

DONNÉES GÉOCHRONOLOGIQUES  
OBTENUES PAR LA MÉTHODE URANIUM-PLOMB  
SUR DES SPHÈNES DE ROCHES IGNÉES ET MÉTAMORPHIQUES  
DES MONTS SÖR-RONDANE — ANTARCTIQUE

par PAUL PASTEELS (\*)

(2 tableaux)

SUMMARY

In a medium to high grade metamorphic terrane, sphene from gneisses is dated at 540 m.y. with the U/Pb method (concordant or nearly concordant isotopic ages). Since cross-cutting granites appear to be 600 m.y. old, as indicated by measurements performed on zircon, the question arises whether :

- a. sphene is subject to post-metamorphic « rejuvenation », as are the micas
- b. some granite zircon ages are too high, in response to the presence of incorporated old zircon.

The first possibility is favoured.

INTRODUCTION

Un travail récent de G. R. Tilton et M. Grünenfelder (1968) a attiré l'attention sur les possibilités intéressantes du sphène en datation radioactive par la méthode Uranium-Plomb. Ce minéral est, en effet, moins sujet que le zircon à des pertes partielles de plomb radiogénique qui conduisent à des « âges discordants ». Par contre, en rapport avec sa sensibilité plus grande au métamorphisme, il peut être sujet à une perte totale du plomb radiogénique dans des conditions où le zircon n'est que peu ou pas affecté. Le comportement du sphène serait, en somme, plus directement en rapport avec le métamorphisme que celui du zircon. Pour celui-ci, des facteurs minéralogiques (degré de métamictisation) et d'autres, encore mal connus, déterminent un comportement qui, de prime abord, paraît assez capricieux.

Les auteurs précités ont accordé peu d'attention aux roches métasédimentaires et l'on ne dispose à l'heure actuelle d'aucune donnée géochronologique pratiquement sur le sphène de roches de ce type.

Dans ces conditions, il nous a paru intéressant de compléter par des datations

(\*) Chargé de Recherches du Fonds National de la Recherche Scientifique. Service de Minéralogie-Pétrologie de l'Université Libre de Bruxelles, 50, avenue Fr.-D. Roosevelt, Bruxelles 5. Ce travail a été exécuté au Service de Minéralogie et de Pétrologie de l'Université Libre de Bruxelles, dans le cadre général des activités du Centre Belge de Géochronologie, qui groupe en son sein, outre le service universitaire précité, celui de Géologie et de Géochimie Nucléaires, et, en dehors de l'U.L.B. le Musée Royal de l'Afrique Centrale. Il a été présenté à la séance du 29 avril 1969 de la Société Géologique de Belgique et déposé le 13 mai 1969.

sur sphène l'étude géochronologique du matériel récolté au cours des Expéditions Antarctiques Belges et Belgo-Néerlandaises, matériel qui comprend, entre autres, des roches métasédimentaires (E. Picciotto, J. Michot, S. Deutsch et P. Pasteels, 1966, P. Pasteels et J. Michot, 1968). Les études antérieures ont permis la reconstitution dans ses grandes lignes, de l'évolution au cours du temps du cycle tectonique reconnu dans les Sør-Rondane, depuis le stade géosynclinal qui aurait débuté il y a quelque 900 m.a., jusqu'aux phases ultimes de la surrection post-tectonique il y a 450 m.a. Il sera donc relativement aisé d'interpréter les nouveaux résultats sur sphène, en les comparant aux données acquises.

Il y a lieu de tenir compte aussi de quelques faits déjà établis, en ce qui concerne le comportement géochronologique du sphène (par G. R. Tilton et M. Grünenfelder principalement). Ce minéral est assez fréquemment affecté par des pertes de plomb radiogénique, peu importantes, et qui paraissent s'opérer très tardivement dans son histoire, car  $t_{207/206}$  semble toujours fournir une indication correcte de l'âge (ce qui n'est pas le cas lorsque la perte de plomb est ancienne). Les âges apparents  $t_{206/238}$  et  $t_{207/235}$  peuvent donc être trop faibles, jusqu'à 10 %, dans certains cas. En outre, comme le sphène contient assez bien de plomb commun, la précision expérimentale est médiocre sur les  $t_{207/206}$  relativement jeunes, inférieurs ou égaux à 600 m.a. Ce sera donc, malheureusement, l'âge apparent a priori le plus correct, qui sera le plus imprécis du point de vue expérimental.

Les résultats sont présentés ici d'une manière succincte. Ils seront repris dans

TABLEAU I

*Comparaison sphène-zircon — A) Roches intrusives*

Réf. Éch.	Nature de la roche	Minéral	Ages radiométriques en m.a. (3)		
			$t_{206/238}$	$t_{207/235}$	$t_{207/206}$
Nordtoppen 950					
S 20a	granite, filon dans diorite	sphène zircon	498 ± 10 510 ± 20	496 ± 15 508 ± 20	481 ± 40 500 ± 30
Lunckeryggen					
ANT 1	granite, recoupant la syénite	sphène (1) zircon A (2) B	547 ± 10 550 ± 10 607 ± 12 494 ± 10	548 ± 20 558 ± 20 608 ± 25 510 ± 18	550 ± 60 588 ± 60 610 ± 100 580 ± 60
ANT 2	syénite	sphène	533 ± 30	—	—

(1) Mesures en double sur le même échantillon.

(2) A et B : fractions isolées au séparateur Frantz Isodynamic. La fraction A est de susceptibilité magnétique plus faible et de teneur en uranium plus faible que la fraction B.

(3)  $\lambda^{238}\text{U} = 1,537 \times 10^{-10} \text{ a}^{-1}$ ,  $\lambda^{235}\text{U} = 9,72 \times 10^{-10} \text{ a}^{-1}$ ,  $^{238}\text{U}/^{235}\text{U} = 137,8$ .

une publication ultérieure plus complète où les procédés analytiques utilisés seront détaillés. Les données relatives aux zircons sont extraites des publications antérieures précitées et ne sont fournies ici que comme élément de comparaison.

ROCHES INTRUSIVES POST-TECTONIQUES  
(tableau I)

Il y a très bon accord entre les résultats concordants obtenus respectivement sur le sphène et le zircon de S20a, granite post-tectonique tardif, dont l'âge de  $500 \pm 20$  m.a. est donc confirmé.

Le granite de Lunckeryggen ANT I serait plus ancien et âgé de 600 m.a. sur la base des indications fournies par le zircon (P. Pasteels et J. Michot, 1968). Si l'on admet que le sphène a perdu récemment 10 % de son plomb radiogénique, il n'y a pas de désaccord entre les données géochronologiques fournies par le sphène et le zircon respectivement. Rappelons que  $t_{207/206}$  demeure inchangé, et fournit une indication correcte de l'âge dans une telle éventualité.

Rien n'exclut cependant, étant donné la large incertitude expérimentale sur  $t_{207/206}$ , une interprétation tout à fait différente qui voudrait que la perte du plomb, au contraire, se soit produite très tôt dans l'histoire du minéral et ait été quasi totale. En ce cas,  $t_{207/206}$  est abaissé dans la même mesure que  $t_{207/235}$  et  $t_{206/238}$ .

Cette deuxième interprétation peut paraître peu fondée a priori. Ce serait en effet, la première fois qu'une semblable phénomène serait constaté. On verra cependant plus loin que cette deuxième hypothèse n'est pas si invraisemblable qu'il ne paraît au premier abord.

Il fut impossible de déterminer les valeurs de  $t_{207/206}$  et  $t_{207/235}$  pour le sphène de ANT 2, syénite, étant donné le rapport uranium-plomb très défavorable.

GNEISS, MIGMATITES, GRANITES D'ANATEXIS

Dans le cas de roches métamorphiques, y compris les migmatites, il y a désaccord complet entre les âges radiométriques fournis, d'une part, par le zircon, et d'autre part, par le sphène. Ceci ne doit pas étonner puisque le zircon est détritique, en partie ou en totalité. Il est même possible de déterminer l'âge des roches dont il provient (P. Pasteels et J. Michot, 1968). Par contre, on peut espérer au départ que le sphène, minéral métamorphique, livre l'âge du métamorphisme général. Rappelons que P. Pasteels et J. Michot ont fixé ce dernier à quelque 600 à 650 m.a., sur la base des indications fournies par le zircon.

La moyenne des  $t_{207/206}$  relatifs à quatre sphènes de roches métamorphiques et migmatitiques est de 540 m.a. Aux erreurs près, les quatre échantillons livrent un  $t_{207/206}$  identique, ce qui justifie le calcul d'une moyenne. Les valeurs des  $t_{206/238}$  et  $t_{207/235}$  sont égales ou à peine inférieures au chiffre obtenu de cette manière. Compte tenu de ce qui a été dit plus haut, l'âge de 540 m.a. doit être considéré comme une indication valable. Il reste à préciser la nature du phénomène daté à 540 m.a. Il peut s'agir soit de la cristallisation du sphène, soit d'un épisode bref, distinct, de perte totale de plomb, soit de la « fermeture du système » si l'on est disposé à admettre qu'au début de l'existence du minéral, le plomb radiogénique n'a pas pu s'accumuler dans son réseau et a diffusé librement, puis que, un certain seuil de température étant franchi il y a 540 m.a., la migration du plomb s'est brusquement interrompue.

Cette troisième hypothèse est certainement la plus séduisante. En effet, elle est couramment appliquée au cas des micas, qui se « fermentaient », à un stade donné de la remontée post-tectonique, pour la migration de l'argon et du strontium radio-géniques. Rappelons que les biotites de la région, provenant aussi bien de roches métamorphiques que de roches ignées, livrent systématiquement un  $t$  Rb/Sr de  $480 \pm 25$  m.a. (avec  $\lambda^{87}\text{Rb} = 1,39.10^{-11} \text{ a}^{-1}$ ). Donc, la « fermeture du système » serait en tout état de cause plus précoce pour le sphène que pour la biotite.

TABLEAU II

*Comparaison sphène-zircon*  
*B) Gneiss, migmatites, granites présumés d'anatexis*

Réf. Éch.	Nature de la roche	Minéral	Ages radiométriques en m.a.		
			$t$ 206/238	$t$ 207/235	$t$ 207/206
Vikinghögda					
ANT 5	Embréchite	Sphène	$539 \pm 10$	$538 \pm 15$	$531 \pm 40$
		Zircon	$790 \pm 15$	$814 \pm 25$	$875 \pm 45$
Strandrudfjell					
ANT 6	Granite fin à micro-cline, intrusif dans ANT 7 et ANT 8	Zircon A	$552 \pm 10$	$564 \pm 17$	$610 \pm 45$
		B	$521 \pm 10$	$534 \pm 20$	$590 \pm 65$
ANT 7	Gneiss granitique	Sphène A	$514 \pm 10$	$516 \pm 15$	$524 \pm 40$
		B	$523 \pm 10$	$531 \pm 15$	$563 \pm 40$
		Zircon A	$979 \pm 20$	$972 \pm 35$	$950 \pm 70$
		B	$609 \pm 12$	$639 \pm 18$	$745 \pm 35$
ANT 8	Gneiss granodioritique	Sphène	$521 \pm 10$	$526 \pm 15$	$548 \pm 40$
		Zircon A	$777 \pm 15$	$1026 \pm 35$	$1610 \pm 55$
		B	$715 \pm 15$	$896 \pm 20$	$1378 \pm 20$

Ce qui paraît valable pour le sphène des roches métamorphiques pourrait l'être aussi pour celui des roches post-tectoniques les plus précoces, mises en place avant que la température régionale n'ait atteint le seuil de non-diffusion du plomb radio-génique hors du réseau du sphène (cas du granite ANT 1 discuté plus haut, et de la syénite ANT 2).

Cependant, au stade actuel de la question, on ne peut exclure la première hypothèse formulée, à savoir, que l'âge de 540 m.a. se rapporte à la cristallisation du sphène, et donc au métamorphisme régional. Si elle venait à être confirmée, une telle hypothèse aurait des conséquences importantes en ce qui concerne l'interprétation des âges obtenus sur zircon. Ces derniers seraient en effet erronés, trop élevés pour ANT 1 et ANT 6.

La seule explication qu'on pourrait invoquer éventuellement pour un tel phéno-

mène serait la présence de zircons anciens, incorporés mécaniquement, à l'origine, dans un magma anatectique, avec d'autres résidus solides, ou encore, hérités de roches encaissantes incomplètement assimilées au moment de la mise en place. Pour le granite de Straundrudfjell ANT 6 une telle hypothèse paraît assez séduisante, au moins de prime abord, étant donné l'origine anatectique attribuée à cette roche, d'une part, et, d'autre part, l'âge Rb/Sr de  $540 \pm 50$  m.a. établi par la méthode des isochrones appliquée sur feldspath, à l'apatite et à la roche totale (avec  $\lambda^{87}\text{Rb} = 1,39.10^{-11} \text{ a}^{-1}$ ) (P. Pasteels et J. Michot, 1968). Par contre, aucun argument indépendant ne vient à l'appui de l'hypothèse « zircons hérités » dans le cas de ANT 1, et cette hypothèse, en outre, ne paraît pas pouvoir rendre compte des âges concordants obtenus sur la fraction A du zircon de cette roche.

Finalement, il apparaît donc que le phénomène invoqué plus haut de perte post-métamorphique de plomb radiogénique au-dessus d'un certain seuil de température doit être retenu pour l'instant comme l'explication la plus vraisemblable des phénomènes observés.

#### REMERCIEMENTS

Pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce travail et pour d'intéressantes discussions, je tiens à remercier MM. L. Cahen, J. Michot et E. Picciotto.

#### BIBLIOGRAPHIE

- P. PASTEELS et J. MICHOT, 1968. — Nouveaux résultats géochronologiques obtenus par la méthode U/Pb sur des zircons des Monts Sør-Rondane (Antarctique). *Ann. Soc. Géol. de Belgique*, t. 91, III, pp. 283-303.
- E. PICCIOTTO, J. MICHOT, S. DEUTSCH et P. PASTEELS, 1966. — Expédition Antarctique Belge 1957-1958. Résultats Scientifiques, vol. VII, Géologie, Bruxelles 1966.
- G. R. TILTON et M. GRÜNENFELDER, 1968. — Sphene : Uranium-lead ages. *Science*, vol. 159, pp. 1458-1461.

