

# Âge namurien du lamprophyre de Termes (massif de Mouthoumet, Aude) : sa signification dans l'édifice varisque pyrénéen

Michel DURAND-DELGA (1)

Raymond MONTIGNY (2)

Philippe ROSSI (3)

*Namurian age of the Termes lamprophyre  
(Mouthoumet Massif, Aude): its place in the Variscan of the Pyrenees*

Géologie de la France, n°3, 1997, pp. 13-20, 4 fig., 2 tabl.

Mots-clés : Datation,  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$ , Lamprophyre, Namurien, Tectonique tangentielle, Aude, Massif de Mouthoumet, France.

Key words: Dating,  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$ , Lamprophyres, Namurian, Tangential Tectonics, Aude, Mouthoumet Massif, France .

## Résumé

Dans la partie nord du massif de Mouthoumet, un filon de minette (lamprophyre) recoupe, près de Termes, les calcaires dévoniens de l'Autochtone relatif de ce massif, à proximité immédiate du front de chevauchement de l'Allochtone. Dans la mesure où aucune déformation post-solidus, ni aucune rétro-morphose de basse température n'affecte cette intrusion, sa mise en place est nécessairement postérieure à celle des nappes varisques. La datation  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  selon la procédure du dégazage par paliers d'une biotite extraite de la minette donne un spectre d'âge irrégulier. Toutefois, en éliminant les deux premiers paliers, on obtient un âge moyen de  $319 \pm 5$  Ma, pris comme base de discussion. L'examen systématique, tant du point de vue pétrographique que chimique, des séries alcalines des Pyrénées nous autorise à conclure que cette valeur représente probablement l'âge de l'intrusion. Ce résultat implique que la tectonique de nappes date du Namurien inférieur. Elle se situe entre le dépôt du flysch qui surmonte les calcaires dévoniens et la mise en place de la minette. Autrement dit, la tectonique de nappe est très vraisemblablement comprise dans l'intervalle de temps 325-314 Ma.

## Abridged English version

The Mouthoumet Massif, forming an inlier within the Mesozoic and Paleogene cover of the sub-Pyrenean foreland, consists of Early Ordovician to Middle Carboniferous rocks divided into several thrust units oriented WSW-ENE. The northwestern part of the massif corresponds to a parautochthon that has been overthrust by several nappes forming the southeastern part of the massif. A Visean-Namurian flysch ("Culm") is the youngest rock implicated in the various units that in places are unconformably overlain by Stephanian volcanoclastic formations.

In the northern part of the massif, near the village of Termes, parautochthonous Devonian limestones are intruded by a minette (lamprophyre) dike that crops out in the close vicinity of the allochthonous thrust front. The Termes minette is thus the only incontestable intrusive rock of the Mouthoumet Massif; no similar rock is known on the southern flank of the Montagne Noire. It is a blackish-grey dike, macroscopically homogeneous, with a well-defined N35°W strike extending over some 50 m.

The Givetian (?) limestones are clearly intersected by the dike. Thin-section studies of the country rock, over

10 m or so to either side of the dike, show that unlike the undeformed minette, the limestones underwent a series of deformation; only a late fracturing, masked by small calcite veinlets, affects both the Devonian carbonates and the minette dike.

Chemical analysis of the Termes minette (Table 1) confirms its ultra-potassic character with a  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  ratio  $>3.5$ . Like all lamprophyres, this rock is characterized by an abundance of transition elements, HFSE and LREE. A strong La/Yb fractionation, absence of a negative Eu anomaly and high Cr, Co and Ni contents compared to  $\text{K}_2\text{O}$  are also noted, reinforcing this affinity.

Insofar as the minette is not affected by subsolidus deformation and low-temperature retrograde metamorphism, it must have been intruded after emplacement of the Variscan nappes.

$^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  dating by the stepwise degassing technique of a biotite extracted from the minette yields an irregular age pattern; nevertheless, after discarding the first two steps, an average age of  $319 \pm 5$  Ma is retained for discussion. A review of the petrography and chemistry of the alkaline series of the Pyrenees enables us to conclude that this age

\* Manuscrit déposé le 11 avril 1997 et accepté après révision le 7 octobre 1997

(1) La Péliisserie, 81150 Florentin, France.

(2) École et Observatoire des Sciences de la Terre, UMR "Physique du Globe", 67084 Strasbourg Cedex, France.

(3) BRGM, BP 6009, 45060 Orléans cedex 02, France.

probably reflects the age of the dike intrusion.

*The 319 ± 5 Ma age assigned to the Termes lamprophyre dike corresponds to the Early Namurian, between the early Serpukhovian (325 Ma) and the middle Bashkirian (315 Ma). Apart from the ultra-potassic rocks, or 'vaugnerites', related to the Ansignan charnockites (north Pyrenean zone), this is the first evidence of an intrusive rock of this age in the Pyrenean domain.*

*The Termes dike also makes it possible to better confine the age of tectonism of the Variscan Haute Corbières nappes. Regardless of the origin of the nappes, the basal surface of the allochthon, before erosion, must have been a few hundred metres above the site of the dike. If the dike was pre-nappe, it would inevitably be deformed, which is not the case.*

*No subsolidus deformation or low-temperature retrograde metamorphism was noted in the petrographic analysis. The biotites used for radiometric dating are particularly well preserved. Nappe emplacement was thus earlier than the crystallization of the minette dike.*

*Nappe emplacement was, however, later than deposition of the Early Carboniferous flysch ("Culm") dated at the Visean-Namurian boundary (approximately 325 Ma) in the Alet gorges.*

*In taking the age data for the Alet fauna (pre-nappe) and those for the Termes dike (post-nappe), we conclude that the nappe tectonism occurred between 325 and 314 Ma, assuming the maximum age given by the uncertainty of the age determination on the dike, or between 325 and 324 Ma assuming the minimum age.*

## Introduction

Situé dans les Hautes Corbières, le massif paléozoïque de Mouthomet a la forme d'un rectangle, allongé de l'est à l'ouest sur 45 km et large d'une dizaine du nord au sud. Seul affleurement ancien dans l'avant-pays sous-pyrénéen, il émerge en boutonnière de la couverture mésozoïque et paléogène (fig. 1).

Constitué de termes compris entre l'Ordovicien inférieur et le Carbonifère moyen (Bresson, 1908 et 1909), il est découpé en plusieurs unités chevauchantes, allongées WSW-ESE. Mises en évidence par von Gaertner (1937), elles ont été analysées par la suite par divers auteurs (Durand-Delga, 1946 ; Ovtracht, 1967 ; Arthaud *et al.*, 1976 ; Bessière et Schulze, 1984). Si le sens de déplacement de ces unités a fait l'objet de plusieurs interprétations, leur apparentement avec les grandes nappes à matériel sédimentaire du flanc sud de la Montagne noire, situé à une cinquantaine de kilomètres plus au nord-est, a toujours été admis.

On sait également que la partie nord-ouest du massif de Mouthomet correspond à un Autochtone relatif sur lequel chevauchent plusieurs nappes, qui occupent la partie sud-est du massif. Un flysch viséo-namurien ("Culm") constitue le terme le plus jeune (Schulze, 1982) impliqué dans les diverses unités que, localement, des formations volcanodétritiques du Stéphanien surmontent en discordance.

Un filon de lamprophyre, découvert par Bresson (1906), traverse, près du village de Termes, des roches carbonatées dévoniennes, appartenant à l'Autochtone relatif du massif.

Cette "minette" de Termes pouvait, a priori, appartenir à l'une des trois générations d'essaims filoniques connus dans le domaine pyrénéen soit : Permocarbone supérieur, Trias supérieur, voire Crétacé moyen-supérieur. Une datation radiométrique a été entreprise pour reconnaître à quel événement pouvait être rattaché ce magmatisme particulier. L'âge obtenu, on va le voir, est plus ancien que ceux des essaims identifiés jusqu'ici. Il permet en outre de mieux préciser l'âge de la mise en place des nappes varisques du massif de Mouthomet.

## Situation géologique du lamprophyre de Termes

La minette de Termes, comme l'a souligné Ovtracht (1967), est la seule roche intrusive incontestable du massif de Mouthomet. On ne connaît pas de

roche semblable dans le flanc sud de la Montagne noire.

Sa découverte est liée au percement, en 1903, de la route suivant les gorges du ruisseau du Sou, en aval de Termes. Bresson (1906), auteur de la première et remarquable édition de la carte géologique de Quillan à 1/80 000, mentionne ainsi le lamprophyre : "à la sortie du village de Termes, au pied du vieux château et sur le tracé de la nouvelle route, l'Eifélien très dolomitique est traversé par un filon de 4 à 5 mètres d'une ortholithite à petits individus allongés d'orthose voisine du type classique des Montecatini". Il le représente symboliquement sous forme d'une lentille allongée N-100, vite interrompue de part et d'autre du torrent. Sur la seconde édition de la carte, Menchikoff (1938) lui attribue une direction E-W. Quant à Ovtracht (1967), il considère que la roche intrusive est interstratifiée dans le Dévonien : comme celui-ci plonge vers le sud-est, il est conduit à couder le dessin du filon au passage de la vallée.

Le lamprophyre traverse la partie haute de la succession de calcaires dévoniens de la Serre de Costeraste, au nord de Termes. Ces assises, dont l'épaisseur doit dépasser 500 m, sont globalement inclinées vers le sud-est avec un pendage de 30 à 45°. A l'ouest, le haut abrupt calcaire dévonien de Costeraste est séparé par une faille N-S (F1, fig. 2) de pélites schisteuses noires du Silurien, morphologiquement en creux, où se rejoignent les ruisseaux du Sou et de Caulière. Ces schistes ont fourni sur la route, non loin de la paroi dévonienne, des graptolites du Llandovery supérieur (Centène et Sentou, 1975), puis, dans des passées calcaires, des conodontes de la zone à *Woschmidti* (Dévonien basal) cités par Cygan (1995). A l'est de la faille et à la suite de son jeu, les dolomies du Dévonien inférieur n'apparaissent pas (alors qu'elles affleurent largement un peu plus au nord, sous le château de Durfort) : au contact des pélites noires du Siluro-Lochkovien, se trouvent ainsi directement des calcaires du Dévonien moyen, en bancs décimétriques, énergiquement replissés. Ils ont livré, au niveau du tunnel ouest de la route, des conodontes de la zone à *Kockeliamus* (Eifélien supérieur). Plus haut, entre l'entrée est du tunnel oriental et le km 27 de la route (*cf.* Cygan, 1995,

fig. 345), la zone à *Ensensis* du Givétien inférieur est caractérisée dans des calcaires clairs en bancs métriques. En remontant la route vers Termes, le faciès reste analogue, plus ou moins dolomitique, jusqu'au sommet de la série. Le filon de minette traverse ces couches supérieures, que l'on peut estimer appartenir encore au Givétien. Les faciès noduleux, typiques du Frasnien-Famennien, que Bresson (1906) figure au nord-est de Termes, n'apparaissent pas le long de la route des gorges.

Dans ce secteur, en effet, au bord méridional de Costeraste, une fracture (F2, fig. 2) met en contact direct les calcaires clairs dévoniens avec, plus au sud, un flysch périto-gréseux ("Culm") du Carbonifère inférieur, sur lequel est bâti Termes. La faille subverticale, dirigée E-W, est bien visible à l'est du pont, sur la route, en aval du village. De fines stries inclinées à environ 15°E traduisent un jeu apparemment dextre. La lecture des deux premières éditions de la feuille de Quillan (Bresson, 1906 ; Menchikoff, 1938) suggère que le compartiment nord (Dévonien) a coulé vers l'est d'environ 1,5 km par rapport au compartiment sud (Carbonifère). Cette fracture peut être d'âge alpin car elle est sensiblement parallèle au grand accident N-100 qui, 1,2 km plus au nord, sépare le Paléozoïque du massif de Mouthoumet et l'Eocène du synclinoorium de Carcassonne.

Le lamprophyre, de couleur gris noirâtre, est bien visible sur le côté ouest de la route, à environ 50 m de la culée nord-ouest du petit pont sur le ruisseau de Termes. Il est macroscopiquement homogène. La largeur du filon est d'environ 10 m en ce point. Son prolongement vers le sud-est peut être observé sur la rive droite du Sou, dans l'éperon aboutissant à la culée orientale du pont. La direction N145° du filon est ainsi bien définie, sur une cinquantaine de mètres.

Sur la route, l'éponte nord, subverticale, est orientée N150°. L'éponte sud (N130° à 140°), également subverticale, est localement cataclastique, la recristallisation de calcite indiquant un rejeu tectonique.

Les bancs calcaires givétiens (?), qui plongent ici à 30 - 40° SSE, sont clairement intersectés par le filon. Les calcaires des deux épontes ne nous ont pas montré

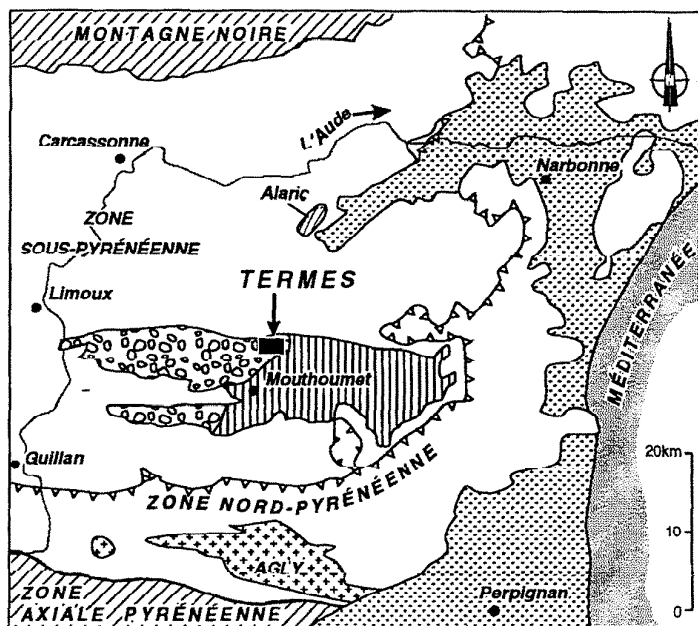


Fig. 1.- Localisation du massif de Mouthoumet et de la région de Termes.

Paléozoïque : hors massif de Mouthoumet, barré oblique ; massif de Mouthoumet, barré vertical (Allochtone) et moellons (Autochtone relatif) ; massifs nord-pyrénéens, croix. Mésozoïque-Paléogène : en blanc ; Néogène-Quaternaire : pointillés ; trait fort : faille nord-pyrénéenne ; trait barbelé, front nord-pyrénéen et son prolongement (nappe des Corbières orientales).

Fig. 1.- Location of the Mouthoumet Massif and the Termes region.

Paleozoic: oblique lines, apart from the Mouthoumet Massif shown by vertical lines (allochthon) and pudding pattern (relative autochthon); North Pyrenean massifs, crosses.

Mesozoic-Paleogene: white; Neogene-Quaternary: thick line: North Pyrenean Fault; sawteeth, North Pyrenean front and its extension (East Corbières nappe).

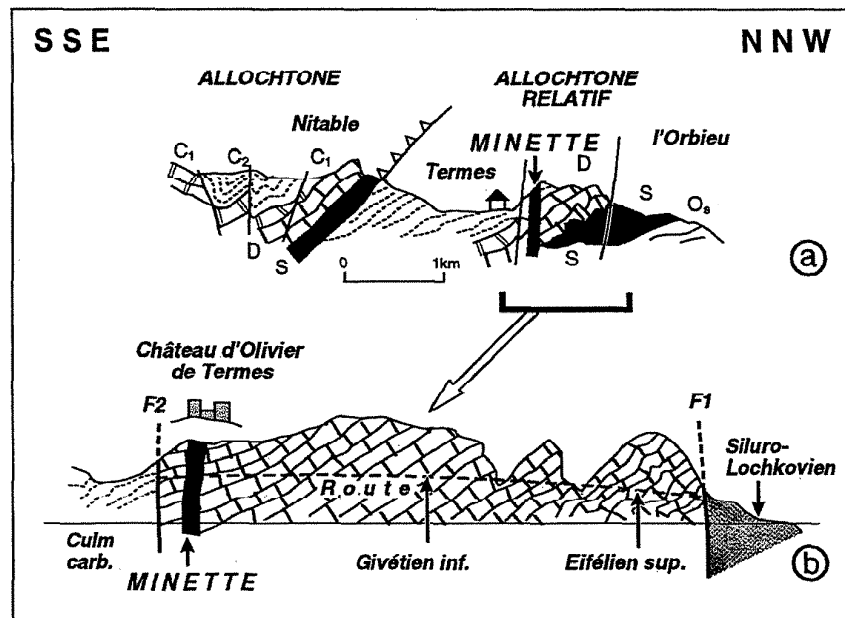


Fig. 2.- Schéma de situation de la minette de Termes (a) et coupe au nord-ouest du village de Termes (b). Os, Ordovicien supérieur ; S, Silurien schisteux ; D, Dévonien carbonaté ; C1, Carbonifère basal ; C2, flysch ("Culm") viséo-namurien ; F1, F2 : failles limitant le compartiment de Costeraste.

Fig. 2.- Sketch map showing the position of the Termes minette (a) and cross-section to the northwest of the village of Termes (b).

Os, Upper Ordovician; S, Silurian schist; D, Devonian carbonates; C1, basal Carboniferous; C2, Visean-Namurian flysch ("Culm"), F1, F2, faults bounding the Costeraste section.

le métamorphisme "sur quelques décimètres" qui a été invoqué (Ovtracht, 1967).

L'observation en lame mince de l'encaissant, sur une dizaine de mètres de part et d'autre du filon, montre qu'à la différence de la minette restée intacte, les calcaires ont subi une série de déformations :

a) les corps figurés ("gravelles") de cette pelmicrosparite, parfois conservés, présentent un léger aplatissement ;

b) les pics de stylolites, situés dans le même plan, indiquent un serrage tectonique sensiblement perpendiculaire au litage ;

c) une forte recristallisation a ensuite affecté la plus grande partie de la roche ;

d) celle-ci a été ensuite bréchifiée.

Seule une ultime fracturation, masquée par de fins filonnets de calcite affecte à la fois le Dévonien carbonaté et le filon de minette.

## Pétrographie et géochimie de la minette de Termes

### Pétrographie

La texture est holocristalline, grenue à grain fin (millimétrique), hypidiomorphe (ferro-magnésiens automorphes, feldspaths plus ou moins automorphes à xénomorphes) et légèrement porphyrique (quelques cristaux plurimillimétriques de biotite). Feldspath potassique et plagioclase, subautomorphes ou xénomorphes, sont en proportions difficiles à préciser. Le plagioclase, bien maclé, apparaît nettement et semble assez abondant ; il se peut qu'il soit partiellement potassifié ; localement apparaissent quelques cristaux d'albite limpide (à macles en échiquier). La biotite est abondante, en lamelles brun-rouge de taille variant en moyenne entre 0,5 et 2 mm. Elle est localement altérée en chlorite, avec des traînées d'oxydes ferro-titanés. Généralement liés à la biotite, d'anciens cristaux de ferro-magnésiens, aux formes trapues, altérés en chlorite et carbonates, semblent avoir été de l'amphibole.

Carbonates et chlorite apparaissent non seulement dans certaines phases altérées, mais aussi en plages intersti-

tielles et en remplissage de fractures. Le quartz est interstitiel, rare, et également en remplissage de fractures (pouvant être associé aux minéraux précédents).

Les accessoires sont le sphène et l'apatite en très nombreux prismes fins de taille moyenne entre 100 et 400 µm, le zircon est rare et ce malgré la teneur de 430 ppm de Zr en roche totale.

### Géochimie

L'analyse chimique de la minette de Termes (tabl.1) confirme son caractère ultra-potassique (Foley *et al.*, 1987) avec un rapport  $K_2O/Na_2O > 3,5$ . En outre, cette roche est caractérisée, comme tous les lamprophyres, par l'abondance des éléments de transition, de ceux de type HFSE (high field strength elements) et des Terres Rares légères. On y note, en outre, un fort fractionnement La/Yb, l'absence d'anomalie négative en Eu ainsi que la richesse en Cr, Co, Ni par rapport à sa teneur en  $K_2O$  qui renforcent cette parenté (fig. 3).

SiO <sub>2</sub>	55,40	U	10	La	92,8
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,25	Th	56,2	Ce	234,6
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,25	Ta	1,9	Pr	27,4
MnO	0,10	Nb	25,8	Nd	102,2
MgO	7,15	Hf	13,1	Sm	15,8
CaO	3,30	Zr	430	Eu	1,9
Na <sub>2</sub> O	1,65	Cr	403	Gd	10,9
K <sub>2</sub> O	5,85	Co	26	Tb	1,3
TiO <sub>2</sub>	1,10	Ni	49	Dy	6,4
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,48	V	127	Ho	0,8
P.F.	3,85	Rb	237	Er	2,6
Total	99,38	Sr	599	Tm	0,3
		Ba	2503	Yb	2
		Y	22,9	Lu	0,3

Tabl. 1.- Analyse chimique des éléments majeurs en % (FX) et traces en ppm (ICP/MS) de la minette de Termes.

Table 1.- Chemical analysis of major elements in % (XRF) and traces elements in ppm (ICP/MS) in the Termes minette.

### Datation radiométrique du filon

La méthode  $^{40}Ar-^{39}Ar$  sur biotite a été choisie en raison de l'abondance et de la bonne conservation de ce minéral dans la minette. En outre, l'absence de zircons automorphes datables dans les échantillons récoltés ne permettait pas d'utiliser les techniques mettant en œuvre les isotopes du Pb.

### Techniques analytiques

La datation a été effectuée sur un lot de 150 mg de biotite purifiée, isolée après broyage et séparation magnétique d'un échantillon de 2 kg de roche à l'Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre de Strasbourg ; la mise en oeuvre de la méthode  $^{40}Ar-^{39}Ar$  a été décrite par ailleurs (Montigny *et al.*, 1988). Le standard utilisé est la hornblende de Caplongue dont l'âge est de  $344,5 \pm 3,5$  (2σ) (Maluski, 1985). La procédure des calculs d'erreurs, détaillée dans Boutin (1992), est celle d'Albarède (1976). Les incertitudes représentent des estimations de la précision analytique. Elles sont données à deux écarts-types dans le texte et à un écart-type dans le tableau 2 et la figure 4.

### Résultats

Les résultats sont consignés dans le tableau 2. Le spectre de dégazage (fig. 4) présente deux caractéristiques. La première tient au fait que les deux premiers paliers de dégazage donnent des âges "jeunes", 16 et 72 Ma, sans doute révélateurs d'événements perturbateurs récents. Bien évidemment, on ne peut savoir si ces deux valeurs ont une quelconque signification géologique. La seconde caractéristique réside dans la forme en bosse du reste du spectre. Cette distribution se rencontre fréquemment chez les biotites pour peu qu'elles contiennent de la chlorite (Hess *et al.*, 1987). Lors de l'irradiation, en effet, le  $^{39}K$  transformé en  $^{39}Ar$  subit un effet de recul de 0,3 mm environ. Aux limites des domaines biotite-chlorite, cela équivaut à un transfert de  $^{39}K$  d'une zone riche en K (biotite) vers une zone plus pauvre en cet élément (chlorite). Comme ces domaines possèdent des propriétés de dégazage différentes, le résultat est un spectre irrégulier, dont l'âge moyen peut être pris en considération, car le phénomène de recul n'entraîne pas chez les biotites chloritisées de perte significative de  $^{39}Ar$  (Hess *et al.*, 1987). Dans le cas de la biotite de Termes, on peut penser qu'un tel schéma s'applique puisque la teneur en  $K_2O$  est de 5,82 %, symptomatique d'une chloritisation relativement importante. De cette façon, l'âge moyen obtenu en omettant les deux premiers paliers est de  $319,4 \pm 0,8$  Ma. Comme il est mesuré par rapport à la hornblende de Caplongue dont la valeur

est presque identique, 344,5 Ma, il suffit simplement pour l'incertitude d'ajouter celle du standard soit 3,5 Ma. En arrondissant, un âge de  $319 \pm 5$  Ma sera donc pris comme base de discussion pour être notamment confronté aux données géologiques. Remarquons que l'approche par isochrone arrive à un résultat analogue,  $322 \pm 10$  Ma (isochrone inverse) et  $321 \pm 5$  Ma (isochrone normale), mais en raison du caractère très radiogénique de l'échantillon, elle n'apporte aucune information précise sur le rapport ( $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ).

### Discussion

Évaluer la signification géologique de l'âge obtenu,  $319 \pm 5$  Ma, revient à répondre à deux questions.

La première est de savoir si un tel résultat correspond à l'âge de refroidissement ou à celui de l'intrusion. L'épaisseur très modeste du filon et l'absence de tout métamorphisme dans l'encaissant conduisent à rejeter la première hypothèse. Autrement dit, si la valeur de  $319 \pm 5$  Ma est significative, elle représente le moment de l'intrusion.

La seconde est de déterminer si la biotite de Termes ne contient pas d'excès d'argon. En ce cas, l'âge de  $319 \pm 5$  Ma n'aurait géologiquement aucun sens. La mesure étant unique et le diagramme isochrone non informatif sur le rapport ( $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ ), seule une confrontation avec les données géologiques permettra d'éclaircir ce point.

Comme le filon recoupe des calcaires dévoniens, la valeur de  $319 \pm 5$  Ma n'est pas en contradiction avec la stratigraphie. Il reste donc à passer en revue les cortèges alcalins des Pyrénées pour vérifier si le filon des Termes peut y être rattaché. Trois séries sont des candidates potentielles :

a) la série alcaline crétacée, restreinte à la Zone Nord-Pyrénéenne mais présente du Pays Basque aux Corbières (Montigny *et al.*, 1986; Azambre *et al.*, 1992; Rossy *et al.*, 1992). Dans cette dernière région, elle s'exprime sous forme de stocks de syénite néphélinique, de sills ou de filons de lamprophyres. Ceux-ci sont des monchiquites à texture hyaloporphyrrique avec des phénocristaux d'olivine, de pyroxène, d'amphibole et de biotite noyés dans une pâte vitreuse ou cryp-

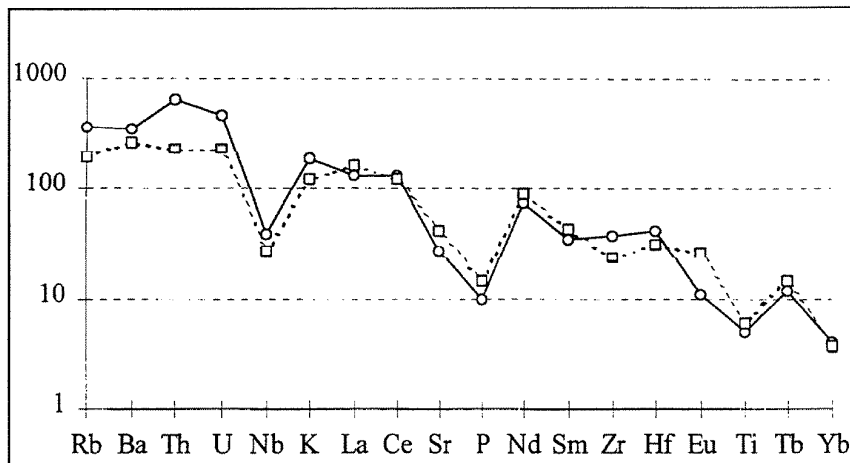


Fig. 3.- Distribution des éléments en trace du lamprophyre de Termes (cercles) comparée à la composition moyenne d'un lamprophyre calco-alcalin (carrés ; Rock, 1987) dans un diagramme de normalisation par rapport au manteau primitif. La séquence des éléments est rangée par ordre d'incompatibilité décroissante dans les basaltes océaniques (Sun et Mac Donough, 1989).

Fig. 3.- Trace-element distribution of the Termes lamprophyre (circles) compared with the average composition of a calc-alkaline lamprophyre (squares; Rock, 1987) in a primitive mantle normalized diagram. The element sequence reflects increasing compatibility with oceanic basalts (Sun and Mac Donough, 1989).

to-cristalline. Leur composition chimique se caractérise par des rapports  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$  de 4-5. La minéralogie comme la position structurale permettent d'affirmer que le filon de Termes n'appartient pas à ce cortège ;

b) la série alcaline des Corbières. Des roches volcaniques et hypovolcaniques sont associées au Trias des Corbières, lui-même charrié sur le Paléozoïque du massif de Mouthomet. La plupart des échantillons sont fortement affectés par la spilitisation. Néanmoins, là où ce phénomène est moins marqué, il a été possible de déterminer qu'il s'agissait de basaltes ou dolérites alcalins peu différenciés (Azambre et Rossy, 1981) d'un âge de 210-215 Ma (Montigny *et al.*, 1982). La présence d'amphibole dans toutes les roches non spilitisées de cette série triasique exclut une quelconque parenté avec le filon ultrapotassique de Termes ;

c) la série alcaline de la Zone Axiale Pyrénéenne occidentale. Les plutons hercyniens et les roches sédimentaires de la partie occidentale de la zone axiale sont traversés par des filons alcalins datés à  $268 \pm 11$  Ma par K-Ar sur amphibole (Debon et Zimmermann, 1993). La grande majorité a une structure doléritique. Les rapports  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$  varient de 1,6 à 8 alors que les rapports La/Yb sont remarquablement constants autour de 8. Notons à l'opposé que le filon des Termes se caractérise par un rapport La/Yb de 46. Il

apparaît donc exclu, aussi bien sur la base des éléments majeurs que des traces, de rattacher le filon de Termes à ce cortège.

En conclusion, il ne paraît pas possible d'établir une parenté entre le filon de Termes et une quelconque série alcaline postérieure à  $319 \pm 5$  Ma. En outre, comme cet âge ne contredit pas la stratigraphie, il représente très probablement le moment de l'intrusion. Cette déduction est confortée par l'existence dans le massif de l'Agly, situé à quelque 25 km au sud du massif de Mouthomet, de "vaugnérites", roches grenues micacées à biotite et hornblende actinolitique magnésienne (Touil, 1994). Ces monzodiorites, riches en K et caractérisées par une relation  $\text{MgO} > \text{CaO}$ , sont considérées comme liées aux granitoïdes méta-alumineux de l'Agly, les plus anciens des plutons hercyniens de la chaîne pyrénéenne (*cf.* Debon *in* Debon *et al.*, tableau 9.41 *in* Synthèse Pyrénées, I, 1997). Ainsi ces charnockites d'Ansignan ont été datées par la méthode U-Pb sur zircon et monazite à  $314 \pm 7$  Ma (Respault et Lancelot, 1983), âge analogue à celui que nous avons obtenu sur la minette de Termes.

On remarquera également la parenté entre ce dernier filon et certaines "fraidronites", dont l'âge précis reste inconnu, rapprochables des kersantites ou des minettes (Sabatier, 1980 et 1984), qui recoupent les schistes des Cévennes au

Nom éch.	Temp	% 40Ar rad	% 39Ar	37Ar/39ArK	40Ar rad/39Ar	Age(Ma)	sigma
BIO.TERMES							
	550	10,2	2,18	0,56543	0,838	16,1	2,8
	650	63,5	2,44	0,26094	3,788	71,7	3,1
	700	83,7	1,67	0,15089	18,005	318,0	2,0
	730	92,0	2,56	0,02785	18,145	320,3	1,7
	760	86,4	2,34	0,02266	17,500	309,8	1,4
	800	99,5	3,02	0,02227	18,452	325,2	0,7
	830	97,4	3,61	0,01660	18,070	319,0	1,3
	860	98,4	4,33	0,03465	18,266	322,2	2,1
	900	96,8	3,67	0,04709	18,353	323,6	1,8
	930	98,1	1,58	0,47410	18,535	326,5	3,5
	960	94,5	3,08	0,08875	18,952	333,3	2,2
	1000	99,6	4,39	0,14357	20,046	350,7	0,6
	1050	97,8	6,07	0,16029	19,221	337,6	1,0
	1075	99,7	4,26	0,13573	18,543	326,7	0,4
	1100	98,4	6,35	0,10079	18,154	320,4	0,7
	1130	99,8	11,65	0,12042	17,874	315,9	0,6
	1150	99,3	11,34	0,10455	17,655	312,3	0,7
	1175	99,4	10,44	0,06371	17,538	310,4	0,6
	1200	98,9	8,65	0,04200	17,495	309,7	0,7
	1230	97,7	4,09	0,01889	17,518	310,1	1,0
	1260	91,5	1,93	0,02447	17,605	311,5	2,7
	1500	29,3	0,35	0,08196	16,905	300,1	14,1
				J=0,01071			
Age moyen = 319.4 ± 0.4 Ma (sans paliers 1 et 2)							

Tabl. 2.- Résultats analytiques de l'analyse des isotopes de l'argon dans la biotite de la minette de Termes.

Table 2.- Argon isotope analysis of biotite from the Termes minette.

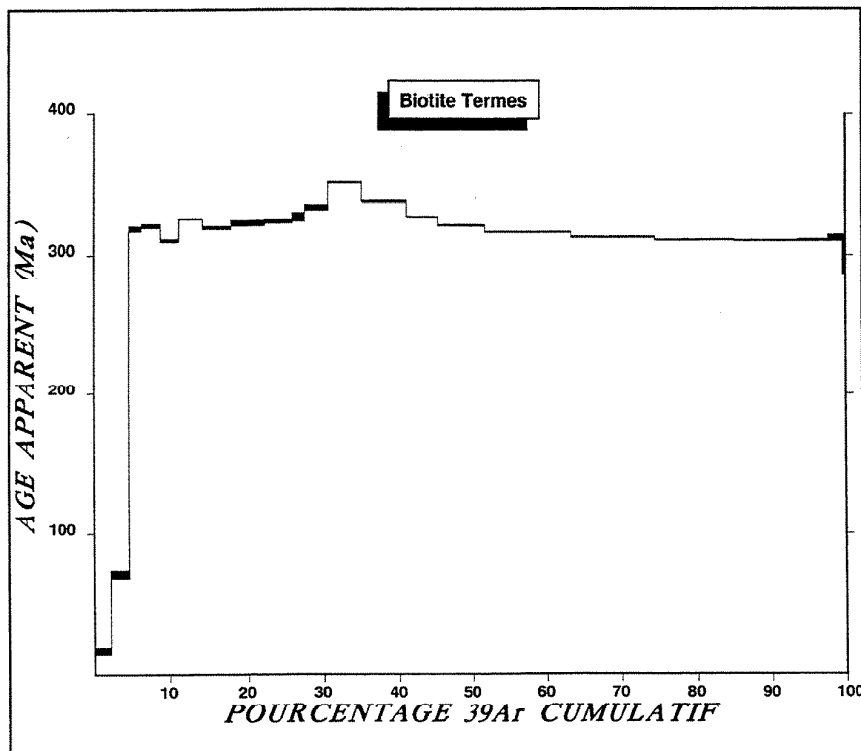


Fig. 4.- Paliers de températures et spectre d'âge des biotites de la minette de Termes.

Fig. 4.- Temperature steps and age pattern of biotite from the Termes minette.

nord de l'Aigoual. Une parenté d'âge et de chimisme peut également être envisagée avec les roches ultra-potassiques associées aux granites magnésio-potassiques du batholite corse, datés entre 330 et 340 Ma (Rossi et Cocherie, 1991). Ceux-ci, avant la rotation au Miocène du bloc corso-sarde, pouvaient être relativement proches de l'est des Pyrénées.

### Conclusions des données géologiques et géochronologiques

L'âge à  $319 \pm 5$  Ma du filon de lamprophyre de Termes correspond au Namurien inférieur (Odin et Odin, 1990). Il se place ainsi entre la base du Serpukhovien (325 Ma) et le Bashkirien moyen (315 Ma). Les "vaugnérîtes" liées aux charnockites d'Ansignan (zone nord-pyrénéenne) mises à part, il s'agit du premier indice d'une roche intrusive de cet âge dans le domaine pyrénéen.

La présence du filon de Termes permet en outre de mieux établir l'âge de la tectonique des nappes varisques des Hautes Corbières. Il est subvertical et recoupe le Dévonien, préalablement basculé. Le contact principal entre Autochtone relatif et Allochtone correspond à l'accident de Nitable, situé au sud immédiat de Termes. Quelle que soit la zone d'origine des nappes, la surface de base de l'Allochtone, avant érosion, a dû se placer à quelques centaines de mètres au-dessus du site du filon. Si celui-ci était anté-nappe, il serait obligatoirement déformé, ce qui n'est pas le cas.

Aucune déformation post-solidus, aucune rétomorphose de basse température ne sont en effet perceptibles à l'examen pétrographique. Les biotites ayant fait l'objet de l'étude radiométrique sont en particulier en excellent état de conservation. La mise en place des nappes est donc plus ancienne que la cristallisation de la minette.

D'autre part, la tectonique de nappes est postérieure au dépôt du flysch ("Culm") du Carbonifère inférieur, qui fait suite aux calcaires du Dévonien-Carbonifère basal. Ce flysch, dans l'Autochtone relatif, a une épaisseur de 200 - 300 m (Bessière, 1987). Il a fourni, à 1 - 2 m de sa base, dans les gorges de l'Aude en aval d'Alet, une faune de

goniatites proches de la limite Viséen-Namurien (Bessière *et al.*, 1980). Une révision de ces formes par J. Kulmann (*in* Schulze, 1982, *cf.* p. 19) amène à les attribuer à l'"oberes Ober-Visé (Go)". Un tel niveau daterait approximativement de 325 Ma (Odin, 1990). Il amène à supposer que la sédimentation du "Culm", logiquement rapide, a pu se poursuivre au début du Namurien.

En réunissant les données d'âge sur la faune d'Alet, anté-nappe, et sur le filon de Termes, post-nappe, on conclura que la tectonique tangentielle se place entre

325 et 324 Ma, si l'on considère l'âge du filon majoré de l'incertitude de mesure, ou entre 325 et 316 Ma, si l'on envisage l'âge minimum.

Du point de vue tectonique enfin, pour que la caisse du filon s'ouvre, la contrainte minimale devait être sensiblement perpendiculaire à son axe, donc N40 à N60. La direction du plan d'allongement du contact principal entre Autochtone relatif et Allochtone, ainsi que celle des grands plis déformant les nappes, voisines de N45°, s'accordent également avec une contrainte majeure

de direction NW-SE. Une telle constatation amène à penser que le champ de contraintes a conservé des caractéristiques analogues entre la mise en place des nappes et la phase de relaxation qui a permis la mise en place du lamprophyre de Termes.

### Remerciements

Les commentaires de A. Autran et F. Debon ont permis d'améliorer la rédaction du manuscrit. La datation du lamprophyre de Termes a été réalisée dans le cadre du Programme de la carte géologique de la France.

## Références

- Albarède F. (1976) - Géochronologie comparée par la méthode  $^{39}\text{Ar}$ - $^{40}\text{Ar}$  de deux régions d'histoire post hercynienne différente : la Montagne noire et les Pyrénées orientales. Thèse Doc. Etat, Univ. Paris VII, 155 p.
- Arthaud F., Burg J.P., Matte P. (1976) - L'évolution structurale hercynienne du massif de Mouthomet (Sud de la France). *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), 18, n° 9, 967-972.
- Azambre B., Rossy M. (1981) - Caractère alcalin du magmatisme triasique des Corbières orientales. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), 23, n° 3, 233-262.
- Azambre B., Rossy M., Albarède F. (1992) - Petrology of the alkaline magmatism from the Cretaceous North-Pyrenean rift zone (France and Spain). *Eur. J. Mineral.*, 4, 813-834.
- Bessière G., Mirouse R., Perret M.F. (1980) - Découverte de faunes de la limite Viséen-Namurien sous le "Culm" carbonifère du Massif de Mouthomet (Aude). *C. R. Acad. Sci., Fr, Paris.*, 291, (D), 521-524.
- Bessière G., Schulze H. (1984) - Le Massif de Mouthomet (Aude, France) : nouvelle définition des unités structurales et essai d'une reconstitution paléogéographique. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), 26, 885-894.
- Bessière G. (1987) - Modèle d'évolution polyorogénique d'un massif hercynien : le massif de Mouthomet (Pyrénées orientales). Thèse Doct. Etat., Univ. Toulouse-III, 314 p. (inédit).
- Boutin R. (1992) - Histoire de deux segments de la chaîne varisque (le plateau d'Aigurande, Massif Central Français, et les Vosges) à travers une étude  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$ . Aimantations, réaimantations tardi-hercyniennes et leur datation. Thèse Université de Strasbourg, 267 p.
- Bresson A. (1906) C. R. Collab. camp. 1905. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, 16 (1904-1905), 381-385
- Bresson A. *in* Carez L. (1908) - "Région des Corbières" et "Structure de la région des hautes Corbières", *in* : La Géologie des Pyrénées françaises. *Mém. Expl. Carte géol. Fr.*, n° 5, 2683-2710 et 3276-3284.
- Bresson A. *et al.* (1909) - Feuille à 1/80 000 de Quillan (n°254), avec notice, 1<sup>ère</sup> éd., Serv. Carte géol. Fr.
- Burg J.P. (1975) - Etude tectonique et microtectonique du massif de Mouthomet (Aude). Dipl. Et. Appr., Univ. de Montpellier (US1L), 70 p. (inédit).
- Centène A., Sentou G. (1975) - Graptolites et Conodontes du Silurien du Midi méditerranéen. Essai de corrélation entre les deux échelles. Thèse Doct. 3<sup>ème</sup> cycle, Univ. de Montpellier, 176 p.
- Cygan C. (1979) - Etude de Conodontes dévonien des Pyrénées et du massif de Mouthomet. Thèse Doct. 3<sup>ème</sup> cycle, Univ. Toulouse-III, 340 p.
- Cygan C. (1995) - Les biofaciès à Conodontes dans le Dévonien des Pyrénées : leur évolution dans l'espace et le temps. Thèse Doct. Etat, Univ. Toulouse-III, 269 p. (t. I) + 452 fig. (t. II).
- Debon F., Enrique P., Autran A. (1997) - Problèmes génétiques *in* : "Plutonisme hercynien des Pyrénées". BRGM, Orléans, et ITGE, Madrid, éd., 361- 500.
- Debon F., Zimmermann J.L. (1993) - Mafic dykes from some plutons of the western Pyrenean Axial Zone (France, Spain); markers of the transition from late-Hercynian to early-Alpine events. *Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt.*, 73, 421-433.
- Durand-Delga M. (1946) - Sur la tectonique du massif de Mouthomet. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, 163-165.
- Foley S., Venturelli G., Green D. H., Toscani L. (1987) - The ultrapotassic rocks: characteristics, classification and constrains for petrogenetic models. *Earth Sci. Rev.*, 24, 81-134.
- Gaertner H.R. von (1937) - Montagne Noire und Massiv von Mouthomet als Teile des Südwesteuropäischen Variszikums. *Abh. Ges. Wiss. Göttingen, Math.-phys. Kl. III*, H.17, 260 + 9 p.
- Hess J.C., Lippolt H.J., Wirth R. (1987) - Interpretation of  $^{39}\text{Ar}$ - $^{40}\text{Ar}$  spectra of biotites: evidence from hydrothermal degassing experiments and TEM studies. *Isot. Geosci.*, 66, 137-149.
- Maluski H. (1985) - Méthode  $^{39}\text{Ar}$ - $^{40}\text{Ar}$ . Principe et applications aux minéraux des roches terrestres. *In*: Méthodes de datation par les phénomènes nucléaires naturels. Applications. E. Roth et B. Poty édit., 341-372.
- Menchikoff *in* Jacob C. *et al.* (1938) - Feuille à 1/80 000 de Quillan (n° 254), avec notice explicative. 2<sup>e</sup> éd., Serv. Carte géol. France.
- Montigny R., Azambre B., Rossy M., Thuizat R. (1982) - Etude K/Ar du magmatisme basique lié au Trias supérieur des Pyrénées. Conséquences méthodologiques et paléogéographiques. *Bull. Mineral.*, 105, 673-680.
- Montigny R., Azambre B., Rossy M., Thuizat R. (1986) - K-Ar study of Cretaceous magmatism and metamorphism in the Pyrenees: age and length of rotation of the Iberian Peninsula. *Tectonophysics*, 129, 257-273.

- Montigny R., Lemer O., Thuizat R., Whitechurch H. (1988) - K-Ar and  $^{39}\text{Ar}$ - $^{40}\text{Ar}$  study of metamorphic rocks associated with the Oman ophiolite. Tectonic implications. *Tectonophysics*, **151**, 345-362.
- Odin G. S., Odin C. éd. (1990) - Echelle numérique des temps géologiques. *Géochronique*, n° 35, 1-4.
- Ovtracht A. in Casteras *et al.* (1967) - Feuille à 1/80 000 de Quillan (n° 254), avec notice explicative, 3e éd., Serv. Carte géol. France.
- Respault, Lancelot (1983) - Datation et mise en place synmétamorphe de la charnockite d'Ansignan (massif de l'Agly) par la méthode U-Pb sur zircons et monazites. *N. Jhb. Miner. Abh.*, **147**, 21-34.
- Rock N. M. S. (1987) - The nature and origin of lamprophyres: an overview. In: J. G. Fitton and B. J. G. Upton (editors). Alkaline Igneous Rocks. *Geol. Soc. London, Spec. Publ.*, **30**, 191-226.
- Romieu A. de (1907) - Les roches filoniennes paléozoïques non granitiques des Pyrénées. *Bull. Soc. Fr. Minéral.*, **30**, 110-216.
- Rossi Ph., Cocherie A. (1991) - Genesis of a variscan batholith: field, mineralogical and geochemical evidence from the Corsica-Sardinia batholith. *Tectonophysics*, The European Geotraverse, Part 7, 195, 319-346.
- Rossy M., Azambre B., Albarède F. (1992) - REE and Sr-Nd isotope geochemistry of the alkaline magmatism from the Cretaceous North Pyrenean rift zone (France-Spain). *Chem. Geol.*, **97**, 33-46.
- Sabatier H. (1980) - Vaugnérites et granites: une association particulière de roches grenues acides et basiques. *Bull. Min.*, **103**, 507-522.
- Sabatier H. (1984) - Vaugnérites et granites magnésiens dans le Massif central français : une association particulière de roches grenues basiques. Thèse Doct. Sci., Univ. de Paris, **6**, 559 p.
- Schulze H. (1982) - Deckenbau und Flyschsedimentation im Variszikum des Massivs von Mouthomet (Südfrankreich). *Dissert. Dokt., Univ. Göttingen*, 117 p.
- Sun S., Mac Donough W. F. (1989) - Chemical and isotopic systematics on oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In: A. D. Sanders and M. J. Norry (editors), *Magmatism in the Ocean Basins*. Blackwell, Oxford, 313-345.
- Touil A. (1994) - Géochimie et minéralogie comparées d'associations magmatiques acide-basiques de type magnésio-potassique et calco-alcalin: exemple du massif de l'Agly (Pyrénées orientales). *Thèse Doct., Ec. Nat. Sup. Mines Paris et St-Etienne*, n° 102 GD, St-Etienne, 502p.
- Touil A., Garcia D., Fontailles M. (1996) - Diversité chimique du matériel basique associé aux granitoïdes : le massif d'Ansignan (Pyrénées orientales varisques, France). *C. R. Acad. Sci. Fr., Paris*, **322**, (2a), 25-32.