

## PRÉCISIONS SUR L'ÉVOLUTION DU CYCLE BIRIMIEN OBTENUES PAR DE NOUVELLES MESURES D'ÂGES PAR LA MÉTHODE U/Pb SUR DES ZIRCONS DE GRANITES ÉBURNÉENS DE HAUTE VOLTA(\*)

par J. M. LEGRAND (\*\*)

(3 figures dans le texte)

### RÉSUMÉ

Par rapport à l'âge Rb/Sr reconnu précédemment de 2100 m. a. maximum pour l'orogénèse birrimienne, nous avons mis en évidence une phase préorogénique à 2170 m. a. caractérisée par la mise en place de plutons dioritiques à granodioritiques (type Bondoukou) qui peuvent, dans les zones de faibles métamorphismes, avoir résisté à la gneissification birrimienne.

Une étude morphologique des zircons a montré que ces intrusions (granite de Nobere) pouvaient reprendre du matériel antébirrimien.

La comparaison avec les résultats obtenus au Nigeria, amène à penser qu'il pourrait y avoir un déplacement du géosynclinal d'Est en Ouest sur 100 m. a.

### ABSTRACT

The birrimian orogeny is dated by Rb/Sr at most 2100 m. y. We here show the existence of a preorogenic phase at 2170 m. y. characterized by intrusions of dioritic to granodioritic plutons which in zones of weak metamorphism have resisted the birrimian gneissification.

A morphological study of the zircon population has shown that one of these intrusions (Nobere granite) has inherited antébirrimian material.

A comparison with results obtained in Nigeria leads to the conclusion that a displacement of the geosyncline from East to West may have taken place during approximately 100 m. y.

### INTRODUCTION

La majeure partie des roches granitiques de Haute-Volta a été rapportée au cycle Birrimien. M. Arnould (1961) y a distingué des granites de cratons et de géosynclinaux dénommés «Baoule», et des granites circonscrits appelés « Bondoukou ». Certains granites d'extension limitée ont été considérés comme anté-birrimiens.

La plupart des âges radiométriques obtenus par la méthode Rb/Sr sur les roches birrimiennes de Haute Volta et de Côte d'Ivoire se situent entre 1900 et 2100 m. a. (\*\*). La valeur de 2100 m. a. correspond au métamorphisme birrimien daté par une isochrone avec un rapport initial de 0,703 appliquée aux roches totales d'une ortho-lepinitite et d'un micaschistes (A. Papon, M. Roques et M. Vachette, 1969). Cet âge est

(\*) Communication présentée le 27 avril 1971, manuscrit déposé le 4 juin 1971.

(\*\*) Musée royal de l'Afrique centrale, 1980, Tervuren, et Laboratoire de Minéralogie et Pétrologie de l'Université libre de Bruxelles, 50 av. F. D. Roosevelt, 1050, Bruxelles.

(\*\*\*) Pour les âges Rb/Sr, on a utilisé la constante suivante  $\lambda_{Rb^{87}} = 1,47 \cdot 10^{-11} \cdot a^{-1}$ .

confirmé par une isochrone de 6 roches totales de granites syntectoniques de type Baoule provenant de la Côte d'Ivoire et de Haute Volta (D. Ledent, J. Delhal et R. Trinquard, 1969). Cette isochrone recalculée suivant le programme de D. York (1966) conduit à une valeur de  $2029 \pm 155$  m. a. pour un rapport initial Sr <sup>87</sup>/Sr<sup>86</sup> de  $0,7044 \pm 0,0064$ ; les erreurs attribuées à l'âge et au rapport initial représentant  $2\sigma$ .

Des mesures U/Pb sur des zircons extraits de trois granites réputés respectivement anté-birrimien, Baoule et Bondoukou d'après les travaux de M. Arnould, ont fourni des âges birrimiens (D. Ledent, J. Delhal et R. Trinquard, 1969).

Le but de ce travail est de chercher à mettre en évidence l'existence éventuelle du phénomène anté-birrimien en appliquant la méthode U/Pb à des zircons extraits de roches susceptibles d'être aussi anciennes. Le choix de trois échantillons s'est porté sur la granodiorite de Banfora (RG : 71.384) (\*) sur la base des travaux de M. Arnould, et sur le granite de Nobere (RG : 71.374) et la granodiorite de Toula (RG : 71.373) d'après les travaux pétrographiques de J. Delhal (1969), et ceux de l'auteur relatifs au degré carré de Pô, levé par L. F. Bonnard principalement.

La granodiorite de Banfora constitue un massif, plus ou moins circonscrit, situé dans le degré carré du même nom. Le granite de Nobere et la granodiorite de Toula forment des massifs situés dans la quart nord-est du degré carré de Pô où affleurent aussi des granites de type Baoule et des métasédiments birrimiens.

## PÉTROGRAPHIE

### I. *La granodiorite de Banfora* (RG : 71.384).

La granodiorite de Banfora est considérée par M. Arnould comme un noyau antébirrimien. Elle est assimilée en cela au granite de la Leraba. Macroscopiquement, l'échantillon montre une linéation très nette dont on ignore malheureusement la direction. Cette linéation est marquée par l'alignement de l'amphibole.

La roche est une granodiorite à hornblende légèrement rétrotransformée et à chlorite. Les plagioclases sont des oligoclases à 24 % An légèrement antiperthitiques. Trapus, xénomorphes, ils montrent des bordures albitiques et des myrmékites lorsqu'ils sont en contact avec le microcline. Ils sont aussi fortement saussuritisés avec une très légère recristallisation de la saussurite qui permet d'individualiser l'épidote et la séricite. Le feldspath potassique, assez abondant (20-25 %), est un microcline poecilitique englobant surtout du plagioclase. Les contacts entre les deux minéraux sont très lobés, montrant parfois des structures de remplacement. Le quartz, assez abondant, est xénomorphe, poecilitique interstitiel à extinction onduleuse. La hornblende est généralement hypidiomorphe; elle est affectée par une rétrotransformée qui se marque par une fine bordure de trémolite avant de passer à la chlorite. L'épidote peut être assez abondante; associée à la chlorite, elle serait le résultat de la rétrotransformée de la hornblende. La biotite est exceptionnelle; elle est transformée en chlorite avec du leucoxène dans les clivages, sauf dans le cas où elle se trouve en inclusions dans le plagioclase. Il s'agit donc d'une roche granodioritique assez riche en ferromagnésiens à linéation nette ayant subi une rétrotransformée importante dans le domaine de la stabilité de la chlorite et de l'épidote.

(\*) RG : N° du répertoire général du Musée Royal de l'Afrique Centrale.

## II. *Le granite de Nobere* (RG : 71.374)

Ce granite est caractérisé par son aspect porphyroïdique où les porphyroblastes roses de feldspath potassique peuvent atteindre 3 cm et par la présence de petites enclaves ovoïdes à grain fin, amphibolitiques. Leurs dispositions font apparaître à l'affleurement une linéation plus ou moins nette qui oscille entre N 40°E à N 60°E et qui correspond aux directions birrimiennes. L. F. Bonnard signale dans son rapport de levé les relations qui existent entre le granite de Baoule et le granite de Nobere. Il attribue à ce dernier une éventuelle antériorité vis-à-vis du granite gris fin considéré comme Baoule.

La composition de la roche est typiquement granitique. Le microcline y est abondant, surtout sous la forme de grand cristaux xénomorphes poecililitiques. Il est perthitique et montre des figures de remplacement vis-à-vis du plagioclase. On le rencontre également avec une structure nettement interstitielle. Le plagioclase est un oligoclase à 25 % An, la plupart du temps en petits cristaux emballés dans le microcline. La saussuritisation est irrégulière. Un grand cristal de plagioclase antiperthitique montre des torsions du plan de macle et un remplissage des cassures par le microcline. Le quartz se présente en grandes plages à extinction onduleuse. Le ferromagnésien est une biotite souvent verdâtre.

La cataclase est importante. Elle est d'abord responsable de l'alignement des porphyroblastes et, de plus, elle provoque la mobilisation du feldspath potassique ainsi que la rétomorphose de certains minéraux. Dans les zones broyées, la biotite se transforme en mica blanc, le plagioclase est toujours myrmékitique et l'épidote fait son apparition. Notons encore parmi les minéraux accessoires, le sphène, l'apatite automorphe et le zircon. Cette cataclase (remobilisant le feldspath potassique) s'est opérée suivant les directions birrimiennes dans la zone de stabilité de la muscovite et de l'épidote.

## III. *La granodiorite à hornblende et biotite de Toula* (RG : 71.373)

Cette roche est caractérisée par un grain moyen régulier et une grande richesse en ferromagnésiens (jusqu'à 35 % de la roche). Le feldspath potassique est irrégulièrement distribué et certains échantillons sont franchement tonalitiques. On y rencontre aussi des petites enclaves ovoïdes à grains fins et, par endroits, la direction birrimienne est nettement visible. Sur un affleurement où la roche est équante, Bonnard a noté des alignements E-W d'enclaves amphibolitiques.

La roche a une composition granodioritique à tonalitique. Le plagioclase est une andésine à 28 % An, en lattes hypidiomorphes très légèrement zonées (bordures à 18 % An); ses contours sont nets lors d'un contact avec un autre plagioclase, mais très lobés avec des figures de remplacement lorsque le minéral est en contact avec un microcline. Il peut être légèrement saussuritisé et ses plans de macle de l'albite sont souvent flexueux. Lorsqu'on atteint la rupture, la zone cassée est albitique avec cristallisation de biotite verte. Le feldspath potassique est un microcline xénomorphe à contours lobés poecililitiques; il remplace le plagioclase. Ces remplacements se font par l'intermédiaire d'une zone intensément interlobée et parfois myrmékitique. La biotite, brun-pâle, à pléochroïsme faible, est trapue avec des bords souvent très déchiquetés ou en symplectites avec le quartz et le microcline; elle contient beaucoup d'inclusions: des apatites automorphes provoquant des halos et des granules de leucoxène alignés suivant le clivage. Ces derniers ont tendance à sortir et à s'accu-

TABLEAU I.

Tableau récapitulatif des résultats analytiques uranium/plomb (1)

N°	Type	Concentration en ppm			Composition isotopique du plomb (2)				Ages (3)		
		U	Pb total	Pb rad	204	206	207	208	207/206	206/238	207/235
<i>Zircons</i>											
RG. 71.161 A	Leraba	216,4	69,1	63,3	0,1838	100	15,454	27,603	2135 ± 20	1460 ± 30	1760 ± 25
T. G.71.161 B		333,1	86,5	76,6	0,2556	100	16,375	30,240	2130 ± 25	1170 ± 25	1555 ± 25
R.G.71.162 A	Baoule	805	299,9	267,2	0,2343	100	15,720	25,750	2080 ± 25	1680 ± 35	1865 ± 30
R.G.71.162 B		1496	284,5	206,8	0,6736	100	20,354	41,876	1880 ± 65	740 ± 13	1090 ± 35
R.G.71.163 A	Bondoukou	277,7	96,7	90,5	0,1345	100	14,905	22,575	2150 ± 20	1650 ± 35	1880 ± 25
R.G.71.163 B		764	134,8	118,6	0,2642	100	16,128	28,620	2080 ± 40	830 ± 15	1250 ± 20
R.G.71.373	Toula	386,4	143,0	125,8	0,2504	100	16,643	20,382	2175 ± 30	1715 ± 30	1930 ± 30
R.G.71.374 A	Nobere	753	187,1	174,1	0,1428	100	14,578	19,392	2085 ± 25	1245 ± 20	1590 ± 25
R.G.71.374 B		1406	202,3	169,4	0,3515	100	15,805	26,891	1840 ± 70	680 ± 10	1020 ± 35
R.G.71.384 A	Benfora	259,6	115,9	105,9	0,1810	100	15,431	28,603	2135 ± 20	1950 ± 30	2040 ± 25
R.G.71.384B		302,8	126,3	122,6	0,0610	100	13,899	23,447	2145 ± 10	1950 ± 30	2045 ± 25
<i>Sphène</i>											
R.G.71.373	Toula	23,11	10,29	6,37	1,0049	100	26,090	45,864	2095 ± 115	1470 ± 25	1745 ± 65

(1) Les résultats relatifs aux n° R. G. 71.161, 71.162 et 71.163 sont repris de D. Ledent J. Delhal et R. Trinquard (1969).

(2) Le plomb de correction utilisé pour les zircons est le plomb de Poura (Haute Volta) Be 71 (2110 m. a.) 206/204 = 14,98 207/204 = 15,13 208/204 = 34,77.

Le plomb de correction utilisé pour le sphène est le plomb extrait du feldspath de la même roche 206/204 = 15,04 207/204 = 15,19 208/204 = 34,14 (2130 m. a.)

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

muler au contact biotite-biotite. La hornblende xénomorphe, à bords très déchiquetés, est vert-pâle et à pléochroïsme faible. Par endroit elle passe même à la trémolite-actinote. Les plans de clivage de l'amphibole montrent des flexures très nettes. L'épidote est très abondante dans les zones à ferromagnésiens, mais elle est aussi associée au plagioclase.

Originellement, nous avons donc une tonalite à hornblende et biotite. Une cataclase orientée suivant la direction birrimienne affecte la roche et provoque une gradation orientée, la torsion des plans de macle et de clivage, la mobilisation du feldspath potassique ainsi qu'une rétomorphose de minéraux : la démixion du leucoxène et sa sortie des cristaux de biotite, l'instabilité de la hornblende et l'apparition de l'épidote.

Il ressort de cet examen que les trois roches étudiées ont en commun une gneissification suivant des directions birrimiennes qui sont certaines, tout au moins en ce qui concerne Nobere et Toula. La foliation ou la linéation des roches s'est faite par cataclase entraînant une rétomorphose épizonale à chlorite, épidote et muscovite, ces trois minéraux étant d'ailleurs caractéristiques du métamorphisme des formations volcano-sédimentaires birrimiennes.

#### DONNÉES GÉOCHRONOLOGIQUES

Le zircon a été extrait de plus de 50 Kg de roche dans chaque cas. Les opérations successives de séparation sont : passage au broyeur à machoire, broyeur à disque, table à secousses, liqueurs denses, séparateur magnétique. Le concentré global de zircons de Nobere a été subdivisé en deux fractions A et B à teneurs en uranium différentes, par séparation magnétique. Une telle séparation n'a pas pu être réalisée ni pour Banfora ni pour Toula. Dans le premier cas la fraction A correspond à des zircons plus grands que 200 mesh et la fraction B, à des zircons plus petits que 270 mesh. Dans le cas de Toula, il a été impossible d'obtenir des fractions de radioactivités différentes. Le sphène de la même roche a été isolé pour datation.

Les résultats des mesures données dans le tableau I sont reportés sur un diagramme Concordia (fig. 1) sur lequel figurent aussi les données publiées par Delhal, Ledent, Trinquard (1969) relatives aux zircons du granite de Diakora (RG : 71.161) type Leraba, du granite de Kotedougou (RG : 71.162) type Baoule et du granite de Koumbia (RG : 71.163) type Bondoukou (Fig. 1).

Suivant la classification de M. Arnould, ces roches seraient respectivement un granite anté-birrimien, un granite syntectonique birrimien et un granite post-tectonique birrimien.

Les points expérimentaux ne définissent pas une droite. Il est possible cependant de faire passer une corde par les points « Bondoukou » et « Leraba », et une autre par les points « Baoule ». Les valeurs expérimentales obtenues pour le sphène de Toula sont compatibles, compte tenu de leur grande marge d'erreur, avec l'une ou l'autre corde.

La corde Bondoukou-Leraba, intersectant Concordia à 2170 m. a., comprend dans les limites d'erreurs les points Banfora A et B, Nobere A et Toula. La corde Baoule recoupant Concordia à 2100 m. a. passe par le point Nobere B. Il existe donc un problème au niveau des zircons de Nobere qui sont répartis sur deux cordes différentes.

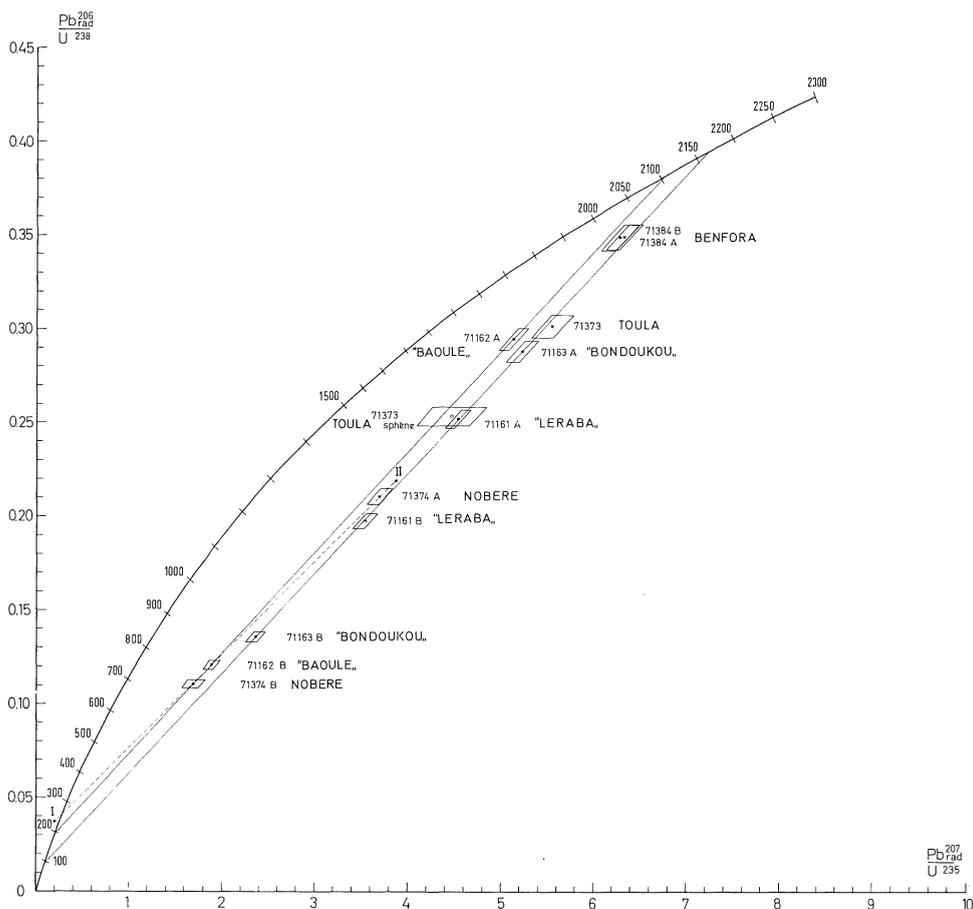


Fig. 1. — Diagramme « Concordia » relatif aux zircons et au sphène des granites et granodiorites de Kotédougou (« Baoule »), de Diakora (« Leraba »), de Koumbia (« Bondoukou »), de Nobere, de Toula, et de Benfora.

#### MORPHOLOGIE DES ZIRCONS

Pour tenter d'expliquer cette distribution des points représentatifs des zircons de Nobere, une étude approfondie de leur morphologie a été entreprise.

Dans cette étude, nous avons aussi examiné les zircons de Toula qui nous ont servi de modèle de référence d'une population homogène de zircons reflétant l'événement de 2170 m. a.

L'examen microscopique des zircons de Toula révèle un zircon limpide assez trapu et automorphe (Fig. 3). L'histogramme de fréquence des largeurs est une gaussienne avec une moyenne de  $48 \pm 3 \mu$  (Fig. 2). Cette étude a porté sur une population de 200 zircons, considérée comme représentative du concentré final obtenu. La forte proportion de grains brisés n'a pas permis la prise en considération du caractère « longueur ».

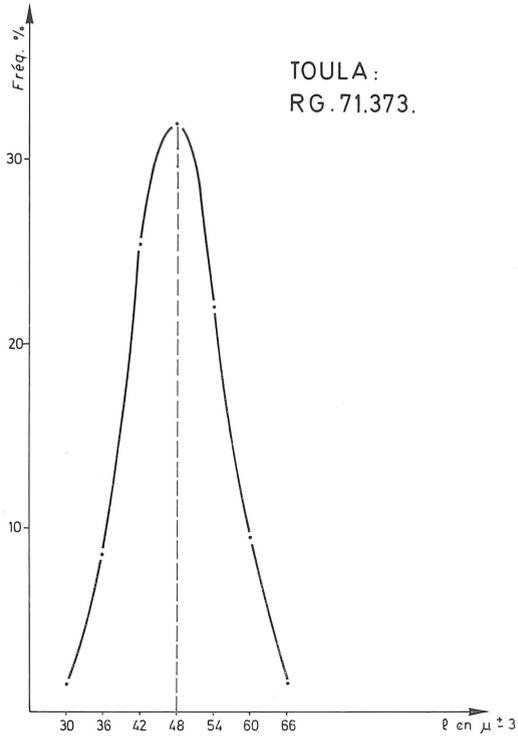


Fig. 2

Zircons de la granodiorite de Toula : RG 71373.

┌  
└ 69  $\mu$

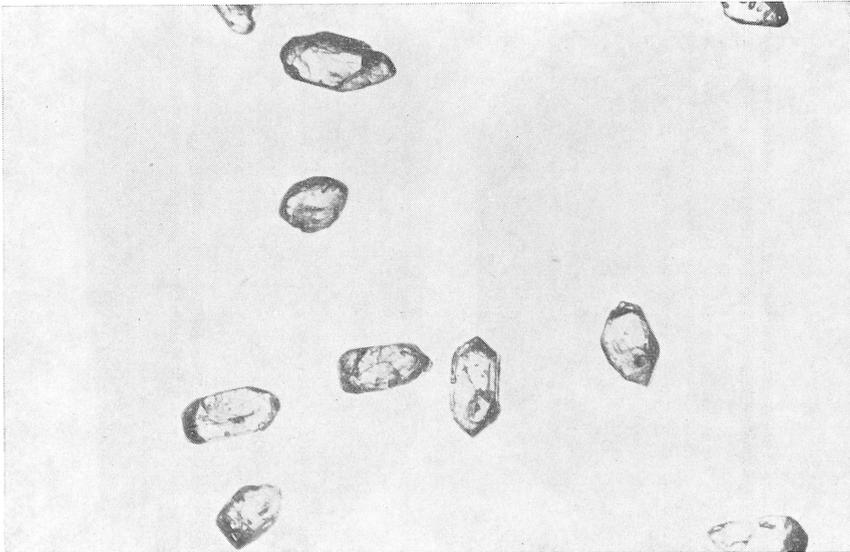
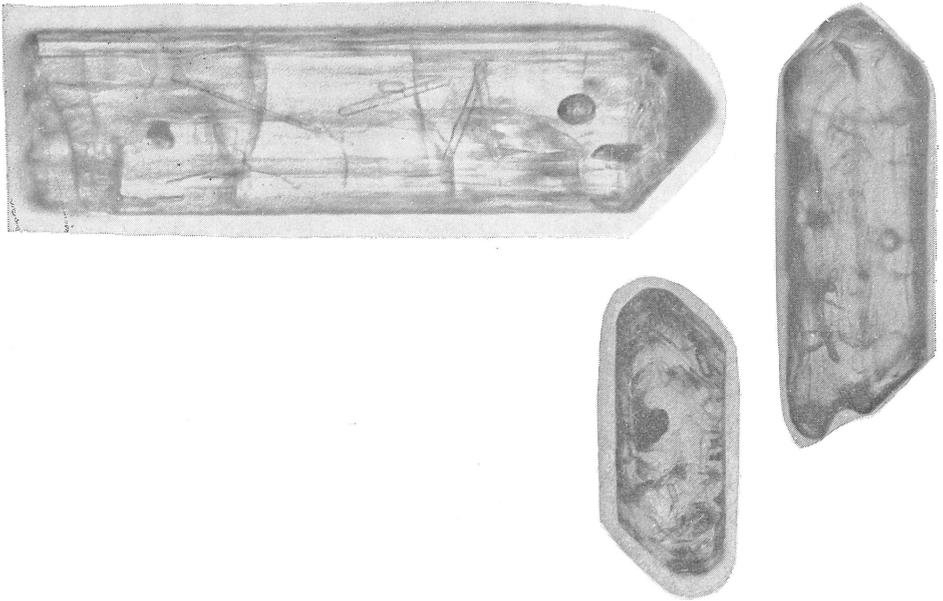


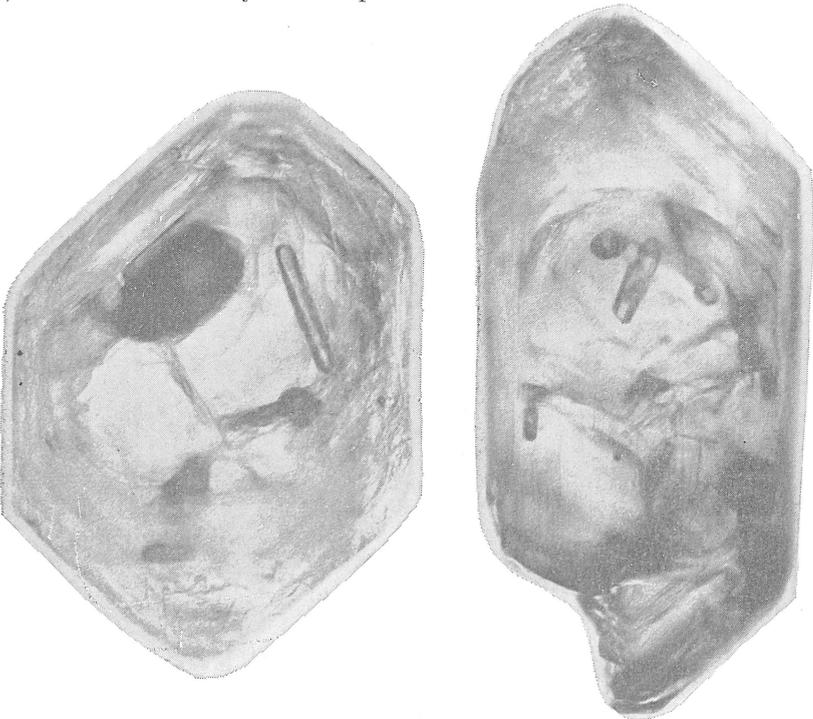
Fig. 3

Fig. 4. — Zircons du granite de Nobere : RG 71374.

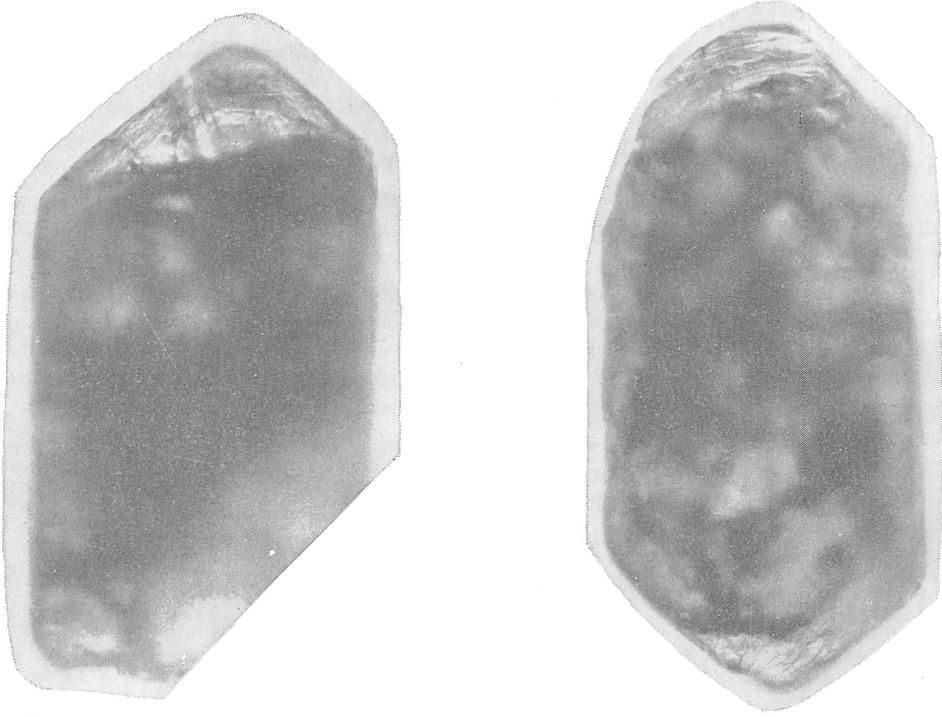
a) Zircons homogènes transparents :

┌───┐  
28  $\mu$ 

b) Zircons mixtes à noyaux transparents :



c) Zircons mixtes à noyaux opaques :



Les zircons de Nobere sont de deux types. Les uns sont transparents, automorphes et homogènes; les autres, de caractère mixte, sont formés d'une couronne d'accroissement, limpide et automorphe, entourant un noyau limpide ou laiteux, toujours de forme trapue et aux sommets arrondis (fig. 4).

L'étude statistique donne un histogramme des largeurs qui est complexe mais qui peut être facilement décomposé en 2 gaussiennes ( $m = 87 \pm 10 \mu$  et  $m = 125 \pm 10 \mu$ ) (Fig. 5), correspondant respectivement aux zircons entièrement limpides et aux zircons mixtes. Ceci met en évidence l'existence de deux populations de zircons : un zircon I antérieur, plus gros, souvent laiteux et toujours en inclusions dans un zircon II, limpide et automorphe, soit en couronne, soit en petits cristaux homogènes.

La comparaison des histogrammes des fractions Nobere A et Nobere B (fig. 6) avec l'histogramme de la figure 5 montre la concentration de l'espèce I dans Nobere B (la fraction la plus magnétique) et la concentration de l'espèce II dans Nobere A (la fraction la moins magnétique). Cette comparaison nous permet aussi d'évaluer la répartition relative des espèces I et II dans les deux fractions. Considérant qu'un zircon de l'espèce I a toujours une couronne de l'espèce II, et évaluant cette couronne à 1/5 du volume total, on peut estimer que Nobere A contient plus ou moins 6 % de I et Nobere B plus ou moins 40 % de II.

Il est ainsi aisé d'extrapoler les points représentatifs de l'espèce I en inclusions et de l'espèce II limpide sur le diagramme Concordia de la figure 1. On constate que le point A, qui était légèrement au dessus de la corde 2170 m. a., est remplacé par le point II légèrement plus concordant. Quant au point B, dont la position sur la corde Baoule pouvait surprendre, il est remplacé par un point I que l'on peut considé-

rer, dans les limites des appréciations, comme représentatif des zircons ayant perdu tout leur Pb.

Grünenfelder (1963) a observé dans le gneiss granodioritique de Acquacalda (Gothard) deux populations de zircons dont l'une était caractérisée, comme dans notre cas, par un zircon laiteux. Ce dernier a une structure cristalline en mosaïque, une grande richesse d'éléments en trace distribués d'une manière inhomogène et une teneur élevée en  $H_2O$  sous la forme d'inclusions submicroscopiques. L'auteur conclut ainsi « The inherent properties of the milky opaque crystals are indications for a partly opened system and give an explanation for the younger decay age of this zircon species ».

De plus, Wasserburg et Steiger (1969) ont noté que les zircons présentent dans quelques cas, qui permettent peut-être de généraliser, une phase concordante et une phase très discordante. Les zircons de cette dernière, contenant des domaines de haute radiocativité, sont caractérisés par une perte par diffusion dans une région qui peut être non linéaire (partie inférieure de « Discordia »).

Les zircons de l'espèce II correspondent donc à l'événement 2170 m. a. et les zircons de l'espèce I, souvent laiteux et en inclusions dans II, sont antérieurs mais ils ont évolués à partir d'un certain moment jusqu'à nos jours en système ouvert pour le plomb radiogénique.

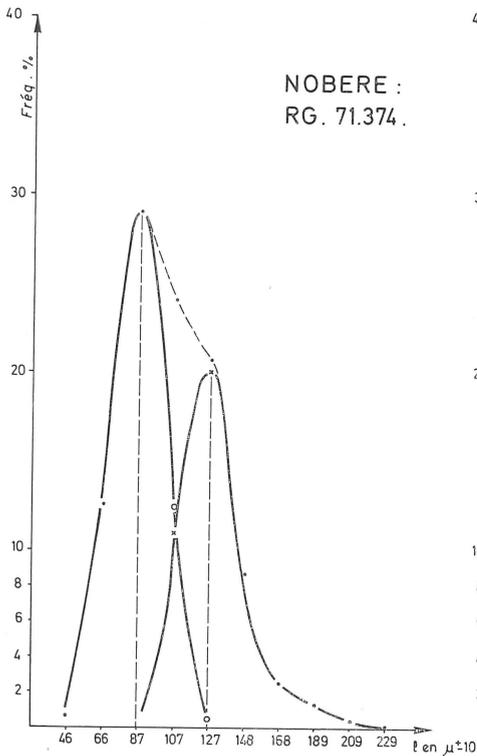


Fig. 5

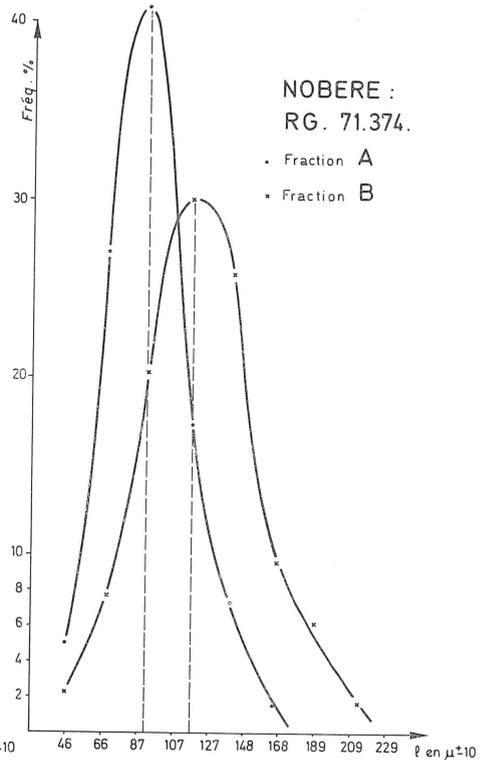


Fig. 6

## CONCLUSIONS

De cette étude et des données antérieures (D. Ledent, J. Delhal et R. Trinquard, 1969), nous pouvons dégager l'existence de deux événements :

— un premier événement préorogénique à 2170 m. a. qui correspond à la mise en place d'un magma dioritique à granodioritique.

L'étude des zircons de Nobere a mis en évidence un phénomène d'assimilation par certaines de ces roches d'ensembles probablement anté-birrimiens.

— un deuxième événement à 2100 m. a. représenté par les granites syntectoniques Baoule, le métamorphisme birrimien et la gneissification cataclastique des intrusions pré-orogéniques.

Au premier événement appartiennent, notamment, le granite de type Leraba et la granodiorite de Koumbia de type Bondoukou. Par leur aspect circonscrit et atectonique, les granites de type Bondoukou ont été considérés comme post-tectoniques. Dans le cas de la granodiorite de Koumbia, au moins, il s'agirait d'une roche pré-orogénique liée au volcanisme géosynclinal initial, qui, dans des conditions de faible métamorphisme, a résisté comme noyau dur aux effets de la tectonique birrimienne. Les traces d'effets tectoniques pourraient n'être éventuellement retrouvées que sur les bords du massif. Malgré le manque d'observations à cet égard, on est tenté d'établir un parallélisme avec les roches vertes birrimiennes encadrant la granodiorite de Koumbia, qui ne sont schistifiées qu'à proximité des formations schisteuses.

Dans les zones de métamorphisme plus intense, c'est-à-dire les zones migmatitiques, les intrusions préorogéniques ont été plus fortement reprises et gneissifiées, comme c'est le cas pour la granodiorite de Toula, celle de Banfora et le granite de Nobere.

Le granite de Kotedougou, du type Baoule, et la gneissification cataclastique des intrusions préorogéniques, correspondent au deuxième événement. Cette gneissification n'a pas affecté les zircons de ces roches préorogéniques mais elle a mobilisé le sphène.

Bien que les données de la littérature soient insuffisamment explicites, il semble bien que les âges Rb/Sr obtenus sur les roches totales des différents types de granite de la Côte d'Ivoire et de la Haute Volta aient une limite supérieure voisine de 2100 m. a. Cette valeur concorde avec l'âge obtenu sur les zircons du granite Baoule de Kotedougou. D'autre part, au Nigeria, une isochrone de  $2190 \pm 30$  m. a. avec un rapport initial de  $0,705 \pm 0,006$  a été obtenue par N. K. Grant (1969) sur des gneiss granitiques à hornblende et biotite. En 1970, celui-ci confirmait cet âge en complétant l'isochrone et obtenait  $2205 \pm 70$  m. a. avec un rapport initial de  $0,6892 \pm 0,0121$  qu'il recalcule en omettant trois points qui ont vraisemblablement perdu du  $\text{Sr}^{87}$  pour obtenir une valeur que l'auteur préfère de  $2200 \pm 34$  m. a. avec un rapport initial de  $0,7054 \pm 0,0054$ . Cet âge concorde avec celui des zircons des roches pré-tectoniques que nous avons étudiées. Nous pensons cependant que cette concordance est fortuite. Compte tenu des limites d'erreurs, il pourrait y avoir un simple recouvrement des âges Rb/Sr obtenus dans les deux régions mais il est vraisemblable qu'il n'y a pas de différences ni sur le plan de leur nature ni sur celui de leur évolution entre les roches de Haute Volta et celles du Nigeria. Nous préférons penser que la meilleure interprétation est celle d'un déplacement vers l'Ouest du bassin géosynclinal établi sur environ 100 m. a.

## REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé dans le cadre du Centre belge de Géochronologie groupant les Services de Minéralogie-Pétrologie et de Géologie et Géochimie nucléaires de l'Université Libre de Bruxelles et le Département de Géologie et Minéralogie du Musée Royal de l'Afrique Centrale.

L'auteur tient à remercier en premier lieu M<sup>me</sup> Ledent qui a procédé aux mesures d'âges des zircons. Il exprime sa gratitude à MM. Delhal et Pasteels pour les discussions qu'ils ont eues et à M<sup>me</sup> Deutsch pour l'adaptation du programme d'ordinateur à la machine C.D.C. 6400 de l'Université de Bruxelles. Ce travail a bénéficié de subsides du Fonds belge de la Recherche scientifique fondamentale collective d'initiative ministérielle.

## BIBLIOGRAPHIE

- ARNOULD, M. 1961. — Étude géologique des migmatites et des granites précambriens du Nord-Est de la Côte d'Ivoire et de la Haute Volta méridionale. Cadre géologique. Classification. Principaux types. Mém. B. R. G. M., n° 3.
- BONHOMME, M., 1962. — Contribution à l'étude géochronologique de la plateforme de l'Ouest Africain. Thèse, Fac. Sc. Univ. Clermont-Ferrand, n° 38, sér. E.
- DELHAL, J., 1969. — Résultats d'une étude pétrographique préliminaire des formations de la feuille Pô (Haute Volta). *Rapp. Ann. 1968. Dép. Géol. et Minér., Mus. Roy. Afr. Centr.*, 31-33.
- DEUTSCH, S., LEDENT, D., PASTEELS, P., 1965. — Datation par les méthodes Sr/Rb et Pb/U au Laboratoire de Géochronologie du Service de Géologie et de Géochimie nucléaires, Université Libre de Bruxelles, 168 p.
- GRANT, N. K. et al., 1969. — The geological sequence and geochronology of old basement rocks from Ibadan, Nigeria. Note présentée au 5<sup>e</sup> Colloque de Géologie africaine à Clermont-Ferrand, 1969.
- GRANT, N. K., 1970. — Geochronology of Precambrian basement rocks from Ibadan, Southwestern Nigeria. *Earth and Plan. Sc. Lett.*, **10** (3), 29-38.
- GRÜNENFELDER, M. 1963. — Heterogenität akzessorischer Zirkone und die petrogenetische Deutung ihres Uran/Blei — Zerfallsalter. *Bull. Suisse Min. Petr.* **43**, 235-257.
- LEDENT, D., DELHAL, J. et TRINQUARD, R., 1969. — Ages par la méthode Pb/U de granites « Éburnéens » de Haute Volta; comparaison avec des résultats obtenus par la méthode Sr/Rb sur roches totales et sur biotites. *Ann. Soc. géol. Belg.* **92**, 285-292.
- LEGRAND, J. M., 1968. — Levé géologique du 1/4 S-E du degré carré de Pama. Rapport non publié de la direction de la Géologie et des Mines de Haute Volta. 1-60.
- PAPON, A., ROQUES, M. et VACHETTE, M., 1969. — Géologie et géochronologie dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire. Note présentée au 5<sup>e</sup> Colloque de Géologie africaine à Clermont-Ferrand, 1969.
- STEIGER, R. H. and WASSERBURG, G. J., 1969. — Comparative U-Th-Pb systematics in  $2.7 \times 10^9$  years plutons of different geologic histories. *Geoch. et Cosm. Acta*, **33**, 1213-1232.
- STEIGER, R. H. and WASSERBURG, G. J., 1966. — Systematics in the Pb<sup>208</sup>-Th<sup>232</sup>, Pb<sup>207</sup>-U<sup>235</sup> and Pb<sup>206</sup>-U<sup>238</sup> systems. *Journ. of Geoph. Res.* **71** (24).
- VACHETTE, M. 1964. — Essai de synthèse des déterminations d'âges radiométriques de formations cristallines de l'Ouest Africain (Côte d'Ivoire, Mauritanie, Niger). *Ann. Fac. Sc. Université Clermont-Ferrand*, n° 25, Géol. Miner., n° 8.
- YORK, D., 1966. — Least squares fitting of a straight line. *Can. Journ. Phys.*, **44**, 1079-1083.