



# Synthèse des observations de terrain de la minéralisation et de l'altération du gîte de sulfures massifs volcanogènes d'Izok Lake du craton des Esclaves, dans l'ouest du Nunavut

L. Guyot-Messier<sup>1</sup>, L.E. Lebeau<sup>2</sup>, B. Knox<sup>3</sup> et B.M. Saumur<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Anciennement de l'Université du Québec à Montréal, Montréal, Québec

<sup>2</sup>Anciennement du Bureau géoscientifique Canada-Nunavut, Iqaluit, Nunavut

<sup>3</sup>Northwest Territories Geological Survey, Yellowknife, Territoires du Nord-Ouest

<sup>4</sup>Université du Québec à Montréal, Montréal, Québec, saumur.benoit@uqam.ca

*Le projet ciblant l'occurrence de minéralisation en sulfures massifs volcanogènes (SMV) d'Izok Lake dans le craton des Esclaves est dirigé par le Bureau géoscientifique Canada-Nunavut en collaboration avec le Northwest Territories Geological Survey et l'Université du Québec à Montréal. Ce projet de terrain bénéficie également d'un soutien financier fourni par le Programme du plateau continental polaire. La zone d'étude regroupe des sections des feuillets 86H/10 et I/2 du SNRC.*

---

Guyot-Messier, L., Lebeau, L.E., Knox, B. et Saumur, B.M. 2025 : Synthèse des observations de terrain de la minéralisation et de l'altération du gîte de sulfures massifs volcanogènes d'Izok Lake du craton des Esclaves, dans l'ouest du Nunavut; dans Sommaire des activités 2024, Bureau géoscientifique Canada-Nunavut, p. 25–40.

## Résumé

Le gîte d'Izok Lake, situé dans le craton des Esclaves au sein de la région de Kitikmeot dans l'ouest du Nunavut, à proximité de la frontière avec les Territoires du Nord-Ouest, est un gîte de sulfures massifs volcanogènes (SMV) de type bimodal et de composition felsique qui renferme du zinc, du cuivre, du plomb et de l'argent. Il est considéré l'un des gîtes nord-américains non exploités potentiellement le plus rentable. La minéralisation polymétallique qui le caractérise se manifeste principalement dans les unités volcaniques et volcanoclastiques de composition felsique. Les unités sous-jacentes aux zones minéralisées sont caractérisées par une abondance plus élevée de séricite et de chlorite que celle notée dans les unités qui les chevauchent. Des textures de type « durchbewegung », phénomène typique associé à la mobilisation des sulfures au cours de la déformation, se manifestent dans la partie supérieure des lentilles de sulfures massifs. La texture de type « durchbewegung », conjuguée à l'intensité de la foliation, témoigne du fait que la déformation était concentrée dans les unités sulfurées, qui sont moins compétentes que les unités volcaniques environnantes. Cela a d'importantes conséquences au niveau de la compréhension au sujet du gîte d'Izok Lake, surtout dans la mesure où il s'agit d'établir les liens génétiques qui pourraient exister entre l'altération et la minéralisation et de déterminer l'influence de la déformation sur les processus de minéralisation.

---

## Introduction

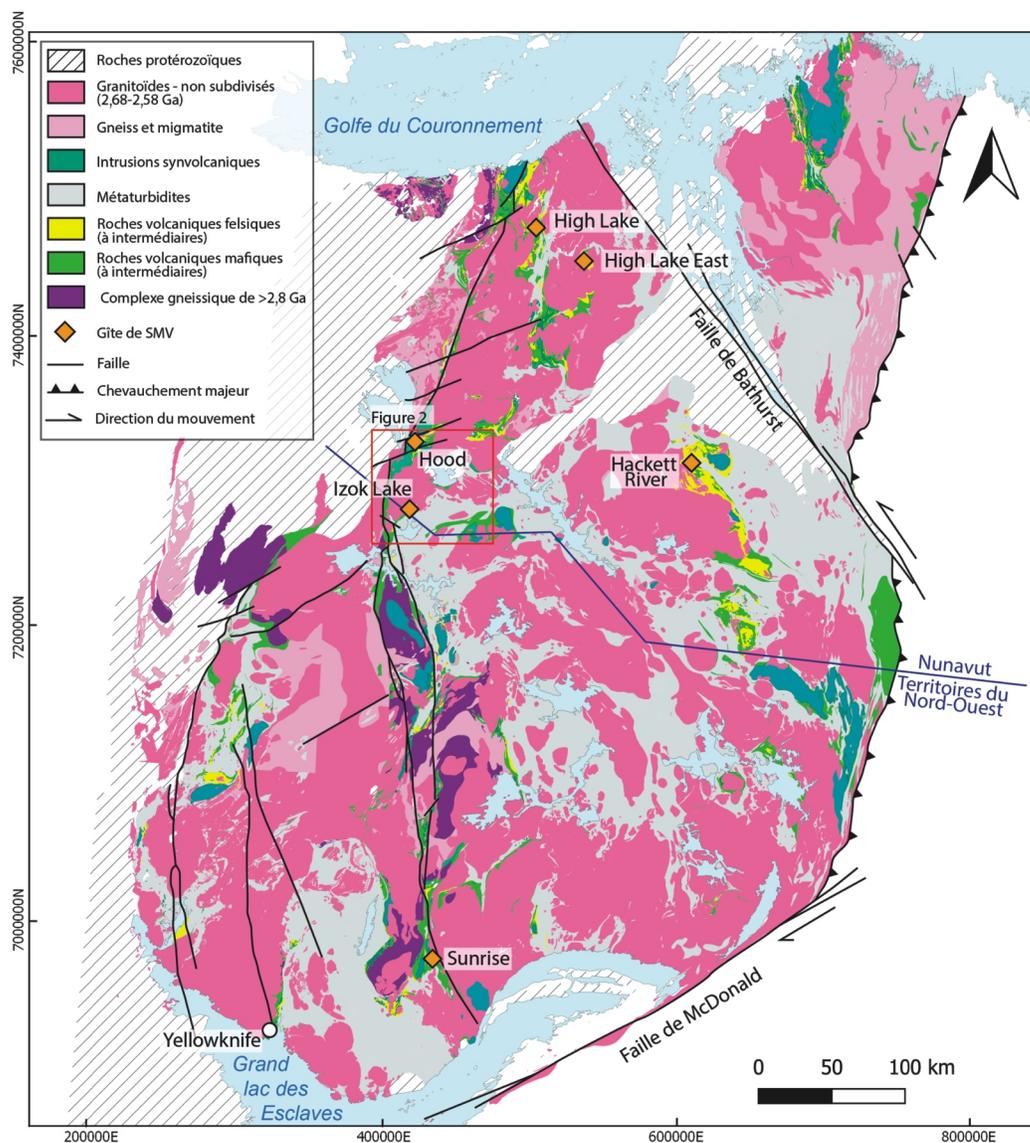
Le gîte d'Izok Lake, dans le nord-ouest du Nunavut, recèle des ressources indiquées de 13 millions de tonnes (Mt) titrant 13,3 % de zinc, 2,4 % de cuivre, 1,4 % de plomb et 73 g/t d'argent ainsi que des ressources inférées de 1,2 Mt titrant 10,5 % de zinc, 1,5 % de cuivre, 1,3 % de plomb et 73 g/t d'argent (MMG Limited, 2022). En s'appuyant sur la description détaillée établie par Money et Heslop (1976), le gîte peut être classifié un gîte de sulfures massifs volcanogènes (SMV) de type bimodal de composition felsique (p. ex., Franklin et al., 2005; Galley et al., 2007) et représenterait l'un des plus grands gîtes non exploités de l'Amérique du Nord au niveau de ses ressources en zinc et en cuivre,

ainsi que des sous-produits qu'il pourrait receler. Le gîte d'Izok Lake (lat. 69°39'N, long. 112°49'O) se situe dans la région de Kitikmeot, au Nunavut, environ 250 km au sud-est de la collectivité de Kuglugtuk, 30 km à l'est de la frontière avec les Territoires du Nord-Ouest et 350 km au nord de Yellowknife. Le gîte d'Izok Lake s'inscrit dans le cadre d'un continuum linéaire de gîtes de SMV dans la partie nord du craton des Esclaves, dont font également partie les gîtes de SMV de High Lake, High Lake East, Hood et Gondor (figure 1).

Le gîte d'Izok Lake a été découvert en 1974 par la Texasgulf Inc. mais la MMG Resources Inc. (MMG) en détient les droits d'exploration depuis 2009, bien que toute activité

---

*Cette publication est disponible gratuitement sous forme de fichiers numériques en couleurs accessibles en format PDF Adobe Acrobat® sur le site Web du Bureau géoscientifique Canada-Nunavut : <https://cngo-bgcen.ca/fr/sommaire-des-activites/2024/>. It is also available in English at <https://cngo-bgcen.ca/summary-of-activities/2024/>.*



**Figure 1** : Géologie simplifiée du craton des Esclaves montrant l'emplacement du gîte d'Izok Lake, au nord-ouest du Nunavut et au nord-est des Territoires du Nord-Ouest (modifiée d'après Stubley et Irwin, 2019). La zone délimitée en rouge correspond à la région illustrée à la figure 2. Coordonnées de UTM zone 12 (NAD83). Abréviations : intern., intermédiaire; SMV, sulfures massifs volcanogènes.

liée à l'exploration a cessé en 2015. Au cours de l'été 2022, le Bureau géoscientifique Canada-Nunavut (BGCN), en collaboration avec le Northwest Territories Geological Survey et l'Université de Québec à Montréal (UQAM), a complété des travaux additionnels afin de mieux comprendre le cadre géologique de la région. Ces travaux contribueront également à accroître les connaissances au sujet de la métallogénie de la région et pourront servir de modèle pour toute activité d'exploration future dans le craton des Esclaves.

En vertu de l'importance croissante que prennent les minéraux critiques et stratégiques (Ressources naturelles Canada, 2023), des gîtes éloignés, auparavant peu susceptibles de s'avérer rentables en raison du manque d'infrastructu-

res, pourraient très bientôt devenir des cibles privilégiées. En outre, le niveau d'intérêt actuel porté à la région du lac Izok (toponyme non officiel<sup>5</sup>) est lié à des estimations des ressources établies antérieurement à partir de nombreuses occurrences minérales proximales. Une meilleure définition des cadres géologique et métallogénique du gîte de SMV d'Izok Lake s'impose donc. Ce projet comprend l'établissement de diagraphies détaillées de carottes provenant de forages ayant intersectés les zones minéralisées d'Izok Lake et la mise en circulation de données qui, avant cette étude, n'étaient pas accessibles au public. Le présent article a pour objet de fournir une description des lentilles

<sup>5</sup>Latitude 65°38'N et longitude 112°48'O

de sulfures massifs du gîte d'Izok Lake et de mettre le gîte en contexte avec la nature et l'altération caractérisant les roches encaissantes. Dans une étude complémentaire, Lebeau et al. (2025) notent les caractéristiques régionales de la zone, notamment au moyen de descriptions de carottes de forage régionales et de la cartographie des zones de transect.

## Cadre géologique

La zone d'étude est située dans la ceinture de roches vertes de Point Lake, connue également sous le nom de ceinture d'Izok Lake. La ceinture de roches vertes de Point Lake est une subdivision du Supergroupe de Yellowknife, du craton des Esclaves (figures 1, 2; Bostock, 1980; Padgham et Fyson, 1992; Morrison, 2004; Bleeker et Hall, 2007; Paulen et al., 2013). Le gîte d'Izok Lake est encaissé dans la formation de Point Lake, dans laquelle des coulées rhyolitiques à texture aphanitique et porphyrique, associées à du plagioclase et une moindre quantité de quartz, occupent une place prédominante.

Le gîte d'Izok Lake est constitué de cinq lentilles sulfurées principales (les zones West Central, East Central, North, Northwest et Inukshuk) et est abrité dans la partie supérieure d'une épaisse séquence de roches volcanoclastiques felsiques (figure 3). Les unités sus-jacentes sont composées de roches volcaniques et volcanoclastiques de composition felsique, ainsi que d'une petite quantité de roches volcaniques andésitiques et basaltiques et de turbidites (Morrison, 2004). L'âge de la rhyolite de la région a été établi par Mortensen et al. (1988) et Gebert (1995), qui ont obtenu des âges archéens respectifs de  $2623 \pm 20$  Ma et  $2680 +7/-3$  Ma. Lebeau et al. (2025) ont également récolté des échantillons de rhyolite aux fins d'analyses géochronologiques en vue d'établir des corrélations à l'échelle régionale le long de la ceinture de roches vertes de Point Lake.

Les unités felsiques sont recoupées par des dykes gabbroïques et de composition intermédiaire, interprétés comme étant des dykes nourriciers. La ceinture de roches vertes de Point Lake est également recoupée par des roches granitoïdes (2,68 et 2,58 Ga; Davis et al., 1994) tardives, d'origine synvolcanique à postvolcanique, et par les dykes gabbroïques (diabase) de Mackenzie datant du Protérozoïque et de direction nord-nord-ouest (Bostock, 1980; Bleeker et al., 1999; Morrison, 2004).

L'histoire structurale, métamorphique et hydrothermale de la zone d'étude est complexe. Les roches volcaniques et le substratum rocheux sont présumés avoir subi trois phases de déformation (Glover, rapport non publié, 1992, tel que cité dans Morrison, 2004). La première phase se reconnaît à sa fabrique planaire pénétrative stratigraphiquement parallèle; la seconde phase se présente sous la forme d'une faible crénulation et linéation minérale, dont la présence a été notée dans la partie nord de la région du lac Izok; et la troi-

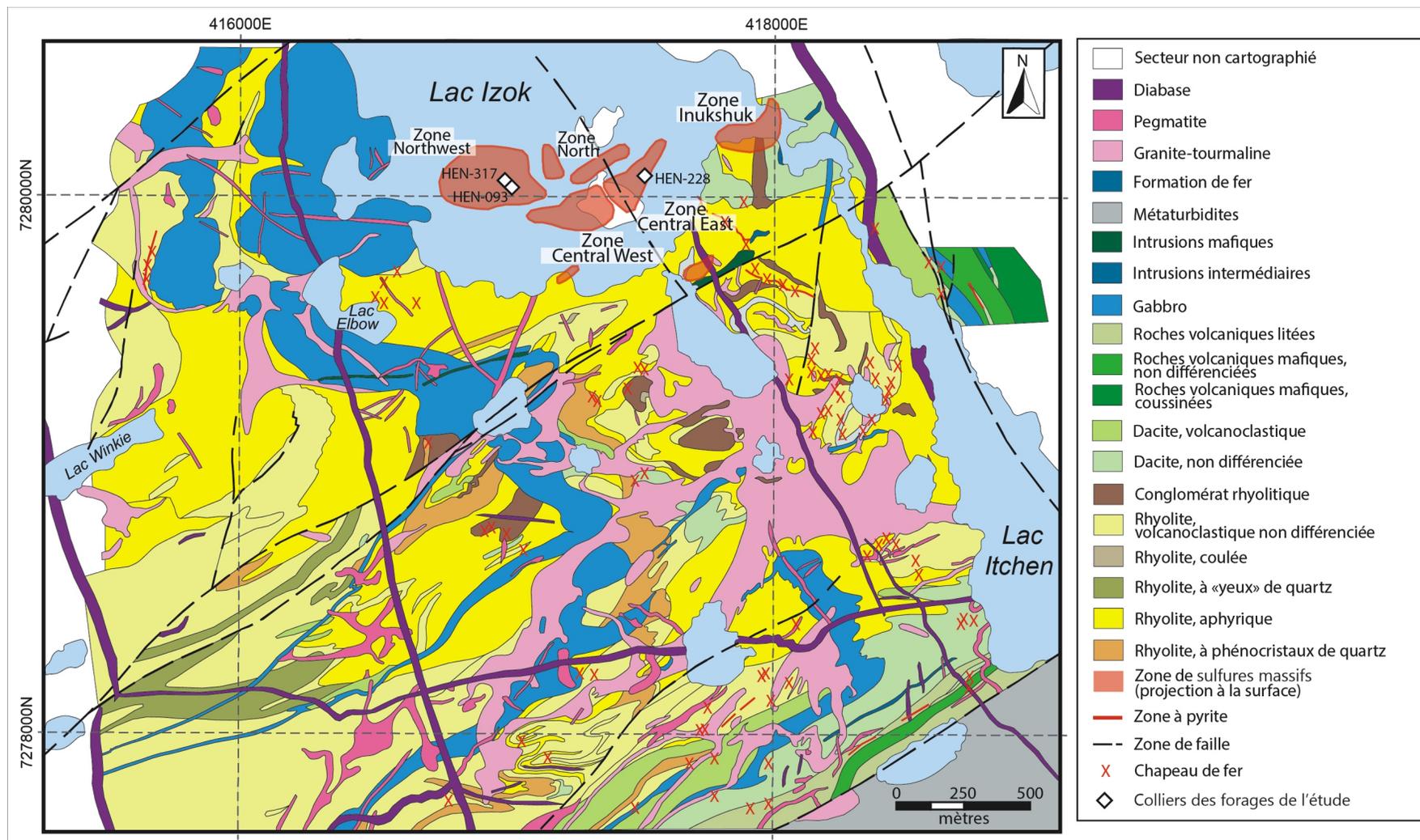
sième phase consiste en un changement net dans l'orientation de la foliation, menant ainsi à la formation de l'antiforme du lac Izok. En termes de métamorphisme, les secteurs nord et central de la région du lac Izok témoignent d'un métamorphisme au faciès des amphibolites supérieur (avec occurrences de sillimanite dans les roches fraîches) alors que le secteur sud fait preuve d'un degré de métamorphisme plus faible au faciès des schistes verts (Thomas, 1978; Bostock, 1980; J. Getsinger, données non publiées, 1993, tel que cité dans Morrison, 2004; Morrison et Balint, 1993). Ce degré de métamorphisme élevé a mené à la formation de textures prophyroblastiques au sein des unités, de façon à ce que des minéraux, tels que de la sillimanite, se retrouvent dans les unités volcaniques, de la gahnite, près des zones sulfurées et du grenat, dans les zones intermédiaires (Morrison, 2004). Un métamorphisme régional, atteignant des valeurs de température d'environ 700 °C et de pression de 0,25 gigapascals, est interprété à partir d'études géothermobarométriques de l'association minérale anthophyllite-cordiérite-spinelle-corindon dans les roches non altérées et l'analyse texturale des principaux échantillons métamorphisés (J. Getsinger, données non publiées, 1993, tel que cité dans Morrison, 2004). Dans la zone d'étude, l'altération hydrothermale pénétrante est associée à des minéraux tels le mica blanc, la biotite, la chlorite et le quartz (c.-à-d. la silicification), tous marqués par l'incidence de la surimpression métamorphique subséquente sur les unités proximales aux zones minéralisées (Money et Heslop, 1976; Thomas, 1978; Morrison, 2004).

## Méthodologie

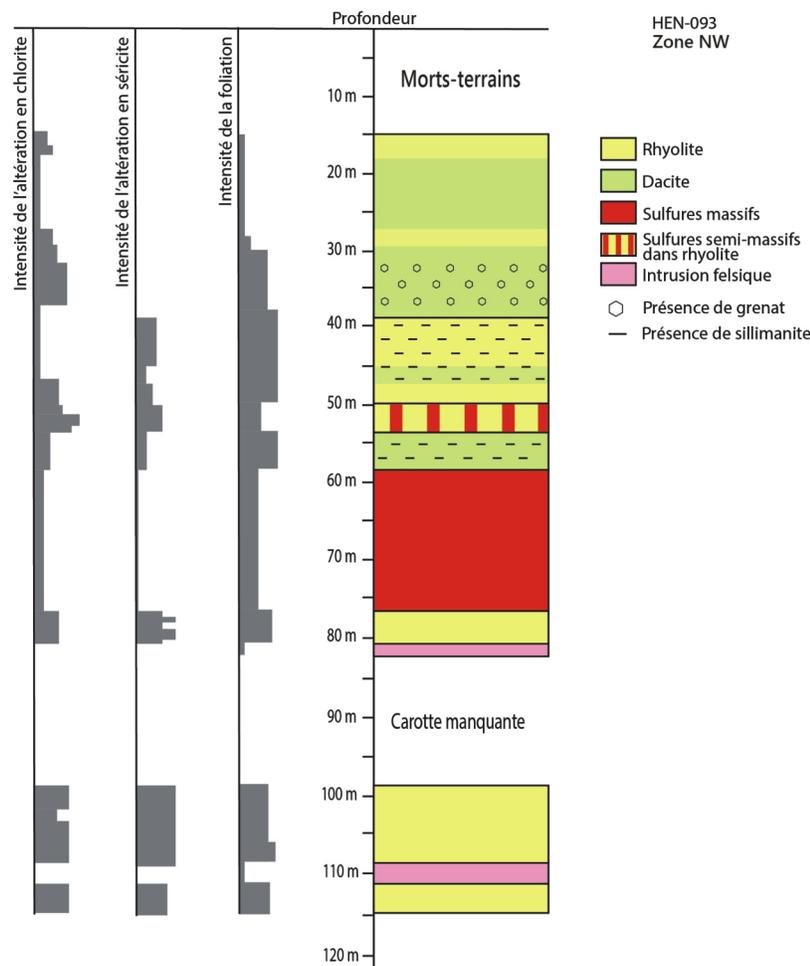
Le choix des forages sujets à être analysés aux fins de cette étude s'est fait en fonction de descriptions antérieures de carottes de forage dressées par la MMG (données non publiées, 2009–2015) et S.J. Piercey (rapports non publiés, 2011, 2013). La première étape consistait à choisir des forages intersectant les zones minéralisées. Parmi ces forages, le choix s'est arrêté sur ceux qui intersectaient des types de rhyolite favorables présentant des caractéristiques géochimiques distinctes. Bailey et Stubley (2013) avaient classés des échantillons de carottes provenant de forages effectués dans le gîte d'Izok Lake en divers types de rhyolite (p. ex. R1, R2, R3, etc.), soit en groupes de rhyolites qui se distinguent, du point de vue géochimique, par leurs valeurs de rapports  $Al_2O_3/TiO_2$  et  $Zr/Nb$ . Trois forages ont été sélectionnés en fonction de ces critères : HEN-093 (zone Northwest, carotte de 3 cm de diamètre), HEN-228 (zone Central East, carotte de 5 cm de diamètre) et HEN-317 (zone Northwest, carotte de 5 cm de diamètre).

À la carothèque d'Izok Lake, les boîtes contenant les carottes de forage ont été retirées de l'entrepôt de stockage et leur contenu disposé de façon séquentielle afin de pouvoir étudier la succession géologique telle que recoupée par le forage. Sur les carottes, chaque mètre est indiqué afin de





**Figure 3 :** Géologie détaillée de la région du lac Izok mettant en valeur la diversité des unités volcaniques felsiques (modifiée d'après Bailey et Stubley, 2013). Les petits rectangles délimités en noir montrent l'emplacement des colliers des trous de forage étudiés. Tous les forages sont forés à la verticale. Coordonnées de UTM zone 12 (NAD83).



**Figure 4 :** Diagraphie géologique simplifiée du forage HEN-093, situé dans la zone Northwest (NW) du gîte d'Izok Lake (emplacement indiqué à la figure 3). L'échelle indiquant le degré d'intensité de la foliation, ainsi que ceux de la chloritisation et de la séricitisation, est relative. La profondeur est donnée en mètres à partir de la surface.

faciliter le processus de diagraphie. En plus de la description des unités lithologiques et des points de contact, non seulement l'intensité et le style de déformation mais aussi les indices de chloritisation et de séricitisation ont été notés en fonction de la profondeur à laquelle ils se manifestent. Enfin, les carottes ont été photographiées en vue de documenter la nature de toutes les unités lithologiques. Des échantillons de carotte ont été prélevés aux fins d'analyses géochimiques et/ou pétrographiques.

## Résultats

### Observations relatives aux forages

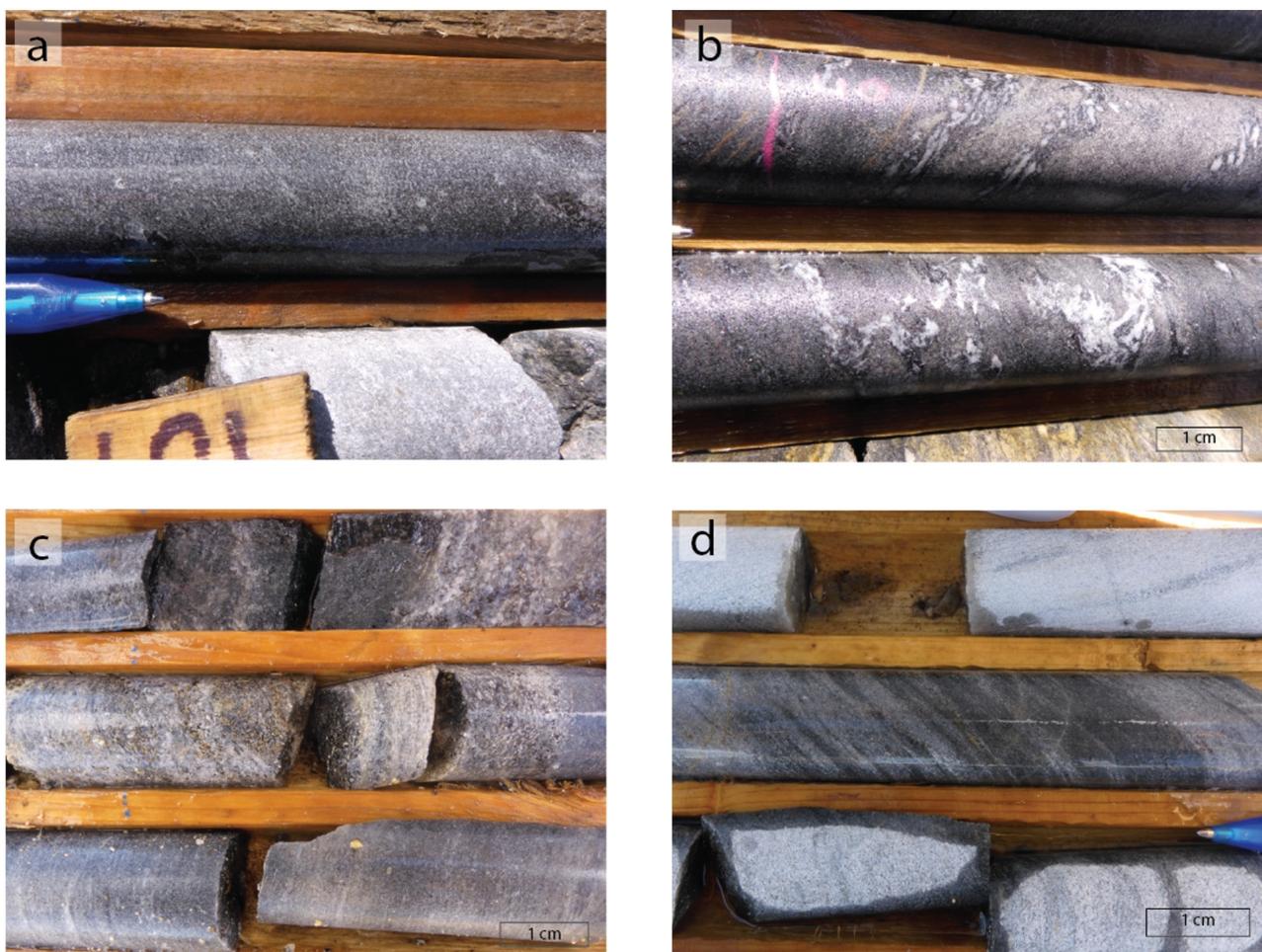
#### Forage HEN-093

Le forage HEN-093, situé dans la zone Northwest, atteint une profondeur totale de 113,69 m et a été foré à la verticale (figures 3, 4). Une unité dacitique riche en biotite (30 %; figure 5a), relativement homogène et de composition intermédiaire se trouve dans la partie supérieure du trou de forage. Cette unité localement rhyolitique passe graduelle-

ment à de la rhyolite renfermant de la sillimanite à une profondeur de 39 m (figure 5b). Cette rhyolite passe à son tour graduellement à de la rhyolite à texture pseudo-clastique ou en « agrégats de chlorite » et à filonnets sulfurés qui constituent jusqu'à 7 % de la roche, pour ensuite passer graduellement d'une lentille de sulfures semi-massifs (à 50 m de profondeur) à une lentille de sulfures massifs (à 59 m, dans laquelle la sphalérite est le minéral sulfuré prédominant). La rhyolite qui abrite cette minéralisation a subi un degré variable de chloritisation et de silicification. À une plus grande profondeur (env. 76 m), et stratigraphiquement sous la zone de sulfures massifs, se trouve une rhyolite feuilletée et séricitisée (figure 5c), qui montre localement une texture pseudo-clastique ou en « agrégats de chlorite » (figure 5d).

#### Forage HEN-228

Le forage HEN-228, situé dans la zone Central East, atteint une profondeur totale de 123 m et a été foré à la verticale (figures 3,6). La partie supérieure du trou de forage est caractérisée par la présence d'une alternance d'unités volcani-



**Figure 5 :** Carotte provenant du forage HEN-093 au gîte d'Izok Lake : **a)** dacite homogène gris foncé; **b)** rhyolite associée à de la sillimanite blanchâtre et fibreuse à texture tubuleuse; **c)** rhyolite silicifiée associée à des zones de séricite à grains grossiers; **d)** rhyolite à texture pseudo-clastique ou en « agrégats de chlorite », les pseudo-clastes étant considérés des plaques allongées de chlorite ayant l'apparence de clastes.

ques et volcanoclastiques hétérogènes et chloritisées, de nature rhyolitique et dacitique, qui ont été pénétrées par du leucogranite (figure 7a). Des porphyroblastes concentriques d'échelle centimétrique, composés d'un noyau de mica blanc ou d'andalousite et bordés de plagioclase de couleur blanche et de chlorite, constituent par endroits environ 10 % de la rhyolite (figure 7b). La texture pseudo-clastique ou en « agrégats de chlorite » se manifeste à une profondeur d'environ 30 m dans une unité volcanique felsique (figure 7c). À la profondeur de 68 m, la séquence se prolonge sous forme de zones minéralisées de sulfures massifs et semi-massifs encaissées dans des roches hôtes felsiques. Ces lentilles sulfurées sont situées, en termes stratigraphiques, au-dessus d'une coulée rhyolitique homogène fortement séricitisée et lessivée (figure 7d).

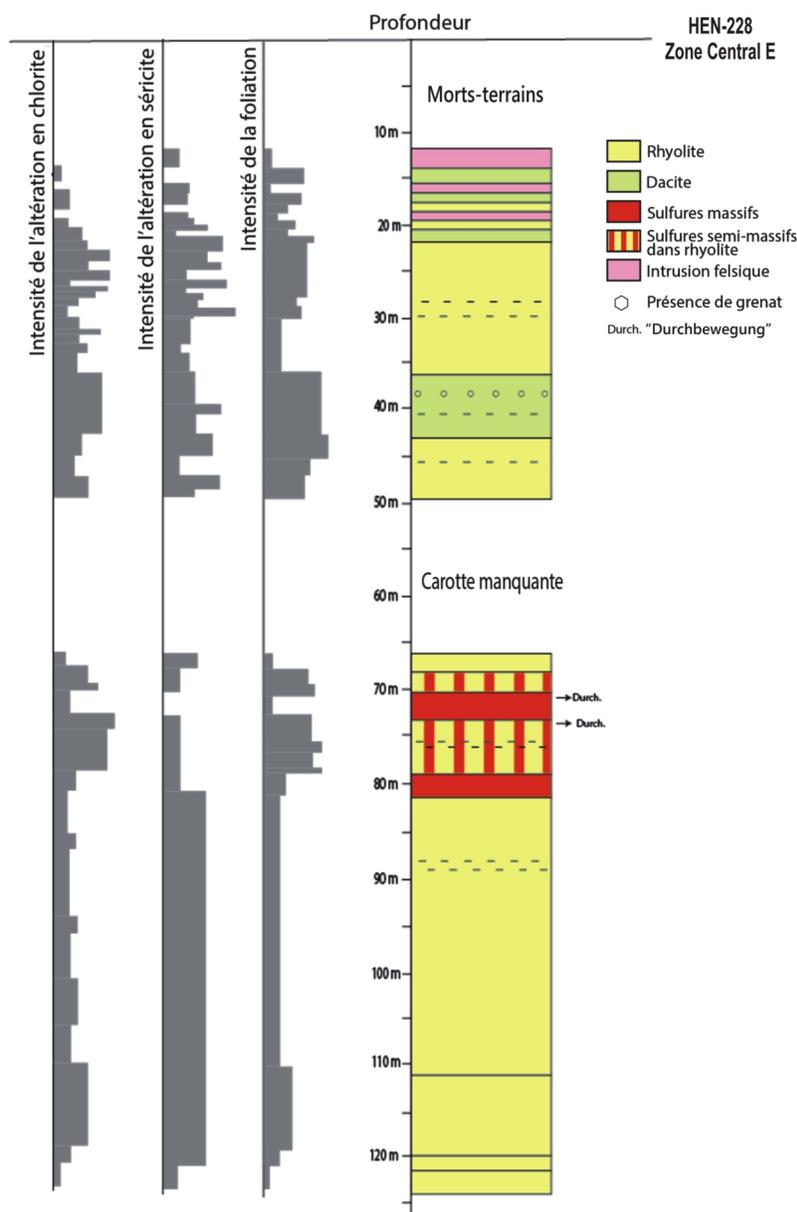
#### **Forage HEN-317**

Le forage HEN-317, situé dans la zone Northwest, atteint une profondeur totale de 101 m et a été foré à la verticale (figures 3, 8). La partie supérieure du trou de forage se dis-

tingue par une alternance, d'échelle métrique, de tuf intermédiaire et de rhyolite de textures variées, notamment bréchique, finement litée, et tufacée (figure 9a, b). À une profondeur de 36 m, les roches passent à une zone de sulfures massifs d'environ 40 m d'épaisseur interrompue à 40 et 50 m par des zones de rhyolite moins silicifiées et séricitisées atteignant jusqu'à 5 m d'épaisseur. Il s'agit d'une rhyolite très feuilletée qui présente, par endroits, une chloritisation à texture pseudo-clastique ou en « agrégats de chlorite ». Située stratigraphiquement sous la zone de minéralisation en sulfures massifs, soit à une profondeur de 76 m, une zone de rhyolite blanche hétérogène fortement foliée et localement mylonitique passe graduellement à une zone de rhyolite à texture pseudo-clastique ou en « agrégats de chlorite » caractéristique (figure 9d).

#### **Minéralisation**

La minéralisation au gîte d'Izok Lake consiste principalement en pyrite, en sphalérite, en chalcopryrite, en pyrrotite et en galène, dont les quantités peuvent varier et qui soit



**Figure 6** : Diagramme géologique simplifié du forage HEN-228 situé dans la zone Central East (E) du gîte d'Izok Lake (emplacement indiqué à la figure 3). L'échelle indiquant le degré d'intensité de la foliation, ainsi que ceux de la chloritisation et de la séricitisation, est relative. La profondeur est donnée en mètres à partir de la surface.

sont contenues dans des lentilles de sulfures massifs à semi-massifs, soit se manifestent sous forme de filonnets et de grumeaux disséminés. Une description détaillée des zones minéralisées, telle que notées dans des carottes provenant des forages HEN-093, -228 et -317, est présentée cidessous.

### Forage HEN-093

La minéralisation dans le forage HEN-093 se présente principalement sous forme semi-massive à 50 m de profondeur, des contacts graduels ayant lieu dans une zone de rhyolite silicifiée et séricitisée de l'éponte supérieure. La minéralisation se manifeste sous forme de filonnets de sphalérite, de

pyrite et de chalcopyrite de 1 cm d'épaisseur. Une lentille des sulfures massifs au sein de cette unité, de quelque 30 cm d'épaisseur, est composée principalement de cristaux centimétriques de sphalérite rougeâtre (60 %), de galène noire interstitielle (20 %) et de chalcopyrite disséminée (10 %).

À une profondeur de 58 m, des filonnets de chalcopyrite apparaissent dans la rhyolite et passent graduellement vers le bas à des lentilles de sulfures massifs. Ces filonnets et lentilles contiennent des cristaux millimétriques à centimétriques de sphalérite de couleur rougeâtre à violette associée à de la pyrite hypidiomorphe de taille millimétrique (figure 10a). Des filonnets de 0,3 cm d'épaisseur contiennent



**Figure 7 :** Carotte provenant du forage HEN-228 au gîte d'Izok Lake : **a)** leucogranite blanc et tuf dacitique; **b)** porphyroblastes à noyau de mica blanc bordés de chlorite et de feldspath blanc; **c)** texture pseudo-clastique ou en « agrégats de chlorite » dans une rhyolite séricitisée; **d)** rhyolite séricitisée et lessivée.

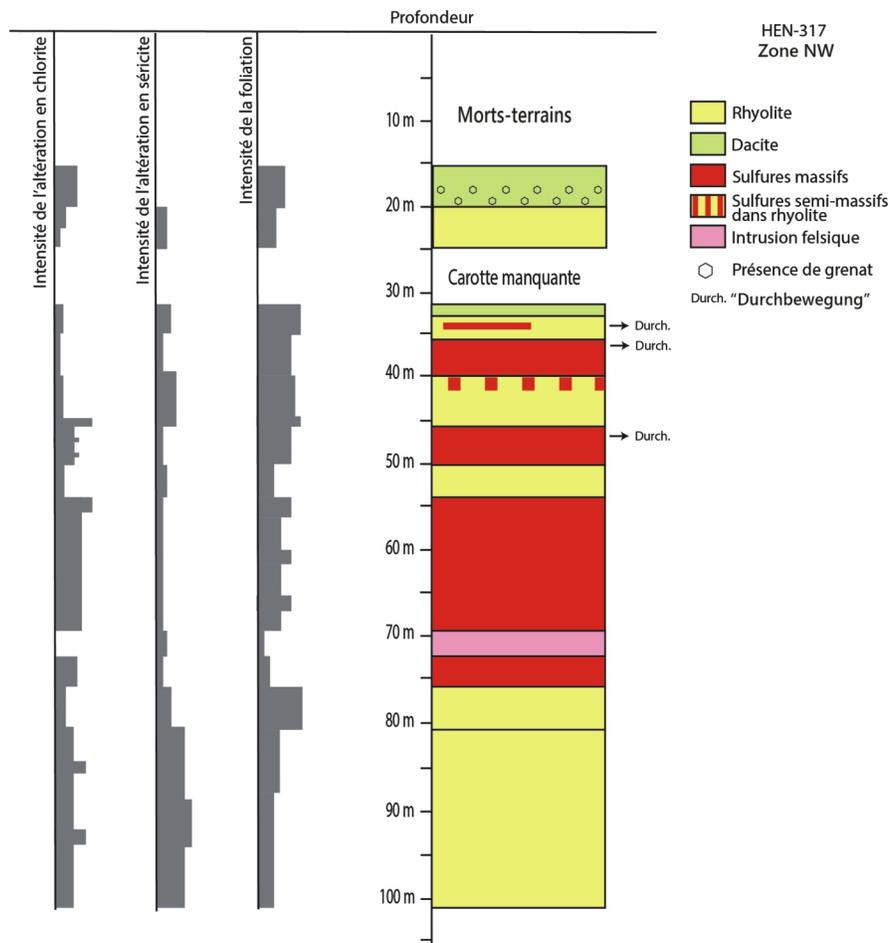
de la chalcopryrite. Une lentille de sulfures massifs d'environ 10 cm d'épaisseur est composée à 70 % de sphalérite tandis qu'un autre 10 % de la roche est constitué de chalcopryrite. La rhyolite hôte est chloritisée et silicifiée. Les sulfures sont modérément déformés dans ce forage et présentent des signes de foliation parallèle au rubanement sulfuré.

### Forage HEN-228

Les zones minéralisées de la carotte provenant du forage HEN-228 ont environ 15 m d'épaisseur et sont composées de lentilles alternantes de sulfures semi-massifs et massifs dans du schiste chloriteux ou rhyolitique. Les zones minéralisées dans la partie supérieure de cette carotte contiennent des lentilles de sulfures semi-massifs qui sont principalement constituées de pyrite hypidiomorphe (>75 %), dont la taille peut atteindre 1 cm, et d'environ 1% de chalcopryrite. Les zones de sulfures semi-massifs passent graduellement à des zones de sulfures massifs. La zone de sulfures massifs supérieure se distingue par sa texture de type « durchbewegung », caractérisée par la présence de clastes

de quartz et de sphalérite arrondis dans une matrice de sphalérite (60 %) et de pyrite (40 %). À une profondeur de 70,5 m, la lentille minéralisée est riche en sphalérite et passe graduellement à de la galène (15 %) qui se manifeste de façon interstitielle entre la sphalérite à texture grossière (82 %) et des grains de pyrite anédrique (3 %; figure 10b). Le long de la base de la lentille de sulfures massifs, la zone minéralisée est surimprimée par un épisode de minéralisation pyriteuse plus récent, d'échelle millimétrique, s'étant produit le long de fractures.

À une profondeur de 72,2 à 79,4 m, une unité de sulfures semi-massifs encaissée dans de la rhyolite est caractérisée par la présence prédominante de pyrite anédrique (40 %). Le contact supérieur présente une texture de type « durchbewegung » et des clastes arrondis de rhyolite dans une matrice sulfurée. La chalcopryrite constitue 1 à 2 % de cet intervalle. La roche hôte est un schiste à chlorite et sillimanite (le protolite est probablement de la rhyolite) affichant localement par endroits des plis parasites d'échelle milli-



**Figure 8 :** Diagraphie géologique simplifiée du forage HEN-317 situé dans la zone Northwest (NW) du gîte d'Izok Lake (emplacement indiqué à la figure 3). L'échelle indiquant le degré d'intensité de la foliation, ainsi que ceux de la chloritisation et de la séricitisation, est relative. La profondeur est donnée en mètres à partir de la surface.

métrique à centimétrique. Ces couches passent graduellement à une minéralisation en sulfures massifs de couleur rouille constituée à 55 % de pyrite, à 30 % de pyrrhotite et de 10 à 15 % de chalcopryrite.

#### Forage HEN-317

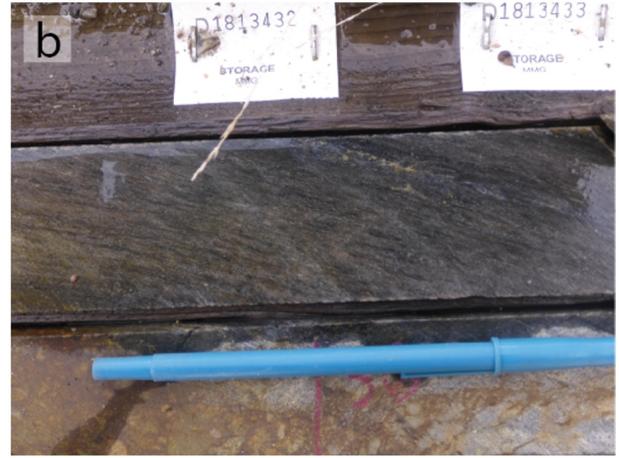
La carotte provenant du forage HEN-317 contient quatre zones minéralisées d'une épaisseur totale d'environ 40 m. Des zones de minéralisation en sulfures massifs alternent avec des unités riches en sphalérite et des unités riches en pyrite, accompagnées de chalcopryrite surtout sous forme de filonnets se manifestant structurellement sous les lentilles de sulfures massifs. La texture de type « durchbewegung » est commune dans la partie supérieure des zones minéralisées et toutes les unités sont surimprimées par une foliation modérée.

À une profondeur de 33 m, une lentille de sulfures massifs d'environ 1 m d'épaisseur est encaissée dans une unité rhyolitique. La minéralisation en sulfures massifs se compose de pyrite (60 %), de sphalérite (38 %) et de magnétite

(2 %), et des filonnets sont disséminés dans la zone contiguë à la lentille. Dans la partie supérieure de la lentille, la texture de type « durchbewegung » qui s'y trouve consiste de clastes arrondis à subarrondis de rhyolite hôte dans une matrice sulfurée de sphalérite et de pyrite (figure 10c).

À une profondeur de 35,5 à 39,1 m, une lentille de sulfures massifs d'environ 4 m d'épaisseur se compose de pyrite (60 %), de sphalérite (32 %), de chalcopryrite (5 %) et de magnétite (2 %). La texture de type « durchbewegung » est de nouveau présente et la matrice est constituée de sphalérite, de chalcopryrite et d'un peu de pyrite hypidiomorphe. La rhyolite hôte sous la lentille, soit à 39,1 m de profondeur, contient des filonnets sulfurés (pyrite > sphalérite > chalcopryrite).

À une profondeur de 46 à 50 m, le contact supérieur d'une troisième lentille sulfurée affiche une texture de type « durchbewegung ». Cette texture se manifeste ici sous forme de clastes centimétriques arrondis de la rhyolite hôte



**Figure 9 :** Carotte provenant du forage HEN-317 au gîte d'Izok Lake : **a)** brèche rhyolitique; **b)** tuf rhyolitique à lapilli, d'origine volcanoclastique, finement lité et très feuilleté; **c)** rhyolite silicifiée à texture mylonitique; **d)** rhyolite à texture pseudo-clastique ou en « agrégats de chlorite ».

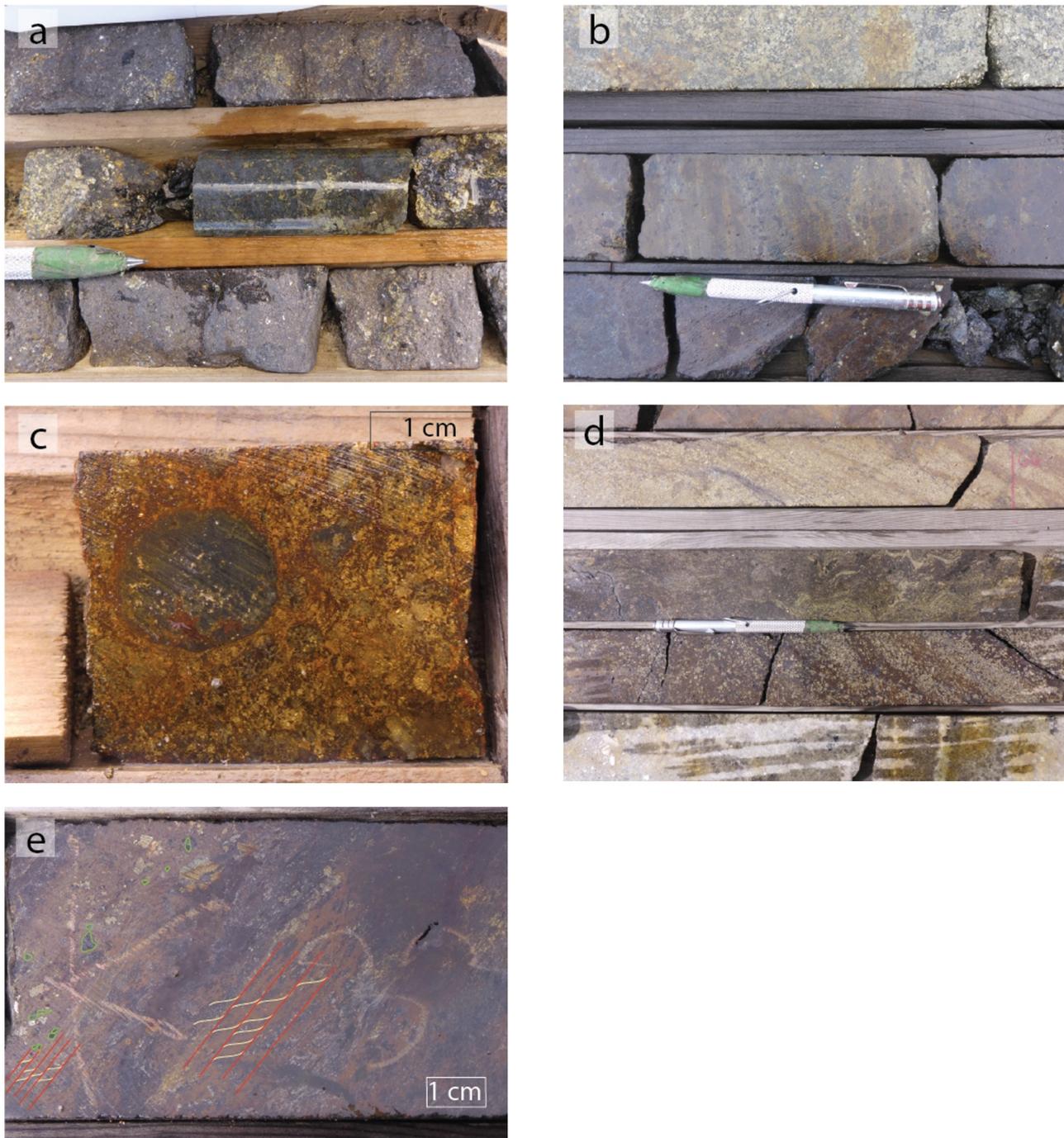
dans une matrice composée de sphalérite, de chalcopryrite et de pyrrhotite, en ordre décroissant d'abondance. De la pyrite hypidiomorphe est présente mais ne fait manifestement pas partie de la matrice. Sous le ruban à texture de type « durchbewegung », soit à 46,5 m de profondeur, la lentille est constituée d'une matrice riche en sphalérite et contenant de petites quantités de chalcopryrite, de galène et de pyrrhotite. Des sections de 10 à 15 cm dans la lentille de sulfures massifs présentent une foliation prononcée et, par endroits, des signes de cisaillement (p. ex. fabriques des plans C-S; figure 10e).

À une profondeur de 53,6 à 72,8 m, une lentille de sulfures massifs de 19 m d'épaisseur est caractérisée par des zones alternantes riches en pyrite et riches en sphalérite. Ces intervalles contiennent aussi de la galène et de la chalcopryrite, constituant entre moins de 1 à 10 % de la roche. Dans les zones riches en sphalérite, cette dernière se manifeste soit sous forme de matrice à grains fins lorsqu'associée à de la pyrite, soit sous forme de cristaux millimétriques lorsqu'associée à de la galène. Dans les zones alternantes riches

en pyrite, la roche se compose de 90 à 95 % de pyrite massive anédrique de taille centimétrique et de 5 à 10 % de rhyolite chloriteuse. Dans la lentille de sulfures massifs supérieure, de petits plis parasites isoclinaux se manifestent dans les zones riches en pyrite (figure 10d). Une texture plus massive caractérise la partie inférieure de la lentille à matrice fortement chloritisée.

### ***Lithologie et altération des roches hôtes***

Le fait que les zones minéralisées se retrouvent exclusivement dans des unités rhyolitiques et qu'aucune unité de composition intermédiaire ou mafique ne se manifeste directement sous les zones sulfurées est une caractéristique commune des forages HEN-093, -228 et -317. En outre, les fabriques tectoniques ont tendance à être habituellement plus intenses dans les zones minéralisées ainsi qu'en bordure de leurs contacts, certains épisodes de déformation régionale ayant produit une foliation prononcée ou des plis parasites dans la minéralisation en sulfures (figure 10d) ainsi que des textures de type « durchbewegung ». Cependant,



**Figure 10 :** Zones minéralisées dans les carottes du gîte d'Izok Lake : **a)** lentilles de sulfures semi-massifs à massifs riches en pyrite et en sphalérite (forage HEN-093); **b)** sulfures massifs à texture de type pseudo-« durchbewegung » riches en pyrite et sulfures massifs riches en sphalérite (forage HEN-228); **c)** texture de type « durchbewegung » dans des sulfures massifs (forage HEN-317); **d)** plis parasites dans des sulfures massifs (forage HEN-317); **e)** fabrique des plans C-S et texture de type « durchbewegung » peu prononcée dans des sulfures massifs (forage HEN-317), le claste hôte étant surligné en vert et la fabrique des plans C-S, en rouge et jaune.

ce phénomène est moins évident dans le forage HEN-093 qui ne présente aucun signe de texture de type « durchbewegung ».

La séricitisation est généralement bien développée sous les zones minéralisées mais faible à presque absente au-dessus de ces zones. Le même phénomène se produit dans le cas de la chloritisation.

## Discussion

Un aspect intéressant du gîte de SMV d'Izok Lake est lié à la chronologie relative de la minéralisation par rapport au volcanisme. Les associations de minéraux d'altération généralement associées à de l'activité hydrothermale dans les systèmes de SMV (c.-à-d. la chloritisation, la séricitisation et la silicification) sont surjacentes et sous-jacentes aux zones minéralisées, bien que la chlorite et la séricite soient plus abondantes sous les zones minéralisées. Ceci pourrait refléter une mise en place synvolcanique à postvolcanique des zones de sulfures massifs, remplaçant éventuellement des unités volcanoclastiques felsiques. Ceci pourrait également indiquer que le système hydrothermal était encore actif au moment de la mise en place des unités de l'éponte supérieure et que la minéralisation pourrait ainsi être le résultat d'un processus exhalatif synvolcanique. En conséquence, l'altération hydrothermale a eu une incidence sur les unités localisées au-dessus et en-dessous des zones minéralisées, mais cette altération se remarque davantage dans les unités qui renferment aussi les bouches hydrothermales (c.-à-d. sous les lentilles sulfurées). Les filonnets sulfurés se trouvent principalement dans les unités rhyolitiques sous les zones minéralisées; de la même façon, l'intensité de l'altération permet de constater que la stratigraphie volcanique fait preuve de rajeunissement dans la partie supérieure des forages.

L'intensité de la déformation présente aussi un intérêt particulier, notamment lorsqu'elle se manifeste dans les lentilles de sulfures massifs. La foliation est généralement plus prononcée sur les côtés de la lentille de sulfures massifs tandis que les tenseurs des déformations augmentent localement à l'intérieur même des lentilles, phénomène causé par des contrastes rhéologiques majeurs. La déformation la plus prononcée au sein des lentilles minéralisées est caractérisée par la présence de plis parasites centimétriques et, plus im-

portant encore, par la présence de textures de type « durchbewegung », qui paraissent sous la forme d'une matrice constituée de sulfures massifs renfermant des clastes arrondis à subarrondis de la roche hôte. Cette texture est normalement associée à un cisaillement simple et/ou à la remobilisation des minéraux sulfurés (p. ex. Marshall et Gilligan, 1989).

Deux modèles, soit un modèle primaire et un modèle tectonique, permettent d'expliquer la présence des textures de type « durchbewegung ». Dans le modèle primaire, la déformation synvolcanique et la formation de failles sur le fond océanique peuvent entraîner une remobilisation des sulfures pendant la mise en place des lentilles, mais il est difficile de démontrer ce phénomène dans des gîtes archéens fortement déformés tels ceux du lac Izok. Dans un modèle tectonique, une texture de type « durchbewegung » peut se former à la suite d'une répartition inégale au niveau de la contrainte différentielle et n'est donc pas liée aux phénomènes associés au milieu volcanique primaire. Puisque les minéraux sulfurés et les roches riches en séricite et riches en chlorite sont moins compétentes que les roches volcaniques hôtes du gîte d'Izok Lake, la déformation est donc concentrée dans ces parties moins compétentes, qui adoptent alors un comportement de zones de cisaillement (Marshall et Gilligan, 1989; Lafrance et al., 2020). La relation spatiale entre la foliation et la texture de type « durchbewegung » semble indiquer qu'elles partagent une origine commune et que cette dernière est le produit d'une déformation tectonique.

L'auréole d'altération hydrothermale produite par ce gîte est relativement grande (entre 1 et 2 km; Laakso et al., 2015), probablement en raison de la perméabilité élevée des roches volcanoclastiques felsiques qui permettent la circulation pénétrante des fluides. Cependant, cette altération hydrothermale pénétrante masque les caractéristiques primaires et les protolites, rendant ainsi difficile l'identification sur le terrain des protolites. Les analyses lithogéochimiques et de données recueillies au moyen d'un spectromètre portable à fluorescence X s'avèreraient ainsi un atout susceptible d'aider à la différenciation des unités (Bailey et Stuble, 2013; Lebeau et al., 2025) et le recours à ces techniques est vivement recommandé lors de tout travail futur de prospection et de cartographie dans la région.

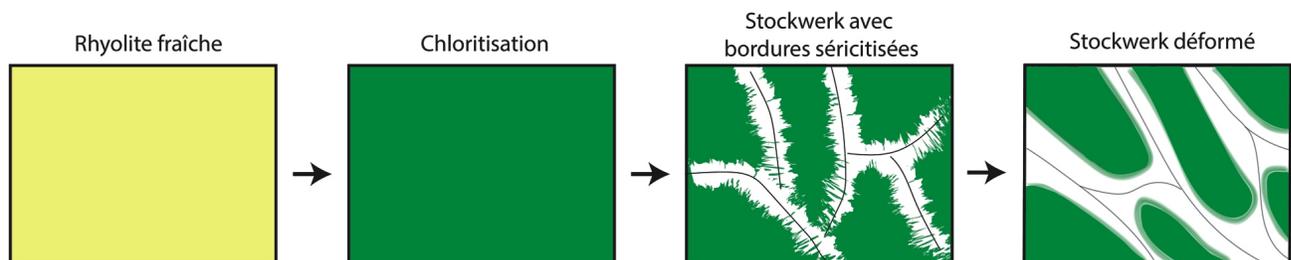


Figure 11 : Modèle démontrant la formation de la texture pseudo-clastique ou en « agrégats de chlorite ».

Auparavant décrite comme étant de la rhyolite pseudo-clastique (S.J. Piercey, rapport non publié, 2013), l'origine de la texture en « agrégats de chlorite », qui se retrouve communément dans la rhyolite de la région du lac Izok, est ambiguë. Tel que décrit ci-dessus (figure 4d, 6c, 8d), cette texture consiste en des plaques disséminées de chlorite dans une matrice de minéral blanc (séricite et/ou albite). Une hypothèse selon laquelle cette texture serait d'origine volcanoclastique, veut que ces plaques chloriteuses proviennent d'anciens clastes volcaniques que renfermait une matrice de composition plus felsique. Une autre interprétation avance que cette texture est liée à un réseau de microfissures dans une roche antérieurement chloritisée, au sein de laquelle la séricitisation et/ou l'albitisation du plagioclase se serait concentrée le long des plans de fracture. La déformation subséquente aurait menée à l'aplatissement de la structure en stockwerk, menant à la formation de la texture en question (figure 11). Le recours à des analyses pétrochimiques et géochimiques contribuerait à résoudre le mystère entourant l'origine de cette texture particulière.

## Considérations économiques

Considéré l'une des ressources non exploitées en zinc et en cuivre les plus importantes du Canada, le gîte de SMV d'Izok Lake présente un potentiel économique manifeste étant donné les ressources en zinc, en cuivre, en plomb et en argent qu'il recèle et la demande sans cesse grandissante associée à ces métaux (Modor Intelligence, 2022). En outre, des analyses antérieures ont révélées la présence de concentrations en cadmium (MMG Resources Inc., données non publiées, 2009–2015) et en gallium (Affaires indiennes et du Nord Canada, 2006), soit des minéraux qui souvent font partie des éléments structuraux de la sphalérite (Schwartz, 2000).

## Conclusion

Des carottes provenant de trois forages ont fait l'objet d'études détaillées en vue de documenter les relations entre les zones minéralisées et les unités hôtes du gîte d'Izok Lake. Le type lithologique prédominant de la région est de composition volcanique et felsique, et présente un style et un degré d'intensité de chloritisation et de séricitisation, ainsi qu'un degré d'intensité de la déformation, variables.

L'altération hydrothermale se manifeste au-dessus et en-dessous des zones minéralisées, bien qu'elle soit plus prononcée dans les unités sous-jacentes. Ceci semble indiquer soit que des processus de remplacement ayant eu lieu sous les fonds marins aient donné naissance à la minéralisation, soit que le système hydrothermal ait encore été actif lors de la mise en place de l'éponte supérieure. Dans les deux cas, bien que ces derniers soient hypothétiques, une activité hydrothermale se manifestant dans l'éponte supérieure de lentilles sulfurées reconnues semblerait indiquer la pré-

sence possible de zones sulfurées dans les niveaux stratigraphiques supérieurs. La présence d'une foliation tectonique bien développée aussi bien à l'intérieur qu'autour des zones minéralisées, ainsi que l'occurrence de la texture de type « durchbewegung » dans les lentilles de sulfures massifs, indique que le système de contraintes était concentré dans les unités moins compétentes (c.-à-d. les zones de sulfures massifs et les zones à chlorite et à séricite).

## Remerciements

Les présents travaux n'auraient pas été possibles sans l'apport du Bureau géoscientifique Canada-Nunavut et l'aide du Northwest Territories Geological Survey. Les travaux ont bénéficié d'une subvention du Programme de formation scientifique dans le Nord accordée à L. Guyot-Messier et B.M. Saumur. Les auteurs remercient la société MMG Resources Inc. de leur avoir permis l'accès à la propriété, à la carothèque et à des données. Le soutien aérien a été financé par le Programme du plateau continental polaire (PPCP, projet no. 31922). Les auteurs remercient également AirTindi Ltd., Weaver & Devore Trading Ltd., Discovery Mining Services, Cascom Ltd. et le PPCP pour la prestation des services de logistique. P. Mercier-Langevin a fourni un examen critique approfondi du manuscrit. B.M. Saumur bénéficie d'une subvention (RGPIN-2021-03306) du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada octroyée dans le cadre de son Programme de subventions à la découverte.

## Références

- Affaires indiennes et du Nord Canada 2006: Nunavut mining mineral exploration and geoscience: overview 2006; Indian and Northern Affairs Canada, Government of Nunavut and Nunavut Tunngavik Incorporated, 53 p., URL <[https://www.miningnorth.com/\\_rsc/site-content/library/NUNAVUT%20OVERVIEW%202006.PDF](https://www.miningnorth.com/_rsc/site-content/library/NUNAVUT%20OVERVIEW%202006.PDF)> [janvier 2025].
- Bailey, K. et Stuble, M. 2013: The Izok volcanic-hosted massive sulphide deposit, Nunavut, Canada: a new interpretation of the rhyolitic stratigraphy and implications for exploration; Society of Economic Geologists, SEG 2013: Geoscience for Discovery, September 24–27, 2013, Whistler, British Columbia, affiche, p. 133–139.
- Bleeker, W. et Hall, B. 2007: The Slave craton: geological and metallogenic evolution; dans *Mineral Deposits of Canada: A Synthesis of Major Deposit-Types, District Metallogeny, the Evolution of Geological Provinces, and Exploration Methods*, W.D. Goodfellow (ed.), Geological Association of Canada, Mineral Deposits Division, Special Publication, v. 5, p. 849–879.
- Bleeker, W., Ketchum, J.W.F. et Davis, W.J. 1999: The Central Slave Basement Complex, part II: age and tectonic significance of high strain zones along the basement-cover contact; *Canadian Journal of Earth Sciences*, v. 36, p. 1111–1130.
- Bostock, H.H. 1980: Geology of the Itchen Lake area, District of Mackenzie; Geological Survey of Canada, Memoir 391, 102 p.

- Davis, W.J., Fryer, B.J. et King, J.E. 1994: Geochemistry and evolution of late Archean plutonism and its significance to the tectonic development of the Slave craton; *Precambrian Research*, v. 67, p. 207–241.
- Franklin, J.M., Gibson, H.L., Galley, A.G. et Jonasson, I.R. 2005: Volcanogenic massive sulfide deposits; *Economic Geology*, 100th Anniversary Volume, p. 523-560.
- Galley, A.G., Hannington, M.D. et Jonasson, I. 2007: Volcanogenic massive sulphide deposits; dans *Mineral Deposits of Canada: A Synthesis of Major Deposit-Types, District Metallogeny, the Evolution of Geological Provinces, and Exploration Methods*, W.D. Goodfellow (ed.), Geological Association of Canada, Mineral Deposits Division, Special Publication, v. 5, p. 141–161.
- Gebert, J.S. 1995: Archean geology of the Hanikahimajuk Lake area, northern Point Lake volcanic belt, west-central Slave Structural Province, District of Mackenzie, N.W.T.; *Indian and Northern Affairs Canada, NWT Geological Mapping Division, EGS 1995-3*, 27 p.
- Laakso, K., Rivard, B., Peter, J.M., White, H.P., Maloley, M., Harris, J. et Rogge, D. 2015: Application of airborne, laboratory, and field hyperspectral methods to mineral exploration in the Canadian Arctic: recognition and characterization of volcanogenic massive sulphide-associated hydrothermal alteration in the Izok Lake deposit area, Nunavut, Canada; *Economic Geology*, v. 110, p. 925–941.
- Lafrance, B., Gibson, H.L. et Stewart, M.S. 2020: Internal and external deformation and modification of volcanogenic massive sulphide deposits; *Economic Geology*, v. 21, p. 147–171.
- Lebeau, L.E., Knox, B. et Guyot-Messier, L. 2025: Izok Lake volcanogenic massive-sulphide deposit in the Slave craton, western Nunavut: a field summary of regional rock types; dans *Summary of Activities 2024, Canada-Nunavut Geoscience Office*, p. 1–22, URL <<https://cngo-bgcn.ca/summary-of-activities/2024/>>.
- Marshall, B. et Gilligan, L.B. 1989: Durchbewegung structure, piercement cusps, and piercement veins in massive sulfide deposits; formation and interpretation; *Economic Geology*, v. 84, p. 2311–2319.
- MMG Limited 2022: Mineral resources and ore reserves statement as at 30 June 2022; MMG Limited, URL <<https://www.mmg.com/exchange-announcements/announcements-and-notices-mineral-resources-and-ore-reserves-statement-as-at-30-june-2022/>> [novembre 2022].
- Modor Intelligence 2022: Base metals market – growth, trends, COVID-19 impact, and forecasts (2022-2027); Modor Intelligence, URL <<https://www.modorintelligence.com/industry-reports/base-metals-market>> [octobre 2022].
- Money, P.L. et Heslop, J.B. 1976: Geology of the Izok Lake massive sulphide deposit; *Canadian Mining Journal*, v. 97, p. 24–28.
- Morrison, I.R. 2004: Geology of the Izok massive sulfide deposit, Nunavut Territory, Canada; *Exploration and Mining Geology*, v. 13, p. 25–36, URL <<https://doi.org/10.2113/gsemg.13.1-4.25>>.
- Morrison, I.R. et Balint, F. 1993: Geology of the Izok massive sulphide deposits, Northwest Territories, Canada; dans *Proceedings of the World Zinc '93 Symposium*, October 10–13, 1993, Hobart, Australie, p. 161–170.
- Mortensen, J.K., Thorpe, R.I., Padgham, W.A., King, J.E. et Davis, W.J. 1988: U-Pb zircon ages for felsic volcanism in the Slave Province, N.W.T.; dans *Radiogenic Age and Isotope Studies, Report 2*, Geological Survey of Canada, Paper 88-2, p. 85–95.
- Padgham, W.A. et Fyson, W.K. 1992: The Slave Province: a distinct Archean craton; *Canadian Journal of Earth Sciences*, v. 29, p. 2072–2086.
- Paulen, R.C., McClenaghan, B. et Hicken, A. 2013: Regional and local ice-flow history in the vicinity of the Izok Lake Zn–Cu–Pb–Ag deposit, Nunavut; *Canadian Journal of Earth Sciences*, v. 50, p. 1209–1222.
- Relf, C. 1992: Two distinct shortening events during late Archean orogeny in the west-central Slave Province, Northwest Territories, Canada; *Canadian Journal of Earth Sciences*, v. 29, p. 2104–2117.
- Ressources naturelles Canada 2023: The Canadian critical minerals strategy; Natural Resources Canada, 52 p., URL <<https://www.canada.ca/en/campaign/critical-minerals-in-canada/canadian-critical-minerals-strategy.html>> [janvier 2025].
- Schwartz, M.O. 2000: Cadmium in zinc deposits: economic geology of a polluting element; *International Geology Review*, v. 42, no. 5, p. 445–469.
- Stublely, M.P. et Irwin, D. 2019: Bedrock geology of the Slave craton, Northwest Territories and Nunavut; Northwest Territories Geological Survey, Open File 2019-01, fichiers numériques Esri® et Adobe.
- Thomas, A. 1978: Volcanic stratigraphy of the Izok Lake greenstone belt, District of Mackenzie, N.W.T.; thèse de maîtrise, Western University, London, Ontario.

