

RAPPORT D'ESSAI RE22-1-021-A-V1

Réf. Offre : OFF-2022-0069 V1 Réf. Commande : Réf. Demande : 22-1-021-A Nom de projet : FP22DGR002 Date d'édition : 16/06/2022	DENIS THIEBLEMONT DGR/OEG d.thieblemont@brgm.fr
--	---

VERIFICATION CONFORMITE
Majid EL MOSSAOUI,


Majid EL MOSSAOUI
Responsable Coordination Analyses,
Qualité et Métrologie
Direction Eau, Environnement,
Procédés et Analyses (DEPA)

APPROBATION ET SIGNATURE
Emeric FREJAFON, Directeur
Adjoint


Emeric FREJAFON
Directeur adjoint
Direction Eau, Environnement,
Procédés et Analyses (DEPA)

Les résultats exprimés ne concernent que les échantillons soumis à essais. Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction de ce rapport d'essais n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Pour tout renseignement concernant les incertitudes des mesures, contacter le laboratoire. Les paramètres sous-traités sont identifiés par §.

Le Laboratoire du BRGM est accrédité COFRAC pour la réalisation des analyses selon le référentiel NF EN ISO 17025 sous le numéro d'accréditation 1-0251. Les analyses identifiées par * sont accréditées. La portée d'accréditation détaillée est disponible sur www.cofrac.fr.

Le laboratoire est agréé par le ministère chargé de l'environnement dans les conditions de l'arrêté du 27 octobre 2011 - Se reporter au site internet www.labeau.ecologie.gouv.fr pour les détails sur la portée d'agrément. Les résultats seront rendus sous couvert de l'agrément si les prélèvements ont été réalisés sous accréditation et identifiés par #.

BRGM - Direction Eau, Environnement, Procédés et Analyses - 3 avenue Claude-Guillemin, BP 36009, 45060 Orléans Cedex 2 – France - Tél. 02 38 64 30.17 – analyse@brgm.fr

Établissement public à caractère industriel et commercial – RCS 582 056 149 Orléans – SIRET 58205614900120
www.brgm.fr

RAPPORT D'ESSAI RE22-1-021-A-V1

Date d'édition : 16/06/2022

RESULTATS D'ANALYSES ISOTOPIQUES : URANIUM - PLOMB

Nombre d'échantillons : 1

Auteur(s): P. LACH (DEPA/ISO)

Datation U-Pb effectuée dans le cadre du projet FP22DGR002, par couplage laser ICP-MS.

Résumé: Dans le cadre du projet FP22DGR002 // 1, 1 échantillon provenant du Velay (orthogneiss du Velay) a été sélectionné pour datation U-Pb sur monazite par couplage laser-ICPMS. Des xénotimes étant présents dans la souche de minéraux lourds, ils ont également été analysés.

Deux âges, obtenus indistinctement sur monazites et xénotimes, semblent se distinguer pour l'échantillon d'orthogneiss du Velay.

Un âge carbonifère à 301 ± 3 Ma est indiqué par 5 analyses (2 sur monazites, 3 sur xénotimes).

Un âge permien est obtenu à 260 ± 2 Ma avec 25 analyses (18 sur monazites, 7 sur xénotimes).

RAPPORT D'ESSAI RE22-1-021-A-V1

Date d'édition : 16/06/2022

1 – INTRODUCTION: Datation U-Pb sur Monazite et Xénotime par couplage laser- ICP-MS

Dans le cadre de cette étude, les datations ont été réalisées sur l'installation du laboratoire BRGM équipé d'un spectromètre **ICP-MS X series II** configuré en lentille Xs, et couplé à un système **laser Cetac Excite 193nm** à courte durée d'impulsion.

Les analyses ont été réalisées par Philippe Lach (ingénieur BRGM). L'échantillon est situé dans une cellule à deux volumes balayée à l'hélium. Argon et azote sont ajoutés au gaz vecteur après la chambre d'ablation.

Les conditions d'ablation et d'analyse sont résumées dans le Tableau 1.

Laser ablation system	
Type	CETAC Excite
Wavelength	193 nm
Laser frequency	3 Hz
Fluence	3 J.cm ⁻²
Ablation spot size	10 μm
ICP-MS	
Model	X series II
Type	Quadripole
ICP RF Power	1400 W
Cooling gaz (Ar)	14 L.min ⁻¹
Carrier gaz (He)	0.25 L.min ⁻¹
Auxiliary gaz (Ar)	1 L.min ⁻¹ (N ₂) 2 ml.min ⁻¹
Acquisition parameters	
Measured isotopes	²⁰² Hg, ²⁰⁴ (Pb+Hg), ²⁰⁶ Pb, ²⁰⁷ Pb, ²⁰⁸ Pb, ²³² Th, ²³⁸ U
Dwell time per mass background	30 ms
background	20 s
Acquisition time	30 s (90 pulses)

Tableau 1 : Résumé des conditions d'analyses des monazites/xénotimes au BRGM (Orléans).

La présence de plomb commun est monitorée par l'évolution de l'intensité du signal de la masse 204(Pb+Hg). Le signal ²³⁵U est calculé à partir du signal ²³⁸U en se basant sur le rapport ²³⁸U/²³⁵U = 137.88. Les rapports U–Pb et Th–Pb sont corrigés du fractionnement par standard bracketing par des mesures répétées du standard de monazite, Trebilcock (272 ± 2 Ma, Tomascak et al., 1996). La justesse et la reproductibilité sont contrôlées par la mesure répétée des standards Madmon (Schulz et al., 2007 515 Ma) et Namaqualand (Knoper et al., 2000, 1033 Ma). Les valeurs obtenues sur ces standards durant les périodes d'analyse sont reportées dans la Figure 1. La réduction des données est faite sous le logiciel commercial Glitter®.

Le facteur de corrélation Rho est calculé selon l'équation simplifiée de Schmitz et Schoene (2007) :

$$\rho_{R_{68}-R_{75}} = (\sigma_{68}/R_{68}) / (\sigma_{75}/R_{75}) \quad (1)$$

ou $R_{75} = {}^{207}\text{Pb}/{}^{235}\text{U}$; $R_{68} = {}^{206}\text{Pb}/{}^{238}\text{U}$; σ = variation du rapport isotopique concerné.

RAPPORT D'ESSAI RE22-1-021-A-V1

Date d'édition : 16/06/2022

Le calcul d'âge moyen est donné à 2σ à l'aide du programme de Ludwig ISOPLOT/EX (Ludwig, 2012), et les analyses sont également portées à $\pm 2\sigma$ dans les figures. Dans le tableau, les erreurs sont données à 1 sigma.

Dans les tableaux, les concentrations en U, Th et Pb sont estimées à partir des concentrations et des intensités obtenues sur le standard Madmon. Ces valeurs doivent être utilisées qualitativement. Les résultats analytiques sont reportés dans l'Annexe 1. La localisation des tirs dans l'Annexe 2.

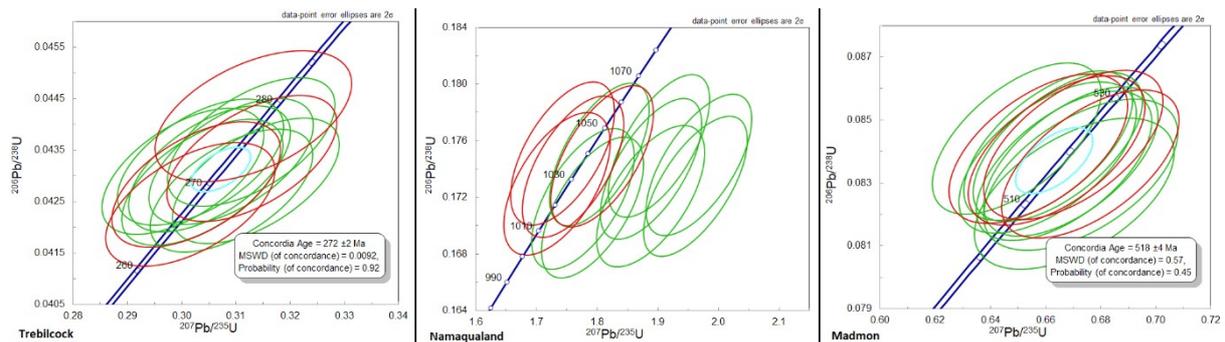


Figure 1 : Diagramme Wetherill : a) Reproductibilité des données obtenues pour le standard de normalisation Trebilcock, b) et c) Reproductibilité et justesse obtenue sur les monazites standards Namaqualand et Madmon normalisées au standard Trebilcock pendant toute la période d'analyse.

2 - RESULTATS D'ANALYSE

Quarante cinq ablations ont été réalisées sur 27 monazites et 15 ablations sur 13 xénotimes (Tableaux 2 et 3).

Dans la figure 2 les analyses sur monazites sont représentées en vert et les analyses sur xénotimes en rouge. Deux populations se distinguent aussi bien sur monazite que xénotime. Une première entre 290 et 310 Ma et une seconde entre 250 et 270 Ma (figure 2a et b).

Les 5 analyses (3 sur xénotimes et 2 sur monazites) comprises entre 290 et 310 Ma donnent un âge concordant à 301 ± 3 Ma.

Pour les analyses plus jeunes situées sur la Concordia entre 250 et 270 Ma, 25 définissent un âge concordant à 260 ± 2 Ma.

RAPPORT D'ESSAI RE22-1-021-A-V1

Date d'édition : 16/06/2022

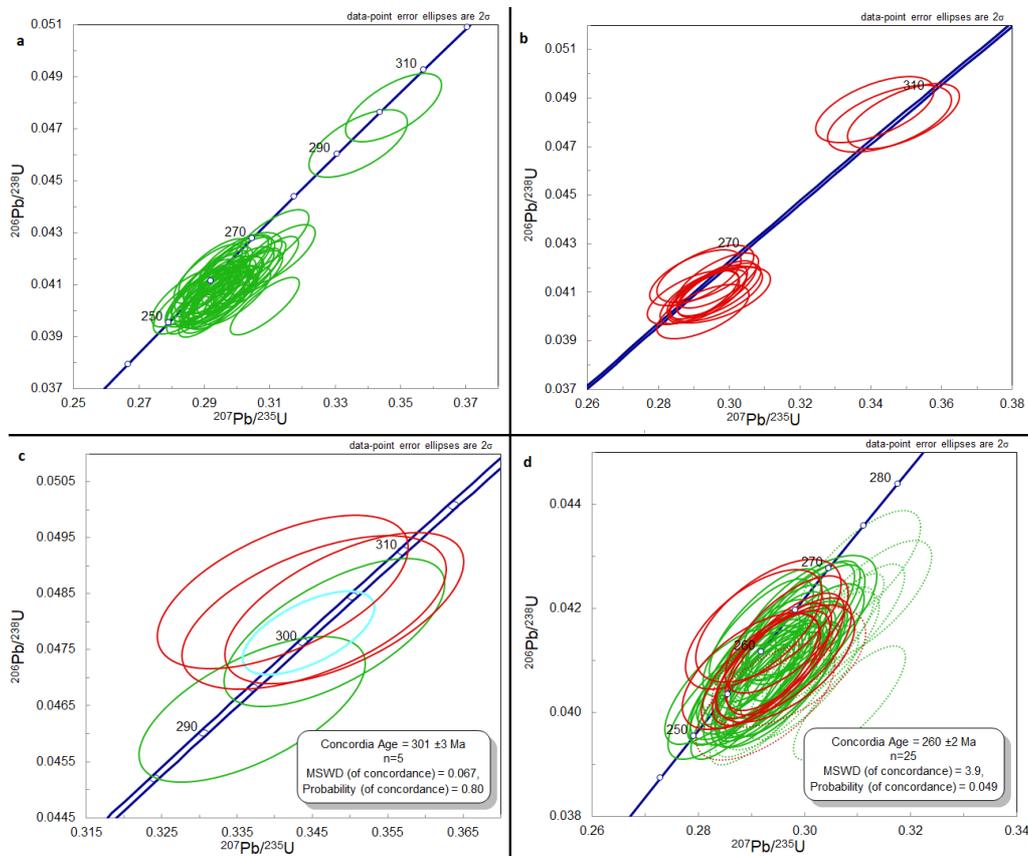


Figure 2 : Ensemble des analyses pour les monazites (a) et les xénotimes (b) porté sur le diagramme Concordia de Wetherill. c) 5 analyses montrant un âge carbonifère à 301 Ma, d) 25 analyses conservées montrant un âge permien à 260 Ma. (xénotimes en rouge, monazites en vert).

3 - CONCLUSION

Deux âges, obtenus indistinctement sur monazites et xénotimes, semblent se distinguer pour l'échantillon d'orthogneiss du Velay.

Un âge carbonifère à 301 ± 3 Ma est indiqué par 5 analyses (2 sur monazites, 3 sur xénotimes)

Un âge permien est obtenu à 260 ± 2 Ma avec 25 analyses (18 sur monazites, 7 sur xénotimes)

4 - BIBLIOGRAPHIE

Knoper, M., Armstrong, R.A., Andreoli, M.A.G. and Ashwal, L.D. 2000: The Steenkampskraal monazite vein: a subhorizontal stretching shear zone indicating extensional collapse of Namaqualand at 1033 Ma ? J. Afr. Earth Sci., Special abstracts Issue, GSSA 27: Geocongress, 31, 38-39.

Ludwig, K.R., 2012. Isoplot/Ex Version 3.75: A Geochronological Toolkit for Microsoft Excel. Special Publication 4, Berkeley Geochronology Center, 75pp.

RAPPORT D'ESSAI RE22-1-021-A-V1

Date d'édition : 16/06/2022

Schmitz M.D., Schoene B., 2007. Derivation of isotope ratios, errors, and errors correlations for U-Pb geochronology using ^{205}Pb - ^{235}U -(^{233}U)-spiked isotope dilution thermal ionization mass spectrometric data. *Geochemistry Geophysics Geosystem*, 8, Q08006, doi:10.1029/2006GC001492.

Schulz B., Brätz H., Bombach K., Krenn E., 2007. In situ Th-Pb dating of monazite by 266 nm laser ablation and ICP-MS with a single collector, and its control by EMP analysis. *Zeitschrift für Angewandte Geologie*, 35, 377–392.

Tomascak, P.B., Krogstad, E.J., Walker, R.J., 1996. U–Pb monazite geochronology of granitic rocks from Maine: implications for Late Paleozoic tectonics in the northern Appalachians. *J. Geol.* 104, 185–195.

Wetherill G.W., 1956. Discordant uranium-lead ages 1: *Transactions of the American Geophysical Union*, 37, 320-326.

RAPPORT D'ESSAI RE22-1-021-A-V1

Date d'édition : 16/06/2022

ANNEXE 1 : Résultats analytiques

Mzvelay	Isotopic ratios										Ages										concentration									
	$^{206}\text{Pb}/^{208}\text{Pb}$	$\pm 1\sigma$	$^{206}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	$\pm 1\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$\pm 1\sigma$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$\pm 1\sigma$	Rho	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$\pm 1\sigma$	$^{206}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	$\pm 1\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$\pm 1\sigma$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$\pm 1\sigma$	Age	Age	Age	U (ppm)	Pb (ppm)	Th (ppm)	^{206}Pb	^{208}Pb					
Mzvelay-1	0.05179	0.00074	0.01543	0.00019	0.29042	0.00428	0.04069	0.00045	0.75	276	32	310	4	259	3	257	3	99	2.22	33273	17872	72022	1	195680						
Mzvelay-2	0.05142	0.00076	0.01564	0.00019	0.28849	0.00432	0.04020	0.00045	0.76	260	33	314	4	255	3	254	3	100	2.10	37538	20473	78986	16	14010						
Mzvelay-3	0.05337	0.00076	0.01800	0.00023	0.30305	0.00447	0.04120	0.00046	0.74	345	32	361	5	269	3	260	3	97	0.66	17063	9538	11320	19	5497						
Mzvelay-4	0.05093	0.00074	0.01542	0.00019	0.288418	0.00427	0.04048	0.00045	0.74	237	33	309	4	254	3	256	3	101	2.05	37696	20709	77296	6	37790						
Mzvelay-5	0.05171	0.00075	0.01530	0.00019	0.28845	0.00431	0.04048	0.00045	0.74	273	33	307	4	257	3	256	3	99	2.31	31957	17549	73760	1	192141						
Mzvelay-6	0.05265	0.00095	0.01668	0.00021	0.33698	0.00613	0.04644	0.00053	0.63	314	40	334	4	295	5	293	3	97	3.35	5860	3692	19646	1	40421						
Mzvelay-7	0.05327	0.00070	0.01614	0.00020	0.30300	0.00415	0.04128	0.00046	0.81	340	29	324	4	269	3	261	3	97	0.64	30288	16962	19413	4	46427						
Mzvelay-8	0.05337	0.00075	0.01645	0.00021	0.29560	0.00437	0.04068	0.00045	0.74	302	32	330	4	261	3	257	3	98	0.78	31334	17295	24402	1	189360						
Mzvelay-9	0.05207	0.00075	0.01728	0.00021	0.29964	0.00444	0.04101	0.00047	0.76	289	32	346	4	266	3	264	3	99	3.08	22270	12617	68694	11	12558						
Mzvelay-10	0.05250	0.00076	0.01610	0.00019	0.29673	0.00443	0.04101	0.00046	0.79	307	33	323	4	264	3	259	3	98	3.18	19856	11048	63178	15	8064						
Mzvelay-11	0.05459	0.00074	0.01755	0.00022	0.29964	0.00431	0.04057	0.00045	0.77	354	31	352	4	266	3	256	3	96	0.59	20937	11525	12334	89	1418						
Mzvelay-12	0.05148	0.00072	0.01593	0.00029	0.29117	0.00422	0.04104	0.00046	0.77	263	32	399	6	260	3	259	3	100	0.13	31935	17781	4079	18	10816						
Mzvelay-13	0.05280	0.00089	0.02488	0.00030	0.34789	0.00599	0.04781	0.00054	0.66	320	38	497	6	303	5	301	3	99	5.33	8776	5692	46784	1	63200						
Mzvelay-14	0.05200	0.00071	0.01592	0.00019	0.29110	0.00414	0.04047	0.00045	0.78	294	31	319	4	259	3	256	3	99	1.53	33421	18350	51292	1	200910						
Mzvelay-15	0.05290	0.00072	0.01559	0.00019	0.29225	0.00412	0.04009	0.00045	0.80	324	30	313	4	260	3	253	3	97	1.81	46751	25445	84824	1	278594						
Mzvelay-16	0.05207	0.00070	0.01566	0.00019	0.29291	0.00409	0.04082	0.00045	0.79	288	30	314	4	261	3	258	3	99	1.30	38372	21251	50018	1	232678						
Mzvelay-17	0.05363	0.00072	0.01630	0.00020	0.30838	0.00429	0.04172	0.00046	0.79	356	30	327	4	273	3	264	3	97	0.58	43672	24720	25334	51	5307						
Mzvelay-18	0.05138	0.00067	0.01579	0.00019	0.28940	0.00397	0.04087	0.00045	0.80	278	30	317	4	258	3	256	3	100	1.61	51185	28384	82543	17	18281						
Mzvelay-19	0.05169	0.00074	0.01567	0.00019	0.28900	0.00429	0.04057	0.00045	0.75	272	33	314	4	258	3	258	3	99	2.42	27061	14896	65459	13	12545						
Mzvelay-20	0.05282	0.00076	0.01617	0.00020	0.29567	0.00439	0.04062	0.00045	0.75	321	32	324	4	263	3	257	3	98	1.05	25484	14044	26721	4	38441						
Mzvelay-21	0.05374	0.00080	0.01660	0.00020	0.31221	0.00476	0.04215	0.00047	0.73	360	33	333	4	276	4	266	3	96	3.27	13002	7436	42454	1	81414						
Mzvelay-22	0.05330	0.00067	0.01571	0.00019	0.30517	0.00402	0.04154	0.00046	0.84	342	28	315	4	270	3	262	3	97	0.43	47013	26499	20391	27	10745						
Mzvelay-23	0.05298	0.00071	0.01576	0.00019	0.29674	0.00415	0.04064	0.00045	0.79	328	30	316	4	264	3	257	3	97	1.88	40714	22450	76467	19	12937						
Mzvelay-24	0.05270	0.00079	0.01750	0.00022	0.31016	0.00477	0.04271	0.00048	0.73	316	34	351	4	274	4	270	3	98	1.19	15050	8720	17878	21	4546						
Mzvelay-25	0.05246	0.00077	0.01692	0.00021	0.30019	0.00458	0.04168	0.00047	0.74	297	33	339	4	267	4	263	3	99	0.91	21529	12175	19539	8	16663						
Mzvelay-26	0.05248	0.00069	0.01593	0.00019	0.29578	0.00408	0.04090	0.00045	0.80	306	30	320	4	263	3	258	3	98	2.17	43145	23939	93832	1	262108						
Mzvelay-27	0.05203	0.00069	0.01565	0.00019	0.28828	0.00398	0.04020	0.00045	0.81	287	30	314	4	257	3	254	3	99	2.10	44756	24400	94105	1	267148						
Mzvelay-28	0.05253	0.00072	0.02008	0.00027	0.29345	0.00418	0.04054	0.00045	0.78	309	31	402	5	261	3	256	3	98	0.25	30170	16592	7530	8	22708						
Mzvelay-29	0.05289	0.00073	0.01593	0.00019	0.29340	0.00420	0.04025	0.00045	0.78	324	31	319	4	261	3	254	3	97	1.82	37892	20694	68879	1	226578						
Mzvelay-30	0.05570	0.00075	0.01558	0.00019	0.30841	0.00432	0.04018	0.00045	0.80	440	29	313	4	273	3	254	3	93	2.00	33946	18505	68022	23	8809						
Mzvelay-31	0.05310	0.00076	0.01564	0.00019	0.29546	0.00438	0.04038	0.00045	0.75	333	32	314	4	263	3	255	3	97	4.94	19827	10862	98012	1	118921						
Mzvelay-32	0.05270	0.00070	0.01576	0.00019	0.28830	0.00406	0.04047	0.00045	0.79	272	31	316	4	257	3	259	3	99	2.14	33289	18276	71089	4	50026						
Mzvelay-33	0.05200	0.00072	0.01558	0.00019	0.29370	0.00419	0.04098	0.00046	0.79	286	31	313	4	262	3	256	3	99	1.54	36228	20143	55669	12	18379						
Mzvelay-34	0.05269	0.00081	0.01608	0.00020	0.29358	0.00462	0.04043	0.00045	0.71	315	34	322	4	261	4	256	4	98	2.01	22118	12133	44494	11	12076						
Mzvelay-35	0.05239	0.00072	0.01581	0.00019	0.29320	0.00416	0.04061	0.00045	0.78	302	31	317	4	261	3	257	3	98	1.25	34870	19212	43415	9	23372						
Mzvelay-36	0.05277	0.00070	0.02074	0.00030	0.29792	0.00413	0.04057	0.00045	0.79	319	30	415	6	265	3	259	3	98	0.10	45698	23401	4581	4	69528						
Mzvelay-37	0.05100	0.00072	0.01592	0.00020	0.29120	0.00426	0.04143	0.00046	0.76	241	32	319	4	260	3	262	3	101	1.01	40333	22673	40853	13	19096						
Mzvelay-38	0.05172	0.00069	0.01598	0.00019	0.29363	0.00406	0.04120	0.00046	0.81	273	30	321	4	261	3	260	3	100	1.45	48296	26993	69846	8	36943						
Mzvelay-39	0.05165	0.00074	0.02074	0.00031	0.29421	0.00433	0.04133	0.00046	0.76	270	32	415	6	262	3	261	3	100	0.14	27576	15464	3734	14	12094						
Mzvelay-40																														
Mzvelay-41	0.05270	0.00076	0.01605	0.00020	0.30023	0.00449	0.04134	0.00046	0.74	316	33	322	4	267	4	261	4	98	1.68	29155	16351	48915	7	25574						
Mzvelay-42	0.05099	0.00073	0.02006	0.00028	0.29258	0.00432	0.04164	0.00046	0.75	240	33	402	6	261	3	263	3	101	0.20	34410	19439	6931	8	26604						
Mzvelay-43	0.05216	0.00088	0.01604	0.00021	0.30089	0.00518	0.04186	0.00047	0.65	292	38	322	4	267	4	264	3	99	1.29	20030	11376	25848	2	62278						
Mzvelay-44	0.05194	0.00073	0.01691	0.00022	0.29881	0.00435	0.04175	0.00046	0.76	283	32	339	4	266	3	264	3	99	0.55	27925	15816	15225	8	21646						
Mzvelay-45	0.05268	0.00069	0.01563	0.00019	0.29363	0.00401	0.04044	0.00045	0.81	315	29	314	4	261	3	256	3	98	1.48	48486	26605	71872	1	291287						

Tableau 2 : Analyses U-Pb par LA-ICP-MS sur les monazites de l'orthogneiss du Velay.

RAPPORT D'ESSAI RE22-1-021-A-V1

Date d'édition : 16/06/2022

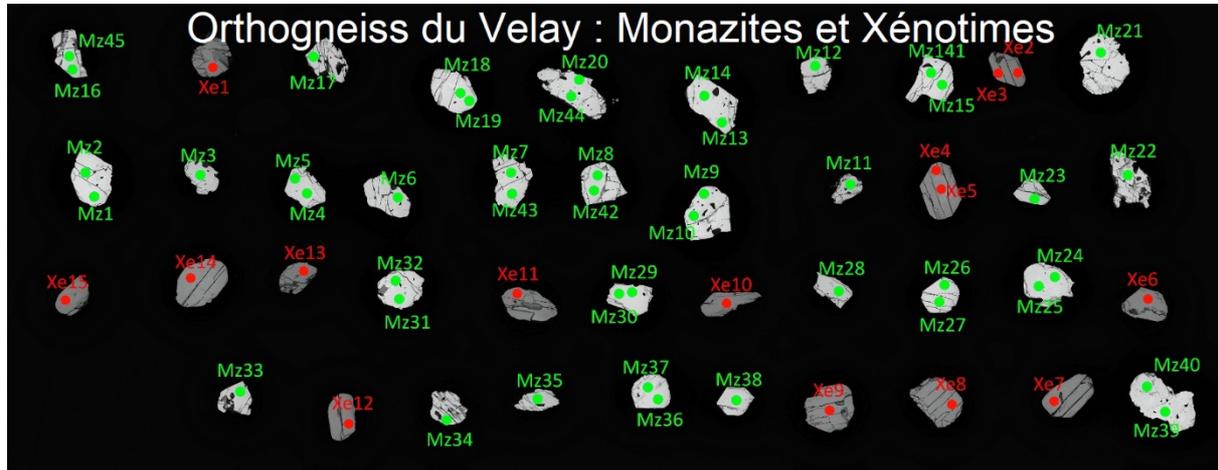
	Isotopic ratios										Ages					U (ppm)	Pb (ppm)	Th (ppm)	²⁰⁶ Pb	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁸ Pb		
	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	$\pm\sigma$	²⁰⁶ Pb/ ²³² Th	$\pm\sigma$	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	$\pm\sigma$	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	$\pm\sigma$	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	$\pm\sigma$	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	$\pm\sigma$	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	$\pm\sigma$	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U						$\pm\sigma$	
Xevelay-1	0.05187	0.00081	0.02004	0.00068	0.29663	0.00472	0.04149	0.00046	0.70	280	35	401	13	264	4	262	4	17306	9734	206	1	105724
Xevelay-2	0.05222	0.00079	0.02055	0.00036	0.29627	0.00459	0.04116	0.00046	0.72	295	34	411	7	264	4	260	3	20870	11645	1086	1	126471
Xevelay-3	0.05216	0.00079	0.02092	0.00042	0.29370	0.00453	0.04085	0.00045	0.71	293	34	419	8	262	4	258	3	20077	11118	660	4	30189
Xevelay-4	0.05272	0.00105	0.02038	0.00058	0.29599	0.00595	0.04087	0.00047	0.57	317	45	406	11	264	5	258	3	11102	6151	590	11	6073
Xevelay-5	0.05248	0.00084	0.02047	0.00039	0.29710	0.00481	0.04107	0.00046	0.69	306	36	410	8	264	4	260	3	19264	10725	1112	1	116488
Xevelay-6	0.05281	0.00095	0.02072	0.00043	0.29261	0.00533	0.04020	0.00046	0.63	321	40	415	9	261	4	254	3	15458	8424	1210	28	3468
Xevelay-7	0.05099	0.00101	0.02132	0.00057	0.34109	0.00679	0.04853	0.00056	0.58	241	45	426	11	298	5	306	3	7628	5018	493	3	18166
Xevelay-8	0.05252	0.00093	0.01874	0.00060	0.29640	0.00532	0.04094	0.00046	0.63	308	40	375	12	264	4	259	3	15940	8847	435	1	96089
Xevelay-9	0.05201	0.00108	0.02111	0.00055	0.34523	0.00715	0.04816	0.00056	0.56	286	47	422	11	301	5	303	3	6654	4345	538	8	5898
Xevelay-10	0.05207	0.00077	0.02062	0.00033	0.29418	0.00447	0.04099	0.00045	0.72	288	34	413	7	262	4	259	3	25622	14238	1638	1	154636
Xevelay-11	0.05093	0.00097	0.02081	0.00048	0.29317	0.00559	0.04176	0.00048	0.60	238	43	416	9	261	4	264	3	11918	6747	865	17	4310
Xevelay-12	0.05156	0.00094	0.01978	0.00045	0.28991	0.00531	0.04079	0.00046	0.62	266	41	396	9	259	4	258	3	11358	6281	756	12	5685
Xevelay-13	0.05253	0.00097	0.02063	0.00063	0.34924	0.00648	0.04824	0.00055	0.61	308	41	413	12	304	5	304	3	7532	4925	293	12	4468
Xevelay-14	0.05187	0.00079	0.02042	0.00034	0.29160	0.00452	0.04079	0.00045	0.71	280	34	409	7	260	4	258	3	21461	11865	1479	1	128668
Xevelay-15	0.05067	0.00091	0.02093	0.00056	0.29043	0.00525	0.04159	0.00047	0.63	226	41	419	11	259	4	263	3	12562	7083	487	1	76922

Tableau 3 : Analyses U-Pb par LA-ICP-MS sur les xenolithes de l'ortognais au Velay.

RAPPORT D'ESSAI RE22-1-021-A-V1

Date d'édition : 16/06/2022

ANNEXE 2 : localisation des spots d'ablation laser sur image MEB (La taille des spots est de 10µm de diamètre)



Fin du rapport d'essai