

MB 2021-03

Rapport sur les datations U-Pb de roches du Québec 2019-2020

Documents complémentaires

Additional Files



Licence



Licence

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

Énergie et Ressources
naturelles

Québec 



Rapport sur les datations U-Pb de roches du Québec 2019-2020

Donald W. Davis

MB 2021-03

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.

Rapport sur les datations U-Pb de roches du Québec 2019-2020

Donald W. Davis
Department of Earth Sciences
University of Toronto
Earth Sciences Centre
22 Russell Street
Toronto ON M5S 3B1
dond@es.utoronto.ca

1. Introduction, liste des échantillons et sommaire des âges

Ce rapport fait état des travaux de datation géochronologique effectués sur des échantillons prélevés dans le Domaine Nord de l'Orogène de l'Ungava (Cap Wolstenholme, Lac Parent et Lac Sirmiq) et de la Province géologique du Supérieur (La Grande-Opinaca, Île Bohier, Ruisseau Lucky Strike, Lac Salamandre, Amos et Synthèse Abitibi). Les analyses ont été effectuées par la méthode d'ablation laser, ionisation au plasma et spectrométrie de masse quadripôle (LA-ICPMS) sur des zircons, des monazites, des titanites et des rutiles. Le tableau 1 ci-dessous présente un sommaire des résultats et le tableau 2 (dossier « Autres données numériques ») la localisation des échantillons.

Tableau 1

Échantillon		Lithologie	Résultats
1. Churchill – Cap Wolstenholme			
1.1	2017-LP-2128A	Gneiss tonalitique	Zm : 1861 ±4 Ma
1.2	2017-MP-1059A	Gneiss tonalitique migmatitisé	Zm : 1828 ±17 Ma Ligne de mélange : 1828 ±17 Ma et 2831 ±11 Ma Mz : 1801 ±10 Ma
2. Churchill – Lac Sirmiq			
2.1	2019-IL-3042A	Gneiss tonalitique migmatitisé	Zr : ligne de mélange entre 1820 ±11 Ma et 2823 ±17 Ma Zmt : 1879 ±13 Ma Zm : 1815 ±15 Ma
2.2	2019-IL-3096A	Syénogranite à hypersthène	Zr : ligne de mélange entre 1888 ±36 Ma et 2676 ±28 Ma Zmt : 1829 ±7 Ma Mz : 1841 ±11 Ma
2.3	2019-IL-3103A	Monzogranite	Zm : 1836 ±4 Ma

2.4	2019-IL-3153A	Diorite quartzifère	Zr : ligne de mélange entre 2803 ±25 Ma et 1887 ±200 Ma
2.5	2019-MV-1044A	Gneiss granulitique	Zmt : 1853 ±4 Ma Zm : environ 2,54 Ga
2.6	2019-MV-1062B	Granite d'anatexie à grenat	Zm : 1863 ±7 Ma; Zmt : 1843 ±6 Ma; 1776 ±13 Ma Mz : 1827 ±4 Ma; 1767 ±11 Ma
2.7	2019-MV-1087A	Monzonite mouchetée	Zm : 1834 ±4 Ma
2.8	2019-MV-1163A	Gneiss granulitique migmatitisé	Zm/mt : 1835 ±4 Ma
2.9	2019-TG-4030A	Quartzite	Zr : ligne de mélange entre 2,7 Ga et 1830 ±3 Ma Mz : 1840 ±4 Ma Rut : 1732 ±8 Ma
2.10	2019-JV-2069A	Gabbronorite mouchetée	Zm : 1837 ±6 Ma
3. Churchill – Lac Parent			
3.1	2019-GL-2108B	Niveau d'arénite dans conglomérat polygénique rouge	Zd : 1861 ±4 Ma – 2000 Ma, 2100 Ma, 2300-2550 Ma, 2700-3400 Ma
3.2	2019-GL-2150A	Gabbro à leucoxène	aucun zircon
3.3	2018-GM-5054A	Mésogabbro pegmatitique à quartz	Zm : 1914 ±4 Ma
3.4	2019-GM-5063A	Tonalite massive et homogène à quartz	Zm : 1895 ±5 Ma
3.5	2019-GM-5107A	Diorite quartzifère granoblastique	Zm : 1854 ±3 Ma et 1854 ±4 Ma
3.6	2019-GM-5122A	Tonalite grossière et foliée	Zm : 1871 ±3 Ma
3.7	2019-GM-5149A	Conglomérat à cailloux de quartz	aucun zircon
3.8	2019-GM-5151A	Rhyolite schisteuse	Zm : 1950 ±5 Ma
3.9	2019-GM-5152A	Mudstone et mudrock gréseux	aucun zircon
3.10	2019-GM-5191A	Arénite quartzitique	aucun zircon
3.11	2019-GM-5201A	Gabbro pegmatitique à quartz et grenat	Zm : 1899 ±3 Ma
3.12	2019-TG-7510A	Diorite quartzifère recristallisée	Zm : 1873 ±5 Ma
3.13	2019-SM-6066A	Dacite massive et homogène	Impossible à dater

3.14	2019-MB-3118B	Tuf à lapillis polygénique	Impossible à dater
3.15	2019-MB-3110B	Dyke felsique subvolcanique	Impossible à dater
3.16	2019-MB-3119A	Tuf à lapillis et à blocs polygénique	Zm : 1881 ±5 Ma
3.17	2019-GM-5200A	Granite	Zm : 1861 ±15 Ma
3.18	2019-SL-4110A	Enderbite	Zm : 1893 ±4 Ma
Province du Supérieur			
4. Baie-James – Synthèse La Grande-Opinaca			
4.1	MYT-19-010	Granodiorite à hornblende et biotite	Zm : 2717 ±4 Ma
4.2	SGNO-2003-09	Tuf dacitique	Zm : 2727 ±4 Ma
5. Baie-James – Île Bohier			
5.1	2017-JM-6010C1	Dyke intermédiaire porphyrique à plagioclase, indice Hillhouse	Zm : autour de 2740 Ma Z : 2578 ±5 Ma
5.2	2017-JM-6010E	Dyke felsique porphyrique à quartz, indice Hillhouse	Zm : 2775 ±4 Ma Z : 2577 ±5 Ma
5.3	2017-JM-6010C2	Dyke intermédiaire porphyrique à plagioclase, indice Hillhouse	Zm : 2734 ±2 Ma Z : 2590 ±9 Ma
6. Baie-James – Ruisseau Lucky Strike			
6.1	2019-CG-7009	Granite rose	Zm : 2682 ±4 Ma Tit : 2680 ± 7 Ma
6.2	2019-DB-1060	Granite pegmatitique	Mz : 2629 ±5 Ma
6.3	2019-EC-2072	Granite porphyroïde à phénocristaux de feldspath potassique	Zm : 2688 ±5 Ma (2 gr.) Mz : 2685 ±2 Ma
7. Baie-James – Lac Salamandre			
7.1	2019-PG-5012M	Gabbro	Zm : 2700 ±3 Ma
7.2	2019-FM-1015A	Monzodiorite quartzifère	Zm : 2700 ±4 Ma
8. Abitibi – Amos			
8.1	2019-PP-0323	Tuf dacitique à blocs et lapillis, mine Barvue	Zm : 2723 ±5 Ma
8.2	2019-PP-0394	Dacite lobée et tuf dacitique à blocs et lapillis	Zm : 2701 ±9 Ma
8.3	2019-JM-0515	Monzonite à hornblende	Zm : 2685 ±3 Ma

8.4	2017-PP-0053A	Monzodiorite quartzifère à hornblende et biotite	Zm : 2680 ±3 Ma
9. Abitibi – Synthèse			
9.1	2020-JG-4001B	Dyke dioritique	Zm : 2686 ±3 Ma
9.2	2020-JG-4002A	Dyke pegmatitique à spodumène	Zm : 2628 ±15 Ma
9.3	SGNO-2002-10	Conglomérat polygénique	Zd : 2700 Ma, 2780 Ma, composante la plus jeune : 2690 ±6 Ma
Z – zircon de nature inconnue, Zm - zircon magmatique, Zmt - zircon métamorphique, Zd, zircon détritique, Zh - zircon hérité; Tit - titanite, Mz - monazite			

MÉTHODE D'ANALYSE

Les échantillons (< 15 kg) ont été pulvérisés au moyen d'un concasseur à mâchoires suivi d'un pulvérisateur à disques. Les minéraux lourds ont été séparés par passages successifs sur une table à secousses Wilfley, ce qui permet d'obtenir un concentré de quelques grammes. Cette fraction est par la suite traitée à l'aide de liqueurs denses (bromoforme et iodure de méthylène). Les minéraux lourds obtenus sont séparés en fonction de leur susceptibilité magnétique en utilisant un séparateur isodynamique Frantz. La monazite est concentrée dans la fraction magnétique à l'aide du séparateur Frantz réglé à 1,0 A avec une pente de 10°. La séparation de la baddeleyite s'effectue au moyen de la table Wilfley en utilisant la méthode de Söderlund et Johansson (2002). La sélection finale est faite sous une loupe binoculaire en recherchant les cristaux sans microfractures ni évidences d'altération.

Les analyses ont été effectuées aux laboratoires du Jack Satterly Geochronological Laboratory de l'Université de Toronto. Les analyses LA-ICP-MS ont été effectuées en utilisant un système composé d'un laser New Wave à 193 nm couplé à un spectromètre ICP-MS Agilent 7900. Les zircons sont montés dans l'époxy et polis pour obtenir des images en cathodoluminescence (CL) et en électrons rétrodiffusés (BSE) à l'aide d'un microscope à balayage électronique JEOL JSM6610-Lv. Ces images permettent de reconnaître et de choisir les domaines de croissance spécifiques pour l'analyse. Les grains trop petits pour le polissage sont fixés sur du ruban adhésif et photographiés avec un arrière-plan noir. Les domaines les plus transparents sont choisis pour l'ablation.

L'ablation est réalisée par un faisceau laser de 10 à 50 µm de diamètre à une fréquence de 5 Hz et une densité d'énergie de 3 à 5 J/cm². La zone ciblée pour l'analyse est d'abord soumise à un nettoyage par balayage du faisceau laser pendant 1 s (grains polis) ou 3 s (grains entiers) afin d'enlever la couche d'altération et de contamination superficielle. Cette étape est suivie d'un intervalle de 10 s pour nettoyer le système. Après un autre intervalle de 10 s pour mesurer le bruit de fond et stabiliser le laser, les données sont collectées pendant 25 s pour les isotopes ⁸⁸Sr (10 ms), ²⁰⁶Pb (30 ms), ²⁰⁷Pb (70 ms), ²³²Th (10 ms) et ²³⁸U (20 ms). Le laser est ensuite éteint pour une durée de 10 s afin de purger le système. Une analyse représente environ 140 cycles de mesure. La profondeur du trou créé par l'ablation est d'environ 15 à 20 µm.

Le traitement des données est effectué à l'aide d'un logiciel VBA conçu par l'auteur (programme *UtilLaz*). En général, la plupart des données ²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb peuvent être utilisées pour calculer une valeur moyenne. Les rapports ²⁰⁶Pb/²³⁸U ont tendance à augmenter de 5 à 10 % avec la profondeur du trou quand son diamètre est similaire à celui du faisceau (autour de 20 µm). On tente donc d'utiliser un diamètre de faisceau le plus grand possible en fonction de l'échantillon (généralement 50 µm si possible). Un étalon de zircon d'âge connu est utilisé pour corriger les effets du fractionnement des isotopes dans le plasma au cours de l'ablation. Aucune correction pour le plomb commun n'est effectuée en raison des signaux du ²⁰⁴Pb trop faibles pour être mesurés avec précision et parce que les zircons frais ne contiennent généralement pas de plomb

commun en quantité notable. La présence de plomb commun se manifesterait par une dispersion des données vers la droite le long d'une ligne coupant la concordia à un âge d'environ 4500 Ma. Ce phénomène n'est pas observé dans le zircon ou la monazite, mais il peut être présent chez la titanite et le rutile qui contiennent souvent une quantité de Pb commun plus importante.

Le signal du ^{88}Sr est utilisé comme un indice permettant d'identifier les zones d'altération ou les inclusions et permet de savoir si le faisceau laser a traversé les grains analysés. Les données associées aux signaux de ^{88}Sr dépassant le bruit de fond sont éliminées du calcul des moyennes. Le rapport Th/U mesuré constitue un indicateur de l'origine pétrogénétique des zircons. Un zircon d'origine magmatique présente typiquement des rapports Th/U compris entre 0,1 et 1,0, alors que des rapports inférieurs à 0,1 démontrent typiquement une origine métamorphique. Le rapport Th/U est calculé à partir du rapport $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ radiogénique et de l'âge $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ de l'échantillon. Ce rapport modèle est plus exact que la mesure directe du rapport Th/U parce que le Th est très fractionné par l'oxydation dans le plasma et que les rapports Th/U de l'étalon ne sont pas constants.

Les étalons de zircon utilisés pour les analyses par LA-ICP-MS ont été préalablement datés par ID-TIMS. Il s'agit de l'échantillon DD85-17, une diorite quartzifère de l'Ontario datée à 3002 ± 2 Ma (Tomlinson *et al.*, 2002), et de l'échantillon DD91-1, une monzodiorite du Pluton de Fournière datée à 2682 ± 1 Ma (Davis, 2002).

La correction des rapports $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ associée au biais d'ablation est sensible aux différences de l'état structural de l'échantillon par rapport à l'étalon. Cet état dépend des dommages radiogéniques qui varient en fonction de la concentration en uranium et de l'âge. Les étalons sont à peu près du même âge que les échantillons analysés, mais les concentrations d'uranium peuvent différer. La plupart des analyses ont été corrigées à l'aide de deux étalons, un premier à faible concentration d'uranium (DD85-17) et un second montrant une concentration plus élevée (DD91-1). L'étalon dont la composition est la plus proche des échantillons analysés sert d'étalon primaire pour corriger les biais d'ablation et d'ionisation. L'autre est utilisé comme étalon secondaire pour confirmer les mesures des âges $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$. Les âges $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ne sont pas sensibles aux conditions d'ablation et sont beaucoup plus fiables que les âges $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ dans le cas des échantillons précambriens.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les résultats des analyses LA-ICPMS sont donnés au tableau 3 (erreurs à 1 sigma; dossier « Autres données numériques). Les diagrammes concordia et les calculs des âges sont réalisés en utilisant la programme *Isoplot* de Ludwig (2008). Les erreurs sur les âges dans le texte et les diagrammes sont donnés à un niveau de confiance de 95 % (2 sigma). Les ellipses des erreurs sur les diagrammes sont données à 2 sigma. Pour les échantillons précambriens, les âges $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ sont généralement plus précis et exacts que les âges $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ ou $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$. Dans le cas où la plupart des données se positionnent sur la courbe concordia, l'âge moyen est calculé en prenant la moyenne

des âges $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ (ce qui équivaut à calculer l'intersection de la concordia avec une ligne fixée à l'origine et qui passe par les données). Les constantes de désintégration de l'uranium sont de Jaffey *et al.* (1971) et le rapport moderne $^{238}\text{U}/^{235}\text{U}$ est fixé à 137,88 (voir notes du tableau 3).

L'accord d'une population d'âges est estimé au moyen de la mesure des carrés des écarts pondérés (*Mean Square of Weighted Deviations* ou MSWD). Une valeur de MSWD autour de 1,0 indique normalement que les données proviennent d'une seule population. Les valeurs de MSWD des données LA-ICP-MS sont souvent un peu plus grandes que 1,0 parce que les erreurs sur les données peuvent être sous-estimées en raison des extrapolations des mesures par rapport à l'étalon. Dans ce rapport, on tolère une valeur de MSWD jusqu'à 2,0 avant de conclure à la présence de plus d'une population.

1. Churchill – Cap Wolstenholme

1.1 – 2017-LP-2128A – Gneiss tonalitique

Cet échantillon a donné des zircons formant des grains trapus et des prismes arrondis, certains avec des noyaux (figure 1.1.1). Les images en BSE montrent des structures diverses, avec présence ou absence de zonations, et des grains montrant des concentrations en uranium variables (figure 1.1.2). La plupart des analyses LA-ICPMS s'accordent avec un âge $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ moyen de 1861 ± 4 Ma (MSWD = 1,9; figure 1.1.3) qui est la meilleure estimation pour l'âge de cristallisation du pluton. Puisque les rapports Th/U sont généralement typiques des zircons magmatiques, ce résultat constitue la meilleure estimation de l'âge de cristallisation du gneiss. Plusieurs analyses donnent des âges plus vieux, entre 1,9 Ga et 2,4 Ga, dont seulement une provient d'un noyau. Ces âges indiquent probablement une contamination magmatique ou détritique.

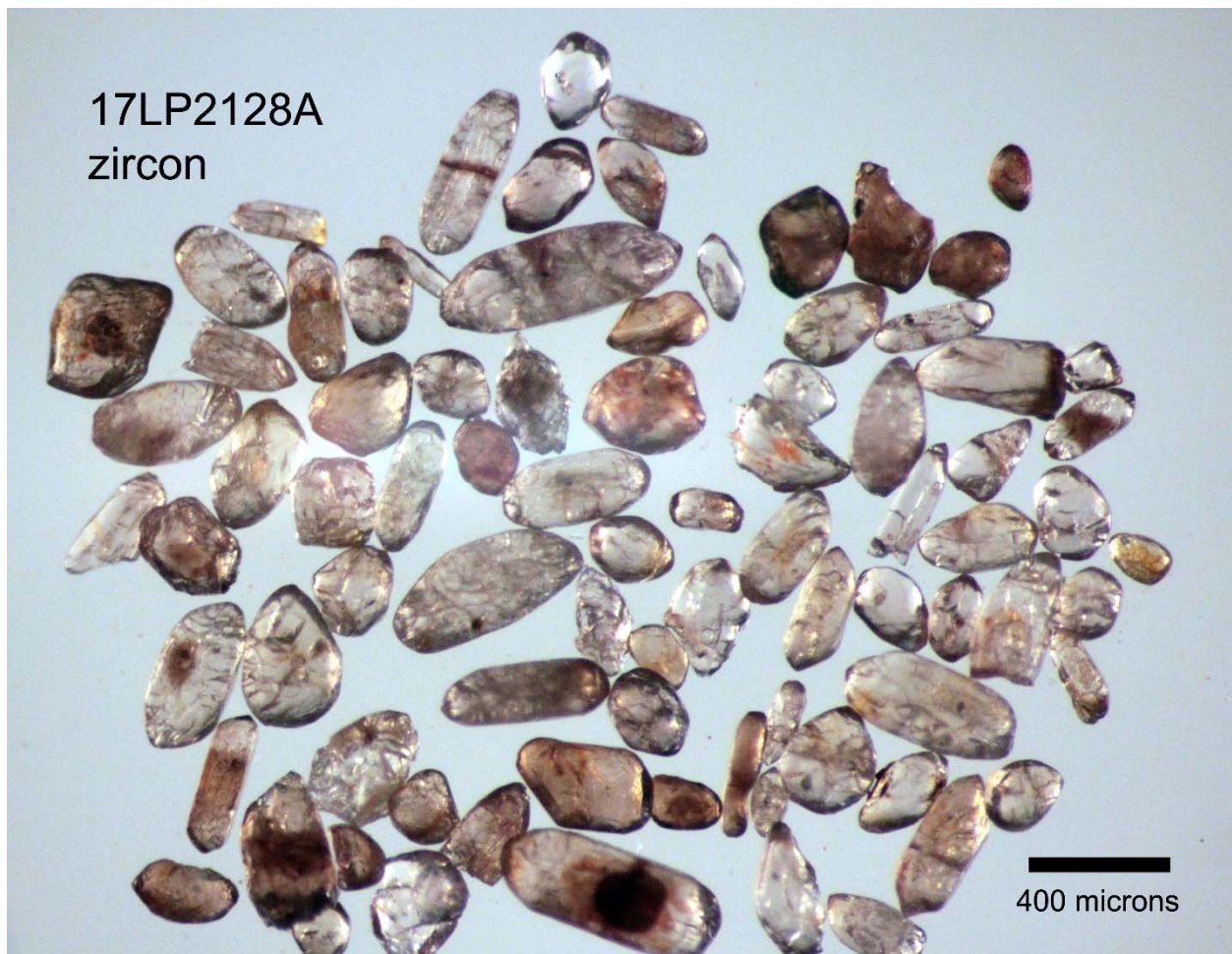


Figure 1.1.1 – Zircons sélectionnés de l'échantillon de gneiss tonalitique 2017-LP-2128A.

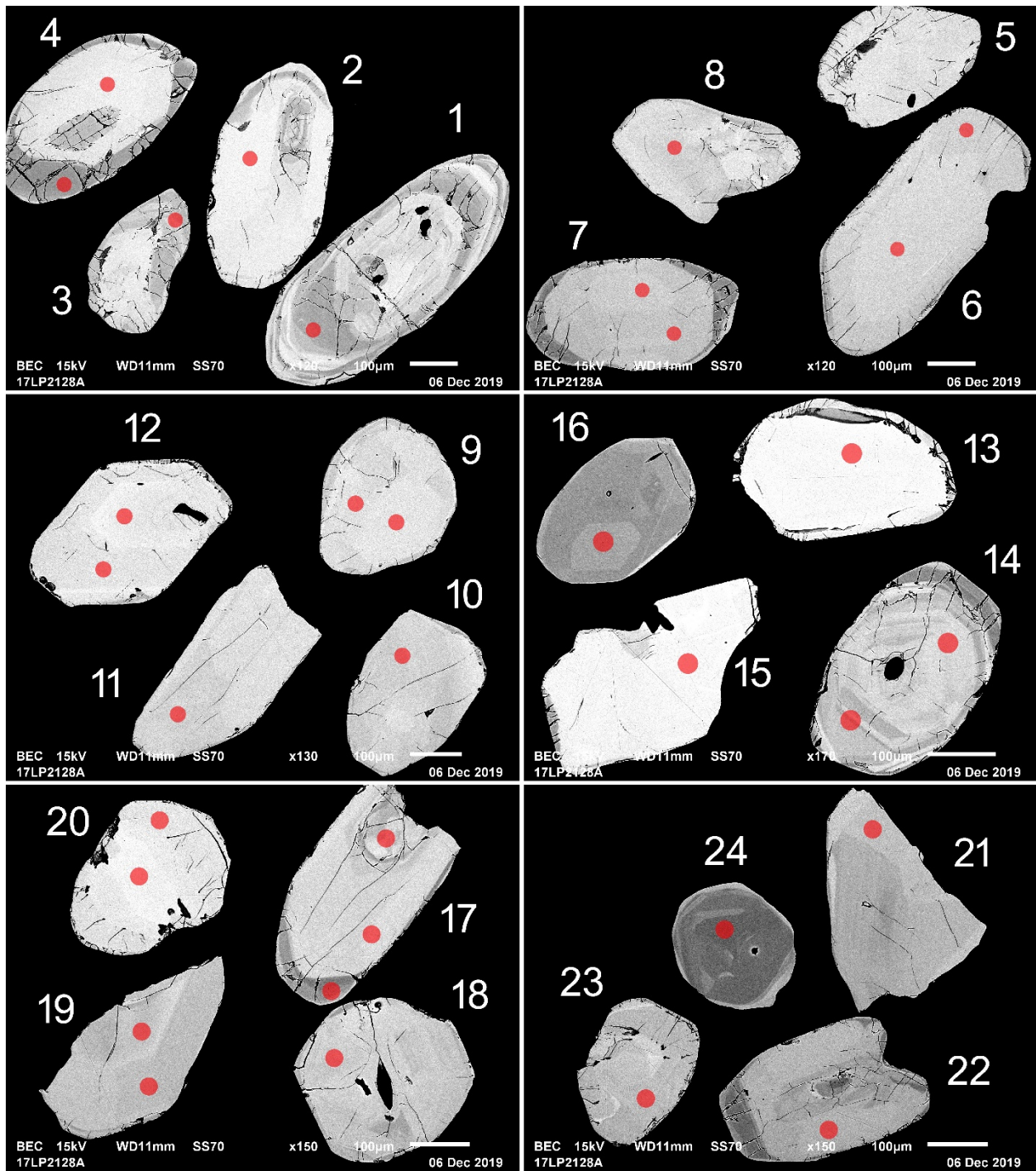


Figure 1.1.2 – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon de gneiss tonalitique 2017-LP-2128A. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

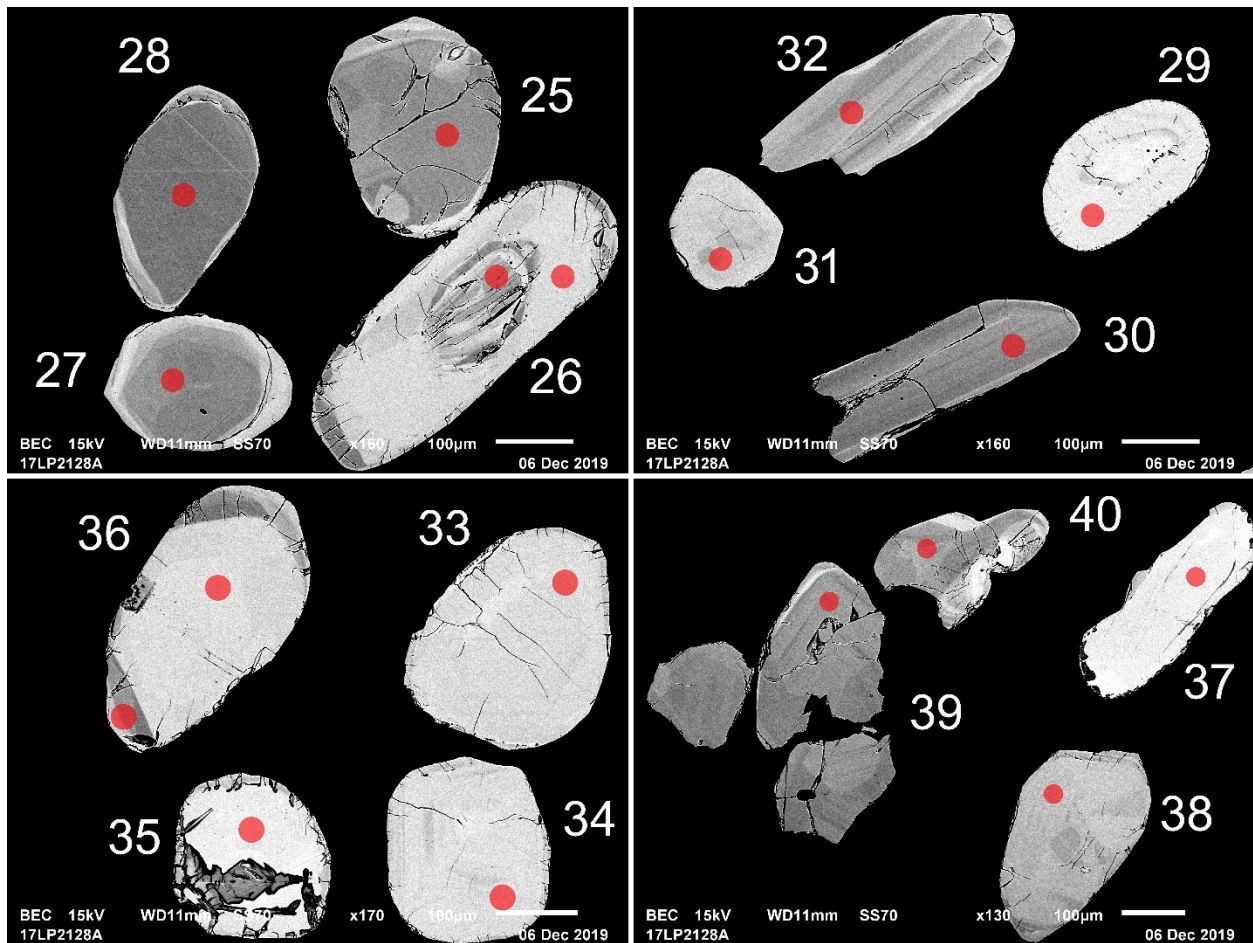


Figure 1.1.2 (suite) – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon de gneiss tonalitique 2017-LP-2128A. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

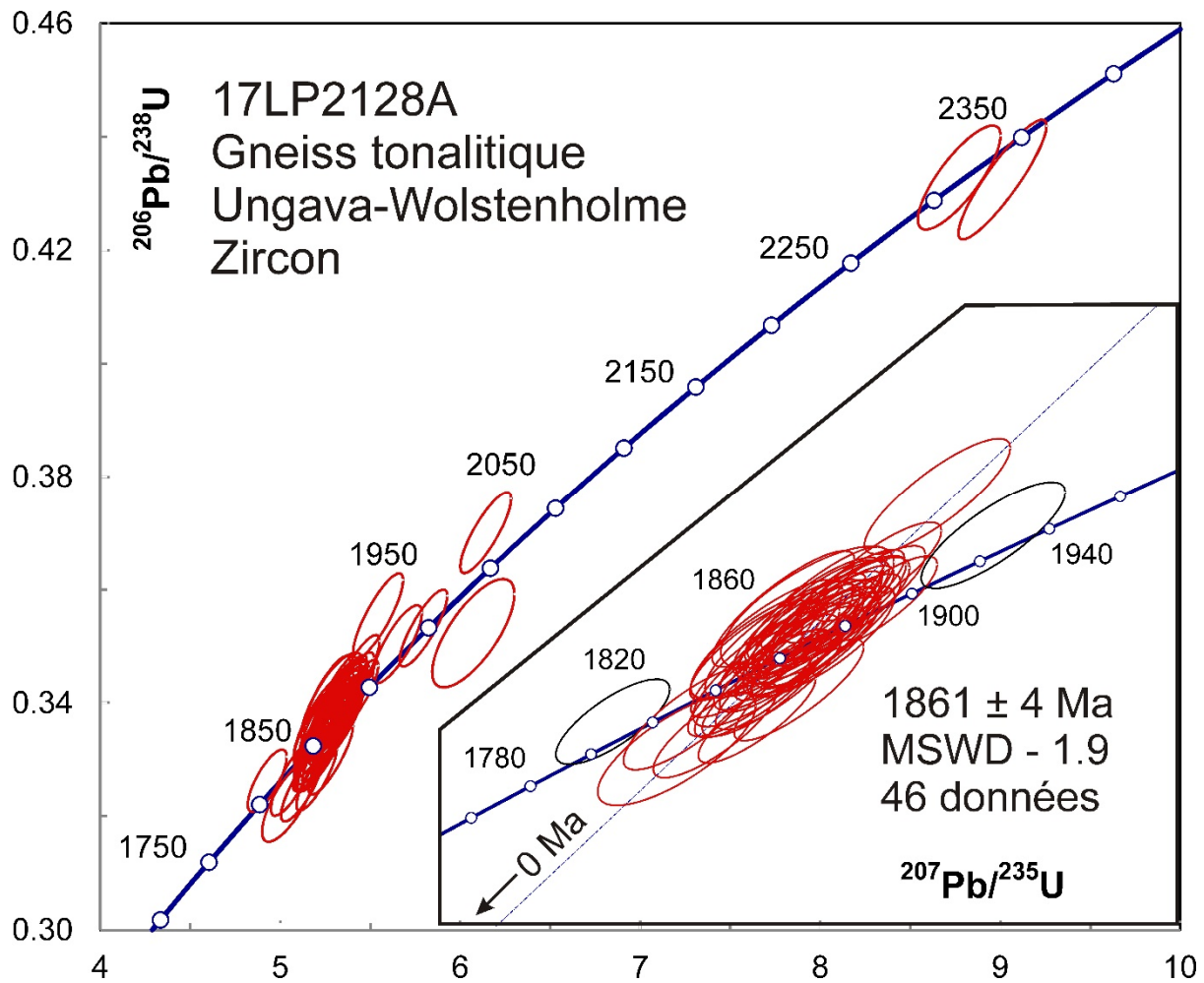


Figure 1.1.3 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons de l'échantillon de gneiss tonalitique 2017-LP-2128A. Les données des ellipses en noir ne sont pas incluses dans le calcul de l'âge moyen.

1.2 – 2017-MP-1059A – Gneiss tonalitique migmatitisé

Cet échantillon a fourni de zircons sous la forme de prismes arrondis (figure 1.2.1) ainsi que des grains tabulaires de monazite incolore ou verdâtre (figure 1.2.2). Les images en BSE des zircons montrent des grains caractérisés par des zones oscillatoires; plusieurs sont entourés de surcroissances uniformes pauvres en uranium (figure 1.2.3). Les images en BSE des monazites présentent des structures uniformes, sans évidence de zonation ou de générations multiples (figure 1.2.4).

Les analyses des zonations oscillatoires des zircons indiquent un âge archéen avec une perte légère de Pb par diffusion durant le Paléoprotérozoïque. Plusieurs analyses sur les surcroissances pauvres en uranium donnent un âge $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ moyen de 1828 ± 17 Ma pour les quatre analyses les plus jeunes, ce qui permet de fixer l'intersection inférieure de la ligne de diffusion et l'âge de migmatitisation. Les données archéennes indiquent une l'intersection supérieure à 2831 ± 11 Ma pour l'âge du protolite (figure 1.2.5).

Les analyses de monazite montrent de faibles teneurs en uranium qui varient de 40 à 400 ppm U. Les analyses U-Pb donnent un âge moyen de 1827 ± 15 Ma, mais elles ne s'accordent pas dans la limite des erreurs (figure 1.2.7). Puisque la monazite peut incorporer de faibles quantités de Pb lors de sa cristallisation, ces âges sont peut-être trop vieux en raison de la présence de Pb commun. La forte corrélation entre l'âge $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$, la concentration en U et le rapport Th/U (figure 1.2.6) suggèrent en effet que le Pb n'est pas totalement radiogénique. La meilleure estimation de l'âge de la monazite correspond à l'âge $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ moyen des analyses avec les plus grandes concentrations en U, soit 1801 ± 10 Ma à partir de 4 données (figure 1.2.7).



Figure 1.2.1 – Zircons sélectionnés de l'échantillon de gneiss tonalitique migmatitisé 2017-MP-1059A.



Figure 1.2.2 – Monazites sélectionnées de l'échantillon de gneiss tonalitique migmatitisé 2017-MP-1059A.

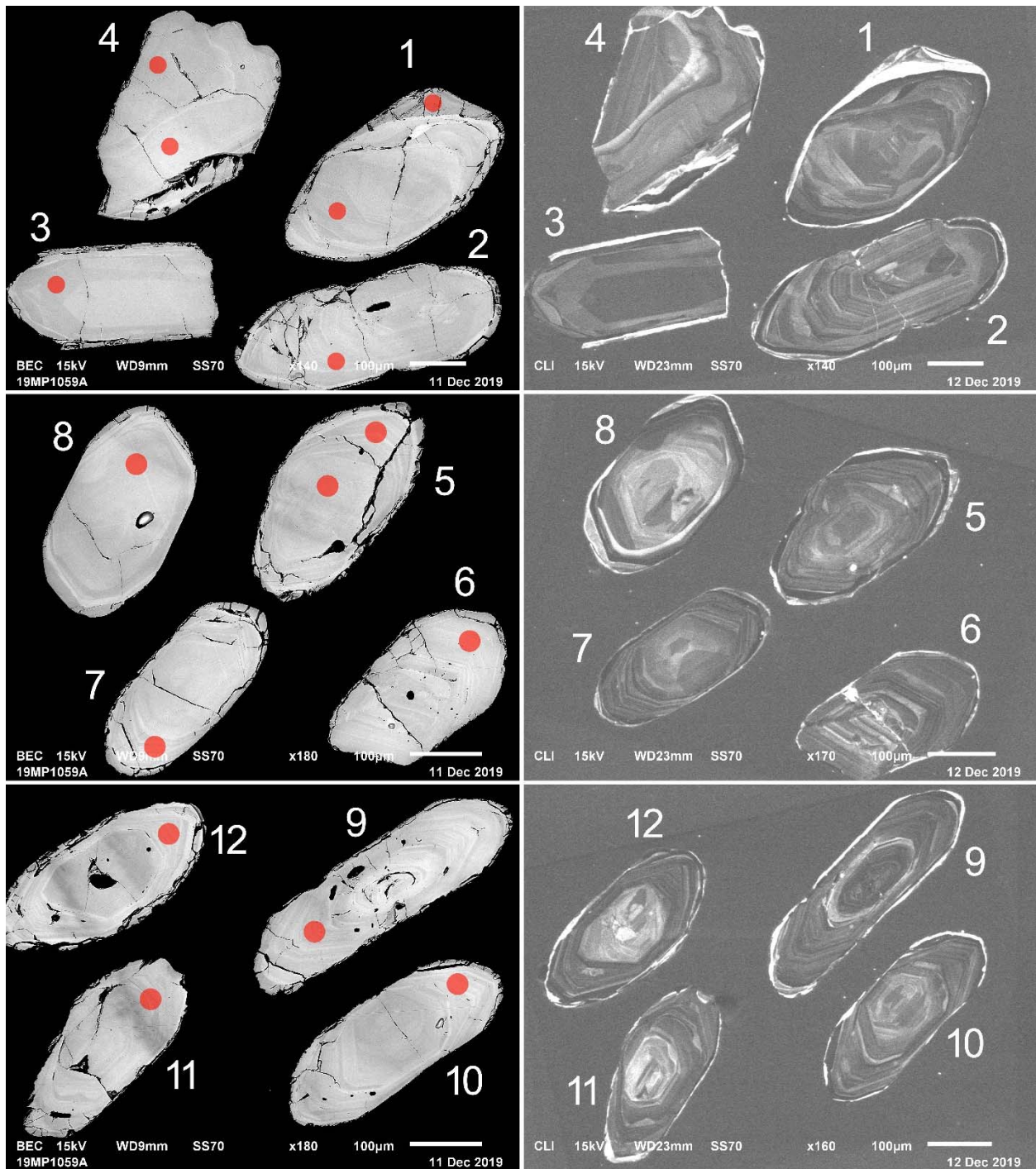


Figure 1.2.3 – Images en BSE (à gauche) et en CL (à droite) des zircons polis de l'échantillon de gneiss tonalitique migmatitisé 2017-MP-1059A. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

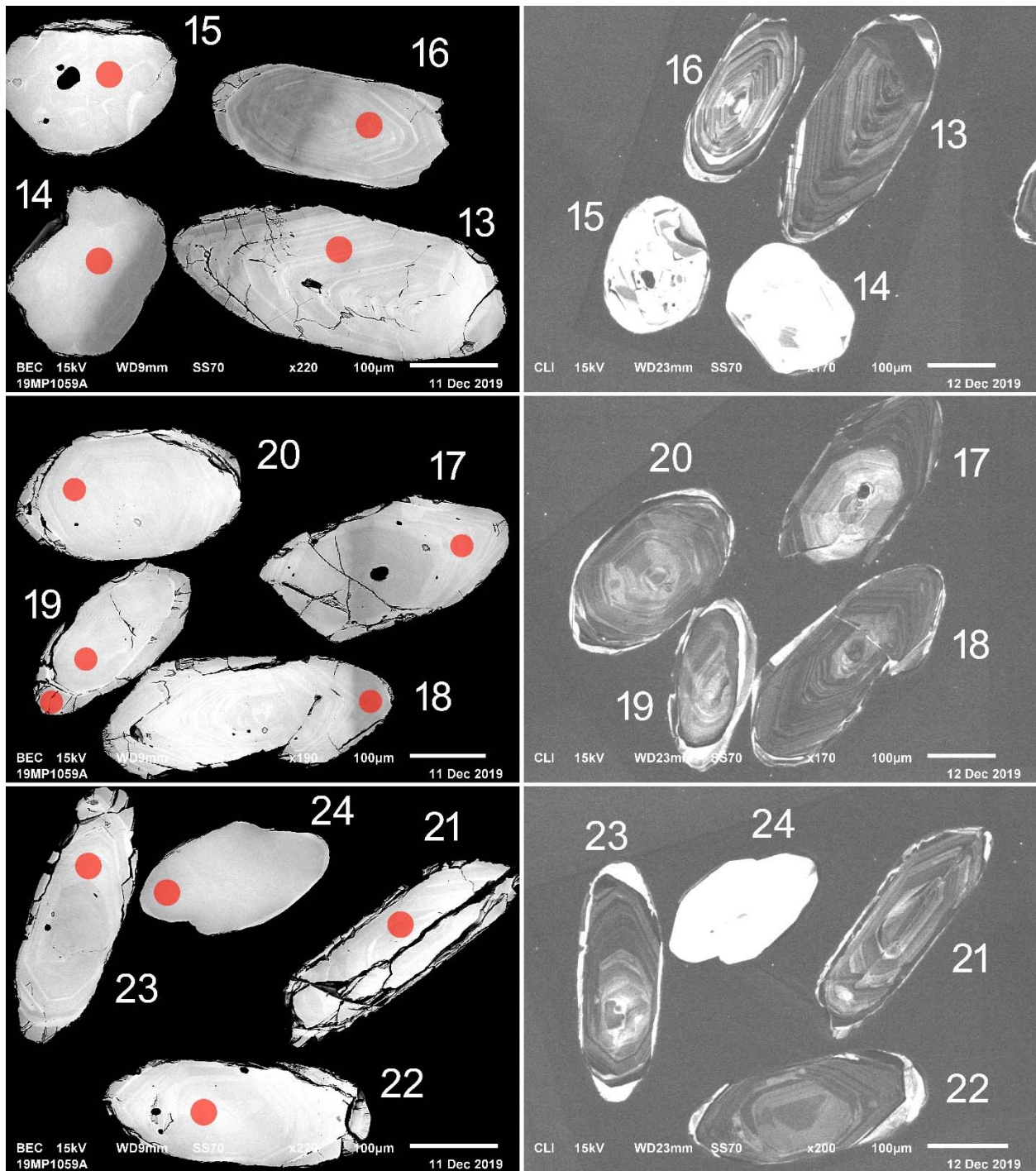


Figure 1.2.3 (suite) – Images en BSE (à gauche) et en CL (à droite) des zircons polis de l'échantillon de gneiss tonalitique migmatitisé 2017-MP-1059A. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

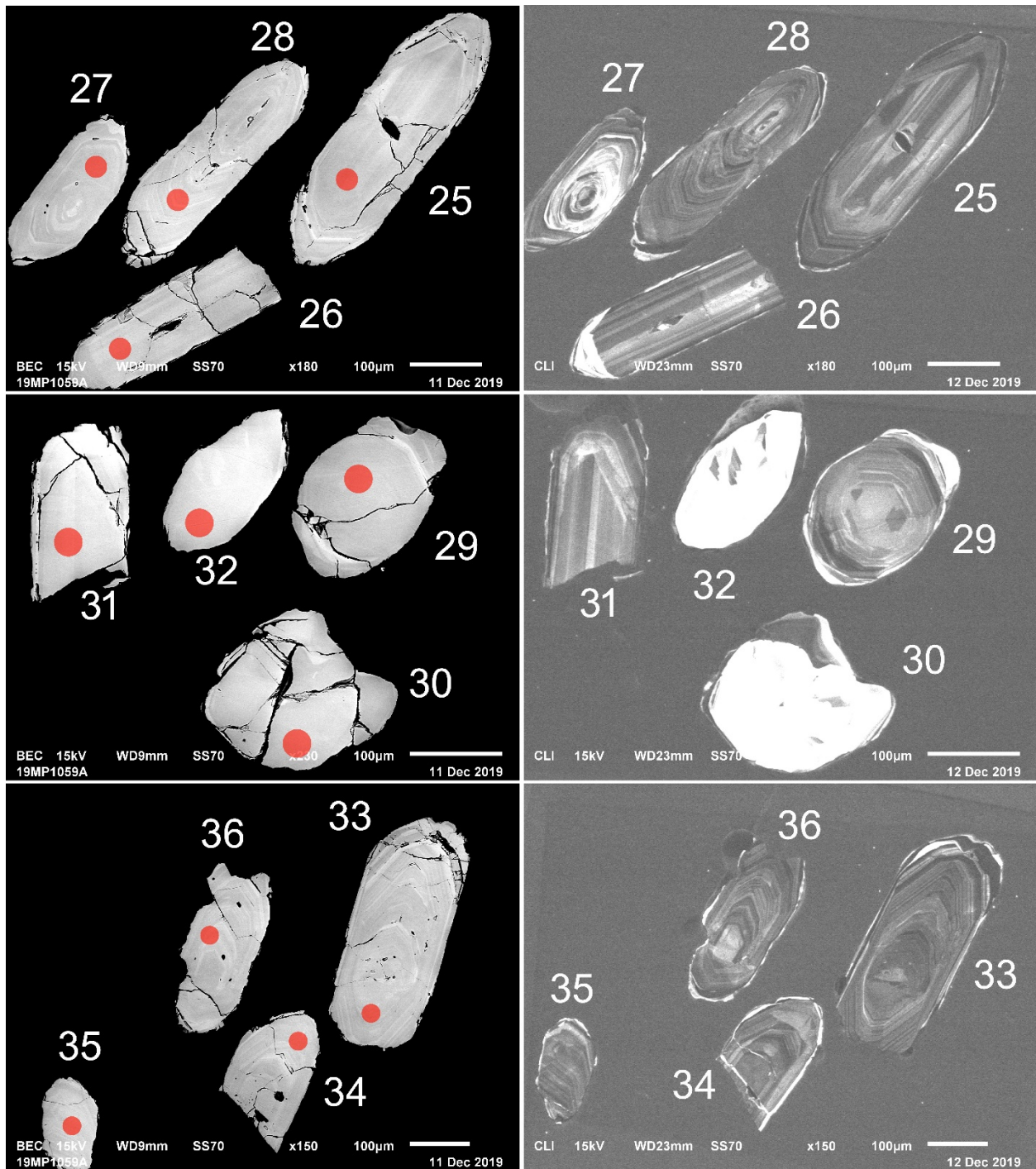


Figure 1.2.3 (suite) – Images en BSE (à gauche) et en CL (à droite) des zircons polis de l'échantillon de gneiss tonalitique migmatitisé 2017-MP-1059A. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

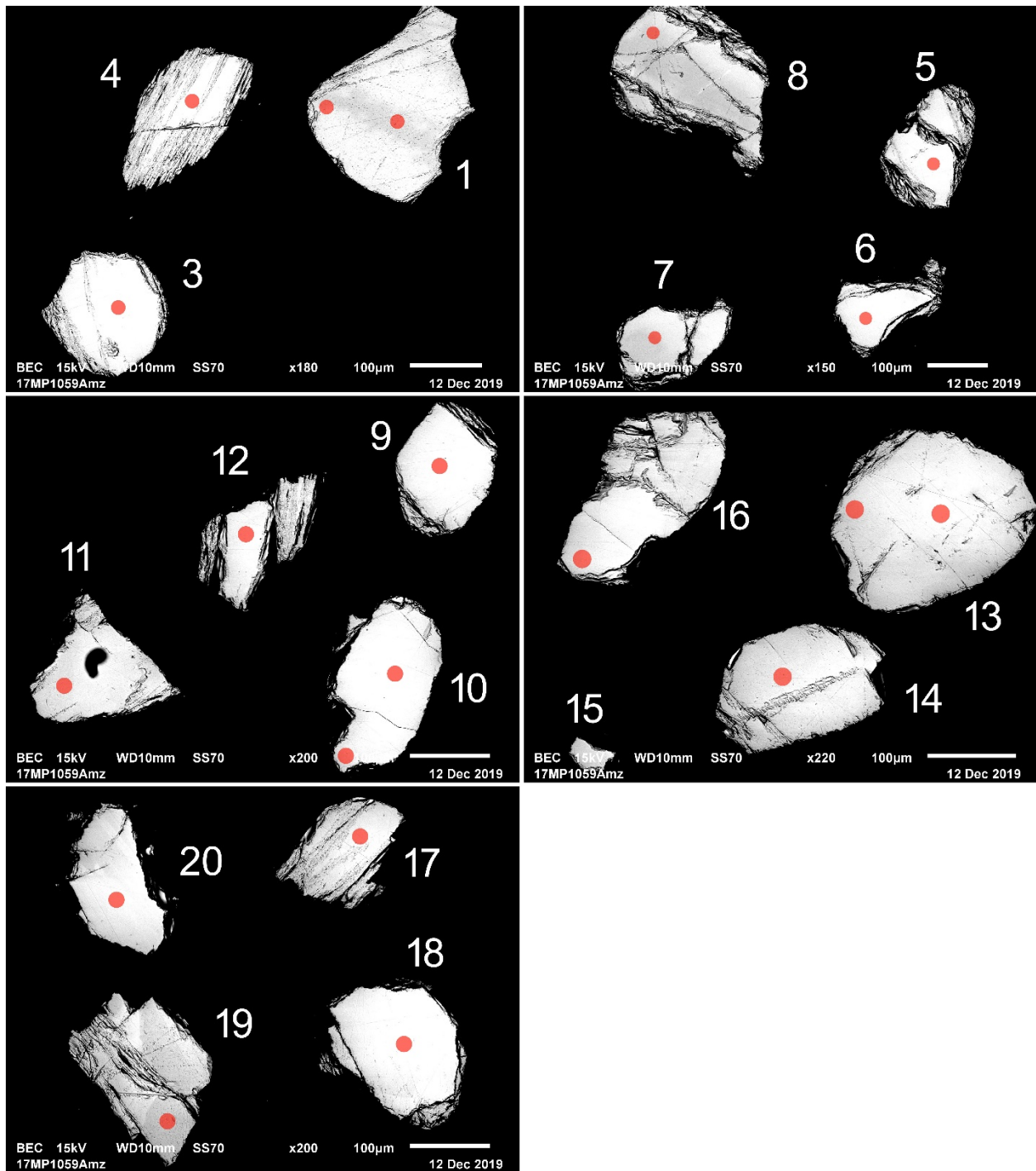


Figure 1.2.4 – Images en BSE (à gauche) des monazites polies de l'échantillon de gneiss tonalitique migmatitisé 2017-MP-1059A. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

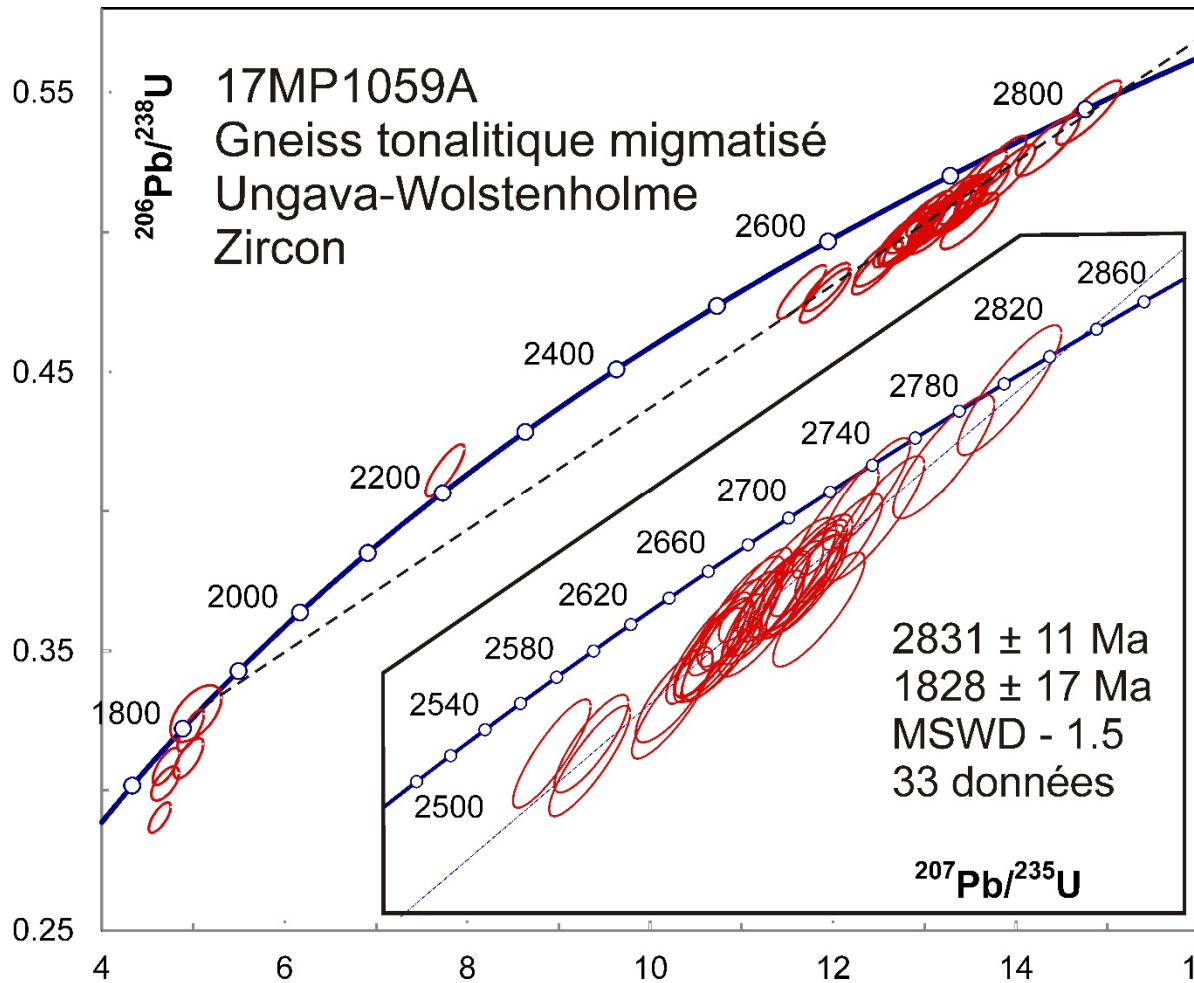


Figure 1.2.5 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons de l'échantillon de gneiss tonalitique migmatitisé 2017-MP-1059A.

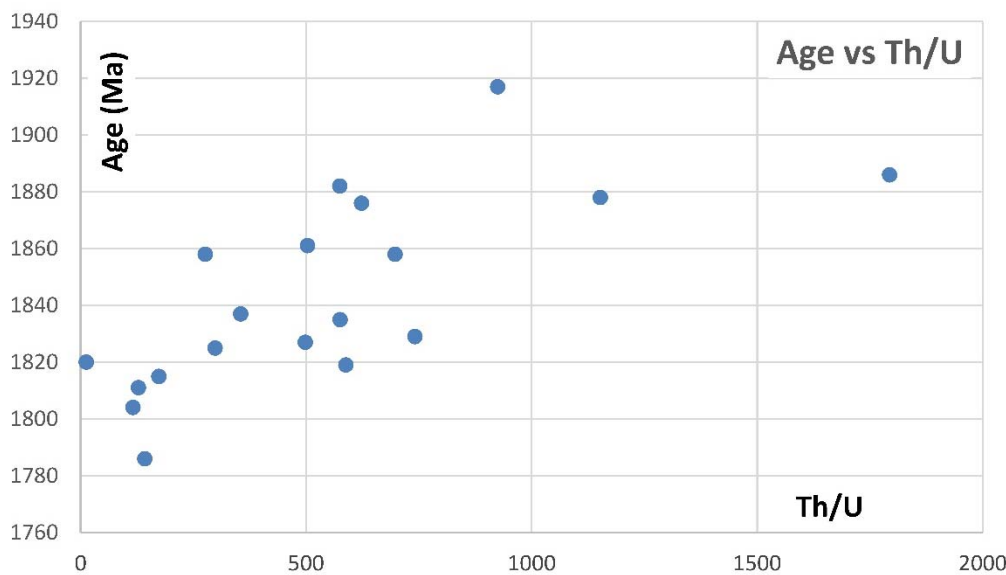
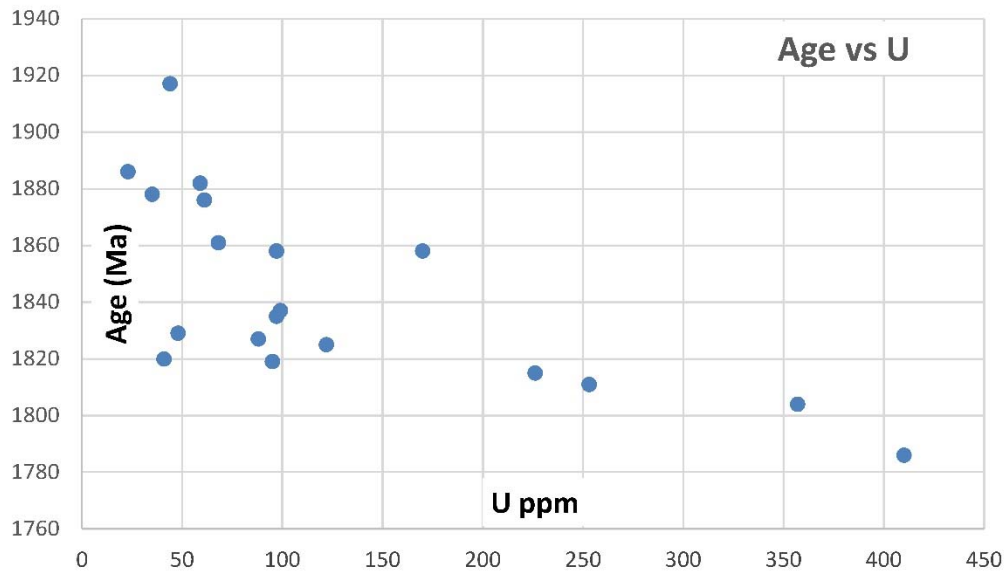


Figure 1.2.6 – Corrélations entre les âges et les concentrations en U (a) et les rapports Th/U (b) pour les monazites de l'échantillon de gneiss tonalitique migmatitisé 2017-MP-1059A.

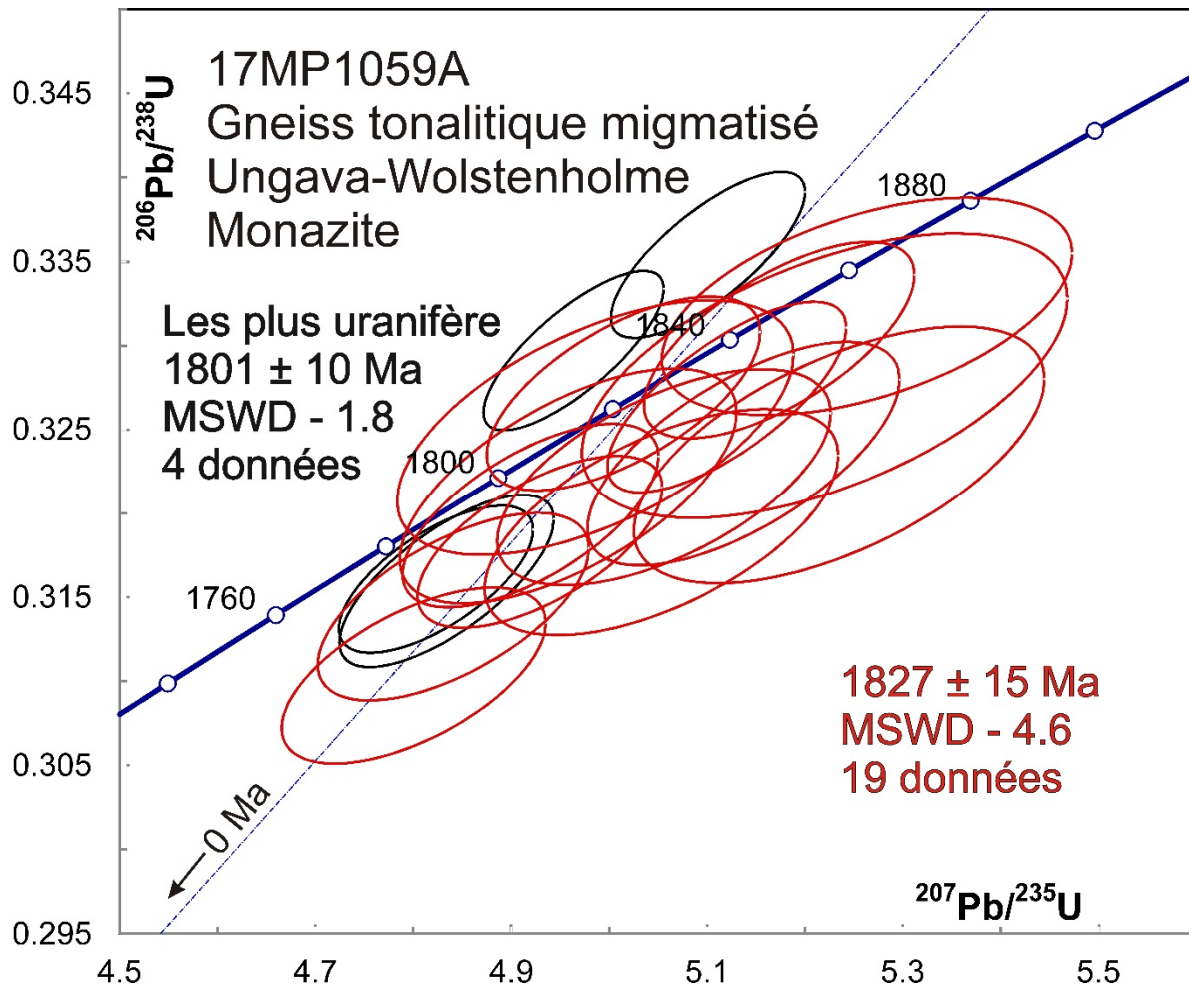


Figure 1.2.7 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les monazites de l'échantillon de gneiss tonalitique migmatitisé 2017-LP-1059A.

2. Churchill – Lac Sirmiq

2.1 – 2019-IL-3042A – Gneiss tonalitique migmatitisé

Cet échantillon a donné des zircons bien arrondis comprenant une population de grains sans fracture, une deuxième caractérisée par de nombreuses fractures et une dernière regroupant des grains foncés et probablement altérés (figure 2.1.1). Les images en BSE (figures 2.1.2 et 2.1.3) montrent des grains avec des zonations oscillatoires et en secteurs. Des noyaux sont aussi visibles.

Les quatre grains les plus grands ont été montés et polis (montage M191129A; figure 2.1.2). Les analyses des diverses zones et des surcroissances ont donné des âges divers compris entre 2073 Ma pour une surcroissance à 3050 Ma pour un grain uniforme avec un rapport Th/U qui indique une origine magmatique (figure 2.1.4). Ces données suggèrent que le protolite est d'âge néoarchéen et qu'il a subi une perte de Pb par diffusion au cours d'un épisode de métamorphisme paléoprotérozoïque.

Les analyses des grains du montage M191129B (figure 2.1.3) présentent une histoire beaucoup plus complexe. Toutes les analyses se distribuent sur une ligne avec un groupe néoprotérozoïque et un groupe néoarchéen plus dispersé (figure 2.1.5). La distribution des âges néoarchéens est polymodale (figure 2.1.5), ce qui suggère que le protolite est d'origine sédimentaire. Le groupe néoprotérozoïque montre aussi une certaine dispersion. Les trois analyses les plus jeunes proviennent de grains avec un rapport Th/U > 0,1 et une teneur en U > 100 ppm. L'âge moyen de ces analyses est de 1815 ± 12 Ma (figure 2.1.6) et pourrait correspondre à un épisode tardif de remobilisation magmatique. Les autres grains jeunes possèdent des rapports Th/U < 0,1 et semblent être d'origine métamorphique. Leurs âges se concentrent autour de 1879 ± 13 Ma (figure 2.1.6) et présentent une distribution asymétrique vers les âges plus jeunes. Ceci suggère que la diffusion de Pb dans les zircons s'est poursuivie jusqu'à 1815 Ma avec la fermeture du système.



Figure 2.1.1 – Zircons sélectionnés de l'échantillon de gneiss tonalitique migmatitisé 2019-IL-3042A.

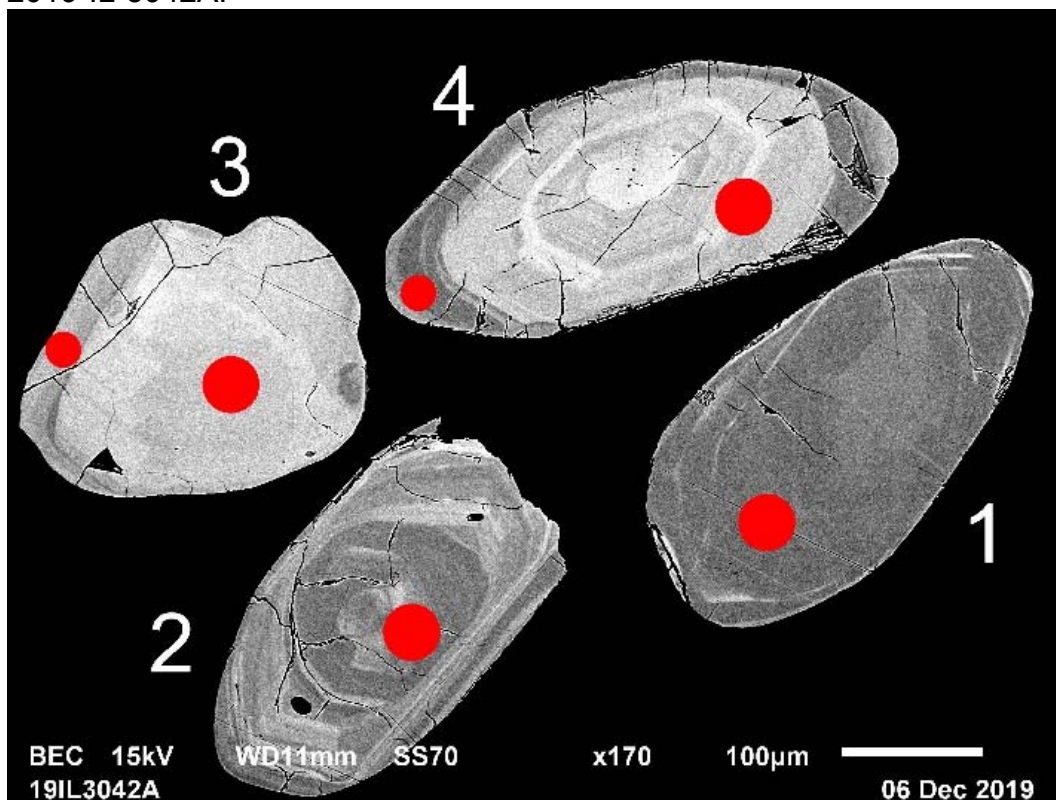


Figure 2.1.2 – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon de gneiss tonalitique migmatitisé 2019-IL-3042A (montage M191129A). Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

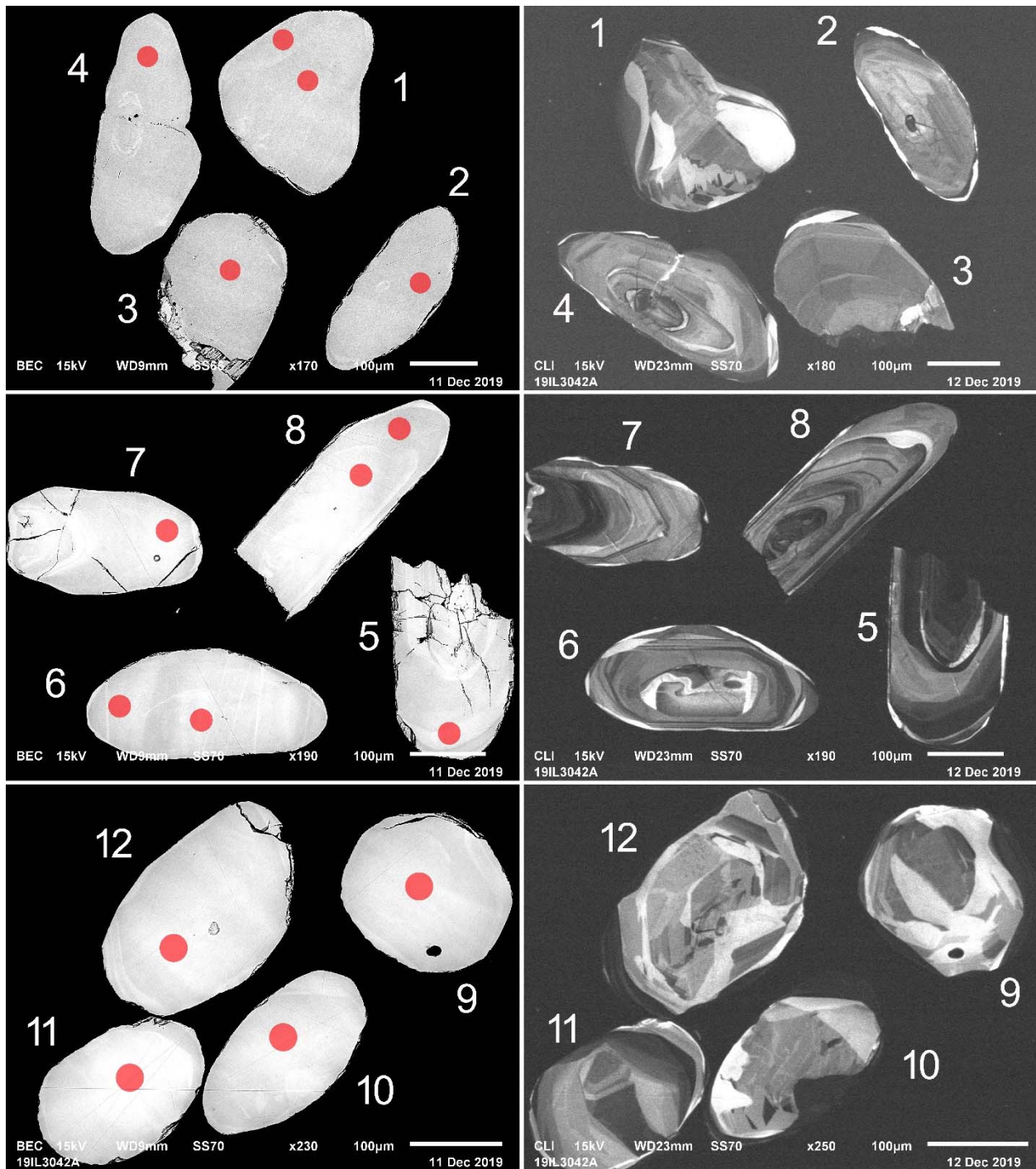


Figure 2.1.3 – Images en BSE (à gauche) et en CL (à droite) des zircons polis de l'échantillon de gneiss tonalitique migmatitisé 2019-IL-3042A (montage M191129B). Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

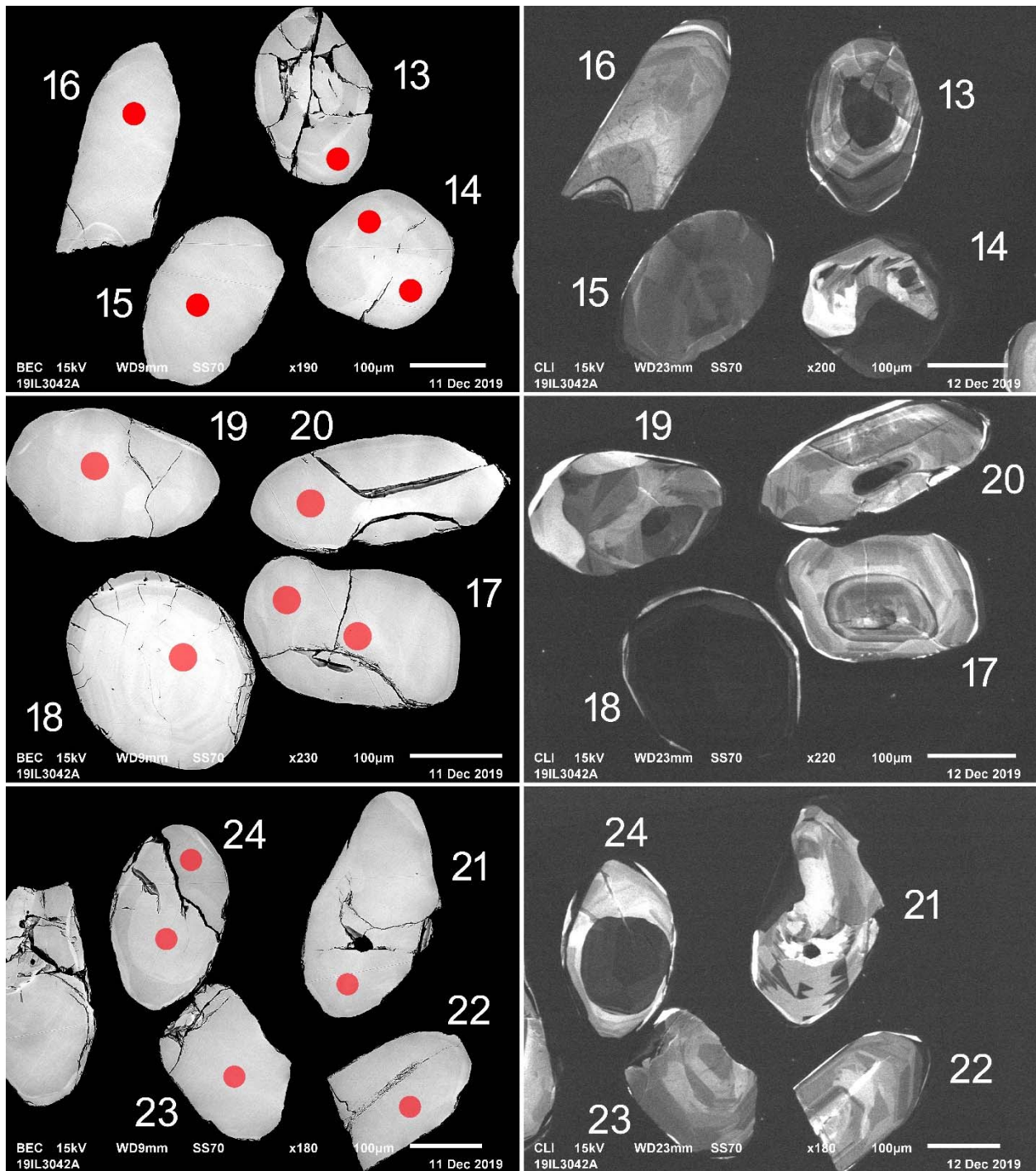


Figure 2.1.3 (suite) – Images en BSE (à gauche) et en CL (à droite) des zircons polis de l'échantillon de gneiss tonalitique migmatitisé 2019-IL-3042A (montage M191129B). Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

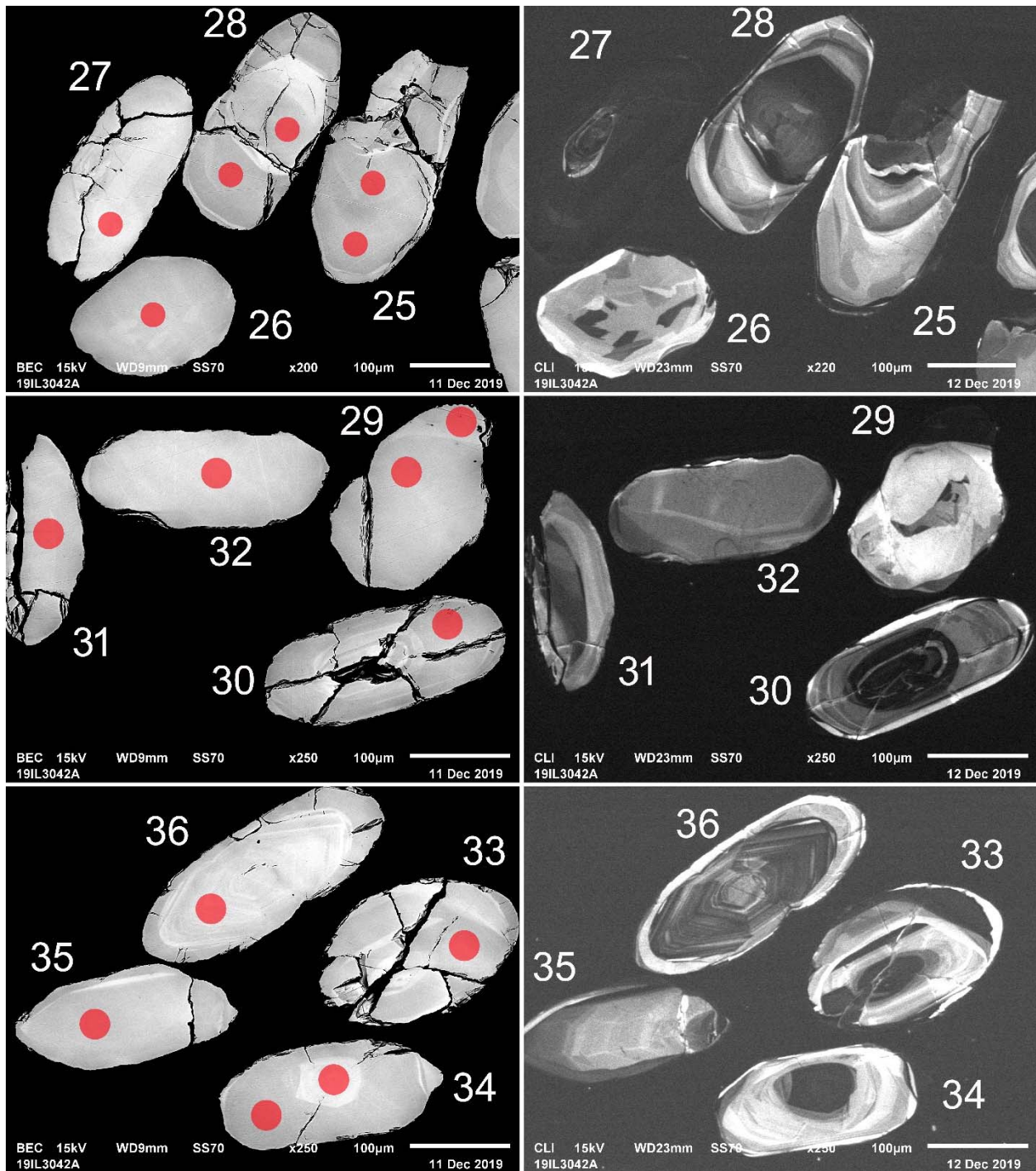


Figure 2.1.3 (suite) – Images en BSE (à gauche) et en CL (à droite) des zircons polis de l'échantillon de gneiss tonalitique migmatitisé 2019-IL-3042A (montage M191129B). Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

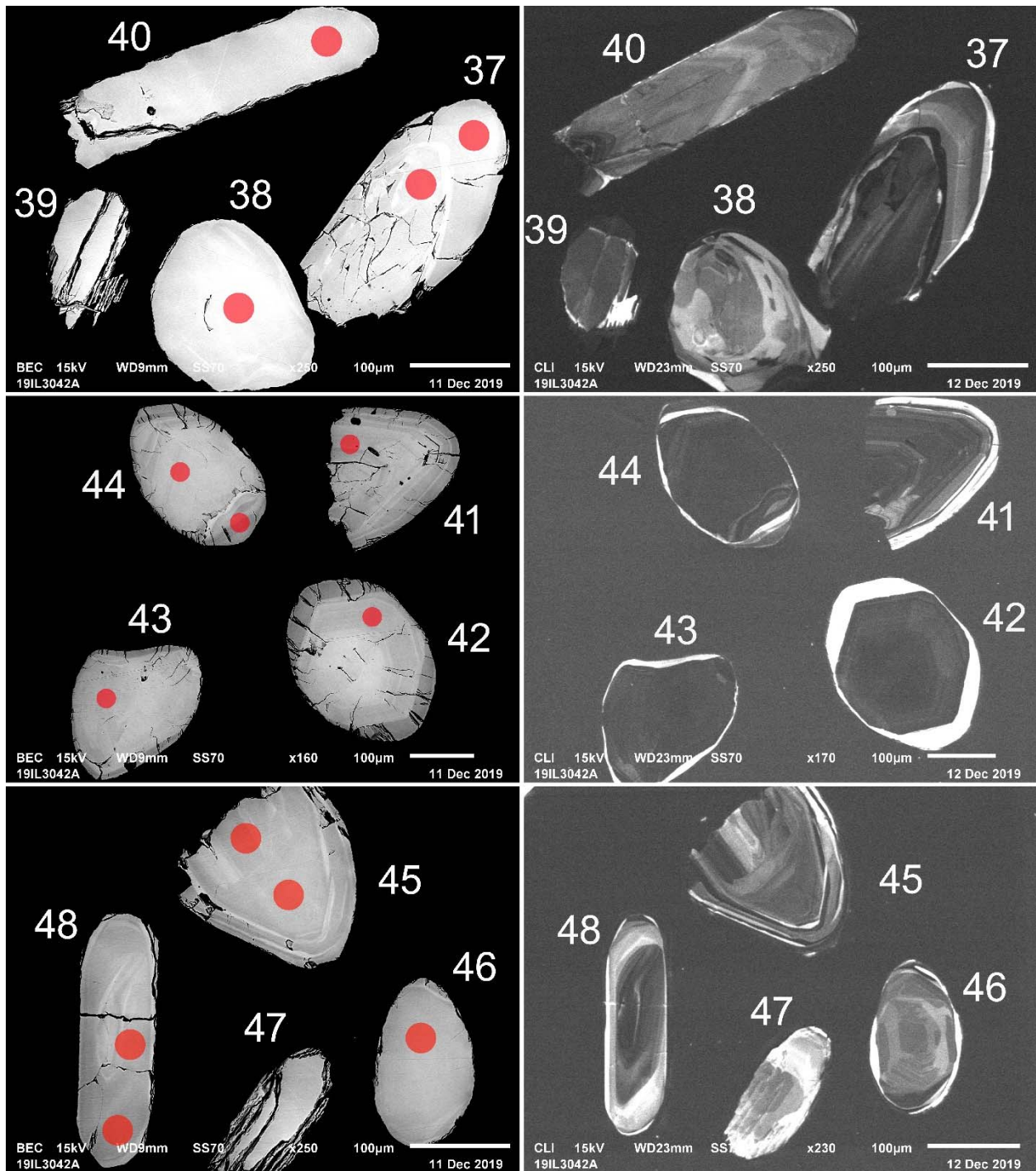


Figure 2.1.3 (suite) – Images en BSE (à gauche) et en CL (à droite) des zircons polis de l'échantillon de gneiss tonalitique migmatitisé 2019-IL-3042A (montage M191129B). Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

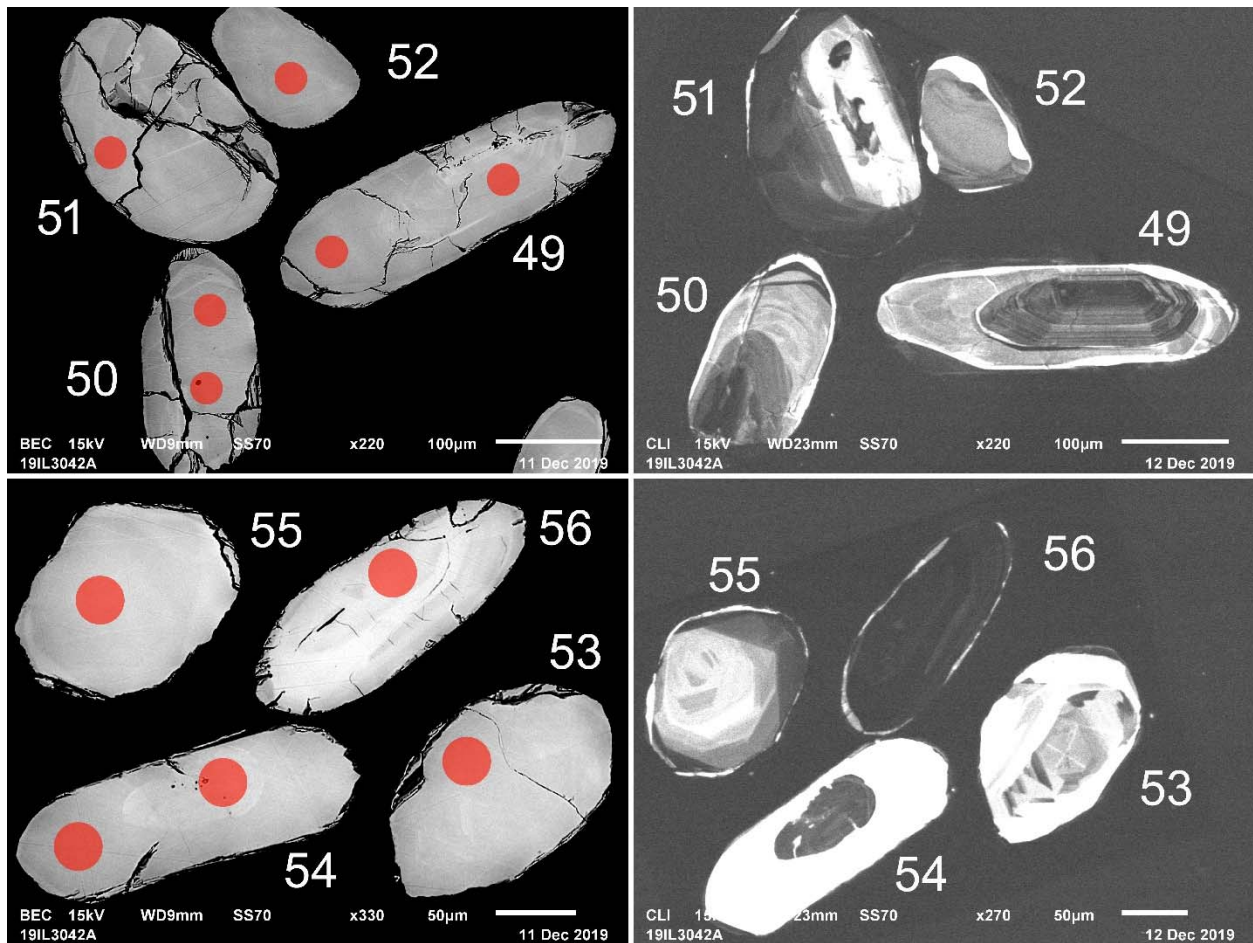


Figure 2.1.3 (suite) – Images en BSE (à gauche) et en CL (à droite) des zircons polis de l'échantillon de gneiss tonalitique migmatitisé 2019-IL-3042A (montage M191129B). Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

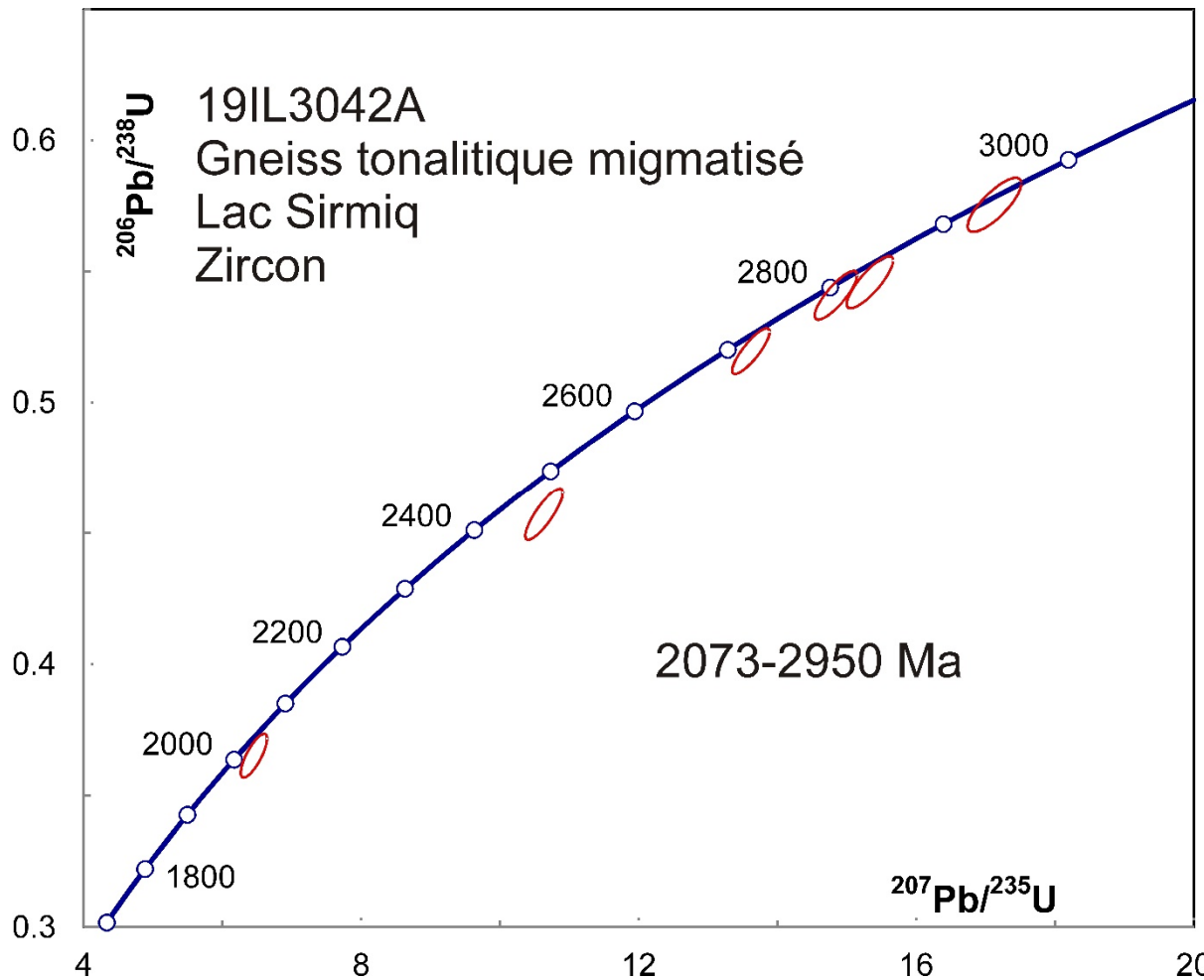


Figure 2.1.4 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons de l'échantillon de gneiss tonalitique migmatitisé 2019-IL-3042A (montage M191129A).

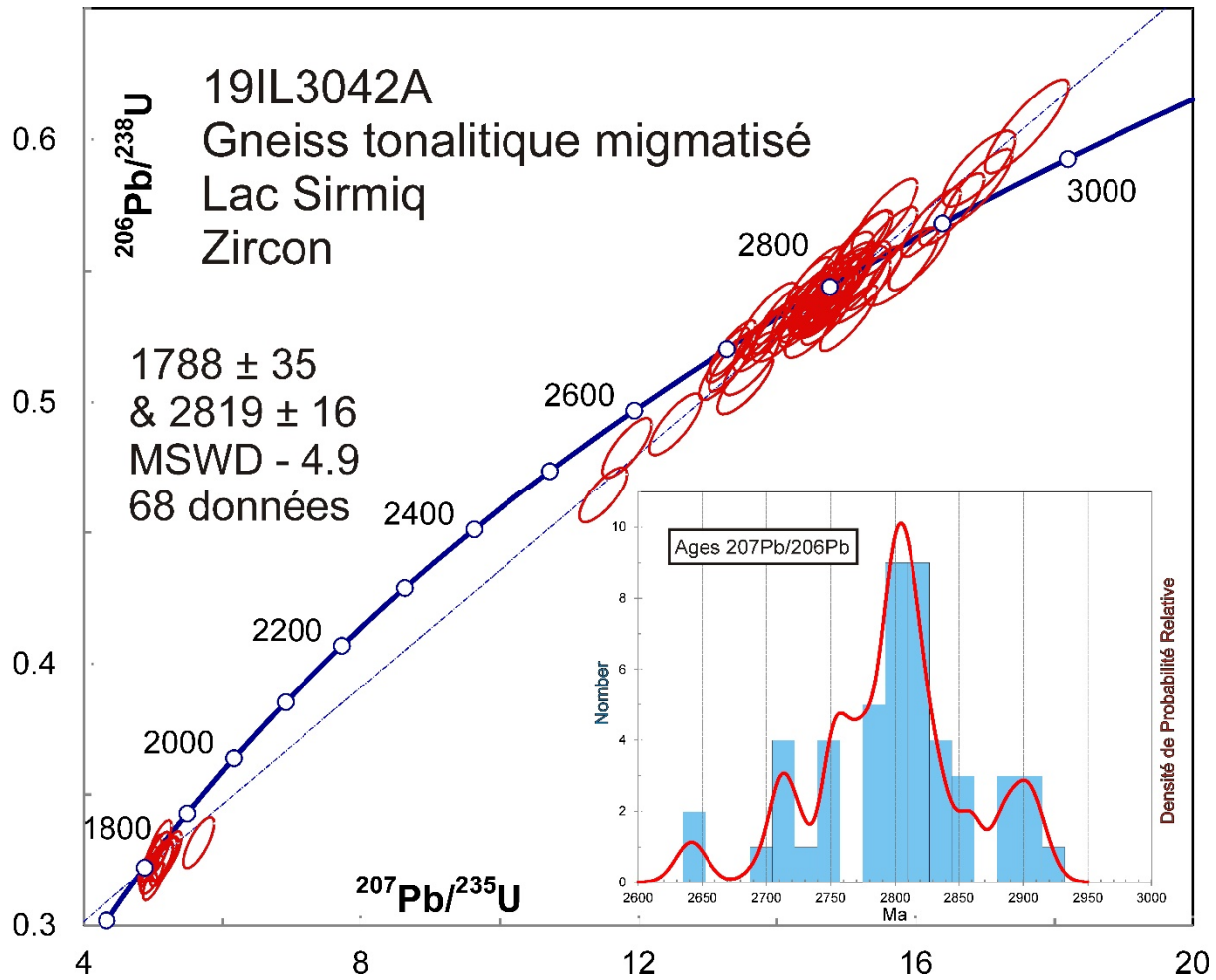


Figure 2.1.5 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons de l'échantillon de gneiss tonalitique migmatitisé 2019-IL-3042A (montage M191129B). La distribution polymodale des âges $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ des zircons anciens suggère l'existence de plusieurs protolites néoarchéens.

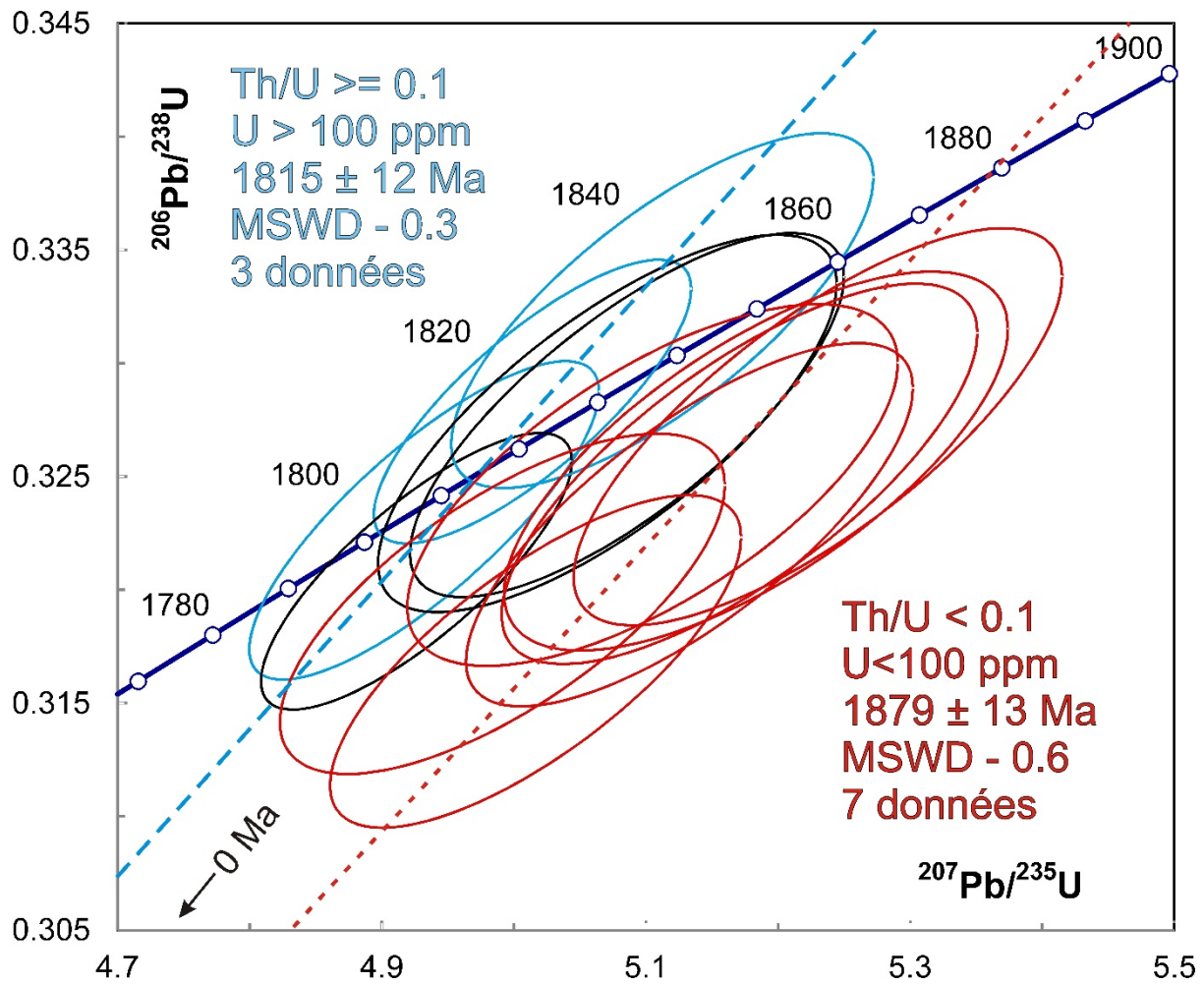


Figure 2.1.6 – Diagramme concordia des données U-Pb relativement jeunes obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons de l'échantillon de gneiss tonalitique migmatitisé 2019-IL-3042A (montage M191129B). Les analyses en bleu viennent de zircons interprétés comme d'origine magmatique. Les analyses en rouge et en noir viennent de zircons interprétés comme d'origine métamorphique.

2.2 – 2019-IL-3096A1 – Syénogranite à hypersthène

Cet échantillon a fourni des grains de zircon sous la forme de prismes arrondis contenant des inclusions noires. Les zircons sont fracturés, mais ne sont pas altérés (figure 2.2.1). Les images en BSE montrent des noyaux entourés d'une surcroissance uniforme (figures 2.2.2 et 2.2.3). Deux grains de monazite se distinguent par leur luminescence et leurs rapports Th/U élevés (grain 1 du montage M191129A de la figure 2.2.2 et grain 20 du montage M191129B de la figure 2.2.3).

Comme dans le cas des tonalites migmatitisées, les données U-Pb montrent une bonne dispersion. Elles se distribuent le long d'une ligne de perte de Pb par diffusion entre un âge primaire autour de 2,7 Ga et un âge de métamorphisme d'environ 1,89 Ga. Les rapports Th/U suggèrent une origine magmatique pour tous les zircons. La plupart des surcroissances paléoprotérozoïques avec un âge moyen de 1829 ± 7 Ma présentent cependant des rapports Th/U > 1. Ces surcroissances se sont peut-être formées dans des conditions de métamorphisme granulitique où le comportement du thorium et de l'uranium est modifié.

L'âge moyen de deux cristaux de monazite est de 1841 ± 11 Ma. Les âges du zircon jeune et de la monazite ne s'accordent pas dans les limites des erreurs, ce qui suggère un épisode de cristallisation d'une durée relativement importante.



Figure 2.2.1 – Zircons sélectionnés de l'échantillon de syénogranite à hypersthène 2019-IL-3096A.

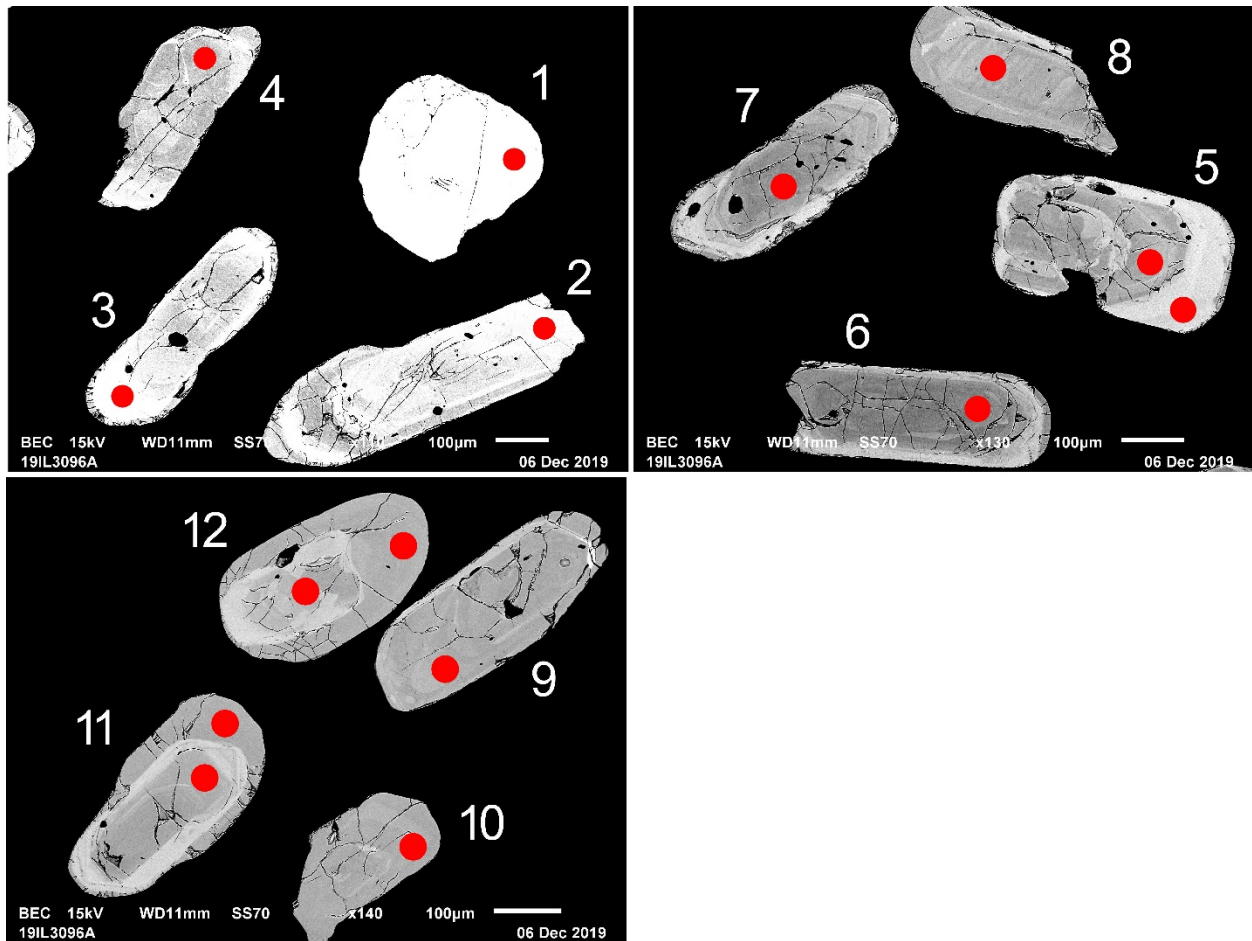


Figure 2.2.2 – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon de syénogranite à hypersthène 2019-IL-3096A (montage M191129A). Le grain 1 est une monazite. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

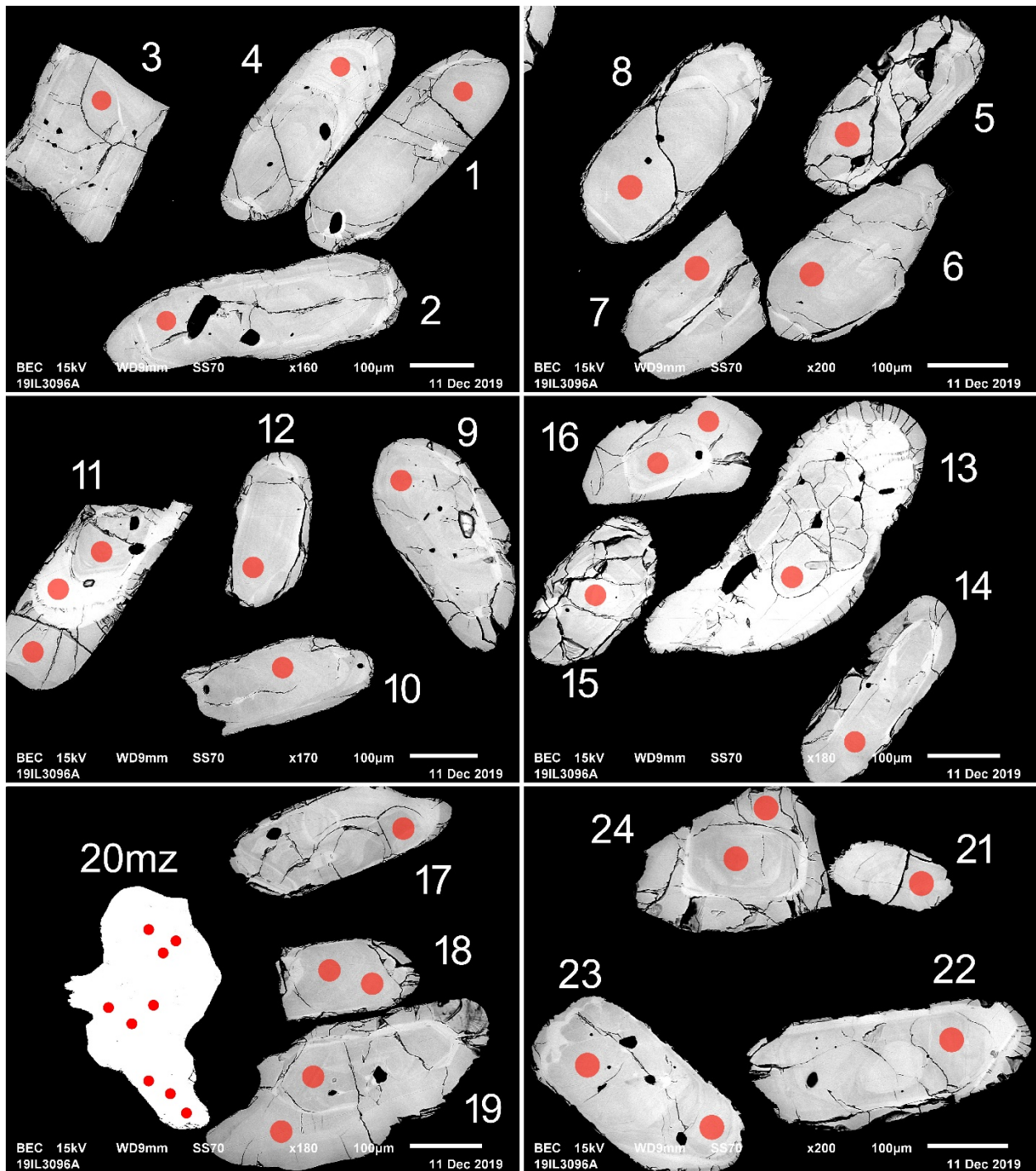


Figure 2.2.3 – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon de syénogranite à hypersthène 2019-IL-3096A (montage M191129B). Le grain 20 est une monazite. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

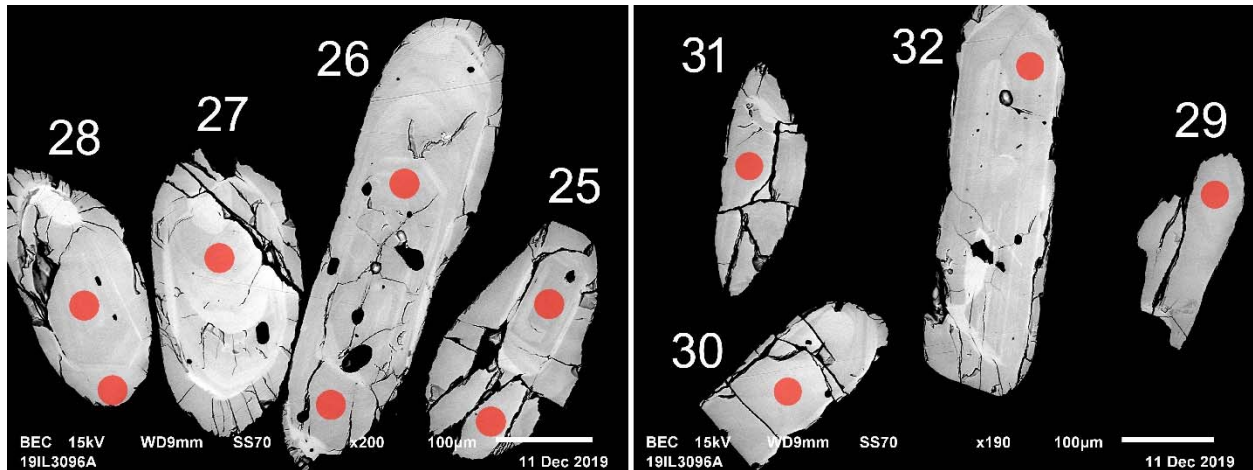


Figure 2.2.3 (suite) – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon de syénogranite à hypersthène 2019-IL-3096A (montage M191129B). Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

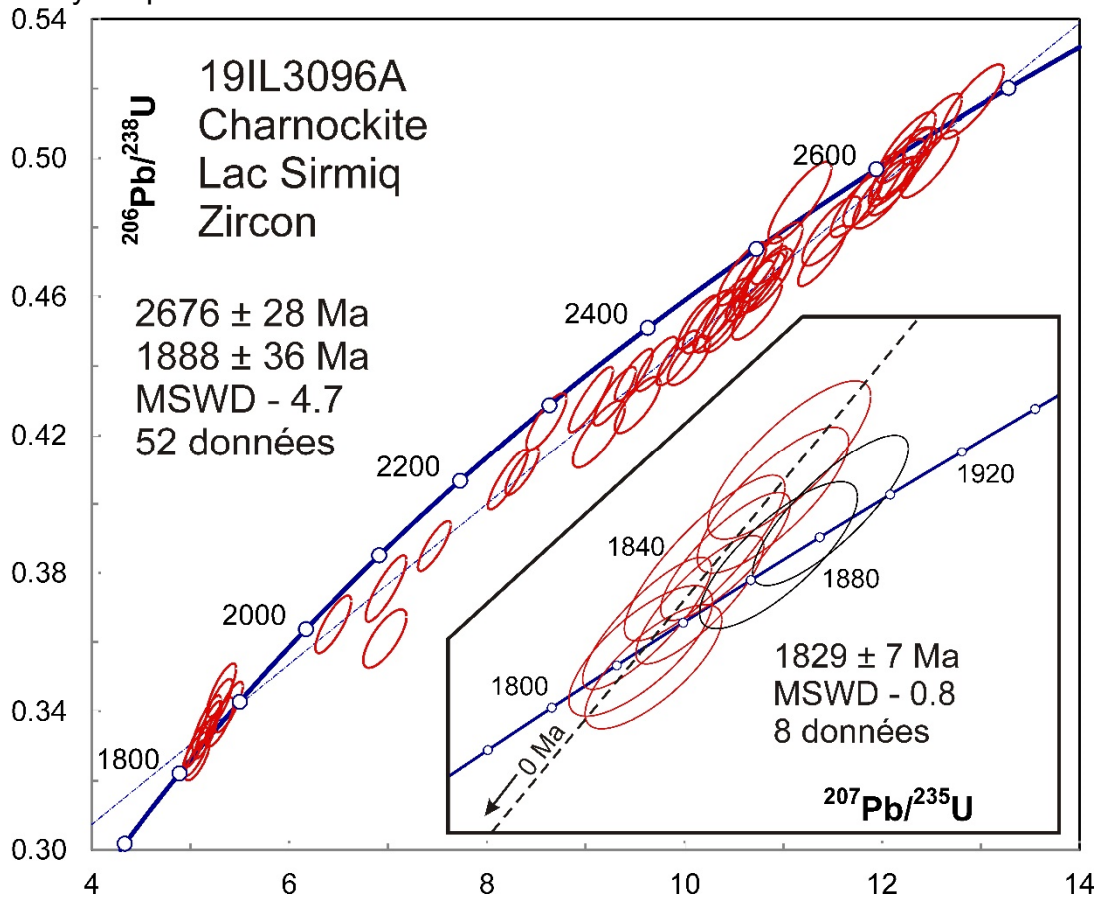


Figure 2.2.4 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons de l'échantillon de syénogranite à hypersthène 2019-IL-3096A. Les données des ellipses en noir ne sont pas incluses dans le calcul de l'âge moyen.

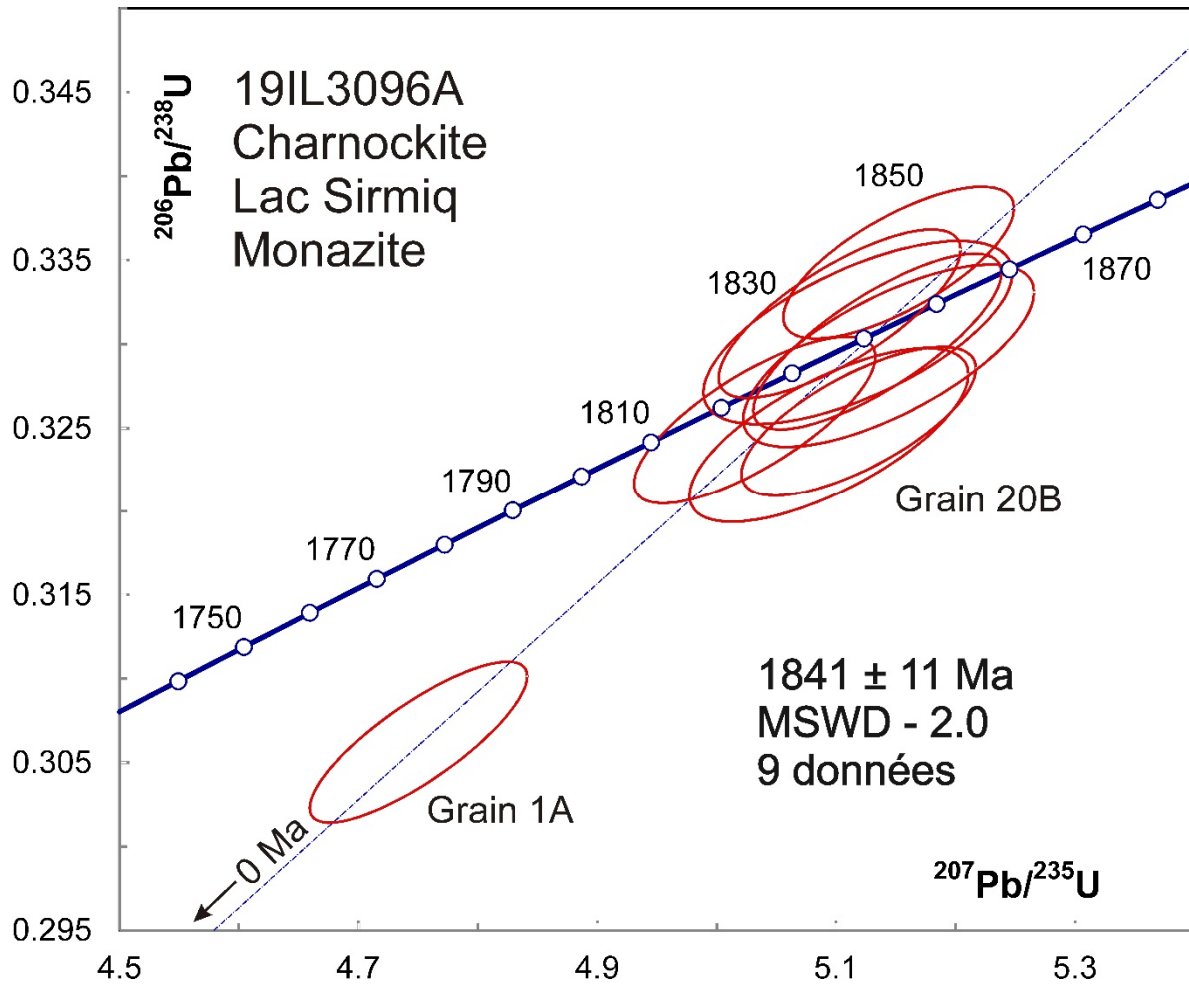


Figure 2.2.5 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les monazites de l'échantillon de syénogranite à hypersthène 2019-IL-3096A.

2.3 – 2019-IL-3103A – Monzogranite

Cet échantillon a donné une quantité relativement importante de zircons sous la forme de grands fragments frais (figure 2.3.1). Au départ, ces grains avaient été confondus avec de la titanite. Les images en BSE montrent de grandes plages faiblement luminescentes (figure 2.3.2). Les analyses U-Pb indiquent un âge bien défini de 1836 ± 4 Ma (figure 2.3.3).



Figure 2.3.1 – Zircons sélectionnés de l'échantillon de monzogranite 2019-IL-3103A.

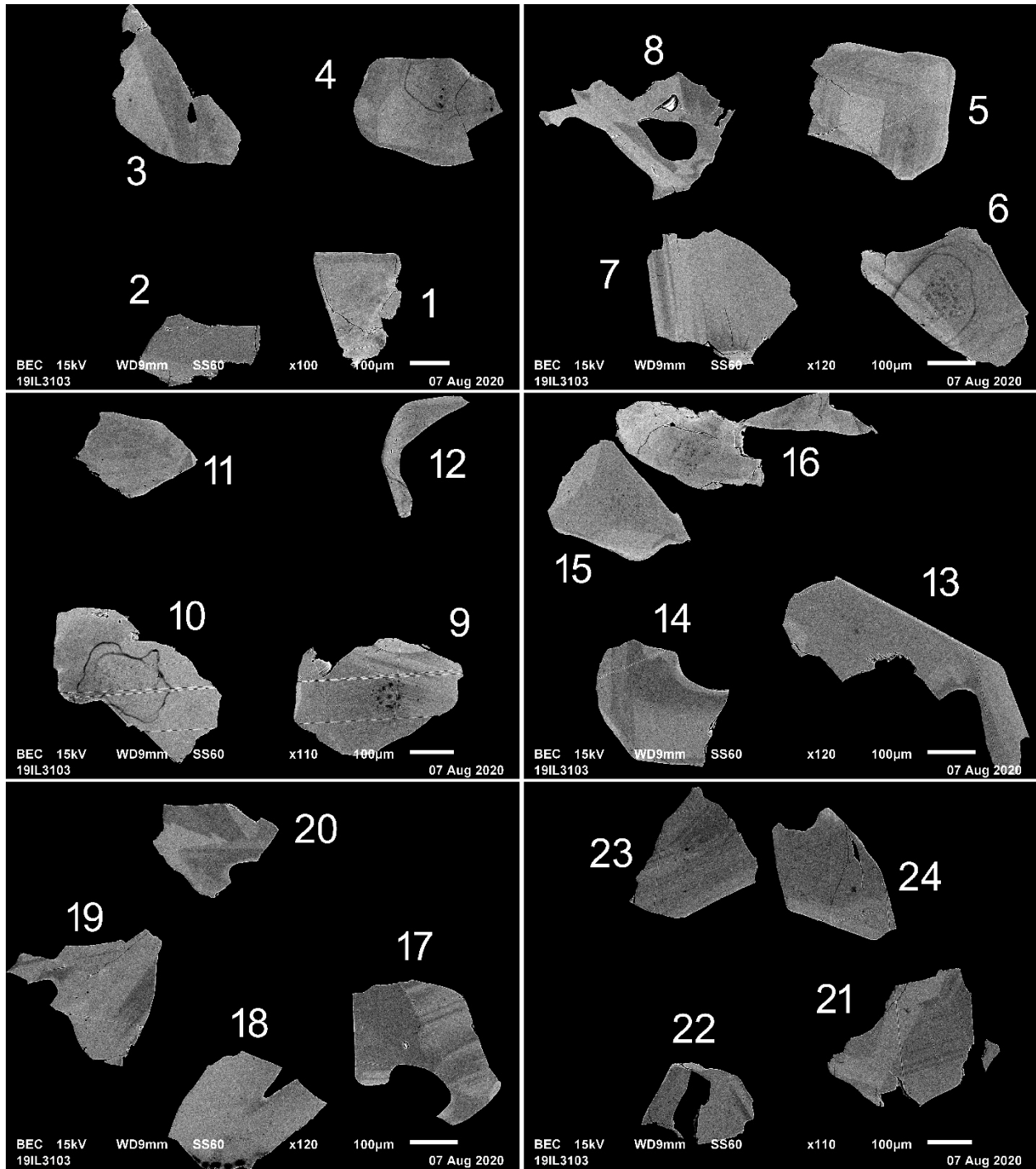


Figure 2.3.2 – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon de monzogranite 2019-IL-3103A.

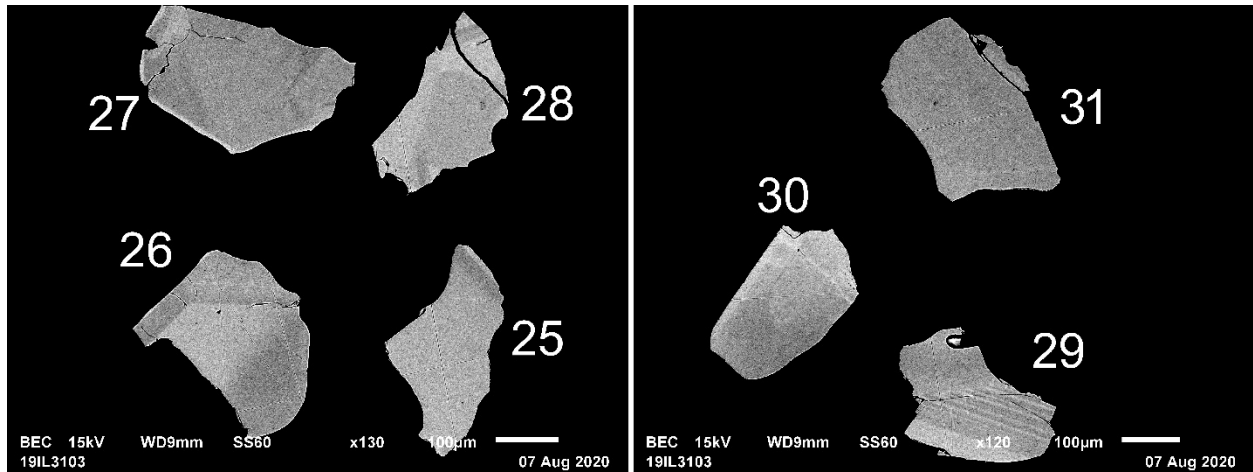


Figure 2.3.2 (suite) – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon de monzogranite 2019-IL-3103A.

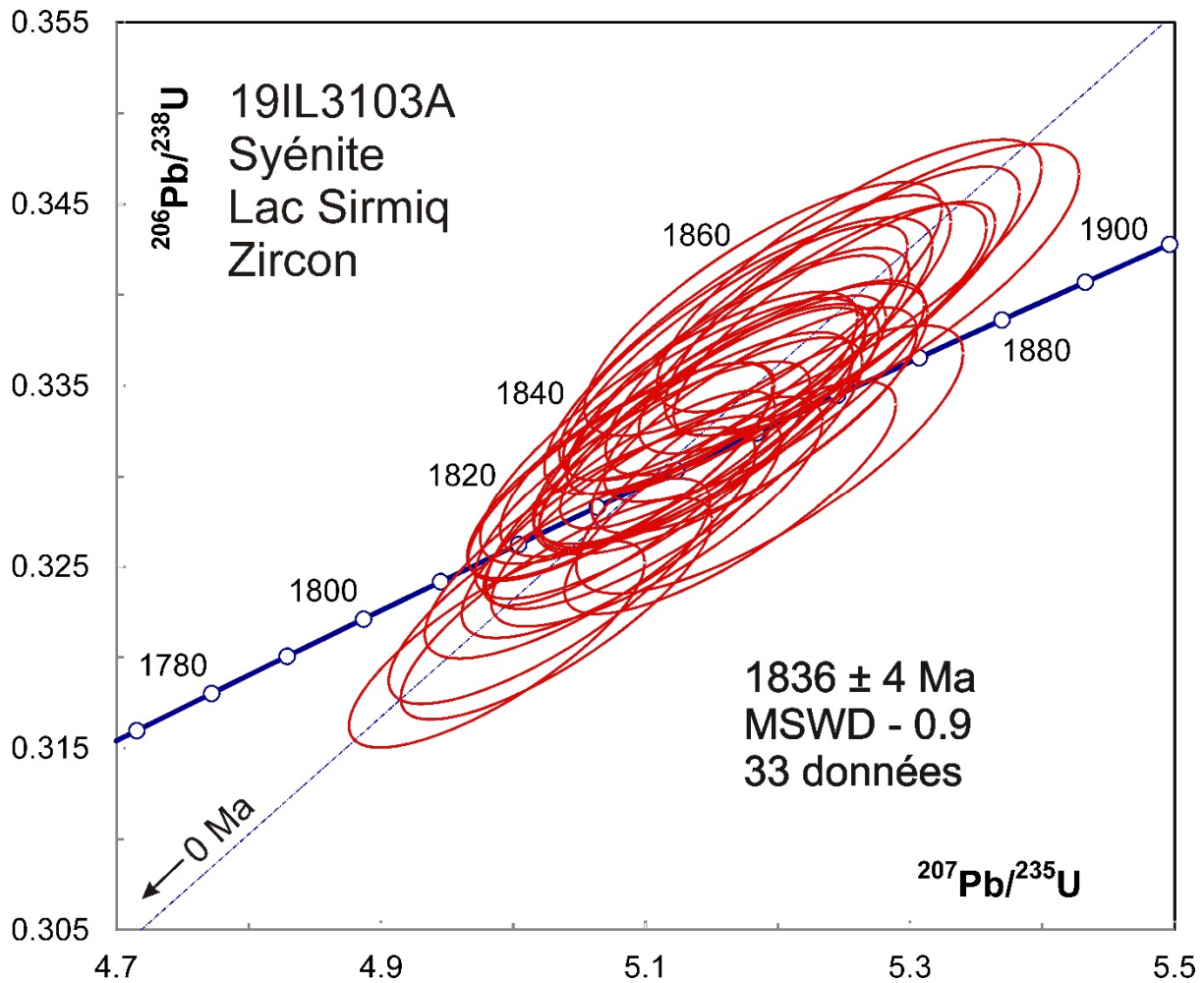


Figure 2.3.3 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons de l'échantillon de monzogranite 2019-IL-3103A.

2.4 – 2019-IL-3153A – Diorite quartzifère

Cet échantillon a donné des zircons sous la forme de grains arrondis avec des noyaux fracturés et des terminaisons claires (figure 2.4.1). Les images en BSE montrent des noyaux et des surcroissances (figure 2.4.2). Les analyses U-Pb ont été réalisées sur les grains les plus grands du montage M191129A pour dater les surcroissances. Toutes les analyses se distribuent le long d'une ligne de diffusion entre 2803 ± 25 Ma et 1887 ± 200 Ma (figure 2.4.3). Cette intrusion représente donc un pluton néoarchéen qui aurait subi un épisode thermique au Paléoprotérozoïque.

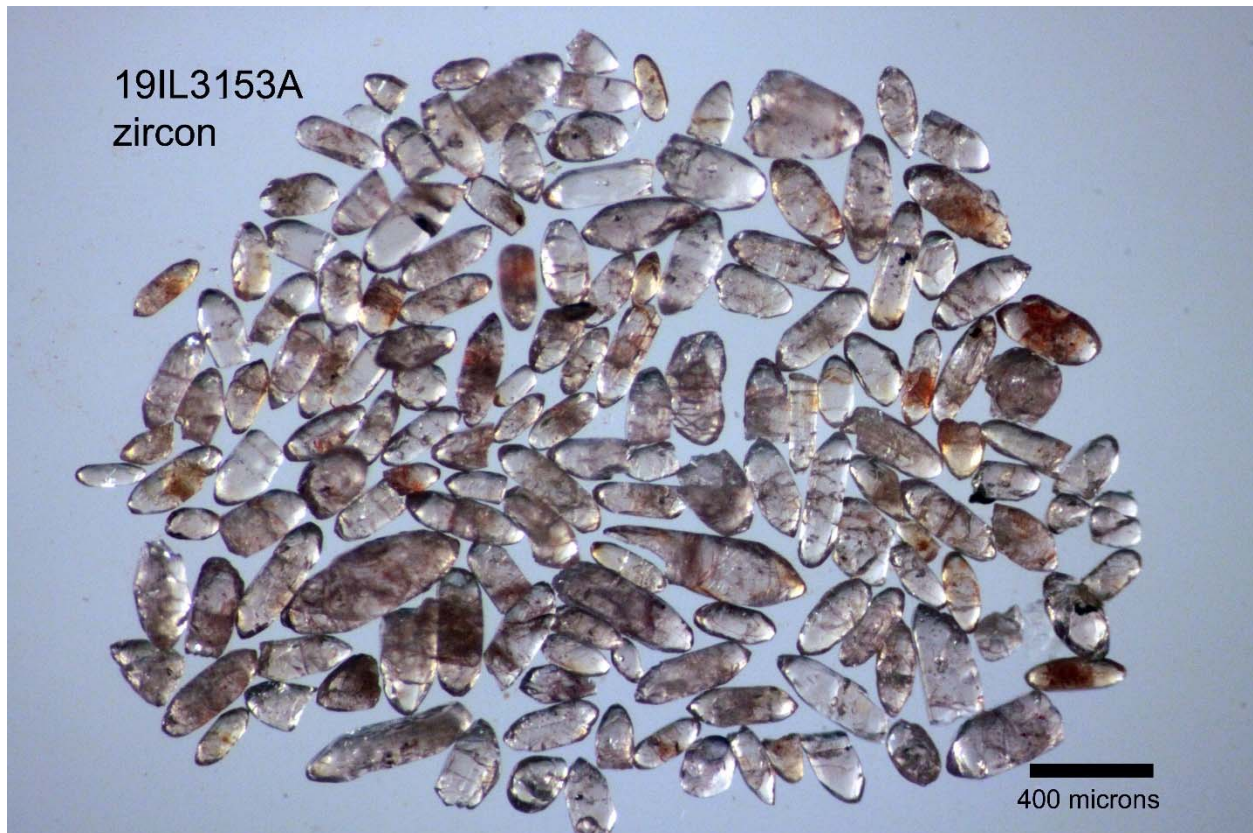


Figure 2.4.1 – Zircons sélectionnés de l'échantillon de diorite quartzifère 2019-IL-3153A.

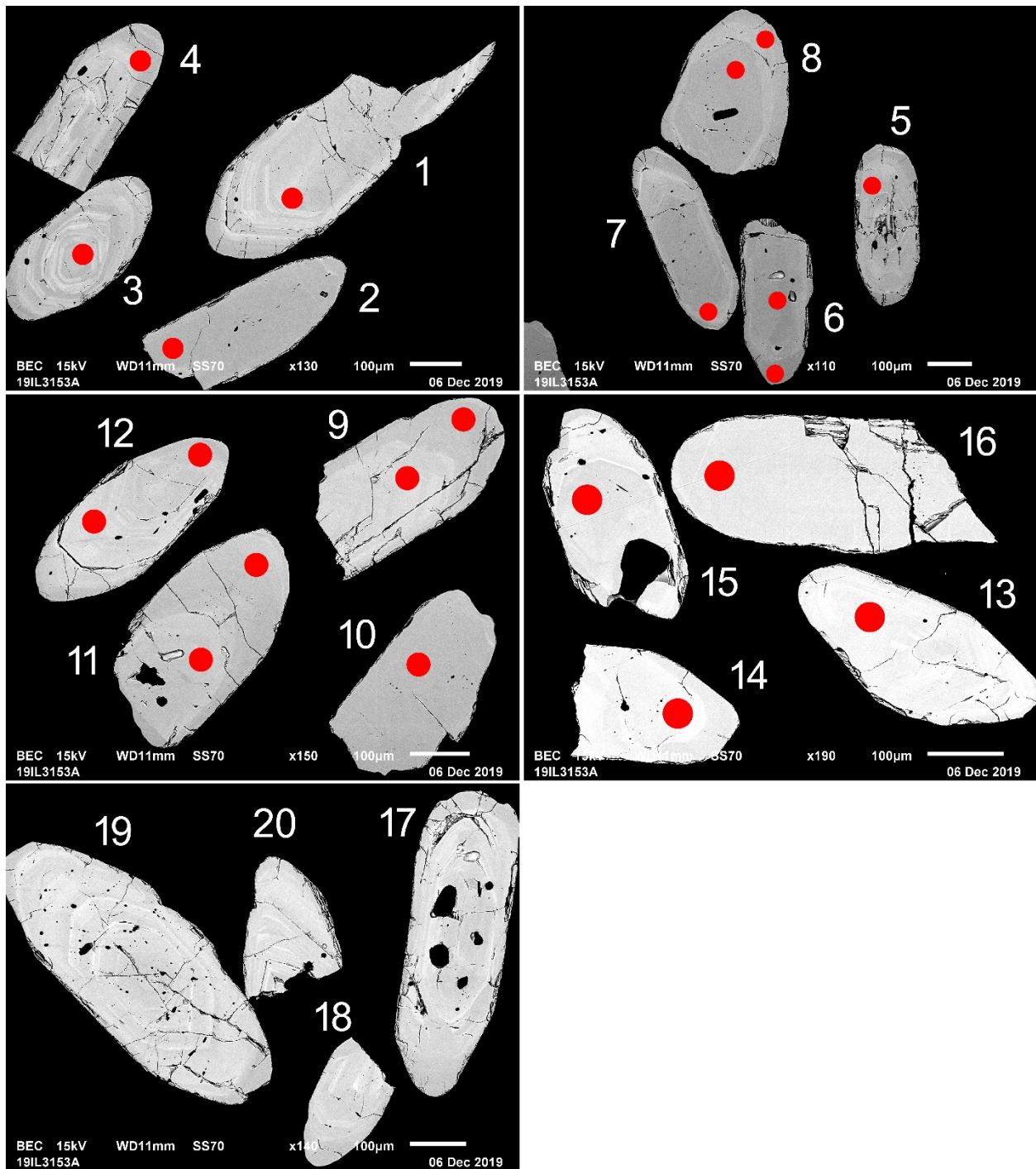


Figure 2.4.2 – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon de diorite quartzifère 2019-IL-3153A (montage M191129A). Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

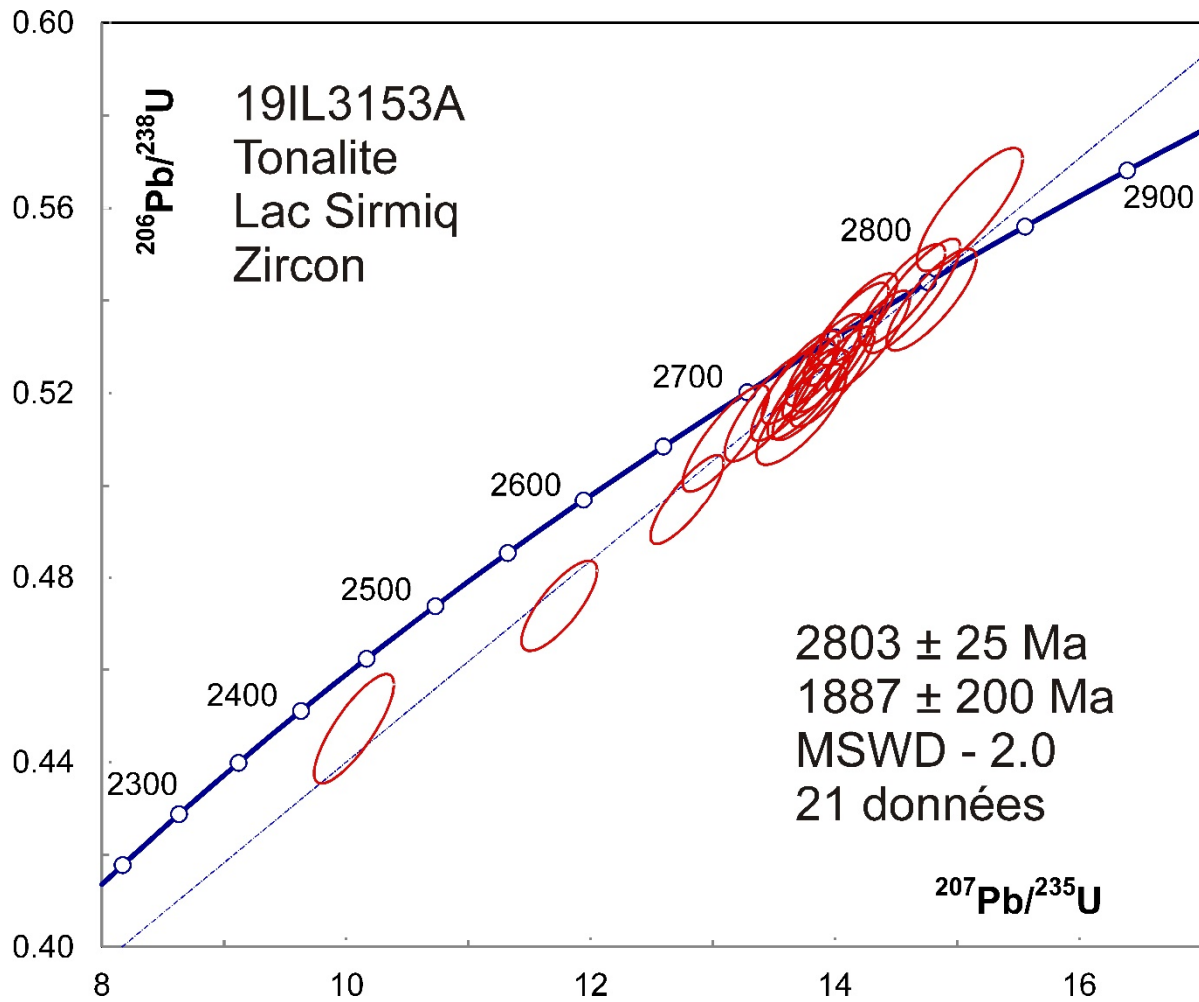


Figure 2.4.3 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons de l'échantillon de diorite quartzifère 2019-IL-3153A.

2.5 – 2019-MV-1044A1 – Gneiss granulitique

Cet échantillon a donné une quantité relativement importante de zircons sous la forme de grains arrondis et de prismes. Des noyaux sont parfois visibles (figure 2.5.1). Les images en BSE et en CL confirment la présence de noyaux entourés par des surcroissances non zonées (figure 2.5.2). Les analyses des surcroissances donnent un âge uniforme de 1853 ± 4 Ma (MSWD = 1,3) qui pourrait représenter l'âge du métamorphisme granulitique (figure 2.5.3). En effet, les zircons formés dans ces conditions présentent des rapports Th/U élevés (jusqu'à 3,0), souvent supérieurs aux rapports observés normalement dans les zircons magmatiques. Les données provenant des noyaux donnent des âges plus vieux, jusqu'à 2,54 Ga. La distribution de ces données témoigne probablement d'un phénomène de diffusion qui affecte les zircons du protolite archéen.

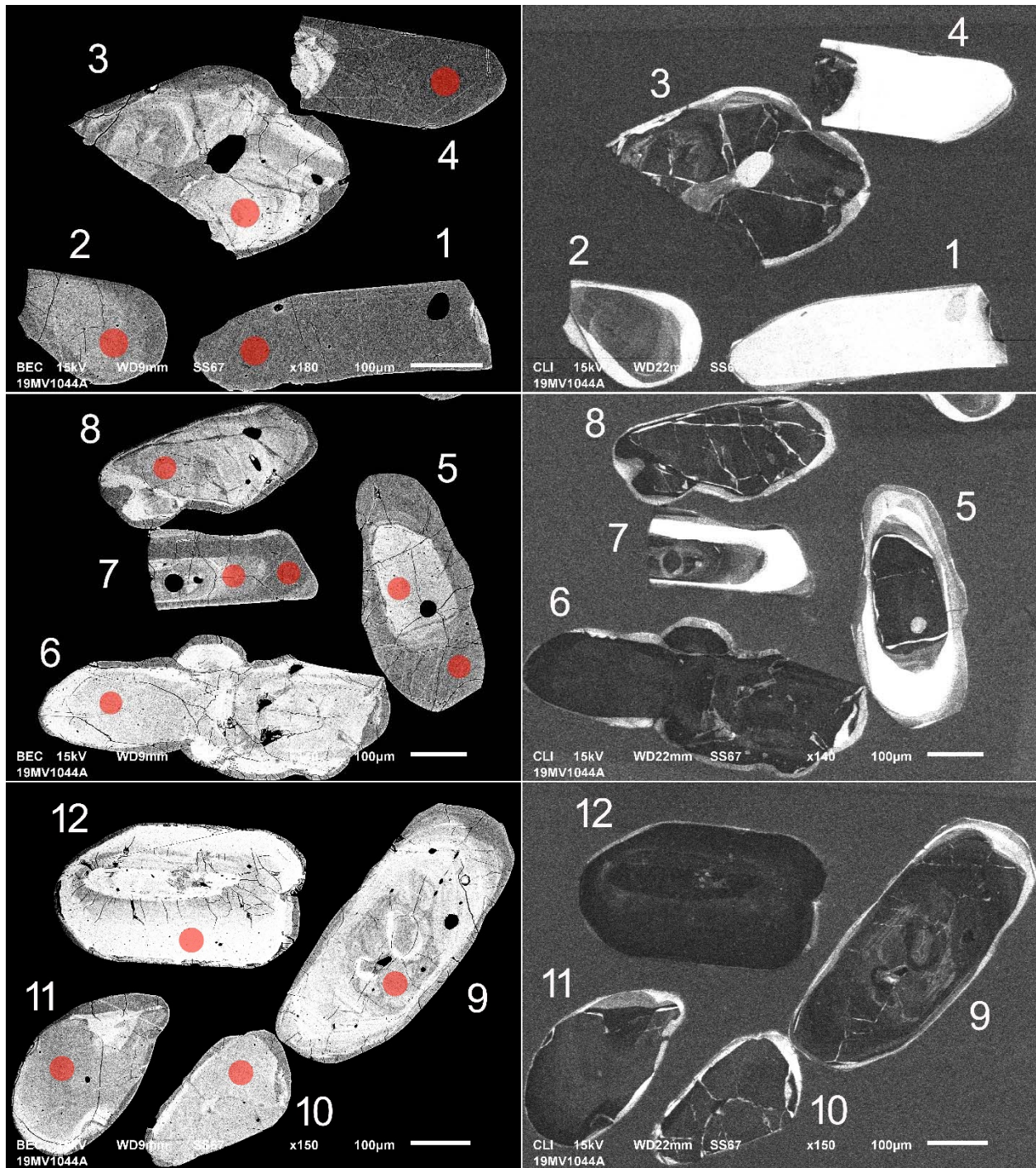


Figure 2.5.2 – Images en BSE (à gauche) et en CL (à droite) des zircons polis de l'échantillon de gneiss granulitique 2019-MV-1044A (montage M201014). Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

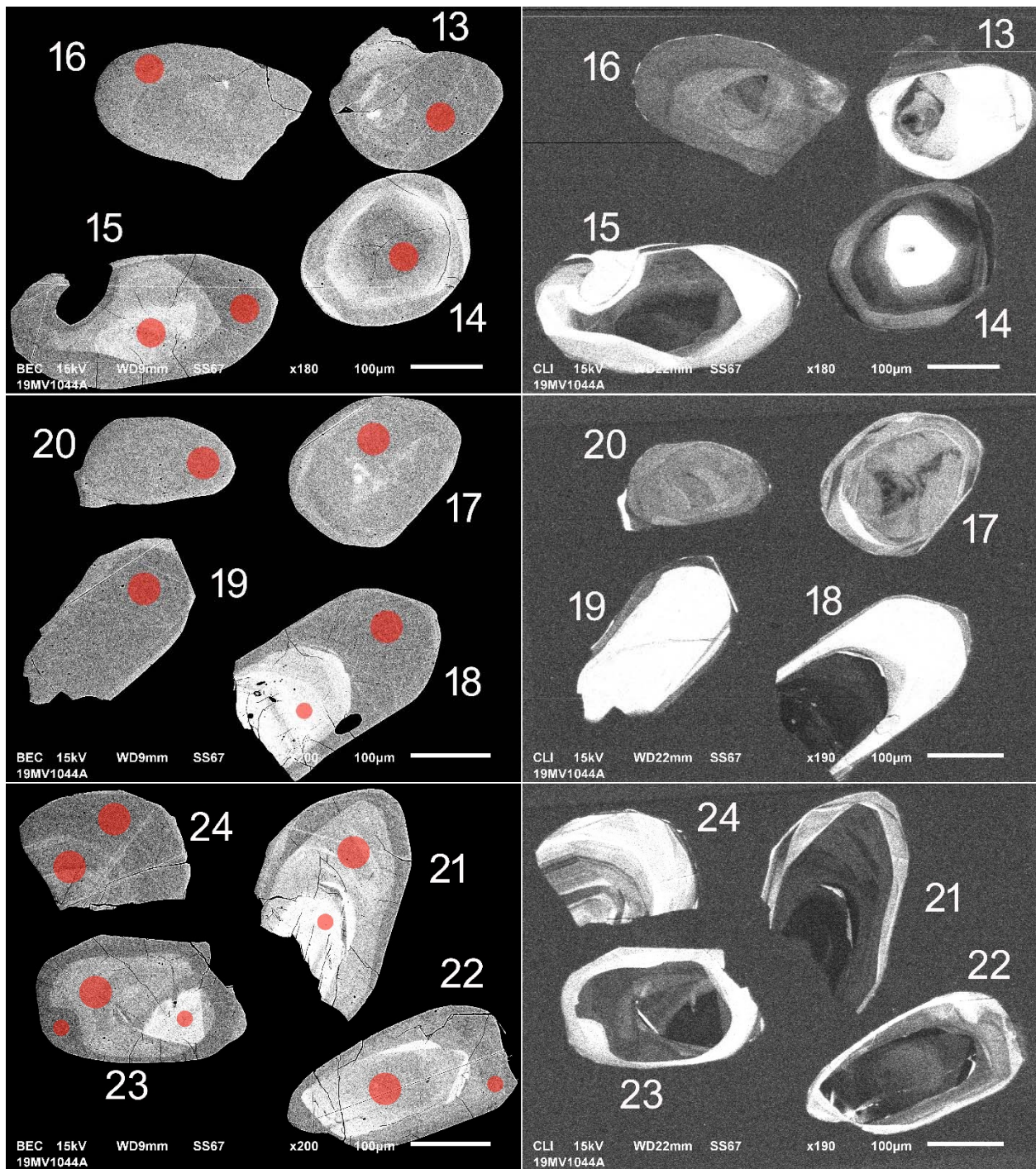


Figure 2.5.2 (suite) – Images en BSE (à gauche) et en CL (à droite) des zircons polis de l'échantillon de gneiss granulitique 2019-MV-1044A (montage M201014). Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

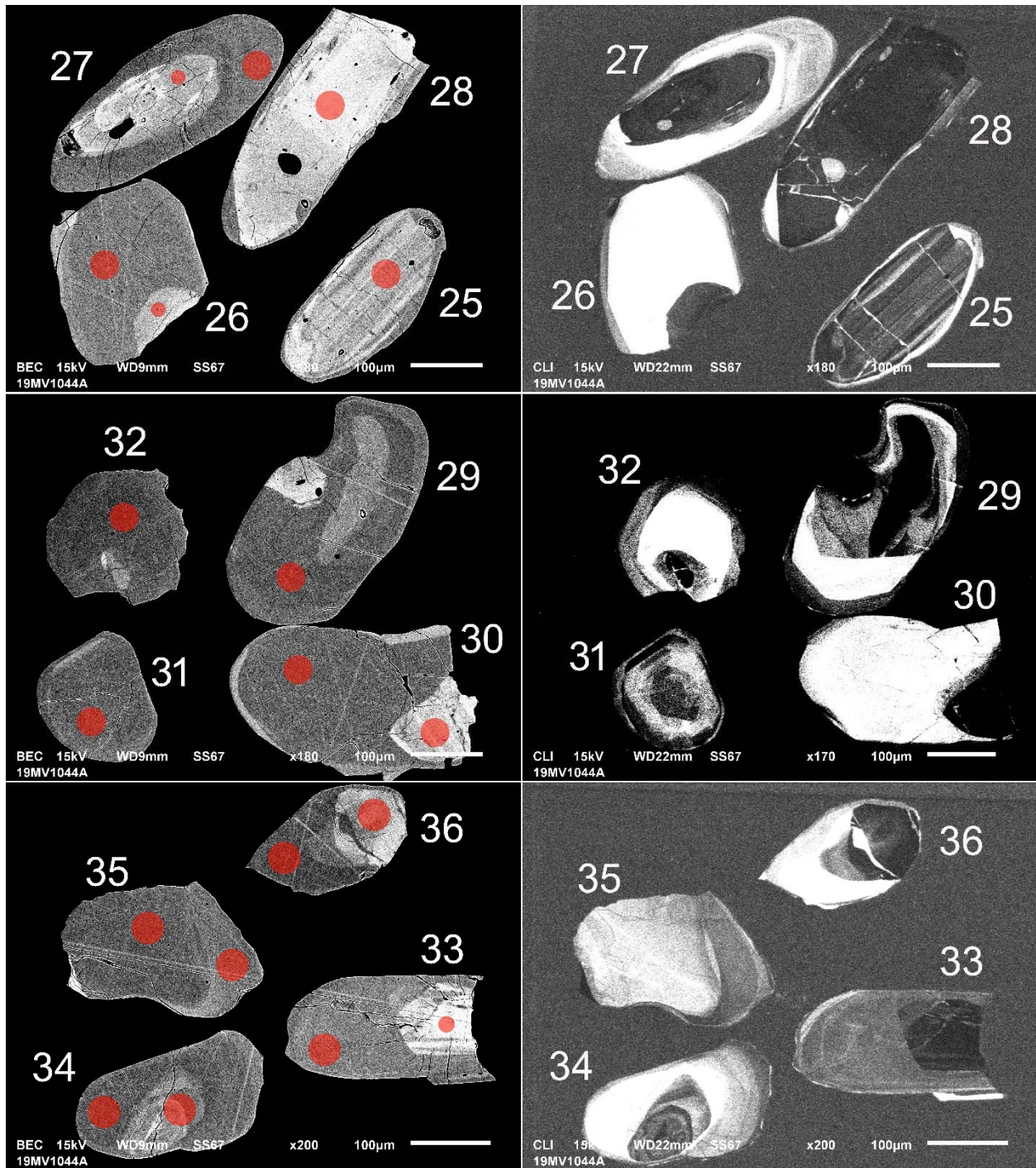


Figure 2.5.2 (suite) – Images en BSE (à gauche) et en CL (à droite) des zircons polis de l'échantillon de gneiss granulitique 2019-MV-1044A (montage M201014). Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

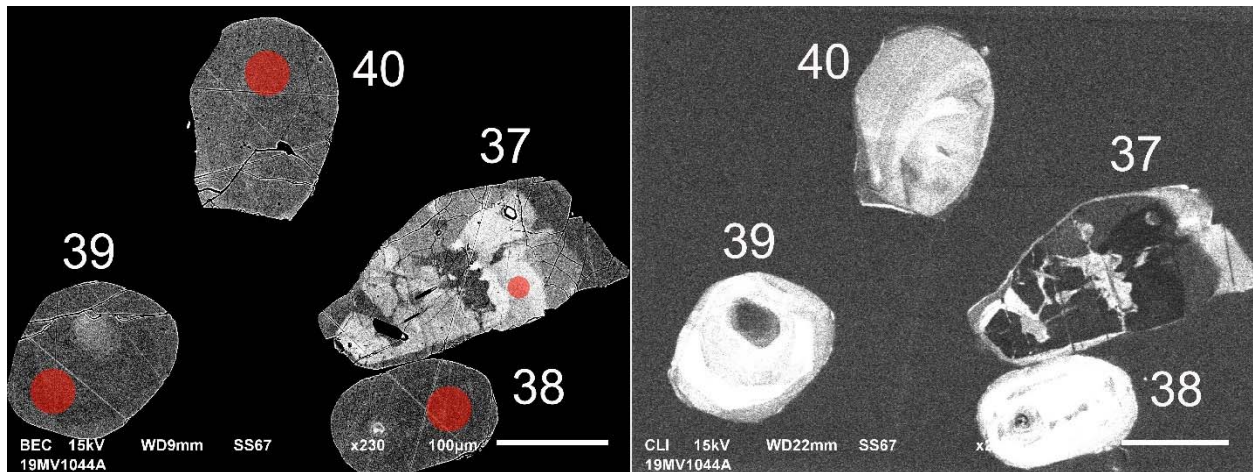


Figure 2.5.2 (suite) – Images en BSE (à gauche) et en CL (à droite) des zircons polis de l'échantillon de gneiss granulitique 2019-MV-1044A (montage M201014). Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

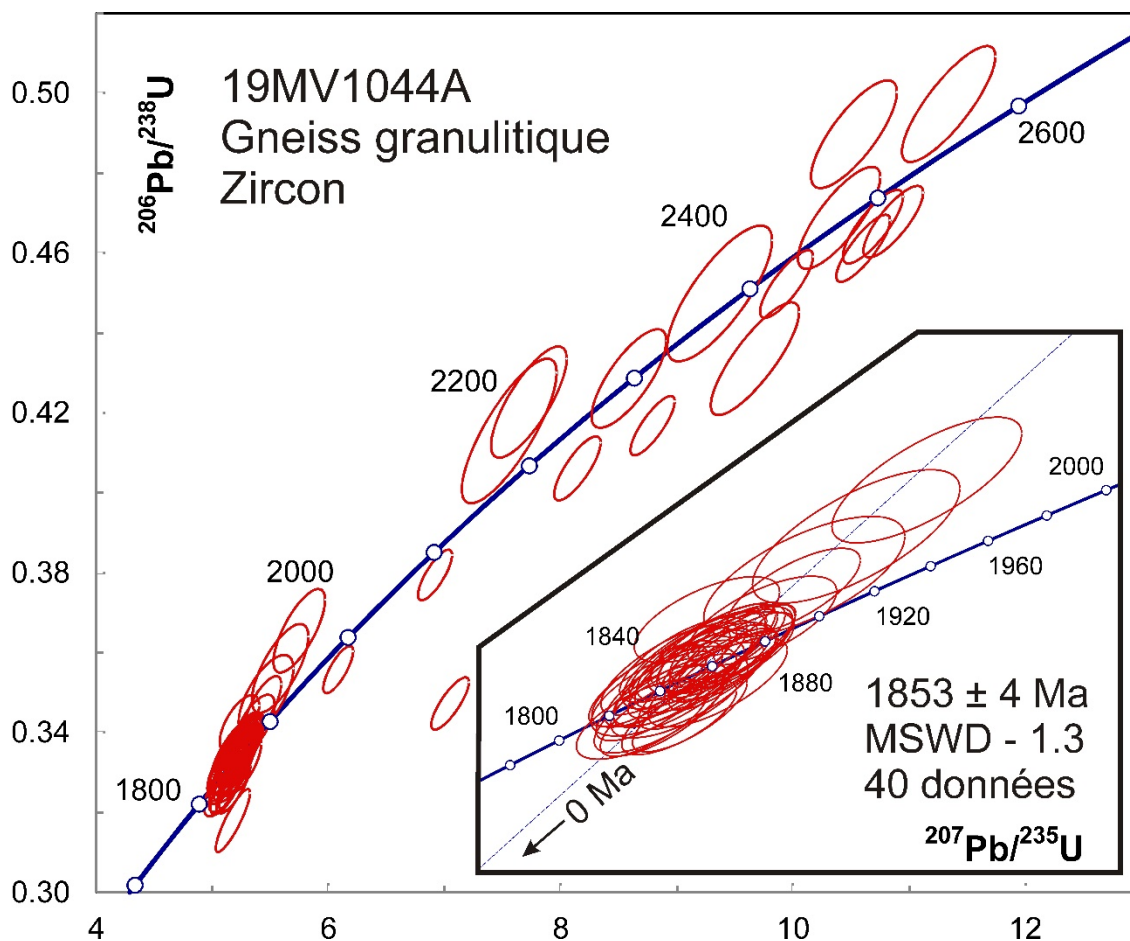


Figure 2.5.3 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons de l'échantillon de gneiss granulitique 2019-MV-1044A.

2.6 – 2019-MV-1062B – Granite d’anatexie à grenat

Cet échantillon a donné des zircons prismatiques plutôt endommagés (figure 2.6.1) ainsi que de la monazite (figure 2.6.2). Les images en BSE (figure 2.6.3) indiquent qu’il s’agit d’une population de zircons caractérisée par des zonations oscillatoires (magmatiques) avec des zones à teneur élevée en U caractérisées par une altération (domaines foncés et amorphes). Les images de la plupart des grains de monazite montrent une zonation irrégulière, sauf un grain unique qui se distingue par une teinte plus foncée et l’absence de zonation (figure 2.6.4)

Les portions non altérées des zircons ont été analysées avec un faisceau laser de 40 µm. Pour les régions riches en uranium, nous avons utilisé un faisceau laser de 20 µm afin d’éviter les zones d’altération indiquées par une teneur élevée en ⁸⁸Sr. Le Sr était normal pour la plupart de ces analyses, mais les rapports Pb/U sont moins bien contrôlés à cause d’une largeur de faisceau réduite. Les âges ²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb sont toutefois toujours considérés comme fiables. Les analyses des grains zonés montrant des teneurs en U normales donnent un âge de 1863 ±7 Ma (figure 2.6.5) avec des rapports Th/U qui suggèrent une origine magmatique. Il s’agit probablement de l’âge de mise en place du granite. Les analyses des régions à fortes teneurs en U forment deux groupes dont les meilleures estimations des âges sont de 1843 ±6 Ma et de 1776 ±13 Ma (figure 2.6.6). Les rapports Th/U varient autour de 0,1; toutefois, les analyses les plus jeunes montrent toutes des rapports Th/U < 0,1 (tableau 3).

Les analyses de monazite définissent aussi deux groupes avec des âges de 1827 ±4 Ma pour les grains zonés et de 1767 ±11 Ma pour le grain non zoné (figure 2.6.7), ce correspond à peu près à l’âge des zircons les plus jeunes. L’interprétation la plus simple est que l’âge le plus jeune correspondrait à la fin de l’épisode d’anatexie et que les monazites zonées se seraient formées à 1827 ±4 Ma au cours du métamorphisme et de l’anatexie de longue durée. Cette dernière population présente les mêmes rapports Th/U que la monazite plus jeune, mais les concentrations de U sont nettement plus fortes.

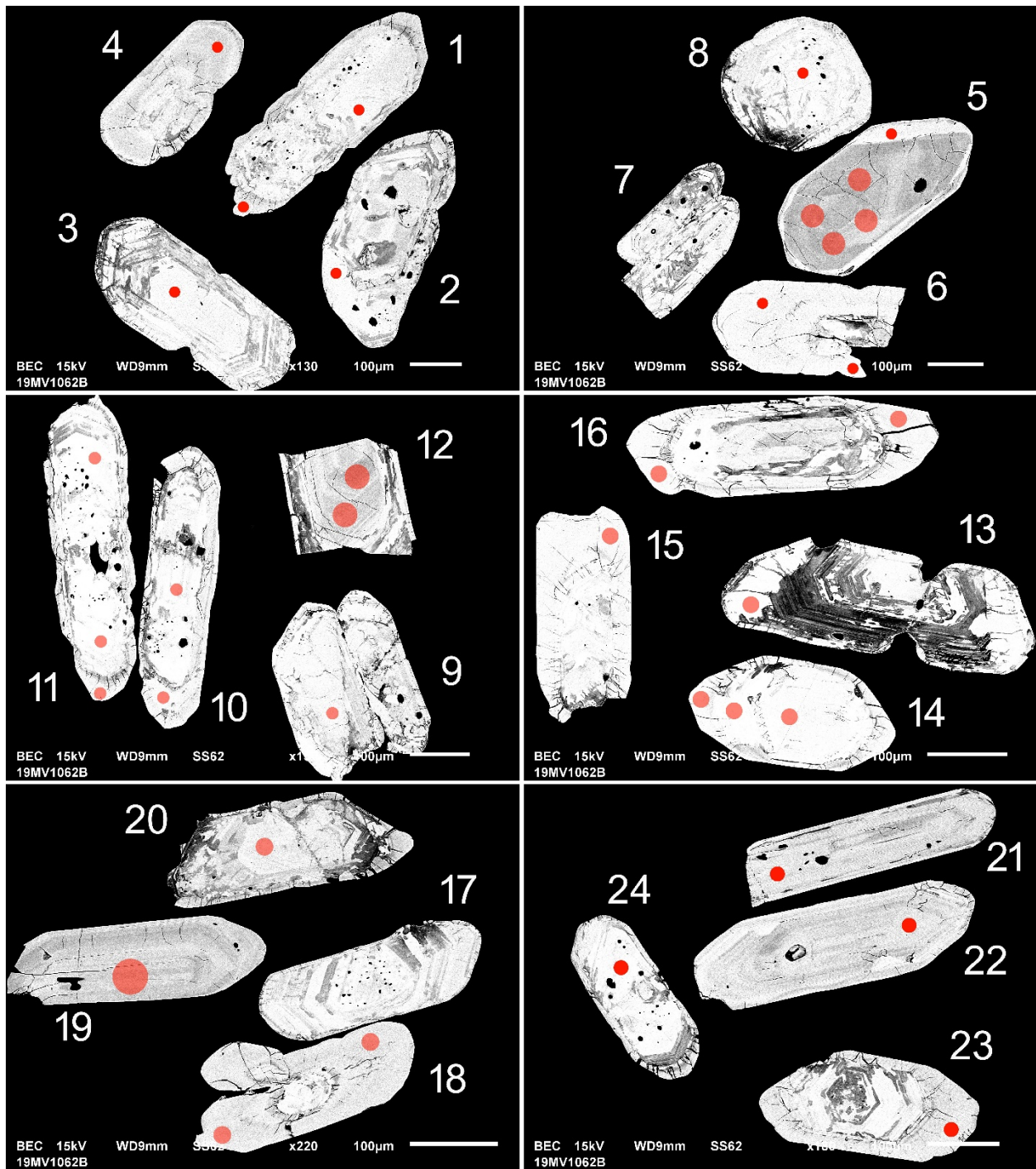


Figure 2.6.3 – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon de granite 2019-MV-1062B (montage M201103). Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS avec un faisceau de 20 µm.

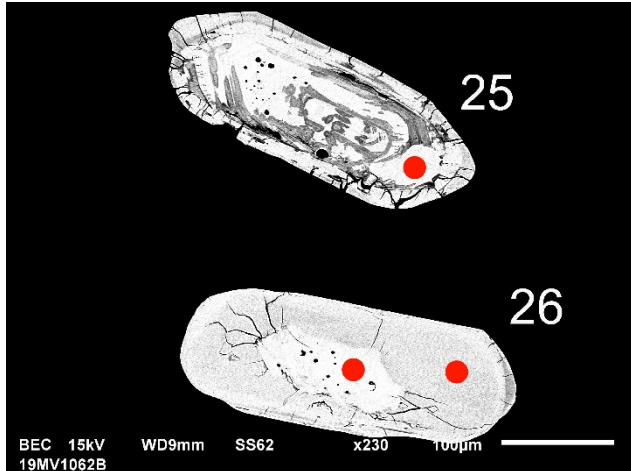


Figure 2.6.3 (suite) – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon de granite 2019-MV-1062B (montage M201103). Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS avec un faisceau de 20 µm.

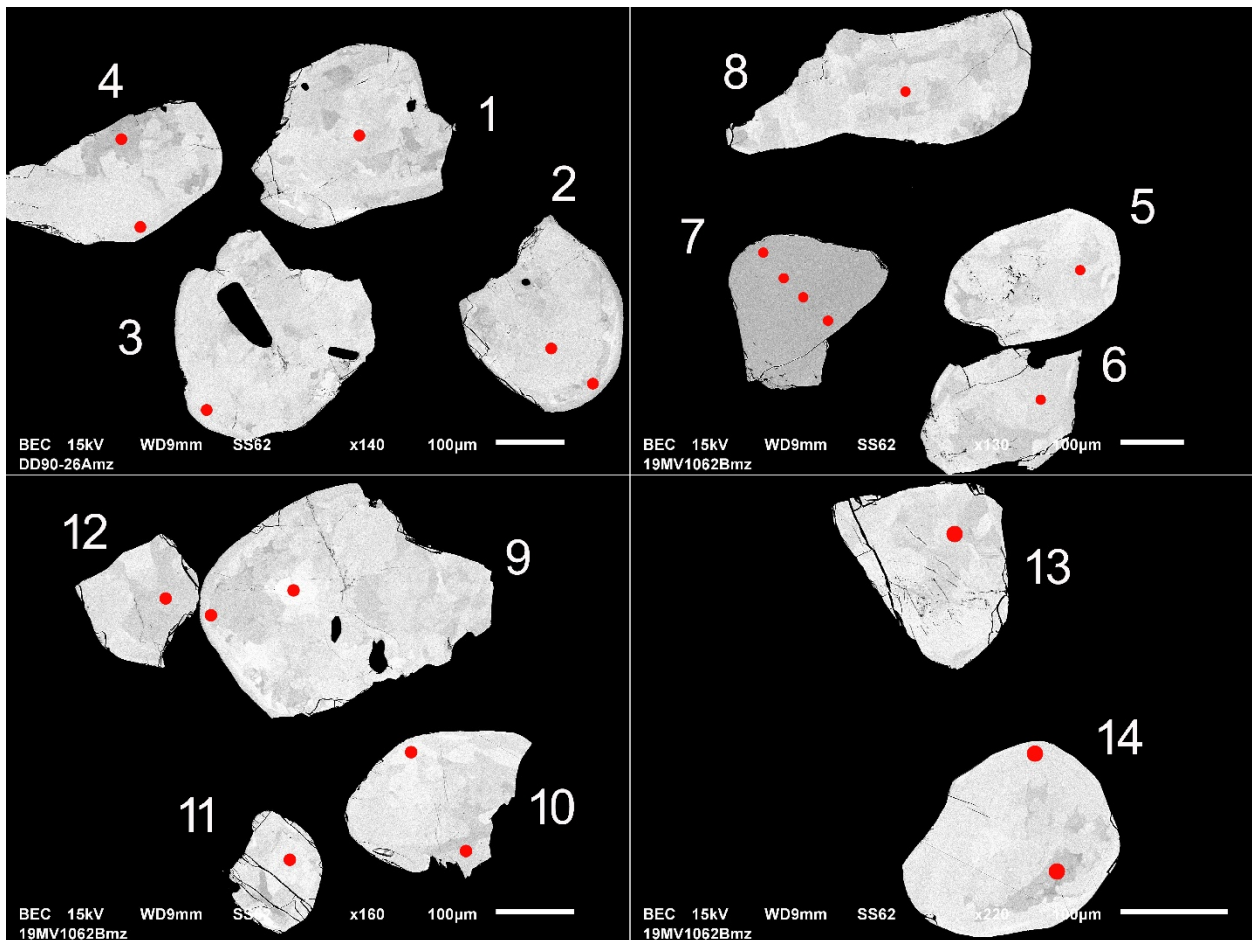


Figure 2.6.4 – Images en BSE des monazites polies de l'échantillon de granite 2019-MV-1062B (montage M201103). Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

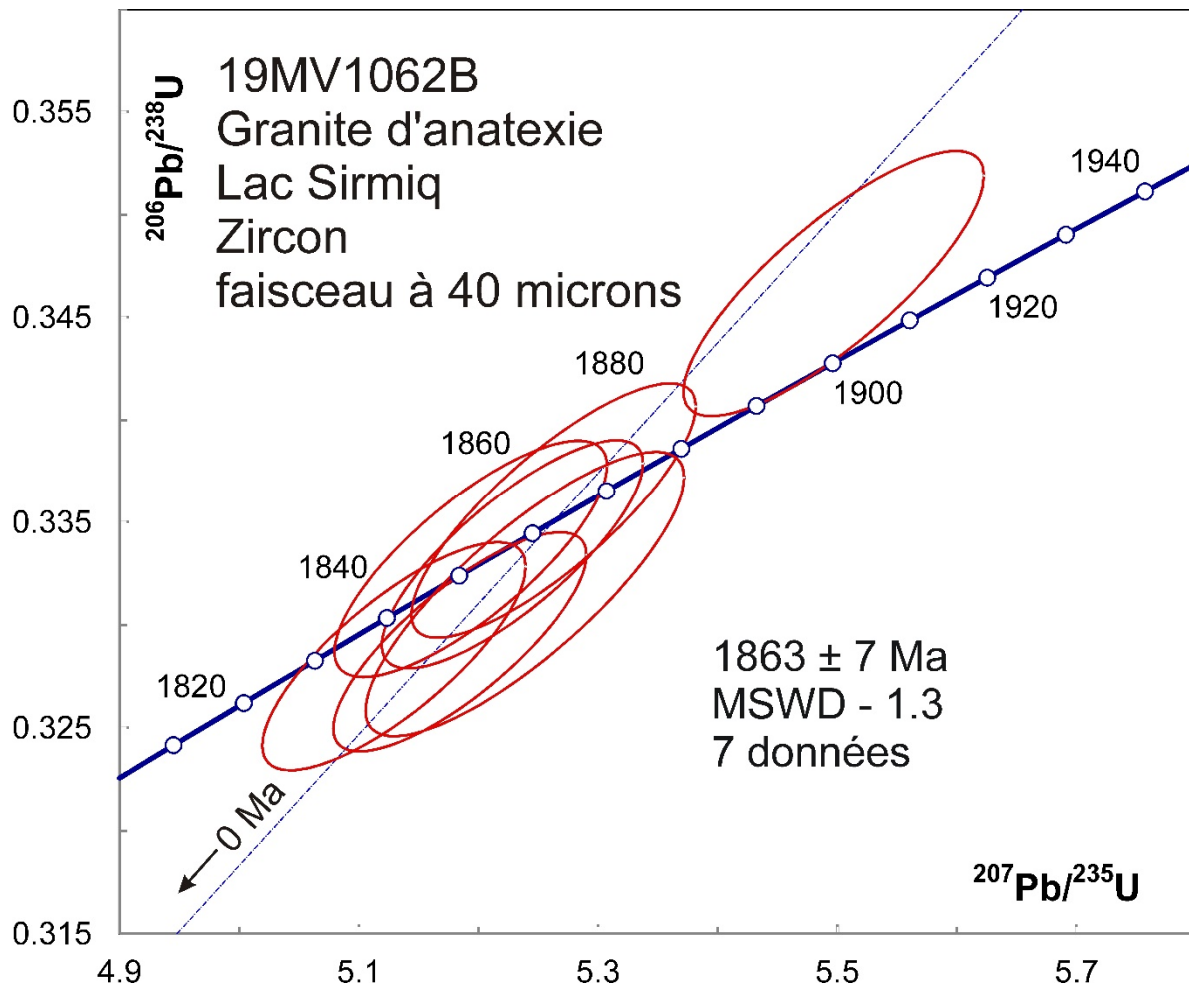


Figure 2.6.5 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues avec un faisceau laser de 40 μm par la méthode LA-ICPMS pour les zircons de l'échantillon de granite 2019-MV-1062B.

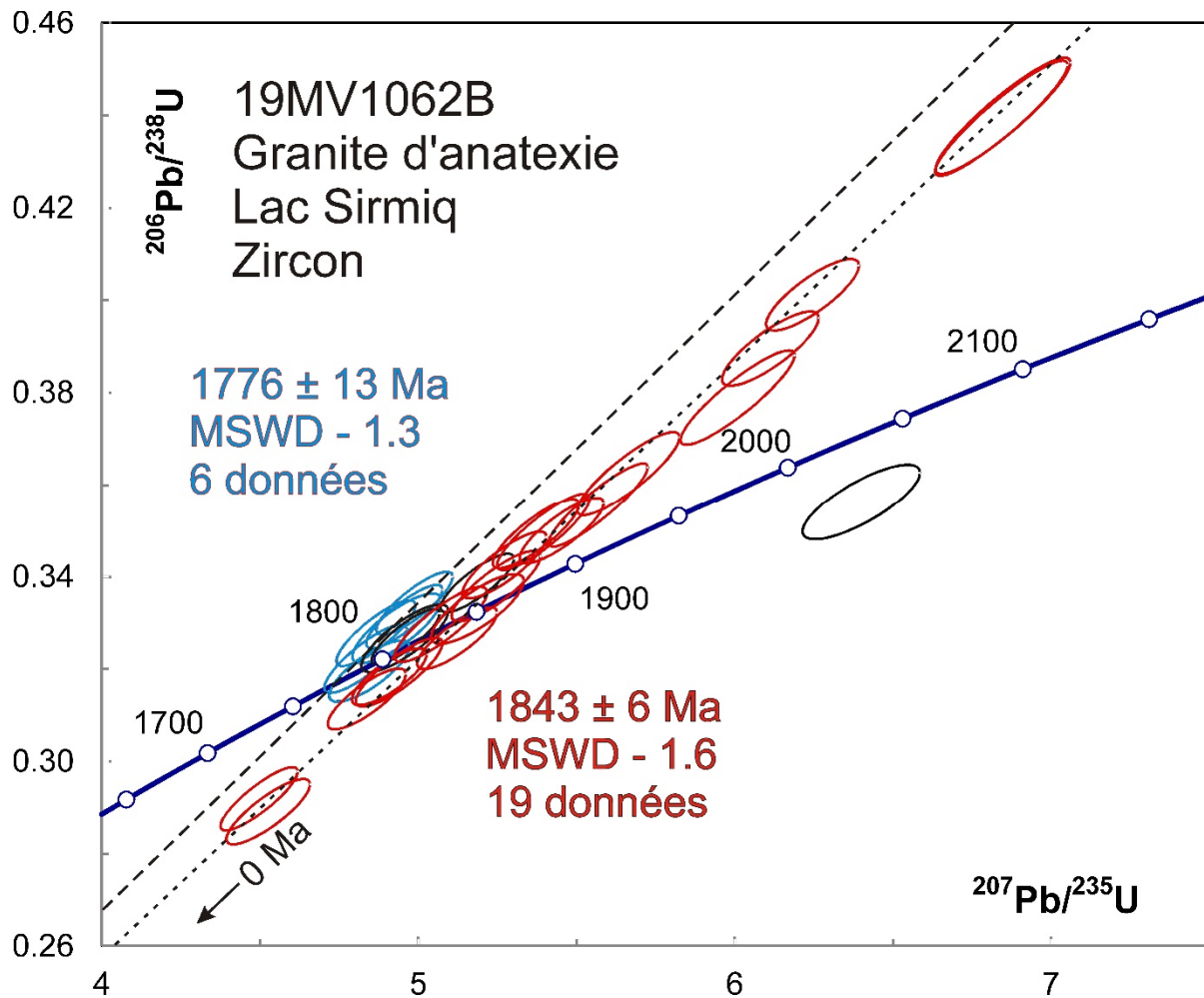


Figure 2.6.6 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues avec un faisceau laser de 20 μm par la méthode LA-ICPMS pour les zircons de l'échantillon de granite 2019-MV-1062B.

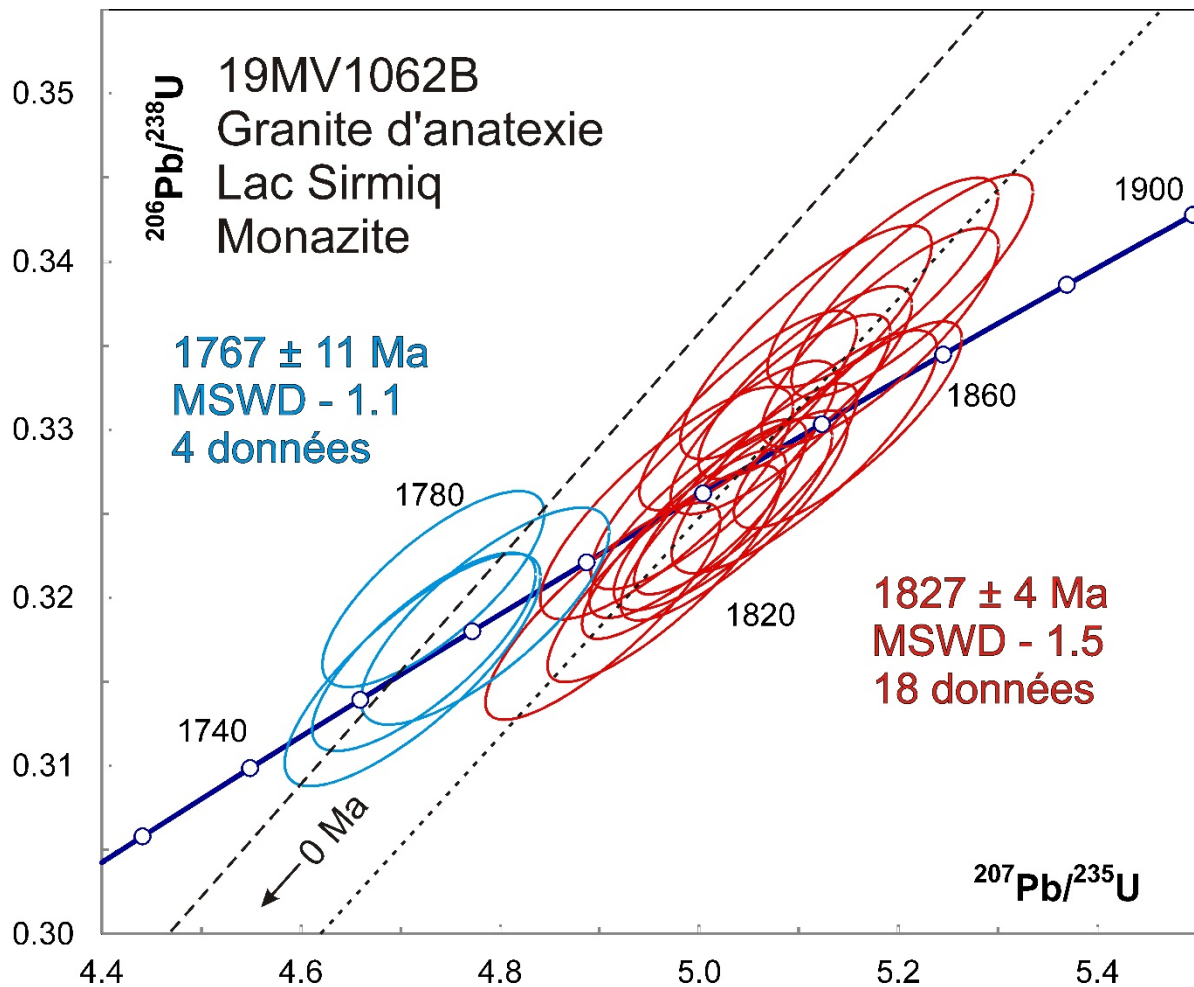


Figure 2.6.7 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les monazites de l'échantillon de granite 2019-MV-1062B.

2.7 – 2019-MV-1087A – Monzonite mouchetée

Cet échantillon a donné des zircons sous la forme de prismes arrondis et fracturés (figure 2.7.1). Les images BSE et en CL (figure 2.7.2) montrent des grains avec des zonations irrégulières dont plusieurs montrent des surcroissances minces pauvres en U (par ex. grain 5). En dépit de cette complexité, les âges $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ des analyses s'accordent à peu près dans la limite des erreurs à 1834 ± 4 Ma (MSWD = 1,7, figure 2.7.3). Les analyses des surcroissances, bien qu'elles soient relativement imprécises à cause des faibles concentrations en U et de la largeur du faisceau laser, ne sont pas notamment plus jeunes. Ces observations indiquent qu'il s'agit d'un pluton mis en place au cours du métamorphisme au Paléoprotérozoïque.



Figure 2.7.1 – Zircons sélectionnés de l'échantillon de monzonite mouchetée 2019-MV-1087A.

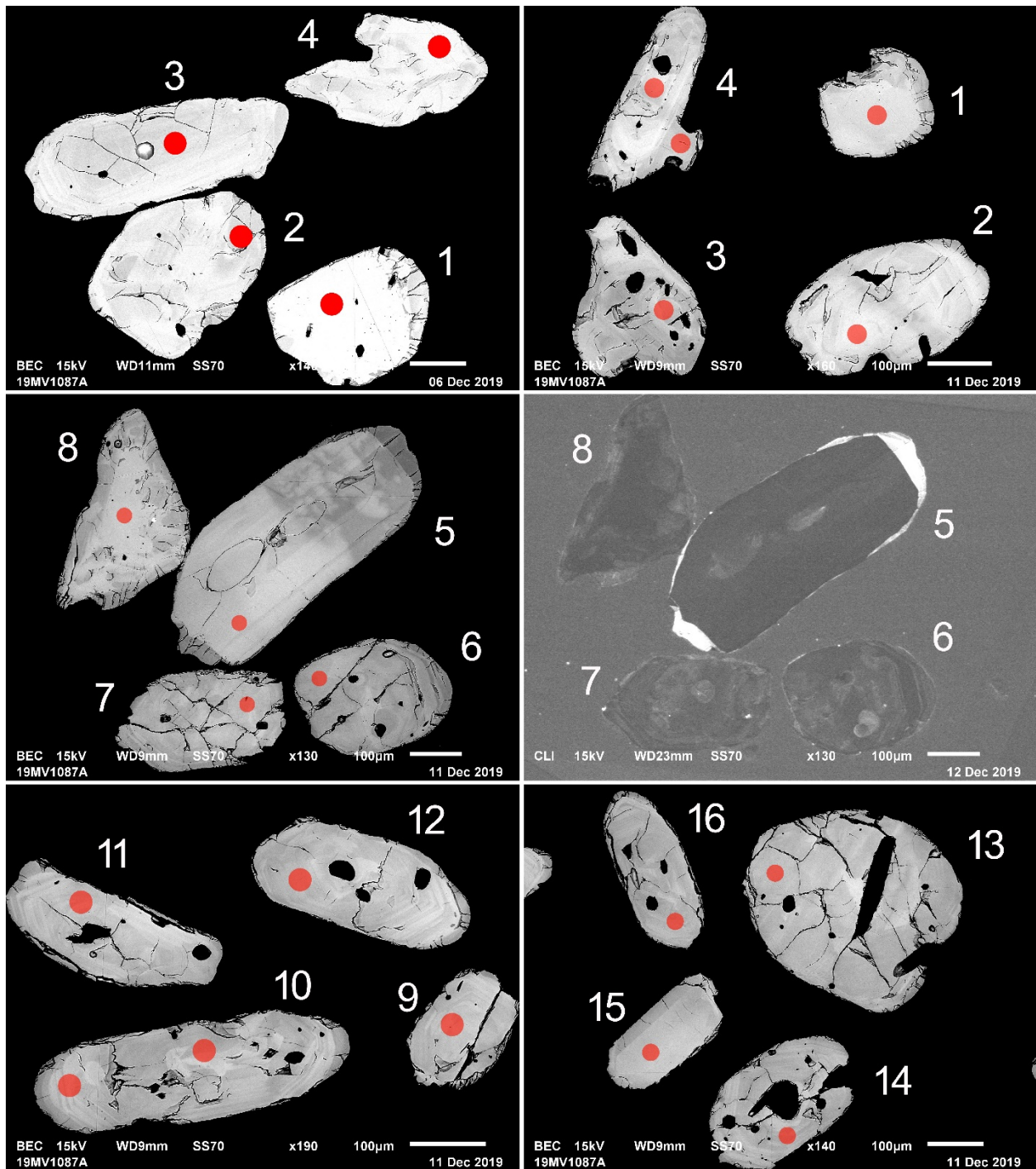


Figure 2.7.2 – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon de monzonite mouchetée 2019-MV-1087A. Les grains 1 à 4 à gauche sont du montage M191129A, les autres grains proviennent du montage M191129B. L'image des grains 5 à 8 à droite est en CL. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

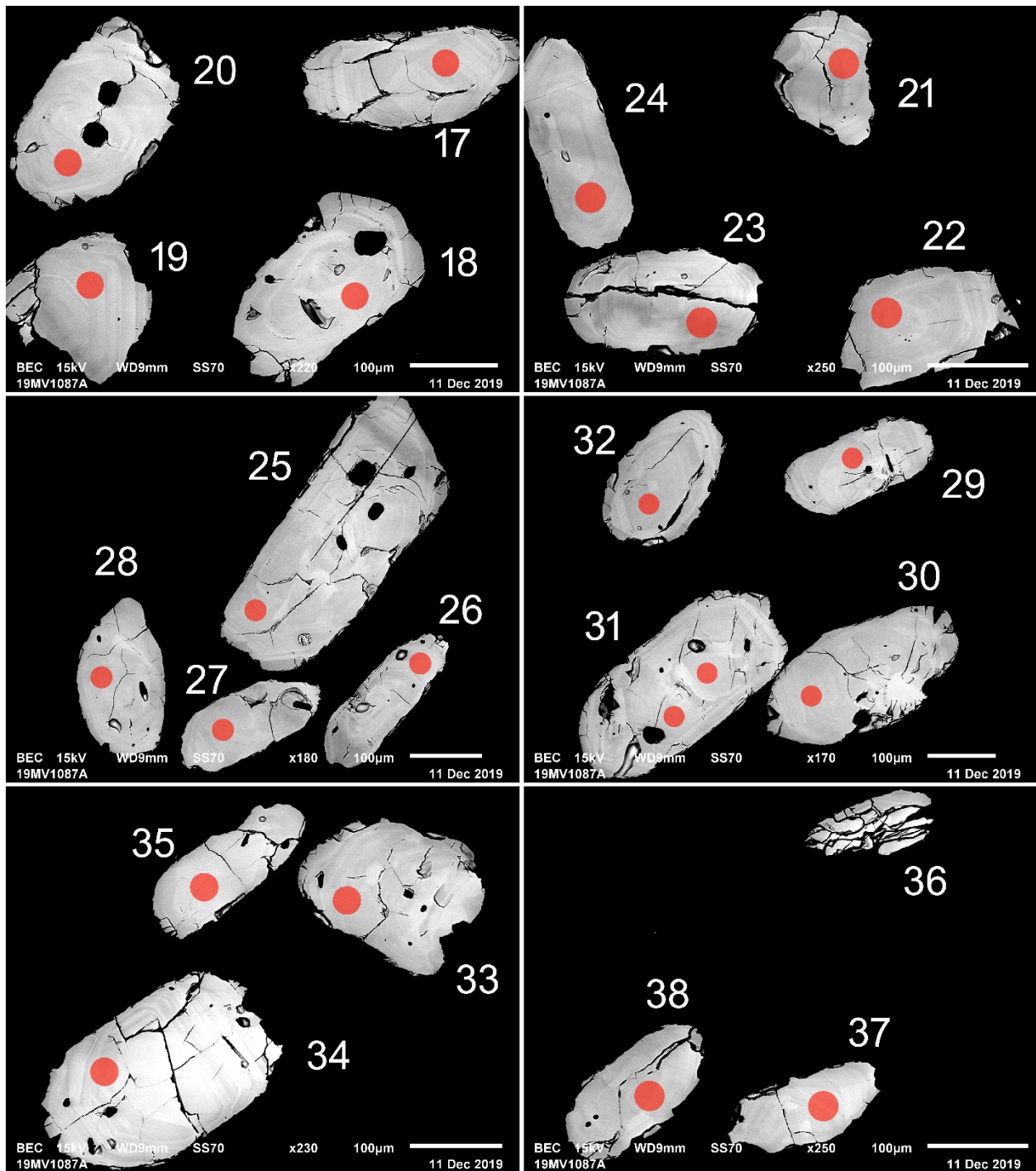


Figure 2.7.2 (suite) – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon de monzonite mouchetée 2019-MV-1087A (montage M191129B). Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

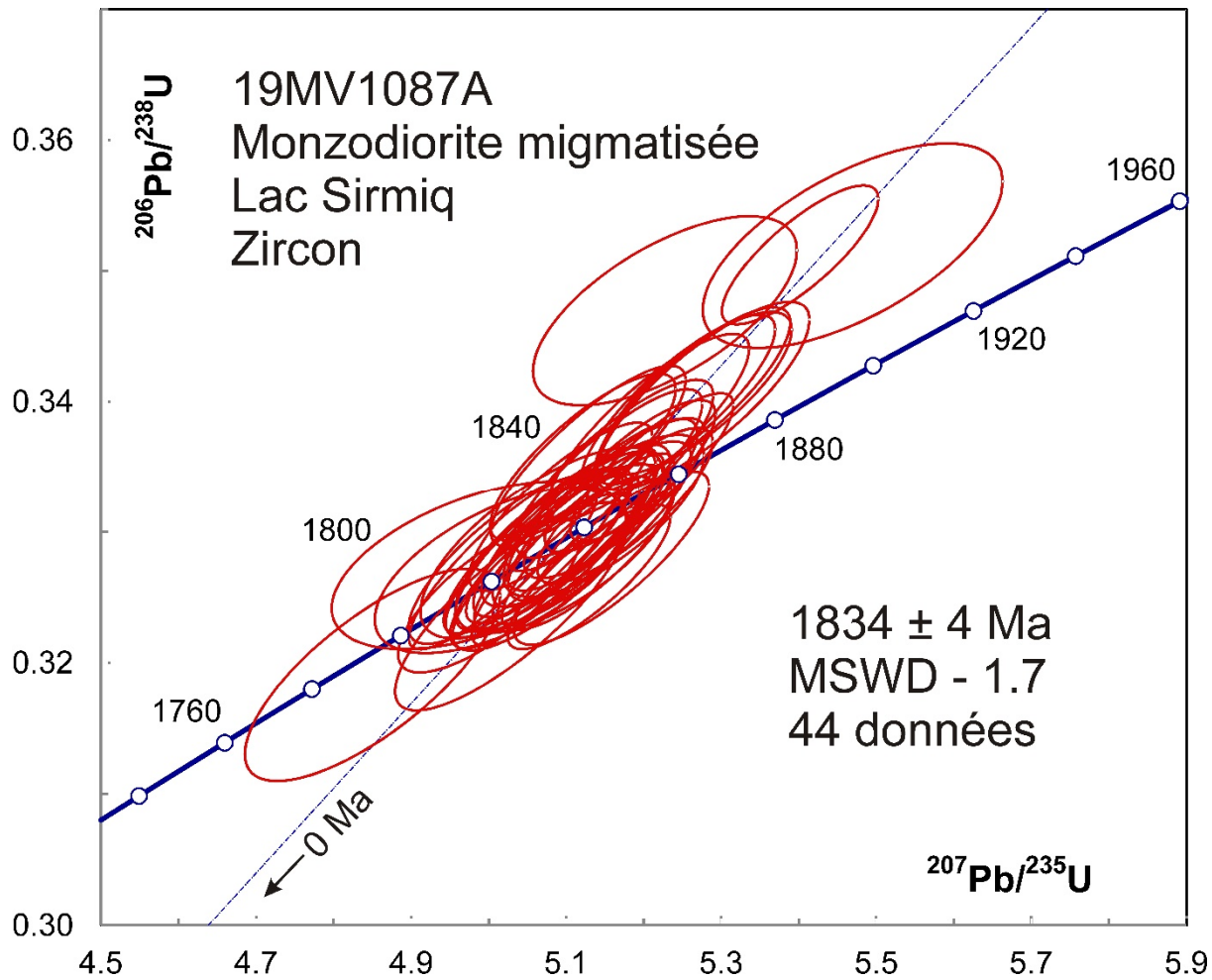


Figure 2.7.3 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons de l'échantillon de monzonite mouchetée 2019-MV-1087A.

2.8 – 2019-MV-1163A – Gneiss granulitique migmatitisé

Cet échantillon a donné une petite quantité de zircons sous la forme de prismes et de grains trapus arrondis (figure 2.8.1). Les grains les plus petits ont été fixés sur du ruban adhésif pour les analyses U-Pb (figure 2.8.2). Deux grains (1 et 4) sont probablement de la titanite à cause de leurs fortes concentrations en Sr. Ils donnent à la fois les âges les plus jeunes et les plus vieux à cause de l'influence du Pb commun (tableau 3).

Les âges $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ des zircons s'accordent à peu près dans la limite des erreurs avec une moyenne de 1828 ± 8 Ma (MSWD = 1,6; figure 2.8.3). En excluant les deux analyses les plus jeunes, la MSWD est beaucoup réduite avec un âge moyen de 1833 ± 6 Ma (MSWD = 0,75). Les concentrations en U sont très variables (170 ppm à 8000 ppm U) ainsi que les rapports Th/U (0,03 à 0,9), ce qui suggère une mise en place et une cristallisation du magma dans des conditions métamorphiques.

Nous avons également analysé des zircons polis en provenance de cet échantillon. Les images BSE et CL indiquent l'absence de zonation et la présence possible de quelques noyaux (figure 2.8.4). Les âges $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ s'accordent dans la limite des erreurs avec une moyenne de 1835 ± 4 Ma (MSWD = 1,1; figure 2.8.5). Il ne semble donc pas y avoir de zircon hérité. Toutefois, la présence de surcroissances et les rapports Th/U < 0,1 de quelques analyses suggèrent une influence métamorphique au cours de la cristallisation.

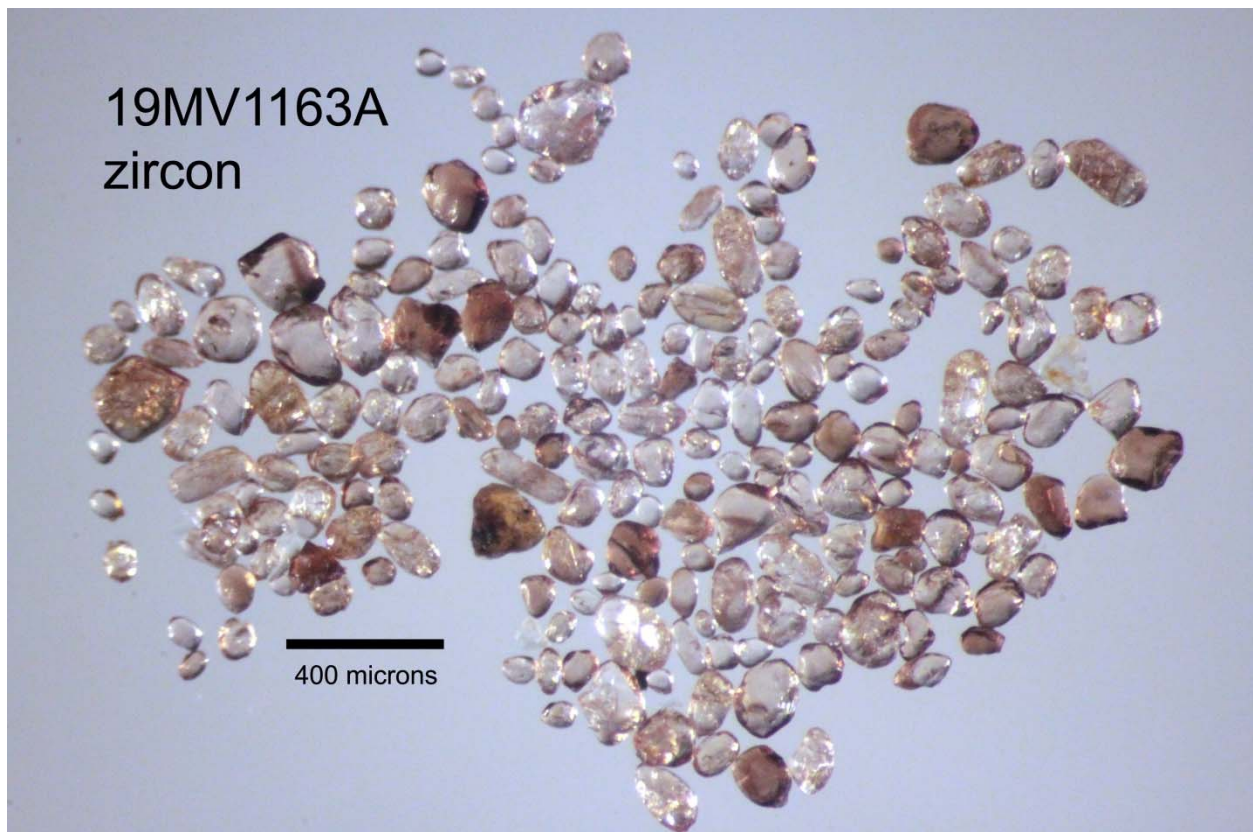


Figure 2.8.1 – Zircons sélectionnés de l'échantillon de gneiss granulitique migmatitisé 2019-MV-1163A.

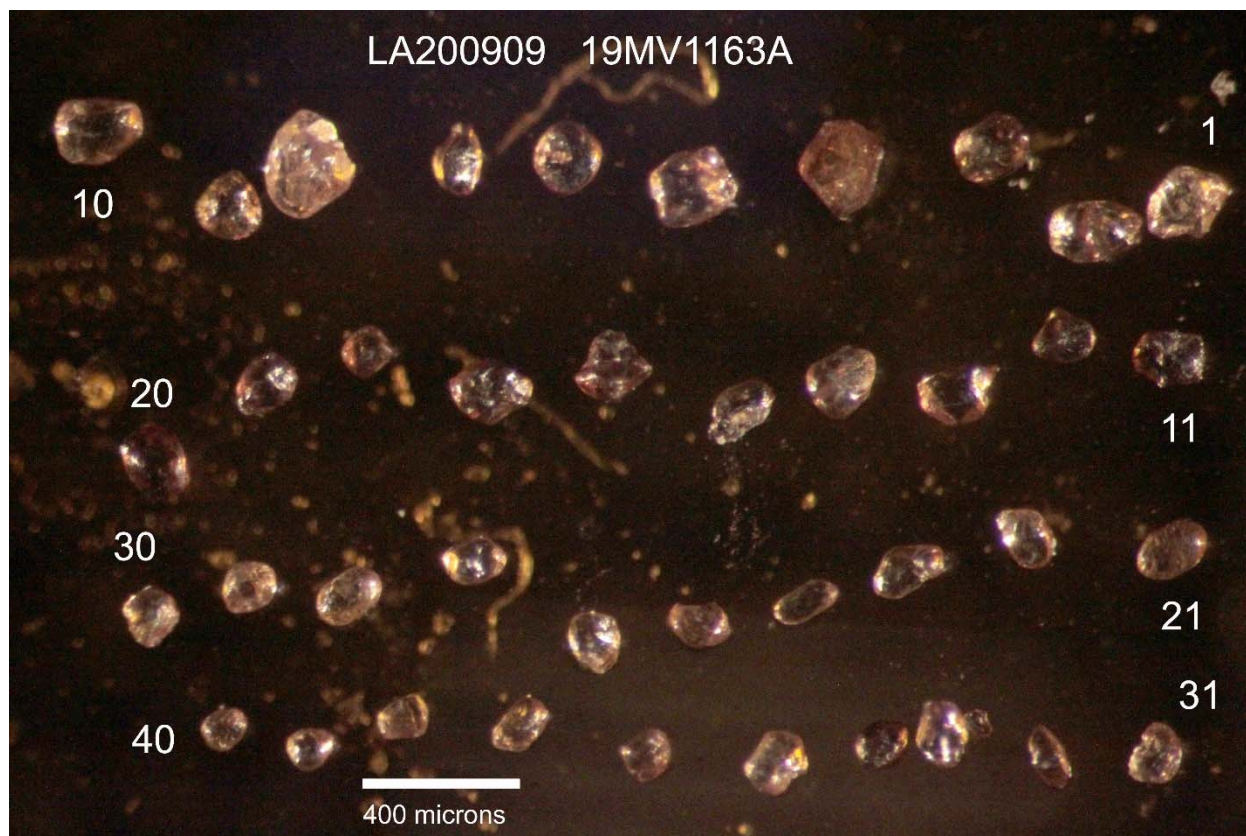


Figure 2.8.2 – Zircons sélectionnés de l'échantillon de gneiss granulitique migmatitisé 2019-MV-1163A fixé sur du ruban adhésif pour analyse U-Pb.

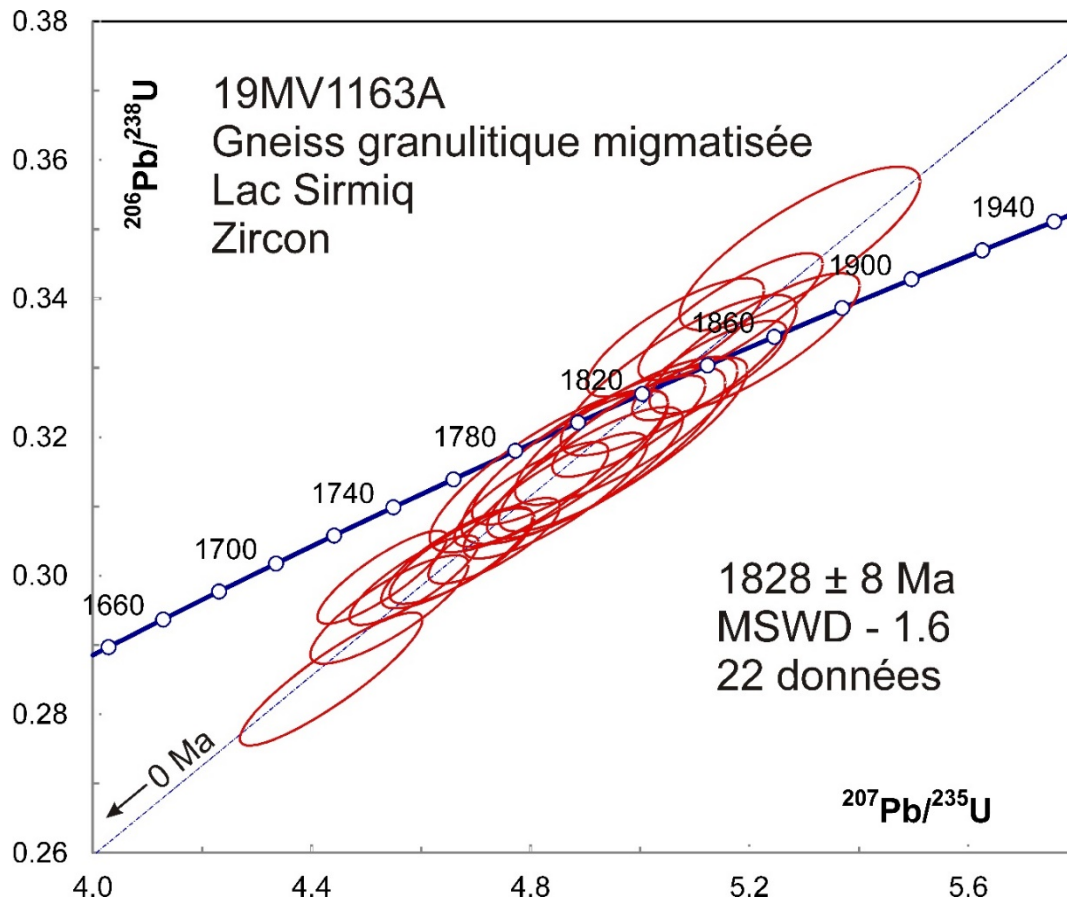


Figure 2.8.3 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons entiers de l'échantillon de gneiss granulitique migmatitisé 2019-MV-1163A.

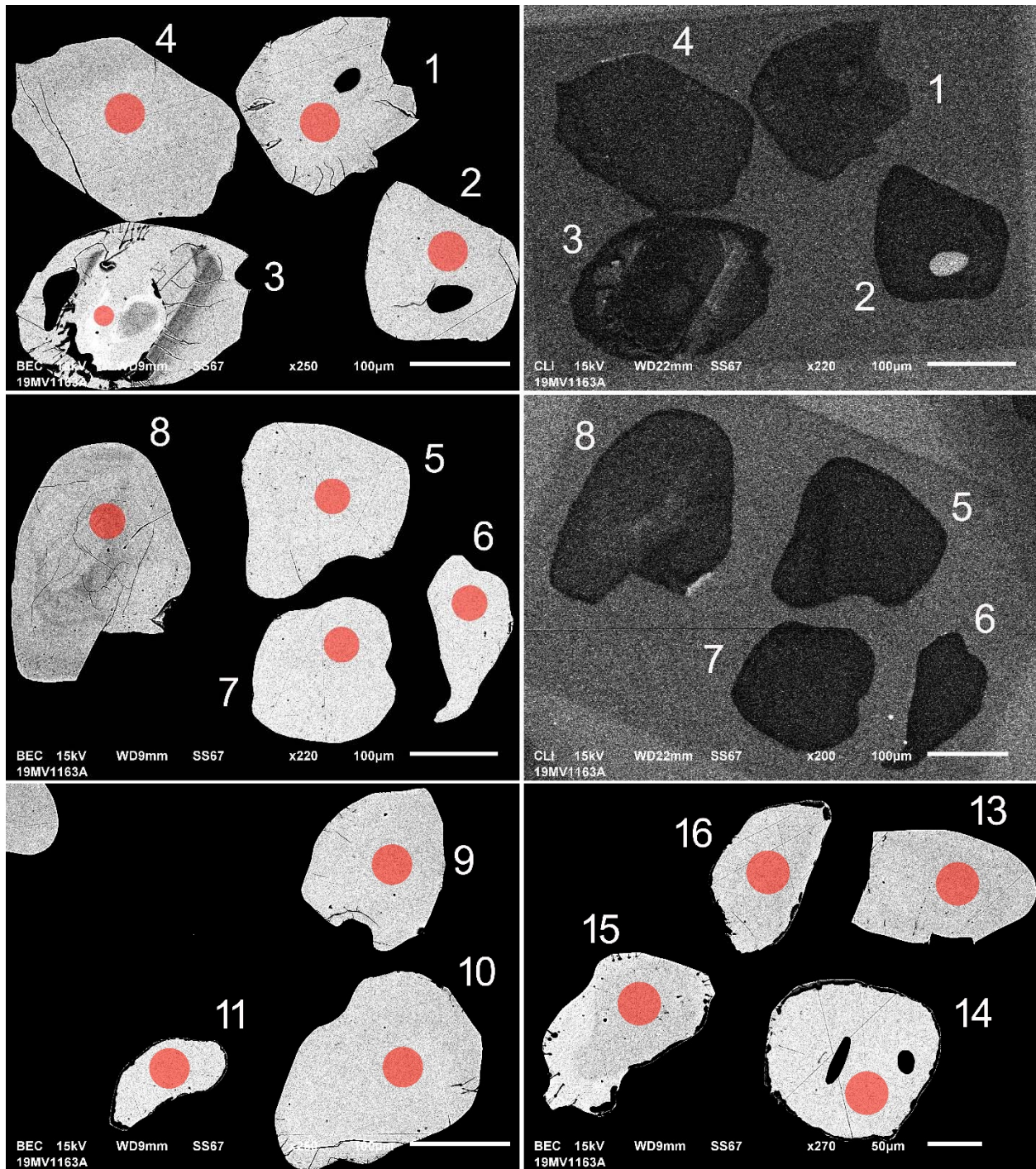


Figure 2.8.4 – Images en BSE (à gauche) et en CL (à droite pour les grains 1 à 8) des zircons polis de l'échantillon de gneiss granulitique 2019-MV-1044A (montage M201014). Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

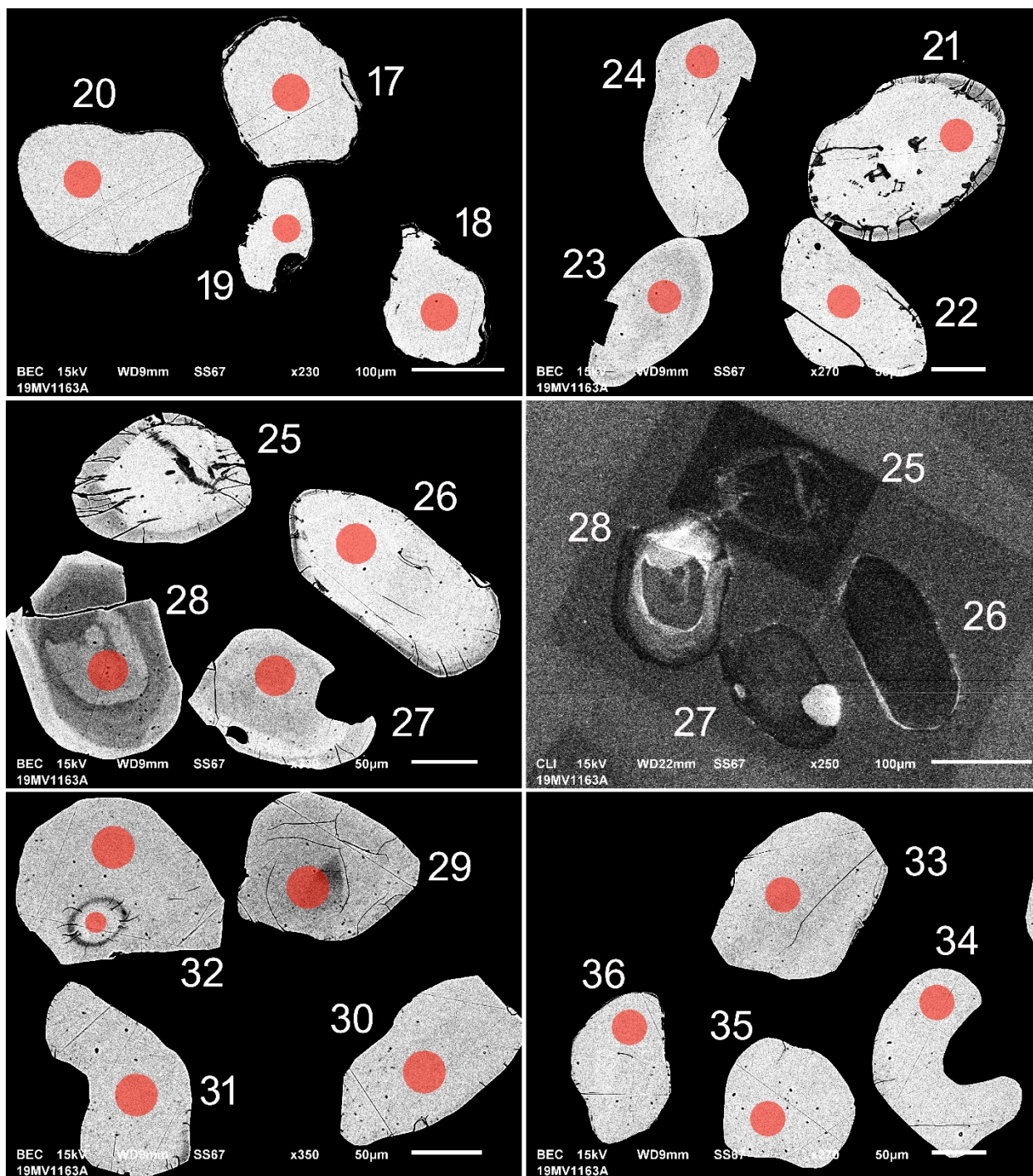


Figure 2.8.4 (suite) – Images en BSE (à gauche) et en CL (à droite pour les grains 25 à 28) des zircons polis de l'échantillon de gneiss granulitique 2019-MV-1044A (montage M201014). Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

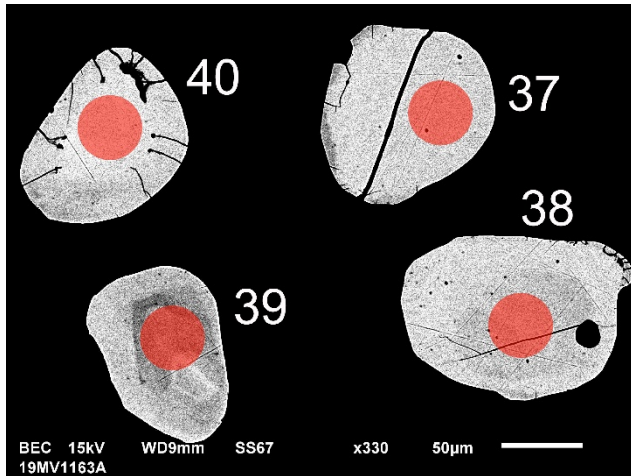


Figure 2.8.4 (suite) – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon de gneiss granulitique 2019-MV-1044A (montage M201014). Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS

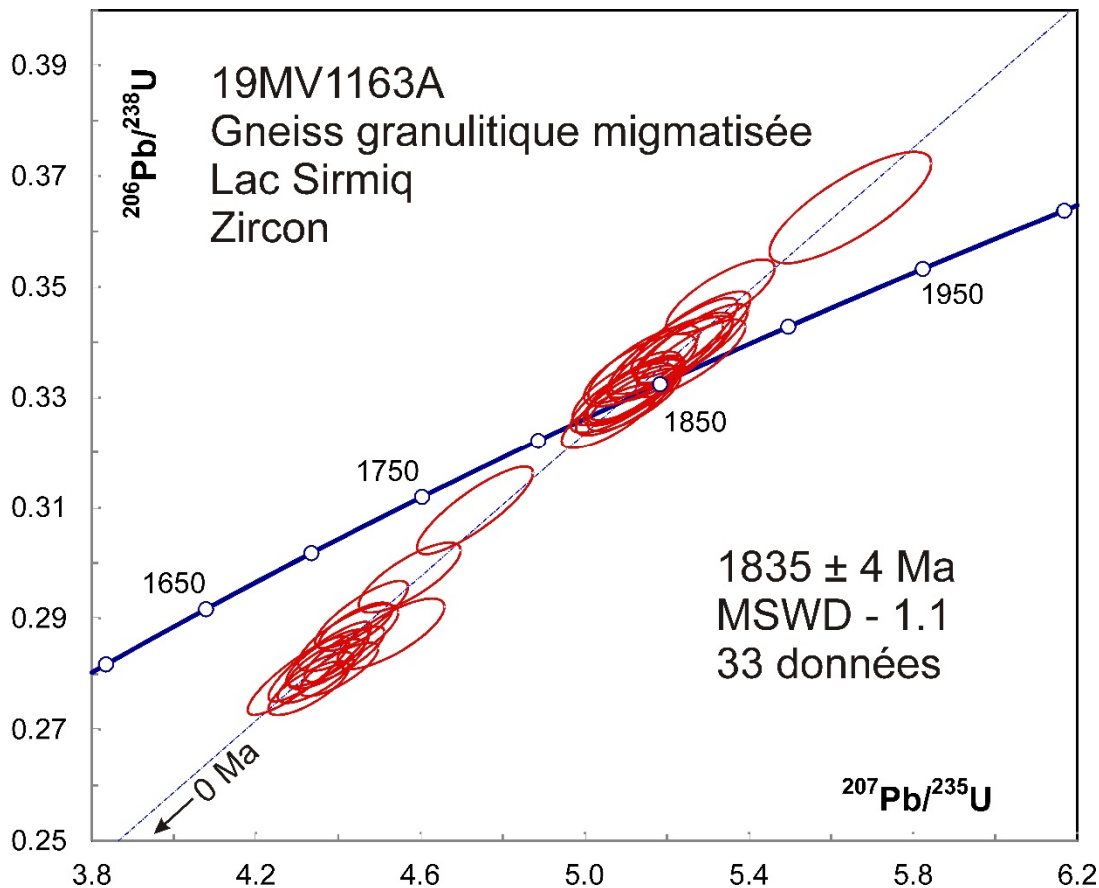


Figure 2.8.5 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons polis de l'échantillon de gneiss granulitique migmatitisé 2019-MV-1163A.

2.9 – 2019-TG-4030A – Quartzite

Cet échantillon a donné beaucoup de grenat, de zircon (figure 2.9.1), de monazite (figure 2.9.2) et de rutile (figure 2.9.3). Le zircon forme une population uniforme de grains subarrondis. Les images en BSE montrent de larges zonations en secteur (figure 2.9.4). Quelques grains peuvent contenir des noyaux relativement petits (par ex. grains 13, 14, 18, 25 et 28). La plupart des analyses U-Pb donnent un âge uniforme de 1830 ± 3 Ma (figure 2.9.5). Quelques noyaux indiquent des âges plus anciens. Ces âges se distribuent le long d'une ligne de diffusion à partir d'un âge néoarchéen autour de 2,7 Ga. Ces données indiquent probablement la présence de grains détritiques avec des surcroissances métamorphiques à 1830 Ma. Les rapports Th/U > 0,1 suggèrent que les zircons métamorphiques se sont formés dans des conditions granulitiques.

Les images en BSE montrent des grains de monazite zonée, typique de ce minéral (figure 2.9.6). Les analyses U-Pb donnent pour la plupart un âge uniforme de 1840 ± 4 Ma, sauf pour une analyse plus vieille et discordante provenant d'un noyau (figure 2.9.7). Ce noyau pourrait être d'origine déritique. Ces résultats suggèrent que la formation de la monazite est associée à l'enfouissement et au réchauffement de la séquence sédimentaire (métamorphisme prograde), peut-être dans des conditions de métamorphisme amphibolitique. Le zircon se serait formé environ 10 Ma plus tard, quand les roches ont atteint des conditions granulitiques.

Le rutile ne montre pas de zonation visible dans les images en BSE (figure 2.9.8), bien que les cristaux montrent des couleurs diverses (figure 2.9.3). La température de fermeture de la diffusion est plus basse pour le rutile (environ 500 °C) que pour le zircon ou la monazite. Les concentrations en U sont également plus faibles, ce qui peut entraîner une concentration notable de Pb commun. Ce phénomène se traduit par le déplacement des données vers la droite sur le diagramme concordia. La figure 2.9.9 montre bien cet effet, mais il est possible de définir une ligne d'âges $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ constants passant par la partie gauche de la distribution. La moyenne de ces âges à 1732 ± 8 Ma constitue la meilleure estimation de l'âge de refroidissement sous la température de 500 °C.

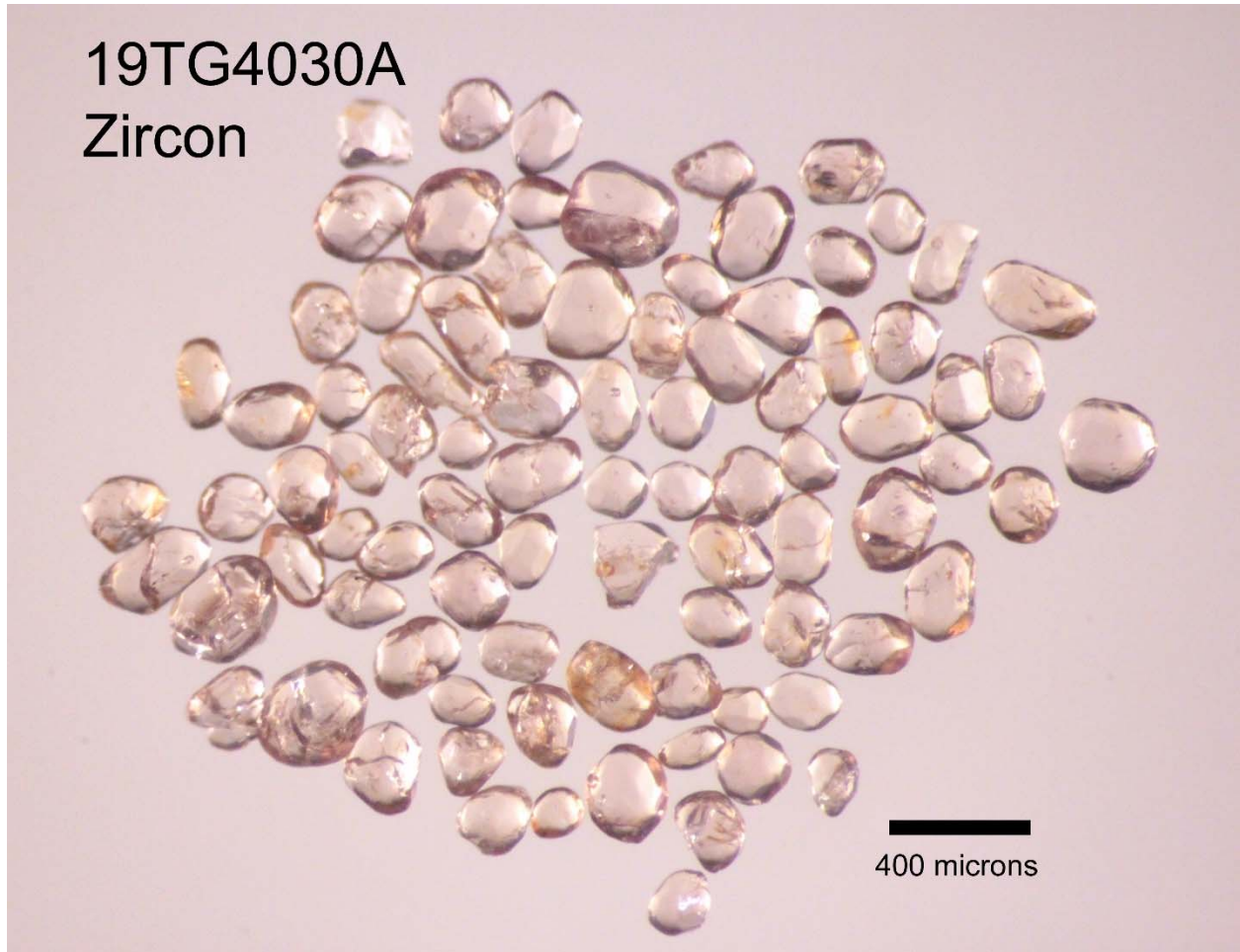


Figure 2.9.1 – Zircons sélectionnés de l'échantillon de quartzite 2019-TG-4030A.



Figure 2.9.2 – Monazites sélectionnées de l'échantillon de quartzite 2019-TG-4030A

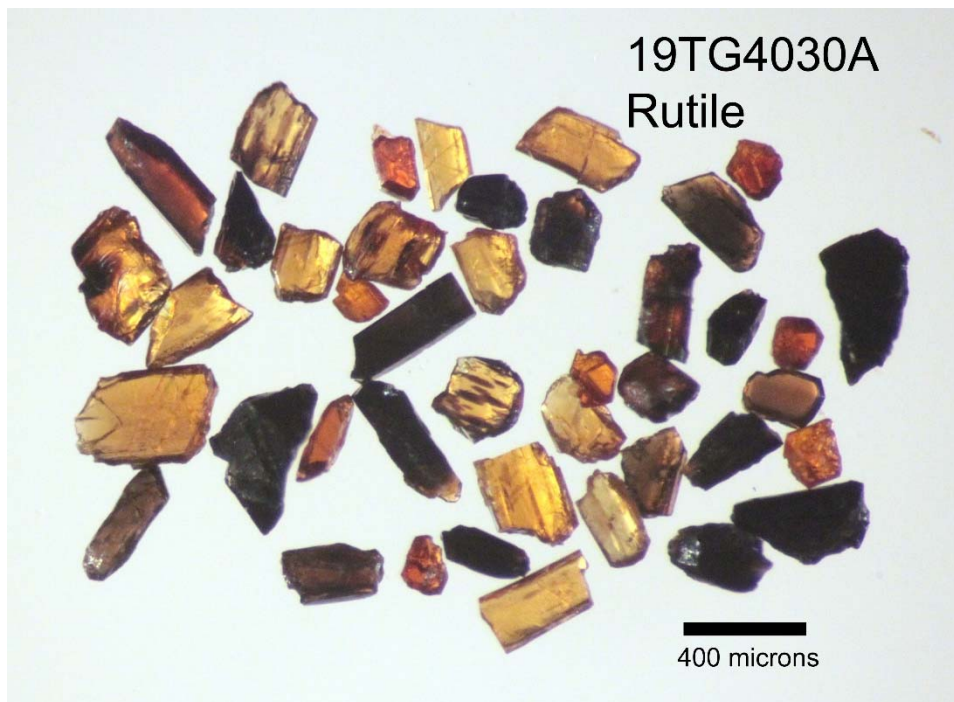


Figure 2.9.3 – Rutiles sélectionnés de l'échantillon de quartzite 2019-TG-4030A

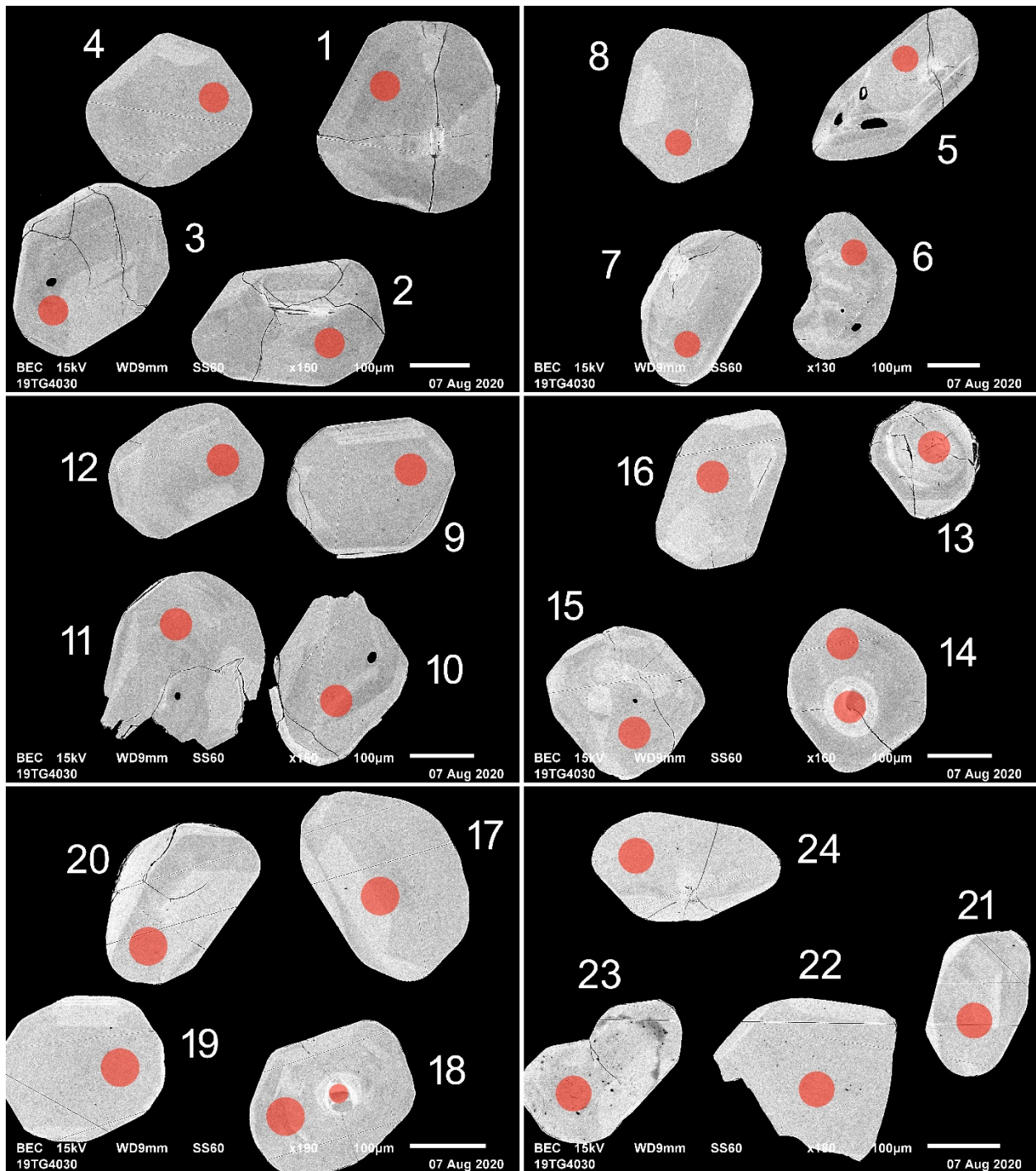


Figure 2.9.4 – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon de quartzite 2019-TG-4030A. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

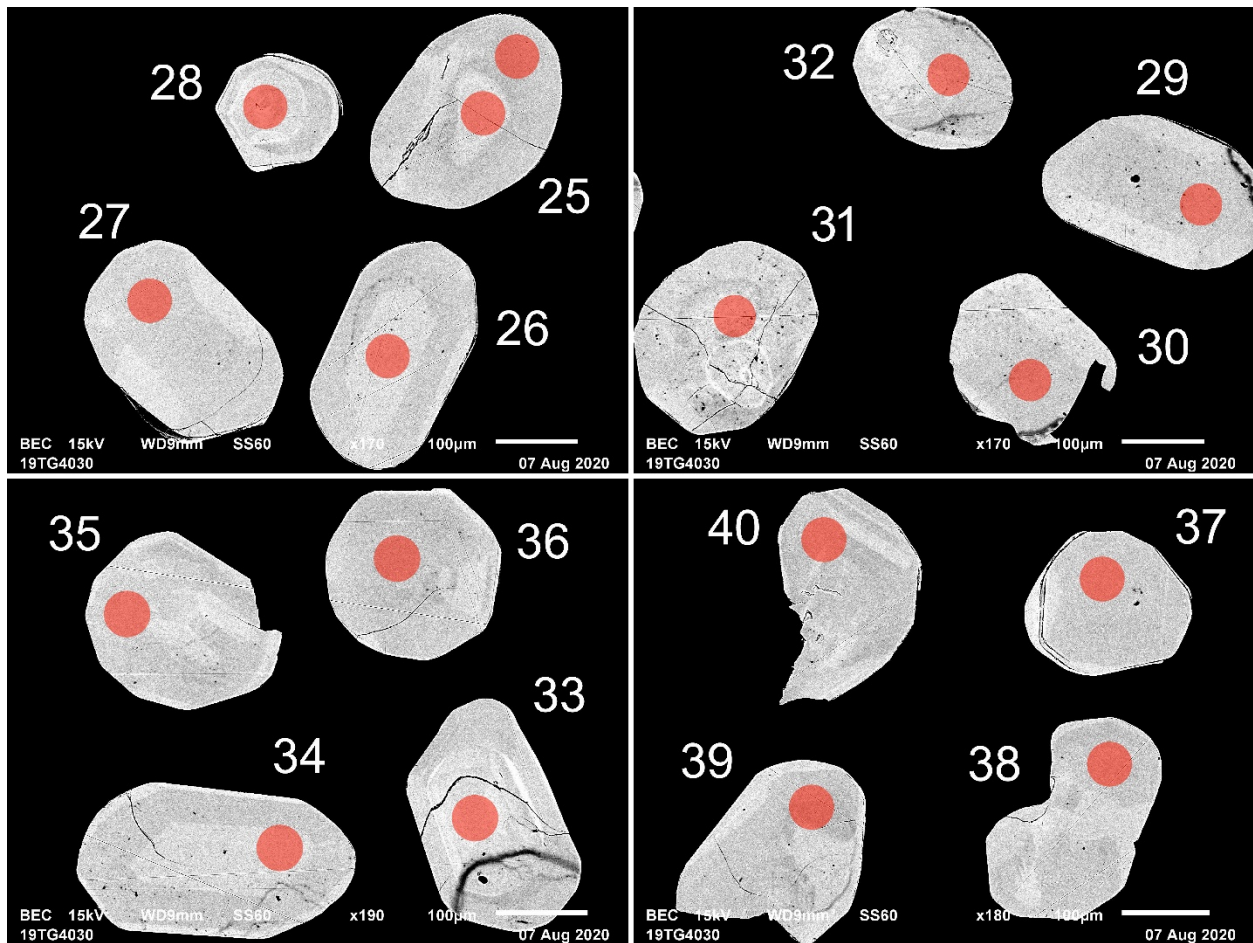


Figure 2.9.4 (suite) – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon de quartzite 2019-TG-4030A. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

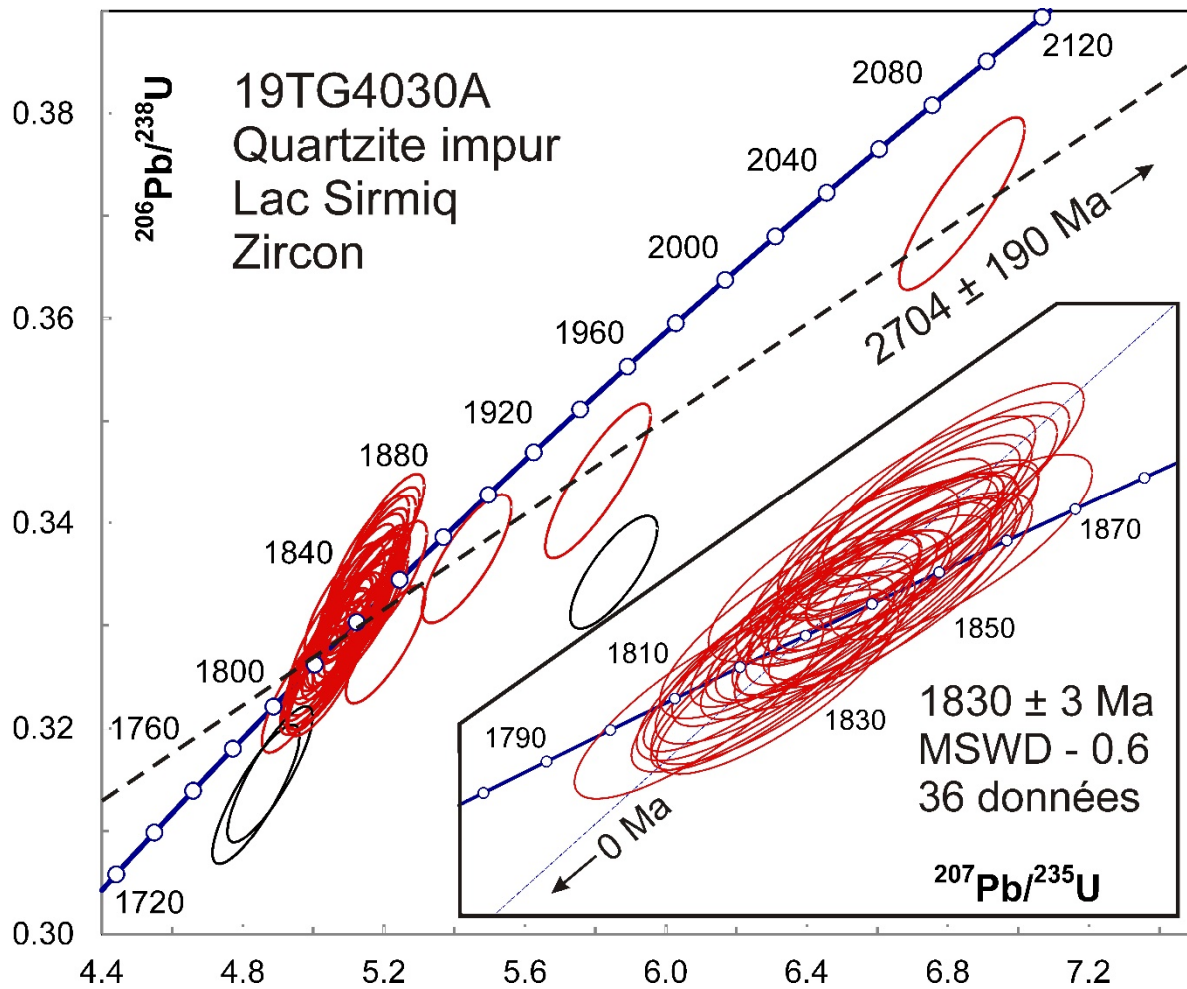


Figure 2.9.5 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons de l'échantillon de quartzite 2019-TG-4030A. Les données des ellipses en noir ne sont pas incluses dans le calcul de régression.

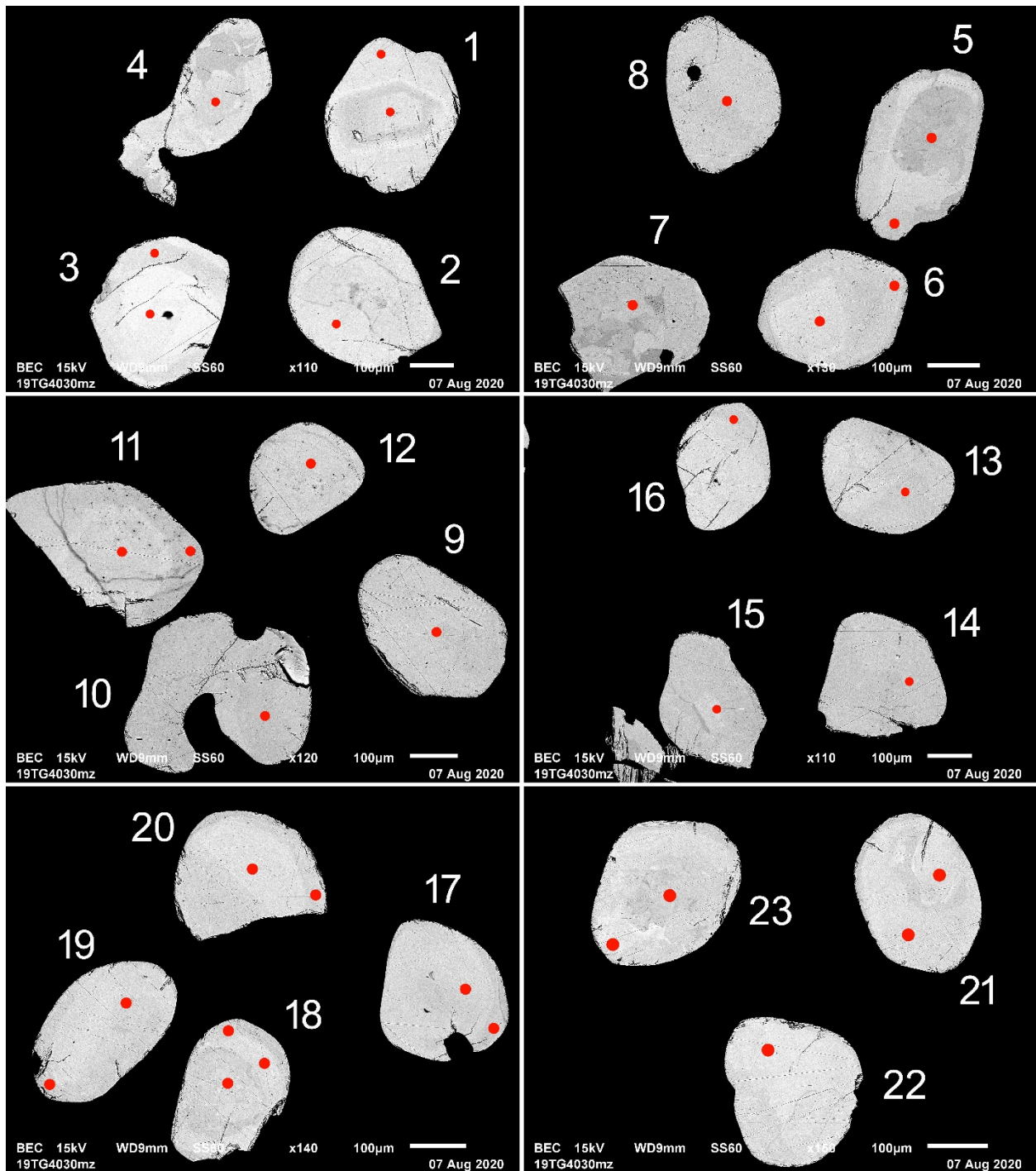


Figure 2.9.6 – Images en BSE des monazites polies de l'échantillon de quartzite 2019-TG-4030A. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

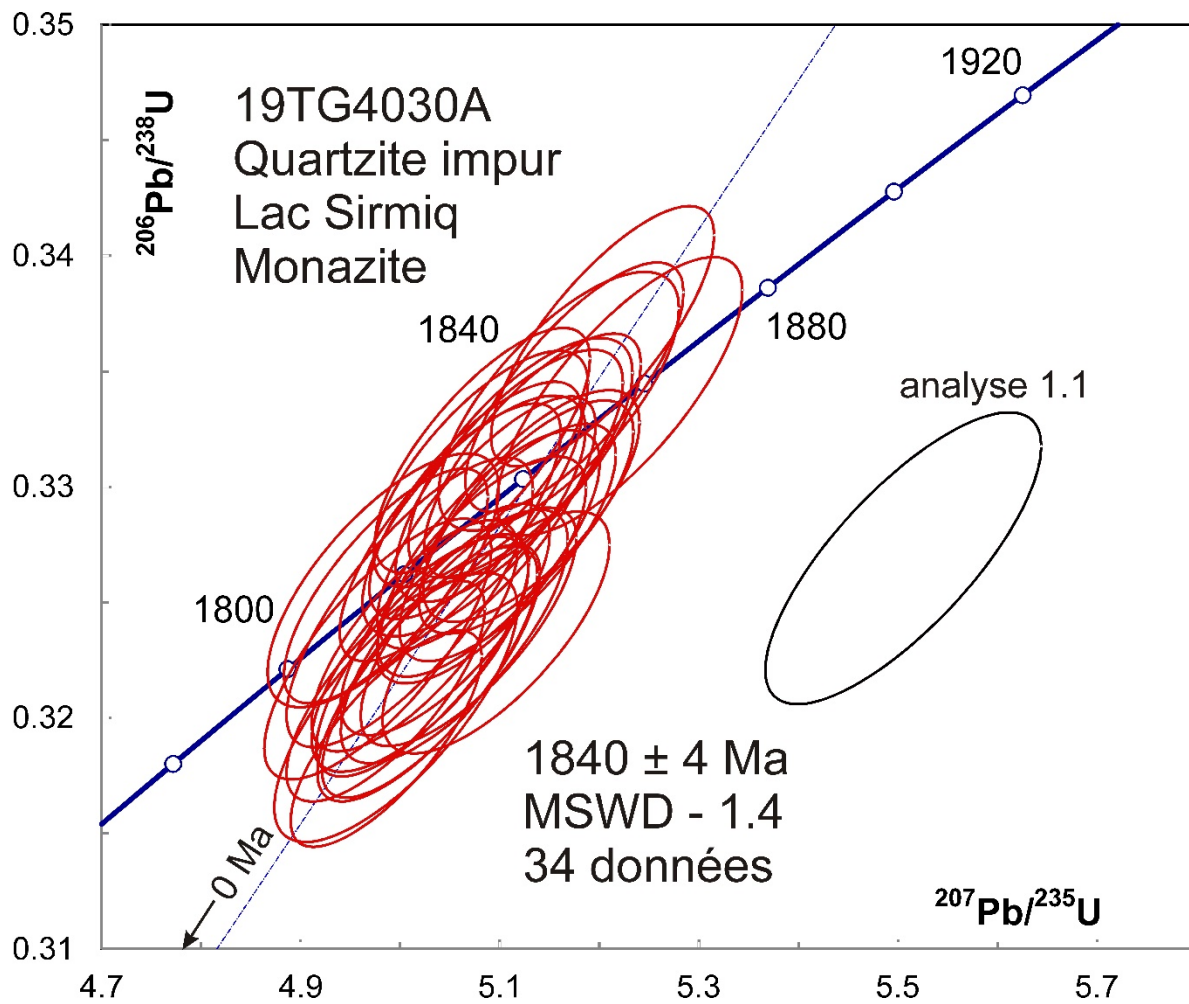


Figure 2.9.7 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les monazites de l'échantillon de quartzite 2019-TG-4030A. Les données des ellipses en noir ne sont pas incluses dans le calcul de l'âge moyen.

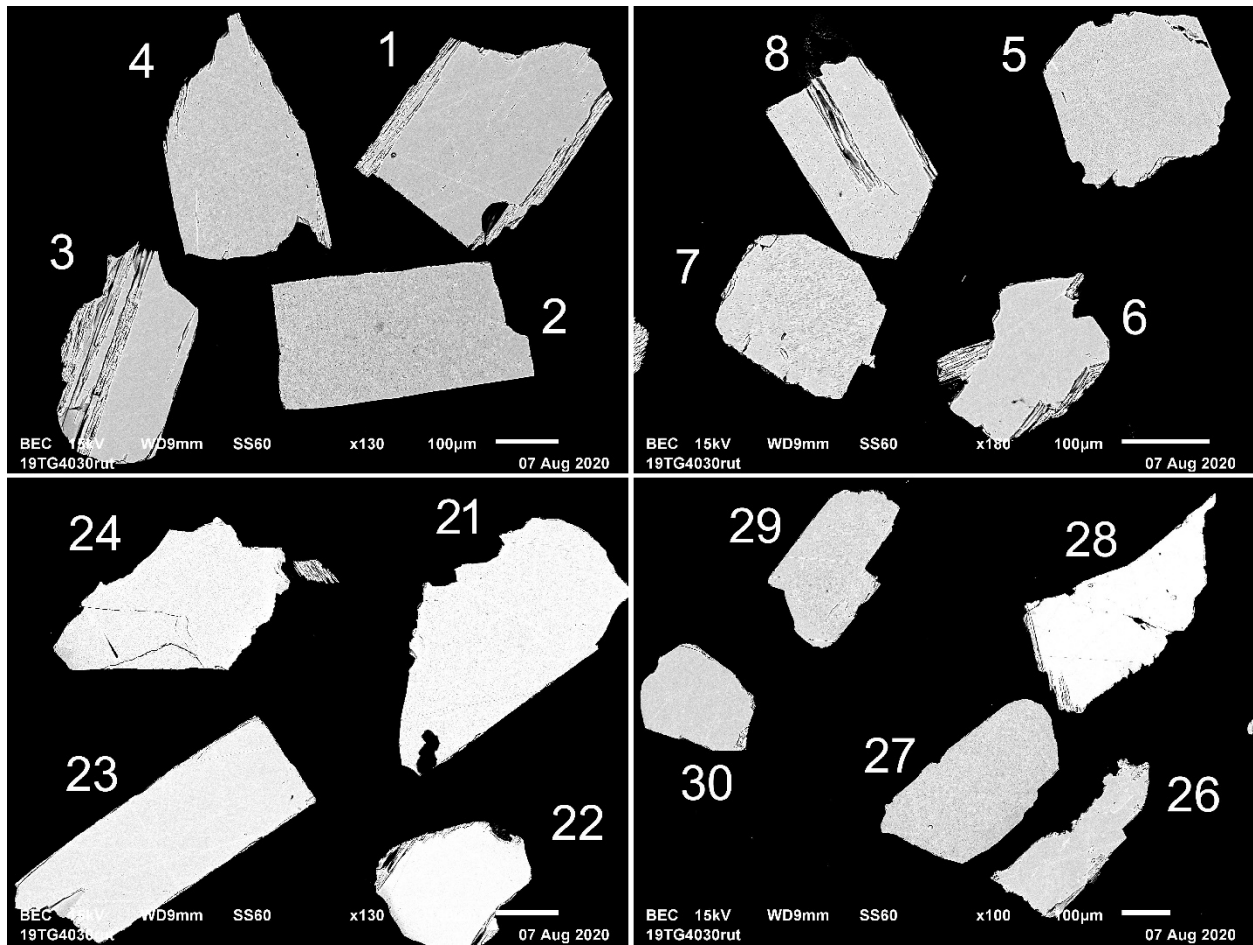


Figure 2.9.8 – Images en BSE des rutilles polis de l'échantillon de quartzite 2019-TG-4030A.

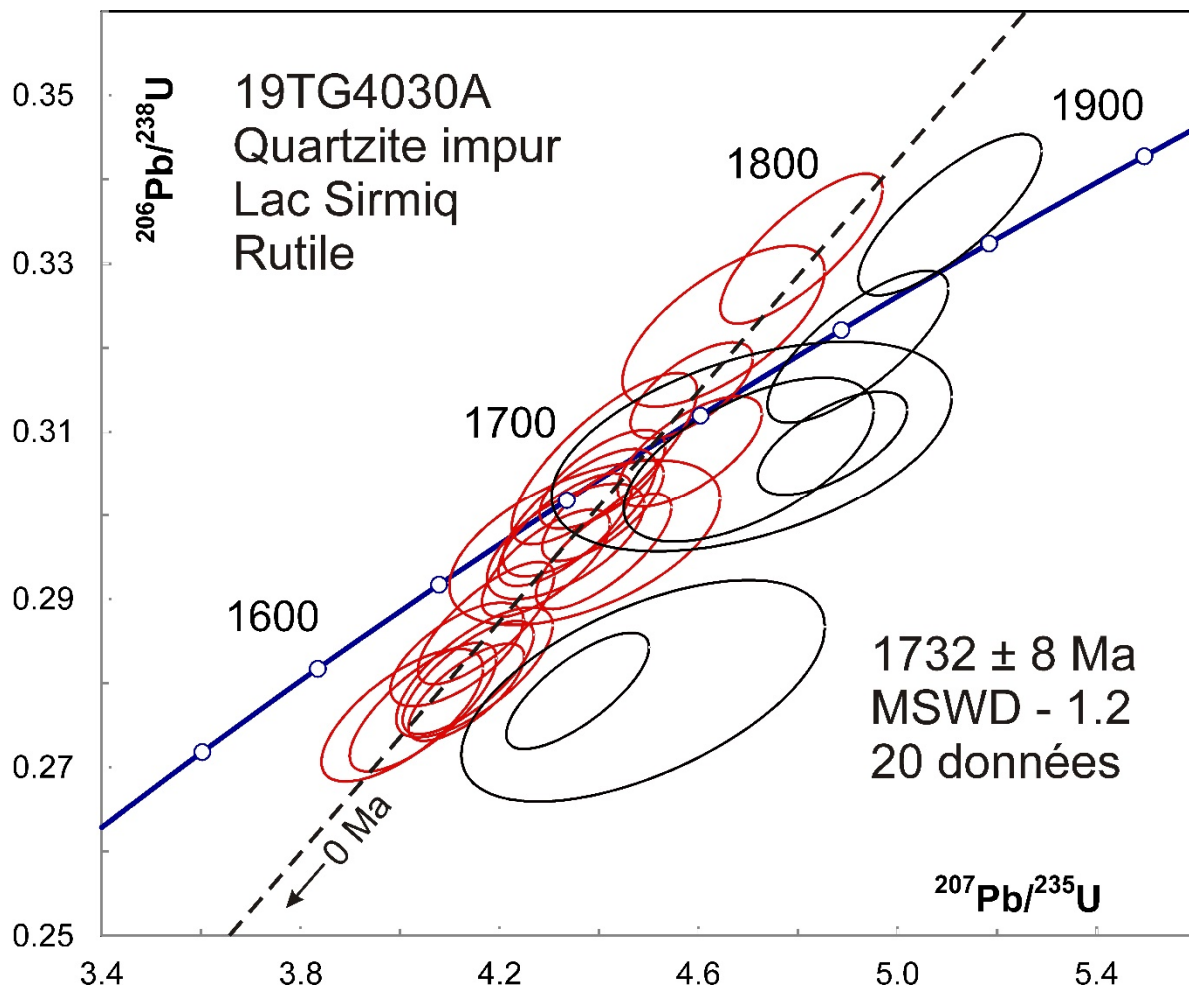


Figure 2.9.9 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les rutiles de l'échantillon de quartzite 2019-TG-4030A. Les données des ellipses en noir ne sont pas incluses dans le calcul de l'âge moyen.

2.10 – 2019-JV-2069A – Gabbronorite mouchetée

Cet échantillon a donné beaucoup de zircons sous la forme de grains arrondis frais contenant des inclusions associées aux fractures (figure 2.10.1). Les images en BSE montrent des zonations irrégulières ou en secteurs (figure 2.10.2). Les analyses U-Pb donnent un âge de 1837 ± 6 Ma (figure 2.10.3), mais qui ne s'accordent pas dans la limite des erreurs (MSWD = 2,7). La distribution montre plutôt un caractère bimodal. Les analyses montrent une covariance avec les biais des rapports $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ mesurés dans l'étalon, ce qui suggère que la variation résulte d'un artefact analytique. Le calcul des données utilisant une seule correction (la moyenne des mesures $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ de l'étalon) donne une distribution unimodale avec une moyenne similaire de 1836 ± 4 Ma et une MSWD toujours élevée de 2,1. L'âge estimé de 1837 ± 6 Ma est donc probablement fiable.

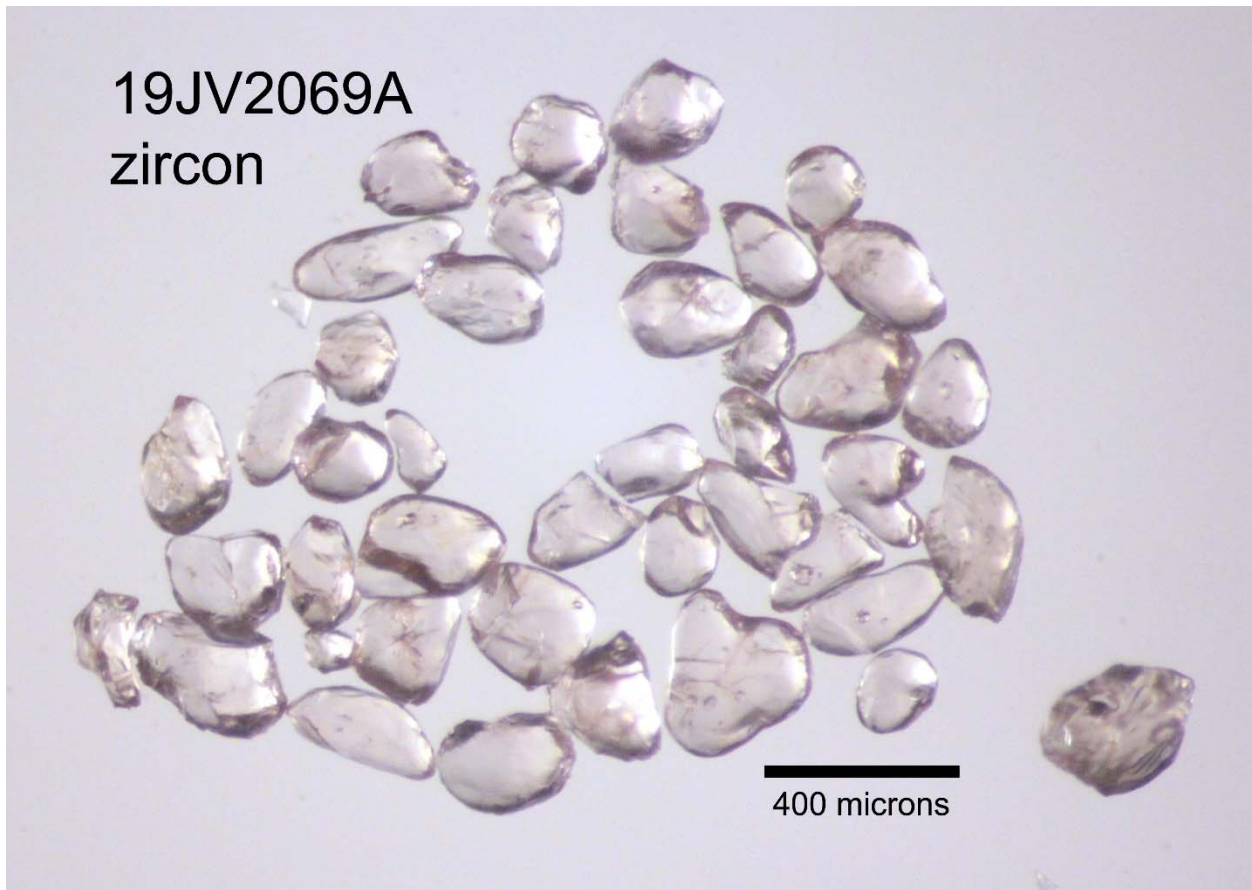


Figure 2.10.1 – Zircons sélectionnés de l'échantillon de gabbronorite mouchetée 2019-JV-2069A.

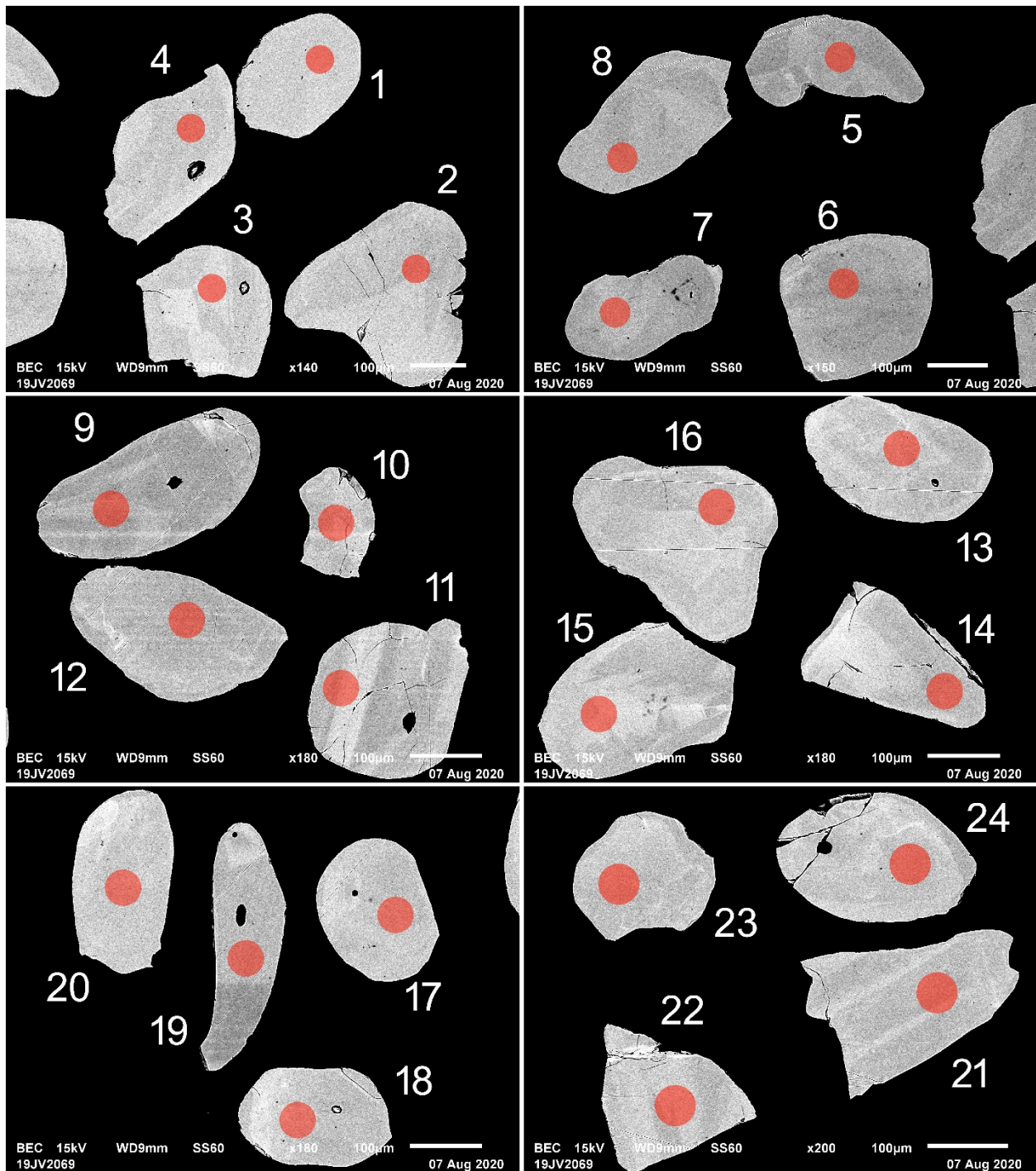


Figure 2.10.2 – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon de gabbro-norite mouchetée 2019-JV-2069A. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

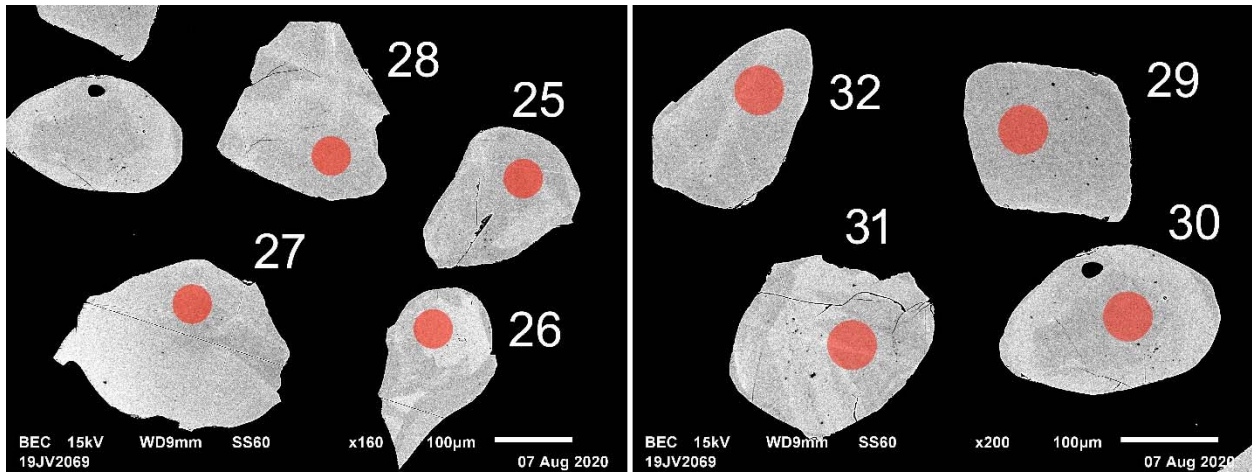


Figure 2.10.2 (suite) – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon de gabbrorite mouchetée 2019-JV-2069A. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

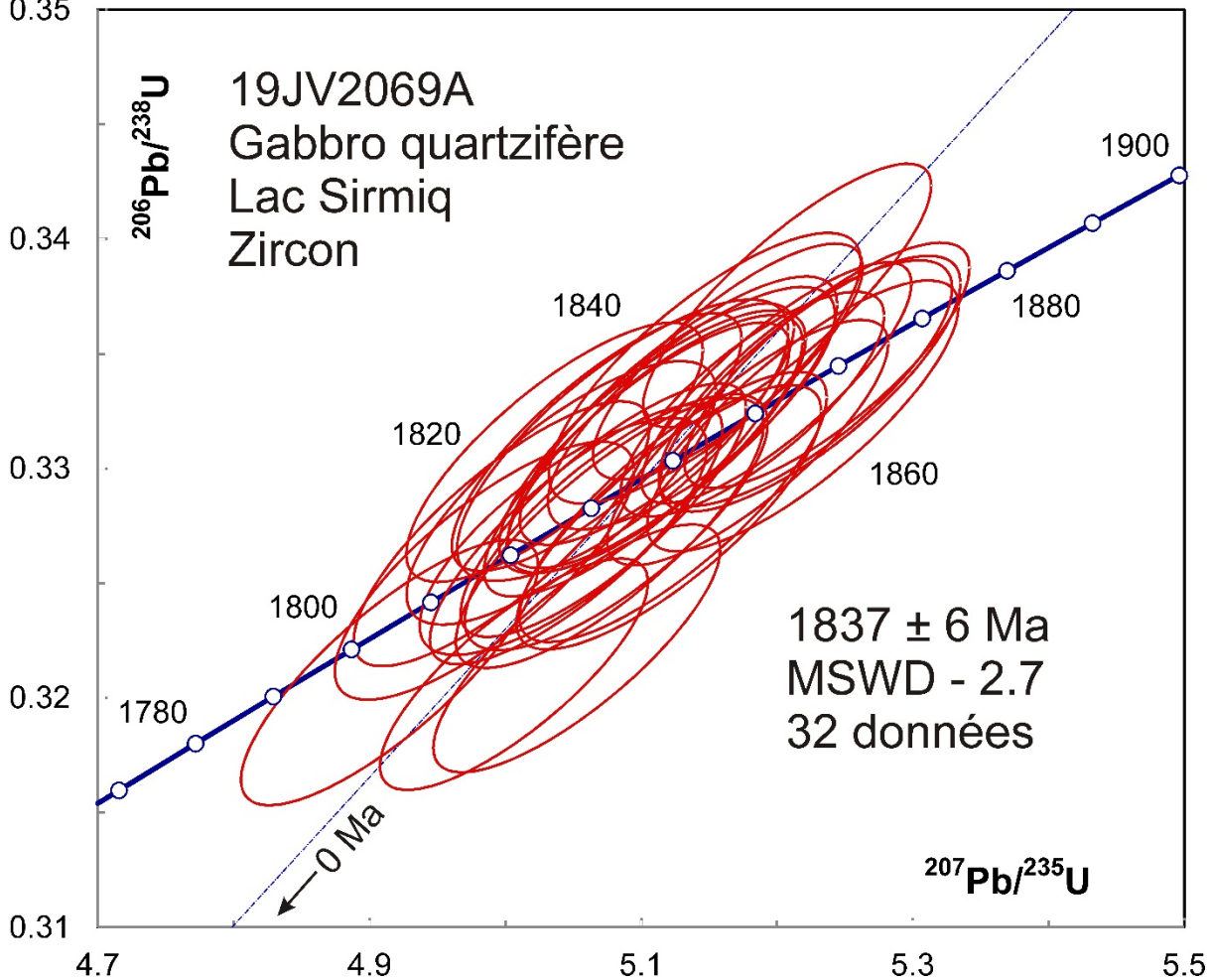


Figure 2.10.3 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons de l'échantillon de gabbrorite mouchetée 2019-JV-2069A.

3. Churchill – Lac Parent

3.1 – 2019-GL-2108B – Niveau d'arénite dans un conglomérat polygénique rouge

Cet échantillon a donné une faible quantité de zircons de formes diverses et généralement arrondis (figure 3.1.1). Quelques grains euhédres ont aussi été sélectionnés pour analyse U-Pb (figure 3.1.2). Les images en BSE des zircons arrondis montrent des structures diverses, ce qui indique une population détritique (figure 3.1.3).

Les âges $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ des zircons arrondis varient de 1844 Ma à 3398 Ma (figure 3.1.4). Un groupe d'âges jeunes présente une moyenne de 1861 ± 4 Ma (figure 3.1.5). Il n'y a aucune évidence de perte de Pb par diffusion puisque les analyses sont généralement concordantes et les rapports Th/U sont $> 0,1$, ce qui suggère une origine magmatique. Il s'agit donc probablement de l'âge maximal de déposition du conglomérat.

Il est probable que les zircons euhédres soient d'origine volcanique avec une source localisée à proximité du site de déposition. Les grains euhédres sont relativement petits et ont donc été analysés sur du ruban adhésif sans polissage. Bien que le nombre d'analyses soit faible, la distribution est semblable à celle des grain arrondis avec une concentration d'âges jeunes. Les cinq résultats les plus jeunes donnent une moyenne de 1872 ± 7 Ma.

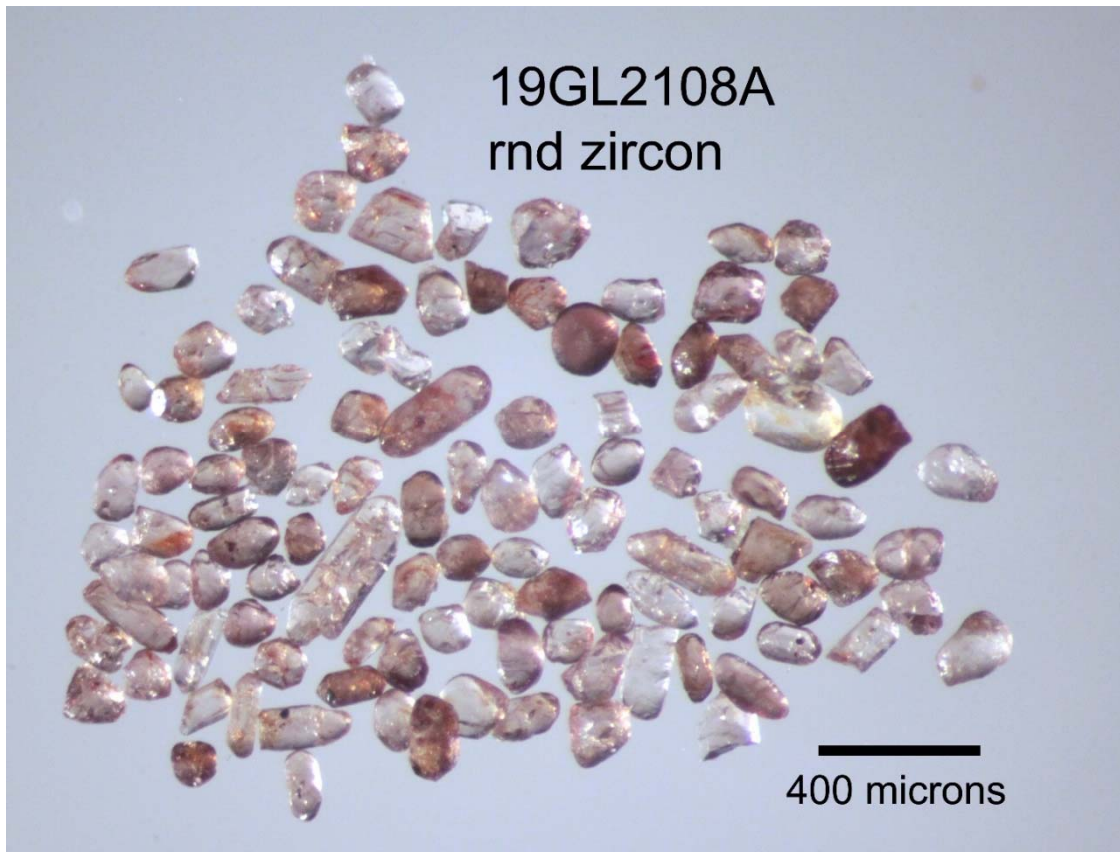


Figure 3.1.1 – Zircons sélectionnés de l'échantillon d'arénite 2019-GL-2108B.



Figure 3.1.2 – Zircons euhédres sélectionnés de l'échantillon d'arénite 2019-GL-2108B.

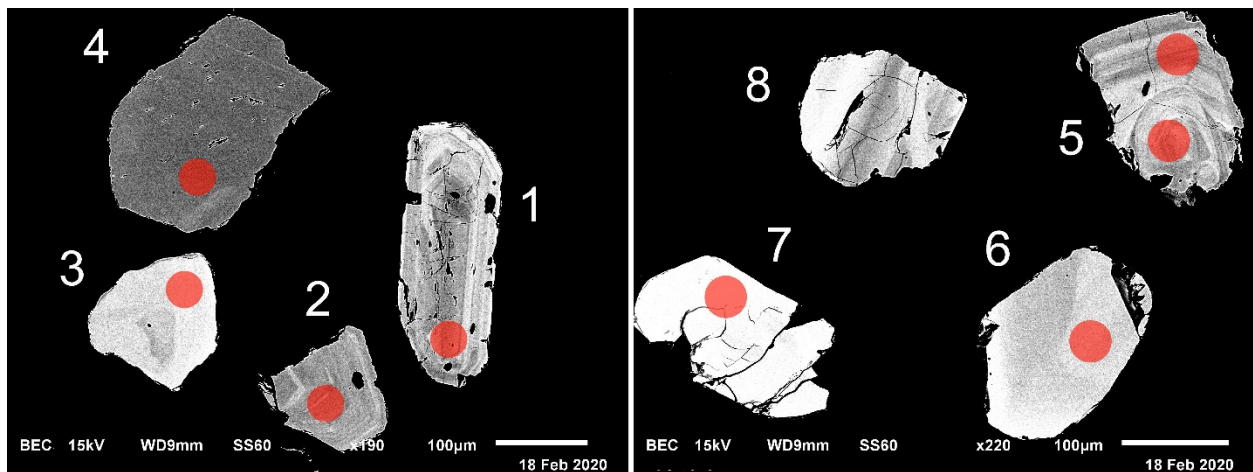


Figure 3.1.2 – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon d'arénite 2019-GL-2108B. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

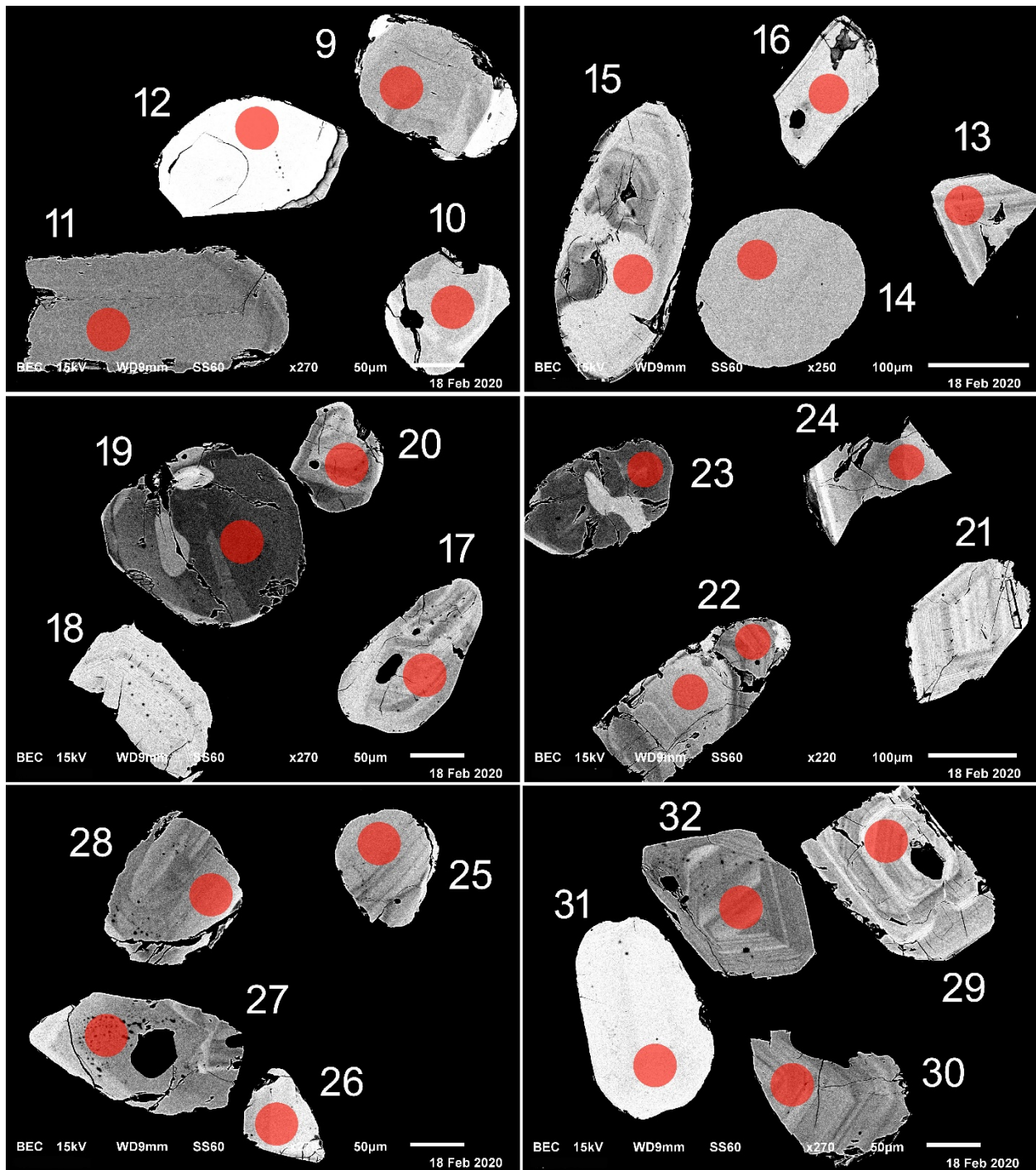


Figure 3.1.2 (suite) – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon d'arénite 2019-GL-2108B. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

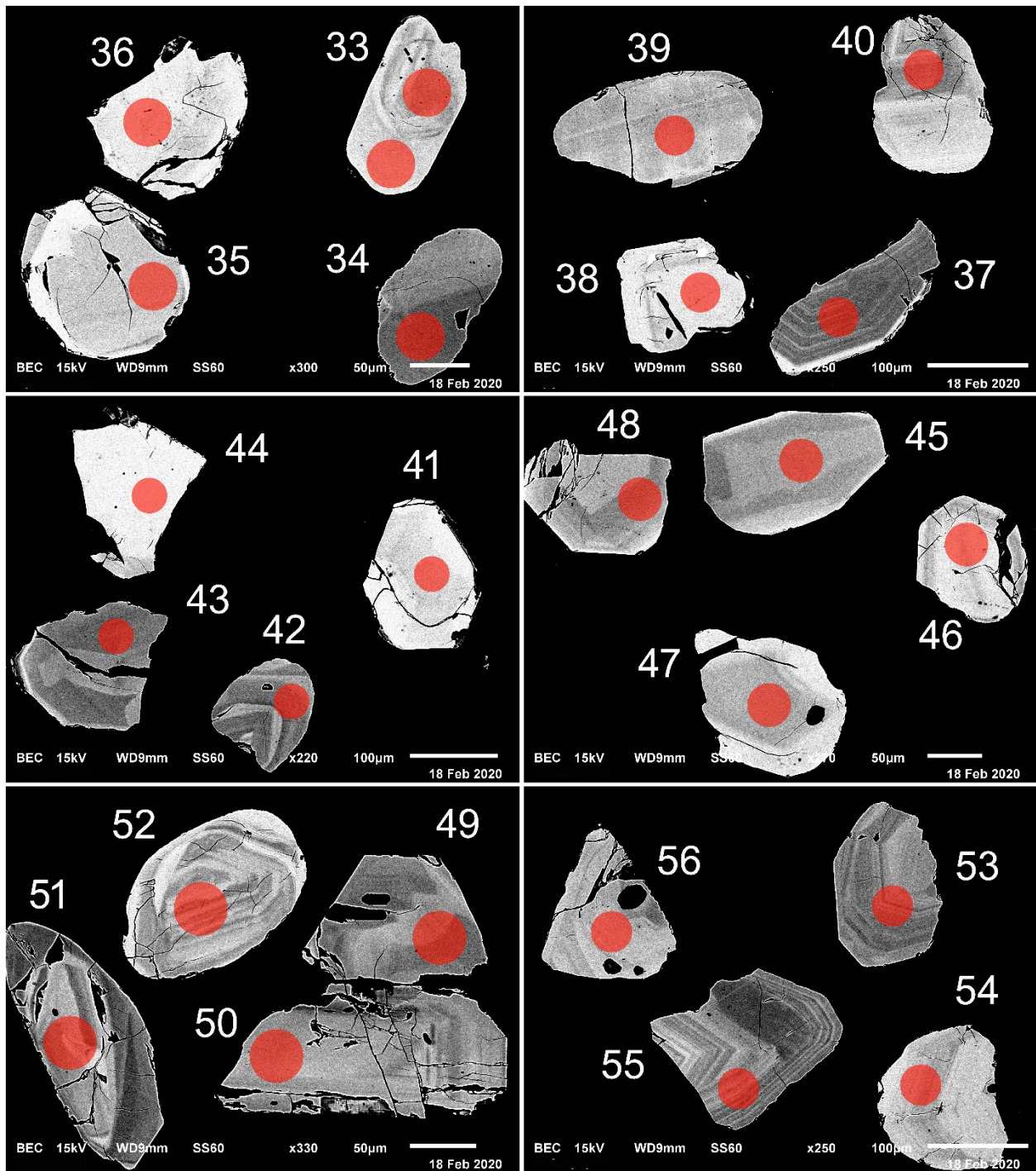


Figure 3.1.2 (suite) – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon d'arénite 2019-GL-2108B. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

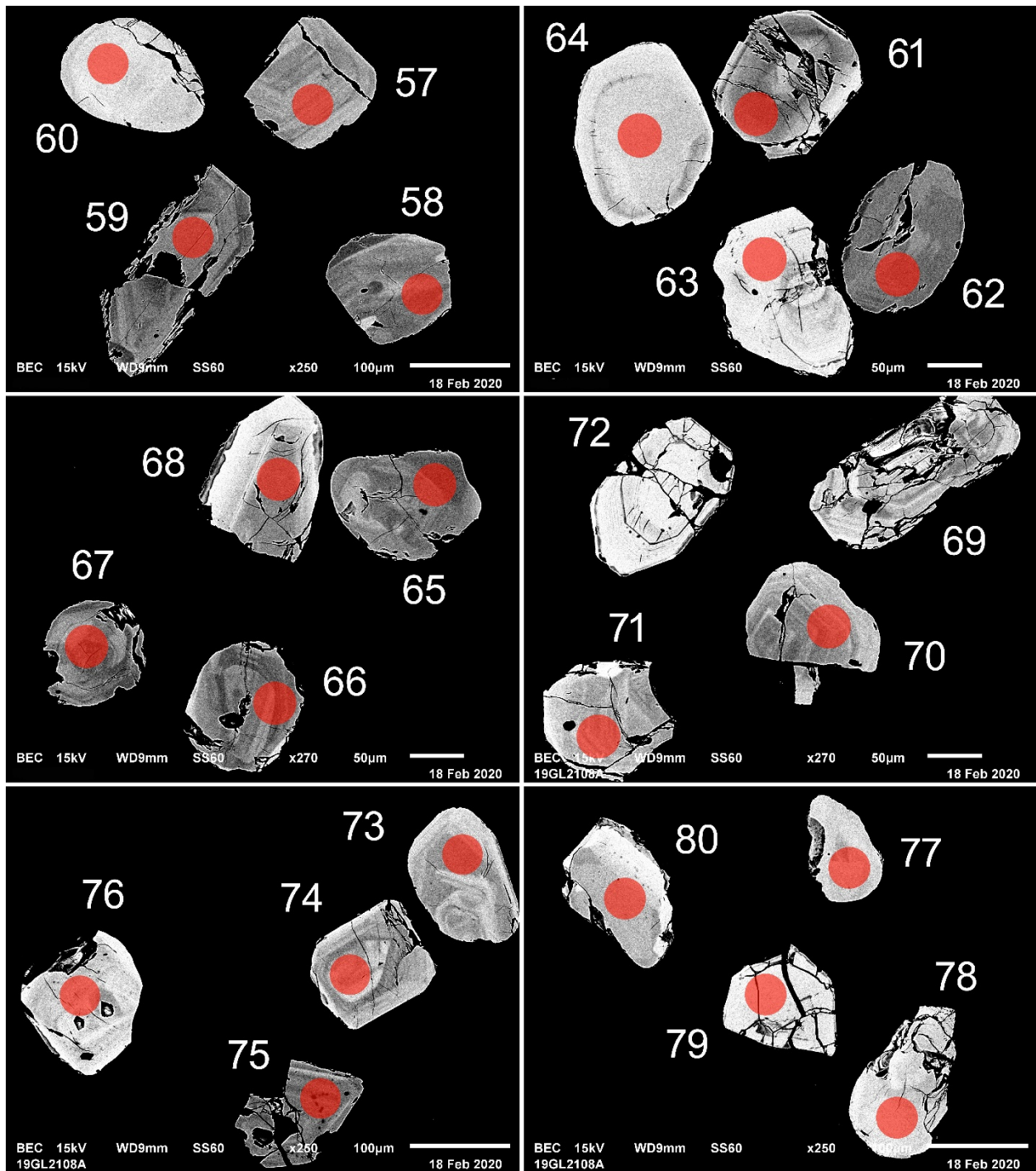


Figure 3.1.2 (suite) – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon d'arénite 2019-GL-2108B. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

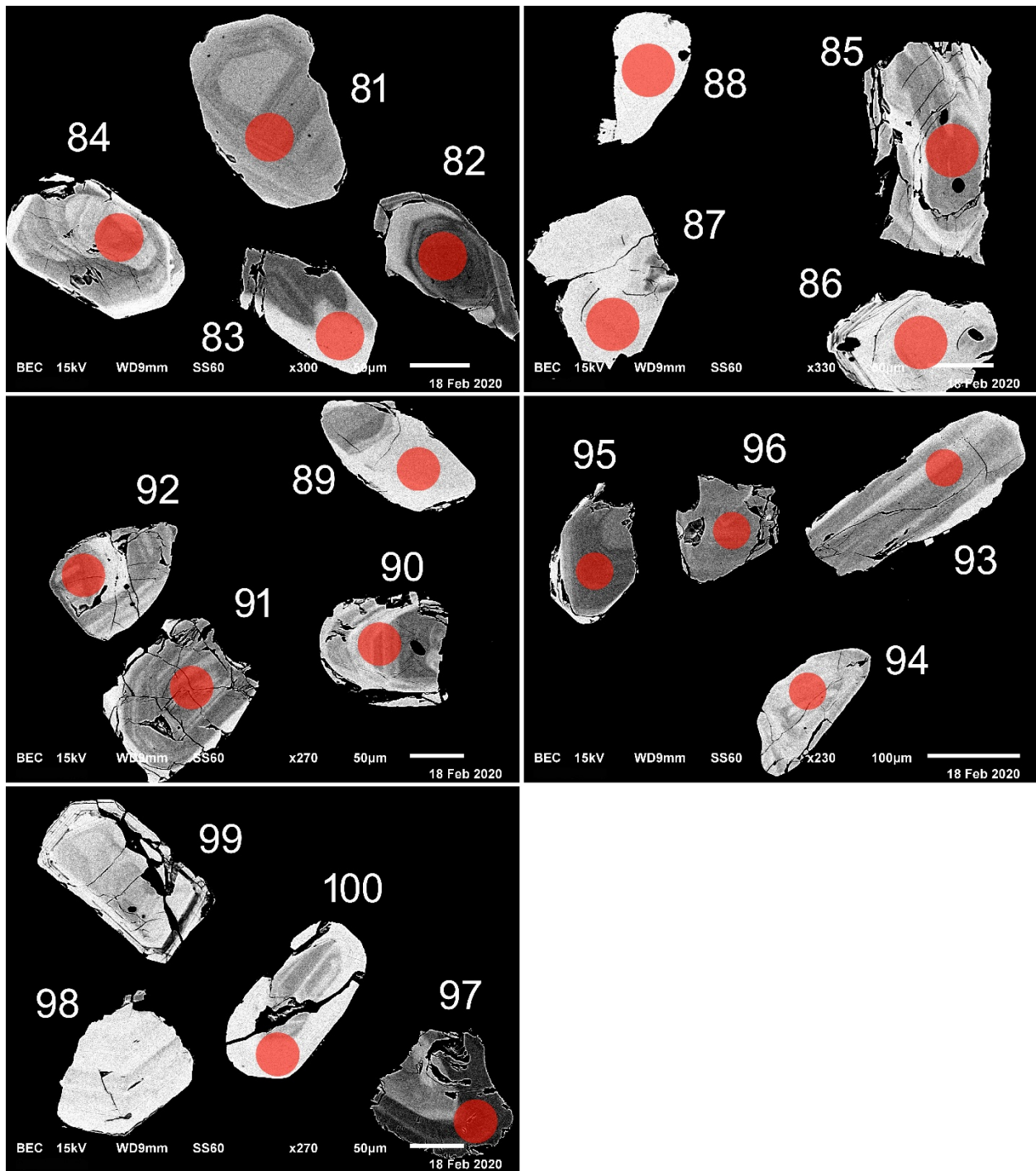


Figure 3.1.2 (suite) – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon d'arénite 2019-GL-2108B. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

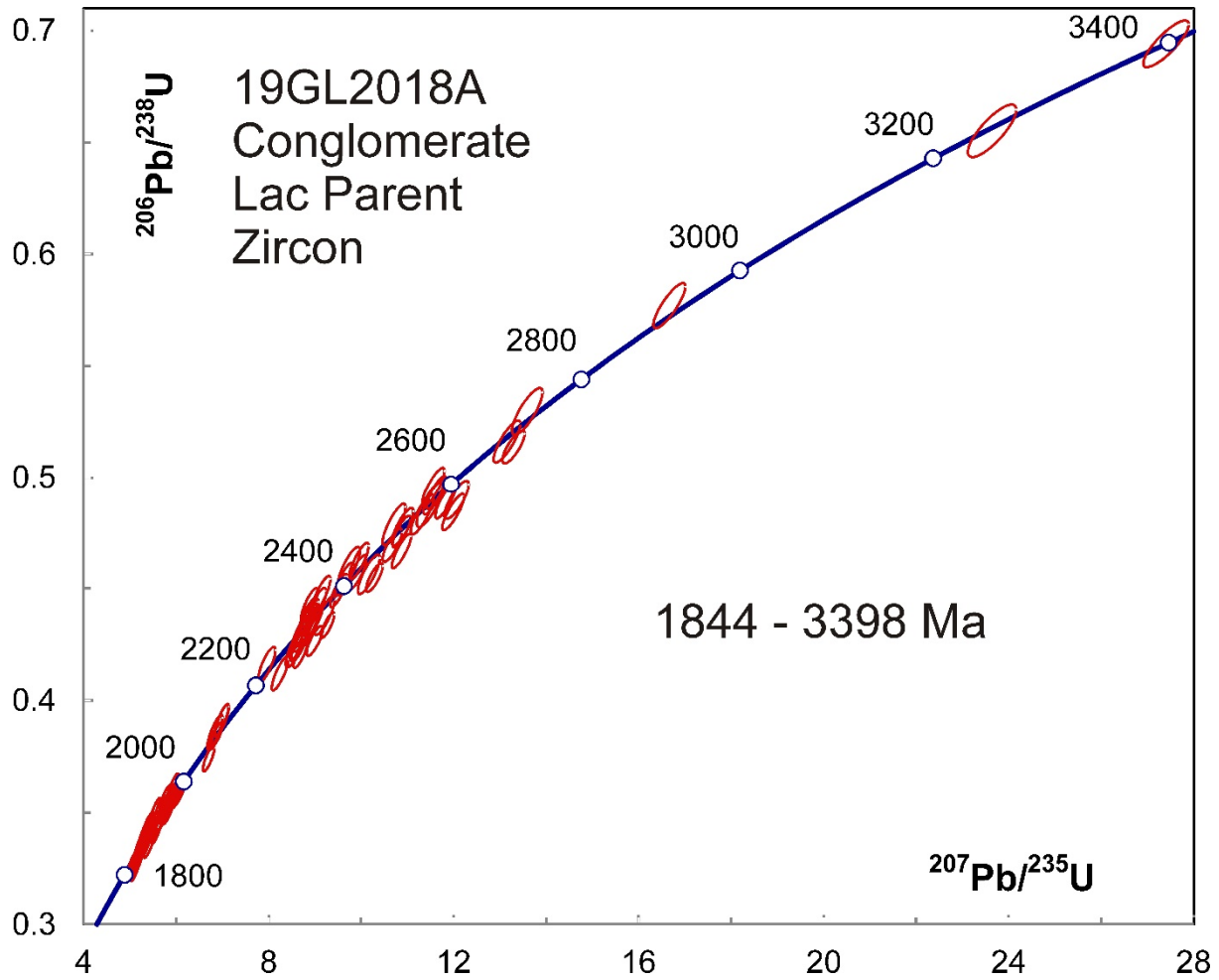


Figure 3.1.3 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons arrondis de l'échantillon d'arénite 2019-GL-2108B.

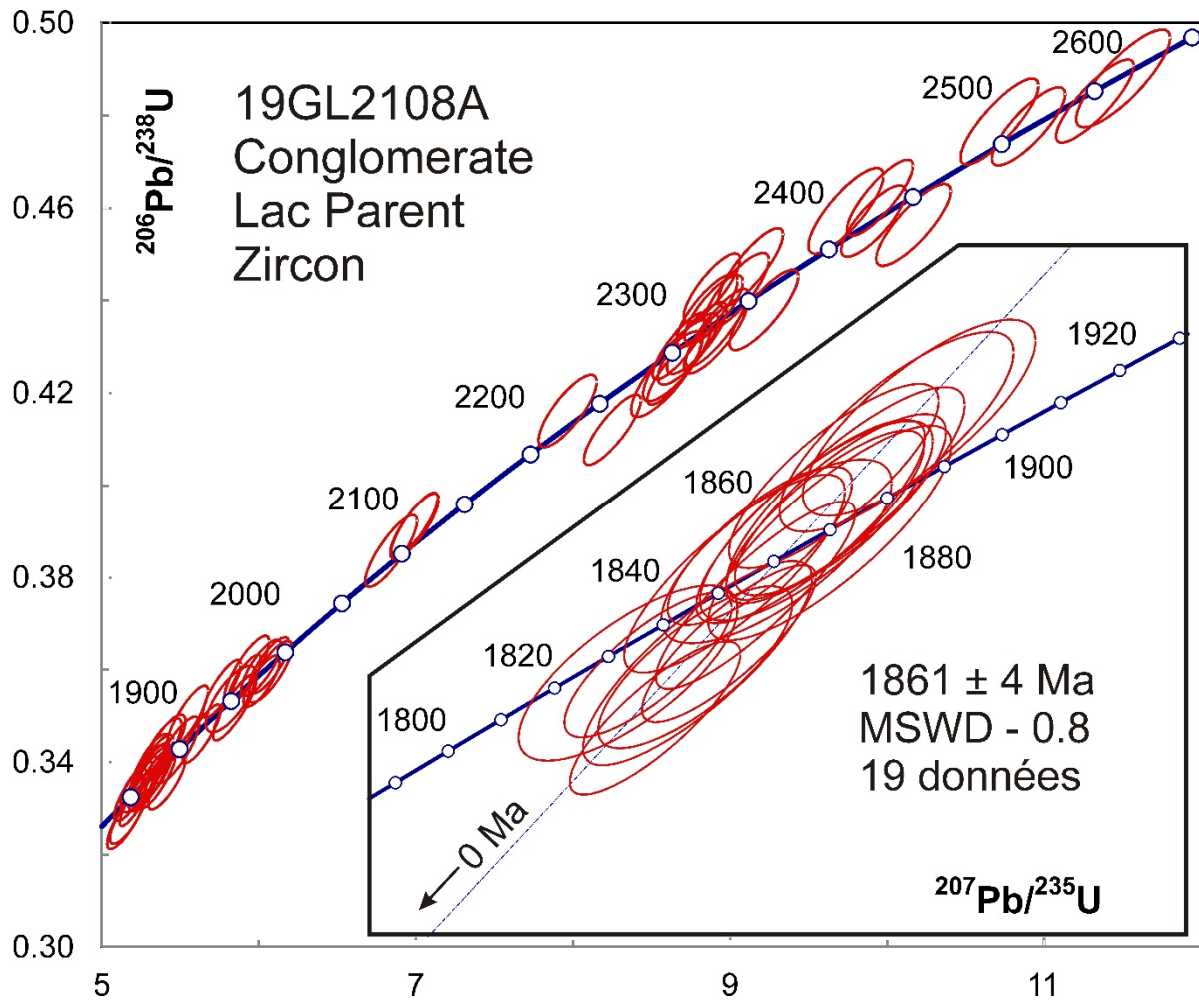


Figure 3.1.4 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons arrondis néoarchéens et paléoprotozoïque de l'échantillon d'arénite 2019-GL-2108B.

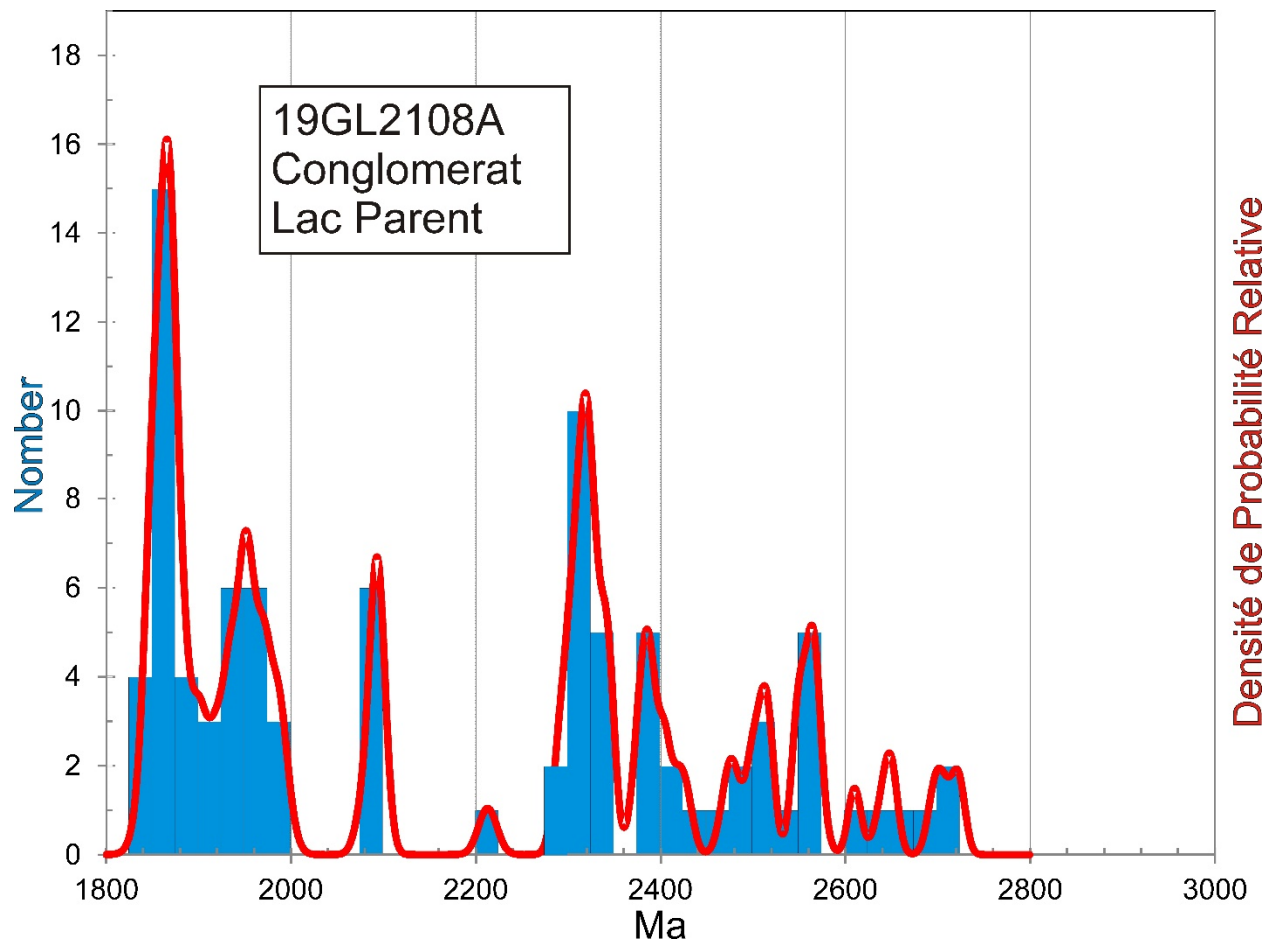


Figure 3.1.5 – Histogramme et diagramme de densité-probabilité relative des âges $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ de l'échantillon d'arénite 2019-GL-2108B. Trois âges mésoarchéens se situent en dehors des limites du diagramme.

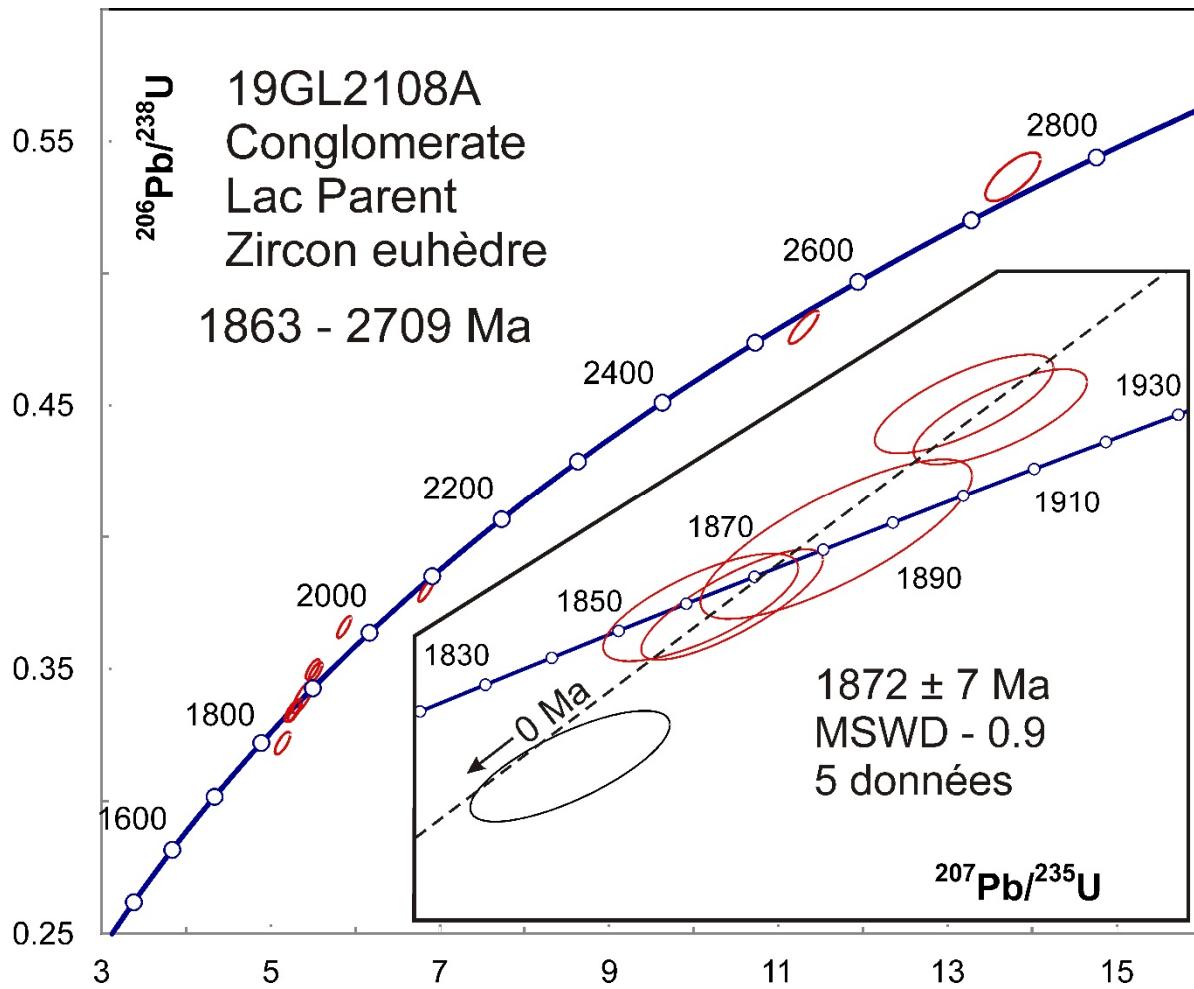


Figure 3.1.6 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons euhédres de l'échantillon d'arénite 2019-GL-2108B.

3.2 – 2019-GL-2150A – Gabbro à leucoxène

Cet échantillon n'a pas donné de minéraux datables.

3.3 – 2018-GM-5054A – Mésogabbro pegmatitique à quartz

Cet échantillon a donné une petite quantité de zircons sous la forme de gros grains partiellement altérés (figure 3.3.1). Il contenait également du rutile (figure 3.3.2). Les images en BSE des zircons montrent des grains fêlés avec de vagues zonations (figure 3.3.3), alors que les rutiles ne sont pas zonés (figure 3.3.4).

Les analyses U-Pb des zircons s'accordent dans les limites des erreurs avec un âge $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ moyen de 1914 ± 4 Ma (MSWD = 1,1; figure 3.3.5), ce qui correspond à l'âge de cristallisation du gabbro. La concentration en U du rutile est trop basse pour permettre une datation.



Figure 3.3.1 – Zircons sélectionnés de l'échantillon de gabbro pegmatitique 2018-GM-5054A photographiés avec des arrière-plans blanc et noir pour montrer l'altération.



Figure 3.3.2 – Rutiles sélectionnés de l'échantillon de gabbro pegmatitique 2018-GM-5054A.

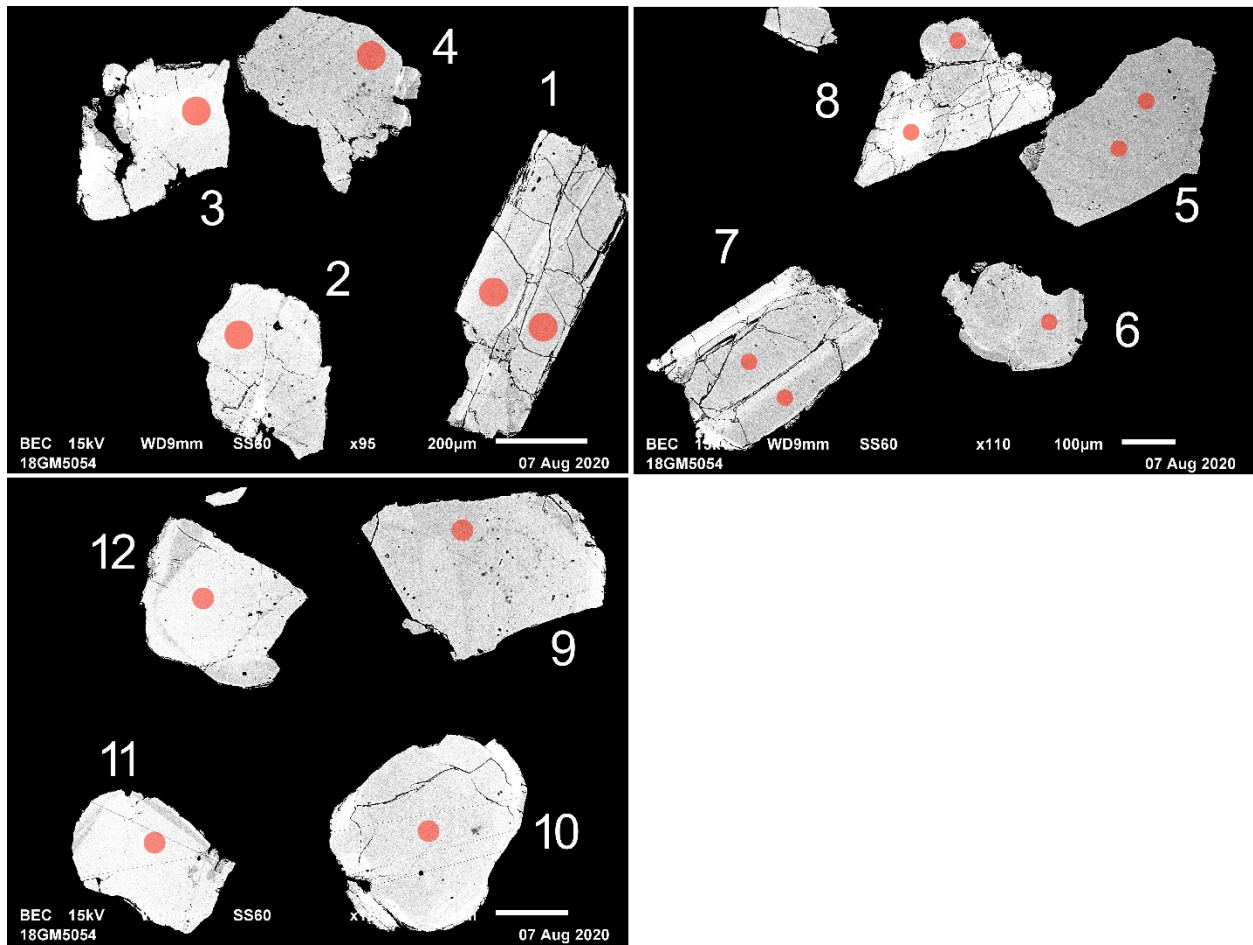


Figure 3.3.3 – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon de gabbro pegmatitique 2018-GM-5054A. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

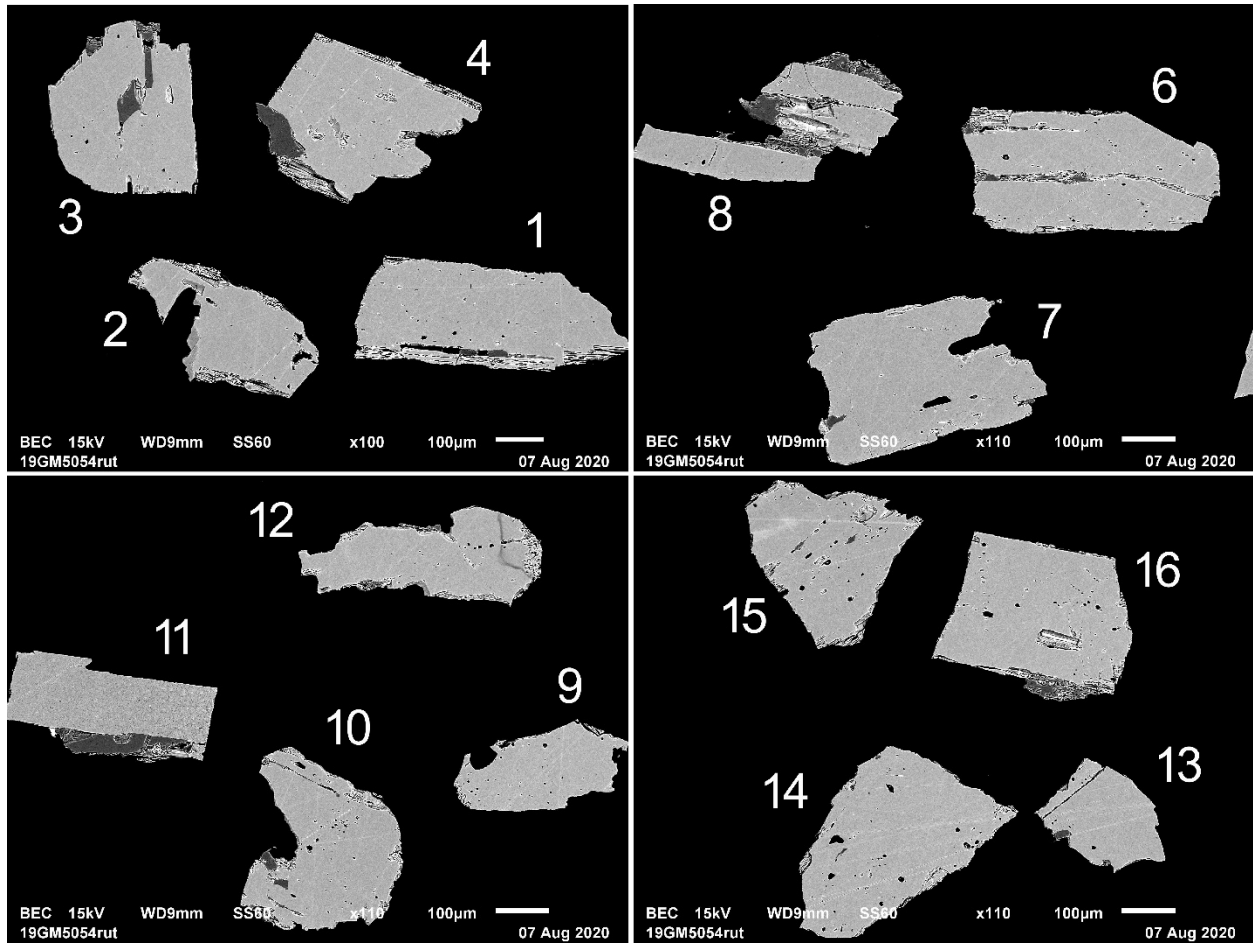


Figure 3.3.4 – Images en BSE des rutiles polis de l'échantillon de gabbro pegmatitique 2018-GM-5054A.

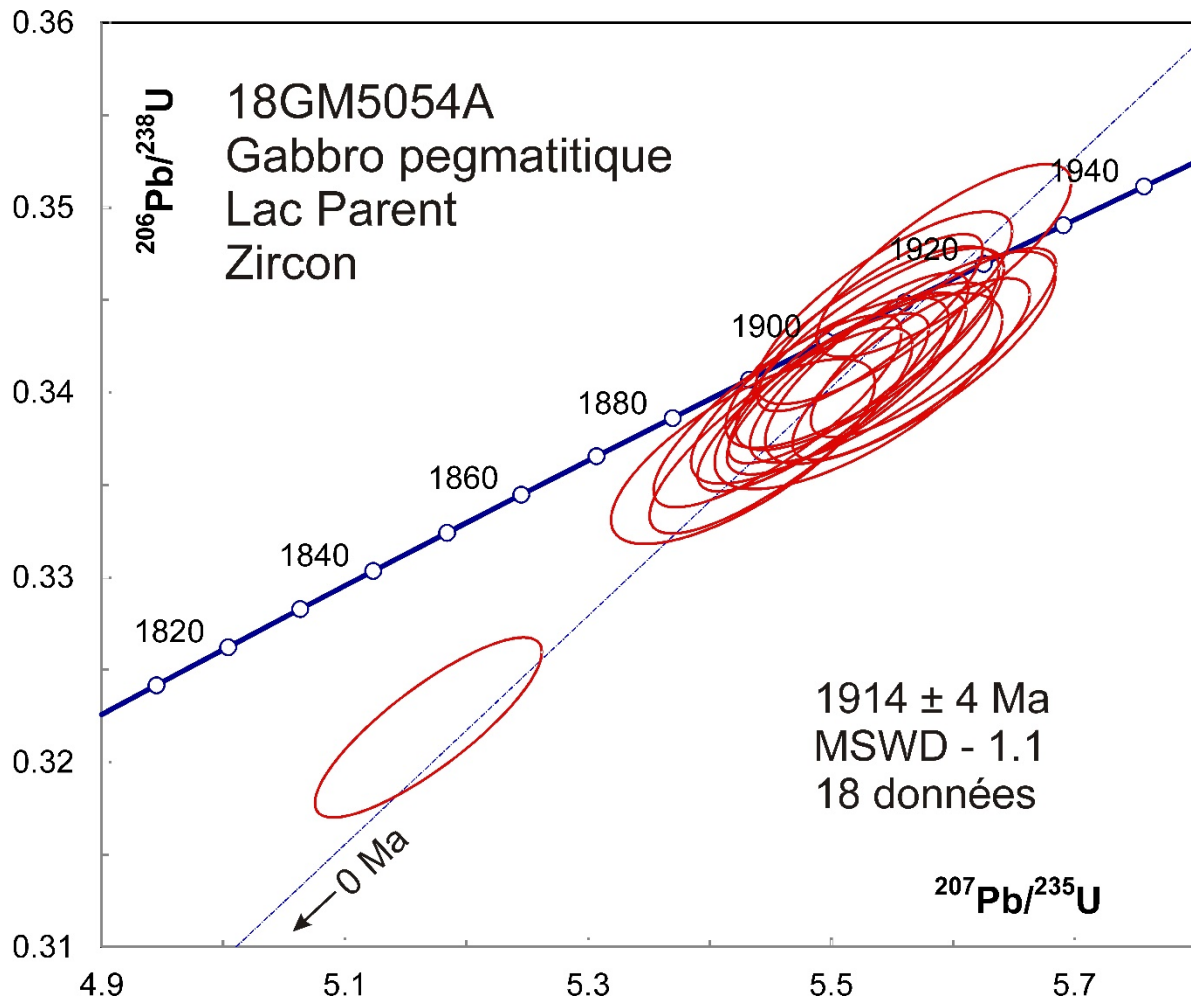


Figure 3.3.5 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons de l'échantillon de gabbro pegmatitique 2018-GM-5054A.

3.4 – 2019-GM-5063A – Tonalite massive et homogène

Cet échantillon a donné une abondance de zircons sous la forme de petits prismes courts (figure 3.4.1). Les images en BSE montrent une population homogène de zircons montrant des inclusions et une zonation oscillatoire typique des zircons magmatiques provenant de roches felsiques (figure 3.4.2). Les analyses U-Pb s'accordent à peu près dans la limite des erreurs avec un âge $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ moyen de 1895 ± 5 Ma (MSWD = 1,7; figure 3.4.3) qui représente la meilleure estimation de l'âge de cristallisation de la tonalite.



Figure 3.4.1 – Zircons sélectionnés de l'échantillon de tonalite massive 2019-GM-5063A.

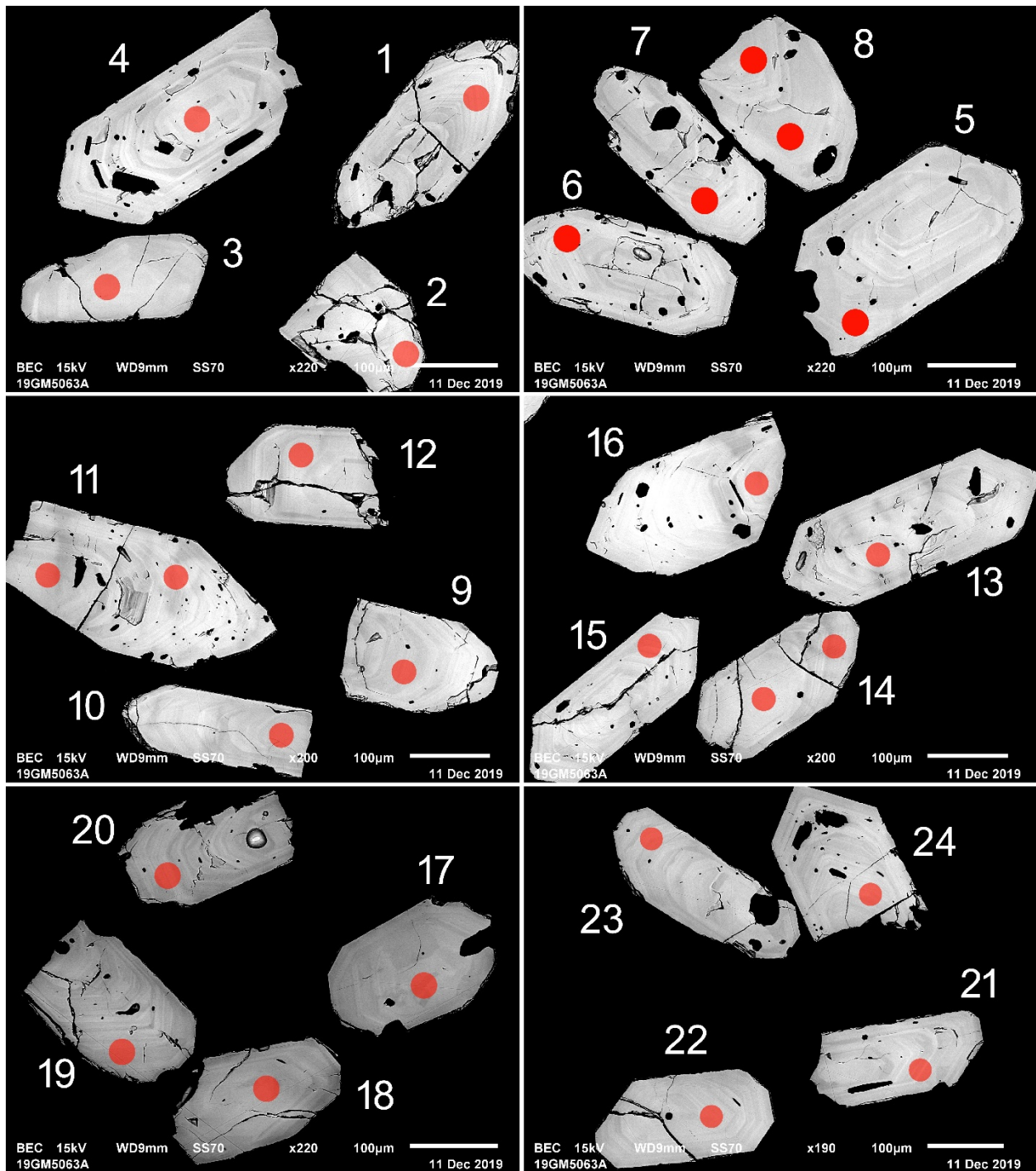


Figure 3.4.2 – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon de tonalite massive 2019-GM-5063A. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

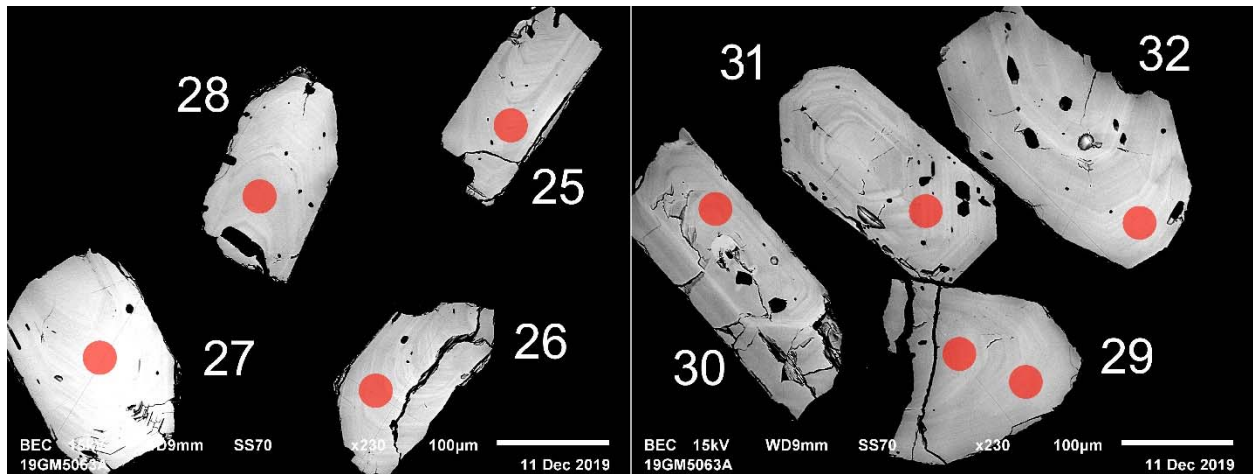


Figure 3.4.2 (suite) – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon de tonalite massive 2019-GM-5063A. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

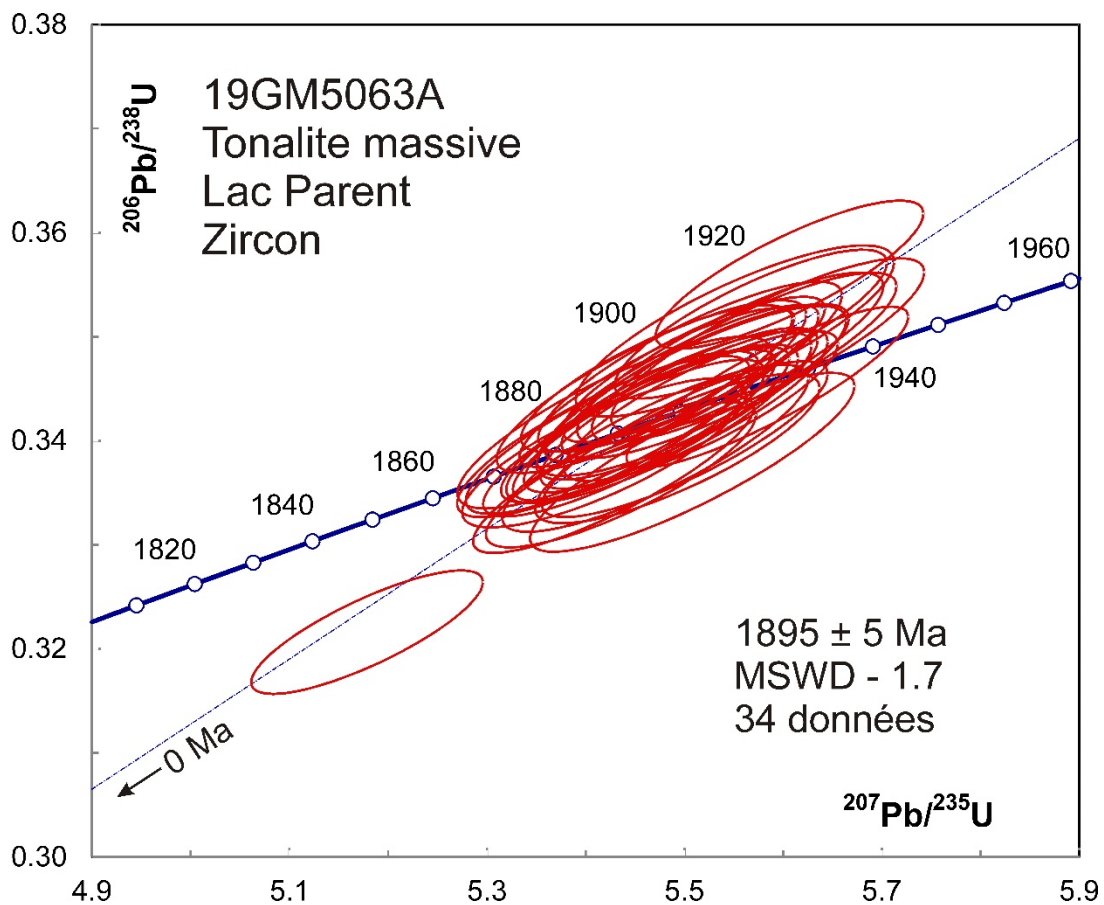


Figure 3.4.3 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons de l'échantillon de tonalite massive 2019-GM-5063A.

3.5 – 2019-GM-5107A – Diorite quartzifère granoblastique

Cet échantillon a donné une petite quantité de zircons formant des petits grains trapus et arrondis (figure 3.5.1). En raison de la taille des zircons, les analyses ont été réalisées sur des grains entiers fixés sur du ruban adhésif (figure 3.5.2). Les analyses de deux groupes de zircons donnent les mêmes âges $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ moyens de 1854 ± 4 Ma (MSWD = 1,5) et 1854 ± 3 Ma (MSWD = 1,2; figures 3.5.3a et 3.5.3b). Les rapports Th/U autour de 0,1 ne permettent pas de déterminer si le zircon est d'origine magmatique ou métamorphique. Quelques profils montrent des rapports Th/U qui varient de 0,01 à 0,1 au cours de l'analyse (par ex. les analyses 8 dans le groupe 1 et 14 dans le groupe 2). Ceci suggère une zonation des rapports Th/U à l'échelle des grains. La diorite pourrait ainsi avoir cristallisé en profondeur dans des conditions métamorphiques.

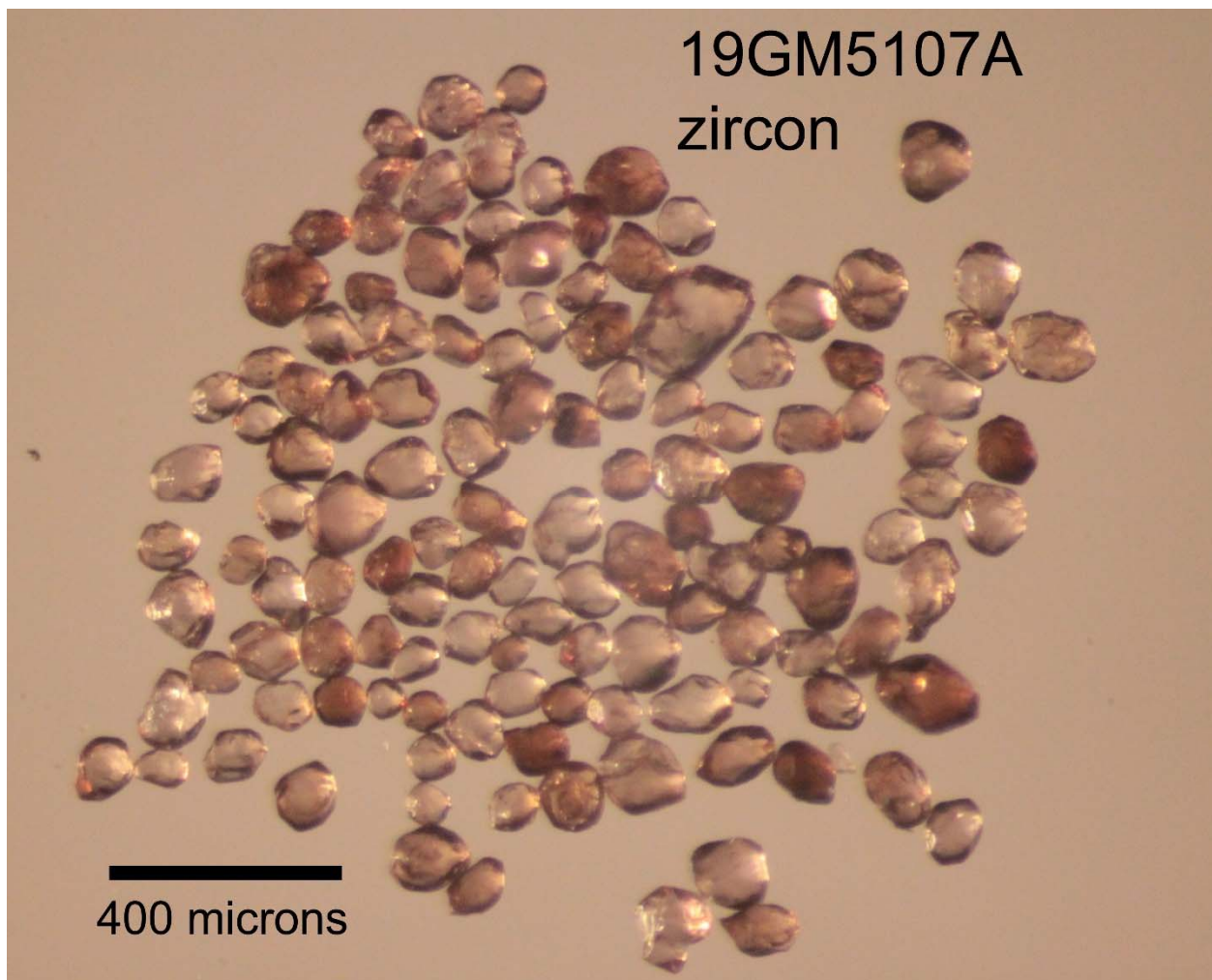


Figure 3.5.1 – Zircons sélectionnés de l'échantillon de diorite quartzifère granoblastique 2019-GM-5107A.

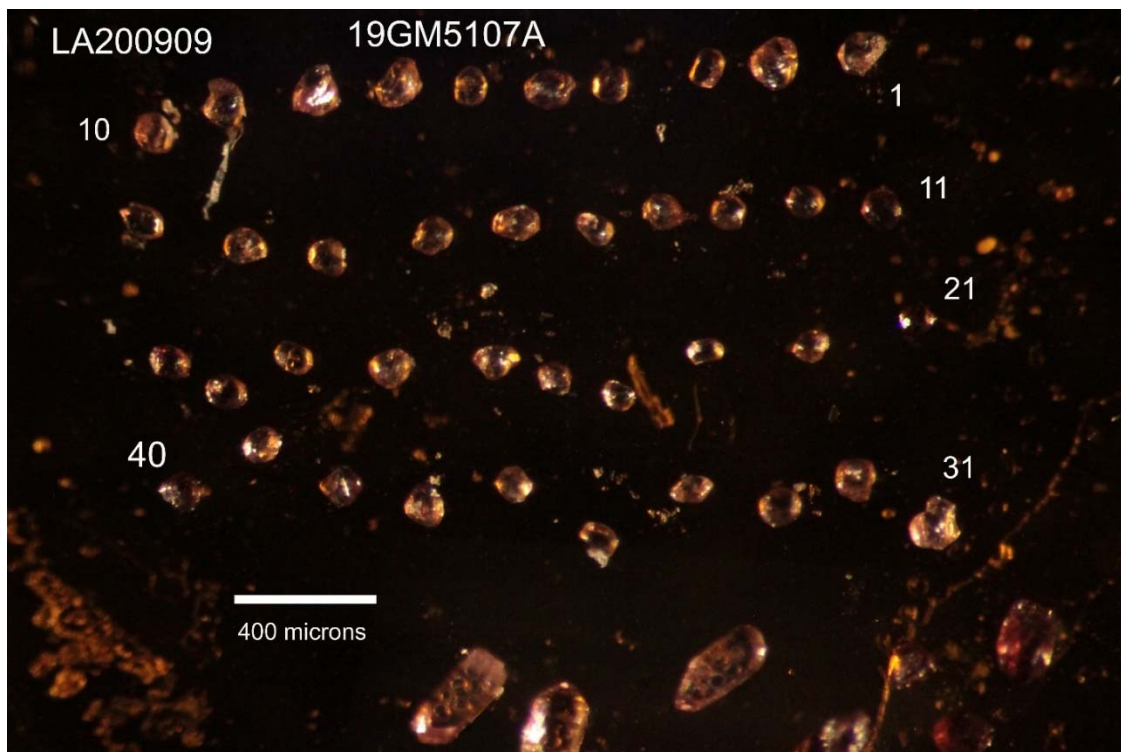
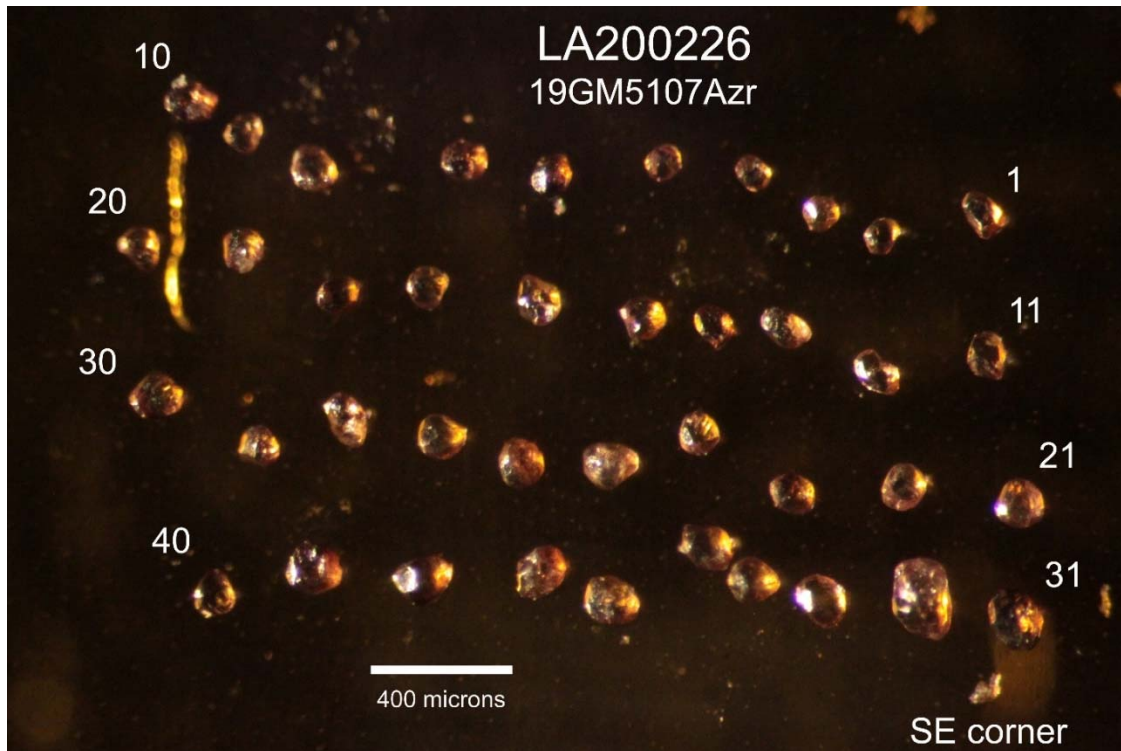


Figure 3.5.2 – Deux groupes de zircons sélectionnés de l'échantillon de diorite quartzifère granoblastique 2019-GM-5107A fixés sur du ruban adhésif pour analyse U-Pb.

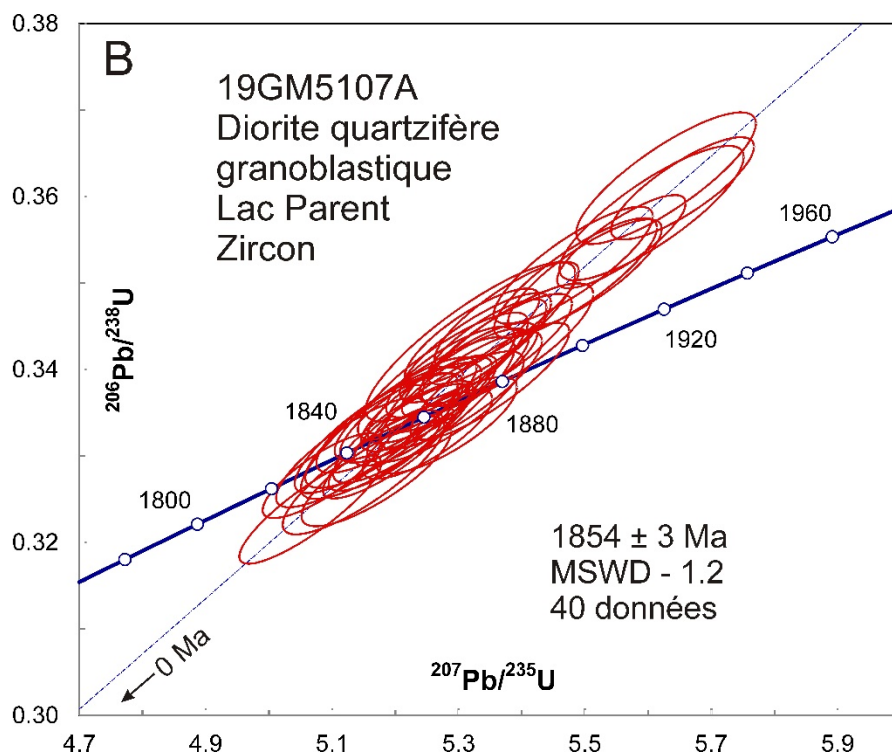
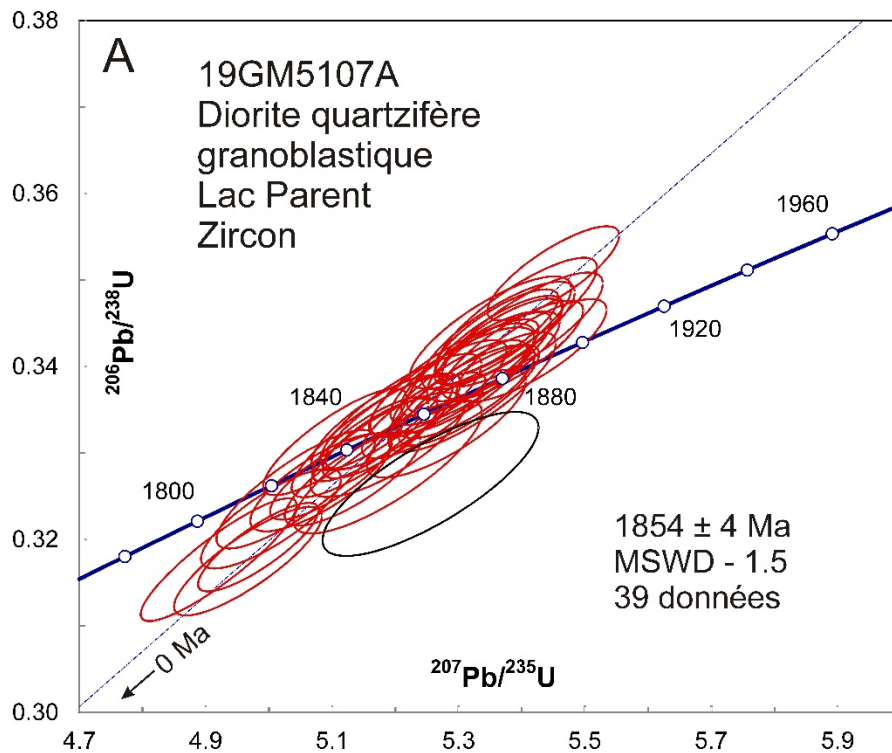


Figure 3.5.3a et 3.5.3b – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour deux groupes de zircons de l'échantillon de diorite quartzifère granoblastique 2019-GM-5107A. Les données de l'ellipse en noir ne sont pas incluses dans le calcul de l'âge moyen.

3.6 – 2019-GM-5122A – Tonalite grossière foliée

Cet échantillon a donné une petite quantité de zircons sous la forme de petits prismes euhédres fêlés, mais frais (figure 3.6.1). En raison de la taille des zircons, les analyses ont été réalisées sur des grains entiers fixés sur du ruban adhésif (figure 3.6.2).

Comme pour l'échantillon précédant, deux groupes de zircons ont été analysés avec des âges $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ moyens de 1871 ± 3 Ma (MSWD = 1,4) et de 1885 ± 7 Ma (MSWD = 1,5; figure 3.6.3). Ces deux âges ont été calculés en utilisant l'étalon DD91-1. Les zircons du premier groupe ont aussi été analysés avec l'étalon DD85-17. L'âge moyen obtenu avec ce dernier étalon est de 1876 ± 3 Ma (MSWD = 1,4), lequel est toujours plus jeune que celui du second groupe. Les zircons de cet échantillon sont fortement zonés, entraînant des variations rapides du signal lors de l'analyse. Puisque les analyses des isotopes de masses différentes se font à des moments différents, ceci peut introduire des biais. Puisque les signaux de la seconde session ne sont pas aussi stables que ceux de la première où deux étalons ont été utilisés, on considère l'âge de 1871 ± 3 Ma comme celui le plus fiable.



Figure 3.6.1 – Zircons sélectionnés de l'échantillon de tonalite foliée 2019-GM-5122A.

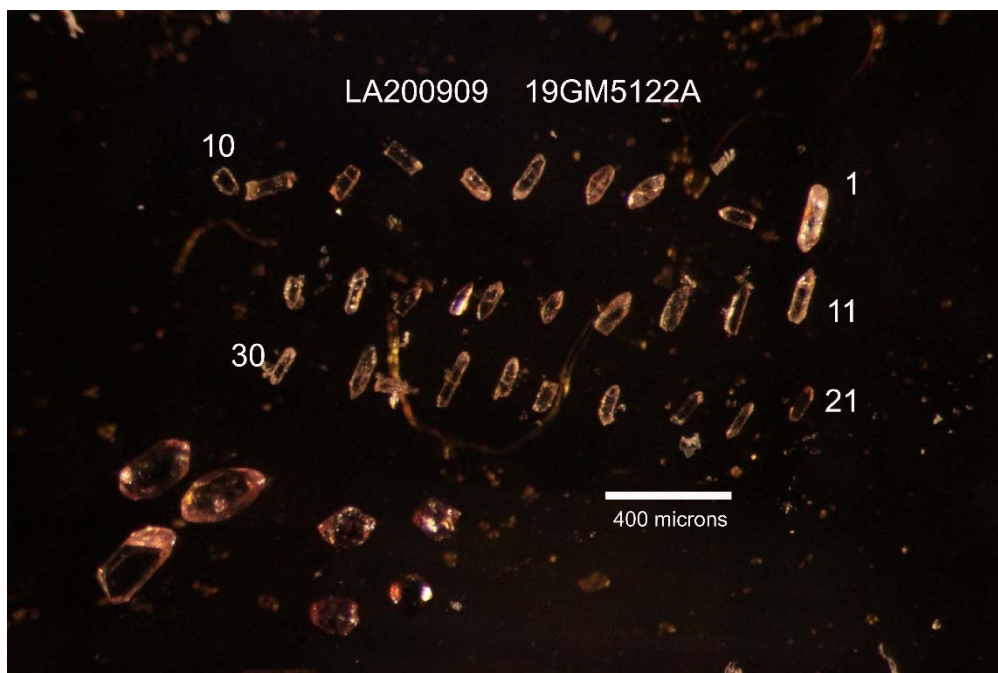
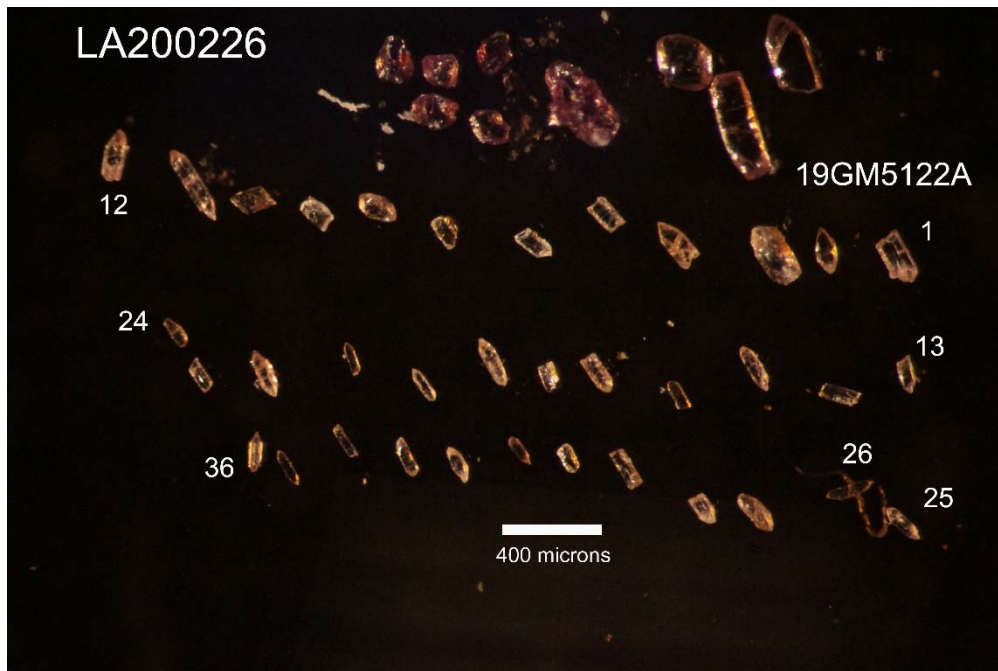


Figure 3.6.2 – Zircons sélectionnés de l'échantillon de tonalite foliée 2019-GM-5122A fixés sur du ruban adhésif pour analyse U-Pb.

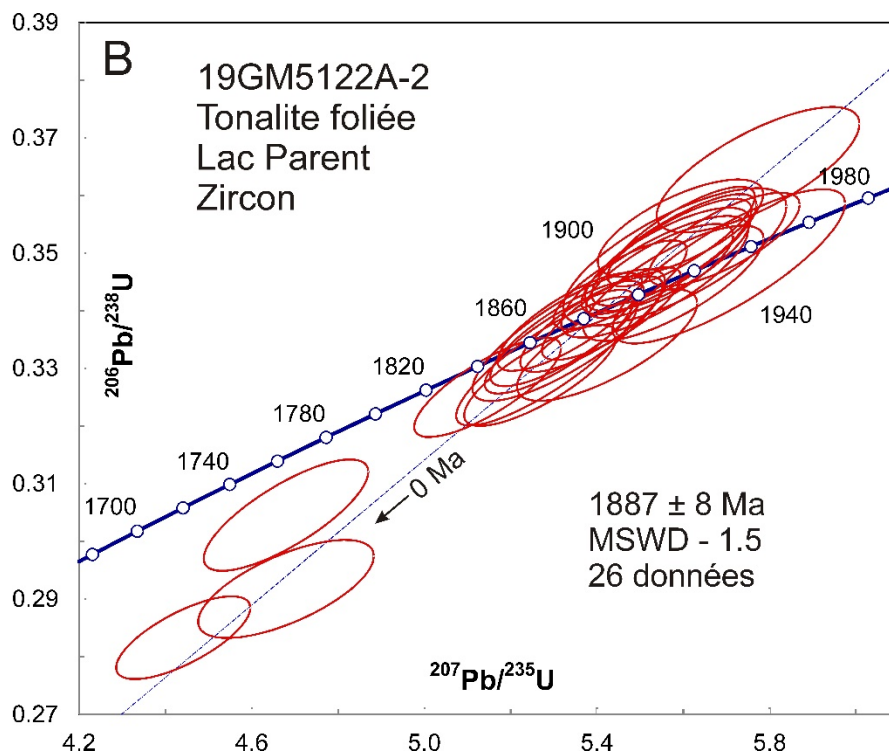
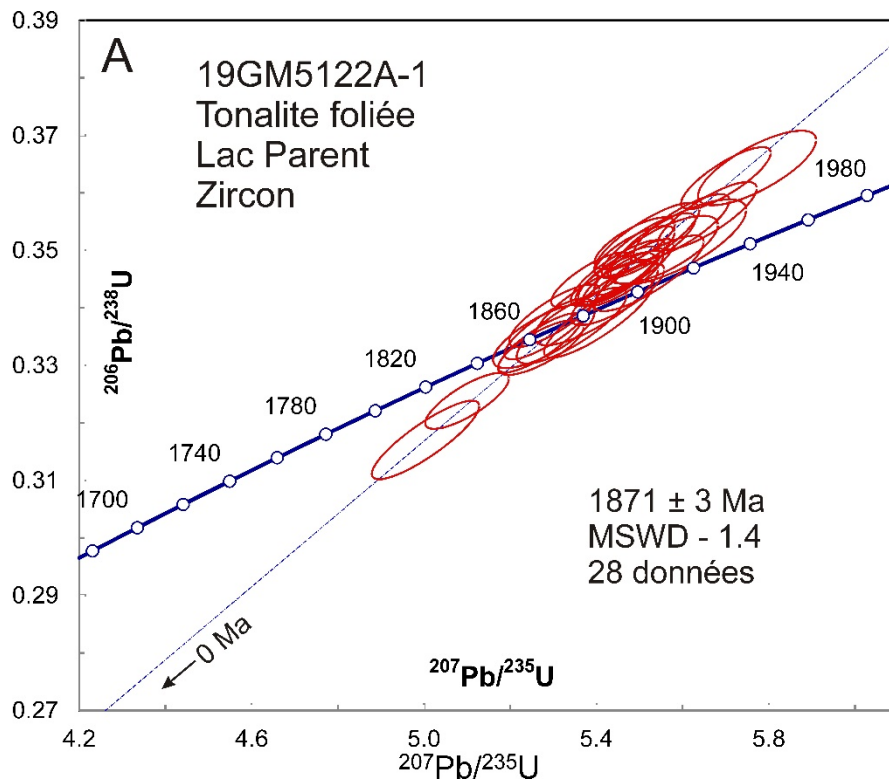


Figure 3.6.3a et 3.6.3b – Diagrammes concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons de l'échantillon de tonalite foliée 2019-GM-5122A lors de deux sessions analytiques.

3.7 – 2019-GM-5149A – Conglomérat à cailloux de quartz

Cet échantillon n'a pas donné de minéraux datables.

3.8 – 2019-GM-5151A – Rhyolite schisteuse

Cet échantillon a donné une petite quantité de zircons sous la forme de prismes euhédres fêlés (figure 3.8.1). Les images en BSE montrent des cristaux peu zonés, mais quelques grains peuvent avoir des noyaux (figure 3.8.2). Les analyses U-Pb forme un groupe avec un âge $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ moyen de 1950 ± 5 Ma (figure 3.8.3), mais les données ne s'accordent pas tout à fait dans la limite des erreurs (MSWD = 2,5). Une modélisation statistique (Sambridge et Compston, 1994) semble indiquer une population bimodale (figure 3.8.4) avec des composantes d'âges égales à 1941 ± 5 Ma et 1963 ± 6 Ma qui pourraient représenter respectivement l'âge du volcanisme et l'âge des noyaux ou d'une population héritée.

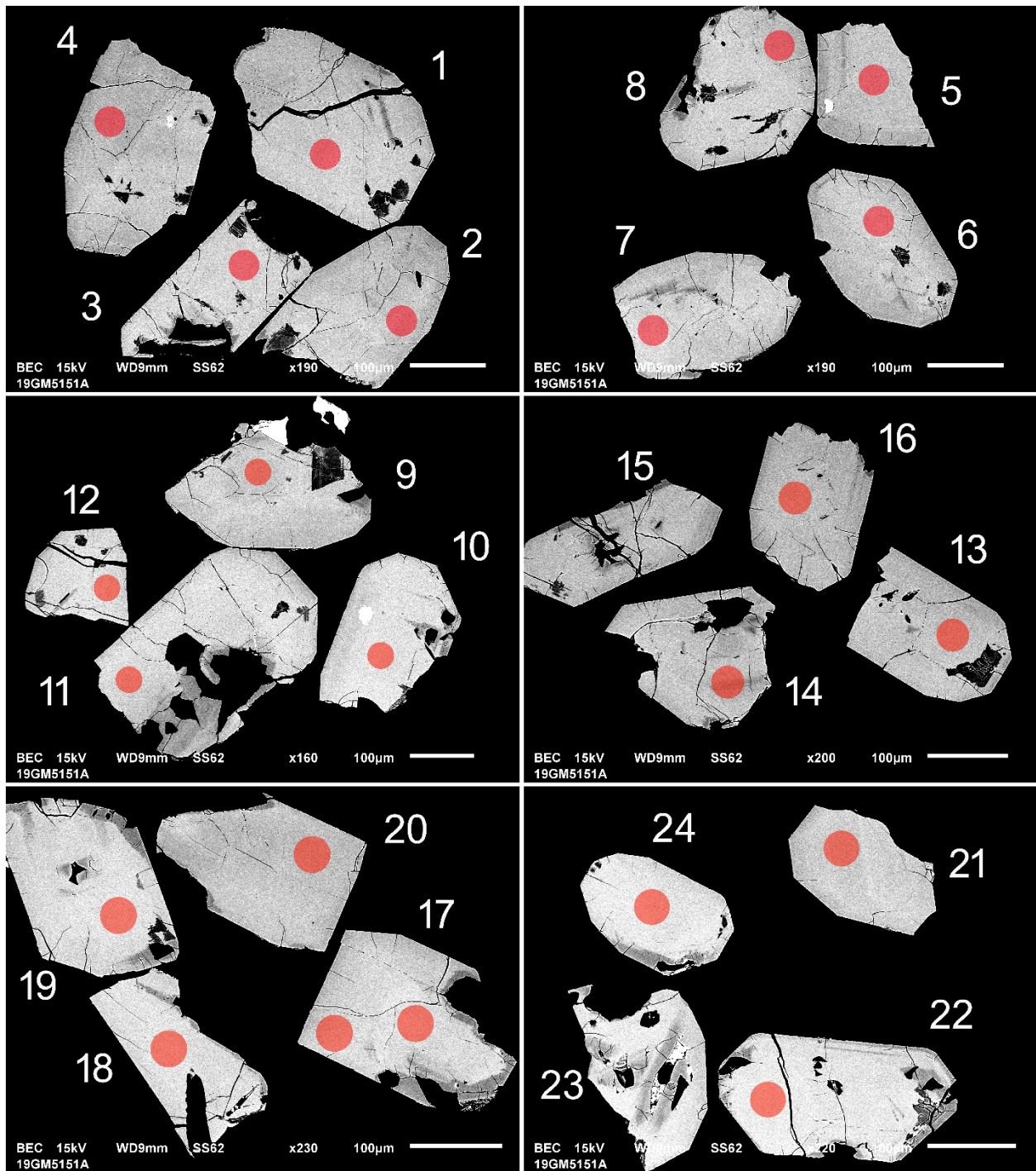


Figure 3.8.2 – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon de rhyolite schisteuse 2019-GM-5151A. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

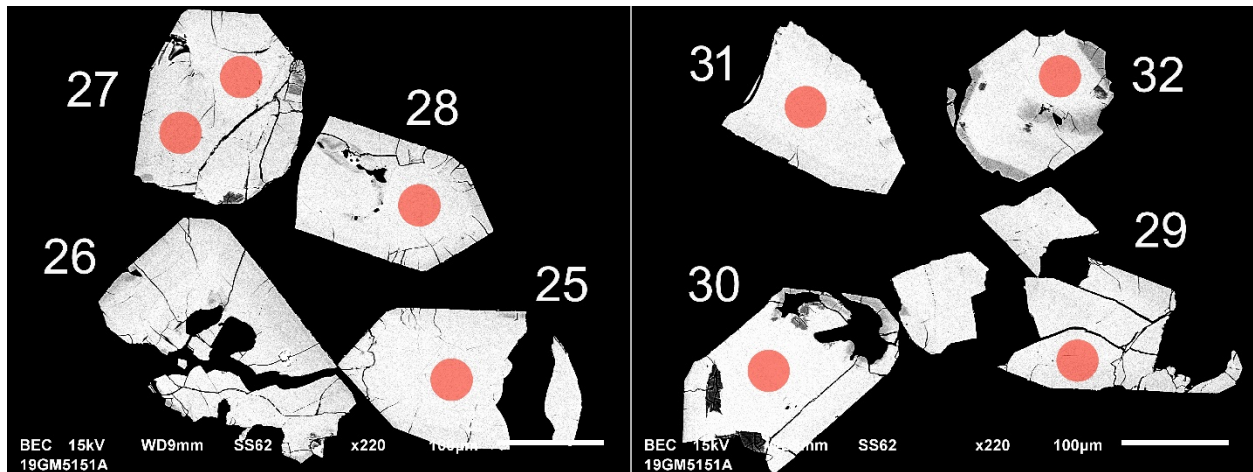


Figure 3.8.2 (suite) – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon de rhyolite schisteuse 2019-GM-5151A. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

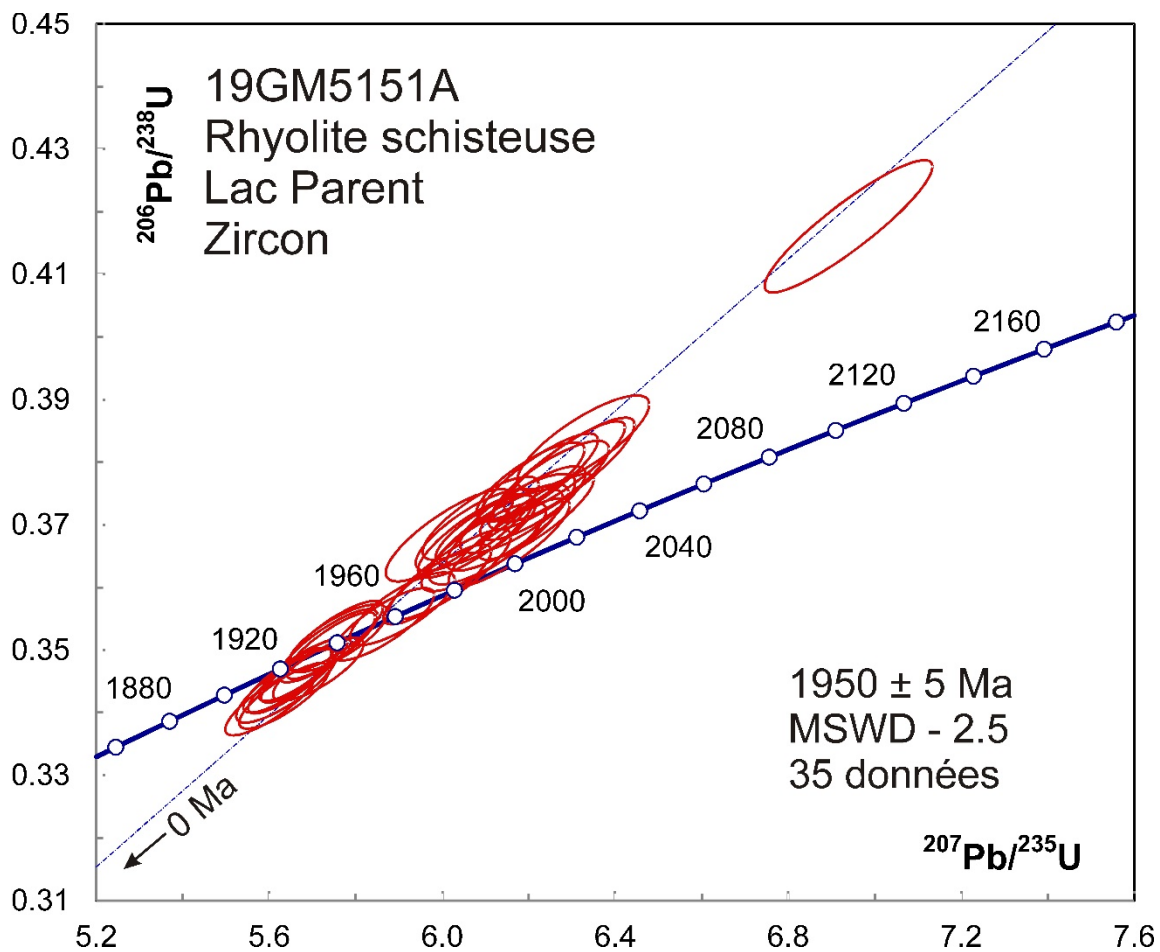


Figure 3.8.3 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons de l'échantillon de rhyolite schisteuse 2019-GM-5151A.

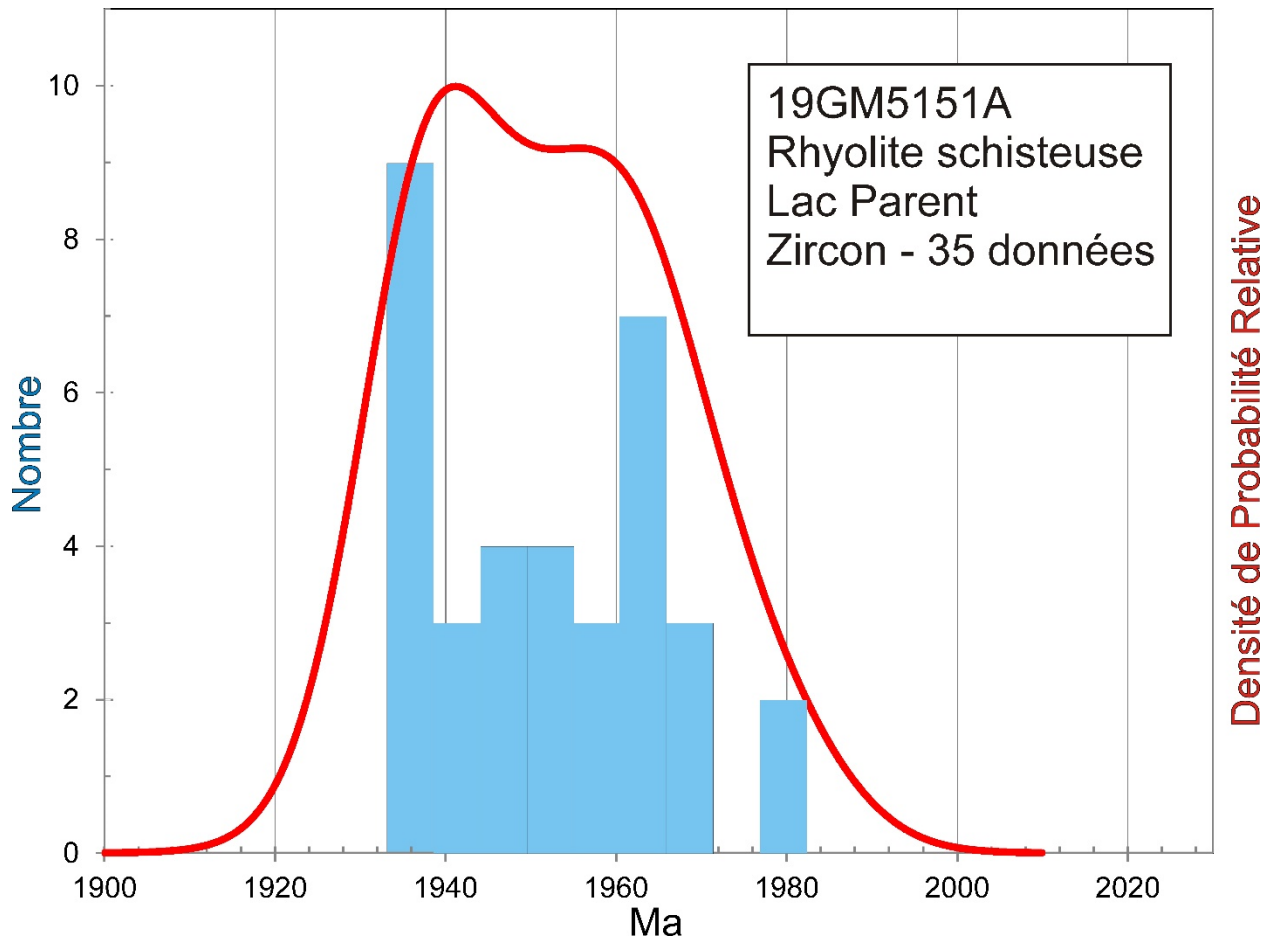


Figure 3.8.4 – Histogramme et diagramme de densité de probabilité relative des âges $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ de l'échantillon de rhyolite schisteuse 2019-GM-5151A.

3.9 – 2019-GM-5152A – Mudstone et mudrock gréseux

Cet échantillon n'a pas donné de minéraux datables.

3.10 – 2019-GM-5191A – Arénite quartzitique

Cet échantillon n'a pas donné de minéraux datables.

3.11 – 2019-GM-5201A – Gabbro pegmatitique à quartz et grenat

Cet échantillon a donné des zircons sous la forme de grands fragments et de prismes courts euhédres à faces multiples et arrondis (figure 3.11.1). Les images en BSE montrent d'épaisses zonations oscillatoires (figure 3.11.2). Les analyses U-Pb s'accordent dans les limites des erreurs et donnent un âge $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ moyen de 1899 ± 3 Ma (MSWD = 1,3; figure 3.11.3). Les zircons présentent des variations importantes de concentrations en U (25 à 1300 ppm U) qui ne montrent toutefois pas de corrélation avec les rapports Th/U ou les âges (tableau 3).



Figure 3.11.1 – Zircons sélectionnés de l'échantillon de gabbro pegmatitique 2019-GM-5201A.

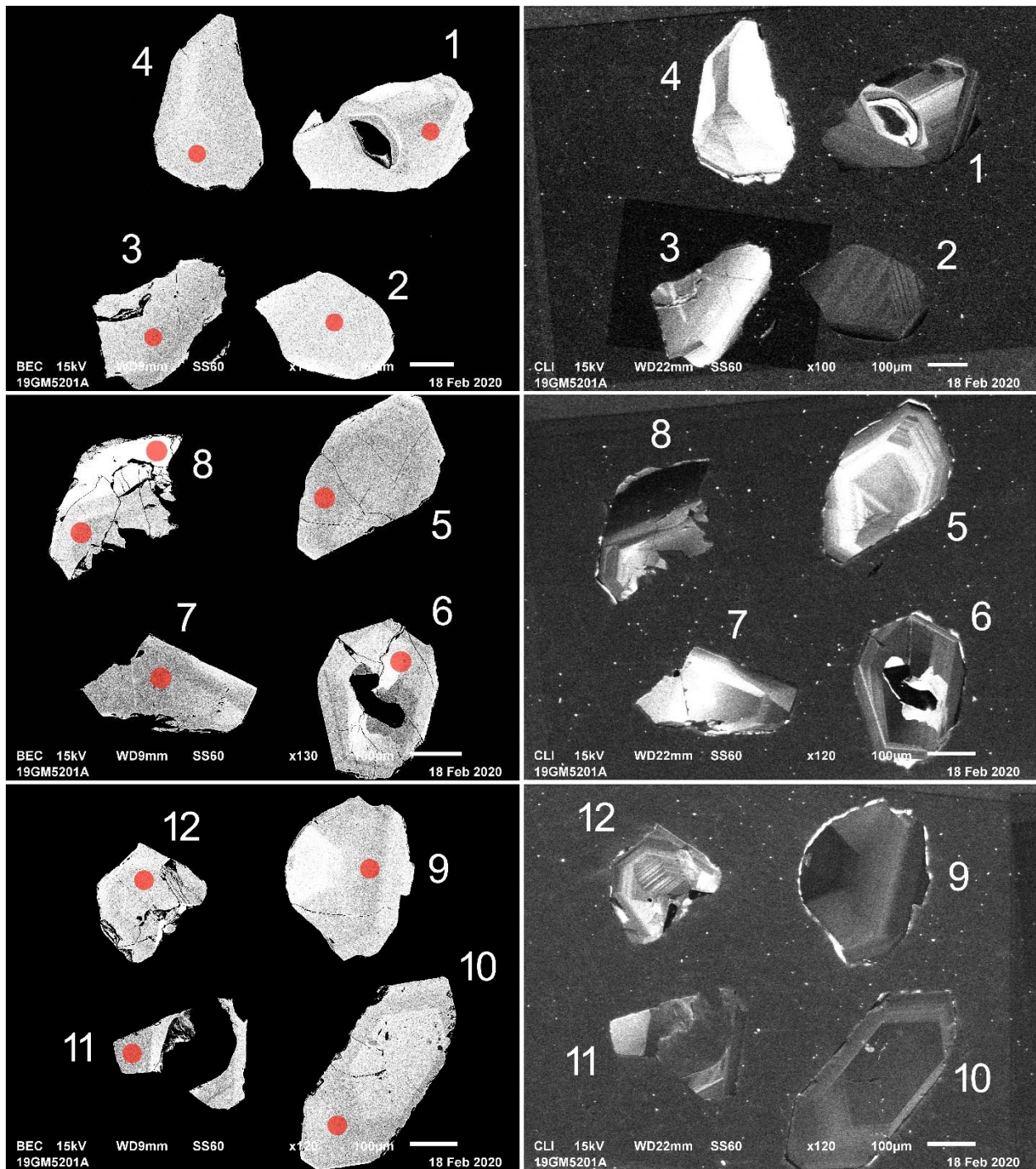


Figure 3.11.2 – Images en BSE (à gauche) et en CL (à droite) des zircons polis de l'échantillon de gabbro pegmatitique 2019-GM-5201A. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

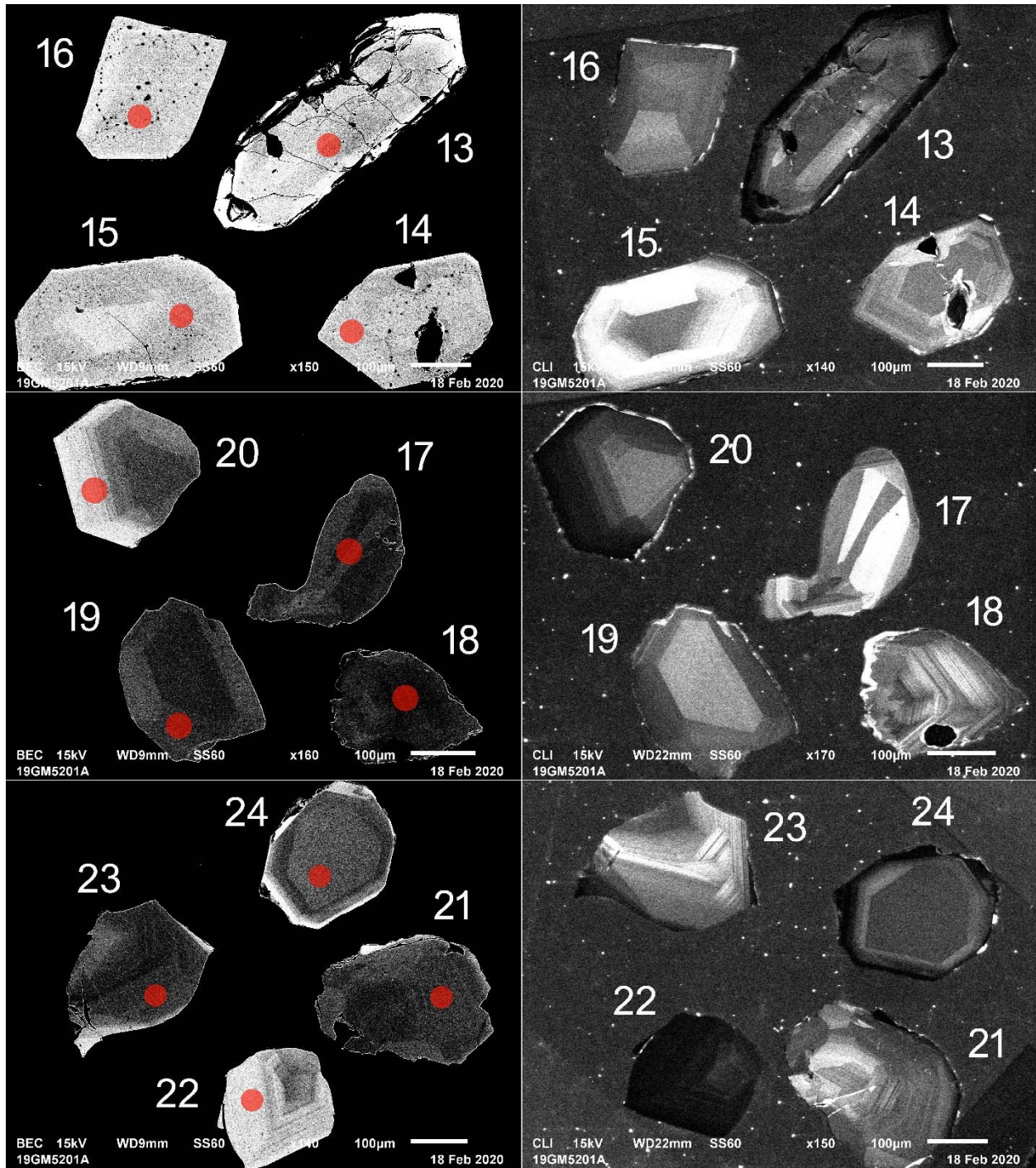


Figure 3.11.2 (suite) – Images en BSE (à gauche) et en CL (à droite) des zircons polis de l'échantillon de gabbro pegmatitique 2019-GM-5201A. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

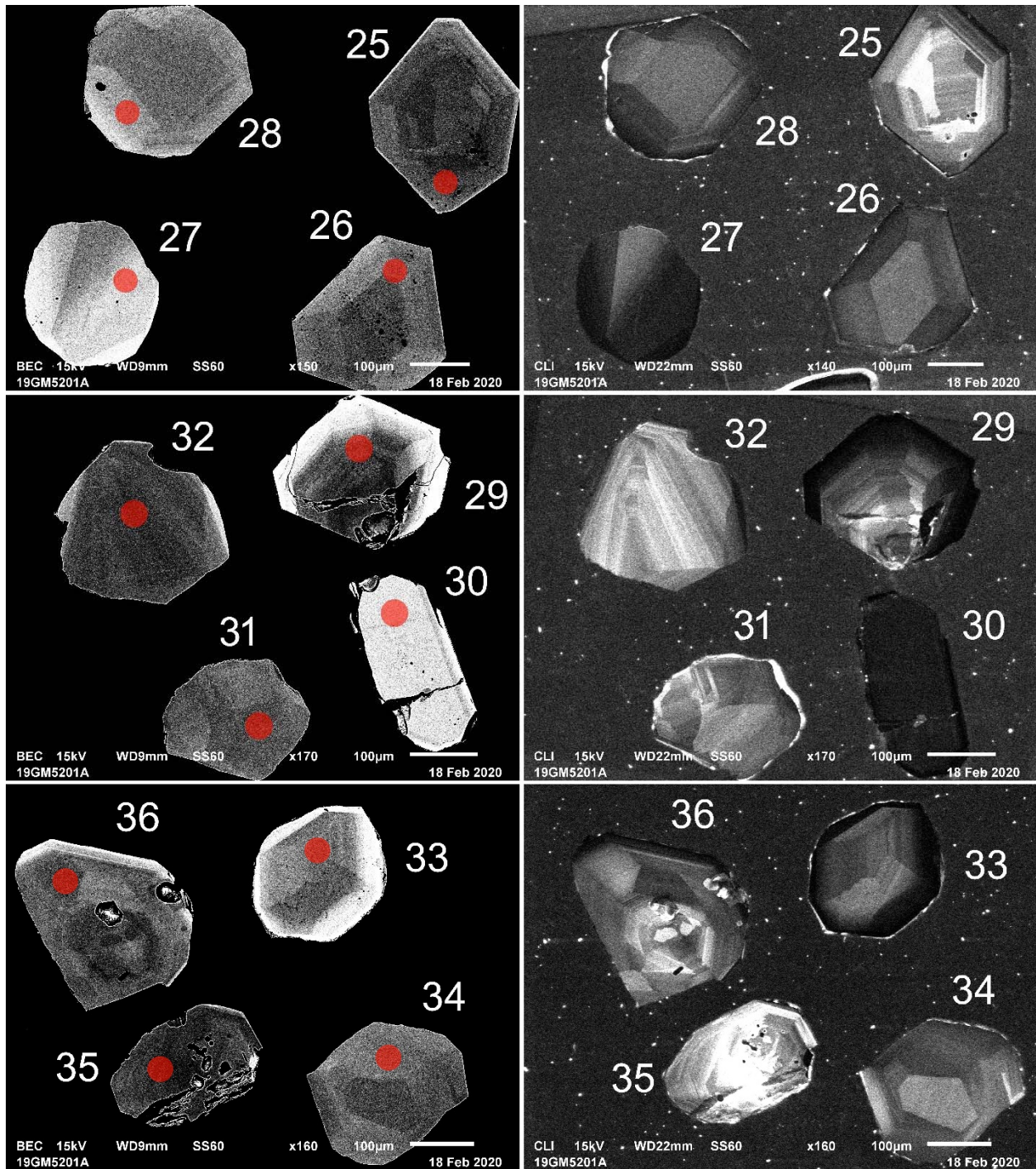


Figure 3.11.2 (suite) – Images en BSE (à gauche) et en CL (à droite) des zircons polis de l'échantillon de gabbro pegmatitique 2019-GM-5201A. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

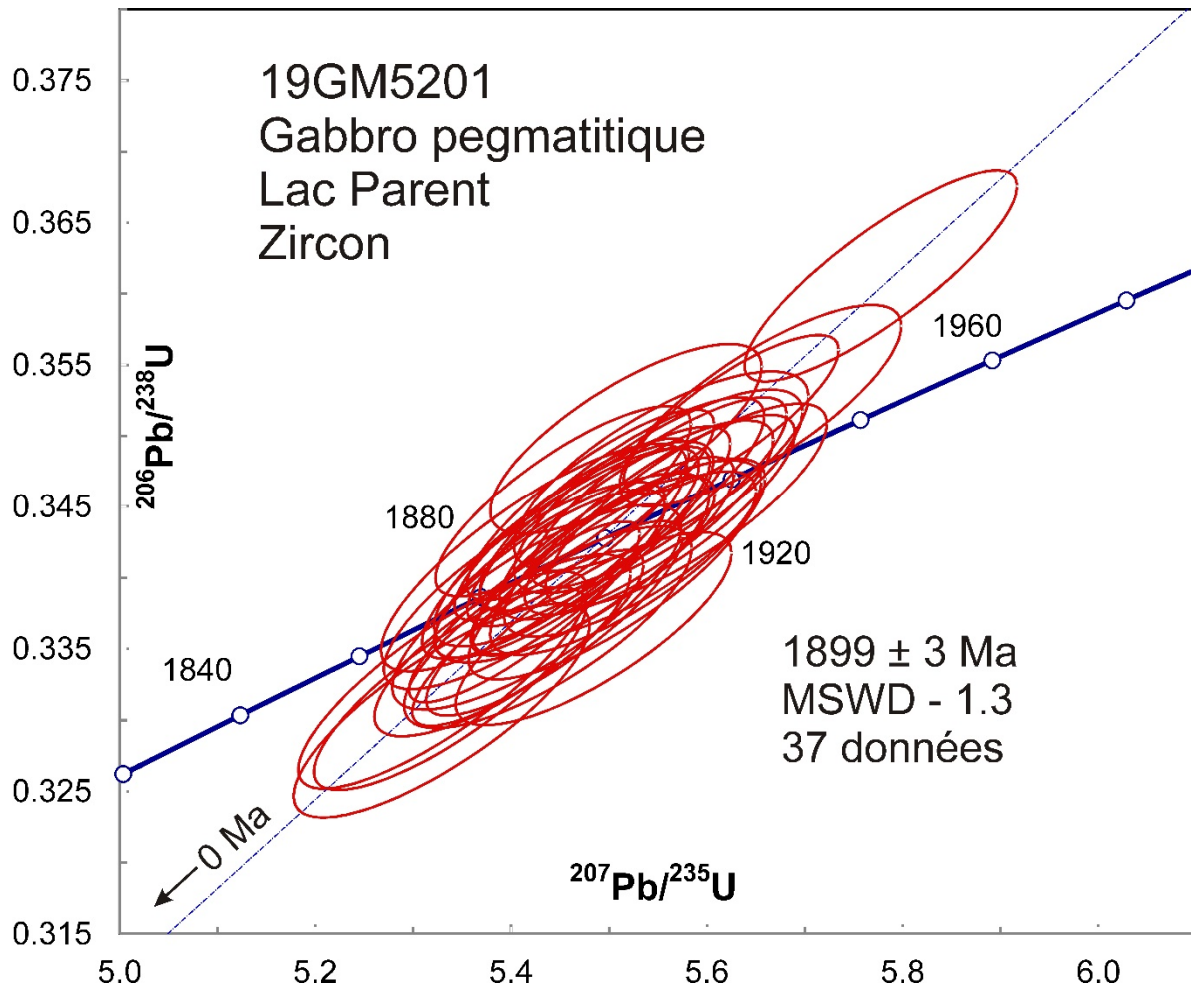


Figure 3.11.3 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons de l'échantillon de gabbro pegmatitique 2019-GM-5201A.

3.12 – 2019-TG-7510A – Diorite quartzifère recristallisée

Cet échantillon a donné une abondance de zircons sous la forme de grains trapus subarrondis (figure 3.12.1). Les images en BSE montrent en général des zones floues et plusieurs grains montrent des noyaux peu distincts (par ex. grains 5, 12 et 32; figure 3.12.2).

Les analyses U-Pb sont regroupées, mais ne s'accordent pas dans les limites des erreurs avec un âge $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ moyen de 1873 ± 5 Ma (MSWD = 3,9; figure 3.12.3). La distribution des probabilités relatives des âges $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ semble bimodale (figure 3.12.4). La modélisation statistique de Sambrige et Compston (1994) dans le logiciel Isoplot (Ludwig, 2008) semble indiquer deux modes à 1861 ± 4 Ma (52 %) et 1889 ± 5 Ma (48 %). Les trois analyses sur les noyaux donnent des âges relativement anciens, mais pas les plus vieux de la distribution (tableau 3). Les variations des rapports Th/U sont relativement faibles autour de 0,1 tout comme les concentrations en U, bien que les analyses plus jeunes aient tendance à donner des concentrations en U plus élevées (tableau 3). Le zircon a peut-être cristallisé durant une longue période de temps dans des conditions métamorphiques.

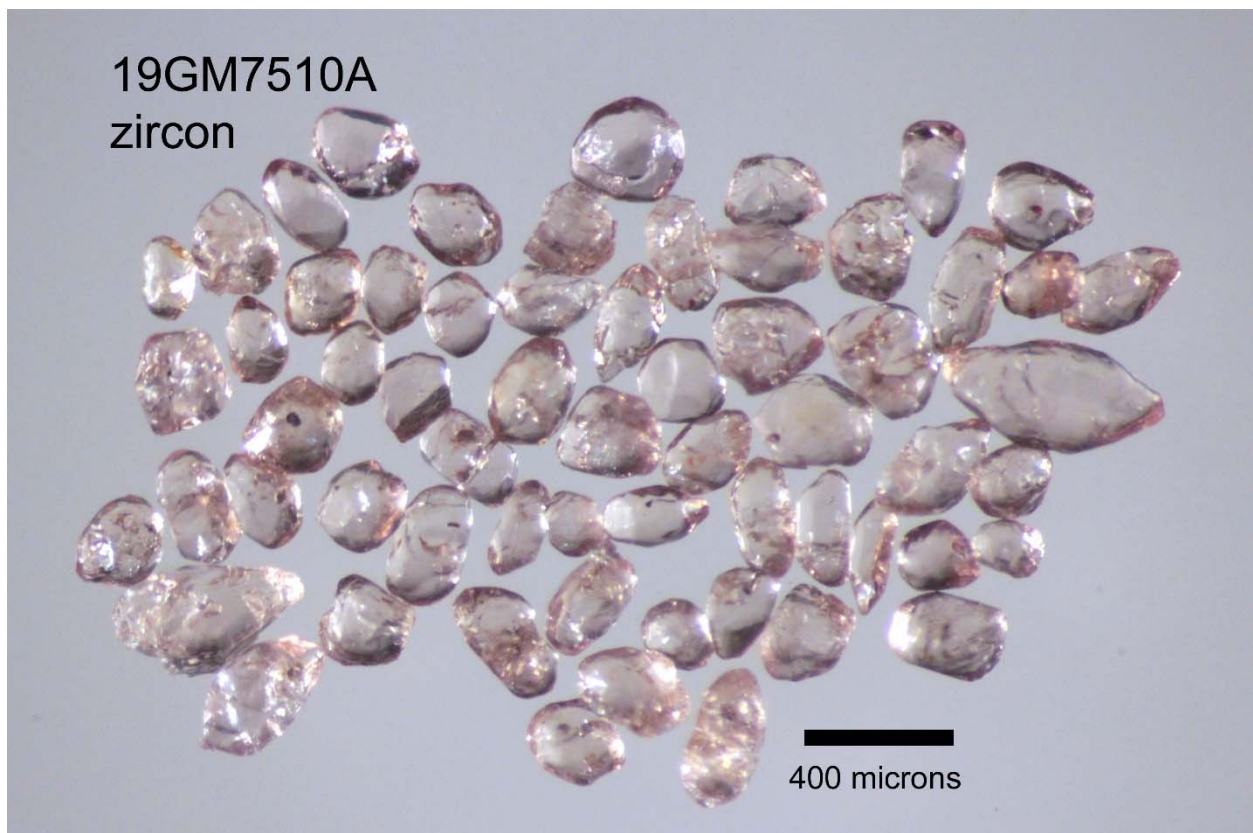


Figure 3.12.1 – Zircons sélectionnés de l'échantillon de diorite quartzifère 2019-TG-7510A.

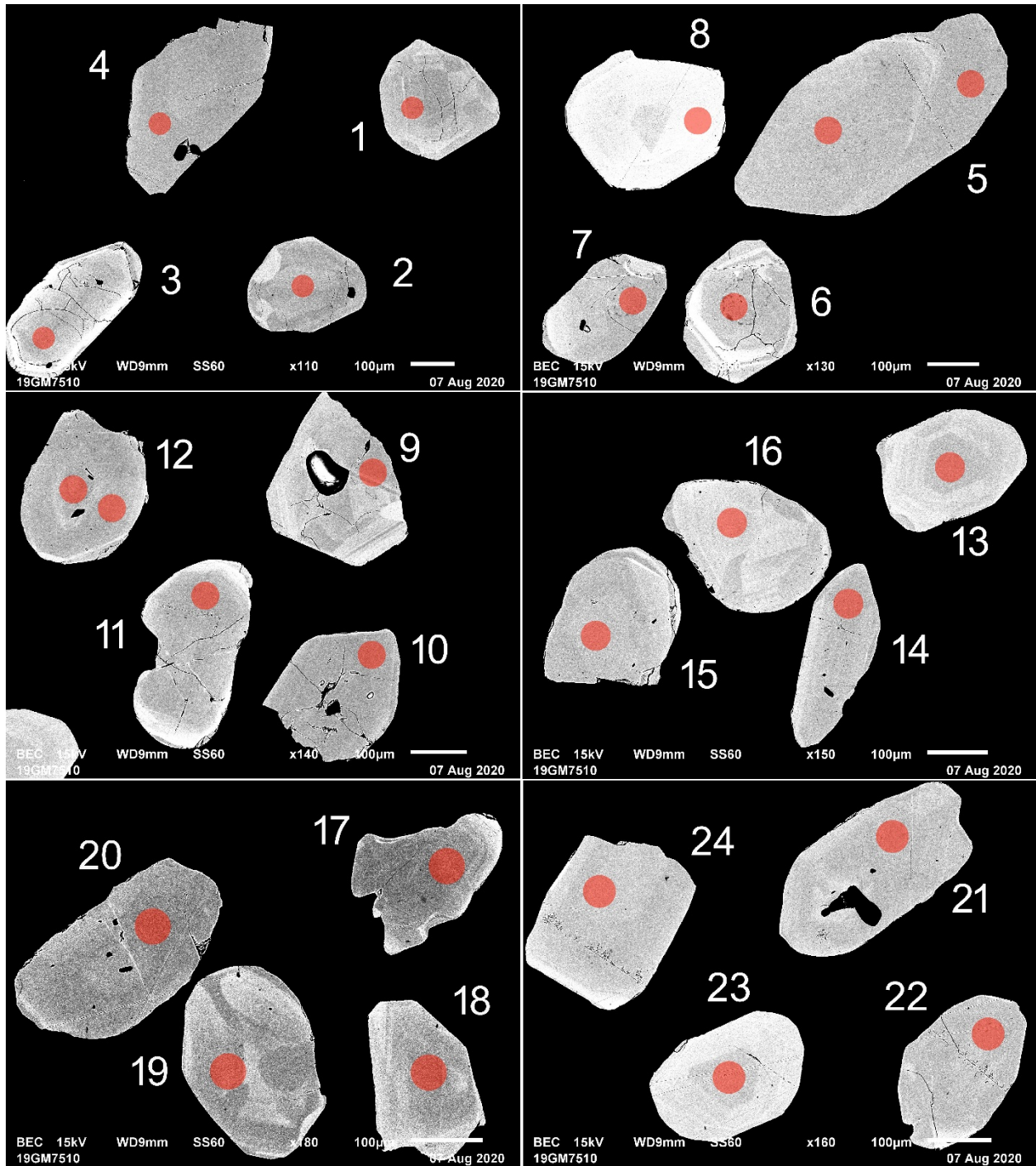


Figure 3.12.2 – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon de diorite quartzifère 2019-TG-7510A. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

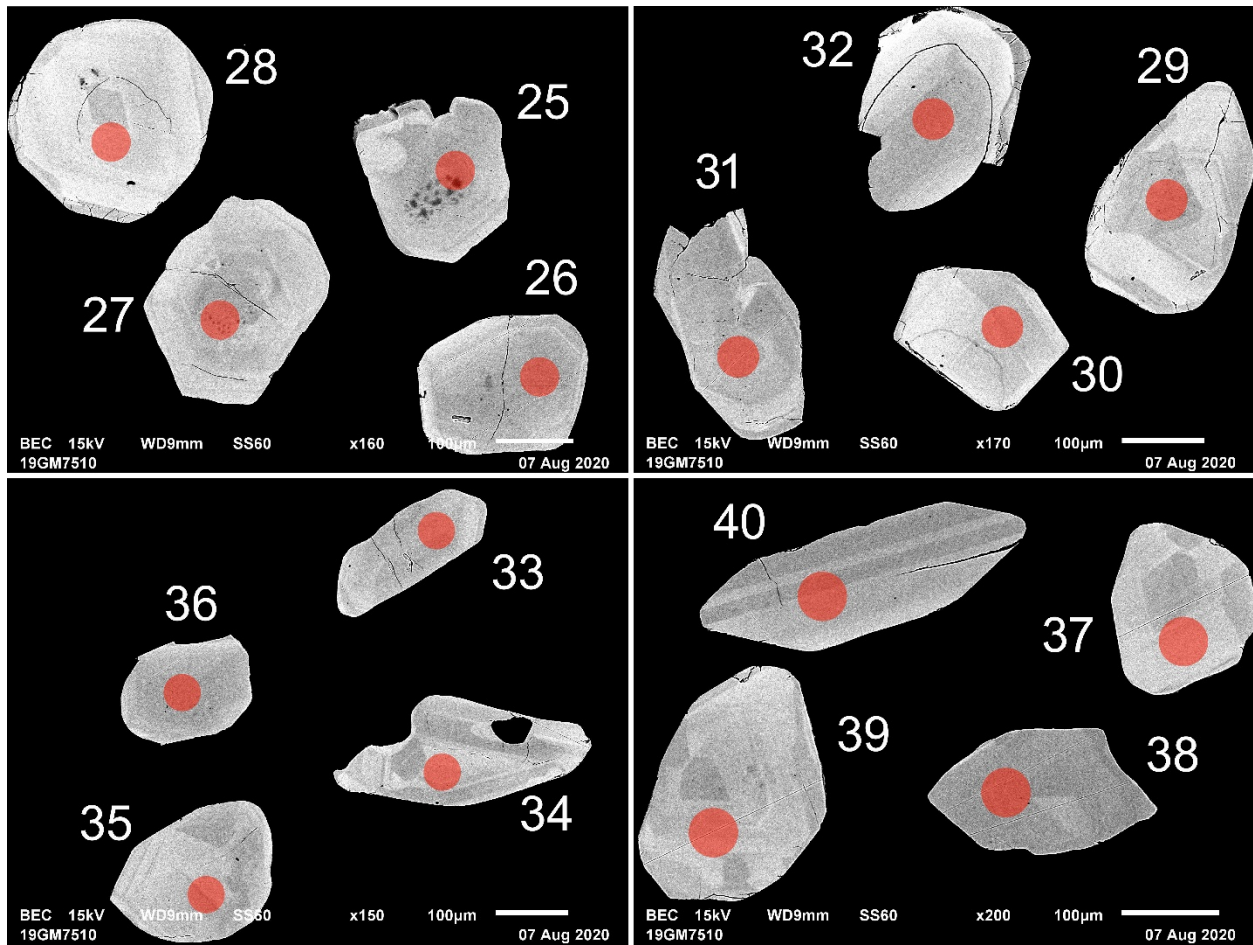


Figure 3.12.2 (suite) – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon de diorite quartzifère 2019-TG-7510A. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

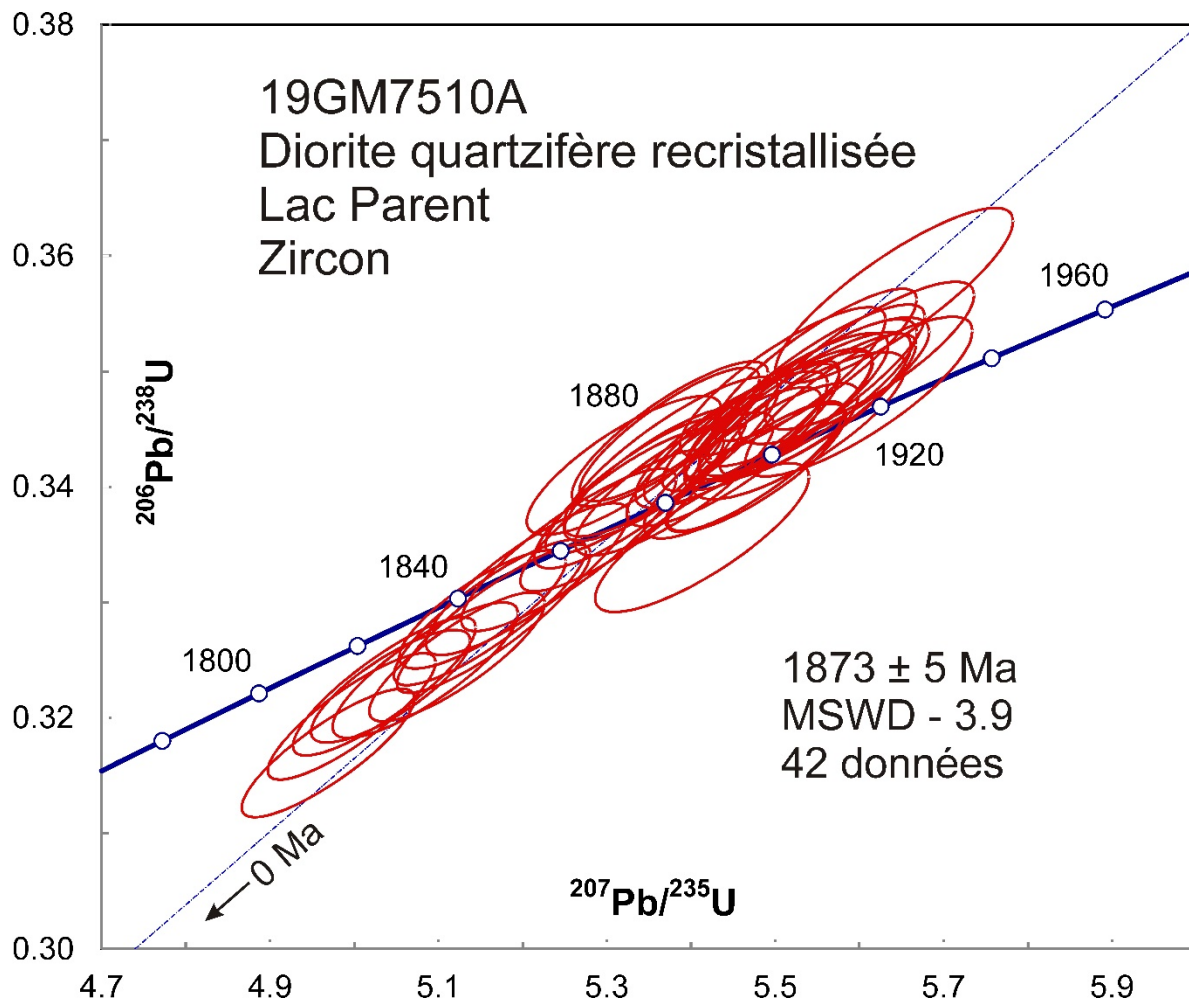


Figure 3.12.3 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons de l'échantillon de diorite quartzifère 2019-TG-7510A.

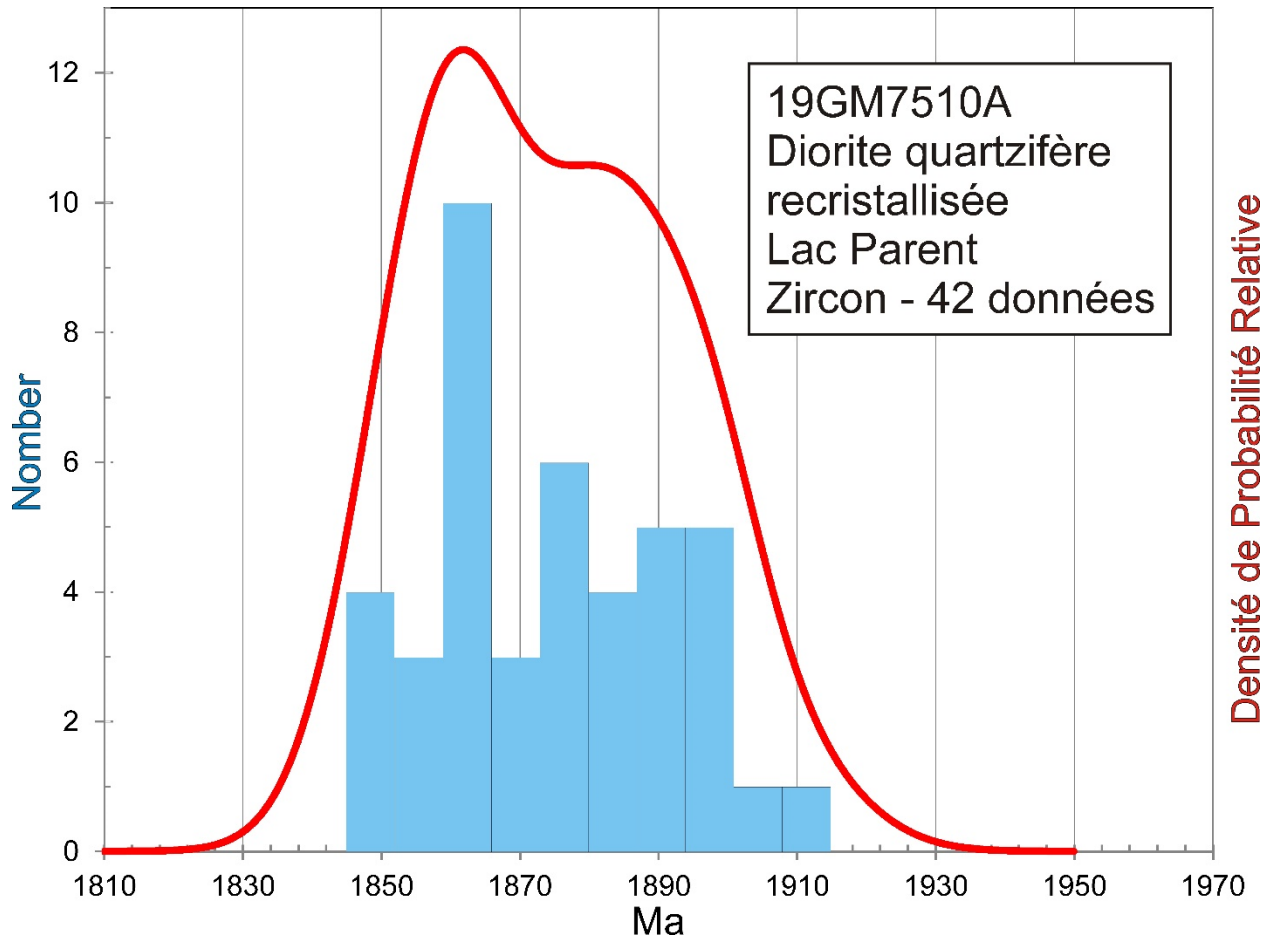


Figure 3.12.4 – Histogramme et diagramme de densité de probabilité relative des âges $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ de l'échantillon de diorite quartzifère 2019-TG-7510A.

3.13 – 2019-SM-6066A – Dacite massive et homogène

Cet échantillon contenait des zircons, mais ils étaient trop petits pour être analysés.

3.14 – 2019-MB-3118B – Tuf à lapillis polygénique

Cet échantillon contenait des zircons, mais ils étaient trop petits pour être analysés.

3.15 – 2019-MB-3110B – Dyke felsique subvolcanique

Cet échantillon contenait des zircons, mais ils étaient trop petits pour être analysés.

3.16 – 2019-MB-3119A – Tuf à lapillis et à blocs polygénique

Cet échantillon contenait plusieurs petits grains de zircon (figure 3.16.1) qui ont été fixés sur le ruban adhésif pour analyse U-Pb (figure 3.16.2). Les zircons ne montraient aucune évidence de surcroissance métamorphique, un phénomène qui aurait été marqué par des variations du rapport Th/U en surface des grains. Les analyses sont pour la plupart uniformes. Les âges $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ s'accordent dans la limite des erreurs avec une moyenne de 1881 ± 5 Ma (MSWD = 1,3; figure 3.16.3) qui représente la meilleure estimation de l'âge du volcanisme.

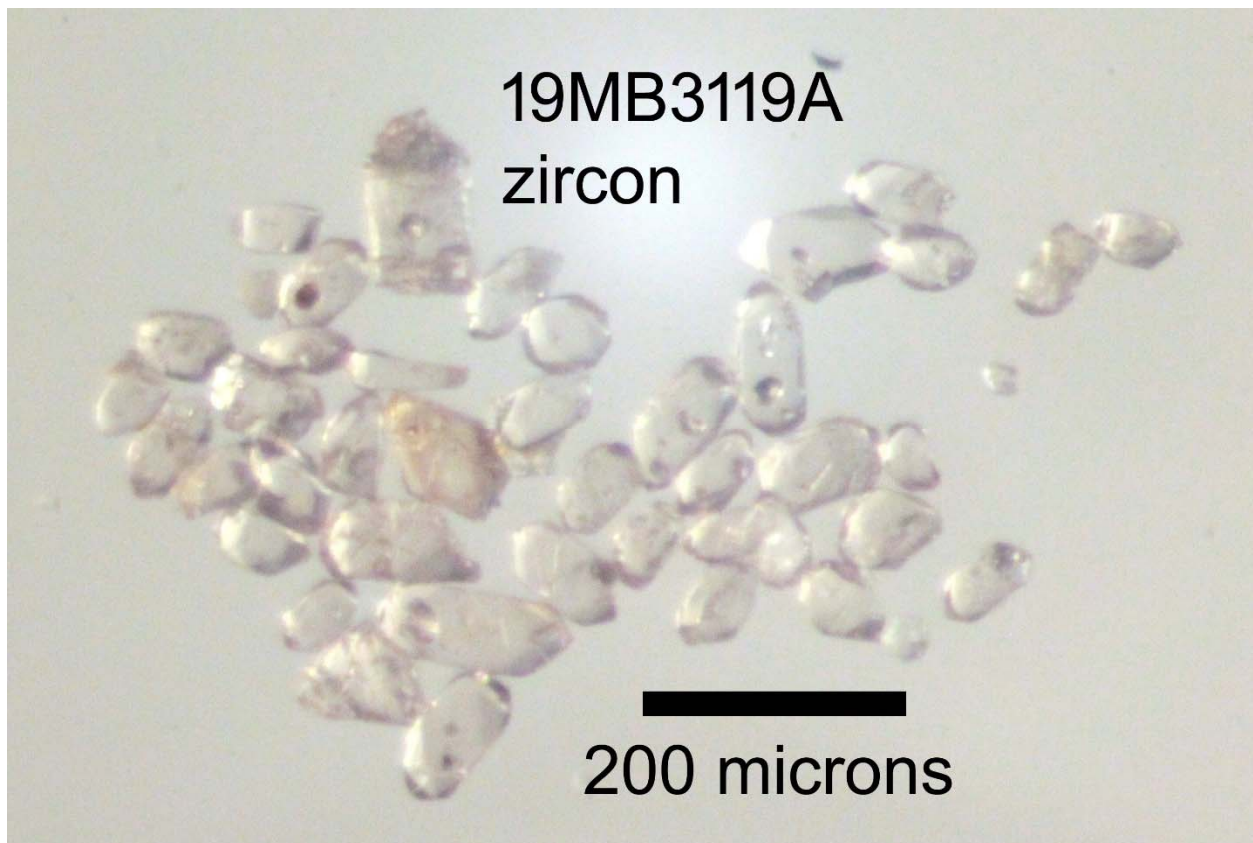


Figure 3.16.1 – Zircons sélectionnés de l'échantillon de tuf 2019-MB-3119A.

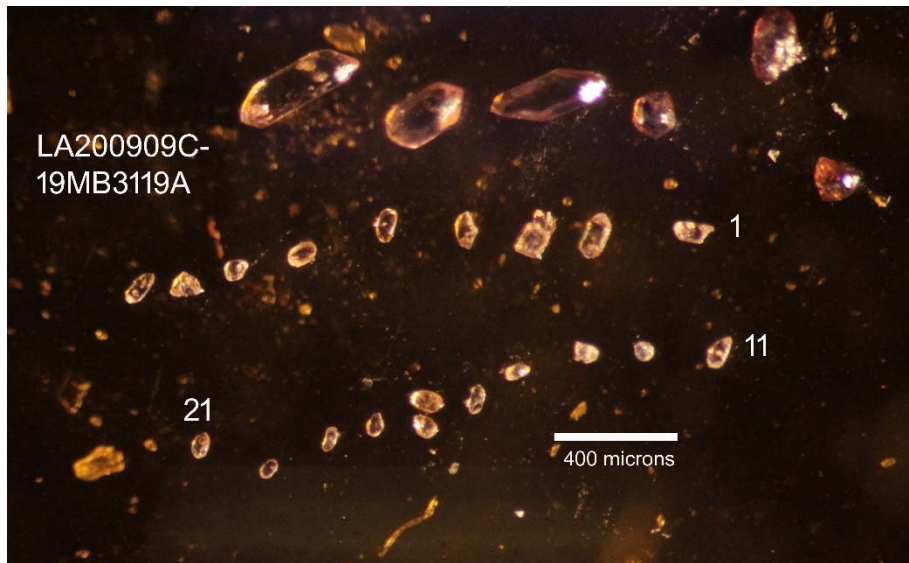


Figure 3.16.2 – Zircons sélectionnés de l'échantillon de tuf 2019-MB-3119A fixés sur du ruban adhésif pour analyse U-Pb

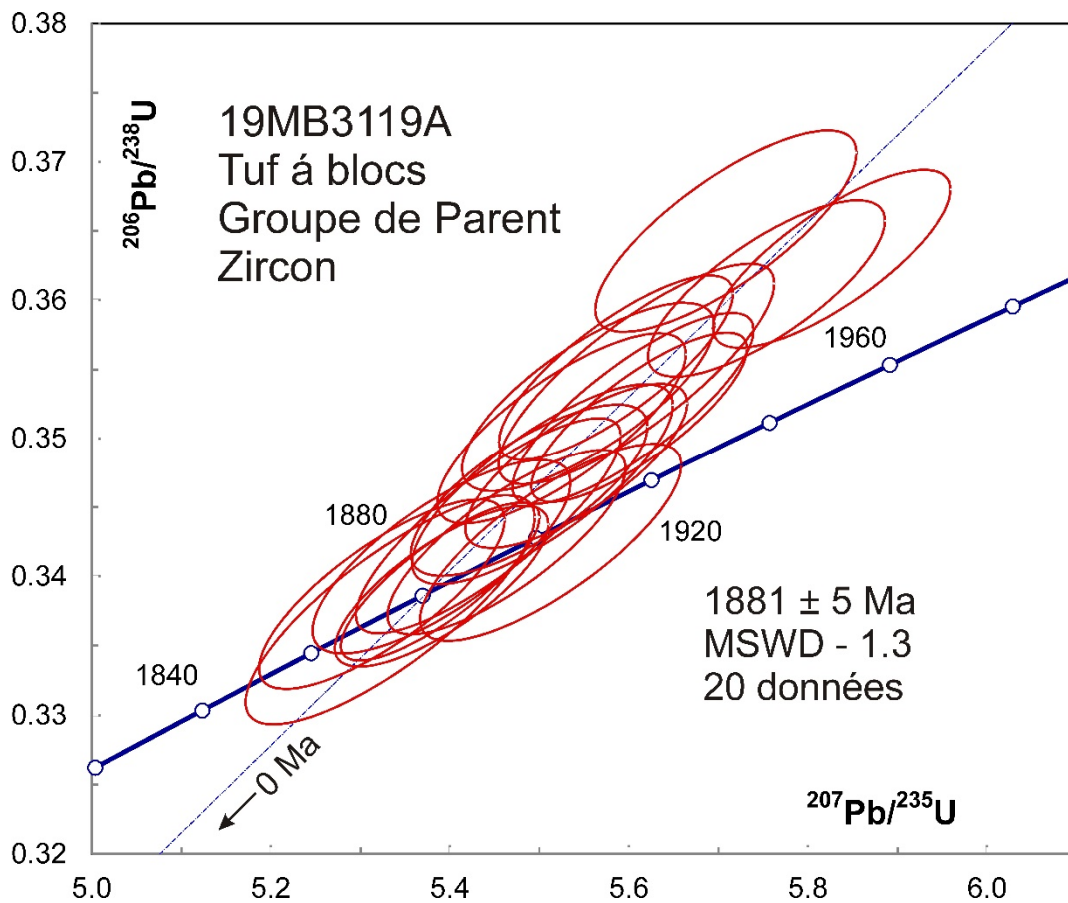


Figure 3.16.3 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons de l'échantillon de tuf 2019-MB-3119A.

3.17 – 2019-GM-5200A – Granite

Cet échantillon a donné une petite quantité de zircons sous la forme de prismes altérés avec des noyaux (figure 3.17.1). La plupart des zircons était trop endommagée pour l'analyse. Seulement trois grains étaient de qualité suffisante pour être montés et polis. L'image en BSE montre des noyaux non altérés, mais que l'altération touche les zones riches en uranium des surcroissances (figure 3.17.2). Il a donc fallu utiliser un faisceau laser aussi petit que possible (15 μm).

Deux analyses sur des noyaux sont discordantes en raison peut-être du diamètre différent du faisceau utilisé pour analyser l'étalon (40 vs 25 μm). Les âges obtenus sont de 2,3 et 2,4 Ga (figure 3.17.3). Six âges sur des surcroissances s'accordent dans la limite des erreurs, mais le résultat le plus vieux montre un rapport Th/U plus grand que les autres et vient d'un domaine zoné d'un seul grain. On estime que l'âge moyen de 1861 ± 15 Ma (MSWD = 0,2, figure 3.17.3) provenant de cinq domaines semblables constitue la meilleure estimation de l'âge magmatique du granite.

Les analyses des titanites (figure 3.17.4) donnent des âges de 1933 Ma à 2175 Ma (figure 3.17.5). Les rapports Th/U sont $< 1,0$, ce qui suggère qu'il s'agit de titanite métamorphique. Une composante significative de Pb commun aurait pu causer le déplacement des données vers des âges plus anciens (figure 3.17.5).



Figure 3.17.1 – Zircons sélectionnés de l'échantillon de granite 2019-GM-5200A. Les noyaux fêlés et les surcroissances altérées sont plus évidents sur la photo avec l'arrière-plan noir.

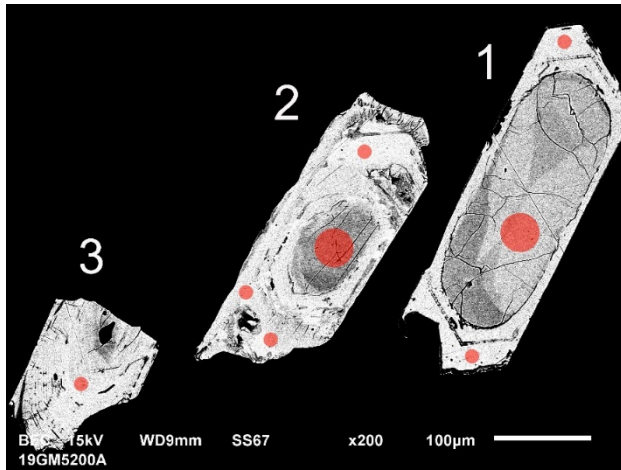


Figure 3.17.2 – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon de granite 2019-GM-5200A. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

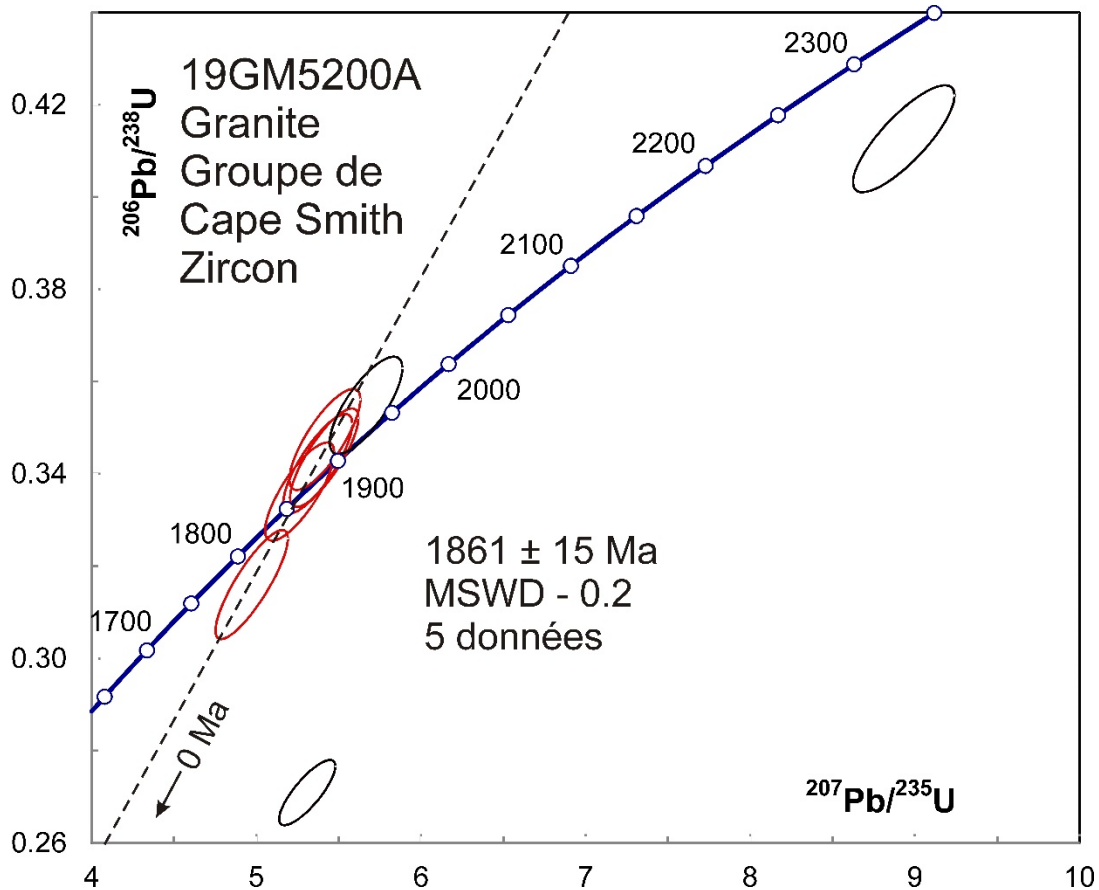


Figure 3.17.3 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons de l'échantillon de granite 2019-GM-5200A. Les données des ellipses en noir proviennent de noyaux.

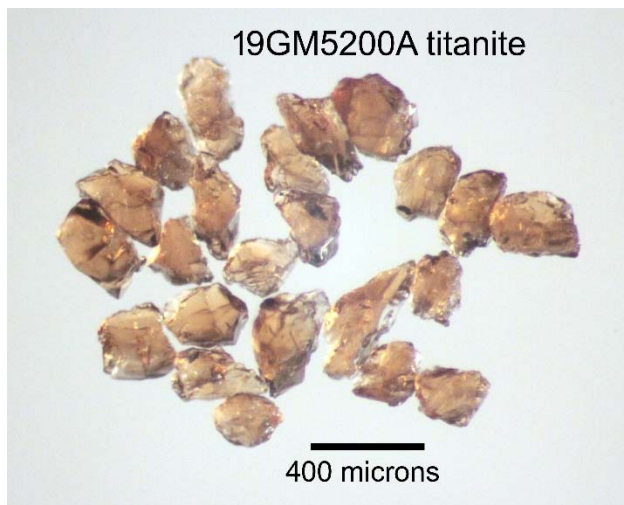


Figure 3.17.4 – Titanites sélectionnées de l'échantillon de 2019-GM-5200A.

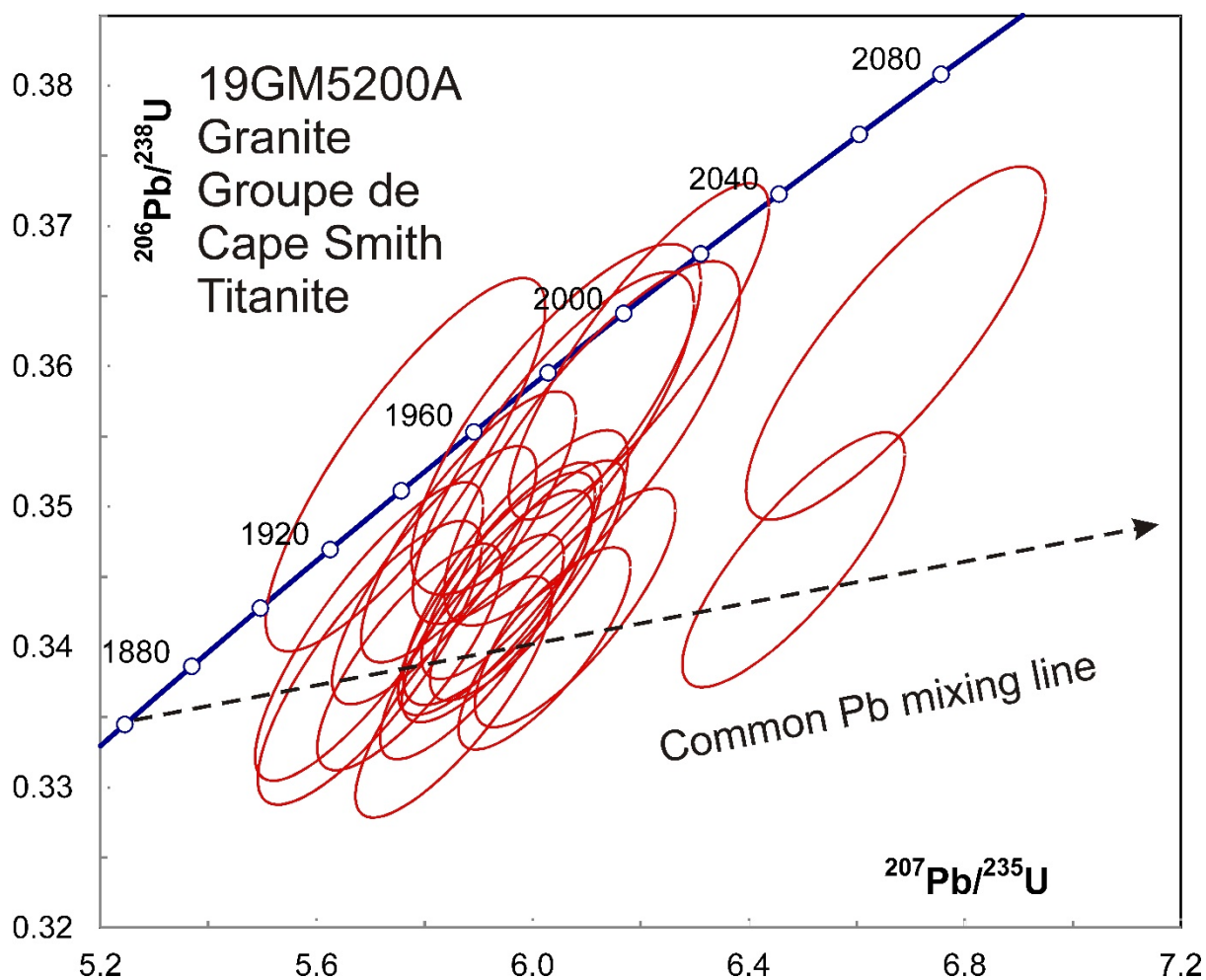


Figure 3.17.5 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les titanites de l'échantillon de granite 2019-GM-5200A.

3.18 – 2019-SL-4110A – Enderbite

Cet échantillon a donné une abondance de zircons sous la forme des grains trapus arrondis et frais (figure 3.18.1). Les images en BSE et CL montrent une zonation oscillatoire, ce qui suggère une origine magmatique (figure 3.18.2). On trouve aussi des domaines à forte concentration en U situés en bordure des grains. Ces domaines ont été analysés avec un faisceau de 10 μm au lieu de 50 μm comme pour les autres zircons, étalon inclus. Les analyses à 10 μm sont subconcordantes (figure 3.18.3) et leur âge $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ (1894 ± 16 Ma) est similaire à celui des analyses réalisées avec un faisceau de 50 μm (1892 ± 5 Ma). La moyenne de tous les âges est de 1893 ± 4 Ma (MSWD = 1,8), ce qui constitue la meilleure estimation pour l'âge de cristallisation de l'enderbite. Les deux analyses les plus jeunes effectuées dans les domaines relativement riches en U montrent des rapports Th/U < 0,1, tandis que toutes les autres analyses montrent un Th/U > 0,1. L'âge moyen des analyses montrant un rapport Th/U > 0,1 est de 1881 ± 14 Ma (MSWD = 1,2) et pourrait indiquer une période de croissance dans des conditions métamorphiques.

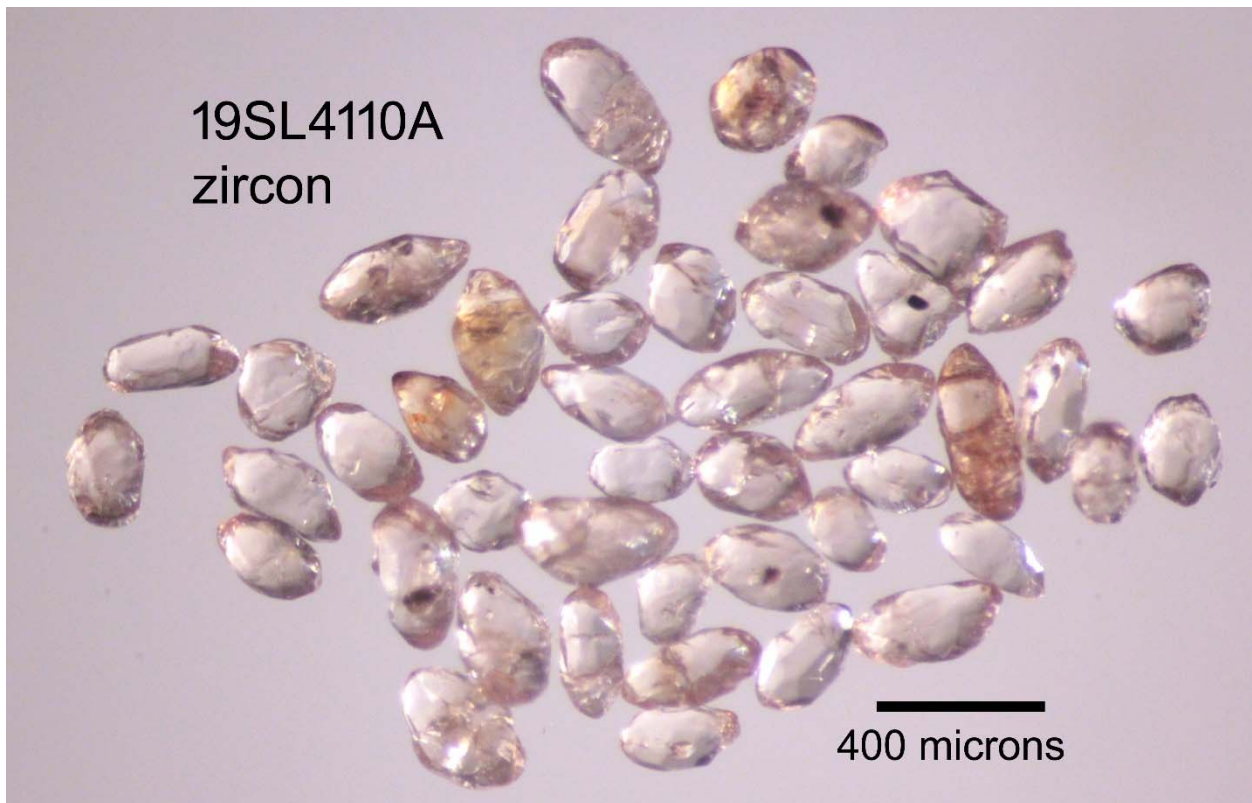


Figure 3.18.1 – Zircons sélectionnés de l'échantillon d'enderbite 2019-SL-4110A.

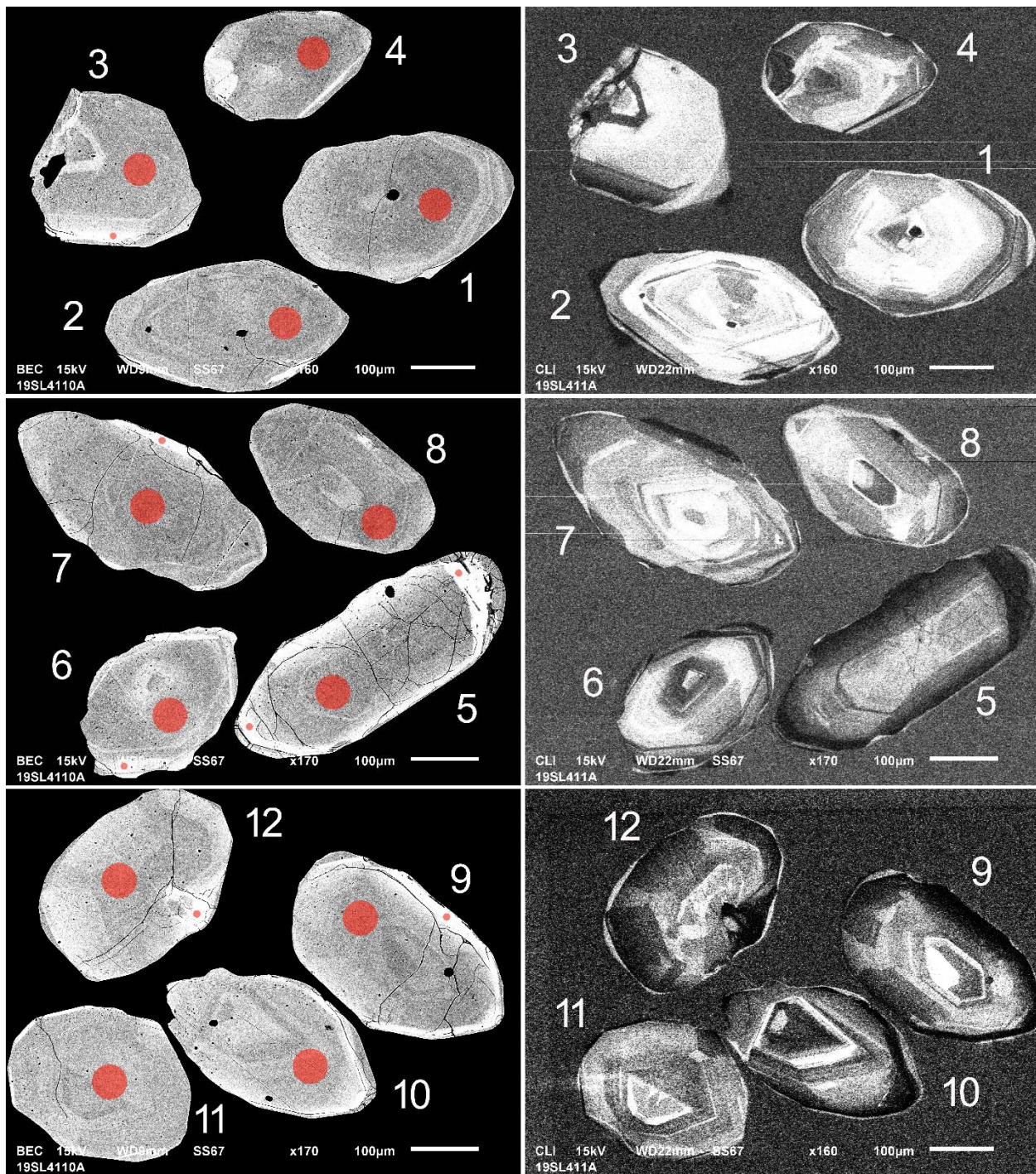


Figure 3.18.2 – Images en BSE (à gauche) et en CL (à droite) des zircons polis de l'échantillon d'enderbite 2019-SL-4110A. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

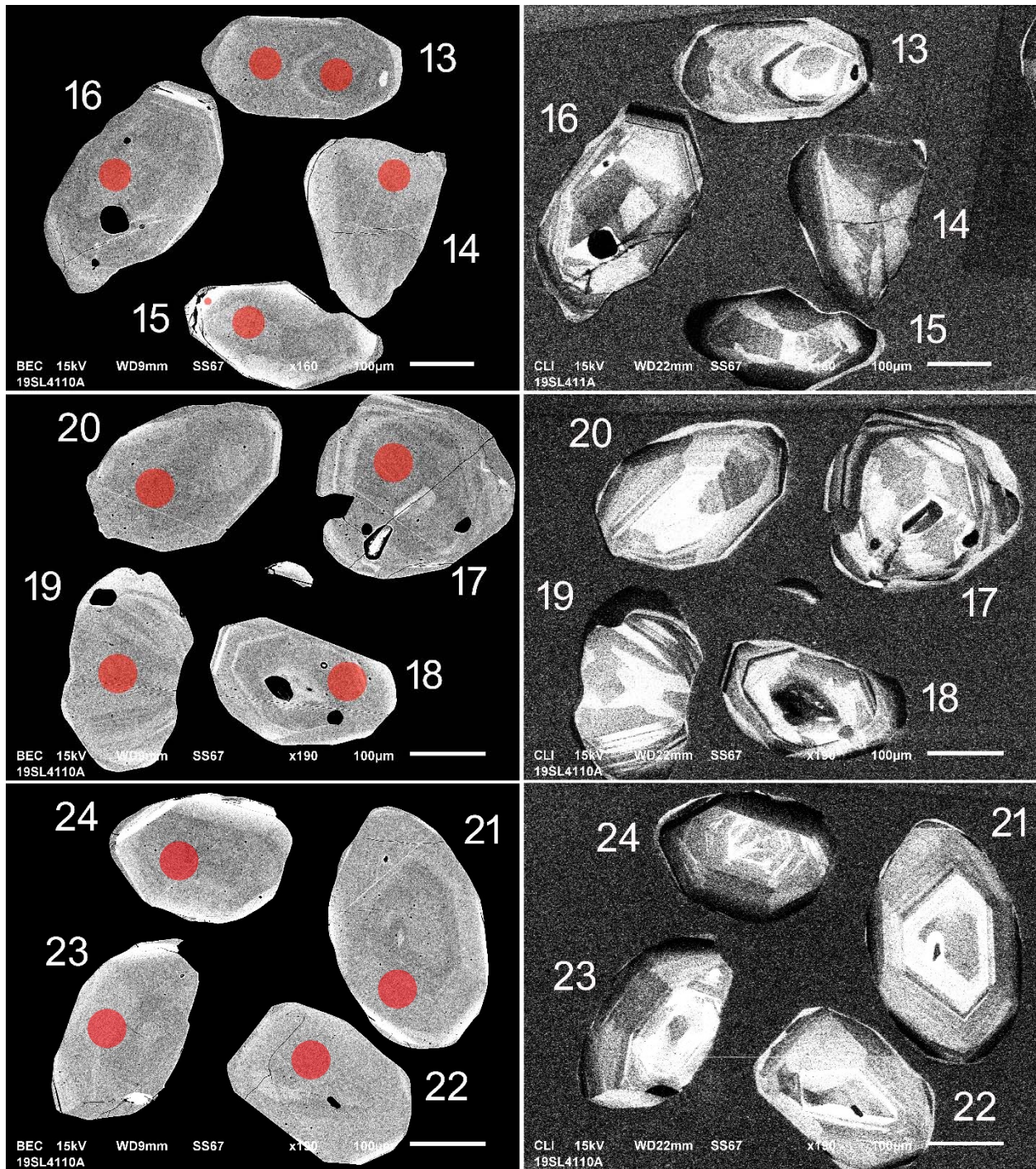


Figure 3.18.2 (suite) – Images en BSE (à gauche) et en CL (à droite) des zircons polis de l'échantillon d'enderbite 2019-SL-4110A. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

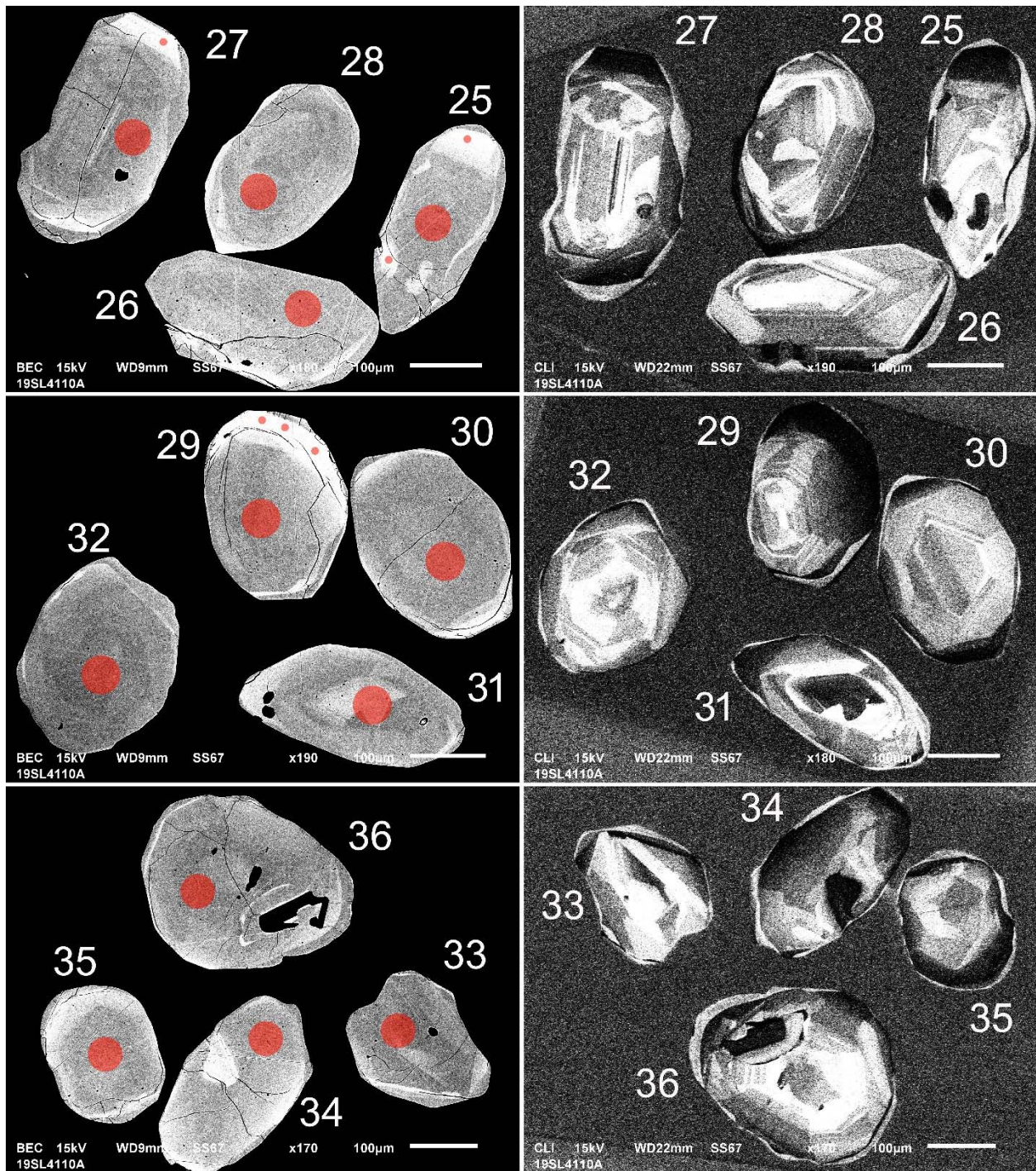


Figure 3.18.2 (suite) – Images en BSE (à gauche) et en CL (à droite) des zircons polis de l'échantillon d'enderbite 2019-SL-4110A. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

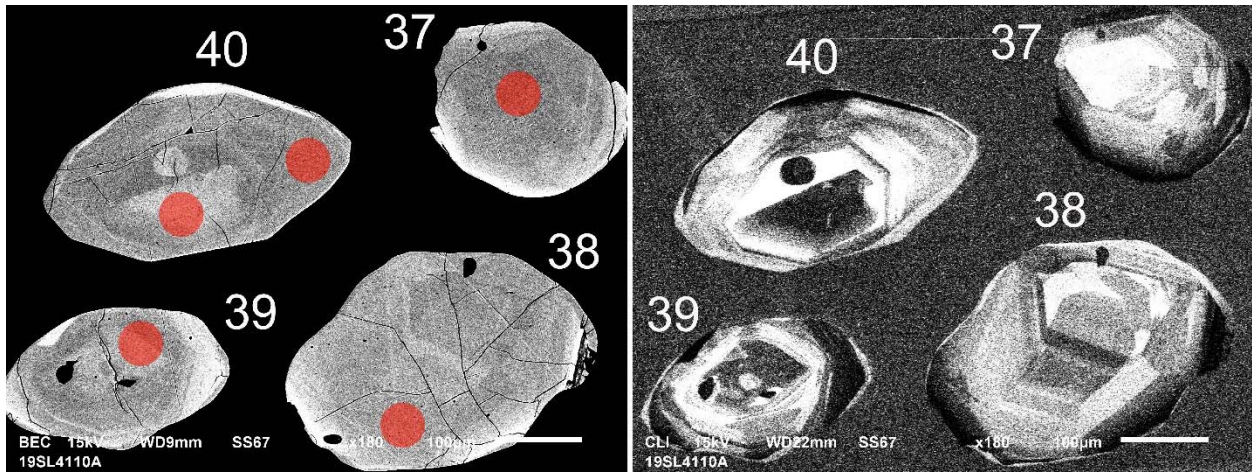


Figure 3.18.2 (suite) – Images en BSE (à gauche) et en CL (à droite) des zircons polis de l'échantillon d'enderbite 2019-SL-4110A. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

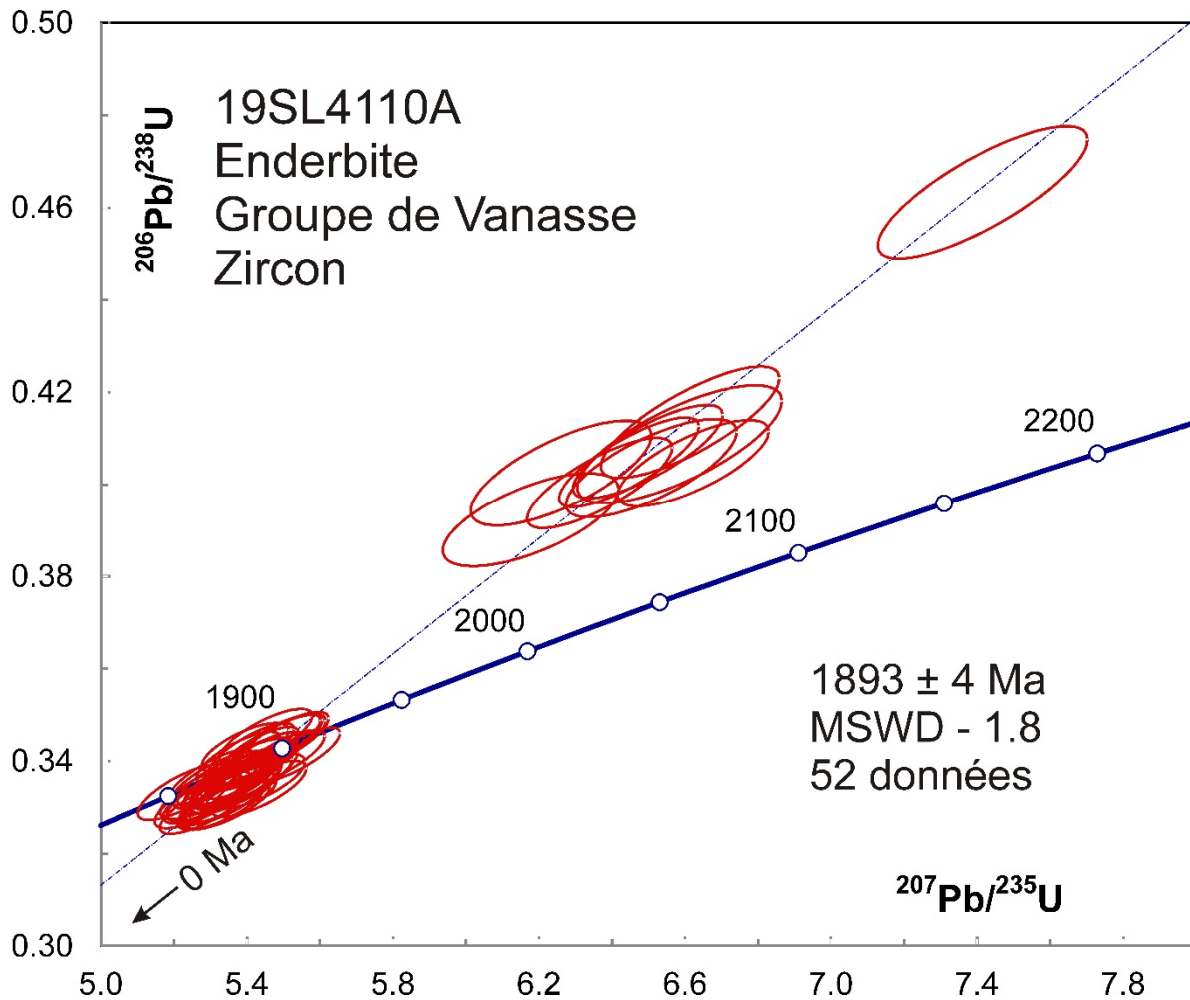


Figure 3.18.3 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons de l'échantillon d'enderbite 2019-SL-4110A.

Province du Supérieur

4. Baie-James – Synthèse La Grande-Opinaca

4.1 – MYT-19-010 – Granodiorite à hornblende et biotite

Cet échantillon a donné une faible quantité de zircons en raison peut-être de la pyrite abondante qui aurait pu entraîner les grains sur la table Wilfley. Le zircon forme des grains trapus et des prismes courts euhédres (figure 4.1.1). Les images en BSE et CL indiquent une zonation oscillatoire dans tous les grains (figure 4.1.2). Les analyses de ces zones s'accordent dans la limite des erreurs avec un âge moyen de 2717 ± 4 Ma (MSWD = 0,7) qui représente l'âge magmatique (figure 4.1.3). Deux analyses réalisées sur des domaines à forte concentration en U donnent des âges d'environ 2,65 Ga qui correspondent peut-être à des zones de recristallisation métamorphique locale.



Figure 4.1.1 – Zircons sélectionnés de l'échantillon de granodiorite MYT-19-010.

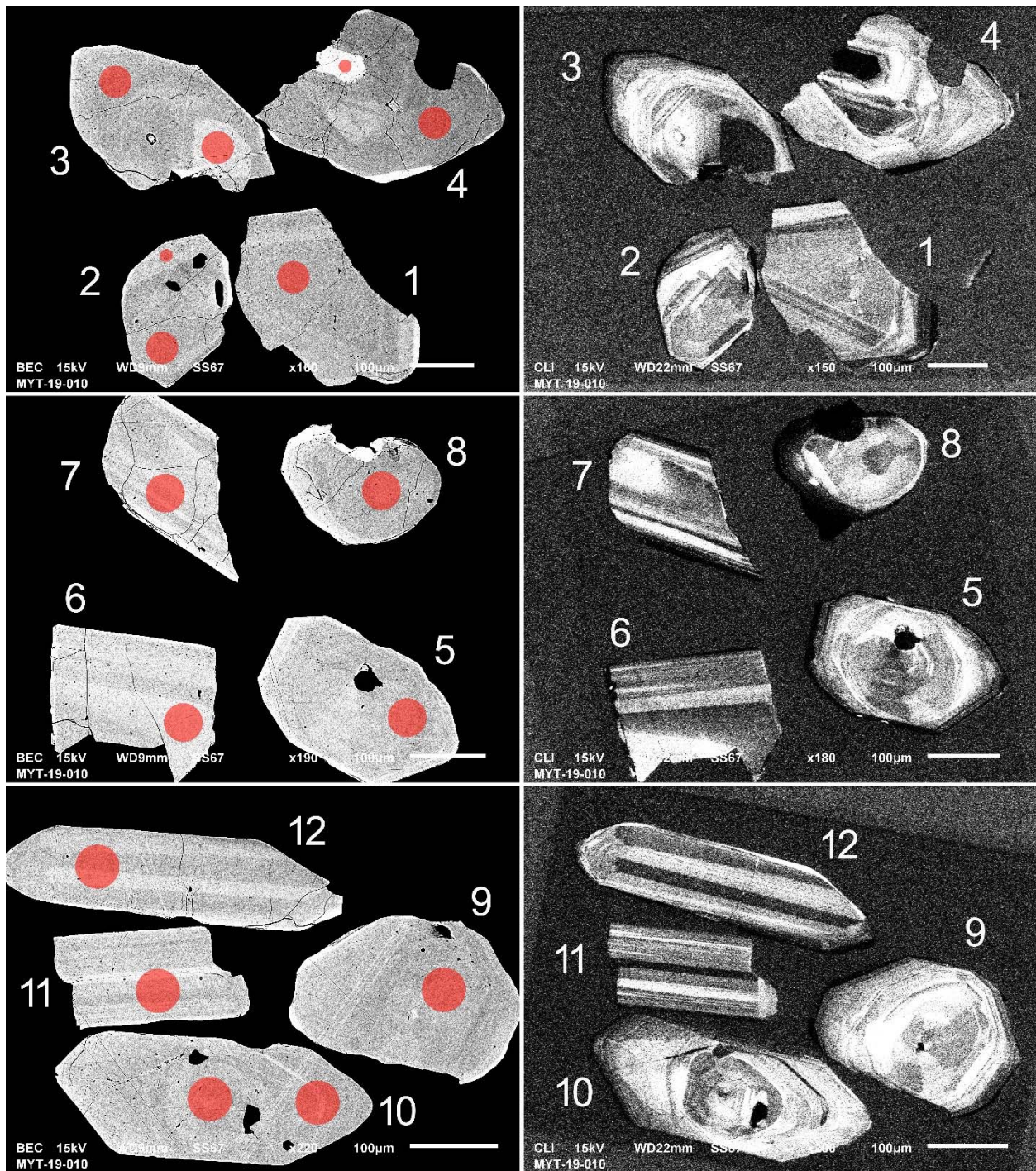


Figure 4.1.2 – Images en BSE (à gauche) et en CL (à droite) des zircons polis de l'échantillon de granodiorite MYT-19-010. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

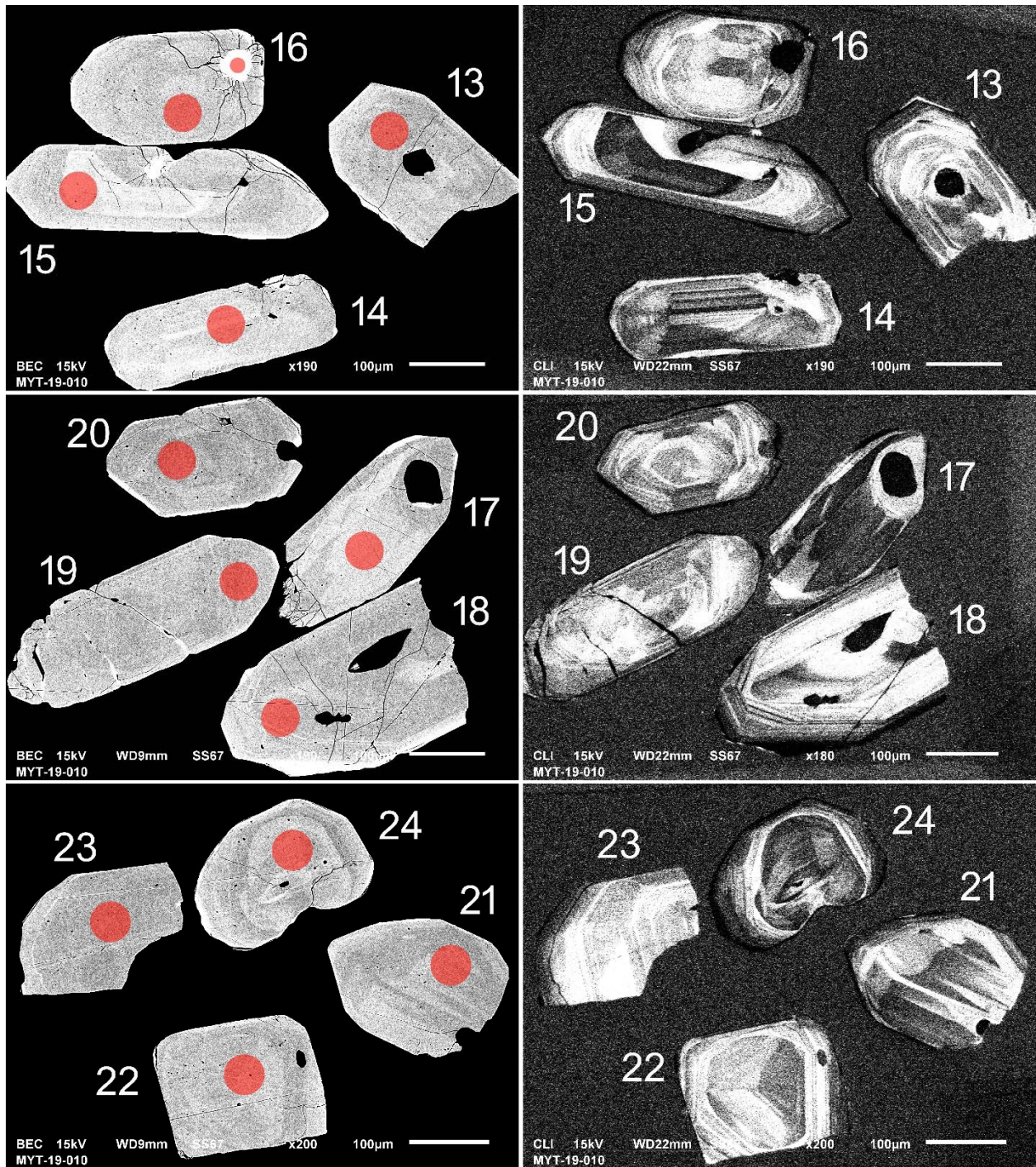


Figure 4.1.2 (suite) – Images en BSE (à gauche) et en CL (à droite) des zircons polis de l'échantillon de granodiorite MYT-19-010. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

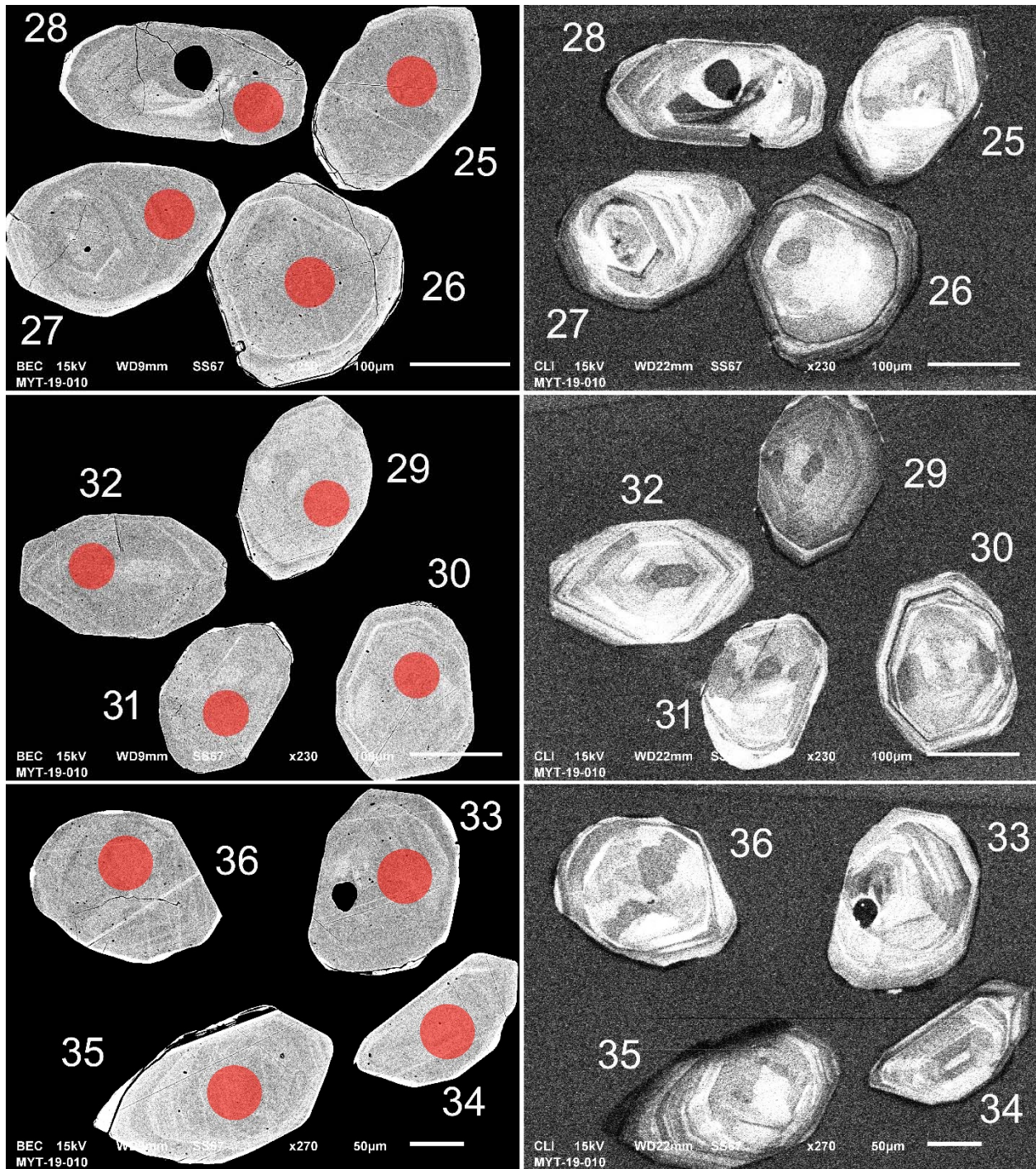


Figure 4.1.2 (suite) – Images en BSE (à gauche) et en CL (à droite) des zircons polis de l'échantillon de granodiorite MYT-19-010. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

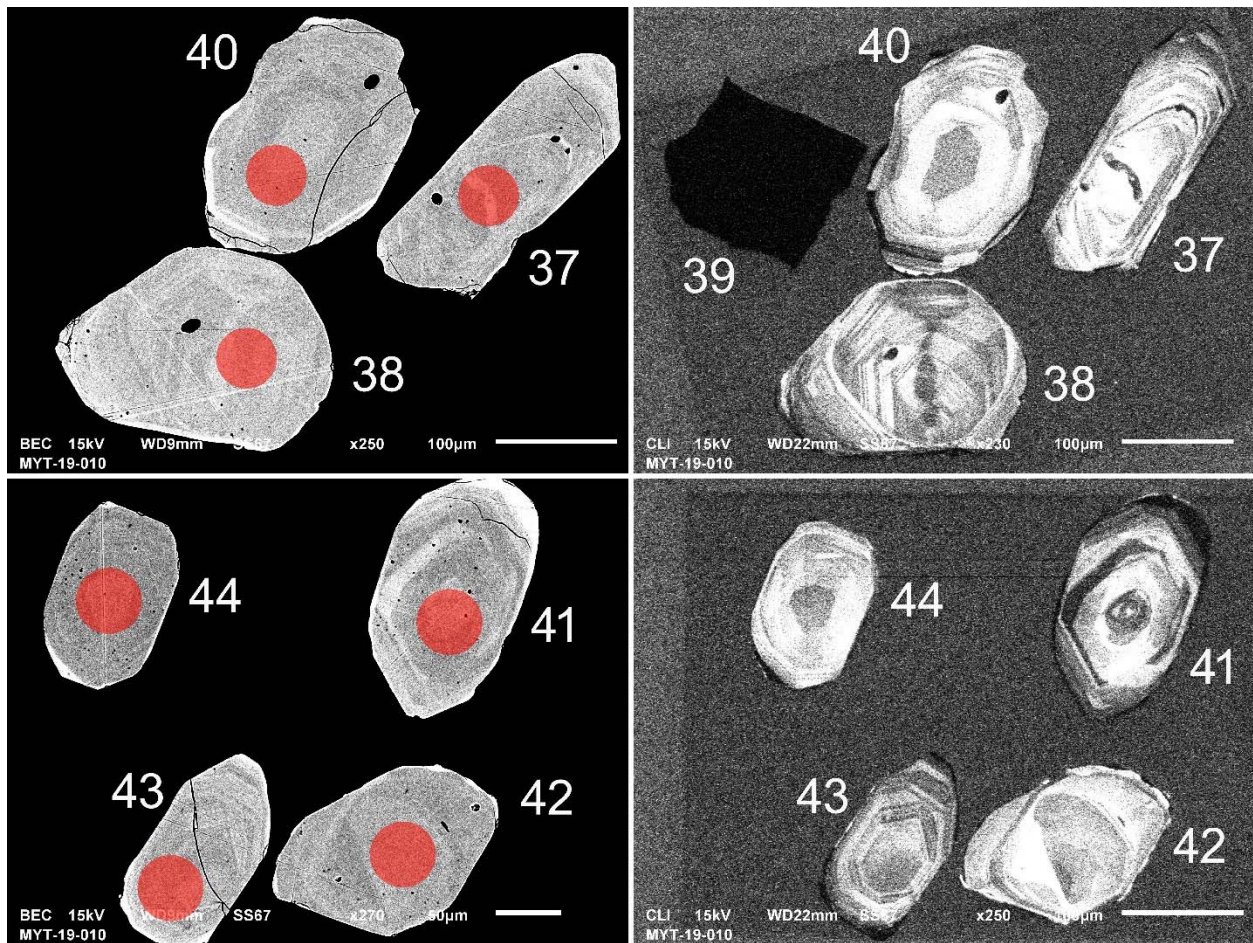


Figure 4.1.2 (suite) – Images en BSE (à gauche) et en CL (à droite) des zircons polis de l'échantillon de granodiorite MYT-19-010. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

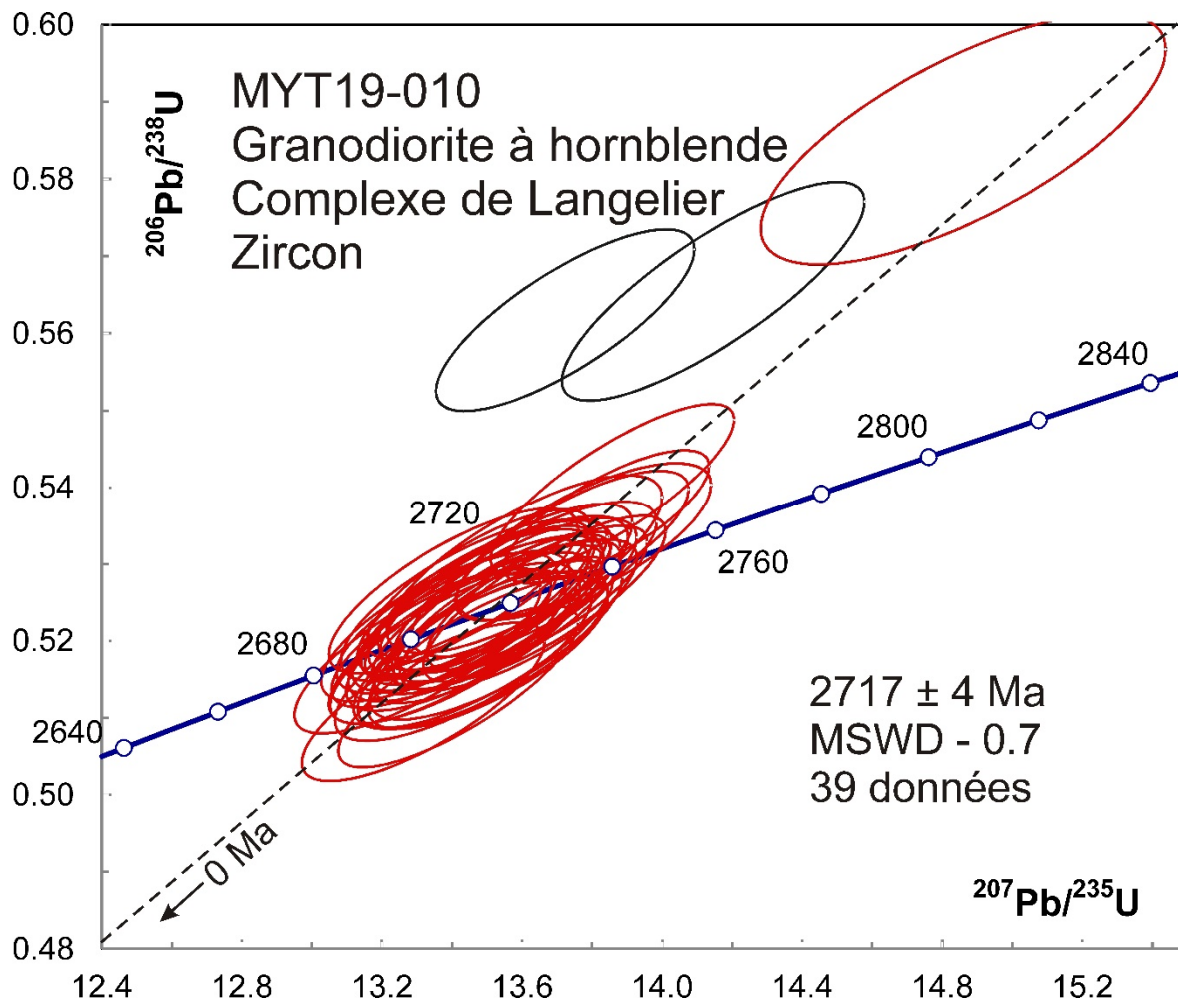


Figure 4.1.3 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons de l'échantillon de granodiorite MYT-19-010. Les données des ellipses en noir n'ont pas été incluses dans le calcul de l'âge moyen.

4.2 – SGNO-2003-09 – Tuf dacitique

Les zircons de cet échantillon ont été séparés lors d'un projet antérieur (Davis *et al.*, 2005). Les grains de bonne qualité sont petits (figure 4.2.1). Ils ont donc été montés sur ruban adhésif pour l'analyse U-Pb (figure 4.2.2). Les âges $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ de toutes les analyses s'accordent dans la limite des erreurs avec une moyenne de 2727 ± 4 Ma (MSWD = 1,5; figure 4.2.3). Les analyses antérieures (Davis *et al.*, 2005), effectuées par ID-TIMS, avaient donné deux âges moyens, un premier de $2738,3 \pm 1,1$ Ma sur quatre grains et un second de $2718,0 \pm 2,3$ Ma sur deux grains. Les analyses LA-ICPMS sont comparables à ces résultats à cause des erreurs plus grandes. Cela signale peut-être un problème avec l'utilisation des âges moyens. En effet, l'erreur indiquée n'est pas fiable s'il ne s'agit pas d'une population uniforme. Au moins, les résultats ID-TIMS indiquent qu'il est peu probable que l'âge du volcanisme soit beaucoup plus jeune que $2718,0 \pm 2,3$ Ma.



Figure 4.2.1 – Zircons sélectionnés de l'échantillon de tuf dacitique SGNO-2003-09.

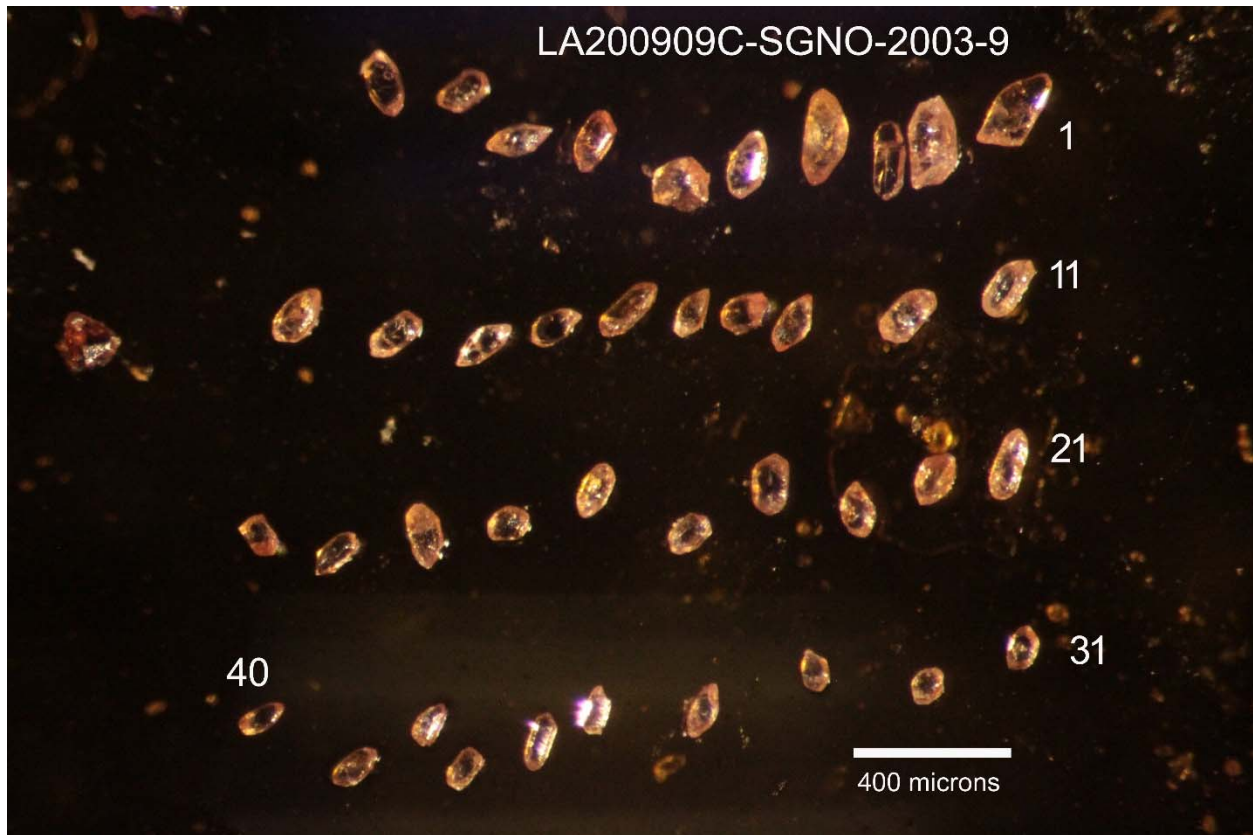


Figure 4.2.2 – Zircons sélectionnés de l'échantillon de tuf dacitique SGNO-2003-09 fixés sur du ruban adhésif pour analyse U-Pb.

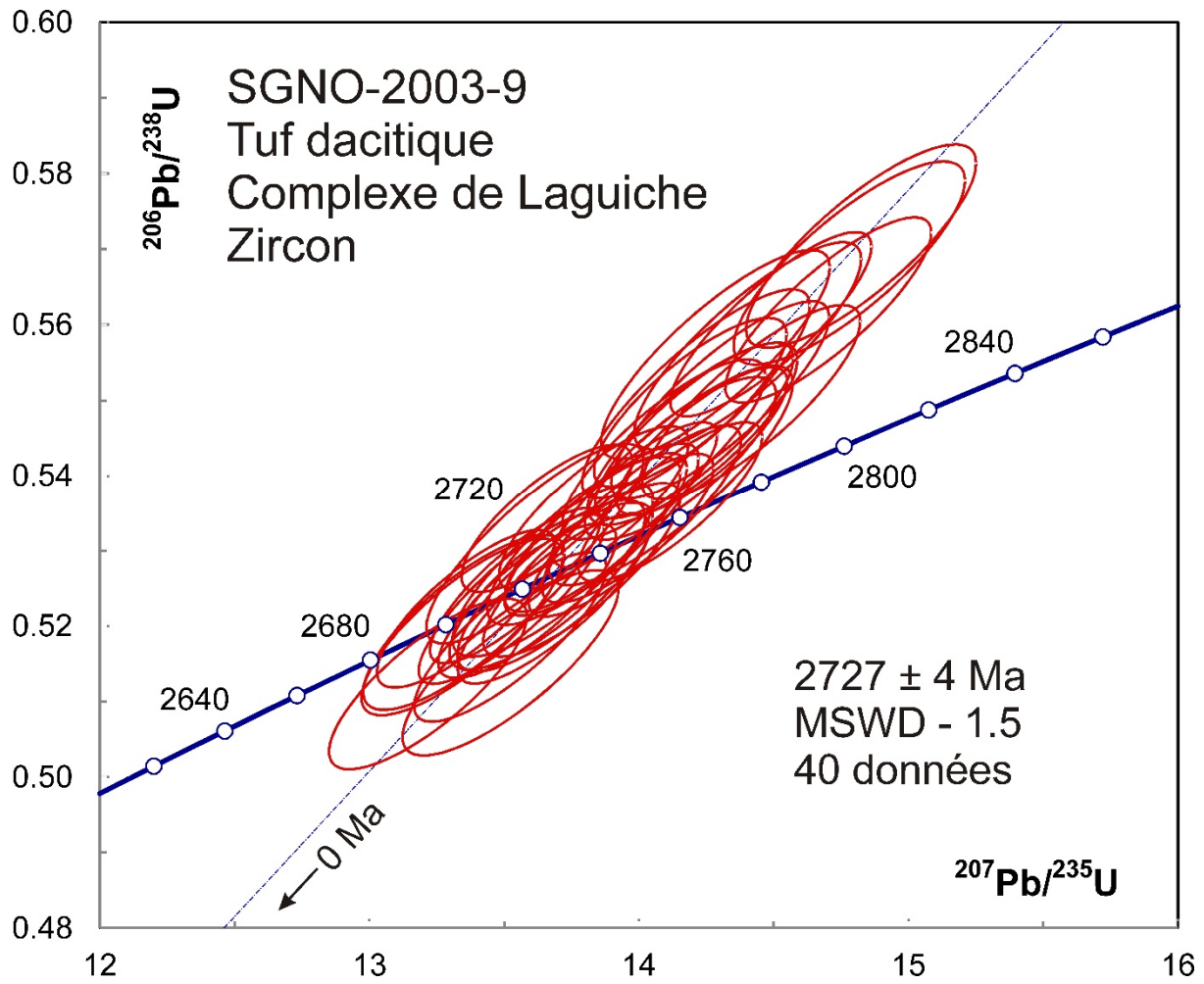


Figure 4.2.3 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons de l'échantillon de tuf dacitique SGNO-2003-09.

5. Baie-James – Île Bohier

5.1 – 2017-JM-6010C1 – Dyke intermédiaire porphyrique à plagioclase, indice Hillhouse

Cet échantillon contenait une faible quantité de zircons formant une population de cristaux prismatiques euhédres et brunâtres (figure 5.1.1). Les analyses ont été réalisées sur des grains non polis fixés sur du ruban adhésif (figure 5.1.2). Les analyses U-Pb montrent un regroupement des âges $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ autour d'une moyenne de 2578 ± 5 Ma (MSWD = 2,3, figure 5.1.3.). Un autre groupe plus ancien et plus dispersé se situe autour de 2740 Ma. Un résultat à mi-chemin entre ces deux groupes (grain 6) caractérisé par un rapport Th/U faible a été obtenu en début d'analyse, ce qui suggère la présence d'une surcroissance métamorphique.

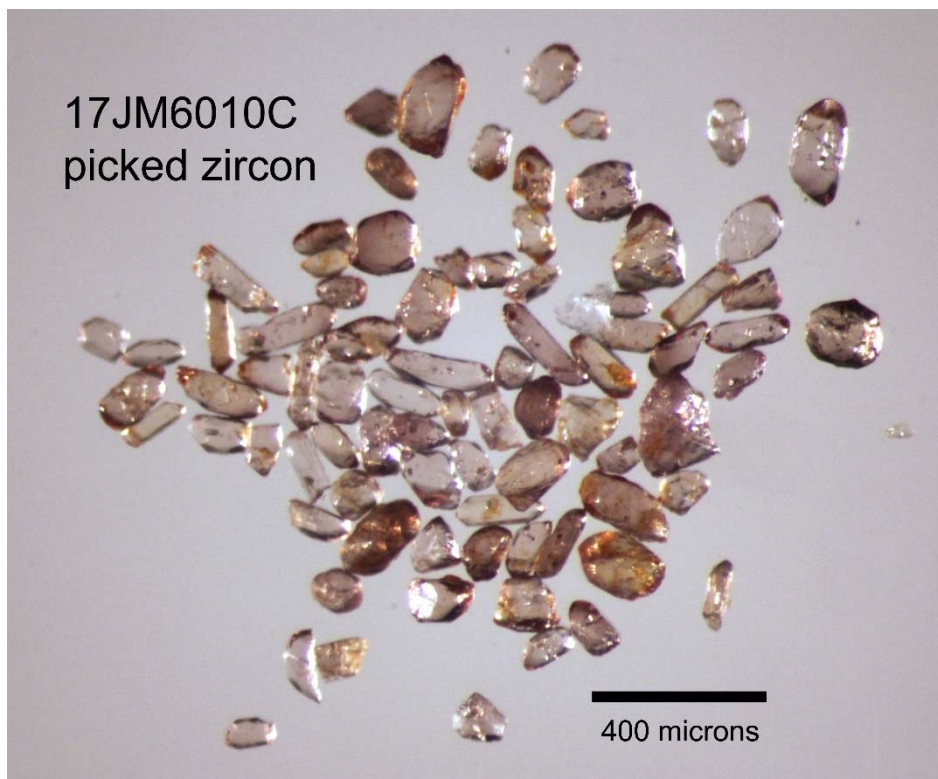


Figure 5.1.1 – Zircons sélectionnés de l'échantillon de dyke porphyrique à plagioclase 2017-JM-6010C1.

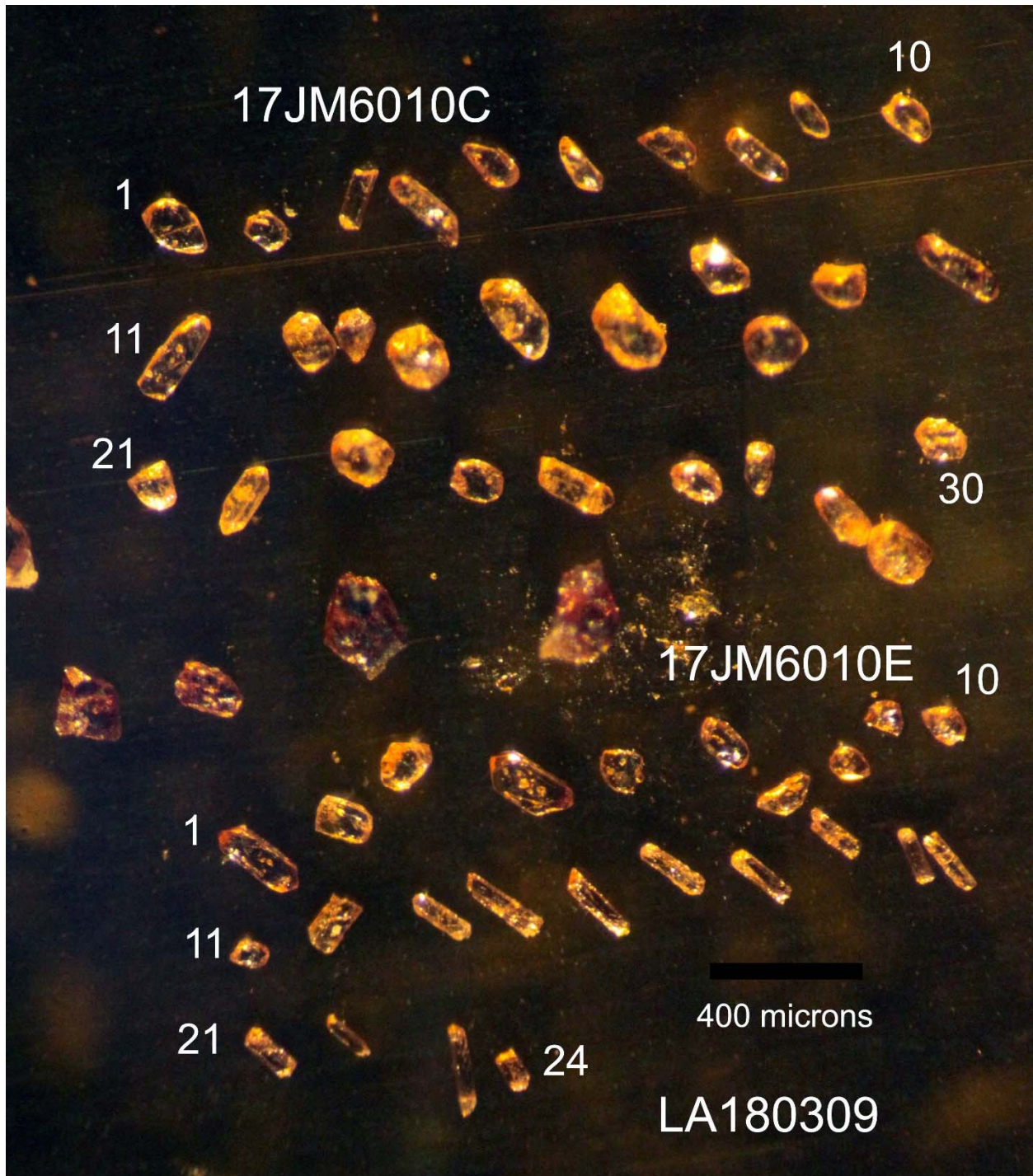


Figure 5.1.2 – Zircons sélectionnés de l'échantillon de dyke porphyrique à plagioclase 2017-JM-6010C1 fixés sur du ruban adhésif pour analyse U-Pb.

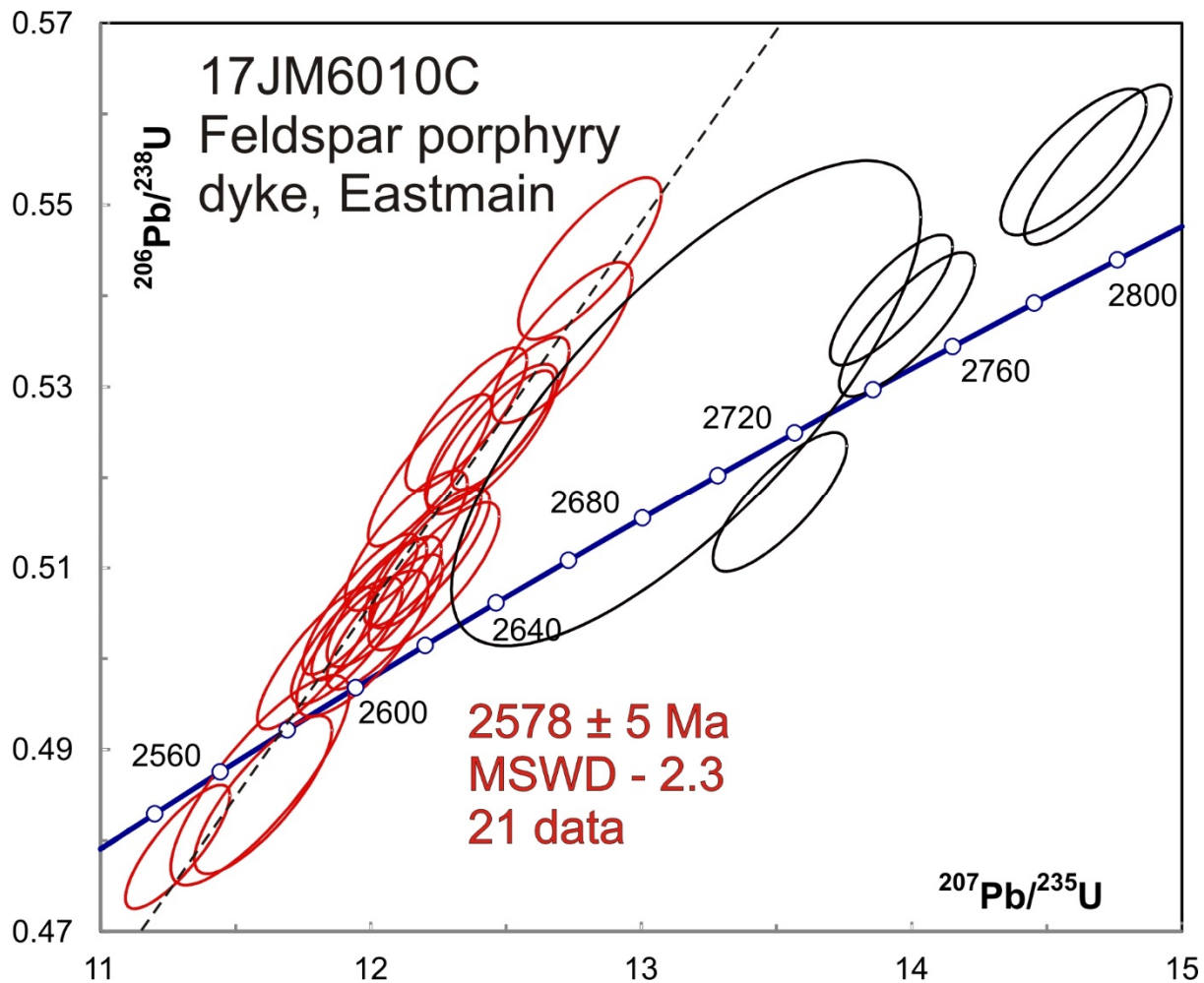


Figure 5.1.3 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons de l'échantillon de dyke porphyrique à plagioclase 2017-JM-6010C1. Les données des ellipses en noir n'ont pas été incluses dans le calcul de l'âge moyen.

Les dykes contiennent typiquement des zircons xénocristiques provenant des roches environnantes. Pour dater l'âge de mise en place de ces intrusions, il est donc important d'identifier le groupe d'âges jeunes représentatif de la population de zircons issue de la cristallisation du magma. Dans le cas présent, nous n'observons aucune relation évidente entre la morphologie et l'âge des zircons. Même si la dispersion du groupe le plus jeune est un peu plus importante que la marge d'erreur, les zircons ne semblent constituer qu'une seule population. L'âge de 2578 ± 5 Ma est plus jeune que ce que l'on s'attend pour la déformation et le métamorphisme dans la Province du Supérieur qui affectent le dyke. Il est difficile de relier ces zircons à une possible contamination puisqu'un seul échantillon de cet âge a été analysé dans ce laboratoire, soit une pyroxénite du Grand Dyke du Zimbabwe dont les zircons présentaient des rapports Th/U 5 à 10 fois supérieurs à ceux du présent échantillon. On doit donc conclure que les zircons sont le résultat d'un processus géologique non magmatique.

5.2 – 2017-JM-6010E – Dyke felsique porphyrique à quartz, indice Hillhouse

La population de zircons de cet échantillon consiste principalement en des cristaux prismatiques allongés plus ou moins altérés, nettement différents de ceux de l'échantillon précédent (figure 5.2.1). On note également une petite population de zircons plus frais sous la forme de prismes courts (figure 5.2.2). Les grains ont été fixés sur du ruban adhésif en raison de leur petite taille. Les secteurs ne présentant pas d'évidence d'altération ont été ciblés pour analyse (figure 5.2.2).

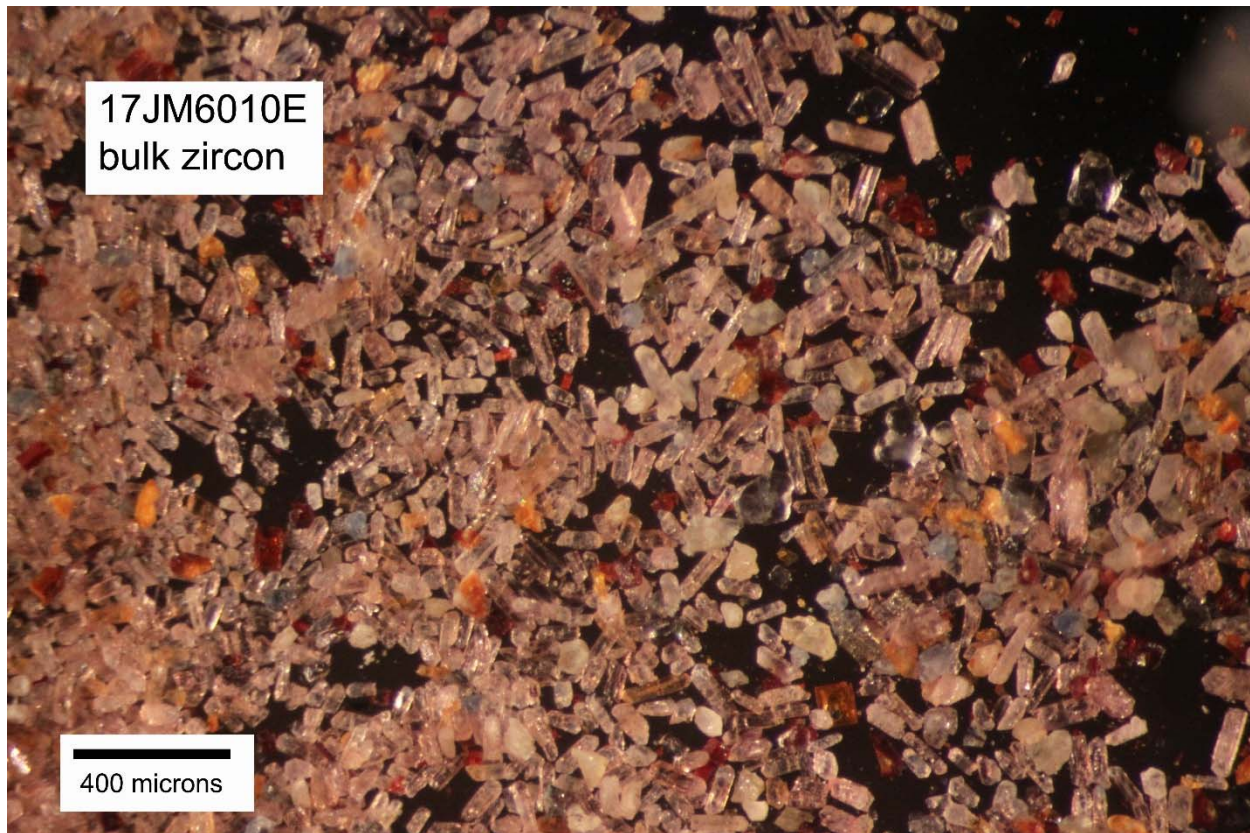


Figure 5.2.1 – Zircons de l'échantillon de dyke porphyrique à quartz 2017-JM-6010E.



Figure 5.2.2 – Zircons frais sélectionnés de l'échantillon de dyke porphyrique à quartz 2017-JM-6010E.

Les analyses U-Pb montrent deux groupes avec des âges de 2577 ± 5 Ma et 2775 ± 4 Ma (figure 5.2.3). La population principale plus ancienne est surtout associée aux prismes allongés, alors que la population de zircons plus frais présente le même âge que le dyke intermédiaire 2017-JM-6010C1. Les deux échantillons de dykes ayant été traités ensemble, il est donc possible que les zircons du dyke intermédiaire aient contaminé l'échantillon de dyke felsique. Cela est toutefois peu probable étant donné l'utilisation de séparateurs Frantz et de récipients différents pour les deux échantillons.

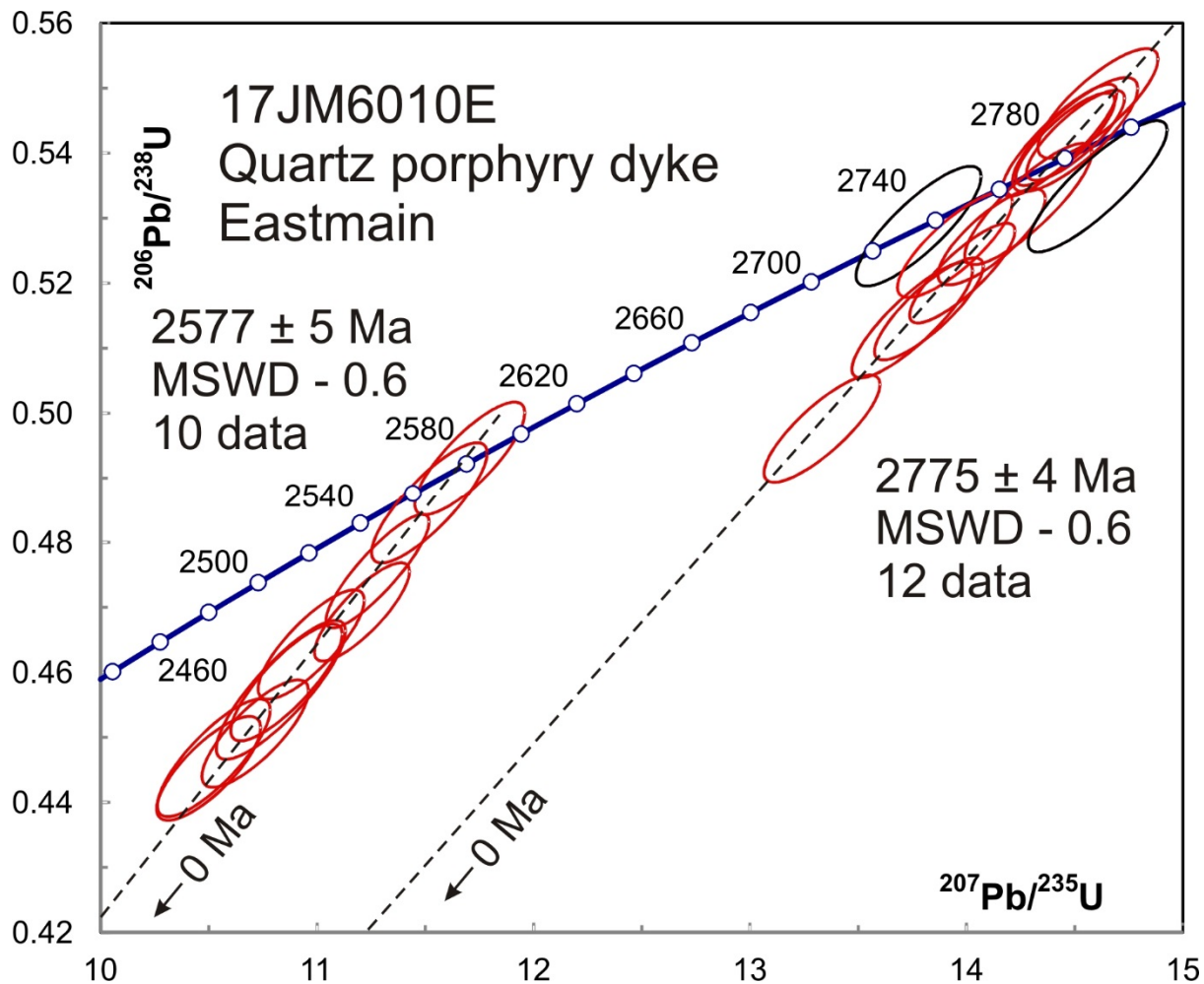


Figure 5.2.3 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons de l'échantillon de dyke porphyrique à quartz 2017-JM-6010E. Les données des ellipses en noir n'ont pas été incluses dans le calcul de l'âge moyen.

5.3 – 2017-JM-6010C2 – Dyke intermédiaire porphyrique à plagioclase, indice Hillhouse

Cet échantillon provient du même dyke que l'échantillon 2017-JM-6010C1. Il a été rééchantillonné afin de confirmer l'âge de 2,58 Ga qui est bien plus jeune que ceux des autres unités de la région.

Comme dans le cas de l'échantillon de dyke intermédiaire analysé précédemment, seule une petite quantité de zircons a été récupérée (plusieurs dizaines des grains). Les grains sont euhédres et varient en forme (trapus à prismes longs) et en couleur (brunâtres à incolores; figure 5.3.1). À cause de leur petite taille, les grains ont été montés sur du ruban adhésif pour ablation (figure 5.3.2). La plupart des analyses s'accordent avec un âge $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ moyen de 2734 ± 2 Ma (figure 5.3.3). Seulement deux grains ont donné des âges qui correspondent à peu près à ceux de la population

jeune de l'échantillon 2017-JM-6010C1 (2578 ± 5 Ma) avec un âge moyen de 2590 ± 9 Ma, soit une quantité bien moins importante que dans ce premier échantillon. Ce résultat confirme donc que les zircons à 2578 ± 5 Ma de l'échantillon 2017-JM-6010C1 ne proviennent pas d'une contamination au laboratoire.

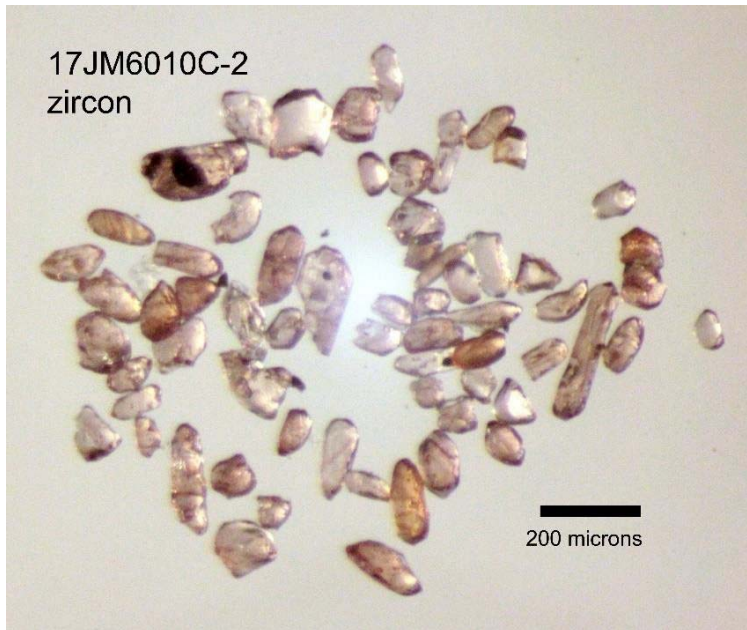


Figure 5.3.1 – Zircons sélectionnés de l'échantillon de dyke porphyrique à plagioclase 2017-JM-6010C2.



Figure 5.3.2 – Zircons sélectionnés de l'échantillon de dyke porphyrique à plagioclase 2017-JM-6010C2 fixés sur du ruban adhésif pour analyse U-Pb.

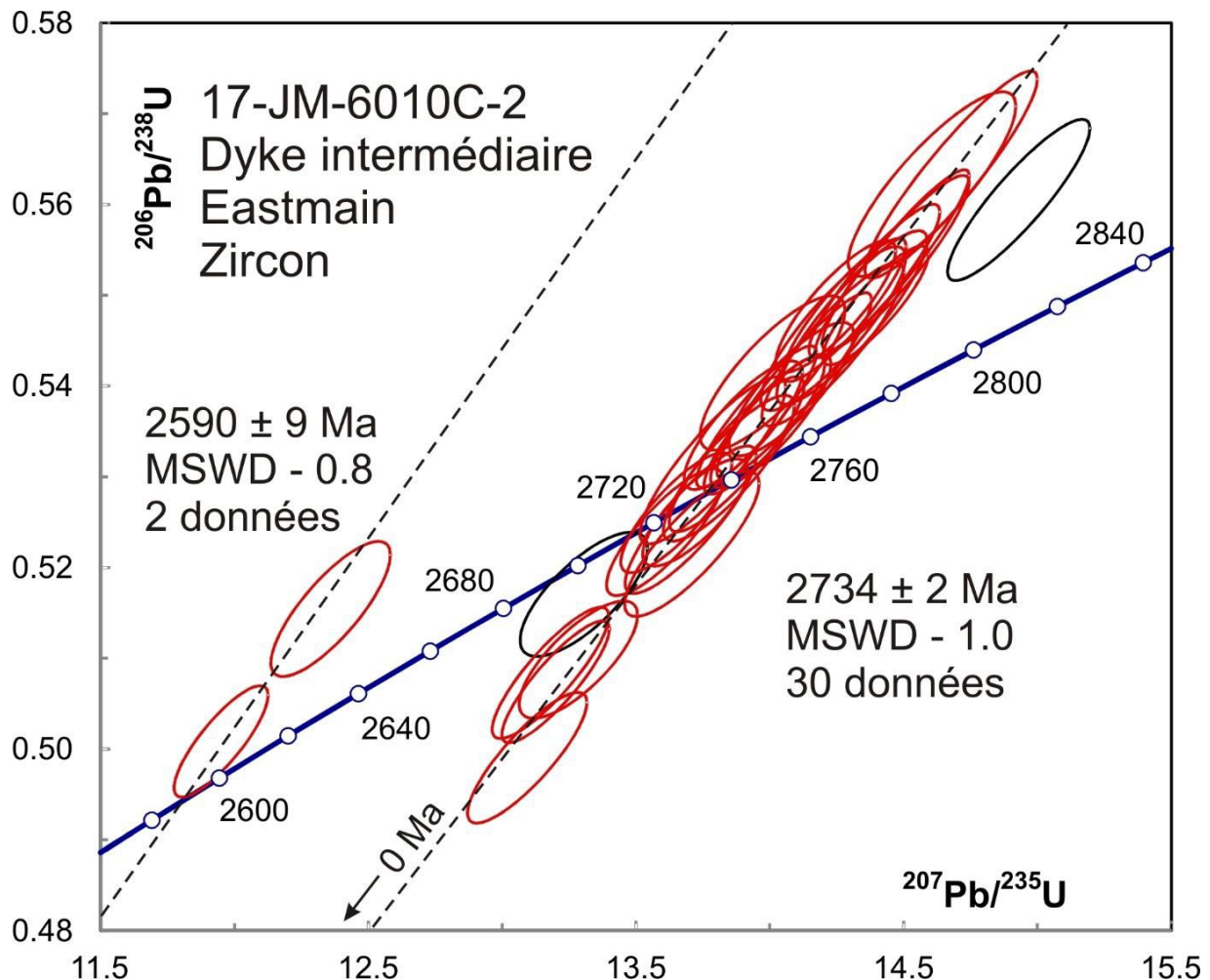


Figure 5.3.3 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons de l'échantillon de dyke porphyrique à plagioclase 2017-JM-6010C2. Les données des ellipses en noir n'ont pas été incluses dans le calcul de l'âge moyen.

Il est à noter que la population ancienne de l'échantillon 2017JM-6010C1 ne présentait pas un âge uniforme, tandis que dans le deuxième échantillon 2017-JM-6010C2, prélevé au même endroit, on trouve une population bien définie à 2734 ± 2 Ma. De plus, la plupart des zircons de l'échantillon de dyke felsique 2017-JM-6010E ont donné un âge de 2775 ± 4 Ma en plus de la population à 2577 ± 5 Ma, ainsi qu'un grain avec un âge de 2734 ± 16 Ma. Les zircons du tuf felsique 2017-JM-6010A, l'unité encaissante des deux variétés de dykes et qui constitue la majeure partie de l'affleurement, sont plus vieux et forment des sous-populations âgées de 2791 ± 5 Ma et 2813 ± 5 Ma (Davis et Sutcliffe, 2019) sans évidence de zircons beaucoup plus jeunes.

Le problème de contamination des dykes par des xéno-cristaux de zircon est bien connu. Les dykes felsiques dérivent probablement de la fusion partielle de niveaux profonds de la croûte. Dans ces régions, les protolites contiennent des zircons anciens qui peuvent être entraînés par le magma dans les dykes sous la forme de grains

hérités. Toutefois, l'âge obtenu (2775 ± 4 Ma) pour la population de prismes longs du dyke felsique 2017-JM-6010E (figure 5.2.2) semble très robuste et uniforme.

Les deux types de dykes montrent le même degré de déformation et les mêmes assemblages métamorphiques que les autres roches de la région. Il est donc difficile d'associer un âge aussi jeune que 2577 Ma à un épisode magmatique. Cet âge devrait correspondre à l'épisode de refroidissement de la croûte vers la fin de l'Archéen. Les dykes contiennent de minces veinules de quartz, ce qui suggère que les zircons jeunes auraient pu être transportés par des solutions hydrothermales à partir d'une source plutonique profonde. Ces solutions auraient pu passer par les mêmes fractures utilisées antérieurement par les magmas à l'origine des dykes. L'âge de la population jeune est comparable aux âges les plus jeunes des zircons trouvés dans la Zone de Kapuskasing (Moser *et al.*, 2008) considérée comme une section oblique à travers la croûte de la Province du Supérieur.

6. Baie-James – Ruisseau Lucky Strike

6.1 – 2019-CG-7009 – Granite rose

Cet échantillon a donné un peu de zircons sous la forme de longs prismes partiellement altérés (figure 6.1.1). Il contenait également une abondance de fragments frais bruns à incolores de titanite (figure 6.1.2). En raison de la taille des zircons, les grains ont été fixés sur ruban adhésif pour les analyses U-Pb (figure 6.1.3).

À l'analyse, plusieurs « zircons » ont donné des valeurs Sr très élevées, ce qui indique qu'il s'agissait en fait de titanite qu'il est parfois difficile à distinguer du zircon lorsque les grains sont petits. Un groupe d'analyses pauvres en Sr a donné des âges $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ qui s'accordent dans la limite des erreurs avec une moyenne de 2682 ± 4 Ma (MSWD = 1,1, figure 6.1.4).

Les images en BSE de la titanite brune polie présentent des zonations floues. Le grain 22 représente un fragment incolore sans zonation (figure 6.1.5). Quelques analyses U-Pb montrent l'influence de Pb commun, surtout dans le cas du grain 22. Les rapports Th/U élevés suggèrent que la titanite est d'origine magmatique (tableau 3). L'âge $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ moyen du groupe d'analyses jeunes est de 2680 ± 7 Ma (MSWD = 2,4; figure 6.1.6). Bien que les données ne s'accordent pas tout à fait dans la limite des erreurs, l'âge de la titanite correspond à celui du zircon.



Figure 6.1.1 – Zircons sélectionnés de l'échantillon de granite 2019-CG-7009.

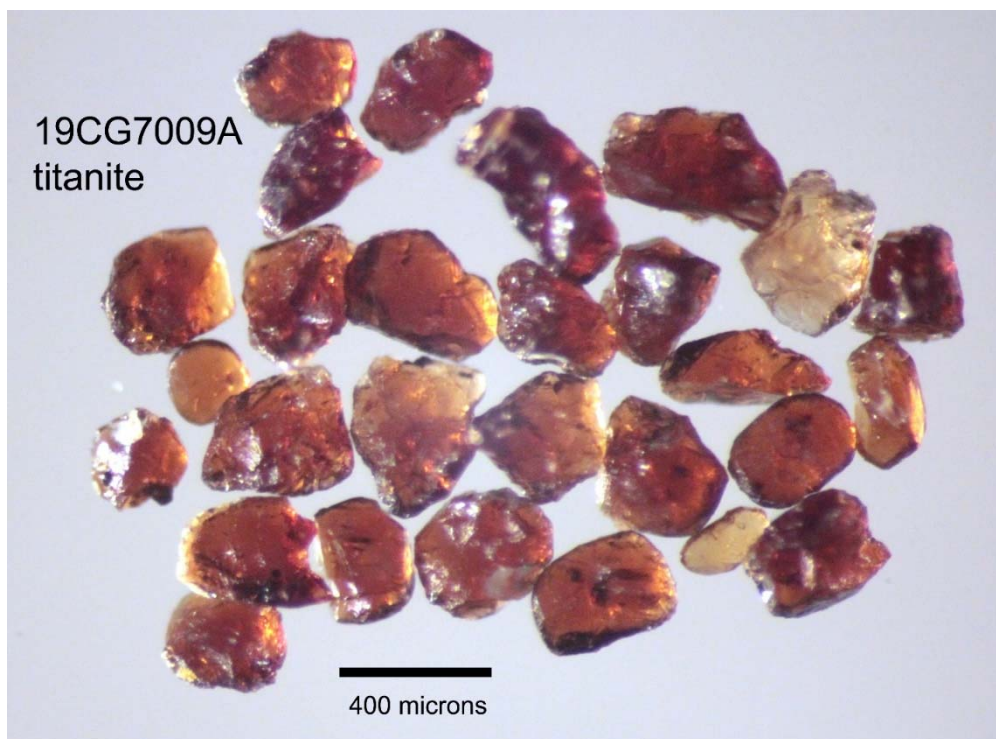


Figure 6.1.2 – Titanites sélectionnées de l'échantillon de granite 2019-CG-7009.

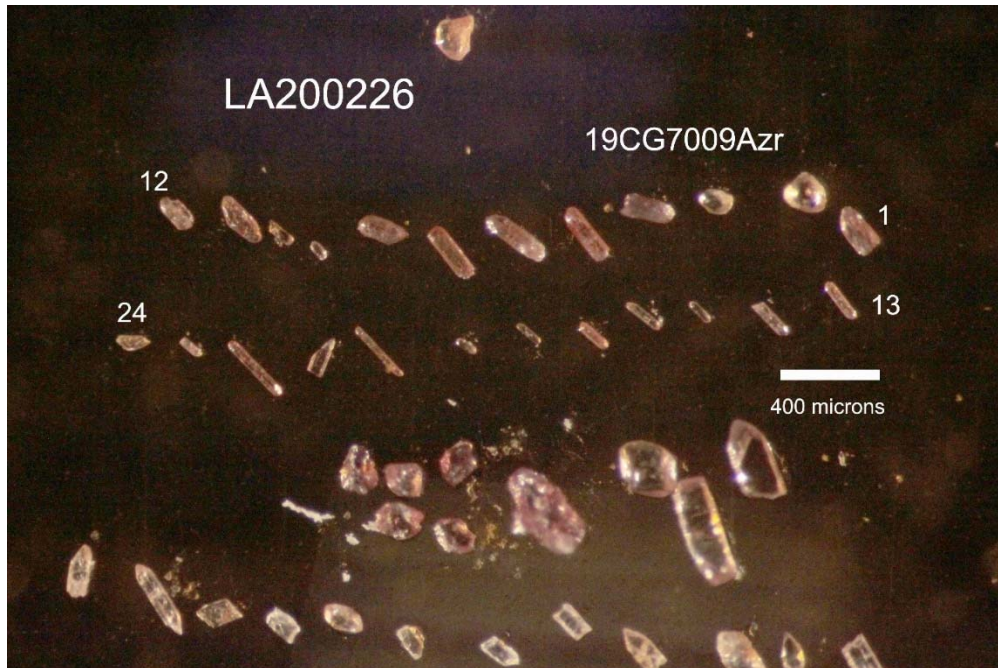


Figure 6.1.3 – Zircons sélectionnés de l'échantillon de granite 2019-CG-7009 fixés sur du ruban adhésif pour analyse U-Pb.

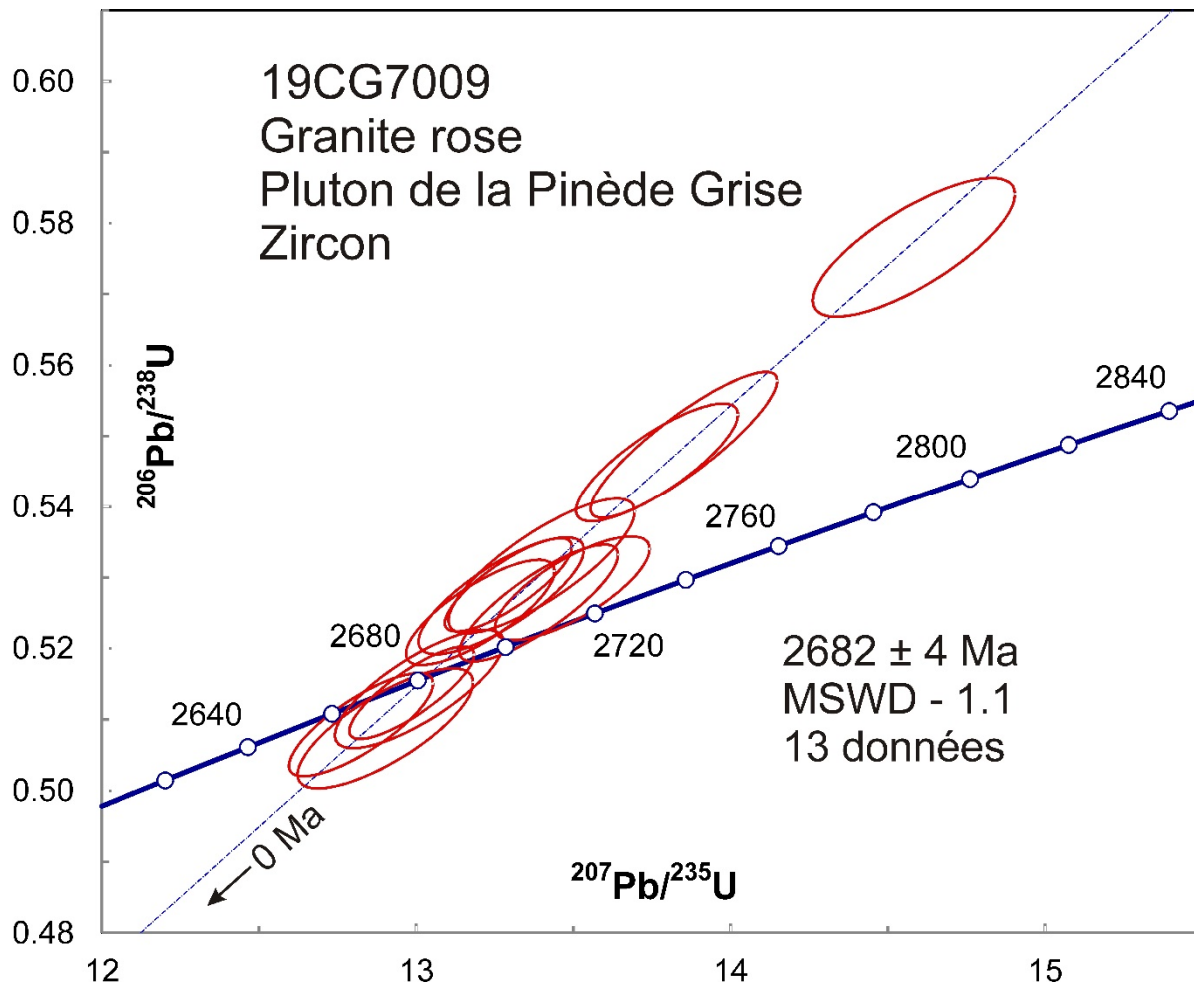


Figure 6.1.4 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons de l'échantillon de granite 2019-CG-7009.

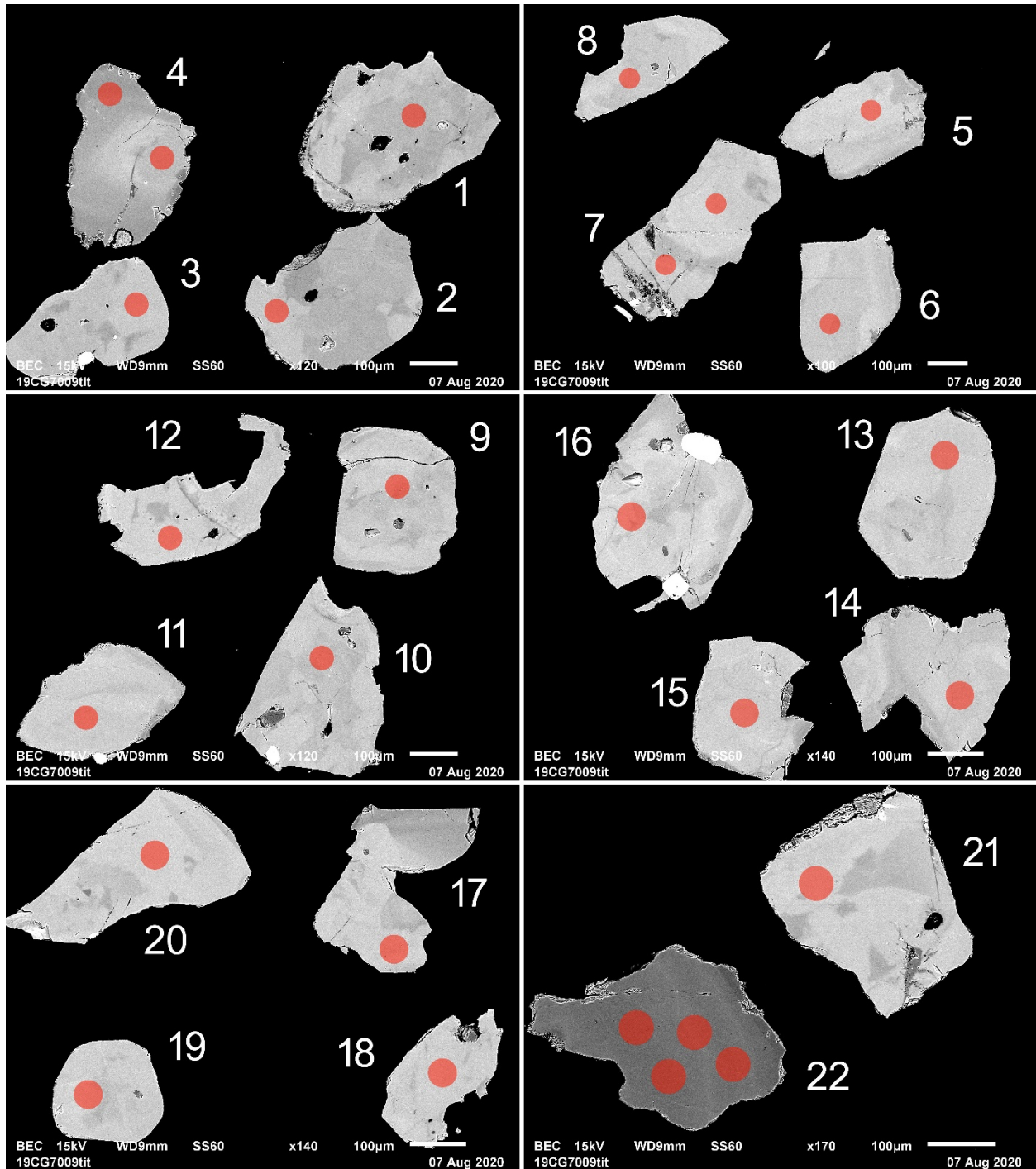


Figure 6.1.5 – Images en BSE des titanites polies de l'échantillon de granite 2019-CG-7009. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS. Le grain 22 est incolore, les autres sont bruns.

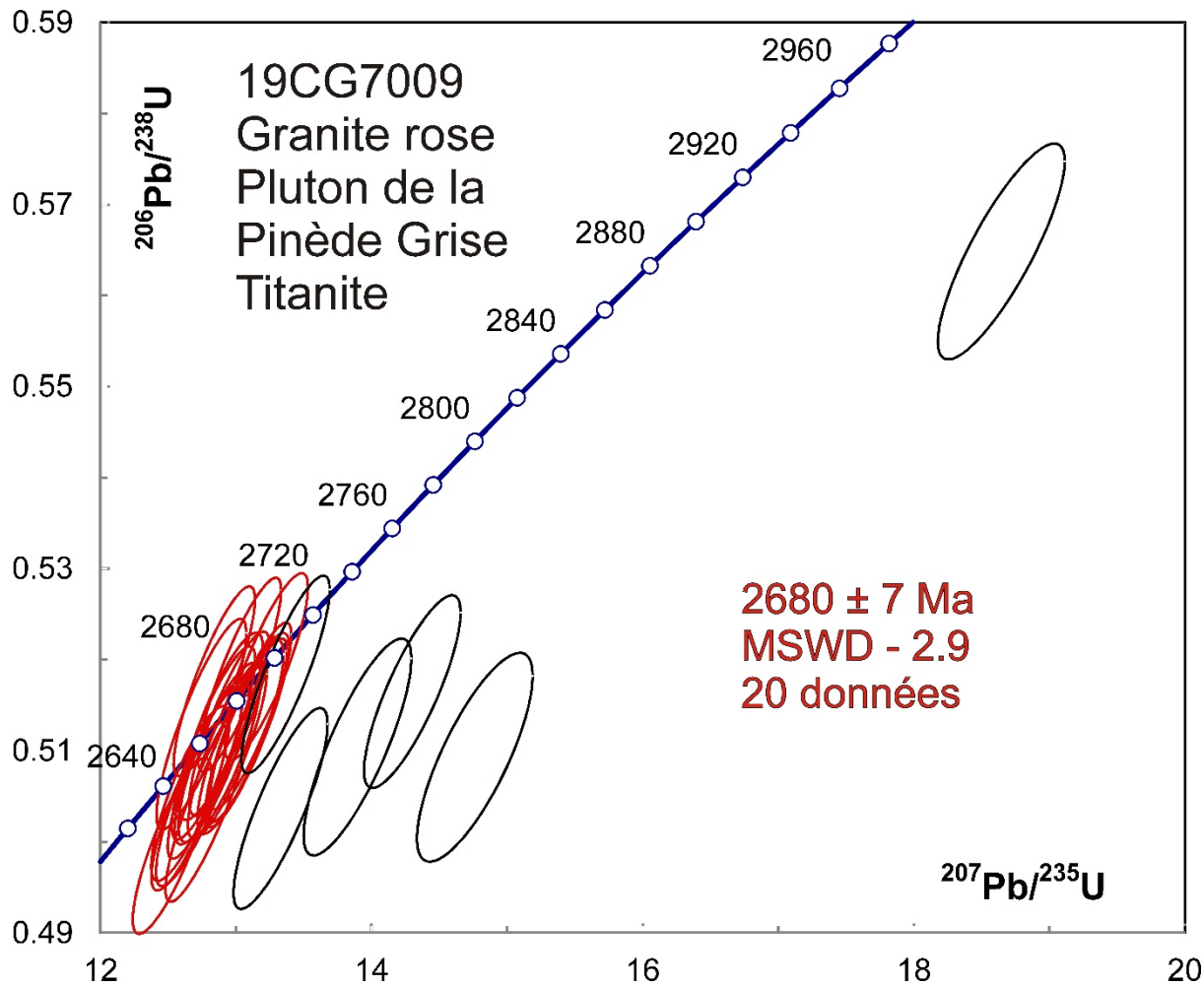


Figure 6.1.6 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les titanites de l'échantillon de granite 2019-CG-7009. Les données des ellipses en noir ont été omises du calcul de l'âge moyen.

6.2 – 2019-DB-1060 – Granite pegmatitique

Cet échantillon n'a pas donné de zircon. Des cristaux de monazite un peu altérée ont été trouvés dans la fraction fine (figure 6.2.1). Les grains de monazite ont été fixés sur du ruban adhésif pour analyse U-Pb (figure 6.2.2). Les analyses donnent des âges $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ regroupés avec une moyenne de 2629 ± 5 Ma (MSWD = 2,9), mais ne s'accordent pas dans la limite des erreurs (figure 6.2.3). Néanmoins, il s'agit de la meilleure estimation de l'âge de mise en place de ce granite.

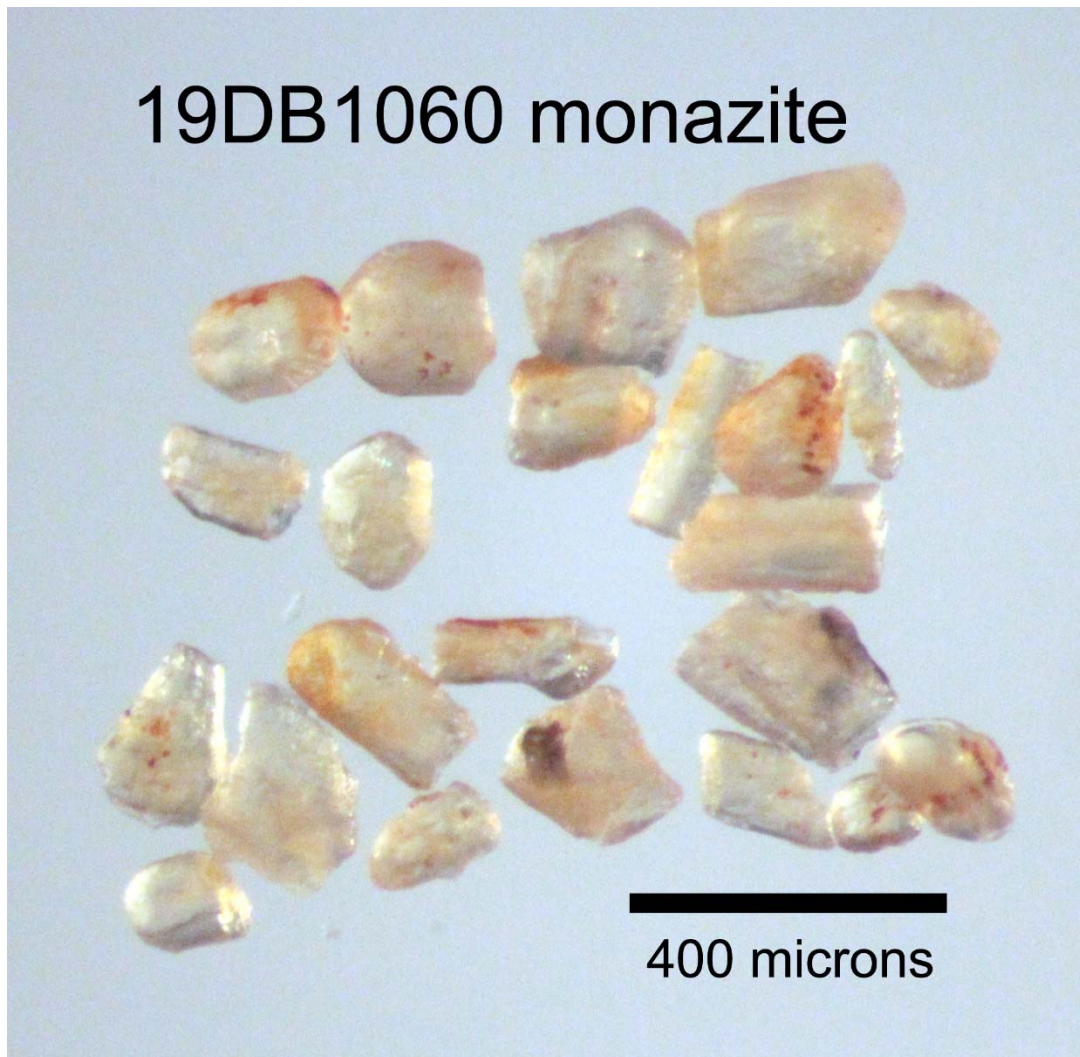


Figure 6.2.1 – Monazites sélectionnées de l'échantillon de granite pegmatitique 2019-DB-1060.



Figure 6.1.2 – Monazites sélectionnées de l'échantillon de granite pegmatitique 2019-DB-1060 fixées sur du ruban adhésif pour analyse U-Pb.

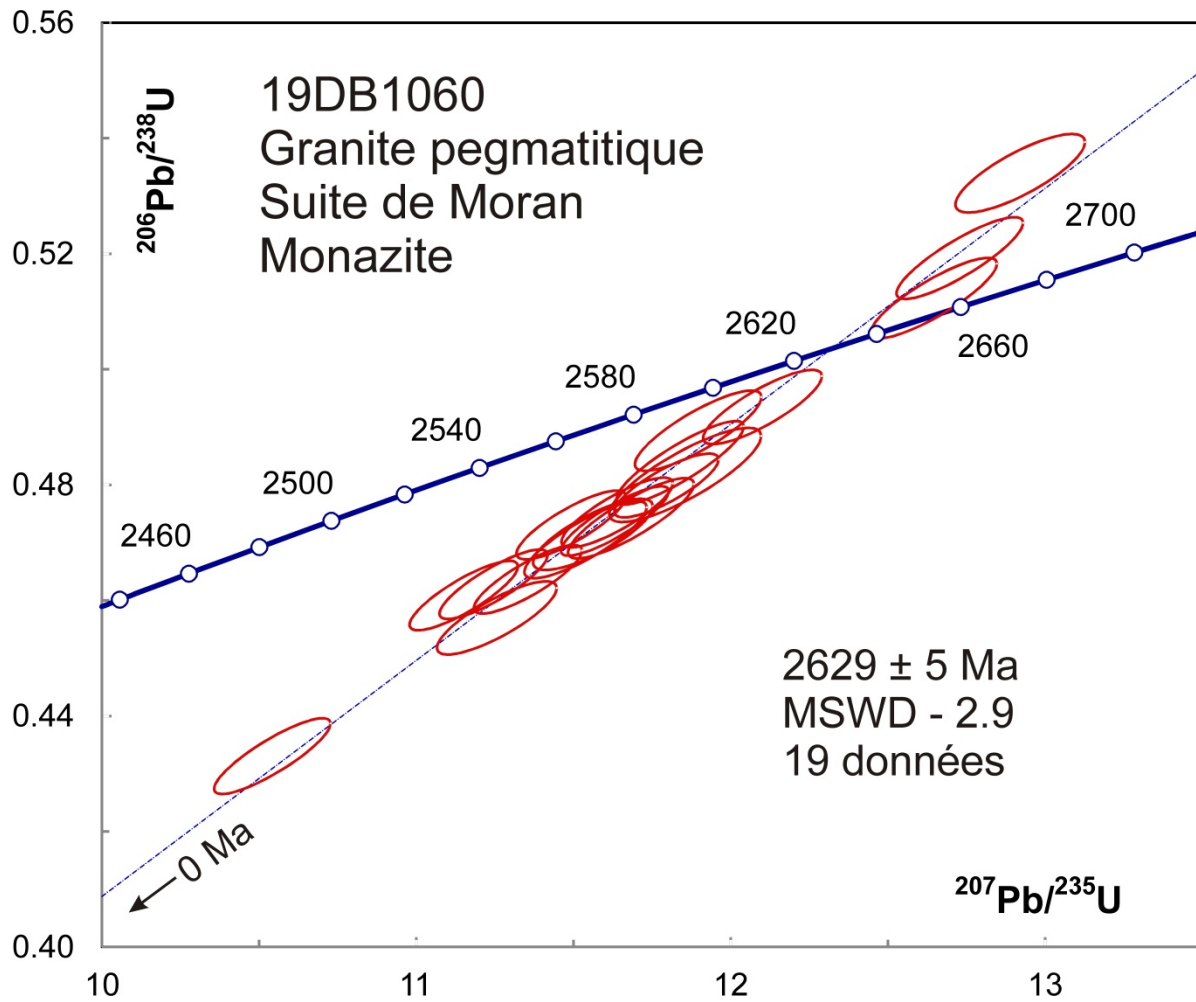


Figure 6.2.3 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les monazites de l'échantillon de granite pegmatitique 2019-DB-1060.

6.3 – 2019-EC-2072 – Granite porphyroïde à phénocristaux de feldspath potassique

Cet échantillon a donné quelques grains de zircon altéré (figure 6.3.1), mais les fractions plus magnétiques contenaient beaucoup de monazite fraîche (figure 6.3.2). Les grains de zircon les plus grands ont été polis pour analyses U-Pb, mais les images en BSE montrent que les zones oscillatoires sont altérées (figure 6.3.3). La majorité des analyses ont été réalisées sur les deux grains les plus uniformes. Les résultats s'accordent dans la limite des erreurs avec un âge $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ moyen de 2688 ± 5 Ma (MSWD = 0,6; figure 6.3.4).

Les images en BSE des monazites polies montrent une zonation irrégulière (figure 6.3.5). Les analyses U-Pb sont pour la plupart dans la limite des erreurs (figure 6.3.6) avec un âge $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ moyen de 2684 ± 3 Ma (MSWD = 1,8). En retranchant les deux analyses les plus jeunes qui s'écartent un peu des autres, le MSWD tombe à 1,1 avec un âge moyen de 2685 ± 2 Ma.



Figure 6.3.1 – Zircons sélectionnés de l'échantillon de granite porphyroïde 2019-EC-2072.

19EC2072 monazite

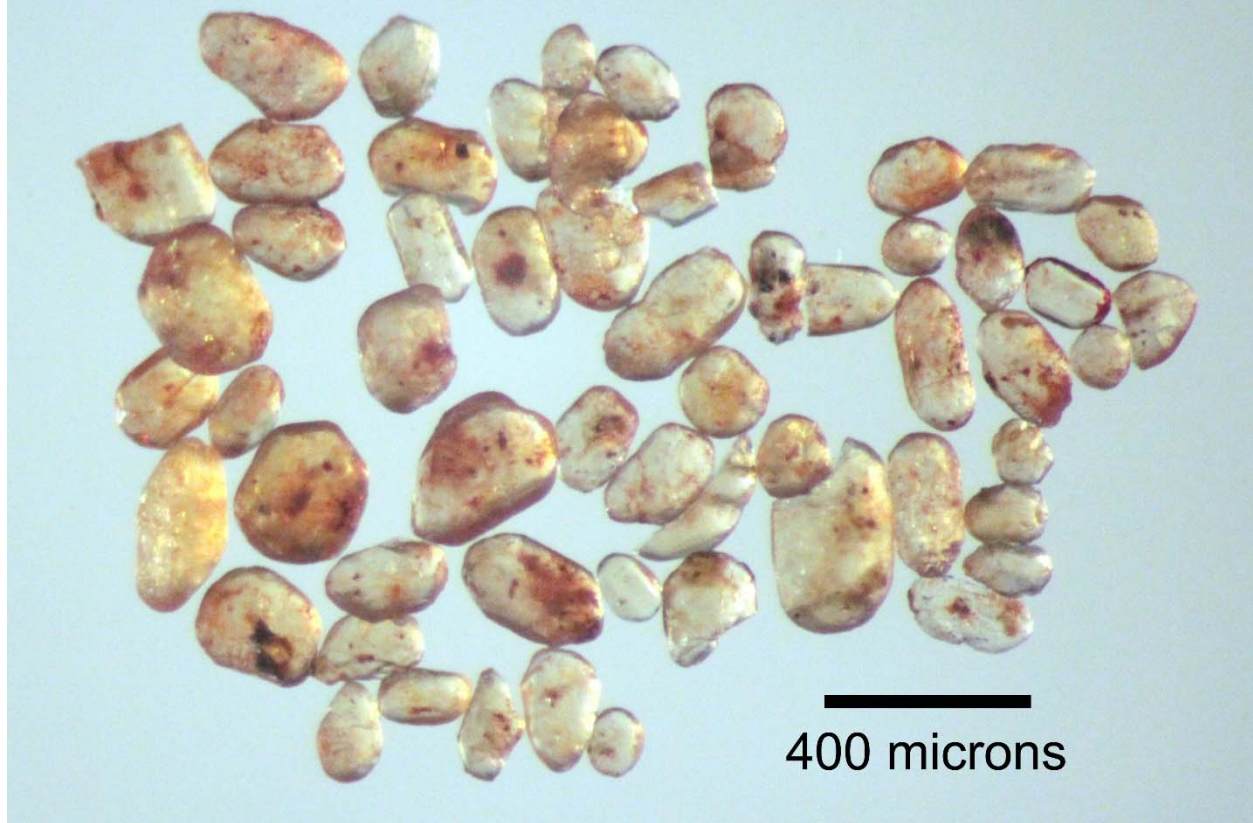


Figure 6.3.2 – Monazites sélectionnées de l'échantillon de granite porphyroïde 2019-EC-2072.

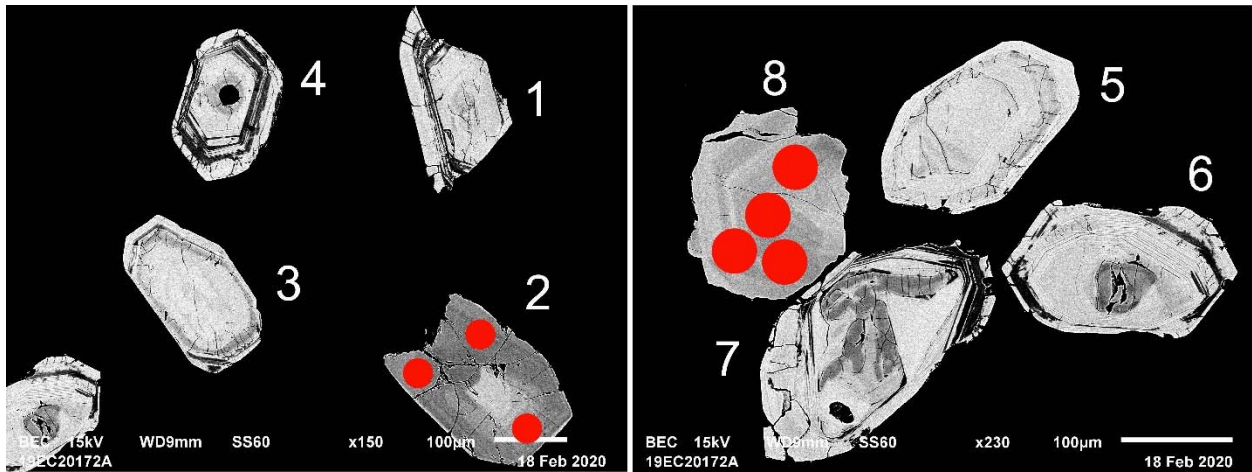


Figure 6.3.3 – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon de granite porphyroïde 2019-EC-2072. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

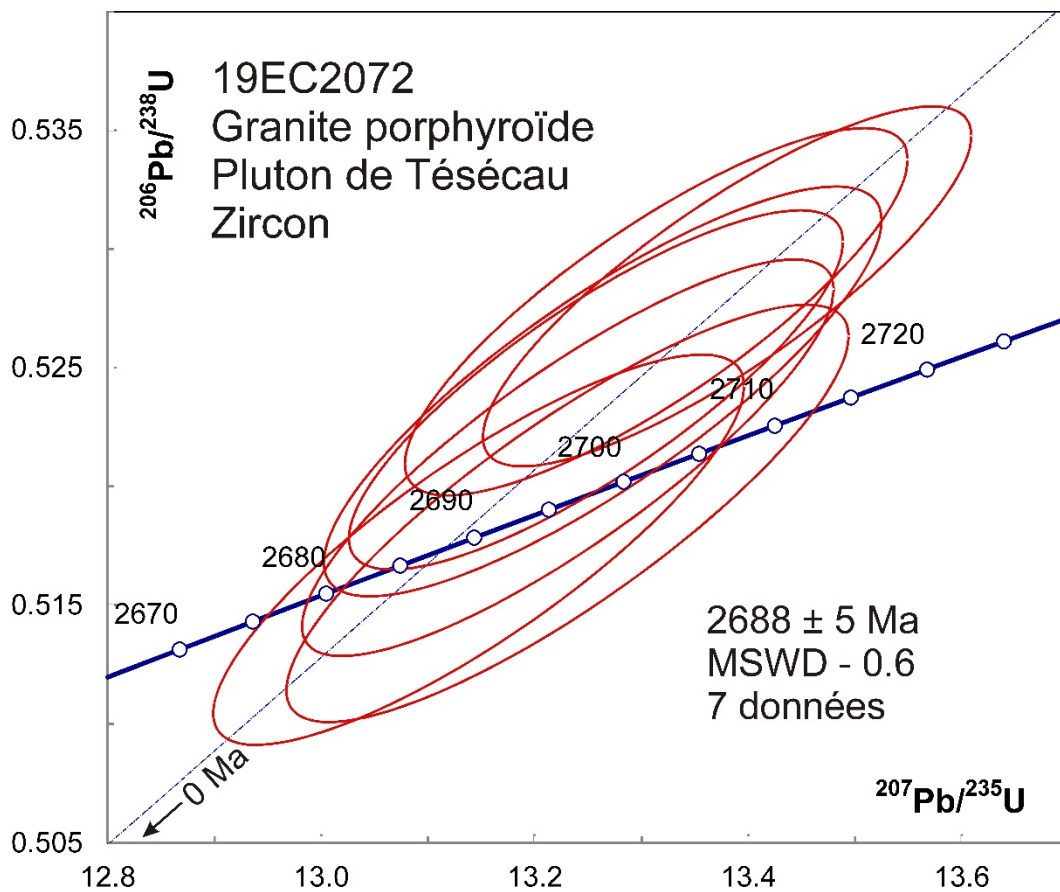


Figure 6.3.4 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons de l'échantillon de granite porphyroïde 2019-EC-2072.

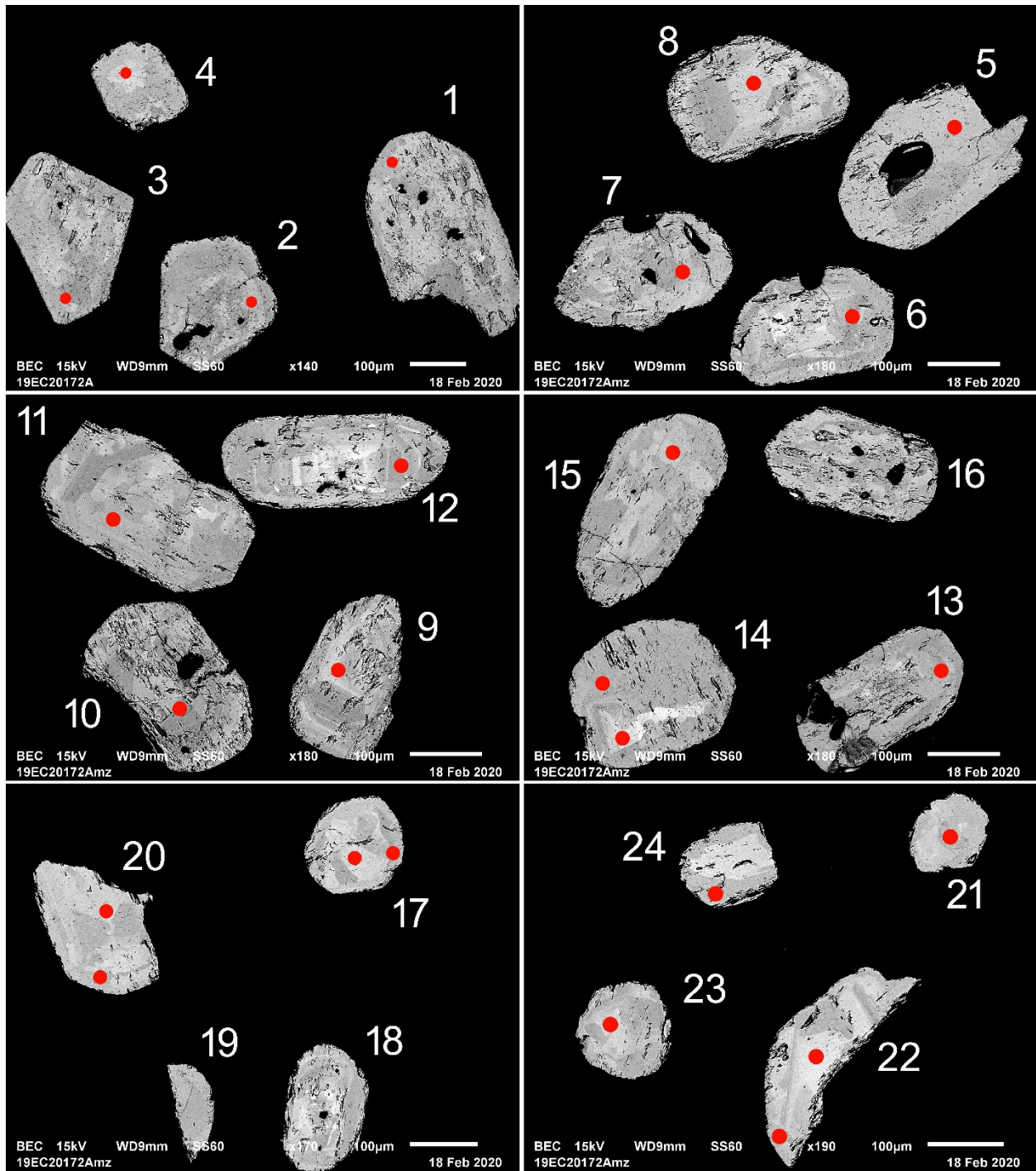


Figure 6.3.5 – Images en BSE des monazites polies de l'échantillon de granite porphyroïde 2019-EC-2072. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

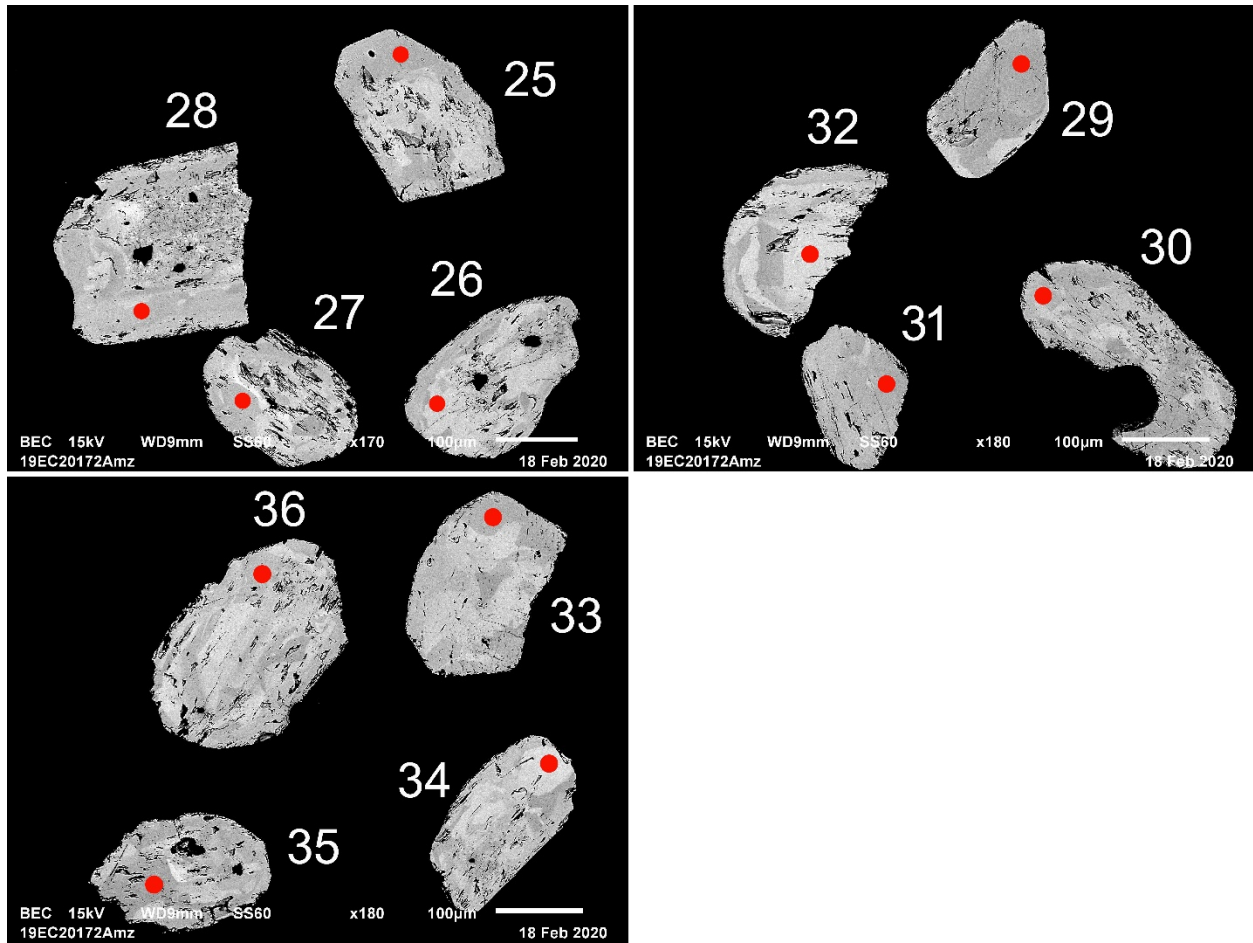


Figure 6.3.5 (suite) – Images en BSE des monazites polies de l'échantillon de granite porphyroïde 2019-EC-2072. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

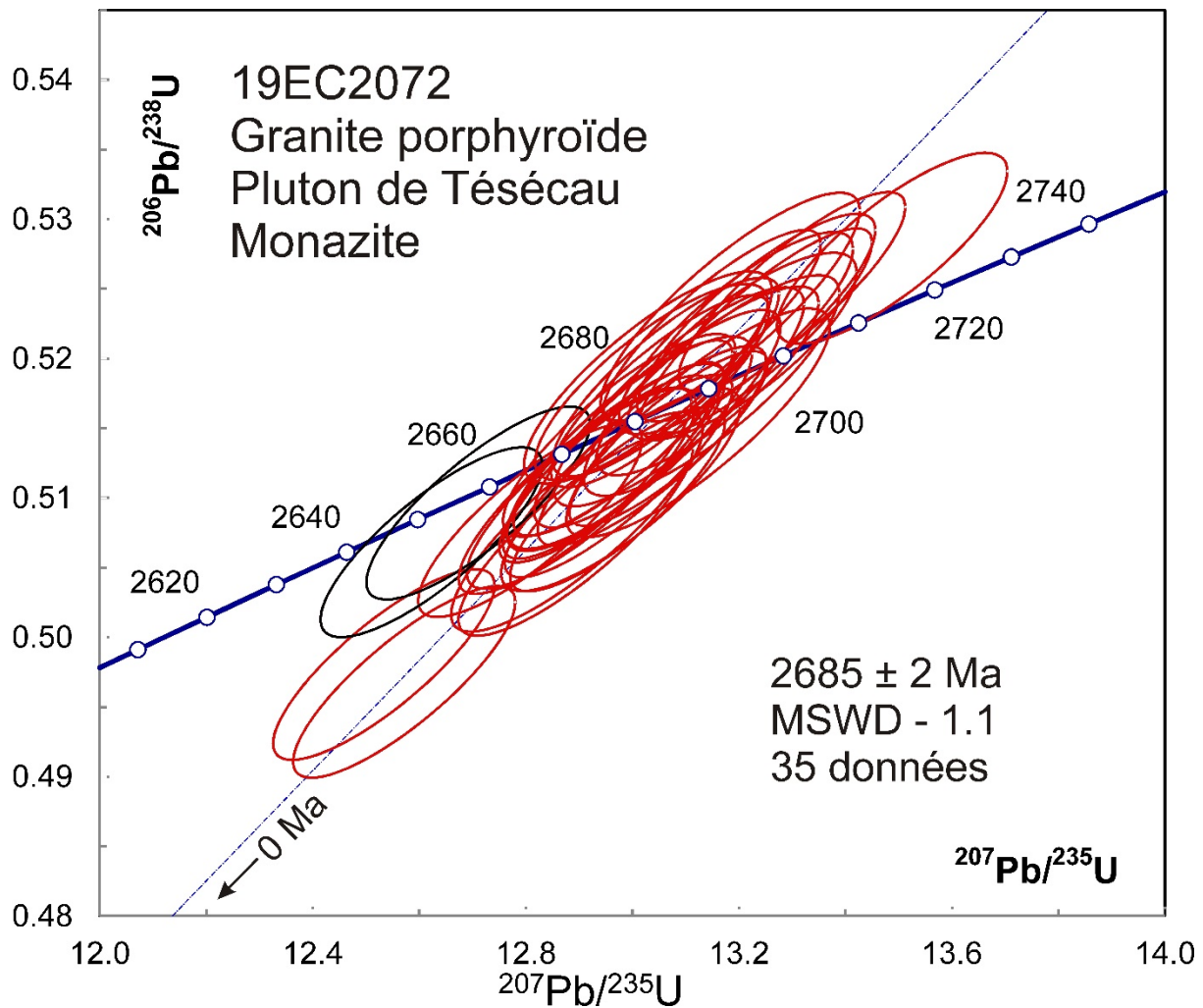


Figure 6.3.6 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les monazites de l'échantillon de granite porphyroïde 2019-EC-2072. Les données des ellipses en noir ont été omises du calcul de l'âge moyen.

7. Baie-James – Lac Salamandre

7.1 – 2019-PG-5012M – Gabbro

Cet échantillon a donné une petite quantité de zircons sous la forme de grands fragments partiellement altérés (figure 7.1.1). Les images en BSE montrent des zones larges avec une altération associée à des fractures dans les zones de fortes concentrations en U (figure 7.1.2). Les analyses U-Pb ont été effectuées dans les régions non altérées. La plupart des analyses s'accorde dans la limite des erreurs avec un âge $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ moyen de 2700 ± 3 Ma (MSWD = 0,7; figure 7.1.3). Deux analyses sont discordantes et donnent une intersection inférieure autour de 1,75 Ga. Les rapports Th/U sont généralement au-dessus de 1,0, ce qui est typique des zircons provenant de gabbros.



Figure 7.1.1 – Zircons sélectionnés de l'échantillon de gabbro 2019-PG-5012M.

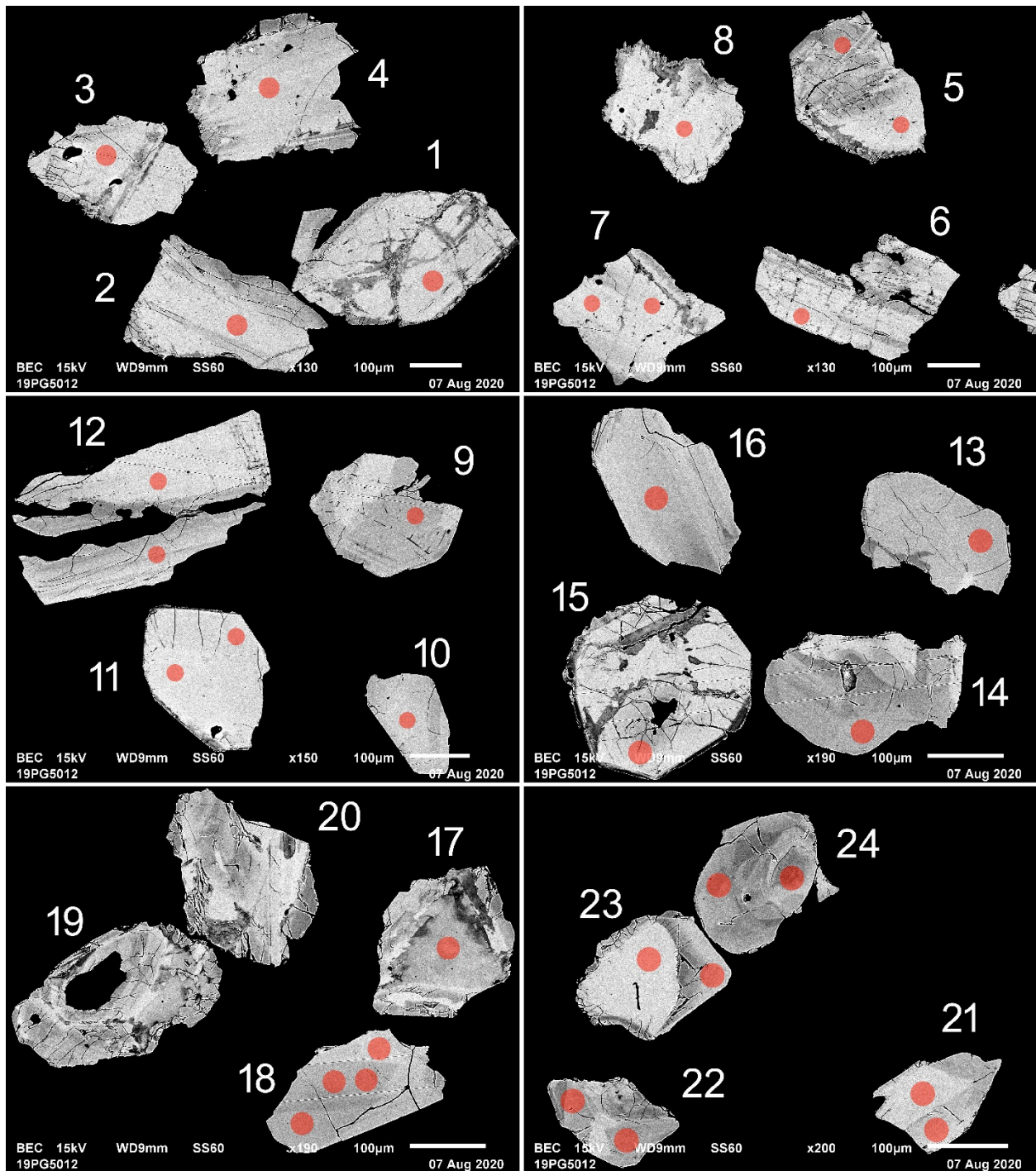


Figure 7.1.2 – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon de gabbro 2019-PG-5012M. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

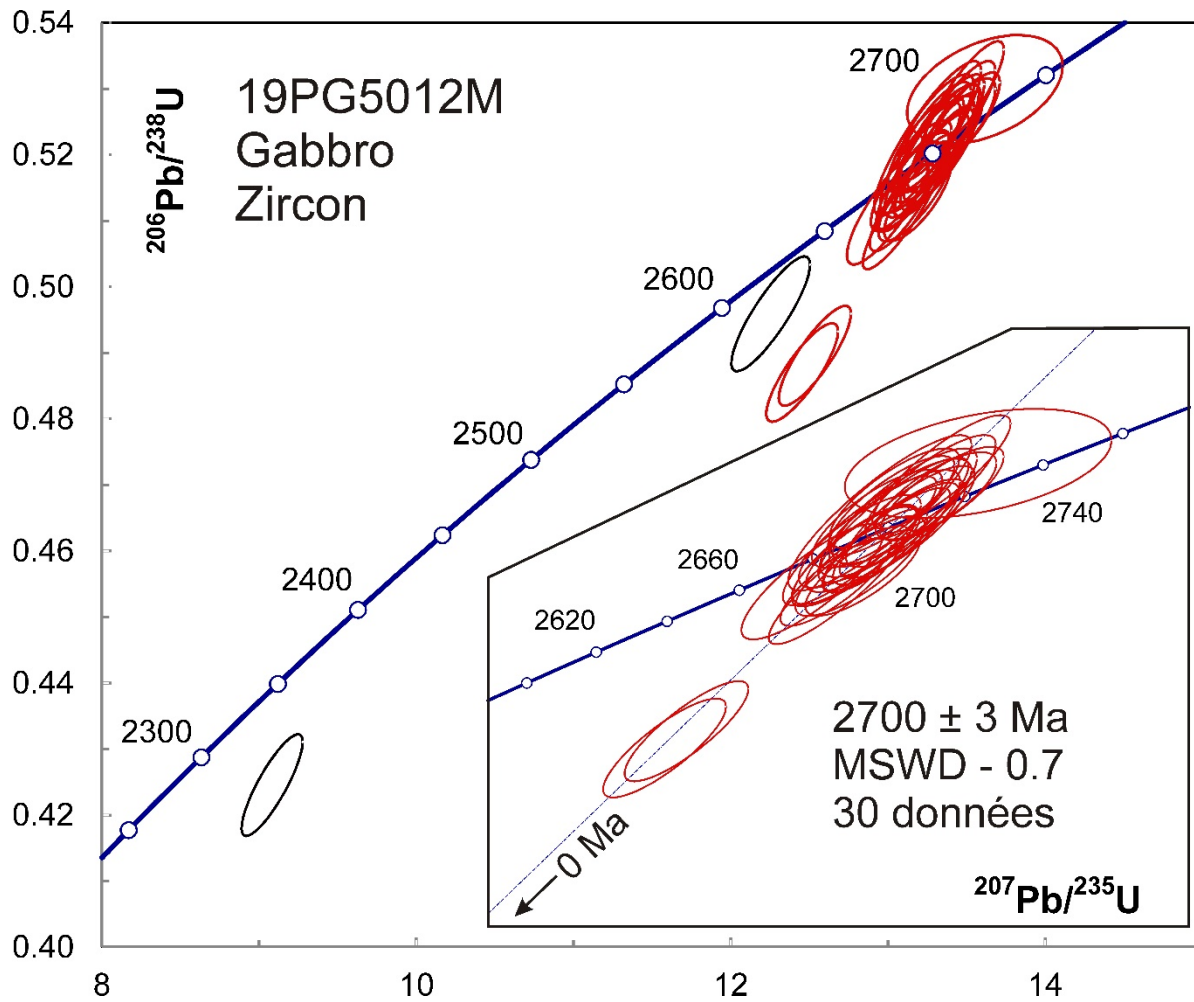


Figure 7.1.3 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons de l'échantillon de gabbro 2019-PG-5012M. Les données des ellipses en noir ont été omises du calcul de l'âge moyen.

7.2 – 2019-FM-1015A – Monzodiorite quartzifère

Cet échantillon a donné des zircons sous la forme de fragments brunâtres (figure 7.2.1). Les images en BSE montrent des zones larges avec une altération dans les régions de fortes concentrations en U (figure 7.2.2). Les analyses U-Pb s'accordent à peu près dans les limites des erreurs avec un âge $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ moyen de 2700 ± 4 Ma (MSWD = 1,8, figure 7.2.3). Les concentrations en U sont variables (jusqu'à 1500 ppm U) et les rapports Th/U sont couramment supérieurs à 1,0. La morphologie, les caractéristiques géochimiques et l'âge des zircons de cet échantillon sont semblables à ceux des zircons du gabbro 2019-PG-5012M, ce qui suggère qu'ils font partie d'une même population. Ces deux lithologies seraient donc probablement comagmatiques.

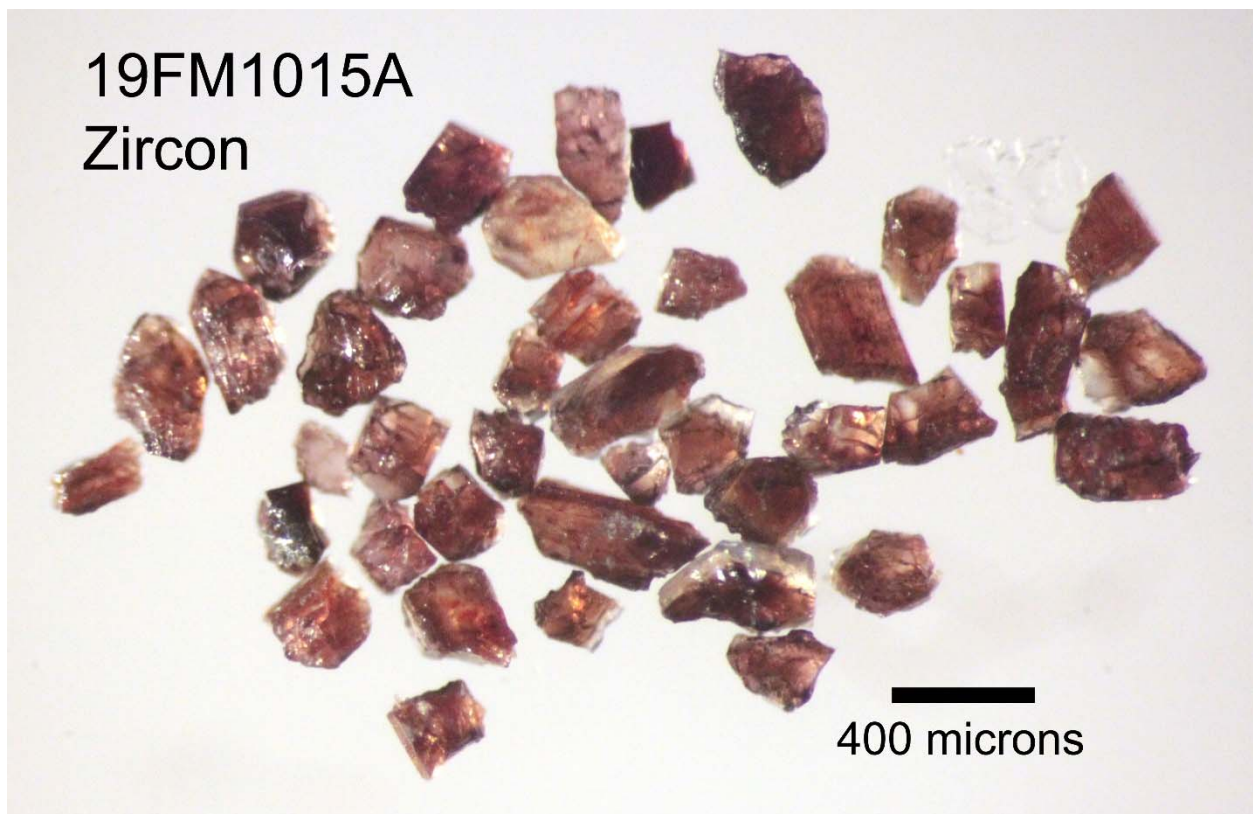


Figure 7.2.1 – Zircons sélectionnés de l'échantillon de monzodiorite quartzifère 2019-FM-1015A.

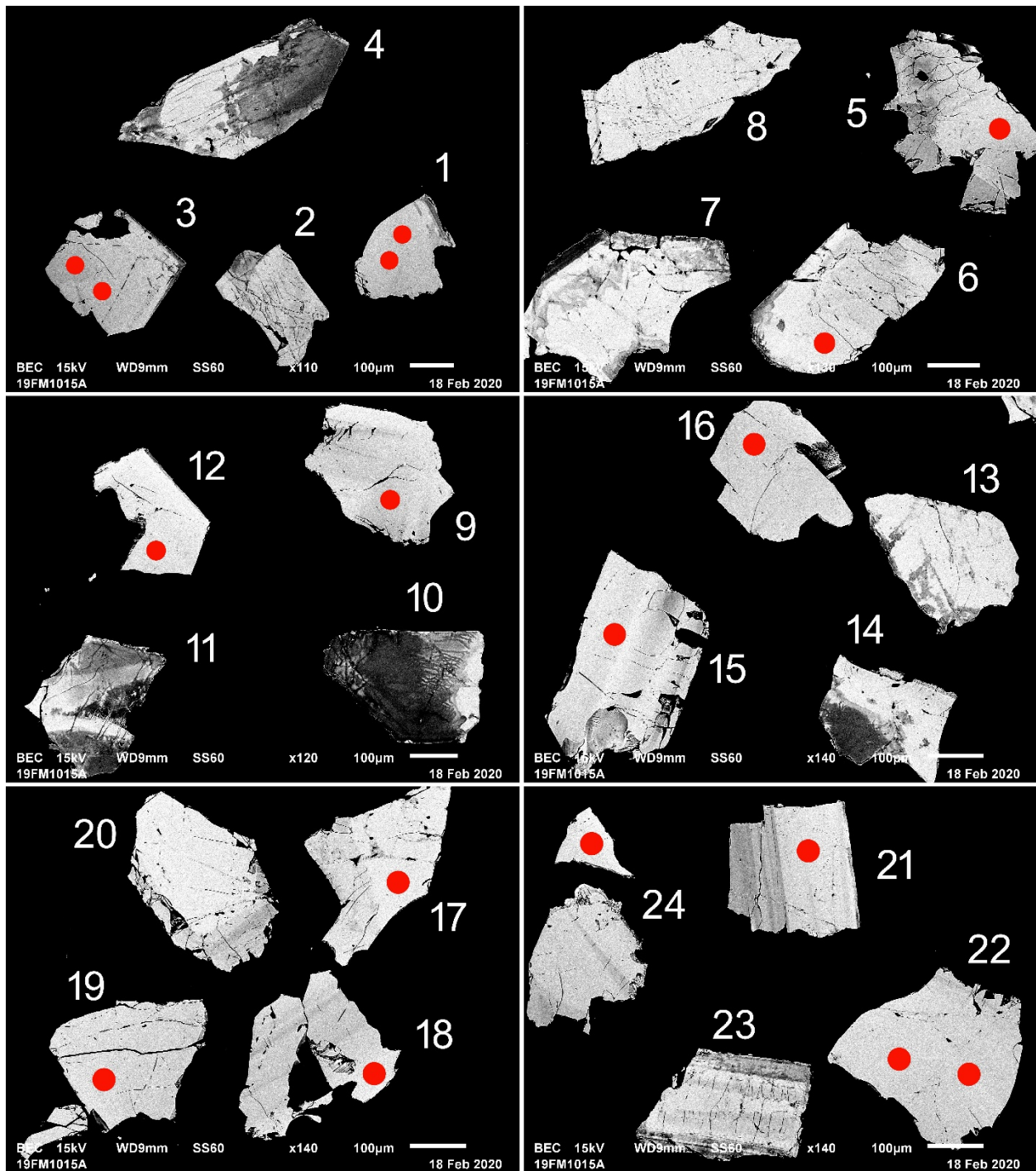


Figure 7.2.2 – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon de monzodiorite quartzifère 2019-FM-1015A. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

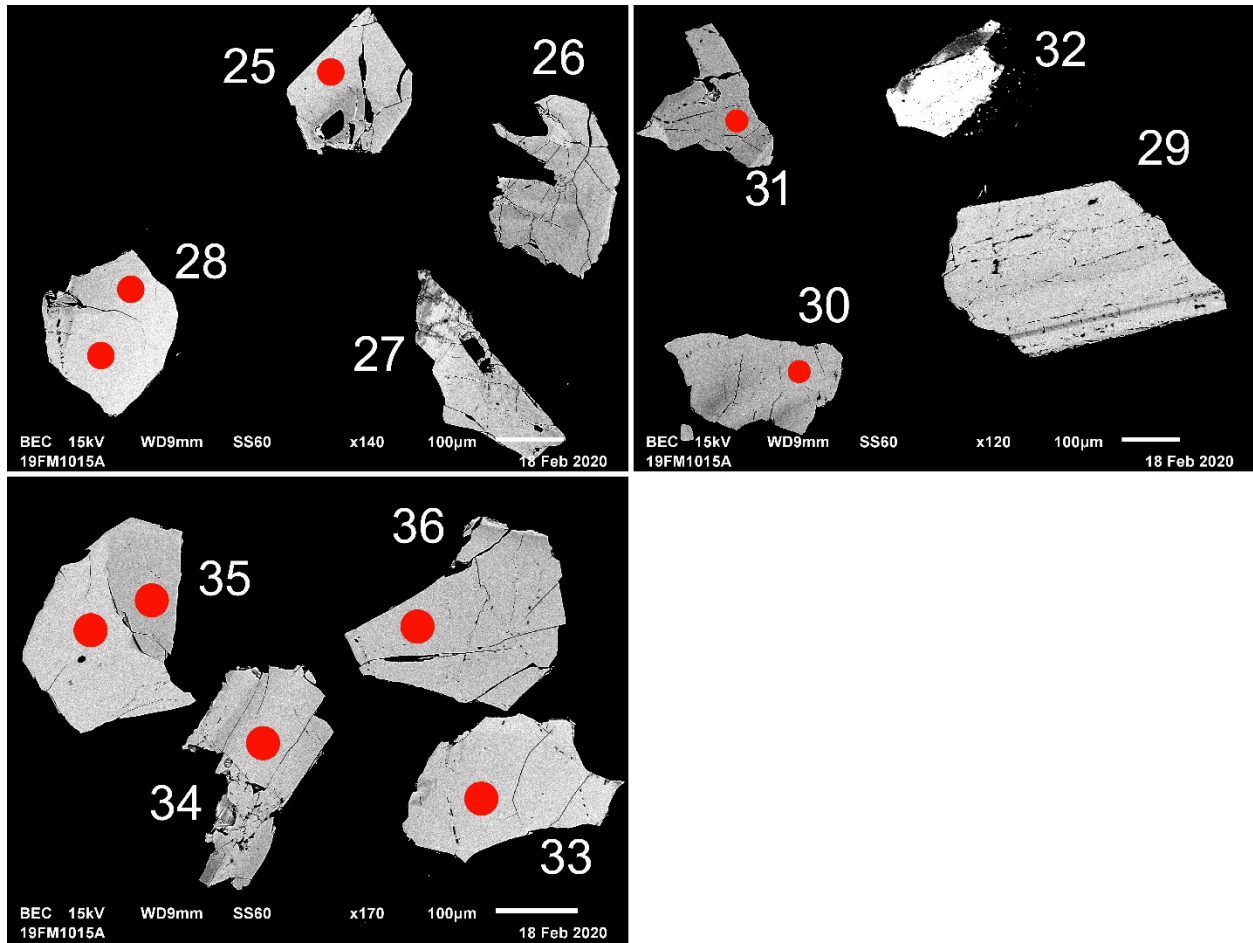


Figure 7.2.2 (suite) – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon de monzodiorite quartzifère 2019-FM-1015A. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

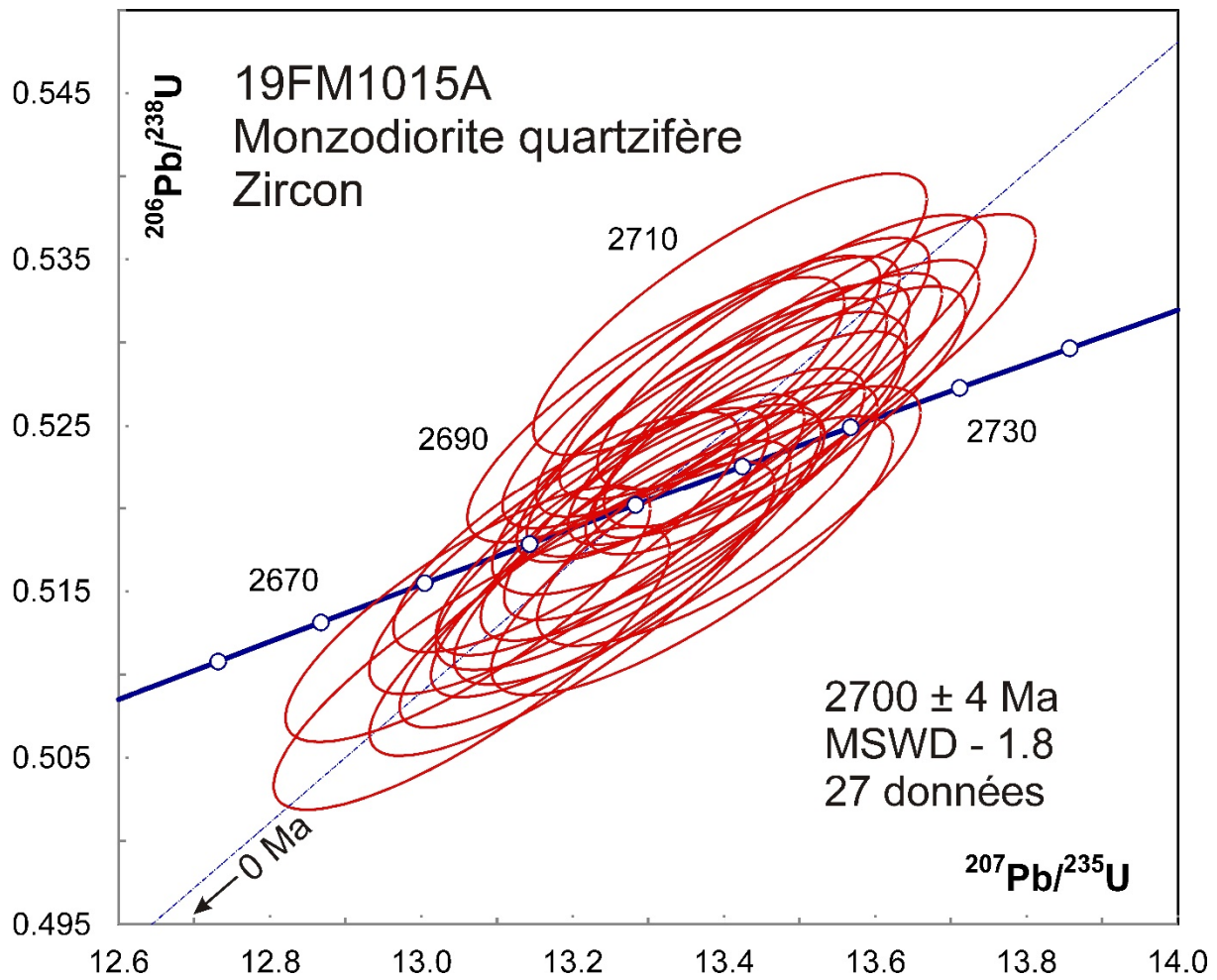


Figure 7.2.3 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons de l'échantillon de monzodiorite quartzifère 2019-FM-1015A.

8. Abitibi – Amos

8.1 – 2019-PP-0323 – Tuf dacitique à blocs et lapillis, mine Barvue

Cet échantillon n'a donné qu'une faible quantité de zircons sous la forme de petits prismes courts (figure 8.1.1). En raison de leur petite taille, ces cristaux ont été montés sur ruban adhésif (figure 8.1.2). Les résultats indiquent la présence de zircons hérités. Les trois analyses d'âge mésoarchéen sont discordantes et pourraient être influencées par la présence de Pb commun. Un groupe d'analyses s'accordent dans la limite des erreurs avec un âge moyen de 2723 ± 5 Ma (figure 8.1.3) qui représente la meilleure estimation de l'âge du volcanisme.



Figure 8.1.1 – Totalité des zircons de l'échantillon de tuf dacitique 2019-PP-0323.

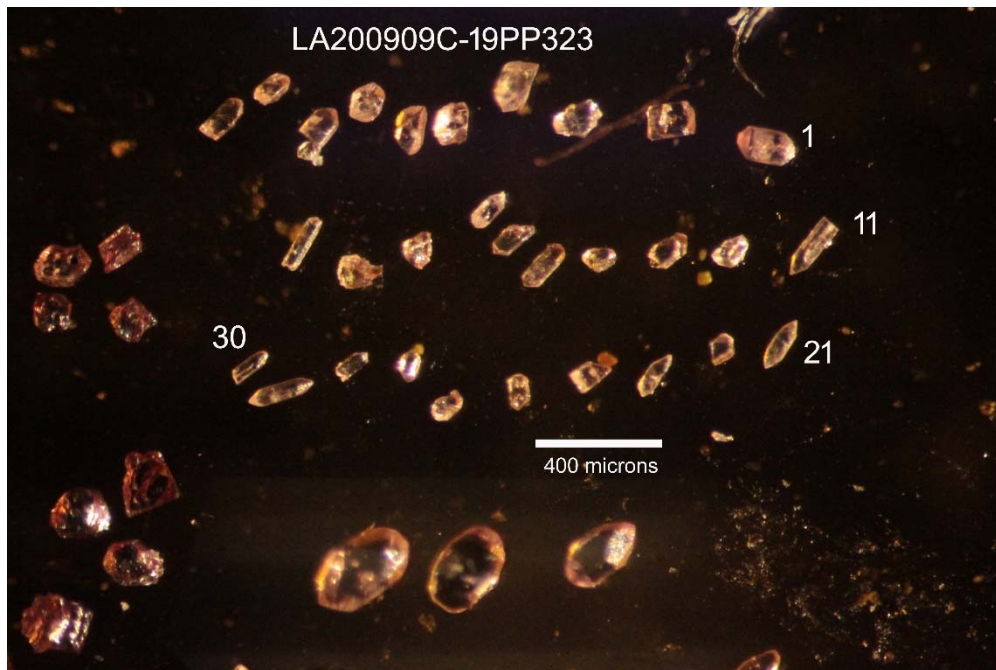


Figure 8.1.2 – Zircons de l'échantillon de tuf dacitique 2019-PP-0323 fixés sur du ruban adhésif pour analyse U-Pb.

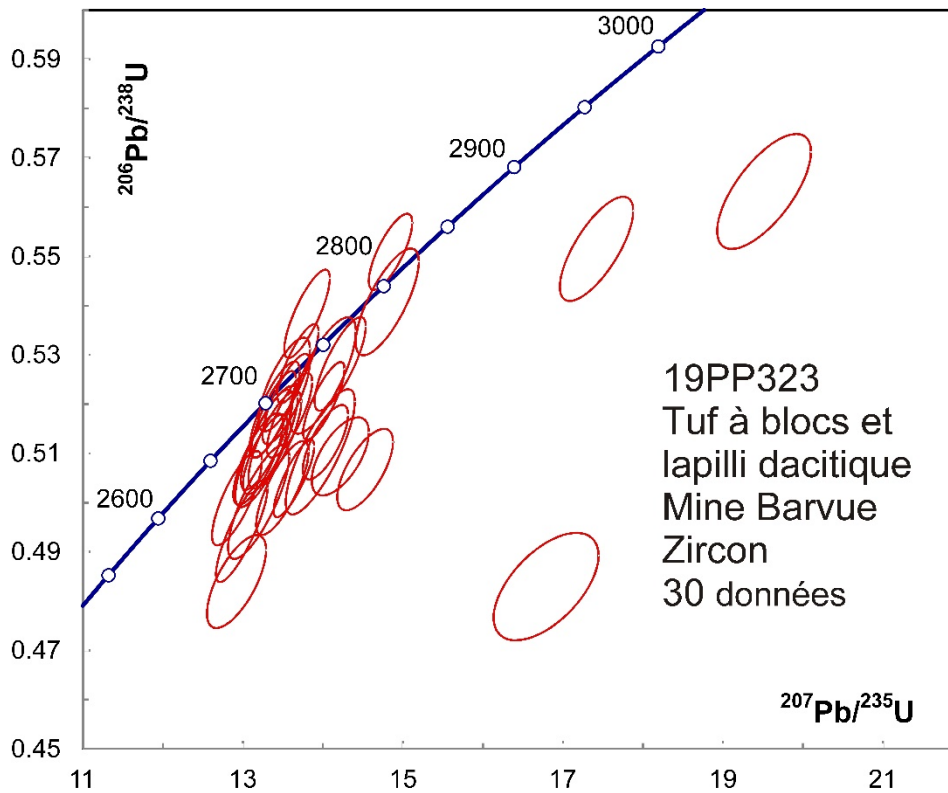


Figure 8.1.3 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons de l'échantillon de tuf dacitique 2019-PP-0323.

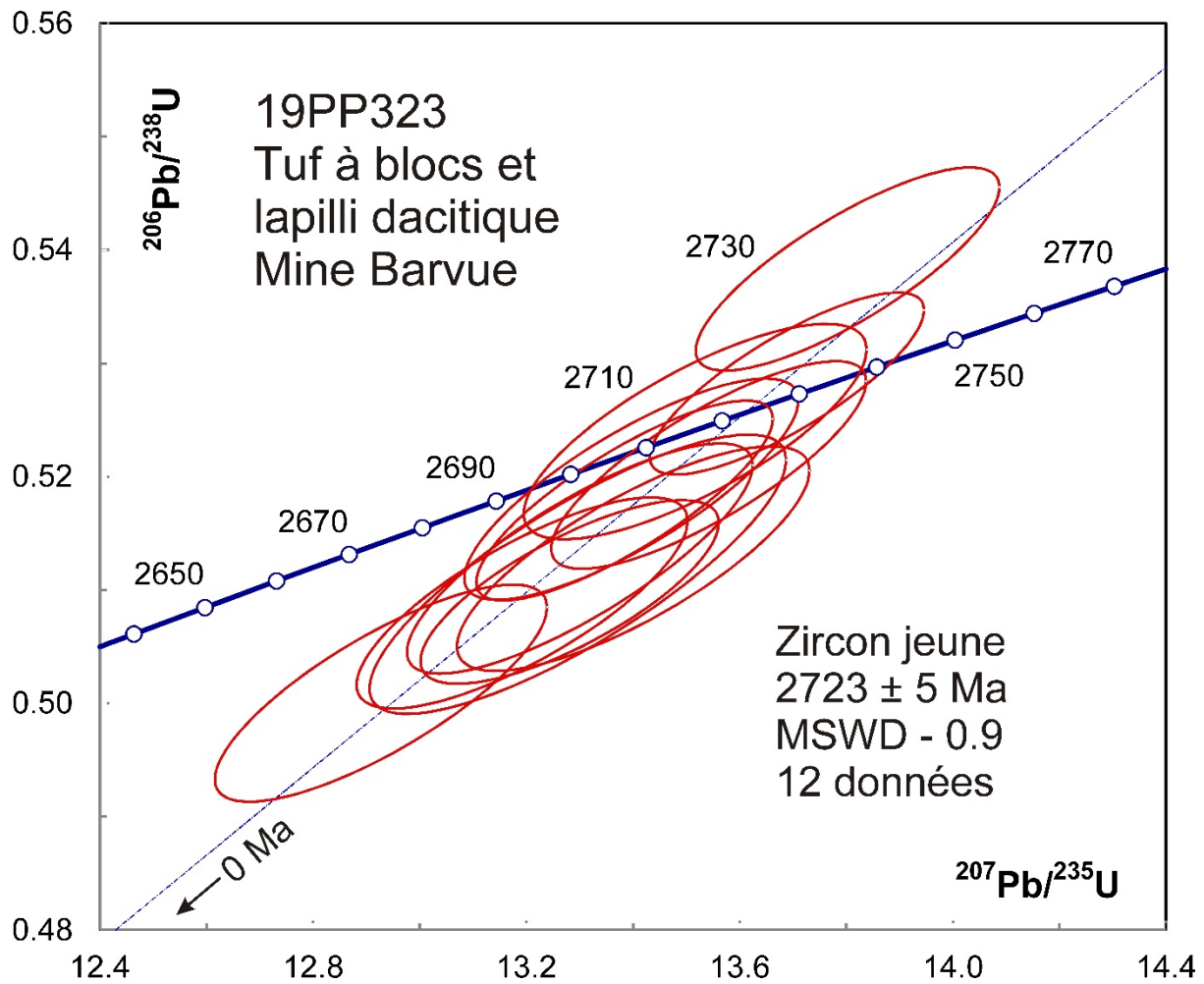


Figure 8.1.4 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour le groupe de zircons les plus jeunes de l'échantillon de tuf dacitique 2019-PP-0323.

8.2 – 2019-PP-0394 – Dacite lobée et tuf dacitique à blocs et lapillis

Cet échantillon a donné seulement quelques grains de zircon (figure 8.2.1). Douze cristaux ont été montés sur du ruban adhésif. La sphère visible sur la figure 8.2.1 n'est pas un zircon. Un autre grain a donné à l'analyse un âge de 1,2 Ga; il s'agit donc d'un contaminant. Quand la quantité de zircons récupérés est très faible, la probabilité de contamination augmente. Neuf grains ont donné des âges néoarchéens (figure 8.2.2). En omettant l'analyse la plus jeune et la plus vieille de ce groupe, on obtient un âge moyen de 2701 ± 9 Ma (MSWD = 1,3) qui constitue la meilleure estimation de l'âge de volcanisme.

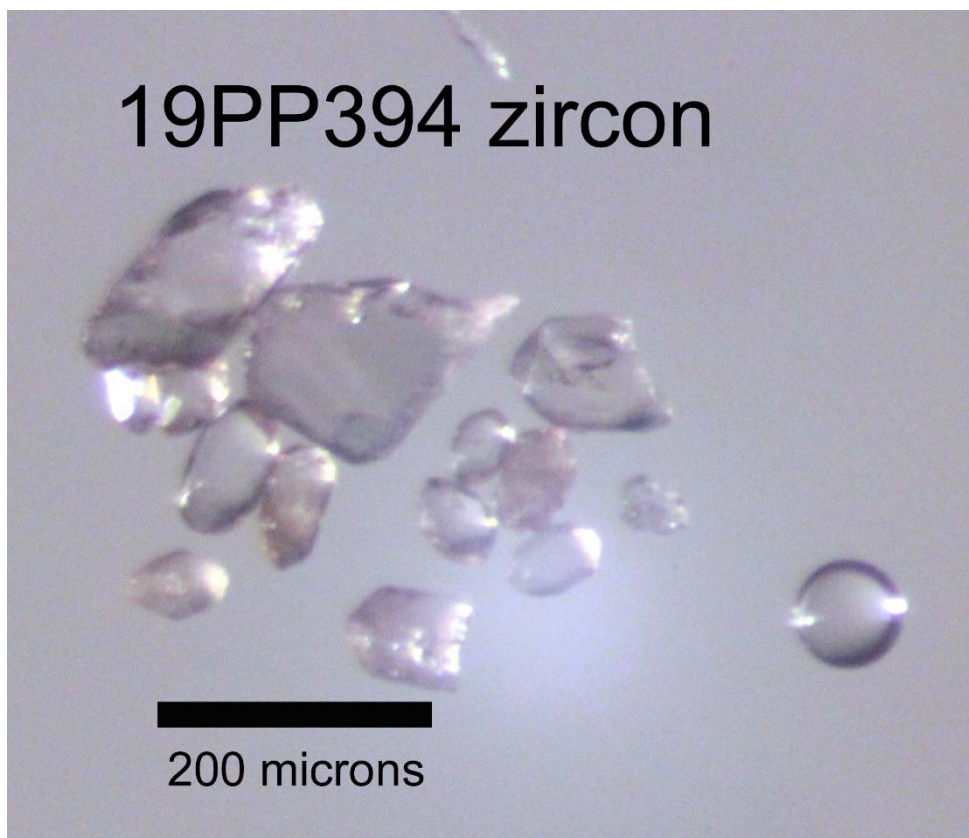


Figure 8.2.1 – Totalité des zircons de l'échantillon de tuf dacitique 2019-PP-0394.

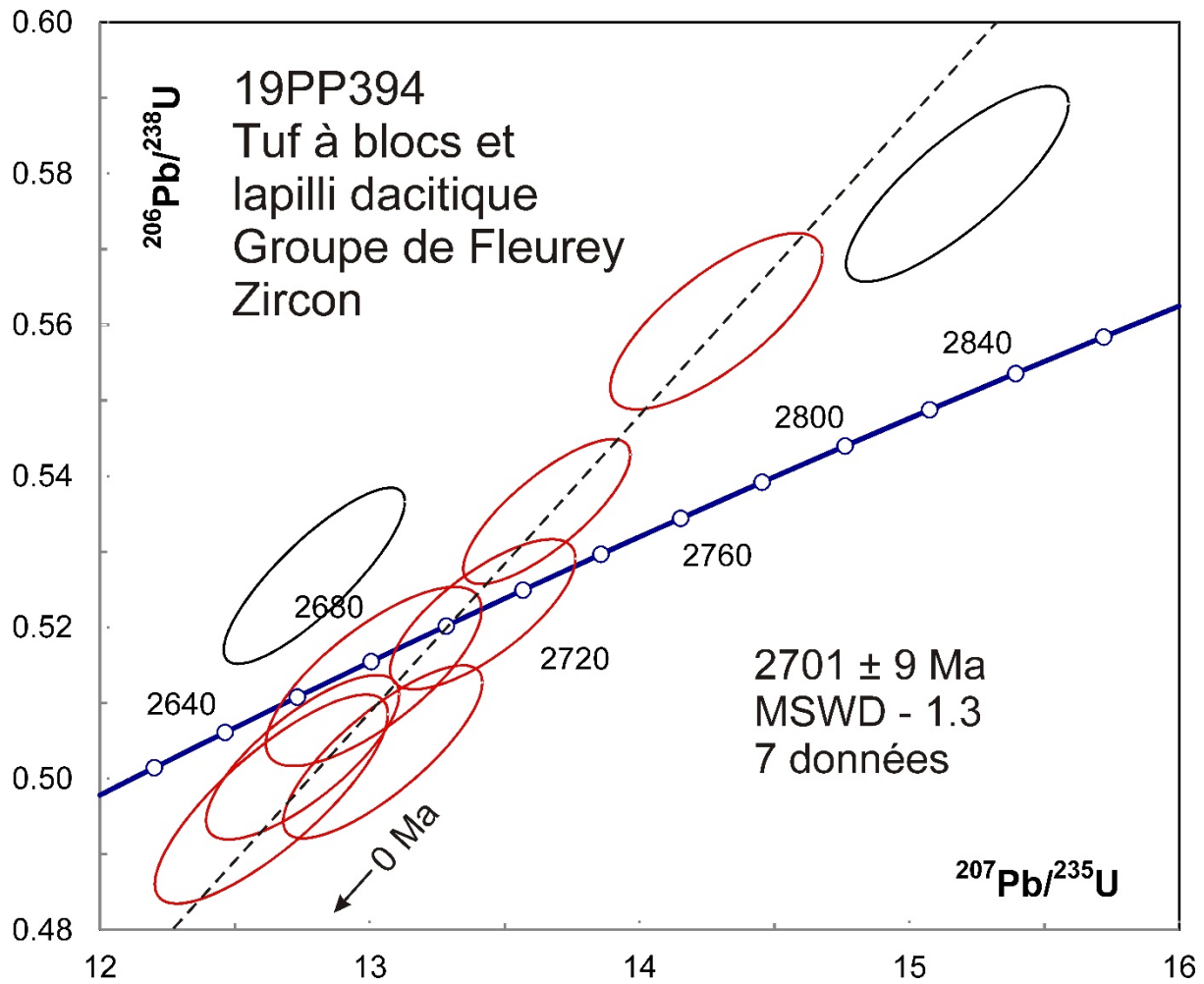


Figure 8.2.2 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons de l'échantillon de tuf dacitique 2019-PP-0394. Les données des ellipses en noir n'ont pas été incluses dans le calcul de l'âge moyen.

8.3 – 2019-JM-0515 Monzonite à hornblende

Cet échantillon a donné une faible quantité de zircons sous la forme de grains euhédres avec des noyaux incolores entourés de surcroissances brunâtres (figure 8.3.1). Les cristaux ont été montés sur du ruban adhésif (figure 8.3.2) afin de faciliter l'analyse des surcroissances minces.

Plusieurs d'analyses ont donné des signaux en Sr importants, surtout au début des analyses, ce qui suggère une couche d'altération trop épaisse pour le procédé de nettoyage normal. On note également une variation du rapport Pb/U au cours des analyses. Une population regroupant 23 des 32 analyses s'accorde dans la limite des erreurs avec un âge $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ moyen de 2685 ± 3 Ma (MSWD = 1,3; figure 8.3.3) qui représente la meilleure estimation de l'âge magmatique.

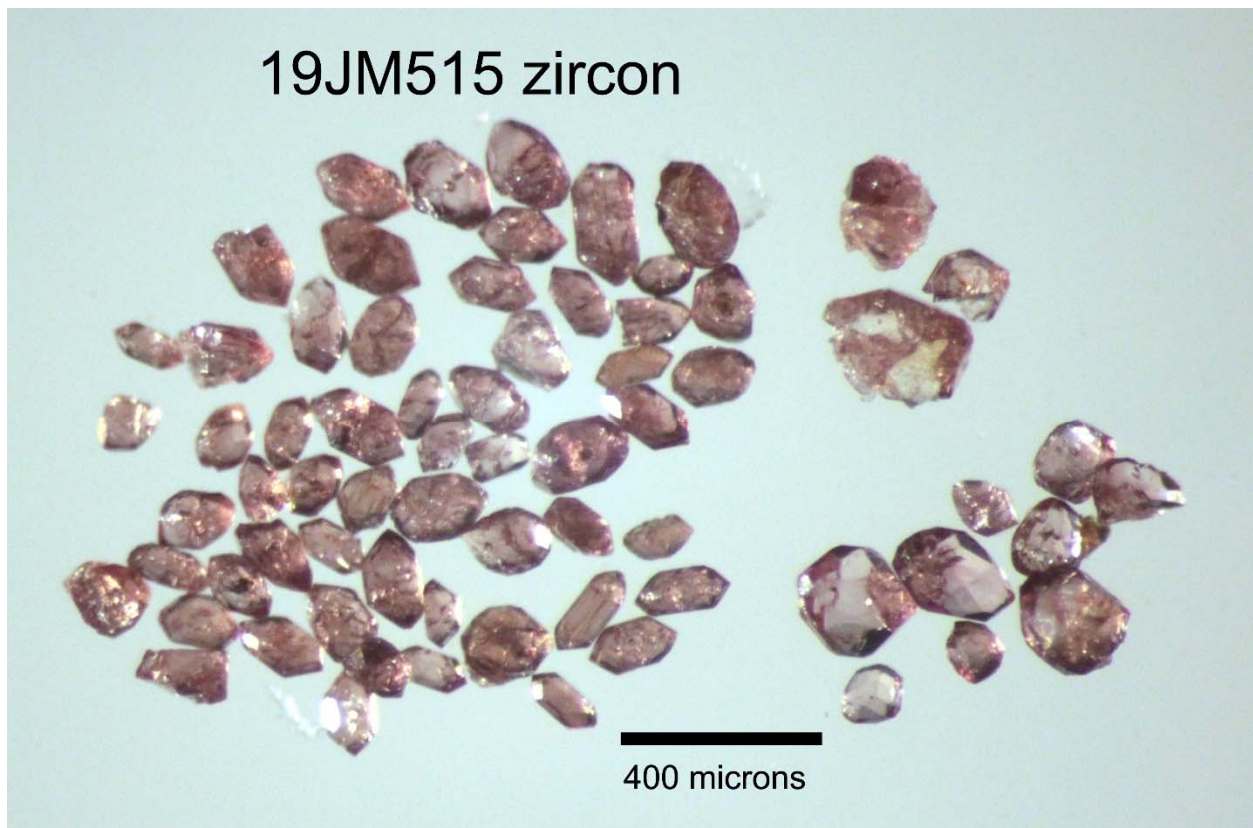


Figure 8.3.1 – Zircons sélectionnés de l'échantillon de monzonite à hornblende 2019-JM-0515.

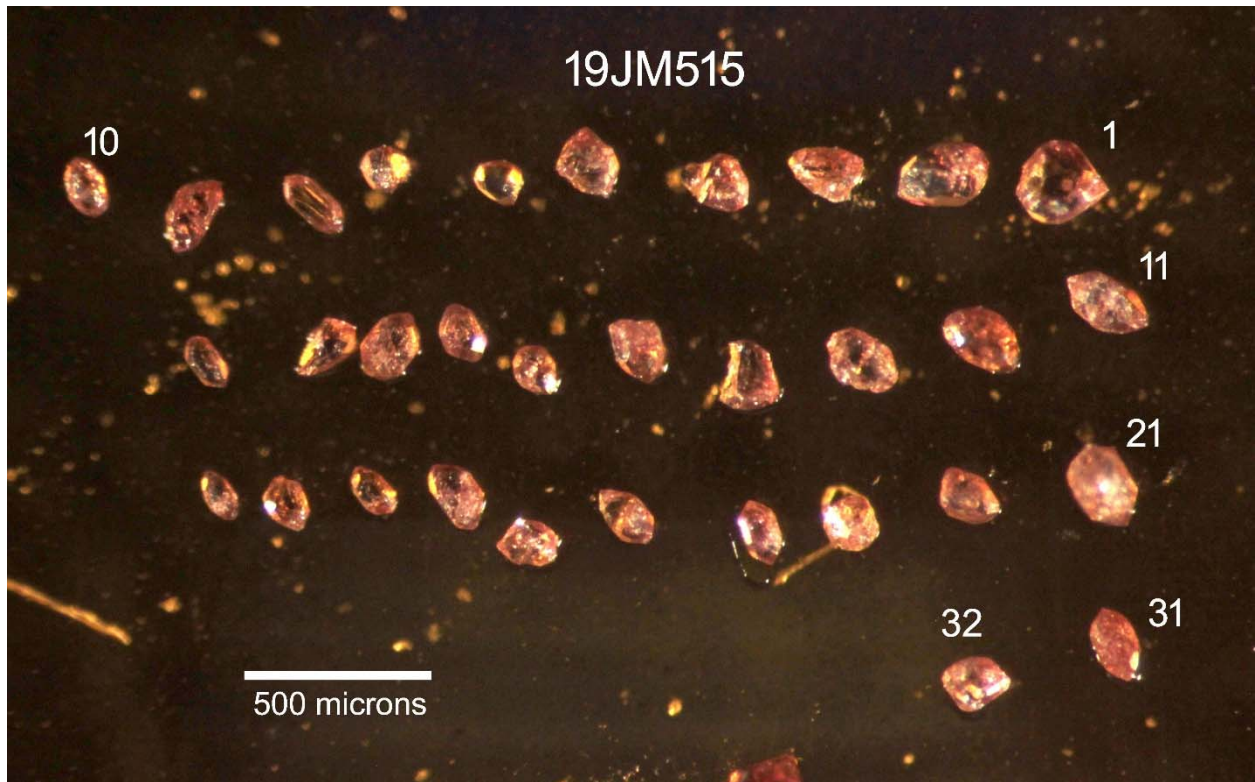


Figure 8.3.2 – Zircons de l'échantillon de monzonite à hornblende 2019-JM-0515 fixés sur du ruban adhésif pour analyse U-Pb.

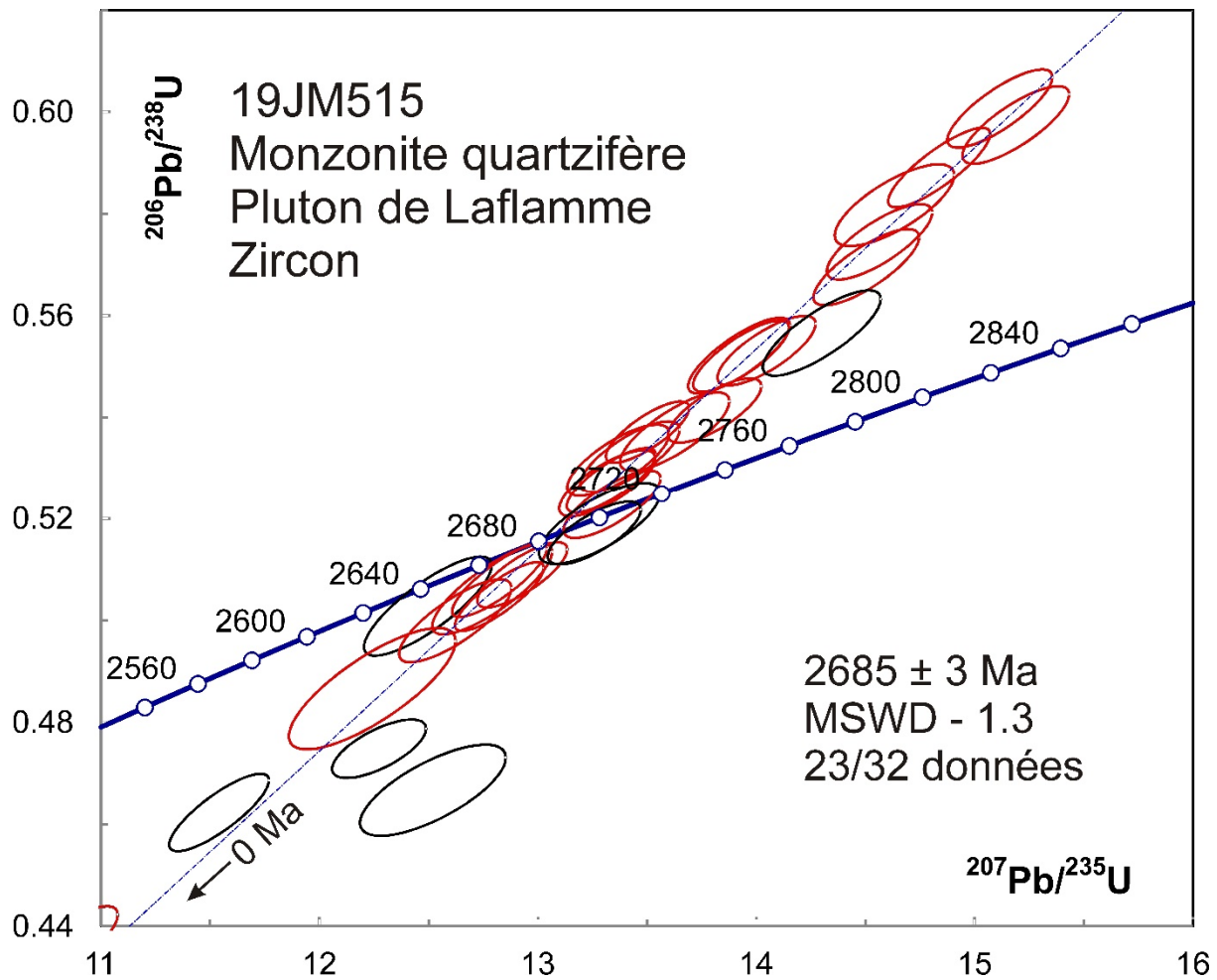


Figure 8.3.3 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons de l'échantillon de monzonite à hornblende 2019-JM-0515. Les données des ellipses en noir n'ont pas été incluses dans le calcul de l'âge moyen.

8.4 – 2017-PP-0053A – Monzodiorite quartzifère à hornblende et biotite

Cet échantillon a donné beaucoup de zircons sous la forme de prismes courts euhédres (figure 8.4.1), ainsi que la titanite brunâtre. Les images en CL des zircons sont peu lumineuses à cause des dommages radiogéniques, mais les images en BSE montrent bien une zonation oscillatoire uniforme (figures 8.4.2 et 8.4.3). Les analyses s'accordent bien dans la limite des erreurs avec un âge moyen de 2680 ± 3 Ma (figure 8.4.4).



Figure 8.4.1 – Zircons sélectionnés de l'échantillon de monzodiorite quartzifère 2017-PP-0053A.

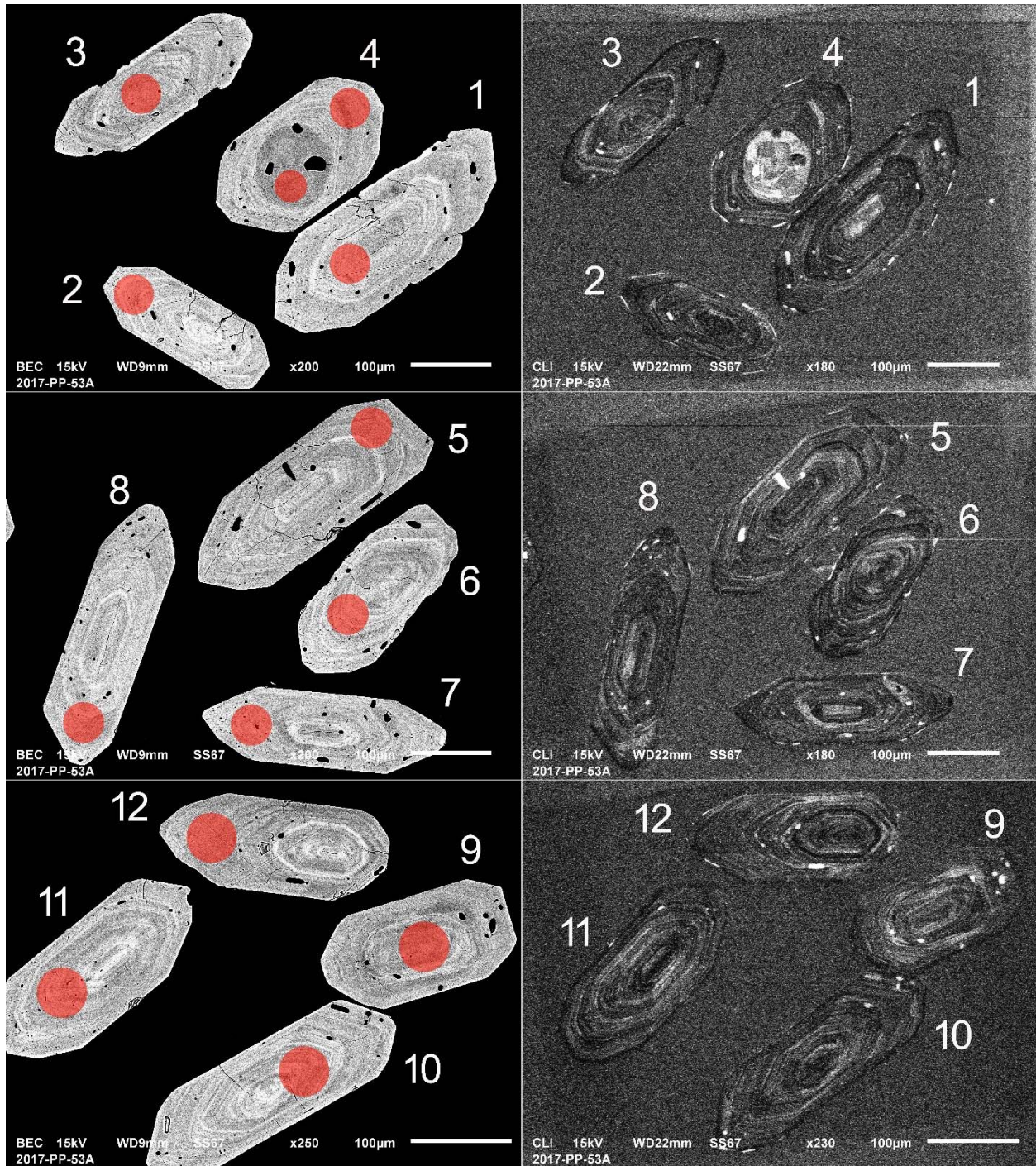


Figure 8.4.2 – Images en BSE (à gauche) et en CL (à droite) des zircons polis de l'échantillon de monzodiorite quartzifère 2017-PP-0053A. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

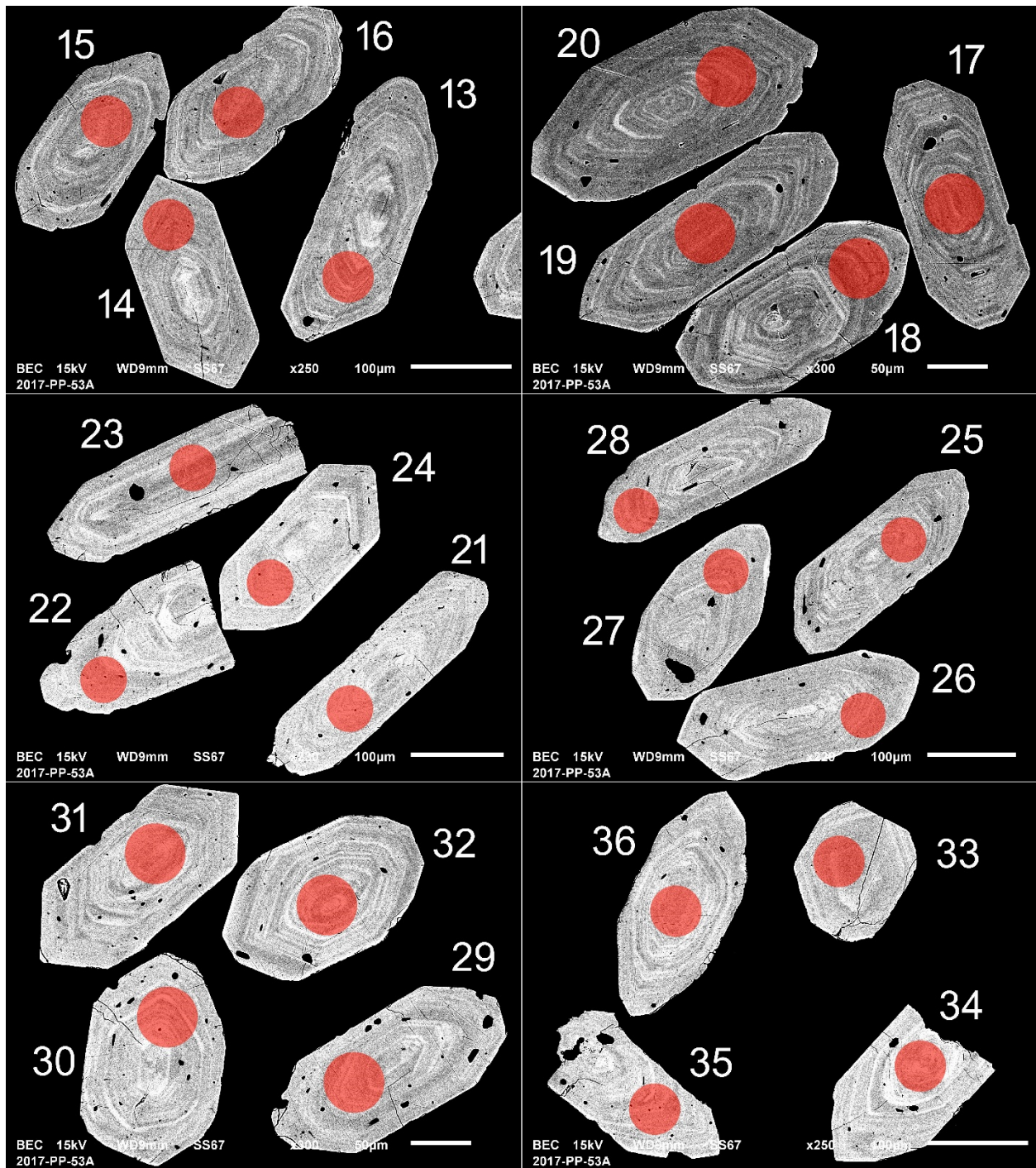


Figure 8.4.3 – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon de monzodiorite quartzifère 2017-PP-0053A. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

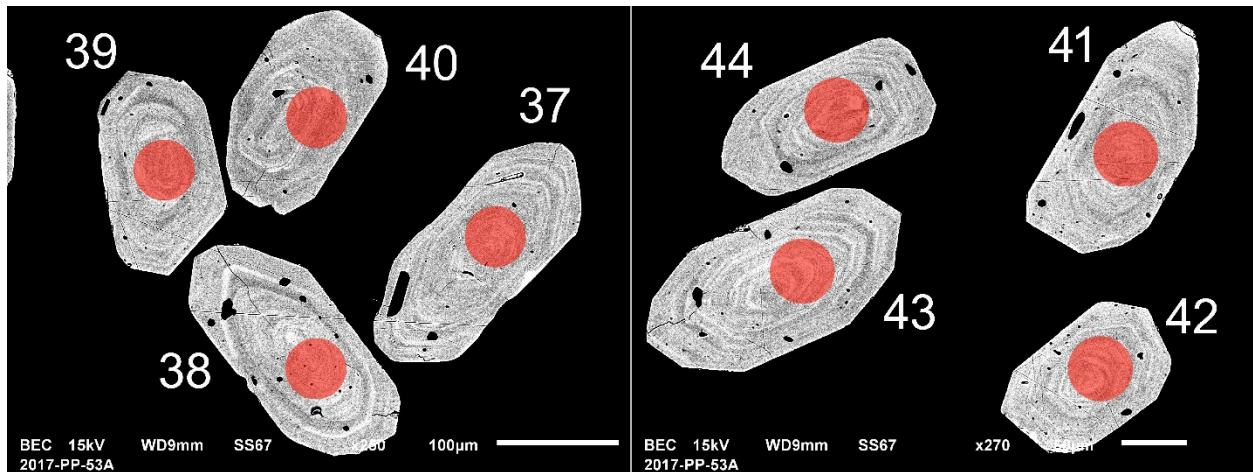


Figure 8.4.3 (suite) – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon de monzodiorite quartzifère 2017-PP-0053A. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

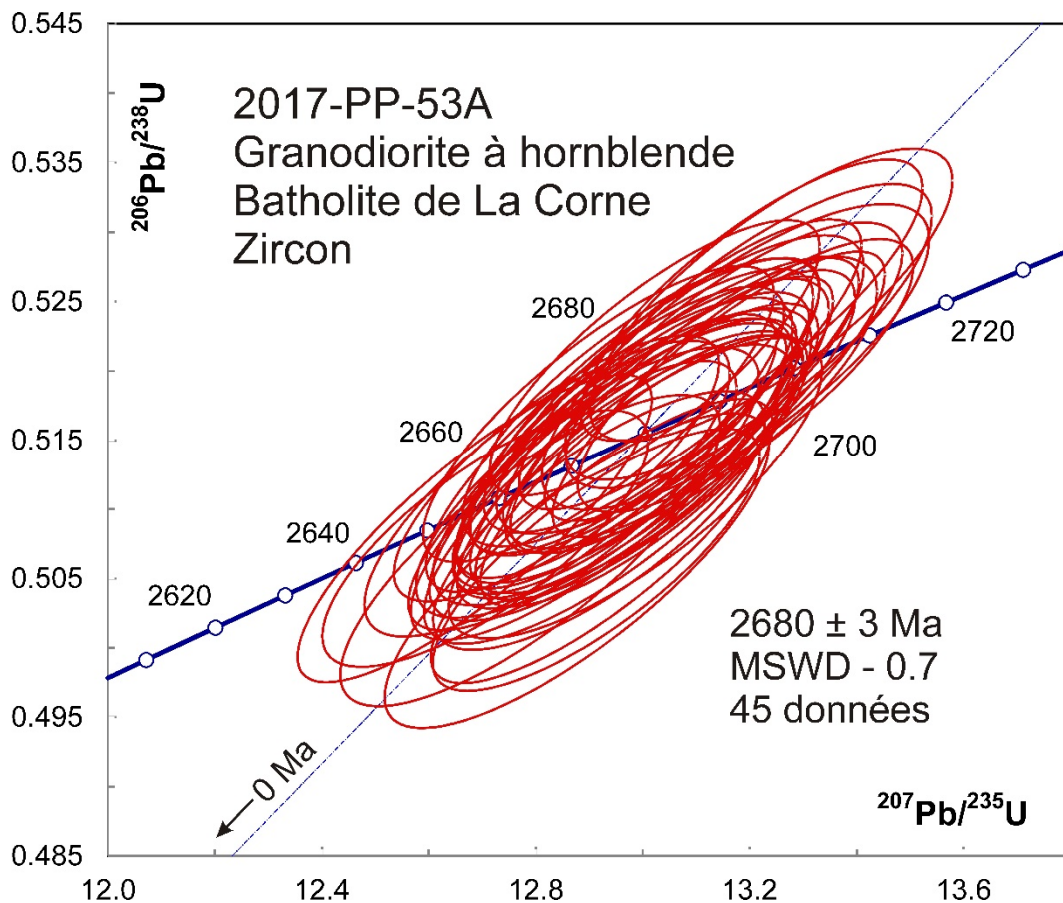


Figure 8.4.4 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons de l'échantillon de monzodiorite quartzifère 2017-PP-0053A.

9. Abitibi – Synthèse

9.1 – 2020-JG-4001B – Dyke dioritique

Cet échantillon a donné une population de zircons sous la forme de prismes courts euhédres (figure 9.1.1). Les grains les plus grands ont été montés dans l'époxy et polis (figure 9.1.2), les autres ont été fixés sur du ruban adhésif (figure 9.1.3). Les images en BSE montrent une zonation oscillatoire pour la population principale (figure 9.1.2) qui présente un âge moyen de 2683 ± 6 Ma (MSWD = 1,0; figure 9.1.4). Un grain arrondi sans zonation représente un xéno cristal plus vieux. Les analyses des grains entiers donnent un âge moyen similaire de 2686 ± 3 Ma (MSWD = 1,2; figure 9.1.5) qui constitue la meilleure estimation de l'âge de cristallisation du dyke.



Figure 9.1.1 – Zircons sélectionnés de l'échantillon de dyke dioritique 2020-JG-4001B.

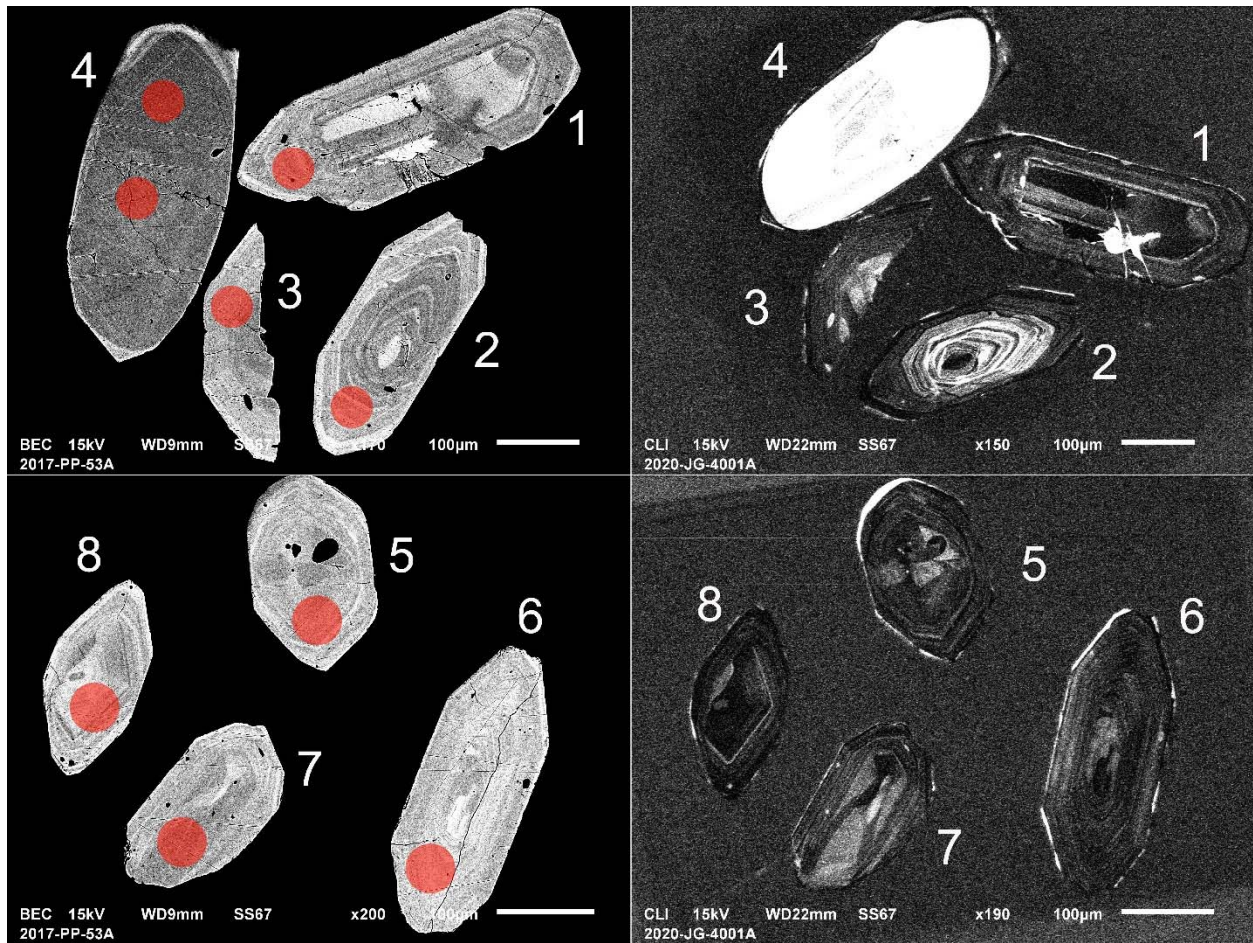


Figure 9.1.2 – Images en BSE (à gauche) et en CL (à droite) des zircons polis de l'échantillon de dyke dioritique 2020-JG-4001B. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

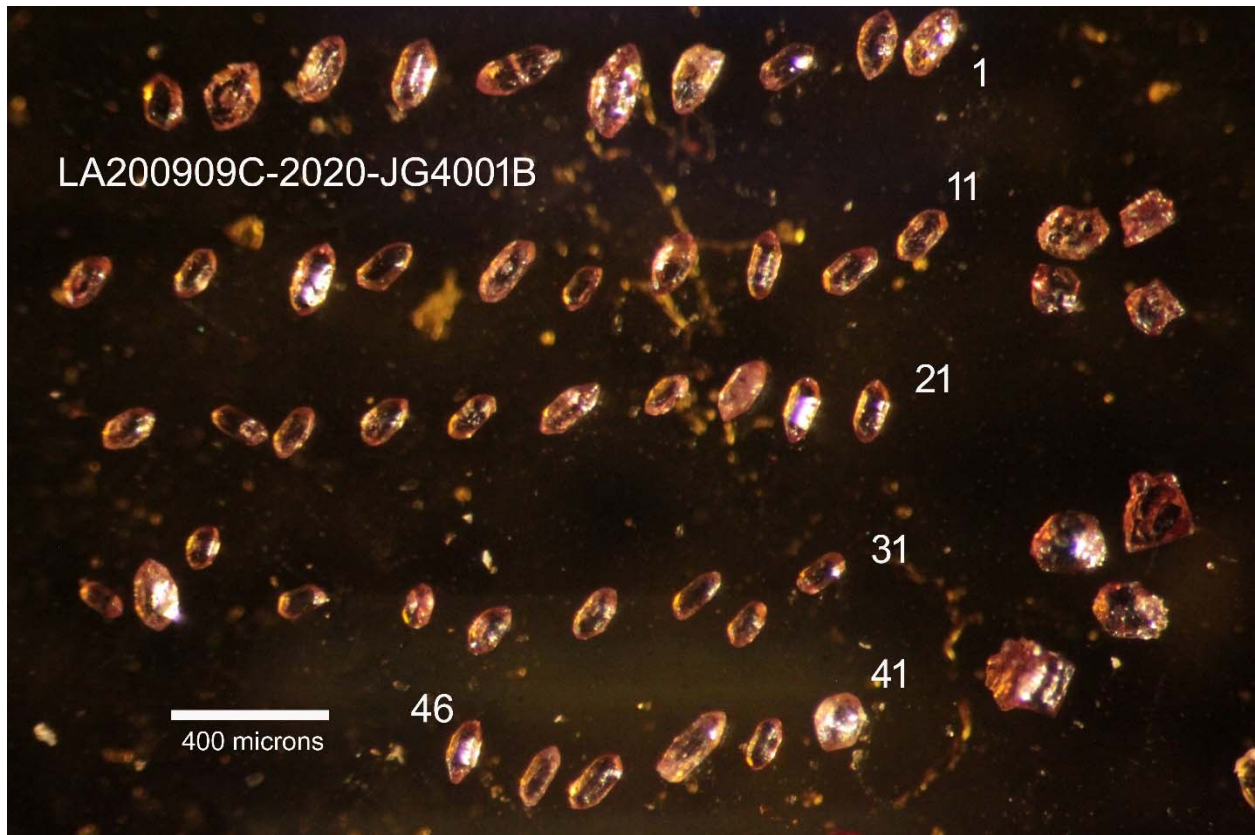


Figure 9.1.3 – Zircons sélectionnés de l'échantillon de dyke dioritique 2020-JG-4001B fixés sur du ruban adhésif pour analyse U-Pb.

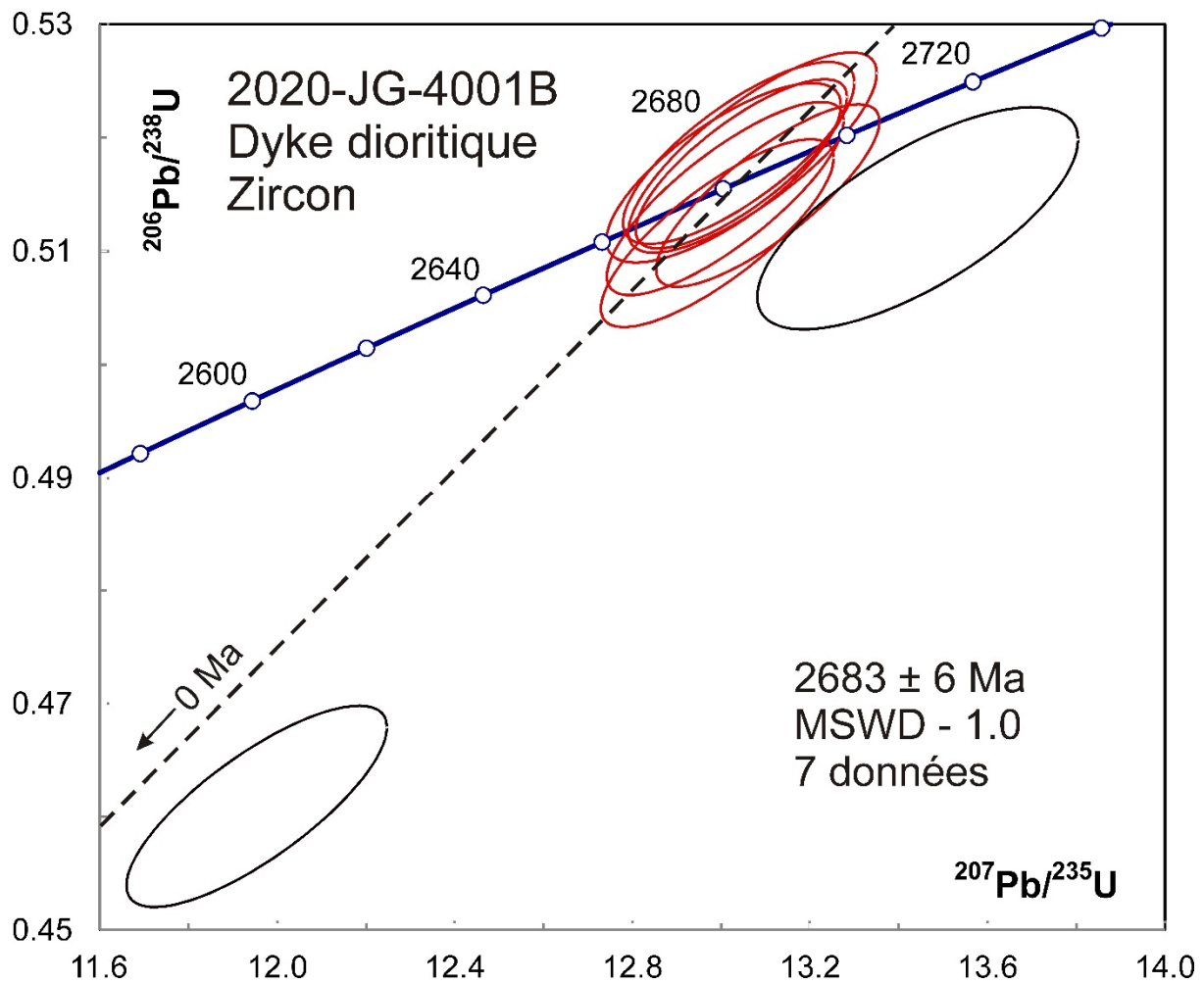


Figure 9.1.4 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons polis de l'échantillon de dyke dioritique 2020-JG-4001B. Les données des ellipses en noir ont été omises du calcul de l'âge moyen.

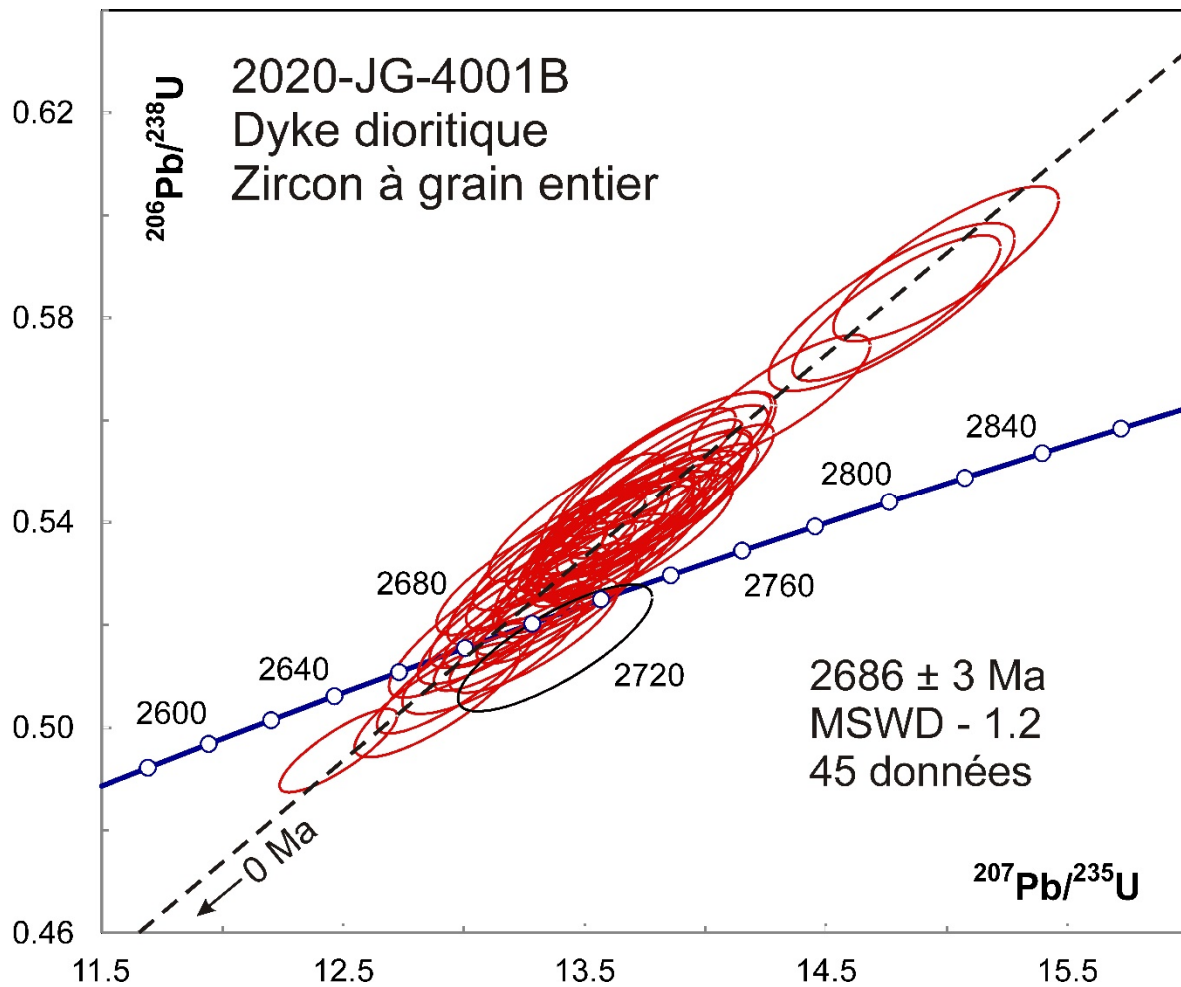


Figure 9.1.5 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons entiers de l'échantillon de dyke dioritique 2020-JG-4001B. Les données de l'ellipse en noir ont été omises du calcul de l'âge moyen

9.2 – 2020-JG-4002A – Dyke pegmatitique à spodumène

Cet échantillon a donné quelques zircons sous la forme de petits fragments altérés ainsi que la colombite-tantalite de couleurs variées. Ceci est un rapport des résultats préliminaires sur le zircon. Les travaux se poursuivent afin de dater la colombite et d'obtenir un âge plus précis pour le zircon.

Les trois grains de zircon les plus grands ont été montés dans l'époxy et polis. Les images en BSE montrent une zonation oscillatoire typique des zircons des roches felsiques pour le grain 1, mais une zonation chaotique (figure 9.2.1) remarquable pour les grains 3 et 4 qui montrent aussi une plus grande concentration en U et plus de dommages radiogéniques. Il est probable que le grain 1 soit hérité. Les analyses des grains 2 et 3 ont été réalisées avec diamètre de faisceau de 10 μm pour éviter les domaines altérés autant que possible. Dix analyses montrent de grandes variations des concentrations de U et des rapports Th/U (tableau 3) et définissent une ligne de perte de Pb reliée à l'altération. Les cinq analyses avec des signaux de Sr normaux sont quasi concordantes, mais les âges $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ne s'accordent pas dans la limite des erreurs (2614 ± 26 Ma, MSWD = 2,5; figure 9.2.2). Les trois analyses les plus vieilles s'accordent bien avec un âge moyen de 2628 ± 15 Ma (MSWD = 0,1). On considère qu'il s'agit de la meilleure estimation de l'âge de la pegmatite.

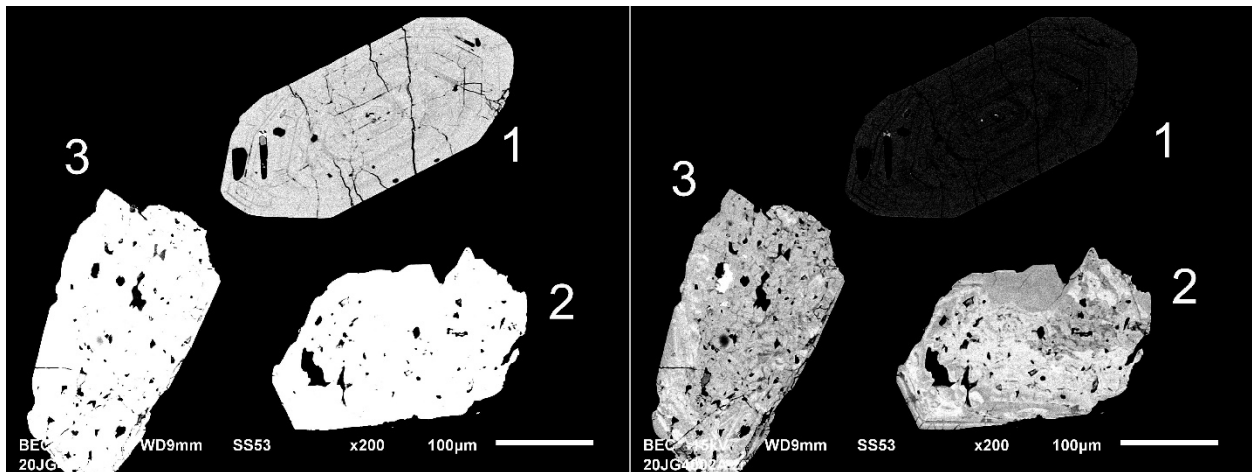


Figure 9.2.1 – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon de dyke pegmatitique à spodumène 2020-JG-4002A.

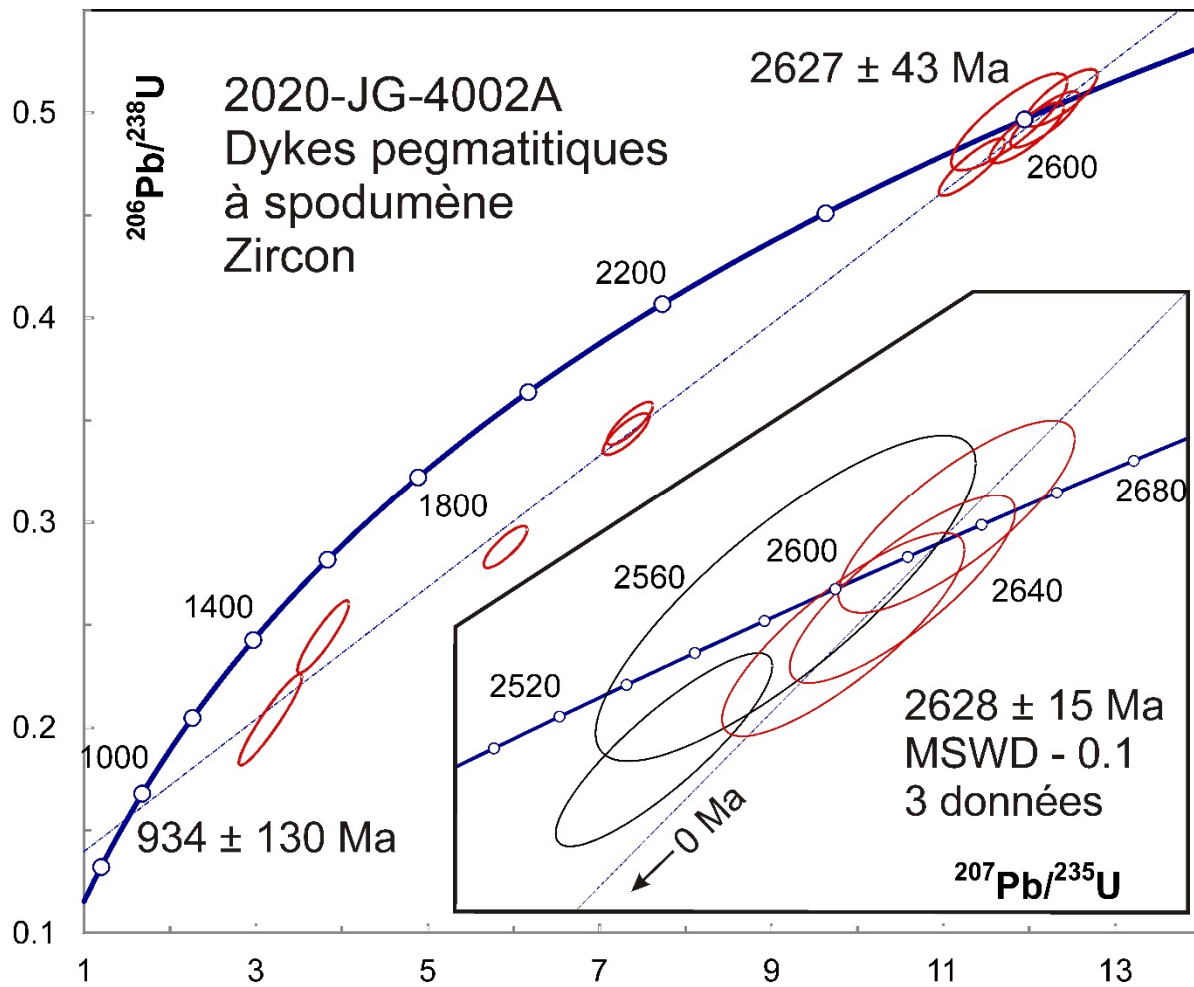


Figure 9.2.2 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons entiers de l'échantillon de dyke pegmatitique à spodumène 2020-JG-4002A. Les données des ellipses en noir ont été omises du calcul de l'âge moyen.

9.3 – SGNO-2002-10 – Conglomérat polygénique

Les zircons de cet échantillon proviennent d'un projet antérieur (Goutier *et al.*, 2004). Les grains analysés comprenaient des zircons précédemment sélectionnés qui n'avaient pas été analysés par ID-TIMS, incluant ceux qui avaient déjà subi une abrasion à l'air, et des grains euhédres. Les grains les plus grands ont été montés dans l'époxy et polis, puis imagés en BSE et CL (figure 9.3.1). Les petits grains ont été fixés sur du ruban adhésif pour analyse U-Pb (figures 9.3.2 et 9.3.3). La distribution des âges $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ est similaire pour les deux montages (figures 9.3.4 et 9.3.5). La distribution de la densité de probabilité pour l'ensemble des données montre deux modes autour de 2700 Ma et 2780 Ma (figure 9.3.6). Cette distribution est plus ou moins similaire à celles des autres roches sédimentaires archéennes de l'Abitibi comme le Pontiac (Davis, 2002). Deux grains donnent des âges d'environ 2660 Ma, mais cet âge est probablement une estimation minimale de la composante la plus jeune en raison des erreurs analytiques et parce que ces données font partie d'une distribution d'âges. Une estimation plus fiable de l'âge de la composante la plus jeune, donc de l'âge maximal de déposition, est de calculer la moyenne des âges les plus jeunes jusqu'au point où la MSWD est acceptable. Les 22 âges les plus jeunes ont une moyenne de 2690 ± 6 Ma (MSWD = 1,3). Il s'agit de l'estimation la plus conservatrice pour l'âge maximal de déposition et il est en accord avec les âges de déposition estimés pour autres roches sédimentaires de la région (Davis, 2002).

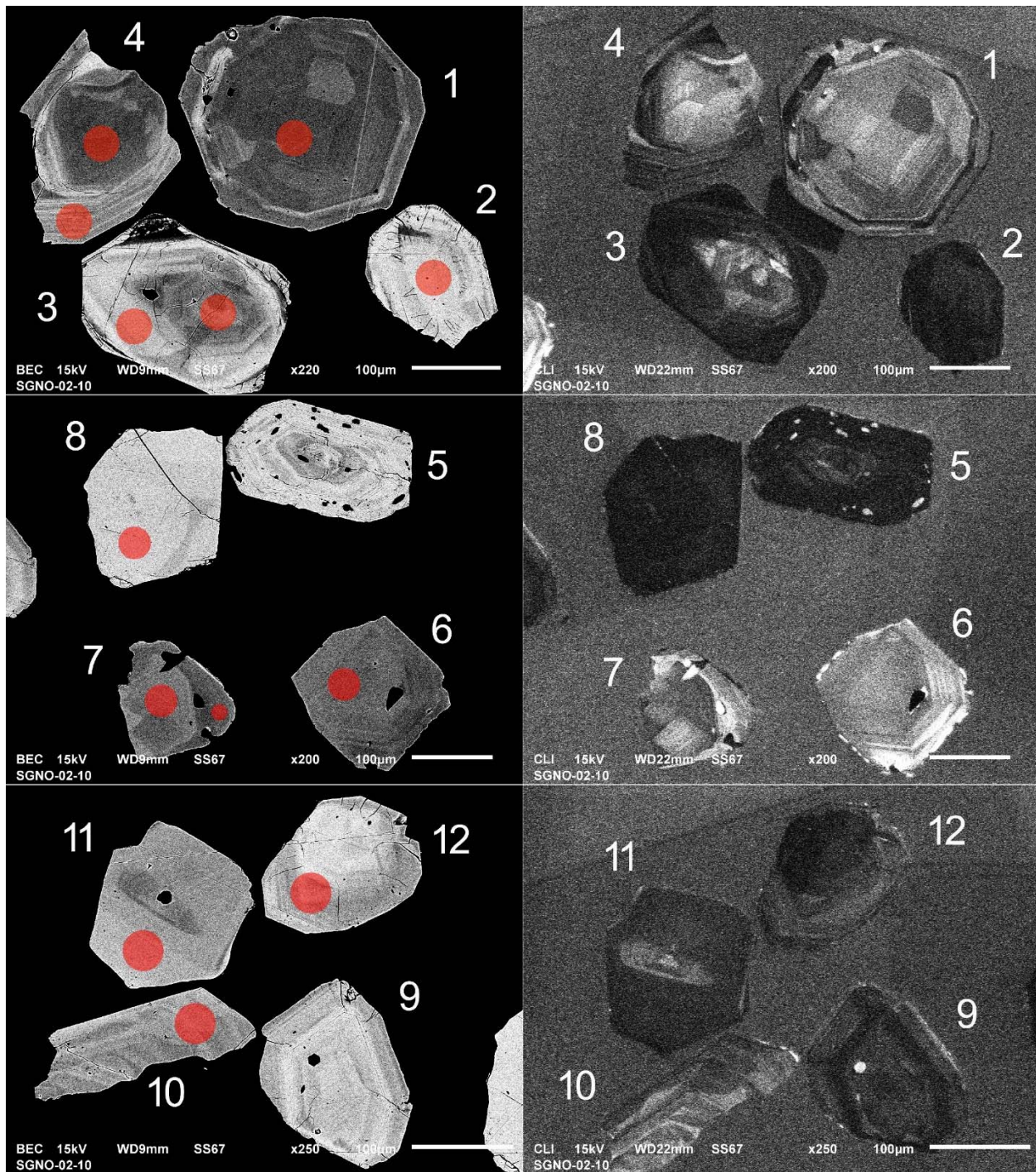


Figure 9.3.1 – Images en BSE des zircons polis de l'échantillon de conglomérat polygénique SGNO-2002-10. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

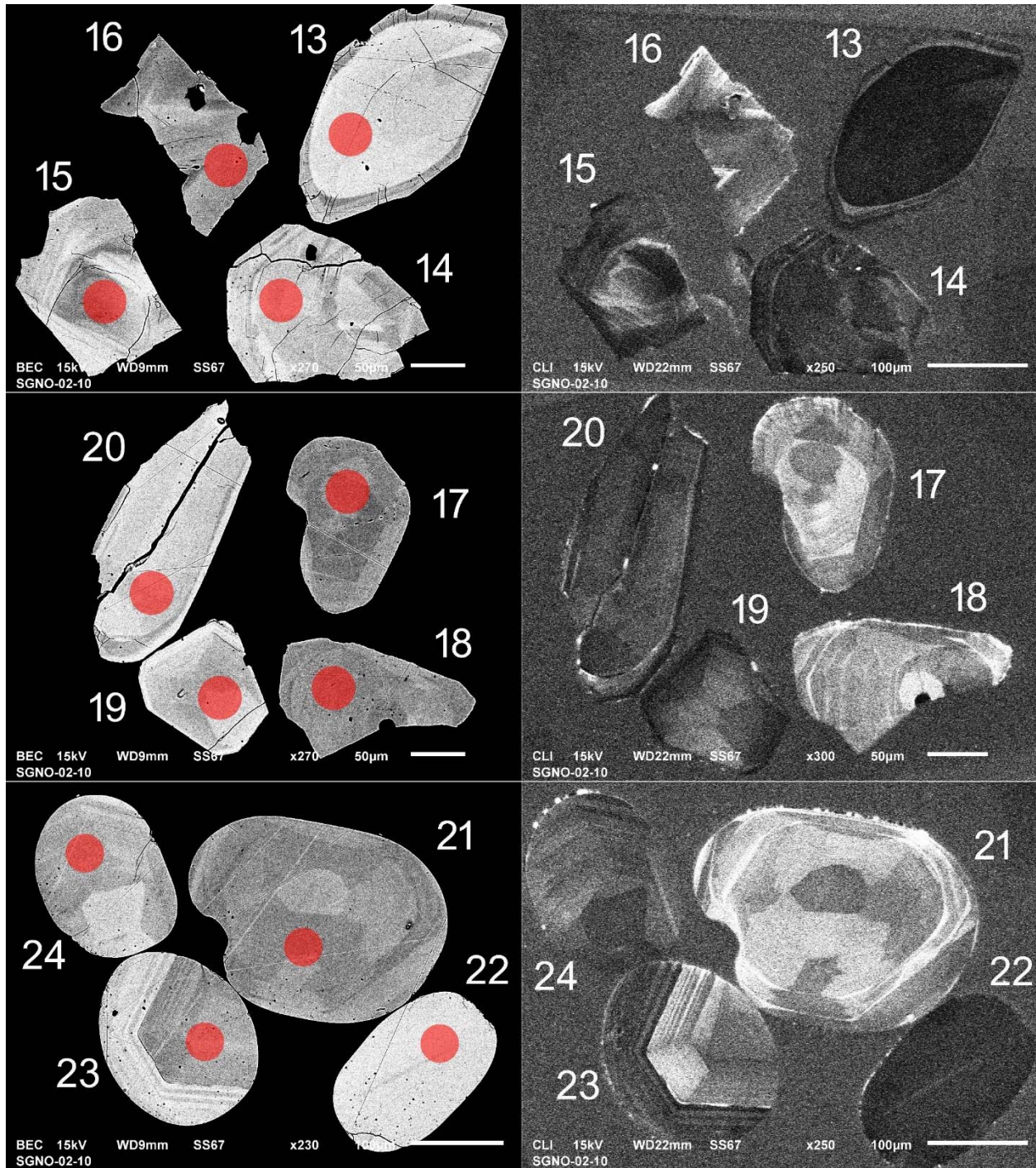


Figure 9.3.1 (suite) – Images en BSE (à gauche) et en CL (à droite) des zircons polis de l'échantillon de conglomérat polygénique SGNO-2002-10. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

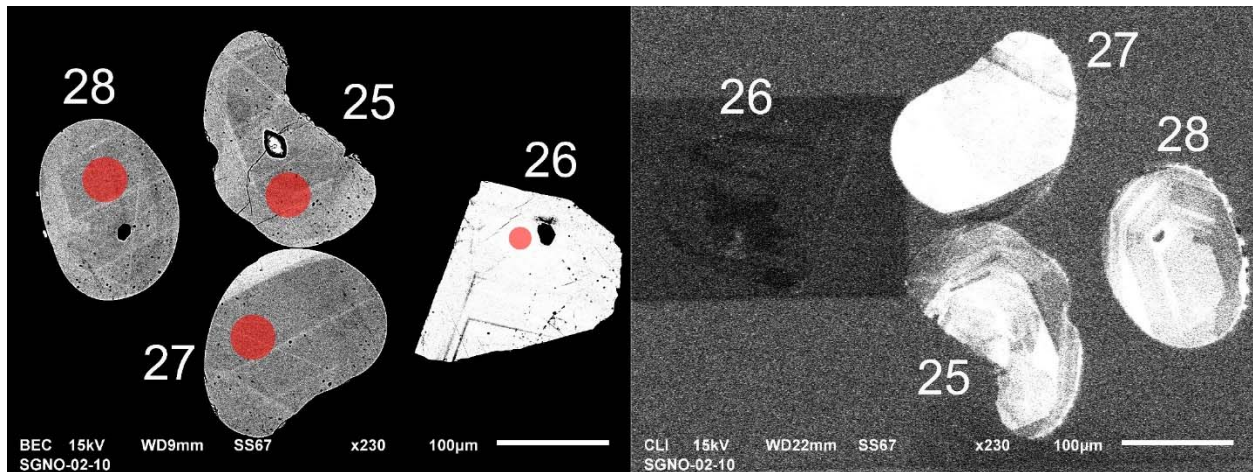


Figure 9.3.1 (suite) – Images en BSE (à gauche) et en CL (à droite) des zircons polis de l'échantillon de conglomérat polygénique SGNO-2002-10. Les cercles marquent les sites analysés par LA-ICPMS.

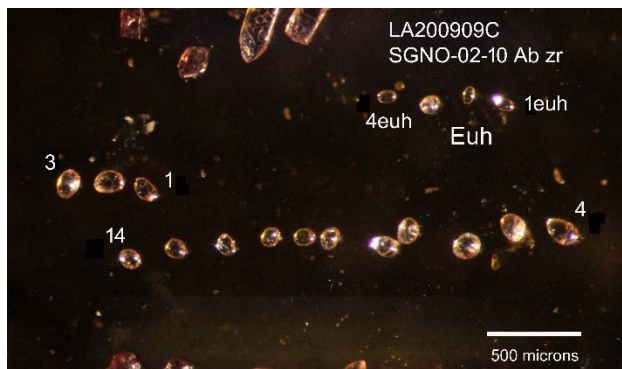


Figure 9.3.2 – Zircons abrasés de l'échantillon de conglomérat polygénique SGNO-2002-10 fixés sur du ruban adhésif pour analyse U-Pb.

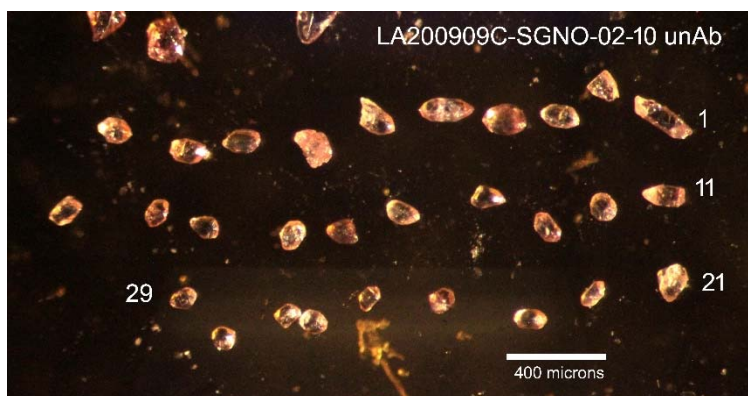


Figure 9.3.3 – Zircons de l'échantillon de conglomérat polygénique SGNO-2002-10 fixés sur du ruban adhésif pour analyse U-Pb.

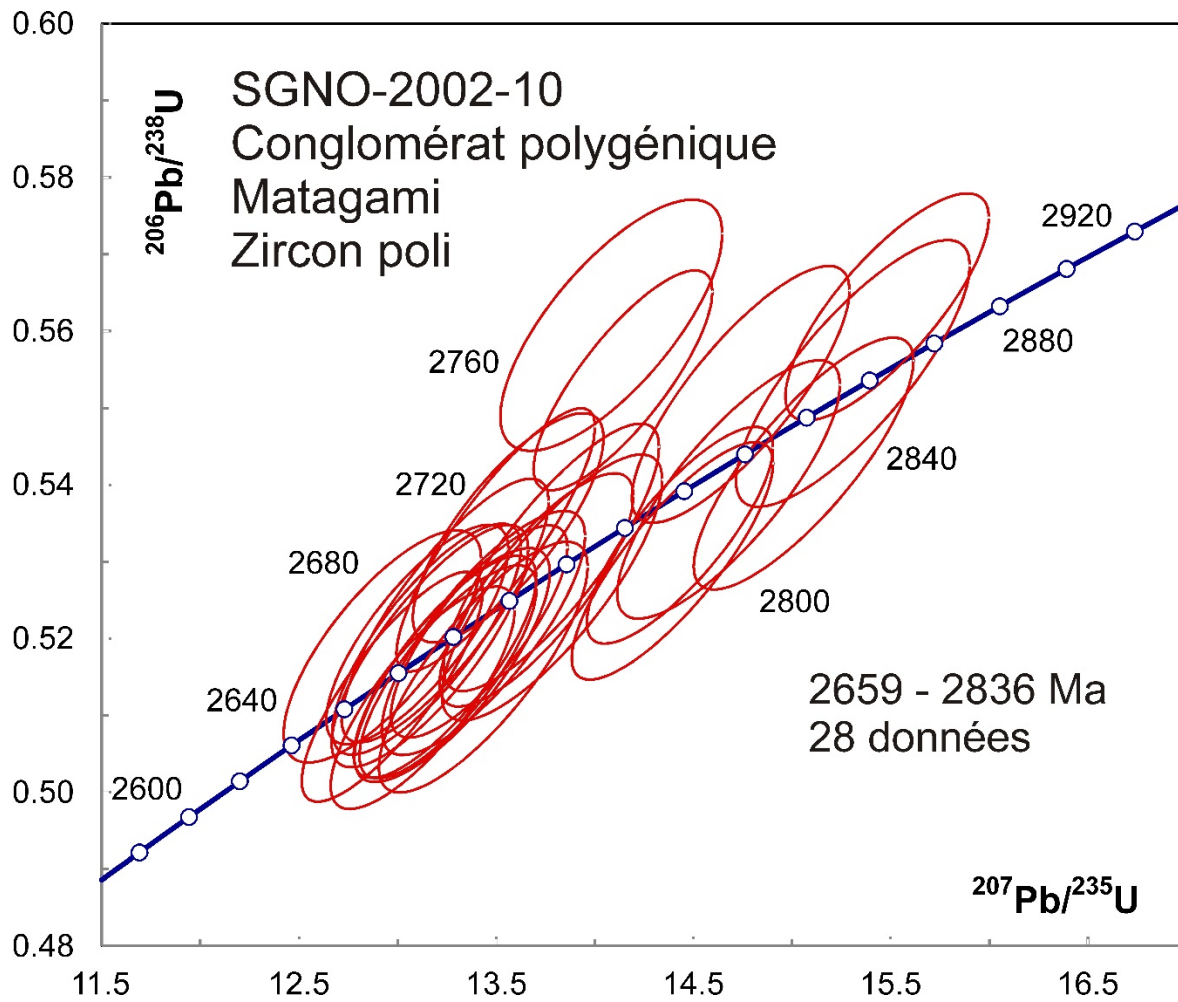


Figure 9.3.4 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons polis de l'échantillon de conglomérat polygénique SGNO-2002-10.

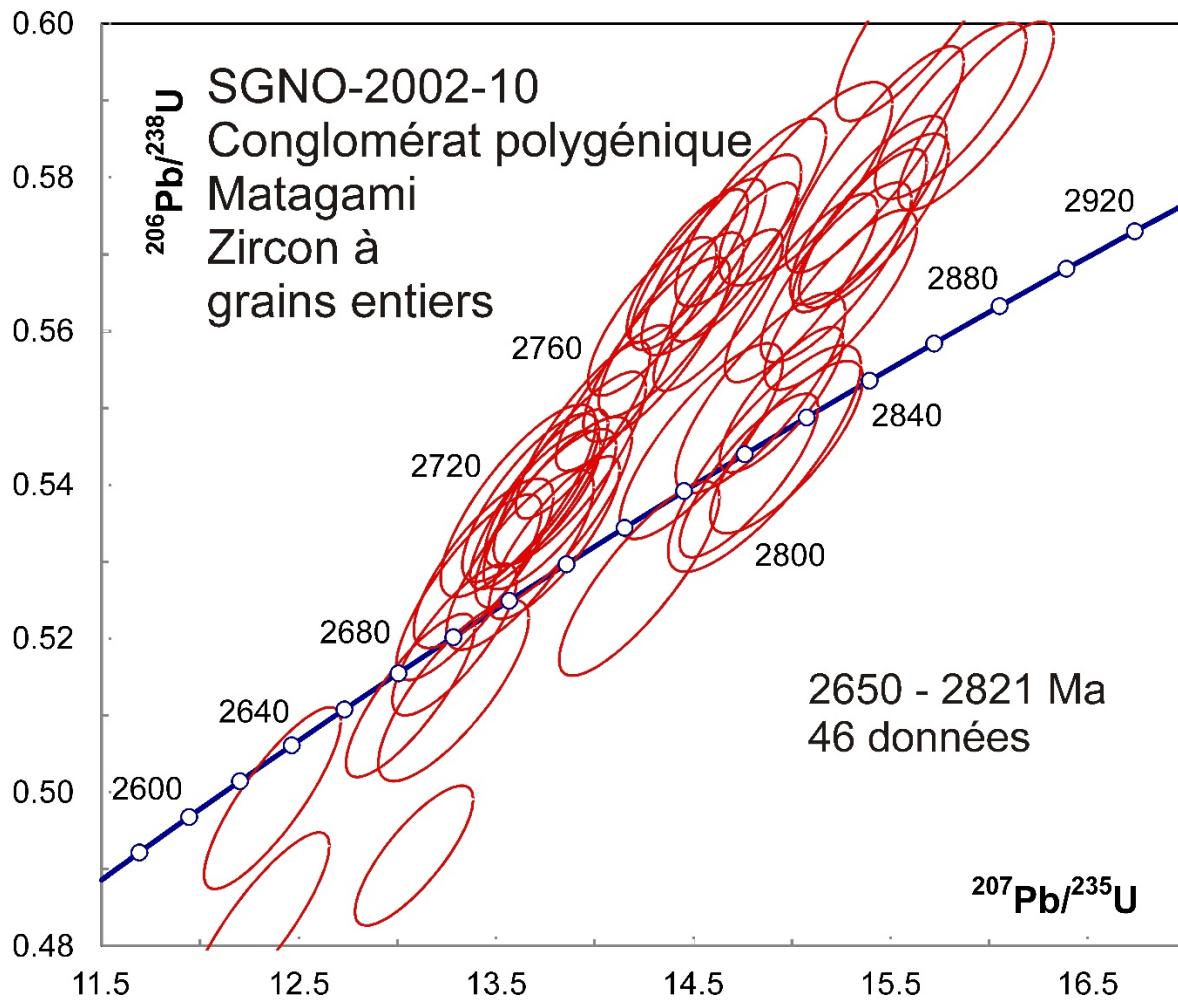


Figure 9.3.5 – Diagramme concordia des données U-Pb obtenues par la méthode LA-ICPMS pour les zircons entiers de l'échantillon de conglomérat polygénique SGNO-2002-10.

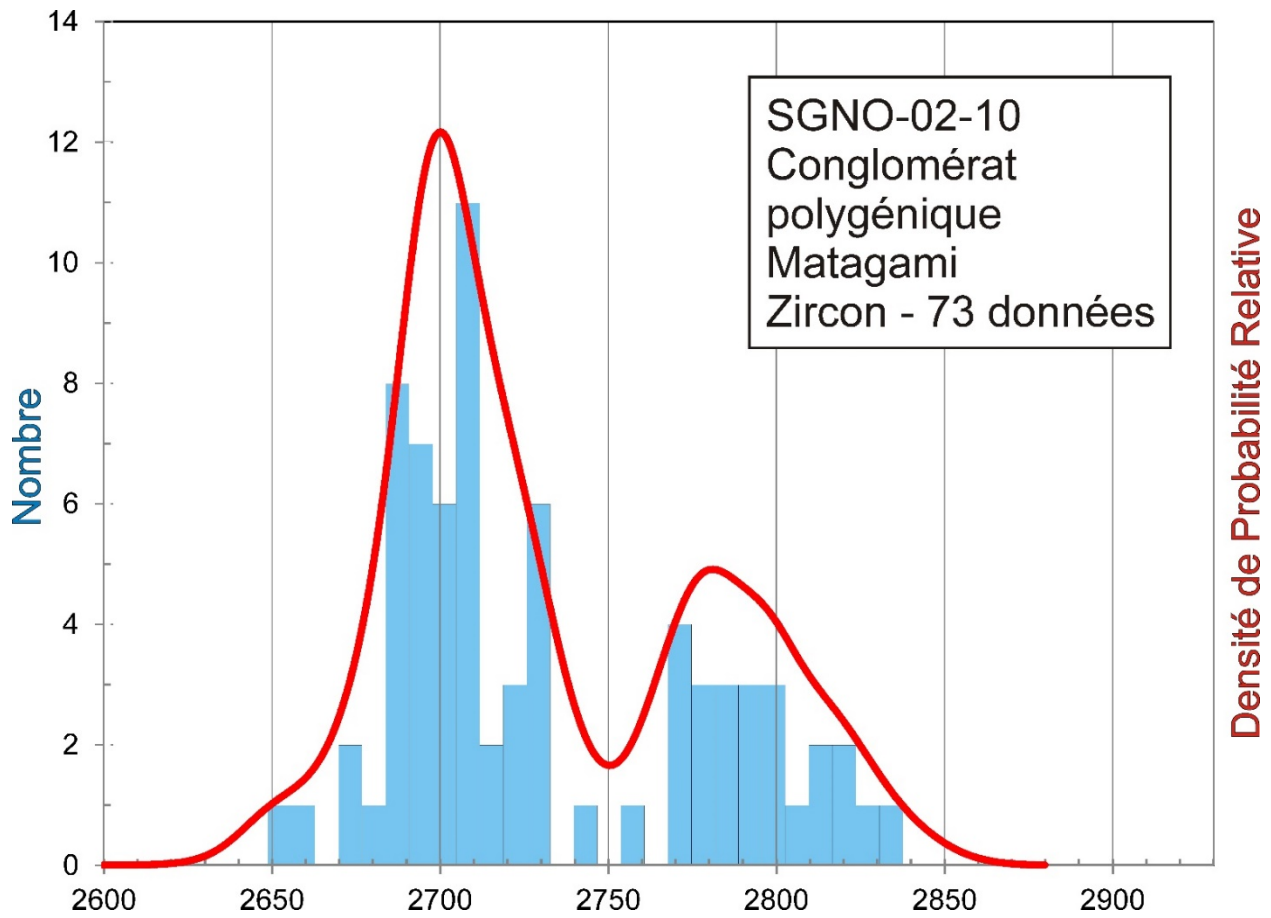


Figure 9.3.6 – Histogramme et diagramme de densité de probabilité relative des âges $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ des zircons de l'échantillon de conglomérat polygénique SGNO-2002-10.

RÉFÉRENCES

Davis, D.W., 2002. U-Pb geochronology of Archean metasediments in the Pontiac and Abitibi subprovinces, Quebec, constraints on timing, provenance and regional tectonics. *Precambrian Research*; volume 115, pages 97-117.

Davis, D.W., Sutcliffe, C.N., 2019. U-Pb Geochronology of Zircon and Monazite by LA-ICPMS in Samples from Northern Quebec. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; MB 2091-01, 113 pages

Davis, D.W., David, J., Dion, C., Goutier, J., Bandyayera, D., Rhéaume, P., Roy, P., 2005. Datations U-Pb effectuées en support aux travaux de cartographie géologique et de compilation géoscientifique du SGNO (2003-2004). Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; RP 2005-02, 20 pages.

Goutier, J., Rhéaume, P., Davis, D.W., 2004. Géologie de la région du lac Olga (32F14). Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parc, Québec; RG 2003-09, 42 pages, 4 plans

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.

Ludwig, K.R., 2008. User's manual for Isoplot 3.70 a geochronological toolkit for Excel. Berkeley Geochronological Center Special Publication 4, 76 pages.

Moser, D.E., Bowman, J.R., Wooden, J., Valley, J.W., Mazdab, F., Kita, N., 2008. Creation of a continent recorded in zircon zoning. *Geology*; volume 36, pages 239–242. doi: 10.1130/G24416A.1

Sambridge, M.S., Compston, W., 1994. Mixture modeling of multi-component data sets with application to ion-probe zircon ages: *Earth and Planetary Sciences Letter*; volume 128, pages 373-390.

Söderlund, U., Johansson, L., 2002. A simple way to extract baddeleyite. *Geochemistry Geophysics Geosystems*; volume 3, 7 pages. DOI: [10.1029/2001GC000212](https://doi.org/10.1029/2001GC000212)

Tomlinson, K.Y., Davis, D.W., Stone, D., Hart, T.R., 2003. U-Pb age and Nd isotopic evidence for crustal recycling and Archean terrane development in the south-central Wabigoon subprovince, Canada. *Contributions to Mineralogy and Petrology*; volume 144, pages 684-702.