

Bull. Soc. belge de Géologie	T. 88	fasc. 1	pp. 33-49	Bruxelles 1979
Bull. Belg. Ver. voor Geologie	V. 88	deel 1	blz.33-49	Brussel 1979

## PRECISIONS SUR L'AGE, LA PETROGENESE ET LA POSITION STRATIGRAPHIQUE DES « GRANITES A ETAIN » DE L'EST DE L'AFRIQUE CENTRALE.

par L. CAHEN (1) et D. LEDENT (2)

**ABSTRACT.** - Isotope studies of the equigranular leucocratic muscovite-bearing "tin granites" of eastern Central Africa and of related pegmatites started over 15 years ago but left a certain number of questions unanswered.

New analyses prove that granites of this type in Shaba, Rwanda and Western Kivu (Maniema) have ages, concordant within  $1\sigma$  limits of error: the adopted age is  $976 \pm 10$  m.y. In eastern Kivu, subsequent tectonic activity has destroyed the isotopic equilibrium of these granites; nevertheless the representative points of the least disturbed rocks are nearly aligned on the Mwanza (Shaba) granite isochron. In all areas, the pegmatites are of the same age as the related granites:  $976 \pm 10$  m. y.

In Rwanda and neighbouring countries, initial  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ratios are very high for both granites and pegmatites:  $0.7782 \pm 0.0151$  and  $0.7845 \pm 0.0203$  respectively. In Shaba they are lower but still high:  $0.7313 \pm 0.0440$  for pegmatites. In Maniema, initial ratios are less assured in the present state of investigations: a three point isochron yields  $0.7002 \pm 0.0021$  which indicates a deep seated magmatic origin.

The high initial ratios coincide with the ratios attained by the host gneisses at  $976 \pm 10$  m. y.: type A or G1 and B or G2 granite gneisses in Shaba and pre-Burundian gneisses (outcropping or at shallow depths) in Rwanda. They are explained by the intrusion of magma at  $976 \pm 10$  m. y. melting the host gneisses and rehomogenizing the isotopic composition.

The "tin granites" are now known to intrude definitively post-Kibaran formations in eastern Kivu; they can no longer be considered as exclusively linked to the Kibaran belt.

**RESUME.** - Les études isotopiques relatives aux granites équigranulaires leucocrates à muscovite dits "granites à étain" de l'est de l'Afrique centrale et aux pegmatites qui les accompagnent ont débuté il y a plus de quinze ans, mais laissaient un certain nombre de questions sans réponse.

De nouvelles analyses prouvent que les granites de ce type sont, au Shaba, au Rwanda et au Maniema (Kivu occidental) d'âges concordants dans les limites d'erreur de plus ou moins  $1\sigma$ : l'âge adopté est  $976 \pm 10$  m. a. Au Kivu oriental, les tectoniques ultérieures ont détruit l'équilibre isotopique de ces granites

(1) Musée royal de l'Afrique centrale, B-1980 Tervuren, Belgique.

(2) Laboratoire de Minéralogie et de Pétrologie,  
Université Libre de Bruxelles, av. F.D. Roosevelt, 50, B-1050 Bruxelles.

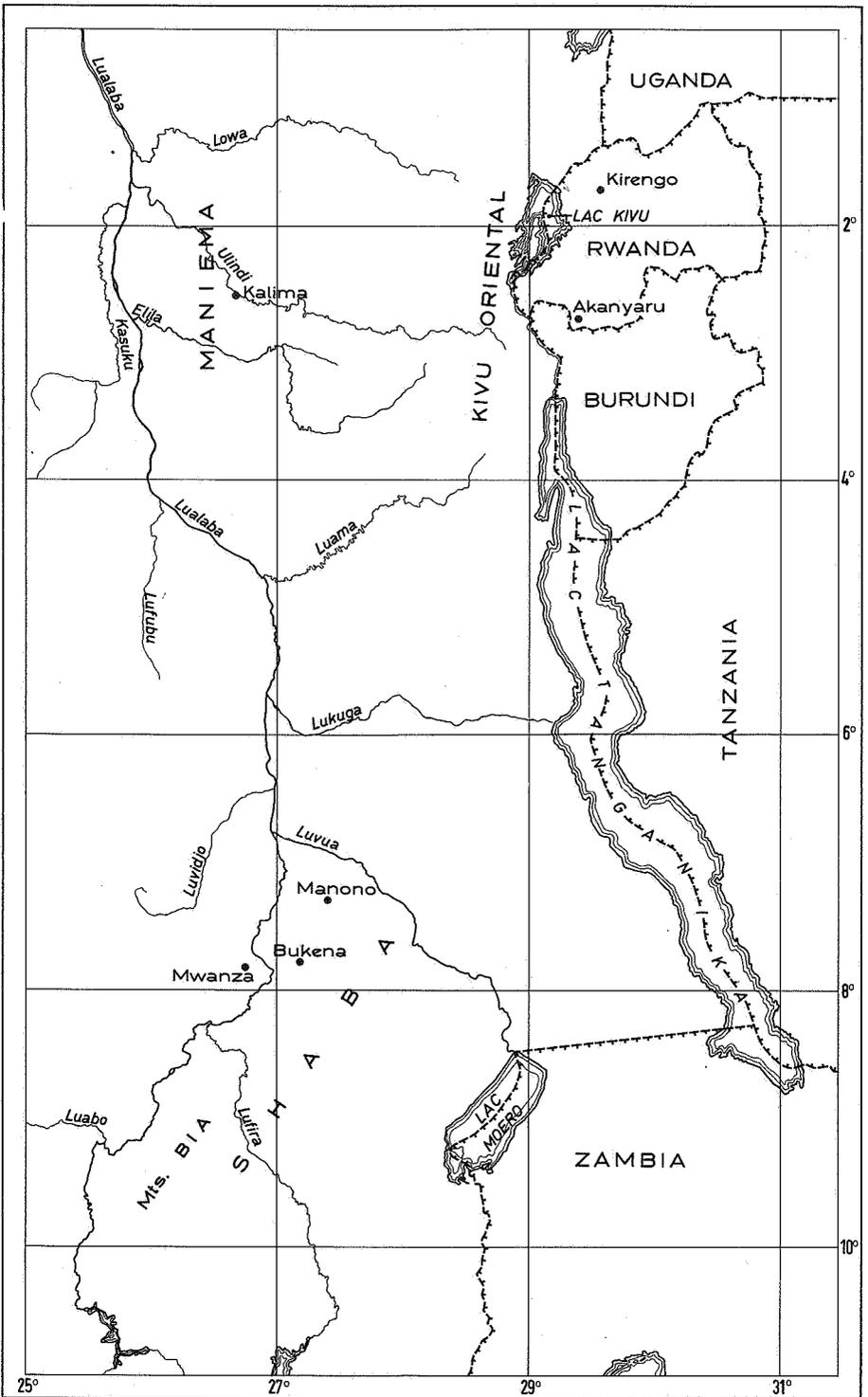


Fig. 1 Répartition géographique des granites étudiés.

mais les points représentatifs des trois granites les moins déformés sont approximativement alignés selon l'isochrone des granites de Mwanza (Shaba). Les pegmatites ont le même âge que les granites :  $976 \pm 10$  m. a.

Au Rwanda et dans les régions voisines, les rapports  $\frac{87}{86} \text{Sr} : \text{Sr}$  initiaux des granites et des pegmatites sont très élevés : respectivement  $0.7782 \pm 0.0151$  et  $0.7845 \pm 0.0203$ . Au Shaba, ils sont plus faibles mais encore élevés :  $0.7313 \pm 0.0038$  et  $0.7274 \pm 0.0019$  pour les granites et  $0.7158 \pm 0.0440$  pour les pegmatites. Au Maniema, dans l'état actuel des recherches, ces rapports sont moins assurés : une isochrone de trois points conduit à  $0.7002 \pm 0.0021$  ce qui indique une origine magmatique profonde.

Les rapports initiaux élevés coïncident avec les rapports atteints à  $976 \pm 10$  m. a. par les gneiss environnants de type A ou G1 et B ou G2 au Shaba et pré-Burundien au Rwanda. Ils s'expliquent par l'intrusion de magma à  $976 \pm 10$  m. a., qui fond les gneiss et provoque une réhomogénéisation isotopique.

Les "granites à étain" sont à présent connus en intrusion dans des formations post-kibariennes du Kivu oriental. Ils ne peuvent plus être considérés comme liés exclusivement à la chaîne kibarienne.

## INTRODUCTION.

Les granites leucocrates, équigranulaires à microline, albite-oligoclase, quartz, riches en muscovite, avec peu ou pas de biotite, dénommés au Shaba, groupe E par CAHEN et al. (1967) et au Rwanda, type G4 (GERARDS et LEDENT, 1970) sont des roches normalement non déformées, de caractère post-tectonique ou atectonique par rapport au plissement kibarien affectant les roches au sein desquelles elles se sont généralement mise en place sous forme de massifs circonscrits. A ces granites, aux pegmatites et aux filons qui les accompagnent est associée une minéralisation en cassitérite, en columbo-tantalite et en wolfram qui leur a valu le nom de "granites à étain".

Ces roches ont fait l'objet de plusieurs études isotopiques antérieures : MONTEYNE-POULAERT et al. (1962a, 1962b), CAHEN et al. (1966, 1967, 1971, 1972).

Au terme de ces études, il fallait encore vérifier si les différents massifs granitiques répartis sur de vastes superficies étaient exactement contemporains; restait aussi à apporter la preuve par voie isotopique de la consanguinité des pegmatites et des granites non seulement sur le plan spatial mais aussi sur les plans génétique et chronologique. En outre la place de ces intrusions dans l'histoire géologique des régions de l'est de l'Afrique équatoriale était mal connue.

La note ci-après a pour but de répondre à ces questions et pour ce faire de nouvelles mesures isotopiques concernant diverses régions (voir fig. 1) ont été réalisées.

## AGE.

Shaba. - Une isochrone basée sur 2 roches totales et 4 minéraux de granites de type E/G4 du massif granitique de Mwanza qui avait été obtenue en 1967 (CAHEN et al.) donne (recalculée) (+) un âge de  $980 \pm 26$  m. a. Afin d'établir une isochrone exclusivement sur roches totales, trois nouvelles analyses furent effectuées récemment et les cinq roches (1 à 5 du tableau 1) conduisent à l'âge de  $977 \pm 18$  m. a. ( $1\sigma$ ),  $R_i = 0.7313 \pm 0.0030$ , MSWD : 0.94 (fig.2). Bien que ces spécimens proviennent tous de granites de type E/G4 affleurant dans le massif granitique de Mwanza comportant également des roches syntectoniques plus anciennes, il ne peut être affirmé a priori que les cinq roches 1 à 5 appartiennent à un seul massif de

(+) La constante  $\lambda^{87}_{\text{Rb}} = 1.42 \cdot 10^{-10} \text{ a}^{-1}$ , recommandée par l'U.I.G.S. (STEIGER and JÄGER, 1977) est utilisée.

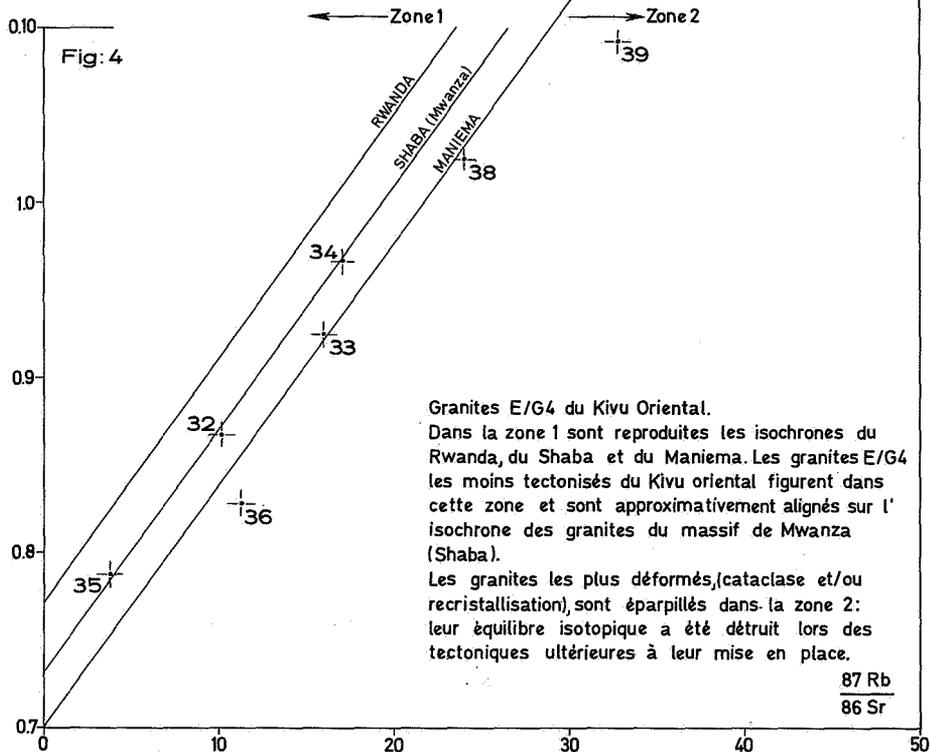
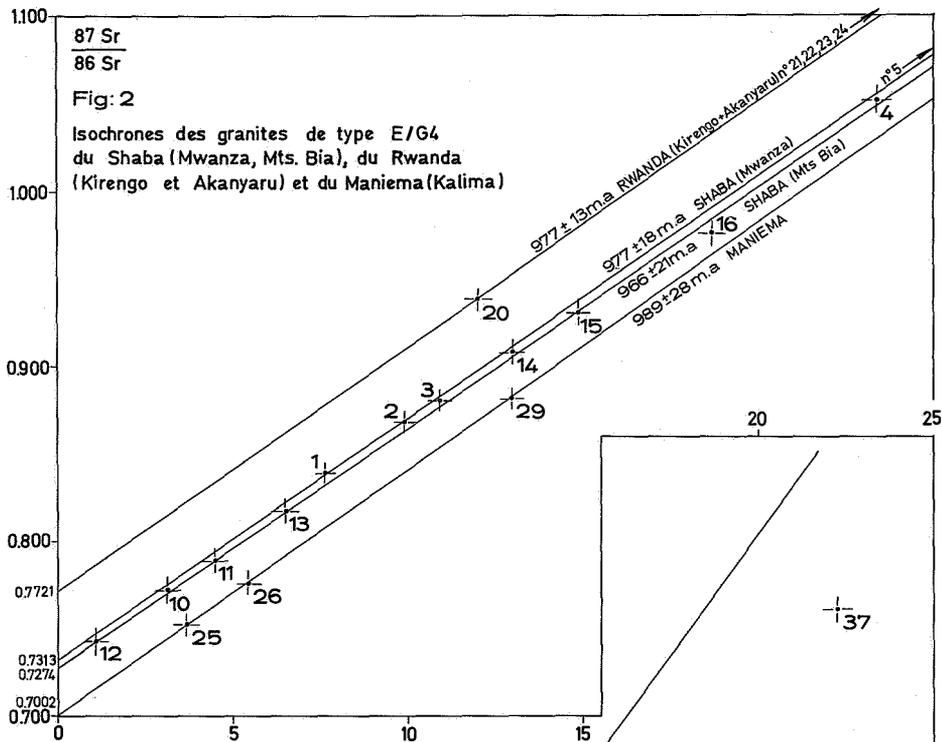


Fig. 2 Isochrones de roches totales des granites de type E/G4 du Shaba (Mwanza et Mts Bia), du Rwanda (Kirengo et Akanyaru) et du Maniema (Kalima).

Fig. 4 Roches totales des granites de type E/G4 du Kivu Oriental.

type E/G4. Toutefois leur excellent alignement indique clairement qu'elles sont bien cogénétiques.

Si les quatre analyses de minéraux (n° 6-9) sont incluses dans le calcul, le résultat obtenu ne diffère pas significativement du précédent; même au niveau  $1\sigma$  :  $1006 \pm 17$  m. a.,  $Ri : 0.7257 \pm 0.0022$  MSWD : 1.04. Ceci et le fait que ces roches n'ont guère subi de déformation visible indiquent qu'aucun événement tectono-thermal important ne s'est produit dans cette région après leur mise en place.

Les granites de type E/G4 des Monts Bia avaient livré un âge de  $952 \pm 17$  m. a. ( $Ri : 0.7281 \pm 0.0018$ , MSWD : 0.51) (CAHEN et al., 1971, recalculé) basé sur sept points dont 3 roches totales (n° 10 à 12 du tableau 1) et 4 feldspath (n° 13 - 16). Une seule de ces roches était du type E/G4, les deux autres étaient des granites antérieurs réhomogénéisés au moment de la formation du granite E/G4 (voir aussi plus loin). Le feldspath potassique ayant le rapport  $^{87}Rb : ^{86}Sr$  le plus élevé se place en fait sous l'isochrone (de même que la roche totale n° 17, encore beaucoup plus alcaline). On sait que les minéraux et les roches les plus alcalines ont tendance à rester plus longtemps "ouvertes" sur le plan de la mobilité isotopique (voir CAHEN et al., 1971). S'il n'est pas tenu compte de ce feldspath dans le calcul, l'alignement, sur six points restants (11 à 15), est légèrement amélioré :  $966 \pm 21$  m. a.,  $Ri : 0.7274 \pm 0.0019$  et MSWD : 0.28 (fig. 2).

Six minéraux de pegmatites du Shaba ont été analysés. Ces pegmatites ne font pas partie d'un même ensemble, l'une étant la pegmatite de Manono, les deux autres étant situées dans le massif des Mts Bia. Comme toute cette région n'a pas subi, postérieurement à l'intrusion des granites E/G4 d'événements tectono-thermal régional important, on peut s'attendre à ce que ces minéraux, ou la plupart d'entre eux, aient conservé leur âge. Effectivement, quatre des six minéraux (tabl. 2, n° 28-33) s'alignent sur une droite indiquant  $973 \pm 13$  m.a. ( $Ri : 0.7158 \pm 0.0440$  et MSWD : 2.89), cette droite comprend les points n° 30 de Sofwe, Mts Bia et 31, de Shienzi, Mts Bia et 2 points de Manono (n° 28, 29). Les deux autres points de Manono (n° 32, 33) se situent sous la ligne. Deux explications sont possibles : deux phases minérales successives existent dans la pegmatite de Manono (voir CAHEN et al., 1967) et les minéraux dont les points tombent sous l'alignement de quatre points appartiendraient peut-être à la seconde phase ou bien, l'existence de filons avec galène, postérieurs à la pegmatite, étant connue, les points sous l'alignement auraient en réalité subi des pertes isotopiques lors de cet événement postérieur. C'est cette hypothèse qui nous paraît actuellement la plus vraisemblable et, contrairement à l'opinion émise par CAHEN et al. (1967) nous ne pensons pas avoir obtenu l'âge de la deuxième phase de minéralogenèse de ces pegmatites au Shaba.

Les âges obtenus pour les granites de type E/G4 et les pegmatites associées, au Shaba, sont bien concordants :  $977 \pm 18$  m. a.,  $966 \pm 21$  m. a. et  $973 \pm 13$  m. a. Le premier établi exclusivement sur roches totales du même type est le plus fiable.

Rwanda. - Trois roches totales de granites de type E/G4 et un plagioclase (plus microcline) de Kirengo et une roche totale d'un granite de même type de la rivière Akanyaru (tabl. 1, n° 20 - 26) ont été datés par GERARDS et LEDENT (1976) à  $977 \pm 13$  m. a.,  $Ri : 0.7221 \pm 0.0043$ , MSWD : 0.84 (fig. 2). La distance entre Kirengo et l'Akanyaru étant considérable, il est préférable de calculer séparément les trois roches totales de Kirengo et le feldspath de même provenance (tabl. 1, n° 21 - 24).

Le résultat n'est pas significativement différent du précédent :  $972 \pm 15$  m. a.,  $Ri : 0.7782 \pm 0.0151$ , MSWD : 1.15. Le massif de Kirengo est relativement petit et la ligne obtenue peut être considérée comme une vraie isochrone.

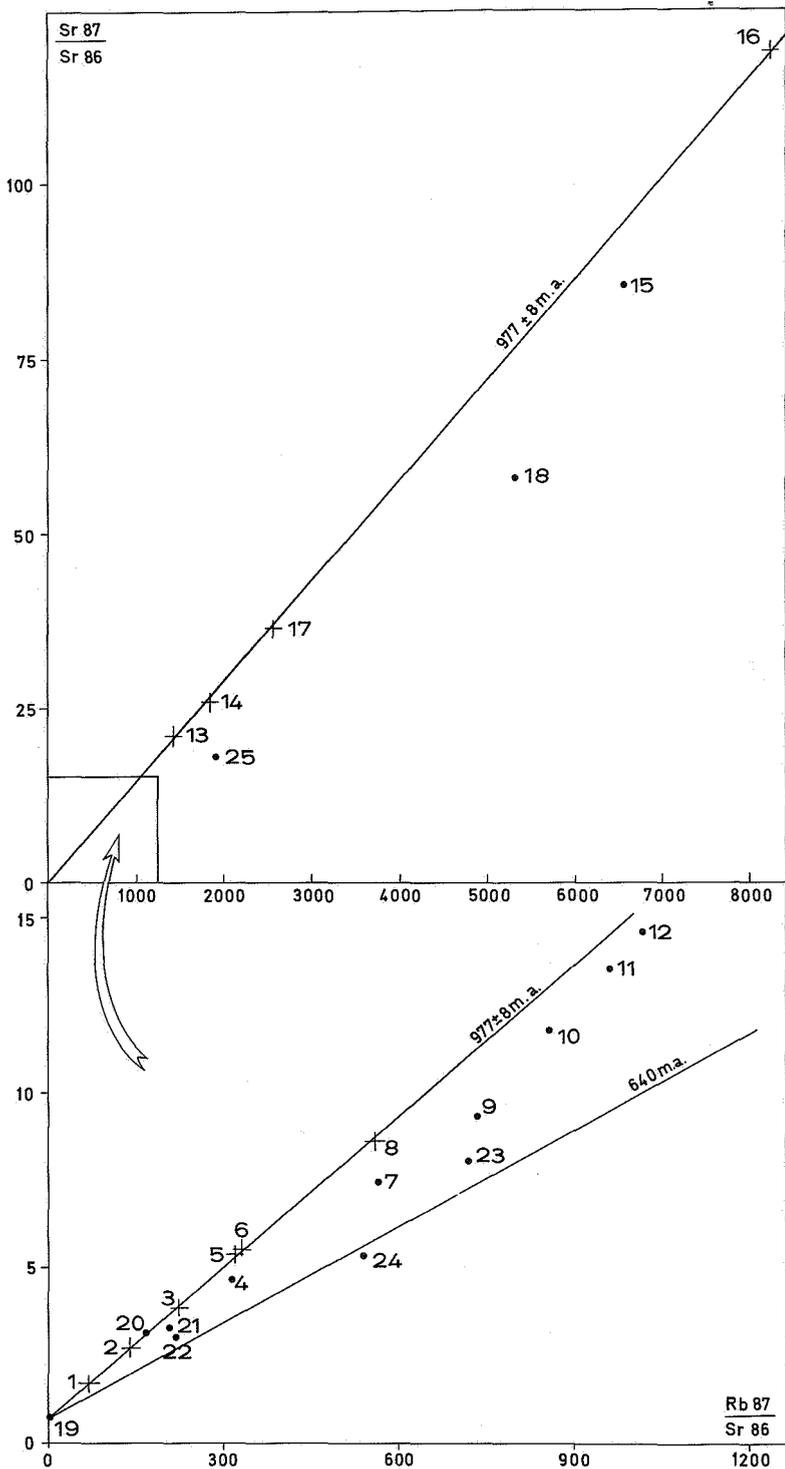


Fig. 3 Minéraux de pegmatites du Rwanda, du Burundi et du S. W. de l'Uganda.

Les roches du type E/G4 du Rwanda ont été soumises à un cataclase plus ou moins sévère qui a dérangé l'équilibre isotopique au niveau de leurs minéraux. Cette cataclase a été produite au cours d'un épisode tectonique daté vers 650 m. a. (GERARDS et LEDENT, 1976) qui existe aussi au Kivu oriental et au Burundi (CAHEN et al., 1979).

Parmi 25 minéraux de pegmatites du Rwanda (et du Burundi) (muscovites, lépidolites, microclines, biotites) dont beaucoup ont été analysés il y a quelque 17-18 ans (MONTEYNE-POULAERT et al., 1972 a), 10 muscovites et lépidolites et 2 microclines (tableau 2, n° 1-3, 5, 6, 8, 13, 14, 16, 17, 19, 20) sont très bien alignés (fig. 3) et indiquent  $977 \pm 8$  m. a.,  $Ri : 0.7849 + 0.0203$ ,  $MSDW : 1.47$ . Les treize autres points représentatifs sont, à l'exception d'une biotite, compris entre cette droite et une autre correspondant à 640 m. a. Il est donc évident que des minéraux de pegmatites ont subi des pertes isotopiques pendant l'épisode tectonique mentionné ci-dessus mais que plus de la moitié des muscovites et lépidolites (10 sur 18) et 2 (sur 5) microclines ont maintenu l'âge de 977 m. a. qui est identique à celui des granites auxquels ils sont apparentés. Au surplus, le fait qu'aucun point représentatif ne se trouve au-dessus de l'alignement indiquant  $977 \pm 8$  m. a. implique bien que cette valeur représente l'âge des roches.

Les résultats du Rwanda (et du Burundi) sont donc en excellent accord  $972 \pm 15$  m. a., (ou  $977 \pm 13$  m. a.) et  $977 \pm 8$  m. a. De ces deux résultats, le premier, obtenu sur le seul massif de Kirengo, paraît le plus à retenir.

Maniema (Kivu occidental). - Sept échantillons provenant des environs de Kalima ont été analysés. Trois d'entre eux (tableau 1, n° 25, 26, 29) sont alignés à  $989 \pm 28$  m. a.,  $Ri : 0.7002 \pm 0.0021$ ,  $MSDW : 0.05$  (fig. 2) deux autres très rapprochés (n° 27, 28) se trouvent sur une ligne plus ou moins subparallèle à  $1104 \pm 150$  m. a. Pour les deux derniers (n° 30, 31), dont les rapports  $^{87}\text{Rb} : ^{86}\text{Sr}$  sont nettement plus élevés, la mobilité isotopique s'est arrêtée beaucoup plus tard. Ces granites n'ont pas subi de déformation ultérieure à leur mise en place.

Kivu oriental. - Dans cette région, la grande majorité des granites de type E/G4 ont été plus ou moins complètement déformés durant deux épisodes tectoniques consécutifs à leur mise en place (CAHEN et al., 1979). Trois, non ou peu visiblement déformés sont indiqués au tableau 1 sous les n° 32 - 35 (voir fig. 4). Les n° 32 et 34 font partie d'un même affleurement, le n° 32 pourrait faire partie en profondeur du même massif que les deux précédents, toutefois ils ne sont pas alignés. Néanmoins, les n° 32, 34 et 25 sont à peu près alignés sur l'isochrone de Mwanza (Shaba) et les quatre points calculés avec des rapports initiaux d'environ 0.701 (pour le n° 33) et 0.732 pour les autres ont des âges de 975 m. a. environ. Comme ces rapports initiaux sont dans la gamme de ceux obtenus ailleurs pour des granites du même type et compte tenu de l'alignement approximatif des points 32, 34 et 35 on peut être assuré, en accord avec l'observation pétrographique indiquant que ces roches ont été peu ou pas déformées, que ces granites n'ont guère subi d'importantes perturbations isotopiques au cours des déformations tectoniques postérieures à leur mise en place. A cet égard, leur comportement est analogue à celui des granites de même type du Rwanda. Tous les autres granites (voir fig. 4) ont indubitablement subi des pertes isotopiques plus ou moins importantes et n'ont aucune utilité géochronologique dans le cadre de cette note.

Dans la même région mais plus au SW, si l'on excepte la pegmatite graphique de Lugusha 1 qui appartient à un autre type et à une autre génération (MONTEYNE-POULAERT et al., 1962 b), 6 des 7 minéraux de pegmatites analysés, provenant de la région de Kamituga (tabl. 2, n° 35-40, fig. 5) sont alignés (bien qu'imparfaitement)

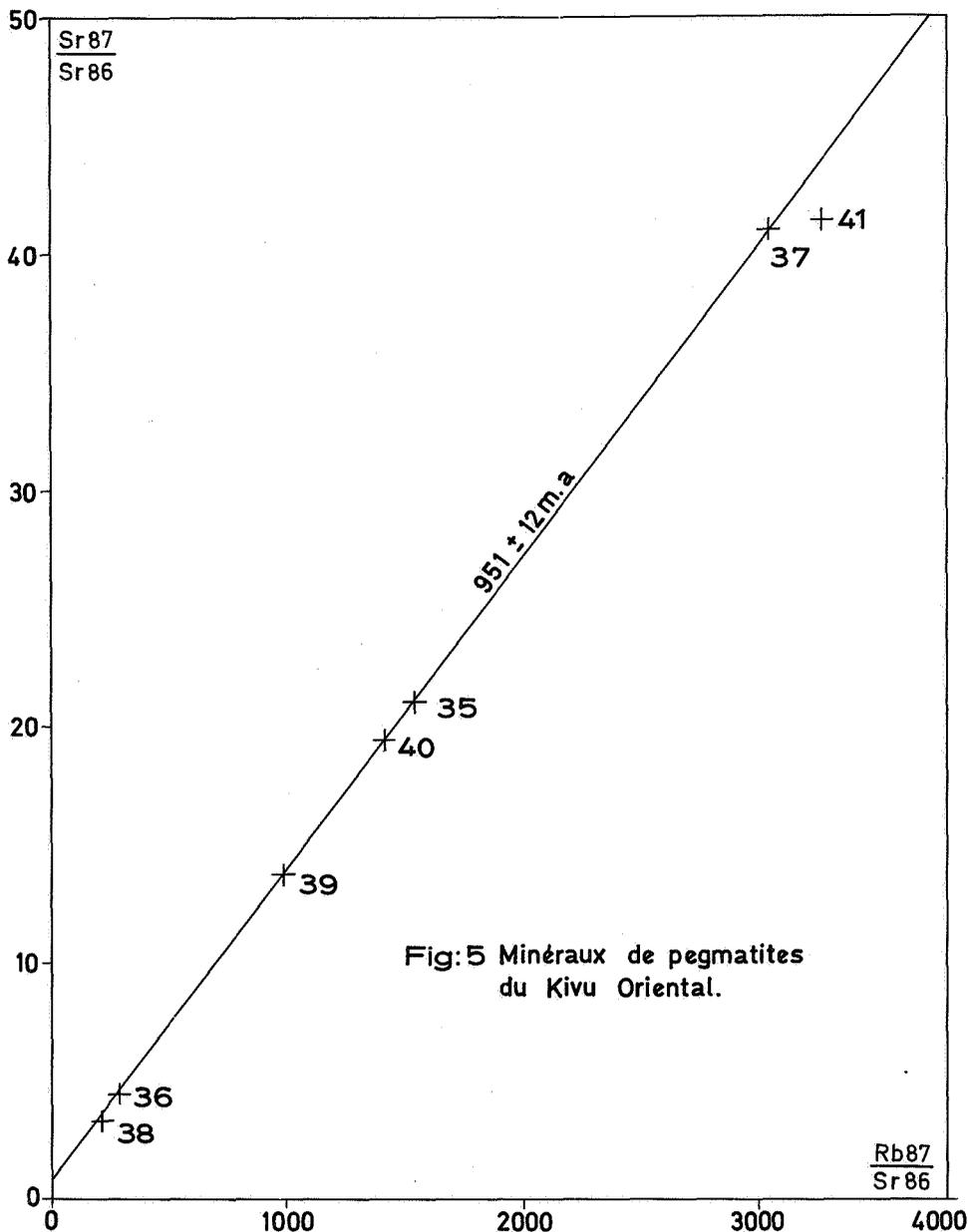


Fig. 5 Minéraux de pegmatites du Kivu Oriental.

- REFERENCES : 1 CAHEN et al., 1967                      2 GERARDS et LEDENT, 1976  
 3 CAHEN et al., 1972                                      N. Nouveaux résultats  
 1 (xx) résultat ancien, inédit, mentionné dans CAHEN et al., 1967
- Nota Bene : \*indique des mesures par dilution isotopique;  
 Les autres mesures de Rb et de Sr ont été réalisées par fluorescence  
 X par M. DELVIGNE et F. MATHONET-DUREZ au Dépt. de Géol. et de Min.,  
 Musée royal de l'Afrique Centrale, B-1980 Tervuren.

Tableau 1. - Données Rd/Sr relatifs aux granites de type E/G4

n°	Specimen R.G. n°	Localité	Roche ou Minéral	Rb ppm	Sr ppm	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	Ref
<b>SHABA</b>								
1	71.045	Mwanza	WR	393	151	$0,8398 \pm 0,0004$	$7,6305 \pm 0,1526$	N
2	85.121		WR	241*	72,26*	$0,868 \pm 0,003$	$9,81 \pm 0,29$	1,3
3	85.135		WR	428	116	$0,8801 \pm 0,0003$	$10,8598 \pm 0,2172$	N
4	71.044		WR	909*	115,8*	$1,052 \pm 0,007$	$23,37 \pm 0,70$	1,3
5	71.046		WR	386	13,7	$2,0383 \pm 0,0004$	$92,1994 \pm 1,8440$	N
6	71.044		Pl	141*	152,4 *	$0,7614 \pm 0,0023$	$2,70 \pm 0,008$	1,3
7	71.044		K felds	561*	209,3 *	$0,838 \pm 0,006$	$7,86 \pm 0,24$	1,3
8	85.121		Pl + Kf	156*	67,64*	$0,8223 \pm 0,0025$	$6,75 \pm 0,20$	1,3
9	85.121		K felds	449*	194,3*	$0,8183 \pm 0,006$	$6,75 \pm 0,20$	1,3
10	71.029	Mts Bia	WR	181*	167,0*	$0,7724 \pm 0,0054$	$3,147 \pm 0,124$	1,2,3
11	71.029		K felds	274*	178,1*	$0,7880 \pm 0,0048$	$4,49 \pm 0,13$	1,2,3
12	71.029		Pl	-	-	$0,742 \pm 0,005$	$1,10 \pm 0,03$	2,3
13	71.026		WR	224*	100*	$0,817 \pm 0,006$	$6,49 \pm 0,19$	2,3
14	71.026		K felds	441*	98,5*	$0,909 \pm 0,006$	$13,00 \pm 0,39$	2,3
15	71.012		WR	369*	73,1*	$0,931 \pm 0,006$	$14,90 \pm 0,44$	1,2,3
16	71.012		K felds	669*	106,2 *	$0,9765 \pm 0,0068$	$18,68 \pm 0,56$	1,2,3
17	71.013		RT	503	17,7	$1,7024 \pm 0,0002$	$90,2862 \pm 1,8057$	N
18	71.004	Bukena	WR	619*	28,22*	$1,666 \pm 0,005$	$69,41 \pm 2,08$	1
19	71.004		K felds	1179*	63,49*	$1,487 \pm 0,010$	$57,86 \pm 1,74$	1
<b>RWANDA</b>								
20	71.259	Akanyaru	WR	280*	54,9*	$0,9393 \pm 0,0002$	$12,0 \pm 0,24$	2
21	85.736 C	Kirengo	WR	138*	11,2*	$1,2977 \pm 0,0002$	$37,5 \pm 0,75$	2
22	85.736 A	Kirengo	WR	229*	6,08*	$2,612 \pm 0,008$	$129 \pm 2,6$	2
23	85.736 B	Kirengo	WR	261*	4,60*	$3,65 \pm 0,01$	$211 \pm 4,2$	2
24	85.736 B	Kirengo	Felds	369*	5,89*	$4,07 \pm 0,01$	$237 \pm 4,7$	2
<b>MANIEMA</b>								
		Kalima et environs						
25	70.686	Camp Makamba	WR	313	240	$0,7520 \pm 0,0003$	$3,6699 \pm 0,0736$	N
26	70.754	Tunnel Likulu	WR	348	188	$0,7768 \pm 0,0003$	$5,3949 \pm 0,1079$	N
27	13.794	Kalima	WR	336	147	$0,8060 \pm 0,0004$	$6,679 \pm 0,1335$	N
28	70.729	Madiakala	WR	317	120	$0,8232 \pm 0,0007$	$7,7305 \pm 0,1546$	N
29	70.720	Barrage Lutshuruku	WR	380	86,8	$0,8821 \pm 0,0002$	$12,8824 \pm 0,2575$	N
30	70.730	Moka G.P.	WR	573	69,1	$1,0325 \pm 0,0006$	$24,7586 \pm 0,4952$	N
31	13.777	Kalima	WR	563	40,9	$1,1464 \pm 0,0004$	$41,5564 \pm 0,8311$	N
<b>KIVU Oriental</b>								
32	71.171	Nzombe	WR	281	81,3	$0,8636 \pm 0,0003$	$10,1497 \pm 0,1730$	N
33	71.157	Kasika (a)	WR	406	74,7	$0,9257 \pm 0,0005$	$16,0685 \pm 0,3214$	N
34	71.157	Kasika (b)	WR	389	67,6	$0,967 \pm 0,0068$	$17,09 \pm 0,51$	1 (xx)
35	119.778	Mt Kahundu	WR	87,4	66,5	$0,7877 \pm 0,0003$	$3,8318 \pm 0,0766$	N
36	71.615	Nyamakubi	WR	50,7	13,3	$0,8276 \pm 0,0009$	$11,1622 \pm 0,2232$	N
37	119.663	"N.Volcan Nyankikula"	WR	367	25,1	$1,2087 \pm 0,0006$	$44,4498 \pm 0,8890$	N
38	83.468	route Tubimbi-Mwenga	WR	369	45,9	$1,0249 \pm 0,0002$	$23,9960 \pm 0,4799$	N
39	83.462	Km 95, rte Tubimbi-Mwenga	WR	337	30,9	$1,0935 \pm 0,0005$	$32,7745 \pm 0,6555$	N

Tableau 2. - Minéraux de pegmatites du Rwanda, du Burundi et du S.O. Uganda.

N°ordre (x)	N° minéral	Localisation	Rb ppm	Sr ppm	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ± 3%	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ ± 2%
<i>Muscovites, lépidolites</i>						
1	8520	km 139 (R)	477	23,40	1,673	64,59
2	8517	Rutongo (R)	875	23,13	2,665	130,3
3	4367	Rwinkwavu (R)	1660	28,10	3,861	223,9
4	M23	Mwerasandu (U)	6125	77,95	4,668	316,2
5	M17	Rweibangu (U)	611,2	8,03	5,409	322,4
6	6131	Gakara (Bu)	815	10,4	5,501	333,2
7	P6	Bulema (U)	3376	28,65	7,443	566,9
8	9056	Km 23 axe A (Bu)	997	9,106	8,617	562,9
9	M21	Mwerasandu (U)	8872	65,68	9,706	736,1
10	8854	Buranga (R)	4908	34,12	11,804	858,5
11	8511	Mbuye (R)	4070	17,275	13,55	1545
12	6543	Buranga (R)	4578	30,46	14,615	1028
13	5874	Nyabugongo (R)	2408	14,73	21,169	1422
14	8510	?Rutana (Bu)	1045	5,67	25,800	1847
15	8983	Buranga (R)	5190	21,77	85,495	6439
16	4682	Gatumba (R)	5890	25,26	117,815	8453
17	MoR	Rwemiro (U)	7906	39,40	36,63	2628
18	Be269	Gatumba (R)	15.965	57,62	58,28	5335
<i>Microclines</i>						
19	P2	Bulema (U)	96,89	64,89	0,7542	4,340
20	4203	Bijojo (R)	703	14,69	3,105	171,02
21	P4	Nyabukwerere (U)	2050	36,36	3,328	204,9
22	P3	Rwemiro (U)	4318	65,30	2,965	233,6
23	8852	Buranga (R)	4329	30,05	8,058	717,2
<i>Biotites</i>						
24	6400	Km 5,8 rte Bujumbura -Butare (Bu)	812	6,368	5,307	531,8
25	MoB	Mungenyi (U)	2845	11,57	18,10	1921

(x) 1,2,6,8,11 à 16,20 (MONTEYNE-POULAERT et al., 1962b);  
 4,5,7,9,17,21,22,25 (VERNON-CHAMBERLAIN & SNELLING, 1972);  
 3,10,18,23,24 (CAHEN & SNELLING, 1966).

Tableau 2 (suite). - Minéraux de pegmatites du Kivu et du Shaba.

N° ordre(*)	N° minéral	Nature	Localisation	Rb ppm	Sr ppm	$\frac{87}{86}\text{Sr} + 3\%$	$\frac{87}{86}\text{Rb} + 2\%$
26	3658	musc.	Lugusha 1	1250	7,245	40,68	2459
27	3658	micr.	Lugusha 1 (K)	491	128,7	0,907	11,32
28	5825	micr.	Manono (Sh)	3380	25,9	10,78	753
29	3117	lépid.	Manono (Sh)	14983	86,1	23,68	1638
30	2052	micr. graph.	Sofwe (Sh)	1165	33,21	2,36	118
31	2853	musc.	Shienzi (Sh)	1847	14,08	12,31	811
32	3124	musc.	Manono (Sh)	5070	22,88	46,5	3522
33	5826	micr. écrasé	Manono (Sh)	4008	26,7	13,17	967
34	1974	musc.	Lubutu (K)	697	10,13	4,711	277
35	6216	musc.	Kobokobo (K)	2735	15,24	21,11	1558
36	3600	musc.	Lugusha 2 (K)	1580	22,48	4,553	280
37	8748	musc.	G15 Gde Mobale (K)	3685	17,29	41,01	3078
38	6214	micr.	Kobokobo (K)	3200	54,92	3,275	237
39	4760	micr.	Gde Mobale (K)	5420	36,45	13,72	981
40	8693	micr.	D15 Pte Mobale (K)	6678	39,17	19,63	1412
41	4759	mica vert lith.	Kobokobo (K)	5012	22,10	41,54	3256
42	85120	micr. graph.	Mwanza (Sh)	516	169,8	0,8463	8,906

(\*) 28 à 34 et 43 (Cahen, Delhal, Deutsch, 1967); 26,27,36,37,38,40,41 (Monteyne-Poulaert *et al.*, 1962a); 35, 39, 42 (Cahen, Snelling, 1966).

et donnent :  $951 \pm 12$  m. a.;,  $R_i : 0.5065 \pm 0.6656$ , MSWD : 19.07. Le rapport initial calculé et le MSWD élevé indiquent que ces minéraux peuvent ne pas être exactement contemporains ou, s'ils le sont, ce qui est plus probable, ne sont pas restés parfaitement clos du point de vue isotopique ce qui étant donné ce qu'on sait de l'histoire géologique de la région est presque évident. Le point représentatif d'un minéral de Kobokobo (n°41) se situe nettement sous la droite et quel que soit le rapport initial utilisé donne un âge proche de 860 m. a., très voisin de celui de minéraux uranifères introduits tardivement dans la pegmatite de Kobokobo (MONTEYNE-POULAERT *et al.*, 1962 b).

Les résultats obtenus au Kivu oriental attestent que l'équilibre isotopique a été dérangé dans la plupart des spécimens de granite et dans nombre de minéraux de pegmatite, de sorte qu'ils ne peuvent servir qu'à indiquer que ces intrusions devaient être de même âge que dans les autres régions encadrant le Kivu oriental.

En conclusion, les résultats peuvent être résumés comme au tableau 3.

Tableau 3 : Ages obtenus pour les granites de type E/G4 et les pegmatites associées.

Régions	Granites E/G4	Pegmatites
Shaba	<b>977 ± 18</b> M.A. ; Ri : 0.7319±0.0030 MSWD : 0.94  966±21 m.a. ; Ri : 0.7274±0.0019 MSDW : 0.28	973±13 m.a. ; Ri : 0.7158±0.0440 MSWD : 2.89
Rwanda (Burundi)	<b>972 ± 15</b> M.A. ; Ri : 0.7782±0.0151 MWS D : 1.15  977±13 m.a., Ri : 0.7721±0.0043 MSWD : 0.84	977±8 m.a. ; Ri : 0.7849±0.0203 MWS D : 1.47
Maniema (Kivu occ.)	989±28 m.a. ; Ri : 0.7002±0.0021 MSWD : 0.05	-
Kivu oriental	(compatible avec 976 m.a.)	(alignement imparfait à 951 ± 12 m.a.)

Les deux meilleurs résultats sont imprimés en gras; tous les autres âges obtenus, quelles que soient leurs imperfections dues à des échantillonnages peu corrects et aux modifications isotopiques suscitées par les tectoniques postérieures à la mise en place des granites et pegmatites, sont concordants avec les deux plus fiables.

Compte tenu des erreurs qui restent faibles même dans les limites de  $2\sigma$ , tous les granites ont le même âge qui est aussi celui des pegmatites qui les accompagnent; nous adoptons pour cet âge la valeur moyenne des résultats obtenus sur les granites, moyenne qui, simple ou pondérée, est de  $976 \pm 10$  m.a. ( $1\sigma$ ).

Cette conclusion basée sur des mesures plus nombreuses, plus précises et mieux réparties géographiquement que dans les travaux antérieurs permet de répondre à la première question restant posée (voir Introduction).

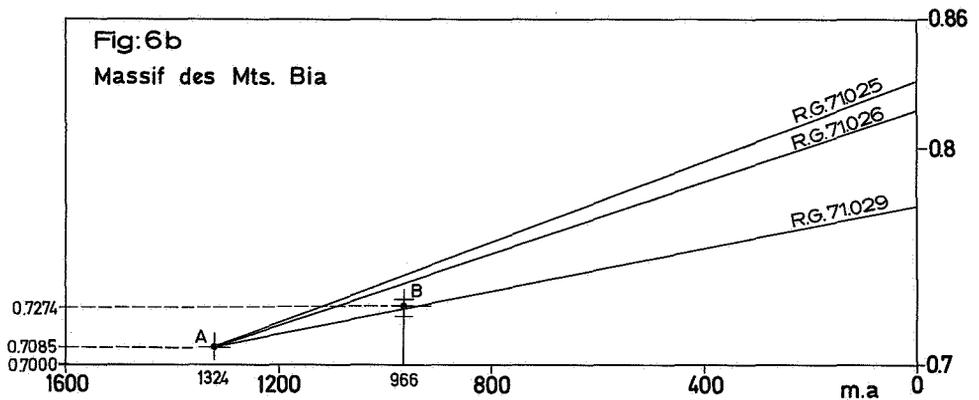
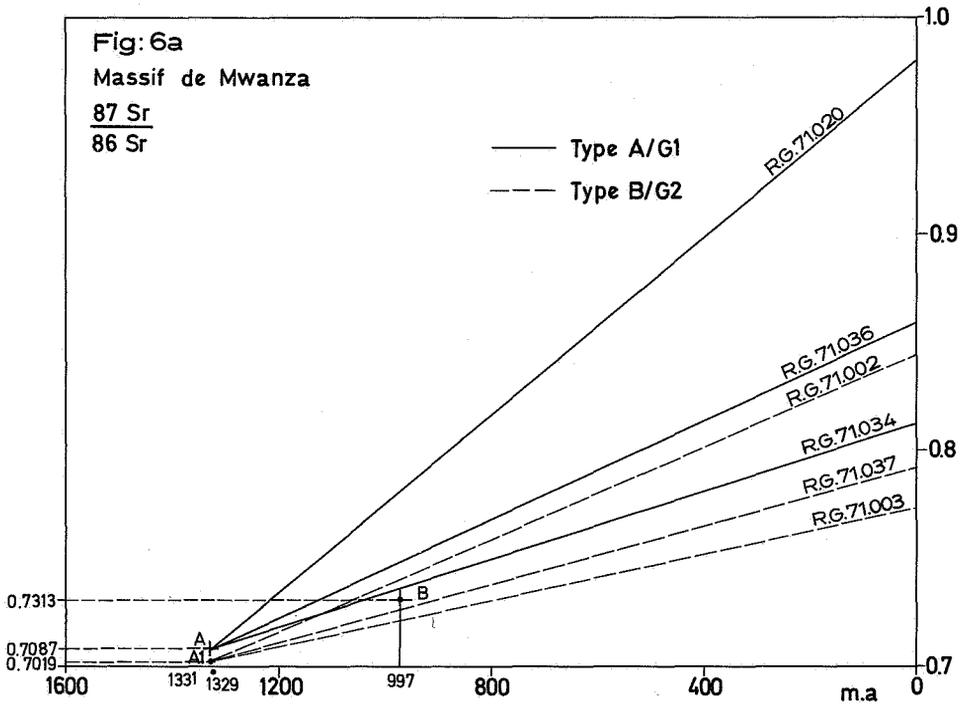


Fig. 6 Rapports initiaux des granites de type E/G4 du Shaba (points B) et droites de croissance des rapports  $^{87}\text{Sr}:^{86}\text{Sr}$  des gneiss granitiques de type A/G1 (rapports initiaux, points A) et B/G2 (rapport initial, point A') de la même région; 6a : massif de Mwanza; 6b : massif des Monts Bia.

RELATIONS ENTRE GRANITES ET PEGMATITES ET DONNEES SUR LA PETROGENESE DE CES ROCHES.

Il existe plusieurs épisodes pegmatitiques au sein de la chaîne kibarienne (CAHEN et al., 1967) dont le premier, daté à Lugusha 1, non loin de Kamituga (Kivu méridional) par une paire muscovite-microcline est à 1135 m.a. ( $R_i : 0.723$ ), le deuxième, le plus répandu est celui de 976 m. a. et le troisième est postérieur (CAHEN et LEDENT, 1979).

Nous sommes actuellement à même de confirmer isotopiquement la consanguinité entre pegmatites et granites d'une même région. Au Shaba, les deux types de roche sont de même âge et ont des rapports  $^{87}\text{Sr} : ^{86}\text{Sr}$  initiaux comparables (granites :  $0.7313 \pm 0.003$  et  $0.7274 \pm 0.0151$ , pegmatites :  $0.7849 \pm 0.0203$ ).

Ces rapports initiaux élevés ont, dès 1967, fait l'objet de recherches. CAHEN et al. (1967) montraient que le strontium initial des granites E/G4 du Shaba pouvaient provenir entièrement ou en partie des gneiss granitiques de type A (G1) et B (G2) dans lesquels la plupart des granites de type E/G1 du Shaba sont mis en place (fig. 6). Il s'agit de gneiss granitiques d'âge voisin ou supérieur à 1300 m.a. Ultérieurement, il fut montré (CAHEN et al., 1971) que les granites du type E/G4 des Mts Bia (Shaba) résultaient de la fusion des gneiss environnants avec ou sans rapport de matériel métasomatique ou magmatique nouveau : trois stades de la transformation étaient matérialisés par (1°) un échantillon de gneiss granitique de type A (G1),

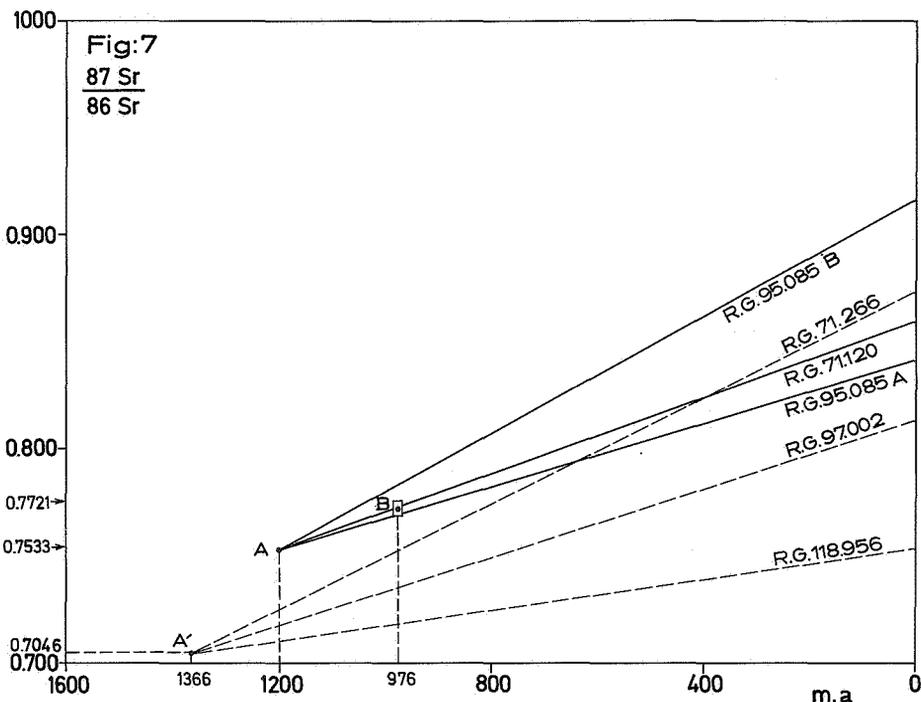


Fig. 7 Rapport initial des granites de type E/G4 du Rwanda, du Burundi et du S.W. Uganda (point B) et droites de croissance des rapports  $^{87}\text{Sr} : ^{86}\text{Sr}$  des gneiss granitiques de type A/G1 (rapport initial, point A') et des gneiss granitiques ante-Burundien rehomogénéisés à  $1204 \pm 65$  m. a. de la même région (rapport initial, point A).

qui n'avait subi aucune transformation visible mais témoignait de réhomogénéisation isotopique à l'échelle des minéraux à  $966 \pm 21$  m.a.; (2°) un deuxième échantillon du même type de granite gneissique qui avait gardé sa structure primitive mais était surabondamment pourvu de microcline et parcouru par un filonnet de fluorine, les points représentatifs de la roche totale et de son microcline étaient parfaitement alignés sur la droite de  $966 \pm 21$  m.a. joignant les trois points de l'échantillon du 1° à ceux d'un granite de type E/G4 et de son microcline. En 1972, il fut mis en évidence (CAHEN et al.) que la transformation des granites gneissiques de type A et B en granite de type E pouvait se faire in situ par un faible échange de matière, 5 à 6 cations d'éléments majeurs par volume correspondant à 160 atomes d'oxygène. L'apport de matière nouvelle était néanmoins certain mais pouvait être très limité tant du point de vue nombre d'éléments introduits que de leur quantité : il s'agissait essentiellement d'un enrichissement en Rb.

Il est à présent possible d'établir pour les granites E/G4 du Rwanda une origine à partir de la fusion de gneiss ante-Burundien (fig. 7) et il est intéressant de noter qu'une origine analogue est suggérée par PRIEM et al. (1975) pour des granites à étain d'âge Triasique supérieur d'Indonésie et de manière plus détaillée par BIGNELL et SNELLING (1977) et BIGNELL et al. (1978) pour des granites du SE asiatique.

Toutefois l'existence de granites de type E/G4 ayant des rapports  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  initiaux plus bas est mise en évidence au Maniema. Les rapports connus ne dépassent pas 0.716 environ et le mieux déterminé est :  $0.7002 \pm 0.0022$ ; malgré une précision moindre que dans les régions du Shaba et du Rwanda, on doit envisager pour au moins une partie des granites de ce type une origine profonde.

Il en résulte donc que même là où l'origine par fusion de gneiss antérieurs est mise en évidence, il y a eu apport d'un magma ne se distinguant essentiellement du milieu mis en fusion que par l'abondance en Rb.

La différence constatée entre le cas du Maniema avec des rapports initiaux bas et le Rwanda avec des rapports élevés, le Shaba étant intermédiaire, est également à mettre en relation avec ce que l'on sait du milieu ambiant au moment de l'intrusion du magma E/G4.

Au Maniema, autour de Kalima, aucun gneiss n'existe, les granites E/G4 sont mis en place dans une couverture sédimentaire légèrement métamorphique, constituée de schistes noirs graphiteux et de quartzites foncés. Ces roches sont habituellement considérées comme burundiennes mais pourraient être plus récentes. Ces granites sont mis en place dans la partie haute de la croûte et développent un faible métamorphisme de contact, c.-à-d. dans un milieu "froid" ce qui (VARLAMOFF, 1950) explique la répartition des pegmatites et filons peu abondants et surtout localisés dans le granite lui-même.

Au Rwanda (et au Burundi) et spécialement à l'ouest du méridien de  $30^\circ$  Est on se trouve soit dans des métasédiments vers la base du Burundien (ou anté-Burundien) soit dans des gneiss anté-Burundien c'est à dire dans un milieu bathymétrique plus profond où la température était beaucoup plus élevée qu'au Maniema. Ceci (VARLAMOFF, 1950) explique l'abondance et la répartition plus large des pegmatites qui se rencontrent à des distances beaucoup plus considérables du massif granitique. Dans ces conditions, le magma E/G4 à haute température, rencontre des gneiss anté-Burundien, qui sous-tendent toute la région, profondément enfouis dans un milieu à température élevée et les portent à la fusion qui est à l'origine des granites E/G4 actuellement observés dans cette région.

Au Shaba, les granites E/G4 se trouvent essentiellement dans des gneiss granitiques synorogéniques observés dans les anticlinaux du plissement Kibarien. Le milieu observé est donc intermédiaire, mais plus proche à certains égards de celui du Rwanda que de celui du Maniema.

## POSITION STRATIGRAPHIQUE DES GRANITES DU TYPE E/G4.

Déjà en 1967 (CAHEN et al., p. 58) était soulignée la probabilité qu'une importante partie des supergroupes de la Mbuji Mayi et du Roan avait été déposée avant l'intrusion des granites de type E/G4 et que, du point de vue chronologique, ces granites étaient "katangiens". Toutefois, l'attention était attirée sur le fait qu'ils n'existaient pas en dehors de la chaîne kibarienne.

A l'heure actuelle, il est démontré que des couches jusqu'à récemment considérées comme "burundiennes" et faisant partie de la chaîne kibarienne, étaient en réalité postérieures à cette chaîne et correspondaient au "Katangien". Ces couches, constituent le Supergroupe de l'Itombwe dans le Kivu oriental du Sud de Bukavu et les granites de type E/G4 sont intrusifs dans le groupe inférieur du supergroupe et recouverts au moins en transgression par le groupe supérieur (CAHEN et al., 1979). Il n'y a plus de liaison exclusive avec la chaîne kibarienne.

Remerciements. - Nous remercions J. DELHAL pour d'utiles et amicales discussions.

## REFERENCES.

- BIGNELL, J. D. & SNELLING, N. J. (1977) - Geochronology of Malayan granites, *Overseas Geol. & Miner. Res.*, 47, IV+70 pp.
- BIGNELL, J. D., SNELLING, N. J. & TEGGIN, D. E. (1978) - Geochronology of the tin granites of southeast Asia. *in Short papers of the fourth international conference, Geochronology, Cosmochronology, Isotope Geology, 1978, Geol. Surv. USA, Open file Rep. 78-701, 37/38.*
- CAHEN, L., DELHAL, J. et MONTEYNE-POULAERT, G. (1966) - Age determinations on granites, pegmatites and veins from the Kibaran belt of Central and Northern Katanga. *Nature* 210, n° 5043, 1347/1349.
- CAHEN, L., DELHAL, J. et DEUTSCH, S. (1967) - Rubidium-strontium geochronology of some granitic rocks from the Kibaran belt (Central Katanga, Rep. of the Congo). *Ann. Mus. roy. Afr. centr., Tervuren, Belg. - sér. in -8°, Sc. géol.*, 59, 1/65.
- CAHEN, L., DELHAL, J. et DEUTSCH, S. (1971) - Nouvelles données sur l'âge de la pétrogenèse des granites post-tectoniques de la chaîne kibarienne, Républ. Démocratique du Congo. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 94, 179/183.
- CAHEN, L., DELHAL, J. et DEUTSCH, S. (1972) - A comparison of the ages with those of the Kibaran of central Shaba (Katanga), Rép. Zaïre, with some new isotopic and petrogenetical data. *Ann. Mus. roy. Afr. centr., Tervuren, Belg. - sér. in -8°, Sc. géol.*, 73, 45/67.
- CAHEN, L., LEDENT, D. et VILLENEUVE, M. (1979) - Existence d'une chaîne plissée d'âge Protérozoïque supérieur au Kivu oriental (Zaïre). Données géochronologiques relatives au Supergroupe de l'Itombwe. *Bull. Soc. belge Géol.* 88, 1, 71/83
- GERARDS, J. et LEDENT, D. (1976) - Les réhomogénéisations isotopiques d'âge lufilien dans les granites du Rwanda. *Mus. royal Afr. centr., Tervuren (Belg.), Dépt. Géol. Min., Rapp. ann. 1975, 91/103.*
- MONTEYNE-POULAERT, G., DELWICHE, R. et CAHEN, L. (1962 a) - Ages de minéralisations pegmatitiques et filoniennes du Rwanda et du Burundi. *Bull. Soc. belge Géol.*, 71, 2, 210/222.

- MONTEYNE-POULAERT, G., DELWICHE, R., SAFIANNIKOFF, A. et CAHEN, L. (1962 b) - Ages de minéralisations pegmatitiques et filoniennes du Kivu méridional (Congo oriental). Indications préliminaires sur les âges de phases pegmatitiques successives. *Bull. Soc. belge Géol.*, 71, 2, 272/294.
- PRIEM, H. N., BOELRIJK, N. A. I. M., BON, E. H., HEBEDA, E. H., VERDURMEN, E. A. Th., and VERSCHURE, R. H. (1975) - Isotope geochronology in the Indonesian tin belt. *Geologie en Mijnbouw*, 54 (1), 61/70.
- VARLAMOFF, N. (1950) - Types de gisements de cassitérite du Maniema et du Ruanda. *Comm. du 50e anniv. du Comité Spécial du Katanga, C. R. travaux du Congr. Scientif., Elisabethville, 1950.*
- VERNON-CHAMBERLAIN, V. E. and SNELLING, N. J. (1972) - Age and Isotope studies on the arena granites of SW Uganda. *Ann. Mus. roy. Afr. centr., in 8°, Sc. géol.*, 73, 1/44.
- STEIGER, R. H. and JÄGER, E. (1977) - Subcommittee on geochronology : Convention on the use of decay constants in geo- and cosmochronology. *Earth & Plan. Sc. Lett.*, 36, 359/362.
- WILLIAMSON, J. H. (1968) - Least squares fitting of a straight line. *Can. J. Phys.* 46, 1845/1847.