

MB 2026-09

Datations U-Pb dans la Province de Grenville effectuées au GEOTOP en 2023-2024

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.

**Ressources naturelles
et Forêts**

Québec





Datations U-Pb dans la Province de Grenville effectuées au GEOTOP en 2023-2024

Jean David, Adina Bogatu et Francis Talla Takam

MB 2026-09

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.

Datations U-Pb dans la Province de Grenville effectuées au GEOTOP en 2023-2024

Jean David (MRNF)

Recherche et collecte documentaires : Adina Bogatu (MRNF)

Compilation et rédaction : Francis Talla Takam (MRNF)

Datations U-Pb dans la Province de Grenville (GEOTOP), projets de cartographie 2023-2024

Préambule

Cette ébauche de document a été récupérée des dossiers de Jean David à la suite de son décès subit. Les résultats analytiques ont été compilés et validés, mais certains éléments descriptifs ou interprétatifs du rapport sont incomplets.

Introduction

Nous rapportons ici les résultats des travaux d'analyses géochronologiques effectués sur dix-huit (18) échantillons provenant de trois (3) projets de cartographie dans la Province de Grenville. Cinq (5) échantillons proviennent d'un projet de métallogénie et visent à dater la mise en place de dykes pegmatitiques à ETR dans la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean (Moukhsil et El Bourki, 2023). Sept (7) échantillons ont été prélevés lors du projet de cartographie de la région de Kegaska (Lafrance et Daoudene, 2023) et six (6) lors d'un projet du même type dans la région du lac Jalobert (Talla Takam et Moukhsil, 2023). Des analyses supplémentaires de titanite et de monazite ont aussi été réalisées pour douze (12) échantillons de roche datés antérieurement par la méthode U-Pb sur zircons (David, 2023, 2025 et 2026).

Résultats analytiques

1. Projet ETR Grenville

1.1 ÉCHANTILLON : 2023-AM-6010D

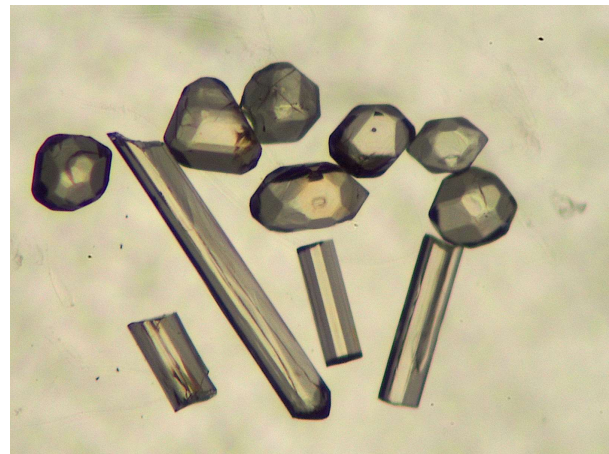
LITHOLOGIE : dyke de pegmatite granitique blanchâtre, indice Lac Paradis 1.

SNRC 22K15 - UTM zone 19 512665 mE
5629066 mN

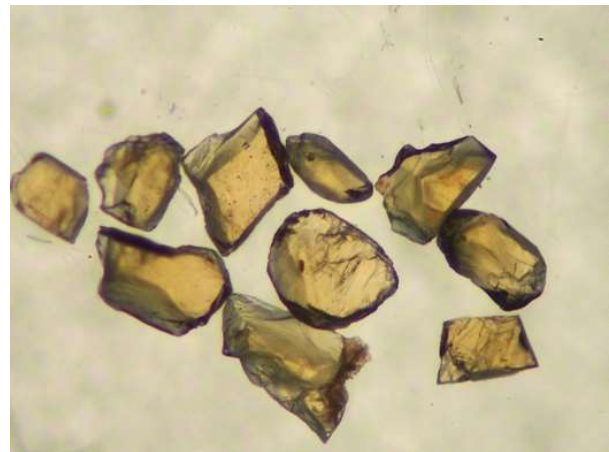
Les zircons récupérés se présentent sous la forme de cristaux automorphes en baguettes très allongées ou de cristaux plus ou moins équidimensionnels avec des faces cristallines complexes. Les cristaux sont limpides et incolores (photo 1.1a).

On observe une abondance de monazite sous la forme de fragments très limpides. Les cristaux présentent une morphologie typique et une coloration jaune verdâtre caractéristique qui n'est toutefois pas bien restituée sur la photographie (photo 1.1b).

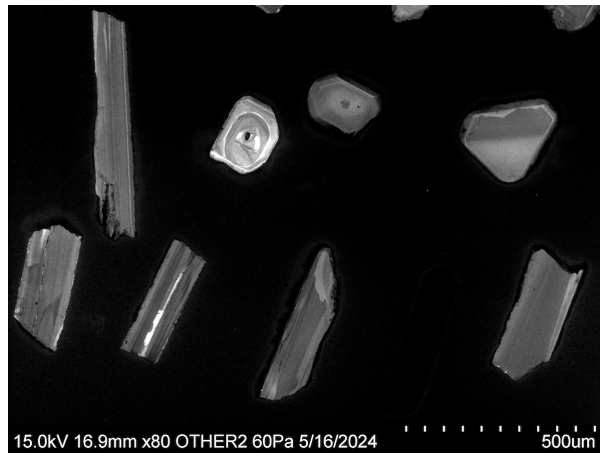
En cathodoluminescence, les cristaux de zircon sont moyennement luminescents avec une structure interne dominée essentiellement par une zonation oscillatoire (image 1.1c)



(Photo 1.1a)



(Photo 1.1b)

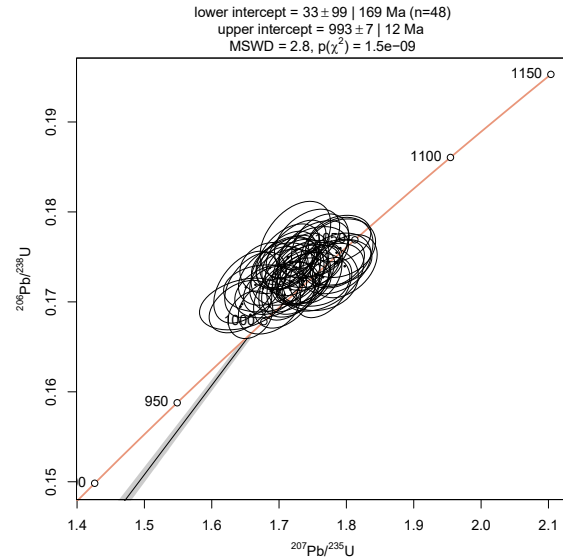


(Image 1.1c)

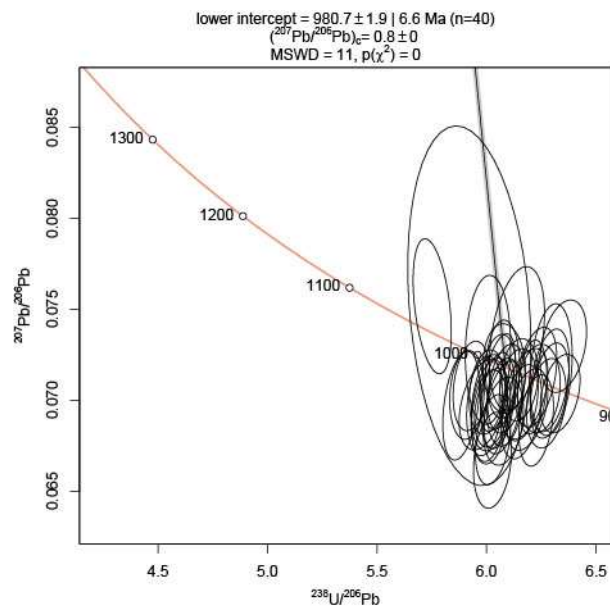
Cinquante analyses ont été réalisées pour déterminer l'âge de cristallisation des zircons. Les concentrations en uranium varient entre 110 ppm et 638 ppm et les rapports Th/U sont compris entre 0,16 et 0,67. Les âges apparents ($^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$) sont compris entre environ 909 Ma et 1056 Ma avec des incertitudes relativement importantes de ± 40 Ma (2 sigma).

Considérant les erreurs sur le rapport $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$, une sélection de 48 analyses ont permis d'établir un âge concordia de $1024,0 \pm 1,6$ Ma avec des paramètres statistiques acceptables (Ludwig, 1998). Le MSWD étant élevé (4,3), un calcul de régression linéaire a permis d'établir une intersection supérieure correspondant à un âge de 993 ± 12 Ma (MSWD = 2,8; diagramme 1.1d). Cet âge est interprété comme celui de la mise en place du dyke de pegmatite granitique.

Une quarantaine d'analyses ont été effectuées sur des monazites. Les résultats sont en grande partie inversement discordants. Sur un diagramme Tera-Wasserburg, un calcul de régression linéaire permet de déterminer une intersection inférieure qui correspond à un âge de $980,7 \pm 6,6$ Ma (diagramme 1.1e).



(Diagramme 1.1d)



(Diagramme 1.1e)

1.2 ÉCHANTILLON : 2023-AM-6009B

LITHOLOGIE : dyke de pegmatite granitique hématisée et chloritisée, indice Ernest.

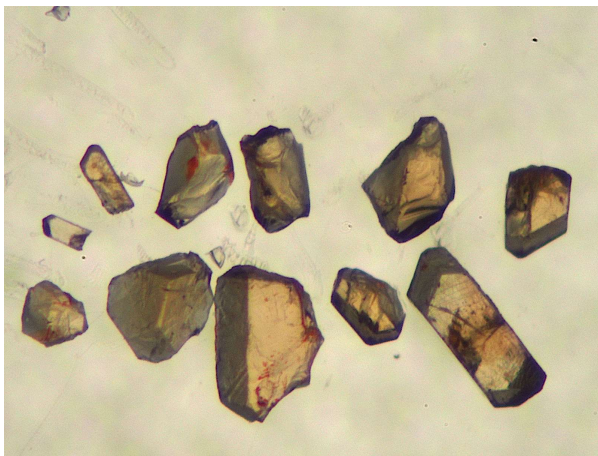
SNRC 22K15 - UTM zone 19 515657 mE
5642685 mN

Les zircons récupérés de cet échantillon sont typiques des lithologies pegmatitiques. Les cristaux translucides présentent des morphologies prismatiques simples avec une

forte proportion de fragments cristallins de grande taille (photo 1.2a).

La monazite est également abondante sous la forme de fragments de cristaux sans inclusion (photo 1.2b).

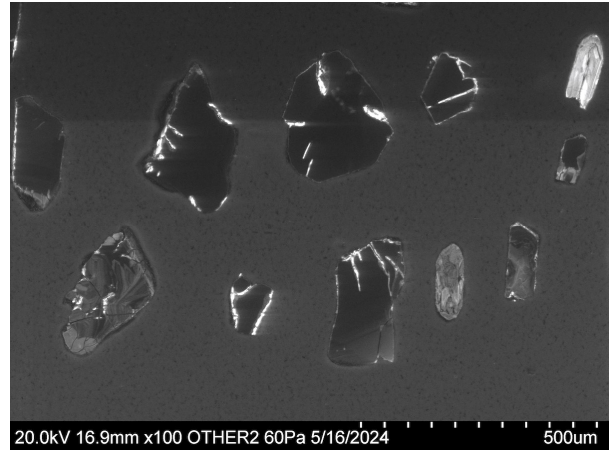
En cathodoluminescence, les cristaux de zircon prismatiques présentent une zonation oscillatoire, alors que les fragments ne sont pas luminescents et montrent des lisérés blanchâtres, probablement le résultat d'une métamictisation (image 1.2c).



(Photo 1.2a)



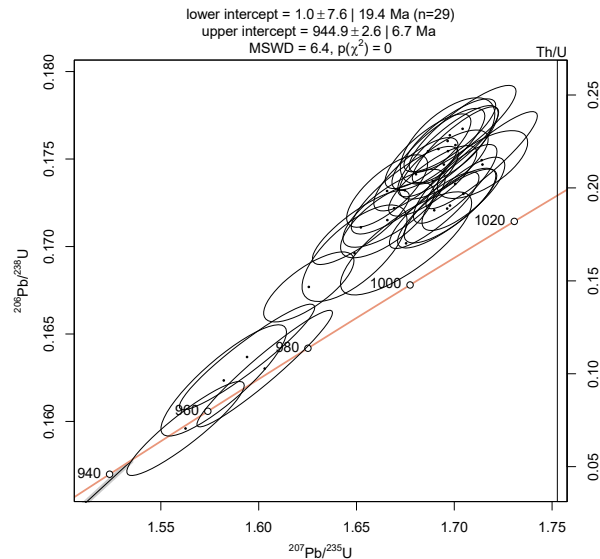
(Photo 1.2b)



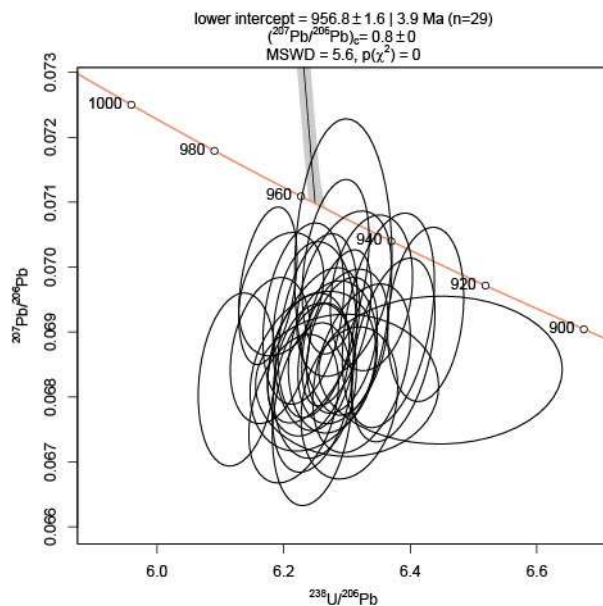
(Image 1.2c)

Une trentaine d'analyses ont été réalisées sur des zircons. Les concentrations en uranium sont très élevées, entre 764 ppm et 3711 ppm. Les rapports Th/U varient entre 0,04 et 0,26. Les résultats sont en grande partie inversement discordants. Un calcul de régression linéaire donne une intersection supérieure correspondant à un âge de $944,9 \pm 6,7$ Ma (diagramme 1.2d), considéré comme celui de la mise en place du dyke de pegmatite granitique.

Une trentaine d'analyses ont été effectuées sur des monazites. Tous les résultats sont inversement discordants. Un calcul de régression linéaire donne une intersection inférieure qui correspond à un âge de $956,8 \pm 3,9$ Ma (diagramme 1.2e).



(Diagramme 1.2d)



(Diagramme 1.2e)

1.3 ÉCHANTILLON : 2022-AM-0033D

LITHOLOGIE : injection de pegmatite granitique, indice Du Semoir.

SNRC 32H08 - UTM zone 18 688190 mE
5466140 mN

Les zircons récupérés de cet échantillon sont de forme prismatique plus ou moins allongée avec des terminaisons de longueur variable et des faces cristallines simples à complexes

variablement émoussées. Ils sont incolores à brunâtres et on observe des micro-inclusions ou des microfractures dans certains cristaux (photo 1.3a).

Des fragments brunâtres de titanite ont également été récupérés dans le concentré de minéraux lourds (photo 1.3b).

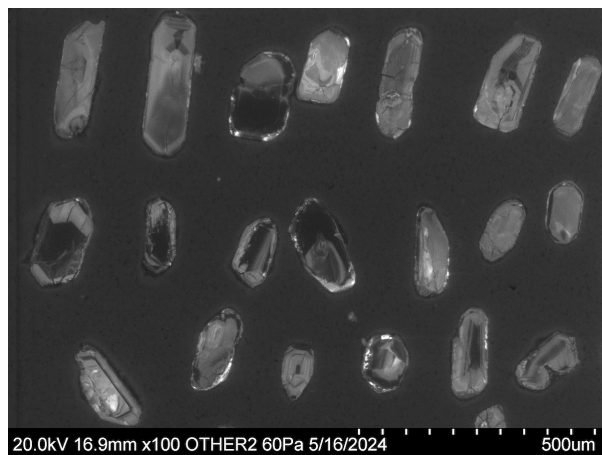
La structure interne des zircons révélée en cathodoluminescence présente essentiellement une zonation oscillatoire ou une zonation en secteurs pour certains cristaux (image 1.3c). Ils sont moyennement luminescents avec des portions totalement éteintes.



(Photo 1.3a)



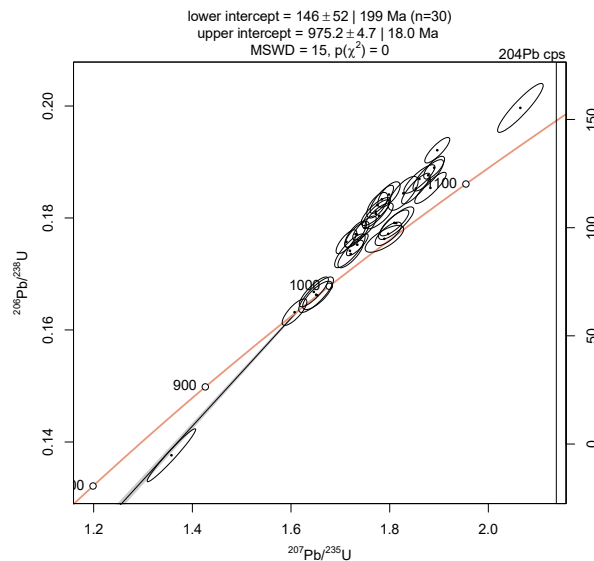
(Photo 1.3b)



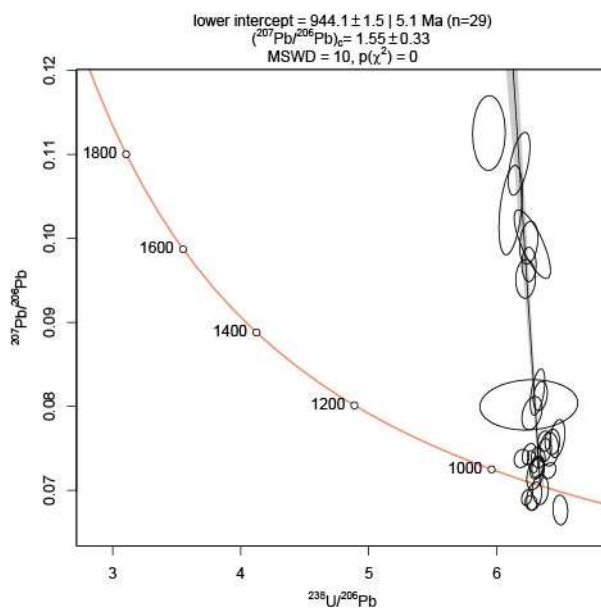
(Image 1.3c)

Trente cristaux de zircons ont été analysés. Les concentrations en uranium sont très élevées, entre 726 ppm et 3550 ppm, avec des rapports Th/U qui varient de 0,04 à 0,31. Les résultats sont en grande partie inversement discordants. Un calcul de régression linéaire donne une intersection supérieure correspondant à un âge de $975,2 \pm 18,0$ Ma (diagramme 1.3d), considéré comme celui de la mise en place de la pegmatite granitique.

Une trentaine d'analyses effectuées sur des titanites ont donné des résultats discordants. Un calcul de régression linéaire donne une intersection inférieure qui correspond à un âge de $944,1 \pm 5,1$ Ma (diagramme 1.3e).



(Diagramme 1.3d)



(Diagramme 1.3e)

1.4 ÉCHANTILLON : 2023-AM-6007B

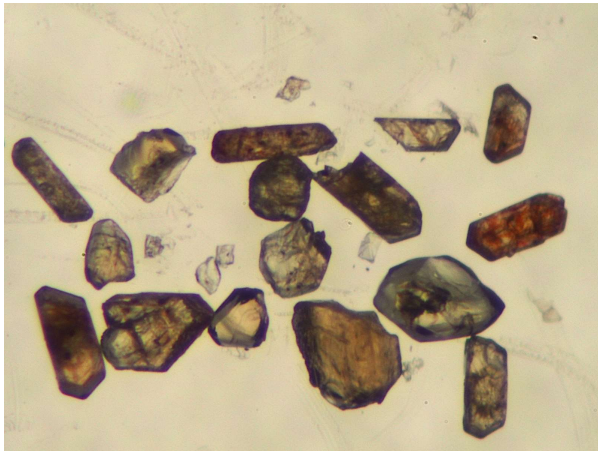
LITHOLOGIE : dyke de pegmatite dans jotunite, indice Lac Tommy.

SNRC 32H01 - UTM zone 18 685256 mE
5442080 mN

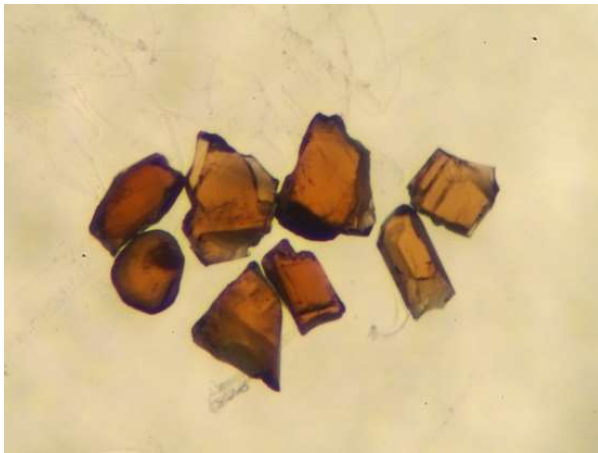
Les zircons récupérés de cet échantillon sont constitués de fragments cristallins de grande taille et de cristaux prismatiques brunâtres (photo 1.4a).

Des fragments brunâtres de titanites ont également été récupérés de cet échantillon (photo 1.4b).

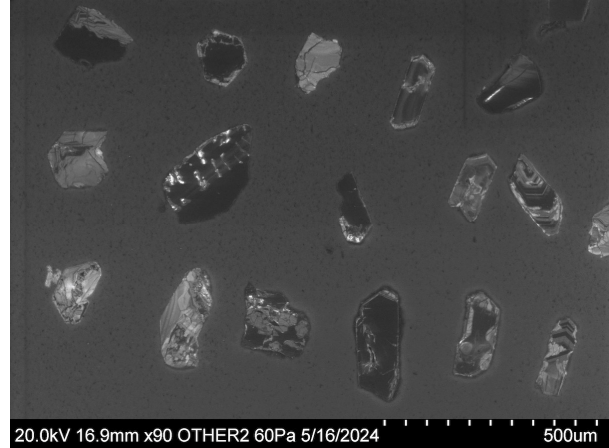
En cathodoluminescence, les cristaux prismatiques présentent une zonation oscillatoire ou en secteurs (image 1.4c). Les fragments de zircon ne sont pas luminescents et présentent des lisérés blanchâtres, un peu comme pour l'échantillon 2023-AM-6009B.



(Photo 1.4a)



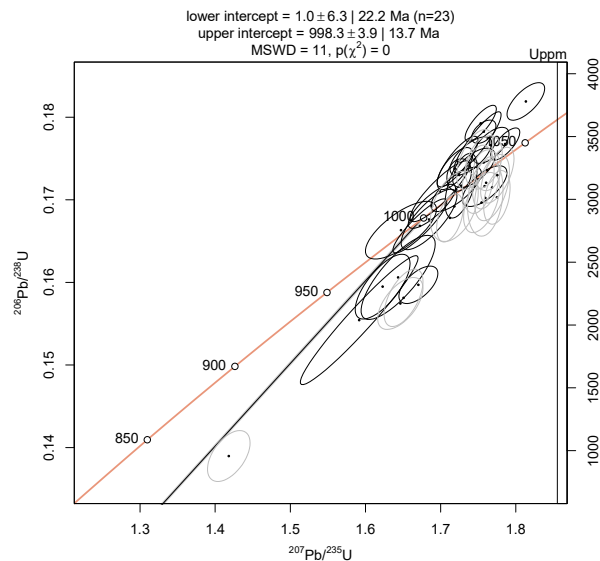
(Photo 1.4b)



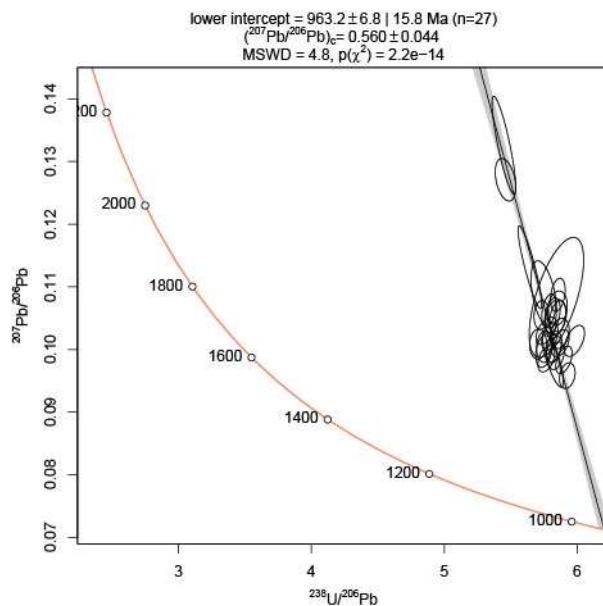
(Image 1.4c)

Une quarantaine d'analyses ont été effectuées sur des zircons. Les concentrations en uranium sont très élevées, entre 708 ppm et 6748 ppm. Les rapports Th/U varient entre 0,10 et 0,80. Les résultats sont pour la plupart discordants. Sur la base du contenu en uranium, un calcul de régression linéaire de 23 analyses a donné une intersection supérieure correspondant à un âge de $998,3 \pm 13,7$ Ma (diagramme 1.4d). Cet âge est interprété comme celui de la mise en place du dyke de pegmatite.

Une trentaine d'analyses effectuées sur des titanites ont donné des résultats discordants. Un calcul de régression linéaire donne une intersection inférieure qui correspond à un âge de $963,2 \pm 15,8$ Ma (diagramme 1.4e).



(Diagramme 1.4d)



(Diagramme 1.4e)

1.5 ÉCHANTILLON : 2023-AM-6005C

LITHOLOGIE : dyke de pegmatite, indice
Lac du Milieu.

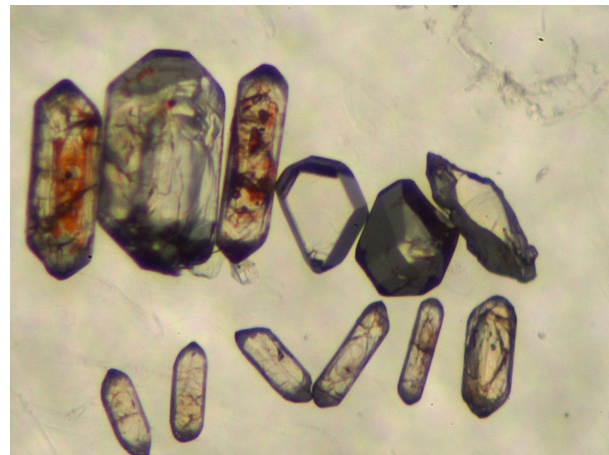
SNRC 32A15 - UTM zone 18 660302 mE
5410345 mN

Le traitement de cet échantillon a fourni des cristaux de zircon prismatiques allongés et tabulaires avec des terminaisons pyramidales simples ainsi que des fragments cristallins de

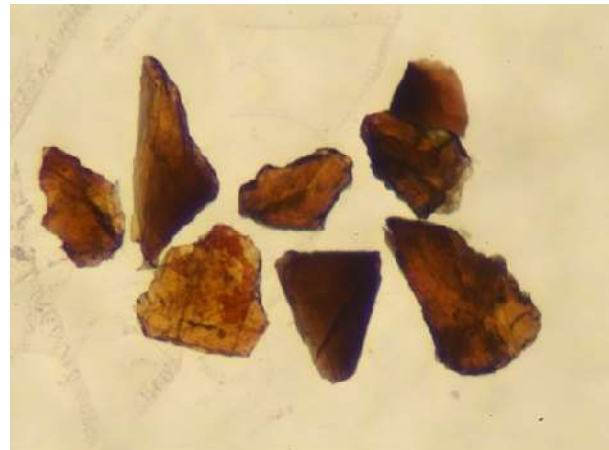
grande taille. Les cristaux sont incolores à l'exception des prismes de grande taille qui ont une partie centrale brunâtre (photo 1.5a).

Des fragments brunâtres de titanite ont également été récupérés de cet échantillon (photo 1.5b).

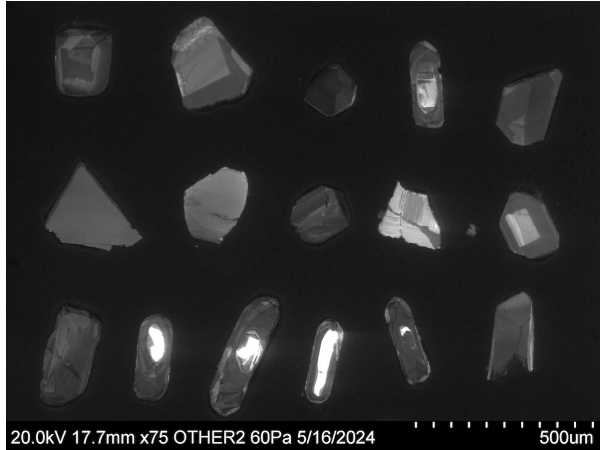
La structure interne de ces zircons visible en cathodoluminescence (image 1.5c) est constituée d'une partie centrale luminescente pour les cristaux prismatiques et de zonations en secteurs. Les fragments sont moins luminescents et montrent une structure homogène.



(Photo 1.5a)

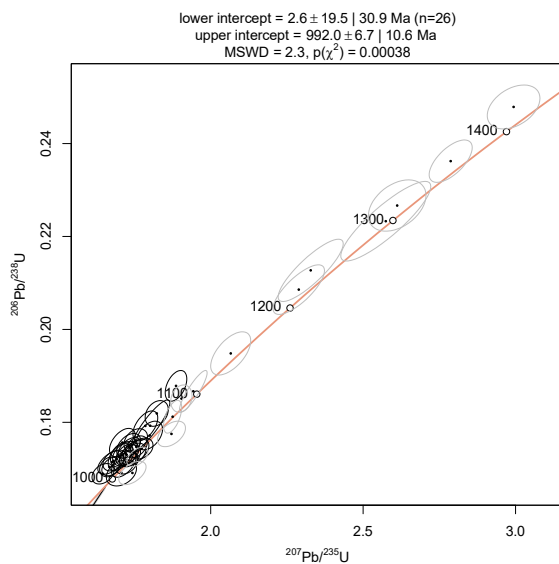


(Photo 1.5b)



(Image 1.5c)

Une quarantaine d'analyses ont été effectuées sur des zircons avec des âges apparents ($^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$) compris entre environ 941 Ma et 1378 Ma. Les concentrations en uranium varient entre 110 ppm et 638 ppm et les rapports Th/U sont compris entre 0,06 et 0,16. Un calcul de régression linéaire à partir des 26 analyses les plus jeunes donne une intersection supérieure correspondant à un âge de $992,0 \pm 10,6$ Ma (diagramme 1.5d). Cet âge est interprété comme celui de la mise en place du dyke de pegmatite.



(Diagramme 1.5d)

2. Projet de cartographie de la région de Kegaska

2.1 ÉCHANTILLON : 2023-YD-2049A

LITHOLOGIE : Monzodiorite quartzifère,
Suite intrusive de Kegaska (mPkeg1).

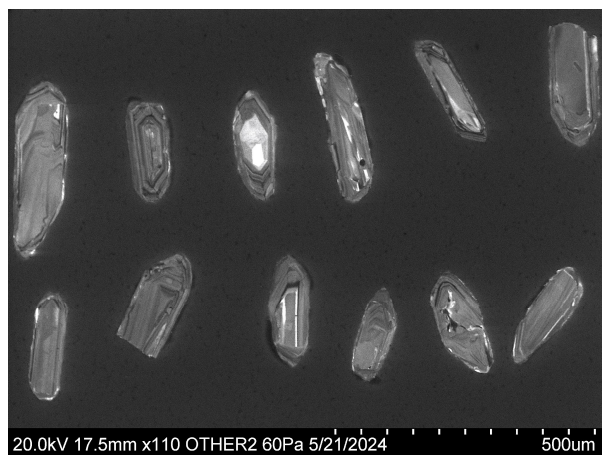
SNRC 12K03 - UTM zone 20 617826 mE
5560590 mN

Le traitement de cet échantillon a permis de récupérer des zircons prismatiques à section rectangulaire plus ou moins allongée avec des terminaisons courtes. Les cristaux sont incolores et contiennent peu d'inclusions (photo 2.1a).

En cathodoluminescence, les cristaux sont pour la plupart moyennement luminescents et présentent des structures internes simples. Presque tous les cristaux sont caractérisés par une zonation oscillatoire typique des zircons provenant de roches ignées. Certains cristaux présentent une zonation en secteurs (image 2.1b).



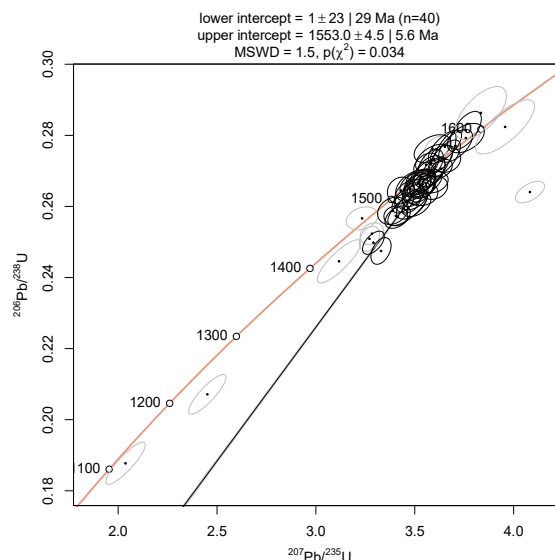
(Photo 2.1a)



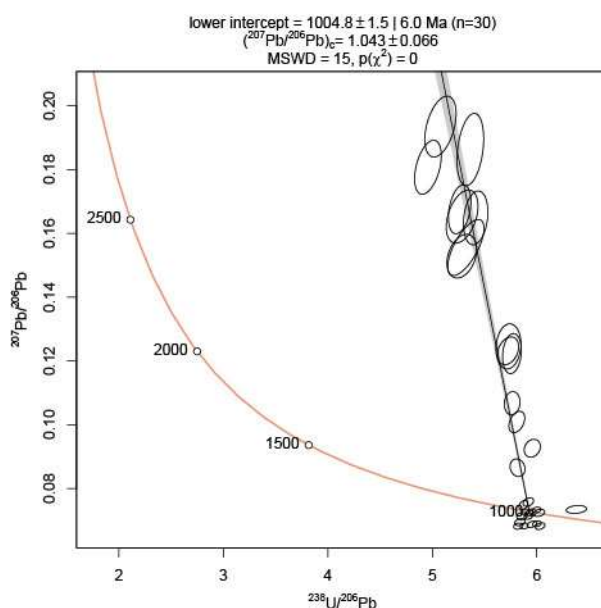
(Image 2.1b)

Cinquante analyses de zircon ont été effectuées. Les concentrations en uranium varient entre 99 ppm et 726 ppm avec des rapports Th/U qui fluctuent entre 0,16 et 1,35. Les âges apparents ($^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$) sont compris entre environ 1152 Ma et 1834 Ma, avec une majorité autour de 1500 Ma. Un calcul de régression linéaire à partir de 40 analyses de ce dernier groupe donne une intersection supérieure correspondant à un âge de $1553,4 \pm 5,6$ Ma (MSWD = 1,5; diagramme 2.1c). Cet âge est interprété comme celui de la mise en place de la monzodiorite quartzifère.

Des fragments de titanite ont également été récupérés de cet échantillon. Trente analyses de titanite ont donné des résultats discordants. Un calcul de régression linéaire donne une intersection inférieure qui correspond à un âge de $1004,8 \pm 6,0$ Ma (diagramme 2.1d).



(Diagramme 2.1c)



(Diagramme 2.1d)

2.2 ÉCHANTILLON : 2023-YD-2059A

LITHOLOGIE : syénogranite, Intrusion de Grozieux (mPgrz).

SNRC 12K03 - UTM zone 20 628334 mE
5567317 mN

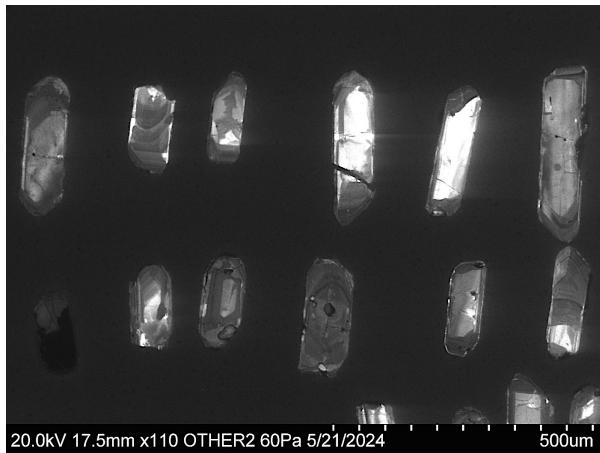
Les zircons récupérés de cet échantillon constituent une population morphologique unique et homogène. Les cristaux à section prismatique allongée et rectangulaire

contiennent des inclusions et des microfractures avec une partie centrale brunâtre (photo 2.2a). On remarque la présence de noyau hérité dans certains cristaux.

L'imagerie par cathodoluminescence montre des cristaux diversement luminescents constitués d'une partie centrale plus ou moins homogène entourée par un motif de zonation oscillatoire. Certains cristaux présentent une zonation en secteurs (image 2.2b).



(Photo 2.2a)

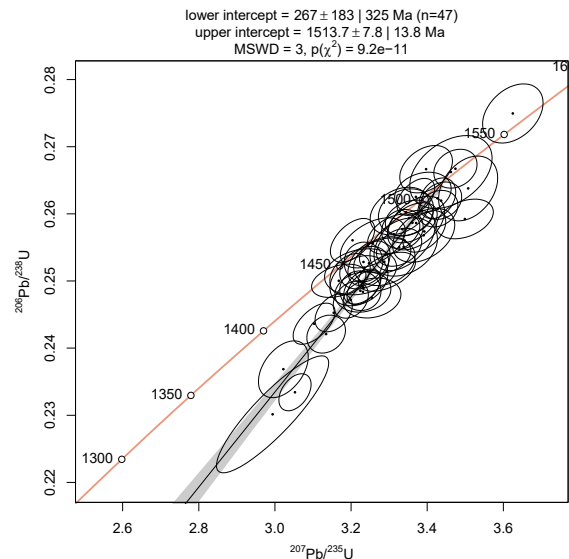


(Image 2.2b)

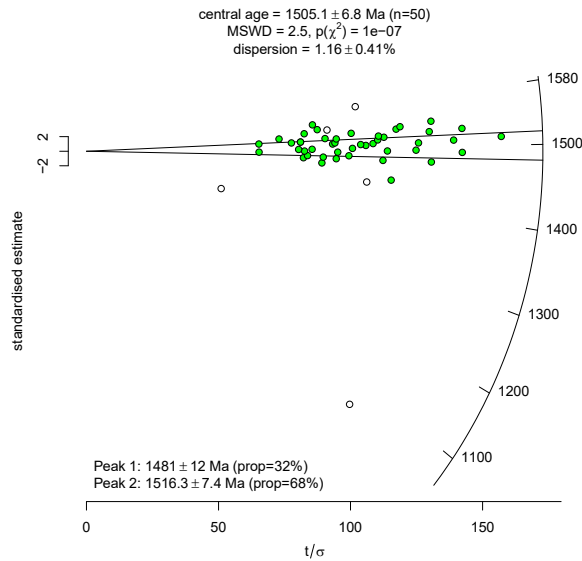
Cinquante analyses de zircon ont été effectuées. Les concentrations en uranium varient de 120 ppm à 3439 ppm avec des rapports Th/U compris entre 0,09 et 0,56. Les résultats sont discordants dans l'ensemble, mais ils se distribuent sur une même droite

discordia. Un calcul de régression linéaire effectué à partir des résultats de 47 cristaux donne une intersection supérieure correspondant à $1513,7 \pm 13,8$ Ma (MSWD = 3; diagramme 2.2c). La modélisation statistique utilisant l'ensemble des âges $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ est présentée sur un diagramme radial de Galbraith (1988 et 1994; diagramme 2.2d). Cette analyse fait ressortir deux populations d'âges à 1481 ± 12 Ma et $1516,3 \pm 7,4$ Ma. Ce dernier âge représente la meilleure estimation pour la mise en place du syénogranite. L'âge de 1481 Ma coïnciderait à l'âge d'un épisode métamorphique.

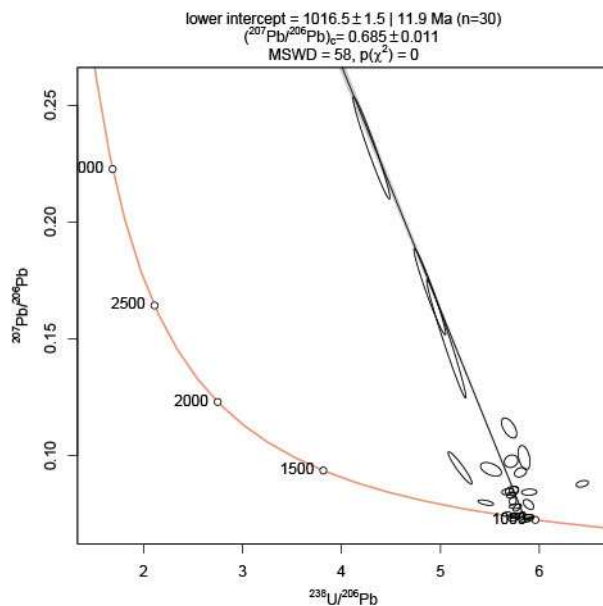
Des fragments de titanite ont également été récupérés de cet échantillon. Les résultats d'une trentaine d'analyses sont discordants. Un calcul de régression linéaire donne une intersection inférieure qui correspond à un âge de $1016,5 \pm 11,9$ Ma (diagramme 2.2e).



(Diagramme 2.2c)



(Diagramme 2.2d)



(Diagramme 2.2e)

2.3 ÉCHANTILLON : 2023-IL-3135B

LITHOLOGIE : volcanite felsique, Complexe de Coude (mPcud1).

SNRC 12K06 - UTM zone 20 616265 mE
5568021 mN

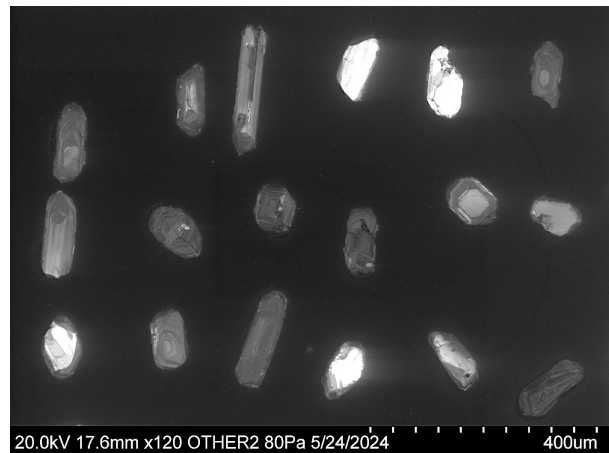
Les zircons récupérés de cet échantillon sont de petite taille. Ce sont des cristaux prismatiques, incolores à brunâtres, à section rectangulaire plus ou moins allongée avec des terminaisons

courtes et contenant peu d'inclusions (photo 2.3a).

En cathodoluminescence, les cristaux sont essentiellement constitués d'une partie centrale plus ou moins luminescente entourée par un motif de zonation oscillatoire. Certains cristaux sont fortement luminescents (image 2.3b).



(Photo 2.3a)

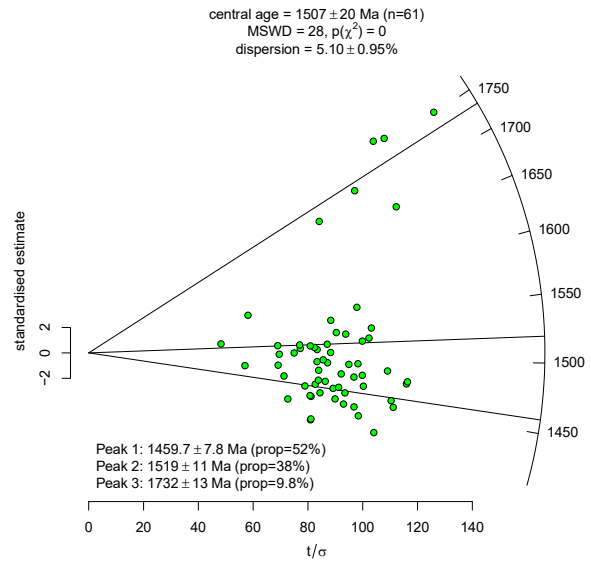


(Image 2.3b)

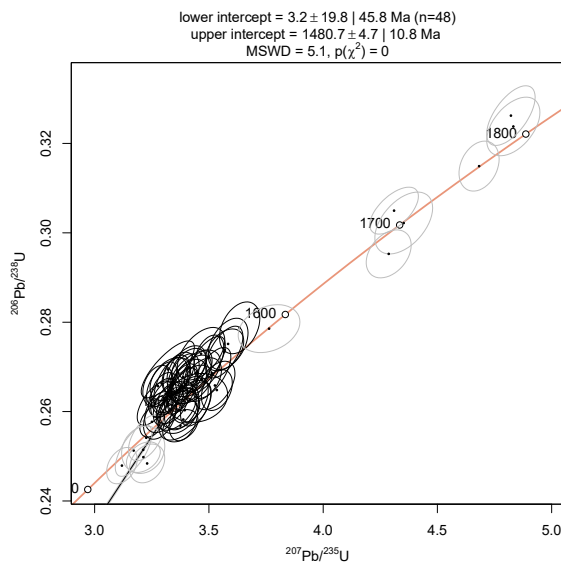
Soixante-dix analyses ont été effectuées sur des zircons. Les concentrations en uranium varient entre 77 ppm et 1114 ppm et les rapports Th/U entre 0,15 et 0,75. Les âges apparents ($^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$) sont compris entre environ 1417 Ma et 1761 Ma. Les résultats sont faiblement discordants et se distribuent le long de la courbe concordia. Un calcul de régression linéaire effectué à partir des résultats d'un

groupe de 48 analyses donne une intersection supérieure correspondant à un âge de $1480,7 \pm 10,8$ Ma (diagramme 2.3c). La modélisation statistique utilisant 61 âges $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ présentée sur un diagramme radial (diagramme 2.3d) fait ressortir trois populations à $1459,7 \pm 7,8$ Ma, 1519 ± 11 Ma et 1732 ± 13 Ma. L'âge de 1519 ± 11 Ma représente l'âge du volcanisme.

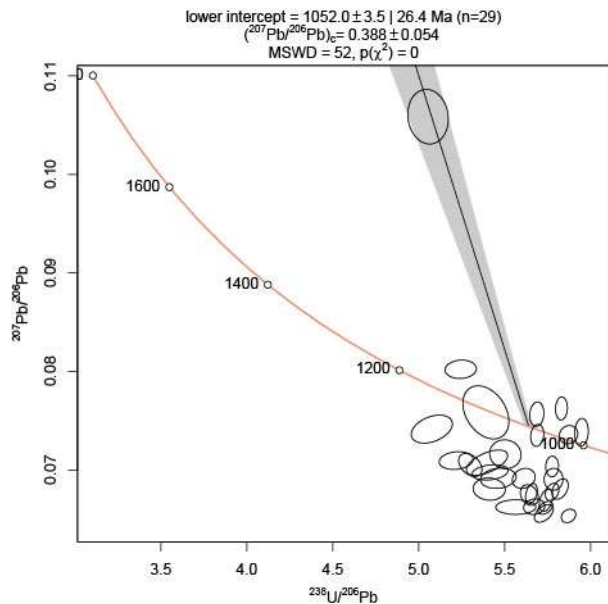
Des fragments de titanites ont également été récupérés de cet échantillon. Les résultats d'analyse sont pour l'essentiel inversement discordants. Un calcul de régression linéaire d'une trentaine d'analyses donne une intersection inférieure qui correspond à un âge de $1052,0 \pm 26,4$ Ma (diagramme 2.3e).



(Diagramme 2.3d)



(Diagramme 2.3c)



(Diagramme 2.3e)

2.4 ÉCHANTILLON : 2023-EG-1095A

LITHOLOGIE : syénogranite, Intrusion de Rocher Rouge (nPrge).

SNRC 12K03 - UTM zone 20 616210 mE
5566121 mN

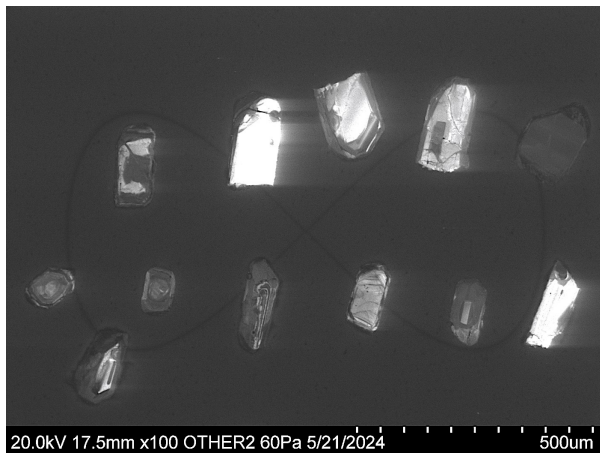
Les zircons récupérés de cet échantillon sont de petite à moyenne taille. Les cristaux sont automorphes et se présentent sous la forme de prismes à section moyennement allongée. Ils

sont légèrement brunâtres avec un noyau hérité (photo 2.4a).

La structure interne des cristaux visible en cathodoluminescence est caractérisée par une zonation en secteurs typique des zircons d'origine magmatique (image 2.4b).



(Photo 2.4a)

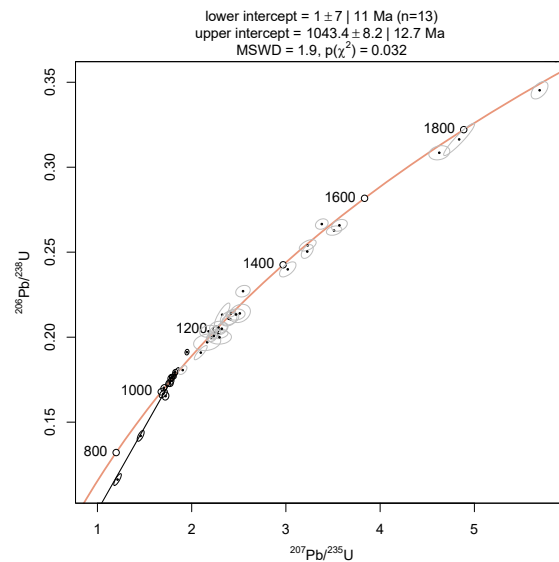


(Image 2.4b)

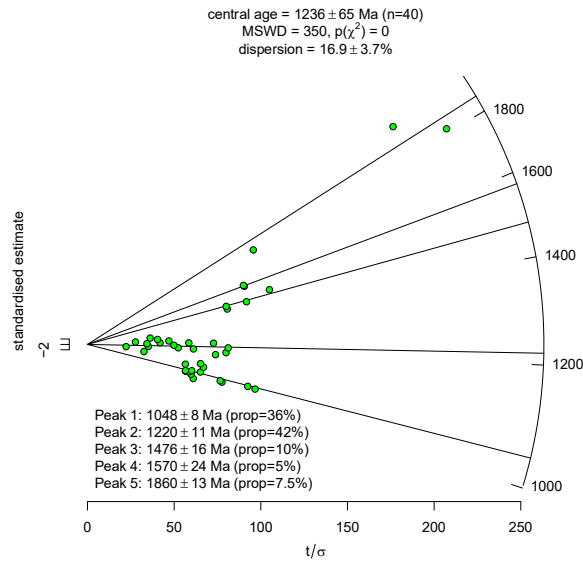
Quarante analyses de zircon ont été effectuées. Les concentrations en uranium varient entre 32 ppm et 1333 ppm et les rapports Th/U entre 0,22 et 1,31. Les âges apparents ($^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$) sont compris entre environ 997 Ma et 1946 Ma. Les résultats sont distribués le long de la courbe concordia. Un calcul de régression linéaire effectué à partir des résultats d'un groupement de treize analyses donne une intersection supérieure correspondant à un âge

de $1043,4 \pm 12,7$ Ma (diagramme 2.4c). La modélisation statistique utilisant l'ensemble des âges $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ présentée sur un diagramme radial (diagramme 2.4d) fait ressortir cinq populations à 1048 ± 8 Ma, 1220 ± 11 Ma, 1476 ± 16 Ma, 1570 ± 24 Ma et 1860 ± 13 Ma. Nous considérons toutefois que l'âge de $1043,4 \pm 12,7$ Ma (MSWD = 1,9) représente la meilleure estimation de l'âge de mise en place du syénogranite.

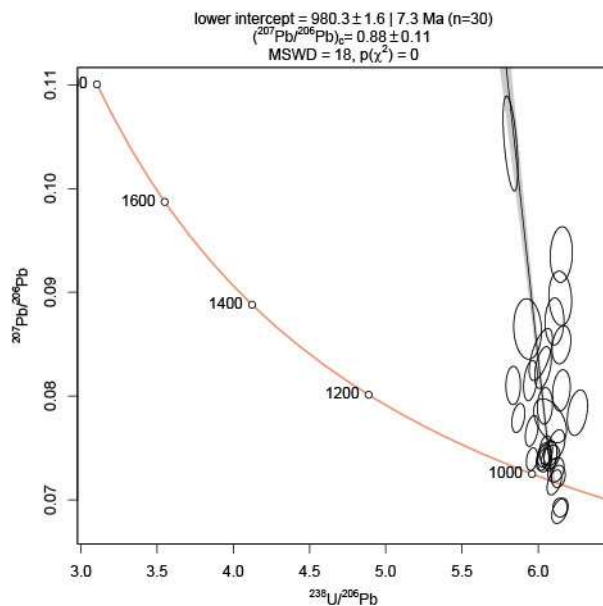
Des fragments de titanite ont également été récupérés de cet échantillon. Une trentaine d'analyses donnent des résultats discordants. Un calcul de régression linéaire donne une intersection inférieure qui correspond à un âge de $980,3 \pm 7,3$ Ma (diagramme 2.4e).



(Diagramme 2.4c)



(Diagramme 2.4d)



(Diagramme 2.4e)

2.5 ÉCHANTILLON : 2023-IL-3105A

LITHOLOGIE : syénogranite, Suite intrusive de Mantuh (mPmut1).

SNRC 12K03 - UTM zone 20 641708 mE
 5561977 mN

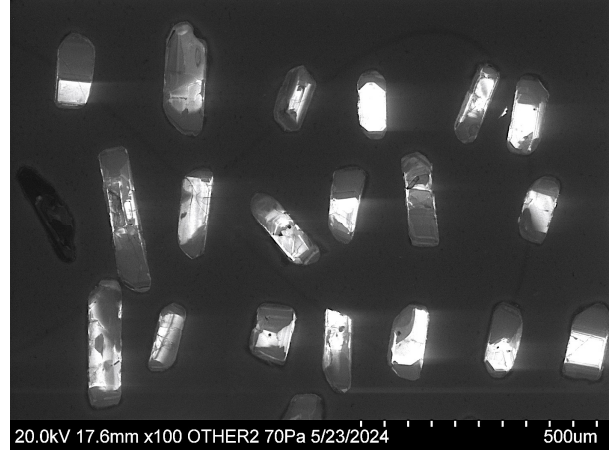
Cet échantillon a fourni principalement des zircons prismatiques incolores avec une partie centrale brunâtre dans certains cristaux métamictes. Les cristaux ont des faces

cristallines simples et des terminaisons variables (photo 2.5a).

En cathodoluminescence, ces cristaux ont une structure interne caractérisée par une partie centrale très luminescente entourée d'une portion peu luminescente montrant une zonation oscillatoire (image 2.5b).



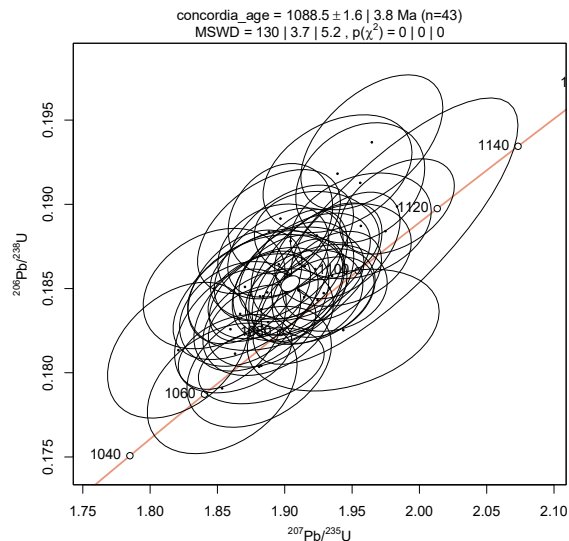
(Photo 2.5a)



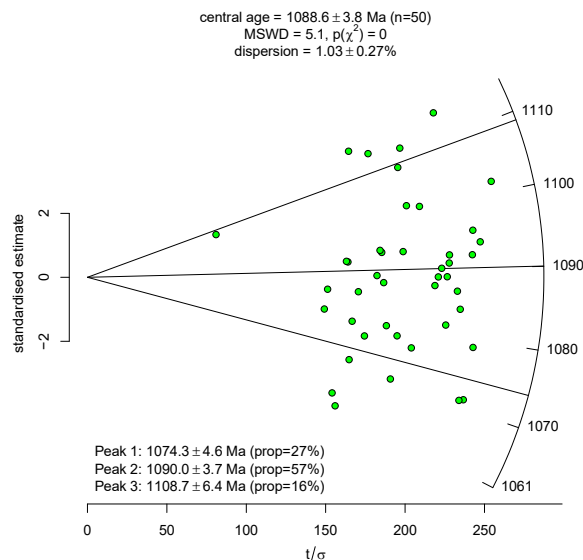
(Image 2.5b)

Cinquante analyses ont été effectuées sur des zircons. Les concentrations en uranium varient entre 118 ppm et 860 ppm avec des rapports Th/U entre 0,19 et 0,74. Un groupe de 43 analyses donnent un âge concordia de $1088,5 \pm 3,8$ Ma (diagramme 2.5c). La modélisation statistique de l'ensemble des âges $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ fait ressortir trois populations à $1074,3 \pm 4,6$ Ma, $1090,0 \pm 3,7$ Ma et $1108,7$

$\pm 6,4$ Ma (diagramme 2.5d). L'âge de $1088,5 \pm 3,8$ Ma est considéré comme celui de mise en place du syénogranite.



(Diagramme 2.5c)



(Diagramme 2.5d)

2.6 ÉCHANTILLON : 2023-IL-3047A

LITHOLOGIE : granodiorite, Suite intrusive de Kegaska (mPkeg2a).

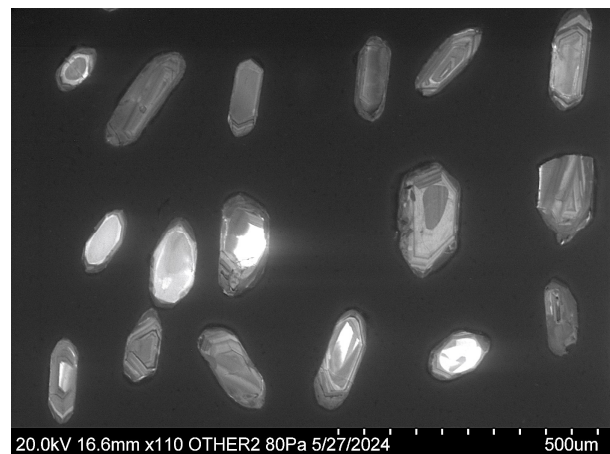
SNRC 12K03 - UTM zone 20 620863 mE
5561848 mN

Les zircons récupérés de cet échantillon constituent une population morphologique homogène. Les cristaux à section prismatique allongée montrent des faces cristallines complexes et des terminaisons pyramidales (photo 2.6a).

L'imagerie en cathodoluminescence de ces zircons fait ressortir une structure interne caractérisée par une zonation oscillatoire ou en secteurs. Certains zircons ont une partie centrale très luminescente (image 2.6b).



(Photo 2.6a)

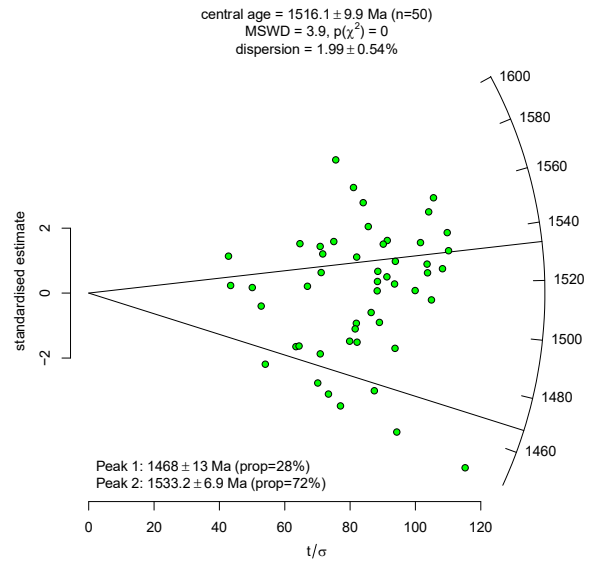


(Image 2.6b)

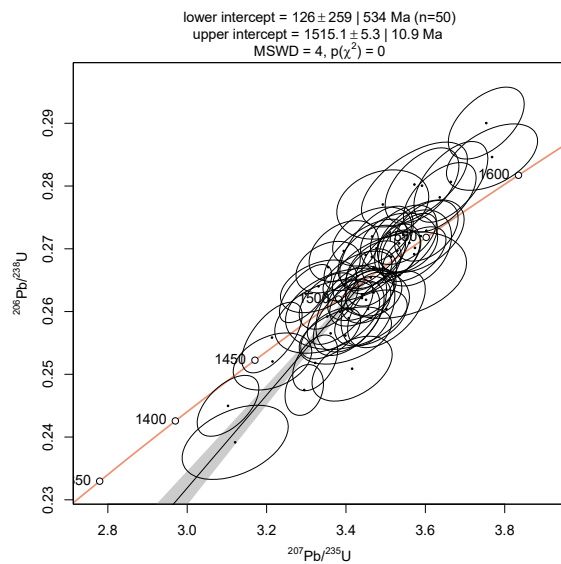
Cinquante analyses de zircon ont été réalisées. Les concentrations en uranium varient entre 28 ppm et 678 ppm et les rapports Th/U entre 0,19 et 0,98. Les résultats définissent une ligne discordia et un calcul de régression linéaire

donne une intersection supérieure correspondant à un âge de $1515,1 \pm 10,9$ Ma (diagramme 2.6c). La modélisation statistique utilisant l'ensemble des âges $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ présentée sur un diagramme radial (diagramme 2.6d) fait ressortir deux populations à 1468 ± 13 Ma et $1533,2 \pm 6,9$ Ma. L'âge de $1533,2 \pm 6,9$ Ma représente la meilleure estimation de l'âge de mise en place de la granodiorite.

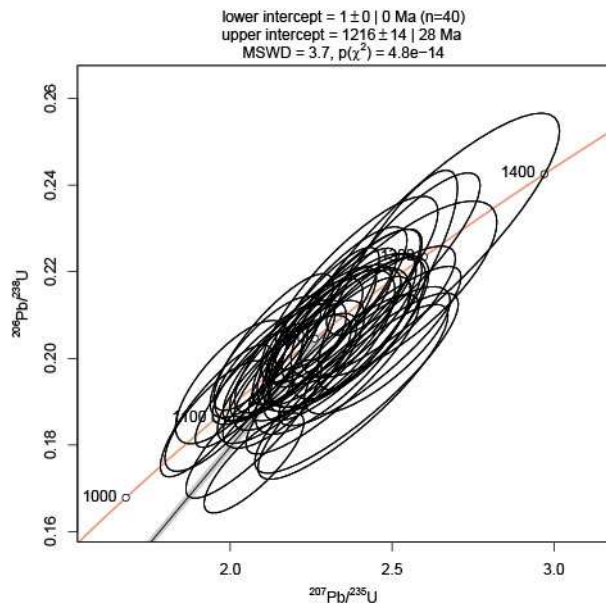
De la monazite a également été récupérée de cet échantillon. Quarante analyses ont été effectuées. Un calcul de régression linéaire donne une intersection supérieure correspondant à un âge de 1216 ± 28 Ma (diagramme 2.6e).



(Diagramme 2.6d)



(Diagramme 2.6c)



(Diagramme 2.6e)

2.7 ÉCHANTILLON : 2023-YD-2093A

LITHOLOGIE : granite à feldspath alcalin,
Intrusion de Parsons (mPpsn).

SNRC 12K03 - UTM zone 20 629786 mE
5561014 mN

Les zircons récupérés de cet échantillon sont constitués de cristaux prismatiques simples incolores et d'une certaine proportion de

fragments cristallins de grande taille (photo 2.7a).

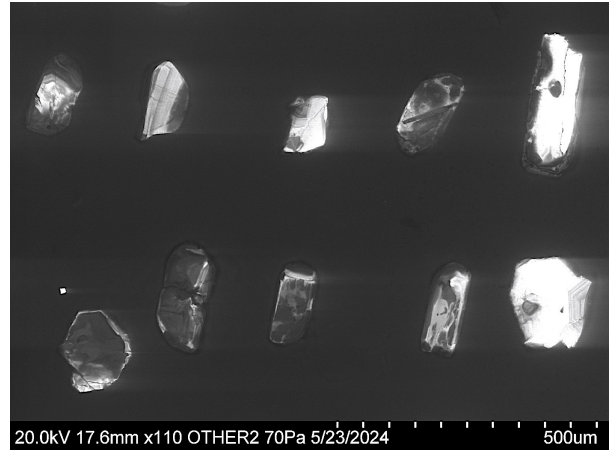
L'imagerie en cathodoluminescence de ces zircons révèle une structure interne s'exprimant par une zonation en secteurs, en sablier ou en lamelles. La luminescence est très variable et quelques fragments montrent des surcroissances lumineuses (image 2.7b).

Soixante analyses ont été effectuées sur des zircons. Les concentrations en uranium varient de 12 ppm à 563 ppm et les rapports Th/U sont compris entre 0,32 et 1,27. Un calcul de régression linéaire pour un groupe de 53 analyses les moins discordantes donne une intersection supérieure correspondant à un âge de 1214 ± 10 Ma (MSWD = 1,6; diagramme 2.7c), considéré comme l'âge de mise en place du granite à feldspath alcalin.

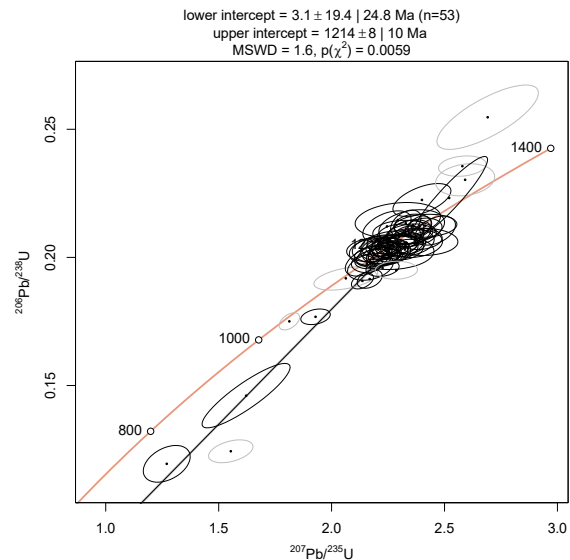
De la monazite a également été récupérée de cet échantillon. Un calcul de régression linéaire de 40 analyses permet d'obtenir une intersection inférieure qui correspond à un âge de $1032,0 \pm 8,2$ Ma (diagramme 2.7d).



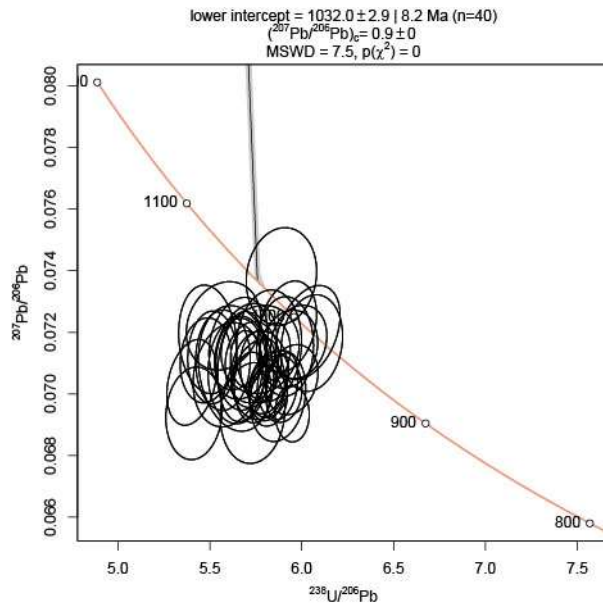
(Photo 2.7a)



(Image 2.7b)



(Diagramme 2.7c)



(Diagramme 2.7d)

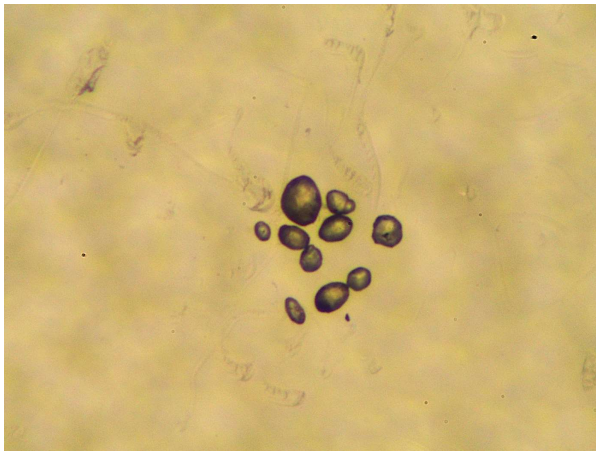
3. Projet de cartographie de la région du lac Jalobert

3.1 ÉCHANTILLON : 2023-GB-10081A

LITHOLOGIE : gabbro, Complexe gneissique de Cap à l'Est (mPcpe1a).

SNRC 22D10 - UTM zone 19 380276 mE
 5384424 mN

Les zircons récupérés de cet échantillon sont trop petits pour être analysés (photo 3.1a).



(Photo 3.1a)

3.2 ÉCHANTILLON : 2023-GB-10081B

LITHOLOGIE : granite à feldspath alcalin

SNRC 22D10 - UTM zone 19 380276 mE

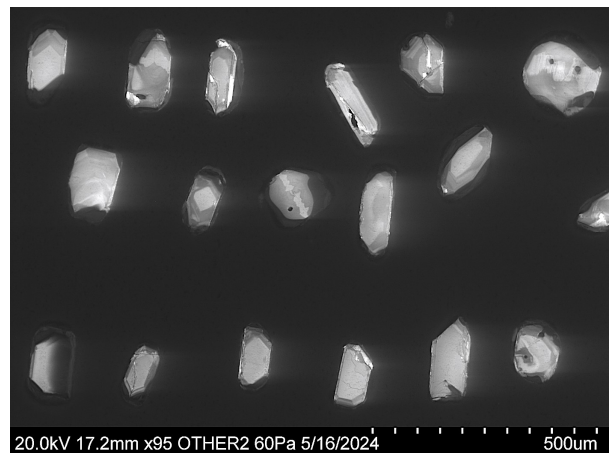
5384424 mN

Les zircons provenant de cet échantillon sont de taille moyenne. Les cristaux sont incolores et automorphes et se présentent sous la forme de prismes à section moyennement allongée. Ils montrent des faces cristallines complexes et quelques rares cristaux contiennent un noyau hérité (photo 3.2a).

La structure interne des cristaux, visible en cathodoluminescence, est caractérisée par une zonation en secteurs typique des zircons d'origine magmatique (image 3.2b).



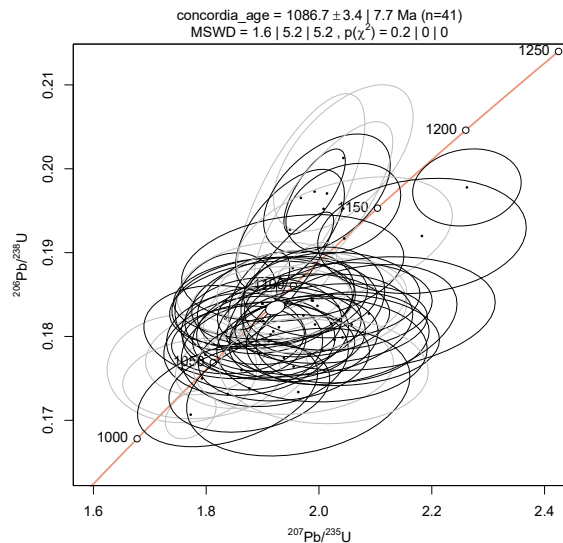
(Photo 3.2a)



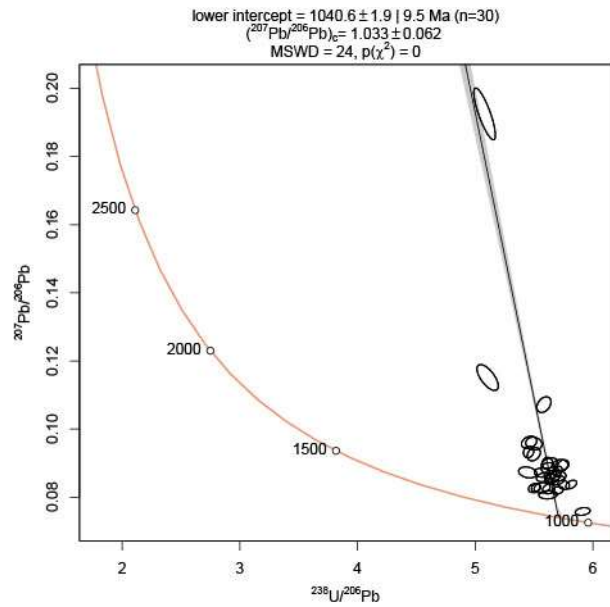
(Image 3.2b)

Soixante analyses ont été effectuées sur des zircons. Les concentrations en uranium varient entre 10 ppm et 1233 ppm et les rapports Th/U entre 0,07 et 1,36. Un âge concordia de $1086,7 \pm 3,4$ Ma a été obtenu à partir d'un groupe de 41 analyses les plus concordantes (diagramme 3.2c). Cet âge est interprété comme celui de la mise en place du granite à feldspath alcalin.

Des fragments de titanite ont également été récupérés de cet échantillon. Les 30 analyses effectuées ont donné des résultats discordants. Un calcul de régression linéaire donne une intersection inférieure qui correspond à un âge de $1040,6 \pm 9,5$ Ma (diagramme 3.2d).



(Diagramme 3.2c)



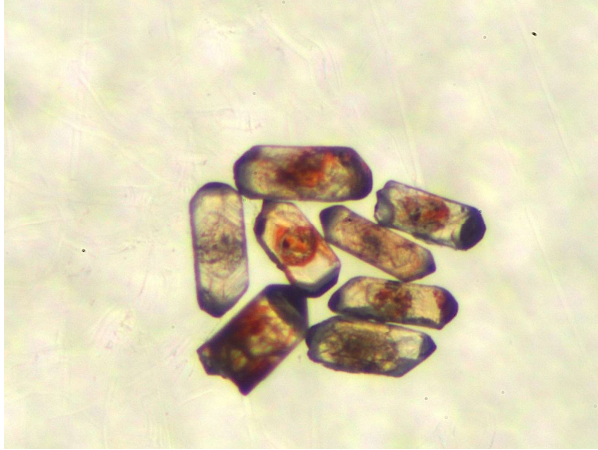
(Diagramme 3.2d)

3.3 ÉCHANTILLON : 2023-GB-10081C

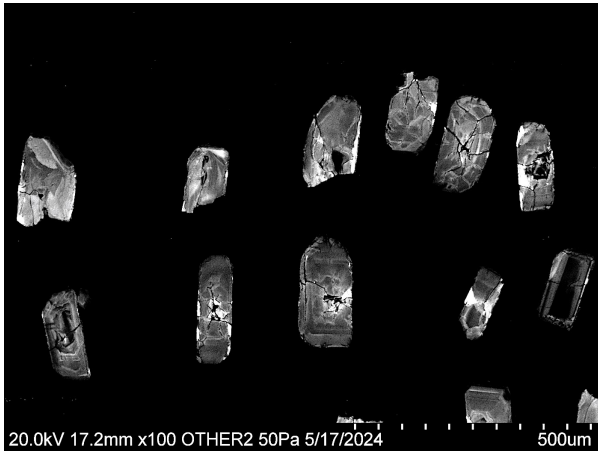
LITHOLOGIE : dyke de pegmatite
SNRC 22D10 - UTM zone 19 380276 mE
5384424 mN

Les zircons récupérés de cet échantillon sont de taille moyenne. Les cristaux automorphes se présentent sous la forme de prismes à section moyennement allongée. Ils sont brunâtres, fracturés et généralement métamictes (photo 3.3a).

La structure interne des cristaux, visible en cathodoluminescence, est caractérisée par des zonations oscillatoires et en secteurs typiques des zircons d'origine magmatique (image 3.3b).



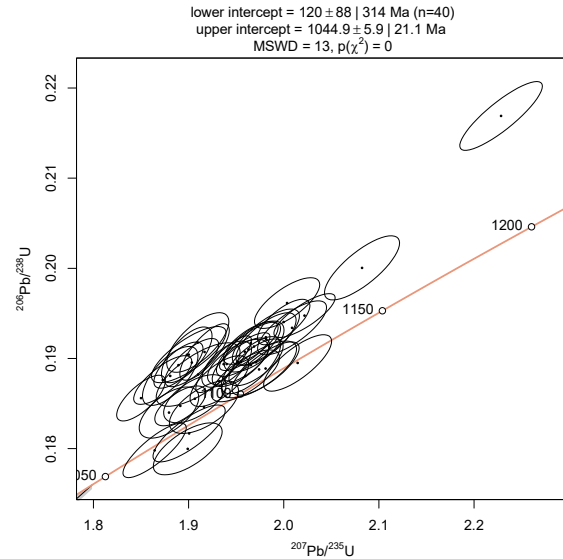
(Photo 3.3a)



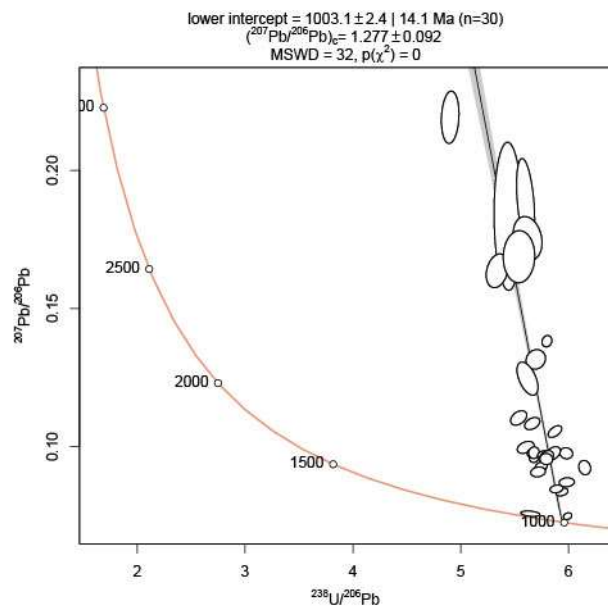
(Image 3.3b)

Quarante analyses de zircon ont été effectuées. Les concentrations en uranium varient entre 571 ppm et 1412 ppm et les rapports Th/U entre 0,14 et 0,36. Les résultats sont en grande partie inversement discordants. Un calcul de régression linéaire donne une intersection supérieure correspondant à un âge de $1044,9 \pm 21,1$ Ma (diagramme 3.3c). Cet âge est interprété comme celui de la mise en place du dyke de pegmatite.

Des fragments de titanite ont également été récupérés de cet échantillon. Les 30 analyses effectuées ont donné des résultats discordants. Un calcul de régression linéaire donne une intersection inférieure qui correspond à un âge de $1003,1 \pm 14,1$ Ma (diagramme 3.3d).



(Diagramme 3.3c)



(Diagramme 3.3d)

3.4 ÉCHANTILLON : 2023-GS-6073A

LITHOLOGIE : syénogranite, Complexe gneissique de Cap à l'Est (mPcpe1).

SNRC 22D10 - UTM zone 19 388869 mE
5388473 mN

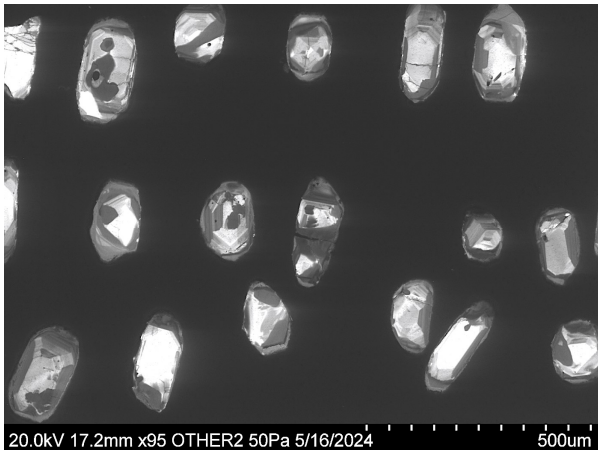
Le traitement de cet échantillon a permis de récupérer une population de zircon composée de prismes courts d'aspect trapu ou des prismes présentant une section prismatique de longueur

variable (photo 3.4a). Les grains sont incolores avec des faces cristallines simples et peu émoussées. Certains cristaux contiennent de rares micro-inclusions et ceux ayant des microfractures ont une teinte brunâtre.

En cathodoluminescence, les cristaux présentent une structure interne complexe (image 3.4b). On reconnaît néanmoins des structures d'origine magmatique, telles que des zonations en secteurs. Des structures convolutées d'origine incertaine sont aussi visibles et il est facile d'identifier la présence de noyaux anciens plus luminescents.



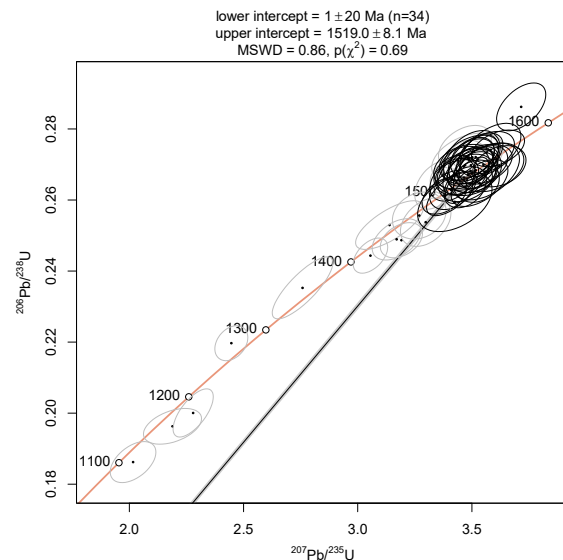
(Photo 3.4a)



(Image 3.4b)

Cinquante analyses de zircon ont été effectuées. Les concentrations en uranium varient entre 44 ppm et 378 ppm avec des

rapports Th/U compris entre 0,09 et 0,86. Les âges apparents ($^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$) sont compris entre environ 1126 Ma et 1558 Ma. Les résultats sont distribués sur la courbe concordia. Un groupe de 34 données les plus anciennes a permis d'établir un âge concordia de $1529,3 \pm 4,8$ Ma, mais un calcul de régression linéaire effectué à partir de ce groupement donne une intersection supérieure correspondant à un âge de $1519,0 \pm 8,1$ Ma (MSWD = 0,86; diagramme 3.4c), interprété comme l'âge de mise en place du syénogranite.



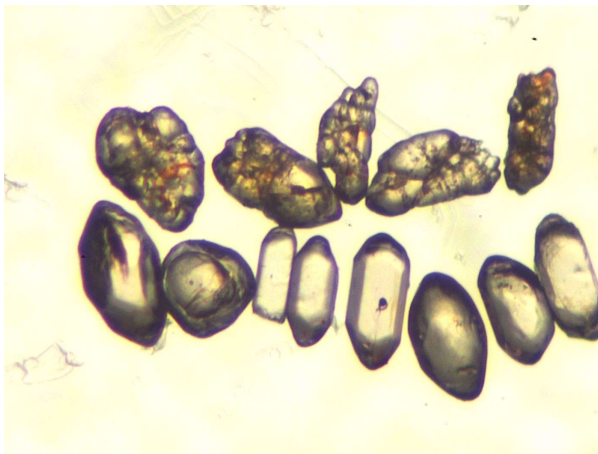
(Diagramme 3.4c)

3.5 ÉCHANTILLON : 2023-AM-3018A
LITHOLOGIE : quartzite impur, Complexe gneissique de Saguenay (mPsa1).
SNRC 22D10 - UTM zone 19 381322 mE
5379019 mN

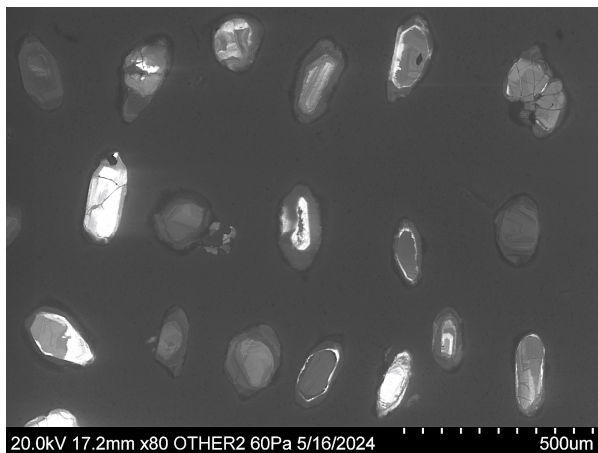
Les zircons récupérés de cet échantillon montrent des caractéristiques morphologiques très variables. On distingue des cristaux automorphes prismatiques incolores montrant des terminaisons de nature variable, des grains xénomorphes passablement arrondis, émoussés et microfracturés qui renferment un noyau hérité et des cristaux xénomorphes présentant une structure framboïdale associée à

des phénomènes de corrosion et de recristallisation (photo 3.5a).

L'imagerie en cathodoluminescence (image 3.5b) permet de distinguer une grande variété de structures internes. Une partie des cristaux prismatiques présentent une zonation en secteurs plus ou moins bien organisée avec des zones massives et homogènes ou convolutées présentant une luminescence d'intensité très variable. Les cristaux à l'habitus framboïdal sont peu luminescents et montrent une structure sans organisation et un aspect morcelé. Cette structure est le résultat d'une altération prononcée. Une bonne partie des cristaux présentent des noyaux anciens à structure variée.



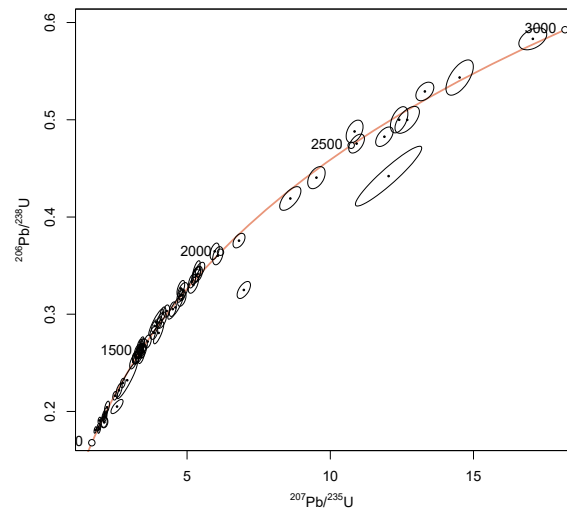
(Photo 3.5a)



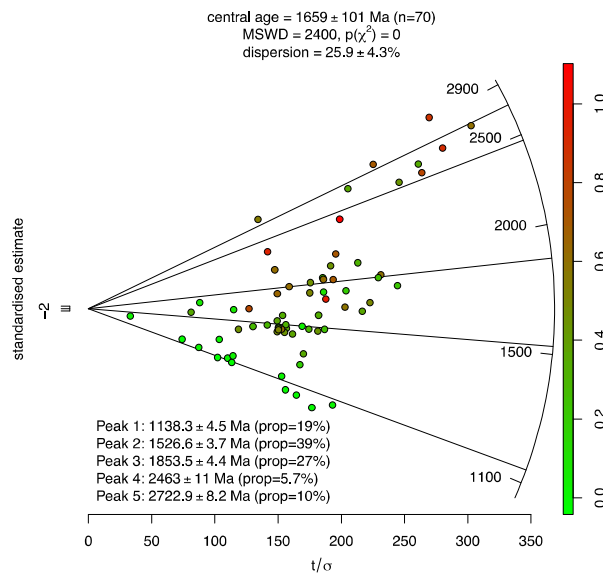
(Image 3.5b)

Soixante-dix analyses de zircon ont été effectuées. Les résultats s'étalent sur la concordia (diagramme 3.5c). Les âges apparents ($^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$) sont compris entre environ 978 Ma et 2915 Ma. La modélisation statistique utilisant l'ensemble des âges $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ présentée sur un diagramme radial (diagramme 3.5d) fait ressortir cinq populations à $1138,3 \pm 4,5$ Ma, $1526,6 \pm 3,7$ Ma, $1853,5 \pm 4,4$ Ma, 2463 ± 11 Ma et $2722,9 \pm 8,2$ Ma. L'âge le plus jeune à $1138,3 \pm 4,5$ Ma représente la meilleure estimation de l'âge maximal de dépôt du sédiment.

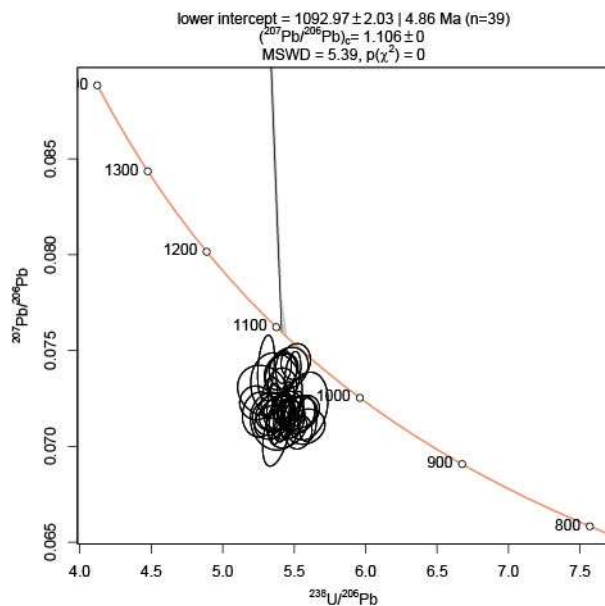
De la monazite a également été récupérée de cet échantillon. Quarante analyses ont été effectuées avec des résultats inversement discordants. Un calcul de régression linéaire à partir d'un groupement de 39 analyses donne une intersection inférieure qui correspond à un âge de $1092,97 \pm 4,86$ Ma (diagramme 3.5e).



(Diagramme 3.5c)



(Diagramme 3.5d)



(Diagramme 3.5e)

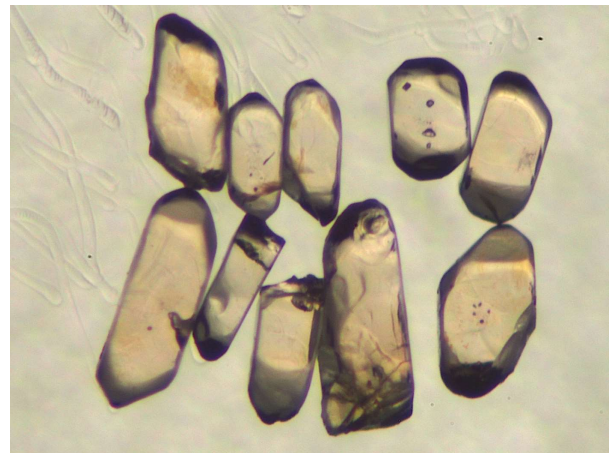
3.6 ÉCHANTILLON : 2023-FT-2038A

LITHOLOGIE : mangérite verte, Mangérite de Chicoutimi (mPchc4).

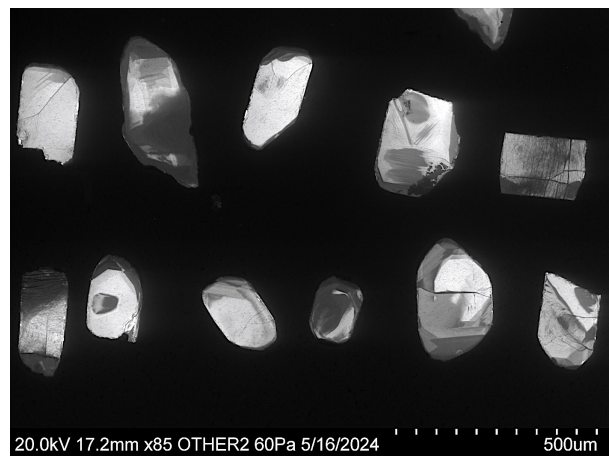
SNRC 22D10 - UTM zone 19 355768 mE
 5375498 mN

Les zircons récupérés de cet échantillon forment une population composée de prismes automorphes à section prismatique de longueur variable qui définit des cristaux équidimensionnels ou des prismes longs (photo 3.6a). Les faces cristallines sont simples et variablement émoussées. Les cristaux sont incolores et contiennent de rares micro-inclusions. Une faible proportion des prismes semble avoir été affectée par un épisode de dissolution.

La structure interne de l'ensemble des cristaux, visible en cathodoluminescence, est passablement complexe (image 3.6b). On reconnaît des structures d'origine magmatique, telles des zonations en secteurs. Il est difficile d'identifier avec certitude la présence de noyaux plus anciens.

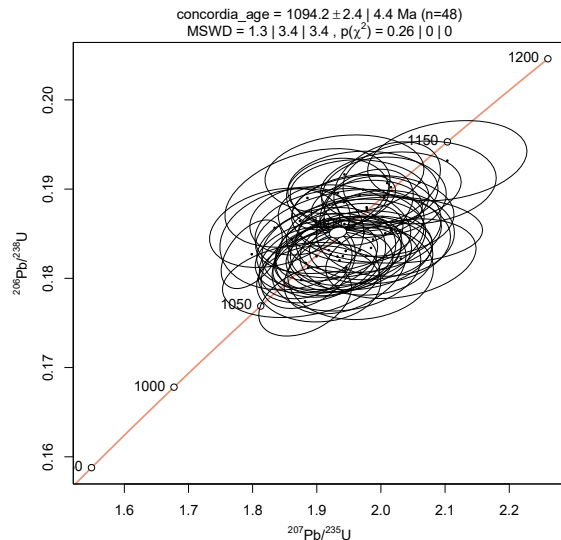


(Photo 3.6a)



(Image 3.6b)

Cinquante analyses ont été effectuées sur des zircons. Les concentrations en uranium varient entre 33 ppm et 355 ppm avec des rapports Th/U compris entre 0,16 et 0,71. Les résultats sont concordants et donnent un âge concordia de $1094,2 \pm 2,4$ Ma considéré comme l'âge de mise en place de la mangérite.



(Diagramme 3.6c)

4. Analyses supplémentaires

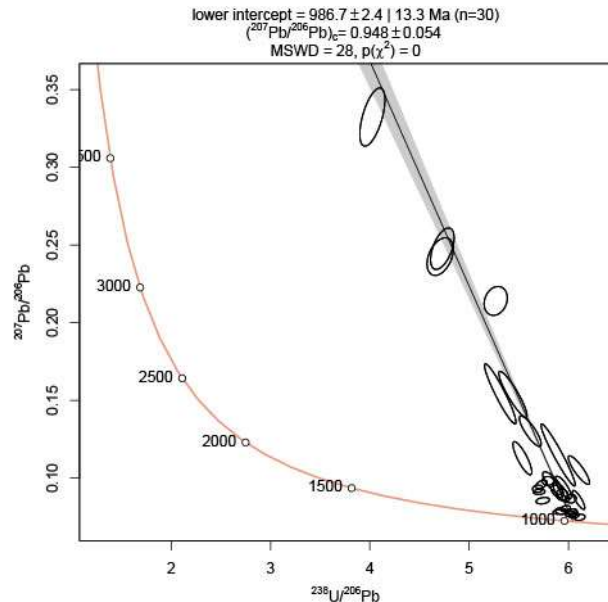
Des titanites et des monazites récupérées de certains échantillons de roche datés antérieurement par la méthode U-Pb sur zircons (David, 2023, 2025 et 2026) ont été également analysées.

4.1 ÉCHANTILLON : 2020-AM-0047A

LITHOLOGIE : syénite quartzifère, Suite intrusive de Bolduc (mPblc).
SNRC 32H02 - UTM zone 18 653951 mE
5442413 mN

De la titanite a été récupérée de cet échantillon pour lequel des analyses de zircons avaient permis d'obtenir un âge de mise en place de 1540 ± 13 Ma (David, 2023).

Trente analyses ont donné des résultats discordants. Un calcul de régression linéaire donne une intersection inférieure qui correspond à un âge de $986,7 \pm 13,3$ Ma (diagramme 4.1).



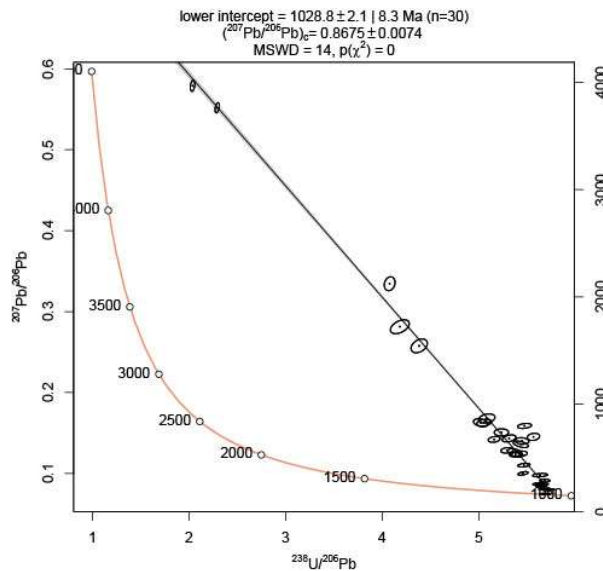
(Diagramme 4.1)

4.2 ÉCHANTILLON : 2020-AM-0129A

LITHOLOGIE : syénogranite, Suite intrusive de Sainte-Hedwidge (mPshe2).
SNRC 32H02 - UTM zone 18 677767 mE
5434713 mN

De la titanite a été récupérée de cet échantillon pour lequel des analyses de zircons avaient permis d'obtenir un âge de mise en place de $1095,7 \pm 5,9$ Ma (David, 2023).

Des analyses de 30 cristaux ont donné des résultats discordants. Un calcul de régression linéaire donne une intersection inférieure qui correspond à un âge de $1028,8 \pm 8,3$ Ma (diagramme 4.2).



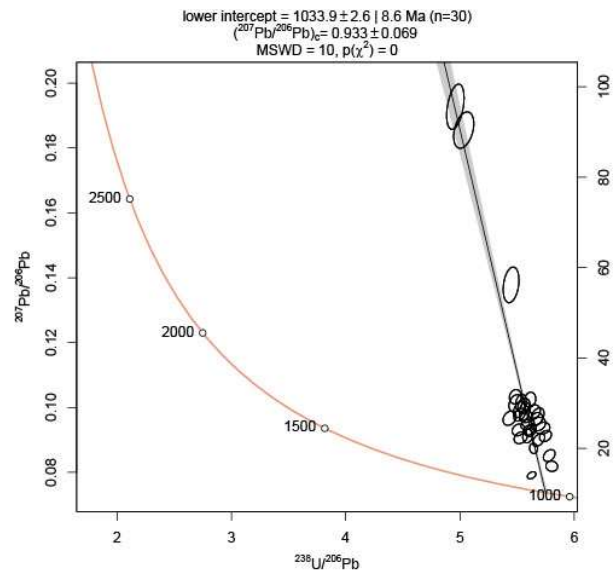
(Diagramme 4.2)

4.3 ÉCHANTILLON : 2020-FT-3017A

LITHOLOGIE : granite à feldspath alcalin,
 Suite plutonique de la Vertu (mPvet1).
 SNRC 32H02 - UTM zone 18 664955 mE
 5454986 mN

De la titanite a été récupérée de cet échantillon pour lequel des analyses de zircons avaient permis d'obtenir un âge de mise en place de 1061 ± 13 Ma (David, 2023)

Des analyses de 30 cristaux ont donné des résultats discordants. Un calcul de régression linéaire donne une intersection inférieure qui correspond à un âge de $1033,9 \pm 8,6$ Ma (diagramme 4.3).



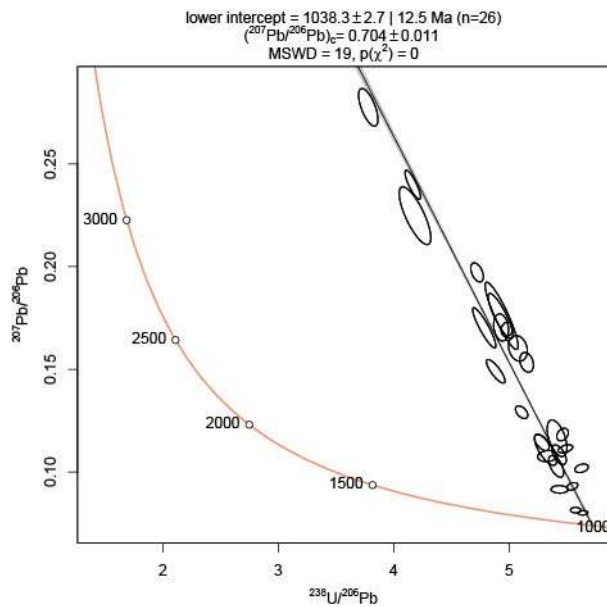
(Diagramme 4.3)

4.4 ÉCHANTILLON : 2021-AM-0039A

LITHOLOGIE : syénite à hypersthène
 porphyroïde, Suite intrusive de Tommy
 (mPtmm3).
 SNRC 32H01 - UTM zone 18 695495 mE
 5442924 mN

De la titanite a été récupérée de cet échantillon pour lequel des analyses de zircons avaient permis d'obtenir un âge de mise en place de $1040,3 \pm 3,5$ Ma (David, 2025).

Trente analyses ont été effectuées avec des résultats discordants. Un calcul de régression linéaire donne une intersection inférieure qui correspond à un âge de $1038,3 \pm 12,5$ Ma (diagramme 4.4).



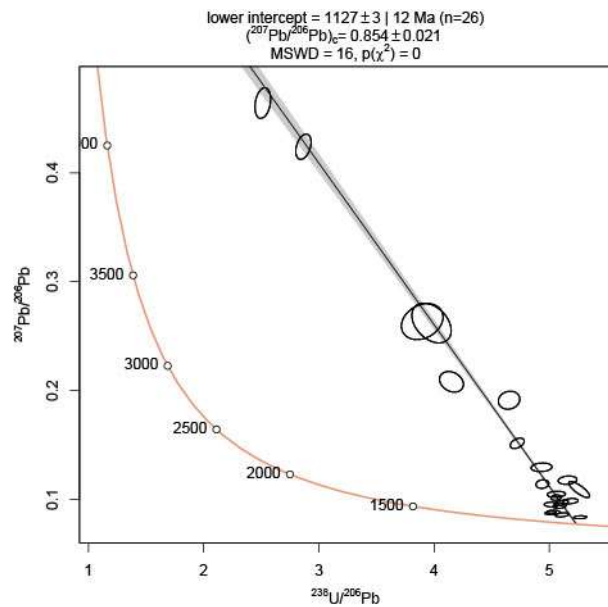
(Diagramme 4.4)

4.5 ÉCHANTILLON : 2021-GS-2087A

LITHOLOGIE : quartzite impur, Séquence supracrustale de Saint-Onge (mPong5).
SNRC 32H01 - UTM zone 18 719052 mE
5439307 mN

De la titanite a été récupérée de cet échantillon de quartzite impur de la Séquence supracrustale de Saint-Onge. Les résultats d'analyse des zircons avaient permis d'obtenir un âge maximal de dépôt de $1143,6 \pm 1,8$ Ma (David, 2025).

Les analyses ont donné des résultats discordants. Un calcul de régression linéaire incluant 26 résultats donne une intersection inférieure qui correspond à un âge de 1127 ± 12 Ma (diagramme 4.5).



(Diagramme 4.5)

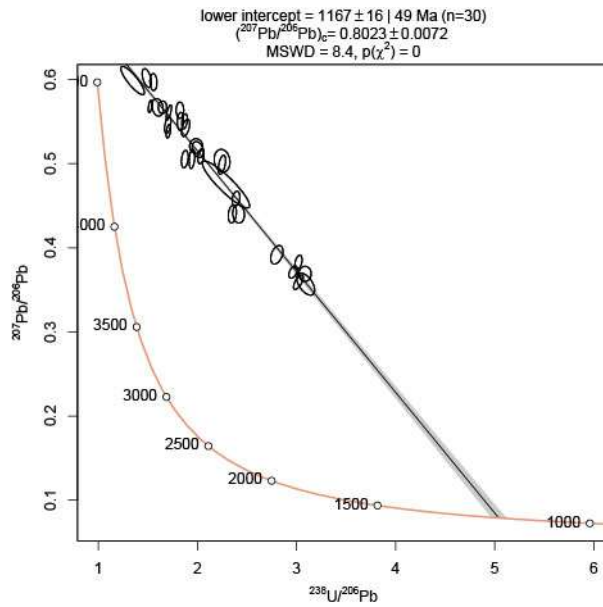
4.6 ÉCHANTILLON : 2021-GS-2094A

LITHOLOGIE : pyroxénite, Intrusion de Rivière Noire (mPrin).
SNRC 32H01 - UTM zone 18 713468 mE
5433607 mN

De la titanite a été récupérée de cet échantillon.

Trente analyses ont donné des résultats discordants. Un calcul de régression linéaire donne une intersection inférieure qui correspond à un âge de 1167 ± 49 Ma (diagramme 4.6).

Cet âge est imprécis considérant les résultats préliminaires d'une étude doctorale en cours (Pingitore, communication personnelle) qui suggèrent un âge de mise en place de cette pyroxénite à environ 1130 Ma (U-Pb sur titanite), ainsi qu'un âge minimal variant entre 1110 et 1120 Ma (U-Pb sur zircons) pour les dykes de syénite et de pegmatite recoupant la pyroxénite.



(Diagramme 4.6)

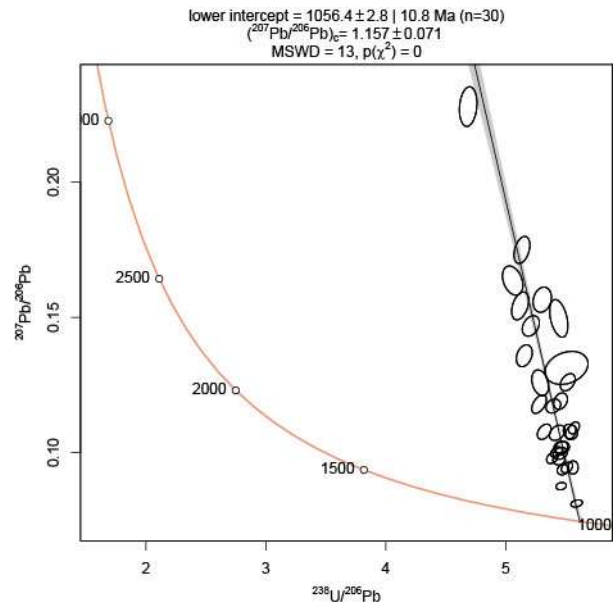
4.7 ÉCHANTILLON : 2021-ME-1074A

LITHOLOGIE : monzonite à hypersthène,
Batholite de Long (mPlog).

SNRC 32H07 - UTM zone 18 673529 mE
5466276 mN

De la titanite a été récupérée de cet échantillon pour lequel des analyses de zircons avaient permis d'obtenir un âge de mise en place de $1045,6 \pm 4,1$ Ma (David, 2025).

Trente analyses ont donné des résultats discordants. Un calcul de régression linéaire donne une intersection inférieure qui correspond à un âge de $1056,4 \pm 10,8$ Ma (diagramme 4.7).



(Diagramme 4.7)

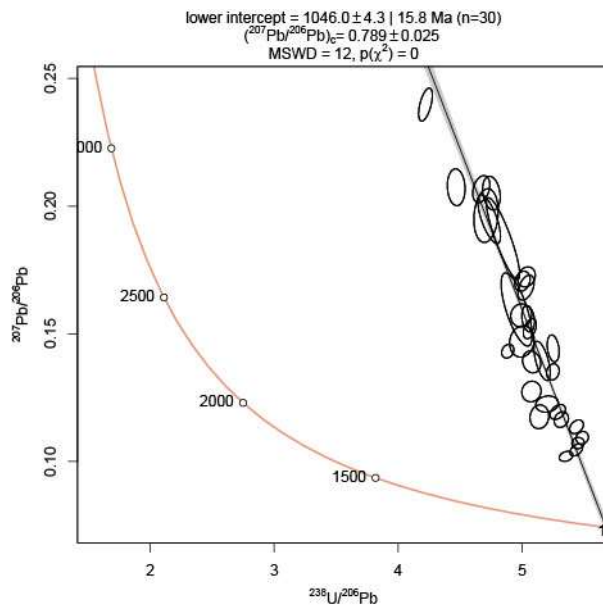
4.8 ÉCHANTILLON : 2022-ME-1010A

LITHOLOGIE : syénite quartzifère à
feldspath alcalin, Pluton de Malfait (mPmlt).

SNRC 32H08 - UTM zone 18 713446 mE
5468935 mN

De la titanite a été récupérée de cet échantillon pour lequel des analyses de zircons avaient permis d'obtenir un âge de mise en place de $1037,1 \pm 7,0$ Ma (David, 2026).

Trente analyses ont donné des résultats discordants. Un calcul de régression linéaire donne une intersection inférieure qui correspond à un âge de $1046,0 \pm 15,8$ Ma (diagramme 4.8).

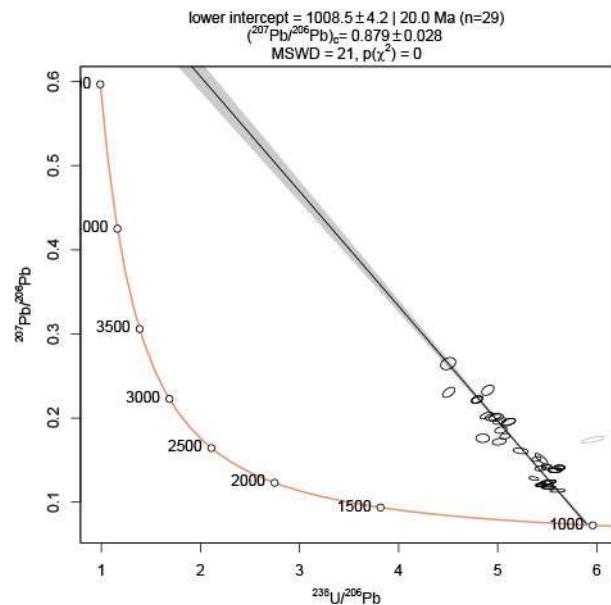


(Diagramme 4.8)

4.9 ÉCHANTILLON : 2022-ME-1068A
 LITHOLOGIE : granite à feldspath alcalin,
 Batholite de Nepton (mPnpn2).
 SNRC 32H08 - UTM zone 18 695457 mE
 5477210 mN

De la titanite a été récupérée de cet échantillon pour lequel des analyses de zircons avaient permis d'obtenir un âge de mise en place de $1064,4 \pm 4,8$ Ma et d'établir un événement métamorphique autour de 1039 ± 20 Ma (David, 2026).

Les analyses ont donné des résultats discordants. Un calcul de régression linéaire à partir de 29 résultats donne une intersection inférieure qui correspond à un âge de $1008,5 \pm 20,0$ Ma (diagramme 4.9).

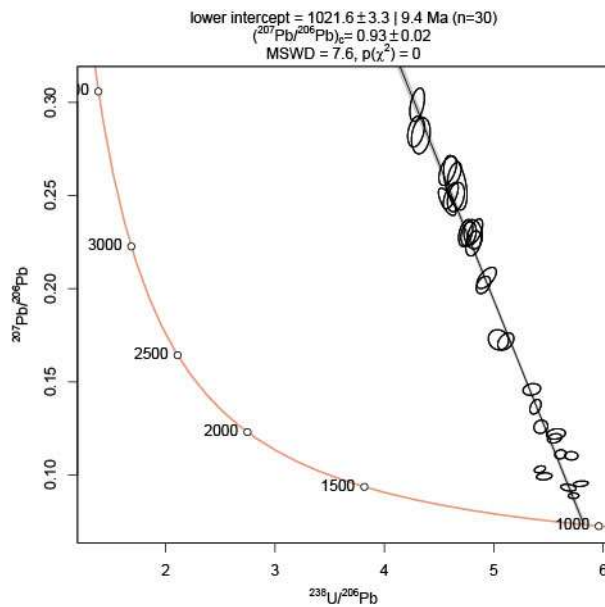


(Diagramme 4.9)

4.10 ÉCHANTILLON : 2022-ME-1123A
 LITHOLOGIE : syénite quartzifère, Batholite
 de Nepton (mPnpn2).
 SNRC 32H08 - UTM zone 18 701568 mE
 5486757 mN

De la titanite a été récupérée de cet échantillon pour lequel des analyses de zircons avaient permis d'obtenir un âge de mise en place de 1064 ± 11 Ma (David, 2026).

Trente analyses ont donné des résultats discordants. Un calcul de régression linéaire donne une intersection inférieure qui correspond à un âge de $1021,6 \pm 9,4$ Ma (diagramme 4.10).



(Diagramme 4.10)

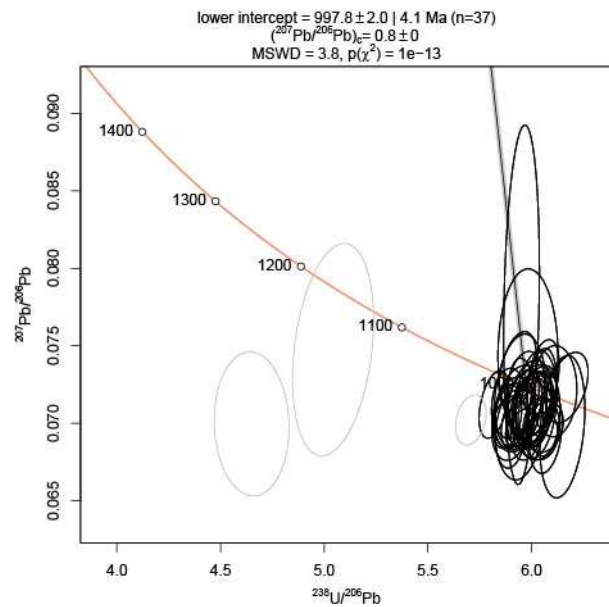
4.11 ÉCHANTILLON : 2020-FM-2117A

LITHOLOGIE : syénogranite à orthopyroxène, Suite plutonique de la Vertu (mPvet2).

SNRC 32H02 - UTM zone 18 662139 mE
5452231 mN

De la monazite a été récupérée de cet échantillon pour lequel des analyses de zircons avaient permis d'obtenir un âge de mise en place de 1039 ± 15 Ma (David, 2023).

Des analyses effectuées ont donné des résultats pour la plupart inversement discordants. Un calcul de régression linéaire à partir de 37 résultats donne une intersection inférieure qui correspond à un âge de $997,8 \pm 4,1$ Ma (diagramme 4.11).



(Diagramme 4.11)

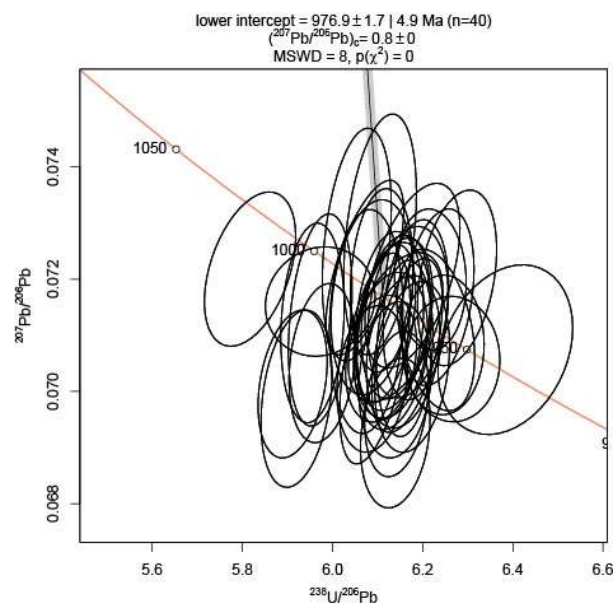
4.12 ÉCHANTILLON : 2020-ME-1038E

LITHOLOGIE : quartzite, Complexe de Barrois (mPboi4c).

SNRC 32H02 - UTM zone 18 652650 mE
5448482 mN

De la monazite a été récupérée de cet échantillon de quartzite du Complexe de Barrois. Les résultats d'analyse des zircons avaient permis d'obtenir un âge maximal de dépôt de 1221 ± 19 Ma (David, 2023).

Quarante analyses ont été effectuées avec des résultats pour la plupart inversement discordants. Un calcul de régression linéaire donne une intersection inférieure qui correspond à un âge de $976,9 \pm 4,9$ Ma (diagramme 4.12).



(Diagramme 4.12)

Méthodes analytiques

Récupération des minéraux lourds et sélection des zircons

Les échantillons sont préalablement nettoyés avec une brosse pour éviter toute contamination. Toutes les plaques des appareils sont rigoureusement nettoyées avec une brosse métallique (meuleuse électrique) encore une fois afin d'éviter une contamination des poudres d'un échantillon précédemment traité. L'échantillon est réduit à l'aide d'un broyeur à mâchoires puis d'un pulvérisateur à disques (*Bico disk mill*) pour obtenir une poudre ayant la granulométrie d'un sable fin. Une première étape de concentration des minéraux lourds est effectuée en utilisant une table à secousses de type Wilfley. La fraction la plus lourde, après avoir été asséchée, est tamisée pour n'en conserver que le matériel dont la granulométrie est inférieure à 200 μm . La deuxième étape de concentration est effectuée en utilisant une liqueur dense d'iodure de méthylène ($d = 3,32$). Finalement les minéraux lourds sont séparés en fonction de leur susceptibilité magnétique en utilisant un séparateur isodynamique Frantz. Les zircons se caractérisant par des propriétés non magnétiques et diamagnétiques sont examinés à la loupe binoculaire et sélectionnés sur la base de leur qualité (absence de microfractures, d'évidences d'altération et d'inclusions) pour ensuite être classés en fonction de critères typologiques : morphologie, développement des faces cristallines et couleur. Les zircons sélectionnés pour chaque échantillon sont présentés sur des photos prises à la loupe binoculaires en lumière transmise (largeur du champ, approximativement 2,5 mm).

Analyse *in situ* par ablation laser et spectrométrie de masse à source au plasma (LA-HR-ICP-MS)

Les analyses *in situ* sont effectuées avec un appareil Photon Machines G2 muni d'un laser de type Excimer (longueur d'onde 193 nm) à courte pulsion (4 ns), une fréquence de 4 Hz et une densité énergétique de 3 J/cm². L'appareil laser est couplé à un spectromètre de masse à secteur magnétique muni d'une source à ionisation au plasma Nu AttoM (HR ICP-MS).

Les zircons sélectionnés ont préalablement subi une procédure de recuit (*annealing*) dans un four à 900 °C pendant 48 heures. Par la suite, ils ont été nettoyés dans un bain ultrasonique et successivement immergé dans l'acide nitrique 2 N puis dans l'eau ultrapure. Les grains sélectionnés ont été placés dans un montage de résine époxy que l'on abrase afin d'exposer la portion médiane des cristaux. Le montage est poli avec un abrasif au carbure de silice et ensuite avec une poudre d'oxyde d'aluminium (0,05 μm) pour la finition.

Pour l'analyse isotopique, les différents paramètres de l'instrument sont ajustés afin d'optimiser l'intensité du signal à partir d'une pastille standard de plomb et uranium isotopique. L'ablation du cristal est effectuée en utilisant un faisceau laser de 30 μm qui produit un aérosol. Ce dernier est transporté dans un mélange gazeux d'hélium et d'argon vers le plasma pour être ionisé. Les différentes masses isotopiques (²⁰²Hg, ²⁰⁴Pb, ²⁰⁶Pb, ²⁰⁷Pb, ²⁰⁸Pb, ²³²Th et ²³⁸U) sont recueillies en mode balayage (TRA, *time resolved analysis*) sur un détecteur de type compteur d'ions (ETP). La localisation des points d'ablation des zircons est choisie à la suite de l'acquisition des images de la structure interne des cristaux obtenue par cathodoluminescence (microscope électronique à balayage Hitachi S-3400n équipé d'un imageur CL Gatan). Ces images permettent d'identifier les différentes phases de cristallisation d'un cristal. Les données brutes, incluant bruit de fond et signaux, sont ensuite

traitées à l'aide du logiciel Iolite v.4.9.1 (Paton *et al.*, 2010). Les calculs de régression (York, 1969) et de modélisation statistique (Galbraith, 1994) sont effectués à l'aide du logiciel IsoplotR version 6.2.1 (Vermeesch, 2018). Les constantes de désintégration pour l'uranium utilisées pour le calcul des âges sont celles de Jaffey *et al.* (1971).

La correction pour la dérive quotidienne de l'instrument est effectuée via la méthode de *standard bracketing* dans laquelle l'analyse d'un zircon standard est effectuée entre chaque série d'analyses de dix zircons inconnus. Le zircon Z91500, avec un âge de $1066,4 \pm 0,4$ Ma établi par dilution isotopique, a été utilisé comme standard pour calibrer les sessions d'analyses des échantillons provenant de la Province de Grenville. Dans le cadre de ce travail, l'analyse par ablation laser de ces standards a livré des âges de $1064,6 \pm 5,3$ Ma (MSWD = 0,87). Les zircons de deux échantillons déjà datés provenant de la Suite anorthositique de la Rivière-Pentecôte (Martignole *et al.*, 1993) ont été utilisés comme standards secondaires. Ce zircon a donné des âges d'environ 1368 ± 12 Ma (MSWD = 0,51).

RÉFÉRENCES

DAVID, J., 2025. Datations U-Pb dans les provinces de Grenville et du Supérieur effectuées en 2021-2022. MRNF, GEOTOP; [MB 2025-01](#), 30 pages.

DAVID, J., 2023. Datations U-Pb dans les provinces de Grenville et du Supérieur effectuées au GEOTOP en 2020-2021. MERN, GEOTOP; [MB 2022-06](#), 25 pages.

DAVID, J., TALLA TAKAM, F., BOGATU, A., 2026. Datations U-Pb dans les provinces de Grenville et du Supérieur effectuées au GEOTOP en 2022-2023. MRNF, GEOTOP; [MB 2026-01](#), 26 pages.

GALBRAITH, R.F., 1988. Graphical display of estimates having differing standard errors. *Technometrics*; volume 30, pages 271-281. <https://doi.org/10.1080/00401706.1988.10488400>

GALBRAITH, R.F., 1994. Some applications of Radial Plots. *Journal of the American Statistical Association*; volume 89, pages 1232-1242. <https://doi.org/10.1080/01621459.1994.10476864>

HAY, D.C., DEMPSTER, T.J., 2009. Zircon behaviour during low-temperature metamorphism. *Journal of Petrology*; volume 50, pages 571-589. <https://doi.org/10.1093/petrology/egp011>

JAFFEY, A.H., FLYNN, K.F. Glendenin, L.E., BENTLEY, W.C., ESSLING, A.M., 1971. Precision measurement of half-lives and specific activities of ^{235}U and ^{238}U . *Physical Review*; volume 4, pages 1889-1906. <https://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevC.4.1889>

LUDWIG, K.R., 1998. On the treatment of concordant uranium-lead ages. *Geochimica et Cosmochimica Acta*; volume 62, pages 665-676. [https://doi.org/10.1016/S0016-7037\(98\)00059-3](https://doi.org/10.1016/S0016-7037(98)00059-3)

LUDWIG, K.R., 2009. Isoplot 3.71, A geochronological Toolkit for Microsoft Excel. Berkeley Geochronological Center; Special Publication No.4.

MARTIGNOLE, J., MACHADO, N., NANTEL, S., 1993. Timing of intrusion and deformation of the Rivière-Pentecôte Anorthosite (Grenville Province). *Journal of Geology*; volume 101, pages 652-658. <https://www.jstor.org/stable/30080159>

MOUKHSIL, A., EL BOURKI, M., 2021. Géologie de la région de Girardville, Province de Grenville, région du Saguenay - Lac-Saint-Jean, Québec, Canada. MERN; [BG 2021-02](#), 2 plans.

MOUKHSIL, A., EL BOURKI, M., 2023. Étude des minéralisations en éléments des terres rares $\pm$ Nb $\pm$ Ta, parties ouest et centrale de la Province de Grenville, Québec, Canada. MRNF; [BM 2023-01](#).

LAFRANCE, I., DAOUDENE, Y., 2023. Géologie de la région de Kegaska, Côte-Nord-du-Golfe-du-Saint-Laurent, Province de Grenville, Québec, Canada. MRNF; [BG 2023-12](#), 1 plan.

PATON, C., WOODHEAD, J.D., HELLSTROM, J.C., HERGT, J.M., GREIG, A., MAAS, R., 2010. Improved laser ablation U-Pb zircon geochronology through robust downhole fractionation correction. *Geochemistry Geophysics Geosystems*; volume 11, Q0AA06. <https://doi.org/10.1029/2009GC002618>

TALLA TAKAM, F., MOUKHSIL, A., 2023. Géologie de la région du lac Jalobert, Province de Grenville, région du Saguenay–

Lac-Saint-Jean, Québec, Canada. MRNF;
[BG 2023-11](#), 1 plan.

YORK, D., 1969. Least-square fitting of a straight line with correlated errors. Earth and Planetary Sciences Letters; volume 5, pages 320-324. [https://doi.org/10.1016/S0012-821X\(68\)80059-7](https://doi.org/10.1016/S0012-821X(68)80059-7)

VERMEESH, P., 2018. IsoplotR: A free and open toolbox for geochronology. Geoscience Frontiers; volume 9, pages 1479-1493.
<https://doi.org/10.1016/j.gsf.2018.04.001>