

DATATION K/AR DES MINÉRAUX DES ROCHES IGNEES DE LA REGION DU LAUVITEL (HAUT-DAUPHINE, FRANCE).

Confirmation de la mise en place hercynienne et mise en évidence de l'influence de l'épisode diagénétique Jurassique sur les feldspaths

Vittoz P., Bonhomme M.G., Vivier G.

Résumé

Les analyses isotopique K/Ar ont été réalisées sur différents minéraux de cinq échantillons : un du granite du Rochail et quatre syénites affleurant dans la région du lac Lauvitel, Sud de Bourg d'Oisans, Alpes occidentales françaises. Les amphiboles et une biotite définissent un alignement donnant un âge de 324 +/- 22 Ma (2) considéré comme l'épisode de refroidissement suivant les derniers événements de la tectonique tangentielle hercynienne. Les autres biotites sont modérément affectées par des événements alpins. Quatre des six feldspaths donnent un âge de 160 Ma. La discussion montre que la meilleure interprétation est de considérer cet âge comme résultant des effets de l'épisode de diagenèse généralisée du Dogger-Malm plutôt que comme résultant d'un simple dégazage partiel des feldspaths hercyniens durant les événements alpins.

Abstract

K/Ar isotopic analyses have been performed on the various minerals of five samples : one of the Rochail granite and four syenites outcropping around the Lauvitel lake, South of Bourg d'Oisans, French Western Alps. The amphiboles and one biotite define an isotopic line showing an age of 324 +/- 22 Ma (2) which is regarded as the cooling episode following the last event of tangential Hercynian tectonics. The other biotites are moderately affected by young Alpine events. Four of the six feldspar show ages of the order of 160 Ma. The discussion leads to the conclusion that this age is better interpreted as due to the effects of the generalized diagenetic event during Dogger-Malm times than as a simple partial outgassing of Hercynian feldspars by the Alpine events.

PRESENTATION

Le massif granitique du Rochail, objet de cette étude, est situé au nord-ouest du Haut Dauphiné (massifs cristallins externes) où il affleure sur plus de 30 km² (Fig. 1). Il est intrusif dans les séries migmatitiques à l'est et en contact tectonique avec les terrains mésozoïques à l'ouest. Deux faciès ont été distingués par leur texture (Michel et Buffière, 1963). Au sud, le granite est leucocrate à texture grenue isogranulaire, équant et de couleur grise, c'est le granite du Rochail s.s.. Ce faciès passe progressivement au nord à une roche à grain grossier, à tendance porphyroïde et de teinte verdâtre. Ce dernier faciès, le granite du Clapier (Giraud, 1952), est très proche minéralogiquement du granite du Rochail s.s.

De nombreux travaux signalent, dans ce massif granitique, l'existence de masses basiques (Termier, 1896; Bellair, 1938; Giraud, 1952; Michel et Buffière, 1963) baptisées "syénite du Lauvitel" par Termier. Leur minéralogie (richesse en feldspaths potassiques, biotites et amphiboles; abondance du sphène) et leur géochimie ($K_2O > 5\%$, $MgO > 5\%$, $K_2O/Na_2O > 2$ et teneurs élevées en Cr, Ni, Ba, Rb, Sr et en éléments incompatibles) les rapprochent des vogésites (Gagny, 1968), des durbachites (Holub, 1977) et plus généralement des lamproïtes (Foley et al., 1987). Au sud, ce matériel basique se présente sous forme de dykes orientés approximativement N150 (Vittoz, en cours), tandis qu'au nord il apparaît sous forme d'enclaves disposées en essaim (De Boisset et al., 1984; De Boisset, 1986; Vittoz, en cours) dont l'orientation générale est identique à celle des dykes.

Cette étude a porté sur les échantillons suivants :

- un granite du Rochail, à biotite, isogranulaire à grain fin (RL303)
- deux syénites riches en biotite de la cascade du Lauvitel, une de bordure ou monzosyénite à phénocristaux de feldspath potassique (RL102), l'autre au centre du corps basique à grandes plages de microcline poecilitique (RL103)
- deux syénites de la Combe de Bellecôte, l'une au coeur et à amphibole seule (RL310), l'autre plus en bordure à amphibole et biotite (RL311).

La localisation des échantillons est donnée sur la figure 1

les descriptions pétrographiques ont été présentées par De Boisset (1986).

Sur chacun de ces faciès ont été analysées des phases séparées. Pour le granite, seul le feldspath potassique a pu être analysé, le plagioclase étant trop altéré et la biotite trop chloritisée. Pour les faciès basiques, amphibole, biotite et feldspath potassique ont fait l'objet de mesures. Seul le plagioclase du faciès syénitique à biotite (RL103) a pu être analysé. Dans les autres échantillons, l'altération du plagioclase est trop importante.

LES RESULTATS

Les résultats analytiques sont consignés dans le tableau 1.

Les amphiboles présentent toutes des âges supérieurs à 320 Ma. Les biotites s'étagent entre 325 et 267 Ma. Sur les cinq feldspaths analysés, trois sont autour de 160 Ma, l'un est plus vieux (238 Ma), l'autre est plus jeune (99 Ma). Le seul plagioclase analysé a un âge de 157 Ma.

Sur un diagramme 40K vs 40Ar, les amphiboles et une biotite s'alignent sur une droite fournissant un âge de 324 +/- 22 Ma et passant par l'origine (Fig.2). Dans le même diagramme, les trois feldspaths s'alignent également sur une droite passant par l'origine correspondant à un âge de 160 +/- 5,2 Ma.

Dans le diagramme 40K/36Ar vs 40Ar/36Ar, les résultats sont identiques et les deux droites passent par une ordonnée à l'origine voisine de 300 (Fig. 3).

DISCUSSION

L'âge de 324 +/- 22 Ma des amphiboles et d'une biotite est comparable à ceux qui ont déjà été observés sur le massif du Rochail. Etudiant les biotites par la méthode Rb/Sr, Bonhomme et al. (1963) ont obtenu 330 +/- 9 Ma et 338 +/- 10 Ma sur les granites du Rochail et du Clapier. Par ailleurs, les amphiboles des gneiss de la basse vallée de la Romanche ont fourni un âge de 324 +/- 12 Ma (isochrone K/Ar; Ménot et al., 1988).

Dans tous les cas, l'interprétation fournie par les auteurs correspond au refroidissement du bâti tectono-métamorphique à la fin de la phase sudète de l'orogénèse hercynienne. Cela correspond à l'épisode de la tectonique tangentielle à l'W du rameau interne Belle-

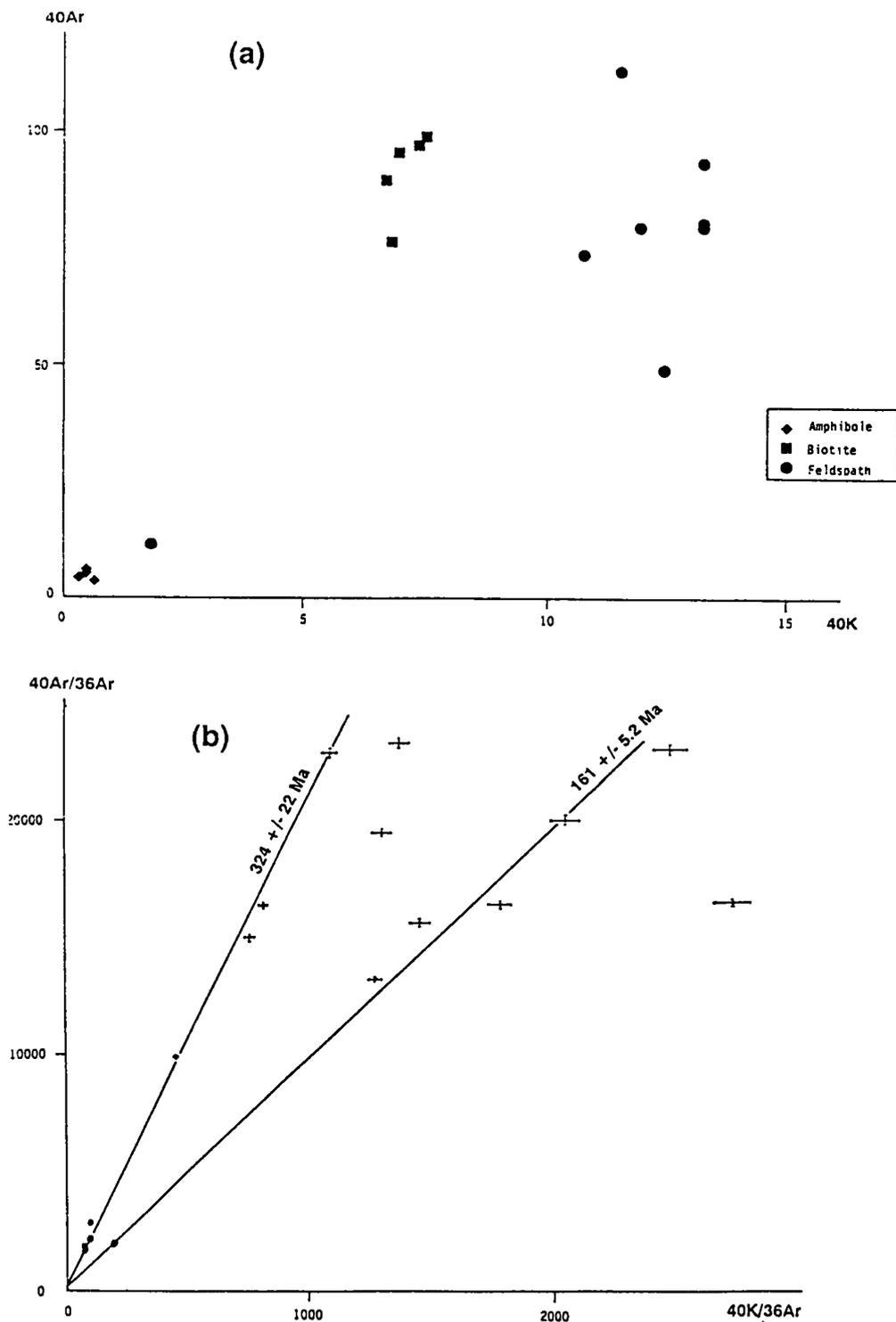


Figure 2 : Diagrammes (a) ^{40}Ar vs ^{40}K et (b) $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ vs $^{40}\text{K}/^{36}\text{Ar}$.
 Pour ce dernier, les erreurs en 2 sigmas ont été reportées.

Diagrams (a) ^{40}Ar vs ^{40}K and (b) $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ vs $^{40}\text{K}/^{36}\text{Ar}$.
 For the last, errors are given as 2 sigmas.

donne/Taillefer et à la fin de la tectonique en décrochement dans le NE du rameau interne de Belledonne (323 +/- Ma, âge recalculé à partir des données de Demeulemeester, 1982 in Ménot et al, 1988).

A partir de cette donnée, les âges des deux amphiboles RL310 et RL311, datées respectivement à 350 et 378 Ma, peuvent être expliqués par des excès locaux d'argon radiogénique, comme l'avait évoqué Demeulemeester (1982) pour certaines amphiboles dans les massifs des Grandes Rousses et de Belledonne, où l'enrichissement est lié au contexte tectonique et régional. Au Rochail, une explication minéralogique et pétrologique de l'excès d'argon peut rendre compte du même phénomène. Les deux amphiboles analysées proviennent d'un dyke de syénite intrusif dans le granite du Rochail alors que celui-ci était encore chaud. Il en est résulté un rééquilibrage complet de la paragenèse primaire dans des conditions thermodynamiques comparables à celles du faciès amphibolite (Vittoz, en cours). Un excès d'argon radiogénique est souvent constaté dans les pyroxènes (Tougarinov, 1965). On peut alors concevoir que la transformation du pyroxène primaire en amphibole se fasse sans un dégazage complet de l'argon radiogénique. Ceci est d'autant plus vraisemblable que la roche basique semble avoir évolué en système clos comme l'ont suggéré les études minéralogiques et géochimiques (Vittoz, en cours).

Les autres résultats portant sur des biotites, s'étalent de 314 à 257 Ma. Ces résultats sont à rapprocher de ceux obtenus par Demeulemeester (1982) sur les biotites en partie chloritisées du granite du Clapier: 313 +/- 9 Ma et 290 +/- 8 Ma. (Rb/Sr conventionnel) et 293 +/- 13 Ma (K/Ar conventionnel).

Cet auteur, en étudiant la répartition des âges des biotites dans les massifs du Haut-Dauphiné et de Belledonne, a montré l'influence croissante des événements alpins d'ouest en est. Celle-ci se traduit par une perte progressive de l'argon radiogénique en fonction de l'intensité du métamorphisme alpin. Selon Demeulemeester (1982), l'ouest du Haut-Dauphiné serait une région relativement épargnée. La faible influence dont témoignent les valeurs obtenues sur biotite (314-267 Ma), confirme cela et s'explique par le même mécanisme. A noter que ce ne sont pas les biotites les plus chloritisées qui présentent le déficit le plus important. L'une est sur la droite à 324 Ma et n'a donc subi aucune perte d'argon radiogénique,

l'autre (RL302), datée à 314 Ma, est à peine affectée par rapport à l'âge de cristallisation (324 Ma).

Par ailleurs, il n'est pas possible d'exclure que l'épisode diagénétique du Dogger-Malm, mis en évidence par son influence sur les feldspaths (voir ci-dessous), ait affecté les biotites. Dans les deux hypothèses, l'effet de perte d'argon radiogénique reste trop modéré pour permettre de trancher, indiquant toutefois que, quelque soit la nature du mécanisme, son intensité est demeurée faible.

Pour ce qui concerne les feldspaths potassiques et le plagioclase, quatre de ces fractions sur six fournissent des âges voisins de 160 Ma. Un feldspath potassique est daté à 238 Ma, un autre à 99 Ma.

Ces âges pourraient être interprétés de la même manière que les âges apparents des biotites, c'est à dire en terme de perte plus ou moins intense de l'argon radiogénique en fonction de l'intensité des événements alpins. Cependant, ce phénomène conduit à une dispersion des âges apparents, ce qui n'est pas le cas. Les âges apparents de quatre de ces minéraux autour de 160 Ma ne sont donc peut-être pas fortuits.

Si l'épisode alpin avait été suffisamment intense dans cette région, il aurait dû affecter les biotites plus ou moins chloritisées. Les chlorites, considérées comme un très mauvais chronomètre, auraient perdu leur argon et donc présenteraient un âge plus jeune. Les biotites chloritisées analysées ici ne révèlent aucun phénomène de ce genre. De plus, si dans l'ouest du Haut-Dauphiné, l'épisode méso-alpin avait atteint régionalement une température élevée, tous les âges obtenus seraient de l'ordre de 50 à 40 Ma, ainsi que le montrent les datations des fractions fines de la couverture liasique, au nord du massif de Belledonne (Bonhomme et al, en préparation) et dans la région de la Grave (Grand et al., en préparation). Plus près de la région étudiée, dans le synclinal de Bourg d'Oisans, les fractions fines de la série liasique ont subi un épisode intense daté à 26 Ma (Grand et al, en préparation).

Comme la température de cristallisation des fractions fines (environ 200 C) est à peu près égale à celle de l'ouverture des feldspaths, ceux-ci auraient donc dû révéler des âges comparables s'ils avaient subi les événements.

Les droites isotopiques ^{40}Ar vs ^{40}K et $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ vs $^{40}\text{K}/^{36}\text{Ar}$ représentatives de la géochimie de ces feldspaths passent respectivement par l'origine et 300. Ceci signifie que leur cristallisation, leur recristallisation ou

Echant.	Minéral	Remarques	40Ar (nl/g)	%Rad.	%K	40Ar/36Ar (*10+3)	40K/36Ar (*10+3)	Age Ma (+/-2)
RL102	Biotite	Chloritisée	95.8	98.7	6.91	22908	1092.1	325+/-6
	Biotite	"	89.9	96.9	6.74	9954	464.2	314+/-4
	Amphibole Hb verte		5.48	83.4	0.39	1777	71.5	326+/-8
	Amphibole Hb verte		5.72	87.6	0.42	2388	102.7	321+/-11
	FK	Perthitique	73.9	97.8	10.83	13293	1274.6	167+/-2
RL103	Biotite	Peu chlorit.	76.8	98.7	6.86	23333	1376.3	267+/-12
	Amphibole Hb verte		4.46	83.3	0.33	1766	71.8	322+/-20
	FK	parfois zonée						
	FK	Trés	80.2	98.2	13.25	16437	1784.6	149+/-4
	FK	poecilitique	81.1	98.7	13.25	23086	2493.1	151+/-4
	FK	et perthitique	93.7	98.1	13.25	15627	1451.1	173+/-6
	Plagio.	An10 altéré	11.67	86.4	1.83	2171	196.5	157+/-4
RL303	FK	Perthitique	49.2	98.2	12.46	16554	2756.0	98.8+/-1.8
RL310	Biotite	Peu chlorit.	95.4	98.0	7.4	15078	767.9	304+/-6
	Amphibole Hb verte + actinote		4.87	84.4	0.32	1898	71.3	350+/-18
	FK	Trés poecilitique	113.6	98.5	11.51	19561	1305.7	238+/-4
RL311	Biotite	Peu chlorit.	99.2	98.2	7.53	16427	819.4	310+/-6
	Amphibole Hb verte + actinote		5.53	89.9	0.34	2921	107.4	378+/-18
	FK	Trés poecilitique	77.4	98.5	11.90	20287	2055.6	160+/-6

Tableau 1 : Résultats K/Ar obtenus sur minéraux séparés. K/Ar results for separated minerals.
 Les erreurs sur l'âge sont données en 2 sigmas. Errors for the age are given as 2 sigmas.
 Les constantes utilisées sont celles données par Steiger et Jaeger (1977) : Constants are taken from Steiger et Jaeger (1977) :

$$\begin{aligned}
 40K &= 5.543 \text{ 10-10/an} \\
 40Ke &= 0.581 \text{ 10-10/an} \\
 T1/2 &= 1.2505 \text{ 10+9 ans} \\
 40K/Ktotal &= 1.193 \text{ 10-4 g/g}
 \end{aligned}$$

simplement leur ouverture thermique vis à vis de l'argon radiogénique s'est effectuée dans une ambiance ne comportant aucun excès de pression (Bonhomme et al, en préparation) et que tous les feldspaths, sauf celui de la syénite RL310, ont été ouverts vers 160 Ma de manière complète. Le feldspath du granite (RL303), daté à 99 Ma, a quant à lui subi ensuite une ouverture plus récente, probablement partielle, lors des événements alpins.

Un épisode de diagénèse généralisé daté à 170-160 Ma a été mis en évidence dans la couverture sédimentaire dans le grand Sud-Est de la France (Bonhomme et Millot, 1987) hors de l'influence alpine. Ces auteurs ont montré que cet épisode était essentiellement thermique. Or les feldspaths potassiques sont des minéraux très sensibles à la perte d'argon lors d'un épisode thermique, leur température de blocage étant située entre 170 et 200 C. Dans ces conditions, les datations des feldspaths à 160 Ma peuvent être considérées comme représentant plutôt l'effet sur les minéraux du socle de la diagénèse datée par ailleurs dans la couverture, hors des zones où l'influence alpine est prépondérante. Ceci confirmerait le caractère intense, mais très localisé du métamorphisme alpin, seulement concentré dans des zones de cisaillement ou de chevauchement (Demeulemeester, 1982).

CONCLUSIONS

Complétant les mesures déjà effectuées, ce travail confirme la mise en place lors des épisodes hercyniens du granite du Rochail et des roches basiques qui l'accompagnent. Les âges obtenus sur les amphiboles des roches basiques confirment le refroidissement du bâti tectonométamorphique à la fin de la phase sudète de l'orogénèse hercynienne. La choritisation des biotites correspond à un épisode tardi-hercynien (314 Ma).

Les âges obtenus sur les feldspaths potassiques pourraient, quant à eux, représenter l'effet de la diagénèse sur les minéraux du socle. Ils confirment le caractère uniquement local du métamorphisme alpin dans les massifs cristallins externes.

Bibliographie

Bellair P. (1938) : Sur l'origine du Pelvoux, C.R. Acad. Sc. t. 124, p. 189-190.

Bonhomme M.G., Buffières J.M., Michel R., Philibert J., Roques M. et Vialette (1963) : Age absolu du granite du massif du Rochail (Secteur du Pelvoux, Isère), C.R. Acad. Sc. t. 256, p. 2649-2661.

Bonhomme M.G. et Millot (1987) : Diagenèse généralisée du Jurassique moyen (170-160 Ma) dans le bassin du Rhône inférieur jusqu'à la bordure des Cevennes (France). Datations K/Ar d'argiles du Trias et du Lias inférieur, C.R. Acad. Sc. Paris, T.305, S.II, n 9, p. 431-434.

Bonhomme M.G., Aprahamian J., Caby R., Misuzaki A.M.P. Thomaz Filho A. (1988) : Three examples of radiogenic argon excess in diagenetic, anchimetamorphic, and high pressure metamorphic environments, 2ème Coll. Géochimie Brésil, Poços de Caldas, Juillet 1988.

De Boisset T., Vittoz P., Vivier G. et Oliver R. (1984) : Association acide-basique dans le massif du Rochail; NW Pelvoux; massifs cristallins externes. Relations structurales, 10ème R.A.S.T. Bordeaux, p.70.

De Boisset T. (1986) : Les enclaves basiques du granite du Rochail (syénite du Lauvitel), Haut Dauphiné, Alpes françaises. Etude pétrographique et minéralogique, Thèse doct. 3ème cycle, Univ. Sci. Tech. Med. Grenoble 1, 166 p.

Demeulemeester P. (1982) : Contribution à l'étude radiométrique à l'argon et au strontium des Massifs Cristallins Externes (Alpes Françaises), Distribution cartographique des âges sur biotites et amphiboles, Thèse doct. 3ème cycle, Univ. Sci. Tech. Med. Grenoble 1, 227 p.

Foley S.F., Venturelli G., Green D.H., Toscani L. (1987) : The ultrapotassic rocks : characteristics, classification and constraints for petrogenetic models, Earth Sc. Rev., 24, p. 81-134.

- Gagny C. (1978) : Vaugnérites et durbachites sont des cumulats de magma granitique (l'exemple du magma des Crêtes, Vosges), C.R. Acad. Sc., t. 287, p. 1361-1364.
- Giraud P. (1952) : Les terrains métamorphiques du massif des Grandes Rousses, Bull. Soc. Geol. France, S 6, t. 2, p. 379-402.
- Grand T., Aprahamian J., Blunat P., Bonhomme M.G. (En préparation) : Datations K/Ar de fractions fines extraites de la couverture liasique métasédimentaire dans la région de Bourg d'Oisans (Alpes françaises). Mise en évidence d'un évènement thermique d'âge oligocène supérieur, miocène inférieur.
- Holub F.V. (1977) : Petrology of inclusions as a key to petrogenesis of the durbachitic rocks from Czechoslovakia, Tschermarks Min. Petr. Mitt., 24, p. 133-150.
- Ménot R.P., Vivier G. (1987) : Décrochements et cisaillements varisques dans les massifs cristallins externes alpins, 11ème R.A.S.T., Clermont Ferrand, Résumé.
- Ménot R.P., Bonhomme M.G., Vivier G. (1988) : Situation tectono-métamorphique carbonifère dans le massif de Belledonne (Alpes occidentales françaises). Apport de la géochronologie K/Ar des amphiboles, Schweiz Mineral. Petrogr. Mutt., 67.3, sous presse.
- Michel R. et Buffière J.M. (1963) : Sur la nature et l'origine de la syénite du Lauvitel (Massif du Rochail, Secteur NW du Pelvoux, Isère), C.R. Acad. Sc., t. 256, p. 225-227.
- Termier P. (1896) : Sur le sphène de la syénite du Lauvitel, B.S. Min., t. 19, p. 81-85.
- Tougarinov A.I. (1965) : The geological age of the ancient formations of the USSR based of the comparative Pb-U and Ar-K age determinations, Coll. Intern. Nancy 151, p. 205-208.
- Vittoz P. (en préparation) : Les associations acide-basique dans le magmatisme carbonifère du massif du Rochail (Haut Dauphine occidental).