

LES SEYCHELLES, UN NUCLEUS SIALIQUE (*)

par

J. MICHOT et S. DEUTSCH (**)

RESUME.— D'après les études géophysiques, les Seychelles sont considérées comme constituant un fragment continental abandonné dans sa position géographique actuelle à la suite de la dérive continentale wégénérienne.

Les données sismiques peuvent, en fait, être interprétées sur la base du profil crustal continental si seules les compositions lithologiques des diverses unités constitutives, observées ou déduites, sont prises en considération.

La notion de segment crustal à caractère continental implique cependant que cette unité porte également les traces structurales et texturales de l'évolution qu'elle a subis au cours d'un ou plusieurs cycles géologiques.

Les observations géologiques et pétrologiques ne révèlent aucune caractéristique correspondant à une telle évolution. Nos données (pétrographiques, géochimiques et géochronologiques) sont dès lors interprétées dans un cadre différent : les Seychelles sont considérées comme représentant un complexe magmatique différencié dans la partie supérieure du manteau, à l'interface manteau-croûte, dans les premières phases d'un processus de bombement d'une masse continentale progressivement fracturée, divisée et qui finalement s'est trouvée impliquée dans un phénomène de dérive.

Les Seychelles constituent ainsi un élément particulier de la tectonique des plaques, individualisé dans le manteau supérieur et émergeant progressivement à la surface du Globe terrestre dans la zone intercontinentale créée par la segmentation et la dérive du continent surimcombant. Le banc des Seychelles représente ainsi un premier stade d'apparition d'un nouvel élément continental d'extension réduite. C'est cet élément que nous désignons sous le terme de nucleus sialique.

ABSTRACT.— Geophysical studies have shown that the Seychelles can be interpreted as a continental fragment left behind after continental drift as a result of the breakup of Gondwanaland. If only the lithological composition of the various constituent units (either observed or deduced) are taken into account the seismic data show a crustal type profile. However, the notion of a crustal segment of continental character implies that it should also show traces of a structural and textural evolution during one or more geological cycles. Geological and petrological data have failed to provide evidence on the Seychelles of such an evolution. All the representative rocks of the principal islands, as described already by BAKER are granites with an alkaline trend. The only different rocks to be found are xenoliths of gabbroic and dioritic nature. Xenoliths of gneiss or other metamorphic rocks seen totally absent.

Our tentative interpretation is that the Seychelles should be considered as a magmatic complex differentiated in the upper part of the mantle. The initial Sr isotopic value of six total rock samples is consistent with such an origin. The Rb/Sr measurements define an isochron yielding an age of 710 ± 9 m.y. (2σ) ($R_i = 0,7046 \pm 0,0003$), which agrees with the age data of WASSERBURG et al. ; U/Pb measurements on zircon give discordant values pointing to an apparent crystallisation age of 800 m.y. ; it could be interpreted as resulting from a mixture of zircons crystallised in the successive products during the magmatic differentiation process which was initiated before 800 m.y. and ended about 700 m.y. ago.

(*) Communication présentée le 1er février 1977, manuscrit déposé le 1er mars 1977.

(**) Université Libre de Bruxelles, Laboratoire de Pétrologie et de Minéralogie, 50, avenue Roosevelt, B-1050 Bruxelles

The magmatic process, about which on petrological and geochemical grounds seems to be the only operative one in the evolution of the Seychelles, may be related to a chemical differentiation occurring in the upper part of the mantle, near the mantle-crust interface, at the beginning of a doming phenomenon which initiated the development of a fracture system, leading to continental drift. The Seychelles may thus be a witness to a plate tectonic event which happened long before the breakup of Gondwanaland as envisaged by Wegener, or as a prelude to this breakup.

INTRODUCTION

L'archipel des Seychelles retient depuis longtemps l'attention des géologues par deux de ses aspects particuliers. Les îles qui le composent constituent, en effet, une exception parmi la grande majorité des îles du domaine océanique.

En premier lieu, elles apparaissent essentiellement constituées de roches acides, granitiques, et par là s'apparentent aux ensembles sialiques qui caractérisent les domaines continentaux.

En second lieu, à l'exclusion de deux d'entre elles, situées au nord-ouest de l'archipel, l'île du nord et l'île Silhouette d'âge tertiaire, elles sont formées de roches datées de la fin du Précambrien, caractère qui les distingue, avec Madagascar et les îles Falkland, de l'ensemble des îles océaniques dont l'âge est inférieur à 150 M.A. (WILSON, 1963).

Deux hypothèses s'appuyant sur ces deux particularités tentaient jusqu'il y a quelques années, de rendre compte de l'origine des îles Seychelles, l'une et l'autre en liaison avec un processus de dérive continentale :

- la séparation d'une presqu'île appartenant au continent africain (GARDINER, 1906 ; WILLIS, 1932), ou
- la séparation d'un bloc issu du continent Indien, "left behind in the rear of India" (DU TOIT, 1937).

Récemment Mc KENZIE et SCLATER (1973) ont réfuté la seconde hypothèse. De leur côté, BAKER et MILLER (1963) ont apporté une série d'éléments de nature géologique et géophysique, qui les incitent à interpréter ces îles comme constituant, avec la ride des Mascareignes, la zone marginale du continent africain, actuellement en dépression et immergée.

Depuis, les études géophysiques de FRANCIS et al (1966) ont mis en évidence l'existence d'une croûte à caractère océanique séparant la côte africaine et l'archipel des Seychelles. Leurs observations, jointes entre autres à celles de MATTEWS et DAVIES (1966), viennent donc à l'encontre de l'hypothèse de BAKER

et MILLER et ont amené à reconsidérer, sous une forme adaptée, la première des hypothèses formulées et à interpréter l'archipel comme un fragment continental, dont la structure sismique du type croûte continentale serait celle d'un fragment détaché du continent africain, au même titre que l'île de Madagascar par exemple. Nous avons repris cette question, intrigués par le fait que les descriptions géologiques et pétrographiques des roches de l'archipel ne mentionnaient aucune formation typique d'une unité continentale et mettaient dès lors en cause la structure profonde proposée et l'origine continentale invoquée.

APERCU GEOLOGIQUE DES ILES SEYCHELLES.

L'archipel des Seychelles est situé à mi-distance entre la côte africaine et la dorsale de Carlsberg, à 1.500 km environ à l'est de Mombasa. Le haut fond sur lequel sont disséminées les îles, forme un plateau allongé suivant une direction nord-ouest - sud-est, d'allure sensiblement horizontale, culminant à 60 m environ sous la surface de l'océan. Ce haut fond est en général limité par des parois abruptes rejoignant le fond océanique à une profondeur de l'ordre de 3.500 m. A l'ouest, il se prolonge par une structure en forme de selle, vers le haut fond supportant les îles Amirantes ; au sud-est, il est relié à la ride des Mascareignes par une crête affleurant à 1.800 m sous la surface des eaux (Fig. 1).

Les premières descriptions géologiques des îles Seychelles sont dues à VELAIN (1879). Elles sont reprises plus tard par BAUER (1898) qui entreprend l'étude d'une collection de roches récoltées par le biologiste allemand BRAUER. En 1961, MILLER et MUDIE établissent pour la première fois, à 654 M.A., par datation Ar/K sur biotite, l'âge du granite des Seychelles.

WASSEBURG et al (1963) le confirment par la méthode Rb/Sr, portant à la fois sur le granite en roche totale et sur le feldspath potassique qui en est extrait. Dans le premier cas, ces auteurs obtiennent une valeur de 681 M.A. (± 34), dans le second 638 M.A. (± 25).

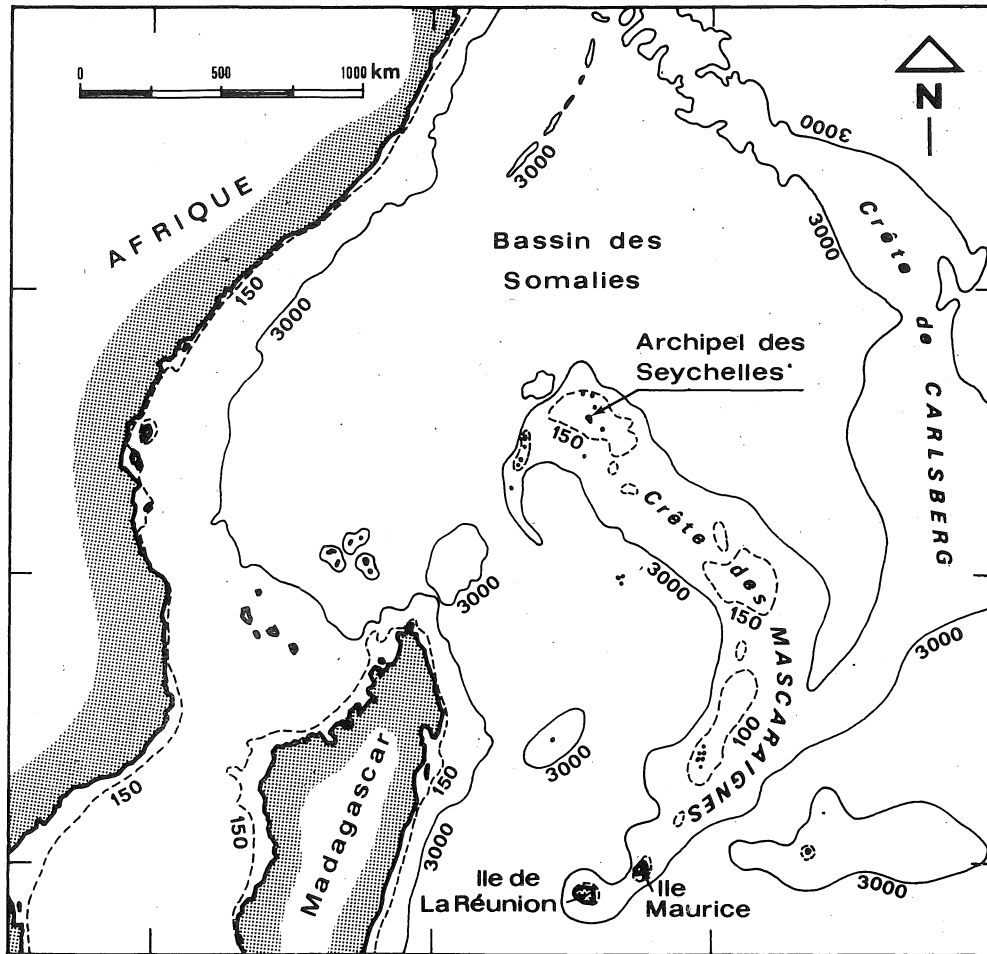


FIGURE 1.- Position de l'archipel des Seychelles dans le nord-ouest de l'Océan Indien. Profondeurs en mètres.

A la même époque, BAKER (1963) procède à une étude géologique détaillée de l'ensemble de l'archipel et en définit les composantes lithologiques quant à leur nature et leurs relations spatiales. Il y distingue deux entités nettement différentes.

La première comprend le groupe des îles les plus importantes en surface (Mahé - Praslin - La Digue) formées de granites d'âge précambrien tardif. La seconde rassemble des îles de moindre extension, plus récentes, les unes d'origine essentiellement corallienne, deux autres (l'île du nord et l'île Silhouette) de nature volcanique, syénitique et microgranitique, considérées comme représentant des vestiges de volcans tertiaires. Le premier groupe d'îles est traversé par un réseau de dykes doléritiques d'épaisseur variable, allant de 10 m à quelques cm, orientés nord-ouest - sud-est, localisés le long de zones de fracture affectant la masse granitique. Ces dykes, d'âge tertiaire également, n'apparaissent pas dans les îles du second groupe et en particulier dans les deux îles volcaniques, et représenteraient

avec ces dernières les produits d'un volcanisme sous-marin de caractère basaltique.

Mis à part les quelques dépôts récents argilo-sableux et les accumulations coralligènes, aucune roche d'origine sédimentaire n'a été répertoriée sur l'ensemble des îles de l'archipel. Bien que le géologue allemand BAUER ait signalé dans la collection étudiée, deux échantillons de schistes métamorphiques dont les affleurements n'ont pas été localisés, aucune des recherches ultérieures sur le terrain n'a permis de supposer fondée l'existence de telles roches.

La majeure partie de l'archipel des Seychelles est donc constituée dans sa zone d'affleurement, d'un complexe magmatique de composition granitique correspondant presque certainement à une masse plutonique d'un seul tenant, de caractère anorogénique. Bien qu'il se présente, sur le plan pétrographique, de manière assez homogène d'un affleurement à l'autre et d'une île à l'autre, on peut déceler dans ce com-

plexe trois faciès principaux (BAKER, 1963) :

1. un granite de couleur grisâtre, de granularité moyenne à hornblende et biotite, ou à biotite seule, affleurant principalement dans l'île de Mahé,
2. un granite de couleur rougeâtre, de granularité semblable, à biotite essentiellement, localisé dans les îles de Praslin et de La Digue,
3. un granite de couleur grisâtre, de granularité plus fine, légèrement cataclasté, apparaissant dans les îles Ste Anne et aux Cerfs. Ce faciès qui se retrouve également sous forme d'enclaves dans le granite type est considéré par BAKER (1963) comme représentant les roches de bordure de l'intrusion.

D'une manière générale, on ne possède aucune indication sur les caractéristiques de l'encaissant dans lequel s'est mis en place le complexe granitique si ce n'est qu'il est environné de toute part par les roches basaltiques constituant le fond océanique.

Les études géophysiques (SHOR et POLLARD, 1963 ; MATTHEWS and DAVIES, 1966 ; FRANCIS et al, 1966 ; BOWIN et VOGT, 1966 ; SCLATER, 1966) ont fait apparaître que ce complexe s'étend sous l'océan jusqu'à plus de 200 Km de l'archipel lui-même ; en particulier, vers l'ouest, il est détecté jusqu'à 250 Km, distance à laquelle, très brutalement, la discontinuité de Moho apparaît à une profondeur de 8,5 Km environ (Fig. 2).

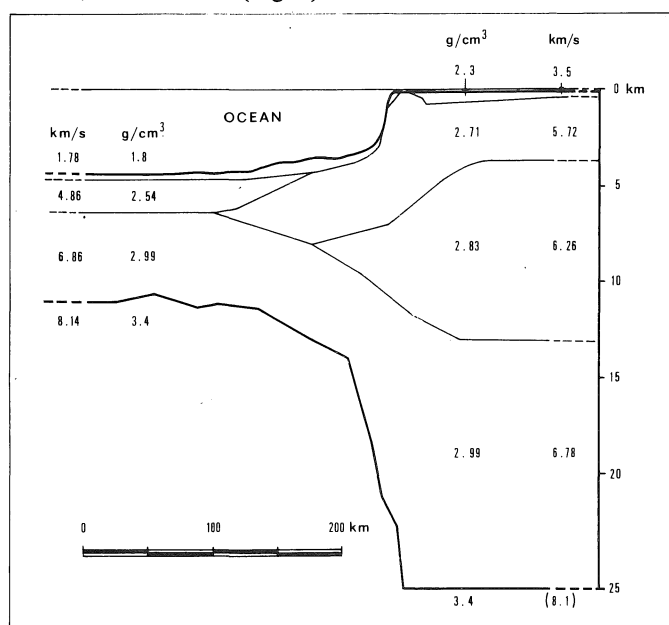


FIGURE 2.- Modèle de la structure crustale déduit des études sismiques et gravimétriques (d'après TAKIN, in MATTHEWS et DAVIES, 1966). Les vitesses de propagation des ondes P (Km/s) correspondent aux valeurs observées ; les densités (g/cm^3) sont déduites.

Les mesures sismiques par réfraction semblent indiquer que les roches de type granitique de la zone centrale peuvent être réparties en deux couches de densité croissante (V_p de 5,72 et 6,26 Km/s) et se poursuivent en profondeur jusqu'à environ 15 Km. La discontinuité de Moho a été estimée à une profondeur de l'ordre de 30 ± 3 Km, en supposant que la vitesse V_p ait atteint 8,1 Km/s à la base d'une couche de ± 15 Km d'un matériau de densité de l'ordre de 2,99 (V_p de 6,78 Km/s, caractéristique de la couche 3 des domaines océaniques).

Les mesures gravimétriques indiquent en outre que la région se présente approximativement en équilibre isostatique ; la position de la discontinuité de Moho, calculée en supposant la compensation réalisée à ce niveau et en utilisant des densités compatibles avec les résultats de la sismique, se situerait à environ 26 Km (TAKIN, 1966).

Les deux méthodes, sismique et gravimétrique, mettent en outre en évidence la forte inclinaison de la discontinuité de Moho qui atteint 14 Km sous la surface à la limite externe du haut fond.

Enfin, des traverses magnétométriques (SHOR et POLLARD, 1963) indiquent que le complexe granitique des Seychelles s'intègre dans la structure générale qui caractérise la crête des Mascareignes. Cette dernière apparaît comme un ensemble de caractère volcanique coiffé localement de formations coralligènes et de roches cristallines, dont la base est implantée dans la croûte océanique.

Cette occurrence d'importantes masses granitiques d'âge précambrien, est inhabituelle dans un environnement océanique et constitue en fait l'argument incitant à comparer les Seychelles à Madagascar, qui, on le sait, peut être assimilé à un continent de petite dimension ou tout au moins à un fragment de continent.

LES SEYCHELLES : FRAGMENT CONTINENTAL ?

La nature continentale, au sens géologique du terme, de Madagascar ne peut être mise en doute ; il n'en est cependant pas de même en ce qui concerne les îles Seychelles. Car en réalité, la qualité continentale d'un segment de l'écorce terrestre ne repose pas sur le seul fait de son émergence et de la composition lithologique à composante sialique essentielle, de ses diverses unités constitutives. Cette qualité implique en outre, et surtout, que le segment envisagé ait été engagé dans un certain nombre de phénomènes au cours

desquels il a été progressivement façonné pour finalement constituer un bâti crustal plus ou moins complexe où s'associent dans un contexte textural et structural synchrone, une séquence lithologique bien définie qui comprend des formations sédimentaires, leurs équivalents métamorphiques et le cortège des roches magmatiques qui leur sont associées.

En fait, au plan géologique, un segment de l'écorce terrestre n'acquiert la nature continentale type qu'à la suite d'une évolution plus ou moins complète au cours de laquelle les roches qui le composent ont subi l'action d'un ou plusieurs cycles géologiques révélés par les structures et textures qu'elles portent.

Tel ne semble pas avoir été le cas des îles Seychelles, dont la phase constitutive relève non seulement du seul processus magmatique, mais dont on peut montrer qu'elle s'est développée, non dans une croûte terrestre continentale préexistante, mais au sein d'une zone sous-crustale dans la partie supérieure du manteau.

LES SEYCHELLES : UN COMPLEXE MAGMATIQUE DIFFERENCIE

Le complexe des Seychelles semble, en effet, pouvoir être considéré comme uniquement constitué de roches ignées. Toutes les observations géologiques et pétrographiques, y compris celles que nous avons effectuées à la suite de deux missions sur le terrain en 1972 (J. BOUILLON)* et en 1974 (J. MICHOT), ont montré que l'ensemble des roches affleurant dans les principales îles était du type igné. Les recherches systématiques de roches d'un autre type, en particulier de roches sédimentaires ou métamorphiques, n'ont apporté aucun résultat.

Plus précisément, l'examen de nombreuses enclaves englobées dans le granite (DE LOOSE, 1975) et provenant des horizons sous-jacents non observés en affleurement, a toujours mis en valeur leur origine magmatique.

Outre des enclaves finement grenues, claires, dont l'origine se situe vraisemblablement au niveau

(*) *Nous remercions très vivement le Professeur Jean BOUILLON de l'aide qu'il nous a apportée en se chargeant, lors d'une mission biologique aux îles Seychelles, des premiers prélèvements d'échantillons, nécessaires à cette étude. Nos remerciements vont également à l'équipe des biologistes, dirigée par les Professeurs J. BOUILLON et B. TURSCH, qui nous a accueilli lors de notre séjour dans l'archipel, deux ans plus tard.*

d'anciens faciès de bordure cristallisés au cours des étapes successives de mise en place, au toit de l'intrusion, l'échantillonnage n'a ramené que des enclaves de faible granularité d'aspect plus foncé. Ces dernières, de forme elliptique, possèdent un contenu en minéraux ferromagnésiens (biotite, amphibole, clinopyroxène dans certains cas) nettement plus abondant que dans le granite encaissant ; le plagioclase y révèle une teneur en anorthite qui peut atteindre 60 % ; sphène, zircon, minéral opaque sont accessoires.

Elles représentent en fait des fragments d'une unité magmatique inférieure à celle qui affleure dans les îles et que l'on peut assimiler du point de vue pétrographique à des roches syénodioritiques, dioritiques et gabbroïques. La majeure partie d'entre elles témoigne en outre d'un processus de contamination lié à une interaction de la phase solide qu'elles représentent avec le liquide magmatique dans lequel elles ont été enclavées ; en particulier, on peut y observer le développement de feldspath potassique très perthitique, de quelques plages de quartz poeciloblastique, d'une couronne d'amphibole ceinturant le pyroxène, envahi par ailleurs de nombreuses paillettes de biotite, et de liserés myrmékitiques greffés sur le plagioclase. L'étude pétrographique des diverses roches récoltées amène donc à considérer le complexe lithologique des Seychelles comme constitué uniquement de produits d'origine magmatique formés tout au long d'un processus de différenciation. Les types basiques et intermédiaires engendrés à la partie inférieure de la racine plutonique définie par la prospection géophysique sous le haut fond supportant les îles, ne sont connus que sous la forme d'enclaves, les moins denses vraisemblablement, englobées dans les liquides acides granitiques accumulés dans les zones supérieures du massif, seuls en affleurement.

Notre interprétation est corroborée par les analyses chimiques réalisées sur les roches caractéristiques et représentatives du complexe. Ces analyses ont porté sur la détermination des teneurs en K, Rb, Sr et Terres Rares (1) dans les trois types de granite qu'une analyse pétrographique détaillée (DE LOOSE, 1975) a permis de répertorier, abstraction faite de leur granulométrie ou de leur coloration ; à savoir,

- a. le granite à amphibole et biotite
- b. le granite à biotite
- c. le granite alcalin ou à tendance alcaline

(1) *Nous avons obtenu ces valeurs grâce à la collaboration de M. HERTOGEN (Gent). Les mesures détaillées et la discussion des résultats seront repris dans une publication ultérieure.*

Ces analyses sont reprises au tableau I. Elles indiquent que les différents types de granite correspondent à des faciès de différenciation dont la tendance s'exprime par une augmentation des teneurs en K et en TR (de 116 à 303 ppm), par une augmentation du rapport Rb/Sr et par une diminution des teneurs en Sr, lorsqu'on passe du faciès à amphibole et biotite vers le faciès à tendance alcaline.

En ce qui concerne les TR plus particulièrement (Fig. 3), on remarque que leur schéma de distribution décroît des TR légères aux TR lourdes, ce qui s'exprime par une valeur du rapport La/Yb égale environ à 8. Ce type de distribution caractérise l'ensemble des différentes roches analysées qui présentent des courbes d'abondances, normalisées par rapport aux chondrites, disposées parallèlement les unes aux autres, les valeurs les plus élevées correspondant aux faciès les plus alcalins.

En outre, toutes ces courbes révèlent une anomalie de l'euporium du même ordre de grandeur, caractérisée par un rapport $Eu/Eu^* \sim 0,6 - 0,8$.

Le fractionnement des TR tel qu'il apparaît dans ces analyses préliminaires (Fig. 3), comparé au schéma de distribution des mêmes éléments dans un magma de type alcalin, s'explique le plus vraisemblablement par une cristallisation fractionnée de clinopyroxène, de plagioclase, d'amphibole, voire de biotite. Ce sont ces différenciés qui constitueraient dès lors la partie inférieure du complexe magmatique des Seychelles et que l'on observe en partie sous la forme d'enclaves dans les liquides résiduels granitiques dont certains

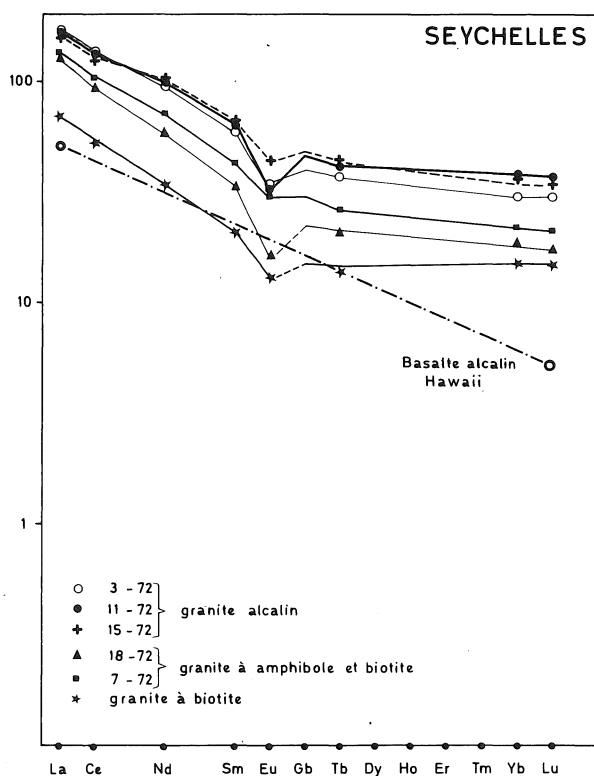


FIGURE 3.- Distribution des Terres Rares, normalisée par rapport aux chondrites, dans les granites des Seychelles.

de tendance alcaline. Aucune observation ne nous permet cependant de définir la nature de la couche sous-jacente à ce complexe. Seules les mesures géo-

TABLEAU I.- Données géochimiques partielles relatives à huit granites des Seychelles

Echant	Type	Rb-ppm	Sr-ppm	Rb/Sr	K %	K/Rb	La/Yb	Th/U	Σ TR-ppm
38	Granite à bi.	117	208	0.563	2.81	240	7.5	6.4	116
13	Gr. à amph. et bi.	84.3	202	0.416	2.26	-	-	-	-
18	Gr. à amph. et bi.	133	148	0.899	3.38	254	11.5	5.0	196
7	Gr. à amph. et bi.	72.3	139	0.520	2.24	310	10.3	5.6	226
3	Granite alcalin	98.5	32.7	3.01	2.90	294	9.1	5.0	298
15	Granite alcalin	93.6	45.7	2.05	3.20	342	7.6	5.6	302
11	Granite alcalin	134	28.3	4.73	3.56	258	7.7	5.1	303
1	Granite alcalin	343	12.2	27.4	3.95	-	-	-	-

La détermination des teneurs en Rb, Sr et K a été effectuée par M. DELVIGNE, au Musée Royal de l'Afrique Centrale, par fluorescence X.

La détermination des Terres Rares a été effectuée par M. HERTOGEN, à l'"Institut voor Nucleaire Wetenschappen" (Gent).

physiques nous en donnent une image approchée, interprétée comme équivalente à la couche 3 des domaines océaniques et dont la présence a été relevée dans le nord-est et l'est du haut fond. Rien sur la base des données actuelles, ne permet néanmoins d'exclure la possibilité que cette couche puisse présenter une structure et une composition qui en tout ou en partie relèvent de l'évolution du complexe magmatique qui la surmonte. Elle pourrait dès lors apparaître quelque peu différente de la couche 3 des domaines océaniques, mais en tout état de cause être distincte de la couche intermédiaire située sous la discontinuité de Conrad et caractéristique des domaines continentaux.

ORIGINE ET AGE DU COMPLEXE GRANITIQUE DES SEYCHELLES

D'après les mesures magnétométriques, le complexe magmatique des Seychelles s'intègre au sein de la crête des Mascareignes ; compte-tenu de son chimisme et de ses dimensions, il y représenterait une entité différenciée dont l'origine se situerait à la partie supérieure du manteau.

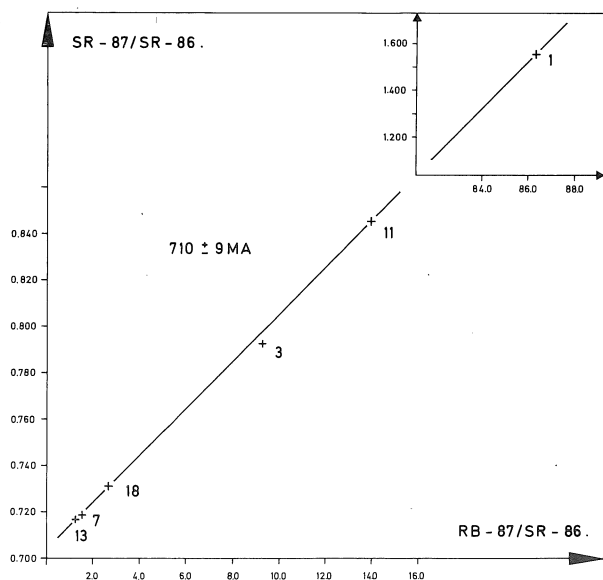


FIGURE 4.- Isochrone tracée sur base de 6 échantillons (RT) représentatifs des granites des Seychelles.

La valeur du rapport isotopique initial Sr87/Sr86 des roches étudiées est compatible avec l'origine proposée. Les mesures Rb-Sr réalisées sur six roches totales (Fig. 4 ; Tableau II) définissent une isochrone qui donne un âge de 710 ± 9 M.A. et un rapport à l'origine Sr87/Sr86 de 0,7046 ± 0,0003. Cette

valeur de l'âge est tout à fait comparable à celle obtenue par WASSERBURG et al (1963) bien que ces auteurs aient corrigé les compositions isotopiques des Sr mesurés sur la base d'un rapport Sr87/Sr86 du Sr commun estimé et non déterminé.

TABLEAU II.- Résultats Rb - Sr sur roches totales de six granites des Seychelles

Echant	Rb87/Sr86	Sr87/Sr86	Echant	Rb87/Sr86	Sr87/Sr86
1	86.35	1.553	11	13.92	0.8452
3	9.203	0.7926	13	1.212	0.7169
7	1.505	0.7189	18	2.609	0.7313

+ Pour le standard de Sr CO₃ Eimer and Amend, le spectromètre TH5 Varian du Centre Belge de Géochronologie donne un rapport $\frac{Sr87}{Sr86} : 0.70807 \pm 0.00006$,

$$\text{corrigé pour } \frac{Sr86}{Sr88} = 0.1194$$

La comparaison des âges obtenus par la méthode Rb/Sr d'une part et la méthode U/Pb de l'autre, permet de mettre en évidence la complexité de l'évolution qu'a subi le complexe intrusif. Les mesures sur Zircon (Tableau III) donnent des valeurs discordantes indiquant une perte continue de plomb à partir de l'âge de cristallisation apparent à 800 M.A. (Fig. 5). Cette différence des âges peut être interprétée de deux manières. En premier lieu, elle peut être le résultat d'une analyse sur une population hétérogène de zircons dont les diverses composantes auraient été rassemblées dans les phases granitiques terminales et proviendraient d'une assimilation des produits cristallisés lors de phases précédentes de la différenciation.

La présence des enclaves que l'on rencontre en abondance par endroits rend compte à plus grande échelle, du processus de reprise et de réincorporation des roches élaborées dans les étapes antérieures à la mise en place des granites et représente un argument en faveur de l'hypothèse avancée.

En second lieu, cette différence des âges apparents obtenus par les méthodes Rb/Sr et U/Pb pourrait également trouver une explication dans le fait, signalé dans l'étude géochronologique d'autres massifs alcalins (DELHAL et al, 1971), que les roches alcalines représentent des systèmes dont la fermeture se réalise tardivement au cours de leur cristallisation, vraisemblablement en liaison avec le processus d'alcalinisation

TABLEAU III.- Résultats U-Pb sur zircons de trois granites des Seychelles

Echant.	Pb-rad ppm	U ppm	204/206	Pb composition 207/206	208/206	Pb-207/ Pb-206	Agés M.A. Pb-207/ U-235	Pb-206/ U-238
752 a	84	786	0.00148	0.08557	0.25305	750 ± 10	634 ± 12	602 ± 12
752 b	85	670	0.000784	0.07634	0.21499	775 ± 10	732 ± 13	716 ± 14
P1	435	4605	0.006131	0.15165	0.5204	710 ± 15	532 ± 13	491 ± 10
19 a	47.3	454.3	0.00134	0.08534	0.2366	810 ± 12	640 ± 15	592 ± 12
19 b	98.8	1080	0.00262	0.10308	0.3520	786 ± 20	550 ± 15	495 ± 10

$$\lambda_{U^{238}} = 1,5525 \cdot 10^{-10} \text{ an}^{-1} - \lambda_{U^{235}} = 9,8485 \cdot 10^{-10} \text{ an}^{-1}$$

752 - Granite à amphibole et biotite

P1 - Granite alcalin

19 - Granite à amphibole et biotite

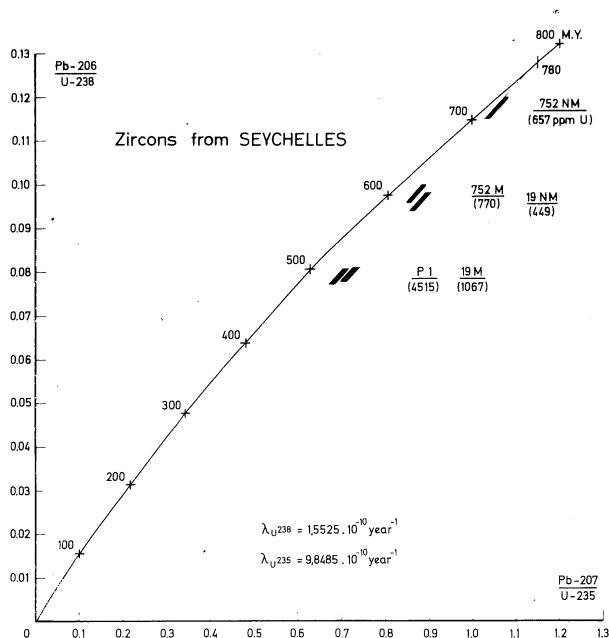


FIGURE 5.- Diagramme Concordia obtenu sur 5 fractions de zircons extraites de 3 granites des Seychelles.

dont elles sont le siège. Dans de telles roches, l'âge Rb/Sr serait dès lors généralement plus jeune que celui déduit des rapports U/Pb.

Dans cette optique, l'âge de 800 M.A. représenterait donc l'âge de la mise en place et de la cristallisation de l'intrusion, tout au moins de ses faciès intermédiaires et acides. En conséquence, la valeur du rapport isotopique initial Sr87/Sr86, cité ci-dessus, correspondrait à une limite supérieure ; sa valeur réelle, au moment de la cristallisation, ramenée à un âge légèrement plus vieux se situant dès lors, autour de 0,703.

Sur la base pétrologique, on peut cependant réaliser que l'un et l'autre processus doivent avoir agi, ce qui permet de penser que la constitution du complexe magmatique s'est échelonnée dans le temps, vraisemblablement au cours d'une période pouvant s'étaler sur plus de 100 M.A.

CONCLUSIONS

Les données pétrologiques, géochimiques et géochronologiques permettent donc de conclure que le complexe granitique de l'archipel des Seychelles représente le résultat d'une différenciation magmatique d'un magma engendré dans la partie supérieure du manteau, il y a au moins 800 M.A. environ.

En outre, nous pensons que l'évolution de ce complexe pourrait, suivant en cela le modèle général décrit par TARLING et TARLING (1971), s'être déroulée, sur le plan structural, parallèlement à un phénomène de bombement épérogénique affectant une entité continentale surincombante (1), en voie d'étiement (Fig. 6-a), progressivement fracturée (Fig. 6-b), divisée et finalement impliquée dans un phénomène de dérive (Fig. 6-c).

Les différentes étapes de sa mise en place auraient donc été jumelées à l'évolution d'un domaine continental précambrien au sein duquel s'est progressivement

(1) *Le fait que la genèse du complexe granitique des Seychelles et son évolution soient liées au comportement d'une masse continentale sus-jacente ne confère en aucune manière à ce complexe la qualité continentale, au sens géologique que nous donnons à ce terme.*

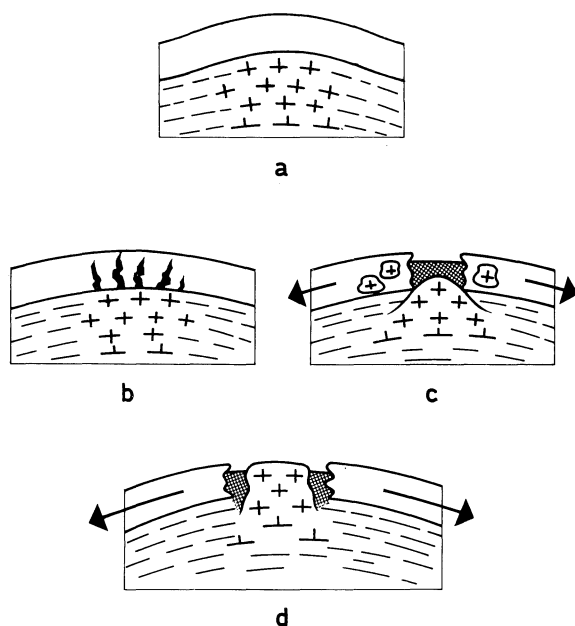


FIGURE 6.- Schéma d'évolution du complexe granitique des Seychelles (Voir texte).

développé un système de fossés d'effondrement envahis par les produits basiques au travers desquels les masses granitiques ont finalement émergés (1) (Fig. 6-d).

Le complexe des Seychelles constitue ainsi un segment crustal particulier lié à la tectonique des plaques, individualisé dans le manteau supérieur et émergeant progressivement à la surface du Globe terrestre dans la zone intercontinentale créée par la segmentation et la dérive du continent surincombant. Il représente ainsi un premier stade d'apparition d'un nouvel élément continental d'extension réduite. C'est cet élément que nous désignons, sous le terme de "nucleus sialique". Son histoire pourrait correspondre à un événement tectonique similaire, mais de loin antérieur, à celui dont dépend la dérive Wégenérienne, ou plus simplement peut être, représenter un des premiers stades de cette dérive.

L'interprétation que nous proposons quant à l'origine et au type de mise en place du complexe granitique des Seychelles met en cause le schéma structural du domaine crustal dont il fait partie et qui est considéré comme reflétant le mieux l'ensemble des

(1) Cette interprétation pourrait rendre compte en outre des caractéristiques très particulières du complexe granitique des Seychelles quant à sa teneur très faible en O^{18} ... C'est le seul granite précambrien connu jusqu'à présent qui révèle un tel appauvrissement en O^{18} lié selon toute vraisemblance à une circulation d'eaux météoritiques chaudes (TAYLOR, 1974).

données géophysiques recueillies à ce jour. Ce schéma trouve sa justification, semble-t-il, dans le choix d'un modèle de référence, qui ne peut être celui d'une croûte océanique type et qui dès lors devrait correspondre à celui d'une croûte continentale.

Nous pensons que ce dernier modèle ne correspond pas plus à la réalité. Il ne tient pas suffisamment compte de deux éléments essentiels, à savoir (MATTHEWS et DAVIES, 1966) ;

- la couche caractérisée par une vitesse de propagation des ondes P égale à 6,78 Km/s paraît pouvoir être interprétée comme le prolongement de la couche 3 d'une croûte océanique typique ; sa composition et sa structure restent cependant mal définies ;
- la vitesse des ondes P dans la couche sous-jacente n'a pas pu être précisée ; elle a été supposée égale à 8,1 Km/s. L'interface entre la couche à vitesse 6,78 Km/s et celle à vitesse 8,1 Km/s, située à 30 ± 3 Km de profondeur a été interprétée comme représentant la discontinuité de Moho ; elle est déterminée à partir d'un seul point fiable, situé à la limite sud du complexe.

Il paraît dès lors intéressant que le problème de la structure profonde de l'archipel des Seychelles puisse être revu sur la base, entre autres, d'une étude de profils sismiques obtenus sur d'autres types de croûte, au niveau des îles Kerguelen par exemple, ou encore au niveau du complexe peralcalin d'Affara Dara, dans le triangle de l'Affar.

Les îles Kerguelen (NOUGIER et LAMEYRE, 1973 ; MAROT et al, 1975 ; ZIMINE et al, 1975) pourraient, en effet, également correspondre à un nucleus continental et le complexe peralcalin d'Affara Dara (TREUIL et VARET, 1973) semble donner une image représentative de la situation des Seychelles antérieure à la dérive.

REMERCIEMENTS

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

Il a bénéficié d'un subside du Ministère de l'Éducation Nationale et doit beaucoup à l'appui logistique accordé par l'équipe des biologistes de l'U.L.B., ainsi qu'à l'aide précieuse fournie par Monsieur Kantilal Jivan Shah, Victoria.

BIBLIOGRAPHIE

- BAKER, B.H. (1963) - Geology and mineral resources of the Seychelles Archipelago. Mem. Geol. Surv. Kenya, 3, 1-140.
- BAKER, B.H. and MILLER, J.H. (1963) - Geology and Geochronology of the Seychelles Islands and the structure of the floor of the Arabian Sea. Nature 199, 346-348.
- BAUER, M. (1898) - Beiträge zur Geologie der Seychelles, insbesondere zur Kenntniss des Laterits. Neues Jahrb. Min., 2, 163-219.
- BOWIN, C.O. and VOGT, P.R. (1966) - Magnetic Lineation between Carlsberg Ridge and Seychelles Bank, Indian Ocean. Jour. Geophys. Res., 71, 2625-2629.
- DELHAL, J., LEDENT, D., PASTEELS, P. et VENIER, J. (1971) - Etude du comportement isotopique de systèmes Rb/Sr et U/Pb dans le granite hyperalcalin de Noqui (République Démocratique du Congo et Angola). Ann. Soc. Géol. de Belg., 94, 223-236.
- DELOOSE, J. (1975) - Contribution à l'étude de l'origine du granite des Seychelles et de ses enclaves. Mémoire de l'Université libre de Bruxelles - Faculté des Sciences, 1-91.
- DU TOIT, A.L. (1937) - Our wandering continents. Ed. Oliver and Boyd, Edinburgh.
- FRANCIS, T.J.G., DAVIES, D. and HILL, M.N. (1966) - Crustal structure between Kenya and the Seychelles - Phil. Trans. Roy. Soc. London, 259, 240-261.
- GARDINER, (1906) - Investigations in the Indian Ocean. Proc. Brit. Assoc. 1-9 ; in BAKER, 1963.
- MAROT, A., ZIMINE, S. et LAMEYRE, J. (1975) - Structure du complexe annulaire de la péninsule Rallier - Du - Baty (Iles Kerguelen). 3e réunion ann. Sci. de la Terre, Montpellier, 248.
- MATTEWS, D.H. and DAVIES, D. (1966) - Geophysical studies of the Seychelles Bank. Phil. Trans. Roy. Soc. London, 259, 227-239.
- McKENZIE, D.P. and SCLATER, J.G. (1963) - The evolution of the Indian Ocean - Scientific American, 228/5, 63-72.
- MILLER, J.A. and MUDIE, J.D. (1961) - Potassium-argon age determinations on granite from the island of Mahé in the Seychelles Archipelago - Nature, 192, 1174-75.
- NOUGIER, J. et LAMEYRE, J. (1973) - Les nordmarkites des Iles Kerguelen (T.A.A.F.) dans leur cadre structural. Problème de leur origine et de celle de certaines roches plutoniques alcalines des domaines océaniques. Bull. Soc. Géol. France, 15, 306-312.
- SCLATER, J.G. (1966) - Heat flow in the Northwest Indian Ocean and Red Sea. Phil. Trans. Roy. Soc. London, 259, 271-278.
- SHOR, G.G. and POLLARD, D.D. (1963) - Seismic investigations of Seychelles and Saha de Malha Banks, north-west Indian Ocean. Science, 142, 48-49.
- TAKIN, M. (1966) - in "MATTHEWS and DAVIES, 1966, pp. 231-232".
- TARLING, D.H. and TARLING, M.P. (1971) - Continental Drift. G. Bell and Sons Ltd, London, pp. 102-103.
- TAYLOR, H.P. (1974) - A low ^{18}O , late precambrian granite batholith in the Seychelles Islands, Indian Ocean : Evidence for formation of ^{18}O - depleted magmas and interaction with ancient meteoric ground waters. Geol. Soc. Am., Abstracts with programs, 6, n° 7, 981-982, oct. 1974.
- TREUIL, M. et VARET, J. (1973) - Critères pétrologiques, géochimiques et structuraux de la genèse et de la différenciation des magmas basaltiques : exemple de l'Afar. Thèses de Doctorat - Université d'Orléans et Université de Paris Sud.
- VELAIN, C. (1879) - Notes sur la constitution géologique des îles Seychelles. Bull. Soc. Géol. France, 7, 278.
- WASSEBURG, G.J., CRAIG, H., MENARD, H.W., ENGEL, A.E.J. et ENGEL Céleste G. (1973) - Age and composition of a Bounty Islands granite and age of a Seychelles Islands granite. Jour. Geol., 71, 785-789.
- WILLIS, B. (1932) - Isthmian links - Bull. Geol. Soc. Amer., 43, 917-952.
- WILSON, J. (1973) - Continental drift. Scientific American, 208/4, 86-100.
- ZIMINE, S., MAROT, A. et LAMEYRE, J. (1975) - Petrographie des syénites et granites alcalins du complexe annulaire de la péninsule Rallier-Du-Baty (Iles Kerguelen). 3e réunion ann. Sci. de la Terre, Montpellier, 395.