

## LE SOCLE GRANITO-GNEISSIQUE DU SHABA OCCIDENTAL (ZAIRE) PETROGRAPHIE ET GEOCHRONOLOGIE<sup>1</sup>

par

J. DELHAL<sup>2</sup> & J.P. LIEGEOIS<sup>2</sup>

(3 figures et 2 tableaux)

**RESUME.**- Au Shaba occidental (entre les parallèles 8°S et 10°S et entre la rivière Kasai ( $\pm 22^{\circ}\text{E}$ ) et le méridien de  $24^{\circ}\text{E}$ ), le socle est constitué de gneiss tonalitiques à granitiques intrudés par des granites atectoniques généralement à grain fin mais aussi, par endroits, très grossiers.

L'âge Rb/Sr des gneiss est de  $2833 \pm 39$  Ma, avec un rapport initial  $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86} = 0.7018 \pm 0,0001$ . Cet âge est identique à celui (2820 Ma) du métamorphisme granulitique dans le Complexe charnockitique du Kasai qui affleure immédiatement au Nord.

L'âge des granites est de  $2010 \pm 45$  Ma, avec un Ri de  $0.7052 \pm 0,0014$ . Ce magmatisme régional est le dernier événement majeur ayant affecté le socle.

**ABSTRACT.**- In Western Shaba (between latitudes  $8^{\circ}\text{S}$  and  $10^{\circ}\text{S}$ , and between the Kasai river (c.  $22^{\circ}\text{E}$ ) and  $24^{\circ}\text{E}$  longitude), the basement is constituted by tonalitic to granitic gneisses intruded by generally fine, but sometimes very coarse-grained, atectonic granites.

The Rb/Sr age of the gneisses is  $2833 \pm 39$  My with  $(\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86})_0 = 0.7018 \pm 0,0001$ . This age is identical to that (2820 My) of the granulite metamorphism in the Charnockitic Complex of Kasai which outcrops little to the north.

The age of the granites is  $2010 \pm 45$  My with  $(\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86})_0 = 0.7052 \pm 0,0014$ . This magmatic event is the latest to affect the basement.

### INTRODUCTION

La partie de la Province du Shaba située au sud du 8ème parallèle, entre la rivière Kasai et le 24ème méridien (fig. 1), a été l'objet entre 1920 et 1942 de plusieurs missions de prospection de la Société Forestière et Minière (Forminière) et de ses filiales.

D'importantes collections d'échantillons de roches (plus de 3000 spécimens localisés sur des cartes relativement précises) ont été récoltées au cours de ces missions ; elles sont actuellement conservées au Département de Géologie du Musée royal de l'Afrique centrale.

Partant de ces collections, E. Polinard a publié successivement sur cette vaste région une brève esquisse géologique (1932), une note relative aux roches siliceuses de couverture (1934), et un mémoire (1944) essentiellement descriptif donnant une diagnose pétrographique et la composition chimique d'une cinquan-

taine d'échantillons de divers gneiss, granites et roches basiques appartenant au socle. La plupart des échantillons décrits par Polinard n'ont pas été retrouvés. Il n'existe pas de travaux originaux plus récents hormis l'une ou l'autre mesure d'âge radiométrique réalisées en 1962. La dernière version de la carte géologique du Zaïre au 1/2.000.000 (Lepersonne 1974) range l'ensemble du socle sous l'appellation imprécise d'"anté-kibarien indifférencié", c'est-à-dire antérieur à 1350 Ma.

En vue de la présente étude géochronologique, l'un des auteurs (J. Delhal) a entrepris l'inventaire de l'ensemble des collections existantes. Dans un premier stade, on a convenu de se limiter à 4 degrés carrés :

1 Communication présentée le 6 juillet 1982, manuscrit reçu le 8 novembre 1982.

2 Département de Géologie et Minéralogie, Musée royal de l'Afrique centrale, 1980 - Tervueren.

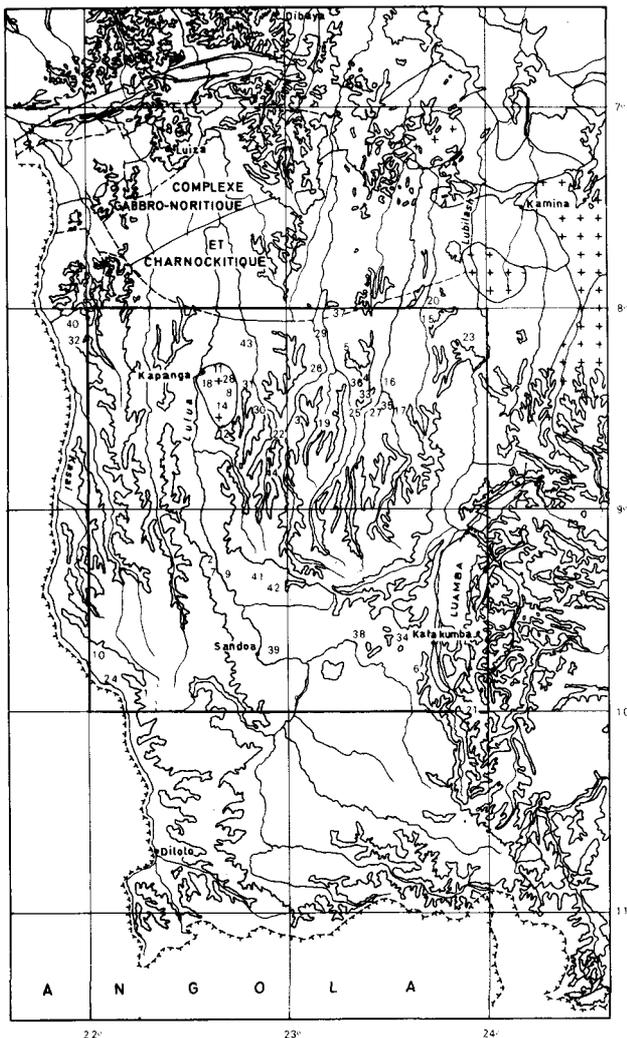


Figure 1  
Situation de la région étudiée et localisation des échantillons analysés.

Kapanga (S9/E 22), Kapanga-Est (S9/E 23), Sandoa (S10/E 22) et Kafakumba (S10/E 23) ; la région ainsi couverte s'étend en latitude du 8<sup>ème</sup> au 10<sup>ème</sup> parallèle Sud et, en longitude, de la rivière Kasai au 24<sup>ème</sup> méridien Est.

Compte tenu de l'homogénéité relative des roches du socle vérifiée grâce à une densité et à une répartition suffisantes des points d'observation, il a été possible d'étendre à cette grande superficie les conclusions d'une étude pétrographique et géochronologique basée sur un choix limité d'échantillons représentatifs.

## APERÇU GEOLOGIQUE GENERAL

Le 8<sup>ème</sup> parallèle Sud, un peu au nord duquel s'étire la frontière entre le Kasai et le Shaba, est aussi approximativement la limite entre le Complexe gabbro-noritique et charnockitique du Kasai-Lomami et l'ensemble granito-gneissique du Shaba occidental qui fait l'objet de ce travail.

Rappelons (Delhal *et al.*, 1973, 1975, 1976) que le Complexe gabbro-noritique et charnockitique est constitué dans sa partie sud de gneiss granulitiques dont le métamorphisme catazonal est daté à 2820 Ma (événement Musefu) mais dont l'origine en tant que gneiss serait, en partie au moins, nettement plus ancienne ( $\gg$  3000 Ma). Les granulites ont été affectées et localement rétro-morphosées dans le faciès amphibolite à 2700 Ma (événement Moyo, représenté au nord du 7<sup>ème</sup> parallèle par le vaste Complexe granitique et migmatitique de Dibaya). Puis vient en discordance sur le socle, le Complexe métasédimentaire de Luiza dont le métamorphisme daté à 2420 Ma (orogénèse mubindjienne) a peu affecté le complexe gabbro-noritique et charnockitique. On ne connaît pas au nord du 8<sup>ème</sup> parallèle de granites plus jeunes que les granites dibayens dits de la Malafudi, datés à 2650-2700 Ma, mais il existe quelques venues pegmatitiques à 2000 Ma.

Au sud du 8<sup>ème</sup> parallèle, les granulites disparaissent pour faire place au vaste ensemble granito-gneissique qui nous occupe. Le contact entre les deux ensembles n'a pas été observé et les gneiss de composition granitique à tonalitique ne présentent pas de caractères particuliers qui permettraient de les différencier des gneiss provenant, au nord, de la rétro-morphose des granulites, ou des gneiss dibayens (2700 Ma). Ils pourraient néanmoins a priori représenter un événement plus ancien soit contemporain (2820 Ma) soit antérieur ( $\gg$  3000 Ma) à la charnockitisation. Le but principal de ce travail est de lever cette incertitude.

Outre les gneiss en question, on trouve dans tout le Shaba occidental des affleurements de granites massifs le plus souvent à grain fin, mais aussi par places très grossiers.

L'étendue des granites et leurs relations avec les gneiss ne sont pas fournies par les documents de prospection de la Forminière. Il se dégage cependant de la disposition souvent groupée sur la carte des points d'affleurement de granites que ceux-ci pourraient

constituer des massifs atteignant plusieurs km. C'est le cas notamment du granite de Kapanga que J. Leperonne a représenté sur la carte au 1/2.000.000 (1974) comme un massif circonscrit d'une vingtaine de km de diamètre. La seule description existante des relations entre gneiss et granites est fournie par les notes de terrain inédites de J. Leperonne (1941) précisément à propos du granite de Kapanga :

"Aux chutes de la Lusiji, un granite rose très acide, compact, homogène, s'injecte dans un granite bleu à biotite prenant des aspects zonaires ou franchement gneissiques. Un affleurement du granite rosé montre huit enclaves plus volumineuses de ce gneiss et d'une amphibolite.

La géologie se résume donc en :

- Une série ancienne comprenant des granites bleus à grains moyen passant au gneiss granitoïde, et des amphibolites,
  - Un granite rosé pauvre en biotite injectant et digérant cette série,
- . . . . La masse de granite rose se développe vers l'aval, dans la chute proprement dite. Le grain devient plus gros, le faciès à grain fin serait celui du contact."

Parmi les formations également rencontrées dans la région, mise à part une importante couverture de sables cénozoïques, on note la formation schisto-gréseuse et calcaire, non métamorphique, de la Luamba, qui occupe la partie orientale du degré carré de Kafakumba, ainsi que quelques affleurements d'itabirite, de quartzites micacés et de micaschistes.

La formation de la Luamba est assimilée dans la notice de la carte géologique (Leperonne, 1974) au Bushimay du Kasai et au Roan du Katanga, et serait donc d'âge Katangien.

Quant aux rares témoins d'une formation métamorphique, ils appartiennent probablement au Lukoshien, formation métamorphique plissée mal connue dont il subsiste, au sud du 10<sup>ème</sup> parallèle, des lambeaux plus importants reposant sur le socle et affectés par des granites et des pegmatites.

L'âge d'une de ces pegmatites (1900 Ma, Delhal & Ledent, 1965) est une limite jeune pour cette formation, qui pourrait correspondre au Luizien (Leperonne, 1974).

Signalons encore qu'à l'est de la région considérée, c'est-à-dire à l'est du 24<sup>ème</sup> méridien, il existe d'importantes étendues de granites (appelés granites de Kamina, de la Lunje ou de la Lovoi) qui ont été datés par Rb/Sr et U/Pb à 2035 Ma (Pasteels, 1971).

## CARACTERES PETROGRAPHIQUES ET CHIMIQUES DES GRANITES ET DES GNEISS

Les granites sont le plus souvent des roches à grain fin (0,5 à 2 mm), homogènes, claires, grises ou rosâtres, tel par exemple le granite de Kapanga. Des granites à gros grain (0,5 à 1 cm) à tendance porphyroïde (phénocristaux centimétriques) existent également en différents endroits (notamment dans le degré carré de Sandoa, le nord de Kapanga-Est et le sud de Kafakumba). Les deux faciès ont été signalés dans le même environnement.

En lame mince, la structure grenue est définie par le caractère subautomorphe des feldspaths et la position interstitielle des plages de quartz. Les macles de Carlsbad sont assez fréquentes dans les deux feldspaths. Le feldspath potassique présente souvent les macles de microcline mais celles-ci sont parfois absentes ou incomplètement développées dans les faciès fins. Il est plus ou moins perthitique et les inclusions de plagioclase ne sont pas rares. Des zones d'accroissement sont parfois observables.

Le plagioclase se présente en plaquettes avec macles de l'albite (oligoclase  $An \leq 20$ ), plus ou moins zoné et partiellement saussuritisé. On note aussi des myrmékites.

Les granites sont leucocrates. La biotite est brun-vert, parfois verte et dans certains échantillons transformée en chlorite. Du sphène en cristaux idiomorphes est notable dans un bon nombre d'échantillons.

Les autres minéraux accessoires sont l'allanite, l'apatite, le zircon, quelques rares paillettes de muscovite secondaire et un minéral opaque.

Un des échantillons (n° 1) provenant du degré carré de Sandoa est un granite syénitique, massif, rouge, à micropertithe dominant sur le plagioclase, biotite, hornblende, sphène abondant, opaque et allanite, myrmékite, quartz peu abondant.

Certains échantillons sont affectés par une cataclase dont les effets vont de la granulation plus ou moins prononcée des plages de quartz seulement, à une mylonitisation de l'ensemble des constituants minéralogiques. Le fait que cette cataclase soit inexistante ou affecte à des degrés divers les échantillons d'un même type de roche, même provenant d'endroits voisins, implique l'existence d'une tectonique cassante par failles et exclut en tous cas une déformation généralisée en relation avec des plissements profonds.

Pour l'étude géochronologique nous avons sélectionné 23 échantillons pas ou peu déformés, à l'exception des n° 22 et 23 qui sont affectés par une cataclase dépassant la simple granulation du quartz. Ces échantillons sont en majorité du type à grain fin, 7 sont du type grossier (n° 2, 6, 9, 10, 15, 20, 21) et 1 échantillon (n° 1) est syénitique.

Les diagrammes triangulaires de la fig. 2 et le tableau 1, donnent une idée de la composition chimique de ces granites de caractère monzonitique.

Les gneiss sont en majorité des roches tonalitiques grises de grain moyen, zonaires ou quelquefois massives.

Il existe aussi en quantité subordonnée des gneiss granitiques de teinte rose, de grain hétérogène voire porphyroïde, d'allure migmatitique.

En lame mince, les gneiss tonalitiques sont composés d'oligoclase ( $An \geq 20$ ), de quartz, de biotite et hornblende, ou de biotite seule. Le microcline est absent ou en faible quantité.

Les minéraux accessoires sont l'apatite, le sphène, le zircon et de l'opaque. La biotite est parfois chloritisée et le plagioclase inégalement saussuritisé.

La différence entre les gneiss tonalitiques et les

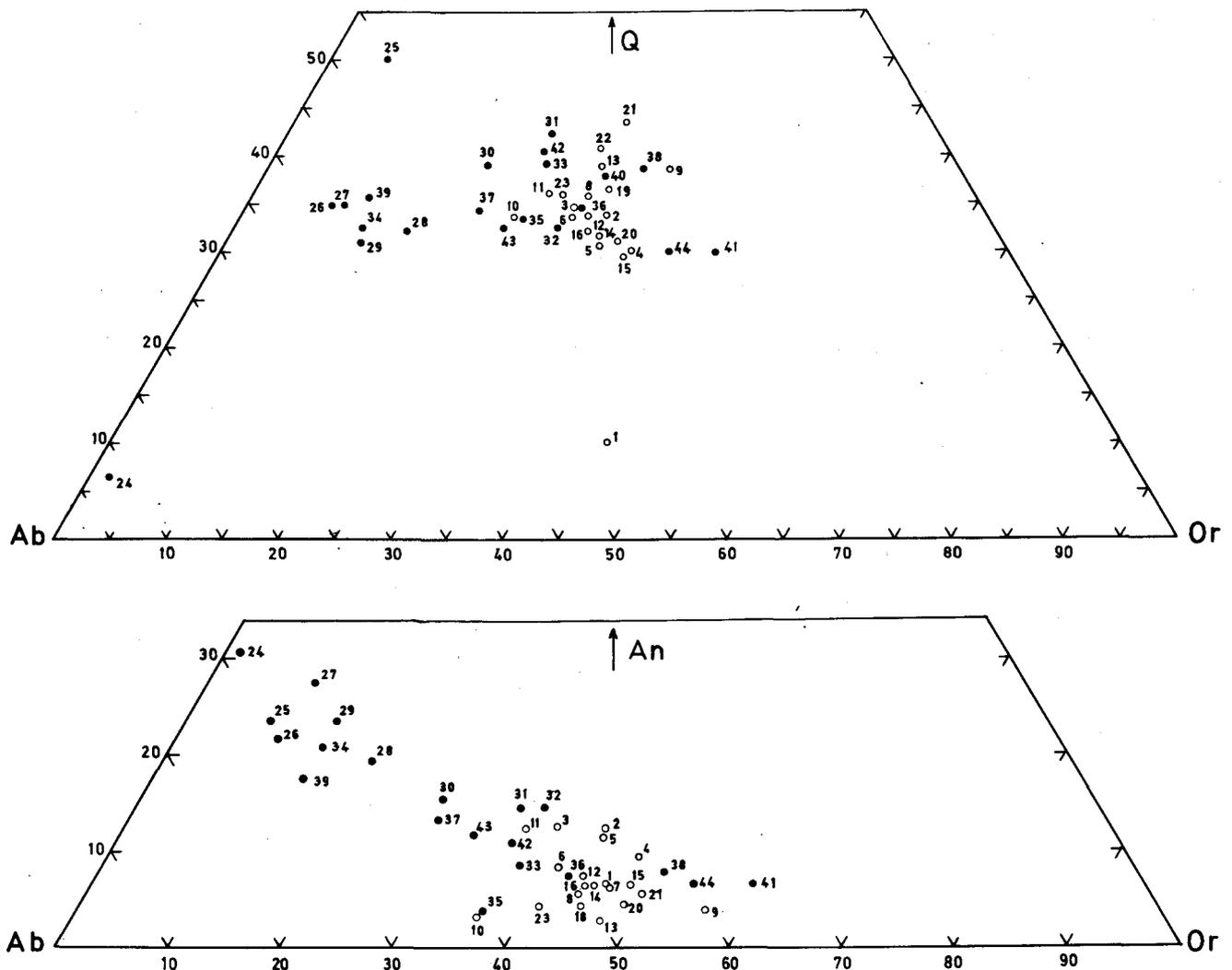


Figure 2.- Diagramme Q-Ab-Or et An-Ab-Or relatif aux gneiss (points) et aux granites (cercles).  
Superposition de points dans Q-Ab-Or : 2 et 7 ; 8, 17 et 18.  
An-Ab-Or : 8 et 17 ; 13 et 22 ; 1, 19 et 40.

**Tableau 1**  
*Composition chimique des granites et des Gneiss (\*)*

	(1)	$\sigma$	(2)	$\sigma$	(3)	$\sigma$
SiO <sub>2</sub> %	73,12	2,48	70,46	2,12	73,17	1,36
TiO <sub>2</sub>	0,23	0,14	0,32	0,09	0,19	0,07
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,15	0,69	14,52	0,94	13,48	0,60
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,58	0,50	0,78	0,47	0,50	0,24
FeO	2,65	0,90	3,34	0,50	2,48	0,33
MnO	0,04	0,01	0,05	0,01	0,04	0,01
MgO	0,33	0,24	0,79	0,35	0,37	0,18
CaO	1,06	0,43	3,06	0,87	1,49	0,49
K <sub>2</sub> O	4,67	0,49	1,64	0,71	4,21	0,85
Na <sub>2</sub> O	3,55	0,36	4,69	0,45	3,62	0,44
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,13	0,07	0,13	0,06	0,22	0,20
PF	0,32	0,21	0,32	0,15	0,20	0,14
Total	99,83		100,10		99,97	
Rb ppm	219	53	62	43	131	43
Sr	179	90	518	200	333	161

- (1) moyenne de 22 granites
- (2) moyenne de 9 gneiss tonalitiques
- (3) moyenne de 10 gneiss granitiques.
- (\*) Analyse R. Kool (M.R.A.C.)

gneiss granitiques est essentiellement liée à la quantité de microcline présent.

La structure est granoblastique, avec tendance à l'aplanissement orienté des plages de quartz dans les faciès nettement zonaires.

Comme les granites, les gneiss sont affectés inégalement par une cataclase qui se traduit par une granulation plus ou moins prononcée des plages de quartz. La formation dans certains échantillons d'un milieu interstitiel quartzo-feldspathique finement grenu à micro-myrmeckites peut apparaître comme un effet plus poussé des remobilisations et recristallisations liées à cette phase de déformation, mais elle pourrait également appartenir à un stade antérieur de l'histoire des gneiss.

Dans tous les cas, nous avons choisi pour les mesures d'âge des échantillons non ou peu affectés par la cataclase.

La figure 2 et le tableau 1 expriment la composition chimique des 21 gneiss analysés.

A noter qu'ayant cherché à obtenir un maximum d'étalement des points sur l'isochrone, nous avons retenu dans notre sélection de gneiss une proportion plus forte d'échantillons de composition granitique (plus riches en Rb) que n'en contient effectivement la région, en majorité tonalitique.

**Tableau 2.- Données Rb-Sr (\*)**

	N°RG.	Rb ppm	Sr ppm	$\frac{Sr^{87}}{Sr^{86}}$	$\pm$	$\frac{Rb^{87}}{Sr^{86}}$ (+2%)	
Granites							
	1	12335	121	424	0,7288	0,0004	0,827
	x	71061	158	306	0,7450	0,0022	1,443
	2	115738	188	371	0,7488	0,0002	1,472
	3	115844	141	247	0,7524	0,0003	1,659
	4	115869	182	320	0,7535	0,0003	1,650
	5	115885	235	335	0,7630	0,0002	2,041
	6	111428	144	189	0,76843	0,00008	2,206
	7	115734	201	243	0,7757	0,0006	2,410
	8	12235	196	218	0,7771	0,0002	2,619
	9	115736	225	225	0,7904	0,0002	2,920
	10	12367	97	95	0,79449	0,00010	2,992
	11	12231	214	200	0,7946	0,0003	3,122
	12	115792	250	228	0,7916	0,0005	3,200
	13	76165	149	128	0,7949	0,0023	3,399
	14	12236a	238	203	0,8070	0,0024	3,430
	15	111472	249	173	0,81870	0,00003	4,210
	16	115892	242	160	0,8358	0,0008	4,430
	17	115902	240	138	0,85251	0,0008	5,100
	18	12230	284	126	0,8930	0,0012	6,643
	19	115856	233	97	0,9073	0,0004	7,080
	20	111306	312	102	0,91362	0,00006	9,031
	21	138631	252	71	0,98464	0,00004	10,57
	22	115801	222	48	1,0183	0,0005	13,70
	23	116005	321	24	1,8204	0,0003	42,94
Gneiss							
	24	12340	<u>3,94</u>	586	0,70603	0,00014	0,0194
	25	115916	<u>4,45</u>	466	0,70291	0,00003	0,0276
	26	115703	25	845	0,70519	0,00007	0,0856
	27	155898	26	622	0,70721	0,00014	0,1209
	28	12232	52	812	0,7095	0,0002	0,1846
	29	115705	38	542	0,7127	0,0006	0,2050
	30	115723	75	480	0,7205	0,0003	0,4510
	31	115807	61	383	0,7199	0,0001	0,4620
	32	12425	121	698	0,71865	0,00012	0,5022
	33	115895	82	427	0,72482	0,00011	0,5560
	34	111408	73	325	0,72858	0,00018	0,6477
	35	115900	110	400	0,7339	0,0003	0,7980
	36	115868	125	422	0,7351	0,0006	0,8590
	37	115708	141	356	0,7490	0,0005	1,151
	38	138737	109	220	0,76139	0,00006	1,439
	39	138790	124	216	0,77108	0,00005	1,677
	40	12432	170	286	0,7672	0,0007	1,663
	41	115782	151	249	0,7760	0,0002	1,767
	42	115821	153	175	0,8138	0,0004	2,560
	43	12240	177	185	0,80782	0,00015	2,796
	44	115836	210	132	0,8665	0,0006	4,680

(\*) Analyses J.P. Liégeois et C. Gilson (M.R.A.C.), sauf x, 13 et 14 (D. Ledent).

Les concentrations en Rb et en Sr ont été effectuées par fluorescence X, excepté les valeurs soulignées qui ont été faites par dilution isotopique.

### DONNEES GEOCHRONOLOGIQUES

Les données analytiques relatives aux granites et aux gneiss sont réunies dans le tableau 2 et reportées sur le diagramme  $Sr^{87}/Sr^{86}$  versus  $Rb^{87}/Sr^{86}$  de la fig. 3. La composition isotopique des Sr a été mesurée sur les spectromètres de masse VARIAN TH5 et VARIAN MAT 260 du Centre Belge de Géochronologie après séparation du Sr sur résine échangeuse d'ions. Les âges sont calculés (ou recalculés dans le cas de valeurs anciennes) avec  $\lambda Rb^{87} = 1,42.10^{-11} a^{-1}$  par la méthode de Williamson (1968). Les erreurs attribuées aux âges et aux rapports initiaux représentent  $2\sigma$ .

### GRANITES

15 des 23 points analysés se placent, dans les limites de l'erreur expérimentale, sur une droite de  $2010 \pm 45$  Ma et de  $Ri = 0,7052 \pm 0,0014$  (MSWD : 0,77).

Sur cette droite se situe également le point X qui correspond à un échantillon du Massif de Kamina et qui n'a pas été de ce fait inclus dans le calcul de la droite. Rappelons que l'âge U/Pb (Concordia) obtenu au moyen de deux fractions de zircon de ce même échantillon est de 2035 Ma et que l'âge Rb/Sr de sa biotite est de 2040 Ma (Pasteels, 1971).

Huit points sont situés sous la droite de 2010 Ma. Si pour les points 20 à 23 l'explication de la perte en  $^{87}Sr$  radiogénique facilitée par le haut rapport Rb/Sr est plausible, il n'en est pas de même pour les quatre autres (8, 12, 13, 15). Soulignons toutefois que ces derniers ne sont pas très éloignés de l'isochrone et que la phase cassante locale ayant engendré les cataclases de certains échantillons pourrait être à l'origine de ces discordances.

Le rapport initial de 0,705 est trop élevé pour des roches qui seraient issues directement du manteau

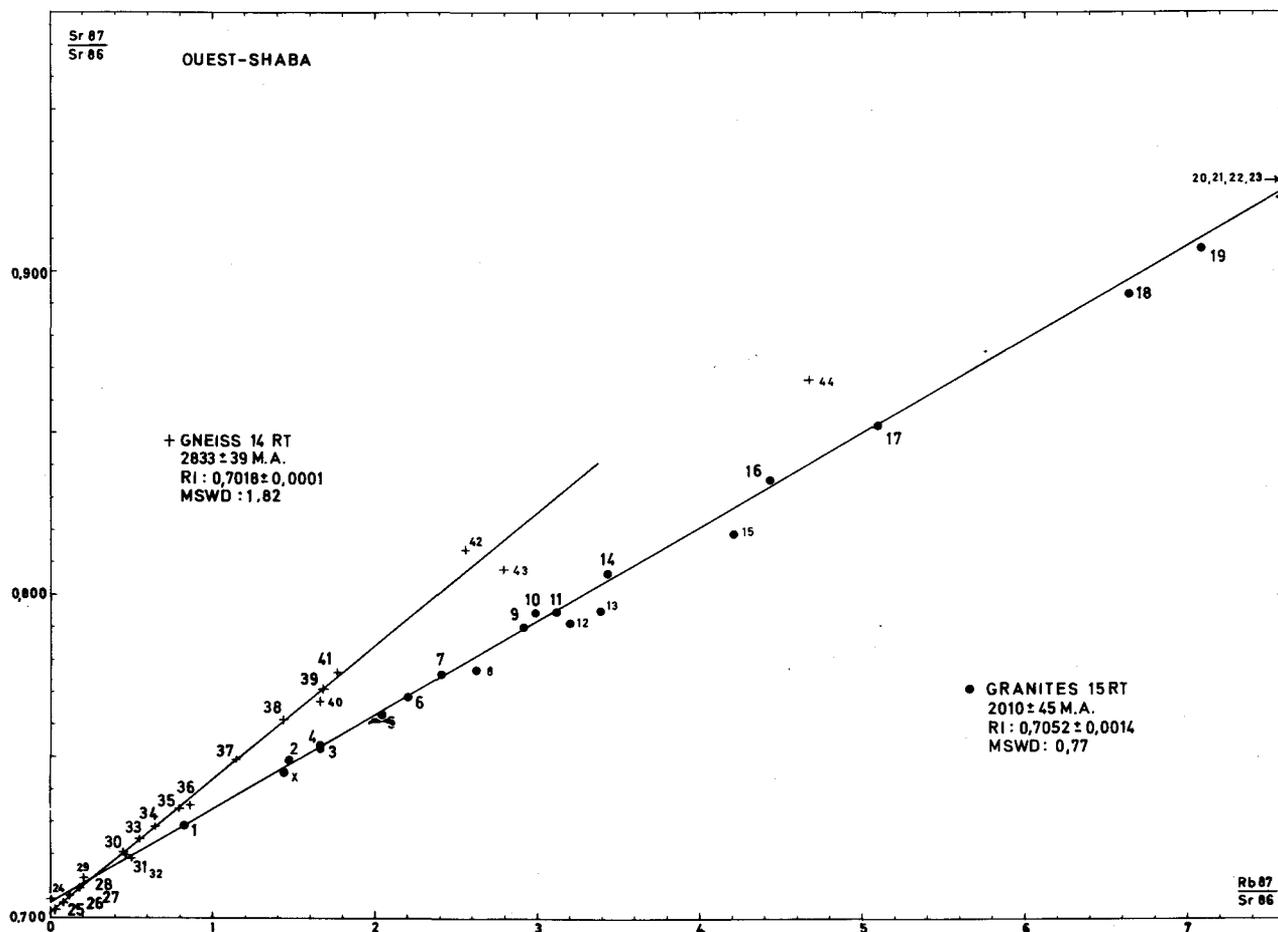


Figure 3.- Isochrones relatives aux gneiss et aux granites du Shaba occidental. Les n° en petits caractères n'ont pas été inclus dans le calcul des âges (voir texte).

(0,702 à 2000 Ma) et il est évident que la majorité des granites a assimilé une part de  $Sr^{87}$  des roches encaissantes. Il est donc possible qu'une partie des points situés sous la droite de 2010 Ma représentent des roches mises en place à ce moment mais de  $R_i$  plus faible.

#### GNEISS

14 des 21 points analysés définissent une droite de  $2833 \pm 39$  Ma,  $R_i = 0,7018 \pm 0,0001$  et MSWD : 1,82.

Le rapport initial inférieur à 0,702 est de l'ordre de grandeur attendu pour des roches formées vers 2800 - 2900 Ma.

Trois points ( $n^{\circ}$  24, 29 et 49) se situent un peu au-dessus de cette droite et hypothétiquement pourraient dessiner une parallèle à celle-ci de rapport initial plus élevé (0,706) et dans ce cas pourraient représenter des roches d'origine plus ancienne que 2833 Ma.

Quatre points ( $n^{\circ}$  32, 40, 43 et 44) se situent sous la droite en question et il est permis de les interpréter comme résultant de rajeunissements liés à des phénomènes postérieurs tels que la mise en place des granites à 2000 Ma.

#### CONCLUSIONS

Les gneiss du Shaba occidental peuvent être considérés comme formés en majeure partie vers 2835 Ma.

Cet âge correspond précisément à celui de l'événement Musefu (2820 Ma) qui a donné lieu au métamorphisme de faciès granulite dans le Complexe gabbro-noritique et charnockitique situé immédiatement au nord.

La valeur de l'âge écarte d'emblée l'hypothèse, formulée *a priori*, suivant laquelle les gneiss auraient pu être un produit de la rétro-morphose des granulites lors de l'événement Moyo (2700 Ma).

Par ailleurs, le rapport initial de 0,702 écarte l'éventualité d'une origine nettement plus ancienne, mise à part la possibilité qu'il en soit ainsi pour une petite partie des échantillons analysés. Les gneiss dans leur ensemble ne correspondent donc pas au substrat des granulites.

Ces résultats montrent, dès lors, que l'événement Musefu connu jusqu'à présent au Kasai par le faciès granulite qu'il a engendré dans un socle préexistant, a eu une grande extension vers le sud à travers le Shaba occidental où il est à l'origine de masses considérables de roches principalement tonalitiques.

Les gneiss ont été intrudés vers 2000 Ma par de petites mais abondantes masses granitiques probablement circonscrites mais non cartographiables dans l'état actuel des connaissances.

Ce sont vraisemblablement les mêmes granites - ils sont comparables pétrographiquement et de même âge - qui constituent le massif de Kamina, à l'est du 24<sup>ème</sup> méridien Est.

Tels qu'ils se présentent dans la région considérée, les granites ne paraissent pas liés à un orogène. Ce magmatisme régional constitue le dernier événement majeur ayant affecté le socle, hormis une ultime tectonique cassante d'importance mineure et d'intensité variable.

#### BIBLIOGRAPHIE

- DELHAL, J. & LEDENT, D., 1964. Nouveaux résultats sur des roches du socle du Kasai. Mus. roy. Afr. centr., Sect. Géol. Min. Pal., Rapp. ann. 1963 : 91-93.
- DELHAL, J. & LEDENT, D., 1973. L'âge du complexe métasédimentaire de Luiza, région du Kasai, Zaïre. Ann. Soc. géol. Belg., 96 : 289-300.
- DELHAL, J., LEDENT, D. & PASTEELS, P., 1975. L'âge du complexe granitique et migmatitique de Dibaya (Région du Kasai, Zaïre) par les méthodes Rb-Sr et U-Pb. Ann. Soc. géol. Belg., 98 : 141-154.
- DELHAL, J., LEDENT, D. & TORQUATO, J.R., 1976. Nouvelles données géochronologiques relatives au Complexe gabbro-noritique et charnockitique du bouclier du Kasai et à son prolongement en Angola. Ann. Soc. géol. Belg., 99 : 211-226.
- LEDENT, D., LAY, C. & DELHAL, J., 1962. Premières données sur l'âge absolu des formations anciennes du "socle" du Kasai. Bull. Soc. belge Géol., 71 : 223-237.
- LEPERSONNE, J., 1974. Carte géologique du Zaïre au 1/2.000.000 et notice explicative. Rép. du Zaïre, Dépt. des Mines, Dir. de la Géologie.
- PASTEELS, P., 1971. Age du granite de la Lunge (près de Kamina, Katanga). Mus. roy. Afr. cent., Dépt. Géol. Min., Rapp. ann. 1970, 41;
- POLINARD, E., 1932. Esquisse géologique de la région située au Sud du parallèle de Sandoa-Kafakumba. Ann. Soc. géol. Belg., 1930-1931 : C.99-C.105.
- POLINARD, E., 1934. Les roches essentiellement siliceuses de la région Sandoa-Kafakumba. Ann. Soc. géol. Belg., 1933-34, 57(1) : C.15-C.26.
- POLINARD, E., 1944. Etude pétrographique de l'Entre-Lulua-Lubilash, du parallèle 7°30' à la frontière de l'Angola. Mém. Inst. roy. col. belge, Sc. nat. et méd., in-4o, 7 (1), 120 pp.
- WILLIAMSON, J.H., 1968. Least-square fitting of a straight line. Can. J. Phys., 46 : 1845-1847.