

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

Publiés avec le concours du CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

NOUVELLE SÉRIE — TOME XXXVI — FASC. 2 — FEUILLES 7 A 12

MÉMOIRE N° 79, PP. 1 A 86 — PL. I A VIII

Publié avec le concours de l'OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

---

CORRÉLATION  
ENTRE LE NOMBRE ET L'ENCOMBREMENT SPATIAL  
DES ATOMES  
DANS UNE VENUE MAGMATIQUE

PAR

**Boris CHOUBERT**

---

PARIS  
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE  
28, RUE SERPENTE (VI<sup>e</sup>)

—  
1957

MÉMOIRES. NOUVELLE SÉRIE (1924-EN COURS)

Tomes	N <sup>os</sup>		Francs
I	(1924)	1. — L. MORET, Contribution à l'étude des Spongiaires siliceux du Miocène de l'Algérie, 4 pl., 32 p. 500	500
		2. — H. DOUVILLÉ, Révision des Lépidocyclines, 7 pl., 123 p. (2 fasc.), réimpression en 1 fasc. <sup>1</sup> ..... 1 500	1 500
		3. — S. GILLET, Etude sur les Lamellibranches néocomiens, 2 pl., 339 p. (2 fasc) <sup>2</sup> ..... 2 000	2 000
II	(1925)	4. — F. CANU, Les Bryozoaires cheilostomes des faluns de Touraine et d'Anjou, 25 pl., 130 p. (4 fasc.). Les Bryozoaires cyclostomes des faluns de Touraine et d'Anjou, 19 pl., p. 131 à 216 (2 fasc.) <sup>3</sup> . 2 500	2 500
		5. — L. MORET, Contribution à l'étude des Spongiaires siliceux du Crétacé sup. français, 24 pl., 338 p. (2 fasc.) <sup>4</sup> (2 <sup>e</sup> fasc. épuisé) 1 <sup>er</sup> fasc. : 120 p., 10 pl. .... 1 200	1 200
III	(1926)	6. — J. PFENDER, Les Mélobésiées dans les calcaires crétacés de la Basse-Provence, 10 pl., 32 p..... 500	500
		7. — P. TEILHARD DE CHARDIN, Etude géologique sur la région du Dalei-Noor, 2 pl., 3 cartes, 56 p... 500	500
IV	(1927)	8. — E. ROCH, Etude stratigraphique et paléontologique de l'Aptien inférieur de la Bedoule près Cassis (B.-du-Rh.), 5 pl., 37 p..... 400	400
		9. — C.-P. NICOLESCO, Etude monographique du genre <i>Parkinsonia</i> , 16 pl., 84 p. (2 fasc.) <sup>5</sup> ..... 1 800	1 800
		10. — Charles DEPÉRET et F. ROMAN, Monographie des Pectinidés néogènes de l'Europe et des régions voisines, 5 pl., 26 p..... 500	500
V	(1928-1929)	11. — René DEHÉE, Description de la faune d'Etrœungt, 8 pl., 64 p..... 600	600
		12. — L. BARRABÉ, Contribution à l'étude stratigraphique et pétrographique de la partie médiane du pays sakalave (Madagascar), 10 pl., 1 carte en couleurs, 260 p..... 3 000	3 000
VI	(1929)	13. — M. D. ZALESSKY, Etude anatomique sur le stipe du <i>Protopteris sewardi</i> , n. sp., 6 pl., 30 p..... 400	400
		14. — P. TEILHARD DE CHARDIN, P. LAMARE, A. LACROIX, M. DREYFUSS et E. BASSE, Etudes géologiques en Ethiopie, Somalie et Arabe méridionale, 5 pl. dont 1 carte en couleurs, 151 p..... 1 500	1 500
VII	(1931)	15. — J. MONESTIER, Ammonites rares ou peu connues et Ammonites nouvelles du Toarcien moyen de la région SE de l'Aveyron, 9 pl., 79 p..... 1 200	1 200
		16. — J. LAMBERT, Etude sur les Echinides fossiles du N de l'Afrique, 8 pl., 228 p. (2 fasc.)..... 2 000	2 000
		17. — C.-P. NICOLESCO, Etude monographique du genre <i>Bigolites</i> , 8 pl., 52 p..... 750	750
VIII	(1932)	18. — A. CARPENTIER, Etude de quelques végétaux jurassiques du Doubs, 6 pl., 12 p..... 350	350
		19. — YANG KIHU, Contribution à l'étude géologique de la chaîne de la Marche et du plateau d'Aigurande (NW du Massif Central), 14 pl. dont une carte en couleurs, 122 p..... 1 500	1 500
IX	(1933)	20. — D. LE MAITRE, Description des Stromatoporoïdes de l'assise d'Etrœungt, 7 pl., 32 p..... 400	400
		21. — F. ROMAN et J. VIRET, La Faune de Mammifères du Burdigalien de La Romieu (Gers), 12 pl., 67 p. 1 000	1 000
X	(1934)	22. — L. MORET, Géologie du massif des Bornes et des Klippes préalpines des Annes et de Sulens (Hte-Savoie), 6 pl., 162 p..... 1 200	1 200
		23. — J. MONESTIER, Ammonites du Domérien de la région SE de l'Aveyron et de quelques régions de la Lozère, à l'exclusion des Amalthéidés, 11 pl., 102 p..... 1 800	1 800
		24. — Eliane BASSE, Etude géologique du SW de Madagascar, 160 p., 3 pl. en noir, 12 pl. et 3 cartes en coul. (2 fasc.) <sup>6</sup> ..... 3 000	3 000
		25. — F.-M. BERGOUNIOUX, Contribution à l'étude paléontologique des Chéloniens fossiles du Bassin d'Aquitaine, 16 pl., 216 p..... 2 500	2 500
XI	(1935)	26. — J. GUBLER, Les Fusulinidés du Permien de l'Indochine. Structure, classification, 8 pl., 172 p... 1 800	1 800
		27. — Pierre LAMARE, Recherches géologiques dans les Pyrénées basques d'Espagne, 464 p., 305 fig., 5 pl. en couleurs, 1 carte géol. en coul. au 200.000 <sup>e</sup> ..... 3 500	3 500
XIII	(1936)	28. — P. MARTY et L. GLANGEAUD, La formation d'âge Miocène sup. de La Bourboule, pl. A à F, 50 p.. 300	300
		29. — C <sup>el</sup> Ch. GÉRARD et H. CONTAUT, Les Ammonites de la zone à <i>Peltoceras athleta</i> du Centre-Ouest de la France, 19 pl., 100 p..... 2 000	2 000
		30. — Hadji FARCHAD, Etude du Thanétien du Bassin de Paris, 6 pl., 103 p..... 1 500	1 500
XIV	(1936-1937)	31. — M <sup>lle</sup> ALIMEN, Etude sur le Stampien du Bassin de Paris, 7 pl., 304 p..... 3 000	3 000
		32. — E. PATTE, Le Quaternaire dans la vallée de l'Aisne, 2 pl., 48 p..... 500	500
XV	(1937)	33. — E. DAVID-SYLVAIN, Etude sur quelques grands Foraminifères tertiaires, 4 pl., 44 p..... 400	400
		34. — V. MAIRE, Contribution à la connaissance des Cardiocératidés, 20 pl., 132 p..... 2 200	2 200
		35. — A.-F. DE LAPPARENT, Etudes de Paléontologie stratigraphique sur les faunes continentales de Provence, 1 pl., 36 p..... 400	400
XVI	(1938)	36. — S. DEB, Contrib. à l'étude stratigr. et pétrogr. des roches tertiaires des Alpes-Maritimes, 8 pl., 114 p..... 1 000	1 000
		37. — V. STCHEPINSKY, Contribution à l'étude du Sahélien de Tunisie, 8 pl., 121 p..... 1 000	1 000
		38. — J. JUNG, M. CHICHERY et O. VACHIAS, Contribution à l'étude stratigraphique, magmatique et tectonique de la Montagne bourbonnaise et du Forez, 28 p..... 150	150
XVII	(1938-1939)	39. — M <sup>me</sup> DE CIZANCOURT et L.-R. COX, Contrib. à l'étude des faunes tertiaires de l'Afghanistan, 5 pl., 44 p. 500	500
		40. — J. ROGER, Le genre <i>Chlamys</i> dans les formations néogènes de l'Europe. Conclusions générales sur la répartition géographique et stratigraphique des Pectinidés du Tertiaire récent, 28 pl., 294 p. 3 000	3 000
XVIII	(1939)	41. — G. MAZENOT, Les <i>Palæhoplitudæ</i> tithoniques et berriasiens du SE de la France, 40 pl., 303 p... 4 000	4 000
XIX	(1940)	42. — C <sup>el</sup> GÉRARD et J. BICHELONNE, Les Ammonites aaléniennes du minerai de fer de Lorraine, 33 pl., 60 p. 1 800	1 800

1. N<sup>o</sup> 2 = t. I (3), II (2).  
 2. N<sup>o</sup> 3 = t. I (3-4), II (1).  
 3. N<sup>o</sup> 4 = t. II (3), III (4), IV (3), VI (1), VIII (2), IX (4).

4. N<sup>o</sup> 5 = t. II (4), III (1).  
 5. N<sup>o</sup> 9 = t. IV (2), V (1).  
 6. N<sup>o</sup> 24 = t. X (4), XI (1).

**MÉMOIRE N° 79**

TOME XXXVI, Fasc. 2

---

**CORRÉLATION  
ENTRE LE NOMBRE ET L'ENCOMBREMENT SPATIAL  
DES ATOMES  
DANS UNE VENUE MAGMATIQUE**

par B. CHUBERT.

---

**Errata**

P. 16, 35<sup>e</sup> ligne, *lire* :  $\frac{R'}{R''} 3$ ;  $R' + R'' = 75\% + 25\% = 100\%$ .

P. 33, 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> lignes; *lire* :  $\log x$ .

P. 70, tableau, dernière colonne, *lire* :

ligne 19 = $\log N\sigma$	$\bar{1},99542$
— 25 = —	$\bar{1},9772$
— 26 = —	$\bar{1},95832$
— 27 = —	$\bar{1},97589$
— 28 = —	$\bar{1},99410$
— 60 = —	0,03322

MÉMOIRE N° 79

---

CORRÉLATION  
ENTRE LE NOMBRE ET L'ENCOMBREMENT SPATIAL  
DES ATOMES  
DANS UNE VENUE MAGMATIQUE

VENTE DES PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ, 28, rue Serpente, Paris, VI<sup>e</sup>

---

1° **Compte Rendu** sommaire des séances, *servi gratuitement environ une fois par mois à tous les membres de la Société* et formant chaque année 1 vol. d'environ 350 p. in-8°.

2° **Bulletin** périodique des travaux de la Société, *dont le service est fait gratuitement à tous les membres de la Société* et formant, depuis 1830, un fort volume annuel in-8° avec dessins, héliogravures, phototypies, cartes.

Les *Comptes Rendus* isolés, les fascicules séparés, les volumes, les tables générales sont VENDUS AU PUBLIC (remise de 25 % aux membres de la Société).

3° **Bibliographie des Sciences géologiques** publiée par la Société géologique. Publication in-8° extraite depuis 1948 du *Bulletin analytique* du C. N. R. S. (devenu depuis 1956 le *Bulletin signalétique*).

4° **Réunions extraordinaires**. Comptes rendus détaillés des Excursions faites en groupe par la Société, une fois par an ; prix divers (remise pour les membres de la Société).

5° **Mémoires, Géologie, 1833-1910**, format in-4° raisin. Prix divers (remise 20 % aux membres de la Société).

6° **Mémoires, Paléontologie, 1890-1923** (en vente par Mémoire). Prix divers (remise 20 % aux membres de la Société).

7° **Mémoires (nouvelle série)**. In-4° raisin. Par souscription payable avant la parution du volume. Après la parution, prix divers (Réduction 20 % aux membres de la Société).

8° **Mémoires divers. Travaux de Fontannes** (prix divers).

9° **Travaux de Cossmann**.

Le Catalogue général des Publications est envoyé sur demande faite au Secrétariat.

---

**MÉMOIRES**

DE LA

**SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE**

(NOUVELLE SÉRIE)

---

**MÉMOIRE N° 79**

---

**CORRÉLATION**  
**ENTRE LE NOMBRE**  
**ET L'ENCOMBREMENT SPATIAL DES ATOMES**  
**DANS UNE VENUE MAGMATIQUE**

PAR

**BORIS CHOUBERT**

---

PARIS  
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE  
28, RUE SERPENTE (VI<sup>e</sup>)

---

1957



# CORRÉLATION ENTRE LE NOMBRE ET L'ENCOMBREMENT SPATIAL DES ATOMES DANS UNE VENUE MAGMATIQUE

---

## INTRODUCTION

Les pétrographes ont depuis longtemps mis en lumière les constantes variations de la composition chimique au sein d'un batholite granitique, ou dans les basaltes d'une même coulée. En outre un massif de roches éruptives quelconques donne souvent des affleurements épars que les observations sur le terrain ne permettent pas de relier avec certitude. Il serait donc précieux, pour le géologue, de pouvoir connaître les critères qui l'autoriseraient, dans des cas précis, à affirmer qu'il s'agit d'une ou de plusieurs venues.

Une analogie pétrographique — mise en évidence au moyen d'une étude microscopique ou grâce aux calculs usuels à partir de l'analyse chimique — n'implique pas une similitude d'âge, et ceci entraîne, semble-t-il, la condamnation des systèmes en vigueur qui perpétuent le divorce entre pétrographes et géologues : les premiers s'attachent à classer les roches d'après leur composition chimique et minéralogique, les deuxièmes s'intéressent avant tout à la chronologie, donc aux relations génétiques entre les représentants d'une même venue.

Au terme d'une intrusion granitique on aboutit à des variétés riches en potassium, telles que les granites à mica blanc, les aplites et les pegmatites, prouvant que la proportion de ce constituant est sujette à des variations très sensibles, pour ne citer que cet élément important. Ceci se traduit par une augmentation du feldspath potassique ou du mica, aisément discernables au microscope et pouvant, dans une certaine mesure, servir de guide. En beaucoup d'autres cas on est dépourvu de moyens pour apprécier les faibles changements de composition.

Des filons de dolérite, par exemple, peuvent traverser des formations anciennes ne fournissant aucun repère chronologique. Les recherches sur le terrain montrent que certains d'entre eux sont plus jeunes que d'autres puisqu'ils les recoupent, mais l'étude chimique et pétrographique n'ajoutera rien à cette constatation.

Le géologue est ici dans une impasse, le problème ainsi posé revêtant parfois une grande importance pour la compréhension de l'évolution d'un pays, surtout s'il s'agit de vieilles plates-formes précambriennes.

Nous étant souvent heurté à cette difficulté, nous avons essayé de rechercher les caractères propres aux roches d'une même venue en choisissant des exemples classiques et en utilisant les observations fournies par nos recherches personnelles. Nous avons systématiquement passé en revue les rapports entre les divers éléments afin d'obtenir, si possible, des paramètres permettant de construire — dans un système de coordonnées convenablement choisi — des courbes mettant en évidence l'existence de « séries » pétrographiques reflétant les différents aspects d'une intrusion.

Devant l'échec de cette tentative nous nous sommes tourné, non plus vers les caractères chimico-minéralogiques, mais vers les particularités *physiques* des constituants de la matière dont sont issues les roches dites magmatiques.

Afin d'éviter les confusions — qui nous ont été reprochées lors de la parution de notre précédent ouvrage — entre les mots roche et magma, nous emploierons le terme de « matière-mère » des roches magmatiques, pour ne point préjuger de la forme sous laquelle nous l'observons aujourd'hui.

Il s'agit de l'étude parue en 1947 <sup>1</sup>, dans laquelle nous avons proposé de substituer aux calculs pétrographiques courants faisant appel aux proportions moléculaires un système basé, non plus sur la notion vague de molécule, mais sur le nombre de valences des différents éléments entrant dans la constitution du magma, c'est-à-dire de la matière-mère des roches éruptives et volcaniques <sup>2</sup>. La méthode consiste dans le calcul, à partir de l'analyse pondérale, du nombre d'électrons de valences des éléments en présence ou, ce qui revient au même, du nombre d'électrons périphériques. Les chiffres obtenus étaient ramenés à 100 %, afin d'avoir une base de comparaison uniforme.

Au départ nous avons fait un certain nombre d'hypothèses, qui semblent avoir été justifiées d'une façon inespérée par les résultats auxquels nous sommes parvenus. Ainsi avons-nous exclu de nos calculs :

— le silicium, considéré comme solvant général de tous les éléments qui constituent l'enveloppe silicatée de la terre,

— l'oxygène, puisque nous nous plaçons délibérément dans des conditions antérieures à la cristallisation et à l'oxydation des magmas.

Ceci nous a conduit à constater l'existence d'une loi statistique fondamentale, se traduisant par l'expression <sup>3</sup> :

$$\frac{Al_v + Fe_v + Ti_v + Mg_v}{Ca_v + Alc_v} = 3.$$

Cette permanence statistique et la correction des analyses qui en découle ont permis de mettre en évidence la corrélation étroite, de type fonctionnel, qui existe *entre la proportion des valences et les diamètres atomiques* de deux groupes d'éléments entrant dans la composition des roches magmatiques.

Cette corrélation peut se traduire de la façon suivante :

$$\frac{Al_v + Alc_v + Ca'_v}{R_v} = \frac{Al_d + Alc_d + Ca'_d}{R_d}$$

$R_v$  représentant la somme des valences des métaux en présence et  $R_d$  la somme des diamètres de leurs atomes (Ca' étant le « calcium «feldspathisable»).

Ces deux lois, tout en fournissant une base sérieuse pour des recherches ultérieures, ne donnaient pas la réponse à la question que nous posons ici :

Comment définir les caractères communs de divers types magmatiques provenant d'une même venue ?

1. CHOUBERT B. (1947) : Géochimie des magmas et permanences statistiques. *Mém. Soc. géol. France*, nouv. sér., t. XXVI, fasc. 1-2, n° 54.

2. J. Delcourt, de 1947 à 1951, a proposé de substituer à la méthode millimoléculaire la notation équivalentaire, plus précise et plus souple (Application de la notation équivalentaire à l'étude des analyses des roches éruptives, *Bull. Soc. belge Géol., Pal. et Hyd.*, t. LVI, fasc. 3 ; LVIII, fasc. 1 ; LIX, fasc. 1 et 2 ; LX, fasc. 2).

3.  $v$  indique que le calcul a été fait en nombre de valences.

C'est la solution de ce problème génétique qui va nous occuper maintenant et, avant de livrer les résultats de nos nouvelles recherches, qu'on nous permette d'émettre quelques idées et de rappeler diverses considérations théoriques.

### État probable de la matière-mère des roches éruptives.

La matière-mère des roches éruptives est composée d'atomes. Ceux-ci ont un « encombrement spatial » qui doit nécessairement entrer en ligne de compte dans nos calculs. Cet encombrement est fonction du diamètre des atomes, mais aussi de la proportion de ceux-ci dans un espace donné. Et la proportion dépendra de la pression du milieu ambiant, de la rapidité du cheminement à travers les différentes couches de l'écorce terrestre, de l'endomorphisme au contact des terrains encaissants et de toutes les autres vicissitudes que la matière-mère peut connaître avant de devenir roche.

Déjà, en partant des résultats obtenus antérieurement, il était prévisible que la pression aurait une influence primordiale sur la répartition des différentes sortes d'atomes dans l'épaisseur de la croûte terrestre<sup>1</sup>. Les grandes lignes de cette répartition ressortent d'une simple comparaison entre les roches du Sial, du Sima et du Nife (zones classiques de E. Suess). En ne considérant que les alcalins — atomes à valence 1 et au diamètre le plus grand — on constate que leur nombre diminue en profondeur, c'est-à-dire du Sial au Nife. On peut donc penser logiquement qu'à l'intérieur de chacune des enveloppes dont est constituée l'écorce terrestre les proportions relatives des éléments varient en fonction de la profondeur suivant le diamètre et le mode d'empilement ou, si l'on préfère, l'encombrement spatial.

A cette cause initiale s'ajoutent certainement des variations locales se traduisant par une augmentation ou une diminution de pression dans une même couche, ainsi que par des tensions provenant des déformations de l'écorce, tous ces effets secondaires s'estompant à mesure que l'on s'éloigne de la surface de la terre.

On ne peut donc essayer d'imaginer les conditions antérieures à la cristallisation et à l'oxydation sans tenir compte de l'influence de la pression, et également de la température, sur l'état de la matière-mère. Logiquement celle-ci devrait, d'une part montrer une certaine parenté avec les alliages des métaux vrais, d'autre part, étant donné la présence de l'aluminium et du silicium, tendre vers la préforme des composés dits électroniques.

1) *MOLÉCULES ET CRISTAUX*. — On sait que les molécules sont composées d'atomes. Les cristaux également, et il faut bien essayer de préciser tout d'abord ce qui sépare ces deux groupes de combinaisons atomiques. Grâce aux progrès réalisés en stéréochimie, le domaine autrefois si nébuleux des molécules et des cristaux s'éclaire peu à peu. Les nécessités géométriques y jouent un rôle prépondérant. Les lois de symétrie, dont l'importance est bien connue en matière de cristallographie, n'ont pas un moindre intérêt lorsqu'il s'agit de molécules. Ce sont elles, en particulier, qui fournissent certains critères permettant de distinguer les molécules des cristaux<sup>2</sup>.

Dans les schémas de coordination établis pour certains composés, des confusions regrettables ont été commises entre les exigences des valences et celles qui découlent des lois purement géométriques quant au comportement réciproque des particules. De nombreuses études modernes ont montré qu'il n'existe généralement pas de limite nette entre les groupements moléculaires

1. CHUBERT B. (1947) : *Op. cit.*, p. 77-78.

2. NIGGLI P. (1952) : *Les bases de la stéréochimie* (trad. française), Paris, Dunod.

et cristallins. Lorsque tous les éléments de symétrie présents ont un point commun, cet arrangement est moléculaire. Dans le cas contraire, il est cristallin. Le premier est limité dans l'espace, le deuxième ne l'est pas.

On connaît des molécules composées d'un seul point, qui sont linéaires ou coplanaires (aplaties entre deux plans-couches), ou distribuées dans un volume à trois dimensions. Elles peuvent même former des complexes à un paramètre ou à symétrie élevée, les nombres équivalents d'atomes constituant diverses combinaisons ayant entre elles des rapports rationnels.

L'existence d'arrangements ordonnés de cristallites (obéissant à des lois d'orientation) montre qu'une distribution cristalline de particules crée un champ de forces agissant sur d'autres petits domaines cristallins se formant alentour. Et ceci est vrai pour n'importe quel ensemble de particules, même lorsqu'il est naturellement fini, c'est-à-dire composé de molécules. La présence, dans les cristaux, de sous-structures faites de molécules et les enchaînements à une ou deux dimensions dans les structures cristallines font comprendre que la théorie classique des groupements ponctuels ne s'applique, en réalité, qu'à des constituants parfaitement ordonnés et laisse de nombreuses possibilités intermédiaires entre l'ordre et le désordre. Ainsi l'état liquide et l'état amorphe (solide) sont des exemples de situations moyennes entre les états idéaux-limites du gaz parfait et du cristal.

Dans la chimie des colloïdes également, les arrangements de particules suivant un mode moléculaire et cristallin précis ne sont que des cas-limites.

Les corps dits solides ne sont souvent que pseudo-cristallins. Le principe de leur construction — le même que pour les cristaux — est appliqué irrégulièrement et le système de particules qui en résulte n'est plus exactement périodique. Il faudrait en toute rigueur les considérer comme amorphes, et on peut les comparer aux agrégats microcristallins des métaux travaillés, formés de petites zones juxtaposées parfaitement homogènes. On peut en dire autant des cristaux mosaïques, qui résultent des variations du milieu extérieur et, tout en suivant la règle des corps cristallisés, présentent des défauts de construction (orientation différente des divers domaines).

Des solides, comme la glace à la température de 0°, possèdent à la fois une phase cristalline solide, une phase liquide et une phase vapeur. Enfin il existe des agrégats cristallins qui sont liés par un ciment pseudo-cristallin amorphe. Les groupements cristallins et moléculaires sont parfois si intimement mêlés qu'il faut donner une description complète de l'ensemble, et non une description uniquement structurale.

Un édifice cristallin s'obtient parfois du point de vue de la symétrie pure par la juxtaposition de certains groupes moléculaires centrés. Le passage d'une structure moléculaire à une structure cristalline peut être continu, sans modifier en quoi que ce soit le caractère de la liaison. La formation d'un cristal à une dimension et d'une molécule à longue chaîne est équivalente. Les cas-limites que représentent les extrémités d'une telle chaîne de molécules se rencontrent également dans un cristal de dimensions finies.

Il est possible d'obtenir un cristal par la juxtaposition de polyèdres de coordination conduisant à des anions polynucléaires, dont la formation peut se poursuivre indéfiniment.

2) *MÉTAUX ET ÉTAT MÉTALLIQUE*. — Lorsqu'il s'agit de métaux, on observe un état de choses très voisin. Ici, tous les atomes sont soumis aux mêmes forces de liaison. Il n'y a aucune distinction énergétique et l'assemblage géométrique des atomes les fait seul différer des molécules.

C'est un trait caractéristique de l'état métallique que de ne pas avoir d'équivalent dans le domaine moléculaire. Si l'on compare la liaison covalente et la liaison métallique, on constate

qu'elles se ressemblent à bien des égards. Ce qui les distingue toutefois, c'est la valeur plus élevée de l'indice de coordination chez les métaux, rendant mobile un certain nombre d'électrons<sup>1</sup>. Ceux-ci sont, en quelque sorte, mis en commun, car il est impossible de les rattacher à tel groupe d'atomes, plutôt qu'à tel autre.

Les cristaux métalliques possèdent tous un schéma de coordination à symétrie et indice de coordination élevés. Ils forment des assemblages d'atomes identiques et la libération progressive des électrons de liaison tient à ce qu'un atome donné est entouré de plusieurs autres, ce qui rend impossible la répartition des électrons entre les atomes en présence. L'indice de coordination est au moins égal à 6, et le plus souvent à 8 et à 12 dans les métaux bien caractérisés, de même que dans les alliages métalliques. Beaucoup de métaux ne forment de cristaux mixtes que dans le domaine étroit de la coordination : ce sont généralement des structures mixtes plus ou moins ordonnées, du type des métaux constituants.

Sans entrer dans le détail des propriétés de l'état métallique — en premier lieu la stabilité exceptionnelle et la nature de la liaison — rappelons que les différents atomes qui nous intéressent se divisent en deux groupes :

*Métaux vrais* : Li, Na, Mg, K, Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Zr, Ba, etc...

*Métaux du sous-groupe B* : Al, Si, Zn, etc...

Cette subdivision est justifiée par la différence des structures cristallines, elles-mêmes fonction des propriétés des divers éléments.

Dans notre cas, il est particulièrement intéressant de connaître :

a) la tendance naturelle des atomes de métaux à réaliser telle structure de préférence à telle autre, autrement dit à former des empilements obéissant à des lois géométriques précises en fonction des conditions physiques régnant dans un milieu ;

b) l'encombrement spatial de ces assemblages dépendant de la dimension des atomes et de leur mode d'empilement.

Ces modes d'empilement sont au nombre de trois :

structure cubique à faces centrées ;

structure hexagonale compacte ;

structure cubique centrée.

La compacité des deux premiers arrangements est la plus parfaite que l'on puisse obtenir avec des sphères identiques. C'est d'ailleurs à partir de ce genre de structures qu'ont été déterminés les rayons des atomes (moitié de la distance entre deux centres d'atomes). Ce sont également ces structures qui réalisent les coordinences les plus élevées (12)<sup>2</sup>. La différence entre les empilements 1 et 2 réside dans la succession des couches suivant la verticale : la même couche se répète une fois sur deux dans la structure hexagonale compacte, et une fois sur trois dans la structure cubique à faces centrées. La compacité des deux structures est la même et le volume occupé par chaque sphère est de  $5,66 a^3$  ( $a$  étant le rayon).

L'indice de remplissage (rapport du volume occupé par les sphères au volume total) est de 0,741.

Dans le troisième arrangement, moins compact, la coordinence de chaque atome est de 8, et chaque sphère occupe un volume de  $6,16 a^3$ . Un certain nombre de métaux peuvent d'ailleurs présenter, suivant les cas, une ou plusieurs de ces structures :

1. La différence entre la liaison métallique et la liaison covalentielle ne peut d'ailleurs être expliquée qu'à l'aide de la théorie des bandes.

2. Dans ce qui suit, il s'agira toujours du rayon métallique de l'atome.

	<i>Métaux vrais</i>	<i>Métaux du sous-groupe B</i>
Structure hexag. compacte	Ca, Co, Ni, Ti, Mg, Be, Cr, Zr	
Cube à faces centrées	Ca, Fe, Co Ni, Zr, Ba	Al, Pb
Cube centré	Fe, Li, Na, K, Cr, Zr, Ba	
Structure intermédiaire entre cube à faces centrées et cube centré	Mn	
Structures montrant une transition entre les liaisons métalliques et homopolaires		Si, Zn, Hg, As, Sb, Sn, etc.

*Rayons atomiques.* A l'heure actuelle, on connaît les rayons atomiques de presque tous les éléments. Dans les diverses structures, les valeurs des rayons varient suivant le mode de liaison et la coordinence. Ainsi V. M. Goldschmidt a montré que les rayons atomiques des métaux décroissent quand la coordinence diminue :

— 3 %	en moins	lorsqu'on	passé de	la	coordinence	12	à	la	coordinence	8 ;
— 4 %	—	—	—	—	8	—	6 ;			
— 12 %	—	—	—	—	6	—	4.			

D'autre part il existe des différences sensibles entre les rayons des atomes et ceux des ions. De toute façon le rayon atomique représente la moitié de la plus courte distance entre les centres de deux atomes voisins, les valeurs les plus fortes correspondant à la coordinence 12.

Dans le tableau ci-dessous, qui comprend les éléments des roches magmatiques les plus courants, le premier chiffre indique la moitié de la plus courte distance entre deux centres d'atomes, le deuxième correspond aux coordinences 12 (en Å). Pour le silicium, le soufre et le phosphore, le rayon est celui des coordinences tétraédriques.

Li : 1,52-1,56	V : 1,30-1,35	Sr : 2,15-2,15	Sn : 1,40-1,58
Be : 1,12-1,12	Cr : 1,25-1,28	Zr : 1,56-1,60	Pb : 1,75-1,75
Na : 1,86-1,91	Mn : 1,18-1,37	Mo : 1,36-1,40	Al : 1,43-1,43
Mg : 1,60-1,60	Fe : 1,24-1,26	Ag : 1,44-1,44	Si : 1,17
K : 2,31-2,38	Co : 1,25-a,25	Ba : 2,17-2,24	Zn : 1,33-1,37
Ca : 1,96-1,96	Ni : 1,24-1,24	Pt : 1,38-1,38	P : 1,10
Ti : 1,46-1,46	Cu : 1,28-1,28	Au : 1,44-1,44	S : 1,04

3) *ALLIAGES.* — Les différents métaux forment entre eux des alliages multiples. L'application à ces derniers des rayons X a permis de les mieux connaître. On distingue aujourd'hui plusieurs catégories, suivant qu'il s'agit d'un alliage entre métaux vrais ou d'alliages de métaux vrais avec des métaux du sous-groupe B.

Leur étude révèle une répartition différente des atomes dans la maille cristalline suivant la proportion des métaux en présence, la température de solidification, etc... Il existe d'infinis passages entre l'état désordonné pur, favorisé par les hautes températures, et l'état parfaitement ordonné qui s'obtient par un abaissement progressif de la chaleur. La répartition des différents atomes dans le réseau cristallin est le plus souvent statistique pour de faibles quantités d'un métal dissous dans un autre. Au-delà d'une certaine proportion, une ségrégation se produit, se concrétisant par *une concentration des atomes de chaque métal en couches alternées.*

La stabilité d'une structure ordonnée dépend généralement du nombre d'atomes étrangers en solution et de la dimension de ces atomes par rapport à ceux du solvant. La stabilité de la structure ordonnée est à peine supérieure à celle de l'état désordonné observé dans les solutions solides, lorsque le nombre d'atomes dissous est faible et les diamètres de ceux-ci très voisins.

Dans ce cas, les alliages de métaux vrais possèdent un domaine complet de solutions solides

absolument désordonnées. Quant à la stabilité plus grande des structures composées d'atomes à rayons très différents, elle peut elle-même être détruite par l'agitation thermique. Les états désordonnés et ordonnés sont les deux extrêmes de toute une série d'états intermédiaires qu'un alliage est susceptible de présenter si on le soumet à un traitement thermique approprié <sup>1</sup>.

Les propriétés des alliages de deux métaux vrais et celles d'un métal vrai avec un autre appartenant au sous-groupe B présentent quelques différences physiques. Dans le deuxième cas, les constituants possèdent une configuration électronique, une structure cristalline et des forces de liaison différentes. La liaison des éléments du sous-groupe B est intermédiaire entre la liaison métallique et la liaison homopolaire.

Ces alliages présentent une grande complexité, suivant les éléments entrant en jeu. Ils englobent le groupe très intéressant des composés électroniques. Dans ces derniers on constate un rétrécissement du domaine des solutions solides et une tendance marquée à la formation de composés chimiques définis ou de structures ordonnées. Les différentes « phases » déterminées par des proportions d'atomes assez rigoureuses passent à d'autres états dès que ces dernières sont modifiées. Dans les composés électroniques, les propriétés chimiques des constituants ne détruisent pas la structure, et les systèmes ayant des analogies chimiques certaines ne montrent pas nécessairement des phases analogues. L'explication de l'apparition fréquente des mêmes phases dans les composés électroniques est fournie par le rapport du nombre d'électrons de valences au nombre d'atomes du réseau cristallin (loi de Hume-Rothery), qui joue ici un rôle de tout premier plan.

Pour les phases  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  qui apparaissent fréquemment dans ce genre d'alliages, ce rapport est respectivement de  $\frac{3}{2}$ ,  $\frac{21}{13}$  et  $\frac{7}{4}$ . C'est lui qui détermine les structures et non la nature et le nombre des atomes, qui n'ont qu'une importance secondaire. La règle de Hume-Rothery, primitivement déduite de l'observation, a reçu d'ailleurs une interprétation théorique : elle s'explique par la position de l'alliage dans l'une des zones distinctes de l'énergie permise de l'électron, zones dites de Brillouin, séparées des autres par des domaines d'énergie défendue. Les valeurs de l'énergie correspondant au milieu des zones permises sont approximativement celles d'électrons libres — ce qui n'est pas vrai pour les valeurs voisines des limites de ces zones.

On constatera une stabilité différente, suivant qu'il y aura ou non chevauchement avec les zones de l'énergie plus élevée. Les plus stables correspondront à ces dernières.

Appliquée à l'étude des solutions solides, cette loi s'est montrée également vraie, tout au moins en première approximation.

Ces particularités des alliages nous intéressent au premier chef puisqu'elles rappellent, par certains aspects, ce mélange d'atomes qu'est la matière-mère des roches magmatiques, considérée comme une « solution solide ». On peut se demander quel sera l'assemblage des atomes au sein de la matière-mère d'une roche magmatique avant sa cristallisation, placée dans les conditions physiques du milieu caractérisé par une haute température et une haute pression. Il a souvent été admis que la pression retardait la température critique après laquelle survient l'état liquide annonciateur du désordre intégral dû à l'agitation thermique. Cet état critique a retenu l'attention de plusieurs auteurs ayant traité la question de la matière dans les couches profondes de l'écorce terrestre. Il prend en effet beaucoup d'importance dès qu'on aborde les problèmes géophysiques. Dans le cas qui nous occupe, ce passage éventuel d'un état à un autre ne semble pas toutefois avoir une importance essentielle. Les recherches effectuées sur l'état métallique montrent que l'assemblage des atomes à l'état liquide est presque aussi compact qu'à l'état solide. Il n'y a pas de modification de volume lorsqu'on passe de l'un à l'autre.

1. EVANS R. C. (1954) : Chimie et structure cristalline (trad. J. BARDOLLE), Paris, Dunod.

Il ne faut donc point envisager de changements sensibles dans le mode d'empilement des atomes dans les profondeurs de la terre. A ce point de vue, les systèmes métalliques sont beaucoup plus souples que les systèmes ioniques, car, dans ces derniers, les conditions de neutralité électrique imposent un nombre déterminé d'atomes de chaque espèce. Dans les premiers, au contraire, les assemblages se font uniquement suivant les nécessités géométriques.

Les électrons libres caractérisant l'état métallique, rattachés à cet ensemble d'atomes qui constituent un métal, persistent, quel que soit l'état de ce dernier.

Au demeurant, l'état solide est un domaine peu accessible aux méthodes habituelles de la chimie. C'est l'extrapolation à l'état solide des propriétés des gaz et des liquides qui a engendré dans le passé des idées fausses, telles que l'abus du concept de la molécule, cette dernière apparaissant, dans les solides, comme une exception plutôt que comme une règle. Au contraire, elle existe toujours dans les gaz.

\*  
\* \*

D'après ce qui précède, on peut essayer de se faire une idée des propriétés physiques de la matière-mère des roches magmatiques.

1) Il ne faut point accorder *a priori* une trop grande importance à la question de savoir si cette matière-mère est formée de molécules ou de cristaux. Les deux états n'ont pas de nette délimitation, en particulier dans le cas des métaux et alliages où l'état spécifiquement moléculaire est inconnu.

Le problème est ainsi simplifié, et il y a lieu de considérer uniquement si, dans les conditions de haute pression et de haute température dans lesquelles nous nous plaçons, la matière sera dans un état de désordre complet ou si une ordonnance quelconque a quelque chance de se créer dans les couches profondes de la terre.

Dans le premier cas, la répartition des atomes de différents métaux sera purement statistique.

Dans le deuxième, on peut imaginer que certains filots auront une structure déterminée, étant donné les nécessités géométriques et les propriétés intrinsèques des atomes en présence appartenant, on le sait, au groupe des métaux.

Soulignons le rôle de tout premier plan que les nécessités géométriques jouent habituellement en surface — et vraisemblablement aussi en profondeur. On pourrait facilement admettre — et cette idée a d'ailleurs été émise à plusieurs reprises — que les énormes pressions qui règnent au sein du globe font obstacle au désordre complet auquel tendrait la matière sous l'effet des hautes températures et de l'agitation thermique.

Autrement dit, les hautes pressions s'opposeraient à l'établissement d'un état liquide ou gazeux et favoriseraient au contraire une sorte d'état pâteux, intermédiaire entre l'ordre et le désordre.

Normalement les hautes pressions provoqueraient un empilement d'atomes d'autant plus serré que les pressions sont plus grandes. Or, à la surface de la terre, les « packings » réalisés dans les cristaux métalliques atteignent déjà le maximum de compacité que l'on puisse obtenir dans l'empilement de sphères d'un égal diamètre. Un simple traitement thermique approprié peut faire varier le packing.

En raisonnant par l'absurde, on peut penser que, puisqu'il est impossible d'obtenir des empilements plus serrés que ceux réalisés dans le cube à faces centrées et dans l'empilement hexagonal compact, *il n'existe pas en profondeur de structures plus denses que celles-ci pour des atomes de la même espèce.*

Les assemblages les plus serrés étant réalisés avec des sphères d'égales dimensions, on peut

logiquement supposer, en tenant compte de l'intervention dominante de la pression, que les atomes de diamètres très voisins auront une tendance naturelle à se grouper en îlots, leur mouvement propre les encourageant toutefois à la dispersion et les empêchant de former de vastes concentrations. Ces deux tendances contraires entraînent la création de mélanges aux frontières des îlots de ségrégation.

Les mélanges ressembleront à des alliages et, si l'on se souvient des propriétés des alliages des métaux, les îlots de ségrégation auront une structure « stratifiée », surtout lorsqu'il s'agira de deux métaux ayant des diamètres voisins et lorsque ces métaux se trouveront dans des proportions adéquates, comme c'est le cas dans certaines phases ordonnées de l'alliage Cu-Au.

Avec l'augmentation de la pression — à laquelle nous sommes conduit à attribuer un rôle prépondérant à la suite de nos recherches antérieures (importance du diamètre atomique en corrélation étroite avec le nombre de valences) — les divers métaux tendront à réaliser des assemblages de plus en plus serrés d'atomes, la plupart possédant déjà, à la surface de la terre, la propriété de se grouper suivant des modes différents (p. 10), adaptés aux conditions locales du milieu. Ces conditions tendront automatiquement à conférer à l'ensemble la compacité la plus appropriée et, de ce fait, rendront impossible la présence de certaines espèces d'atomes au diamètre trop grand, ou impropres à réaliser des assemblages de densité voulue.

2) L'abondance — tout au moins dans les couches extérieures de l'écorce terrestre — de l'aluminium, métal appartenant au sous-groupe B, ajoute à ce qui précède la nécessité d'attribuer une grande importance aux électrons de valence. On sait en effet que les alliages de métaux vrais avec un métal du sous-groupe B forment des composés électroniques dans lesquels la structure dépend avant tout *du rapport de ces électrons au nombre d'atomes*.

La présence du silicium enfin, que nous considérons comme universel solvant dans les couches externes du globe et dont le rôle jusqu'ici était apparemment négligeable, agit ici dans le même sens que l'aluminium, en impliquant la prédisposition du mélange aux structures électroniques régies par la loi de Hume-Rothery.

Compte tenu de tous ces facteurs, on arrive à la conclusion que, la profondeur augmentant, les atomes des métaux alcalins se trouveront éliminés à partir d'une certaine valeur de compression et émigreront peu à peu vers les zones superficielles.

Plus en profondeur, le Fe et le Cr modifieront leur mode d'empilement. Les cubes centrés du Fe seront remplacés par des cubes à faces centrées, ceux du Cr par des hexagones compacts.

Puis se produira le passage du calcium en cubes à faces centrées en calcium hexagonal compact, et il en sera de même pour le cobalt et le nickel.

En dernier lieu, tous les atomes dont le diamètre est supérieur à celui du magnésium, seront contraints à suivre l'exemple des alcalins. L'importance du magnésium, prépondérante en profondeur, s'arrête à la zone où le silicium existe en abondance.

Encore plus bas, les atomes de magnésium doivent commencer à se raréfier au bénéfice du fer, du nickel, du chrome, du cobalt, du vanadium, du molybdène et de l'uranium, métaux ayant sensiblement le même faible diamètre et pouvant réaliser l'empilement le plus compact, qui ne sera troublé par aucun atome d'un diamètre trop différent.

*En résumé*, il est rationnel de penser que :

- il s'agit, dans le cas envisagé, de mélanges d'atomes, et non de molécules ;
- ces atomes forment un mélange intermédiaire entre l'ordre et le désordre, entre l'état liquide et l'état solide ;
- la conjugaison des nécessités géométriques et des propriétés naturelles des métaux conduit à réaliser les assemblages d'atomes les plus compacts qui soient, même à la surface de la terre ; par conséquent la compacité de l'ensemble sous l'effet de l'augmentation de la pression ne pourra

se traduire que par l'élimination progressive de certaines catégories dont la structure s'oppose à cette contraction (gros diamètre et cubes centrés) ;

— la diminution de pression autorise, dans les couches supérieures, la présence d'empilements variés ;

— un métal du sous-groupe B, tel que l'aluminium, oblige à tenir compte du rôle que joue le nombre d'atomes et d'électrons de valence, comme il est de règle dans les composés électroniques, et contrairement à ce que l'on observe dans les métaux vrais <sup>1</sup> ;

— quel que soit le mode d'empilement, les atomes forment toujours des couches superposées : le nombre d'atomes est constant pour chacune de ces couches, pour une même catégorie.

Pour ne point préjuger du mode d'empilement, il ne faut considérer que la juxtaposition des atomes dans une couche, à laquelle on donnera une dimension constante.

### Exposé d'une méthode de calcul des paramètres génétiques.

*Modes d'empilement.* Prenons un certain nombre de boules, dont le diamètre correspond à celui des éléments dominants des roches magmatiques : Al, Ti, Fe, Mg, Ca, Na, K, et disposons-les respectivement à l'intérieur de carrés identiques, en lignes parallèles aux faces (fig. 1).

On constatera que tous ces atomes peuvent réaliser des carrés de dimensions sensiblement égales lorsque leur nombre est un multiple de :

Métaux	Nombre d'atomes par lignes	Nombre d'atomes par carré	Diamètre	Longueur du côté du carré en Å
Al . . . . .	8 × 8 =	64	8 × 2,86 =	22,88
Ti . . . . .	8 × 8 =	64	8 × 2,92 =	23,36
Fe . . . . .	9 × 9 =	81	9 × 2,48 =	22,32
Mg . . . . .	7 × 7 =	49	7 × 3,20 =	22,40
Ca . . . . .	6 × 6 =	36	6 × 3,92 =	23,52
Na . . . . .	6 × 6 =	36	6 × 3,72 =	22,32
K . . . . .	5 × 5 =	25	5 × 4,62 =	23,10
P . . . . .	10 × 10 =	100	10 × 2,20 =	22

Compte tenu des légers changements de dimension des diamètres atomiques en fonction des diverses coordinences, on voit que, pratiquement, on peut réaliser avec les différents atomes des carrés identiques, en prenant les nombres indiqués ci-dessus.

$$\text{Al} : 8 \times 9 + \frac{16}{8} = 74$$

$$\text{Mg} : 7 \times 8 + \frac{14}{8} = 57,75$$

$$\text{Ti} : 8 \times 9 + \frac{16}{8} = 74$$

$$\text{Ca} : 6 \times 7 - \frac{6}{2} - \frac{6}{4} - \frac{1}{8} = 37,375$$

$$\text{Fe} : 9 \times 11 + \frac{9}{8} - \frac{9}{8} = 99$$

Na et K ne réalisent que des structures correspondant au cube centré, leurs atomes n'atteignant pas la compacité maxima.

Ces tableaux représentent les différents arrangements d'atomes possibles dans une maille

1. Dans ce qui suit, nous emploierons l'inverse du rapport Hume-Rothery, c'est-à-dire

$$\frac{\text{nombre d'électrons de valences}}{\text{nombre d'atomes}}$$

Ceci rend la suite des opérations plus aisée, les analyses ayant été calculées sur 100 % de valences (B. Choubert, 1947). Le principe n'est en rien modifié.

carrée. Le premier étant établi pour une couche de cubes centrés, le second pour une couche de cubes à faces centrées ou à empilement hexagonal compact.

En tenant compte de ce qui précède, il nous faudra maintenant trouver deux valeurs ou paramètres permettant de classer des échantillons issus d'une même venue magmatique (matière-

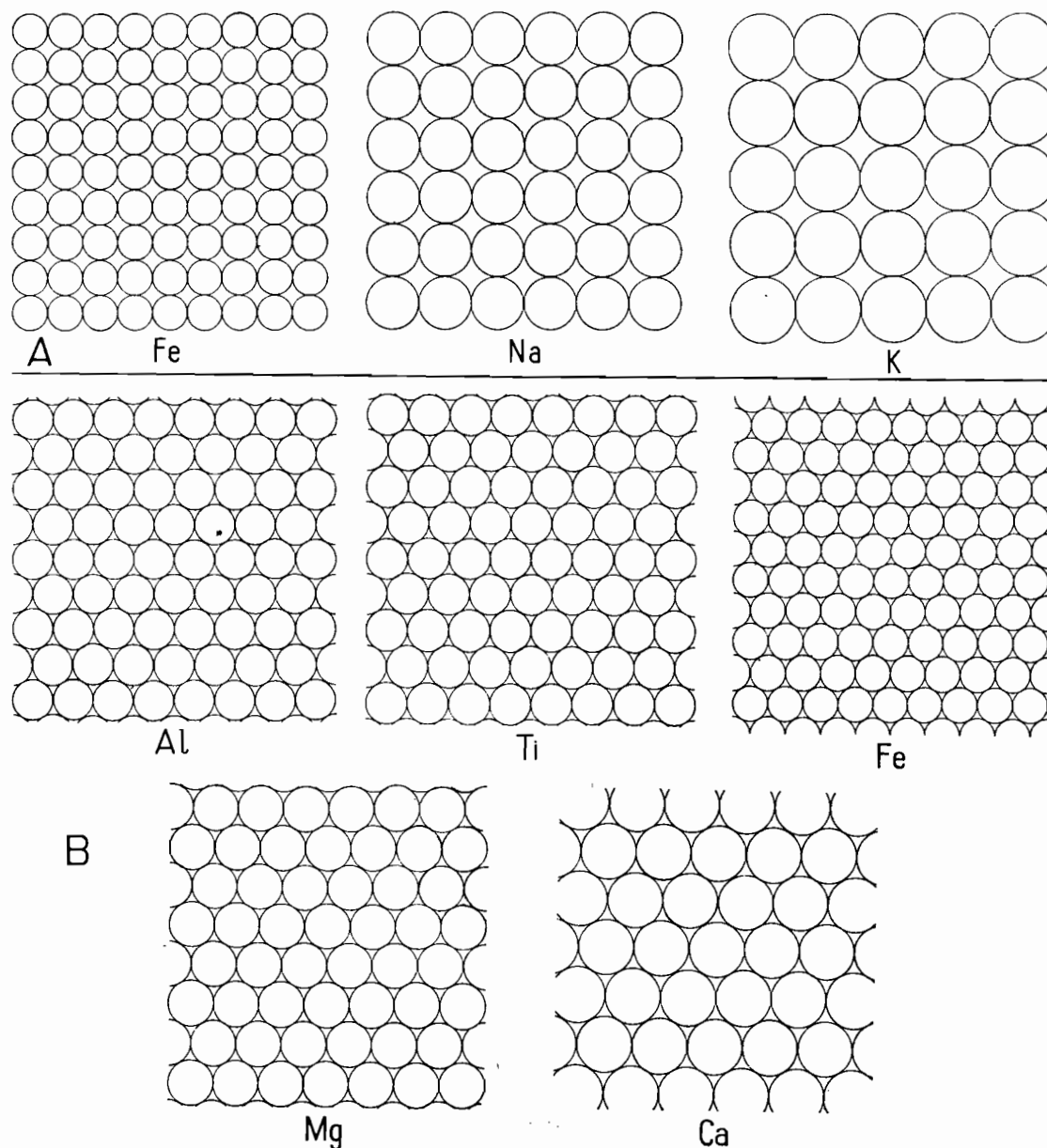


FIG. 1. — Disposition des atomes des différents éléments dans la maille élémentaire plane correspondant à une « couche ».  
A : arrangement dans le cas du cube centré. — B : arrangement dans le cas du cube à faces centrées ou de la structure hexagonale compacte.

mère), en admettant *a priori* que ceux-ci aient pu conserver leurs caractères primitifs essentiels, en dépit des modifications subies avant d'atteindre la surface de la terre.

Nous supposerons également que ces caractères essentiels sont au nombre de quatre :

- 1) nombre relatif des atomes des différents métaux entrant dans leur composition ;
- 2) rapport de ce nombre au nombre d'électrons de valences ;

3) dimension de ces atomes, caractérisés par leurs diamètres respectifs ;

4) encombrement spatial des atomes, c'est-à-dire mode d'empilement.

On peut aisément combiner deux à deux les quatre points essentiels :

— En calculant — comme il a été fait dans notre étude citée — toutes les roches sur 100 % de valences, et en prenant le nombre total d'atomes contenu dans ces 100 %.

Il faut donc :

— traduire les chiffres de l'analyse pondérale en « millimolécules » (ce qui est courant en pétrographie) ;

— traduire ces millimolécules en nombre de valences, en multipliant les nombres obtenus par le nombre de valences de chaque élément ;

— présenter les différents chiffres en pourcentages de leur somme totale ;

— diviser le chiffre obtenu par le nombre de valences correspondant à chaque métal.

On obtiendra ainsi le nombre total des atomes en fonction du nombre des valences contenues dans notre mélange.

— En comptant le nombre de couches constituées par la maille unitaire plane, cette dernière étant choisie dans les conditions exposées plus haut. Il faut par conséquent diviser la proportion des atomes correspondant à chacun des métaux en présence par le nombre d'atomes contenus dans la maille plane.

Nous désignerons le premier de ces paramètres par  $N_{at}$  (nombre d'atomes), le deuxième par  $N_c$  (nombre de couches).

Ces calculs seront soumis à une série de règles, qui sont d'ailleurs les mêmes que celles observées dans notre première étude :

a) Les valences des métaux formant le mélange seront celles qui caractérisent leurs composés oxygénés :

*univalents* : (Li), Na, K ;

*trivalents* : Al (Cr) ;

*bivalents* : Fe, Mn, Mg, Ca (Ba, Sr, Ni, Co, Cu) ;

*tétravalents* : Ti, (Zr) ;

*pentavalents* : P.

b) Il ne sera tenu compte ni du silicium considéré comme solvant, ni de l'oxygène, les différents métaux étant supposés non oxydés.

Il ne sera pas tenu compte de  $H_2O$ , de S, de Cl.

c) Les sommes des valences des deux groupes d'éléments :

$$R' = Al + Fe + Mn + Ti + Mg \text{ et}$$

$$R'' = Ca + Na + K + P$$

seront rectifiées proportionnellement, afin de satisfaire à l'expression :

$$\frac{R'}{R''} = 3 R' + R'' = 75 \% + 25 \% = 100 \%$$

en vertu de l'équilibre sialique universel, sauf pour les roches « déséquilibrées ».

d) Il ne sera pas tenu compte de petites différences entre les valeurs de diamètres très voisins. Ainsi le Sr et le Ba seront calculés avec la valeur du packing du potassium ou, si l'on préfère, ils seront ajoutés au potassium dans le calcul du nombre de couches.

Mn, Ni, Co, Cr, Cu seront calculés avec le fer.

Ti avec Al.

Zr, et éventuellement Li, avec Mg.

Le diamètre atomique de P étant inconnu, nous admettrons qu'il est sensiblement égal à celui du soufre, c'est-à-dire à 2,2.

\* \*

Il reste à appliquer cette méthode à des cas concrets. Le premier exemple sera tiré de nos observations personnelles en Guyane française et nous verrons comment certains problèmes, posés par les recherches sur le terrain, peuvent être résolus. Nous étudierons la venue gabbrodioritique du Mahury (île de Cayenne) et ses relations avec les roches voisines.

Ensuite, nous passerons en revue un certain nombre de venues magmatiques classiques, choisies dans la littérature :

- gabbros, tonalites, granodiorites et granites de Californie ;
- picrites, basaltes, andésites de l'île Hawaï ;
- basaltes, océanites et roches associées de l'île de la Réunion ;
- kimberlites de l'Afrique australe ;
- gabbros, anorthosites et granites des Adirondack (États-Unis).

Pour chacun de ces exemples nous rappellerons tout d'abord le cadre géologique dans lequel s'insère la venue magmatique, avant de passer à l'étude des relations génétiques entre les différentes roches composant les intrusions.

---

## APPLICATION DE LA MÉTHODE A DES EXEMPLES CONCRETS

### I. Gabbro-diorites du Mahury et roches associées (Guyane française) :

Les gabbro-diorites du Mahury forment un massif éruptif d'âge supposé précambrien, situé à l'embouchure du fleuve du même nom, dans la partie orientale de l'île de Cayenne (fig. 2). Ce plateau, aux bords abrupts, est bien caractérisé topographiquement. Il atteint une altitude maxima de 170 m et domine la plupart des autres collines de l'île de Cayenne. Le corps principal a une surface circulaire et est couronné d'une carapace latéritique, témoin de l'ancienne pénéplaine (Pl. I, fig. 1). Il se prolonge par la « montagne de Rémire », qui forme une crête orientée S-N.

Cet ensemble a une superficie de quelque 25 km<sup>2</sup>. Il est en grande partie recouvert par des formations superficielles épaisses de plusieurs mètres. Les roches, qui ont une composition très uniforme, n'affleurent guère que dans les thalwegs. Les ruisseaux qui descendent des plateaux se jettent directement dans la mer, ou se perdent dans les marécages entourant la partie sud-ouest du massif.

Les travaux d'aménagement des étangs artificiels créés à sa surface pour l'alimentation en eau de la ville de Cayenne, ainsi que l'établissement de voies d'accès, ont mis à nu quelques nouveaux affleurements. En bordure de mer (côté est) et le long de la route qui enserre le massif, on trouve un certain nombre de roches en place, ainsi que des blocs de dimensions importantes, détachés par l'érosion des pentes du plateau. On peut voir encore des affleurements à l'anse de Rémire et à la pointe du Montravel, où l'abrasion marine a entamé le rivage. Au N de ce promontoire on ne trouve plus que des étendues sableuses qui s'étendent jusqu'à la pointe du Bourda <sup>1</sup>.

*Pétrographie.* Les gabbro-diorites du Mahury sont de belles roches, à grain grossier et texture grenue. Le microscope montre qu'elles ont une composition minéralogique simple : hornblende, plagioclase (andésine à labrador) avec ou sans quartz et un minerai abondant. Certaines variétés montrent un peu de biotite. Par endroits, on constate l'apparition d'une texture poecilitique ou, localement, granoblastique. Parfois les plagioclases et les gros cristaux de hornblende portent des traces d'écrasement : ils sont morcelés et recimentés par le quartz. Dans ce cas, on constate une augmentation de la biotite et l'apparition de l'épidote.

Ces roches ont attiré notre attention dès nos premières recherches en Guyane <sup>2</sup>. Les calculs de paramètres magmatiques, effectués suivant la méthode CIPW-Lacroix, montrent qu'en majorité il s'agit de roches franchement leucocrates, avec un passage progressif vers les roches méso-crates. Ces dernières ne sont d'ailleurs pas représentées dans le massif.

1. Il aurait été préférable d'échantillonner suivant un réseau géométrique, mais la quantité relativement faible des affleurements et l'épaisseur des formations superficielles ont interdit l'emploi de cette méthode.

2. CHOUBERT B. (1949) : Géologie et pétrographie de la Guyane française. Paris, Off. Rech. sc. et tech. Outre-Mer. — (1956) : Notice de la carte géologique au 100 000<sup>e</sup> de la Guyane française (feuille de Cayenne). Paris, Serv. Carte géol. France.

	L-2	18	F-5	1-b	28	2	22	F-6	15	29	6	F-1	F-1	1-a	3-a
Q.....	16.02	16.32	15.12	13.56	10.65	11.88	16.38	15.48	14.64	4.50	—	—	—	—	—
Ne.....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.12	2.98	3.55	—	5.11
Or.....	2.22	6.12	12.23	10.56	8.62	11.68	5.56	11.12	10.01	6.67	4.45	4.45	8.90	8.90	8.34
Ab.....	47.16	37.73	35.63	34.06	36.68	36.15	34.06	33.54	36.15	34.58	34.06	35.37	34.32	34.58	29.34
An.....	27.74	23.07	19.74	22.80	24.88	22.24	22.24	20.02	19.18	30.02	37.25	33.36	26.13	28.36	31.41
CaSiO <sub>3</sub> .....	1.04	1.51	2.44	2.55	1.80	3.13	1.97	2.90	3.83	1.63	3.94	5.10	6.03	4.64	5.34
MgSiO <sub>4</sub> .....	2.30	7.70	6.10	7.70	8.10	7.40	8.80	7.50	6.60	9.00	2.40	3.20	4.10	9.40	3.20
FeSiO <sub>3</sub> .....	2.64	—	4.36	4.75	4.09	3.43	2.91	2.24	4.09	6.34	1.32	1.58	1.45	5.54	1.85
Mg <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.06	5.32	5.25	0.34	5.18
Fe <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.45	1.23	1.94	0.61	3.06
Ma.....	1.39	2.32	1.86	1.86	3.02	2.32	4.18	4.44	3.02	3.25	4.18	5.92	4.64	3.02	4.18
H.....	—	2.24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ilm.....	0.76	1.37	0.76	1.22	1.37	0.76	1.06	0.91	0.91	1.67	1.82	1.37	1.37	2.13	1.98
Ap.....	0.67	1.01	0.67	0.34	—	—	1.34	0.67	0.34	0.34	0.34	0.34	1.01	0.67	0.34

N°	PARAMÈTRES	100 % An.	ROCHE	LIEU	N°	PARAMÈTRES	100 % An.	ROCHE	LIEU
L-2	1'. 4' 3. 5.	34	Dior. quartzique	Montabo	15	II. 4'. 3. 4. [2. 1. 2. '3.]	34	Dior. quartzique	Mahury (W)
18	'II. 4. 3. 4(5). ['3. 1. 1(2) 2.]	38	Dior. quartzique	Montravel	29	II. 5. 3'4(5). [2. 1. 1'. 3.]	46	Dior. quartzifère (micro)	Plage Glennie
F-5	'II. 4'. 3. 4. [2. 1. '2. '3.]	35	Dior. quartzique	Ravin lac Remire	6	II. 5. 3(4). 4(5). [2. 3. 2. 3.]	52	Gabbro	Mahury (E)
1-b	'II. 4'. 3. 4. ['2. 1. (1)2. (2)3.]	40	Dior. quartzique (enclave)	Mahury (E)	5	II. 5. 3'4(5). [2'. (2)3. 2. 2(3).]	48	Gabbro	Mahury (E)
28	'II. 4 (5). 3. 4'. [2. 1. 1(2). (2)3.]	40	Dior. quartzique	Plage Glennie	F-1	II. 5. 3. 4'. [2. (2)3. 2. 2'.]	43	Gabbro	Bassin lac Rota
2	'II. 4(5). 3. 4. [2'. 1. 2. 2(3).]	38	Dior. quartzique	Mahury (E)	1-a	II. 5. 3. 4. [2. 1'. '2. '3.]	45	Diorite	Mahury (E)
22	'II. 4. .3. 4(5). [2'. 1. 1(2). 2(3).]	39	Dior. quartzique	Mt Rémire (N)	3-a	II. 5'. 3. 4'. [2. 3. 2. '3.]	52	Gabbro	Mahury (E)
F-6	'II. 4. 3. 4. [2'. 1. '2. 2(3)]	37	Dior. quartzique	Mt Rémire (S)					

TABLEAU 1. — Massif du Mahury. Composition virtuelle.

A. Série dioritique.

Toutes les analyses par P. VAUGIN, sauf n° 29 et 28 par PATUREAU et 22 par F. RAOULT.

	A	9	20	7	L-1	8	4	13	14	10	11	12	3-b	21	17	16
Q.....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.16	16.50
Ne.....	—	3.38	1.28	5.96	7.38	10.37	3.69	—	1.70	4.63	6.82	7.81	4.54	6.82	—	—
Or.....	8.90	3.89	3.89	5.00	5.56	7.23	6.67	6.12	3.89	6.12	3.89	6.12	7.23	4.45	3.89	5.56
Ab.....	36.15	36.94	35.89	30.92	9.96	17.03	25.15	33.01	31.44	28.56	25.15	19.12	18.86	25.15	34.58	33.01
An.....	27.80	25.85	30.58	28.91	48.09	31.44	29.47	27.52	29.75	25.85	30.30	34.19	29.75	26.41	20.29	13.62
CaSiO <sub>3</sub> .....	5.80	6.26	5.10	6.38	7.08	4.99	8.12	5.80	7.31	7.08	7.31	7.31	6.96	9.63	9.16	6.96
MgSiO <sub>3</sub> .....	4.40	3.20	2.90	3.30	3.00	2.20	4.80	4.60	4.40	4.80	4.80	4.70	3.70	5.50	10.80	8.30
FeSiO <sub>3</sub> .....	1.84	2.90	1.98	2.90	3.96	2.77	2.90	0.53	2.51	1.72	1.98	2.11	3.04	3.70	—	2.24
Mg <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> .....	2.45	3.57	6.37	3.71	4.48	6.37	7.00	6.65	5.32	4.62	6.23	5.46	6.79	6.16	—	—
Fe <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> .....	1.12	3.37	4.90	3.57	2.45	2.14	5.10	0.92	2.76	2.25	2.76	2.86	6.83	4.39	—	—
Ma.....	8.35	5.34	3.25	5.34	5.57	3.02	3.25	9.74	6.50	8.82	6.73	7.19	9.05	3.48	6.26	10.25
H.....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.24	—
Ilm.....	2.43	2.43	1.67	2.28	1.67	2.74	1.98	1.98	1.52	1.22	1.52	1.67	2.28	2.13	0.91	0.91
Ap.....	0.34	1.68	1.01	0.67	0.34	1.01	0.34	1.68	1.68	1.34	1.34	—	0.34	0.32	1.34	1.34

N°	PARAMÈTRES	100 % An.	ROCHE	LIEU	N°	PARAMÈTRES	100 % An.	ROCHE	LIEU
A	II. 5. 3. 4. [3. 3. 2. 3.]	43	Diorite β.	Mahury (S)	14	II'. 5. 3'. (4)5 [2. 2(3). 2. '3.]	48	Gabbro	Mahury (W)
9	II. 5. 3. '5. [2'. 2(3). 2. 3.]	41	Gabbro	Mahury (S)	10	II'. 5'. 3. 4(5). [2(3). 2'. 2. (2)3.]	47	Gabbro	Mahury (W)
20	II. 5. 3'. '5. [2. 3. '2. '3.]	46	Gabbro	Mt Rémire (N)	11	II'. 5(6). 3'. '5. [2. (2)3. 2. 2(3).]	54	Gabbro	Mahury (W)
7	II. 5'. 3.(4)5. [2. 2(3). 2. 3.]	48	Gabbro	Mahury (E)	12	II'. 5(6). 3(4). 4(5). [2. 2(3). 2. '3.]	64	Gabbro	Mahury (W)
L-1	II. 5(6). 4. 4'. [2. 2'. 2. 3.]	82	Gabbro	Pointe Hôpital	3-b	II(III). 5'. 3(4). 4. [2. 3. '2. 3.]	61	Gabbro	Enclave Mahury (E)
8	II. '6. 3'. 4'. [2. 3. (1)2. 3.]	64	Gabbro	Mahury (S)	21	II(III). 5(6). 3. (4)5. [2. 3. 2. '3.]	51	Gabbro	Mt Rémire (N)
4	II'. 5. 3'. 4'. [2. '3. 2. (2)3.]	54	Gabbro	Mahury (E)	17	II(III). '5. 3. 4(5). ['3. 1. 2(3). 2.]	37	Gabbro	Montravel
13	II'. 5. 3'. 4(5) [3. '3. 2. 2'.]	45	Gabbro	Mahury (W)	16	II. 4. (2)3. 4(5). ['3. 1. 2. 3.]	29	Gabbro quartzifère Diorite quartzifère	Montravel

TABLEAU 1. — Massif du Mahury. Composition virtuelle.

## B. Série gabbroïque.

Toutes les analyses par P. VAUGIN, sauf A par PATUREAU et L-1 par F. RAOULT.

En somme, l'ensemble ne comprend que des plagioclases : diorites quartziques, diorites plus ou moins saturées, gabbros  $\beta$ , et enfin gabbros  $\beta'$ , où le déficit en silice fait apparaître la néphéline virtuelle. Nulle part cependant le paramètre  $q$  ne dépasse 6, limite des plagioclases feldspathoïdiques. La fin de la série est formée de gabbros luscladitiques. Étant donné que le microscope ne montre que de la hornblende et une certaine quantité de biotite, il s'agit d'une série hétéromorphe, où le divorce est complet entre le « mode » et le « norm » (composition réelle et virtuelle).

La constance assez remarquable du paramètre  $r$  ne se reflète pas dans la composition du plagioclase moyen calculé, qui varie dans des proportions très sensibles (entre 29 et 64 % d'anorthite). Les types à andésine représentent néanmoins la grosse majorité (73 % des roches analysées).

Le plagioclase observé varie entre 27 et 50 % d'An. Il est par conséquent plus acide. Aucune lame ne montre de feldspath potassique, sauf au voisinage du granite où apparaît un peu de microcline. Le K, comme on pouvait le supposer, vient de la biotite. L'évolution très régulière du paramètre  $s$  indique, semble-t-il, que la biotite — et donc le K — appartiennent au magma primitif, ou constituent un apport antérieur à la dernière phase de recristallisation.

En ce qui concerne les paramètres B (barrylitiques), on enregistre des variations intéressantes.  $h$  est très constant, sauf dans les roches du Montravel où il passe brusquement à '3, montrant une richesse relative en minéral.  $k$  indique la différence qui existe entre les roches à excès et celles à déficit de silice avec apparition d'olivine, et varie d'une façon très sensible. Enfin  $l$  et  $m$  sont très irréguliers suivant les échantillons, sans qu'on puisse deviner le sens de ces différences.

Le microscope ne montre que des variations quantitatives du point de vue de la composition réelle. Celle-ci restant très uniforme, il est assez surprenant de constater des écarts aussi marqués dans le calcul de la composition virtuelle. Dans l'ensemble, l'évolution des paramètres des termes acides aux termes basiques est telle que l'on serait tenté de supposer qu'il existe un passage progressif des diorites quartziques aux gabbros.

Aucune des lames minces faites par la suite n'a permis de déceler la présence du pyroxène ou de l'olivine, ou toute autre modification de la composition minéralogique. On peut donc se demander si cette hétéromorphie généralisée ne vient pas d'une recristallisation générale du massif, la roche montrant très fréquemment une texture légèrement fluidale. L'aspect des échantillons recueillis à la surface du plateau ou sur la montagne de Rémire est très uniforme. Au pied du massif, par contre, les variations sont assez fréquentes.

*ÉTUDE DES CONTACTS ET ENCLAVES.* — Les observations faites sur les enclaves et certains contacts apportent des arguments de poids à cette manière de voir. On constate à l'anse de Rémire, et également sur les petites plages qui s'échelonnent plus au S (en bordure de route), que la roche se charge d'une multitude d'enclaves de toutes les dimensions (Pl. II, fig. 1 et 2). Elle prend parfois l'allure de véritables migmatites avec alternance de lits clairs et foncés, la hornblende formant souvent des concentrations lenticulaires, capricieusement réparties.

Du côté est encore, on aperçoit par endroits le contact avec d'autres roches, généralement à grain fin et de composition variable, pouvant aller des gabbros mélanocrates aux diorites quartzifères.

Les lames taillées dans ces roches renseignent peu sur la façon dont se fait le contact, la composition minéralogique étant très uniforme. Certaines enclaves ont une composition minéralogique identique à celle des roches du Mahury, mais un grain beaucoup plus fin. Quelques variétés sont riches en quartz et plus claires. Quelques-unes, enfin, sont nettement plus mélanocrates que la diorite qui les contient.

De véritables migmatites existent également sur la plage est, aux environs de la propriété Bichara. Le granite y forme des intercalations de direction plus ou moins méridienne dans les diorites, en les feldspathisant par endroits. Ailleurs il s'agit de phénomènes d'imbibition par des solutions siliceuses et potassiques, la teneur en quartz augmentant fortement, de même que celle en biotite. Les cristaux de hornblende sont alors plus clairsemés.

Signalons encore qu'à la pointe nord du Mt Rémire, près de la route, on voit le contact entre les gabbro-diorites à allure migmatique et à enclaves avec un granite à biotite plus récent.

Par contre, un peu plus loin, les concentrations de ce minéral prennent l'allure d'une véritable *différenciation par recristallisation*. On observe des diverticules, taches, ou traînées aux formes capricieuses, formés de hornblende sans feldspath. Ces zones hétérogènes, riches en « enclaves » (parties non recristallisées comme nous le verrons plus loin), constituent un passage entre la roche uniformément grossière du massif et les zones de migmatites où le granite est présent. A la pointe nord de la montagne de Rémire, par exemple, le granite apparaît en contrebas de la route, alors que les roches hétérogènes parsèment le flanc de la colline.

Le petit massif de la pointe du Montravel, séparé de la montagne de Rémire par une zone fortement granitisée, forme ainsi une unité structurale bien individualisée.

En examinant les différents échantillons provenant du Montravel, on constate la présence, du côté sud, de gabbros plus mélanocrates que la majeure partie du massif, sans que pour autant la texture et l'allure générale en soient modifiées.

Un chaos de roches se trouvant à l'écart du massif du Mahury, au S de la route, donne des indications très intéressantes. On y voit une alternance de bandes de quelques centimètres d'épaisseur, les unes ayant la texture grossière caractéristique des gabbro-diorites du Mahury, les autres une texture finement grenue. Ces dernières sont parsemées de cristaux plus gros, montrant que la recristallisation ne les a qu'incomplètement affectées. Les différents stades de ce phénomène sont marqués par la densité plus ou moins grande des gros cristaux, se détachant sur un fond finement cristallin en voie de complet envahissement. A l'œil nu on voit que cette modification touche les deux composants de la roche : feldspath et hornblende (Pl. III, fig. 1 et 2).

Au même endroit on peut observer un stade ultérieur du processus : les traînées largement cristallisées s'anostomosent de plus en plus, ne laissant subsister que des plages arrondies ou elliptiques à grain fin : ainsi se forment les « enclaves », si fréquentes le long de la côte est, et qui ne sont autre chose que des parties ayant échappé à la dernière recristallisation du massif (Pl. IV, fig. 1 et 2).

Ceci explique l'analogie troublante entre les analyses 28 et 29 :

n° 28 : 'II. 4 (5). 3. 4'. [2. 1. 1 (2). (2) 3.] diorite largement cristallisée.  
 n° 29 : II. 5. 3'. 4 (5). [2. 1. 1'. 3.] diorite à grain fin.

Le contact avec les terrains encaissants n'est guère visible du côté ouest du massif, mais on observe, en certains endroits, des filons irréguliers d'une roche granitique à grain fin, traversant la diorite.

Ainsi, à quelques kilomètres au S de Rémire, le granite apparaît sous forme de filons avec digitations dans la diorite et au contact des zones constituées par du feldspath largement cristallisé. Il s'agit peut-être du même granite que celui qu'on observe le long de la plage est (Pl. V, fig. 1 et 2).

De vrais enclaves ne semblent donc exister qu'en bordure est du Mahury. Elles sont constituées par le gabbro 3-b :

II (III). 5'. 3 (4). 4. [2. 3. '2. 3.]

plus ancien que celui du Mahury (3-a) :

II 5'. 3. 4'. [2. 3. 2. '3.]

et sont contenues dans ce dernier.

A l'habitation Valette on observe au contact des deux roches une belle brèche éruptive, faite des fragments assez anguleux du gabbro ancien, cimentés par une diorite très leucocrate, riche en feldspath.

D'autres enclaves, de composition différente, plus leucocrates et acides, appartiennent vraisemblablement aux roches métamorphiques du socle.

Les roches du Mahury sont connues vers l'W jusqu'à l'île Comou, où un sondage fait par le Bureau minier a permis de les repérer.

*TERRAINS ENCAISSANTS PLUS ANCIENS.* — Les terrains encaissants sont à peine représentés sur le pourtour immédiat du massif du Mahury, mais leurs rares affleurements prouvent qu'il s'agit toujours de la même série cristallophylienne, de composition très variable, que l'on peut observer plus au N le long des côtes de la presqu'île et que nous avons appelée « série de l'île de Cayenne »<sup>1</sup>.

Cette dernière est composée de gneiss feldspathisés, de para et ortho-amphibolites, de pyroxénites feldspathiques, de quartzites à amphibole ou à pyroxène. Les premiers affleurements de quelque étendue apparaissent à la presqu'île du Bourda. Ce sont de très belles migmatites, montrant par endroits des brèches migmatiques, des nébulites, etc... (côte nord du Bourda, Pl. VI à VIII). Ailleurs on observe des interstratifications de granites migmatiques, formant des bandes d'épaisseur variable et des lentilles. La direction de ces bancs est généralement voisine d'E-W, avec quelques variantes NW-SE (particulièrement visibles du côté sud-est, Pl. I, fig. 2, du Bourda). Les inclinaisons et pendages varient entre 30 et 60° et sont dirigés vers le N du côté sud-est de la presqu'île, vers le S du côté nord.

La même série forme une suite ininterrompue d'affleurements le long de la côte nord de l'île de Cayenne, où les directions sont voisines d'E-W, avec une certaine tendance vers le NW, et où les pendages, beaucoup plus forts, sont dirigés uniformément vers le S.

Du côté ouest, les affleurements les plus proches du massif du Mahury se trouvent au Morne Coco et sur la route de Cabassou, à l'approche de la colline de même nom. Sur cette dernière existent également des migmatites d'amphibolites et des granites, plus récents que les terrains de l'île de Cayenne.

*ROCHES POSTÉRIEURES AU MASSIF DU MAHURY.* — Nous avons déjà mentionné la présence du granite, qui apparaît en plusieurs points et modifie les gabbro-diorites. Il s'agit du granite « guyanais », très répandu en Guyane et formant de grands affleurements dans l'W de l'île de Cayenne ; il participe à la formation de toutes les migmatites de la région.

Cette granitisation est très pauvre en pegmatites. Son influence sur les terrains encaissants s'est surtout manifestée par la feldspathisation, la migmatitisation, l'imbibition, un apport de silice et parfois de biotite.

En quelques endroits : abords de la prise d'eau au N du lac Rorota, chemin de l'usine de purification des eaux, lac de Rémire, extrémité septentrionale du Mt Rémire, plage en contre-bas de l'usine Glennie, etc..., des veinules de pegmatites traversent les gabbro-diorites ; elles ont généralement une allure lenticulaire mais forment parfois des filons continus de quelques centi-

1. CHUBERT (1954) : Sur la constitution du Précambrien inférieur et moyen guyanais. *C. R. Ac. Sc.*, t. 238, p. 1664-1666. — Le Précambrien supérieur et l'histoire d'ensemble du Précambrien guyanais. *Ibid.*, t. 238, p. 1900-1902.

mètres d'épaisseur, ayant une fine texture aplitique dans les salbandes et une texture pegmatitique beaucoup plus grossière dans la partie médiane. L'ensemble forme des pegmatites à mica blanc. Ces filonnets sont peu nombreux.

Des filons de dolérite, sensiblement plus récents, recoupent les roches du Mahury.

\*  
\* \*

*En résumé*, nous nous trouvons en présence d'un massif formé de diorites et de gabbros, dont la composition virtuelle offre des passages continus des termes acides aux termes basiques. Il s'agit d'une série hétéromorphe, la composition minéralogique réelle étant tout à fait différente et très uniforme.

Par ailleurs l'étude des contacts et enclaves fait croire à une recristallisation complète du massif sous l'influence d'une granitisation qui se manifeste par la présence, à la périphérie, de migmatites et par des filons granitiques et pegmatitiques.

Cette recristallisation voile la structure primitive du massif et les calculs pétrographiques ne renseignent que sur les variations de la composition virtuelle. A peine pouvons-nous entrevoir ce qu'était dans le passé la composition de toutes ces enclaves à grain fin, elles-mêmes partiellement recristallisées, que l'on trouve çà et là sur le pourtour du massif.

Ces résultats ne sont guère satisfaisants pour l'esprit. Si l'on essaie de préciser ces données par l'application de la méthode des « paramètres génétiques », dont nous venons d'exposer le principe, le calcul de  $N_{at}$  et  $N_{\gamma}$  conduit à un graphique (fig. 2) qui donne deux alignements de points sensiblement parallèles. Nous interprétons ce résultat comme l'indication de l'existence de deux venues magmatiques successives et indépendantes :

- l'une (celle de droite) allant des diorites quartziques aux diorites ;
- l'autre (celle de gauche), des diorites saturées aux gabbros.

Ceci nous permet de diviser cet ensemble — dans lequel les calculs pétrographiques usuels ne montraient que des variations de composition continues — en deux groupes de roches, distincts et d'âges différents. De plus le phénomène de recristallisation, survenu après la mise en place, devient une quasi certitude, aucune limite tranchée n'existant plus actuellement entre les deux venues.

On peut dire enfin, si l'on compare ce graphique aux autres diagrammes, notamment à celui des roches andésitiques et basaltiques, que la venue des gabbros a sans doute été éruptive, alors que celle des diorites a pu être effusive : l'inclinaison de la droite des gabbros est en effet moins forte que celle des laves.

D'autre part, pour obtenir la droite des gabbros, nous avons employé le fer en cubes à faces centrées alors que, pour les roches basaltiques, c'est généralement le Fe à cubes centrés qui donne les meilleurs alignements.

Quant à la droite des roches dioritiques, elle est la répétition de celle des andésites et l'on peut, sans grand risque d'erreur, penser qu'il s'agissait d'andésites avant la recristallisation.

Les deux échantillons du Montravel indiquent que la différenciation des gabbros tend vers les termes picriques, plus riches en minéraux ferromagnésiens et plus pauvres en Al et en alcalins. Les points qui se placent à droite des andésites montrent l'influence du granite guyanais, dont la droite passe à proximité. Dans ces roches, l'apport de K est certain, alors qu'il est insignifiant dans les autres cas.

En examinant la position des différents échantillons sur la carte, on voit que la série gabbroïque se place à la base, et la série andésitique au sommet du massif. La même disposition se retrouve au Mt Rémire et à la pointe du Montravel.

Tout cet ensemble paraît donc constitué par des coulées andésitiques qui se sont épanchées sur un massif de gabbros plus ancien. L'inclinaison de ces coulées vers le NNE dans le massif principal et à la pointe du Montravel correspond à la pente actuelle du plateau du Mahury.

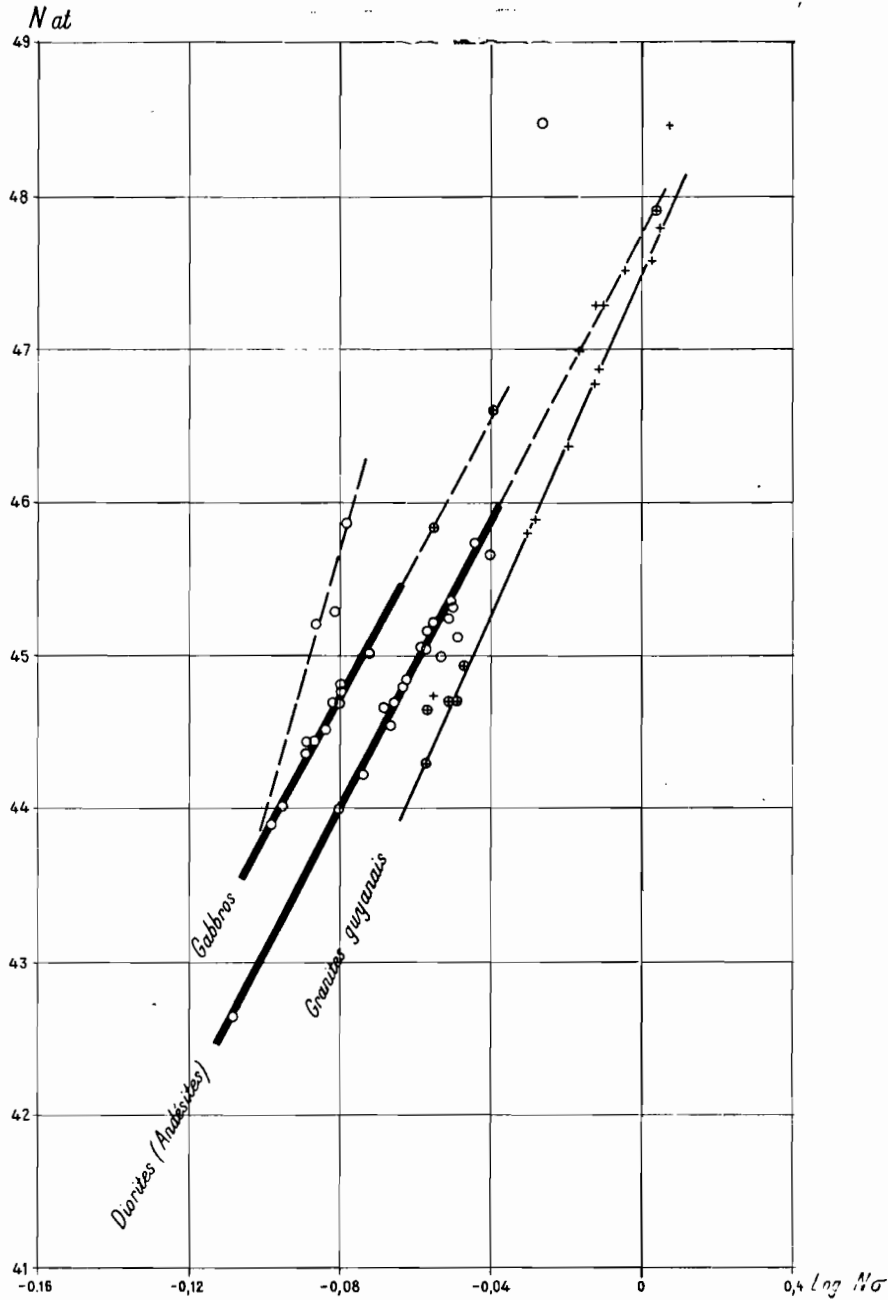


FIG. 2. — Diagrammes de différenciation des roches du Mahury.

O : gabbros et diorites; ⊕ : granite guyanais et migmatites de l'île de Cayenne ; + : granites guyanais et migmatites provenant d'autres régions de la Guyane.

Les andésites ont subi deux recristallisations successives. La première a donné les roches dioritiques à grain fin, qu'on observe aujourd'hui fréquemment associées aux diorites à gros grain le long de la bordure est du massif et qui sont en outre conservées sous forme « d'enclaves ». La deuxième a donné des diorites à gros grain.

La présence d'enclaves de gabbros à grain fin dans les diorites grossières et les contacts souvent bien tranchés des deux roches trouvent ainsi leur explication, étant donné l'âge antérieur des gabbros.

La présence d'une stratification subhorizontale ondulée dans les diorites à gros éléments et les intercalations lenticulaires en « bancs », non recristallisées (deuxième recristallisation), ayant la même allure, montre qu'il s'agit de transformations affectant des coulées de laves, peu dérangées tectoniquement.

Enfin les enclaves plus acides (analyse 1-*b*) appartiennent peut-être à une venue granitique responsable de la première recristallisation.

Grâce à ces éléments nouveaux, l'histoire géologique des roches du Mahury nous apparaît beaucoup plus clairement qu'avec les résultats obtenus par les méthodes pétrographiques courantes<sup>1</sup>.

1. La série gabbroïque a été calculée avec le fer en cubes à faces centrées, et la série dioritique avec le fer en cubes centrés.

	L-2	18	F-5	I-b	28	2	22	F-6	15	29	6	5	F-1	1-a	3-a	F-3	F-4	138
SiO <sub>2</sub> ..	63.64	61.57	62.95	61.75	59.84	61.52	60.61	61.36	62.06	54.65	50.29	51.28	51.18	52.88	49.90	62.26	61.18	60.90
TiO <sub>2</sub> ..	0.41	0.65	0.40	0.60	0.67	0.39	0.56	0.52	0.50	0.90	0.96	0.68	0.71	1.11	1.00	0.59	0.52	0.55
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ..	18.72	16.92	16.39	16.94	17.78	17.26	15.84	15.94	15.85	18.99	22.17	21.04	19.53	18.81	20.62	16.53	16.15	16.90
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ..	0.90	3.85	1.24	1.18	2.00	1.55	2.75	2.98	2.10	2.20	2.79	1.95	3.18	2.00	2.75	2.48	4.27	2.90
FeO ..	2.07	1.31	3.24	3.66	3.80	2.92	3.32	2.95	3.49	5.24	4.55	4.45	4.14	5.31	5.31	2.54	1.52	3.60
MnO ..	0.13	0.09	0.06	0.07	0.015	0.07	0.07	0.08	0.06	0.037	0.06	0.09	0.14	0.10	0.09	0.09	0.09	0.12
MgO ..	0.90	3.09	2.47	3.08	3.24	2.97	3.53	3.01	2.64	3.60	3.30	4.31	4.64	4.23	4.23	2.87	2.98	3.00
CaO ..	3.80	5.87	5.49	6.02	5.85	5.97	6.08	5.75	5.85	7.00	9.61	9.34	8.70	8.30	9.04	5.68	5.97	6.75
Na <sub>2</sub> O ..	5.61	4.44	4.23	3.98	4.36	4.32	3.99	3.96	4.27	4.12	4.68	4.87	4.86	4.07	4.62	4.22	4.66	4.10
K <sub>2</sub> O ..	0.44	0.99	2.12	1.79	1.45	1.98	0.91	1.88	1.66	1.07	0.73	0.78	1.50	1.48	1.41	1.65	1.37	1.10
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ..	0.30	0.35	0.33	0.24	0.03	0.03	0.47	0.29	0.22	0.07	0.17	0.19	0.44	0.26	0.09	0.26	0.36	0.06
H <sub>2</sub> O +	0.74	1.01	1.04	1.31	0.88	1.29	1.70	1.23	1.07	1.42	1.02	1.43	1.21	1.49	1.32	1.02	0.79	0.35
H <sub>2</sub> O -	0.45	—	0.01	0.01	0.02	0.04	0.17	—	0.03	0.09	0.04	0.04	0.11	0.05	0.06	0.07	0.67	0.35
CO <sub>2</sub> ..	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.47	—	—	—	—	—	—	—	traces
Val	100.11	100.14	99.97	100.53	99.53	100.31	100.00	99.95	99.76	99.86	100.37	100.45	100.34	100.09	100.44	100.26	99.93	100.68
Ti .....	20	32.5	20	30	33.5	19.5	28	26	25	45	48	34	35.5	55.5	50	29.5	26	27.5
Al .....	1 101	995	965	997	1 046	1 015	932	938	932	1 118	1 305	1 238	1 149	1 106.5	1 213	973	950	994
Fe .....	83	134.5	122.5	132.5	156.5	121	163	158.5	152	202	198.5	175	198.5	201	219	135.5	151.5	176
Mg .....	45	154.5	123.5	154	162	148.5	176.5	150.5	132	180	165	215.5	232	211.5	211.5	143.5	149	150
Ca .....	136	209.5	196	215	209	213	218	206	209	250	342	334	310	296	324	203.5	213	241
Na .....	180	144	137	129	140	139	130	128	137.5	133	152	157	156	131.5	149	136.5	150	132
K .....	9	22	44.5	38	31	42	20	39.5	35	24	15.5	16.5	32	32	30	35	29.5	24
P .....	21	24.5	23	17	2	2	33	20.5	15.5	5	12	13.5	31	18	6.5	18	25	4
Nat	1 595	1 716.5	1 631.5	1 712.5	1 780	1 700	1 700.5	1 667	1 638	1 957	2 238	2 183.5	2 144	2 052	2 203	1 674.5	1 694	1 748.5
Ti .....	1.20	1.85	1.22	1.71	1.80	1.12	1.62	1.53	1.51	2.18	2.09	1.54	1.65	2.64	2.21	1.73	1.53	1.53
Al .....	66.12	56.69	58.79	56.93	56.11	58.38	53.79	55.26	56.33	54.27	57.02	55.85	53.36	52.71	53.72	56.94	55.82	55.32
Fe .....	4.98	7.66	7.46	7.57	8.40	6.96	9.41	9.34	9.18	9.81	8.68	7.89	9.22	9.58	9.70	7.93	8.90	9.80
Mg .....	2.70	8.80	7.53	8.79	8.69	8.54	10.18	8.87	7.98	8.74	7.21	9.72	10.77	10.07	9.37	8.40	8.75	8.35
Ca .....	9.83	13.09	12.23	13.47	13.68	13.45	13.59	13.07	13.16	15.17	16.39	16.03	14.65	15.50	15.90	12.95	12.75	15.02
Na .....	13.00	9.00	8.55	8.08	9.16	8.78	8.10	8.12	8.66	8.07	7.29	7.53	7.37	6.88	7.31	8.68	8.98	8.23
K .....	0.65	1.38	2.78	2.38	2.03	2.65	1.25	2.51	2.20	1.46	0.74	0.79	1.51	1.68	1.47	2.23	1.77	1.50
P .....	1.52	1.53	1.44	1.07	0.13	0.12	2.06	1.30	0.98	0.30	0.58	0.65	1.47	0.94	0.32	1.14	1.50	0.25
N <sub>σ</sub>	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Ti .....	0.30	0.49	0.305	0.43	0.45	0.28	0.405	0.38	0.38	0.545	0.52	0.385	0.41	0.66	0.55	0.43	0.38	0.38
Al .....	22.04	18.895	19.60	18.98	18.71	19.46	17.93	18.42	18.78	18.09	19.01	18.615	17.79	17.57	17.91	18.98	18.605	18.44
Fe .....	2.49	3.83	3.73	3.785	4.20	3.48	4.705	4.67	4.59	4.905	4.34	3.945	4.61	4.79	4.85	3.965	4.45	4.90
Mg .....	1.35	4.40	3.765	4.395	4.345	4.27	5.09	4.435	3.99	4.37	3.605	4.81	5.385	5.035	4.685	4.20	4.375	4.175
Ca .....	4.915	6.545	6.115	6.735	6.84	6.725	6.795	6.535	6.58	7.585	8.195	8.015	7.325	7.75	7.95	6.475	6.375	7.51
Na .....	13.00	9.00	8.55	8.08	9.16	8.78	8.10	8.12	8.66	8.07	7.29	7.53	7.37	6.88	7.31	8.68	8.98	8.23
K .....	0.65	1.38	2.78	2.38	2.03	2.65	1.25	2.51	2.20	1.46	0.74	0.79	1.51	1.68	1.47	2.23	1.77	1.50
P .....	0.305	0.305	0.29	0.215	0.025	0.025	0.41	0.26	0.195	0.06	0.115	0.13	0.295	0.19	0.065	0.23	0.30	0.05
N <sub>σ</sub>	45.050	44.845	45.135	45.00	45.760	45.670	44.685	45.330	45.375	45.085	44.015	44.220	44.695	44.555	44.790	45.190	45.235	45.185
Ti+Al .....	0.302	0.262	0.269	0.262	0.259	0.2665	0.2475	0.254	0.259	0.252	0.2635	0.2565	0.246	0.2465	0.2495	0.262	0.2565	0.2545
Fe .....	0.0305	0.047	0.046	0.0465	0.052	0.043	0.058	0.0575	0.0565	0.0605	0.0535	0.0485	0.057	0.0590	0.060	0.0495	0.055	0.0605
Mg .....	0.0235	0.076	0.065	0.076	0.075	0.074	0.088	0.0765	0.069	0.0755	0.0625	0.083	0.093	0.087	0.081	0.0725	0.0755	0.072
Ca .....	0.1315	0.175	0.1635	0.180	0.183	0.180	0.182	0.175	0.176	0.203	0.219	0.2145	0.196	0.2075	0.2125	0.173	0.1705	0.201
Na .....	0.361	0.250	0.2375	0.224	0.2545	0.244	0.225	0.2255	0.2405	0.224	0.2025	0.209	0.2045	0.191	0.203	0.241	0.2495	0.2285
K .....	0.026	0.055	0.111	0.095	0.081	0.106	0.050	0.1005	0.088	0.0585	0.030	0.032	0.0605	0.067	0.059	0.089	0.071	0.060
P .....	0.003	0.003	0.003	0.002	—	—	0.004	0.0025	0.002	0.0005	0.001	0.0015	0.0030	0.0025	0.005	0.0025	0.003	0.0005
N <sub>σ</sub>	0.8775	0.868	0.895	0.8855	0.9045	0.9135	0.8545	0.8915	0.891	0.874	0.832	0.845	0.860	0.860	0.8655	0.8895	0.881	0.877

TABLEAU 2. — Guyane française. Analyses pondérales et calcul des valences (Val), des nombres d'atomes (Nat) et du nombre de couches (N<sub>σ</sub>).  
A : Massif du Mahury, série dioritique.

	A	9	20	7	L-1	8	4	13	14	10	11	12	3-b	21	17	16
SiO <sub>2</sub> ...	50.49	49.47	50.89	48.72	44.16	44.62	48.76	47.66	48.32	46.60	46.83	45.89	44.39	48.37	51.41	58.25
TiO <sub>2</sub> .	1.32	1.25	0.91	1.24	0.92	1.42	0.97	1.00	0.80	1.23	0.82	0.85	1.25	1.12	0.45	0.49
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ..	18.87	18.65	19.38	19.69	23.26	19.81	18.28	17.57	18.40	17.94	19.16	20.17	17.51	17.77	14.91	12.43
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.71	3.56	2.16	3.72	3.92	2.09	2.21	6.67	4.50	6.05	4.62	4.90	6.15	2.40	10.46	7.04
FeO ..	5.35	6.67	6.23	6.75	6.17	9.81	7.07	4.75	5.95	5.72	5.83	6.10	9.77	6.95	2.33	4.74
MnO...	0.10	0.09	0.12	0.11	0.17	0.17	0.07	0.17	0.10	0.16	0.15	0.13	0.21	0.18	0.12	0.10
MgO ..	3.21	3.33	4.79	3.46	3.75	4.53	6.33	5.65	4.80	5.08	5.48	5.00	5.35	5.74	4.32	3.32
Ca <sub>2</sub> O..	8.57	9.04	9.07	9.25	13.26	9.22	10.02	9.22	10.33	9.29	10.31	10.38	9.50	10.29	9.23	6.77
Na <sub>2</sub> O .	4.26	5.11	4.53	4.95	2.75	4.30	3.82	3.92	4.05	4.39	4.44	3.95	3.24	4.45	4.12	3.90
K <sub>2</sub> O...	1.46	0.67	0.68	0.79	0.93	1.16	1.11	0.99	0.68	0.98	0.66	0.96	1.15	0.76	0.71	0.92
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ..	0.08	0.74	0.35	0.32	0.09	0.37	0.09	0.74	0.69	0.50	0.55	0.05	0.19	0.30	0.50	0.51
H <sub>2</sub> O +	0.22	1.23	1.52	1.31	0.40	2.94	1.51	1.89	1.60	2.36	1.47	1.73	1.57	1.48	1.01	1.10
H <sub>2</sub> O -	0.82	0.12	0.11	0.03	0.12	0.05	0.06	0.08	0.03	0.14	0.03	0.05	0.06	0.06	0.14	0.22
	100.46	99.93	100.24	100.34	99.90	100.49	100.30	100.31	100.25	100.44	100.35	100.16	100.34	99.87	99.71	99.79
Val																
Ti ....	66	61.5	45.5	62	46	71	48.50	50	40	61.5	41	42.5	62.5	56	22.5	24.5
Al ....	1 110	1 097	1 140	1 159	1 368	1 165	1 076	1 033	1 082	1 056	1 127	1 186	1 029	1 045	876	731
Fe.....	294.5	277	230.5	283	274	329.5	254	303.5	280.5	314	322.5	296	430.5	258	330	311
Mg ...	160.5	166.5	239.5	173	187.5	226.5	316.5	282.5	240	254	274	250	267.5	287	216	166
Ca.....	307	324	325	330	474	328.5	359	328.5	370	332	368	372	340	368	329	242
Na....	137	164	147	160	89	138	123	127	131	142	144	128	105	144	133	126
K ....	31	14	14.5	17	20	24.5	24	21	14.5	21	14	20.5	25	16	15	19.5
P.....	5.5	52	24.5	22.5	6.5	26	6.5	52	48.5	35	38.5	3.5	13.5	21	35	36
	2 111.5	2 156	2 166.5	2 206.5	2 465	2 309	2 207.5	2 197.5	2 206.5	2 215.5	2 289	2 298.5	2 273	2 195	1 956.5	1 656
Val																
Ti ....	3.04	2.88	2.06	2.77	1.84	2.97	2.15	2.25	1.83	2.74	1.78	1.80	2.63	2.55	1.17	1.49
Al ....	51.04	51.35	51.65	51.83	54.71	48.76	47.61	46.42	49.41	46.99	49.01	50.13	43.26	47.62	45.48	44.48
Fe.....	13.54	12.97	10.44	12.66	10.95	13.79	11.24	13.64	12.81	13.97	12.29	12.51	17.87	11.75	17.13	18.93
Mg ...	7.38	7.80	10.85	7.74	7.50	9.48	14.00	12.69	10.95	11.30	11.92	10.56	11.24	13.08	11.22	10.10
Ca.....	15.97	14.62	15.90	15.58	20.10	15.89	17.51	15.54	16.40	15.66	16.30	17.75	17.58	16.76	16.06	14.29
Na....	7.13	7.40	7.19	7.56	3.77	6.67	6.00	6.01	5.81	6.70	6.38	6.11	5.43	6.56	6.50	7.44
K ....	1.61	0.63	0.71	0.80	0.85	1.18	1.17	0.99	0.64	0.99	0.62	0.98	1.29	0.73	0.73	1.15
P.....	0.29	2.35	1.20	1.06	0.28	1.26	0.32	2.46	2.15	1.65	1.70	0.16	0.70	0.95	1.71	2.12
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Nat																
Ti ....	0.76	0.72	0.515	0.69	0.46	0.77	0.54	0.56	0.46	0.685	0.445	0.45	0.655	0.64	0.29	0.37
Al ...	17.015	17.115	17.215	17.275	18.24	16.25	15.87	15.475	16.47	15.665	16.34	16.71	14.375	15.87	15.16	14.825
Fe.....	6.77	6.485	5.22	6.33	5.475	6.895	5.62	6.82	6.405	6.985	6.145	6.255	9.02	5.875	8.565	9.465
Mg ...	3.69	3.90	5.425	3.87	3.75	4.74	7.00	6.345	5.475	5.65	5.96	5.28	5.605	6.54	5.61	5.05
Ca.....	7.985	7.31	7.95	7.79	10.05	7.945	8.755	7.77	8.20	7.83	8.15	8.875	8.79	8.38	8.03	7.145
Na....	7.13	7.40	7.19	7.56	3.77	6.67	6.00	6.01	5.81	6.70	6.38	6.11	5.43	6.56	6.50	7.44
K ....	1.61	0.63	0.71	0.80	0.85	1.18	1.17	0.99	0.64	0.99	0.62	0.98	1.29	0.73	0.73	1.15
P.....	0.06	0.47	0.24	0.21	0.055	0.25	0.065	0.49	0.43	0.33	0.34	0.03	0.74	0.19	0.34	0.425
	45.020	44.030	44.465	44.525	42.650	44.700	45.020	44.460	43.890	44.835	44.380	44.690	45.305	44.785	45.225	45.870
Nσ																
Ti+Al	0.240	0.241	0.2395	0.2425	0.2525	0.230	0.2215	0.2165	0.2285	0.221	0.227	0.232	0.203	0.223	0.2085	0.2055
Fe....	0.0685	0.0655	0.0525	0.064	0.0555	0.0695	0.0565	0.069	0.0645	0.0705	0.062	0.063	0.091	0.0595	0.0865	0.0955
Mg ...	0.064	0.0675	0.094	0.067	0.065	0.082	0.121	0.110	0.095	0.098	0.103	0.0915	0.097	0.113	0.097	0.0875
Ca.....	0.2135	0.1955	0.2125	0.2085	0.269	0.2125	0.234	0.208	0.2195	0.2095	0.218	0.2375	0.235	0.224	0.215	0.191
Na....	0.198	0.2055	0.1995	0.210	0.1045	0.185	0.167	0.167	0.161	0.186	0.177	0.170	0.151	0.182	0.1805	0.2065
K ....	0.064	0.025	0.0285	0.032	0.034	0.047	0.047	0.040	0.026	0.040	0.025	0.039	0.052	0.029	0.029	0.046
P.....	0.0005	0.0045	0.0025	0.002	0.0005	0.0025	0.0005	0.005	0.0045	0.0035	0.0035	0.0005	0.0015	0.002	0.0035	0.004
	0.8485	0.8045	0.829	0.826	0.781	0.8285	0.8475	0.8155	0.799	0.8285	0.8155	0.8335	0.8305	0.8325	0.820	0.836

TABLEAU 2. — Guyane française.  
B : Massif du Mahury, série gabbroïque.

	GRANITES					MIGMATITES		
	24 Carrière 4 <sup>e</sup> km	78 Côte nord Bourda	18 Pointe Hôpital	19 Pointe Amandiers	136 Filons dans diorite S Rémire	20 Place Amandiers	77 Côte nord Bourda	313 Côte est Bourda
SiO <sub>2</sub> .....	75.83	72.26	67.98	67.30	71.37	73.09	65.68	68.58
TiO <sub>2</sub> .....	0.30	0.18	0.42	0.47	0.17	0.19	0.14	0.55
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	12.76	16.54	17.04	16.81	16.26	11.89	17.26	13.39
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0.18	0.32	0.18	0.58	0.10	2.49	0.82	3.47
FeO .....	2.14	0.34	1.72	2.76	1.26	2.78	3.39	3.74
MnO .....	0.017	0.02	0.05	0.06	0.03	0.07	0.07	0.03
MgO .....	0.22	0.35	1.84	1.31	0.50	0.65	0.72	0.48
CaO .....	1.51	3.15	4.03	4.33	3.57	2.74	3.97	3.92
Na <sub>2</sub> O .....	4.29	5.29	4.02	3.44	4.65	4.23	4.45	4.28
K <sub>2</sub> O .....	2.05	0.94	1.67	1.66	1.06	0.91	1.71	0.61
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0.04	0.24	0.31	0.27	0.22	0.26	0.49	0.17
H <sub>2</sub> O + .....	0.84	0.58	1.12	0.88	0.59	0.57	1.04	0.54
H <sub>2</sub> O - .....	0.02	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.05
	100.19	100.22	100.41	99.90	99.81	99.89	99.76	99.81
Val								
Ti .....	15	9	21	23.5	8.5	10	7	27.5
Al .....	750.5	973	1 003	988	956	700	1 015	788
Fe .....	65	18	54	93	38.5	142.5	116.5	191.5
Mg .....	11	17.5	92	65.5	25	32.5	36	24
Ca .....	54	112	144	156	127	98	141	140.5
Na .....	138	170	130	111	150	137	144	137.5
K .....	43	21	35	35	23	20	36	13
P .....	3	17	21.5	19	15.5	18	35	12
	1 079.5	1 337.5	1 500.5	1 491	1 343.5	1 158	1 530.5	1 334
Val								
Ti .....	1.34	0.66	1.35	1.51	0.62	0.85	0.45	2.00
Al .....	66.89	71.72	64.29	63.33	69.75	59.32	64.81	57.32
Fe .....	5.79	1.33	3.46	5.96	2.81	12.07	7.44	13.93
Mg .....	0.98	1.29	5.90	4.20	1.82	2.76	2.30	1.75
Ca .....	5.67	8.75	10.89	12.15	10.06	8.97	9.90	11.59
Na .....	14.50	13.28	9.83	8.64	11.89	12.55	10.11	11.35
K .....	4.52	1.64	2.65	2.73	1.82	1.83	2.53	1.07
P .....	0.31	1.33	1.63	1.48	1.23	1.65	2.46	0.99
	100.00	100.00	100.000	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Nat								
Ti .....	0.335	0.165	0.34	0.37	0.155	0.21	0.11	0.50
Al .....	22.295	23.905	21.43	21.11	23.25	19.77	21.105	19.105
Fe .....	2.895	0.665	1.73	2.98	1.405	6.035	3.72	6.965
Mg .....	0.49	0.645	2.95	2.10	0.91	1.38	1.15	0.875
Ca .....	2.835	4.375	5.445	6.075	5.03	4.485	4.95	5.795
Na .....	14.50	13.28	9.83	8.64	11.89	12.55	10.11	11.35
K .....	4.52	1.64	2.65	2.73	1.82	1.83	2.53	1.07
P .....	0.06	0.265	0.325	0.295	0.245	0.33	0.49	0.20
	47.930	44.940	44.700	44.310	44.705	46.590	44.665	45.860
Nσ								
Ti + Al .....	0.306	0.325	0.294	0.2905	0.316	0.270	0.293	0.265
Fe .....	0.0355	0.008	0.0215	0.036	0.0175	0.0745	0.046	0.086
Mg .....	0.008	0.011	0.051	0.0365	0.0155	0.024	0.020	0.015
Ca .....	0.076	0.117	0.1455	0.1625	0.1345	0.120	0.1325	0.155
Na .....	0.4025	0.369	0.273	0.240	0.330	0.3485	0.281	0.315
K .....	0.181	0.0655	0.106	0.109	0.073	0.073	0.101	0.043
P .....	0.0005	0.0025	0.003	0.003	0.0025	0.003	0.005	0.002
	1.0095	0.898	0.894	0.877	0.889	0.913	0.8785	0.881

TABLEAU 2. — Guyane française.

C : Ile de Cayenne, granites et migmatites.

RÉFÉRENCES	NAT	N $\sigma$	Log N $\sigma$	RÉFÉRENCES	NAT	N $\sigma$	Log N $\sigma$
<b>MASSIF DU MAHURY</b>				<b>MASSIF DU MAHURY</b>			
<i>Série dioritique :</i>				<i>Série gabbroïque :</i>			
L-2 .....	45.050	0.8775	$\bar{1}.94325$	A. ....	45.390	0.836	$\bar{1}.92221$
18 .....	44.845	0.868	$\bar{1}.93852$	9 .....	44.030	0.8045	$\bar{1}.90553$
F-5 .....	45.135	0.895	$\bar{1}.95182$	20 .....	44.465	0.829	$\bar{1}.91855$
1-b .....	45.000	0.8855	$\bar{1}.94719$	7 .....	44.525	0.826	$\bar{1}.91698$
28 .....	45.760	0.9045	$\bar{1}.95641$	L-1 .....	42.650	0.781	$\bar{1}.89265$
2 .....	45.670	0.9135	$\bar{1}.96071$	8 .....	44.700	0.8285	$\bar{1}.91829$
22 .....	44.685	0.8545	$\bar{1}.93171$	4 .....	45.020	0.8475	$\bar{1}.92814$
F-6 .....	45.330	0.8915	$\bar{1}.95012$	13 .....	44.460	0.8155	$\bar{1}.91142$
15 .....	45.375	0.891	$\bar{1}.94988$	14 .....	43.890	0.799	$\bar{1}.90255$
29 .....	45.085	0.874	$\bar{1}.94151$	10 .....	44.835	0.8285	$\bar{1}.91829$
6 .....	44.015	0.832	$\bar{1}.92012$	11 .....	44.380	0.8155	$\bar{1}.91142$
5 .....	44.220	0.845	$\bar{1}.92247$	12 .....	44.690	0.8335	$\bar{1}.92091$
F-1 .....	44.695	0.860	$\bar{1}.93450$	3-b. ....	45.305	0.835	$\bar{1}.91934$
1-a .....	44.555	0.860	$\bar{1}.93450$	21 .....	44.785	0.8325	$\bar{1}.92038$
3-a .....	44.790	0.8655	$\bar{1}.93171$	17 .....	45.225	0.820	$\bar{1}.91381$
F-3 .....	45.190	0.8895	$\bar{1}.94915$	16 .....	45.870	0.836	$\bar{1}.92221$
138 .....	45.185	0.877	$\bar{1}.94300$				
F-4 .....	45.235	0.881	$\bar{1}.94498$				
<b>ÎLE DE CAYENNE</b>				<b>ÎLE DE CAYENNE</b>			
<i>Granites :</i>				<i>Migmatites :</i>			
24 .....	47.930	1.0095	0.00430	20 .....	46.590	0.913	$\bar{1}.96047$
78 .....	44.940	0.898	$\bar{1}.95328$	77 .....	44.665	0.878.5	$\bar{1}.94374$
18 .....	44.700	0.894	$\bar{1}.95134$	313 .....	45.860	0.881	$\bar{1}.94498$
19 .....	44.310	0.877	$\bar{1}.94300$				
136 .....	44.705	0.899	$\bar{1}.94890$				

TABLEAU 3. — Guyane française.  
Récapitulation de Nat, N $\sigma$  et log N $\sigma$ .



## II. Gabbros, tonalites, granodiorites, granites de Californie méridionale,

d'après E. S. LARSEN (1948) : Batholith and associated rocks of Corona, Elsinore and San Luis Rey Quadrangles Southern California. *Mem. geol. Soc. America*, n° 29.

Il s'agit d'un immense batholite d'âge crétacé dont l'intrusion s'est produite au cours du plissement de la cordillère des Andes, à cheval sur la Californie mexicaine et la Californie des États-Unis. On le considère comme étant de même âge que celui qui se développe plus au N, dans la Sierra Nevada. Il est composé de roches variées, allant des gabbros aux granites, dont la mise en place s'est faite assez rapidement dans le temps.

L'ordre était le suivant : d'abord les gabbros de « San Marcos », puis les tonalites, suivies des granodiorites, et enfin les granites, qui paraissent être les plus jeunes.

Les granodiorites ont une composition minéralogique uniforme, et le microscope ne permet pas de les différencier. L'auteur croit cependant pouvoir distinguer une partie plus jeune que les autres. La composition chimique évolue d'une façon régulière des termes les plus acides jusqu'aux plus basiques; mais, si l'on étudie attentivement les graphiques donnés à la fin de l'ouvrage de E. S. Larsen, on remarque une dispersion très sensible des points, surtout en ce qui concerne la teneur en  $Al_2O_3$  et en  $K_2O$ .

Classés suivant  $Nat$  et  $N_7$  (fig. 4), on constate que les gabbros-norites forment l'alignement principal. Un alignement secondaire indique que ces roches sont quelque peu différenciées. Bien que le nombre des analyses soit insuffisant (10 au total pour une superficie de  $50 \times 100$  km), les deux courbes sont à peu près celles que l'on obtient pour la différenciation des roches de la famille des gabbros-basaltes.

Les tonalites et une partie des granodiorites appartiennent très certainement à la même venue. Elles forment trait d'union entre les gabbros et une deuxième venue de granodiorites se terminant, elle aussi, par des tonalites. Cette dernière (granodiorite de Woodson Mountain) paraît autonome, bien que quelques points intermédiaires indiquent une interaction.

Il existe encore une venue indépendante de granites dont l'alignement est parallèle à celui de la granodiorite de Woodson Mountain, autant que quatre analyses permettent d'en juger.

Le trait remarquable de l'ensemble post-gabbros (tonalites, granodiorites, granites) est que les termes extrêmes de la venue de Woodson Mountain et des granites se trouvent exactement dans le prolongement de l'alignement principal tonalites-granodiorites. On est donc en présence d'une différenciation par « étapes » du même magma. Ces faits sont peut-être dus à des stations plus ou moins prolongées dans les différentes couches de l'écorce terrestre, progressivement atteintes par le magma.

Remarquons enfin que les roches de contact tonalites-gabbros prolongent vers le bas l'alignement principal des granodiorites-tonalites, presque jusqu'à l'intersection avec la droite représentative de la venue des gabbros.

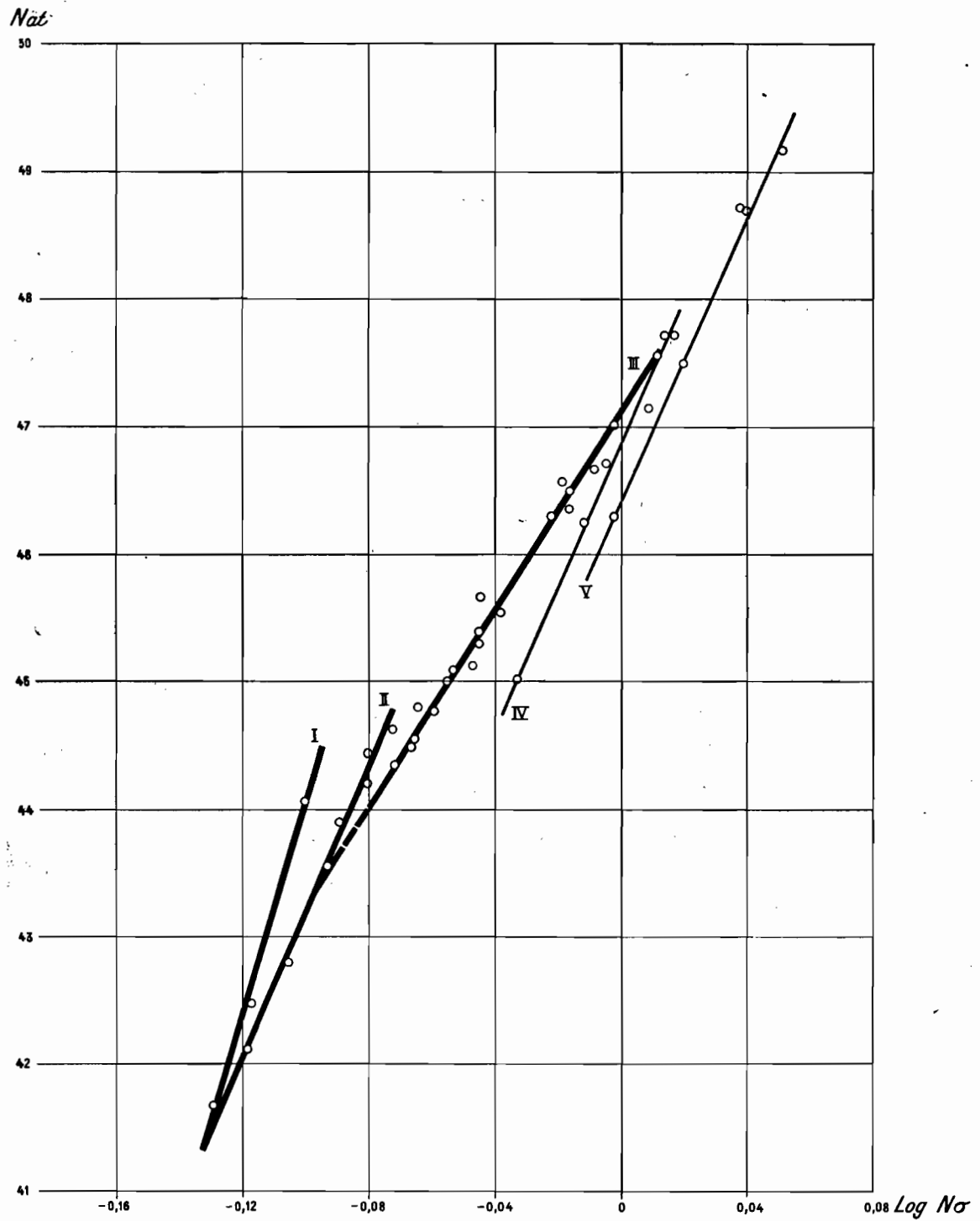


FIG. 4. — Diagrammes de différenciation des venues magmatiques de la Californie.  
 I et II : gabbros-norites ; III : tonalites, granodiorites ; IV : granodiorites de Woodson Mountain ; V : granites.

Cette droite a l'expression suivante :

$$y = 39,4117 \log x + 47,1506$$

ce qui donne, pour la courbe :

$$10^{y - 47,1506} = x^{39,4117}$$

Alignement des granodiorites de Woodson Mountain :

$$y = 54,5454 \log + 46,8545$$

celui des granites :

$$y = 55,5555 \log + 46,4111$$

celui des gabbros-norites (alignement principal) :

$$y = 55 \log x + 48,6$$

Pour le calcul des gabbros et norites nous avons employé le fer à empilement compact (cubes à faces centrées), ce qui semble donner un bon alignement des points. Le reste est calculé avec le fer correspondant à l'empilement en cubes centrés.

	GRANITES				GRANODIORITES							
	16 p. 98	17 p. 99	1 p. 100	2 p. 100	1 p. 80	2 p. 80	3 p. 80	4 p. 80	5 p. 80	7 p. 80	1 p. 91	5 p. 66
SiO <sub>2</sub> .....	76.54	74.46	73.60	75.38	72.58	72.94	74.77	74.72	76.13	72.17	72.80	71.06
TiO <sub>2</sub> .....	0.19	0.18	0.18	0.11	0.30	0.26	—	0.16	0.16	0.38	0.46	0.56
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ....	11.86	13.08	13.84	12.90	14.12	14.06	14.20	13.72	12.97	14.02	13.12	14.52
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ....	0.59	1.41	0.63	0.79	0.65	1.18	0.38	0.41	1.17	0.41	1.32	1.39
FeO.....	1.22	0.85	1.43	0.86	2.36	1.42	1.25	1.32	0.35	2.40	1.62	1.91
MnO.....	0.03	Tr	0.04	0.02	0.02	0.03	—	0.01	Tr	0.06	0.04	0.02
MgO.....	0.30	0.39	0.29	0.16	0.07	1.04	0.43	0.23	0.07	0.91	0.60	0.36
CaO.....	1.10	1.32	1.34	0.84	2.44	2.34	2.13	1.62	1.40	2.69	2.20	3.10
Na <sub>2</sub> O....	3.06	2.90	3.74	3.48	3.91	2.70	3.37	3.76	3.79	3.46	3.63	3.39
K <sub>2</sub> O.....	4.29	5.04	4.27	4.95	2.84	4.24	3.30	3.40	2.70	3.17	3.71	3.08
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ....	0.02	—	0.02	—	—	—	—	0.03	0.03	0.09	0.04	0.03
H <sub>2</sub> O + ..	0.22	0.30	0.17	0.23	0.32	0.26	0.30	0.33	0.78	0.23	0.22	—
H <sub>2</sub> O — ..	—	0.03	0.06	0.02	—	0.04	—	—	0.09	0.02	0.02	0.34
	99.48 <sup>1</sup>	99.96	99.82 <sup>2</sup>	99.83 <sup>3</sup>	99.73 <sup>4</sup>	100.51	100.13	99.75 <sup>5</sup>	99.77 <sup>6</sup>	100.03 <sup>7</sup>	99.84 <sup>8</sup>	99.79 <sup>9</sup>
Val												
Ti.....	9.50	9	9	5.5	15	13	—	8	8	19	23	28
Al.....	697	770	815	759	831	827	835	806.5	763	824.5	773	854
Fe.....	49.75	58.75	56	44.5	81.5	69	44.5	46.5	39	77.5	78.5	87.5
Mg.....	15	19.50	14.5	8	3.5	52.5	21.5	11.5	3.5	45.5	30	18
Ca.....	39	47	120	30	88	84	77	58.5	50	96	78	110
Na.....	98	94	121	112	126	88	109	121	122	111	117	110
K.....	92	107	92	105	61	91	70	72	58	67.5	78	66
P.....	1.5	—	1.5	—	—	—	—	2	2	6.5	3	2
Ba.....	—	—	1	1.5	—	—	—	—	1	—	1	—
	1 001.75	1 105.25	1 230	1 065.5	1 206.0	1 224.5	1 157.0	1 126.0	1 046.0	1 247.5	1 181.5	1 275.5
Val												
Ti.....	0.92	0.79	0.75	0.50	1.33	1.01	—	0.69	0.74	1.48	1.91	2.13
Al.....	67.78	67.36	68.33	69.68	66.84	64.51	69.51	69.32	70.34	63.98	64.09	64.86
Fe.....	4.84	5.14	4.70	4.09	6.55	5.38	3.70	4.00	3.60	6.01	6.51	6.64
Mg.....	1.46	1.71	1.22	0.73	0.28	4.10	1.79	0.99	0.32	3.53	2.49	1.37
Ca.....	4.23	4.74	8.94	3.02	8.00	7.98	7.52	5.77	5.37	8.54	7.04	9.55
Na.....	10.63	9.47	9.02	11.27	11.45	8.37	10.64	11.93	13.09	9.88	10.56	9.55
K.....	9.98	10.79	6.86	10.56	5.55	8.65	6.84	7.10	6.22	6.00	7.04	5.73
P.....	0.16	—	0.11	—	—	—	—	0.20	0.21	0.58	0.27	0.17
Ba.....	—	—	0.07	0.15	—	—	—	—	0.11	—	0.09	—
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Nat												
Ti.....	0.23	0.20	0.19	0.125	0.33	0.25	—	0.17	0.185	0.37	0.48	0.53
Al.....	22.595	22.45	22.78	23.225	22.28	21.50	23.17	23.11	23.445	21.325	21.36	21.62
Fe.....	2.42	2.57	2.35	2.045	3.275	2.69	1.85	2.00	1.80	3.005	3.255	3.32
Mg.....	0.73	0.855	0.61	0.365	0.14	2.05	0.895	0.495	0.16	1.765	1.245	0.685
Ca.....	2.115	2.37	4.47	1.51	8.00	3.99	3.76	2.885	2.685	4.27	3.52	4.775
Na.....	10.63	9.47	9.02	11.27	11.45	8.37	10.64	11.93	13.09	9.88	10.56	9.55
K.....	9.98	10.79	6.895	10.635	5.55	8.65	6.84	7.10	6.275	6.00	7.085	5.73
P.....	0.03	—	0.02	—	—	—	—	0.04	0.04	0.115	0.055	0.035
	48.730	48.705	46.335	49.175	47.025	47.50	47.155	47.730	47.68	46.730	47.560	46.245
N <sub>σ</sub>												
Ti + Al..	0.3085	0.306	0.3105	0.3155	0.3055	0.294	0.313	0.3145	0.3195	0.293	0.295	0.2995
Fe.....	0.030	0.0315	0.029	0.025	0.0405	0.033	0.023	0.0245	0.022	0.037	0.040	0.041
Mg.....	0.0125	0.015	0.0105	0.0065	0.0025	0.0355	0.0155	0.0085	0.0025	0.0305	0.0215	0.012
Ca.....	0.0455	0.051	0.1195	0.0405	0.107	0.1065	0.1005	0.077	0.072	0.114	0.094	0.1275
Na.....	0.295	0.263	0.2505	0.313	0.318	0.2325	0.2955	0.331	0.3635	0.2745	0.293	0.265
K.....	0.399	0.4315	0.276	0.4255	0.222	0.346	0.2735	0.284	0.251	0.240	0.2835	0.229
P.....	0.0005	—	—	—	—	—	—	0.0005	0.0005	0.001	0.0005	0.0005
	1.0910	1.098	0.996	1.1260	0.9955	1.0475	1.0210	1.040	1.031	0.990	1.0275	0.9745

TABLEAU 4. — Californie méridionale (E. S. LARSEN, 1948).

Analyses pondérales et calcul des valences (Val), du nombre d'atomes (Nat) et du nombre de couches (N<sub>σ</sub>).

A : Granites et granodiorites.

1 : y compris S : 0.06

2 : y compris SO<sub>2</sub> : 0.13 ; BaO : 0.08

3 : y compris BaO : 0.09

4 : y compris ZrO<sub>2</sub> : 0.05 ; BaO : 0.07

5 : y compris S : 0.04

6 : y compris S : 0.04 ; BaO : 0.09

7 : y compris ZrO<sub>2</sub> : 0.02

8 : y compris BaO : 0.06

9 : y compris S : 0.03.

	GRANODIORITES						TONALITES								
	1 p. 66	1 p. 70	1 p. 85	1 p. 89	9 p. 66	1 p. 93	1 p. 56	2 p. 56	3 p. 56	1 p. 73	2 p. 66	3 p. 66	4 p. 66	7 p. 66	8 p. 66
SiO <sub>2</sub> .....	70.80	69.78	74.68	73.11	62.93	68.56	60.26	63.70	63.38	60.41	55.14	62.28	64.86	59.28	69.72
TiO <sub>2</sub> .....	0.36	0.52	0.15	0.29	0.86	0.36	0.53	0.57	0.72	0.68	0.93	0.72	0.55	0.85	0.34
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	15.01	14.60	13.80	14.35	15.98	15.60	14.12	15.32	15.58	20.02	17.82	16.68	16.12	17.86	16.68
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1.11	1.91	0.79	1.01	1.02	1.81	1.23	1.58	1.53	0.29	2.07	0.78	1.80	1.43	1.27
FeO.....	2.00	2.27	1.13	1.68	4.84	1.98	2.94	4.25	4.90	4.43	6.59	5.30	2.80	5.02	1.29
MnO.....	0.03	0.05	0.03	Tr	0.10	Tr	0.03	0.09	0.06	0.07	0.09	0.07	0.03	0.07	0.03
MgO.....	0.76	1.36	0.21	0.27	2.59	1.26	1.54	3.18	2.53	1.66	4.16	2.33	2.70	3.21	0.66
CaO.....	2.82	3.98	2.26	2.81	5.59	3.66	3.52	5.68	5.28	5.48	7.46	5.72	5.26	6.46	3.74
Na <sub>2</sub> O.....	3.76	3.46	4.10	3.90	3.60	3.44	3.59	3.00	3.70	4.41	3.10	3.50	3.38	3.39	3.94
K <sub>2</sub> O.....	2.88	1.86	2.01	1.73	1.59	2.80	2.34	1.92	1.78	1.60	1.36	1.49	1.64	1.53	1.32
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0.04	0.11	0.09	—	0.16	—	0.03	0.06	0.13	—	0.11	0.11	0.05	0.12	0.08
H <sub>2</sub> O +.....	0.31	0.44	0.44	0.52	0.57	0.73	0.42	0.47	0.49	0.73	0.75	0.55	—	0.53	0.53
H <sub>2</sub> O —.....	0.05	0.04	0.02	—	0.04	0.03	—	0.04	—	0.04	0.01	0.04	0.50	0.07	0.16
	100.00 <sup>1</sup>	100.46	99.71	99.70 <sup>2</sup>	99.91 <sup>3</sup>	100.23	99.57 <sup>4</sup>	99.86	100.12 <sup>5</sup>	99.93 <sup>6</sup>	99.78 <sup>7</sup>	99.74 <sup>8</sup>	99.69	99.87 <sup>9</sup>	99.79 <sup>10</sup>
Val															
Ti.....	18	26	7.5	14.5	43	18	26.5	28.5	36	34	46.5	36	27.5	42.5	17
Al.....	882	859	812	844	940	918	831	901	917	1 177	1 048	981	948	1 050	981
Fe.....	84.5	115	52	72.5	163	100.5	114	160	176	132	238	169.5	124	176	69
Mg.....	38	68	10.5	13.5	129.5	63	77	159	126.5	83	208	116.5	135	160.50	33
Ca.....	101	142	80	100	200	130	128	204	190	196	266	205	188	230	134
Na.....	121	111	132	126	116	111	116	96	120	142	100	112	110	110	128
K.....	62	39	42	37	34	60	50	40	38	34	29	32	35	32.5	28
P.....	3	7.5	6.5	—	11	—	2	4	9	—	7.5	7.5	3.5	8.5	5.5
Ba.....	1.5	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0.5	1	—	0.5	—
	1 311	1 367.5	1 142.5	1 207.5	1 636.5	1 400.5	1 344.5	1 592.5	1 612.5	1 799	1 943.5	1 660.5	1 571.0	1 810.5	1 395.5
Val															
Ti.....	1.32	1.83	0.64	1.15	2.58	1.23	1.90	1.71	2.15	1.79	2.26	2.07	1.67	2.13	1.16
Al.....	64.69	60.32	69.05	67.02	55.23	62.62	59.44	54.13	54.78	61.90	51.02	56.46	57.60	55.11	66.89
Fe.....	6.20	8.08	4.42	5.76	9.58	6.85	8.15	9.61	10.51	6.94	11.59	9.76	7.53	9.24	4.70
Mg.....	2.79	4.77	0.89	1.07	7.61	4.30	5.51	9.55	7.56	4.37	10.13	6.71	8.20	8.42	2.25
Ca.....	8.75	11.85	7.68	9.51	13.86	10.80	10.81	14.83	13.31	13.13	16.50	14.34	13.97	15.07	11.33
Na.....	10.49	9.27	12.67	11.98	8.03	9.22	9.80	6.98	8.40	9.52	6.20	7.83	8.17	7.21	10.83
K.....	5.37	3.25	4.03	3.51	2.35	4.98	4.22	2.90	2.66	2.28	1.80	2.24	2.60	2.13	2.37
P.....	0.26	0.63	0.62	—	0.76	—	0.17	0.29	0.63	—	0.47	0.52	0.26	0.56	0.47
Ba.....	0.13	—	—	—	—	—	—	—	—	0.07	0.03	0.07	—	0.03	—
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Nat															
Ti.....	0.33	0.46	0.16	0.29	0.645	0.31	0.475	0.43	0.54	0.45	0.565	0.52	0.42	0.56	0.29
Al.....	21.565	20.10	23.015	22.34	18.41	20.87	19.815	18.04	18.26	20.63	17.01	18.82	19.20	18.97	22.30
Fe.....	3.10	4.04	2.21	2.88	4.79	3.425	4.075	4.805	5.255	3.47	5.795	4.88	3.765	4.52	2.35
Mg.....	1.395	2.385	0.445	0.535	3.805	2.15	2.755	4.775	3.78	2.185	5.065	3.355	4.10	4.21	1.125
Ca.....	4.375	5.925	3.84	4.755	6.93	5.40	5.405	7.415	6.655	6.565	8.25	7.17	6.985	7.535	5.665
Na.....	10.49	9.27	12.67	11.98	8.03	9.22	9.80	6.98	8.40	9.52	6.20	7.83	8.17	7.21	10.83
K.....	5.435	3.25	4.03	3.51	2.35	4.98	4.22	2.90	2.66	2.35	1.83	2.275	2.60	2.145	2.37
P.....	0.05	0.125	0.125	—	0.15	—	0.035	0.06	0.125	—	0.095	0.105	0.05	0.11	0.095
	46.740	45.565	46.495	46.29	45.110	46.355	46.580	45.405	45.675	45.17	44.810	44.955	45.290	44.76	45.025
Nσ															
Ti + Al.....	0.296	0.278	0.313	0.306	0.2575	0.286	0.274	0.2495	0.254	0.285	0.2375	0.2615	0.265	0.256	0.305
Fe.....	0.038	0.050	0.027	0.0355	0.059	0.042	0.0505	0.0595	0.065	0.043	0.0715	0.060	0.0465	0.057	0.029
Mg.....	0.024	0.041	0.0075	0.009	0.066	0.037	0.0475	0.0825	0.0655	0.038	0.0875	0.058	0.071	0.073	0.0195
Ca.....	0.117	0.1585	0.1025	0.127	0.1855	0.1445	0.1445	0.1985	0.178	0.1755	0.2205	0.192	0.187	0.2015	0.1515
Na.....	0.291	0.2575	0.352	0.333	0.223	0.256	0.272	0.194	0.233	0.2645	0.172	0.2175	0.226	0.200	0.301
K.....	0.2175	0.130	0.161	0.1405	0.094	0.199	0.169	0.116	0.1065	0.094	0.073	0.091	0.104	0.086	0.095
P.....	0.0005	0.001	0.001	—	0.0015	—	0.0005	0.0005	0.001	—	0.001	0.001	0.0005	0.001	0.001
	0.984	0.916	0.964	0.951	0.8865	0.9645	0.958	0.9005	0.903	0.900	0.863	0.881	0.900	0.8745	0.9275

TABLEAU 4. — Californie méridionale (E.-S. LARSEN, 1948).  
B : Granodiorites (suite), tonalites.

1 : y compris S : 0.02 ; BaO : 0.12  
6 : y compris S : 0.05 ; BaO : 0.06

2 : y compris SO<sub>3</sub> : 0.03  
7 : y compris S : 0.15 ; BaO : 0.04

3 : y compris ZrO<sub>2</sub> : 0.04  
8 : y compris S : 0.11 ; BaO : 0.06

4 : y compris ZrO<sub>2</sub> : 0.02  
9 : y compris BaO : 0.05

5 : y compris S : 0.04  
10 : y compris S : 0.30.

	GABBRO-TONALITES			GABBROS			NORITES						
	4 p. 56	5 p. 56	6 p. 56	a p. 50	2 p. 50	4 p. 50	1 p. 50	3 p. 50	5 p. 50	6 p. 50	7 p. 50	8 p. 50	9 p. 50
SiO <sub>2</sub> ..	58.68	59.36	57.14	44.66	45.78	48.16	42.86	47.22	52.12	54.70	56.92	56.52	56.62
TiO <sub>2</sub> ..	0.68	0.68	0.96	0.96	5.13	0.76	0.18	1.60	0.33	0.72	0.68	1.06	1.30
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ..	17.32	16.50	17.48	22.85	15.59	19.66	24.94	18.18	20.88	18.66	18.08	17.44	16.40
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ..	1.36	2.81	2.58	3.88	1.89	1.53	2.13	6.14	0.34	1.53	1.36	1.70	1.90
FeO...	5.06	3.38	3.59	6.44	10.92	5.06	6.14	7.80	6.52	6.29	6.29	6.44	5.84
MnO...	0.08	0.09	0.08	0.11	0.17	0.14	0.06	0.18	0.09	0.09	0.08	0.06	0.04
MgO...	4.46	3.98	3.95	5.22	7.20	7.59	9.28	4.93	6.90	4.93	4.40	4.65	5.00
CaO...	7.52	7.58	6.48	14.56	11.96	13.46	13.08	10.46	10.14	8.70	8.72	7.92	7.96
Na <sub>2</sub> O..	2.96	3.13	2.94	1.08	1.00	1.88	0.76	2.74	2.40	2.83	2.88	3.30	2.92
K <sub>2</sub> O..	1.20	0.79	0.89	0.07	0.42	0.31	0.09	0.13	0.25	1.06	0.44	0.76	1.36
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ...	0.06	0.07	0.04	Tr	Tr	0.11	—	—	—	0.05	0.04	0.16	0.13
H <sub>2</sub> O+	0.67	0.95	1.42	0.24	0.36	1.48	0.78	—	0.22	0.58	0.29	0.32	0.28
H <sub>2</sub> O-	—	0.29	0.62	0.08	0.03	—	—	0.46	—	—	—	—	0.06
	100.07 <sup>1</sup>	99.85 <sup>2</sup>	100.14 <sup>3</sup>	100.18 <sup>4</sup>	100.45	100.22 <sup>5</sup>	100.33 <sup>6</sup>	100.22 <sup>7</sup>	100.19	100.19 <sup>8</sup>	100.24 <sup>9</sup>	100.34 <sup>10</sup>	99.92 <sup>11</sup>
Val													
Ti...	34	34	48	48	256.5	38	9	80	16.5	36	34	53	65
Al....	1 019	971	1 028	1 344	918	1 157	1 468	1 070	1 228	1 097	1 064	1 026	965
Fe....	176	166	166.5	279	355.5	182.5	225.5	374.5	192	216.5	212	223	211.5
Mg....	223	199	197.5	261	360	379.5	464	246.5	345	241.5	220	232.5	250
Ca....	268.5	272	232	520	427	480	467	374	362	310	311	283	284
Na....	95	102	95	36	32	62	24	89	78	91	93	106	94
K.....	26	18	20	1.5	9	4.5	2	3	5.5	23	9.5	16	29
P.....	4	5	3	—	—	7.5	—	—	—	3.5	3	11	9
	1 845.5	1 767	1 790	2 489.5	2 358.0	2 311.0	2 659.5	2 237	2 227	2 018.5	1 946.5	1 950.5	1 907.5
Val													
Ti...	1.76	1.86	2.50	1.87	10.18	1.62	0.31	3.39	0.69	1.70	1.67	2.59	3.27
Al....	52.63	53.16	53.54	52.17	36.43	49.39	50.82	45.31	51.70	51.71	52.16	50.15	48.52
Fe....	9.09	9.09	8.67	10.83	14.11	7.79	7.81	15.86	8.08	10.21	10.39	10.90	10.64
Mg....	11.52	10.89	10.29	10.13	14.28	16.20	16.06	10.44	14.53	11.38	10.78	11.36	12.57
Ca....	17.06	17.13	16.57	23.32	22.81	21.60	23.68	20.06	20.31	18.13	18.67	17.01	17.07
Na....	6.04	6.43	6.79	1.61	1.71	2.79	1.22	4.78	4.38	5.32	5.58	6.37	5.65
K.....	1.65	1.13	1.43	0.07	0.48	0.27	0.10	0.16	0.31	1.35	0.57	0.96	1.74
P.....	0.25	0.31	0.21	—	—	0.34	—	—	—	—	0.18	0.66	0.54
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Nat													
Ti...	0.44	0.465	0.625	0.47	2.545	0.405	0.08	0.85	0.17	0.425	0.42	0.65	0.82
Al....	17.54	17.72	17.85	17.39	12.145	16.465	16.94	15.105	17.235	17.235	17.385	16.715	16.17
Fe....	4.545	4.545	4.335	5.415	7.055	3.895	3.905	7.93	4.04	5.105	5.195	5.45	5.32
Mg....	5.76	5.445	5.145	5.065	7.14	8.10	8.03	5.22	7.265	5.69	5.39	5.68	6.285
Ca....	8.53	8.565	8.285	11.66	11.405	10.80	11.84	10.03	10.155	9.065	9.335	8.505	8.535
Na....	6.04	6.43	6.79	1.61	1.71	2.79	1.22	4.78	4.38	5.32	5.58	6.37	5.65
K.....	1.65	1.13	1.43	0.07	0.48	0.27	0.10	0.16	0.31	1.35	0.57	0.96	1.74
P.....	0.05	0.06	0.04	—	—	0.07	—	—	—	0.04	0.035	0.13	0.11
	44.555	44.360	44.500	41.680	42.480	42.795	42.115	44.075	43.555	44.230	43.910	44.460	44.630
N <sub>σ</sub>													
Ti+Al	0.243	0.2455	0.2495	0.2415	0.1985	0.228	0.230	0.2155	0.235	0.2385	0.2405	0.2345	0.2295
Fe....	0.056	0.056	0.0535	0.0545	0.071	0.0395	0.0395	0.080	0.041	0.0515	0.0525	0.055	0.0535
Mg....	0.0995	0.094	0.089	0.0875	0.1235	0.140	0.139	0.0905	0.126	0.0985	0.0935	0.0985	0.109
Ca....	0.228	0.229	0.2215	0.312	0.305	0.289	0.3165	0.2685	0.2715	0.2425	0.2495	0.2275	0.2285
Na....	0.168	0.1785	0.1885	0.045	0.0475	0.0775	0.034	0.133	0.1215	0.1475	0.155	0.177	0.157
K.....	0.066	0.045	0.057	0.003	0.019	0.011	0.004	0.0065	0.0125	0.054	0.023	0.0385	0.0695
P.....	0.0005	0.0005	0.0005	—	—	0.0005	—	—	—	0.0005	0.0005	0.0015	0.001
	0.861	0.8485	0.8595	0.7435	0.7645	0.7855	0.763	0.794	0.8075	0.833	0.8145	0.8325	0.848

TABLEAU 4. — Californie méridionale (E. S. LARSEN, 1948).

C : gabbro-tonalites, gabbros, norites.

1 : y compris S : 0.02

2 : y compris P. f. : 0.24

3 : y compris S : 0.03 ; P : 1.94

4 : y compris ZrO<sub>2</sub> : 0.03

5 : y compris S : 0.08

6 : y compris S : 0.03

7 : y compris S : 0.38

8 : y compris S : 0.05

9 : y compris S : 0.06

10 : y compris S : 0.01

11 : y compris S : 0.11.

RÉFÉRENCE	Nat	N $\sigma$	Log N $\sigma$	RÉFÉRENCE	Nat	N $\sigma$	Log N $\sigma$
<b>VENUE GRANITES</b>				<b>VENUE GRANODIORITES- TONALITES</b>			
<i>Granites</i>				<i>Granodiorites</i>			
2, p. 100 .....	49.175	1.126	0.05154	1, p. 70. ....	45.565	0.916	ī.96190
1, — .....	46.335	0.996	ī.99826	1, p. 66. ....	46.740	0.984	ī.99300
16, p. 98 .....	48.730	1.091	0.03782	1, p. 85. ....	46.495	0.964	ī.98408
17, p. 99 .....	48.705	1.098	0.04060	1, p. 89. ....	46.290	0.951	ī.97818
<b>VENUE GRANODIORITES « WOODSON MOUNTAIN »</b>				1, p. 93. ....			
<i>Granodiorites</i>				9, p. 66. ....			
7, p. 80 .....	46.730	0.990	ī.99564	<i>Tonalites</i>			
5, — .....	47.680	1.031	0.01326	8, p. 66. ....	45.025	0.9275	ī.96731
4, — .....	47.730	1.040	0.01703	7, — .....	44.776	0.8745	ī.94176
3, — .....	47.155	1.021	0.00903	3, — .....	44.955	0.881	ī.94498
2, — .....	47.500	1.0475	0.02015	2, — .....	44.810	0.863	ī.93601
1, — .....	47.025	0.9955	ī.99804	4, — .....	45.290	0.900	ī.95424
1, p. 91 .....	47.560	1.0275	0.01178	1, p. 56. ....	46.580	0.958	ī.98137
5, p. 66 .....	46.245	0.9745	ī.98878	3, — .....	45.675	0.903	ī.95569
<b>VENUE GABBROS-NORITES « SAN MARCOS »</b>				2, — .....			
<i>Gabbros</i>				1, p. 73. ....			
a, p. 50 .....	41.680	0.7435	ī.87128	<b>TERMES DE PASSAGE</b>			
2, — .....	42.480	0.7645	ī.88338	<i>Gabbros-tonalites</i>			
4, — .....	42.795	0.7855	ī.89515	4, — .....	44.555	0.861	ī.93500
<i>Norites</i>				5, p. 56. ....			
1, p. 50 .....	42.115	0.763	ī.88252	6, — .....			
3, — .....	44.075	0.794	ī.89982				
5, — .....	43.555	0.8075	ī.90714				
8, — .....	44.460	0.8325	ī.92038				
9, — .....	44.630	0.848	ī.92840				
7, — .....	43.910	0.8145	ī.91089				
6, — .....	44.230	0.833	ī.92065				

TABLEAU 5. — Californie méridionale (E. S. LARSEN, 1948).

 Récapitulation de Nat, N $\sigma$  et log N $\sigma$ .

### III. Picrites, basaltes, andésites de l'île Hawaï,

d'après G. A. MAC DONALD (1949) : Petrography of the Island of Hawaï. *Prof. Paper U. S. geol. Surv.*, n° 214-D

On sait que les îles Hawaï ont une origine volcanique. Dans la principale, plusieurs volcans sont encore en activité : Mauna-Loa, Mauna-Kea, Kilauea. Les autres sont plus anciens : Kohala, Hualalāi (fig. 5).

Les émissions de Mauna-Loa et de Kilauea sont essentiellement basaltiques, avec une différenciation tendant vers les picrites; Mauna-Kea et Kohala donnent des basaltes et des andésites, Hualalāi des basaltes, et également des trachytes. C'est là le type devenu classique des volcans hawaïens.

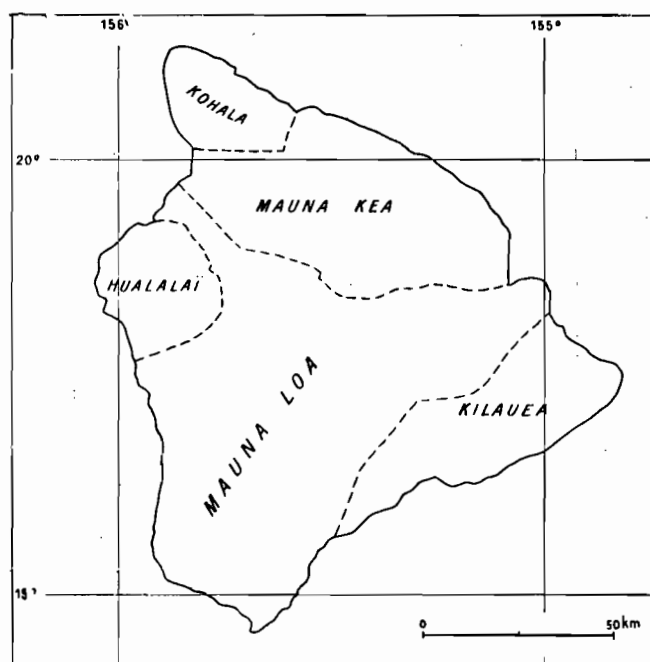


FIG. 5. — Ile Hawaï.

Plusieurs appareils ont émis de grosses épaisseurs de laves. G. A. Mac Donald en a donné une description pétrographique complète.

Nous donnons ici deux diagrammes des variations de faciès et de la différenciation de ces magmas (fig. 6).

Sur le premier (fig. 6 A), nous avons porté uniquement les analyses de roches basaltiques de Mauna-Loa et de Kilauea (37 analyses, dont 3 picrites et 1 gabbro). Les basaltes et picrites ont été calculés avec le fer à cube centré, le gabbro avec le fer dense. Les basaltes forment un alignement remarquable. Celui des picrites, dont le gabbro fait partie, est prolongé vers le bas par quelques basaltes riches en calcium. Cette régularité indique, sans conteste, qu'il s'agit d'un schéma de différenciation.

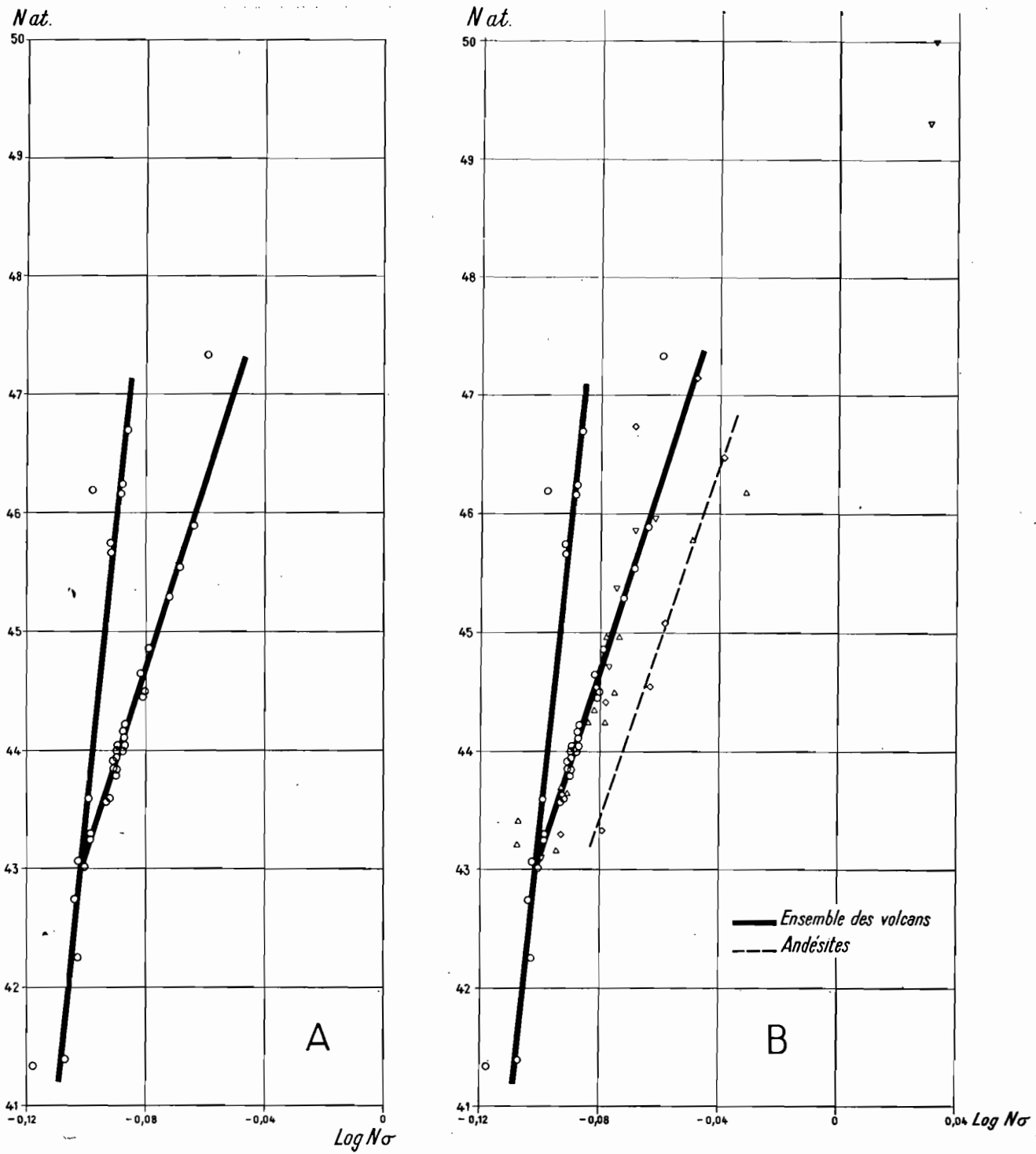


FIG. 6. — Diagrammes de différenciation des laves de l'île Hawaï.

A : Mauna-Loa et Kilauea. A gauche : branche des picrites ; à droite : branche des basaltes.  
 B : ensemble des volcans et andésites. O : Mauna-Loa et Kilauea ; Δ Kohala ; ▽ Hualalāi ; □ : Mauna Kea.

Le deuxième graphique (fig. 6 B) comprend l'ensemble des volcans de l'île Hawaï. Il montre un certain nombre de déviations dues aux analyses des coulées plus anciennes. La branche andésitique complète le diagramme précédent. Les andésites forment deux alignements : celui de Kohala et celui de Mauna-Kea. Le nombre insuffisant des analyses de basaltes ne permet pas d'indiquer l'allure exacte de la différenciation, plusieurs roches se confondant avec l'alignement principal de Kilauea-Mauna-Loa.

La droite des picrites a l'expression suivante :

$$\text{si } y = \text{Nat} \text{ et } x = \text{N}\sigma,$$

$$y = 237,5 \log x + 67,225,$$

on obtient :

ce qui donne pour la courbe :

$$10^{y - 67,225} = x^{237,5}$$

Pour les basaltes on obtient :

$$y = 74,107 \log x + 50,6589$$

et

$$10^{y - 50,6589} = x^{74,107}.$$

	1 p. 63	2 p. 63	4 p. 63	5 p. 63	6 p. 63	7 p. 63	8 p. 63	9 p. 63	10 p. 63	11 p. 63	12 p. 63	13 p. 63	14 p. 63
SiO <sub>2</sub> .	48.60	49.27	49.24	50.41	52.14	48.57	49.27	51.55	51.82	51.90	52.28	52.30	52.65
TiO <sub>2</sub> ...	3.37	3.40	3.70	2.26	2.20	1.48	2.58	1.98	2.07	4.89	4.43	3.98	3.52
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .	10.75	12.72	13.51	12.37	13.60	10.51	9.38	13.59	13.66	11.69	10.83	11.84	12.12
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ..	3.92	4.27	3.86	1.94	2.31	2.19	1.28	2.33	1.50	2.24	1.90	2.06	2.19
FeO . . .	9.38	8.44	8.88	9.56	8.80	9.45	10.31	9.04	9.68	8.84	9.30	9.03	8.87
MnO . . .	0.05	0.10	0.12	0.06	0.07	0.16	0.09	0.12	0.13	0.11	0.12	0.19	0.11
MgO . . .	9.80	7.10	5.90	7.68	7.26	17.53	17.74	8.02	7.24	7.37	7.69	7.15	7.43
CaO . . .	10.38	9.74	10.44	12.56	10.14	8.06	7.46	10.31	10.09	9.87	10.03	10.60	10.12
Na <sub>2</sub> O . .	2.54	1.87	2.40	1.68	2.02	1.59	1.80	2.43	2.30	2.07	2.20	2.47	2.25
K <sub>2</sub> O . . .	0.34	0.28	0.46	0.40	0.48	0.34	0.42	0.27	0.30	0.41	0.51	0.49	0.35
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ...	0.18	0.08	0.17	0.57	0.29	0.19	0.26	0.24	0.39	0.28	0.32	0.28	0.25
H <sub>2</sub> O +	0.22	1.57	0.70	0.22	0.16	0.37	0.12	0.07	0.11	0.31	0.15	0.15	0.24
H <sub>2</sub> O -	0.06	1.15	0.47	—	0.06	0.10	0.06	0.02	0.01	0.94	0.08	0.03	0.07
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	0.05	0.02	0.10	—	0.08	0.04	—	—	—	—
NiO...	—	—	—	0.04	0.005	0.08	—	—	—	—	—	—	—
	99.50	99.96	99.85	99.76	99.555	100.72	100.77	100.05	99.37	100.02	99.93	100.48	100.17
Val													
Ti . . . .	168.5	85	185	113	110	74	129	99	103.5	244.5	221.5	199	176
Al . . . .	632	807	794	727	800	618	552	800	803	688	637	697	713
Fe . . . .	360.5	344.5	347	315	303.5	322.5	320.5	312.5	310	305	309	308	305
Mg . . . .	490	355	295	384	363	876.5	887	401	362	368.5	384.5	357.5	371.5
Ca . . . .	372	348	374	448	362	288	266	368	360	353	359	378	361
Na . . . .	82	61	78	54	65	52	58	79	74	67	70	80	72
K . . . .	7	6	9	8.5	10	7	9	6	6.5	9	11	10.5	7.5
P . . . .	12.5	5.5	12	40	20.5	13.5	18	17	27.5	19.5	22.5	19.5	17.5
Cr . . . .	—	—	—	2	—	4	—	—	1.5	—	—	—	—
Ni . . . .	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—
	2 124.5	2 012.0	2 094	2 091.5	2 034.0	2 257.5	2 239.5	2 082.5	2 048.0	2 054.5	2 014.5	2 049.5	2 023.5
Val													
Ti . . . .	7.65	7.66	8.56	5.50	5.23	3.28	5.76	4.59	4.91	11.42	10.71	9.56	8.43
Al . . . .	28.71	36.10	36.74	35.43	38.06	27.37	24.65	37.14	38.12	32.13	30.78	33.48	34.16
Fe . . . .	16.38	15.41	16.05	15.35	14.44	14.55	14.31	14.65	14.79	14.24	14.93	14.79	14.61
Mg . . . .	22.26	15.83	13.65	18.72	17.28	38.83	39.61	18.62	17.18	17.21	18.58	17.17	17.80
Ca . . . .	19.64	20.69	19.73	20.35	19.78	12.76	11.88	19.57	19.23	19.68	19.41	19.36	19.71
Na . . . .	4.33	3.63	4.11	2.45	3.55	2.30	2.59	4.20	3.95	3.73	3.78	4.10	3.93
K . . . .	0.37	0.36	0.53	0.39	0.55	0.31	0.40	0.32	0.35	0.50	0.59	0.54	0.41
P . . . .	0.66	0.32	0.63	1.81	1.12	0.60	0.80	0.91	1.47	1.09	1.22	1.00	0.95
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Nat													
Ti . . . .	1.91	0.190	2.14	1.375	1.31	0.82	1.44	1.15	1.225	2.855	2.675	2.39	2.105
Al . . . .	11.48	12.030	12.24	11.81	12.685	9.125	8.22	12.38	12.70	10.71	10.26	11.16	8.72
Fe . . . .	8.19	7.705	8.025	7.675	7.22	7.275	7.155	7.325	7.395	7.12	7.465	7.395	7.305
Mg . . . .	11.13	7.94	6.825	9.36	8.635	19.415	19.805	9.31	8.59	8.605	9.29	8.585	8.90
Ca . . . .	9.82	10.345	9.865	10.175	9.89	6.38	5.94	9.785	9.615	9.84	9.705	9.68	9.855
Na . . . .	4.33	3.63	4.11	2.45	3.55	2.30	2.59	4.20	3.95	3.73	3.78	4.10	3.93
K . . . .	0.37	0.36	0.53	0.39	0.55	0.31	0.40	0.32	0.35	0.50	0.59	0.54	0.41
P . . . .	0.13	0.065	0.125	0.36	0.225	0.12	0.13	0.18	0.295	0.22	0.245	0.20	0.19
	47.36	42.265	43.860	43.595	44.065	45.745	45.680	44.650	44.12	43.595	44.01	44.05	44.415
N <sub>σ</sub>													
Ti + Al	0.181	0.165	0.1945	0.178	0.189	0.1345	0.1305	0.183	0.188	0.1835	0.1745	0.183	0.146
Fe . . . .	0.102	0.095	0.099	0.0945	0.089	0.090	0.0885	0.0905	0.091	0.088	0.0925	0.091	0.090
Mg . . . .	0.1925	0.1375	0.118	0.162	0.1495	0.336	0.343	0.161	0.1485	0.149	0.161	0.1485	0.154
Ca . . . .	0.2625	0.2765	0.264	0.272	0.264	0.1705	0.159	0.262	0.257	0.263	0.2595	0.259	0.2635
Na . . . .	0.120	0.101	0.114	0.068	0.0985	0.065	0.072	0.1165	0.1095	0.1035	0.105	0.114	0.109
K . . . .	0.015	0.0145	0.021	0.0155	0.022	0.0125	0.016	0.013	0.014	0.020	0.0235	0.0215	0.0165
P . . . .	0.0015	0.0005	0.001	0.0055	0.002	0.001	0.0015	0.002	0.003	0.002	0.0025	0.002	0.002
	0.8745	0.790	0.8115	0.7955	0.814	0.8095	0.8105	0.828	0.811	0.809	0.818	0.819	0.781

TABLEAU 6. — Ile Hawaï (G. A. MAC DONALD, 1949).

Analyses pondérales et calcul des valences (Val), du nombre d'atomes (Nat) et du nombre de couches (N<sub>σ</sub>).

A : Mauna Loa, basaltes.

	1 p. 74	4 p. 74	5 p. 74	6 p. 74	7 p. 74	9 p. 74	10 p. 74	1 p. 73	3 p. 73	4 p. 73	5 p. 73	6 p. 73	7 p. 73
SiO <sub>2</sub> ...	47.25	49.33	49.42	49.74	50.07	50.19	50.32	46.50	47.45	50.03	50.46	50.50	50.53
TiO <sub>2</sub> ...	1.61	2.85	2.42	2.43	2.70	2.60	3.10	1.70	1.77	2.57	2.14	3.63	3.68
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ...	9.07	11.57	11.83	12.36	13.32	13.34	12.83	9.37	8.83	12.10	12.75	13.31	13.61
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ...	1.45	2.31	3.83	1.64	1.92	1.23	1.74	2.47	1.07	2.10	0.82	1.21	1.69
FeO...	10.41	9.48	8.08	10.08	9.28	9.85	9.93	10.79	10.57	9.97	10.68	10.03	9.30
MnO...	0.13	0.14	0.14	0.14	0.16	0.15	0.10	0.11	0.15	0.16	0.18	0.15	0.13
MgO...	19.96	12.41	12.94	8.83	8.01	7.96	7.39	21.00	19.66	9.57	9.68	6.73	7.01
CaO...	7.88	9.14	9.28	10.88	10.64	11.65	11.06	6.25	7.93	10.58	10.43	11.30	10.75
Na <sub>2</sub> O...	1.38	2.20	2.35	2.45	2.16	2.09	2.38	1.52	1.72	2.01	2.42	2.20	2.16
K <sub>2</sub> O...	0.35	0.44	0.59	0.55	0.45	0.54	0.41	0.22	0.13	0.41	0.51	0.53	0.35
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ...	0.21	0.57	0.39	0.41	0.26	0.41	0.30	0.10	0.37	0.21	0.19	0.47	0.20
H <sub>2</sub> O+	0.08	0.11	0.16	0.17	0.49	0.09	0.33	0.14	0.07	0.32	0.15	0.26	0.27
H <sub>2</sub> O-	0.04	0.01	0.02	0.05	0.22	—	0.05	0.03	0.01	0.16	0.10	—	0.07
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ...	0.12	0.08	0.13	0.04	0.05	—	—	—	0.15	—	—	—	—
NiO...	0.09	—	—	0.05	0.04	—	—	—	—	—	—	—	—
	100.03	100.52 <sup>1</sup>	100.75 <sup>2</sup>	100.12 <sup>3</sup>	99.96 <sup>4</sup>	100.19 <sup>5</sup>	99.98 <sup>6</sup>	100.20 <sup>7</sup>	99.94 <sup>8</sup>	100.22	100.51	100.42 <sup>8</sup>	99.75
Val													
Ti.....	80.5	142.5	121	121.5	135	130	155	85.0	88.5	128.5	107	181.5	184
Al.....	533	680	696	726	783	785	755	551	520	712	750	782	800
Fe.....	327.5	325.5	325	325	310.5	309	323.5	364.5	323.5	334	322.5	313	304
Mg.....	998	620.5	647	441.5	400.5	398	369.5	1 050	983	478.5	484	336.5	350.5
Ca.....	282	327	332	390	380	416	394	224	284	378	373	404	384
Na.....	46	70	76	79	69	68	78	49	55	64	78.5	70	69
K.....	7.5	9.5	12.5	12	9.5	11.5	9	4.5	3	9	11	11	7.5
P.....	14.5	26	27.5	29	18	29	21	7	26	14.5	13.5	33	14
Cr.....	4.5	3	5	1.5	2	—	—	—	6	—	—	—	—
Ni.....	2.5	—	—	1.5	1	—	—	—	—	—	—	—	—
	2 296.0	2 204.0	2 242.0	2 127.0	2 108.5	2 146.5	2 105.0	2 335.0	2 289.0	2 118.5	2 139.5	2 131.0	2 113.0
Val													
Ti.....	3.51	6.03	5.06	5.64	6.20	6.01	7.25	3.64	3.87	5.83	4.83	8.44	8.42
Al.....	23.21	28.79	29.09	33.67	35.98	36.38	35.32	23.60	22.72	32.30	33.81	36.36	36.62
Fe.....	14.57	13.91	13.80	15.21	14.61	14.21	15.14	15.61	14.39	15.16	14.54	14.55	13.92
Mg.....	43.47	26.27	27.05	20.48	18.21	18.40	17.29	44.97	42.94	21.71	21.82	15.65	16.04
Ca.....	12.28	18.90	18.52	19.06	19.94	19.83	19.62	9.59	12.41	20.30	19.59	19.50	20.23
Na.....	2.00	4.05	4.24	3.86	3.62	3.24	3.88	2.10	2.40	3.44	4.12	3.38	3.64
K.....	0.33	0.55	0.70	0.59	0.50	0.55	0.45	0.19	0.13	0.48	0.58	0.53	0.39
P.....	0.63	1.50	1.54	1.42	0.94	1.38	1.05	0.30	1.14	0.78	0.71	1.59	0.74
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Nat													
Ti.....	0.88	1.505	1.265	1.41	1.55	1.50	1.81	0.91	0.97	1.45	1.205	2.11	2.105
Al.....	7.735	9.595	9.695	11.22	11.995	12.10	11.775	7.87	7.57	10.775	11.27	12.12	12.20
Fe.....	7.285	6.955	6.90	7.605	7.305	7.145	7.57	7.805	7.195	7.58	7.27	2.275	6.96
Mg.....	21.735	13.135	13.525	10.24	9.105	9.20	8.465	22.485	21.47	10.855	10.91	7.825	8.02
Ca.....	6.14	9.45	9.260	9.53	9.97	9.915	9.81	4.795	6.205	10.15	9.795	9.75	10.115
Na.....	2.00	4.05	4.24	3.86	3.62	3.24	3.88	2.10	2.40	3.44	4.12	3.38	3.64
K.....	0.33	0.55	0.70	0.59	0.50	0.55	0.45	0.19	0.13	0.48	0.58	0.53	0.39
P.....	0.15	0.30	0.310	0.035	0.19	0.275	0.21	0.06	0.23	0.155	0.14	0.32	0.15
	46.255	45.540	45.895	44.51	44.235	43.925	43.960	46.215	46.170	44.885	45.290	43.310	43.580
N <sub>σ</sub>													
Ti+Al...	0.1165	0.150	0.148	0.1705	0.183	0.1835	0.1835	0.1185	0.1155	0.165	0.1685	0.192	0.1935
Fe.....	0.090	0.086	0.085	0.094	0.0905	0.088	0.0935	0.0965	0.089	0.0935	0.0895	0.090	0.086
Mg.....	0.3765	0.2275	0.234	0.1775	0.1575	0.1595	0.1465	0.3895	0.3715	0.188	0.189	0.1355	0.139
Ca.....	0.164	0.253	0.2475	0.256	0.2665	0.265	0.262	0.128	0.166	0.2715	0.262	0.261	0.2705
Na.....	0.0555	0.1125	0.1175	0.107	0.1005	0.090	0.1075	0.0585	0.0665	0.0955	0.1145	0.094	0.101
K.....	0.013	0.022	0.0285	0.025	0.020	0.022	0.018	0.0075	0.005	0.019	0.023	0.021	0.0155
P.....	0.0015	0.003	0.003	0.003	0.002	0.0025	0.002	0.0005	0.0025	0.0015	0.0015	0.003	0.0015
	0.817	0.854	0.8635	0.8315	0.8195	0.8105	0.813	0.799	0.816	0.834	0.848	0.7965	0.807

TABLEAU 6. — Ile Hawaï (G. A. MAC DONALD, 1949).

B : Kilauea, basaltes.

1 : y compris S : 0.03 ; BaO : 0.02 ; Cl : 0.03

3 : y compris S : 0.04 ; SrO : 0.07 ; Cl : 0.10 ; Ce<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 0.02 ; Mo : 0.01

5 : y compris S : 0.07 ; Cl : 0.02

7 : y compris S : 0.02 ; BaO : 0.01 ; Cl : 0.03

2 : y compris S : 0.01 ; BaO : 0.04 ; Cl : 0.02

4 : y compris S : 0.11 ; Cl : 0.08

6 : y compris Cl : 0.04

8 : y compris S : 0.08 ; Cl : 0.02.

	8 p. 73	9 p. 73	10 p. 73	2 p. 73	3 p. 74	8 p. 74	11 p. 74	12 p. 74	13 p. 74	14 p. 74	15 p. 74
SiO <sub>2</sub> ...	51.06	51.35	51.77	46.59	49.21	50.14	50.37	50.52	50.63	50.85	51.00
TiO <sub>2</sub> ..	3.59	2.50	4.01	1.83	2.75	4.20	2.33	3.63	3.33	1.55	2.33
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ..	12.91	13.36	13.54	7.69	12.93	13.93	14.20	13.85	13.08	15.30	13.03
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.33	1.32	0.75	2.20	1.76	0.57	1.28	0.98	1.09	0.28	1.83
FeO ..	9.63	9.85	9.63	10.46	9.28	10.07	10.10	9.77	10.10	10.42	10.02
MnO...	0.16	0.07	0.15	0.18	0.08	0.06	0.14	0.14	0.12	0.10	0.18
MgO ..	8.09	7.62	7.33	21.79	7.42	8.25	7.75	7.07	7.44	7.80	6.76
CaO...	11.03	10.74	10.57	7.41	11.27	11.17	11.24	11.33	11.38	11.45	12.40
Na <sub>2</sub> O .	1.92	1.93	2.18	1.33	2.64	1.29	2.20	1.51	2.36	0.70	2.02
K <sub>2</sub> O...	0.43	0.50	0.45	0.28	0.59	0.41	0.56	0.47	0.47	0.58	0.73
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ..	0.22	0.28	0.26	0.11	1.11	0.23	0.02	0.22	0.33	0.22	0.14
H <sub>2</sub> O +	0.16	0.29	0.16	0.37	0.74	0.03	0.06	0.04	0.15	0.18	0.35
H <sub>2</sub> O -	0.06	—	0.05	0.04	0.08	—	—	—	0.08	—	—
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ..	—	0.03	—	0.13	—	0.07	0.05	0.06	—	0.05	0.008
NiO ..	—	0.025	—	0.12	—	0.002	0.008	—	—	0.002	—
	100.59	99.86	100.85	100.53	99.96	99.42	100.31	99.59	100.56	99.48	100.80
Val											
Ti. . . .	179.5	125	200.5	91.5	137.5	160	116.5	181.5	166.5	77.5	116.5
Al . . . .	759	785	797	453	761	820	835	815	777	900	767
Fe.....	304.5	309	290	350	303	294.5	316	309.5	311	298	329
Mg ....	404.5	381	366.5	1089.5	371	412.5	387.5	353.5	372	390	338
Ca.....	393	384	378	264	403	399	402	405	408	409	442
Na. . . .	62.5	63	38	43	86	42	70	48	76	22.5	65
K . . . .	9	10.5	9.5	6	13	8.5	12	10	10	12.5	15.5
P. . . . .	15.5	19.5	18	8	84	16	1.5	15.5	23	15.5	10
Cr . . . .	—	1	—	—	—	3	2	—	—	2	3
Ni . . . .	—	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2 127.5	2 078.5	2 097.5	2 305.0	2 158.5	2 155.5	2 142.5	2 138.0	2 143.5	2 127.0	2 086.0
Val											
Ti. . . .	8.17	5.86	9.09	3.96	6.56	7.10	5.28	8.25	7.68	3.49	5.62
Al . . . .	34.55	36.76	36.14	19.58	30.30	36.39	37.79	37.06	35.83	40.48	37.03
Fe.....	13.86	14.54	13.15	15.48	14.45	13.20	14.39	13.62	14.34	13.49	16.03
Mg ....	18.42	17.84	16.62	47.10	17.69	18.31	17.54	16.07	17.15	17.54	16.32
Ca.....	20.47	20.13	21.31	11.41	17.19	21.43	20.70	21.16	19.73	22.25	20.75
Na. . . .	3.26	3.30	2.14	1.86	3.67	2.26	3.60	2.51	3.68	1.22	3.05
K . . . .	0.47	0.55	0.54	0.26	0.55	0.45	0.62	0.52	0.48	0.68	0.73
P. . . . .	0.80	1.02	1.01	0.35	3.59	0.86	0.08	0.81	1.11	0.85	0.47
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Nat											
Ti. . . .	2.04	1.465	2.27	0.99	1.64	1.775	1.32	2.06	1.92	0.87	1.405
Al . . . .	11.51	12.25	12.05	6.525	10.10	12.13	12.595	12.355	11.94	13.495	12.35
Fe.....	6.93	7.27	6.575	7.74	7.225	6.60	7.195	6.81	7.17	6.745	8.015
Mg ....	9.21	8.92	8.31	23.55	8.845	9.155	8.77	8.035	8.575	8.77	8.16
Ca.....	10.235	10.065	10.655	5.705	8.595	10.715	10.35	10.58	9.885	11.125	10.375
Na. . . .	3.26	3.30	2.14	1.86	3.67	2.26	3.60	2.51	3.68	1.22	3.05
K . . . .	0.47	0.55	0.54	0.26	0.55	0.45	0.62	0.52	0.48	0.68	0.73
P. . . . .	0.16	0.205	0.20	0.07	0.72	0.17	0.015	0.16	0.22	0.17	0.095
	43.815	44.025	42.740	46.700	41.345	43.255	44.465	43.03	43.85	43.075	44.180
N <sub>σ</sub>											
Ti+Al	0.183	0.1855	0.1935	0.1015	0.1585	0.188	0.188	0.1945	0.187	0.194	0.186
Fe.....	0.0855	0.0895	0.081	0.0955	0.0089	0.0815	0.089	0.0845	0.0885	0.083	0.099
Mg ....	0.1595	0.1545	0.144	0.4075	0.153	0.1585	0.152	0.139	0.1485	0.152	0.141
Ca.....	0.274	0.269	0.285	0.1525	0.230	0.2865	0.277	0.283	0.264	0.297	0.277
Na. . . .	0.0905	0.0915	0.0595	0.0515	0.102	0.0625	0.100	0.0695	0.102	0.034	0.0845
K . . . .	0.019	0.022	0.0215	0.0105	0.022	0.018	0.025	0.021	0.019	0.027	0.029
P. . . . .	0.0015	0.002	0.002	0.0005	0.007	0.0015	—	0.0015	0.002	0.0015	0.001
	0.813	0.814	0.7865	0.8195	0.7615	0.7965	0.831	0.7925	0.811	0.7885	0.8175

TABLEAU 6. — Ile Hawaï (G. A. MAC DONALD, 1949).  
C : Kilauea, basaltes (suite).

	ANDÉSITES						BASALTES				
	3 p. 83	7 p. 83	8 p. 83	9 p. 83	10 p. 83	11 p. 83	1 p. 83	2 p. 83	4 p. 83	5 p. 83	6 p. 83
SiO <sub>2</sub> ...	47.19	48.42	49.73	50.09	50.68	50.92	46.43	46.57	47.32	47.72	47.79
TiO <sub>2</sub> ...	2.27	3.25	3.05	2.47	2.64	2.55	3.03	1.67	3.09	2.48	1.90
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ...	10.95	13.97	16.39	19.49	16.42	17.59	15.22	7.81	16.68	16.19	14.80
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ...	3.31	4.17	7.58	0.73	5.79	3.80	3.79	2.40	2.63	3.82	2.63
FeO...	10.21	9.57	3.98	8.47	6.22	6.69	8.19	8.91	8.67	8.25	10.04
MnO...	0.16	0.17	0.23	0.15	0.22	0.20	0.10	0.13	0.16	0.08	0.14
MgO...	10.52	4.61	4.06	4.33	4.25	3.90	8.40	19.74	5.43	5.68	6.89
CaO...	9.73	8.86	7.17	6.92	6.47	6.97	10.57	10.65	11.27	11.20	11.31
Na <sub>2</sub> O...	4.69	3.30	4.12	4.82	4.70	4.28	2.55	1.70	3.08	2.80	2.56
K <sub>2</sub> O...	0.93	1.29	1.93	1.93	2.16	1.86	0.99	0.33	0.79	0.84	0.94
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ...	0.55	0.91	0.84	0.78	0.17	0.40	0.33	0.34	0.53	0.43	0.26
H <sub>2</sub> O +	0.17	0.84	0.54	0.32	0.23	0.79	0.82	0.11	0.23	0.51	0.54
H <sub>2</sub> O -	0.07	0.42	0.81	0.08	0.19	0.35	0.38	0.09	0.17	0.25	0.09
	100.75	99.78	100.58 <sup>1</sup>	100.58	100.14	100.30	100.60	100.68 <sup>2</sup>	100.05	100.25	99.89
Val											
Ti.....	113.5	162	152.5	123.5	122	127.5	151.5	83.5	154.5	124	95
Al.....	644	822	965	1 147	966	1 035	895	459	981	953	871
Fe.....	371	374	307	257	324	286.5	326	321.5	311.5	326.5	349
Mg.....	526	230.5	203	216.5	212.5	195	420	987	271.5	284	344.5
Ca.....	348	316	257	247	231	249	374	380	403	400	404
Na.....	152	106	133	155	152	138	82	54	100	90	82
K.....	20	28	41	41	45	39	22	7	17	18	20
P.....	39	63	60	55	12	28	23	24	37.5	30	18
	2 213.5	2 101.5	2 118.5	2 242.0	2 064.5	2 098.0	2 293.5	2 316.0	2 276.0	2 225.5	2 183.5
Val											
Ti.....	5.15	7.67	7.03	5.31	6.06	5.82	6.34	3.40	6.74	5.51	4.29
Al.....	29.19	38.80	44.47	49.33	44.32	47.22	37.45	18.70	42.81	42.36	39.37
Fe.....	16.82	17.65	14.15	11.05	14.87	13.07	13.64	12.69	13.60	14.51	15.77
Mg.....	23.84	10.88	9.35	9.31	9.75	8.89	17.57	40.21	11.85	12.62	15.57
Ca.....	15.56	15.40	13.11	12.40	13.12	13.71	18.62	20.43	18.07	18.59	19.27
Na.....	6.80	5.17	6.79	7.78	8.64	7.60	4.12	2.90	4.49	4.18	3.91
K.....	0.89	1.36	2.09	2.06	2.56	2.15	1.10	0.38	0.76	0.84	0.96
P.....	1.75	3.07	3.01	2.76	0.68	1.54	1.16	1.29	1.68	1.39	0.86
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Nat											
Ti.....	1.285	1.915	1.75	1.325	1.515	1.455	1.58	0.90	1.685	1.37	1.07
Al.....	9.73	12.925	13.82	16.445	14.77	15.74	12.48	6.64	14.27	14.12	13.125
Fe.....	8.41	8.825	7.075	5.525	7.435	6.535	6.82	6.705	6.80	7.255	7.885
Mg.....	11.92	5.44	4.675	4.655	4.875	4.445	8.785	21.40	5.925	6.31	7.785
Ca.....	7.78	7.70	6.555	6.20	6.56	6.855	9.31	8.24	9.035	9.295	9.635
Na.....	6.80	5.17	6.79	7.78	8.64	7.60	4.12	2.34	4.49	4.18	3.91
K.....	0.89	1.36	2.09	2.06	2.56	2.15	1.10	0.30	0.76	0.84	0.96
P.....	0.35	0.615	0.60	0.55	0.135	0.31	0.23	0.21	0.335	0.28	0.17
	47.165	43.950	43.355	44.540	46.490	45.090	44.425	46.740	43.30	43.65	44.54
N <sub>g</sub>											
Ti+Al.	0.149	0.2005	0.2105	0.240	0.220	0.2325	0.190	0.102	0.2155	0.2095	0.192
Fe.....	0.104	0.109	0.0875	0.068	0.0915	0.0805	0.084	0.0825	0.084	0.0895	0.0975
Mg.....	0.2065	0.094	0.081	0.0805	0.0845	0.077	0.152	0.3705	0.1025	0.109	0.135
Ca.....	0.208	0.206	0.1755	0.166	0.1755	0.1835	0.249	0.2205	0.2415	0.2485	0.2575
Na.....	0.189	0.1435	0.1885	0.216	0.240	0.211	0.1145	0.065	0.1295	0.116	0.1085
K.....	0.0355	0.0545	0.0835	0.0825	0.1025	0.086	0.044	0.012	0.0305	0.0335	0.0385
P.....	0.0035	0.006	0.006	0.0055	0.0015	0.003	0.0025	0.002	0.0035	0.003	0.0015
	0.8955	0.8135	0.8325	0.8585	0.9155	0.8735	0.836	0.8545	0.807	0.809	0.8305

TABLEAU 6. — Ile Hawaï, (G. A. MAC DONALD, 1949).

D : Mauna Kea, andésites, basaltes.

1 : y compris Zr<sub>2</sub>O : 0.03 ; BaO : 0.03    2 : y compris Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 0.23.

	1 p. 78	2 p. 78	3 p. 78	4 p. 78	5 p. 78	6 p. 78	8 p. 78	9 p. 78
SiO <sub>2</sub> .....	46.01	46.43	46.76	47.69	48.04	48.17	62.02	62.19
TiO <sub>2</sub> .....	1.80	2.59	2.12	2.79	3.13	4.32	0.31	0.37
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	15.40	10.91	13.78	16.92	15.35	15.45	18.71	17.43
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1.22	3.15	1.26	3.69	5.72	3.98	4.30	1.65
FeO .....	8.15	10.26	10.43	8.83	7.67	8.67	0.10	2.64
MnO .....	0.08	0.09	0.08	0.13	0.10	—	0.15	0.32
MgO .....	13.25	11.08	11.07	4.02	5.77	3.97	0.40	0.40
CaO .....	10.74	10.09	10.54	10.73	10.13	11.00	0.86	0.86
Na <sub>2</sub> O .....	2.30	3.16	3.59	2.89	3.26	3.04	6.90	8.28
K <sub>2</sub> O .....	0.67	0.54	0.64	1.17	0.79	0.98	4.93	5.03
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0.62	0.67	0.32	0.67	0.33	0.35	0.24	0.14
H <sub>2</sub> O + .....	0.19	0.66	0.10	0.57	0.27	0.25	0.80	0.39
H <sub>2</sub> O — .....	0.07	0.15	0.10	0.09	0.04	0.06	0.31	0.14
	100.50	99.85 <sup>1</sup>	100.79	100.29	100.60	100.24	100.13 <sup>2</sup>	99.93 <sup>3</sup>
Val								
Ti .....	90	129.5	106	139.5	156.5	216	15.5	18.5
Al .....	906	641	811	995	903	909	1 100	1 025
Fe .....	259.5	366	322.5	341	359	340.5	114.5	124
Mg .....	662.5	554	553.5	201	288.5	198.5	20	20
Ca .....	384	360	377	383	362	392	31	31
Na .....	74	102	116	94	105	98	222	267
K .....	14	11.5	13.5	25	17	22	165	107
P .....	43	47	22.5	47	23	24.5	17	10.5
	2 433.0	2 211.0	2 322.0	2 225.5	2 214.0	2 200.5	1 685	1 603
Val								
Ti .....	3.52	5.74	4.43	6.24	6.67	9.73	0.93	1.17
Al .....	35.43	28.44	33.93	44.51	39.80	40.97	66.00	64.74
Fe .....	10.14	16.24	13.49	15.26	15.82	15.35	6.87	7.83
Mg .....	25.91	24.58	23.15	8.99	12.71	8.95	1.20	1.26
Ca .....	18.64	17.29	17.82	17.44	17.85	18.27	2.07	1.87
Na .....	3.59	4.90	5.48	4.28	5.18	4.57	14.80	16.08
K .....	0.68	0.55	0.64	1.14	0.84	1.02	7.00	6.45
P .....	2.09	2.26	1.06	2.14	1.13	1.14	1.13	0.60
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Nat								
Ti .....	0.88	1.435	1.10	1.56	1.665	2.43	0.23	0.290
Al .....	11.81	9.48	11.31	14.835	13.265	13.655	22.00	21.58
Fe .....	5.07	8.12	6.745	7.63	8.47	8.20	3.435	3.915
Mg .....	12.955	12.29	11.575	4.495	6.805	4.785	0.60	0.63
Ca .....	9.32	8.645	8.91	8.72	8.925	9.135	1.035	0.935
Na .....	3.59	4.90	5.48	4.28	5.18	4.57	14.80	16.08
K .....	0.68	0.55	0.64	1.14	0.84	1.02	7.00	6.45
P .....	0.42	0.45	0.21	0.43	0.225	0.23	0.225	0.12
	44.725	45.870	45.970	43.090	45.375	44.025	49.325	50.00
N <sub>σ</sub>								
Ti+Al .....	0.1715	0.1475	0.1675	0.2215	0.2015	0.2175	0.3005	0.2955
Fe .....	0.0625	0.100	0.083	0.094	0.1045	0.101	0.0425	0.0485
Mg .....	0.2245	0.213	0.200	0.078	0.118	0.083	0.0105	0.010
Ca .....	0.2495	0.2315	0.2385	0.2335	0.2385	0.2445	0.0275	0.020
Na .....	0.0995	0.136	0.152	0.119	0.144	0.127	0.411	0.4465
K .....	0.027	0.022	0.0255	0.0455	0.0335	0.041	0.280	0.258
P .....	0.004	0.0045	0.002	0.0045	0.002	0.0025	0.002	0.001
	0.8385	0.8545	0.8685	0.796	0.842	0.8165	1.074	1.0795

TABLEAU 6. — Ile Hawai (G. A. MAC DONALD, 1949).

E : Hualalalāi, basaltes.

1 : y compris SO<sub>2</sub> : 0.07      2 : y compris Zr<sub>2</sub>O : 0.06 ; SO<sub>2</sub> : 0.02 ; BaO : 0.02

3 : y compris Zr<sub>2</sub>O : 0.04 ; BaO : 0.03 ; CO<sub>2</sub> : 0.02.

	ANDÉSITES							BASALTES					
	1 p. 87	3 p. 87	4 p. 87	7 p. 87	11 p. 87	12 p. 87	13 p. 87	2 p. 87	5 p. 87	6 p. 87	8 p. 87	9 p. 87	10 p. 87
SiO <sub>2</sub> . .	45.33	47.33	47.39	49.09	51.99	52.27	58.06	45.70	47.98	49.01	49.14	49.70	51.97
TiO <sub>2</sub> . . .	2.45	4.84	2.83	2.66	3.02	2.13	1.88	5.00	3.53	3.93	4.21	1.92	2.11
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . .	16.52	17.96	16.46	15.15	16.30	17.05	18.21	11.67	15.32	16.29	14.64	14.65	12.65
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . .	5.60	12.64	3.75	2.95	2.75	3.51	4.87	2.99	2.49	7.61	4.49	1.88	4.60
FeO . . .	6.92	0.51	8.42	10.22	7.44	7.20	2.01	10.32	8.86	4.89	7.17	8.03	7.05
MnO . . .	0.10	0.64	0.09	0.09	0.11	0.16	0.36		0.12	0.27	0.10	0.15	0.16
MgO . . .	7.38	3.97	5.08	4.94	3.19	3.13	1.59	8.90	6.16	3.62	3.94	7.80	7.98
CaO . . .	7.89	6.29	7.37	8.47	6.67	5.82	3.29	9.60	10.28	9.79	9.67	12.10	10.59
Na <sub>2</sub> O . . .	4.24	3.67	4.71	4.63	5.64	5.40	6.12	2.20	3.56	3.82	4.45	2.09	2.77
K <sub>2</sub> O . . .	1.49	1.10	1.65	1.31	2.13	2.22	2.75	0.66	1.08	0.80	1.00	0.52	0.34
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . .	2.32	1.05	2.22	0.80	1.25	0.62	0.65	0.40	0.22	0.49	0.43	0.56	0.25
H <sub>2</sub> O+ . .	0.28		0.28	0.17	0.29	0.44		1.85	0.62		0.65	0.22	0.26
H <sub>2</sub> O- . .	0.05		0.09	0.07	0.07	0.08		0.82	0.25		0.14	0.09	0.11
	100.57	100.07 <sup>1</sup>	100.44 <sup>2</sup>	100.50	100.85	100.21 <sup>3</sup>	99.99 <sup>4</sup>	100.11	100.55 <sup>5</sup>	184.00 <sup>6</sup>	100.03	99.71	100.84
Nat													
Ti . . . . .	122.5	242	141.5	133	151	106.5	94	250	176.5	196.5	210.5	96	10.5
Al . . . . .	972	1 056	968	891	959	1 003	1 071	686	901	959	862	862	744
Fe . . . . .	335	348	330	360.5	278.5	292	187.5	361	312	333.5	314.5	274	315.5
Mg . . . . .	369	198.5	254	247	159.5	156.5	79.5	445	308	181	197	390	399
Ca . . . . .	282	226	263	303	239	208.5	118	342	368	350	345	432	378
Na . . . . .	187	119	152	149	182	174	197	70	114	123	144	68	90
K . . . . .	32	24	35	28	45	47	59	14	25	17	21	11	7
P . . . . .	162	73.5	155	56	88	43	46	28	14.5	34.5	23	39.5	17.5
	2 461.5	2 287.0	2 298.5	2 167.5	2 102.0	2 030.5	1 852	2 196	2 219.0	2 194.5	2 117.0	2 172.5	1 961.5
Val													
Ti . . . . .	5.11	9.84	6.27	6.11	7.32	5.13	4.93	10.76	7.80	8.82	9.97	3.10	5.06
Al . . . . .	40.53	42.94	42.87	40.96	46.46	48.28	56.09	29.54	39.81	43.07	40.81	40.61	35.68
Fe . . . . .	13.97	14.15	14.61	16.57	13.49	14.06	9.82	15.54	13.78	14.98	14.89	12.91	15.13
Mg . . . . .	15.39	8.07	11.25	11.36	7.73	7.53	4.16	19.16	13.61	8.13	9.33	18.37	19.13
Ca . . . . .	11.50	12.77	10.86	14.13	10.79	11.03	7.02	18.83	17.61	16.68	16.18	19.62	19.19
Na . . . . .	5.59	6.72	6.28	6.95	8.21	9.21	11.73	3.86	5.45	5.86	6.75	3.09	4.57
K . . . . .	1.30	1.36	1.46	1.31	2.03	2.48	3.51	0.77	1.20	0.81	0.99	0.50	0.35
P . . . . .	6.61	4.15	6.40	2.61	3.97	2.28	2.74	1.54	0.74	1.65	1.08	1.79	0.89
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Nat													
Ti . . . . .	1.27	2.46	1.565	1.52	1.83	1.28	1.23	2.69	1.95	2.40	2.49	0.775	1.26
Al . . . . .	13.51	14.31	14.29	13.65	15.485	16.09	18.695	9.845	13.27	14.35	13.60	13.53	11.89
Fe . . . . .	6.985	7.075	7.305	8.285	6.745	7.03	4.91	7.77	6.89	7.49	7.445	6.45	7.56
Mg . . . . .	7.695	4.035	5.625	5.68	3.865	3.765	2.08	9.58	6.805	4.065	4.665	9.18	9.565
Ca . . . . .	5.75	6.385	5.43	7.065	5.395	5.515	3.51	9.415	8.805	8.34	8.09	9.81	9.595
Na . . . . .	5.59	6.72	6.28	6.95	8.21	9.21	11.73	3.86	5.45	5.86	6.75	3.09	4.57
K . . . . .	1.30	1.36	1.46	1.31	2.03	2.48	3.51	0.77	1.175	0.81	0.99	0.50	0.35
P . . . . .	1.32	0.83	1.28	0.52	0.795	0.455	0.55	0.31	0.15	0.33	0.215	0.36	0.18
	43.420	43.175	43.235	44.98	44.355	45.8155	46.215	44.24	44.495	43.645	44.245	43.695	44.97
Nσ													
Ti+Al . .	0.1995	0.2265	0.214	0.205	0.234	0.2345	0.269	0.1695	0.2055	0.226	0.2175	0.193	0.1775
Fe . . . .	0.086	0.0875	0.090	0.102	0.083	0.0865	0.0605	0.096	0.085	0.0925	0.092	0.0795	0.0935
Mg . . . .	0.133	0.070	0.0975	0.0985	0.067	0.065	0.036	0.166	0.1175	0.070	0.0805	0.159	0.1655
Ca . . . .	0.154	0.171	0.145	0.189	0.1445	0.1475	0.094	0.252	0.2355	0.223	0.2165	0.2625	0.2565
Na . . . .	0.155	0.1865	0.1745	0.193	0.228	0.256	0.326	0.107	0.151	0.1625	0.1875	0.086	0.127
K . . . . .	0.052	0.0545	0.0585	0.0525	0.081	0.099	0.1405	0.031	0.048	0.0325	0.0395	0.020	0.014
P . . . . .	0.0015	0.0085	0.001	0.005		0.005	0.0055	0.003	0.0015	0.0035	0.002	0.0035	0.002
	0.781	0.8145	0.7805	0.845	0.8365	0.8935	0.9315	0.8245	0.844	0.810	0.8355	0.8035	0.836

TABLEAU 6. — Ile Hawaï (G. A. MAC DONALD, 1949).

F : Kohala, andésites, basaltes.

1 : y compris SO<sub>2</sub> : 0.07  
SO<sub>2</sub> : 0.132 : y compris BaO : 0.04 ; SO<sub>2</sub> : 0.06 ; Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : tr.  
4 : y compris SO<sub>2</sub> : 0.05 ; CuO : 0.103 : y compris BaO : 0.05 ; Cl : tr. ;  
5 : y compris BaO : 0.06 ; SO<sub>2</sub> : 0.026 : y compris SO<sub>2</sub> : 0.20

RÉFÉRENCE	NAT	N $\sigma$	LOG N $\sigma$	RÉFÉRENCE	NAT	N $\sigma$	LOG N $\sigma$
<b>MAUNA LOA.</b>				<b>MAUNAKEA</b>			
<i>Basaltes :</i>				<i>Andésites :</i>			
1, p. 63 .....	47.360	0.8745	$\bar{1}.94176$	11, p. 83 .....	45.090	0.8735	$\bar{1}.94126$
2 — .....	42.265	0.790	$\bar{1}.89763$	10 — .....	46.490	0.9155	$\bar{1}.96166$
4 — .....	43.860	0.8115	$\bar{1}.90929$	9 — .....	44.540	0.8585	$\bar{1}.93374$
5 — .....	43.595	0.7955	$\bar{1}.90064$	8 — .....	43.355	0.8325	$\bar{1}.92038$
6 — .....	44.065	0.814	$\bar{1}.91062$	7 — .....	43.950	0.8135	$\bar{1}.91036$
7 — (picrite).....	45.745	0.8095	$\bar{1}.90822$	3 — .....	47.165	0.8955	$\bar{1}.95207$
8 — (picrite).....	45.680	0.8105	$\bar{1}.90875$	<i>Basaltes :</i>			
9 — .....	44.650	0.828	$\bar{1}.91829$	6, p. 83 .....	44.540	0.8305	$\bar{1}.91934$
10 — .....	44.120	0.811	$\bar{1}.90902$	5 — .....	43.650	0.809	$\bar{1}.90795$
11 — .....	43.595	0.809	$\bar{1}.90795$	4 — .....	43.300	0.807	$\bar{1}.90687$
12 — .....	44.010	0.818	$\bar{1}.91275$	2 — (picrite).....	46.740	0.8545	$\bar{1}.93171$
13 — .....	44.050	0.819	$\bar{1}.91328$	1 — .....	44.425	0.836	$\bar{1}.92221$
14 — .....	41.415	0.781	$\bar{1}.89265$				
<b>KILAUEA</b>				<b>KOHALA</b>			
<i>Basaltes :</i>				<i>Basaltes :</i>			
15, p. 74 .....	44.180	0.8175	$\bar{1}.91249$	2, p. 87 .....	44.240	0.8245	$\bar{1}.91619$
14 — .....	43.075	0.7885	$\bar{1}.83680$	5 — .....	44.495	0.844	$\bar{1}.92634$
13 — .....	43.850	0.811	$\bar{1}.90902$	6 — .....	43.645	0.810	$\bar{1}.90849$
12 — .....	43.030	0.7925	$\bar{1}.89900$	8 — .....	44.245	0.8355	$\bar{1}.92195$
11 — .....	44.465	0.831	$\bar{1}.91913$	9 — .....	43.695	0.8035	$\bar{1}.90499$
10 — .....	43.960	0.813	$\bar{1}.91009$	10 — .....	44.970	0.836	$\bar{1}.92221$
9 — .....	43.925	0.8105	$\bar{1}.90875$	<i>Andésites :</i>			
7 — .....	44.235	0.8195	$\bar{1}.91355$	7, p. 87 .....	44.980	0.845	$\bar{1}.92686$
6 — .....	44.510	0.8315	$\bar{1}.91986$	11 — .....	44.355	0.8365	$\bar{1}.92247$
4 — .....	45.540	0.854	$\bar{1}.93146$	12 — .....	45.8155	0.8935	$\bar{1}.95109$
5 — .....	45.895	0.8635	$\bar{1}.93626$	13 — .....	46.215	0.9315	$\bar{1}.96918$
1 — .....	46.255	0.817	$\bar{1}.91122$	4 — .....	43.235	0.7805	$\bar{1}.89237$
10, p. 73 .....	42.740	0.7865	$\bar{1}.89570$	3 — .....	43.175	0.8145	$\bar{1}.90553$
9 — .....	44.025	0.814	$\bar{1}.91062$	1 — .....	43.420	0.781	$\bar{1}.89265$
8 — .....	43.815	0.813	$\bar{1}.91009$				
7 — .....	43.580	0.807	$\bar{1}.90687$	<b>HUALALAI</b>			
6 — .....	43.310	0.7965	$\bar{1}.90119$	<i>Basaltes :</i>			
5 — .....	45.290	0.848	$\bar{1}.92840$	1, p. 78 .....	44.725	0.8385	$\bar{1}.92350$
4 — .....	44.885	0.834	$\bar{1}.92117$	2 — .....	45.870	0.8545	$\bar{1}.93171$
3 — .....	46.170	0.816	$\bar{1}.91169$	3 — .....	45.970	0.8685	$\bar{1}.93877$
1 — .....	46.215	0.799	$\bar{1}.90200$	4 — .....	43.090	0.796	$\bar{1}.90091$
8, p. 74 (Splash)....	43.255	0.7965	$\bar{1}.90119$	5 — .....	45.375	0.842	$\bar{1}.92531$
3 — (Peles Hair).	41.345	0.7615	$\bar{1}.88167$	6 — (gabbro) .....	44.025	0.8165	$\bar{1}.91196$
<i>Gabbro :</i>				8 — (troctolite)....	49.325	1.074	0.03100
2, p. 73 .....	46.700	0.8195	$\bar{1}.91355$	9 — .....	50.000	1.0795	0.03322

TABLEAU 7. — Ile Hawaï (G. A. MAC DONALD, 1949).

 Récapitulation de Nat, N $\sigma$  et log N $\sigma$ .

#### IV. Basaltes, océanites et roches associées de l'île de la Réunion,

d'après A. LACROIX (1936) : Le volcan actif de l'île de la Réunion et ses produits. Paris, Gauthier-Villars.

— (1940) : Sur la production de basalte et d'océanite au cours d'une éruption du volcan actif (piton de la Fournaise) de l'île de la Réunion. *Bull. Volc.*, sér. II, t. VII.

A. Lacroix a étudié, pendant de longues années, les deux volcans de l'île de la Réunion : le piton de la Fournaise, encore en activité, et le piton des Neiges (fig. 7). Ces appareils ont donné des coulées alternantes d'océanites et de basaltes. Il s'agissait de savoir si les deux types de roches venaient d'une même coulée, ou s'ils avaient été émis à des époques différentes. Les observations faites au moment de l'éruption du piton de la Fournaise, du 7 décembre 1938 au 11 janvier 1939, ont montré que les épanchements pouvaient être simultanés, sans toutefois venir du même orifice. Ce sont donc bien là les produits d'une différenciation qui s'est faite au sein même du bassin de laves alimentant le volcan.

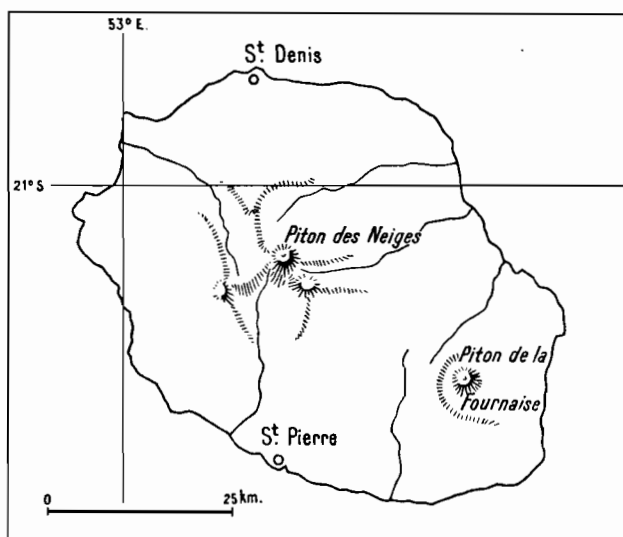


FIG. 7. — Ile de la Réunion.

Le diagramme (fig. 8), établi comme précédemment, donne pour chaque appareil deux droites formant un angle aigu. La branche la moins inclinée est celle des océanites, l'autre celle des basaltes. On a vu déjà que cette disposition n'est pas particulière à ces volcans : les deux branches solidaires caractérisent les laves différenciées appartenant à une même venue. Le nombre des analyses publiées par A. Lacroix est un peu faible pour les basaltes et océanites, mais les roches associées telles que gabbros et dolérites complètent le graphique. La distinction est nette entre le piton des Neiges et celui de la Fournaise, les roches du premier étant plus alcalines que les autres.

Le piton des Neiges a également émis des andésites, des trachytes et des pantellarites. Les courbes de cette différenciation sont à peine esquissées, étant donné le petit nombre des analyses.

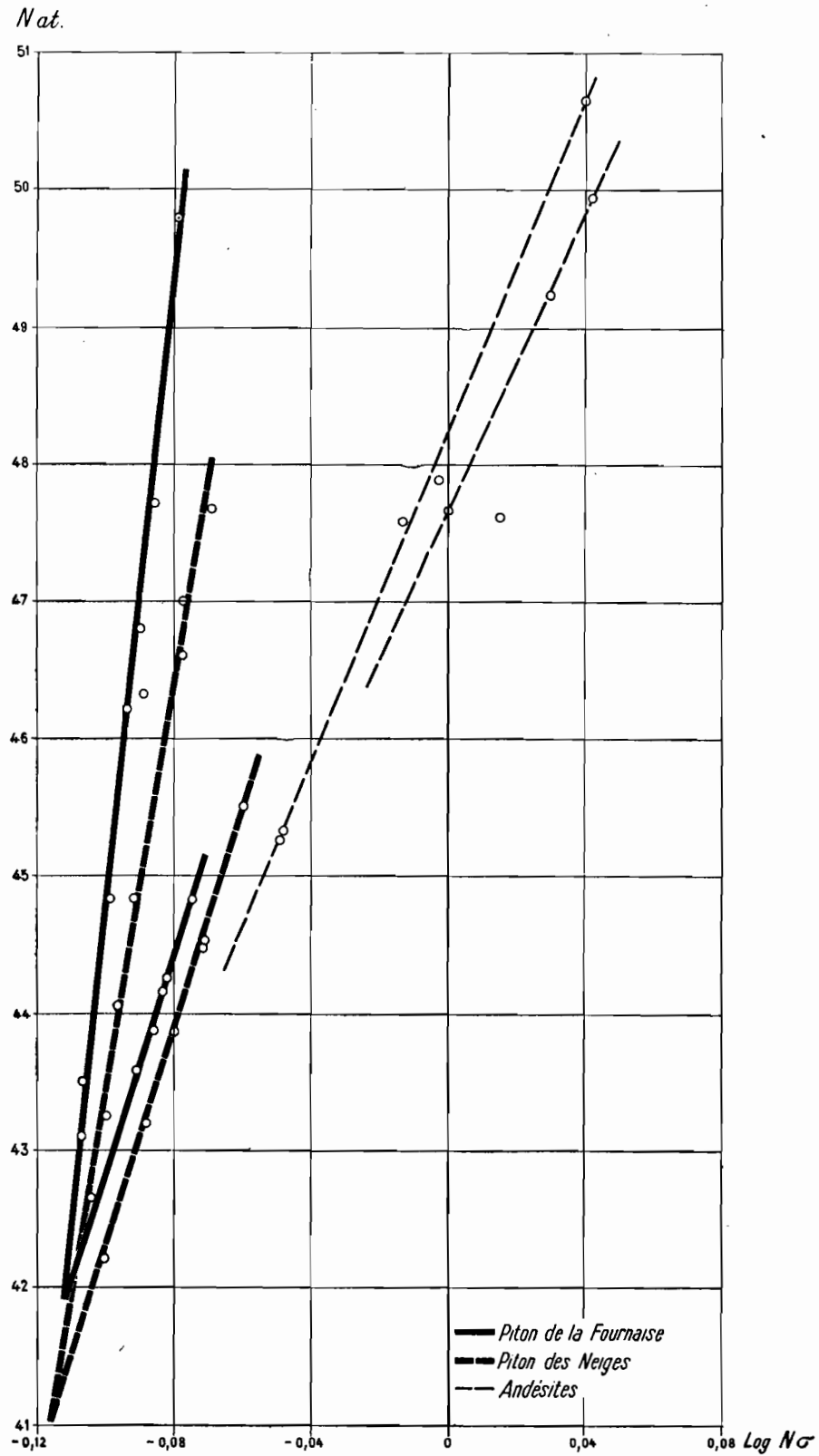


FIG. 8. — Diagrammes de différenciation des laves de la Réunion.

Les roches grenues de la famille des basaltes ont été calculées avec le fer dense, les autres avec le fer à cube centré.

On obtient pour :

*le piton des Neiges* : branche océanites :  $y = 145,833 \log x + 57,9583$ ,  
branche basaltes :  $y = 80 \log x + 50,3$ ;

*le piton de la Fournaise* : branche océanites :  $y = 230 \log x + 67,80$ ,  
branche basaltes :  $y = 79,6875 \log x + 50,828$ .

	BASALTES				MONZO- NITE	AKÉ- RITE	SYÉ- NITE	PANTE- LARITE	ANDÉSITES						OCÉANITES		
	43 p. 211	45 p. 211	46 p. 211	49 p. 211					70 p. 243	71 p. 244	72 p. 246	61 p. 229	53 p. 225	54 p. 225	55 p. 225	56 p. 225	57 p. 225
SiO <sub>2</sub> .....	48.48	44.92	46.27	46.70	58.54	59.95	64.01	68.08	58.16	53.04	52.56	48.63	46.26	46.88	42.70	45.52	43.94
TiO <sub>2</sub> .....	3.62	3.16	2.98	2.36	1.34	1.57	1.66	0.60	1.26	2.12	2.82	4.02	3.16	2.14	1.34	2.18	2.24
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	14.69	13.86	18.43	13.21	16.69	17.47	13.96	11.61	17.62	17.34	17.04	17.01	16.09	22.82	6.27	8.73	7.92
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1.77	3.53	3.98	2.62	3.41	2.59	7.31	3.32	2.75	2.12	2.33	2.92	3.54	1.76	2.66	2.24	4.26
FeO.....	10.41	7.66	8.22	7.26	3.76	3.45	0.20	2.53	4.43	6.96	7.77	8.85	8.75	5.82	9.49	9.78	9.07
MnO.....	0.12	0.10	—	—	—	—	—	0.20	0.17	—	0.16	—	0.13	0.14	0.13	0.09	0.12
MgO.....	3.38	6.01	3.75	11.48	1.60	1.18	0.02	0.10	1.36	2.49	2.74	3.87	3.50	2.85	27.57	19.80	20.98
CaO.....	8.48	12.80	12.33	9.76	3.08	3.25	1.02	1.04	3.52	5.86	6.96	7.90	8.44	11.66	6.06	8.20	7.40
Na <sub>2</sub> O.....	3.14	1.87	2.58	2.28	3.82	6.38	5.30	6.01	6.86	5.61	4.41	3.98	3.57	3.18	1.14	1.83	1.96
K <sub>2</sub> O.....	1.39	0.46	0.96	1.36	6.83	2.98	5.10	4.19	2.76	3.00	2.87	1.76	1.72	1.19	0.48	0.52	0.59
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0.05	0.08	0.33	0.31	0.35	0.02	0.08	Tr.	0.26	0.83	0.17	0.77	0.31	0.25	0.07	0.05	0.08
H <sub>2</sub> O +.....	3.89	4.07	—	2.44	0.33	1.04	1.38	0.75	0.48	0.37	0.45	0.22	2.95	1.01	2.09	1.05	1.32
H <sub>2</sub> O —.....	0.53	1.64	—	—	—	—	—	0.46	0.45	—	0.25	—	1.12	0.43	0.35	0.50	0.33
Val	99.95	100.16	99.83	99.78	99.75	99.88	100.23	99.89	100.09	99.74	99.93	99.83	99.78 <sup>1</sup>	100.13	100.35	100.49	100.21
Ti.....	181	158	149	118	67	78.5	83	30	63	106	141	201	158	107	67	109	112
Al.....	865	815	1 084	777	982	1 027	821	682	1 036	1 021	1 003	1 000	947	1 342	369	514	466
Fe.....	335.5	304.5	327.5	266.5	189	161	188	159.5	196	246	278	319	335	210.5	334	330.5	360
Mg.....	169	300.5	187.5	574	80	59	1	5	68	124.5	137	193.5	175	142.5	1 378.5	990	1 049
Ca.....	304	458	441	348	110	116	36	38	126	209	248	282	302	416	216	292	264
Na.....	102	61	84	74	123	206	170	194	221	180	142	130	115	104	37	60	63
K.....	30	10	20.5	29	145	64	108	90	59	64	47.5	37	36	25.5	10	11	12.5
P.....	3.5	5.5	23	21.5	24.5	1.5	5.5	—	18	58	12	54	21.5	17.5	5	3.5	5.5
Val	1 990	2 112.5	2 316.5	2 208.0	1 720.5	1 713.0	1 412.5	1 198.5	1 787	2 008.5	2 008.5	2 216.5	2 089.5	2 365.0	2 416.5	2 310	2 332.0
Ti.....	8.76	7.51	6.39	5.10	3.81	4.44	5.69	2.57	3.47	5.31	6.78	8.80	7.33	4.45	2.77	4.72	4.80
Al.....	41.84	38.74	46.51	33.58	55.88	58.11	56.34	58.36	57.00	51.13	48.25	43.77	43.98	55.86	15.27	22.25	19.97
Fe.....	16.23	14.47	14.05	11.52	10.76	9.11	12.90	13.65	10.78	12.32	13.38	13.96	15.56	8.76	13.82	14.29	15.47
Mg.....	8.17	14.28	8.05	24.80	4.55	3.34	0.07	0.42	3.75	6.24	6.59	8.47	8.13	5.93	57.05	42.87	44.96
Ca.....	17.29	21.42	19.39	18.41	6.83	7.48	2.82	2.95	7.43	10.22	13.79	14.02	15.91	18.47	8.94	12.64	11.32
Na.....	5.80	2.85	3.70	3.92	7.64	13.29	13.30	15.06	13.03	8.81	7.90	6.46	6.06	4.62	1.53	2.60	2.70
K.....	1.71	0.47	0.90	1.53	9.01	4.13	8.45	6.99	3.48	3.13	2.64	1.84	1.90	1.13	0.41	0.48	0.54
P.....	0.20	0.26	1.01	1.14	1.52	0.10	0.43	—	1.06	2.84	0.67	2.68	1.13	0.78	0.21	0.15	0.24
Val	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Ti.....	2.19	1.88	1.60	1.275	0.95	1.11	1.42	0.64	0.87	1.32	1.695	2.20	1.83	1.11	0.69	1.18	1.20
Al.....	13.945	12.91	15.50	11.195	18.625	19.37	18.78	19.45	19.00	17.04	16.085	14.59	14.66	18.62	5.09	7.41	6.65
Fe.....	8.115	7.235	7.025	5.76	5.38	4.55	6.45	6.82	5.39	6.16	6.69	6.98	7.78	4.38	6.91	8.145	7.735
Mg.....	4.085	7.14	4.025	12.40	2.275	1.67	0.035	0.21	1.875	3.12	3.295	4.235	4.065	2.965	28.525	21.435	22.48
Ca.....	8.645	10.71	9.695	9.205	3.415	3.74	1.41	1.475	3.715	5.11	6.895	7.01	7.955	9.235	4.47	6.32	5.66
Na.....	5.80	2.85	3.70	3.92	7.64	13.29	13.30	15.06	13.63	8.81	7.90	6.46	6.06	4.62	1.53	2.60	2.70
K.....	1.71	0.47	0.90	1.53	9.01	4.13	8.45	6.99	3.48	3.13	2.64	1.84	1.90	1.13	0.41	0.48	0.54
P.....	0.04	0.05	0.20	0.23	0.305	0.02	0.08	—	0.21	0.56	0.135	0.535	0.225	0.15	0.04	0.03	0.04
Val	44.530	43.245	42.645	45.515	47.600	47.88	49.925	50.645	47.57	45.25	45.335	43.850	44.475	42.210	47.665	46.60	47.005
N <sub>σ</sub>																	
Ti + Al..	0.218	0.1995	0.231	0.1685	0.264	0.2765	0.277	0.2715	0.2685	0.248	0.240	0.2265	0.223	0.2665	0.0915	0.116	0.106
Fe.....	0.100	0.089	0.0865	0.071	0.066	0.056	0.0795	0.084	0.0665	0.0076	0.0825	0.086	0.096	0.054	0.085	0.088	0.095
Mg.....	0.0705	0.1235	0.0695	0.2145	0.040	0.029	0.0005	0.0035	0.0325	0.054	0.057	0.073	0.070	0.051	0.499	0.371	0.389
Ca.....	0.231	0.2865	0.259	0.246	0.091	0.100	0.0375	0.0395	0.0995	0.1365	0.1845	0.1875	0.2125	0.247	0.119	0.169	0.151
Na.....	0.161	0.079	0.1025	0.109	0.212	0.369	0.3695	0.4185	0.362	0.2445	0.2195	0.1795	0.168	0.128	0.0425	0.074	0.075
K.....	0.0685	0.018	0.036	0.061	0.360	0.165	0.338	0.2795	0.139	0.125	0.1055	0.073	0.076	0.045	0.016	0.019	0.021
P.....	—	—	0.002	0.0025	0.003	—	—	—	0.002	0.0055	0.0015	0.0055	0.002	0.0015	—	—	—
Val	0.849	0.7955	0.7865	0.8725	1.0360	0.9955	1.102	1.0965	0.970	0.8895	0.8905	0.8310	0.8475	0.793	0.853	0.837	0.837

TABLEAU 8. — Ile de la Réunion (A. LACROIX, 1936). — A : Piton des neiges.  
1 : y compris CO<sub>2</sub> : 0.24.

	PITON DES NEIGES				PITON DE LA FOURNAISE												
	Trachyte	Gabbros			Basaltes					Harrisite	Gabbro	Micro-gabbro	Dolérite	Océanites			Péri-dotite
		59 p. 228	64 p. 239	66 p. 239	68 p. 241	1 p. 70	2 p. 70	3 p. 70	47 p. 211	48 p. 211	63 p. 235	65 p. 239	67 p. 239	69 p. 243	4 p. 70	5 p. 70	6 p. 70
SiO <sub>2</sub> .....	61.49	45.36	44.73	45.57	49.86	49.64	45.84	47.58	46.58	41.68	46.77	43.28	47.38	44.56	45.20	44.42	35.12
TiO <sub>2</sub> .....	0.51	0.74	0.49	2.82	3.54	3.30	2.40	3.22	3.60	0.49	1.46	3.81	3.65	2.22	2.08	1.66	0.09
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	18.25	13.56	13.30	17.16	14.08	14.21	12.26	12.76	15.85	6.28	14.55	13.58	11.51	8.90	8.62	7.72	0.56
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1.77	1.88	5.42	3.64	1.09	1.93	0.79	2.13	3.17	2.64	1.94	5.43	5.17	3.86	2.04	6.44	8.49
FeO.....	3.13	7.34	6.95	8.41	10.63	9.18	11.32	9.78	11.04	9.32	6.70	8.03	8.49	9.18	11.02	7.25	3.78
MnO.....	—	—	—	—	0.11	0.12	0.15	0.13	0.07	—	—	—	nd	0.14	0.15	0.12	—
MgO.....	0.41	14.58	9.12	5.33	6.11	7.01	15.21	9.57	4.97	29.65	12.74	7.63	6.87	21.58	22.28	24.41	39.72
CaO.....	1.65	14.17	14.16	10.35	11.78	11.88	9.34	11.56	9.98	7.28	13.34	13.19	11.43	7.60	7.42	6.44	0.87
Na <sub>2</sub> O.....	6.78	1.01	1.66	3.10	2.02	2.05	1.41	2.18	3.05	0.44	1.47	2.04	2.02	1.29	0.89	0.80	0.16
K <sub>2</sub> O.....	5.47	0.20	0.60	1.88	0.83	0.80	0.74	0.70	0.92	0.46	0.54	0.66	1.76	0.55	0.53	0.66	0.08
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0.09	0.04	0.16	0.54	0.07	Tr.	0.10	0.07	0.20	0.06	0.18	0.41	0.52	Tr.	Tr.	Tr.	0.08
H <sub>2</sub> O + .....	0.26	1.18	1.76	0.94	0.15	0.08	0.28	0.46	0.43	—	0.74	1.82	0.97	0.24	Tr.	0.31	10.86
H <sub>2</sub> O — .....	—	—	—	—	Tr.	0.13	0.22	0.19	0.49	1.96	—	—	—	0.11	0.19	0.06	—
	99.81	100.06	100.30	99.74	100.27	100.33	100.06	100.33	100.05	100.26	100.43	99.88	99.77	100.23	100.42	100.29	99.99 <sup>1</sup>
Val																	
Ti.....	25.5	37	24.5	141	177	165	120	161	180	24.5	73	190.5	182.5	111	104	83	4.5
Al.....	1 074	797	782	1 009	829	835	721	750	932	370	856	799	677	524	507	454	33
Fe.....	81	251	328.5	192	325.5	307.5	338	329	388	324	234.5	359	365	356.5	361	365.5	321
Mg.....	20.5	729	456	266.5	305.5	350.5	760.5	478.5	243.5	1 482.5	637	381.5	343.5	1 079	1 114	1 220.5	1 986
Ca.....	59	507	502	370	421	425	334	412	358	260	477	472	409	272	265	230	31
Na.....	220	32	53	100	64.5	66	46	70	98	14	48	66	65	42	30	26	5.25
K.....	117	4	13	40	17.5	17	16	15	19.5	10	11.5	14	37	12	11	14	1.5
P.....	6.5	3	11	38	5	—	7	5	14	4	12.5	29	36.5	—	—	—	5.5
	1 603.5	2 360	2 170	2 156.5	2 145	2 166	2 342.5	2 220.5	2 233	2 489	2 349.5	2 311	2 115.5	2 396.5	2 392	2 393	2 387.75
Val																	
Ti.....	1.53	1.53	1.16	6.57	8.11	7.46	5.12	7.03	7.74	0.98	3.04	8.26	8.73	4.63	4.35	3.47	0.19
Al.....	64.39	32.95	36.86	47.05	37.98	37.77	30.78	32.73	40.09	14.87	35.66	34.64	32.38	21.87	21.20	18.97	1.38
Fe.....	7.85	10.38	15.48	8.95	14.91	13.91	14.43	14.36	16.69	13.02	9.77	15.56	17.46	14.88	15.09	15.27	13.35
Mg.....	1.23	30.14	21.50	12.43	14.00	15.86	32.47	20.88	10.48	59.57	26.53	16.54	16.43	45.02	46.57	51.00	83.26
Ca.....	3.66	23.21	21.67	16.88	20.72	20.91	14.26	20.52	18.28	10.44	21.72	20.31	18.68	11.35	11.08	9.61	1.30
Na.....	13.67	1.47	2.29	4.56	3.17	3.25	1.96	3.48	5.01	0.56	2.19	2.84	2.97	1.75	1.25	1.09	0.22
K.....	7.27	0.18	0.56	1.83	0.86	0.84	0.68	0.75	0.99	0.40	0.52	0.60	1.69	0.50	0.46	0.59	0.06
P.....	0.40	0.14	0.48	1.73	0.25	—	0.30	0.25	0.72	0.16	0.57	1.25	1.66	—	—	—	0.24
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Nat																	
Ti.....	0.38	0.38	0.29	1.64	2.03	1.865	1.28	1.76	1.935	0.24	0.76	2.06	2.18	1.16	1.08	0.87	0.04
Al.....	21.46	10.98	12.28	15.68	12.66	12.59	10.26	10.91	13.36	4.96	11.88	11.54	10.79	7.29	7.06	6.32	0.46
Fe.....	3.925	5.19	7.74	4.475	7.455	6.95	7.215	7.18	8.345	6.51	4.88	7.78	8.73	7.44	7.54	7.63	6.67
Mg.....	0.615	15.07	10.75	6.215	7.00	7.93	16.235	10.44	5.24	29.78	13.265	8.27	8.215	22.51	23.285	25.50	41.63
Ca.....	1.83	11.60	10.83	8.44	10.36	10.455	7.13	10.26	9.14	5.22	10.86	10.155	9.34	5.675	5.54	4.90	0.65
Na.....	13.67	0.735	2.29	4.56	3.17	3.25	1.96	3.48	5.01	0.56	1.095	2.84	2.97	1.75	1.25	1.09	0.22
K.....	7.27	0.09	0.56	1.83	0.86	0.84	0.68	0.75	0.99	0.40	0.26	0.60	1.69	0.50	0.46	0.59	0.07
P.....	0.08	0.02	0.09	0.34	0.05	—	0.06	0.05	0.145	0.03	0.11	0.25	0.33	—	—	—	0.04
	49.230	44.065	44.83	43.180	43.585	44.880	44.820	44.83	44.165	47.70	43.110	43.495	44.245	46.325	46.215	46.80	49.78
N <sub>σ</sub>																	
Ti + Al ..	0.295	0.1535	0.170	0.234	0.1985	0.195	0.156	0.171	0.2065	0.070	0.171	0.1835	0.175	0.114	0.110	0.097	0.0065
Fe.....	0.048	0.0525	0.078	0.045	0.092	0.086	0.089	0.0885	0.103	0.0655	0.049	0.0785	0.1075	0.092	0.093	0.094	0.082
Mg.....	0.010	0.261	0.186	0.1075	0.121	0.137	0.281	0.1805	0.0905	0.515	0.2295	0.143	0.142	0.3895	0.403	0.4415	0.720
Ca.....	0.048	0.310	0.2895	0.226	0.277	0.279	0.1905	0.2745	0.2445	0.1395	0.2905	0.2715	0.250	0.1515	0.148	0.128	0.017
Na.....	0.3795	0.0205	0.0635	0.1265	0.088	0.090	0.054	0.0965	0.139	0.015	0.030	0.079	0.0825	0.0485	0.0345	0.030	0.006
K.....	0.291	0.003	0.022	0.073	0.034	0.0335	0.027	0.030	0.0395	0.016	0.010	0.024	0.0675	0.020	0.018	0.023	0.003
P.....	—	—	—	0.003	0.0005	—	—	—	0.0015	—	0.001	0.0025	0.003	—	—	—	—
	1.0715	0.800	0.809	0.815	0.811	0.8205	0.7975	0.841	0.8245	0.821	0.781	0.782	0.827	0.8155	0.8065	0.8135	0.8345

TABLEAU 8. — Ile de la Réunion (A. LACROIX, 1936 et 1940). — B : Piton des Neiges (suite) ; Piton de la Fournaise.

1 : y compris NiO : 0.09.

RÉFÉRENCE	NAT	N $\sigma$	LOG N $\sigma$	RÉFÉRENCE	NAT	N $\sigma$	LOG N $\sigma$
<b>PITON DES NEIGES</b>				<b>PITON DES NEIGES (suite)</b>			
<i>Basaltes :</i>				<i>Trachyte :</i>			
49, p. 211 .....	45.515	0.8725	$\bar{1}.94077$	59, p. 228 .....	49.230	1.0715	0.02999
46 — .....	42.645	0.7865	$\bar{1}.89570$	<i>Gabbros :</i>			
45 — .....	43.245	0.7955	$\bar{1}.90064$	64, p. 239 .....	44.065	0.800	$\bar{1}.90309$
43 — .....	44.530	0.849	$\bar{1}.92891$	66 — .....	44.830	0.809	$\bar{1}.90795$
<i>Monzonite :</i>				68, p. 241 .....	43.180	0.185	$\bar{1}.91160$
70, p. 243 .....	47.600	1.036	0.01536	<b>PITON DE LA FOURNAISE</b>			
<i>Akérite :</i>				<i>Basaltes :</i>			
71, p. 244 .....	47.880	0.9955	$\bar{1}.99782$	* 1, p. 70 .....	43.585	0.811	$\bar{1}.90902$
<i>Syérite :</i>				* 2 — .....	44.880	0.8295	$\bar{1}.91408$
72, p. 246 .....	49.925	1.102	0.04218	* 3 — .....	44.820	0.7975	$\bar{1}.90173$
<i>Pantellarite :</i>				47, p. 211 .....	44.830	0.841	$\bar{1}.92480$
61, p. 229 .....	50.645	1.0965	0.0401	48 — .....	44.165	0.8245	$\bar{1}.91619$
<i>Andésites :</i>				<i>Harrisite :</i>			
53, p. 225 .....	47.570	0.970	$\bar{1}.98677$	63, p. 235 .....	47.700	0.821	$\bar{1}.91434$
54 — .....	45.250	0.8895	$\bar{1}.94890$	<i>Gabbro :</i>			
55 — .....	45.335	0.8905	$\bar{1}.94963$	65, p. 239 .....	43.110	0.781	$\bar{1}.89265$
56 — .....	43.850	0.831	$\bar{1}.91960$	<i>Microgabbro :</i>			
57 — .....	44.475	0.8475	$\bar{1}.92814$	67, p. 239 .....	43.495	0.782	$\bar{1}.89321$
58 — .....	42.210	0.793	$\bar{1}.89927$	<i>Dolérite :</i>			
<i>Océanites :</i>				69, p. 243 .....	44.245	0.827	$\bar{1}.91751$
52, p. 214 .....	47.665	0.853	$\bar{1}.93095$	<i>Océanites :</i>			
60 — .....	46.600	0.837	$\bar{1}.92273$	* 4, p. 70 .....	46.325	0.8155	$\bar{1}.91142$
61 — .....	47.005	0.837	$\bar{1}.92273$	* 5 — .....	46.215	0.8065	$\bar{1}.90660$
				* 6 — .....	46.800	0.8135	$\bar{1}.91036$
				<i>Péridotite :</i>			
				62, p. 234 .....	49.780	0.8345	$\bar{1}.92143$

TABLEAU 9. — Ile de la Réunion (A. LACROIX, 1936 et 1940).

 Récapitulation de Nat, N $\sigma$  et log N $\sigma$ .

\* Analyses dans A. LACROIX, 1940.

## V. Kimberlites de l'Afrique australe,

d'après A. F. WILLIAMS (1932) : The genesis of the diamond. Londres, E. Been Ltd.

Ces roches ultra-basiques sont bien connues, puisqu'elles constituent la roche-mère du diamant. A. F. Williams en a donné une description détaillée et a indiqué leur répartition dans le monde. On les trouve surtout en Afrique du Sud. Leur mode de gisement est particulier : elles forment des

cheminées (pipes) généralement cylindriques, dont le diamètre peut atteindre 500 m et plus. Grâce aux travaux d'exploitation, on sait quelle est la composition de ces pipes jusqu'à de grandes profondeurs (1 200 m à la mine de Kimberley).

Les kimberlites ont généralement une structure bréchiforme, ce qui a donné lieu à de nombreuses hypothèses sur leur mise en place. Leur composition minéralogique — très classique — est la suivante : olivine, phlogopite, enstatite, pérofskite, magnétite. Elles peuvent contenir également de l'ilménite, du pyroxène (diopside chromifère) et du grenat. Comme minéraux secondaires, on trouve de la serpentine, de la chlorite et de la calcite. Cette dernière est parfois si abondante qu'on lui attribue une origine extra-magmatique. Il s'agit donc bien de péridotites, avec une assez forte teneur en potassium.

A côté des kimberlites grenues on connaît des types microlitiques, en particulier dans les variétés filoniennes, lorsque les cheminées sont accompagnées ou traversées par des filons ayant une composition chimique identique.

En Afrique australe, ce type de cheminées existe dans le bassin du fleuve Orange, dans la province du Cap, l'État libre d'Orange, le Transvaal et le Sud-Ouest africain. On le trouve aussi en Rhodésie, dans le Tanganyika et au S du Congo belge. Récemment des filons ont été découverts au Gabon (A.-E. F.)<sup>1</sup> et en Guinée (A.-O. F.)<sup>2</sup>.

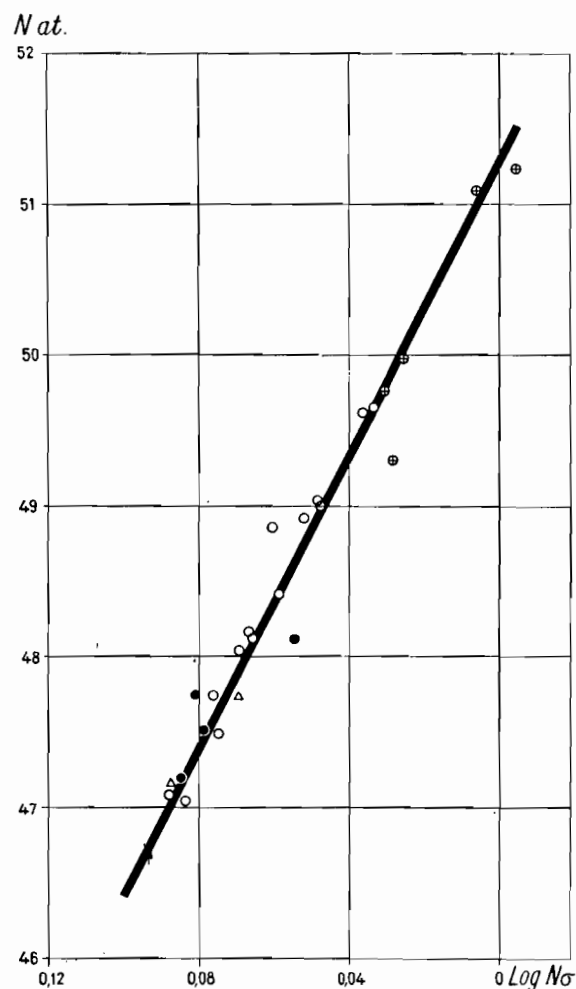


FIG. 9. — Diagrammes de différenciation des kimberlites d'Afrique australe.

○ : Dutoitspan ; ● : Bultfontein ; ⊕ : Premier Mine ;  
△ : Koffyfontein.

1. CHOUBERT B. (1954) : Recherches géologiques au Gabon central. *Bull. Dir. Mines et Géol. A.-E. F.*, n° 6, p. 1-80.  
2. *Chronique Mines coloniales*, 1955, n° 228, p. 175.

Le Karroo supérieur a été érodé dans la région des pipes, qui ne traversent que la partie ancienne de cette formation. On sait par ailleurs de façon sûre que certaines roches éruptives et volcaniques appartiennent au Crétacé inférieur ou moyen. Les auteurs ont donc tendance à situer les cheminées de kimberlites entre le Jurassique et le Crétacé moyen, sans autrement préciser.

Le calcul de  $N_{at}$  et  $N_{\sigma}$  a été fait pour certaines analyses empruntées au travail de A. F. Williams (Dutoitspan = 14 ; Bultfontein, région de Kimberley = 4 ; Premier Mine, Transvaal = 5 ; Koffyfontein, État libre d'Orange = 2). Les deux dernières concernent des dykes de kimberlites traversant la cheminée de Koffyfontein.

Toutes ces roches sont incomplètes (« déséquilibrées »), en ce sens que la somme  $R_v''$  est nettement inférieure à 25 % ou, si l'on préfère, que la somme  $R_v'$  est démesurément gonflée aux dépens de la somme  $R_v''$ .

Dans l'ensemble on obtient un net alignement (fig. 9) montrant que les différentes cheminées appartiennent toutes à la même venue magmatique. Les écarts constatés (8 % de l'ensemble) proviennent soit d'une teneur exceptionnellement forte en potassium (à droite de l'alignement général), soit d'une altération se traduisant par des teneurs élevées en phosphore (à gauche de l'alignement).

Les habituelles corrections des analyses n'ont pu être faites, étant donné l'absence d'équilibre. Le résultat obtenu est donc assez remarquable et prouve bien, à notre sens, qu'il s'agit d'une venue unique.

La formule de cette venue est la suivante :

$$10 y - 51,3 = x^{48,8636} \text{ avec } y = N_{at} \text{ et } x = N_{\sigma}$$

Le fer employé est celui à empilement compact (cubes à faces centrées). L'ensemble du diagramme, toutefois, reste à peu près inchangé si l'on adopte l'empilement à cubes centrés. Il se déplace seulement vers la droite en bloc.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
SiO <sub>2</sub> ...	37.96	38.68	36.86	43.90	44.12	40.56	42.08	41.96	38.82	43.70	37.64	42.36	38.20	37.84
TiO <sub>2</sub> ...	0.86	0.68	1.34	0.64	0.77	0.86	1.11	0.99	0.65	0.86	1.30	1.03	0.68	0.79
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ...	6.23	5.97	3.60	6.50	6.29	4.67	4.55	8.55	7.00	7.04	3.88	5.93	6.66	5.94
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ...	5.45	5.77	6.57	5.30	5.05	6.25	5.94	4.17	5.93	5.60	6.73	7.05	5.13	5.37
FeO.....	4.82	3.45	4.17	3.88	3.74	4.46	4.74	4.17	4.03	3.59	4.03	4.46	4.39	4.53
MnO.....	0.06	0.07	0.05	0.04	0.06	0.02	0.02	0.02	0.02	0.06	0.06	0.04	0.04	0.05
MgO...	24.84	24.91	25.92	19.80	19.44	21.85	20.16	21.38	23.76	19.87	26.06	19.80	23.40	24.84
CaO.....	5.88	3.64	6.46	4.34	5.18	6.44	5.88	3.92	5.60	4.92	6.16	5.60	4.90	5.04
Na <sub>2</sub> O.....	1.48	1.83	1.77	2.72	2.57	2.68	2.54	1.92	0.68	1.64	0.66	1.12	2.11	1.22
K <sub>2</sub> O.....	1.79	1.28	1.36	1.42	1.14	1.49	1.95	0.85	0.85	1.03	1.00	1.31	0.57	1.67
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ...	0.29	Tr.	0.71	0.32	0.32	0.49	0.44	0.28	0.29	0.34	0.80	Tr.	0.30	0.38
H <sub>2</sub> O +	9.06	7.83	8.26	5.32	4.64	3.06	2.88	5.70	6.18	4.94	1.04	4.40	4.96	7.19
H <sub>2</sub> O.....	1.12	4.96	1.68	4.42	5.10	5.65	5.66	5.34	4.72	4.62	9.36	5.76	6.09	3.50
CO <sub>2</sub> ....	0.56	1.09	1.12	1.38	1.01	1.30	2.26	0.57	1.50	1.54	0.79	1.33	1.94	0.95
	100.40	100.16	99.87	99.98	99.43	99.78	100.21	99.82	100.03	99.75	99.51	100.20	99.37	99.31
Val														
Ti.....	43	34	67	32	38.5	43	55.5	49.5	32.5	43	65	51.5	34	39.5
Al.....	367	352	212	382	370.5	274.5	267.5	503	412	415	228	349	391	350
Fe.....	271.5	242	280.5	241	231.5	280.5	281	219.5	261.5	241.5	278.5	276	223	262.5
Mg.....	1 242	1 245.5	1 296	990	972	1 092.5	1 008	1 069	1 188	993.5	1 303	990	1 170	1 242
Ca.....	210	130	230	156	185.5	230	209.5	140	200	176.5	220	200	176	180
Na.....	48	59	57	88.5	83	87	82	62.5	22	53	21	36.5	68	38
K.....	38	28	29	30.5	25	32	41	19	19	22.5	22	28.5	12	35.5
P.....	21	—	49	22.5	22.5	34.5	31	19.5	21	24	56	23	26.5	
	2 240.5	2 090.5	2 220.5	1 942.5	1 928.5	2 074	1 975.5	2 082.0	2 156	1 969.0	2 193.5	1 931.5	2 097	2 174.0
Val														
Ti.....	1.92	1.63	3.02	1.65	2.00	2.07	2.81	2.38	1.51	2.18	2.96	2.67	1.62	1.82
Al.....	16.38	16.84	9.55	19.67	19.21	13.24	13.54	24.16	19.11	21.08	10.40	18.07	18.65	16.10
Fe.....	12.12	11.58	12.63	12.41	12.00	13.52	14.22	10.54	12.13	12.27	12.70	14.29	10.64	12.07
Mg.....	55.43	59.57	58.36	50.96	50.40	52.68	51.03	51.35	55.10	50.46	59.40	51.26	55.79	57.13
Ca.....	9.37	6.22	10.36	8.03	9.62	11.09	10.60	6.72	9.28	8.96	10.03	10.35	8.39	8.28
Na.....	2.14	2.82	2.57	4.55	4.30	4.20	4.15	3.00	1.02	2.69	0.96	1.89	3.24	1.75
K.....	1.70	1.34	1.30	1.57	1.30	1.54	2.08	0.91	0.88	1.14	1.00	1.47	0.57	1.63
P.....	0.94	—	2.21	1.16	1.17	1.66	1.57	0.94	0.77	1.22	2.55	1.10	1.10	1.22
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Nat														
Ti.....	0.48	0.41	0.755	0.41	0.50	0.52	0.70	0.595	0.38	0.545	0.74	0.67	0.405	0.455
Al.....	5.46	5.615	3.185	6.56	6.405	4.41	4.515	8.055	6.37	7.025	3.465	6.025	6.215	5.365
Fe.....	6.06	5.79	6.315	6.205	6.00	6.76	7.11	5.27	6.065	6.135	6.35	7.145	5.32	6.035
Mg.....	27.715	29.785	29.18	25.48	25.20	26.34	25.515	25.675	27.55	25.23	29.70	25.63	27.895	28.565
Ca.....	4.685	3.11	5.18	4.015	4.81	5.545	5.30	3.36	4.64	4.48	5.015	5.175	4.195	4.14
Na.....	2.14	2.82	2.57	4.55	4.30	4.20	4.15	3.00	1.02	2.69	0.96	1.89	3.24	1.75
K.....	1.70	1.34	1.30	1.57	1.30	1.54	2.08	0.91	0.88	1.14	1.00	1.47	0.57	1.63
P.....	0.19	—	0.54	0.23	0.535	0.33	0.315	0.19	0.195	0.245	0.51	0.22	0.22	0.245
	48.430	48.870	48.925	49.020	49.050	49.645	49.685	47.055	47.100	47.490	47.740	48.005	48.060	48.185
N <sub>σ</sub>														
Ti+Al..	0.080	0.0815	0.053	0.094	0.0935	0.0665	0.0705	0.117	0.091	0.102	0.057	0.0905	0.0895	0.0785
Fe.....	0.061	0.0585	0.0635	0.0625	0.0605	0.068	0.072	0.053	0.061	0.062	0.064	0.072	0.0535	0.061
Mg.....	0.480	0.5155	0.505	0.441	0.4365	0.456	0.442	0.4445	0.477	0.437	0.514	0.444	0.483	0.4945
Ca.....	0.1255	0.083	0.1385	0.1075	0.1285	0.1485	0.142	0.090	0.124	0.120	0.134	0.1385	0.112	0.1105
Na.....	0.0595	0.0785	0.09715	0.1265	0.1195	0.1165	0.115	0.0835	0.0285	0.0745	0.0265	0.0525	0.090	0.0485
K.....	0.068	0.0535	0.052	0.063	0.052	0.0615	0.083	0.0365	0.035	0.0455	0.040	0.059	0.023	0.065
P.....	0.002	—	0.0045	0.0025	0.0055	0.0035	0.003	0.002	0.002	0.0025	0.005	0.002	0.002	0.0025
	0.876	0.8705	0.888	0.897	0.896	0.9205	0.9275	0.8265	0.8185	0.8435	0.8405	0.8565	0.853	0.8605

TABLEAU 10. — Kimberlites de l'Afrique australe (A. F. WILLIAMS, 1932).

A. Dutoitspan (Cap, Kimberley).

Toutes les analyses : p. 245 de l'ouvrage de A. F. Williams.

LE NOMBRE ET L'ENCOMBREMENT SPATIAL DES ATOMES DANS UNE VENUE MAGMATIQUE 57

	PREMIER MINE					KOFFYFONTEIN (dykes)		BULTFONTEIN			
	6 p. 146	7 p. 146	9 p. 146	11 p. 146	10 p. 146	1 p. 136	2 p. 136	1 p. 244	2 p. 244	3 p. 244	4 p. 244
SiO <sub>2</sub> .....	47.72	45.48	47.44	45.56	47.36	32.56	33.40	35.96	40.56	36.54	35.40
TiO <sub>2</sub> .....	2.00	1.30	1.70	1.50	1.60	2.40	2.30	0.77	0.86	0.86	1.11
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	3.05	3.16	3.58	4.40	5.03	2.82	2.92	6.76	5.95	4.29	4.55
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	5.60	6.28	5.45	4.40	4.40	9.28	7.85	5.60	5.36	5.84	5.44
FeO.....	4.32	4.07	3.38	3.96	3.96	3.17	5.18	3.64	4.45	3.38	4.10
MnO.....	0.28	0.05	0.18	0.14	0.13	0.11	0.22	0.04	0.03	0.06	0.04
MgO.....	21.60	22.10	22.46	23.56	22.53	27.00	25.20	27.97	25.84	28.47	28.58
CaO.....	5.04	6.16	4.34	4.05	5.60	8.82	9.52	4.90	5.18	4.90	7.14
Na <sub>2</sub> O.....	1.34	1.32	2.92	0.25	1.70	Tr	Tr	0.22	0.29	0.63	0.30
K <sub>2</sub> O.....	3.18	4.84	3.21	4.49	2.63	0.62	1.38	1.49	1.63	0.81	2.72
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0.07	0.08	0.14	0.20	0.04	0.68	0.39	0.43	0.37	0.80	1.00
H <sub>2</sub> O+.....	3.70	2.02	4.75	3.51	2.74	0.88	0.40	8.73	7.67	10.13	7.23
H <sub>2</sub> O-.....	2.40	2.56	0.48	2.40	1.34	8.97	6.98	2.68	2.14	2.16	0.64
CO <sub>2</sub> .....	0.34	0.15	0.25	0.45	0.24	2.90	3.65	0.55	0.38	0.49	1.59
	100.86 <sup>1</sup>	99.57	100.28	99.82 <sup>2</sup>	99.33 <sup>3</sup>	100.40 <sup>4</sup>	100.32 <sup>5</sup>	99.74	100.70	99.35	99.84
Val											
Ti.....	100	65	85	75	80	120	116	38.5	43	43	55.5
Al.....	179	185	211	259	296	169	174	397	350	253	267.5
Fe.....	268	271.5	235	224	223.5	349	352.5	242	259	241.5	251
Mg.....	1 080	1 105	1 123	1 178	1 126.5	1 350	1 260	1 398.5	1 292	1 423.5	1 429
Ca.....	180	220	156	144	200	345	341	176	185	176	256
Na.....	44	43	94.5	8	54	—	—	7	10	21	10
K.....	68	103	68	96	57	12	30	32	35	18	58.5
P.....	5	5.5	10	14	3	49	28	30	26	56	70
	1 924	1 998.0	1 982.5	1 998	2 040.0	2 364	2 301.5	2 321.0	2 200	2 232	2 397.5
Val											
Ti.....	5.20	3.25	4.29	3.75	3.92	5.06	5.04	1.66	1.96	1.93	2.31
Al.....	9.33	9.26	10.64	12.96	14.51	7.12	7.56	17.11	15.91	11.33	11.16
Fe.....	13.92	13.59	11.85	11.21	10.96	15.05	15.32	10.43	11.77	10.82	10.47
Mg.....	56.12	55.31	56.65	58.96	55.22	56.92	54.74	60.25	58.73	63.78	59.60
Ca.....	9.35	11.01	7.87	7.21	9.80	13.28	14.82	7.58	8.41	7.89	10.68
Na.....	2.29	2.15	4.77	0.40	2.65	—	—	0.30	0.45	0.94	0.42
K.....	3.53	5.16	3.43	4.81	2.79	0.51	1.30	1.38	1.59	0.80	2.44
P.....	0.26	0.27	0.50	0.70	0.15	2.06	1.22	1.29	1.18	2.51	2.92
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Nat											
Ti.....	1.30	0.81	1.07	0.94	0.98	1.265	1.26	0.415	0.49	0.48	0.58
Al.....	3.11	3.090	3.545	4.32	4.835	2.375	2.52	5.705	5.305	3.78	3.72
Fe.....	6.96	6.795	5.925	5.605	5.98	7.525	7.66	5.215	5.885	5.41	5.235
Mg.....	28.06	27.655	28.325	29.48	27.61	28.46	27.37	30.125	29.365	31.89	29.80
Ca.....	4.675	5.505	3.935	3.605	4.90	6.64	7.41	3.79	4.205	3.945	5.34
Na.....	2.29	2.15	4.77	0.40	2.65	—	—	0.30	0.45	0.94	0.42
K.....	3.53	5.16	3.43	4.81	2.79	0.51	1.30	1.38	1.59	0.80	2.44
P.....	0.05	0.055	0.10	0.14	0.03	0.41	0.245	0.26	0.235	0.50	0.585
	49.975	51.220	51.100	49.300	49.775	47.185	47.765	47.190	47.525	47.745	48.120
N <sub>σ</sub>											
Ti+Al...	0.0595	0.0525	0.0625	0.071	0.0785	0.049	0.051	0.0825	0.0785	0.0575	0.058
Fe.....	0.0705	0.0685	0.060	0.0565	0.0605	0.076	0.0775	0.1525	0.0595	0.0545	0.053
Mg.....	0.486	0.479	0.4905	0.5105	0.478	0.493	0.474	0.5215	0.5085	0.552	0.516
Ca.....	0.125	0.147	0.105	0.0965	0.131	0.1775	0.198	0.1015	0.1125	0.1055	0.143
Na.....	0.0635	0.0595	0.1325	0.011	0.0735	—	—	0.0085	0.0125	0.026	0.0115
K.....	0.141	0.2065	0.137	0.1925	0.1115	0.0205	0.052	0.055	0.0635	0.032	0.0975
P.....	0.0005	0.0005	0.001	0.0315	0.0005	0.004	0.0025	0.0025	0.0025	0.005	0.006
	0.946	1.0135	0.9885	0.9395	0.9335	0.820	0.855	0.824	0.8375	0.8325	0.885

TABLEAU 10. — Kimberlites de l'Afrique australe (A. F. WILLIAMS, 1932).

B : Premier Mine (Transvaal, Pretoria). — Koffyfontein (Orange). — Bultfontein (Cap, Kimberley).

1 : y compris Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 0.14 ; NiO : 0.22

2 : y compris Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 0.12 ; S : 0.82

3 : y compris S : 0.03

4 : y compris Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 0.19 ; S : Tr.

5 : y compris Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 0.7 ; S : 0.76.

RÉFÉRENCE	NAT	N $\sigma$	Log N $\sigma$	RÉFÉRENCE	NAT	N $\sigma$	Log N $\sigma$
DUTOITSPAN (prov. du Cap, rég. de Kimberley)				PREMIER MINE (Transvaal, rég. de Pretoria)			
7, p. 245 .....	49.685	0.9275	1̄.96731	7, p. 146 .....	51.220	1.0135	0.00582
6 — .....	49.645	0.9205	1̄.96402	9 — .....	51.100	0.9885	1̄.99498
5 — .....	49.050	0.896	1̄.95231	6 — .....	49.975	0.946	1̄.97589
4 — .....	49.020	0.897	1̄.95279	10 — .....	49.775	0.9335	1̄.97011
3 — .....	48.925	0.888	1̄.94841	11 — .....	49.300	0.9395	1̄.97290
2 — .....	48.870	0.8705	1̄.93977	KOFFYFONTEIN (dykes) (État libre d'Orange)			
1 — .....	48.430	0.876	1̄.94250	2, p. 136 .....	47.765	0.855	1̄.93197
14 — .....	48.185	0.8605	1̄.93475	1, — .....	47.185	0.820	1̄.91381
13 — .....	48.060	0.853	1̄.93095	BULTFONTEIN (prov. du Cap, rég. de Kimberley)			
12 — .....	48.005	0.8565	1̄.93273	4, p. 244 .....	48.120	0.885	1̄.94694
11 — .....	47.740	0.8405	1̄.92454	3 — .....	47.745	0.8325	1̄.92038
10 — .....	47.490	0.8435	1̄.92609	2 — .....	47.525	0.8375	1̄.92298
9 — .....	47.100	0.8185	1̄.91302	1 — .....	47.190	0.824	1̄.91593
8 — .....	47.055	0.8265	1̄.91724				

TABLEAU 11. — Kimberlites de l'Afrique australe (A. F. WILLIAMS, 1932).

Récapitulation de Nat, N $\sigma$  et log N $\sigma$ .

## VI. Gabbros, anorthosites et granites des Adirondack,

d'après A. F. BUDDINGTON (1939) : Adirondack igneous rocks and their metamorphism. *Mem. geol. Soc. America*, n° 7.

— (1948) : Origin of granitic rocks of the Northwest Adirondack. *In Origin of granite. Ibid.*, n° 28.

R. BALK (1930) : Structural survey of the Adirondack anorthosite. *Journ. Geol.*, vol. 38, p. 289-302.

— (1931) : Structural geology of the Adirondack anorthosite. *Miner. und Petrog. Mitt.*, Bd 41, p. 308-434.

La région a une structure géologique très complexe. Elle se situe dans le bassin du fleuve Saint-Laurent, où de nombreux massifs d'anorthosites ont été décrits par R. Balk. Elle est constituée par une série précambrienne ancienne, fortement métamorphisée et comprenant des calcaires cristallins et parfois dolomitiques, des quartzites, des gneiss, avec des lits d'amphibolites et des migmatites. L'ensemble est appelé « Grenville series ».

On connaît également une formation hétérogène — le « Pitcairn gneiss complex » — dans lequel on trouve de nombreuses roches métamorphiques, en particulier des quartzites feldspathiques variés, des « skarn », etc...

Ces séries sont traversées par des intrusions, les plus anciennes comprenant des gabbro-diorites et des anorthosites, les plus récentes des granites (plusieurs venues). On trouve encore des syénites offrant de nombreux passages aux granites et antérieures aux plus jeunes de ceux-ci.

Si l'origine magmatique de la plupart de ces roches cristallines semble incontestable, il n'en est pas de même des séries syénitiques. Celles-ci ont souvent un faciès de charnokites semblant provenir, au moins en partie, de l'influence des différentes venues granitiques sur les sédiments très divers des séries précambriennes.

Parmi les gabbros, A. F. Buddington distingue ceux que l'on observe dans la partie est des Adirondack, et ceux de la partie nord-ouest. En se rapportant à notre diagramme (fig. 10), on voit qu'il existe effectivement deux venues : celle de l'E, se prolongeant par des diorites (« Rossie diorite »), celle du NW, qui semble en relation avec les anorthosites, avec lesquelles elle forme des termes de passage. Les anorthosites représentent d'ailleurs une venue indépendante en relation avec une troisième série de gabbros, antérieure aux gabbros du NW. Ici encore, le nombre des analyses est insuffisant pour acquérir une certitude.

D'après l'auteur, les séries syénitiques seraient de deux sortes :

— complexes des syénites quartzifères de Diana

— syénites de Tupper-Saranac et Santa Clara.

Toutes deux représenteraient des venues magmatiques différenciées par gravité, ce qui expliquerait leur disposition en lits et le caractère variable de leur composition chimique. Le diagramme n'indique rien de précis à ce sujet. Certaines roches semblent prolonger la venue gabbro-dioritique, d'autres complètent très nettement les venues granitiques. La dispersion des autres points est telle qu'elle fait songer à l'effet possible de l'endomorphisme.

Quant aux granites, que l'auteur classe suivant leurs caractères pétrographiques (alaskites, granites à hornblende, granites à biotite, granites à microcline) en leur adjoignant une partie

des syénites quartzifères, ils forment trois alignements distincts et parallèles montrant qu'il s'agit de trois venues indépendantes entre lesquelles se partagent les différents types pétrographiques décrits par A. F. Buddington.

Comment grouper les roches d'origine magmatique en général et les granites en particulier *suivant les venues*, et non suivant la composition chimico-minéralogique ? Il faut, pour y parvenir, substituer à la classification pétrographique une classification chronologique ou génétique, et c'est à ce résultat que semble conduire l'emploi des « paramètres »  $Nat$  et  $N\sigma$ .

	GABBROS		MÉTA-GABBROS				GRANU- LITE A PYROX.	TITANO- MAGNÉ- TITE	DIORITES		MÉTA-DIORITES	
	T. 15 n° 61-L	T. 15 n° 64-L	T. 15 n° 62	T. 15 n° 63-L	T. 15 n° 65-L	T. 15 n° 66	T. 15 n° 67	T. 15 n° 68-L	T. 19 n° 74	T. 19 n° 77	T. 19 n° 75	T. 19 n° 76
SiO <sub>2</sub> ...	46.74	47.16	44.42	47.88	46.40	48.30	46.33	44.77	48.91	66.39	52.81	61.43
TiO <sub>2</sub> ...	2.54	3.37	3.55	1.20	3.03	2.22	3.55	5.26	3.18	0.46	1.81	1.09
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ...	16.63	14.45	15.55	18.90	14.17	18.45	14.97	12.46	15.11	15.68	18.56	17.54
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ...	2.17	1.61	1.86	1.39	2.03	1.73	3.24	4.63	6.02	1.29	3.88	0.66
FeO...	10.60	13.81	12.80	10.45	13.12	9.79	12.76	12.99	7.26	2.41	5.21	4.67
MnO...	0.25	0.24	—	0.16	0.44	0.18	0.22	0.17	0.20	0.05	0.09	0.05
MgO...	6.11	5.24	5.91	7.10	4.94	5.49	5.64	5.34	3.14	2.33	2.88	2.06
CaO...	8.66	8.13	9.15	8.36	9.65	8.30	8.48	10.20	7.20	11.06	6.26	4.70
Na <sub>2</sub> O...	3.81	3.09	2.81	2.75	3.14	3.37	2.88	2.47	3.89	3.80	4.84	4.24
K <sub>2</sub> O...	0.86	1.20	0.75	0.81	1.12	0.75	0.95	0.95	2.20	2.52	2.02	2.19
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ...	0.33	0.57	0.54	0.20	0.80	0.35	0.55	0.28	0.90	0.36	0.67	0.37
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup> ...	0.73	0.48	1.35	0.43	0.02	0.76	0.40	0.48	0.58	0.60	0.53	0.54
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup> ...	0.12	0.12	0.06	0.18	0.25	0.24	0.09	0.12	0.08	0.01	0.02	0.01
CO <sub>2</sub> ...	0.07	0.35	0.94	0.12	—	0.21	0.09	0.37	1.30	0.20	0.11	0.20
	99.77 <sup>1</sup>	99.98 <sup>2</sup>	99.69	100.02 <sup>3</sup>	99.77 <sup>4</sup>	100.14	100.15	100.75 <sup>5</sup>	99.97	100.16	99.69	99.75
Val												
Ti.....	127	168.5	177.5	60	151.5	111	177.5	263	159	23	90.5	54.5
Al.....	978	850	915	1 112	834	1 085	880	732	888	922	1 091	1 032
Fe.....	356	431	402.5	329.5	429	320	441	483	357	100	243.5	147
Mg.....	305.5	262	295.5	355	247	274.5	282	267	157	116.5	144	103
Ca.....	309	291	327	298	346.5	296	303	364	258	144	224	168
Na.....	122	100	90	89	102	109	93	79	126	122	156	137
K.....	18	26	16	17	24	16	21	21	46	54	42	46
P.....	23	40	38	14	56	24.5	38.5	19.5	63	25	47	26
	2 238.5	2 168.5	2 261.5	2 274.5	2 190 <sup>6</sup>	2 236.0	2 236	2 228.5	2 054	1 506.5	2 038	1 713.5
Val												
Ti.....	5.39	7.38	7.44	2.43	6.84	4.65	7.48	11.30	7.64	1.48	4.33	3.06
Al.....	41.52	37.25	38.33	44.92	37.65	45.45	37.07	31.46	42.46	59.54	52.15	57.91
Fe.....	15.11	18.89	16.86	13.31	19.36	13.41	18.58	20.76	17.15	6.46	11.64	8.25
Mg.....	12.97	11.48	12.37	14.34	11.15	11.49	11.87	11.48	7.55	7.52	6.88	5.78
Ca.....	16.37	15.92	17.35	17.82	16.27	16.61	16.63	18.82	13.08	10.43	11.94	11.14
Na.....	6.46	5.47	4.78	5.32	4.82	6.12	5.11	4.09	6.39	8.85	8.31	9.09
K.....	0.95	1.42	0.85	1.02	1.14	0.90	1.15	1.08	2.33	3.91	2.24	3.05
P.....	1.22	2.19	2.02	0.84	2.65	1.37	2.11	1.01	3.20	1.81	2.51	1.72
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00 <sup>6</sup>	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Nat												
Ti.....	1.345	1.845	1.86	0.66	1.71	1.16	1.87	2.825	1.91	0.37	1.08	0.765
Al.....	13.84	12.415	12.77	16.30	12.55	15.15	12.35	10.49	14.15	19.84	17.38	19.305
Fe.....	7.55	9.445	8.43	7.245	9.68	6.70	9.285	10.38	8.575	3.23	5.82	4.125
Mg.....	6.485	5.74	6.18	7.805	5.57	5.74	5.94	5.74	3.775	3.76	3.44	2.89
Ca.....	8.185	7.96	8.675	8.55	8.135	8.305	8.315	9.41	6.54	5.215	5.97	5.57
Na.....	6.46	5.47	4.78	3.91	4.82	6.12	5.11	4.09	6.39	8.85	8.31	9.09
K.....	0.95	1.42	0.85	0.75	1.14	0.90	1.15	1.08	2.33	3.91	2.24	3.05
P.....	0.245	0.44	0.405	0.12	0.58	0.275	0.42	0.20	0.64	0.36	0.50	0.345
	45.06	44.735	43.950	43.340	44.195 <sup>7</sup>	44.35	44.440	44.215	44.31	45.535	44.74	45.140
Nc												
Ti+Al...	0.205	0.1925	0.1975	0.229	0.1925	0.2205	0.192	0.180	0.217	0.273	0.2495	0.271
Fe.....	0.076	0.0955	0.085	0.073	0.0975	0.0675	0.0935	0.105	0.106	0.040	0.072	0.051
Mg.....	0.112	0.0995	0.107	0.135	0.0965	0.099	0.103	0.099	0.0865	0.065	0.0595	0.050
Ca.....	0.219	0.213	0.232	0.175	0.2175	0.222	0.2225	0.2515	0.175	0.1395	0.1595	0.149
Na.....	0.1795	0.152	0.133	0.1085	0.134	0.170	0.142	0.1135	0.1775	0.246	0.231	0.2525
K.....	0.038	0.057	0.034	0.030	0.048	0.036	0.046	0.043	0.093	0.1565	0.0895	0.122
P.....	0.0025	0.004	0.004	0.001	0.005	0.0025	0.004	0.002	0.0065	0.0035	0.005	0.0035
	0.832	0.8135	0.792	0.7515	0.791	0.8175	0.803	0.794	0.8185	0.9235	0.866	0.899

TABLEAU 12. — Adirondack (A. F. BUDDINGTON, 1939).

A : Région est.

- 1 : y compris SO<sub>2</sub> : 0.11 ; NiO : 0.03      2 : y compris SO<sub>2</sub> : 0.14 ; NiO : 0.02      3 : y compris SO<sub>2</sub> : 0.07 ; NiO : 0.02  
 4 : y compris BaO : 0.18 ; SO<sub>2</sub> : 0.14      5 : plus Ba : 2.5      6 : plus Ba : 0.12  
 7 : y compris Ba : 0.06      8 : y compris SO<sub>2</sub> : 0.26.

	MÉTA-GABBROS								GABBROS MÉLANOCRATES	
	T. 13 n° 50	T. 13 n° 51	T. 13 n° 52	T. 13 n° 53	T. 13 n° 54-L	T. 14 n° 56	T. 14 n° 57	T. 14 n° 58	T. 11 n° 47	T. 17 n° 69
SiO <sub>2</sub> . . .	46.35	49.34	46.88	51.00	47.42	46.49	49.41	48.37	32.86	33.85
TiO <sub>2</sub> . . .	1.31	1.28	1.53	0.74	0.36	1.28	0.91	1.37	6.44	7.43
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . .	15.39	16.93	14.80	9.60	17.34	18.93	14.61	15.64	9.66	10.97
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . .	3.44	2.25	6.14	1.49	44.91	1.08	1.73	1.93	13.57	6.60
FeO . . .	7.35	5.39	8.01	8.17	10.22	9.40	7.82	10.69	0.37	19.80
MnO . . .	0.14	0.12	—	0.16	0.06	0.15	0.16	—	—	0.29
MgO . . .	7.74	7.60	6.62	13.88	5.21	10.04	9.84	8.22	5.84	4.80
CaO . . .	13.10	11.13	9.94	10.94	8.09	8.91	9.14	9.17	13.09	8.73
Na <sub>2</sub> O . . .	2.22	3.11	2.41	1.36	3.48	2.61	2.79	2.63	1.13	1.98
K <sub>2</sub> O . . .	0.97	1.13	1.14	0.76	1.89	0.41	0.63	0.91	0.32	0.72
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . .	0.31	0.27	0.26	0.12	0.06	0.28	0.12	0.11	1.61	3.66
H <sub>2</sub> O+ . . .	1.14	0.91	1.04	1.19	1.13	0.43	0.40	0.56	0.90	0.55
H <sub>2</sub> O— . . .	0.09	0.09	0.06	0.08	—	0.03	0.05	0.07	0.52	0.28
CO <sub>2</sub> . . .	0.10	0.09	0.66	0.33	—	0.16	0.13	—	—	—
	99.65	99.72 <sup>1</sup>	99.49	100.24 <sup>2</sup>	100.42 <sup>3</sup>	100.20	99.74	99.67	100.10	99.66
Val										
Ti . . . . .	65.5	64	76.5	37	18	64	45.5	68.5	322	371.5
Al . . . . .	906	996	871	565	1 021	1 114	976	920.5	568	645
Fe . . . . .	294	209.5	375.5	269	408	293	263.5	346.5	350	723.5
Mg . . . . .	387	380	331	694	260.5	502	492	411	292	240
Ca . . . . .	468	397	356	391	290.5	318	327	328	468	312
Na . . . . .	71	100	78	44	112	84	90	85	37	64
K . . . . .	22	25	25	16	40	8.5	13.5	20	6	15.5
P . . . . .	22	19	18	8.5	4	19.5	8.5	7.5	113	255
BaO . . . . .	—	—	—	—	0.5	—	—	—	—	—
	2 235.5	2 190.5	2 131	2 024.5	2 154.5	2 403	2 216	2 187	2 156	2 626.5
Val										
Ti . . . . .	2.97	2.91	3.47	1.77	0.79	2.43	1.92	2.94	12.60	14.07
Al . . . . .	41.12	45.29	39.50	26.99	44.85	42.35	41.19	39.53	22.24	24.43
Fe . . . . .	13.34	9.52	17.03	13.09	17.92	11.14	11.12	14.88	28.73	27.41
Mg . . . . .	17.57	17.28	15.00	33.15	11.44	19.08	20.77	17.65	11.43	9.09
Ca . . . . .	20.07	18.34	18.66	21.28	16.24	18.49	18.62	18.61	18.75	12.07
Na . . . . .	3.05	4.62	4.09	2.39	6.27	4.89	5.12	4.82	1.48	2.47
K . . . . .	0.94	1.16	1.31	0.87	2.24	0.49	0.77	1.14	0.24	0.60
P . . . . .	0.94	0.88	0.94	0.46	0.22	1.13	0.49	0.43	4.53	9.86
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00 <sup>4</sup>	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Nat										
Ti . . . . .	0.74	0.73	0.87	0.44	0.195	0.60	0.48	0.735	3.15	3.52
Al . . . . .	13.705	15.095	13.165	8.996	14.95	14.11	13.73	13.175	7.41	8.145
Fe . . . . .	6.67	4.76	8.515	6.54	8.96	5.57	5.56	7.44	14.36	13.705
Mg . . . . .	8.785	8.64	7.50	16.57	5.72	9.54	10.385	8.82	5.71	4.545
Ca . . . . .	10.035	9.17	9.33	10.64	8.12	9.245	9.31	9.305	9.375	6.035
Na . . . . .	3.05	4.62	4.09	2.39	6.27	4.89	5.12	4.82	1.48	2.47
K . . . . .	0.94	1.16	1.31	0.87	2.255	0.49	0.77	1.14	0.24	0.60
P . . . . .	0.19	0.175	0.19	0.09	0.045	0.225	0.10	0.085	0.905	1.97
	44.115	44.35	44.970	46.535	46.515	44.670	45.455	45.520	42.630	40.990
Nσ										
Ti+Al . . .	0.195	0.214	0.1895	0.1275	0.2045	0.1985	0.192	0.188	0.1425	0.1575
Fe . . . . .	0.067	0.048	0.086	0.066	0.090	0.056	0.056	0.075	0.145	0.1385
Mg . . . . .	0.152	0.1495	0.130	0.287	0.099	0.165	0.180	0.1525	0.099	0.078
Ca . . . . .	0.2685	0.2450	0.2495	0.2845	0.217	0.247	0.249	0.249	0.251	0.1615
Na . . . . .	0.085	0.128	0.1135	0.066	0.174	0.136	0.142	0.134	0.041	0.0685
K . . . . .	0.0375	0.0465	0.0525	0.035	0.090	0.0195	0.031	0.0455	0.0095	0.024
P . . . . .	0.002	0.0015	0.002	0.009	0.0045	0.002	0.001	0.0085	0.009	0.020
	0.807	0.8325	0.823	0.875	0.879	0.824	0.851	0.8525	0.697	0.648

TABLEAU 12. — Adirondack (A. F. BUDDINGTON, 1939).

B : Région nord-ouest, gabbros.

1 : y compris S : 0.08    2 : y compris S : 0.46; Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 0.13    3 : y compris BaO : 0.04; Cl : 0.21    4 : y compris Ba : 0.03.

	TITANO-MAGNÉTITES			GABBROS					NORITE	DIABASE	AMPHI-BOLITE
	T. 17 n° 71-L	T. 17 n° 72-L	T. 17 n° 73-L	T. 3 n° 15	T. 7 n° 25	T. 7 n° 27	T. 7 n° 30	T. 11 n° 49	T. 7 n° 24	T. 14 n° 59	T. 14 n° 55
SiO <sub>2</sub> ...	17.90	13.35	11.73	50.86	53.22	45.25	49.27	50.96	50.93	47.99	46.25
TiO <sub>2</sub> ...	15.66	16.45	12.31	1.65	0.69	6.88	1.15	0.73	2.54	0.93	1.83
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ...	10.23	8.75	6.46	18.34	20.03	11.84	14.28	21.26	16.91	16.90	17.51
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ...	15.85	20.35	30.68	0.66	0.70	1.59	1.35	1.82	1.69	1.49	1.81
FeO...	27.94	28.82	27.92	7.94	3.98	14.12	7.00	4.37	9.27	9.69	10.20
MnO...	—	—	—	0.14	0.09	0.23	0.12	—	0.17	0.14	0.18
MgO...	6.04	6.63	3.35	4.73	4.08	6.42	4.63	4.49	5.25	9.56	9.34
CaO...	2.86	2.15	3.95	10.86	12.33	10.23	17.46	11.46	8.34	8.99	8.69
Na <sub>2</sub> O...	—	—	0.50	3.08	3.57	2.14	2.72	3.17	3.13	2.85	2.48
K <sub>2</sub> O...	—	—	0.26	0.68	0.55	0.47	0.40	0.61	1.09	0.76	0.55
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ...	0.04	0.02	0.82	0.11	0.02	0.16	1.32	0.08	0.23	Tr.	0.28
H <sub>2</sub> O+...	1.33	1.68	0.64	0.12	0.73	0.14	0.23	0.38	0.19	0.39	0.67
H <sub>2</sub> O-...				0.06	0.06	0.03	0.03	0.05	0.01	0.06	0.10
CO <sub>2</sub> ...	—	—	—	0.49	0.38	0.26	0.15	0.27	0.31	—	0.09
	97.85	98.20	98.62	99.74 <sup>1</sup>	100.43	99.76	100.11	99.65	100.06	99.75	99.98
Val											
Ti.....	783	822.5	615.5	82.5	34.5	344	57.5	36.5	127	46.5	91.5
Al.....	602	515	379	1 079	1 178	697	840	1 250	994	994	1 029
Fe.....	1 172	1 312	1 544	241.5	131	438.5	230.5	166.5	304.5	311.5	330
Mg.....	302	331.5	167.5	236.5	204	321	231.5	224.5	262.5	478	467
Ca.....	102	77	141	388	441	366	624	409	298	322	310
Na.....	—	—	16	100	115	69	89	103	102	92	80
K.....	—	—	5.5	14	11	10	8	12	24	16	11
P.....	3	1.5	6	8	1.5	11	92	5.5	16	—	19.5
	2 964	3 059.5	2 874.5	2 149.5	2 116	2 256.5	2 172.5	2 207.0	2 128.0	2 260.0	2 338.0
Val											
Ti.....	26.41	26.88	21.42	3.77	1.67	14.33	2.65	1.63	5.64	1.90	3.57
Al.....	20.31	16.83	13.18	49.36	57.09	29.03	38.66	55.89	44.16	40.74	40.16
Fe.....	39.54	42.88	53.71	11.05	6.35	18.27	10.61	7.44	13.53	12.77	13.04
Mg.....	10.19	10.84	5.83	10.82	9.89	13.37	10.66	10.04	11.67	19.59	18.23
Ca.....	3.44	2.52	4.90	19.02	19.39	20.07	28.72	19.31	16.93	18.72	18.43
Na.....	—	—	0.56	4.90	5.06	3.78	4.10	4.86	5.80	5.35	4.76
K.....	—	—	0.19	0.69	0.48	0.55	0.37	0.57	1.36	0.93	0.65
P.....	0.11	0.05	0.21	0.39	0.07	0.60	4.23	0.26	0.91	—	1.16
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Nat											
Ti.....	6.60	5.61	5.355	0.94	0.42	3.58	0.66	0.41	1.41	0.475	0.89
Al.....	6.77	6.72	4.395	16.45	19.03	9.67	12.89	18.63	14.72	13.58	13.38
Fe.....	19.77	21.44	26.855	5.525	3.175	9.135	5.305	3.72	6.76	6.385	6.52
Mg.....	5.095	5.42	2.915	5.41	4.945	6.68	5.33	5.02	5.83	9.79	9.115
Ca.....	1.72	1.26	2.45	9.51	9.695	10.035	14.36	9.655	8.465	9.36	9.215
Na.....	—	—	0.56	4.90	5.06	3.78	4.10	4.86	5.80	5.35	4.76
K.....	—	—	0.19	0.69	0.48	0.55	0.37	0.57	1.36	0.93	0.65
P.....	0.02	0.01	0.04	0.08	0.015	0.12	0.845	0.05	0.18	—	0.23
	39.975	40.46	42.760	43.505	42.820	43.55	43.860	42.915	44.525	45.870	44.760
N <sub>σ</sub>											
Ti+Al...	0.1805	0.1665	0.1315	0.235	0.263	0.179	0.183	0.257	0.218	0.1895	0.193
Fe.....	0.1995	0.2165	0.271	0.056	0.039	0.1125	0.0535	0.0375	0.068	0.064	0.065
Mg.....	0.088	0.094	0.0505	0.0935	0.0855	0.1155	0.092	0.087	0.101	0.1695	0.158
Ca.....	0.046	0.0335	0.0655	0.2545	0.2595	0.268	0.384	0.258	0.2265	0.250	0.2465
Na.....	—	—	0.0155	0.136	0.1405	0.105	0.114	0.135	0.161	0.1485	0.132
K.....	—	—	0.0075	0.0275	0.019	0.022	0.015	0.023	0.0545	0.0370	0.026
P.....	—	—	0.0005	0.008	—	0.001	0.0085	0.0005	0.002	—	0.0025
	0.514	0.5105	0.542	0.8105	0.8065	0.803	0.850	0.798	0.831	0.8585	0.824

TABLEAU 12. — Adirondack (A. F. BUDDINGTON, 1939).

C : Région nord-ouest (suite).

1 : y compris Cl : 0.03.

	T. 3 n° 5-L	T. 3 n° 6-L	T. 3 n° 7	T. 3 n° 8	T. 3 n° 9	T. 3 n° 10	T. 3 n° 12-L	T. 3 n° 13-L	T. 13 n° 14-L	T. 7 n° 29-L	T. 11 n° 44	T. 11 n° 45	T. 11 n° 48-L
SiO <sub>2</sub> ...	54.47	54.62	53.55	55.51	56.40	53.11	53.18	56.94	50.54	57.34	54.89	53.40	51.62
TiO <sub>2</sub> ...	—	—	1.63	0.21	0.44	0.62	0.45	0.44	—	—	0.48	0.36	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ...	26.45	26.50	24.10	25.41	24.11	24.80	23.25	20.82	21.28	24.15	24.91	25.88	24.45
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ...	1.30	0.75	1.24	0.69	0.60	0.56	1.53	0.83	3.43	—	0.73	0.67	1.65
FeO...	0.66	0.56	2.20	1.55	2.16	1.85	1.82	3.02	8.73	1.78	1.37	1.43	5.30
MnO...	—	—	—	—	0.04	0.04	0.11	0.11	0.40	—	—	0.01	0.10
MgO...	0.69	0.74	1.34	1.34	0.41	1.32	2.60	2.36	2.08	0.94	0.71	0.72	1.21
CaO...	10.80	9.88	9.64	9.36	8.06	12.08	11.18	9.41	8.72	9.00	8.93	9.28	9.97
Na <sub>2</sub> O...	4.37	4.50	4.62	4.84	5.01	4.17	3.97	3.36	2.95	4.79	5.12	4.76	3.49
K <sub>2</sub> O...	0.92	1.23	0.94	0.94	1.93	0.78	0.86	1.58	1.63	1.54	1.20	1.49	1.27
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ...	—	—	—	—	0.25	0.05	0.09	0.07	—	—	0.20	0.43	0.01
H <sub>2</sub> O+	0.53	0.91	0.41	0.16	0.35	0.03	0.98	0.59	0.35	0.15	0.50	0.82	0.72
H <sub>2</sub> O-			0.11	0.06	0.07	0.06	0.15	0.21	0.06	0.05	0.06	0.06	—
CO <sub>2</sub> ...	—	—	0.15	—	—	0.38	0.34	0.45	—	—	0.57	0.97	—
	100.19	99.69	99.99	100.07	99.83	99.85	100.51	100.24 <sup>1</sup>	100.81 <sup>2</sup>	99.74	99.76 <sup>3</sup>	100.28	99.79
Val	—	—	81.5	10.5	22	31	22.5	22	—	—	24	18	—
Ti.....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Al.....	1 556	1 559	1 418	1 494	1 418	1 459	1 368	1 225	1 252	1 421	1 465	1 522	1 438
Fe.....	51	34.5	93	60.5	76	66	91.5	108	341	50	55	55.5	191
Mg.....	34.5	37	67	67	20.5	66	130	118	104	47	35.5	36	60.5
Ca.....	386	354	344	334	288	431	400	336	311	322	320.5	332	357
Na.....	141	146	149	156	162	135	129	108	95	154	165	153	112
K.....	20	27	21	21	41	18	19	34	35	33	26	32	28
P.....	—	—	—	—	17.5	3.5	6.5	5	—	—	14	30	0.5
	2 188.5	2 157.5	2 173.5	2 143	2 045.0	2 209.5	2 166.5	1 956	2 138	2 027	2 105.0	2 178.5	2 187
Val	—	—	3.68	0.48	1.07	1.44	1.05	1.12	—	—	0.58	0.83	—
Ti.....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Al.....	71.09	71.71	64.09	68.66	69.22	67.46	63.65	62.37	55.33	70.21	70.09	69.96	63.83
Fe.....	2.33	1.59	4.20	2.78	3.71	3.05	4.25	5.50	15.07	2.47	2.63	2.55	8.48
Mg.....	1.58	1.70	3.03	3.08	1.00	3.05	6.05	6.01	4.60	2.32	1.70	1.66	2.69
Ca.....	17.64	16.79	16.73	16.34	14.16	18.34	18.03	17.40	17.63	15.82	15.25	15.18	17.94
Na.....	6.44	6.93	7.25	7.63	7.96	5.74	5.82	5.58	5.39	7.56	7.85	6.99	5.63
K.....	0.92	1.28	1.02	1.03	2.02	0.77	0.86	1.76	1.98	1.62	1.24	1.46	1.41
P.....	—	—	—	—	0.86	0.15	0.29	0.26	—	—	0.66	1.37	0.02
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Nat	—	—	0.92	0.12	0.27	0.36	0.26	0.28	—	—	0.285	0.21	—
Ti.....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Al.....	23.70	23.90	21.365	22.89	23.075	22.49	21.22	20.79	18.44	23.40	23.17	23.32	21.28
Fe.....	1.165	0.795	2.10	1.89	1.855	1.525	2.125	2.75	7.535	1.235	1.305	1.275	4.24
Mg.....	0.79	0.85	1.515	1.54	0.50	1.525	3.025	3.005	2.30	1.16	0.845	0.83	1.345
Ca.....	8.82	8.395	8.365	8.17	7.08	9.17	9.015	8.70	8.815	7.91	7.625	7.59	8.97
Na.....	6.44	6.93	7.25	7.63	7.96	5.74	5.82	5.58	5.39	7.56	7.85	6.99	5.63
K.....	0.92	1.28	1.02	1.03	2.02	0.77	0.86	1.76	1.98	1.62	1.24	1.46	1.41
P.....	—	—	—	—	0.17	0.03	0.06	0.05	—	—	0.13	0.275	—
	41.835	42.150	42.535	43.27	42.930	41.610	42.385	42.915	44.460	42.885	42.450	41.950	42.875
N <sub>σ</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ti+Al...	0.320	0.323	0.301	0.311	0.3155	0.3085	0.290	0.2845	0.249	0.316	0.317	0.318	0.2875
Fe.....	0.0145	0.010	0.026	0.0235	0.023	0.019	0.026	0.034	0.076	0.015	0.016	0.1555	0.0525
Mg.....	0.0135	0.0145	0.026	0.0265	0.0085	0.0265	0.0525	0.052	0.040	0.020	0.0145	0.0145	0.023
Ca.....	0.236	0.2245	0.224	0.2185	0.1895	0.2455	0.241	0.2325	0.236	0.2115	0.204	0.203	0.240
Na.....	0.179	0.1925	0.201	0.212	0.221	0.1595	0.1615	0.155	0.150	0.210	0.218	0.194	0.1565
K.....	0.037	0.051	0.041	0.041	0.081	0.0310	0.0345	0.0705	0.0795	0.065	0.0495	0.0585	0.0565
P.....	—	—	—	—	0.0015	0.0005	0.0005	0.0005	—	—	0.0015	0.0025	—
	0.800	0.8155	0.823	0.8525	0.840	0.7955	0.806	0.829	0.8305	0.8375	0.8205	0.806	0.816

TABLEAU 12. — Adirondack (A. F. BUDDINGTON, 1939).

D : Anorthosites.

1 : y compris BaO · 0.05    2 : y compris S : 0.64    3 : y compris S : 0.04 ; BaO : 0.05.

	MICRO-GRANITE	ALASKITE	SYÉNITES				GRANITES					
	T. 39 n° 147-L	T. 37 n° 136-L	T. 39 n° 138	T. 39 n° 139-L	T. 39 n° 140	T. 39 n° 141	T. 37 n° 130-L	T. 37 n° 131-L	T. 37 n° 132-L	T. 37 n° 133	T. 37 n° 134	T. 37 n° 137-L
SiO <sub>2</sub> ....	71.45	76.20	56.18	58.99	61.50	60.08	66.84	69.27	69.40	70.72	69.70	76.41
TiO <sub>2</sub> ...	0.42	—	1.48	0.01	0.84	0.84	—	—	—	0.41	0.51	0.03
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ...	13.83	12.54	18.73	19.22	18.28	17.78	14.91	13.87	15.54	13.11	13.29	12.41
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ...	1.10	0.90	2.04	2.83	1.90	2.96	1.88	1.86	1.41	1.85	2.90	1.01
FeO....	1.91	0.56	3.56	2.83	1.85	2.48	2.64	2.23	1.27	1.97	2.07	0.50
MnO....	0.17	—	0.07	0.14	0.04	0.08	—	—	—	—	0.08	0.06
MgO....	0.56	0.08	2.33	1.25	1.14	1.57	0.41	0.47	0.17	0.50	0.41	0.46
CaO....	1.44	0.73	4.56	3.41	1.79	2.84	2.28	1.97	1.43	1.36	1.55	0.78
Na <sub>2</sub> O....	2.62	3.57	4.55	4.33	4.28	3.24	5.01	3.57	3.69	3.35	3.14	3.34
K <sub>2</sub> O....	6.09	5.23	3.99	5.64	7.19	6.35	5.11	5.70	6.30	5.60	5.51	4.33
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ...	0.03	—	0.76	0.59	0.39	0.47	—	—	—	0.23	0.13	—
H <sub>2</sub> O+... H <sub>2</sub> O—...	0.32	0.27 0.06	0.94 0.08	0.35 0.04	0.54 0.02	0.70 0.05	0.41 0.12	0.54 0.13	0.40 0.11	0.37 0.06	0.32 0.03	0.34 0.13
	100.04 <sup>1</sup>	100.14	99.63 <sup>2</sup>	100.30 <sup>3</sup>	100.15 <sup>4</sup>	99.73 <sup>5</sup>	99.61	99.61	99.72	99.53	99.94 <sup>6</sup>	99.84
Val												
Ti.....	21	—	74	0.5	42	42	—	—	—	20.5	25.5	1.5
Al.....	814	738	1 103	1 130	1 076	1 046	876	816	915	771	782	729
Fe.....	84.5	37.5	152	153.5	129.5	146	121	109.5	70	101	131.5	40.5
Mg.....	28	4	116.5	62.5	57	78.5	20.5	23.5	8.5	25	20.5	23
Ca.....	52	26	162	122	64	102	82	71	52	48	56	28
Na.....	84	115	147	139	138	105	162	115	150	108	102	108
K.....	130	111	86	121	154	134	108	122	134	120	118	93
P.....	2	—	52	42	28	33	—	—	—	16	9	—
BaO.....	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—
	1 215.5	1 031.5	1 892.5	1 771.5	1 688.5	1 687.5	1 369.5	1 257	1 299.5	1 209.5	1 244.5	1 023.0
Val												
Ti.....	1.66	—	3.84	0.03	2.47	2.40	—	—	—	1.68	1.99	0.14
Al.....	64.43	71.01	57.23	62.94	63.32	59.77	64.57	64.49	69.07	63.02	61.13	68.86
Fe.....	6.69	3.61	7.89	8.55	5.86	8.34	8.92	8.65	5.29	8.26	10.28	3.83
Mg.....	2.22	0.38	6.04	3.48	3.35	4.49	1.51	1.86	0.64	2.04	1.60	2.17
Ca.....	4.85	2.58	9.06	7.18	4.17	6.80	5.82	5.76	4.25	4.11	4.89	3.06
Na.....	7.84	11.41	8.22	8.18	8.98	7.00	11.51	9.34	9.80	9.25	8.90	11.79
K.....	12.12	11.01	4.81	7.17	10.03	9.00	7.67	9.90	10.95	10.27	10.42	10.15
P.....	0.19	—	2.91	2.47	1.82	2.20	—	—	—	1.37	0.79	—
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Nat												
Ti.....	0.41	—	0.97	0.01	0.615	0.60	—	—	—	0.47	0.495	0.03
Al.....	21.47	23.67	19.07	20.98	21.10	19.92	21.52	21.50	23.02	21.00	20.37	22.95
Fe.....	3.345	1.805	3.945	4.275	2.93	4.17	4.46	4.325	2.645	4.13	5.14	1.915
Mg.....	1.11	0.19	3.02	1.74	1.675	2.245	0.755	0.32	0.32	1.02	0.80	1.085
Ca.....	2.425	1.29	4.53	3.56	2.085	3.40	2.91	2.88	2.125	2.055	2.445	1.53
Na.....	7.84	11.41	8.22	8.18	8.98	7.00	11.51	9.34	9.80	9.25	8.90	11.79
K.....	12.12	11.01	4.81	7.17	10.03	9.00	7.67	9.90	10.95	10.27	10.42	10.15
P.....	0.04	—	0.58	0.495	0.365	0.44	—	—	—	0.275	0.16	—
	48.76	49.375	45.145	46.410	47.780	46.775	48.825	48.875	48.860	48.47	48.730	49.45
Ng												
Ti+Al..	0.2955	0.320	0.271	0.283	0.2935	0.277	0.291	0.2905	0.311	0.290	0.282	0.310
Fe.....	0.040	0.022	0.0485	0.052	0.036	0.0515	0.055	0.053	0.0325	0.051	0.063	0.0235
Mg.....	0.019	0.003	0.052	0.030	0.029	0.039	0.013	0.016	0.0055	0.0175	0.014	0.0165
Ca.....	0.065	0.0345	0.121	0.095	0.0555	0.090	0.078	0.077	0.057	0.055	0.0655	0.040
Na.....	0.218	0.317	0.228	0.227	0.2495	0.1945	0.3195	0.2595	0.272	0.257	0.247	0.3275
K.....	0.485	0.4405	0.1925	0.287	0.401	0.3615	0.307	0.396	0.438	0.411	0.417	0.406
P.....	—	—	0.006	0.005	0.0035	0.0045	—	—	—	0.0025	0.0015	—
	1.122	1.137	0.919	0.979	1.068	1.018	1.0635	1.092	1.116	1.084	1.090	1.1235

TABLEAU 12. — Adirondack (A. F. BUDDINGTON, 1939).

E : Microgranite, alaskite, syénites, granites.

1 : y compris S : 0.02 ; F : 0.01 ; Cl : 0.03 ; BaO : 0.02

3 : y compris S : 0.08 ; F : 0.40 ; Cl : 0.10 ; BaO : 0.09

 5 : y compris S : 0.02 ; Cl : 0.08 ; CO<sub>2</sub> : 0.11 ; BaO : 0.08

 2 : y compris CO<sub>2</sub> : 0.36

 4 : y compris CO<sub>2</sub> : 0.39

 6 : y compris CO<sub>2</sub> : 0.20 ; BaO : 0.10.

	T. 39 n° 142	T. 39 n° 143-L	T. 39 n° 144-L	T. 39 n° 146	T. 39 n° 148	T. 39 n° 149	T. 39 n° 150-L	T. 41 n° 151	T. 41 n° 152-L	T. 41 n° 153	T. 41 n° 154	T. 41 n° 155-L
SiO <sub>2</sub> ...	65.05	66.50	66.59	72.10	72.95	75.01	76.56	72.19	73.10	75.63	75.98	72.41
TiO <sub>2</sub> ...	0.58	0.71	0.81	0.33	0.20	0.35	0.06	0.56	0.18	0.25	0.26	0.44
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ...	16.68	15.66	14.54	14.95	13.99	12.52	12.95	12.86	14.29	12.03	11.92	13.85
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ...	1.06	1.75	2.42	0.23	0.45	0.49	0.16	2.64	1.04	1.16	1.24	1.13
FeO....	2.32	2.21	2.43	1.78	1.18	1.73	0.37	0.47	1.04	1.33	1.26	1.57
MnO....	0.04	0.03	0.23	0.03	0.03	—	0.02	0.01	0.07	0.04	0.04	0.33
MgO....	1.46	1.18	1.18	0.73	0.54	0.24	0.24	0.27	0.53	0.29	0.29	0.45
CaO....	2.65	2.15	2.15	1.92	1.19	0.51	1.30	0.49	1.18	0.31	0.18	1.54
Na <sub>2</sub> O....	3.73	3.74	3.08	3.75	3.04	2.76	3.90	3.52	3.08	3.69	3.67	4.31
K <sub>2</sub> O....	5.21	5.02	5.62	3.51	5.39	5.53	4.23	5.99	5.36	4.77	4.69	3.68
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ....	0.36	0.59	0.40	0.13	0.06	0.07	—	0.20	0.03	0.07	0.02	0.07
H <sub>2</sub> O+...	0.49	0.40	0.46	0.39	0.43	0.28	0.25	0.26	0.54	0.12	0.14	0.41
H <sub>2</sub> O-...	0.05	0.05	—	0.02	0.03	0.05	—	0.03	0.07	0.05	0.04	—
CO <sub>2</sub> ...	0.29	—	—	0.31	0.34	—	—	0.34	—	0.06	0.06	—
BaO....	—	0.05	0.17	—	—	0.05	0.02	—	—	—	0.03	0.03
	99.97	100.33 <sup>1</sup>	100.25 <sup>2</sup>	100.18	99.82	99.67	100.15 <sup>3</sup>	99.83	100.58 <sup>4</sup>	99.80	99.82	100.28 <sup>5</sup>
Val												
Ti.....	29	35.5	40.5	16.5	10	17.5	3	28	9	12.5	13	22
Al.....	981	921	858	879	824	736	762	758	841	708	701	815
Fe.....	91.5	106.5	134	57	46	61.5	14.5	79	57	67	67	80
Mg.....	73	59	59	36.5	27	12	12	13.5	26.5	14.5	14.5	22.5
Ca.....	94	77	77	68	42	18	46	18	42	10	6.5	56
Na.....	121	121	100	121	98	89	126	112	99	120	119	138
K.....	110	106	120	74	114	119.5	91	128	113	101	100	78.5
P.....	25	42	28	9	4	3	—	14	2	5	1.5	5.0
BaO....	—	0.5	2	—	—	0.5	—	—	—	—	0.5	0.5
	1 524.5	1 468.5	1 418.5	1 261	1 165	1 057	1 054.5	1 150.5	1 189.5	1 038	1 023	1 217.5
Val												
Ti.....	1.85	2.37	2.78	1.25	0.83	1.59	0.28	2.39	0.72	1.17	1.23	1.76
Al.....	62.65	61.56	58.95	66.66	68.14	66.75	72.21	64.71	67.57	66.21	66.09	65.06
Fe.....	5.84	7.12	9.21	4.32	3.80	5.57	1.37	6.75	4.58	6.27	6.32	6.39
Mg.....	4.66	3.95	4.06	2.77	2.23	1.09	1.14	1.15	2.13	1.35	1.37	1.79
Ca.....	6.71	5.56	5.89	6.25	4.07	1.96	4.37	1.65	4.10	1.06	0.71	5.05
Na.....	8.64	8.73	7.65	11.12	9.50	9.99	11.98	10.29	9.67	12.71	13.08	12.43
K.....	7.86	7.68	9.32	6.80	11.05	13.02	8.65	11.77	11.03	10.70	11.04	7.07
P.....	1.79	3.03	2.14	0.83	0.38	0.03	—	1.29	0.20	0.53	0.16	0.45
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Nat												
Ti.....	0.46	0.59	0.69	0.31	0.205	0.395	0.07	0.595	0.18	0.29	0.31	0.44
Al.....	20.71	20.52	19.65	22.22	22.71	22.25	24.07	21.57	22.52	22.07	22.03	21.68
Fe.....	2.92	3.56	4.605	2.16	1.90	2.785	0.685	3.375	2.29	3.135	3.16	3.195
Mg.....	2.33	1.975	2.03	1.385	1.115	0.545	0.57	0.575	1.06	0.675	0.685	0.895
Ca.....	3.365	2.78	2.945	3.125	2.035	0.98	2.185	0.825	2.05	0.53	0.355	2.525
Na.....	8.64	8.73	7.65	11.12	9.50	9.60	11.98	10.29	9.67	12.71	13.08	12.43
K.....	7.86	7.68	9.32	6.80	11.05	13.02	8.65	11.77	11.03	10.70	11.04	7.07
P.....	0.36	0.605	0.43	0.165	0.075	0.005	—	0.26	0.04	0.105	0.03	0.09
	46.635	46.440	47.32	47.285	48.590	49.670	48.21	49.26	48.84	50.215	50.69	48.325
N <sub>2</sub>												
Ti+Al..	0.286	0.285	0.275	0.3045	0.3095	0.306	0.326	0.2995	0.3065	0.302	0.3015	0.299
Fe.....	0.036	0.044	0.057	0.0265	0.0235	0.034	0.0085	0.0415	0.028	0.0385	0.039	0.039
Mg.....	0.040	0.034	0.035	0.024	0.019	0.0095	0.009	0.009	0.018	0.0115	0.012	0.015
Ca.....	0.0895	0.0745	0.0765	0.0835	0.0545	0.026	0.0585	0.022	0.055	0.014	0.009	0.066
Na.....	0.240	0.2425	0.2125	0.309	0.264	0.269	0.333	0.286	0.2685	0.353	0.363	0.345
K.....	0.3145	0.307	0.373	0.272	0.442	0.511	0.346	0.471	0.441	0.428	0.443	0.284
P.....	0.0035	0.006	0.004	0.0015	—	0.001	—	0.0025	—	0.001	—	—
	1.0095	0.993	1.035	1.021	1.1125	1.1665	1.081	1.1315	1.117	1.148	1.168	1.048

TABLEAU 12. — Adirondack (A. F. BUDDINGTON, 1939).

F : Granites (suite).

1 : y compris S : 0.18 ; F : 0.05 ; Cl : 0.06

2 : y compris S : 0.08 ; F : 0.06 ; Cl : 0.03

3 : y compris S : 0.02 ; Cl : 0.04 ; F : 0.03

4 : y compris S : 0.02 ; Cl : 0.03 ; F : 0.02

5 : y compris S : 0.05 ; F : 0.01.

	(Diabase) T. 14 n° 59	T. 21 n° 79	T. 21 n° 80	T. 21 n° 81	T. 21 n° 82-L	T. 21 n° 84	T. 21 n° 85-L	T. 21 n° 86	T. 21 n° 87-L	T. 21 n° 88	T. 21 n° 90	T. 22 n° 91	T. 22 n° 92	T. 22 n° 93-L	T. 22 n° 94	T. 22 n° 98
SiO <sub>2</sub> .....	61.91	60.74	59.01	66.55	65.65	56.17	57.00	58.26	59.41	61.01	63.62	63.38	63.76	64.41	67.79	58.65
TiO <sub>2</sub> .....	0.74	1.45	0.91	0.67	0.85	1.31	—	1.57	1.34	1.02	0.93	1.28	0.74	—	0.69	1.52
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	16.57	13.97	18.20	15.76	15.69	17.07	16.01	15.21	16.31	17.23	16.11	13.60	16.94	15.69	14.94	15.54
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	3.55	2.89	1.96	1.58	2.56	4.10	6.71	2.02	3.27	1.43	2.15	2.82	1.98	2.46	1.90	2.32
FeO.....	2.19	4.04	4.55	1.99	2.02	3.70	5.08	6.64	3.01	3.82	2.51	4.56	2.30	2.64	1.53	5.83
MnO.....	—	0.08	0.13	0.08	—	0.15	—	0.17	—	0.11	0.07	—	0.07	—	0.06	0.14
MgO.....	0.89	1.28	1.00	0.67	0.13	1.04	1.62	1.77	1.13	0.85	1.09	1.04	0.83	1.13	1.13	1.68
CaO.....	3.60	4.27	3.60	2.12	2.47	5.28	6.20	4.29	4.20	3.35	2.55	3.26	2.66	2.90	2.24	4.01
Na <sub>2</sub> O.....	4.51	4.42	4.70	4.29	5.27	5.19	4.35	4.04	5.02	4.39	4.37	3.72	4.31	4.78	4.05	3.91
K <sub>2</sub> O.....	5.22	4.38	4.99	5.66	5.04	3.75	3.53	4.46	4.91	5.17	5.06	4.55	5.38	5.12	4.72	4.70
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0.33	0.63	0.31	0.22	0.30	0.66	—	1.04	0.66	0.37	0.34	0.57	0.20	—	0.19	0.68
H <sub>2</sub> O +.....	0.45	0.30	0.39	0.30	0.30	0.45	0.13	0.32	0.19	0.41	0.67	0.32	0.25	0.38	0.25	0.50
H <sub>2</sub> O —.....	0.16	0.12	0.14	0.04	—	0.09	—	0.07	0.13	0.08	0.14	0.16	0.04	0.21	0.04	0.06
CO <sub>2</sub> .....	0.53	1.10	0.44	—	—	0.73	—	0.16	n. d.	0.77	0.55	0.28	0.24	—	0.17	0.18
	100.65	99.67	100.33	99.93	100.28	99.82 <sup>1</sup>	100.63	100.32	99.58	100.17 <sup>3</sup>	100.16	99.68 <sup>5</sup>	99.70	99.62	99.70	99.72
Val																
Ti.....	37	72.5	45.5	33.5	42.5	65.5	—	78.5	67	51	46.5	64	37	—	34.5	76
Al.....	974	822	1 071	926	923	1 004	941	894	959	1 014	947	800	996	923	878	915
Fe.....	150.5	187.5	179.5	97.5	120	208.5	308.5	240.5	166	145	125.5	197.5	115.5	135.5	92	225
Mg.....	44.5	64	50	33.5	6.5	52	81	88.5	56.5	42.5	54.5	52	41.5	56.5	56.5	84
Ca.....	128	153	128	76	89	192	222	154	150	120	91	116	94	104	80	142
Na.....	146	143	152	138	169	168	140	131	162	142	140	120	138	154	131	126
K.....	110	94	106	121	107	79	75	95	104	110	107	97	114	108	100	100
P.....	23	45	22	15.5	21	46	—	73	46	26	24	40	14	—	14	48
	1 613	1 581	1 754	1 441.0	1 478.0	1 817 <sup>2</sup>	1 767.5	1 754.5	1 710.5	1 650.5 <sup>4</sup>	1 535.5	1 487.5 <sup>6</sup>	1 550	1 481	1 386	1 716
Val																
Ti.....	2.30	4.74	2.53	2.30	2.92	3.69	—	4.52	4.02	3.05	2.97	4.31	2.33	—	2.44	4.38
Al.....	60.57	53.80	59.68	63.68	63.39	56.62	53.04	51.52	57.61	60.72	60.52	53.89	62.77	62.08	62.06	52.79
Fe.....	9.36	12.27	10.00	6.71	8.24	11.76	17.39	13.86	9.97	8.68	8.03	13.30	7.28	9.12	6.50	12.98
Mg.....	2.77	4.19	2.79	2.31	0.45	2.93	4.57	5.10	3.40	2.55	3.48	3.50	2.62	3.80	4.00	4.85
Ca.....	7.86	8.79	7.84	5.42	5.76	9.90	12.70	8.50	8.11	7.63	6.28	7.75	6.53	7.10	6.15	8.53
Na.....	8.97	8.22	9.31	9.84	10.95	8.66	8.01	7.23	8.77	8.875	9.67	8.02	9.58	10.52	10.08	7.57
K.....	6.76	5.40	6.50	8.63	6.93	4.07	4.29	5.24	5.63	6.875	7.39	6.55	7.92	7.38	7.69	6.01
P.....	1.41	2.59	1.35	1.11	1.36	2.37	—	4.03	2.49	1.62	1.66	2.68	0.97	—	1.08	2.89
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Nat																
Ti.....	0.575	1.18	0.63	0.575	0.73	0.92	—	1.13	1.00	0.76	0.74	1.075	0.58	—	0.61	1.09
Al.....	20.19	17.93	19.89	21.22	21.13	18.87	17.68	17.17	19.20	20.24	20.17	17.96	20.92	20.69	20.68	17.93
Fe.....	4.68	6.135	5.00	3.355	4.12	5.88	8.695	6.93	4.985	4.34	4.01	6.65	3.64	4.56	3.25	6.49
Mg.....	1.385	2.095	1.395	1.155	0.225	1.465	2.285	2.55	1.70	1.275	1.74	1.75	1.31	1.90	2.00	2.425
Ca.....	3.93	4.395	3.92	2.71	2.88	4.95	6.35	4.25	4.055	3.750	3.14	3.875	3.265	3.55	3.075	4.265
Na.....	8.97	8.22	9.31	9.84	10.95	8.66	8.01	7.23	8.77	8.875	9.67	8.02	9.58	10.52	10.08	7.57
K.....	6.76	5.40	6.50	8.63	6.93	4.07	4.29	5.24	5.63	6.875	7.39	6.55	7.92	7.38	7.69	6.01
P.....	0.28	0.52	0.27	0.22	0.27	0.475	—	0.805	0.50	0.325	0.33	0.535	0.195	—	0.215	0.58
	46.770	45.875	46.915	47.705	47.235	45.290	47.310	45.305	45.840	46.440	47.19	46.415	47.410	48.60	47.60	46.36
N <sub>2</sub>																
Ti + Al...	0.2805	0.258	0.277	0.2945	0.2955	0.2675	0.239	0.247	0.273	0.2835	0.2825	0.257	0.2905	0.2795	0.2875	0.257
Fe.....	0.0575	0.0755	0.0615	0.0415	0.051	0.0725	0.1075	0.0855	0.0615	0.0535	0.0495	0.082	0.045	0.056	0.040	0.080
Mg.....	0.024	0.036	0.024	0.020	0.004	0.025	0.0395	0.044	0.0295	0.022	0.030	0.030	0.0225	0.033	0.0345	0.042
Ca.....	0.105	0.1175	0.105	0.0725	0.077	0.1325	0.170	0.1135	0.1085	0.1005	0.084	0.1025	0.0875	0.095	0.082	0.114
Na.....	0.249	0.228	0.2585	0.273	0.304	0.2405	0.2225	0.201	0.2435	0.2465	0.2685	0.223	0.266	0.292	0.280	0.210
K.....	0.2705	0.216	0.260	0.345	0.277	0.163	0.1715	0.2095	0.225	0.2775	0.2955	0.2635	0.317	0.295	0.3075	0.2405
P.....	0.003	0.0005	0.0025	0.002	0.0025	0.0045	—	0.008	0.005	0.003	0.0035	0.0055	0.002	—	0.002	0.006
	0.9895	0.936	0.9885	1.0485	1.011	0.9055	0.9500	0.9085	0.946	0.9865	1.0135	0.9635	1.0305	1.0505	1.0335	0.9395

TABLEAU 12. — Adirondack (A. F. BUDDINGTON, 1939). G : Syénites.

1 : y compris BaO : 0.13    2 : y compris Ba : 2    3 : y compris BaO : 0.16    4 : y compris Ba : 2    5 : y compris BaO : 0.07    6 : y compris Ba : 1.

	T. 30 n° 99	T. 30 n°1 00-L	T. 30 n° 101	T. 30 n° 102	T. 30 n° 103	T. 30 n° 105	T. 30 n° 106	T. 30 n° 107	T. 32 n° 112	T. 32 n° 113	T. 32 n° 115-L	T. 32 n° 116-L	T. 32 n° 118-L	T. 32 n° 119-L	T. 32 n° 120-L
SiO <sub>2</sub> . . . .	63.27	63.45	65.15	62.59	64.86	66.04	67.42	56.48	67.06	69.98	59.70	60.47	62.85	51.72	68.50
TiO <sub>2</sub> . . . .	0.61	0.07	0.40	0.52	0.52	0.44	0.43	1.78	0.68	0.46	—	—	0.09	2.46	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . .	17.96	18.38	17.73	19.18	17.33	16.87	15.73	13.93	14.39	12.37	19.52	16.36	16.80	13.56	14.69
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . .	0.95	1.09	0.65	1.00	1.04	1.21	1.11	3.88	1.03	1.11	1.89	0.80	2.96	3.01	1.34
FeO . . . . .	7.69	2.69	1.98	2.47	2.31	2.18	2.47	8.68	4.49	5.13	4.92	8.76	2.89	12.64	3.23
MnO . . . . .	0.07	—	0.05	0.08	0.06	0.07	0.06	0.23	—	0.14	0.09	0.12	0.21	—	0.10
MgO . . . . .	0.63	0.35	0.12	0.33	0.63	0.12	0.33	1.36	0.40	0.08	0.78	1.31	1.48	2.54	0.26
CaO . . . . .	3.74	3.06	2.69	3.84	2.18	2.60	2.36	5.09	2.30	1.25	3.36	2.94	3.24	6.72	2.20
Na <sub>2</sub> O . . . . .	4.22	5.06	4.21	4.87	4.13	3.96	3.75	4.03	3.37	3.99	5.31	4.65	4.09	2.66	3.50
K <sub>2</sub> O . . . . .	4.89	5.15	5.95	4.10	5.58	5.65	5.39	3.36	5.33	4.91	4.14	4.71	5.49	2.80	5.90
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0.21	—	0.12	0.20	0.17	0.12	0.12	0.53	0.13	0.04	—	—	0.13	1.05	0.03
H <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + . . . .	0.34	0.30	0.22	0.35	0.60	0.19	0.32	0.15	0.29	0.16	0.52	0.09	0.24	0.23	0.40
H <sub>2</sub> O . . . . .	0.07	—	0.04	0.04	0.12	0.15	0.05	0.07	0.09	0.05	—	—	0.13	0.04	—
CO <sub>2</sub> . . . . .	0.23	—	0.14	0.06	0.13	0.05	0.22	0.08	0.11	0.07	—	—	—	0.18	—
BaO . . . . .	—	0.13	0.15	0.11	—	—	0.15	—	—	—	—	—	0.06	—	0.05
	99 88	99 73	99 60	99 74	99 66	99 65	99 91	99 65	99 67	99 74	100 23	100 21	100 69	99 61	100 22
Val															
Ti . . . . .	30.5	3.5	20	26	26	22	21.5	89	34	23	—	—	4.5	123	—
Al . . . . .	1 056	1 081	1 043	1 128	1 020	992	925	820	847	727	1 148	963	988	798	865
Fe . . . . .	102	103.5	72.5	96	91.5	93	98	344.5	151.5	173.5	186	266.5	160	426	126.5
Mg . . . . .	31.5	17.5	6	16.5	31.5	6	16.5	68	20	4	39	65.5	74	127	13
Ca . . . . .	134	109	96	138	78	92	84	182	82	44	120	106	116	240	78
Na . . . . .	136	163	136	157	133	128	121	131	109	130	170	150	132	86	112
K . . . . .	104	109	127	88	120	121	114	71	113	104	89	100	118	60	126
P . . . . .	14	—	8.5	14	12	8.5	8.5	37.5	9	3	—	—	9	74	2
Ba . . . . .	—	2	2	1.5	—	—	2	—	—	—	—	—	1	—	—
	1 608	1 588.5	1 511	1 665	1 512	1 462.5	1 390.5	1 743	1 365.5	1 208.5	1 752	1 651	1 602.5	1 934	1 322.5
Val															
Ti . . . . .	1.87	0.22	1.31	1.54	1.67	1.48	1.52	5.05	2.42	1.86	—	—	0.28	6.26	—
Al . . . . .	64.92	67.25	68.53	66.80	65.44	66.85	65.39	46.54	60.36	58.79	62.71	55.77	60.41	40.60	64.58
Fe . . . . .	6.27	6.44	4.76	5.68	5.87	6.27	6.93	19.55	10.79	14.03	10.16	15.43	9.78	21.68	9.45
Mg . . . . .	1.94	1.09	0.40	0.98	2.02	0.40	1.16	3.86	1.43	0.32	2.13	3.80	4.53	6.46	0.97
Ca . . . . .	8.64	7.11	6.50	8.66	5.69	6.58	6.37	10.79	6.55	3.91	7.92	7.44	7.71	13.04	6.12
Na . . . . .	8.76	10.64	9.20	9.85	9.69	9.16	9.18	7.77	8.71	11.57	11.21	10.54	8.78	4.68	8.79
K . . . . .	6.70	7.25	8.73	5.61	8.75	8.65	8.80	4.21	9.02	9.25	5.87	7.02	7.91	3.26	9.93
P . . . . .	0.90	—	0.57	0.88	0.87	0.61	0.65	2.23	0.72	0.27	—	—	0.60	4.02	0.16
	100 00	100 00	100 00	100 00	100 00	100 00	100 00	100 00	100 00	100 00	100 00	100 00	100 00	100 00	100 00
Nat															
Ti . . . . .	0.46	0.05	0.325	0.38	0.415	0.37	0.38	1.26	0.805	0.465	20.90	18.59	0.07	1.56	—
Al . . . . .	21.64	22.41	22.84	22.26	21.81	22.28	21.79	15.51	20.12	19.59	5.08	18.590	20.13	13.53	21.53
Fe . . . . .	3.135	3.22	2.38	2.84	2.93	3.135	3.465	9.775	5.395	7.015	1.065	7.715	4.89	10.84	4.725
Mg . . . . .	0.97	0.545	0.20	0.49	1.01	0.20	0.58	1.93	1.215	0.16	3.96	1.90	2.265	3.23	0.485
Ca . . . . .	4.32	3.555	3.25	4.33	2.845	3.29	3.185	5.395	3.275	1.955	11.25	3.72	3.855	6.52	3.06
Na . . . . .	8.76	10.64	9.20	9.85	9.69	9.16	9.18	7.77	8.71	11.57	5.87	10.54	8.78	4.68	8.79
K . . . . .	6.70	7.25	8.73	5.61	8.75	8.65	8.80	4.21	9.02	9.25	—	7.02	7.91	3.26	9.93
P . . . . .	0.18	—	0.115	0.175	0.175	0.12	0.13	0.445	0.145	0.055	—	—	0.12	0.805	0.03
	46.165	47 670	47 040	45.935	47.625	47 205	50.510	46.295	48.685	50.060	48 125	49 485	48.020	44.425	48 550
Nσ															
Ti + Al . . . .	0.298	0.3035	0.313	0.306	0.300	0.306	0.2995	0.2265	0.2825	0.271	0.2825	0.251	0.273	0.204	0.291
Fe . . . . .	0.039	0.0395	0.0295	0.035	0.036	0.0385	0.0425	0.1205	0.066	0.0865	0.0625	0.095	0.060	0.1095	0.0585
Mg . . . . .	0.016	0.008	0.003	0.0085	0.0175	0.003	0.010	0.033	0.021	0.0025	0.0185	0.033	0.039	0.060	0.0085
Ca . . . . .	0.115	0.093	0.087	0.116	0.076	0.088	0.085	0.144	0.0875	0.052	0.106	0.095	0.103	0.1745	0.0815
Na . . . . .	0.243	0.2955	0.2555	0.2735	0.269	0.2545	0.255	0.216	0.242	0.321	0.3125	0.2925	0.244	0.130	0.244
K . . . . .	0.268	0.2925	0.352	0.2245	0.350	0.346	0.352	0.1685	0.361	0.370	0.235	0.281	0.3165	0.1305	0.397
P . . . . .	0.002	—	0.001	0.0015	0.0015	0.001	0.001	0.0045	0.0015	0.0055	—	—	0.001	0.008	0.0005
	0.981	1.032	1.041	0.965	1.050	1.037	1.045	0.913	1.0615	1.1085	1.017	1.052	1.0365	1.8165	1.081

TABLEAU 12. — Adirondack (A. F. BUDDINGTON, 1939). — H : Syénites (suite).

1 : y compris S : 0.02 ; F : 0.01.

	SHONKINITES							GRANITES				ROCHES DE CONTACT			
	T. 21 n° 83	T. 32 n° 108-L	T. 32 n° 109	T. 32 n° 110-L	T. 32 n° 111-L	T. 32 n° 114	T. 32 n° 117-L	T. 22 n° 95-L	T. 22 n° 96	T. 22 n° 97-L	T. 30 n° 104	T. 44 n° 55	T. 44 n° 57	T. 44 n° 138	T. 44 n° 164-L
SiO <sub>2</sub> . . . .	47.83	48.32	53.35	54.10	61.01	48.47	54.38	68.83	69.01	75.01	71.11	46.25	49.41	56.18	50.66
TiO <sub>2</sub> . . . .	4.28	3.44	1.38	0.19	—	3.64	0.09	—	0.56	—	0.54	1.83	0.91	1.48	1.59
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . .	8.47	10.02	14.97	17.45	15.36	12.73	20.53	15.81	14.79	12.88	13.21	17.51	16.61	18.73	17.51
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . .	7.72	7.25	3.31	4.52	2.98	6.03	2.78	2.08	1.64	0.02	1.38	1.81	1.78	2.04	5.57
FeO . . . . .	13.19	14.57	10.61	6.47	7.77	10.11	5.50	1.11	1.62	2.01	1.35	10.20	7.82	3.56	6.21
MnO . . . . .	0.38	—	—	0.35	0.08	0.22	0.01	—	0.05	—	0.05	0.18	0.16	0.07	—
MgO . . . . .	3.01	2.54	1.72	2.33	0.78	3.34	1.99	0.33	0.73	0.41	0.51	9.34	9.84	2.33	2.92
CaO . . . . .	7.99	7.22	6.43	6.17	4.05	8.11	5.39	1.35	1.55	1.10	1.96	8.69	9.14	4.56	7.66
Na <sub>2</sub> O . . . . .	2.29	1.97	3.50	3.81	3.68	2.98	5.20	4.46	3.66	3.67	2.90	2.48	2.79	4.55	4.36
K <sub>2</sub> O . . . . .	2.52	2.48	3.74	3.06	3.90	2.00	3.40	5.04	5.54	4.16	5.29	0.55	0.63	3.99	2.22
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	1.56	1.36	0.71	0.88	—	1.70	0.15	—	0.19	—	0.16	0.28	0.12	0.76	0.58
H <sub>2</sub> O + . . . .	0.24	0.32	0.14	0.48	0.49	0.28	0.50	0.51	0.38	0.32	0.56	0.67	0.40	0.94	0.32
H <sub>2</sub> O — . . . .	0.12	0.07	0.10	0.09	—	0.09	—	0.16	0.03	0.08	0.19	0.10	0.05	0.08	0.14
CO <sub>2</sub> . . . . .	—	0.14	—	—	—	—	—	—	0.07	—	0.73	0.09	0.13	0.36	—
BaO . . . . .	0.07	—	—	0.10	—	—	0.16	—	—	—	—	—	—	—	—
	99.95	99.84 <sup>1</sup>	99.96	100.13 <sup>2</sup>	100.10	99.70	100.03 <sup>3</sup>	99.68	99.82	99.66	99.94	99.98	99.74	99.63	99.74
Val															
Ti . . . . .	214	172	69	9.5	—	182	4.5	—	28	—	27	91.5	45.5	74	79.5
Al . . . . .	498	589	880	1 026.5	904	749	1 208	929	871	751	777	1 029	976	1 102	1 029
Fe . . . . .	569.5	586	376.5	301.5	291.5	436.5	221.5	82	87.5	56.5	73	334	263.5	152	311
Mg . . . . .	150.5	127	86	166.5	39	167	99.5	16.5	36.5	20.5	25.5	467	492	116.5	146
Ca . . . . .	287	258	229	221	144	290	192	48	56	40	70	309.5	327	162	274
Na . . . . .	74	64	112	122	119	96	168	144	118	119	94	80	90	147	140
K . . . . .	54.5	54	79	65	82	42	72	107	119	89	112	12	13.5	86	46.5
P . . . . .	109	95	49	62	—	119	10.5	—	14	—	11	19.5	8.5	53	41
Ba . . . . .	1	—	—	1.5	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—
	1 957.5	1 945	1880.5	1975.5	1 579.5	2 081.5	1 978	1 326.5	1 330	1 076	1 189.5	2 342.5	2 216	1 892.5	2 067
Val															
Ti . . . . .	11.21	8.75	3.67	0.47	—	8.90	0.22	—	2.05	—	2.24	3.57	1.92	3.84	3.81
Al . . . . .	26.08	29.97	46.76	51.19	54.92	36.61	59.08	67.81	63.86	68.02	64.57	40.16	41.19	57.22	49.30
Fe . . . . .	29.83	29.82	20.00	15.04	17.71	21.33	10.83	5.99	6.41	5.12	6.07	13.04	11.12	7.89	14.90
Mg . . . . .	7.88	6.46	4.57	8.30	2.37	8.16	4.87	1.20	2.68	1.86	2.12	18.23	20.77	6.05	6.99
Ca . . . . .	13.68	13.69	12.21	11.72	10.43	13.25	10.80	4.01	4.56	4.03	6.32	18.38	18.62	9.04	13.66
Na . . . . .	3.53	3.40	5.97	6.47	8.62	4.39	9.45	12.04	9.61	12.00	8.48	4.75	5.13	8.20	6.98
K . . . . .	2.60	2.87	4.21	3.53	5.95	1.92	4.16	8.95	9.69	8.97	10.11	0.71	0.77	4.80	2.32
P . . . . .	5.19	5.04	2.61	3.28	—	5.44	0.59	—	1.14	—	0.99	1.16	0.48	2.96	2.04
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Nat															
Ti . . . . .	2.80	2.18	0.915	0.115	—	2.45	0.05	—	0.51	—	0.56	0.89	0.48	0.96	0.95
Al . . . . .	8.69	9.99	15.58	17.06	18.31	12.20	19.69	22.60	21.28	22.67	21.52	13.39	13.73	19.075	16.435
Fe . . . . .	14.91	14.91	10.00	7.52	8.855	10.665	5.415	2.995	3.205	2.56	3.035	6.52	5.56	3.945	7.45
Mg . . . . .	3.94	3.21	2.285	4.15	1.185	4.08	2.435	0.60	1.34	0.93	1.06	9.115	10.385	3.025	3.495
Ca . . . . .	6.84	6.845	6.105	5.86	5.215	6.625	5.40	2.005	2.28	2.015	3.16	9.19	9.31	4.52	6.83
Na . . . . .	3.53	3.40	5.97	6.47	8.62	4.39	9.45	12.04	9.61	12.00	8.48	4.75	5.13	8.20	6.98
K . . . . .	2.60	2.87	4.21	3.53	5.95	1.92	4.16	8.95	9.69	8.97	10.11	0.71	0.77	4.80	2.32
P . . . . .	1.04	1.01	0.52	0.655	—	1.09	0.12	—	0.23	—	0.20	0.23	0.095	0.59	0.41
	44.35	44.435	45.585	45.360	48.100	43.420	46.720	49.190	48.145	49.145	48.125	44.795	45.460	45.115	44.870
N <sub>σ</sub>															
Ti + Al . . . .	0.155	0.1645	0.223	0.232	0.2475	0.198	0.2665	0.3055	0.2945	0.3065	0.298	0.193	0.192	0.2705	0.235
Fe . . . . .	0.1505	0.184	0.1235	0.0925	0.1095	0.1075	0.0545	0.037	0.0395	0.0315	0.037	0.066	0.056	0.040	0.075
Mg . . . . .	0.068	0.056	0.0395	0.072	0.0205	0.0705	0.042	0.0105	0.023	0.016	0.018	0.158	0.180	0.0525	0.0605
Ca . . . . .	0.1825	0.183	0.163	0.1555	0.1395	0.177	0.144	0.0535	0.061	0.054	0.0845	0.246	0.249	0.121	0.1825
Na . . . . .	0.098	0.1945	0.166	0.180	0.2395	0.1425	0.2625	0.3345	0.267	0.333	0.2355	0.132	0.1425	0.228	0.194
K . . . . .	0.105	0.115	0.1685	0.143	0.238	0.122	0.1165	0.358	0.3875	0.359	0.4045	0.0285	0.031	0.192	0.093
P . . . . .	0.0105	0.010	0.005	0.0065	—	0.003	0.001	—	0.0025	—	0.002	0.0025	0.001	0.006	0.004
	0.7695	0.907	0.8885	0.8815	0.9945	0.8205	0.887	1.099	1.075	1.100	1.0795	0.826	0.8585	0.910	0.844

TABLEAU 12. — Adirondack (A. F. BUDDINGTON, 1939). I: Shonkinites, granites, roches de contact.  
 1 : y compris S : 0.14 2 : y compris F : 0.05 ; S : 0.14 3 : y compris Cl : 0.03 ; F : 0.03.

RÉFÉRENCE	NAT	N <sub>σ</sub>	LOG N <sub>σ</sub>	RÉFÉRENCE	NAT	N <sub>σ</sub>	LOG N <sub>σ</sub>
<b>RÉGION EST</b>				<b>Granites :</b>			
<i>Gabbros :</i>				Tabl. 37, n° 130-L.....	48.825	1.0635	0.02673
Tabl. 15, n° 61-L.....	45.06	0.832	ī.92012	— 131-L.....	48.875	1.092	0.03822
— 64-L.....	44.735	0.8135	ī.91036	— 132-L.....	48.860	1.116	0.04766
— 63-L.....	43.340	0.7515	ī.87593	— 133.....	48.470	1.084	0.03503
— 62.....	43.950	0.792	ī.89873	— 134.....	48.730	1.090	0.03743
— 65-L.....	44.195	0.791	ī.89818	— 137-L.....	49.450	1.1235	0.05038
— 66.....	44.350	0.8175	ī.91249	Tabl. 39, n° 142.....	46.635	1.0095	0.00430
<i>Granulite à pyroxène :</i>				— 143-L.....	46.440	0.993	ī.99695
Tabl. 15, n° 67.....	44.440	0.803	ī.90472	— 144-L.....	47.320	1.035	0.01494
<i>Titano-magnétite :</i>				— 146.....	47.285	1.021	0.00903
Tabl. 15, n° 68-L.....	44.215	0.794	ī.89982	— 148.....	48.590	1.1125	0.04630
<i>Diorites :</i>				— 149.....	49.670	1.1665	0.06670
Tabl. 19, n° 74.....	44.310	0.8185	ī.91302	— 150-L.....	48.210	1.081	0.03383
— 77.....	45.535	0.9235	ī.96544	Tabl. 41, n° 151.....	49.260	1.1315	0.05365
— 75.....	44.740	0.866	ī.93752	— 152-L.....	48.840	1.1170	0.04805
— 76.....	45.140	0.899	ī.95376	— 153.....	50.215	1.1480	0.05994
<b>RÉGION NORD-OUEST</b>				— 154.....	50.690	1.168	0.06744
<i>Gabbros :</i>				— 155-L.....	48.325	1.048	0.02036
Tabl. 13, n° 50.....	44.115	0.807	ī.90687	(Diabase) t. 14, n° 59...	46.770	0.9895	0.99542
— 51.....	44.350	0.8325	ī.92038	<i>Syérites :</i>			
— 52.....	44.970	0.823	ī.91540	Tabl. 21, n° 79.....	45.875	0.936	ī.97128
— 53.....	46.535	0.875	ī.94201	— 81.....	47.705	1.0485	0.02057
— 54-L.....	46.515	0.879	ī.94399	— 80.....	46.915	0.9885	ī.99498
Tabl. 14, n° 56.....	44.670	0.824	ī.92593	— 82-L.....	47.235	1.011	0.00475
— 57.....	45.455	0.851	ī.92993	— 84.....	45.290	0.9055	ī.95689
— 58.....	45.520	0.8525	ī.93069	— 85-L.....	47.310	0.950	0.97772
Tabl. 17, n° 69.....	40.990	0.0648	ī.81158	— 86.....	45.305	0.9085	0.95832
Tabl. 11, n° 47.....	42.630	0.697	ī.84323	— 87-L.....	45.840	0.946	0.97589
<i>Titano-magnétites :</i>				— 88.....	46.440	0.9865	0.99410
Tabl. 17, n° 71-L.....	39.975	0.514	ī.71096	— 90.....	47.190	1.0135	0.00583
— 73-L.....	42.760	0.542	ī.73100	Tabl. 22, n° 91.....	46.415	0.9635	ī.98385
— 72-L.....	40.460	0.5105	ī.70800	— 92.....	47.410	1.0305	0.01305
<i>Gabbros, norites, etc. :</i>				— 93-L.....	48.600	1.0505	0.02139
Tabl. 3, n° 25.....	43.505	0.8105	ī.90875	— 94.....	47.600	1.0335	0.01431
Tabl. 7, n° 25.....	42.820	0.8065	ī.90660	— 98.....	46.360	0.9395	ī.97290
— 27.....	43.550	0.803	ī.90472	Tabl. 30, n° 99.....	46.165	0.981	ī.99167
— 30.....	43.860	0.850	ī.93551	— 100-L.....	47.670	1.032	0.01368
Tabl. 11, n° 49.....	42.915	0.798	ī.90200	— 101.....	47.040	1.041	0.01745
Tabl. 7, n° 24.....	44.525	0.831	ī.91960	— 102.....	45.930	0.965	ī.98453
Tabl. 14, n° 59.....	45.870	0.8585	ī.93374	— 103.....	47.625	1.050	0.02366
<i>Amphibolite :</i>				— 105.....	47.205	1.037	0.01578
Tabl. 14, n° 55.....	44.760	0.824	ī.91593	— 106.....	50.510	1.045	0.01912
<i>Anorthosites :</i>				— 107.....	46.295	0.913	ī.96047
Tabl. 3, n° 5-L.....	41.835	0.800	ī.90309	Tabl. 32, n° 112.....	48.685	1.0615	0.02592
— 6-L.....	42.150	0.8155	ī.91142	— 113.....	50.060	1.1085	0.04474
— 7.....	42.535	0.823	ī.91540	— 115-L.....	48.125	1.017	0.00732
— 8.....	43.270	0.8525	ī.93069	— 116-L.....	49.485	1.052	0.02202
— 9.....	42.930	0.840	ī.92428	— 118-L.....	48.020	1.0365	0.01557
— 10.....	41.610	0.7955	ī.90037	— 119-L.....	44.425	0.8165	ī.91196
— 12-L.....	42.385	0.806	ī.90634	— 120-L.....	48.550	1.081	0.03383
— 13-L.....	42.915	0.829	ī.91855	<i>Shonkinites :</i>			
— 14-L.....	44.460	0.8305	ī.91934	Tabl. 32, n° 108-L.....	44.435	0.907	ī.95761
Tabl. 7, n° 29-L.....	42.885	0.8375	ī.92298	— 109.....	45.585	0.8885	ī.94866
Tabl. 11, n° 48-L.....	42.875	0.816	ī.91169	— 110-L.....	45.360	0.8815	ī.94522
— 44.....	42.450	0.8205	ī.91408	— 111-L.....	48.135	0.9945	ī.99760
— 45.....	41.950	0.806	ī.9063	— 114.....	43.420	0.8205	ī.91408
<i>Microgranite :</i>				Tabl. 21, n° 83.....	44.350	0.7695	ī.88621
Tabl. 39, n° 147-L....	48.760	1.122	0.04999	Tabl. 32, n° 117-L.....	46.720	0.887	ī.94792
<i>Alaskite :</i>				<i>Granites :</i>			
Tabl. 37, n° 136-L....	49.375	1.137	0.05576	Tabl. 22, n° 96.....	48.145	1.075	0.03141
<i>Syérites :</i>				— 97-L.....	49.145	1.100	0.04139
Tabl. 39, n° 138.....	45.145	0.919	ī.96332	— 95-L.....	49.190	1.099	0.04100
— 139-L.....	46.410	0.979	ī.98900	Tabl. 30, n° 104.....	48.125	1.0795	ī.03322
— 140.....	47.780	1.068	0.02857	<i>Roches de contact :</i>			
— 141.....	46.775	1.018	0.00775	Tabl. 44, n° 55.....	44.795	0.826	ī.91698
				— 138.....	45.115	0.9185	ī.96308
				— 164-L.....	44.870	0.844	ī.92634
				— 57.....	45.460	0.8585	ī.93374

TABLEAU 13. — Adirondack (A. F. BUDDINGTON, 1939).  
Récapitulation de Nat, N<sub>σ</sub> et Log N<sub>σ</sub>.

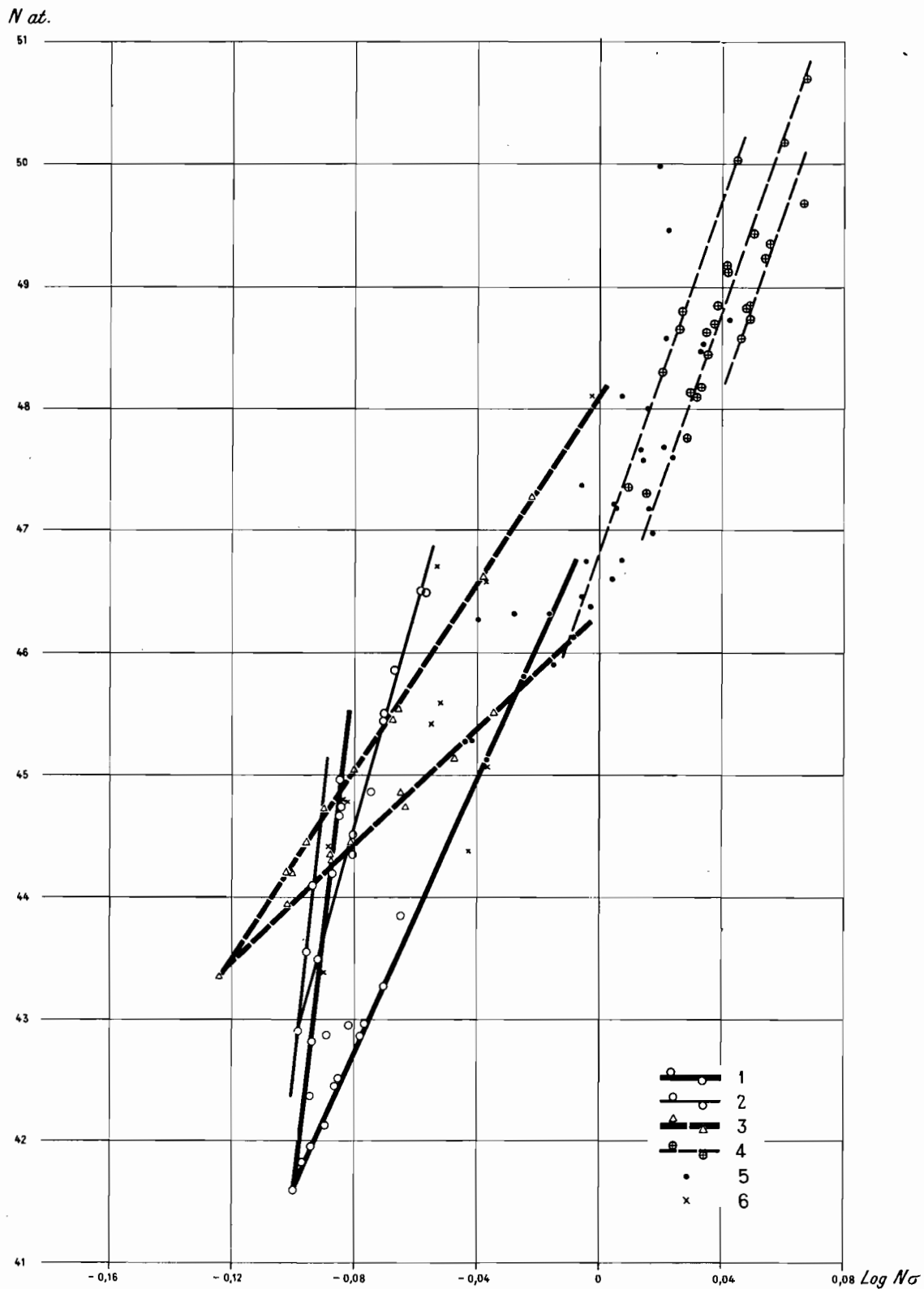


FIG. 10. — Diagrammes de différenciation des venues magmatiques des Adirondack.

1 : anorthosites, gabbros ; 2 : gabbros du NW ; 3 : gabbros de l'E et diorites ; 4 : granites (3 venues) ; 5 : syénites et chonkinites ; 6 : roches de contact.

## ANALYSE DES RÉSULTATS OBTENUS

Les exemples ci-dessus montrent l'aspect que prennent les différents types de différenciation dans un système de coordonnées, les ordonnées représentant le rapport du nombre d'atomes au nombre de valences (= 100) et les abscisses le logarithme décimal de l'encombrement spatial des atomes. Ce dernier est exprimé par la somme des couches d'atomes de chaque espèce entrant dans le périmètre d'une « maille unitaire » plane.

On obtient ainsi des droites ou des combinaisons de droite répondant à l'expression :

$$y = A \log x + b$$

La fonction logarithmique étant l'inverse de la fonction exponentielle, les droites obtenues dans l'échelle logarithmique représenteront des courbes exponentielles, si les coordonnées sont exprimées en antilogarithmes.

$$\text{Leur expression sera : } 10^{y-b} = x^A$$

Il sera donc aisé de calculer pour chaque cas ces différentes valeurs en partant des graphiques obtenus.

Grâce aux coordonnées logarithmiques on obtiendra les constantes  $A$  et  $b$ , la première représentant la pente des droites :

$$A = \frac{y'' - y'}{x'' - x'}$$

c'est-à-dire le rapport de la différence des ordonnées à la différence des abscisses.

Quant à  $b$ , il représente la hauteur à laquelle la droite coupe l'ordonnée d'origine.

En faisant ces différents calculs pour les exemples choisis, on voit que la pente des droites représentant les différenciations varie de  $A = 23,2558$  à  $A = 237,5$ .

La première de ces valeurs correspond à l'une des branches de la différenciation des gabbros des Adirondack, l'autre à la différenciation des picrites des îles Hawaï.

Le log de la pente d'une droite étant égal au log de la tangente de l'angle  $\varphi$  que cette droite fait avec l'horizontale, il est facile d'obtenir la valeur de celui-ci (tabl. 14).

Tous ces angles sont donc très voisins et varient entre  $87^{\circ} 32' 23''$  et  $89^{\circ} 45' 30''$ . Il est donc pratiquement impossible de les représenter graphiquement si l'on adopte une échelle identique pour les  $x$  et les  $y$ .

Il est, en fait, assez remarquable de constater la façon dont s'alignent les différents points le long des droites (si voisines quant à l'inclinaison) avec une faible valeur de dispersion.

Si l'on compare la position des diverses droites de différenciation dans ce système de coordonnées, on voit que les points représentatifs des analyses calculées sont disposés dans un certain ordre. Les roches granitiques se placent à l'extrême droite, sans dépasser une zone déterminée. En allant de droite à gauche on trouve successivement les granodiorites, puis les syénites, les tonalites et les andésites. Enfin on atteint une limite à partir de laquelle il est nécessaire, pour obtenir des alignements corrects, de considérer que le fer a une plus grande compacité que celui des roches précédemment calculées : c'est le commencement du domaine du fer empilé en cubes à faces centrées. Cette limite coïncide assez nettement avec les gabbros et les basaltes. Encore plus à

gauche viennent les roches que nous avons qualifiées d' « incomplètes » dans notre précédente étude<sup>1</sup>. Calculées sur 100 % de valences, on voit en effet qu'elles ne peuvent plus satisfaire à l'équilibre sialique universel<sup>2</sup>, les éléments de la somme R' envahissant largement le domaine de la somme R''.

LIEUX	AUTEURS	SÉRIES DE ROCHES	PENTE A	ANGLE φ
Adirondack (E) . . . . .	A. F. BUDDINGTON	Granodiorites	23,2558	87° 32' 23"
—	—	Anorthosites	57,97	89° 0' 42"
Californie méridionale . . . . .	E. S. LARSEN	Gabbros-tonalites-granodiorites	39,4117	88° 32' 47" 5
— (Woodson Mount.) . . . . .	—	Granodiorites-tonalites	54,5454	88° 56' 57"
— (San-Marcos) . . . . .	—	Granites	55,5555	88° 58' 07" 5
—	—	Gabbros-norites	55	88° 57' 30"
Afrique australe . . . . .	A. F. WILLIAMS	Kimberlites	48,8636	88° 49' 39" 2
Hawai . . . . .	G. A. Mc DONALD	Basaltes	74,107	89° 13' 36" 7
—	—	Picrites	237,5	89° 45' 31"
Réunion (Piton des Neiges) . . . . .	A. LACROIX	Océanites	145,833	89° 36' 39" 5
—	—	Basaltes	80	89° 17' 1" 8
— (Piton de la Fournaise) . . . . .	—	Océanites	230	89° 45' 3" 1
—	—	Basaltes	79,6875	89° 16' 51" 6
Mahury . . . . .	B. CHUBERT	Gabbros	46,67	88° 46' 21"
—	—	Andésites	47,143	88° 47' 5"
—	—	Granites guyanais	56,14	88° 58' 46"

TABLEAU 14. — Caractéristiques des droites de différenciation.

Étant donné la composition de la somme R', ces roches déséquilibrées offrent trois principales variétés :

- roches à développement anormal en aluminium ;
- roches à développement anormal en fer
- roches à développement anormal en magnésium.

Le premier groupe comprend des roches à corindon (marundites, plumasites, etc... : Afrique australe, Gabon, États-Unis, etc...).

Le deuxième comprend des minerais de fer divers et, parmi les roches silicatées, des eulites de Suède, des collobriérites du Midi de la France et des ferrohpersthénites du Gabon, dont le terme ultime serait, théoriquement, une roche composée uniquement de fayalite.

La troisième enfin conduit aux péridotites, jusqu'aux dunites composées essentiellement d'olivine. Celles-ci sont beaucoup plus répandues à la surface de la terre que les représentants des précédents groupes.

Les constituants de la somme R'' sont également susceptibles de prendre des proportions démesurées, ce qui crée une deuxième catégorie de roches déséquilibrées, avec un développement anormal par rapport à la somme R'. Un fort excès de calcium engendre des carbonatites, un excès d'alcalins conduit, semble-t-il, aux niligongites.

Les roches déséquilibrées de la première catégorie (somme R') se placent dans notre système de coordonnées, non d'une façon quelconque, mais dans l'ordre suivant :

1. CHUBERT B. (1947) : *Op. cit.*
2. CHUBERT G. (1952) : L'origine des granites et la physique nucléaire. *Notes et Mém. Serv. géol. Maroc*, n° 95 (*Notes Serv. géol.*, t. VI, p. 167-214).

- d'abord les péridotites-pyroxénites, succédant immédiatement aux gabbros et aux basaltes ;
- les roches à corindon semblent faire partie de la même zone, mais se situent plus bas, l'aluminium étant trivalent et le nombre relatif d'atomes plus faible ;
- à l'extrême gauche enfin les roches ferrifères passant, vers le bas, à des variétés riches en titane, cet autre constituant de la somme R'.

Notons que, puisque nous ne tenons pas compte du Si, les magmas ferrifères silicatés se confondent avec les minerais non silicatés.

La distribution ainsi obtenue correspond parfaitement à la succession présumée des différentes couches de l'écorce terrestre, classiquement divisées comme suit <sup>1</sup> :

— zone granitique . . . . .	— Sial;
— zone basaltique	} . . . . . — Sima;
— zone péridotique	
— zone ferrifère. . . . .	— Nife.

Pour pouvoir tracer une limite entre ces différentes zones, nous avons réuni sur le même graphique (fig. 11) toutes les roches faisant l'objet de cette étude, en y ajoutant quelques calculs d'analyses choisies dans la littérature et se rapportant à des roches différentes, permettant d'élargir le domaine occupé par les types que nous venons de passer en revue (granites sodiques, rockallites, dunites, marundites, etc...) (tabl. 17, p. 85).

Étant donné le nombre élevé des représentants des gabbros-basaltes-pyroxénites calculés, la limite qui sépare ces derniers des roches déséquilibrées : picrites, péridotites, etc..., est relativement facile à tracer.

La deuxième limite, également aisée à fixer, sépare les roches du Sial des roches gabbroïques et basaltiques. Elle doit retenir l'attention, puisqu'elle correspond à l'apparition du fer en cubes à faces centrées.

Ces deux séparations semblent être rectilignes et parallèles.

En traçant les quatre droites suivantes :

- ligne passant par le point de l'orthose théorique (limite supérieure des pegmatites) ;
- ligne parallèle à la limite extrême des granites ;
- ligne passant par les dunites, qui doivent logiquement délimiter la zone des roches déséquilibrées magnésiennes ;
- ligne passant approximativement par le point de la fayalite correspondant au fer pur (exactement entre la fayalite théorique et la fayalite de Tunaberg (Suède),

on obtient quatre bandes d'inégale importance ou, si l'on préfère, quatre zones d'une largeur croissante, la troisième comprenant les gabbros et les péridotites dont les rapports génétiques sont si étroits qu'il est permis de réunir leurs domaines respectifs.

Si l'on calcule la pente de toutes ces droites parallèles, on voit que :  $A = 58,14$  ; ce qui, pour la tangente, donne un angle très voisin de  $89^{\circ} 0' 52'' 6$ .

Pour nos exemples de différenciation, nous croyons pouvoir en conclure que l'angle  $\varphi = 89$  indique la moyenne statistique d'un grand nombre de droites de différenciation (voir comment les droites correspondent à la branche des basaltes des îles Hawaï et de la Réunion, à l'alignement des anorthosites : inclinaison presque identique, à celle des granites et granodiorites de Californie, enfin à l'alignement des kimberlites).

S'il en est ainsi, ces alignements correspondent à des *variations de faciès*, rendues possibles par les conditions physico-chimiques du milieu propre à un mélange donné. On peut penser que

1. Succession ainsi définie pour la première fois par E. Suess.

dans les limites d'un même massif, les variations prennent toujours une forme voisine de celles qui viennent d'être citées.

Une véritable différenciation se traduit par des droites qui s'écartent sensiblement, en plus ou en moins, de cette inclinaison. L'angle qu'elles forment avec la pente  $A = 58,14$  est à calculer. Il est vraisemblablement caractérisé par une valeur minima statistiquement déterminable, au-

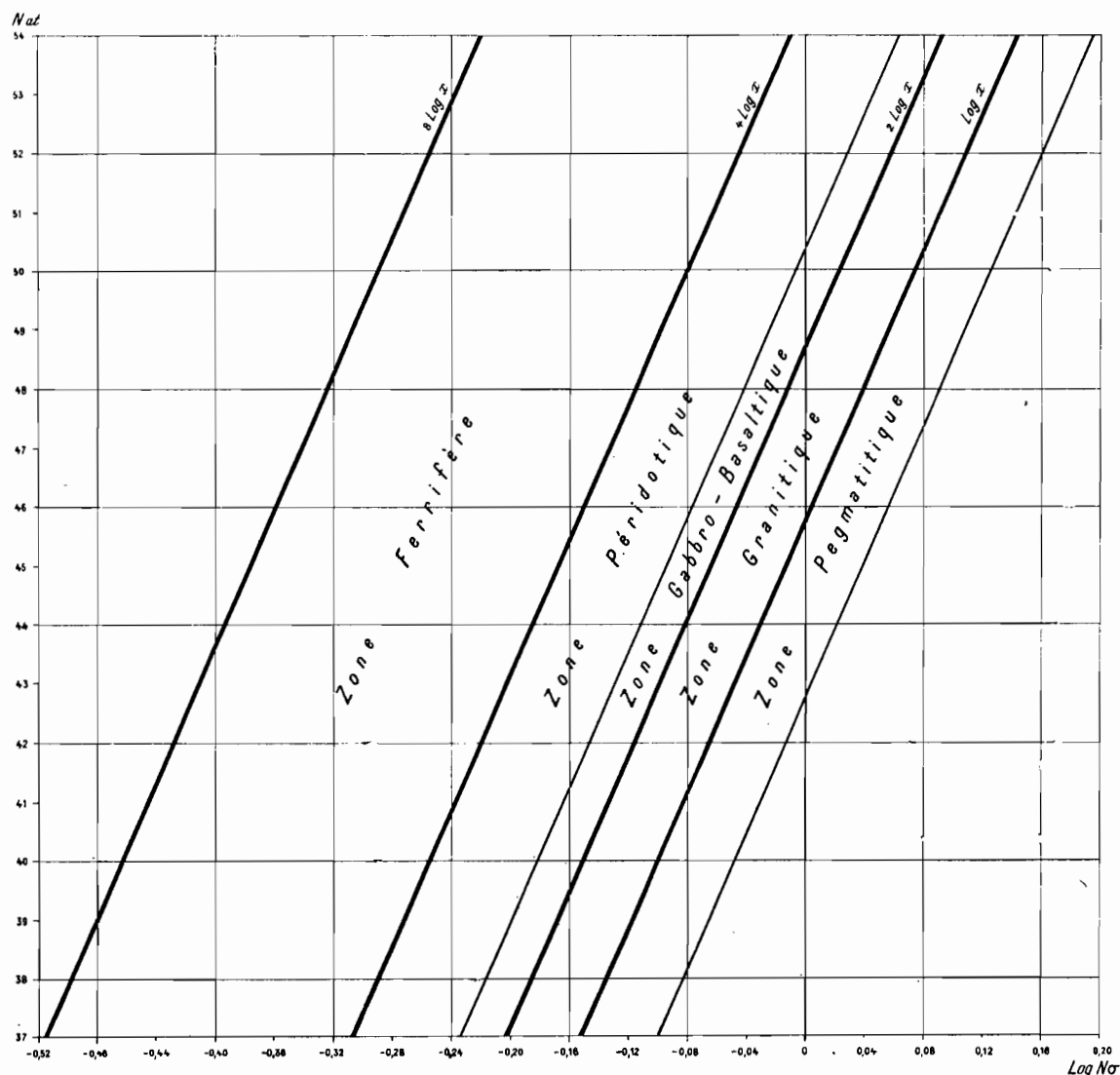


FIG. 11. — Enveloppes géophysiques et chimiques de la terre.

dessous de laquelle il ne s'agit plus de différenciation, mais d'une simple variation de faciès. La limite entre ces deux domaines ne semble pas nettement tranchée.

D'une façon générale on obtient, de droite à gauche, une classification allant des roches les plus « acides » aux roches les plus « basiques ». Les termes *acide* et *basique* ne semblent ni très précis, ni très exactement applicables à notre étude car ils impliquent, dans l'acceptation traditionnelle, une proportion plus ou moins grande de silice.

En réalité, cette classification reproduit les zones classiques de Suess : elle est *géophysique* puisqu'elle repose sur les caractères physiques des atomes et introduit les notions d'encombrement, de pression et de température.

Il existe une frontière entre le domaine du fer à cubes centrés et celui du fer à cubes à faces centrées. Un autre trait caractéristique de cette classification est la diminution progressive, de droite à gauche, de l'importance des groupements d'atomes à gros diamètre : on constate la régression du potassium, du sodium, puis du calcium, du magnésium même, dans la zone ferrifère.

Nous obtenons donc là un résultat que notre premier travail laissait pressentir : *diminution progressive des atomes à gros diamètre avec la profondeur*, et donc avec la pression.

On peut donc dire que, si la classification obtenue correspond à une répartition naturelle des éléments dans l'écorce terrestre, *elle est également géochimique* et donne indirectement les mélanges possibles des différents éléments dont se compose la matière-mère des roches éruptives, suivant la profondeur.

Il reste néanmoins des points obscurs, en particulier le rôle joué par les deux modes d'empilement des atomes du fer. On sait que, dans le cas des basaltes par exemple, le fer à cubes centrés est celui qui permet le meilleur alignement. Au contraire, pour les gabbros, c'est le fer en cubes à faces centrées qui semble convenir davantage : les roches volcaniques et les « roches de profondeur » présentent donc quelque dissemblance, tout en ayant une composition chimique identique.

Entre ces deux groupes de roches nous voyons les différences suivantes :

- vitesse de refroidissement, et par conséquent cristallisation ;
- temps nécessaire pour atteindre les zones où a lieu le refroidissement ;
- intervention des éléments superficiels (H, O, etc...).

Ceci ne peut d'ailleurs avoir une valeur absolue, le même magma prenant, dans les massifs volcaniques, l'apparence de basaltes lorsqu'il se refroidit en surface, et celle de gabbros lorsqu'il se refroidit en profondeur sous une certaine épaisseur de laves déjà consolidées. Il faut par conséquent supposer que, comme en surface, les deux sortes de fer peuvent être obtenues par des moyens purement thermiques, sans intervention de la pression.

L'explication de la coexistence des deux sortes de fer dans l'enveloppe basaltique paraît être la suivante : les mélanges qui constituent cette enveloppe sont rigoureusement soumis à l'équilibre sialique universel, mais leurs affinités chimico-physiques avec les péridotites sont déjà très nettes.

\* \* \*

Nous avons obtenu (p. 75) quatre zones inégales, groupant toutes les roches calculées. En mesurant leur largeur le long d'une abscisse (Nat = 50, par exemple), nous constatons que celle-ci, à partir de la limite supérieure des granites, double en log, en allant de la droite vers la gauche :

— zone granitique . . . . .	0,052	Sial;
— zone basaltes + péridotites . . . . .	0,104	Sima;
— zone ferrifère . . . . .	0,208	Nife.

S'il existait une relation directe entre les valeurs de l'encombrement spatial et les profondeurs, il serait facile de déduire l'épaisseur des différentes enveloppes de la terre.

En effet, en posant  $x$  = épaisseur de la zone granitique en kilomètres, on a :

$$\log x + \log x + 2 \log x + 4 \log x = \log 6.371$$

$$8 \log x = \log 6.371$$

$$\log x = \frac{3,80421}{8} = 0,475526, \quad \text{d'où} \quad x = 2,989 \text{ km}$$

d'où l'on déduit les chiffres du tableau 15.

	Log $N\sigma$	$N\sigma$	Log $x$	PUISSANCES de $x$	PROFOND. en km	ÉPAISSEUR en km
Limites supérieures :						
— pegmatites.....	0.124	1.3304	0.000		1	
— granites.....	0.072	1.1805	0.47552625	$x$	= 2,989	$\frac{4}{6}$ } 10 Sial
— gabbros-basaltes ....	0.020	1.0473	0.9510525	$x^2 = (2.989)^2 =$	8,9	
— roches déséquilibrées (péridotites) .....	( $\bar{1}.990$ )	0.97725	1.225395		16,8	$\frac{8}{63}$ } 71 Sima
— roches ferrifères ....	( $\bar{1}.916$ )	0.8241	1.902105	$x^4 = (8.9)^2 =$	79,8	
Limite inférieure :						
— roches ferrifères ....	( $\bar{1}.708$ )	0.5105	3.80421	$x^8 = (79,8)^2 =$	6371,0	6292 Nife

TABLEAU 15. — Calcul de l'épaisseur des enveloppes hypothétiques.

Le classement obtenu montre que l'encombrement spatial diminue avec l'augmentation de la profondeur et par conséquent de la pression, sans qu'il soit possible de préciser la nature exacte de cette corrélation. Les épaisseurs que nous obtenons sont sensiblement plus faibles que celles proposées par divers auteurs (tabl. 16) qui ne tiennent compte que des propriétés superficielles de la lithosphère, actuellement silicatée et oxydée, avec son Sial morcelé et fortement épaissi par des plissements successifs.

Même pour ces auteurs qui admettent tous l'hypothèse de l'augmentation progressive de la densité avec la profondeur, les épaisseurs envisagées varient dans des proportions considérables. Seul le repère qu'offre la discontinuité de Wiechert-Gutenberg (2 900 km) est universellement admis<sup>1</sup>. Quant à la discontinuité de Morohovicic indiquant l'épaisseur actuelle des continents, elle varie entre 30 et 50 km et ne représente pas un niveau suffisamment constant.

Si l'on tient compte des différences essentielles qu'offre le mécanisme de la formation des chaînes antécambriennes et celui des chaînes paléozoïques dont le caractère est déjà géosynclinal, on peut penser que le Sial constituait à l'aube des temps géologiques une enveloppe continue, sensiblement plus mince que les blocs continentaux d'aujourd'hui<sup>2</sup>. Tout comme l'hydrosphère avant la séparation des terres et des mers.

D'autre part on sait que nous n'avons pas tenu compte du silicium — que nous considérons comme un solvant général — ni de l'oxygène, puisque nous nous sommes délibérément placé dans les conditions de la période antérieure à l'oxydation des divers mélanges.

Le Si se situe, dans notre système, dans la zone ferrifère. N'étant pas un métal vrai, il forme des structures homopolaires et ses cristaux ont une symétrie tétraédrique. De ce fait, sa position est quelque peu incertaine puisque, selon qu'on considère une couche d'atomes suivant un plan perpendiculaire au sommet du cube ou suivant un plan parallèle à l'une des faces, le packing est plus ou moins serré.

Ces particularités expliquent la faiblesse des chiffres obtenus pour la lithosphère. Notre classement correspondrait à une époque révolue où, à partir de la nébuleuse, les divers éléments

1. Voir à ce sujet quelques idées émises récemment par A. F. Kapustinski, dans « Geospheres and chemical properties of the elements », *Geochemistry*, n° 1, p. 53-61, Moscou, 1956 (en russe).

2. CHOUBERT B. (1935) : Recherches sur la genèse des chaînes paléozoïques et antécambriennes. *Rev. Géogr. phys. et Géol. dyn.*, t. VIII, fasc. 1.

s'assemblaient peu à peu pour former une sphère solide. Il ne serait pas dû uniquement à la gravité, mais à la dimension des atomes.

Plus tard cet ordre primitif s'est trouvé modifié. Le silicium, sensiblement moins compact que les mélanges métalliques environnants, a été chassé de la zone ferrifère vers les couches de la lithosphère, de plus en plus oxydées en profondeur. Sans doute faut-il voir là l'une des causes

H. S. WASHINGTON 1925	V. M. GOLDSCHMIDT 1922-1933	A. E. FERSMAN 1928	H. QUIRING 1952	Prof. en km	
Env. granitique	Croûte silicatée	Env. métamorphique et sédimentaire	Sial	15	
		Env. granitique		16	
			20		
Env. basaltique		Env. basaltique	Sima (magma basaltique)	60	
				70	
Env. péridotique		Eclogites	Env. péridotique	Magma gabbroïque	110
					120
					130
				Magma pyroxénique	200
				Magma péridotique (forstérite)	700
Env. ferrosporique	Sulfures Oxydes	Minerais	Magma péridotique (fayalite)	1200	
				1600	
			Chalcosphère (minerais)	2 000	
Env. lithosporique		Env. pallacitique		2 300	
				2 450	
Noyau central	Noyau Nife	Noyau central	Envel. Nife	2 900	
			Noyau gazeux	6 371	

TABLEAU 16. — Comparaison des différentes hypothèses concernant les enveloppes de la terre.

essentielles de cette migration des éléments dont les géochimistes acceptent le principe sans en déterminer clairement l'origine.

Les atomes du silicium et de l'oxygène sont venus gonfler les enveloppes externes et ont entraîné la formation de la lithosphère, telle que nous nous la représentons aujourd'hui. Celle-ci, à travers les âges, n'a cessé de s'épaissir au détriment de l'enveloppe ferrifère et de l'atmosphère.

Ainsi s'expliqueraient les différences entre les résultats de nos calculs et ceux obtenus par la plupart des auteurs qui, ne considérant que les densités des composés silicatés et oxydés des métaux, sont peut-être plus près de la vérité d'aujourd'hui que de celle d'hier.

### Un aspect déterministe de la différenciation.

La tendance actuelle est de minimiser autant qu'on le peut les phénomènes magmatiques au bénéfice des transformations. « Magmatistes » et « transformistes » veulent tous avoir raison quant à l'interprétation d'une série d'observations, étant persuadés de la portée universelle de théories, basées trop souvent sur des recherches localisées.

L'étude des socles continentaux précambriens montre que les deux raisonnements sont fondés. L'ampleur des phénomènes en cause est ici incomparablement plus grande que dans les formations plus récentes et l'on peut observer pas à pas les transformations progressives d'une roche à l'autre, de même que les juxtapositions de roches totalement différentes et d'origine magmatique certaine.

Nul ne contestera, croyons-nous, qu'une cheminée de kimberlites, une coulée basaltique épanchée sur des orthogneiss, un filon de dolérite traversant à l'emporte-pièce des granites anciens représentent des preuves indéniables de l'existence d'une activité magmatique et que ces roches proviennent de zones relativement profondes de l'écorce terrestre.

Les socles précambriens abondent en exemples de granites en contact net et d'âges différents. On peut aussi observer d'innombrables passages et des contacts flous entre des roches ayant sensiblement la même composition, mais une texture et un aspect distincts.

De tels exemples impliquent forcément l'idée de transformation.

Des granites de même âge sont parfois intrusifs avec des traces de métamorphisme au contact des formations encaissantes, et peuvent avoir plus loin l'allure de migmatites. Le passage graduel des roches métamorphiques d'origine sédimentaire aux granites est classique. Il est également difficile de nier qu'une roche carbonatée, dolomitique à l'origine, puisse, par l'action du métamorphisme, aboutir à une pyroxénite à périclase<sup>1</sup>.

Ainsi ces faits naturels que nous observons à la surface de la terre doivent être divisés en deux catégories :

— *transformation*, c'est-à-dire acquisition d'un nouvel équilibre physico-chimique conforme aux exigences du milieu,

— *intrusion*, par laquelle une roche est placée brutalement dans un milieu nouveau.

Cette dernière notion implique l'existence en profondeur de niveaux où règnent des équilibres différents de ceux que nous observons en surface et qui peuvent être appelés *granitiques*.

L'idée d'intrusion évoque nécessairement une *montée* des profondeurs vers la surface, suffisamment rapide pour que l'ajustement de l'ancien équilibre au nouveau ne puisse être amorcé. Et ce processus doit exister également dans les enveloppes plus profondes de la terre.

Les variations dans la composition des mélanges, dans le cadre d'un même équilibre, sont étroites. Elles portent au maximum sur trois ou quatre atomes en plus ou en moins pour 100 valences, et s'accompagnent de modifications dans le mode d'empilement des atomes.

Celles-ci exigent du temps et, une intrusion étant limitée dans l'espace, ce temps sera d'autant plus long qu'il s'agira de régions du corps intrusif plus éloignées de l'extérieur. C'est ainsi qu'intervient la notion de statistique, car les différents échantillons que nous pouvons examiner sont inégalement atteints par l'amorce d'un nouvel équilibre et c'est la moyenne de ceux-ci qui peut donner l'image de l'état primitif du mélange dont les roches sont issues.

1. CHOURBERT B. (1954) : Recherches géologiques au Gabon central. *Bull. Dir. Mines et Géol. A. E. F.*, n° 6.

Les exemples ne manquent pas d' « intrusions complexes » où la présence de diverses roches ne peut être expliquée que par une différenciation au moment de la mise en place. On peut citer les intrusions bien connues de l'Oural, où existent concurremment des gabbros anorthosiques, des gabbros et norites à olivine et des péridotites. Ou encore les filons de dolérite de la Guyane française, riches en amas et filonnets de pegmatitoïdes.

Dans les massifs complexes de roches basiques on a souvent cherché à établir la chronologie des formations. On a remarqué que les gabbros, par exemple, étaient tantôt antérieurs, tantôt postérieurs aux péridotites. Toutes ces interprétations, qui sont localement justes, ne tiennent généralement pas compte du temps qui a pu s'écouler entre les différents termes d'une intrusion.

Si l'on considère un appareil volcanique on constate qu'entrant périodiquement en activité il a émis des laves à maintes reprises. Des coulées de nature différente ont pu alterner, comme A. Lacroix l'a observé à l'île de la Réunion.

Il n'est pas nécessaire, pour ce qui nous intéresse, de déterminer la succession de ces diverses couches car, à l'échelle géologique, elles ne sont séparées que par des périodes souvent infimes (quelques heures) et peuvent être considérées comme étant toutes à peu près de même âge.

Elles sont constituées par des roches très variées, telles que des océanites, des basaltes, des andésites, représentant la différenciation d'un mélange provenant d'une source unique.

Les choses se passent certainement de la même façon pour une intrusion, le refroidissement toutefois ayant lieu en profondeur, et non en surface. On peut donc parler de différenciation d'un même ensemble car il s'agit, là encore, d'un mélange dont les termes se sont séparés et ont été mis en place dans un laps de temps relativement bref.

Ceci semble découler du fait que toutes ces roches : anorthosites, gabbros à olivine, troctolites, péridotites, etc..., se trouvent, géographiquement, étroitement associées dans ces « intrusions complexes ». Il faut donc les considérer comme les représentants d'une seule et même venue.

Si l'on calculait les paramètres génétiques des diverses roches constituant les intrusions complexes, on verrait que celles-ci se situent dans des enveloppes très diverses de la terre. Les péridotites viendraient se placer dans l'enveloppe péridotique, les gabbros dans l'enveloppe basaltique, les anorthosites dans l'enveloppe granitique, etc... Or les observations sur le terrain excluent la possibilité d'une autre interprétation que celle de la différenciation d'un magma, monté en une seule fois d'une grande profondeur pour se loger dans des roches d'origine sédimentaire, métamorphiques ou non.

On est par conséquent obligé d'admettre qu'une différenciation dans les couches superficielles de la croûte terrestre donne naissance à des types magmatiques se trouvant normalement en équilibre dans des zones beaucoup plus profondes car il est difficile d'imaginer un mécanisme faisant surgir au même instant divers types de différentes profondeurs, demeurant séparés les uns des autres. Il faut penser plutôt que les mélanges qui se sont produits en cours d'ascension se sont à nouveau divisés en leurs parties constituantes au moment de la mise en place.

En profondeur comme en surface on aboutit donc toujours aux mêmes roches, et ces combinaisons sont déterminées à l'avance par diverses lois, géométriques et autres, entraînant obligatoirement la formation de types constants.

Cette *hypothèse déterministe* pourrait avoir d'importantes conséquences, puisqu'elle fait naître l'idée de réversibilité, expliquant les différenciations de roches dites « basiques » au sein d'une intrusion superficielle. Ces roches imitent fidèlement, par la composition, les exigences propres à leur milieu d'origine, dont elles sont déjà fort éloignées au moment de la différenciation.

On rejoint ici ce qui a été dit plus haut à propos de l'état métallique : il est impossible d'obtenir des empilements de sphères plus serrés que ceux correspondant aux cubes à faces centrées,

déjà réalisés à la surface de la terre. C'est donc un non-sens de penser qu'il en existe de plus compacts en profondeur.

Ceci ressortait déjà de l'examen des séries A. B. C., obtenues précédemment <sup>1</sup>.

Si l'on considère en effet les séries du groupe A (roches granitiques *lato sensu*), on voit qu'elles débutent à la courbe Mg = O. En les suivant de gauche à droite, on constate que la proportion de valences d'Al augmente au détriment des valences du Fe et du Mg. Dans notre système, où le nombre total de valences de la somme R' est uniformément calculé sur 75 %, un tel déplacement n'est possible qu'en remplaçant les atomes de Fe par ceux d'Al. Ceci ne peut se faire atome par atome, car le nombre de valences de l'Al est de 3 et celui du Fe de 2. Par conséquent nous ne pouvons déplacer un point de la série qu'en lui faisant franchir un certain intervalle : 2 atomes d'Al remplaçant 3 atomes de Fe :

$$\begin{array}{ccccccc} 2 & \times & 3 & = & 3 & \times & 2 = 6 \\ \text{at} & & \text{val} & & \text{at} & & \text{val val} \end{array}$$

Si l'Al remplace le Ti, ce sera :

$$\begin{array}{ccccccc} 4 & \times & 3 & = & 3 & \times & 4 = 12 \\ \text{at} & & \text{val} & & \text{at} & & \text{val val} \end{array}$$

Les points *possibles* seront donc les suivants :

$$\begin{array}{lll} x = \log \text{Al}_v & x' = \log (\text{Al}_v + 6) & x'' = \log (\text{Al}_v + 6 \times 2), \text{ etc.} \\ y = \log \frac{\text{Al}_v}{\text{Fe}_v} & y' = \log \frac{(\text{Al}_v + 6)}{(\text{Fe}_v - 6)} & y'' = \log \frac{(\text{Al}_v + 6 \times 2)}{(\text{Fe}_v - 6 \times 2)} . \text{ etc.} \end{array}$$

ce qui correspond à la perte d'un atome sur 100 % de valences à chaque déplacement.

Rien ne viendra combler les espaces intermédiaires : les points tombant dans ces vides ne pourront correspondre qu'à des erreurs d'observation.

En résumé, le nombre de mélanges possibles est fini et bien déterminé à l'avance par le *rapport du nombre d'atomes au nombre d'électrons de valences*.

Au fur et à mesure que diminue la proportion d'Al, les variations *possibles* de composition vont en augmentant (groupe B, puis groupe C) ; dans les mélanges où l'Al et le Ti sont absents, les remplacements entre le Fe et le Mg pourront alors se faire atome par atome et le nombre de mélanges possibles tendra vers l'infini.

En étendant cette idée à l'ensemble des phénomènes pétrogéniques observables à la surface de la terre, il sera logique de penser que, par des transformations dues au métamorphisme, les roches sédimentaires elles-mêmes n'aboutissent qu'à un certain nombre de types déterminés, semblables quant à leur composition aux roches magmatiques : parapéridotites en tout point comparables chimiquement à des orthopéridotites, amphibolites qui ne se distinguent guère des orthoamphibolites, et donc également des gabbros, etc...

Ainsi, il est logique de pouvoir obtenir, à partir des espèces qu'on trouve en surface, la classification proposée plus haut, le processus magmatique et le processus métamorphique aboutissant aux mêmes types permanents, en dehors desquels rien n'est stable. Elle permet en plus de concilier les points de vue de différents auteurs, car il ne s'agit en dernière analyse que de différences d'interprétation.

La fréquence relative des diverses combinaisons, variant dans des proportions très étroites, ne peut être remise en lumière que par des procédés statistiques. Statistiques également sont les concentrations de mélanges « étrangers » dans les différentes enveloppes de la terre. Celles-ci sont déterminées par les maxima, et ce serait une erreur de croire qu'elles sont uniquement constituées par les mélanges les plus fréquents. On y trouve certainement, comme en surface, des

1. CHUBERT B. (1947) : *Op. cit.*, p. 66-70.

représentants des autres enveloppes, mais leurs concentrations sont si faibles qu'elles ne modifient pas pour ainsi dire la composition moyenne.

Nous rejoignons ainsi l'idée émise par I. et W. Noddack <sup>1</sup>, qui ont prouvé que tous les éléments étaient toujours contenus à l'état de traces dans chaque minéral et qu'il y a, pour chaque élément, une concentration statistique limite au-dessous de laquelle il est présent partout. D'après nos calculs <sup>2</sup>, les roches du groupe C, par exemple, ne représenteraient, calculées en diamètres atomiques, que 1,9 % de l'ensemble des roches connues à la surface de la terre.

1. NODDACK I. et W. (1934) : Die geochemischen Verteilungs-Koeffizienten der Elemente. *Svensk. kem. Tidskr.*, vol. 46, p. 173-201.

2. CHOUBERT B. (1947) : *Op. cit.*, p. 80.

---

## CONCLUSION

Nous avons entrepris cette étude afin de tenter de sortir de l'impasse dans laquelle se trouve le géologue lorsqu'il s'agit d'établir une liaison génétique entre des roches éruptives ne formant que des affleurements épars.

Nous voulions tout d'abord savoir qu'elle pouvait être la « courbe » des variations de faciès à l'intérieur d'un massif intrusif. Au fur et à mesure de l'avancement des recherches nous avons constaté que la corrélation entre le nombre et l'encombrement spatial des atomes était valable — dans les cas considérés — *pour l'ensemble d'une venue magmatique*, quelle que soit la superficie de cette dernière. En Guyane française, par exemple, les analyses de granites « guyanais », faites sur des échantillons provenant de tous les points d'un territoire de 90 000 km<sup>2</sup>, s'alignent le long d'une droite. Il en est de même de plusieurs cheminées de kimberlites, dispersées dans une vaste zone de l'Afrique australe.

Enfin la comparaison des résultats obtenus pour les différents exemples choisis nous a conduit à proposer une nouvelle hypothèse sur l'importance relative des différentes enveloppes thermodynamiques — qu'il conviendrait peut-être d'appeler géochimiques ou géophysiques — de notre terre.

Notre méthode est née de la vérification de l'« équilibre sialique universel » antérieurement découvert, qui est actuellement basé sur le calcul de quelque 4 300 analyses. Elle a un caractère statistique (emploi des paramètres  $N_{at}$  et  $N_{\sigma}$ ) et, comme telle, exige un grand nombre d'unités qui sont ici des analyses chimiques. Celles-ci, pour être utilisables, doivent satisfaire au rapport  $\frac{R'_v}{R''_v} = 3$ , l'écart permis ne dépassant pas 3 % des valences contenues dans la roche.

Dans les exemples donnés plus haut, le nombre assez élevé des analyses a permis des constatations intéressantes. Il n'en reste pas moins insuffisant, ce qui implique quelques réserves dans les conclusions à tirer de cet essai, dont la portée ne peut être entièrement précisée.

Seules les études sur le Mahury, sur les volcans des îles Hawaï (Mauna Loa et Kilauea) et peut être aussi sur les anorthosites et granites de Buddington répondent aux conditions qu'exige une méthode statistique. Si l'existence d'une corrélation entre les valeurs  $N_{at}$  et  $N_{\sigma}$  paraît être démontrée, l'interprétation géologique des résultats obtenus peut être discutée tant que la méthode ne sera pas appliquée à un grand nombre de cas concrets.

Or ceux-ci n'abondent pas dans la littérature. On n'a guère songé jusqu'à présent à l'intérêt qu'il pouvait y avoir à multiplier les analyses chimiques portant sur un massif granitique de dimensions réduites et de constitution minéralogique banale. Les pétrographes s'attachent plus volontiers à des particularités intéressantes, c'est-à-dire à des cas rares plutôt qu'aux roches vulgaires. Même dans les pays les plus évolués du point de vue de la géologie, l'établissement des cartes à des échelles de plus en plus petites ne s'appuie généralement que sur des études au microscope.

Il est donc bien difficile d'élargir le domaine de nos investigations avec le matériel existant sans entreprendre de nouvelles recherches dans ce but. Nous sommes cependant persuadé que cette méthode, appliquée systématiquement aux régions où les venues éruptives constituent le seul repère chronologique possible, éclairerait considérablement les recherches, générales ou particulières.

Dans un terrain aussi inexploré, les tâtonnements sont inévitables et l'on n'est jamais sûr, chemin faisant, de n'avoir pas dévié de la bonne route. Il sera peut-être nécessaire d'apporter des retouches à certaines interprétations proposées ici, en confrontant un nombre plus important d'exemples étayés par des observations géologiques précises sur le terrain.

ROCHE	ANALYSTE	ORIGINE	RÉFÉRENCE	NAT	N $\sigma$	Log
Granite à riebeckite	C. N. R. S.	Tessalit (Ahaggar)	Lelubre	48.420	1.109.5	0.04513
Gr. à aegyrine	Raoult	Côte-d'Ivoire	FMHN n° 53	48.970	1.089	0.03703
—	C. N. R. S.	Rokkan (Ahaggar)	Lelubre	49.235	1.139	0.05652
Microgranite à aegyrine	—	Madagascar	Lacroix	49.735	1.093.0	0.03862
Granite à riebeckite	Raoult	Makarainga (Madag.)	FMHN n° 250	49.890	1.115.5	0.04747
Microgranite à lanéite	—	Mahé (Seychelles)	— n° 58	49.940	1.122	0.04999
Granite à riebeckite	—	Bouir et Halou	—	50.140	1.116	0.06446
Gr. à aegyrine	—	Dirikoa	— n° 60	50.185	1.096.5	0.03100
Gr. à riebeckite	—	Madagascar	Lacroix, an. 176	50.300	1.109	0.04493
Gr. à aegyrine	Raoult	Toundrika (Madag.)	FMHN n° 231	50.335	1.122	0.04999
Gr. à riebeckite	—	Bouchi (Nigeria)	— n° 544	50.440	1.137.5	0.05595
Gr. à aegyrine	—	Sahara occidental	— n° 786	50.490	1.131	0.05346
Gr. à arfvedsonite	Winther et Ussing	Greenland	— n° 301	50.490	1.085.5	0.03543
—	Pisani	Diamotto Mounio	— n° 59	50.500	1.129	0.05269
Gr. à aegyrine	Raoult	Greenland	— n° 570	50.545	1.109	0.04493
—	—	Corse	— n° 251	50.550	1.106.5	0.04396
—	—	Désert libyen	— n° 589	50.625	1.114.5	0.04708
Gr. à riebeckite	—	Gamago	Jérémie	50.680	1.157	0.06333
—	—	Bao Ha	FMHN n° 389	50.745	1.146.5	0.05937
—	—	Zinder	Bull. Mines A.-O. F., 1942	50.950	1.150	0.06070
—	—	—	FMHN n° 700	50.980	1.155.5	0.06277
Gr. à aegyrine	—	Coc Pia (Indoch.)	— n° 145	51.110	1.179	0.07151
—	—	Corse	— n° 252	51.340	1.197.5	0.07827
Microgranite à riebeckite	—	Corse	— n° 599	51.665	1.186	0.07408
Granite à riebeckite	Raoult	Corse	— n° 254	52.530	1.262	0.07106
Rockallite	—	Ile Rockall	— n° 85	54.105	1.046	0.01953
Granite à aegyrine	Raoult	—	— n° 375	53.010	1.148	0.05994
—	—	—	— n° 344	54.170	1.088	0.03663
—	—	—	— n° 374	52.170	1.153.5	0.06183
Gr. à amphibole	—	—	— n° 376	49.835	1.055.5	0.02345
Rockallite	—	—	— n° 378	53.605	1.051.5	0.02181
Granite à aegyrine	—	—	— n° 379	53.845	1.074	0.03100
Gr. à riebeckite	—	1 1/2 m de Rockall	— n° 566	52.890	1.102	0.04218
Syénite néphélinique	—	Madagascar	Lacroix, p. 626	47.275	0.976	1.98945
S. à noséane	—	—	— p. 624	48.025	1.028	0.01199
S. à hornblende	—	—	—	48.110	1.044	0.01870
—	—	—	—	48.370	1.073.5	0.03080
—	—	—	—	48.775	1.093.5	0.03882
Microsyénite à aegyrine	—	—	— p. 610	49.260	1.089	0.03703
Micronordmarkite	—	—	—	49.625	1.116.5	0.04786
Sölvbergite	—	—	—	49.665	1.096.5	0.03981
Micronordmarkite	—	—	—	49.955	1.037	0.01578
Syénite	—	—	—	50.040	1.083.5	0.03483
Fayalite	—	Tunaberg (Suède)	Osann, p. 743	50.000	0.638	1.80482
Eulsite	—	Hälsingland (Suède)	— p. 742	48.710	0.677	1.83059
—	—	—	—	49.110	0.663	1.8215
—	—	—	—	49.270	0.7215	1.75702
—	—	—	—	49.555	0.604.5	1.78140
Dunite	—	Oural	— p. 248	49.650	0.828	1.91803
—	—	Nouvelle-Caroline	—	49.660	0.828.5	1.91829
—	—	Nle-Zélande	—	50.000	0.830	1.91908
Urtite	—	Kola	— p. 234	49.485	1.041.5	0.01766
—	—	—	—	49.445	1.037.5	0.01599
Essexite	—	Texas	— p. 218	46.920	0.952.5	1.97886
—	—	Suède	—	47.370	0.926.5	1.96685
—	—	Soca Madeira	—	47.950	0.956.5	1.98068
Kakortakite	—	Greenland	— p. 178	49.875	1.032.5	0.01389
Gabbro à augite	Vaugin	Gabon	Choubert, p. 51	45.415	0.811	1.90902
Grenatite à commungtonite	—	—	—	48.105	0.644.5	1.80922
Grunerite à grenats quartz.	—	—	—	46.535	0.624	1.79518
—	C. N. R. S.	—	—	48.560	0.613.5	1.78781
Ferro-hypersténite sans grenats	—	—	—	48.820	0.596.5	1.77561
Fer.-hyp. avec grenats	—	—	—	45.860	0.549.5	1.73997
—	—	—	—	47.020	0.568.5	1.75473
Marundite	—	Rainbow-Camp (Transvaal)	Osann, p. 752	36.015	0.558.5	1.74702
—	—	—	—	37.270	0.596.5	1.77561
—	—	—	—	36.540	0.562	1.74974
Plumasite	—	—	—	38.885	0.659	1.81889
Porphyre quartzifère	—	Vosges	— p. 355	50.385	1.311	0.11760
Sanidine de trachyte	—	Monte Amiata	— p. 374	49.285	1.221	0.08672
Gr. à microcline et struct. graphique	—	Norvège	— p. 304	49.930	1.254	0.09830
—	—	—	—	49.535	1.264.5	0.10192
Orthose de syénite néphélinique	—	Afrique australe	— p. 158	49.765	1.274	0.10517
Orthose (moyenne de 82 échant.)	—	—	— p. 110	49.525	1.227	0.08884
Orthose théorique pure	—	—	—	50.000	1.337.5	0.12630
Anorthosite	—	Canada	— p. 242	42.515	0.827.5	1.91777
—	—	Norvège	—	42.645	0.814.5	1.91089
—	—	Carlton Peak	—	41.325	0.782.5	1.89348
—	—	Norvège	—	42.305	0.809	1.90795
—	—	Rivage de Labrador	—	41.685	0.799.5	1.90282
— (andésinite)	—	Norvège	—	43.105	0.842	1.92531
—	—	—	—	39.670	0.725	1.86034
Anorthite théorique	—	Beaver Bay	—	39.735	0.732.5	1.86481
Gabbro à olivine	—	Phenix Reservoir (Californie)	— p. 206	37.500	0.672	1.82737
—	—	—	—	41.915	0.758.5	1.87996

TABLEAU 17. — Valeurs de Nat et N $\sigma$  d'un certain nombre de roches.

LELUBRE M. (1952) : Recherches sur la géologie de l'Ahaggar central et occidental (Sahara central). *Bull. Serv. Carte géol. Algérie*, 2<sup>e</sup> sér., n° 22. — FMNH : fichier d'analyses du Muséum d'Histoire naturelle, coll. Pétrographie, Lab. de Minéralogie. — LACROIX A. (1922) : Minéralogie de Madagascar. Paris. — OSANN A. (1923) : Elemente der Gesteinslehre. Stuttgart. — CHOUBERT B. (1954) : Recherches géologiques au Gabon central. *Bull. Dir. Mines A.-E. F.*, n° 6.

## TABLE DES MATIÈRES

	Pages
INTRODUCTION. ....	5
État probable de la matière-mère des roches éruptives.....	7
Exposé d'une méthode de calcul des paramètres génétiques.....	14
APPLICATION DE LA MÉTHODE A DES EXEMPLES CONCRETS.....	18
I. Gabbro-diorites du Mahury et roches associées (Guyane française).....	18
Tabl. 1. Composition virtuelle des roches.....	19-20
Tabl. 2 et 3. Analyses pondérales et calculs des paramètres.....	27-30
II. Gabbros, tonalites, granodiorites, granites de Californie méridionale.....	28
Tabl. 4 et 5. Analyses pondérales et calculs (d'après E. S. Larsen, 1948)....	34-37
III. Picrites, basaltes, andésites de l'île Hawaï.....	38
Tabl. 6 et 7. Analyses pondérales et calculs (d'après G. H. Mac Donald, 1949).	41-47
IV. Basaltes, océanites et roches associées de l'île de la Réunion.....	48
Tabl. 8 et 9. Analyses pondérales et calculs (d'après A. Lacroix, 1936).....	51-53
V. Kimberlites de l'Afrique australe.....	55
Tabl. 10 et 11. Analyses pondérales et calculs (d'après A. F. Williams, 1932).	56-58
VI. Gabbros, anorthosites et granites des Adirondack.....	59
Tabl. 12 et 13. Analyses pondérales et calculs (d'après A. F. Buddington, 1939).....	61-70
ANALYSE DES RÉSULTATS OBTENUS.....	72
Tabl. 14. Caractéristiques des droites de différenciation.....	73
Tabl. 15. Calcul de l'épaisseur des enveloppes hypothétiques.....	77
Tabl. 16. Comparaison des différentes hypothèses concernant les enveloppes de la terre.....	78
Un aspect déterministe de la différenciation.....	79
CONCLUSION.....	82
Tabl. 17. Valeur de $N_{at}$ et $N_{\sigma}$ d'un certain nombre de roches.....	85
TABLE DES MATIÈRES.....	86

## MÉMOIRE N° 79

### PLANCHE I

FIG. 1. — Vue du massif du Mahury, côté nord (photo prise de la plage en face de la villa Bichara).

Le massif est couvert de forêt ; quelques champs de canne à sucre sont visibles sur son flanc.

FIG. 2. — Migmatites du Bourda, côté sud-est, en bordure de mer.

A gauche, contact avec un filon de dolérite.



1



2

## MÉMOIRE N° 79

### PLANCHE II

FIG. 1. — Diorite quartzique à gros éléments et enclaves.

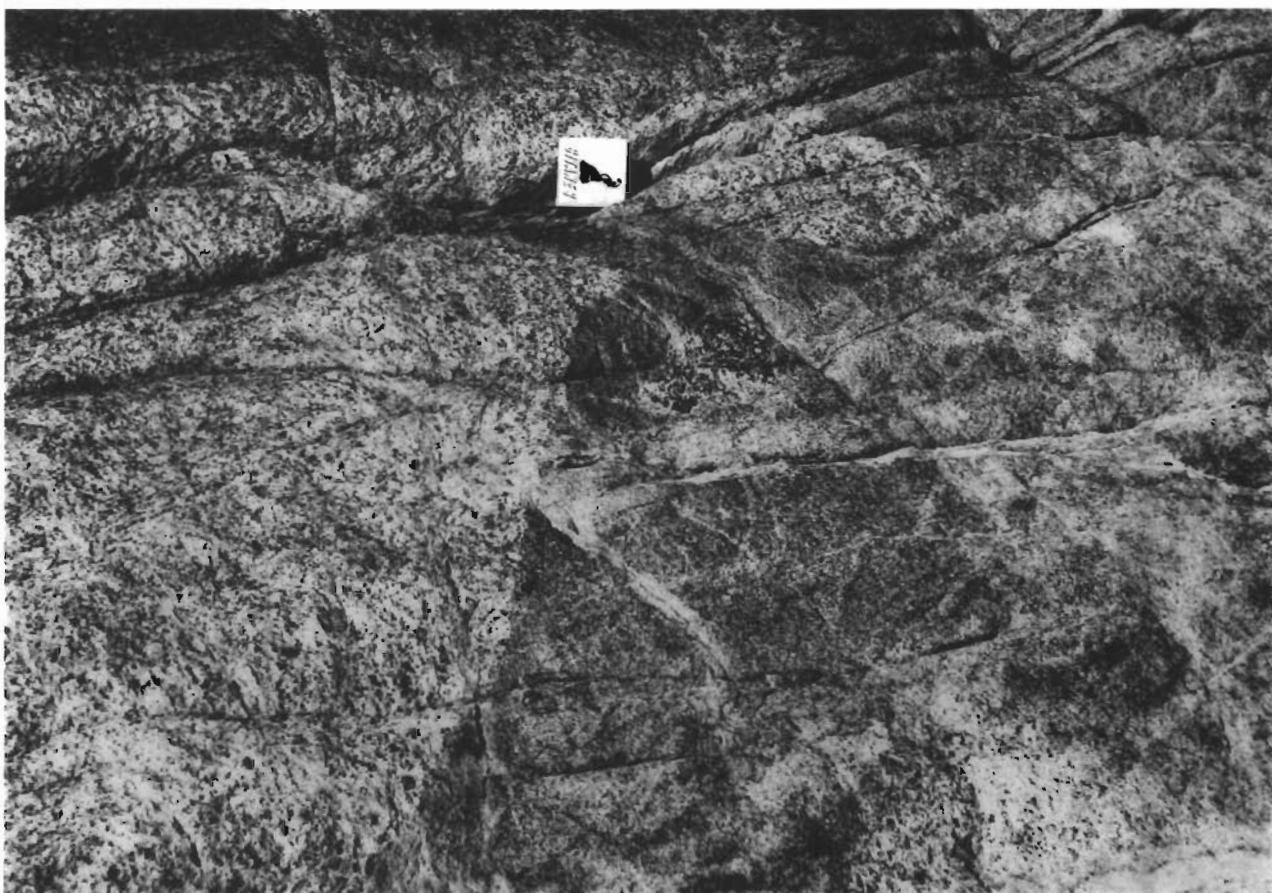
Plage Glennie, côte est de l'île de Cayenne.

FIG. 2. — Contact entre la diorite à gros éléments et la diorite microcristalline (andésite recristallisée). La deuxième recristallisation s'est faite par taches.

Plage Glennie, côte est de l'île de Cayenne.



1



2

## MÉMOIRE N° 79

### PLANCHE III

FIG. 1. — Andésite recristallisée, montrant le début d'une nouvelle recristallisation, en bandes parallèles. On voit déjà dans les intercalations microcristallines quelques gros cristaux de feldspath et de hornblende.

Chaos de roches au S de la route du Tour du Mahury.

FIG. 2. — Même phénomène à un stade plus avancé.

Même emplacement.



1



2

## MÉMOIRE N° 79

### PLANCHE IV

FIG. 1. — La deuxième recristallisation envahit de plus en plus la roche, ne laissant que quelques plages arrondies (fausses enclaves). Un mince filonnet aplitique traverse la roche dans la partie gauche de la photo.

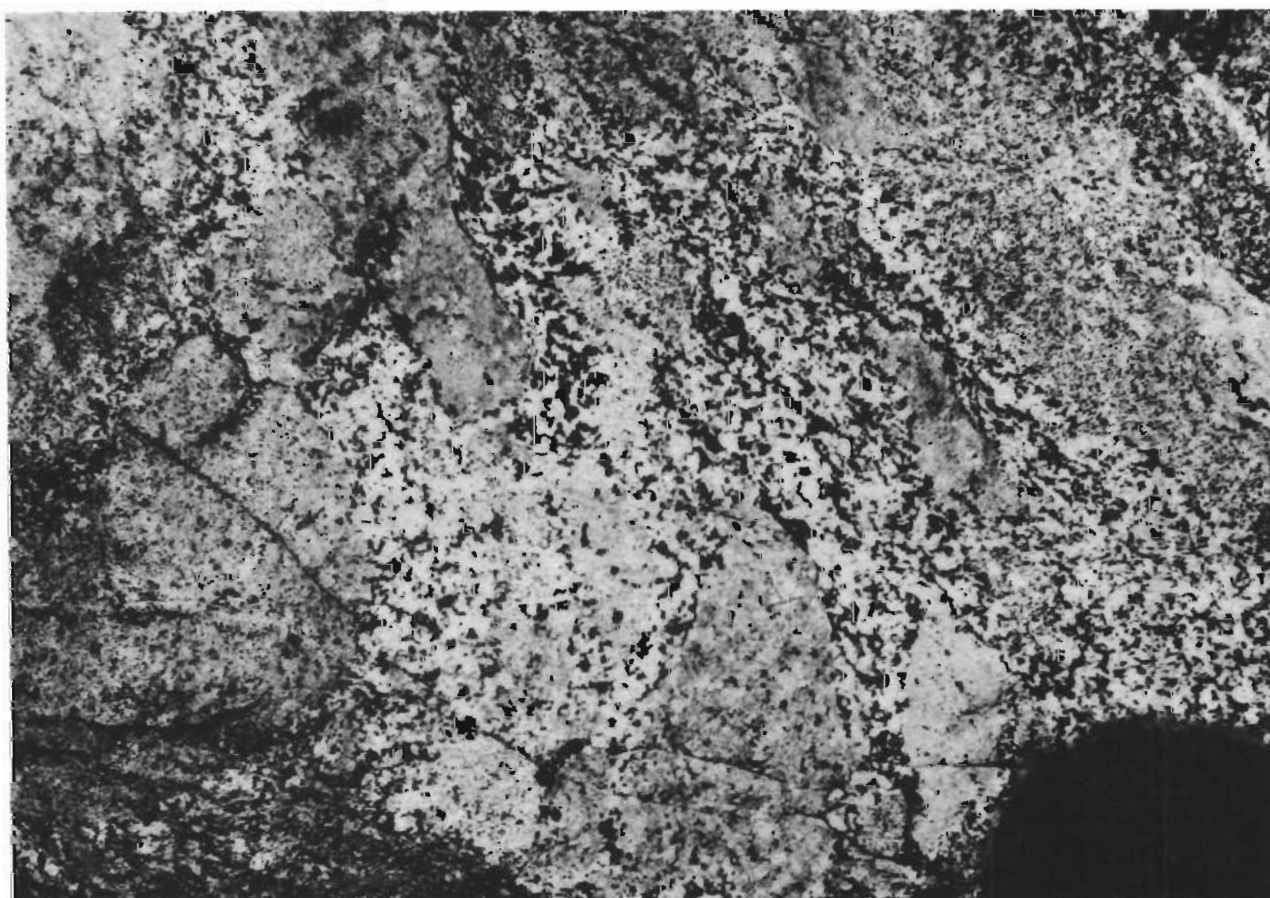
Chaos de roches au S de la route du Tour du Mahury.

FIG. 2. — Un autre aspect du même phénomène.

Même emplacement.



1



2

## MÉMOIRE N° 79

### PLANCHE V

FIG. 1. — Filon de granite guyanais traversant une diorite à gros éléments.

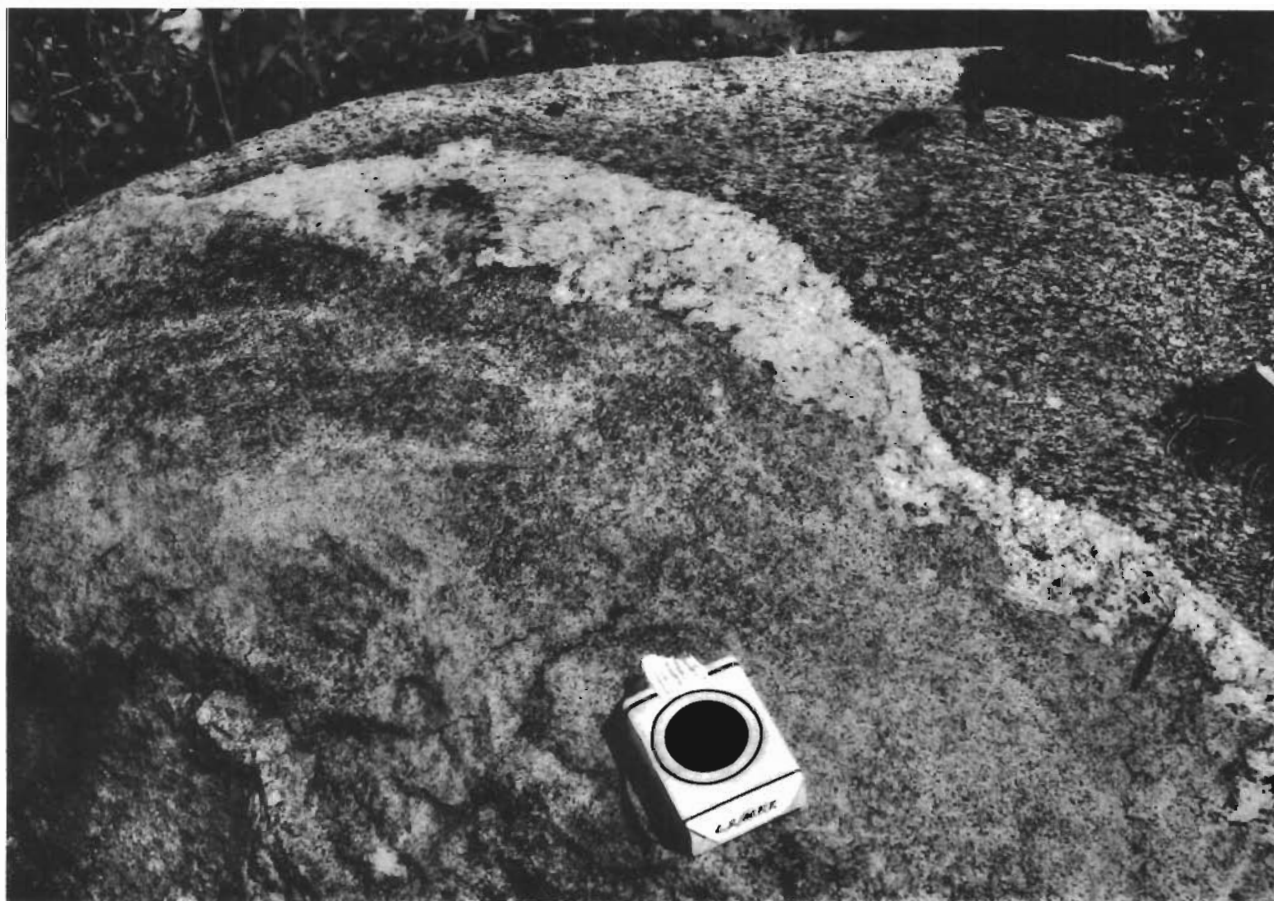
Côté ouest du massif de Mahury. Abattis à l'ouest de la route, à 1 km au S de Rénaire.

FIG. 2. — Contact du granite et de la diorite à gros éléments. Le granite est cerné de pegmatites.

Même emplacement.



1



2

## MÉMOIRE N° 79

### PLANCHE VI

FIG. 1. — Migmatites de la côte nord du Bourda.

Blocs arrondis d'amphibolite mélanocrate plongés dans du granite.

FIG. 12. — Migmatites de la côte nord du Bourda.

Brèche migmatique.



1



2

## MÉMOIRE N° 79

### PLANCHE VII

FIG. 1. — Côte nord du Bourda.

Brèche migmatique à éléments stratifiés.

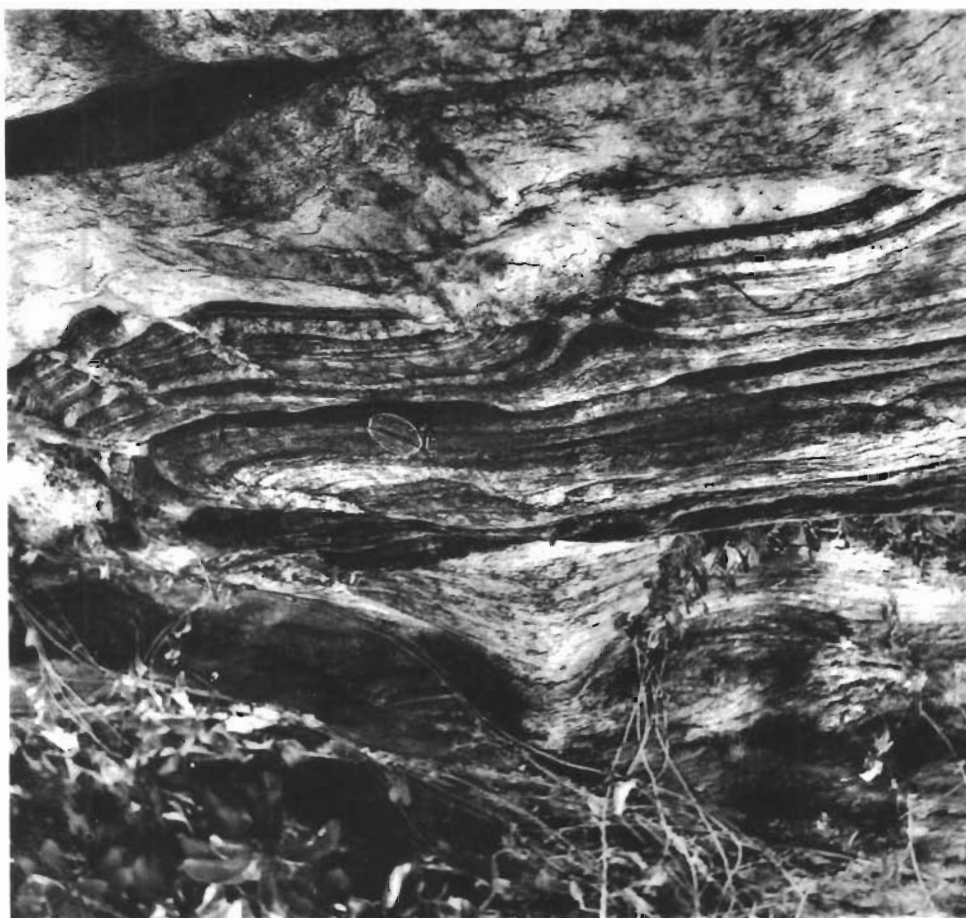
FIG. 2. — Côte nord du Bourda.

Migmatites stratifiées montrant une alternance de lits amphiboliques à épidote presque sans plagioclase et de lits ayant la composition d'une diorite quartzique.

Figure retournée, le bas est en haut.



1



2

## MÉMOIRE N° 79

### PLANCHE VIII

FIG. 1. — Côte nord du Bourda.

Migmatites : gneiss injectés.  
Rochers en contre-bas de la villa Pachéco.

FIG. 2. — Côte nord du Bourda.

Filon boudiné d'amphibolite dans un granite migmatique à grain fin.



1



2

MÉMOIRES. NOUVELLE SÉRIE (1924-EN COURS)

Tomes	N°	Francs
XIX	43. — Geneviève DELPEY, Gastéropodes marins. Paléontologie. Stratigraphie, 28 pl., 114 p.....	2 00
XX	(1941) 44. — Colette DECHASSEAUX, Rudistes : <i>Diceras</i> et <i>Heterodiceras</i> , 4 pl., 55 p.....	500
	45. — M. LERICHE, Contribution à l'étude des faunes ichthyologiques marines des terrains tertiaires de la plaine côtière atlantique et du centre des États-Unis. Le synchronisme des formations tertiaires des deux côtés de l'Atlantique, 8 pl., 112 p.....	1 500
XXI	(1942) 46. — André CAILLEUX, Les actions éoliennes périglaciaires en Europe, 5 pl., 168 p., réimpression.....	1 500
	47. — A.-F. DE LAPPARENT, Les Dinosauriens jurassiques de Damparis (Jura), 5 pl., 21 p.....	400
XXII	(1943) 48. — Fr. DOUVILLÉ, Contrib. à l'étude des faunes du Cornbrash. Rév. des genres <i>Clydoniceras</i> et <i>Macrocephalites</i> , 7 pl., 48 p.....	600
	49. — L. BERTRAND, Les chaînons et hauts plateaux provençaux du SW des Alpes-M <sup>mes</sup> et du Var, 4 pl., 90 p.....	500
XXIII	(1944-1945) 50. — J. ROGER, Révision des Peclinidés de l'Oligocène du domaine nordique, 2 pl., 57 p.....	500
	51. — J. ROGER, Les Invertébrés des couches à Poissons du Crétacé supérieur du Liban, 10 pl., 92 p.....	1 000
XXIV	(1945) 52. — M. RICHARD, Contribution à l'étude du Bassin d'Aquitaine. Les gisements de Mammifères tertiaires, 380 p.....	2 500
XXV	(1946) 53. — P. et N. BONNET, Description géologique de la Transcaucasie méridionale, 14 pl., 292 p.....	2 500
	— Carte géologique de la Transcaucasie méridionale, en couleurs, échelle : 1/105.000 <sup>e</sup> .....	2 000
XXVI	(1947) 54. — B. CHOUBERT, Géochimie des magmas et permanences statistiques, 103 p.....	600
	55. — A. MICHEL-LÉVY et J. WYART, Reproduction artificielle de minéraux silicatés à haute pression. Métamorphisme artificiel des roches, 8 pl., 36 p.....	600
	56. — A.-F. DE LAPPARENT, Les Dinosauriens du Crétacé supérieur du Midi de la France, 6 pl., 54 p.....	600
XXVII	(1948) 57. — M <sup>me</sup> DE CIZANCOURT, Nummulites de l'île de la Barbade, Petites Antilles, 2 pl., 40 p.....	450
	58. — M. DREYFUSS, Contribution à l'étude géologique de l'Ordovicien supérieur de la Montagne Noire, 9 pl., 63 p.....	750
	59. — P. LAMARÉ, Le contact entre le synclinal des Arbailles et le massif de Mendibelza dans le bassin de Lauribar (Basse Navarre française), 52 p.....	300
XXVIII	(1949) 60. — M. VIGNEAUX, Révision des Bryozoaires du Néogène du Bassin d'Aquitaine, et essai de classification, 11 pl., 155 p.....	2 500
	61. — V. KOVENKO, Gîtes de chromite et roches chromifères de l'Asie Mineure (Turquie), 2 pl., 48 p.....	450
XXIX	(1950) 62. — B. GÈZE, Etude géologique de la Montagne Noire et des Cévennes méridionales, 7 pl., 215 p.....	2 000
	— Carte géologique de la Montagne Noire et des Cévennes méridionales au 200.000 <sup>e</sup> avec notice explicative.....	1 500
	63. — A. TEN DAM, Les Foraminifères de l'Albien des Pays-Bas, 4 pl., 66 p.....	850
XXX	(1951) 64. — M <sup>me</sup> DE CIZANCOURT, Grands Foraminifères du Paléocène, de l'Eocène inférieur et de l'Eocène moyen du Venezuela, 6 pl., 68 p.....	1 200
	65. — E. BASSE et M. PERRODON, Macrocephalites du SW de Madagascar, 7 pl., 100 p.....	2 000
XXXI	(1952) 66. — R. HOFFSTETTER, Les Mammifères pléistocènes de la République de l'Equateur, 8 pl., 391 p.....	4 200
XXXII	(1953) 67. — P. ROUTHIER, Etude géologique du versant occidental de la Nouvelle Calédonie entre le col de Boghen et la pointe d'Arama, 25 pl., 271 p.....	4 000
	68. — L. VALENSI, Microfossiles des silex du Jurassique moyen. Remarques pétrographiques, 16 pl., 100 p.....	1 800
XXXIII	(1954) 69. — M. DREYFUSS, Le Jura dans les mers du Jurassique supérieur, Essai sur la sédimentation et la paléogéographie dans leurs rapports avec les déformations, 2 pl., 62 p.....	750
	70. — R. BROUSSE, Etude pétrographique des trachytes-andésites du Mont-Dore, 1 pl., 36 p.....	450
	71. — G. ASTRE, Radiolitidés nord-pyrénéens, 8 pl., 140 p.....	2 600
XXXIV	(1955) 72. — S.-S. SARKAR, Révision des Ammonites déroulées du Crétacé inférieur du SE de la France, 11 pl., 176 p.....	3 000
	73. — D.-T. DONOVAN, Révision des espèces décrites dans la « Monographie des Ammonites » de P. Reynès (1879), 2 pl., 48 p.....	600
	74. — J. LESSERTISSEUR, Traces fossiles d'activité animale et leur signification paléobiologique, 11 pl., 150 p.....	2 800
XXXV	(1956) 75. — J. DOUBINGER, Contributions à l'étude des flores autuno-stéphaniennes, 17 pl., 180 p.....	3 000
	76. — C. DUBOUL-RAZAVET, Contribution à l'étude géologique et sédimentologique du delta du Rhône, 5 pl., 234 p.....	2 800
	77. — S. DUPLAIX, Etude pétrographique des formations meubles de la Gascogne, du Pays basque et de leur littoral, 108 p.....	1 400
XXXVI	(1957) 78. — V. SACAL et A. DEBOURLE, Foraminifères d'Aquitaine (2 <sup>e</sup> partie) <i>Peneroplidae</i> à <i>Victoriellidae</i> , 35 pl., 88 p.....	2 500
	79. — B. CHOUBERT, Corrélation entre le nombre et l'encombrement spatial des atomes dans une venue magmatique, 86 p., 8 pl., tabl.....	2 000
	80. — G. ASTRE, Recherches sur l'organisation et la vie des Radiolitidés..... à paraître	—
	81. — † M. LERICHE, Les Poissons néogènes de la Bretagne, de l'Anjou et de la Touraine.....	—

Souscription : t. XXXVI (1957), France et Étranger : 4 000 fr.

Chaque tome paraît en 1 à 4 fascicules comprenant 4 numéros.

## MÉMOIRES DE PALÉONTOLOGIE (1890-1922)

N <sup>os</sup>			Francs
6,	1891-1897.	— Henri DOUVILLÉ, Etude sur les Rudistes; révision des principales espèces d'Hippurites, 34 pl., 236 p. (6 fasc.), réimpression en 1 fasc.....	4 000
19,	1899.	— M. COSSMANN, Contribution à la Paléontologie française des terrains jurassiques; Gastropodes: Nérinées, 13 pl., 180 p.....	3 000
20,	1899.	— V. POPOVICI-HATZEG, Contribution à l'étude de la faune du Crétacé supérieur de Roumanie; environs de Campulung et de Sinaïa, 2 pl., 22 p.....	350
22,	1901.	— P. PALLARY, Sur les Mollusques fossiles terrestres, fluviatiles, et saumâtres de l'Algérie, 4 pl., 218 p.....	2 500
24,	1902-1906.	— J. LAMBERT, Les Echinides fossiles de la province de Barcelone, 9 pl., 128 p., 2 fasc. (2 <sup>e</sup> fasc. épuisé), fasc. 1 : 4 pl., 65 p.....	800
25,	1902.	— H.-E. SAUVAGE, Recherches sur les Vertébrés du Kiméridgien supérieur de Fumel (Lot-et-Garonne), 5 pl. 36 p.	450
26,	1902-1911.	— Ch. DEPÉRET et F. ROMAN, Monographie des Pectinidés néogènes de l'Europe et des régions voisines (1 <sup>re</sup> partie genre Pecten), 23 pl., 169 p., 4 fasc. (fasc. 3 et 4 épuisés), fasc. 1, 2 : 104 p., 11 pl.....	1 500
27,	1902-1911.	— G. DOLLFUS et Ph. DAUTZENBERG, Conchyliologie du Miocène moyen du bassin de la Loire; Description des gisements fossilifères; Pélécy-podes, 51 pl., 500 p., 6 fasc. (fasc. 2 et 3 épuisés); fasc. 1, 4, 5, 6 : 40 pl., 244 p.	3 500
29,	1903-1905.	— V. PAQUIER, Les Rudistes urgoniens, 13 pl., 102 p. (2 fasc.).....	2 300
32,	1904.	— P. LEMOINE et R. DOUVILLÉ, Sur le genre <i>Lepidocyclina</i> GÜMBEL, 3 pl., 42 p.....	500
39,	1908.	— A. PEZANT, Etude iconographique des Pleurotomes fossiles du Bassin de Paris, 5 pl., 30 p.....	500
40,	1908.	— P.-H. FRITEL, Etudes sur les végétaux fossiles de l'étage sparnacien du Bassin de Paris, 3 pl., 37 p.....	500
44,	1910.	— Gustave-F. DOLLFUS, Les coquilles du Quaternaire marin du Sénégal. Introduction géologique par A. DERREMS, 4 pl., 72 p.....	600
46,	1911-1912.	— M. COSSMANN, Contribution à la Paléontologie française des terrains jurassiques. <i>Cerithiacea et Loxone-matacea</i> , 11 pl., 264 p., 2 fasc. (1 <sup>er</sup> fasc. épuisé); 2 <sup>e</sup> fasc. : 176 p., 7 pl.....	1 500
47,	1913.	— L. et J. MORELLET, Les Dasycladacées du Tertiaire parisien, 3 pl., 43 p.....	500
49-50	1913.	— F. PRIEM, Sur des Poissons fossiles et, en particulier, des Siluridés du Tertiaire supérieur et des couches récentes d'Afrique (Egypte et région du Tchad). Sur des Poissons fossiles des terrains tertiaires d'eau douce et d'eau saumâtre de France et de Suisse, 9 pl., 30 p.....	600
51,	1913.	— P. DE BRUN, C. CHATELET et M. COSSMANN, Le Barrémien supérieur à faciès urgonien de Brouzet-lès-Alais (Gard) (2 <sup>e</sup> part., voir nos 37 et 52), 5 pl., 56 p.....	600
52,	1914.	— Henri DOUVILLÉ, Le Barrémien supérieur de Brouzet (3 <sup>e</sup> part., voir nos 37 et 51), 4 pl., 20 p.....	400
53,	1920.	— J. REPELIN, Monographie du genre <i>Lychnus</i> , 6 pl., 24 p.....	400
55,	1920-1921.	— M. COSSMANN, Synopsis illustré des Mollusques de l'Eocène et de l'Oligocène en Aquitaine, 15 pl., 220 p. (2 fasc.).....	3 000
56,	1921-1922.	— J. LEVINSKI, Monographie géologique et paléontologique du Bononien de la Pologne, 11 pl., 108 p. (2 fasc.).....	2 000
57,	1922.	— F. ROMAN, Monographie de la faune de Mammifères de Mormoiron (Vaucluse), Ludien supérieur, 8 pl. 40 p..	600
58,	1922.	— L. et J. MORELLET, Nouvelle contribution à l'étude des Dasycladacées tertiaires, 2 pl., 37 p.....	400
59,	1922.	— A. BORISSIAK, <i>L'Indricotherium asiaticum</i> , n. g. n. sp., 3 pl., 15 p.....	300

## LEXIQUE STRATIGRAPHIQUE

PUBLICATION DU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

13, QUAI ANATOLE-FRANCE, PARIS, 7<sup>e</sup>

Réalisé sur l'initiative du Congrès géologique international, le Lexique stratigraphique est divisé en cinq volumes : EUROPE, ASIE, AMÉRIQUE LATINE, U. R. S. S., OCÉANIE et comprendra environ 14 000 p.

Souscription à la totalité du Lexique.....	48 000 fr	Souscription au volume Asie.....	8 750 fr
— au vol. Europe.....	21 000 fr	— Afrique.....	5 250 fr
— Amérique latine.....	8 750 fr	— U. R. S. S.....	5 250 fr

On peut également acheter les fascicules séparément. Actuellement parus : Europe, 18 fasc.; Amérique latine, 4 fasc.; Asie, 7 fasc.; Afrique, 10 fasc.; Océanie, 1 fasc.