIONS DU GÎTE D'OR OROGÉNIQUE ORFÉE, EEYOU ISTCHEE BAIE-JAMES, QUÉBEC

Rapport préliminaire

SNRC 33G06

Par Adina Bogatu, étudiante en maîtrise

François Huot, géo., Ph.D.

En collaboration avec le MERN et l'Université Laval

RÉSUMÉ

Le gîte Orfée (~0,2 Mt à 14,5 g/t Au), découvert par Mines d'Or Virginia en 1998, est situé dans la Sous-province de La Grande, dans la région d'Eeyou Istchee Baie-James (SNRC 33G06). Deux zones aurifères, soit Orfée et Orfée-Est, sont associées à une formation de fer à oxydes et silicates et à une unité de mudrock graphiteux contenant jusqu'à ~20 % de sulfures. Les deux gîtes sont bordés au nord par des amphibolites et, au sud, par des wackes. Cet assemblage lithologique, métamorphisé au faciès des amphibolites, se trouve à 300 mètres au nord du contact entre les sous-provinces de La Grande et d'Opinaca.

Cette étude vise à décrire l'ensemble des caractéristiques géologiques des deux indices et à concevoir un modèle métallogénique interprétant la mise en place de l'or dans un contexte orogénique. Dans le présent rapport, les altérations sont définies selon les observations de terrain, la microscopie optique, la lithogéochimie et la chimie minérale. Une séquence paragénétique de la mise en place de la minéralisation aurifère à Orfée a été déterminée à partir des relations avec les altérations définies.

Des zones irrégulières et pénétratives affectant les amphibolites basaltiques, observées aussi en tant qu'auréoles autour des veines calco-silicatées, sont enrichies en fer et en manganèse avec plus ou moins de calcium. Un assemblage minéralogique à grenat-hornblende-plagioclase-sulfures ±magnétite cristallise lors du métamorphisme de ces auréoles à fer-manganèse au faciès des amphibolites. Des veines calco-silicatées et à quartz-tourmaline affectent les amphibolites basaltiques et les wackes proximaux à la zone de minéralisation principale, au contact avec les formations de fer. Des altérations sodique et potassique, beaucoup moins prononcées, sont intermédiaires à distales par rapport à la zone minéralisée et aux veines calco-silicatées. Cet ensemble d'altérations, postérieur à une première foliation $S_{<n}$, est contemporain à une déformation D_n. La foliation S_n, orientée ONO-ESE, est parallèle aux plans axiaux des plis isoclinaux P_n et à des couloirs de cisaillement. Les plis P_n contiennent de la pyrrhotite massive à semi-massive et de l'arsénopyrite, avec ou sans löllingite aurifère, dans les charnières, tandis que les couloirs de cisaillement sont associés avec une altération sodique et à de la pyrrhotite massive. Ces concentrations de sulfures sont : 1) reliées à un premier évènement de minéralisation synmétamorphique; ou 2) le résultat du métamorphisme de la pyrite primaire, remobilisée dans les charnières des plis P_n et les couloirs de cisaillement syn- à post- pic métamorphique. Des dykes dioritiques porphyriques à plagioclase, mis en place à 2703 ±7 Ma, sont coupés par des couloirs de cisaillement aurifères. Ces dykes sont postérieurs à la déformation $D_{<n}$, et sont minéralisés lors du stade tardif de la déformation D_n et possiblement associé avec la formation de couloirs de cisaillement aurifères. Un dernier évènement de déformation D_{n+1} affecte des dykes de granite pegmatitique, datés à 2613,6 ±0,4 Ma. Cet évènement est responsable de la remobilisation tardive de l'or.

La géochronologie de la mise en place des dykes dioritiques et des granites pegmatitiques, ainsi que l'étude de l'altération hydrothermale, du métamorphisme et de la déformation structurale permettront de développer un modèle métallogénique de la mise en place de la minéralisation aurifère à Orfée en considérant l'histoire géodynamique du contact La Grande-Opinaca.

ABRÉVIATIONS

MERN	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec
SNRC	Système national de référence cartographique
INNA	Analyse par activation neutronique
ICP-MS	Spectrométrie de masse à plasma couplée par induction
LA-ICP-MS	Ablation laser et spectrométrie de masse à plasma couplée par induction
ID-TIMS	Dilution isotopique et de spectrométrie de masse à ionisation thermique
HFSE	Éléments à faible rayon ionique

Roches		**Minéraux**	
I1B	Granite	AB	Albite
I2J	Diorite	AS	Arsénopyrite
M16	Amphibolite	Au	Or natif
R1	Veine	BO	Biotite
S3	Wacke	CC	Calcite
S6	Mudrock	CL	Chlorite
S9	Formation de fer	CP	Chalcopyrite
		CX	Clinopyroxène
		EP	Épidote
		GN	Grunérite
		GR	Grenat
		HB	Hornblende
		MG	Magnétite
		OR	Orthose
		OL	Oligoclase
		PG	Plagioclase
		PO	Pyrrhotite
		PN	Prehnite
		PY	Pyrite
		QZ	Quartz
		SF	Sulfures

SR	Séricite
SN	Titanite/sphène
TL	Tourmaline

Textures

GH	Gloméroporphyrique
PO	Porphyrique
$S_{<n}$	Schistosité primaire
S_n	Schistosité principale
S_{n+1}	Schistosité secondaire

Table des matières

Table des matières v
Introduction 1
Figure 1 : Carte géologique générale de la région d'Eeyou Istchee Baie-James, Canada 2
Figure 2 : Carte de localisation des datations et des indices minéralisées de la région du lac Guyer 3
Figure 3 : Carte détaillée de la région des indices Orfée, Orfée Est et Le Moyen-extensions 3
Localisation et accès i
Géologie régionale 4
Figure 4 : Carte géologique détaillée des tranchées TR-01-01, TR-01-02 et TR-01-03 6
Figure 5 : Carte géologique détaillée de la tranchée B 7
Figure 6 : Carte géologique détaillée de la tranchée C 8
Figure 7 : Carte géologique détaillée de la tranchée C98-13 8
Problématique, objectifs et méthodologie 9
Analyse par microsonde électronique 9
Travaux réalisés 10
Classification des altérations 10
Figure 8 : Diagrammes « Isocon » de Grant (1986) 10
Bilans de masse 11
Figure 9 : Carte d'isocontours de la minéralisation aurifère à Orfée 11
Figure 10 : Cartes d'isocontours de la distribution des minéraux d'altérations 12
Figure 11 : Planche des photos de l'altération pénétrative à fer-manganèse dans les amphibolites basaltiques 13
Altération à fer-manganèse 14
Figure 12 : Diagramme « Isocon » de Grant (1982) pour l'échantillon PLE-02-23-182 15
Figure 13 : Diagrammes des boîtes à moustaches des altérations dans les amphibolites basaltiques .. 15
Figure 14 : Profil des terres rares normalisées aux chondrites CI 15
Figure 15 : Planche des photos de l'altération calco-silicatée 15
Altération calco-silicatée (calco-ferro-manganèse) ..... **Erreur ! Signet non défini.**
Figure 16 : Diagrammes « Isocon » de Grant (1982) pour l'échantillon 14-AB-6122-A1 15
Altération à quartz-tourmaline 20
Figure 17 : Planche des photos de l'altération à quartz-tourmaline 20
Figure 18 : Diagrammes « Isocon » de Grant (1982) pour une amphibolite basaltique 21
Figure 19 : Planche des photos de l'altération sodique 22

Altération sodique 23
Figure 20 : Diagrammes « Isocon » de Grant (1982) pour une amphibolite basaltique 23
Altération potassique 24
Figure 21 : Planche des photos de l'altération potassique 24
Figure 22 : Diagramme « Isocon » de Grant (1982) pour une amphibolite basaltique 24
Formations de fer 25
Figure 23 : Diagrammes de discrimination des formations de fer et des roches sédimentaires à Orfée 25
Figure 24 : Planche des photos des altérations dans les formations de fer 26
Figure 25 : Planches des photos des sulfures associés avec la minéralisation aurifère 27
Sulfuration et mise en place de la mineralisation 28
Altérations tardives 30
Figure 26 : Planche des photos des altérations tardives 31
Discussion 32
Figure 27 : Séquence paragénétique des évènements géologiques à Orfée 36
Conclusion et travaux futurs 37
Références 39
Annexe 1

Introduction

L'assemblage lithologique associé aux zones aurifères d'Orfée, Orfée Est, de la tranchée C et de la tranchée C98-13, observé et décrit dans le cadre de ce projet de maîtrise, est situé dans le vaste craton archéen de la Province géologique du Supérieur, à 300 mètres au nord du contact des sous-provinces de La Grande et d'Opinaca, dans la municipalité d'Eeyou Istchee Baie-James (figure 1). Plusieurs ceintures volcano-sédimentaires ont été identifiées dans cette partie de la Sous-province de La Grande (figure 1). La région du poste Le Moyne (figure 2) est composée d'un socle tonalitique folié à gneissique appartenant au Complexe de Langelier (3452 Ma à 2788 Ma; Goutier *et al.*, 2002; Davis *et al*., 2014) et au Pluton de poste Le Moyne (2881 ±2 Ma; Goutier *et al.*, 2002), des formations sédimentaires et des roches volcaniques ultramafiques à felsiques. La bande de roches volcaniques du Groupe de Guyer a été datée de 2820 à 2806 Ma (voir David *et al.*, 2012). Les deux zones aurifères d'Orfée et d'Orfée Est, ainsi que les tranchées C et C98-13 sont associées à une formation de fer à oxydes et silicates et à une unité de mudrock graphiteux, riche en sulfures, bordées au nord par des amphibolites et, au sud, par des wackes de la Sous-province de La Grande. Cet assemblage lithologique a été métamorphisé au faciès des amphibolites.

Lors de la campagne de terrain de l'été 2014, 160 échantillons ont été prélevés parmi toutes les lithologies observées dans la région étudiée, soit sur les tranchées, soit en carottes de forages. Un total de 127 échantillons a été analysé pour la lithogéochimie et une centaine ont fait l'objet d'une caractérisation pétrographique. Ce présent rapport caractérise et décrit les altérations de l'assemblage lithologique dans la région d'Orfée, sur la base de la lithogéochimie et de la description des lames minces.

*Veuillez noter que le nom de la propriété minière de Redevances aurifères Osisko s'écrit maintenant Poste Lemoyne, tandis que le nom du poste de transformation électrique s'écrit poste Le Moyne (commission de toponymie du Québec). Le nom de la propriété s'écrivait Poste Le Moyne Extension dans les rapports décrivant les premiers forages.

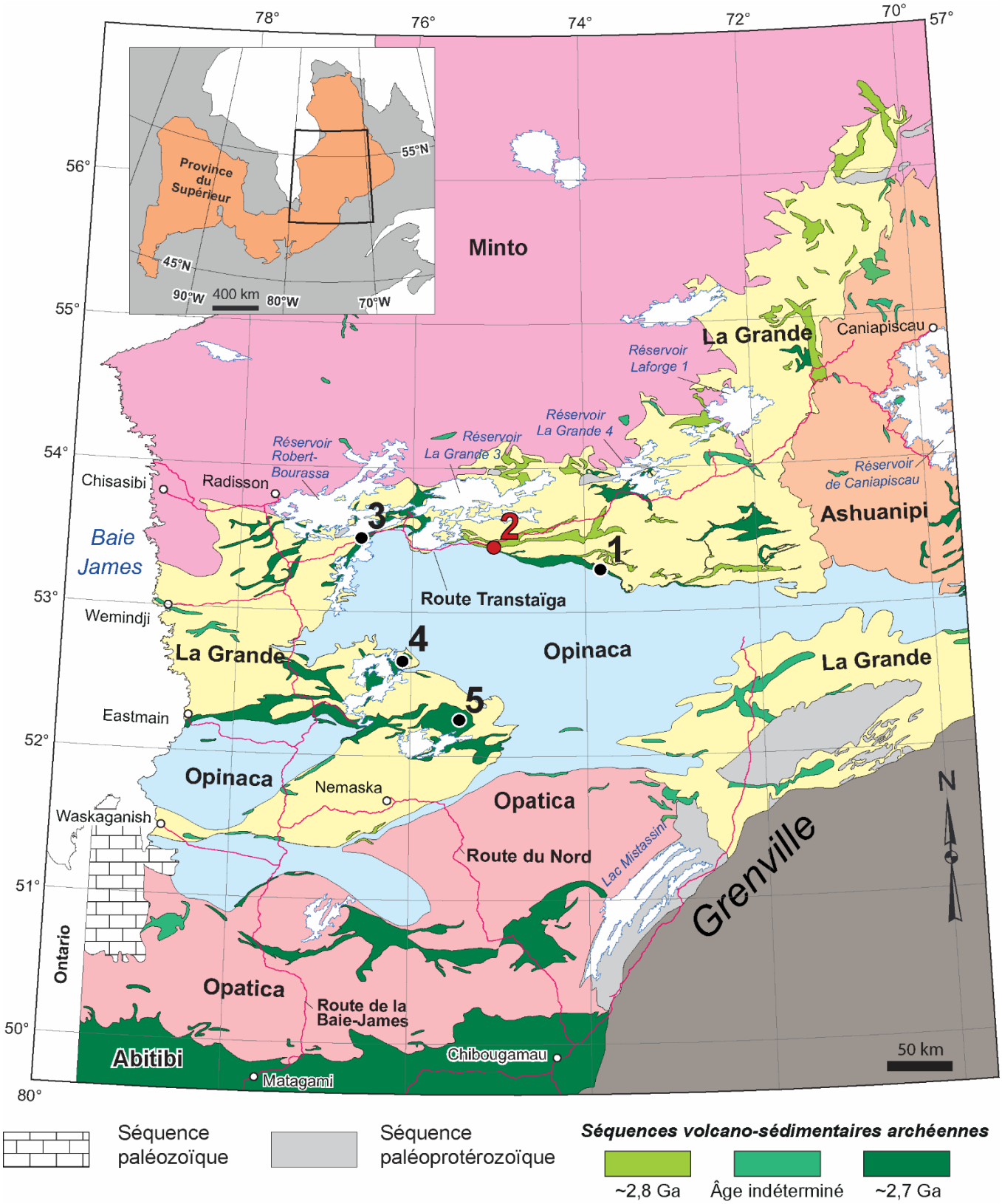


Figure 1. Carte géologique générale de la région d'Eeyou Istchee Baie-James, Canada. Modifiée de Houlé *et al.* (2015). Localisation des gîtes aurifères. 1 – Zone Marco (Corvet Est); 2 – Orfée (Poste Lemoyne); 3 – Zone 32 (La Grande Sud); 4 – Roberto (Éléonore); 5 – Eau Claire (Clearwater).

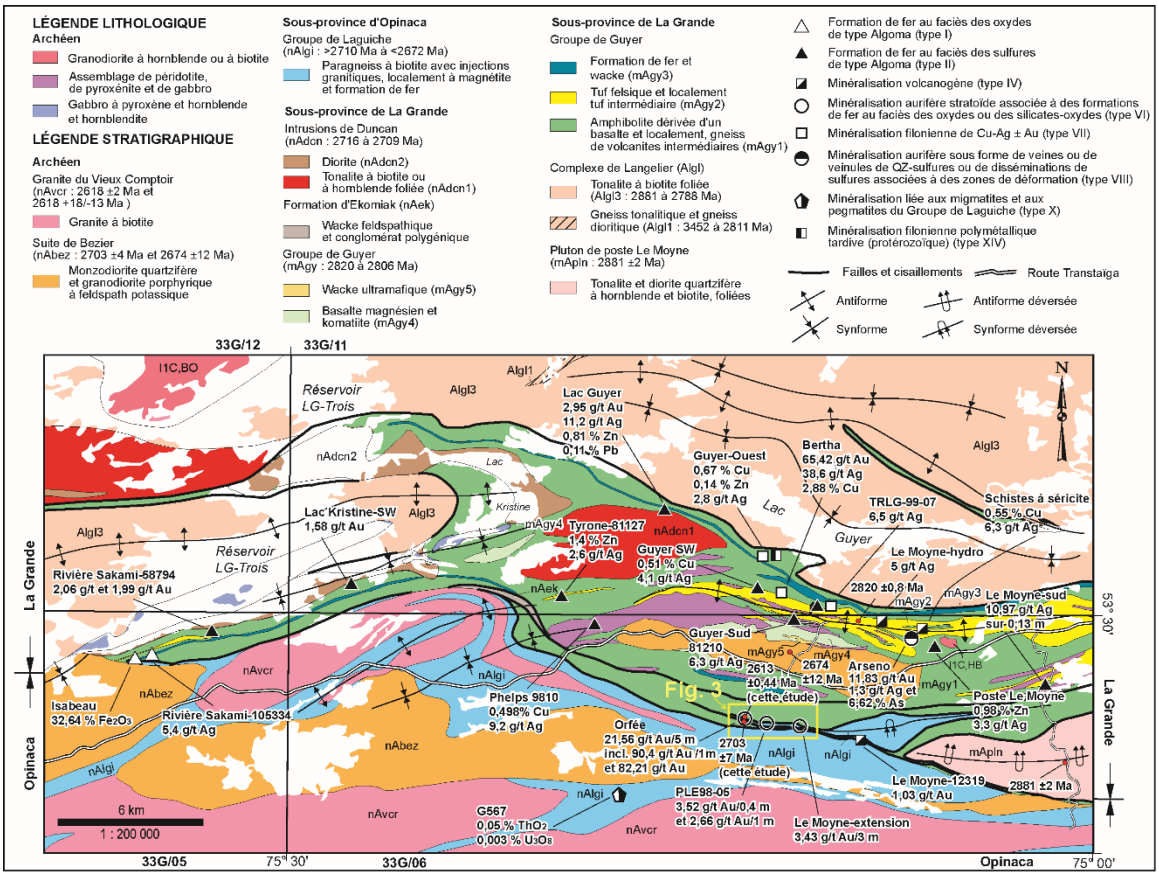


Figure 2**.** Carte de localisation des échantillons prélevés pour les datations et des indices minéralisés de la région du lac Guyer (33G05, 33G06 et 33G11). Modifiée de Goutier *et al.* (2002).

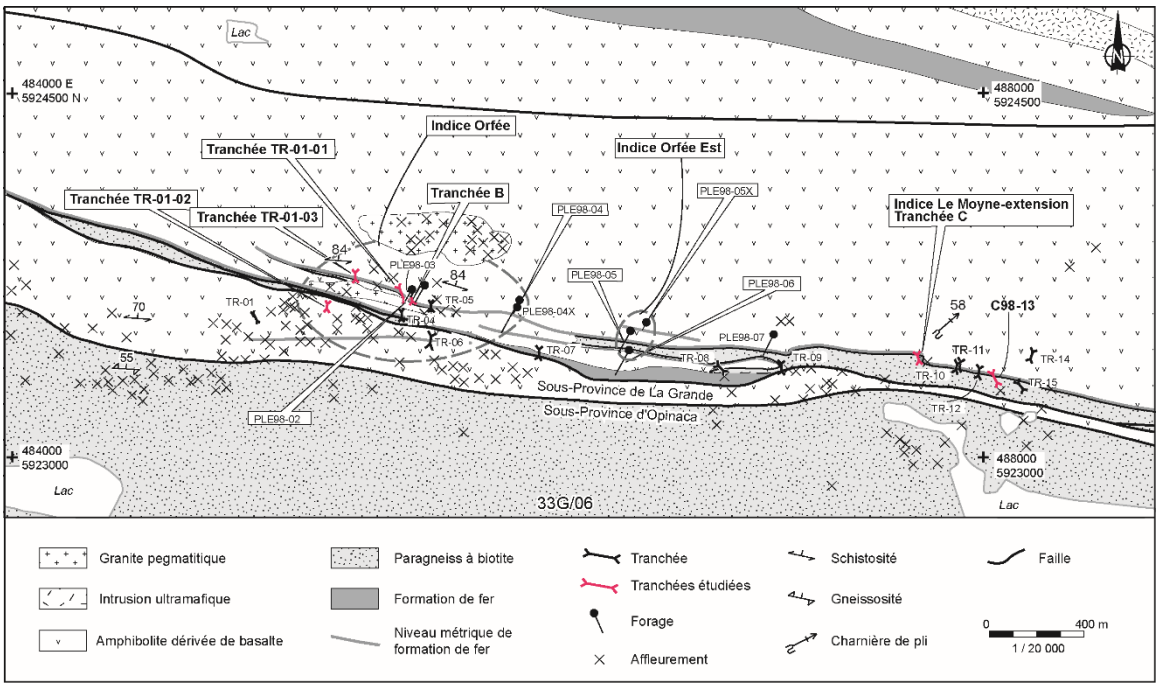


Figure 3. Carte détaillée de la région des indices Orfée, Orfée Est et Le Moyne-extension (feuillet 33G06), modifiée de Goutier *et al.* (2002). Depuis, de nombreux forages ont été réalisés dans cette région. Les coordonnées affichées sont en UTM, NAD 1983, zone 18.

Localisation et accès

Le gîte aurifère Orfée est situé sur la propriété Poste Lemoyne qui est à environ 18 kilomètres au sud du réservoir La Grande 3 et à 450 kilomètres au NNE de la ville de Matagami, dans la municipalité d'Eeyou Istchee Baie-James, au Québec. En 1998, Mines d'Or Virginia a mis au jour deux zones minéralisées, soit Orfée et Orfée Est dans la partie NE du feuillet SNRC 33G06 (Cayer, 2003). Le secteur minéralisé est accessible au kilomètre 176 de la route Transtaïga, par un sentier partant du camp temporaire de Poste Lemoyne. L'indice Orfée, situé à environ 3 kilomètres à l'ouest du camp, est accessible par VTT. Recouverte d'un dépôt quaternaire (~34 m d'épaisseur), la zone aurifère Orfée Est a été interceptée seulement en forages. La tranchée C et la tranchée C98-13 sont situées à 1 km à l'ouest du camp.

Géologie régionale

La Province géologique du Supérieur est composée de roches datées entre 4,3 et 2,57 Ga déformées durant plusieurs orogenèses. Dans la région du lac Guyer, le contact interprété des sous-provinces de La Grande et d'Opinaca se situe à 300 mètres au sud de la zone aurifère Orfée. Les roches de la Sous-province de La Grande sont comparables à celles des sous-provinces de Sachigo-Uchi-Wabigoo du nord-ouest ontarien, tandis que celles de la Sous-province d'Opinaca, un ensemble métasédimentaire et plutonique fortement métamorphisé, sont comparables aux sous-provinces d'English River et de Quetico, en Ontario (Goutier *et al*., 2002). La Sous-province de La Grande est un ensemble volcano-plutonique et sédimentaire composé d'un socle tonalitique ancien, de séquences volcano-sédimentaires et de multiples intrusions ultramafiques à felsiques, dont le métamorphisme général est celui des amphibolites. Le socle tonalitique appartient au Complexe de Langelier (Algl1) et au Pluton de poste Le Moyne (mApln). Selon Goutier *et al*. (2002), dans la région du lac Guyer, trois domaines majeurs peuvent être distingués selon la lithologie, le faciès métamorphique et la structure : le domaine nord et le domaine central dans la Sous-province de La Grande, et le domaine sud dans la Sous-province d'Opinaca. Le domaine nord est composé de roches plutoniques et gneissiques, le domaine central englobe les séquences volcano-sédimentaires, tandis que le domaine sud est composé de roches métasédimentaires et plutoniques. L'unité volcano-sédimentaire

englobée par le domaine central a été assignée aux roches du Groupe de Guyer (mAgy) (Goutier *et al*., 2002). Ce groupe volcano-sédimentaire (2820 à 2806 Ma; voir David *et al*., 2012) contient principalement des métabasaltes, avec localement des volcanites intermédiaires métamorphisées, une unité de tuf felsique, des niveaux de formation de fer et de wacke interstratifiés avec les volcanites et un ensemble de basalte magnésien, de komatiite et de wacke ultramafique (Stamatelopoulou-Seymour et Francis, 1980; Stamatelopoulou-Seymour *et al.*, 1983; Goutier *et al*., 2002). Son âge et la présence de volcanites ultramafiques le distingue du Groupe de Yasinski (Richer-Laflèche *et al*., 2000), plus jeune (2751 à 2725 Ma, Goutier *et al.*, 2002). Le socle et les roches volcano-sédimentaires ont été injectés par les Intrusions de Duncan (nAdcn) de composition tonalitique et dioritique. Les intrusions appartenant aux suites de Bezier (nAbez) et granitique du Vieux Comptoir (nAvcr) représentent les plus jeunes intrusions archéennes de la région et elles s'injectent dans les lithologies des deux sous-provinces. Au contact sud avec la Sous-province de La Grande, la Sous-province d'Opinaca est composée de paragneiss à biotite du Complexe de Laguiche (nAlgi) injectés par de multiples intrusions tonalitiques et granitiques. Des datations préliminaires U-Pb de zircons détritiques dans la Sous-province d'Opinaca semblaient suggérer que ces roches étaient plus jeunes que celles de la Sous-province de La Grande (Goutier *et al.*, 2002). De nouvelles datations U-Pb indiquent qu'une partie des paragneiss des feuillets 33G01 et 33H04 sont plus vieux que 2710 Ma, soit l'âge du Pluton de la Frégate (Augland *et al*., 2016), alors que d'autres sont plus jeunes que 2697 Ma, soit l'âge de zircons détritiques dans un conglomérat près du lac Bonfait (David, inédit 2016). De manière générale, le degré de métamorphisme augmente

des extrémités vers le cœur de la Sous-province d'Opinaca, avec des bordures au faciès des schistes verts et une partie centrale au faciès des granulites.

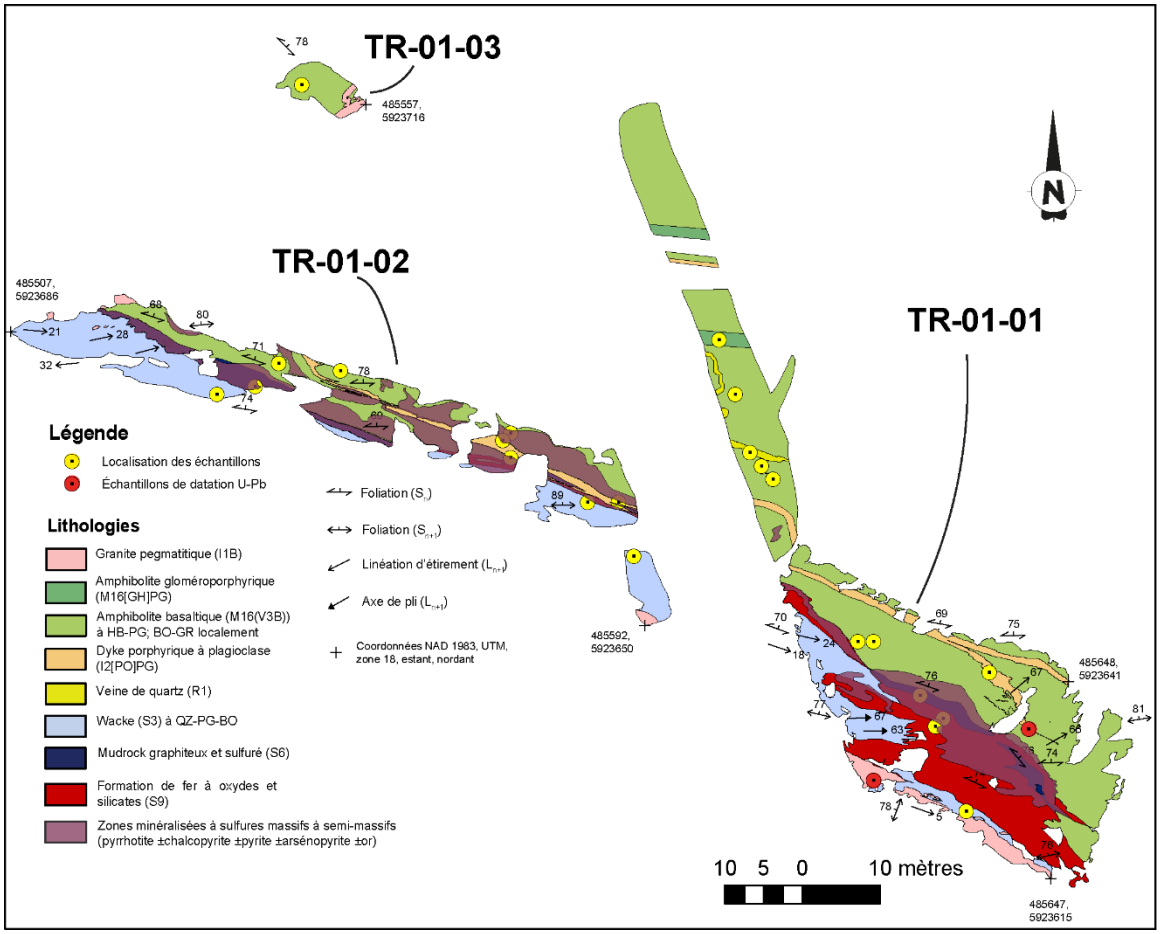


Figure 4**.** Carte géologique détaillée des tranchées TR-01-01, TR-01-02 et TR-01-03 à Orfée. Modifiée de Tremblay (2004), rapport interne Mines Virginia. Toutes les coordonnées sont en UTM, NAD 1983, zone 18.

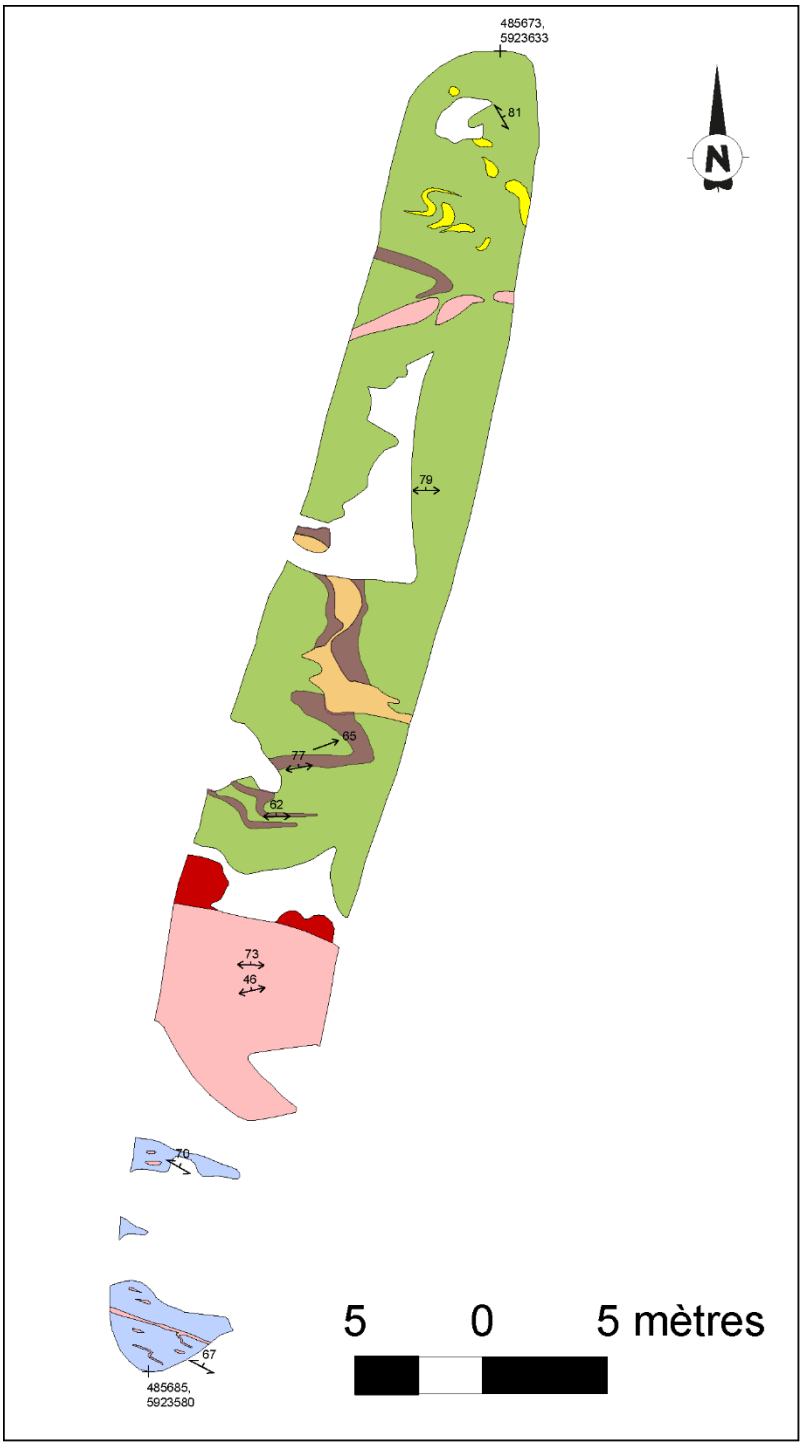


Figure 5**.** Carte géologique détaillée de la tranchée B à Orfée. Modifiée de Tremblay (2004), rapport interne Mines Virginia. Toutes les coordonnées sont en UTM, NAD 1983, zone 18. La légende est identique à celle de la figure 4.

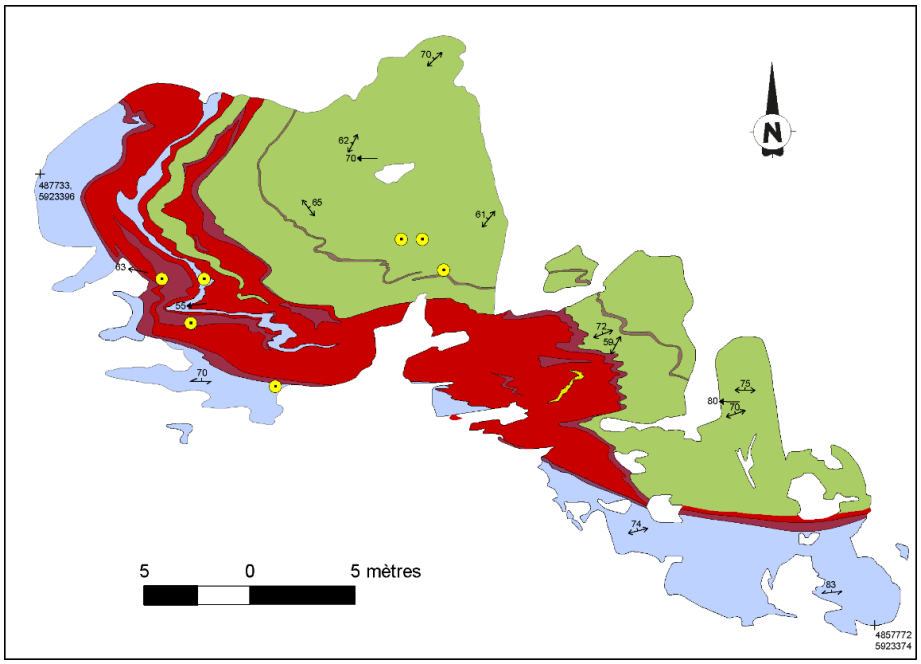


Figure 6. Carte géologique détaillée de la tranchée C. Modifiée de Tremblay (2004), rapport interne Mines Virginia. Toutes les coordonnées sont en UTM, NAD 1983, zone 18. La légende est identique à celle de la figure 4.

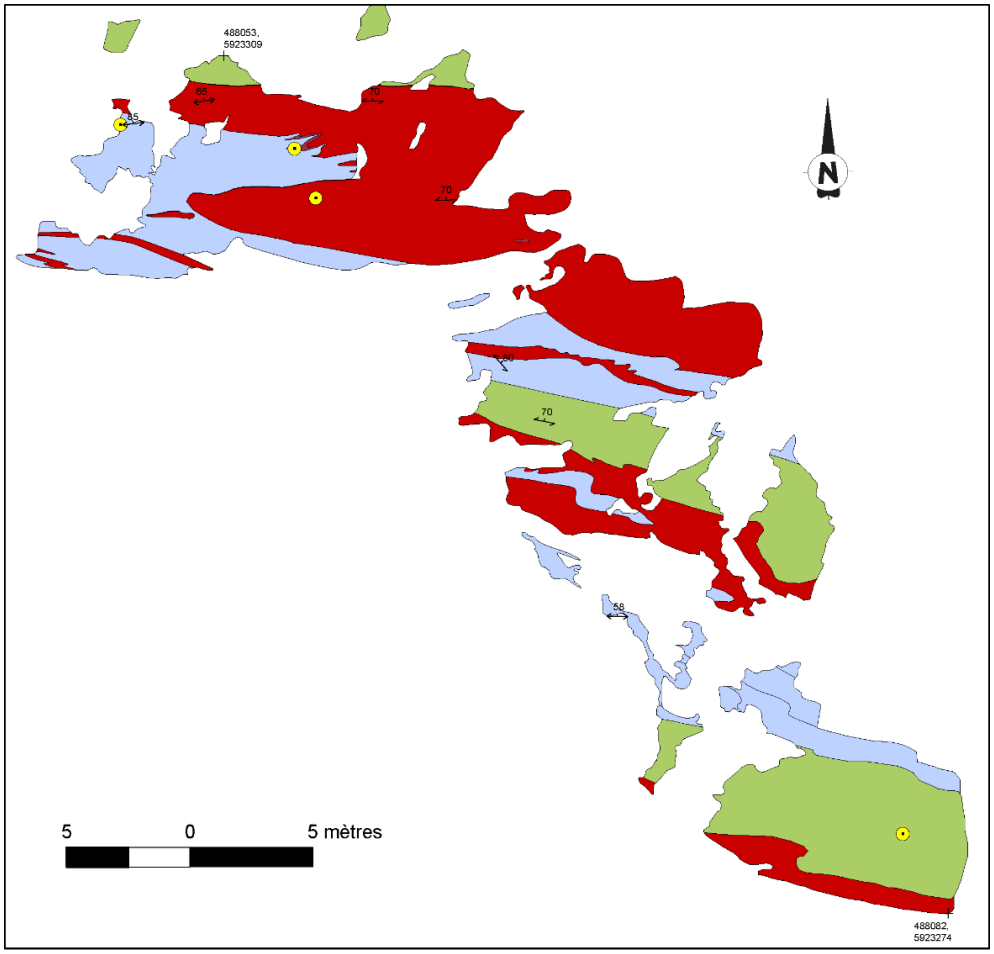


Figure 7. Carte géologique détaillée de la tranchée C98-13. Modifiée de Tremblay (2004), rapport interne Mines Virginia. Toutes les coordonnées sont en UTM, NAD 1983, zone 18. La légende est identique à celle de la figure 4.

Problématique, objectifs et méthodologie

La zone Marco (Corvet Est), la zone 32 (La Grande Sud), Roberto (mine Éléonore) et Eau Claire (Clearwater) sont tous des gîtes d'or situés près du contact entre les sous-provinces de La Grande de d'Opinaca (figure 1). Les gîtes aurifères Orfée et Orfée Est, et les tranchées C et C98-13 (figures 3 à 7) font également parties des indices aurifères retrouvés près du contact La Grande – Opinaca. Des études de maîtrise ont été effectuées sur la zone aurifère Marco, à Corvet Est (Aucoin *et al*., 2012), et sur le gîte de la zone 32, à La Grande Sud (Mercier-Langevin *et al.*, 2012), au long du contact nord entre les sous-provinces de La Grande et d'Opinaca. Le travail accompli dans le cadre de ce projet de maîtrise sera utile pour :

- Caractériser l'affinité magmatique des assemblages lithologiques encaissant la minéralisation et les intégrer aux lithologies régionales;
- Définir la séquence paragénétique de la minéralisation, ainsi que des lithologies encaissantes;
- Comprendre la distribution spatiale de la minéralisation aurifère et son association avec différentes assemblages minéralogiques dans un contexte orogénique;
- Caractériser les altérations et définir leurs relations temporelles;
- Concevoir un modèle métallogénique pour le gîte Orfée;

Dans le cadre de ce présent rapport, les problématiques abordées seront concentrées sur la caractérisation des différentes altérations affectant l'assemblage lithologique à Orfée, et sur l'interprétation d'une séquence paragénétique de la mise en place de la minéralisation aurifère. Pour ce faire, la méthode de travail développée se base sur la combinaison de levés cartographiques, la description et observations des lithologies sur le terrain, la pétrologie optique des échantillons prélevés sur les tranchées et en carottes de forages, sur les analyses lithogéochimiques d'échantillons clés et la chimie minérale des assemblages minéralogiques associés avec les altérations.

Analyse par microsonde électronique

Afin de déterminer les compositions exactes des assemblages minéralogiques des altérations à Orfée et à Orfée Est, des échantillons clés ont été choisis pour des analyses à la microsonde. En tout, 530 points ont été effectués sur 32 échantillons de toutes les

lithologies observées sur les tranchées et en carottes de forage. Des cartes de distribution élémentaire ont aussi été effectuées sur des grains de grenat et d'arsénopyrite. L'analyse à la microsonde électronique peut aussi être utile pour définir les assemblages minéralogiques propres aux altérations primaires ou aux altérations associées avec la minéralisation aurifère. Ces analyses ont été effectuées au Laboratoire de microanalyse à l'Université Laval avec une microsonde électronique de type CAMECA SX-100.

Travaux réalisés

Classification des altérations

Dans le but de catégoriser les différentes altérations affectant l'assemblage lithologique à

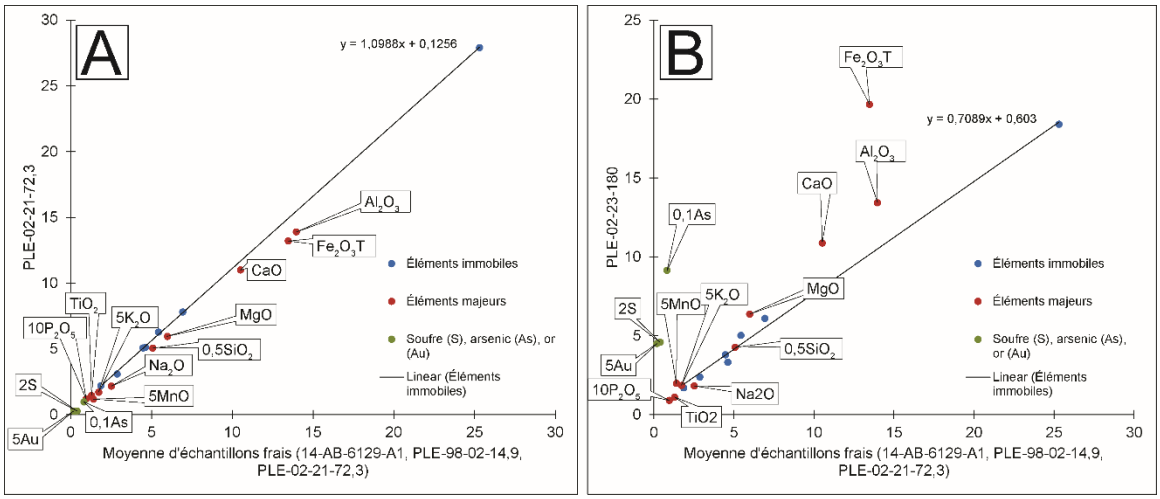


Figure 8. Diagrammes « Isocon » de Grant (1986). (A) « Isocon » pour l'échantillon d'amphibolite basaltique tholéiitique fraîche PLE-02-21-72,3. Les éléments majeurs sont graphiquement sur ou très proche de la droite « isocon ». (B) « Isocon » pour l'échantillon PLE-02-23-180, une amphibolite basaltique tholéiitique avec altération calco-silicatée. Les oxydes au-dessous de la droite « isocon » ont été enrichis. Teneurs dans le tableau 1, annexe 1.

Orfée (Orfée, Orfée Est, tranchée C et tranchée C98-13), une comparaison géochimique et pétrographique des échantillons les plus frais avec les échantillons altérés a été effectuée. La sélection des échantillons les plus frais s'est faite à partir de la perte au feu (<2 % pour les amphibolites basaltiques jusqu'à <5 % pour les wackes) du pourcentage des minéraux d'altération (<1-2 %) et des teneurs en soufre (<0,24 % poids pour les amphibolites basaltiques jusqu'à <3,7 % poids pour les formations de fer).

Bilans de masse

La caractérisation des altérations et la compréhension de la mobilité des différents éléments peuvent s'avérer utiles et contribuer à la définition de vecteurs d'exploration. Le bilan de masse d'un échantillon altéré permet d'étudier la mobilité des éléments lors du

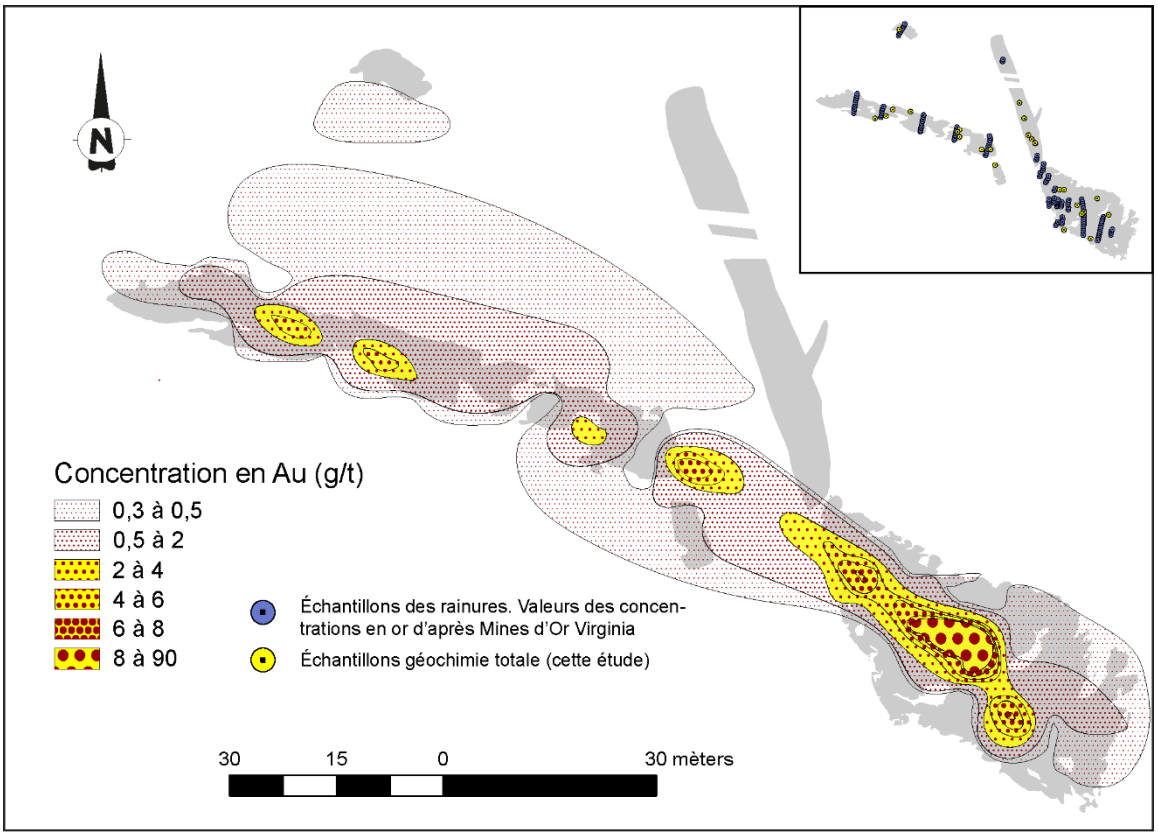


Figure 9. Cartes d'isocontours de la distribution de la minéralisation aurifère sur les tranchées principales à Orfée, soit TR-01-01, TR-01-02 et TR-01-03. Les isocontours ont été définis selon les concentrations en Au dans les échantillons de rainures prélevés par Mines d'Or Virginia (cercles bleus, carte dans le coin droit), et les concentrations en Au obtenues lors de cette étude (cercles jaunes, carte dans le coin droit).

métasomatisme/altération hydrothermale. Ici, par métasomatisme/altération hydrothermale, on entend un changement de la minéralogie primaire de la roche fraîche dû à l'interaction de celle-ci avec des fluides métamorphiques et/ou magmatiques ayant des températures >350°C (Eugster et Baumgartner, 1987; Sverjensky, 1987; Bau et Möller, 1993; Richer-Laflèche et *al.*, 2000). Les bilans de masse sur les échantillons prélevés à Orfée, à Orfée Est, sur la tranchée C et sur la tranchée C98-13 (figure 3) ont été effectués selon la méthode de l'« Isocon » de Grant (1986). Cette méthode est non seulement assez simple à appliquer, mais elle permet de visualiser graphiquement le changement de masse

global de l'échantillon altéré, ainsi que de chaque élément en particulier. L'« Isocon » est une droite représentée sur un graphique des concentrations des différents éléments majeurs

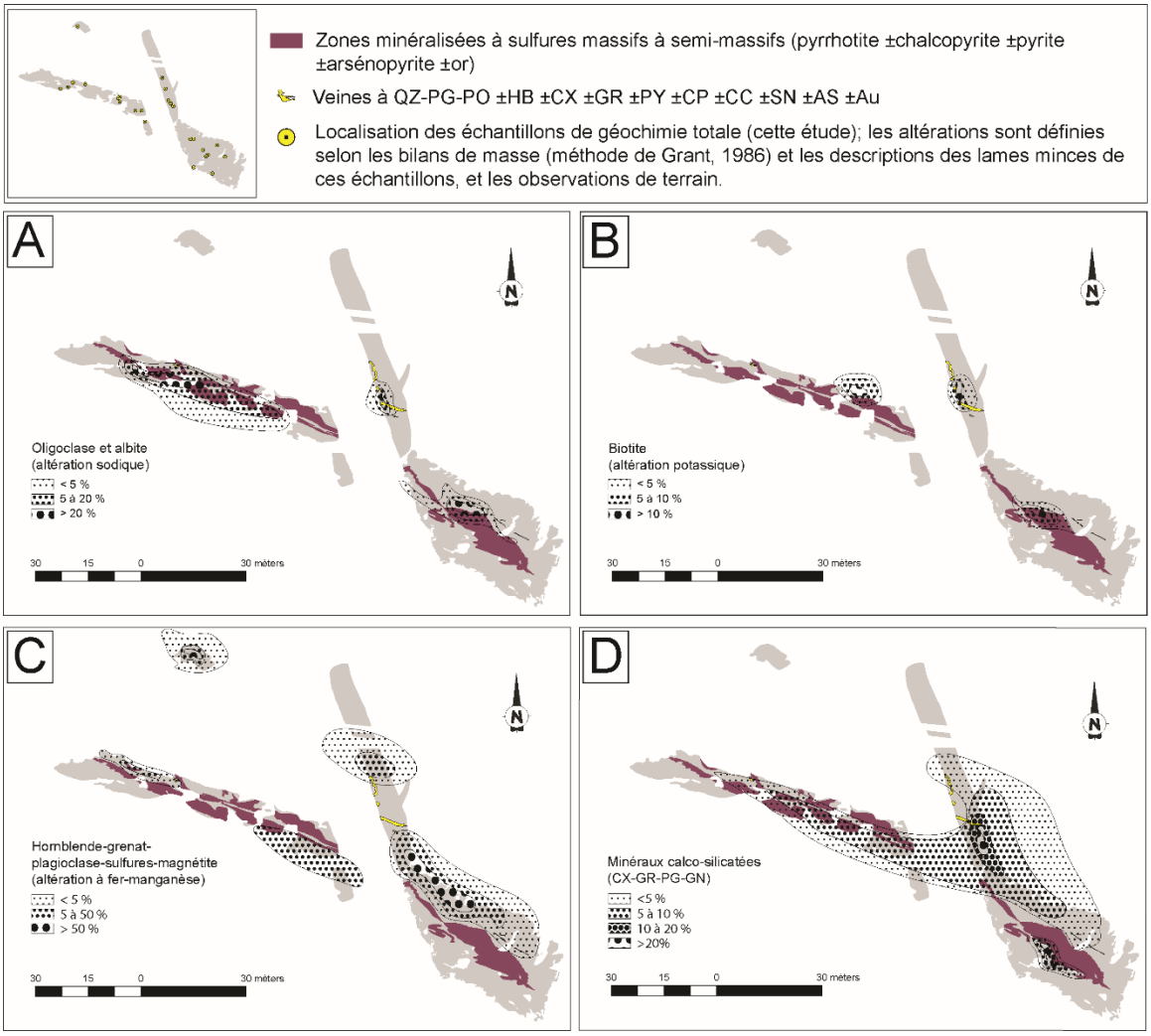


Figure 10**.** Cartes d'isocontours de la distribution des minéraux d'altérations sur les tranchées principales à Orfée (TR-01-01; TR-01-02 et TR-01-03). Les isocontours sont définis selon les observations de terrain et pétrographiques, mais aussi selon les bilans de masse des échantillons analysés pour géochimie complète. A. Oligoclase et albite (altération sodique). B. Biotite (altération potassique). C. Grenat-Hornblende-Plagioclase-Sulfures ±Magnétite (altération à fer-manganèse). D. Clinopyroxène-Grenat-Plagioclase-Grunérite (altération calco-silicatée).

ou en traces, dont les valeurs sur l'axe horizontal correspondent aux éléments immobiles de l'échantillon frais (ou moyenne des échantillons frais) choisi, tandis que, sur l'axe

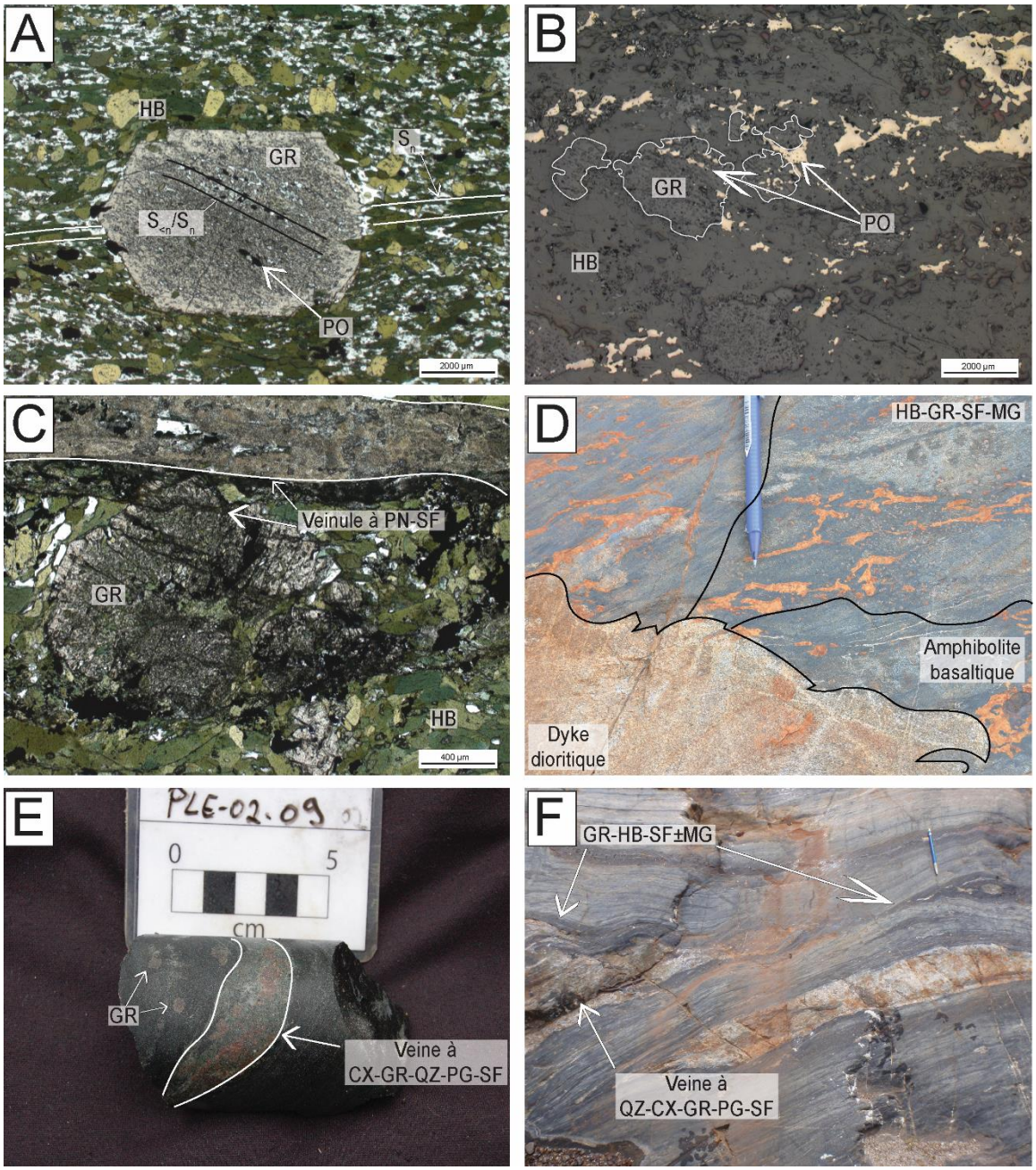


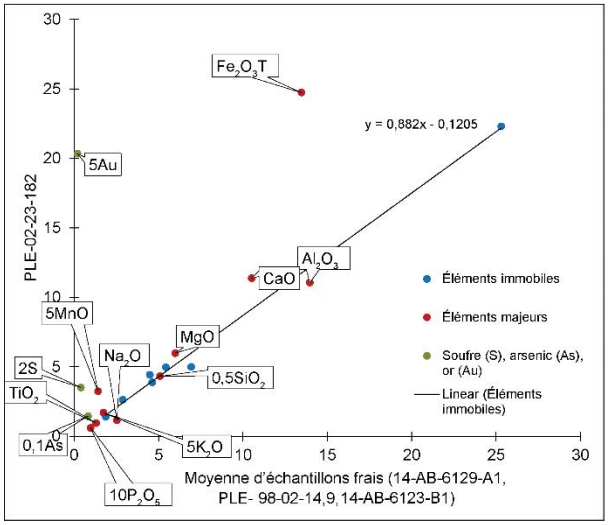
Figure 11**.** Planche des photos de l'altération pénétrative à fer-manganèse dans les amphibolites basaltiques. A. Photo en lumière naturelle de grenat (GR)-hornblende (HB)-plagioclase (PG), avec foliation $S_{<n}/S_n$ définie par les inclusions dans le GR, à angle par rapport à la foliation principale S_n. Les inclusions comprennent la pyrrhotite (PO)-chalcopyrite (CP)-quartz (QZ)-plagioclase-titanite (SN). B. Photo en lumière réfléchie des GR avec déformation cassante et veinules de PO précipitant le long des cassures. C. Photo en lumière naturelle d'un cristal de GR avec déformation cassante et précipitation de veinules à prehnite (PN)- calcite (CC)-PO-CP- pyrite (PY)-arsénopyrite (AS) le long de ces cassures. D. Photo de terrain d'un dyke dioritique porphyrique à plagioclase coupant les amphibolites basaltiques affectées par cette altération sur la tranchée TR-01-01 à Orfée. Le crayon bleu fait 15 cm de long.

vertical, les valeurs correspondent aux mêmes éléments immobiles mais cette fois-ci, pour l'échantillon altéré. Par exemple, sur la figure 8A, PLE-02-21-72,3 est un exemple d'échantillon d'amphibolite basaltique fraîche avec les éléments majeurs, le soufre, l'arsenic et l'or qui sont sur ou très près de la droite « Isocon ». Cet échantillon a aussi un gain/perte de masse totale proche de 0 %. Sur la figure 8B, PLE-02-23-180 est un échantillon d'amphibolite basaltique altérée, avec un gain de masse total de 29 %. Dans ce cas-ci, le Fe_2O_3T, l'Al_2O_3, le CaO, l'As, l'S et l'Au ont été enrichis car graphiquement, ils se situent au-dessus de la droite « Isocon ». Il n'y a pas d'élément en dessous de l'« Isocon », donc il n'y a pas eu de perte de masse d'aucun de ces éléments. Pour uniformiser ces diagrammes, les valeurs des concentrations des éléments étudiés ont été multipliées par des coefficients choisis de façon arbitraire (figure 8A et B). Une attention particulière est nécessaire quant au choix des éléments immobiles définissant l'«Isocon» car ils peuvent être mobiles en présence de métasomatisme et d'altération hydrothermale (Rollinson, 1993). Pour chaque lithologie présentes à Orfée, les échantillons prélevés ont été comparés à la moyenne des échantillons les plus frais selon les éléments immobiles choisis (tableau 1; annexe 1)

Altération à fer-manganèse

Une altération à fer-manganèse est pénétrative, de style remplacement, principalement dans les unités d'amphibolites basaltiques tholéiitiques et transitionnelles, et dans le mudrock graphiteux. Cette altération est facilement identifiable dans les amphibolites basaltiques. Elle est caractérisée par des plages irrégulières de hornblende-grenat-plagioclase-sulfures ±magnétite (figures 10C et 11D, E et F), mais aussi par des auréoles d'altération autour des veines à quartz, à calco-silicates et à sulfures (tableau 2, annexe 1). Cet assemblage remplace la minéralogie primaire des amphibolites basaltiques fraîches et du mudrock graphiteux. Les grenats associés avec cette altération sont de composition almandine, avec 45,5 % almandin, 3,5 % pyrope, 34,8 % grossulaire et 15,2 % spessartine. Les amphiboles sont de type ferro-hornblende à hornblende ferro-tschermakitique. Les plagioclases tendent vers le pôle calcique, soit bytownite/anorthite. Dans les amphibolites basaltiques fraîches, les hornblendes sont moins riches en fer et tendent vers des magnesio-hornblendes, tandis que les plagioclases sont moins calciques, de type andésine vers

labradorite. Les grenats contiennent des inclusions de pyrrhotite-chalcopyrite-magnétite-titanite-quartz-plagioclase-hornblende. Les inclusions, concentrées au centre des grenats définissent une foliation $S_{<n}$ à angle par rapport à la foliation principale S_n d'orientation ONO-ESE (figure 11A). Des veinules à prehnite-calcite-pyrrhotite-chalcopyrite-pyrite ±arsénopyrite (figure 11C; tableau 2, annexe 1) coupent cette altération pénétrative et précipitent le long des fractures dans les grenats ou coupent la foliation principale S_n (figures 11B et 11C). Les zones irrégulières d'altération à fer-manganèse sont coupées par des dykes dioritiques porphyriques à plagioclase, dont un a été daté à 2703 ±7 Ma (Bogatu *et al.*, 2016; figure 11D). Sur le diagramme « Isocon » (figure 12), les échantillons affectés par cette altération sont enrichis en Fe_2O_3T, en MnO, en S, en As et en Au, et faiblement



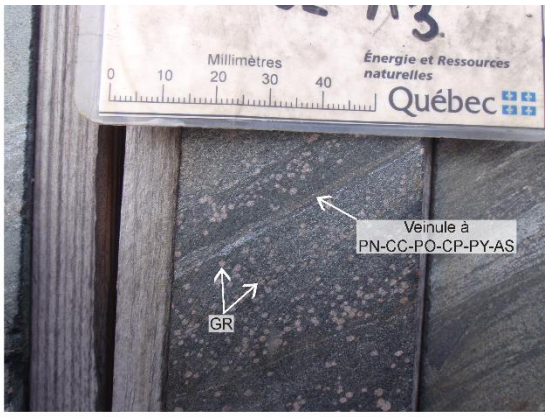


Figure 12. Diagramme « Isocon » de Grant (1986) pour l'échantillon PLE-02-23-182 affecté par l'altération pénétrative à fer-manganèse et la photo de l'échantillon. Teneurs dans le tableau 1, annexe 1.

en CaO. Ils sont faiblement appauvris en Al_2O_3 et en Na_2O (figure 12). Le SiO_2 ne semble pas avoir subi de changement, mais les amphibolites basaltiques affectées par les auréoles à fer-manganèse contiennent des concentrations en SiO_2 de 46 % poids en moyenne, versus une moyenne de 51 % poids dans les échantillons non altérés. Le cuivre est faiblement plus enrichi dans les échantillons d'amphibolites basaltiques affectés par cette altération, avec des valeurs de 119 à 890 ppm Cu, tandis que dans les échantillons frais la concentration en Cu varie de 114 à 120 ppm. Les échantillons d'amphibolites basaltiques, d'affinité tholéiitique, affectés par cette altération ont des anomalies négatives en Eu/Eu* ($Eu_{CN}/(Sm_{CN}*Gd_{CN})^{0,5}$; CN – chondrites CI) de 0,75 à 0,92, tandis que dans les échantillons frais, l'anomalie en Eu/Eu* atteint des valeurs de 0,86 à 0,91 (figures 13 et

14). Dans un seul échantillon de mudrock graphiteux (PLE-02-21-148,5), les grenats ont la même composition que les grenats analysés dans les auréoles à fer-manganèse dans les amphibolites basaltiques. Cet échantillon a aussi une anomalie en Eu/Eu* de 0,64, plus négative que dans les échantillons non altérés. Des fluides chauds minéralisés peuvent lessiver les éléments les plus mobiles : les terres rares légères et intermédiaires, ainsi que le Na_2O, le SiO_2 et parfois le K_2O (Richer-Laflèche *et al*., 2000). Ces éléments ont pu précipiter dans les amphibolites basaltiques avec l'altération potassique ou sodique (figures 13 et 14).

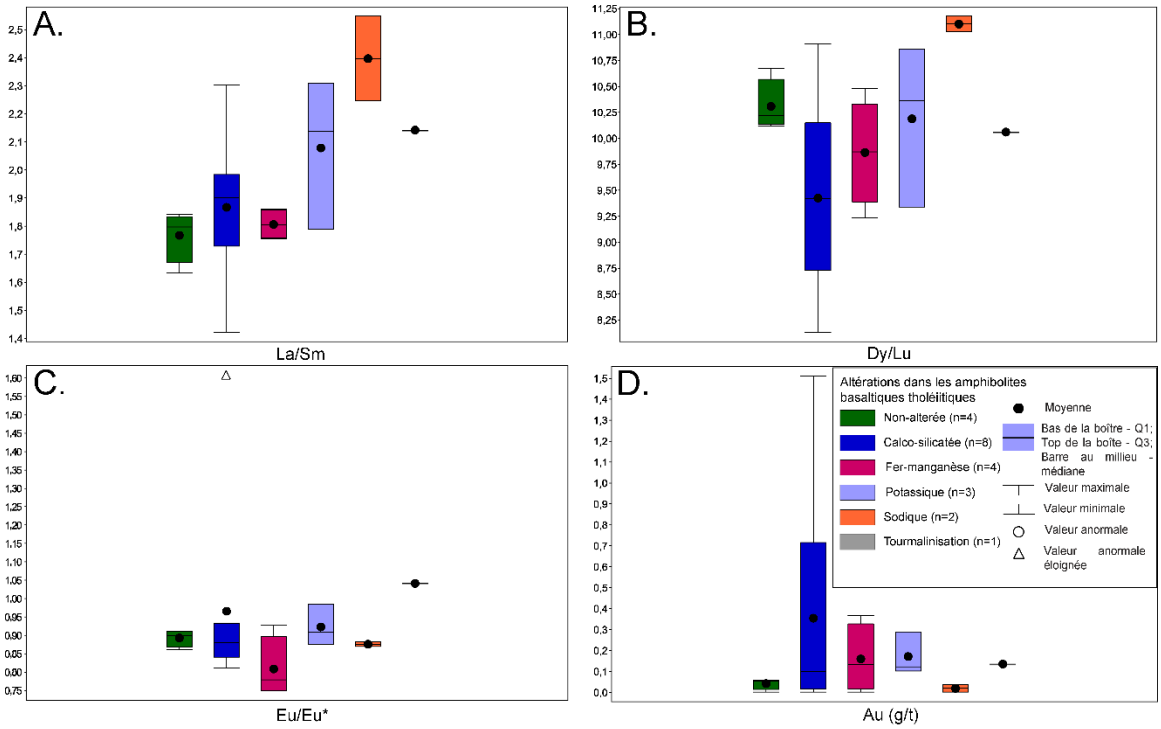


Figure 13. Diagrammes des boîtes à moustaches des différentes altérations dans les amphibolites basaltiques tholéiitiques selon (A) les éléments des terres rares légères (ratio La/Sm); (B) les éléments des terres rares lourdes (ratio Dy/Lu); (C) l'anomalie en europium Eu/Eu* $(Eu_{CN}/(Sm_{CN}*Gd_{CN})^{0,5}$; CN – chondrites CI) et (D) la concentration en Au (g/t).

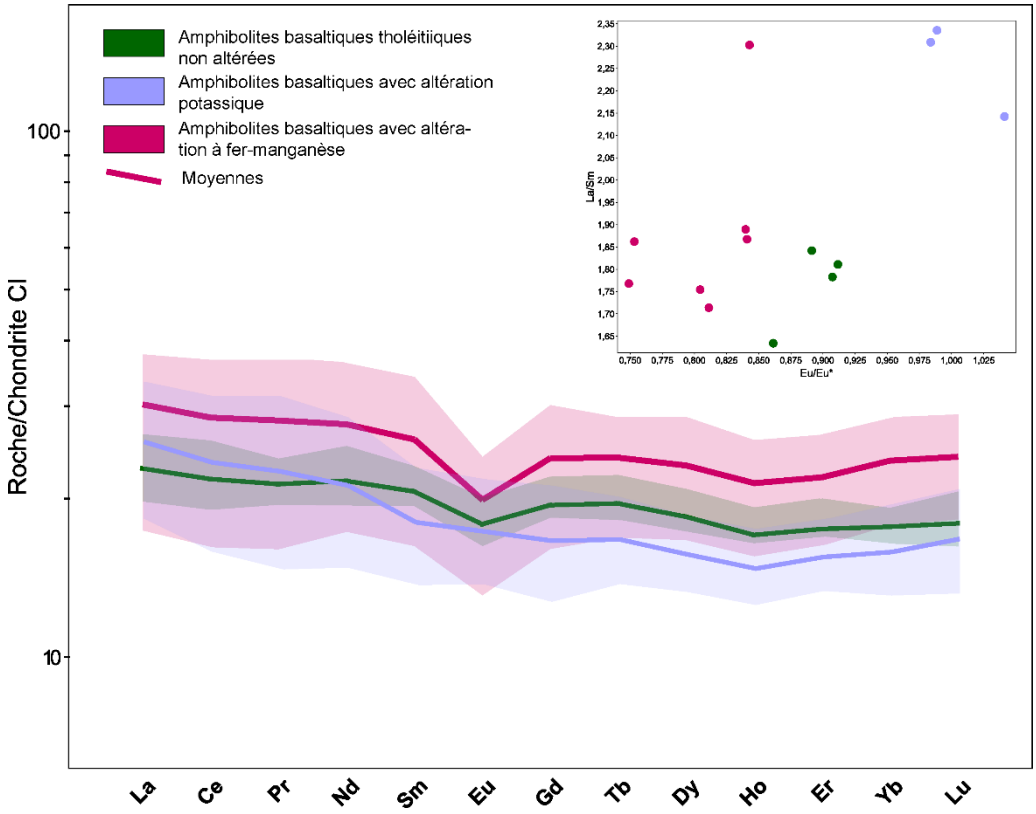


Figure 14**.** Profils des terres rares normalisées aux chondrites CI (McDonough and Sun, 1995) des amphibolites basaltiques à Orfée. Malgré des profils similaires pour les terres rares légères, les échantillons avec l'altération à fer-manganèse ont des anomalies négatives en europium plus faibles. Les échantillons avec l'altération potassique ont des anomalies plus élevées en terres rares et le ratio La/Sm est plus grand que celui des échantillons frais. Les échantillons affectés par l'altération potassique n'ont pas d'anomalie négative en Eu/Eu*.

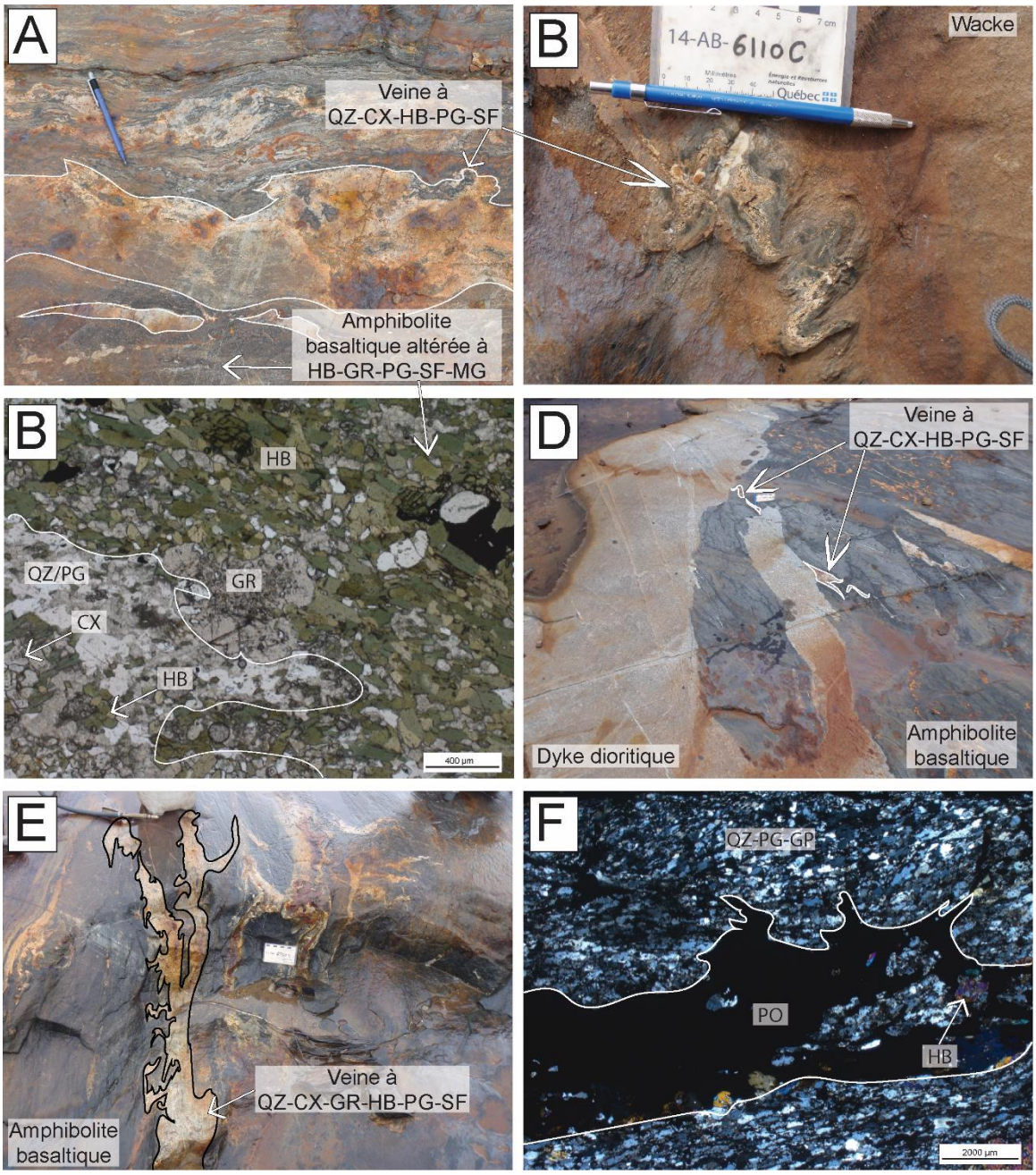
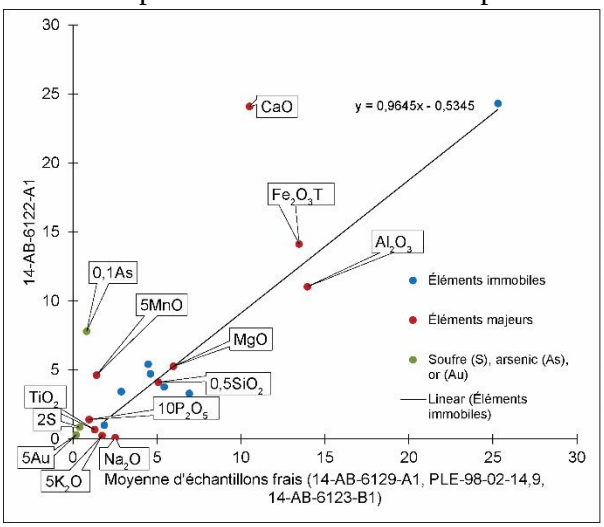


Figure 15**.** Planche des photos de l'altération calco-silicatée à veinules de QZ-PG-PO ±HB ±CX ±GR ±PY ±CP ±CC ±SN ±AS ±Au. (A) Photo de terrain d'une veinule à QZ-CX-HB-PG-SF foliée dans un couloir de cisaillement sur la tranchée TR-01-01 à Orfée. Le crayon bleu fait 15 cm de long. (B) Photo de terrain d'une veinule à QZ-CX-HB-PG-SF coupant les wackes sur la tranchée TR-01-02 à Orfée. Le crayon bleu fait 15 cm de long. (C) Photo en lumière naturelle d'une veinule à QZ-CX-HB-PG-SF avec auréole d'altération pénétrative à fer-manganèse dans les amphibolites basaltiques. (D) Photo de terrain du dyke dioritique porphyrique à plagioclase coupant une des veinules à QZ-CX-HB-PG-SF sur la tranchée TR-01-01 à Orfée. La carte fait 8 cm et le crayon fait 15 cm de long. (E) Photo de terrain d'une veine tabulaire à QZ-CX-GR-HB-PG-SF, plissée lors de l'évènement de déformation D_n. La carte fait 8 cm de long. (F) Photo en lumière polarisée d'une veine tabulaire plissée, à PO ±CP ±Au dans un mudrock graphiteux.

Atération calco-silicatée (calco-ferro-manganèse)

L'altération calco-silicatée est constituée de veines et veinules coupant les amphibolites basaltiques, les formations de fer et les wackes (figures 10D et 15A et B). L'assemblage minéralogique de ces veines (tableau 2; annexe 1) est composé de quartz-plagioclase-pyrrhotite ±hornblende ±clinopyroxène ±grenat ±pyrite ±chalcopyrite ±calcite ±titanite ±arsénopyrite ±or (QZ-PG-PO ±HB ±CX ±GR ±PY ±CP ±CC ±SN ±AS ±Au). L'altération calco-silicatée est contemporaine à l'altération pénétrative à grenat-hornblende-plagioclase-sulfures ±magnétite dans les amphibolites basaltiques (figures 15A, 15C, 11E et 11F). Les grenats contiennent en moyenne 60,3 % almandin, 5,5 % pyrope, 27,6 % grossulaire et 6,0 % spessartine. En comparant ces grenats à ceux présents dans les auréoles d'altération pénétrative à fer-manganèse, ils sont plus riches en fer et moins riches en manganèse. Les amphiboles varient de hornblende magnésienne à ferro/ferro-tschermakitique, les plagioclases sont des oligoclases et sont généralement plus sodiques que les feldspaths de la roche non altérée. Les clinopyroxènes varient de type diopside à hedenbergite. Les amphibolites basaltiques avec altération à fer-manganèse contiennent des clinopyroxènes qui tendent vers l'hedenbergite. Les dykes dioritiques porphyriques à plagioclase coupent ces veines/veinules (figure 15D). Sur le diagramme « Isocon », le Ca, le Mn et, dans une moindre mesure, le Fe_{total} sont les éléments majeurs enrichis. Le S, l'As et faiblement l'Au sont aussi enrichis (figure 16). L'échantillon représenté sur le graphique « Isocon » de la figure 16 est affecté par cette altération à plus de 90 % (estimation en lame mince), tandis que les autres échantillons analysés contiennent des veines beaucoup plus petites (max. 5 cm d'épaisseur). Ces veines coupent une altération primaire $S_{<n}$ dans les amphibolites basaltiques, et sont contemporaines aux premiers stades d'un évènement de déformation subséquente D_n. Les veines sont aussi affectées par des couloirs de cisaillement d'orientation ESE-ONO, contemporains à D_n. Les veines se forment lors de la précipitation des fluides calco-silicatés dans des ouvertures de tension et sont plissées (figure 15E) par un évènement de déformation subséquent, D_{n+1}. Des veines de pyrrhotite



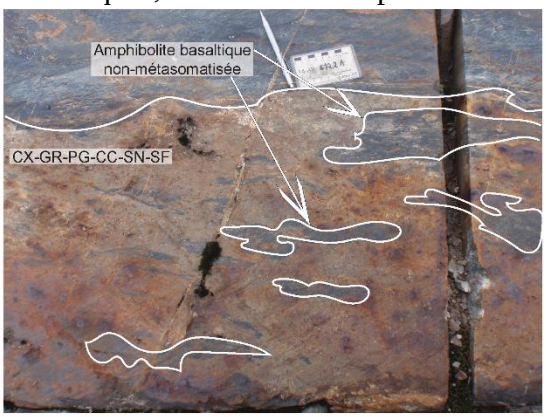


Figure 16. Diagramme Isocon de Grant (1986) pour l'échantillon 14-AB-6122-A1 affecté par l'altération à veines de QZ-CX-HB-PG-SF et la photo de cet échantillon. Teneurs dans le tableau 1, annexe 1.

(tableau 2, annexe 1), aussi formées lors de la précipitation de fluides riches en soufre dans des ouvertures de tension (figure 15F), sont plissées par D_{n+1}, et elles contiennent des fragments de la roche encaissante.

Altération à quartz-tourmaline (tourmalinisation)

Cette altération a été observée dans les unités d'amphibolites basaltiques, les wackes et les formations de fer sous forme de veines et veinules d'extension ou laminaires à quartz-

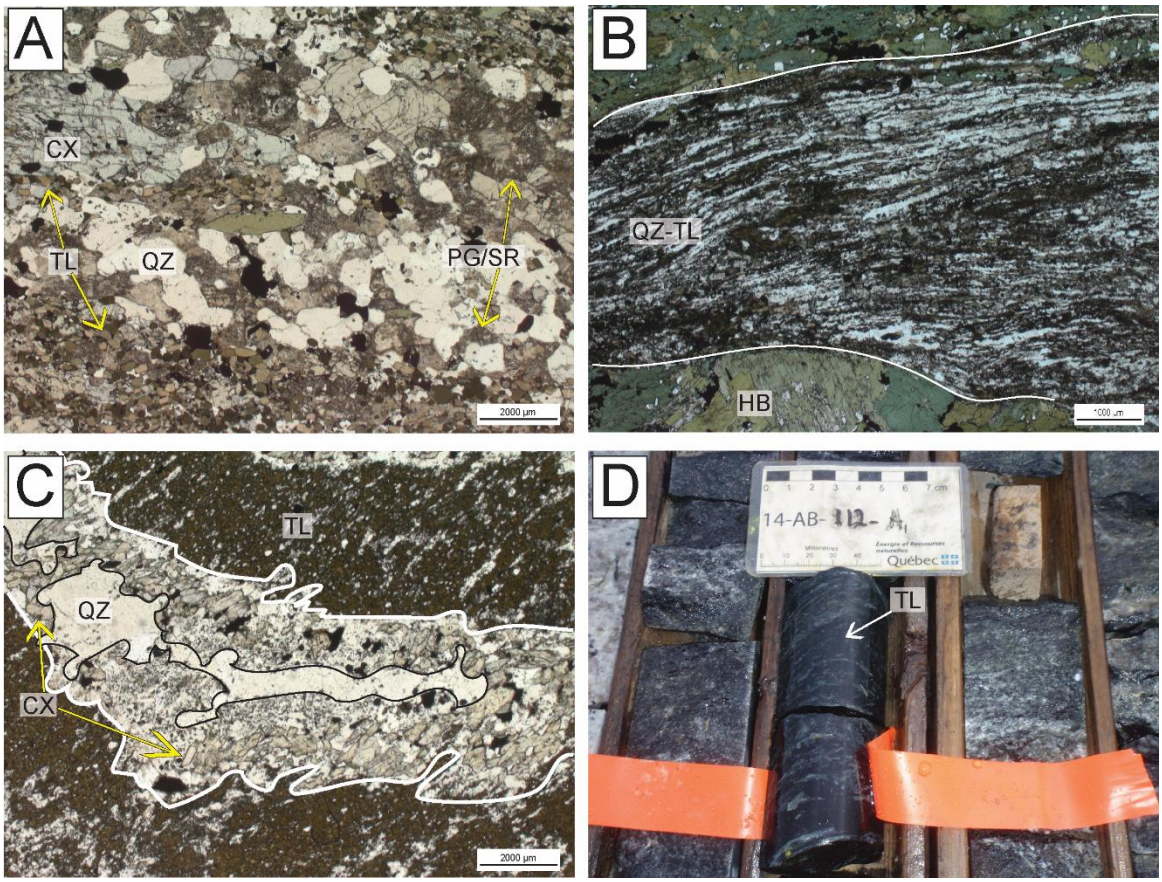


Figure 17. Planche des photos de l'altération à quartz-tourmaline. (A) Photo en lumière naturelle de l'altération à QZ-TL avec CX-PG-PO-PY-MG-CP-AS dans une amphibolite basaltique. Le CX contient des inclusions de TL. (B) Photo en lumière naturelle d'une veinule à QZ-TL coupant une amphibolite basaltique. (C) Photo en lumière naturelle d'une veinule de type *crack-and-seal* avec QZ-TL, QZ-CX-PG-PO-PY-MG±CP±AS±TL et QZ au milieu dans un wacke. (D) Altération à QZ-TL dans le trou de forage PLE-07-112 à 277,5 m de profondeur.

tourmaline ±pyrrhotite ±pyrite ±arsénopyrite ±titanite ±chalcopyrite (QZ-TL ±PO ±PY ±AS ±SN ±CP; figure 17). Dans les dykes dioritiques porphyriques à plagioclase, la tourmaline a aussi été observée mais sous forme de cristaux disséminés et en très faible pourcentage (≤1 %). L'or libre est associé avec la tourmaline et avec une altération à séricite dans ces dykes dioritiques. Une association des veinules à quartz-tourmaline avec

les veines calco-silicatées a été observée en lames minces (figures 17A et 17C). Dans l'unité de wacke, l'altération pénétrative à quartz-tourmaline est coupée par une veinule calco-silicatée. Cette dernière est zonée, et contient des cristaux de tourmaline dans les bordures, tandis que le centre est composé de quartz (figure 17C). La tourmaline est de composition schorl, sauf dans les wackes, ou des cristaux de tourmaline disséminés sont de type dravite. De la ferrouvite, une tourmaline ferrifère plus calcique que sodique, a été analysée dans une veine calco-silicatée dans les amphibolites basaltiques (figure 17A). Sur les diagrammes « Isocon » de Grant (1986), les échantillons affectés par l'altération à quartz-tourmaline sont enrichis en Al ±S ±Au ±As (figure 18). Lorsque les amphibolites basaltiques/wackes avec l'altération à quartz-tourmaline sont aussi affectées par l'altération calco-silicatée, un enrichissement en CaO et en Fe_2O_3T a aussi été noté sur les diagrammes « Isocon ». Dans les amphibolites basaltiques, transitionnelles et fraîches, le contenu en Al_2O_3 est 16,4 % poids maximum, tandis que dans un échantillon avec 8 % de tourmaline (estimé en pétrographie optique), le contenu maximal en Al_2O_3 est de 19,34 % poids. Dans les wackes frais, l'Al_2O_3 atteint une valeur maximale de 15,78 % poids, tandis qu'une valeur maximale de 20,16 % poids d'Al_2O_3 a été obtenue pour un échantillon avec plus que 80 % tourmaline. Un seul échantillon avec cette altération provient de la zone aurifère Orfée, soit PLE-06-90-418,75. Les autres ont été prélevés dans la zone aurifère Orfée Est et sur la tranchée C98-13 (figures 3 et 7). Les échantillons affectés par l'altération à tourmaline sont faiblement plus enrichis en Au (figure 13). Des cristaux de tourmaline en inclusions dans le clinopyroxène, ainsi que les veines calco-silicatées coupant les veines à quartz-tourmaline, suggèrent que ces dernières sont pré- à syn-altération calco-silicatée.

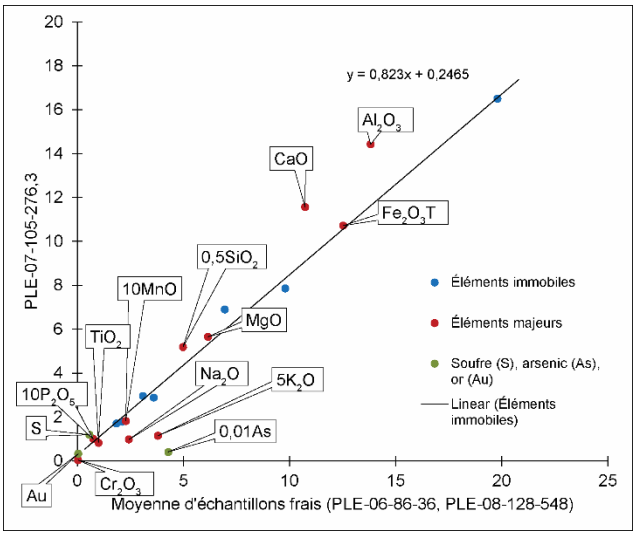


Figure 18. Diagramme Isocon de Grant (1986) pour une amphibolite basaltique (figure 16B) affectée par l'altération à veinules de QZ-TL, mais aussi par une altération à QZ-CX-HB-PG-SF. Teneurs dans le tableau 1, annexe 1.

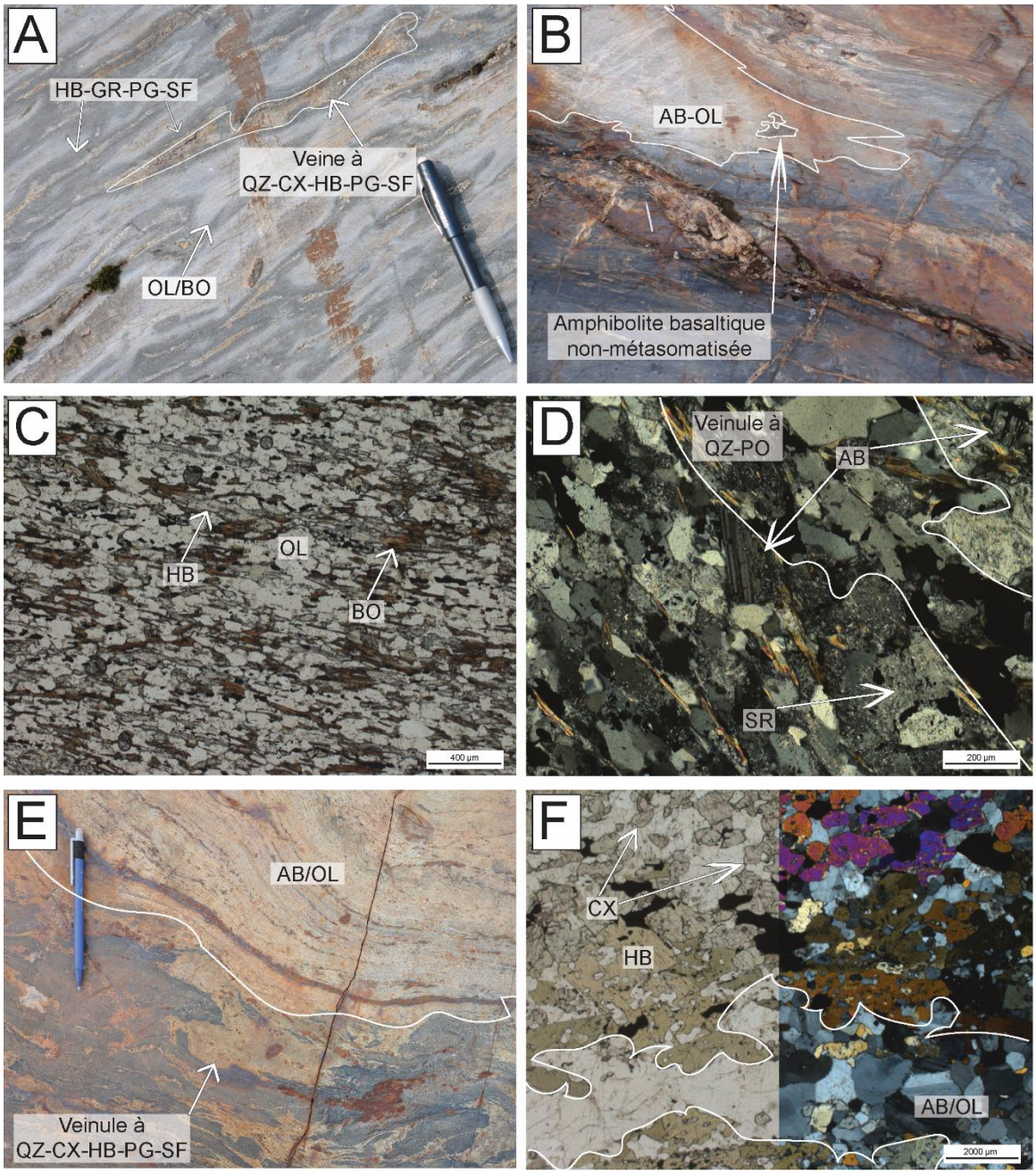


Figure 19**.** Planche des photos de l'altération sodique (albite-oligoclase). (A) Photo de terrain d'une veine calco-silicatée, avec altération intermédiaire à fer-manganèse et altération distale potassique. Le crayon fait 15 cm de long. (B) Photo de terrain d'une amphibolite basaltique affectée par l'altération sodique, avec aspect blanchâtre. La pointe de tungstène fait 14 cm de long. (C) Photo en lumière naturelle d'une amphibolite basaltique avec altération sodique/potassique, en zone distale à une veine calco-silicatée. (D) Photo en lumière polarisée d'un mudrock graphiteux avec AB en bordure d'une veinule à QZ-PO. (E) Photo de terrain, en bordure de la zone minéralisée, d'une amphibolite basaltique. L'apparence blanchâtre de la roche est donnée par l'albite et l'oligoclase. Crayon bleu fait 15 cm de long. (F) Photo en lumière naturelle et lumière polarisée d'une amphibolite basaltique avec veinules d'albite (AB)-oligoclase (OL) en bordure d'une veinule à QZ-CX-HB-PG-SF.

Altération sodique

Une altération sodique est distale à intermédiaire (0 à 1 m) aux veines calco-silicatées (figures 11F, 19A et 19B). Ces zones de mélange d'altération sodique/potassique, sont affectées par la schistosité principale S_n (figures 19A et 19C). Cette altération affecte les amphibolites basaltiques, les wackes et les mudrocks graphiteux. Les amphibolites basaltiques ont une patine blanchâtre due au remplacement de la roche primaire par l'oligoclase et l'albite. Le minéral dominant est l'oligoclase et parfois l'albite, mais la biotite est présente localement jusqu'à 20% (figures 19C et 19D). Un enrichissement en Na_2O est marqué sur les diagrammes « Isocon » des échantillons d'amphibolites basaltiques avec cette apparence blanchâtre (figure 20), avec des valeurs maximales de 4,5 % poids Na_2O, versus une valeur maximale de 2,8 % poids Na_2O dans les échantillons frais (tableau 1; annexe 1). Dans les amphibolites basaltiques tholéiitiques affectées par cette altération, le contenu en SiO_2 et en Al_2O_3 est plus élevé que dans les roches fraîches, tandis que le Fe_2O_3T, le CaO et le MnO sont plus faibles (tableau 1; annexe 1), et les éléments des terres rares ont été enrichis (figures 13A et 13B). Les échantillons avec ces zones de remplacement à oligoclase ne sont que faiblement enrichis en Au (figure 13).

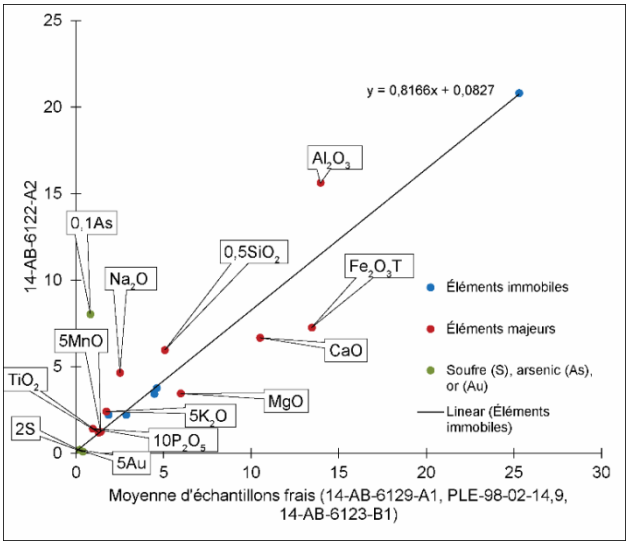


Figure 20. Diagramme « Isocon » de Grant (1986) pour une amphibolite basaltique affectée par l'altération sodique. L'échantillon 14-AB-6122-A1 correspond à la photo 19B. Teneurs dans le tableau 1, annexe 1.

Par contre, dans les amphibolites basaltiques, les mudrocks graphiteux et les dykes dioritiques porphyriques à plagioclase, des couloirs de cisaillement d'orientation ONO-ESE (figure 19E) sont enrichis en Na_2O et coupent l'altération calco-silicatée (figures 19E et 19F). Un échantillon prélevé dans le couloir de cisaillement en bordure de la zone principale de minéralisation, au contact des amphibolites basaltiques avec les formations de fer (figures 10A et 19E), a une valeur en or de 5,4 g/t (tableaux 1 et 2; annexe 1). Des échantillons de l'unité de mudrock graphiteux sont enrichis en Na_2O, avec un gain maximal

en sodium de 175 % dans un échantillon avec 54,6 g/t Au (tableau 1; annexe 1). En outre, l'enrichissement en Au est positivement corrélé avec l'augmentation en Na_2O dans cette unité et est associé avec des zones de cisaillement.

Altération potassique

L'altération potassique affecte les amphibolites basaltiques, ainsi que les formations de fer (figures 10B, 19A et 21) en zone distale à intermédiaire aux veines de quartz minéralisées (0 à 1 m). Le minéral dominant de cette altération est la biotite qui a une composition

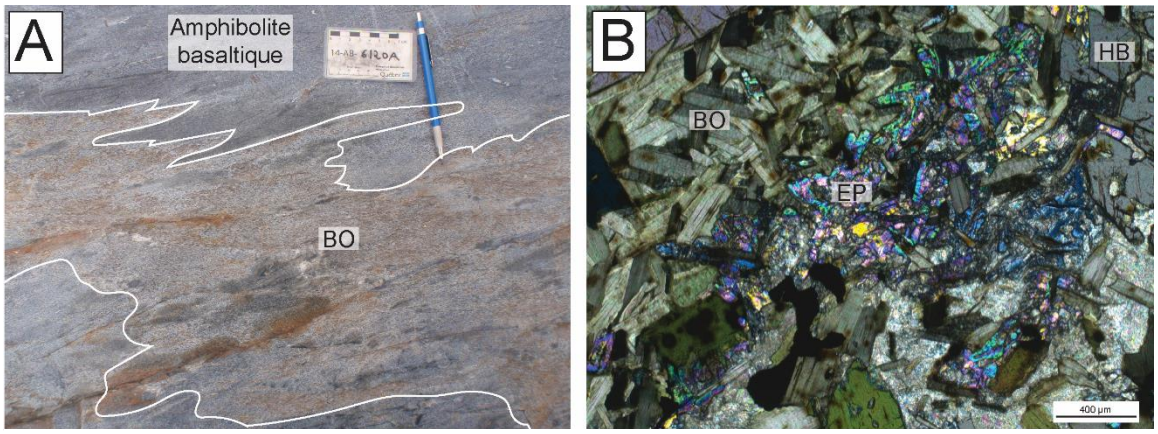
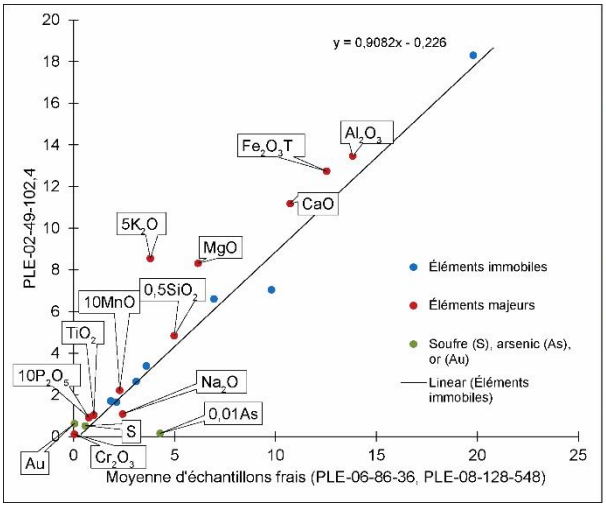


Figure 21**.** Planche des photos de l'altération potassique (biotite). (A) Photo de terrain d'une amphibolite basaltique affectée par l'altération potassique. (B) Photo en lumière polarisée d'un échantillon de formation de fer avec altération potassique (biotite) en bordure d'une altération calcique à hornblende-épidote.



ferrifère (26 à 36 % poids Fe_2O_3T; 4 à 8 % poids MgO) dans les formations de fer et plutôt magnésienne (16 à 20 % poids Fe_2O_3T;

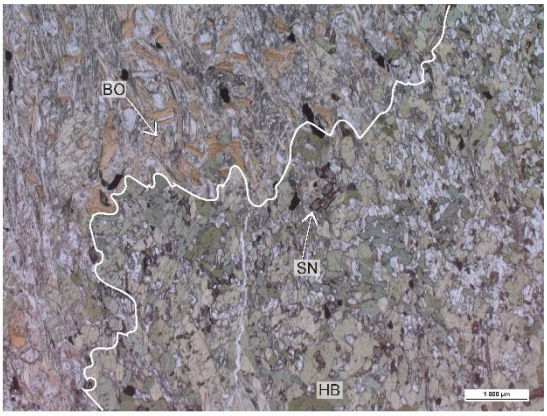


Figure 22**.** Diagramme « Isocon » de Grant (1986) pour une amphibolite basaltique affectée par l'altération potassique. La photo à droite correspond à l'Isocon. La biotite pervasive cristallise lors du métamorphisme d'une altération potassique. Elle est affectée par la foliation S_n. Teneurs dans le tableau 1, annexe 1.

13 à 14 % poids MgO) dans les amphibolites basaltiques. Dans les échantillons d'amphibolites basaltiques affectés par cette altération, un enrichissement en potassium est noté (figure 22), ainsi qu'un enrichissement en terres rares légères, un faible enrichissement en Au et des anomalies négatives en Eu/Eu* (figures 13 et 14) plus élevées que pour les échantillons frais. Cette altération pénétrative est affectée par la schistosité principale S_n (figure 21A).

Formations de fer

Les formations de fer à Orfée (figures 4 à 7) sont composées des faciès à oxydes et silicates. Trois populations ont été définies selon les oxydes majeurs SiO_2, Al_2O_3, et Fe_2O_3T, MnO et TiO_2 (figure 23 ; tableau 2, annexe 1). Suivant la classification de Meylan *et al.* (1981) et de Crerar *et al.* (1982), la population S9a correspond au faciès proximal de l'évent hydrothermal, S9b, au faciès intermédiaire, tandis que la population S9c est distale, avec une composante hydrolytique à détritique. Jusqu'à 20 % de biotite a été observée macroscopiquement dans les échantillons appartenant à la population S9c. Son assemblage minéralogique est composé de quartz-biotite-plagioclase ±grenat ±pyrrhotite ±apatite. Dans les populations S9a et S9b, la biotite peut être présente jusqu'à 5 %, mais la minéralogie dominante est constituée de niveaux à quartz-plagioclase ±clinopyroxène ±magnétite, à magnétite et à hedenbergite-grunérite-hornblende-grenat. La pyrrhotite, la

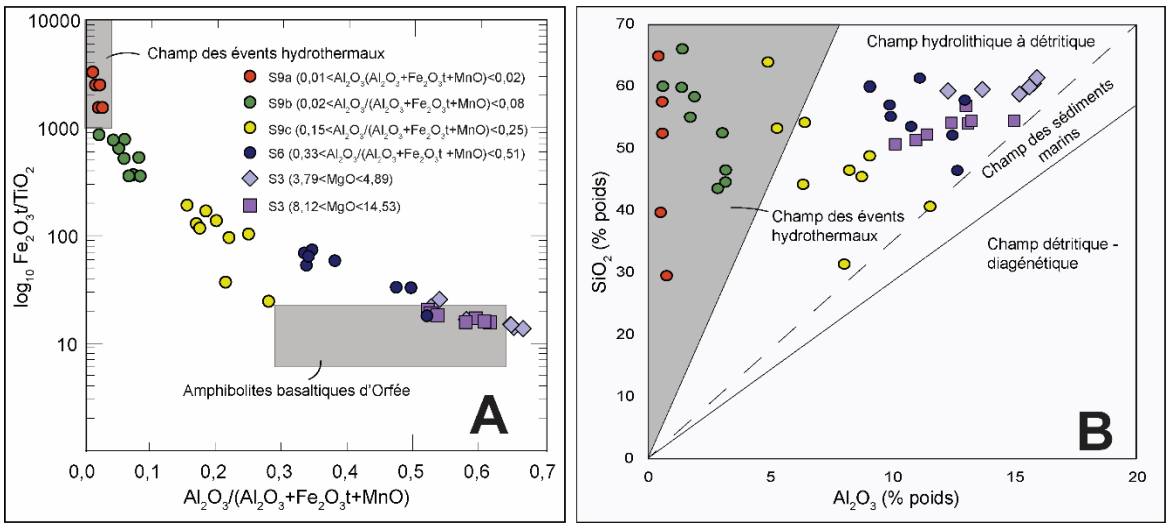


Figure 23. Diagrammes de discrimination des formations de fer et des roches sédimentaires à Orfée. Les champs des évents hydrothermaux des rides océaniques sont définis par les précipités chimiques des systèmes actuels. (A) Diagramme de Meylan *et al.* (1981). (B) Diagramme modifié de Crerar *et al.* (1982).

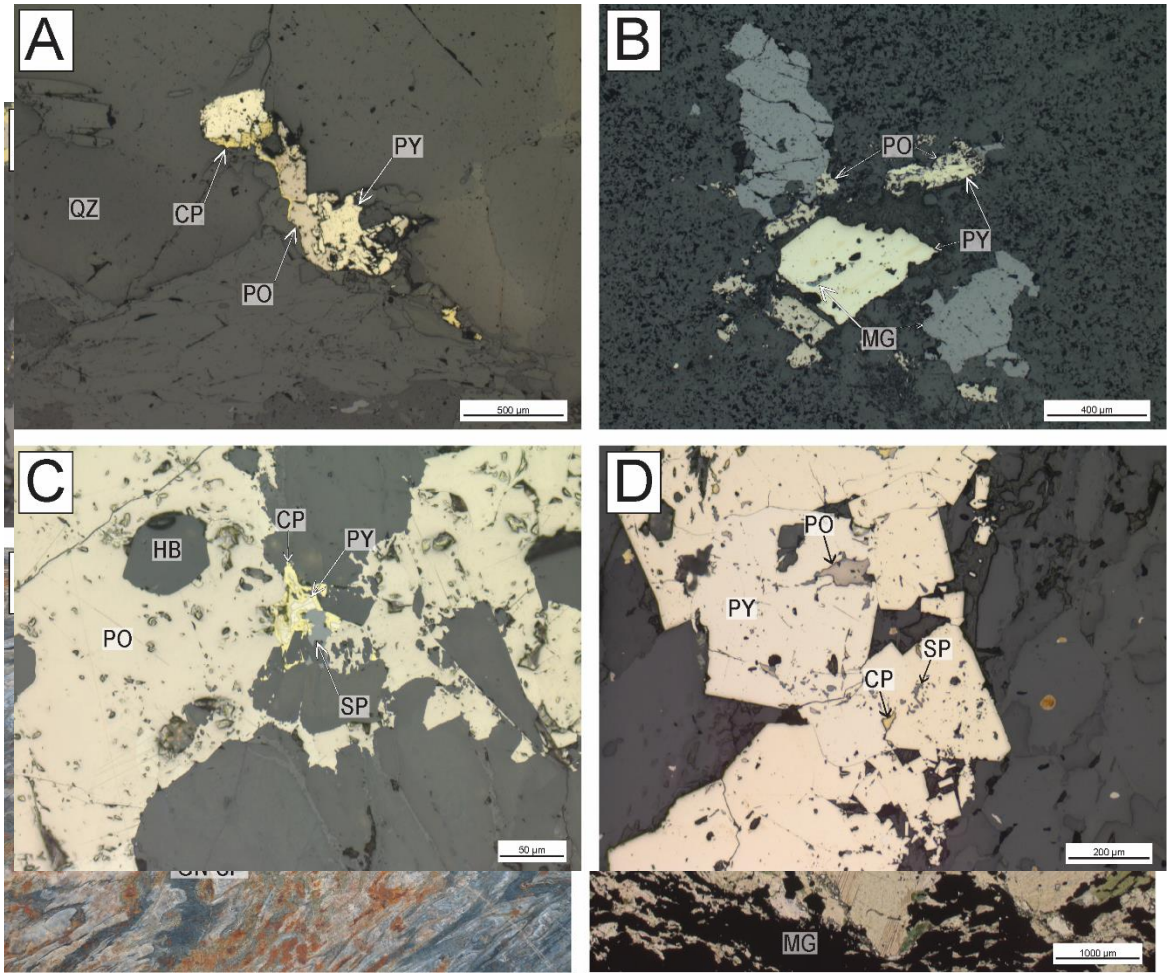


Figure 24. Planche des photos de l'altération dans les formations de fer. (A) Photo en lumière réfléchie de la pyrrhotite-chalcopyrite remplaçant la magnétite dans une formation de fer de la population S9b. (B). Photo en lumière réfléchie de la pyrrhotite semi-massive avec de l'or en inclusions et en bordures, dans une formation de fer. La pyrrhotite remplace la minéralogie primaire et forme des zones tabulaires de brèche. Des clastes sont composés de hornblende, clinopyroxène, quartz et plagioclase. (C) Photo de terrain d'un niveau à HB remplacé par la GN-SF. Photo par François Huot, Tranchée TR-01-01. L'aimant fait 14 cm de long. (D) Photo en lumière naturelle d'une formation de fer avec niveau à oxydes remplacé par des silicates comme la grunérite, le clinopyroxène et la hornblende.

pyrite, la chalcopyrite et l'arsénopyrite ont été décrites dans tous les faciès des formations de fer.

Dans les gîtes d'or orogénique encaissés par des formations de fer, métamorphisés au faciès des amphibolites, la zone d'altération distale peut avoir une largeur de 2 à 30 mètres, la zone intermédiaire peut être absente ou jusqu'à 5 mètres de large et la zone proximale peut être aussi large que 5 mètres, mais le plus souvent elle s'étend sur 20

centimètres autour de la zone minéralisée (Eilu *et al.*, 1999). Une altération proximale importante associée avec ce type de gîtes est la sulfuration des niveaux à magnétite et à silicates ferromagnésiens (figure 4). À Orfée, le sulfure dominant est la pyrrhotite massive à semi-massive interstitielle aux cristaux de ferromagnesiens (figure 24B). Des zones de remplacement de la magnétite par de la pyrrhotite (figure 24A) ont été observés autant en microscopie qu'en textures macroscopiques. Des veines/veinules à pyrrhotite dans les formations de fer et dans le mudrock graphiteux se forment suite au remplissage des ouvertures de tension (figure 15F) et coupent la schistosité principale S_n. En outre, en plus

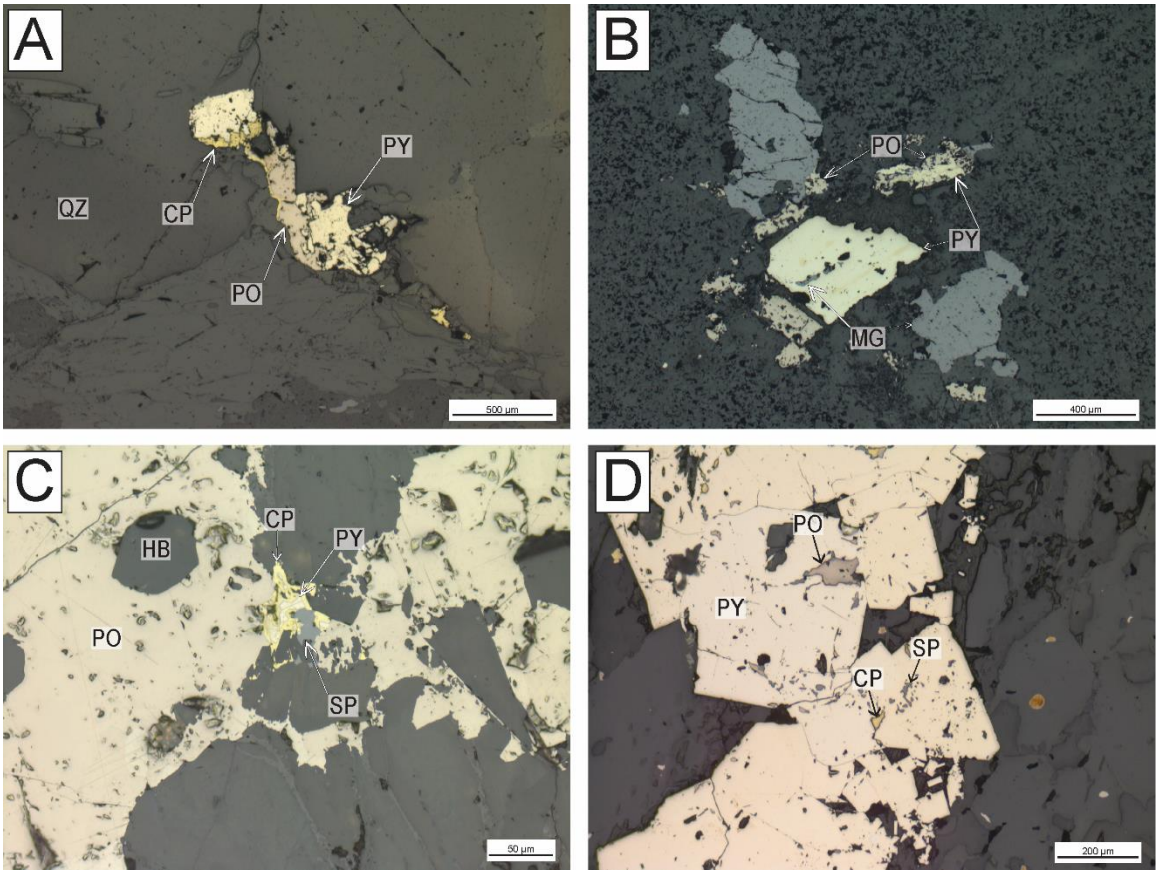


Figure 25. Planche des photos de la relation des différents sulfures associés avec la minéralisation. (A) Photo en lumière réfléchie des reliques de pyrite dans la pyrrhotite, avec chalcopyrite en bordure, dans une veine à QZ-PO-PY ±CX ±HB ±CP ±SN. (B) Photo en lumière réfléchie des reliques de pyrite dans la pyrrhotite et des reliques de magnétite dans la pyrite dans une veine à QZ-TL-PO-PY ±SN ±CP (C) Photo en lumière réfléchie des reliques de pyrite-chalcopyrite dans la pyrrhotite dans une formation de fer avec texture bréchiques. (D) Photo en lumière réfléchie de la pyrite secondaire idiomorphe, avec reliques de pyrrhotite, chalcopyrite et sphalérite.

du remplacement par les sulfures, les faciès oxydés à magnétite sont remplacés par des

faciès calco(-ferro)-silicatés à hedenbergite, ferro-hornblende et grunérite (figure 24C et D). Les niveaux primaires à silicates sont aussi affectés par cette altération. La hornblende primaire est remplacée par un assemblage à grunérite-sulfures (figure 24C). Ce type d'altération calco-silicatée est associé avec les formations de fer aurifères (Eilu *et al.*, 1999) et représente la zone d'altération proximale à intermédiaire. De la grunérite primaire résulte du métamorphisme des formations de fer, est stratiforme et n'est pas associée avec des sulfures.

Sulfuration et mise en place de la minéralisation

La sulfuration (1) et (2) résulte de l'interaction de fluides sulfurés avec les roches riches en fer de l'unité de formation de fer et des sédiments graphiteux, et dans une moindre mesure, des amphibolites basaltiques, selon les réactions suivantes (e.g. Phillips *et al.*, 1984) :

$$FeO + HAu(HS)_2 + \tfrac{1}{4}O_2 = FeS_2 + {}^{3}/_{2}H_2O + Au \quad (1)$$

$$Fe_3O_4 + 3HAu(HS)_2 + \tfrac{1}{2}O_2 = 3FeS_2 + {}^{9}/_{2}\,H_2O + 3Au \quad (2)$$

Le FeO (1) est présent dans les silicates ferrifères (e.g. hornblende), tandis que le Fe_3O_4 (2) représente les ferro-oxydes (e.g. magnétite). Le principal sulfure issu de ces réactions est la pyrite. La formation de la pyrrhotite (3) est beaucoup moins efficace quant à la précipitation de l'or (Phillips *et al.*, 1984).

$$2Fe_3O_4 + 3HAu(HS)_2 = 6FeS + 3Au + {}^{9}/_{2}H_2O + {}^{7}/_{4}O_2 \quad (3)$$

Il est fort probable qu'une première génération de pyrrhotite ait précipité à Orfée lors d'une sulfuration primaire (3), ensemble avec la pyrite (1), (2), et l'arsénopyrite, à l'interface des faciès des schistes vert et des amphibolites (300 ±50°C et 1-3 kbar, Groves *et al.*, 1998). Par contre, la pyrite primaire est souvent associée avec la genèse des formations de fer et des mudrocks graphiteux, dans des environnements subaquatiques (Tomkins *et al.*, 2006). Des quantités moins importantes de pyrite peuvent faire partie aussi de l'assemblage des amphibolites basaltiques, issue d'une altération hydrothermale.

Des textures microscopiques, ainsi que la faible efficacité de la formation de la pyrrhotite de précipiter l'or (Philips *et al.*, 1984) suggèrent qu'au moins une partie de la

pyrrhotite massive à semi-massive dans les formations de fer et les mudrocks graphiteux est secondaire et remplace la pyrite primaire. Des reliques de pyrite dans la pyrrhotite massive recristallisée et dans des cristaux isolés, ainsi que des pseudomorphes de pyrite sont remplacés par la pyrrhotite. Ces reliques ont été observées dans les formations de fer et dans des veines calco-silicatées et à quartz-tourmaline (figures 25A à 25C). La décomposition de pyrite en pyrrhotite (4) est un phénomène observé lors du métamorphisme prograde, initié à des températures de 400°C à 570°C (Ferry, 1981; Tomkins, 2010; Goldfarb, 2015). Le souffre, ainsi libéré, se combine avec le fer des oxydes de fer et des minéraux ferromagnésiens pour former la pyrrhotite ((5); e.g. Tracy et Robinson, 1988). Lors du métamorphisme prograde, la pyrrhotite est le produit de la décomposition de la pyrite, mais aussi de la combinaison du souffre relâché lors de la réaction (4) avec des minéraux riches en fer (5). Comme discuté plus haut, la pyrite aurait pu faire partie de l'assemblage primaire des formations de fer et du mudrock graphiteux, mais une autre origine possible est la sulfuration à l'interface des faciès des schistes verts et des amphibolites inférieur (300 ±50°C et 1-3 kbar).

$2FeS_2 = 2FeS + S_2$ (4)

(Fe, Mg)-CL + EP+ QZ+ FeS_2 = Mg-AM + AN + FeS+ O_2 + H_2O (5)

Dans la matrice des formations de fer et du mudrock graphiteux, de l'arsénopyrite aurifère a été observée. Par contre, l'or et des reliques de löllingite dans les cœurs de cette génération d'arsénopyrite suggèrent son origine secondaire et sont le résultat du métamorphisme rétrograde. En effet, les cristaux d'arsénopyrite aurifère sont observés surtout lorsqu'ils sont adjacents à la pyrrhotite dans l'assemblage lithologique primaire.

$FeAs_2 + (1/x)FeS(1 + x) \rightarrow 2FeAsS + ([1+x]/x)FeS$ (6)

Selon la réaction (6), lors du métamorphisme rétrograde de la löllingite, lorsque celle-ci est adjacente à la pyrrhotite, l'arsénopyrite en résulte. De la löllingite aurifère a été observée dans le mudrock graphiteux et dans des veines calco-silicatées. Ces grains isolés de löllingite ont des bordures d'arsénopyrite rétrograde, mais la réaction complète n'a pas eu lieu dû au manque de pyrrhotite. La löllingite précipite lorsque la température ou la fugacité du souffre sont trop élevées pour créer des conditions favorables à la précipitation de

l'arsénopyrite (Tomkins *et al*., 2006). Seulement <1% de cristaux d'arsénopyrite euédriques ont aussi été notés et sont faiblement aurifères. Cette arsénopyrite est associée avec le métamorphisme rétrograde et possiblement avec la mise en place des dyke de granite pegmatitique.

Ainsi, la pyrrhotite est résultat de plusieurs réactions lors du métamorphise prograde (4 et 5) : décomposition de pyrite en pyrrhotite, possiblement la décomposition d'arsénopyrite primaire en löllingite-pyrrhotite (inversion de réaction 6) et la combinaison du soufre avec les ferro-oxydes et les silicates ferromagnésiens. Le soufre relâché lors de la décomposition de la pyrite migre dans des charnières des plis P_n et des <<*boudins necks*>> contemporains au métamorphisme prograde, pour former des accumulations de pyrrhotite

Les veines calco-silicatées sont minéralisées, avec une moyenne de 0,4 g/t Au, mais une valeur maximale atteint 2 g/t Au. La löllingite aurifère, des pseudomorphes de pyrite remplacée par de la pyrrhotite et de l'or en inclusions dans le clinopyroxène dans ces veines, ainsi que l'arsénopyrite avec inclusions d'or et des reliques de löllingite, impliquent qu'au moins une partie de la minéralisation à Orfée est pré à syn-métamorphisme. En outre, des cristaux idiomorphes de pyrite dans les formations de fer sont tardifs, et contiennent à leur tour des reliques de pyrrhotite, de chalcopyrite et de sphalérite (figure 25D). Cette pyrite n'est que très faiblement aurifère (~0,32 ±0,16 g/t Au), ce qui suggère qu'elle est associée au métamorphisme rétrograde plutôt qu'à un évènement aurifère subséquent.

Altérations tardives

Une série d'altérations de basse température (~300°C) est systématiquement associée avec de l'or libre disséminé (figure 26). La chlorite des veinules dans les formations de fer coupe l'assemblage primaire de cette unité (figure 26B) et précipite simultanément avec l'or visible le long des fractures dans la hornblende, le clinopyroxène ou la magnétite (figure 26A). Sur la figure 26B, la veinule aurifère à chlorite coupe l'altération potassique métamorphisée dans un échantillon de formation de fer. Sur le diagramme « Isocon » de Grant (1986), cet échantillon est enrichi en Al_2O_3, Fe_2O_3T, K_2O et en CaO, ainsi qu'en S et Au. Une altération potassique est postérieure à l'altération à

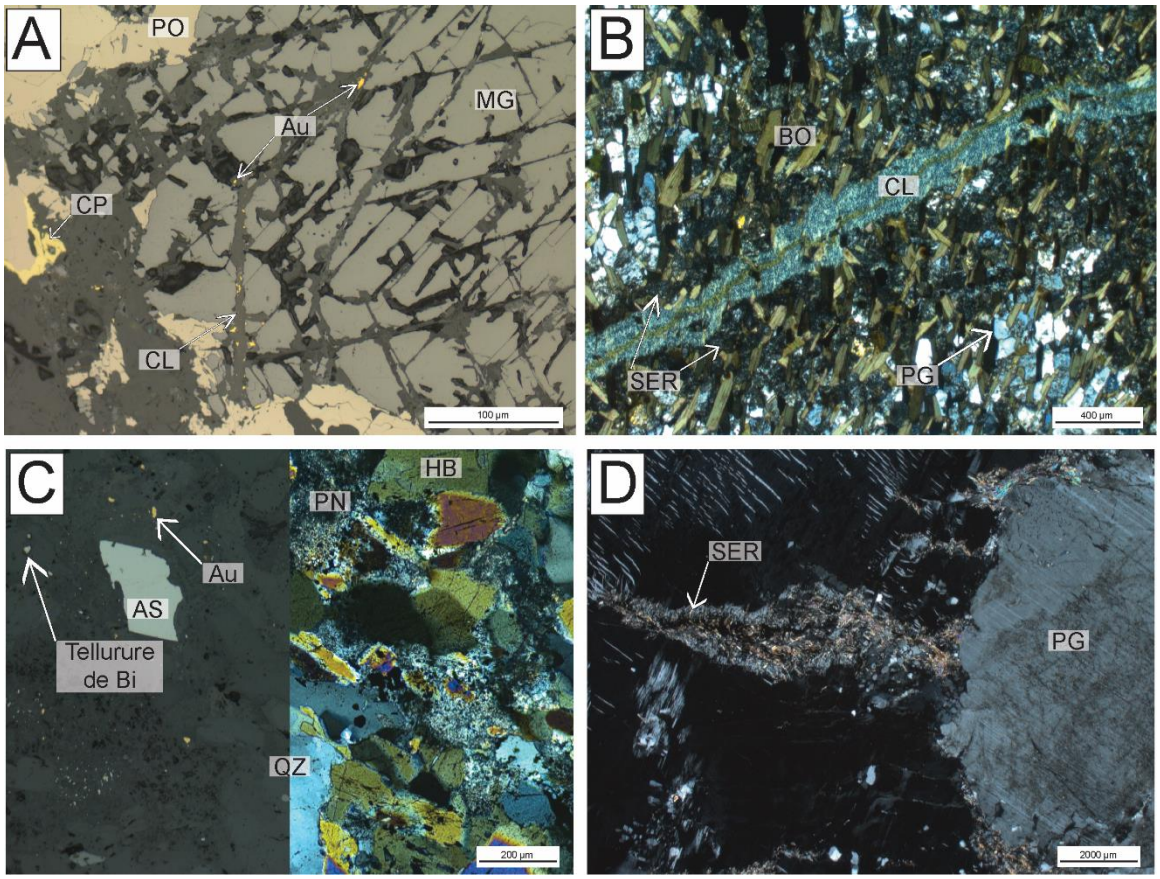


Figure 26**.** Planche des photos des altérations tardives. (A) Photo en lumière réfléchie d'or libre (Au) au long d'une fracture dans un cristal de magnétite dans une formation de fer. L'or est associé avec une veinule à chlorite. (B) Photo en lumière polarisée d'une veinule à chlorite aurifère avec altération à séricite en épontes dans une formation de fer. (C) Photo en lumière réfléchie et lumière polarisée d'une veinule à QZ-PG avec AS-tellurure de bismuth-Au dans un dyke dioritique porphyrique à plagioclase. L'or et les sulfures sont associés avec une altération à prehnite. (D) Photo en lumière polarisée d'une veinule avec altération à séricite dans un granite pegmatitique.

biotite. Elle est caractérisée par la présence de la séricite aux épontes de veinules à chlorite (figure 26B), affecte les plagioclases de façon irrégulière ou elle est retrouvée le long de fractures (figure 26D). Cette altération à séricite est tardive et elle n'est affectée par aucune déformation subséquente. Des veinules à quartz, coupées par une altération irrégulière et/ou veinules à prehnite, ont été observées dans les dykes dioritiques porphyriques à plagioclase (figure 26C). Ces veinules sont concentrées dans les dykes en zone proximale au contact entre les formations de fer et les amphibolites basaltiques. Un assemblage minéralogique à arsénopyrite-tellurures de bismuth-Au-pyrrhotite-chalcopyrite est associé avec ces veinules de quartz et avec l'altération à prehnite. Des veinules à prehnite coupent aussi l'altération pénétrative à fer-manganèse dans les amphibolites basaltiques (figure 11C).

L'association de l'or visible à des zones d'altération irrégulières à séricite, chlorite, prehnite ou épidote et à des factures et/ou veinules (tableau 2; annexe 1) dans des calco-silicates ou de la magnétite, suggère une remobilisation rétrograde tardive de l'or. En effet, ces altérations sont de basse température (~300°C) et n'ont pas été déformées par un évènement subséquent.

Discussion

L'assemblage lithologique principal sur les tranchées à Orfée (figures 4 à 7) est composé d'amphibolites basaltiques, de formations de fer interlitées avec un mudrock graphiteux et des wackes. Cet assemblage est affecté par des veines et veinules calco-silicatées (figures 10D et 15) et à quartz-tourmaline. Les veinules calco-silicatées et la tourmalinisation représentent des altérations proximales à intermédiaires à la zone de minéralisation principale concentrée au contact des amphibolites basaltiques avec les formations de fer et le mudrock graphiteux. De l'or visible et de la löllingite aurifère ont été observées dans ces veines calco-silicatées, avec des valeurs maximales de 2,04 g/t Au. Par contre, la majorité de la minéralisation est associée avec des zones de remplacement, des *stringers* et des veines de tension à pyrrhotite ±chalcopyrite ±pyrite ±arsénopyrite ±Au massifs à semi-massifs et avec de la löllingite aurifère et disséminée. La sulfuration à pyrrhotite affecte les formations de fer, le mudrock graphiteux et les amphibolites basaltiques proximales (0-5 m; figure 9) au contact avec les formations de fer. Dans une moindre mesure, les wackes sont aussi coupées par des *stringers* à sulfures. Des auréoles enrichies en fer-manganèse affectent les amphibolites basaltiques de façon pervasive et semblent aussi intermédiaires aux veines calco-silicatées (figures 11E et 11F), mais leur relation avec l'évènement de sulfuration est mal comprise. Une altération potassique et une altération sodique (figures 19 et 21), plus discrètes que l'altération calco-silicatée et à fer-manganèse, sont distales aux veines calco-silicatées (figures 19A et 19B). Un enrichissement en sodium est spatialement associé avec des couloirs de cisaillement aurifères, proximaux (<1 m; figure 19E) à la zone de minéralisation. Ces couloirs sont postérieurs aux veines calco-silicatées, aux auréoles à fer-manganèse et aux altérations potassique et sodique. Ils affectent aussi les dykes dioritiques porphyriques à plagioclase.

Des niveaux à grunérite-hornblende-plagioclase ±clinopyroxène ±grenat ±sulfures remplaçant des niveaux à magnétite et à silicates ferromagnésiens (figures 24C et 24D) dans les formations de fer à Orfée, peuvent être interprétés comme une altération à (Fe, Mg)-chlorite-épidote-carbonates-quartz-pyrite ±arsénopyrite ±Au (calco-silicatée) métamorphisée lors du pic métamorphique, aux facies des amphibolites. La cristallisation du clinopyroxène est initiée lors du métamorphisme prograde, à des conditions de température et de pression autour de 550° à 615° C et 2 à 3 kbar, respectivement (Haase, 1982; équations 7 et 8) :

$CC + CL + QZ = HB + GR + CO_2 + H_2O$ (7)

$CC + HB + QZ = GR + CX + CO_2 + H_2O$ (8)

Les veines/veinules calco-silicatées coupant les amphibolites basaltiques, représentent la même altération à (Fe, Mg)-chlorite-épidote-carbonates-quartz-pyrite ±arsénopyrite ±Au, métamorphisée lors du pic métamorphique ou introduite syn-pic métamorphique. Des calco-silicates peuvent aussi être le résultat de la réaction entre le graphite et l'H_2O, relâché lors de la déshydratation des silicates au faciès des schistes verts (e.g. chlorite; Ohmoto et Kerrick, 1977). Les veines calco-silicatées et à quartz-tourmaline ont été mises en place après $S_{<n}$ et coupent cette foliation préexistante. Ces veines sont contemporaines à un évènement de déformation D_n et sont parallèles ou coupent la foliation principale S_n (figure 15E). Des textures d'*ouverture-et-remplissage* dans des veines à quartz-tourmaline (figure 17C) et des veines calco-silicatées laminaires suggèrent une mise en place dans un environnement dynamique extensionnel. Lors d'un évènement de déformation subséquent D_{n+1}, les veines calco-silicatées et à quartz-tourmaline sont plissées. Simultanément à la déformation D_n, les formations de fer subissent un épaississement causé par un mouvement apparent dextre (figure 4) et des plis isoclinaux P_n se développent. Pour accommoder le stress causé par ce plissement, des couloirs de cisaillement tardi-tectoniques se forment, et affectent les veines calco-silicatées et à quartz-tourmaline. Des linéations d'étirement associées avec ces couloirs de cisaillement définissent un grand plan d'orientation ONO-ESE, la même orientation que la foliation dans les couloirs de cisaillement et des plans axiaux des plis P_n. Durant cet évènement D_n, toute déformation postérieure et le litage sont

parallélisés à une orientation moyenne ONO-ESE. Des reliques de la foliation $S_{<n}$ sont observées seulement en microscopie optique.

L'altération pénétrative à fer-manganèse, affectant surtout les amphibolites basaltiques et le mudrocks graphiteux, est caractérisée par des zones irrégulières et des auréoles à grenat-hornblende-plagioclase (figures 11E et 11F) autour des veines calco-silicatées (et possiblement à quartz-tourmaline). Les grenats de cette altération contiennent ~15 % spessartine, le pôle manganésien, et sont plus enrichis en manganèse (~7 % poids MnO) par rapport aux grenats dans les veines calco-silicatées (~3 poids % MnO). Le manganèse est incorporé en premier dans les grenats (Theye *et al.*, 1996), ce qui explique les concentrations plus élevées en MnO dans les cœurs de ces grenats que dans leurs bordures. Les stades précoces de la première foliation S_n ou une foliation antérieure $S_{<n}$ est caractérisée par des inclusions dans les grenats, à angle par rapport à l'alignement des hornblendes métamorphiques. Des inclusions de graphite dans de la hornblende (unité de mudrock graphiteux) suggèrent aussi une foliation précoce $S_{<n}$. Les grenats syn-tectoniques cristallisent lors du métamorphisme M_n, évènement contemporain à la déformation D_n. Avec la température et la pression qui progressent, les grenats subissent une rotation, et un évènement de déformation subséquent D_{n+1} ou l'évènement D_n tardif cassent ces grenats (figure 11B et C). L'altération intermédiaire à fer-manganèse est pré- à syn-veines calco-silicatées et à quartz-tourmaline, ainsi qu'aux altérations potassique et sodique. Les échantillons affectés par les zones irrégulières à grenat-hornblende-plagioclase sont plus enrichis en Au avec une valeur maximale de 0,4 g/t Au (tableaux 1 et 2; annexe 1), tandis que les amphibolites basaltiques fraîches ont une teneur maximale de 0,06 g/t Au (tableaux 1 et 2; annexe 1). En outre, la pyrrhotite et la chalcopyrite ont été observées en inclusions dans ces grenats (figure 11A). La présence de ces sulfures en inclusions suggère que la sulfuration par décomposition de la pyrite en pyrrhotite ou par la précipitation de la pyrrhotite primaire était déjà entamée lors de la cristallisation de ces grenats. Par contre, il faut mentionner que l'origine de ces sulfures et des auréoles d'altération à fer-manganèse peuvent être aussi corrélées avec la genèse des formations de fer et du mudrock graphiteux. Des veinules à pyrrhotite tardives précipitent dans des fractures le long des grenats dans les auréoles à fer-manganèse. Les textures des veines et veinules à pyrrhotite (figure 11B) impliquent la mise en place dans un environnement de faible déformation, associée avec la

remobilisation lors d'un évènement de déformation cassante D_{n+1} ou des stades tardifs de D_n.

Les amphibolites basaltiques affectées par des couloirs de cisaillement proximaux à la zone principale de minéralisation, sont enrichies en Na_2O, en Au, en As, en S, en Al_2O et en SiO_2, et sont appauvries en Fe_2O_3T et en CaO (figure 19E; tableau 1, annexe 1). Ces couloirs de cisaillement sont aurifères et semblent corrélées systématiquement avec un enrichissement en sodium avec un évènement de sulfuration syn-métamorphisme et/ou de remobilisation des sulfures. L'aluminium est souvent immobile, mais à Orfée, il est enrichi dans les échantillons affectés par les veines à quartz-tourmaline, ainsi que dans les couloirs de cisaillement. L'aluminium est soluble dans des fluides formés dans des environnements métamorphiques de pression moyenne à grande (Kerrick, 1988; Ague, 1997; Widmer et Thompson, 2001). En outre, l'aluminium devient particulièrement soluble lors de l'interaction des roches et des fluides magmatiques et/ou métamorphiques riches en SiO_2 et Na_2O (Manning, 2006).

Les textures de la biotite et de la séricite/argiles associées avec des altérations potassiques, renforcent l'idée de deux évènements d'altération: le plus ancien est relié à la cristallisation de la biotite, syn S_n et pré à syn-pic métamorphique, tandis que le second est associé à la séricite rétrograde, syn à post S_{n+1} (figure 26D).

Dans l'unité de dykes dioritiques porphyriques à plagioclase, dont un a été daté à 2703 ±7 Ma (Bogatu *et al*., 2016), des veinules à quartz-plagioclase contiennent un assemblage à pyrrhotite-chalcopyrite-arsénopyrite-Au-tellurures de bismuth (figure 26C). Dans ces veinules, le quartz a une extinction ondulatoire et les grains ont subi une recristallisation avec rotation. Ces textures indiquent une cristallisation dynamique, donc syn-déformation. Ce type de veines aurifères est associé : 1) avec la mise en place de la minéralisation post-intrusion, contemporaine aux couloirs de cisaillement; ou 2) avec la minéralisation et/ou remobilisation de l'or, syn D_{n+1}. Les dykes dioritiques porphyriques à plagioclase coupent la foliation primaire $S_{<n}$, et semblent couper localement la foliation principale S_n mais ils ont enregistré un faible mouvement apparent dextre. Des veines calco-silicatées et les auréoles d'altération à fer-manganèse sont coupées par ces dykes, mais le tout est déformé dans des couloirs de cisaillement d'orientation ONO-ESE. Des enclaves mafiques dans ces dykes contiennent de la löllingite aurifère. Ceci suggère que

l'évènement de minéralisation syn-pic métamorphiques est pré-intrusion des dykes dioritiques. Un évènement D_{n+1} affecte ces dykes. Un clivage de crénulation est défini par les plans axiaux de ces plis, d'orientation E-O. Des linéations d'étirement affectant les dykes sur la tranchée TR-01-02 à Orfée, définissent un plan d'orientation ONO-ESE, parallèle aux zones de cisaillement. Ces zones de cisaillement ont possiblement été réactivées lors de l'évènement subséquent de déformation D_{n+1}, aussi responsable de la remobilisation de l'or dans des dykes de granite pegmatitique datés à 2613,6 ±0,4 Ma (Bogatu *et al.*, 2016).

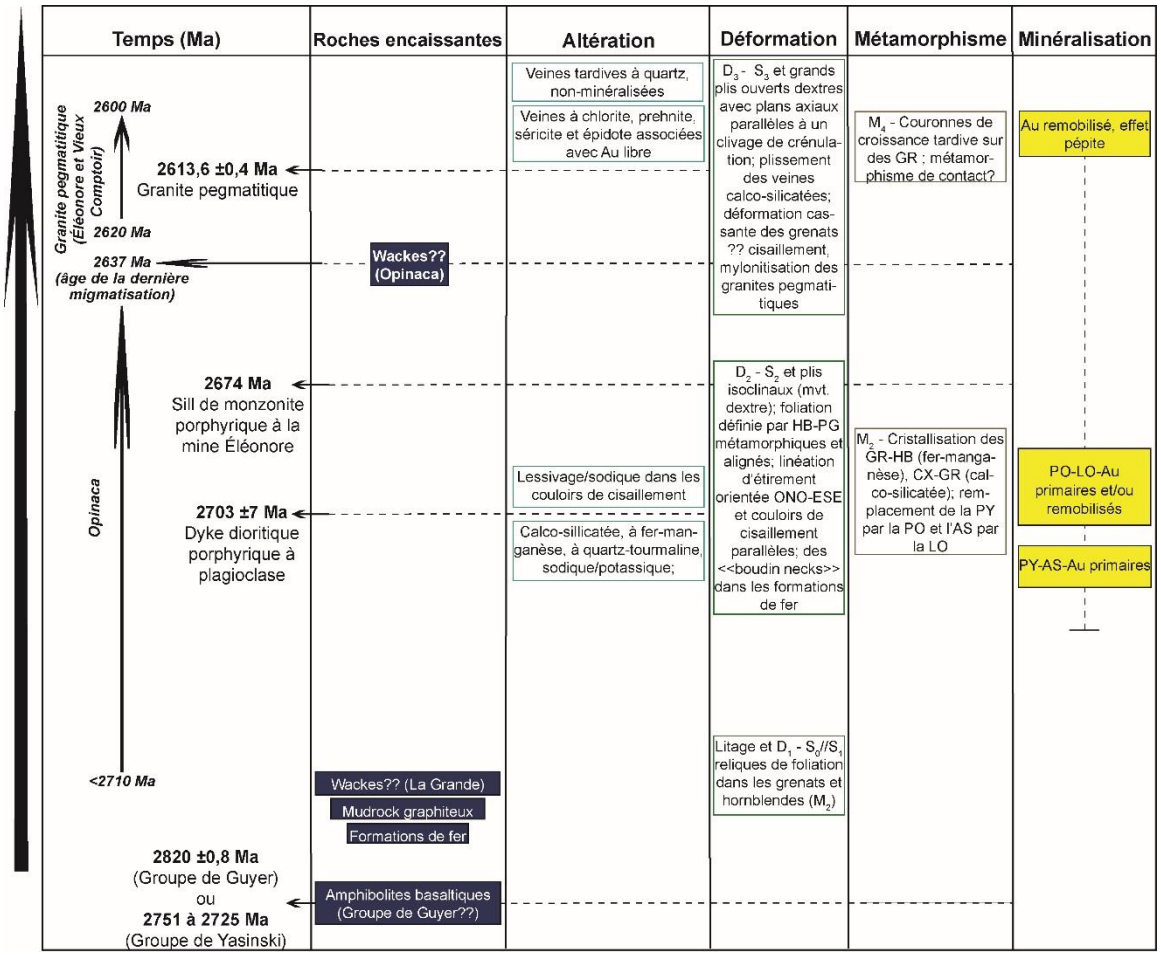


Figure 27. Séquence paragénétique résumant les différents évènements de déformation, de métamorphisme, d'altération et de minéralisation de l'assemblage lithologique du gîte Orfée.

Des veines et veinules ou des zones irrégulières d'altération à chlorite, séricite, prehnite et épidote sont associées avec l'or visible dans l'assemblage lithologique principal, ainsi que dans les dykes dioritiques porphyriques à plagioclase. Les textures de l'or (figure 26A) et l'assemblage minéralogique des altérations de basse température suggèrent que

cette minéralisation est associée avec un évènement de remobilisation de l'or rétrograde, liée au dernier évènement de métamorphisme (M_3). Une valeur maximale de 2,62 g/t obtenue dans un échantillon de granite pegmatitique (tableau 3, PLE-02-27-99, 2014060807), de l'altération à séricite (figure 26D) et de la pyrrhotite en inclusion dans les grenats de cette unité, suggèrent qu'un évènement de remobilisation de l'or est syn- à post intrusion du granite pegmatitique. En outre, cette unité felsique, datée à 2613,6 ±0,4 Ma, est affectée par un évènement de déformation postérieur à la déformation D_{n+1}, et une foliation S_{n+1} est orientée E-O. Des veinules à prehnite coupent des veines aurifères à quartz-plagioclase dans des dykes dioritiques porphyriques à plagioclase. Elles sont associées avec l'évènement de remobilisation de l'or, et elles sont postérieures à l'intrusion de granite pegmatitique. À Orfée Est, l'or visible a été observé en inclusions dans les plagioclases, partiellement séricitisés, des dykes de diorite quartzifère. Les cristaux de hornblende de ces dykes sont alignés parallèlement à la foliation principale S_n, alors que le quartz et le plagioclase ne semblent pas avoir enregistrés cette déformation.

Conclusion et travaux futurs

Les altérations affectant l'assemblage lithologique encaissant le gîte Orfée ont été décrites et interprétées dans le cadre de ce rapport. Aussi, une séquence paragénétique a été établie et est fondée sur l'interprétation des altérations décrites.

La minéralisation à Orfée est encaissée par des veines et veinules calco-silicatées et à quartz-tourmaline, des *stringers* et des ouvertures de tension à sulfures, et des zones de remplacement à sulfures massifs à semi-massifs (pyrrhotite ±pyrite ±chalcopyrite ±arsénopyrite ±Au). L'or visible est associé avec des veines d'altération à prehnite, à séricite et à chlorite le long de fractures dans des minéraux calco-silicatés (clinopyroxène, hornblende, etc.) ou des oxydes (magnétite), ainsi qu'en inclusions et/ou en bordure de la pyrrhotite massive et dans l'arsénopyrite et la löllingite disséminées.

Une altération pénétrative à fer-manganèse remplace l'assemblage minéralogique primaire des amphibolites basaltiques suite à un évènement de métasomatisme, et est discordante à la foliation primaire $S_{<n}$ dans les amphibolites basaltiques, mais contemporaine à la foliation principale S_n. Cette altération est observée sous forme d'auréoles d'altération autour des veines calco-silicatées, mais aussi de façon pervasive en

zone intermédiaire au contact des formations de fer et des amphibolites basaltiques. Lors du métamorphisme régional M_n, un assemblage à grenat, hornblende, plagioclase et sulfures cristallise dans les zones affectées par cette altération. Des valeurs plus élevées en or dans les échantillons d'amphibolites basaltiques affectés par cette altération (moyenne de 0,2 g/t Au) et leur cristallisation sous forme d'auréoles autour des veines minéralisées suggèrent un lien avec les veines calco-silicatées, et avec un évènement minéralisateur. Par contre, une association avec la genèse des formations de fer est aussi envisageable. Une altération potassique et une altération sodique sont intermédiaires à distales aux veines calco-silicatées. Elles sont beaucoup plus discrètes que les altérations à fer-manganèse et calco-silicatée. Ces altérations sont discordantes à la foliation primaire $S_{<n}$, sont affectées par la foliation S_n et par le métamorphisme régional. Les veines calco-silicates sont interprétées comme une altération à (Fe, Mg)-chlorite-épidote-carbonates-quartz-pyrite ±Au, métamorphisée lors du pic métamorphique, au faciès des amphibolites. Des pseudomorphes de pyrite remplacée par la pyrrhotite dans les veines calco-silicatées, ainsi que des inclusions de pyrite dans la pyrrhotite dans des zones de remplacement suggèrent que ces veines ont subi le métamorphisme prograde. La pyrite est remplacée par la pyrrhotite (4) à des températures de 400 à 570°C. Le soufre libéré lors de cette réaction (4) se combine avec les ferro-oxydes et les ferro-silicates pour former de la pyrrhotite, concentrée par après dans les charnières et les flancs des plis P_n. De la löllingite aurifère disséminée est aussi observée dans des veines calco-silicatées et dans la matrice des formations de fer et du mudrock graphiteux. Des sulfures sont aussi concentrés le long des couloirs de cisaillements aurifères et enrichis en sodium, contemporains à l'évènement de déformation D_n. Les sulfures massifs à semi-massifs (pyrrhotite ±pyrite ±chalcopyrite ±Au) sont remobilisés post pic métamorphique lors d'une déformation subséquente D_{n+1} ou les stades tardifs de D_n. Ces occurrences suggèrent un évènement de remobilisation (ou sulfuration) dans un environnement de déformation cassante ou de grande pression. De plus, des dykes boudinés de granite pegmatitique proximaux au contact des formations de fer avec les amphibolites basaltiques, contiennent des traces de pyrrhotite et des valeurs maximales en or de 2,62 g/t. Des altérations de basse température – chlorite, séricite, prehnite et épidote – sont associées avec de l'or libre, au long de fractures dans des cristaux d'hornblende, magnétite et clinopyroxène. Cette remobilisation tardive est locale. Elle est

contemporaine au dernier évènement de métamorphisme rétrograde M_{n+1}, possiblement local, contrôlé par la mise en place des dykes de granite pegmatitique.

Des veines et veinules calco-silicatées et à quartz-tourmaline, ainsi que l'altération potassique et sodique décrite dans les sections précédentes, sont des altérations fréquemment associées avec l'or dans un système orogénique. De plus, le remplacement des niveaux oxydés (magnétite) par des niveaux silicatés (e.g. clinopyroxène, grenat) et sulfurés (pyrrhotite-pyrite), ainsi que l'association de la minéralisation avec des sulfures massifs à semi-massifs concentrés dans des charnières des plis et des couloirs de cisaillement, suggèrent aussi un évènement aurifère orogénique. Par contre, l'or visible en lames minces est relié à un évènement tardif de remobilisation de l'or, postérieur à 2613,6 ±0,4 Ma. Les textures de l'or visible et son association avec des altérations de basse température suggèrent la concentration tardive de l'or le long de fractures à chlorite, séricite et prehnite dans la hornblende, clinopyroxène et magnétite.

Références

Aucoin, M., Beaudoin, G., Creaser, R.A. et Archer, P., 2012. Metallogeny of the Marco zone, Corvet Est, disseminated gold deposit, James Bay, Quebec, Canada. Canadian Journal of Earth Sciences; volume 49, pages 1154-1176.

Ague, J.J., 2004. Fluid flow in the deep crust. In The Crust, (ed. R. L. Rudnick). Elsevier-Pergamon; volume 3, pages 195–228.

Augland, L.E., David, J., Pilote, P., Leclerc, F., Goutier, J., Hammouche, H., Lafrance, Talla Takam, F., Deschènes, P.-L. et Guemache, M., 2016. Datations U-Pb dans les provinces de Churchill et du Supérieur effectuées au GÉOTOP en 2012-2013. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles; RP 2015-01, 43 pages.

Bau, M., Möller, P, 1993. Rare earth element systematics of the chemically precipitated component in Early Precambrian iron formations and the evolution of the terrestrial atmosphere hydrosphere- lithosphere system. Geochmica et Cosmochimica Acta; volume 57, pages 2239-2249, 1993.

Bogatu, A., Huot, F., Goutier, J., Guilmette, C., Rhéaume-Ouellet, A., Beaudoin, G et Davis, D., 2016. Minéralisation aurifère du gîte Orfée, Eeyou Istchee Baie-James, Québec. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec; MB 2016-10, 47 pages.

Cayer, A., 2003. Programme de forage, automne 202 – hiver 2003, propriété Le Moyne Extension. Rapport statutaire déposé au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles; GM60336, 593 pages et 38 plans.

Crerar, D.A., Namson, J., Chyi, M.S., Williams, L. and Feigenson, M.D., 1982. Manganiferous Cherts of the Franciscan Assemblage: I. General Geology, Ancient and Modern Analogues, and Implications for Hydrothermal Convection at Oceanic Spreading Centers. Economic Geology; volume 77, pages 519-540.7

David, J., Simard, M., Bandyayera, D., Goutier, J., Hammouche, H., Pilote, P., Leclerc, F. et Dion, C., 2012. Datations U-Pb effectuées dans les provinces du Supérieur et de Churchill en 2010-2011. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; RP2012-01, 33 pages.

Davis, D.W., Simard, M., Hammouche, H., Bandyayera, D., Goutier, J., Pilote, P., Leclerc, F., et Dion, C., 2014. Datations U-Pb effectuées dans les provinces du Supérieur et de Churchill en 2011-2012. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; RP2014-05, 62 pages.

Dubé, B. et Gosselin, P., 2007. Greenstone-hosted quartz-carbonate vein deposits, *In*: Mineral Deposits of Canada: A Synthesis of Major Deposit-Types, District Metallogeny, the Evolution of Geological Provinces, and Exploration Methods (Goodfellow, W.D., editor). Geological Association of Canada, Mineral Deposits Division; Special Publication No. 5, pages 49-73.

Eilu, P., Mathison, C., Groves, D.I. et Allardyce, W., 1999. Atlas of alteration assemblages, styles and zoning in orogenic lode-gold deposits in a variety of host rock and metamorphic settings. Geology and Geophysics Department, Centre for Strategic Mineral Deposits, University of Western Australia; Publication nr. 30, 50 pages.

Eugster H.P. et Baumgartner L., 1987. Mineral solubilities and speciation in supercritical metamorphic fluids. Dans: Carmichael, I.S.E., Eugster, H.P. (eds.) Reviews in Mineralogy. Thermodynamic Modeling of Geologic Materials: Minerals, Fluids and Melts. Mineralogical Society of America; volume 17, pages 367-404.

Ferry, J.M., 1981. Petrology of graphitic sulfide-rich schists from south-central Maine: an example of desulfidation during prograde regional metamorphism. American Mineralogist; volume 66, pages 908–930.

Goldfarb, R.J., Groves, D.I., 2015. Orogenic gold: common or evolving fluid and metal sources through time. Lithos; volume 233, pages 2-26

Goutier, J., Dion, C., Ouellet, M.-C., Davis, D.W., David, J. et Parent, M., 2002. Géologie de la région du lac Guyer (33G/05, 33G/06, 33G/11). Ministère des Ressources naturelles, Québec; RG2001-15, 53 pages, 3 plans.

Grant, J. A., 1986. The isocon diagram—a simple solution to Gresens' equation for metasomatic alteration. Economic Geology; volume 81, pages 1976–1982.

Groves, D.I., Goldfarb, R.J., Gebre-Mariam, M., Hagemann, S.G. et 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, volume 13, pages 7-27.

Haase, C.S., 1982. Metamorphic petrology of the Negaunee iron formation, Marquette District, Northern Michigan: mineralogy, metamorphic reactions, and phase equilibria. Economic Geology; volume 77, pages 60-81.

Henry, J.D., Novak, M., Howthorne, C.F., Ertl, A., Dutrow, L.B., Uher, P., and Pezzotta, F., 2011. Nomenclature of the tourmaline-supergroup minerals. American Mineralogist; volume 96, pages 895-913.

Kerrick, D.M., 1987. Cold-seal systems, *dans* Ulmer, G.C., and Barnes, H.L., eds., Hydrothermal experimental techniques: New York, Wiley; pages 293–323.

Manning, C.E., 2006. Mobilizing aluminum in crustal and mantle fluids. Journal of Geochemical exploration; volume 89, pages 251-253.

Mercier-Langevin, P., Daigneault, R., Goutier, J., Dion, C. et Archer, P., 2012. Geology of the Archean Intrusion-Hosted La-Grande-Sud Au-Cu Prospect, La Grande Subprovince, James Bay Region, Québec. Economic Geology; volume 107, pages 935-962.

Meylan, M.A., Glasby, G.P., Kendler, K.E. et Jonhston, J.H., 1981. Metalliferous deep-sea sediments, in Wolf, K.H., ed., Handbook of strata-bound and stratiform ore deposits: Amsterdam, Elsevier; volume 9, pages 77-178.

Ohmoto H. et Kerrick D.M., 1977. Devolatilization equilibria in graphitic schists. Americal Journal of Science; volume 277, pages 1013–1044.

Phillips, G.N., et Groves, D.I., 1984. Fluid access and fluid-wall rock interaction in the genesis of the Archean gold-quartz vein deposit at Hunt mine, Kambalda, Western Australia, *In* Foster, R.P., ed., Gold '82: The Geology, Geochemistry and Genesis of Gold Deposits: Proceeding of the Symposium Gold' 82, Balkema, Rotterdam; pages 389-416.

Phillips, G.N., Groves, D.I. et Martyn, J.E., 1984. An epigenetic origin for Archean banded iron-formation-hosted gold deposits. Economic Geology; volume 79, pages 162-171.

Richer-Laflèche, M., Moorhead, J., Goutier, J. et Fallara, F., 2000. Géochimie des roches volcaniques et des formations de fer du Groupe de Yasinski, sous-province de La Grande. Ministère des Ressources naturelles, Québec; MB 2000-13, 77 pages.

Rollinson, H.R., 1993. Using Geochemical Data: Evaluation, Presentation and Interpretation. Longman, Harlow, 352 pages.

Sun, S.S. et McDonough, W.F., 1995. Composition of the Earth. Chemical Geology; volume 120, pages 223-253.

Sverjensky, D.A., 1987. Calculations of the thermodynamic properties of aqueous species and the solubilities of minerals in supercritical electrolyte solutions. *In*: Reviews in Mineralogy. Thermodynamic Modeling of Geologic Materials: Minerals, Fluids and Melts (Carmichael, I.S.E., Eugster, H.P., editors). Mineralogical Society of America; volume 17, pages 177–209.

Theye, T., Schreyer, W. et Fransolet, A.M., 1996. Low-temperature, low-pressure metamorphism of Mn-rich rocks in the Lienne syncline, Venn-Stavelot Massif (Belgian Ardennes), and the role of carpholite. Journal of Petrology; volume 37, pages 767-783.

Tomkins, A.G., Frost, B.R., et Pattison, D.R.M., 2006. Arsenopyrite melting during metamorphism of sulfide ore deposits. Canadian Mineralogist; volume 44, pages 1045–1062.

Tomkins, A.G., 2010. Windows of metamorphic sulfur liberation in the crust: implications for gold deposit genesis. Geochimica et Cosmochimica Acta; volume 74, pages 3246–3259.

Tracy, R.J. et Robinson, P., 1988. Silicate-sulfide-oxide-fluid reactions in granulite-grade pelitic rocks, central Massachusetts. American Journal of Science; volume 288A, pages 45-74.

Tremblay, M. 2004. Étude structurale et cartographie de quatre tranchées de la propriété Poste Lemoyne Extension. Rapport interne Mines d'Or Virginia inc.

Widmer, T. et Thompson, A.B., 2001. Local origin of highpressure vein material in eclogite facies rocks of the Zermatt-Saas zone, Switzerland. American Journal of Science; volume 301, pages 627–656.

Annexe 1

Tableau 1 - Teneurs des éléments majeurs, du soufre et des métaux associés aux différentes altérations présentes dans le gisement aurifère d'Orfée, ainsi que les teneurs associés aux roches les moins altérées.

Tableau 2 - Synthèse des caractéristiques des altérations des gîtes aurifères d'Orfée, d'Orfée Est et de Le Moyne Extension.

Tableau 3 - Liste des échantillons utilisés dans le cadre de l'étude des gîtes aurifères Orfée, Orfée Est et Le Moyne Extension.

Tableau 1 - Teneurs des éléments majeurs, du soufre et des métaux associés aux différentes altérations présentes dans le gisement aurifère d'Orfée, ainsi que les teneurs associés aux roches les moins altérées.

Les éléments majeurs sont exprimés sous forme d'oxydes. Les teneurs des éléments majeurs et du soufre sont en pourcentage poids, tandis que les autres éléments sont en ppm. Les caractérisitiques des échantillons sont présentées dans le tableau 3.

Lithologies	Altération	Moyenne des teneurs des échantillons représentatifs	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3T	MgO	MnO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	P_2O_5	Cr_2O_3	Cu	Ag	Ni	Mo	Zn	S	Au	As
Amphibolites tholéiitiques	roches non altérées	14-AB-6129-A1; PLE-02-21-72,3; PLE-98-02-14,9	50,74	13,96	13,47	5,98	0,28	10,52	2,52	0,35	1,29	0,10	0,02	97,33	0,30	77,67	1,00	92,00	0,20	0,04	8,20
		±	0,73	0,31	0,50	0,22	0,04	0,36	0,27	0,10	0,12	0,02	0,00	16,11	0,00	7,85	0,00	4,24	0,04	0,03	1,47
	Fe-Mn-S	14-AB-6123-A1; 14-AB-6132-B1; PLE-02-23-182; PLE-98-02-20,41; PLE-06-88-354,8; PLE-02-23-166,4	45,98	12,32	21,82	4,15	0,59	11,27	1,26	0,38	1,54	0,13	0,02	202,17	0,30	48,83	1,00	93,33	1,36	0,80	12,50
		±	2,67	0,70	2,49	0,86	0,12	1,06	0,20	0,13	0,33	0,04	0,01	53,38	0,00	15,00	0,00	4,82	0,32	1,47	2,68
	calco-silicatée	14-AB-6128-C1; 14-AB-6109-A3; 14-AB-6109-A2; 14-AB-6122-A1; PLE-02-21-114,8; PLE-02-23-180; 14-AB-6116-A1	45,53	12,29	18,06	5,12	0,61	13,52	1,31	0,42	1,17	0,11	0,02	260,50	0,30	64,33	2,00	101,17	0,76	0,21	107,33
		±	2,74	1,15	2,30	0,76	0,21	4,81	0,70	0,31	0,34	0,03	0,00	300,99	0,00	30,02	1,83	41,73	0,74	0,32	76,66
	potassique/sodique	PLE-02-21-56,8; 14-AB-6120-A1; 14-AB-6109-A1	53,75	14,25	12,96	5,39	0,24	6,95	3,19	0,62	1,59	0,16	0,02	64,33	0,30	50,00	1,00	92,00	0,13	0,08	19,73
		±	2,60	1,03	3,32	1,14	0,02	1,48	0,78	0,12	0,36	0,07	0,00	6,65	0,00	17,68	0,00	15,64	0,14	0,05	20,72
	lessivage/sodique	14-AB-6122-A2; 14-AB-6137-A1	60,92	15,15	7,20	2,77	0,17	5,81	5,10	0,63	0,85	0,19	0,03	26,50	0,35	60,50	1,00	91,00	0,83	2,73	630,10
		±	1,46	0,47	0,05	0,67	0,08	0,86	0,46	0,15	0,33	0,05	0,02	18,50	0,05	28,50	0,00	30,00	0,79	2,69	549,90
	séricite	PLE-02-20-162,75; PLE-02-21-114,8;14-AB-6128-C1	49,83	13,08	15,65	4,51	0,50	10,04	2,18	1,08	1,62	0,16	0,01	160,00	0,30	49,67	1,00	85,33	1,23	0,65	57,33
		±	3,05	0,39	1,02	1,08	0,08	1,88	0,51	0,08	0,32	0,03	0,00	145,57	0,00	9,88	0,00	16,52	1,05	0,61	33,72

Lithologies	Altération	Moyenne des teneurs des échantillons représentatifs	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3T	MgO	MnO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	P_2O_5	Cr_2O_3	Cu	Ag	Ni	Mo	Zn	S	Au	As
Amphibolites d'affinité transitionnelle	roches non altérées	14-AB-6129-A1; PLE-02-21-72,3; PLE-98-02-14,9	49,83	13,83	12,54	6,17	0,23	10,74	2,43	0,76	1,00	0,08	0,04	103,00	0,30	91,50	1,00	92,50	0,57	0,05	428,95
		±	1,56	0,13	0,89	0,01	0,06	0,23	0,14	0,04	0,03	0,01	0,01	96,00	0,00	3,50	0,00	10,50	0,40	0,05	416,05
	Fe-Mn-S	14-AB-6123-A1; 14-AB-6132-B1; PLE-02-23-182; PLE-98-02-20,41; PLE-06-88-354,8; PLE-02-23-166,4	48,85	13,71	18,55	4,35	0,62	9,58	2,11	0,84	0,92	0,16	0,02	105,50	0,30	67,50	1,00	78,50	1,34	0,38	17,35
		±	2,13	0,57	2,02	0,88	0,07	0,39	0,04	0,16	0,10	0,04	0,00	15,50	0,00	1,50	0,00	6,50	0,16	0,11	2,05
	quartz-tourmaline	PLE-07-105-267,3; PLE-07-112-277,5	49,26	16,88	10,48	6,40	0,16	9,39	1,44	0,27	0,90	0,16	0,08	125,50	0,90	88,50	12,50	86,50	1,26	0,34	570,25
		±	2,59	2,46	0,24	0,75	0,02	2,18	0,46	0,03	0,08	0,06	0,04	15,50	0,60	12,50	10,50	25,50	0,07	0,02	529,75
	calco-silicatée	PLE-07-105-267,3; PLE-04-79-118,9; PLE-02-14-70; PLE-02-49-25,2; PLE-02-24-182,5	47,82	12,18	18,52	5,78	0,46	9,50	1,71	0,58	1,02	0,13	0,04	108,20	0,30	107,80	2,00	104,40	1,82	0,33	190,14
		±	2,49	2,28	6,86	2,93	0,29	1,89	0,50	0,27	0,38	0,06	0,04	27,24	0,00	80,00	1,55	60,97	1,20	0,19	315,25
	potassique/sodique	PLE-02-49-102,4; PLE-02-52-5	50,70	14,15	11,44	6,62	0,17	9,75	1,73	1,64	0,86	0,07	0,09	241,50	0,30	132,00	1,50	67,00	1,34	0,41	15,85
		±	2,35	0,68	1,30	1,70	0,05	1,43	0,65	0,07	0,17	0,02	0,01	152,50	0,00	44,00	0,50	15,00	0,83	0,21	0,95
	séricite	PLE-02-31-20,5; PLE-06-87-154; PLE-02-24-182,5	51,31	13,32	16,63	3,28	0,14	6,25	2,60	1,44	0,98	0,13	0,01	274,00	0,60	55,00	2,33	114,00	3,38	1,61	208,13
		±	4,94	1,43	4,82	1,18	0,12	2,78	0,41	0,62	0,59	0,05	0,00	186,43	0,29	13,95	0,94	83,12	0,51	1,85	253,17
Wackes de composition intermédaire	roches non altérées	14-AB-6138-A1; PLE-02-09-59,2	59,25	15,39	8,02	4,18	0,10	4,02	2,97	3,22	0,59	0,23	0,05	65,50	0,30	133,50	1,00	73,50	0,24	0,06	6,10
		±	0,28	0,13	0,39	0,09	0,01	0,35	0,53	0,20	0,01	0,03	0,00	11,50	0,00	7,50	0,00	3,50	0,01	0,06	3,10
	quartz-tourmaline	PLE-08-128-554; PLE-04-79-145; PLE-07-99-151; PLE-08-128-571,2	56,97	18,14	7,70	4,37	0,08	3,68	2,98	1,85	0,67	0,17	0,09	42,00	0,30	128,00	6,00	67,50	0,72	0,45	944,50
		±	1,55	2,02	0,03	0,52	0,01	0,46	0,20	1,00	0,05	0,01	0,04	7,00	0,00	22,00	3,00	1,50	0,05	0,26	815,50
	calco-silicatée	PLE-98-02-30; PLE-08-128-571,2	58,39	12,10	10,39	2,27	0,05	4,41	1,72	5,13	0,43	0,16	0,03	71,00	0,15	58,50	3,50	45,00	2,42	0,51	86,95
		±												11,00	0,15	16,50	0,50	11,00	0,43	0,41	7,85

Lithologies	Altération	Moyenne des teneurs des échantillons représentatifs	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3T	MgO	MnO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	P_2O_5	Cr_2O_3	Cu	Ag	Ni	Mo	Zn	S	Au	As
Mudrock graphiteux	roches non altérées	PLE-02-21-111; PLE-02-20-154,75	60,39	10,06	14,62	1,02	0,11	2,98	1,45	3,35	0,31	0,06	0,01	153,50	0,35	48,50	2,50	441,50	4,61	0,25	397,00
		±	0,74	1,03	3,32	0,09	0,04	0,44	0,34	1,45	0,03	0,01	0,00	37,50	0,05	11,50	0,50	192,50	1,50	0,11	175,00
	calco-silicatée	PLE-02-20-154,75; PLE-02-23-202,8	52,87	9,47	21,48	2,93	0,14	5,49	1,43	1,64	0,67	0,21	0,03	100,50	0,35	67,00	1,00	71,00	2,40	1,11	291,35
		±	4,55	0,49	1,76	0,06	0,05	0,62	0,22	0,46	0,28	0,11	0,02	68,50	0,05	3,00	0,00	18,00	0,96	0,72	283,65
	sodique	PLE-02-21-124,6; 14-AB-6131-B1	52,35	11,51	20,35	1,55	0,03	2,12	3,30	1,58	0,31	0,10	0,02	273,00	1,85	62,00	5,00	113,00	5,55	31,33	1450,00
		±	0,47	0,89	0,04	0,14	0,00	0,23	0,66	0,18	0,04	0,03	0,01	41,00	1,15	14,00	0,00	13,00	1,53	23,28	210,00
	sulfuration	14-AB-6131-B1; PLE-02-21-124,6; PLE-02-23-202,8; 14-AB-6128-A1	52,55	11,21	18,94	2,03	0,10	3,82	2,71	1,62	0,56	0,12	0,01	203,00	1,08	59,25	3,75	184,50	4,34	16,30	1126,25
		±	3,16	1,53	4,27	0,55	0,07	1,76	0,99	0,36	0,27	0,05	0,00	79,93	1,12	11,56	1,64	138,35	1,62	22,29	390,82
Formation de fer (BIF-1 et BIF-2)	roches non altérées	PLE-06-88-437, PLE-07-112-496, 14-AB-6110-A3	55,41	1,40	33,57	1,94	0,13	4,72	0,18	0,23	0,05	0,43	0,01	76,00	0,30	24,67	3,67	158,33	4,49	0,45	317,00
		±	2,49	0,59	5,37	0,61	0,06	0,53	0,08	0,14	0,03	0,03	0,00	41,86	0,00	10,40	1,25	157,09	1,54	0,24	160,63
	calco-silicatée	PLE-07-105-415,4;PLE-07-101-278,3;PLE-06-88-437	47,75	1,27	36,02	1,88	0,17	6,48	0,12	0,26	0,04	0,46	0,01	171,00	0,77	49,83	4,83	225,00	6,23	9,09	216,30
		±	20,08	0,94	15,17	0,21	0,08	2,88	0,07	0,28	0,02	0,11	0,00	159,71	0,77	33,66	6,82	159,88	2,96	19,46	119,94
	sulfuration	PLE-02-21-127; 14-AB-6136-B1; PLE-02-14-81; PLE-02-14-79,6; PLE-07-112-486; PLE-06-88-438,6; 14-AB-6110-A2; 14-AB-6110-A3	38,77	1,36	43,71	1,80	0,15	5,10	0,10	0,23	0,04	0,45	0,01	275,86	1,23	65,29	2,29	146,29	7,97	13,40	283,31
		±	19,55	0,89	15,38	0,38	0,09	2,04	0,05	0,19	0,03	0,15	0,00	153,50	0,84	27,30	1,16	117,27	2,55	16,32	328,22

Tableau 2 - Synthèse des caractéristiques des altérations des gîtes aurifères d'Orfée, d'Orfée Est et de Le Moyne Extension.

Les caractérisitiques des échantillons sont présentées dans le tableau 3.

Altération	Type	Étendue	Minéralogie	Relation avec les zones minéralisées	Relations de recoupement	Roches encaissantes	Éléments enrichis	Éch. représentatifs
Fe-Mn-S ±Ca	pénétrative, bordures irrégulières; altération de remplacement	bordures de 5 cm à 5 m	HB-GR-PG-SF-MG	altération pré-métamorphique, intermédiaire (0 à 5 m) au contact entre les formations de fer et les amphibolites basaltiques	- altération pré-métamorphique, contemporaine aux formation de fer; - les bandes irrégulières de grenat-hornblende-plagioclase-sulfures coupent les bandes d'altération antérieure au cours d'un événement métamorphique prograde M2; - les grenats ont enregistré la foliation S1 ou la foliation S2 précoce; - ces bandes d'altération sont coupées par des veines de quartz-minéraux calco-silicatés et des veines de quartz-tourmaline, ainsi que par une série de dykes dioritiques à plagioclase, datés de 2703 ±7 Ma - le tout est coupé par des veinules tardives de sulfures-calcite-prehnite	amphibolites tholéiitiques	Fe_2O_3T-MnO ±CaO ±S ±Au ±Cu	14-AB-6123-A1; 14-AB-6132-B1; PLE-02-23-182; PLE-98-02-20,41; PLE-06-88-354,8; PLE-02-23-166,4
						amphibolites d'affinité transitionelle	Fe_2O_3T-MnO ±P_2O_5 ±S ±Au	PLE-02-14-70; PLE-02-20-130
Tourmalinisation	principalement des veines de quartz-tourmaline, mais présente aussi en halos d'altération autour des veines de quartz aurifères	2 à 20 cm	schrol (ferro-uvite)-quartz ±arsénopyrite	veines de quartz-tourmaline ou zones d'altération proximales (0 à 50 cm); ces veines affectent principalement l'assemblage lithologique d'Orfée Est, alors que moins de 1% ont été observées à Orfée	- altération métamorphique prograde; - se présentent sous la forme de veines laminées de quartz et de tourmaline; concordant avec la foliation principale S2; - les textures fissurées et scellées sont suggérées par les phases QZ-TL distales, l'assemblage intermédiaire QZ-CX-PG-PO-PY-MG ± CP ± AS et le QZ proximal au centre de ces veines; - l'arsénopyrite / löllingite euhédrique peut être associée aux veines de quartz-tourmaline	amphibolites tholéiitiques	Al_2O_3, Fe_2O_3T, CaO, MgO, SiO_2, K_2O, Cr_2O_3, As	PLE-06-90-418,75
						amphibolites d'affinité transitionelle	Al_2O_3, Au, S	PLE-07-105-267,3; PLE-07-112-277,5
			dravite-quartz ±arsénopyrite			wacke de composition intermédiaire	Al_2O_3, Fe_2O_3T, SiO_2, MgO, S, Au, As	PLE-08-128-554; PLE-04-79-145; PLE-07-99-151; PLE-08-128-571,2
Calco-silicatée	veines de quartz et de minéraux calco-silicatés ou halos proximaux autour des veines de quartz	1 à 30 cm	QZ-CX-GR-HB-PG ±PO ±CP ±PY ±CC ±SN ±AS ± LO ±Au	ces veines peuvent contenir de l'or visible; elles se présentent sous forme de veines de comblement et de veines d'extension, proximales (jusqu'à 5 m) de la zone minéralisée principale au contact des amphibolites et des formations de fer	- métamorphisme prograde syn-M2; les minéraux calco-silicatés sont présents dans les veines de quartz ou sous forme de halos d'altération autour de ces veines de quartz; - proximale à la zone minéralisée; - type d'extension ou veines de comblement; - dans les formations de fer, l'altération calco-silicatée affecte principalement le faciès silicaté et est proximale (0-20 cm) à des sulfures stratiformes; - veines syntectoniques et affectées par des zones de cisaillement D2, d'orientation WNW-ESE; ils sont replissés et boudinés par un événement de déformation D3 tardif; - coupé par les dykes dioritiques à plagioclase, datés à 2703 ±7 Ma	amphibolites tholéiitiques	Fe_2O_3T, CaO, MnO, S, As, ±Au	14-AB-6128-C1; 14-AB-6109-A3; 14-AB-6109-A2; 14-AB-6122-A1; PLE-02-21-114,8; PLE-02-23-180; 14-AB-6116-A1
						amphibolites d'affinité transitionelle	Fe_2O_3T, CaO, MnO, S, As, ±Au	PLE-07-105-267,3; PLE-04-79-118,9; PLE-02-14-70; PLE-02-49-25,2; PLE-02-24-182,5
						wacke de composition intermédiaire	Fe_2O_3T, CaO, SiO_2, S, ±Au	PLE-98-02-30; PLE-08-128-571,2
						mudrock graphiteux	CaO, Fe_2O_3T ±SiO_2, ±S	PLE-02-20-154,75; PLE-02-23-202,8
	zones de remplacement pénétrantes de minéraux calco-silicatés et de sulfures dans les formations de fer rubanées, principalement dans le faciès des silicates	0 à 20 cm	HB-GN-QZ-PG ±CX	bandes proximales (0 à 20 cm) aux niveaux minéralisés des formations de fer; les faciès silicatés sont principalement touchés par les sulfures		formations de fer	CaO, Au, S ± SiO_2	PLE-07-112-496; PLE-07-105-415,4;PLE-07-101-278,3;PLE-06-88-437; 14-AB-6136-A1

Altération	Type	Étendue	Minéralogie	Relation avec les zones minéralisées	Relations de recoupement	Roches encaissantes	Eléments enrichis	Éch. représentatifs
Potassique (±sodique)	bordures de remplacement pénétrantes	jusqu'à 1 m d'épaisseur	OG ±SR ± EP ±SF	de proximale à intermédiaire (2 cm à 5 m) de	- métamorphisme prograde syn-M2; se produit de manière proximale à intermédiaire aux veines minéralisées; - syn-D2 et replissé lors de l'évènement ultérieur D3; - contient diverses quantités de biotite et d'oligoclase	amphibolites tholéiitiques	K_2O, Au, S	PLE-02-21-56,8; 14-AB-6120-A1; 14-AB-6109-A1
						amphibolites d'affinité transitionelle	K_2O, Au, CaO, Fe_2O_3T	PLE-02-49-102,4; PLE-02-52-5
						formations de fer	K_2O, Al_2O_3	PLE-02-14-79,6; PLE-07-105-415,4; PLE-02-14-81; PLE-07-112-486; PLE-03-72-78; PLE-02-49-337
sulfuration et veines d'extension de quartz et sulfures	veines d'extension de QZ-SF et accumulations de sulfures massifs à disséminés dans les charnières et les flancs des plis; également remplacement stratiforme dans le faciès des oxydes et, dans une moindre mesure, dans le faciès des silicates ferro-magnésiens	Veinules et veines d'épaisseurs de <1 cm à 2 cm; remplacement stratifié de bandes de 1-2 cm d'épaisseur dans les formations de fer; concentrations massives à semi-massives de sulfures de 1-2 m d'épaisseur	QZ-PO-PY ±CP ±AS ±LO ±Au	représente la zone minéralisée principale; l'or est associé à ces zones de sulfures massifs à disséminés et à leurs filonets; affecte les amphibolites et les wackes limitrophes ou proximaux (<1 m) des formations de fer, mais la grande partie est associée aux formations de fer	le principal événement de sulfuration a débuté avant ou près du pic métamorphique et aurait pu se poursuivre après le pic post-métamorphique; - les restes de pyrite dans la pyrrhotite massive à semi-massive suggèrent qu'une partie du principal évènement de sulfuration est un pic pré-métamorphique; - les zones de remplacement PO ± CP ± Au (avec les restes de PY) massives à disséminées contiennent des fragments de CX, HB, GR, GN, QZ et PG suggérant que le remplacement correspond au pic post-métamorphique; remobilisation possible associée à D_3; - les veinules de PO-QZ sont boudinées lors d'un évènement D_3 ultérieur	formations de fer	SiO2, S, Au, As	PLE-02-21-127; 14-AB-6136-B1; PLE-02-14-81; PLE-02-14-79,6; PLE-07-112-486; PLE-06-88-438,6; 14-AB-6110-A2; 14-AB-6110-A3
						mudrock graphiteux	Fe_2O_3T, S, Au, As, Na_2O	14-AB-6131-B1; PLE-02-21-124,6; PLE-02-23-202,8; 14-AB-6128-A1
						amphibolites	Fe_2O_3T, S, Au, As	PLE-02-31-20,5 ; PLE-02-23-180; PLE-04-79-118,9
Sodique	lessivage et zones proximales de replacement, moins d'un mètre des zones de cisaillement minéralisées	zone de lessivage jusqu'à 1 m d'épaisseur	OG-AB-BO-MV	altération proximale (<1 m) des zones aurifères; principalement concentrée dans les zones de cisaillement	- syn à post pic métamorphique M2; présent sous forme d'un lessivage et d'un remplacement sodique dans les zones de cisaillement aurifères; - altération syntectonique; serait contemporain à la migration de pyrrhotite semi-massive à massive dans les charnières de plis D_2; - les dykes dioritiques, porphyriques à plagioclase sont affectés par ces zones de cisaillement aurifères WNW-ESE; - ces zones avec cette altération sodique coupent les veines calco-silicatées	amphibolites tholéiitiques	Al_2O_3, Na_2O, K_2O, SiO_2, As, $\pm P_2O_5$	14-AB-6122-A2; 14-AB-6137-A1
			OG-SER-QZ			dykes dioritiques, porphyriques à plagioclase	Na_2O, SiO_2, S	PLE-06-88-268,5
			OG-BO			mudrock graphiteux	Na_2O, S, As, Au	PLE-02-21-124,6; 14-AB-6131-B1

Altération	Type	Étendue	Minéralogie	Relation avec les zones minéralisées	Relations de recoupement	Roches encaissantes	Éléments enrichis	Éch. représentatifs
Prehnite/épidote/ chlorite	veines and veinules; remplissage de fractures	<1 cm à 2 cm	PN-CL-EP-CC-PO-PY-CP-AS ±Au	altérations tardives, associées avec un métamorphisme rétrograde et une remobilisation de l'or, sous forme de veinules et de fractures dans les zones calco-silicatées	- tardives, altérations métamorphiques rétrogrades, associées avec la déformation D3; postérieures aux injections granitiques datées à 2613 ±0,4 Ma; possiblement des altérations hydrothermaux de faibles profondeurs; - coupent toutes les altérations précédentes, incluant les bordures riches en Fe-Mn, les zones calco-silicatées, les veines de QZ-TL et les zones de sulfures semi-massives à massives; - associées avec la remobilisation tardive de toutes les zones minéralisées et de sulfures; or remobilisées dans les injections granitiques pegmatitiques; ces zones d'altération sont concentrées dans les veinules et des fractures; or visible est associé à la chlorite et observé dans des fractures de clinopyroxène, de hornblende et magnétite	dykes dioritiques, porphyriques à plagioclase	Fe_2O_3T, CaO, S, MnO, As, Au	PLE-02-49-162,45; PLE-02-23-191; 14-AB-6127-B1; PLE-98-02-15,5
			PN-CC-PO-PY-CP-AS ±Au			amphibolites tholéiitiques	Fe_2O_3T, CaO, S, As, Au	PLE-02-23-182; 13-AB-6133-C1
			CL-EP-CP-PO-PY ±Au			formations de fer	non détecté	PLE-07-112-486; PLE-02-14-79,6; 14-AB-6110-A2
			CL-CC-PO-CP-PY-AS			wacke de composition intermédiaire		PLE-98-02-30; PLE-07-112-507
			CL-PO-CP ±Au			granite pegmatitique		PLE-02-27-99
Séricite	altération rétrograde, en remplacement de plagioclase; aussi altération tardive associée avec une remobilisation de l'or	<1 cm à 2 cm	SR-SF ±FK	altération affectant des veines de chlorite riches en or; aussi associée avec de l'or natif dans des fractures	- tardive, altération rétrograde, contemporaine à l'altération en prehnite-chlorite-épidote; - remplacement rétrograde des plagioclases; ainsi que une altération associée avec la remobilisation de l'or	amphibolites tholéiitiques	K_2O, ±S, ±As, ±Au	PLE-02-20-162,75; PLE-02-21-114,8;14-AB-6128-C1
						wacke de composition intermédiaire		PLE-98-02-30

Tableau 3 - Liste des échantillons utilisés dans le cadre de l'étude des gîtes aurifères Orfée, Orfée Est et Le Moyne Extension.

No. échantillon	Numéro échantillon unique	SNRC	Fuseau	Estant NAD83	Nordant NAD83	Provenance	Type roche	Commentaires
14-AB-6131-B1	2014059051	33G06	18	485538	5923681	AG	S10E	Chert graphiteux avec SF
14-AB-6128-A1	2014059052	33G06	18	485571	5923672	AG	S10E	Chert graphiteux
14-AB-6123-B1	2014059053	33G06	18	485618	5923648	AG	M16	Basalte frais (Formation de Guyer ?)
14-AB-6128-C1	2014059054	33G06	18	485971	5923675	AG	M16	Basalte rouillé
14-AB-6133-B1	2014059055	33G06	18	485702	5923667	AG	M16	Basalte gloméroporphyrique
14-AB-6137-A1	2014059056	33G06	18	485624	5923641	AG	M15	M15, basalte lessivé (roche felsique à BO-PG-QZ)
14-AB-6123-A1	2014059057	33G06	18	485616	5923640	AG	M16	Basalte avec altération à GR-HB-CL-SF
14-AB-6135-B1	2014059058	33G06	18	485587	5923659	AG	R1	Veine de QZ sans SF dans M4
14-AB-6131-A1	2014059059	33G06	18	485533	5923680	AG	M4	Wacke, sédiments frais
14-AB-6127-C1	2014059060	33G06	18	485581	5923666	AG	M4	Sédiments mylonitisés avec boudins de QZ
14-AB-6122-A1	2014059061	33G06	18	485602	5923666	AG	M16	Basalte altéré à GR-PG, épidotisé
14-AB-6138-A1	2014059062	33G06	18	485630	5923626	AG	M4	M4, wacke schisteux
14-AB-6120-A1	2014059063	33G06	18	485596	5923676	AG	M16	Basalte altéré à BO - ressemble à un basalte lessivé
14-AB-6122-B1	2014059064	33G06	18	485599	5923670	AG	R1	Veine de QZ altérée à SF
14-AB-6129-A1	2014059065	33G06	18	485549	5923683	AG	M16	Basalte frais
14-AB-6128-B1	2014059066	33G06	18	485570	5923674	AG	I2J	I2 porphyrique à PG avec veines de QZ-HB-SF recoupant le dyke
14-AB-6110-C1	2014059067	33G06	18	487737	5923390	AG	M4	M4, wacke avec veine d'altération à GR-HB-QZ-PG. Altération semblable à l'altération du basalte
14-AB-6122-A2	2014059068	33G06	18	485600	5923668	AG	M15	M15, Basalte lessivé (roche felsique à BO-PG-QZ)
14-AB-6109-A3	2014059069	33G06	18	497749	5923391	AG	M16	Basalte avec altération à GR-HB-DP-PG-SF (20 %)
14-AB-6119-B1	2014059070	33G06	18	485592	5923682	AG	M16	Basalte gloméroporphyrique
14-AB-6143-A3	2014059071	33G06	18	485489	5923483	AG	M4	M16(V3B) avec altération pervasive à GR
14-AB-6110-A3	2014059072	33G06	18	487735	5923390	AG	S9D	S9D, formation de fer non altérée, originale avec litage
14-AB-6116-A1	2014059073	33G06	18	488081	5923278	AG	M16	M16(V3B), basalte avec altération à GR-DP-HB-QZ (Guyer)
14-AB-6114-A3	2014059074	33G06	18	488057	5923304	AG	S9B	S9B, litage original préservé
14-AB-6114-B1	2014059076	33G06	18	488049	5923307	AG	M4	M4 ou wacke frais
14-AB-6114-A1	2014059077	33G06	18	488055	5923306	AG	S9B	S9B, altération avec SF dans la chanière de pli
14-AB-6110-A1	2014059078	33G06	18	487744	5923385	AG	S9D	S9D avec altération GR-HB-SF-MG-GP recoupant le litage

14-AB-6109-A2	2014059079	33G06	18	487750	5923392	AG	M16	Basalte altéré - apparence rouillée, avec PO
PLE-06-86-260,8	2014059080	33G06	18	485539	5923726	FD	M4	M4, schisteux, éch. forage de 260,8 m à 261,5 m
14-AB-6134-A1	2014059081	33G06	18	485618	5923630	AG	I1B[PG]	I1B[PG] pour datation U-Pb
14-AB-6124-B1	2014059082	33G06	18	485631	5923643	AG	I2J	I2 porphyrique à PG, frais
PLE-02-27-98	2014060801	33G06	18	485539	5923692	FD	S9D	éch. forage de 98,0 m à 98,5 m
PLE-02-21-124,6	2014060802	33G06	18	485639	5923655	FD	S10E	chert graphiteux, éch. forage de 124,6 m à 125,0 m
PLE-02-52-5	2014060803	33G06	18	485561	5923824	FD	M16	altéré à EP-SF, éch. forage de 5,0 m à 5,5 m
PLE-02-21-111	2014060804	33G06	18	485640	5923664	FD	S6	unité sédimentaire non mineralisé, éch. forage de 111,0 m à 111,5 m
PLE-02-52-33,3	2014060805	33G06	18	485558	5923807	FD	SF	SF semi-massifs à massifs dans un basalte, éch. forage de 33,3 m à 33,8 m
PLE-02-21-148,5	2014060806	33G06	18	485637	5923639	FD	S10E	chert graphiteux aurifère, éch. forage de 148,5 m à 149,5 m
PLE-02-27-99	2014060807	33G06	18	485539	5923692	FD	I1B[PG]	éch. forage de 99,0 m à 99,5 m
PLE-02-21-127	2014060808	33G06	18	485639	5923653	FD	S9B	éch. forage de 127,0 m à 127,5 m
PLE-98-02-30	2014060809	33G06	18	485624	5923643	FD	M4	unité sédimentaire non mineralisé, éch. forage de 30,0 m à 30,6 m
PLE-98-02-14,9	2014060810	33G06	18	485629	5923653	FD	M16	amphibolite de basalte frais, altération à BO à 2%, éch. forage de 14,9 m à 15,4 m
PLE-02-21-102,4	2014060811	33G06	18	485641	5923670	FD	I1B[PG]	pegmatite fraîche, éch. forage de 102,4 m à 103,0 m
PLE-02-23-166,4	2014060812	33G06	18	485660	5923687	FD	M16	amphibolite de basalte, altéré à QZ-PG-GR-DP-SF, éch. forage de 166,4 m à 166,9 m
PLE-02-49-332	2014060813	33G06	18	485637	5923710	FD	S3	M15, éch. forage de 332,0 m à 332,5 m
PLE-98-02-15,55	2014060814	33G06	18	485629	5923652	FD	I2J	I2 porphyrique à PG, frais, éch. forage de 15,55 m à 16,0 m
PLE-02-21-114,8	2014060815	33G06	18	485640	5923661	FD	M16	amphibolite de basalte, altéré à GR-HB-QZ-PG-SF, éch. forage de 114,8 m à 115,4 m
PLE-02-21-72,3	2014060816	33G06	18	485642	5923691	FD	M16	amphibolite de basalte, gloméroporphyrique, éch. forage de 72,3 m à 72,7 m
PLE-02-21-56,8	2014060817	33G06	18	485644	5923706	FD	M16	Amphibolite de basalte altérée en BO, éch. forage de 56,8 m à 57,3 m
PLE-98-02-20,41	2014060818	33G06	18	485627	5923649	FD	M16	amphibolite de basalte, à altération pervasive de GR-HB-CL-SF, éch. forage de 20,41 m à 21,0 m
PLE-98-02-27	2014060819	33G06	18	485625	5923645	FD	M15	M15, basalte lessivé et breccifié, éch. forage de 27,0 m à 27,6 m
PLE-02-49-321,38	2014060820	33G06	18	485638	5923717	FD	S9B	éch. forage de 321,38 m à 322,38 m
PLE-02-49-162,45	2014060821	33G06	18	485657	5923817	FD	I2J	I2 porphyrique à PG, altéré à EP-PY, éch. forage de 162,45 m à 163,0 m

PLE-02-49-337	2014060822	33G06	18	485637	5923707	FD	M15	basalte lessivé avec HB-PO-QZ, éch. forage de 337,0 m à 337,5 m
PLE-02-49-102,4	2014060823	33G06	18	485664	5923853	FD	M16	amphibolite de basalte altéré à BO, éch. forage de 102,4 m à 103,0 m
PLE-02-49-25,2	2014060824	33G06	18	485674	5923902	FD	M16	amphibolite de basalte frais,éch. forage de 25,2 m à 25,8 m
PLE-02-31-22	2014060826	33G06	18	485652	5923767	FD	I2J	I2 porphyrique à PG, frais, éch. forage de 22,0 m à 22,3 m
PLE-02-31-20,5	2014060827	33G06	18	485642	5923682	FD	M15	basalte lessivé, éch. forage de 20,5 m à 21,0 m
PLE-02-31-141	2014060828	33G06	18	485646	5923719	FD	I2J	I2 porphyrique à PG, éch. forage de 141,0 m à 141,8 m
PLE-02-31-241,6	2014060829	33G06	18	485642	5923672	FD	M15	amphibolite de basalte lessivé, éch. forage de 241,6 m à 242,0 m
PLE-02-14-70	2014060830	33G06	18	485645	5923644	FD	M16	amphibolite de basalte avec altération à GR-DP-HB-QZ-PG (Guyer), éch. forage de 70,0 m à 71,0 m
PLE-02-52-194	2014060831	33G06	18	485545	5923702	FD	M4	M4, schisteux, éch. forage de 194,0 m à 194,5 m
PLE-02-20-130	2014060832	33G06	18	485643	5923664	FD	M16	M16(V3B) frais non-aurifère avant la zone minéralisée à 0,485 g/t Au, éch. forage de 130,0 m à 131,0 m
PLE-02-14-79,6	2014060833	33G06	18	485643	5923638	FD	M15	basalte lessivé, altéré, beaucoup de SF, or visible, éch. forage de 79,6 m à 80,2 m
14-AB-6109-A1	2014060834	33G06	18	487751	5923392	AG	M16	Basalte frais (Formation de Guyer ?)
PLE-02-14-106	2014060835	33G06	18	486536	5923389	FD	I1B[PG]	deformée, mylonitisée, éch. forage de 106,0 m à 106,5 m
PLE-02-20-154,75	2014060836	33G06	18	485637	5923649	FD	S9B	Formation de fer, éch. forage de 154,75 m à 155,2 m
PLE-02-20-162,75	2014060837	33G06	18	485635	5923644	FD	M16	amphibolite de basalte frais, après la zone minéralisée, éch. forage de 162,75 m à 163,2 m
PLE-02-20-140	2014060838	33G06	18	485641	5923658	FD	S10E	chert graphiteux dans la zone minéralisée, éch. forage de 140,0 m à 141,0 m
PLE-06-86-36	2014060839	33G06	18	485559	5923870	FD	M16	M16 de V3B altéré à EP-SF, éch. forage de 36,0 m à 36,5 m
PLE-02-14-81	2014060840	33G06	18	485643	5923637	FD	M15	roche brechifiée avec SF massifs à plus de 60 %, observée aussi sur le terrain à la tranchée TR-01-02, éch. forage de 81,0 m à 82,0 m
PLE-02-09-59,2	2014060841	33G06	18	485535	5923672	FD	M4	sédiments, éch. forage de 59,2 m à 59,8 m
PLE-02-09-18	2014060842	33G06	18	485614	5923700	FD	I1B[PG]	pegmatite, éch. forage de 18,0 m à 18,5 m
PLE-06-87-154	2014060843	33G06	18	485669	5923839	FD	M15	M15, basalte lessivé et épidotisé, éch. forage de 154,0 m à 154,5 m

PLE-06-86-252,8	2014060844	33G06	18	485539	5923731	FD	S9	S9, éch. forage de 252,8 m à 253,3 m
PLE-06-88-438,6	2014060845	33G06	18	485670	5923738	FD	S9B	S9B avec SF dans charnière de pli, éch. forage de 438,6 m à 439,0 m
PLE-06-87-370	2014060846	33G06	18	485639	5923716	FD	S9B	S9B, éch. forage de 370,0 m à 370,5 m
PLE-06-87-8,2	2014060847	33G06	18	485689	5923914	FD	I1B[PG]	I1B[PG], pegmatite fraîche
PLE-08-128-559	2014060848	33G06	18	486035	5923592	FD	M4	M4 altéré à GR, éch. forage de 559,0 m à 559,5 m
PLE-08-128-554	2014060849	33G06	18	486035	5923595	FD	V3B	amphibolite de basalte, altéré à TL-GR-AS, éch. forage de 554,0 m à 554,5 m
PLE-06-88-437	2014060851	33G06	18	485670	5923738	FD	S9B	S9B, éch. forage de 437,0 m à 437,4 m
PLE-02-23-180	2014060852	33G06	18	485667	5923682	FD	M16	amphibolite de basalte, altéré à QZ-PG-HB-PO, éch. forage de 180,0 m à 180,4 m
PLE-06-88-354,8	2014060853	33G06	18	485676	5923790	FD	M16	M16, altéré à GR-HB-SF, pervasive, éch. forage de 354,8 m à 355,2 m
PLE-06-88-268,5	2014060854	33G06	18	485683	5923844	FD	I2J	I2 porphyrique à PG, éch. forage de 268,5 m à 269,0 m
PLE-02-24-190,5	2014060855	33G06	18	485630	5923663	FD	M4	unité sédimentaire schisteuse, éch. forage de 190,5 m à 191,0 m
PLE-08-120-381,8	2014060856	33G06	18	485652	5923677	FD	S9D	S9D,éch. forage de 381,8 m à 382,2 m
PLE-06-87-208,9	2014060857	33G06	18	485662	5923808	FD	M16	M16-I4A avec bcp d'altération à BO, avec minéral bleu non identifié (apatite?), éch. forage de 208,9 m à 209,4 m
PLE-08-128-548	2014060858	33G06	18	486035	5923598	FD	M16	amphibolite de gabbro, éch. forage de 548,0 m à 548,4 m
PLE-02-23-202,8	2014060859	33G06	18	485658	5923664	FD	S10E	éch. forage de 202,8 m à 203,4 m
PLE-02-24-182,5	2014060860	33G06	18	485630	5923668	FD	M16	amphibolite de basalte, altéré avec SF-HB-PG-CC, éch. forage de 182,5 m à 183 m
PLE-02-23-191	2014060861	33G06	18	485659	5923672	FD	I2J	I2 porphyrique à PG, avec or visible, dyke, éch. forage de 191,0 m à 191,5 m
PLE-02-23-182	2014060862	33G06	18	485659	5923677	FD	M16	amphibolite de basalte, altéré à GR-HB-SF, altération pervasive, éch. forage de 182,0 m à 182,5 m
PLE-06-90-418,75	2014060863	33G06	18	485678	5923846	FD	M16	M16 altéré à DP-CC-TL, éch. forage de 418,75 m à 419,25 m
PLE-04-79-145	2014060864	33G06	18	486151	5923581	FD	I2I	I2I, diorite gneissique, éch. forage de 145,0 m à 145,6 m
PLE-04-79-118,9	2014060865	33G06	18	486147	5923553	FD	S9D	S9D, éch. forage de 118,9 m à 119,5 m
PLE-03-72-78	2014060866	33G06	18	486142	5923529	FD	S9B	S9B, éch. forage de 78,0 m à 78,7 m
PLE-07-105-415,4	2014060867	33G06	18	486029	5923563	FD	S9	S9, éch. forage de 415,6 m à 416,7 m

PLE-07-105-401	2014060868	33G06	18	486030	5923572	FD	M4	M4, bréchique avec SF, éch. forage de 401,0 m à 401,65 m
PLE-07-105-267,3	2014060869	33G06	18	486036	5923651	FD	M16	M16, altéré à TL-SF-HB, éch. forage de 267,3 m à 268,0 m
PLE-07-101-278,3	2014060870	33G06	18	486154	5923588	FD	S9	S9, éch. forage de 278, 3 m à 278,8 m
PLE07-112-502	2014060871	33G06	18	486029	5923575	FD	I2I	I2I gneissique, éch. forage de 502,0 m à 502,5 m
PLE-07-112-496	2014060872	33G06	18	486029	5923579	FD	S9B	S9B, éch. forage de 496,0 m à 496,5 m
PLE07-112-507	2014060873	33G06	18	486028	5923572	FD	M4	M4 altéré à GR, éch. forage de 507,0 m à 507,5 m
PLE-07-112-277,5	2014060874	33G06	18	486046	5923712	FD	M16	M16, altéré à TL-SF, éch. forage de 277,5 m à 278,0 m
PLE-04-74-59,2	2014060876	33G06	18	486191	5923517	FD	M4	M4 altéré à GR, éch. forage de 59,2 m à 59,9 m
14-AB-6110-A2	2014060877	33G06	18	487740	5923388	AG	S9D	S9D, échantillon dans la zone minéralisée
PLE-07-99-340	2014060878	33G06	18	486036	5923563	FD	S9	S9, éch. forage de 340,0 m à 340,5 m
PLE-07-112-486	2014060879	33G06	18	486030	5923585	FD	M4	M4, bréchique avec SF, éch. forage de 486,0 m à 486,5 m
PLE-04-79-316,5	2014060880	33G06	18	486123	5923420	FD	R1	Veine, altération à GR-CL-HB-QZ-PG-SF, éch. forage de 316,5 m à 316,7 m
PLE-07-89-321,2	2014060881	33G06	18	486126	5923484	FD	R1	Veine de QZ dans un wacke, éch. forage de 321,2 m à 321,5 m
PLE-02-52-213,8	2014060882	33G06	18	485544	5923691	FD	R1	Veine de QZ dans des sédiments, éch. forage de 213,8 m à 214,4 m
PLE-06-87-366,8	2014060883	33G06	18	485639	5923719	FD	R1	Veine de QZ dans une formation de fer, éch. forage de 366,8 m à 366,95 m
PLE-07-101-212	2014060884	33G06	18	486159	5923628	FD	R1	Veine à SF-QZ-HB dans un basalte, éch. forage de 212,0 m à 212,3 m
PLE-08-120-317,4	2014060885	33G06	18	485660	5923720	FD	R1	Veine de QZ sans SF dans basalte, éch. forage de 317,4 m à 317,85 m
PLE-07-99-151	2014060886	33G06	18	486060	5923678	FD	M15	Sédiments silicifiés, éch. forage de 151,0 m à 151,5 m
PLE-02-52-11,3	2014060887	33G06	18	485561	5923821	FD	R1	Veine de QZ dans un basalte, éch. forage de 11,3 m à 11,5 m
PLE-08-120-350,7	2014060888	33G06	18	485656	5923698	FD	R1	Veine de QZ dans basalte lessivé, éch. forage de 350,7 m à 350,8 m
PLE-08-128-571,2	2014060889	33G06	18	486034	5923584	FD	M4	M4 silicifié, éch. forage de 571,2 m à 571,7 m
PLE-07-99-308	2014060890	33G06	18	486041	5923583	FD	R1	Veine de QZ-TL-PO dans un basalte, éch. forage de 308,0 m à 308,5 m
PLE-02-23-168	2014060891	33G06	18	485660	5923686	FD	R1	Veine de QZ dans l'amphibolite, éch. forage de 168,0 m à 168,6 m

PLE-02-49-344,3	2014060892	33G06	18	485636	5923702	FD	R1	Veine de QZ-PO-HB-CP-PY dans M15, éch. forage de 344,5 m à 344,7 m
14-AB-6125-C1	2014060893	33G06	18	485636	5923636	AG	R1	Veine de QZ à altération GR-HB-PG-QZ-SF dans le couloir mylonitique
14-AB-6136-B1	2014060894	33G06	18	485627	5923638	AG	S10E	Chert graphiteux à SF
14-AB-6136-A1	2014060895	33G06	18	485626	5923637	AG	S9	Formation de fer avec niveaux à GN-HB
14-AB-6132-B1	2014060896	33G06	18	485544	5923720	AG	M16	Basalte altéré à GR-HB-CL
14-AB-6133-C1	2014060897	33G06	18	485698	5923679	AG	R1	Veine de QZ brechifié dans le basalte. La veine est orientée vers 318°.
14-AB-6127-B1	2014060898	33G06	18	485585	5923669	AG	I2J	I2 porphyrique à PG, frais avec altération à veines de QZ-SF
14-AB-6130-B1	2014060899	33G06	18	485541	5923684	AG	R1	Veine de QZ-GN-GR-PG