

## SÉANCE MENSUELLE DU 15 JANVIER 1945.

Sont admis en qualité de membres effectifs :

MM. J. VAN DE VYVER, étudiant, rue Verte, 97, Bruxelles;  
présenté par MM. Van Straelen et Glibert.

J. VAN DE STEEN, 20, rue des Croisiers, Namur; pré-  
senté par MM. Fourmarier et Renier.

Le président annonce le décès, survenu pendant la guerre, de M. ÉMILE DUTERTRE, membre fondateur de la Société, docteur en médecine à Boulogne-sur-Mer. La perte de cet ancien et fidèle ami sera vivement ressentie au sein de notre Société.

### Dons et envois reçus :

1° De la part des auteurs :

- 9494 *Bernardo Pereira, A. et Cotelto Neiva, J. M.* Ocorrência de bismuto na Serra do Marao. Porto, 1945, 7 pages.
- 9495 *Cotelto Neiva, J. M.* La muscovite dans les pegmatites granitiques et dans les veines hypothermales de la cassitérite et de la wolframite. Porto, 1944, 11 pages.
- 9496 *Cotelto Neiva, J. M.* Microturmalinitos de Vila-Nova-De-Gaia. Porto, 1944, 6 pages et 3 figures.
- 9497 *Cotelto Neiva, J. M.* Granitos e jazigos minerais de diferenciação magmatica das Beiras e Norte de Portugal. Porto, 1945, 28 pages et 10 figures.
- 9498 *Cotelto Neiva, J. M.* Notas sobre o quimismo das formações eruptivas da Ilha de Sao-Tomé. Porto, 1945, 10 pages et 4 figures.
- 9499 *Cotelto Neiva, J. M.* Possibilidade de ocorrência de platina no distrito de Bragança. Porto, 1945, 11 pages.
- 9500 *Hacquart, A.* De natuurlijke Wetenschappen in België gedurende den Oorlog. Een reeks bijdragen over de vorderingen der Wetenschappen. Gand, 1945, 2 pages et 1 planche.
- 9501 *Hacquart, A.* De natuurlijke Wetenschappen in België gedurende den Oorlog. Minerale Wetenschappen. Gand, 69 pgaes.

2° Nouveau périodique :

- 9502 *Maastricht.* Geologische stichting. Geologisch Bureau voor het Mijngedied te Heerlen. *Jaarverslag* over 1934-1937.
- 9503 *Maastricht.* Geologische stichting. Geologisch Bureau voor het Mijngedied te Heerlen. *Mededeeling*e, behorende bij het jaarverslag 1938 en 1939, 1940 en 1941, 1942 en 1943.

**Divers.**

La Société d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du Globe invite nos membres à assister à la conférence qui sera donnée par M. I. DE MAGNÉE, à la Fondation Universitaire, 11, rue d'Egmont, le 26 janvier prochain, à 17 heures, et qui aura pour sujet : Géologie et Géophysique.

**Communications des membres :**

A. RENIER. — *Quelques remarques sur la stratigraphie du Houiller de Belgique.* (Le texte de cette communication sera publié ultérieurement.)

P. DE BÉTHUNE. — *Diagramme pour le calcul des feldspaths dans les roches.* (Texte ci-après.)

Sur la demande de plusieurs membres, notamment de MM. Denaeyer et de Magnée, l'auteur apporte des explications complémentaires sur la méthode nouvelle qu'il préconise pour le calcul des teneurs des feldspaths.

FL. CHARLES. — *Observations dans le Massif de Visé* (Note préliminaire). (Texte ci-après.)

CH. STEVENS. — *Un petit problème morphologique aux environs de Recht* (province de Liège). (Texte ci-après.)

**Une méthode semi-graphique pour le calcul des feldspaths dans les roches,**

par P. DE BÉTHUNE.

RÉSUMÉ. — L'auteur propose l'emploi de deux diagrammes pour effectuer le calcul semi-graphique des feldspaths dans les roches, en tenant compte des teneurs (non feldspathisables) des alcalis et de l'alumine à attribuer à la biotite, à la hornblende et autres minéraux alfériques, ainsi que de la teneur en soude et en chaux des feldspaths potassiques et de la teneur en potasse des plagioclases.

Le calcul du feldspath des roches est un des problèmes qu'on a tenté de résoudre depuis longtemps.

La solution ancienne, qui est restée classique pendant très longtemps et dont on se satisfait encore d'ordinaire, consiste à attribuer aux feldspaths toute l'alumine et tous les alcalis et de partager la chaux, en proportion de l'alumine présente, en chaux feldspathisable (généralement notée CaO) et en chaux

non feldspathisable (ou  $\text{CaO}''$ ). Si le déficit d'alumine est assez important, toute la chaux est non feldspathisable et le partage porte sur la soude, ou même éventuellement sur la potasse; ce cas des roches peralcalines est cependant assez rare pour que nous puissions considérer comme normal le cas, auquel nous nous limiterons principalement dans cette étude, des roches calcoalcalines, pour lesquelles le partage porte sur la chaux, et des roches peralumineuses, où, par suite d'un excès d'alumine, toute la chaux est feldspathisable.

Le feldspath calculé de la sorte, ou feldspath normatif, se compose de trois molécules :

La molécule d'*orthose* ou feldspath potassique :  $Or = \text{KAlSi}_3\text{O}_8$  (dans les calculs on a recours généralement à la molécule double :  $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6 \text{SiO}_2 = 2 Or$ );

La molécule d'*albite* ou feldspath sodique :  $Ab = \text{NaAlSi}_3\text{O}_8$  (ou  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6 \text{SiO}_2 = 2 Ab$ );

La molécule d'*anorthite* ou feldspath calcique :  $An = \text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$  (ou  $An = \text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2$ ).

On peut parfois, ainsi que le propose LACROIX, grouper les molécules d'*albite* et d'*anorthite* pour en faire le minéral plagioclase et attribuer les molécules d'*orthose* à un des minéraux : orthose, microcline, sanidine, dans la composition desquels cette molécule joue un rôle prépondérant.

En agissant de la sorte on confond néanmoins les minéraux réels avec les molécules fictives (ou potentielles) élaborées par le calcul. WASHINGTON, qui fut cependant l'un des auteurs qui firent le plus pour généraliser ce mode de calcul, a insisté sur ce point : ce qu'on calcule sont des molécules qui n'ont qu'une existence fictive, ce ne sont pas des minéraux. La composition virtuelle, ou *norme* que l'on calcule en appliquant ces règles de partage des éléments, diffère souvent très sensiblement de la composition minéralogique réelle ou *mode* et le seul intérêt de son calcul est de rechercher et d'interpréter la nature de cet écart.

En ce qui concerne les feldspaths, la cause de cet écart est double. On commet, en effet, une erreur sur la quantité totale de feldspath en ne faisant porter le partage en éléments feldspathisables et non feldspathisables que sur la chaux. Les minéraux mafiques, comme la biotite, la hornblende, l'augite, etc., contiennent non seulement de la chaux, mais également de la potasse, de la soude et de l'alumine. Insistant principalement sur la présence d'alumine, C.I.P.W. ont appelé

ces minéraux (qui n'entrent pas dans le calcul de la norme) les minéraux *alfériques*.

La seconde cause d'erreur est que l'orthose et le plagioclase des roches contiennent chacun les trois molécules feldspathiques, de sorte que la potasse, la soude, la chaux et l'alumine feldspathisables doivent être partagées entre ces deux minéraux.

On se trouve donc devant un double problème :

1° Le partage de la potasse, la soude, la chaux et l'alumine en éléments feldspathisables et en éléments *alfériques*;

2° Le partage des éléments feldspathisables entre le plagioclase et l'orthose.

Ce double problème se complique du fait que, sauf dans de trop rares cas particuliers, on ne connaît pas la composition chimique des minéraux de la roche étudiée. Cette difficulté, très réelle, peut être surmontée en faisant choix, plus ou moins arbitrairement, d'*analyses types*, soit les analyses des minéraux de roches semblables, soit les moyennes calculées pour les roches principales par TSCHIRWINSKI ou par TRÖGER et que l'on trouvera réunies dans le compendium de ce dernier auteur. Je ne chercherai pas à justifier l'exactitude de ce procédé ni même à estimer l'ordre de grandeur de l'approximation qu'il permet; cela ne sera possible que lorsqu'on connaîtra un nombre plus grand de roches dont les compositions chimique et minéralogique centésimales ont été déterminées avec suffisamment de soin pour permettre leur comparaison et que l'on disposera d'un plus grand nombre d'analyses de minéraux de ces roches; je me contenterai de remarquer que si imparfait qu'il soit, ce procédé conduit à des résultats assurément meilleurs que ceux que donne le calcul classique du feldspath normatif; seule sa longueur pouvait le rendre rebutant; les diagrammes présentés ici, en abrégant les calculs, permettront de généraliser cette méthode.

#### PREMIER PROBLÈME : CALCUL DE LA PROPORTION DES MINÉRAUX ALFÉRIQUES.

Ce calcul présente trois degrés de complication.

PREMIER CAS. — *La roche ne contient qu'un seul minéral alférique.*

Ce minéral est, par exemple, la biotite. Dans ce cas; le problème est très simple. On calcule la proportion de biotite en fonction de la teneur

en FeO et MgO de la roche, en modifiant éventuellement les teneurs correspondantes de l'analyse type, pour tenir compte du remplacement des ions de  $Mg^{++}$  par  $Fe^{++}$  dans le réseau cristallin. A cette teneur en FeO et MgO correspondent dans l'analyse type des teneurs en alcalis, en chaux et en alumine qui, soustraites des teneurs de la roche, laissent un résidu feldspathisable. En ce point on vérifiera si la proportion d'alumine correspond à celle des alcalis et de la chaux. Dans ce cas, on passe au second problème : le partage entre l'orthose et le plagioclase des éléments feldspathisables. Sinon, on essaie de voir si l'excès ou le défaut d'alumine ne pourraient être compensés par le choix d'une autre analyse type de biotite, ou s'il faut l'attribuer à une erreur de détermination chimique. Les considérations développées dans le paragraphe suivant (deuxième cas) peuvent servir de guide dans cette circonstance. On trouvera plus loin un exemple d'application de cette méthode.

DEUXIÈME CAS. — *La roche contient deux minéraux alfériques* (ou un minéral alférique et un minéral fémique).

Ces minéraux sont, par exemple, la biotite et la hornblende (ou l'augite et l'hypersthène). On peut dans ce cas présenter le problème sous la forme suivante : si nous attribuons tout le FeO et le MgO à l'un des minéraux, nous commettrons nécessairement une erreur sur la teneur en alumine alférique qui se traduira par la présence dans le résidu d'un excès ou d'un défaut d'alumine par rapport à la proportion requise pour constituer les feldspaths. En attribuant progressivement à l'autre minéral une partie du FeO et MgO, on peut réduire cette erreur et, après quelques tâtonnements, déterminer la proportion biotite/hornblende (ou augite/hypersthène) voulue pour obtenir un résidu d'alumine en proportion feldspathisable.

Afin d'abrèger les tâtonnements nécessaires, nous avons construit un diagramme qui permet de résoudre approximativement ce problème et qui est basé sur le raisonnement suivant : la présence de biotite dans un granite se traduira, dans la norme de celui-ci, par la présence de *corindon* et d'*hypersthène* correspondant à un excès d'alumine sur la quantité feldspathisable normative et, respectivement, la présence de FeO et de MgO en excès sur les quantités qui entrent dans la composition de la *magnétite* et de l'*ilménite* normatives. Pour le reste cette biotite est exprimée par une certaine quantité d'*orthose*, d'*albite* et même d'*anorthite* normatives qui se confondent ainsi avec le feldspath. De même les autres minéraux alfériques et fémiques se traduisent par une certaine quantité de feldspath normatif accompagné de *diopside* et

d'*hypersthène*. Remarquons que le *diopside* et le *corindon* normatifs s'excluent mutuellement, de sorte qu'on peut considérer le *corindon* comme du *diopside* négatif, ou, si l'on préfère, les traiter comme un excès (ou un défaut) d'alumine vis-à-vis de la somme des alcalis et de la chaux.

Ceci établi on comprendra que certaines valeurs du rapport *corindon* (ou *diopside*)/*hypersthène* correspondront à tel minéral type : telle biotite, telle hornblende, telle augite. Par contre, des rapports intermédiaires caractériseront un mélange, en proportions définies de deux de ces minéraux, tandis que le nombre total de millimolécules d'*hypersthène* permettra de déterminer la quantité pondérale de chacun de ces deux minéraux.

Il est aisé de comprendre qu'il est une manière pratique d'exprimer ces rapports quantitatifs, au moyen d'un diagramme sur lequel est portée en abscisses la somme (en millimolécules) du *diopside* et de l'*hypersthène* normatifs, tandis que le *corindon* et le *diopside* normatifs y sont portés en ordonnées, l'un vers le haut, l'autre vers le bas. Sur ce diagramme, la roche étudiée sera représentée par un point, ou, si l'on préfère, par un vecteur joignant ce point à l'origine et qu'on peut décomposer en deux composantes suivant les vecteurs correspondant aux minéraux en question.

Ainsi, par exemple, dans le cas d'une roche pour laquelle  $C = -di = -5,5$  et  $hy + di = 69$  et dont la biotite et la hornblende ont été analysées séparément et sont représentées par un vecteur

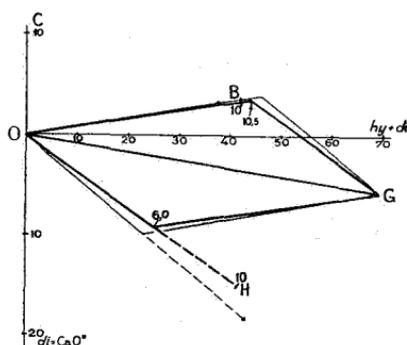


FIG. 1.

OB et OH dont la longueur correspond à une teneur de 10 %, le vecteur OG représentatif de la roche se décompose en deux vecteurs parallèlement à OB et OH, qui sont égaux à 10,5 % de biotite et 6,0 % de hornblende (fig. 1).

Si, au lieu des analyses des minéraux de la roche, nous avons eu recours aux moyennes de TSCHIRWINSKI-TRÖGER, nous aurions trouvé comme teneurs 12,0 % de biotite et 5,3 % de hornblende, ainsi qu'il ressort de la figure 1, où la construction relative à ce dernier calcul a été tracée en traits fins.

Si l'on admet de généraliser l'emploi comme analyses types des valeurs moyennes de TSCHIRWINSKI-TRÖGER, on peut donner au diagramme la forme définitive d'un abaque sur lequel un réseau biotite-hornblende a été tracé. Sur cet abaque sont tracées, en outre, des échelles relatives au diopside et à l'hedenbergite (valeurs idéales), à l'augite, à l'hypersthène (valeurs idéale et type) et à la muscovite (fig. 2).

Pour se servir de ce diagramme, il suffit de déterminer pour la roche étudiée :

1° L'excès (ou le défaut) d'alumine par rapport aux alcalis et à la chaux qui se porte sur l'axe C (= *corindon*), ou, s'il y a un excès de chaux sur l'alumine, sur l'axe *di* (= *diopside*) ou CaO". Ces axes sont gradués en millimolécules. Cet excès (défaut) d'alumine est égal à

$$C = al + 3,3 p - (k + n + c) = -di,$$

formule dans laquelle *al*, *p*, *k*, *n* et *c* représentent respectivement le nombre de millimolécules d'alumine, anhydride phosphorique, potasse, soude et chaux.

2° L'excès du fer ferreux et de la magnésie sur le fer ferrique et l'oxyde de titane, qui se porte en millimolécules sur l'axe *di + hy* (= *diopside + hypersthène*).

Si la roche contient de la biotite et de la hornblende, la teneur en ces deux minéraux sera lue directement sur le diagramme. Sinon il faudra décomposer le vecteur représentatif de la roche comme dans le cas de la figure 1.

Les indications de cet abaque ne peuvent être considérées que comme une première approximation qui, ainsi que nous le verrons plus loin, doit toujours être soumise à une *vérification*. Il faut tout particulièrement se méfier des indications qu'il donne lorsqu'on aura affaire à des roches dans la norme desquelles entrent des minéraux différents de ceux qui ont été supposés pour l'établissement de cet abaque.

Nous avons supposé, en effet, que la norme de ces roches était du type :

|                                      |                              |
|--------------------------------------|------------------------------|
| <i>Q</i> = Quartz.                   | <i>di</i> = diopside (ou C). |
| <i>or</i> = orthose.                 | <i>hy</i> = hypersthène.     |
| <i>ab</i> = albite.                  | <i>mt</i> = magnétite.       |
| <i>an</i> = anorthite.               | <i>il</i> = ilménite.        |
| <i>C</i> = Corindon (ou <i>di</i> ). | <i>ap</i> = apatite.         |

Si au lieu, ou à côté de ces molécules, il devait s'en présenter d'autres comme *hm=oligiste*, *ti=sphène*, *ac=acmite*, etc., il est certain que le résultat s'écarterait de la réalité. Il est donc à conseiller de recourir à un autre procédé dans le cas où ces molécules sont présentes dans la norme en quantités importantes, c'est-à-dire dès qu'il y a un grand

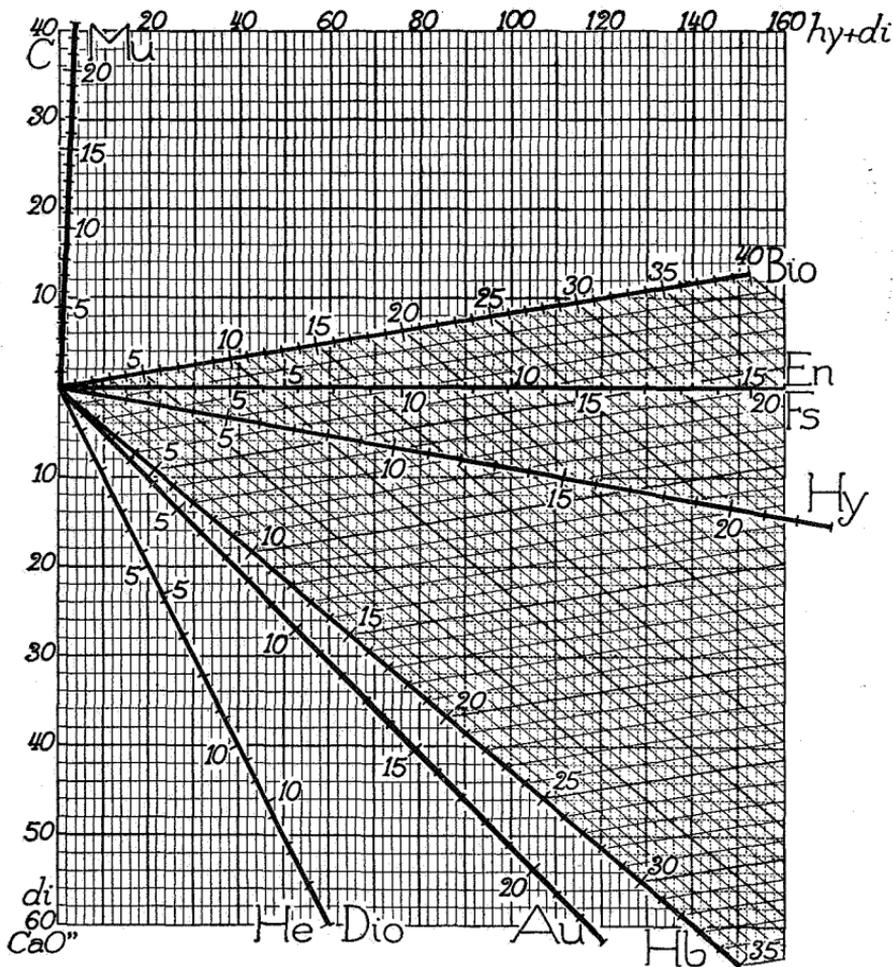


FIG. 2. — Diagramme pour le calcul des constituants alfériques :

En abscisses : nombre de millimolécules de *di+hy*;  
 En ordonnées (vers le haut) : nombre de millimolécules de *C*;  
 (vers le bas) : de *di*.

- |          |  |   |                       |
|----------|--|---|-----------------------|
| Mu.....  | axe de la Muscovite, gradué en % pondéraux | } composition type<br>(voir Annexe I,<br>tableau IV). |                       |
| Bio..... | axe de la Biotite                          |   | id.                   |
| Hy.....  | axe de l'Hypersthène                       |   | id.                   |
| Hb.....  | axe de l'Hornblende                        |   | id.                   |
| Au.....  | axe de l'Augite                            |   | id.                   |
| En/Fs.   | axe de l'Enstatite/Ferrosilite             | id.   | } composition idéale. |
| He/Dio   | axe de l'Hedenbergite/Diopside             | id.   |                       |

excès des alcalis sur l'alumine, ou bien de l'oxyde de titane ou de fer ferrique sur le fer ferreux. Ce dernier cas, qui s'exprime par l'apparition d'*oligiste* normatif, est souvent dû à la présence de lépidomélane riche en  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; ce cas est peut-être moins exceptionnel qu'on le croit; le partage du  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  pose d'ailleurs des difficultés que le calcul de la *magnétite* normative ou un calcul similaire ne font que masquer sans les résoudre.

Un autre cas intéressant est celui où le titane apparaît dans la roche sous forme de sphène plutôt que sous forme d'ilménite. Dans ce cas, au lieu de soustraire une molécule de  $\text{FeO}$  pour chaque molécule de  $\text{TiO}_2$ , on peut soustraire une molécule de  $\text{CaO}$  (ou, ce qui revient au même, ajouter une molécule d' $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), mais la valeur trouvée ainsi sera nécessairement moins approchée.

Nous donnons en annexe le procédé détaillé pour l'établissement du diagramme.

*TROISIÈME CAS. — La roche contient trois (ou plus de trois) minéraux alfériques (et fémiques).*

Ces minéraux sont, par exemple, la biotite, la hornblende et l'augite. Le problème du partage des éléments ferromagnésiens entre ces minéraux devient insoluble, puisqu'on ne dispose, pour le déterminer, que d'une seule donnée: la teneur en alumine. On peut cependant, sur la base des observations microscopiques, vouloir se fixer la proportion entre l'augite et la hornblende, par exemple. Dans ce cas, le problème revient à décomposer le vecteur représentatif de la roche en un vecteur parallèle à la biotite et en un vecteur parallèle à ce rapport augite-hornblende, qui alors est décomposé à son tour en augite et en hornblende.

#### **DEUXIÈME PROBLÈME: PARTAGE DES ÉLÉMENTS FELDSPATHISABLES ENTRE LES DIVERS FELDSPATHS.**

Ayant calculé, même en première approximation, la teneur en minéraux alfériques, soit par une des méthodes précédentes, soit par toute autre méthode, on peut déterminer par différence les teneurs en potasse, soude, chaux et alumine qui doivent être attribuées au feldspath.

Nous appellerons  $F_G$  = feldspath global l'ensemble de ces molécules qui sont à partager entre les feldspaths réels.

La méthode plus correcte de partage serait de connaître la teneur en chaux et en soude de son orthose et la teneur en potasse de son plagioclase et d'en tenir compte pour effectuer le partage, ou, à défaut de connaître ces teneurs par une détermination directe, de les supposer sur la base d'analyses types, soit celles de roches semblables à celle qu'on étudie, soit celles des moyennes de TSCHIRWINSKI-TRÖGER.

L'inconvénient principal de cette méthode est qu'elle suppose

la résolution d'un système de trois équations de premier degré à trois inconnues. Ceci ne présente, en principe, aucune difficulté mathématique, mais, dans la pratique, les calculs sont longs et exigent une attention soutenue qui rebutera le pétrographe impatient de retourner à son microscope. C'est pour éviter ce calcul, qui devient vraiment assujettissant si on doit le répéter, que j'ai imaginé le diagramme triangulaire de la planche.

Les propriétés des diagrammes triangulaires sont bien connues. Si nous plaçons aux sommets d'un triangle équilatéral les molécules d'*orthose*, d'*albite* et d'*anorthite*, un point quelconque à l'intérieur du triangle représentera un feldspath composé de ces trois molécules, dans des proportions définies par les distances de ce point aux trois côtés du triangle (distances dont la somme est égale à la hauteur du triangle, ou, si l'on prend cette hauteur pour unité, égale à 100 %). On sait d'ailleurs qu'on peut également mesurer ces distances parallèlement aux côtés du triangle, à condition de prendre ce côté comme unité. On sait en outre que si l'on mélange en proportions définies deux feldspaths représentés par deux points dans ce triangle, le feldspath global résultant de ce mélange sera représenté par un point situé sur la droite qui rejoint les deux points et qui la divise en deux segments inversement proportionnels aux quantités des deux feldspaths entrés dans ce mélange. Réciproquement (fig. 3), si le point  $F_G$  représente le feldspath global d'une roche, on pourra décomposer ce feldspath entre une orthose  $Sh$  et un plagioclase  $Pl_1$  suivant le rapport des segments  $F_G, Pl_1$  et  $F_G, Sh$ , conformément à la formule

$$\frac{\text{orthose}}{\text{plagioclase}} = \frac{F_G \cdot Pl_1}{F_G \cdot Sh} \quad \text{ou} \quad \frac{\text{orthose}}{\text{feldspath global}} = \frac{F_G \cdot Pl_1}{Pl_1 \cdot Sh}$$

De même ce plagioclase  $Pl_1$  peut être considéré comme un cristal mixte des plagioclases types (33) et (39) et décomposé en ces deux composants, suivant un procédé analogue.

Ce calcul suppose des opérations graphiques simples. Le problème est donc de pouvoir représenter facilement le point représentatif du feldspath global et de connaître la proportion de ce feldspath global dans la roche. A cet effet, ont été portés sur le diagramme trois réseaux de graduation qui indiquent la teneur en potasse, soude et chaux feldspathisables. Si la roche était composée uniquement de feldspath, — ou si l'on avait affaire à l'analyse d'un feldspath isolé d'une roche, —

les trois graduations correspondantes se recouperaient en un même point (ou aux trois coins d'un petit triangle d'erreurs) <sup>(1)</sup>, mais comme, dans une roche, il n'y a qu'un certain pourcentage de feldspath global, les trois graduations correspondant à la potasse, la soude et la chaux feldspathisable de la roche formeront un triangle équilatéral, que nous appellerons le *triangle auxiliaire* et dont la longueur des côtés (37 % sur la

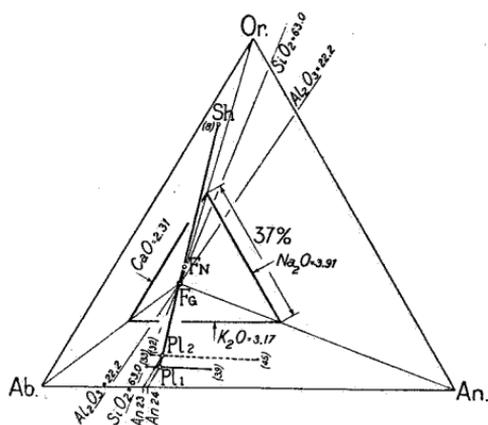


FIG. 3.

fig. 3) est égale à la somme de tous les éléments non feldspathisables de la roche (minéraux alfériques, quartz et accessoires). Par différence on en déduit aisément la teneur en feldspath (63 % sur la fig. 3).

On remarquera que si l'on joint les sommets de ce triangle auxiliaire aux sommets correspondants Or - Ab - An du diagramme, ces trois droites expriment le lieu des points pour lesquels les rapports  $K_2O/Na_2O$ ,  $K_2O/CaO$  et  $Na_2O/CaO$  sont constants et que leur point de concours représentera par conséquent le feldspath global =  $F_G$  de la roche.

Deux échelles latérales permettent de déterminer, en disposant une règle sur le diagramme, quelle est la teneur du

(1) Si le triangle d'erreurs a la pointe tournée vers le haut, il n'y a pas assez de potasse, de soude et de chaux pour former 100 % de feldspath, ce qui est souvent le cas par suite d'inclusions de quartz ou de muscovite ou par suite de l'altération du feldspath avec lixiviation des alcalis et de la chaux. Lorsque la pointe du triangle est tournée vers le bas, il y a plus de potasse, soude et chaux qu'il n'en faut pour former 100 % de feldspath; sauf erreur de détermination analytique, ceci indiquerait l'inclusion de minéraux comme le diopside qui relèveraient la teneur en chaux, etc.

feldspath global en alumine et en silice. Multipliées par la teneur de la roche en feldspath, ces teneurs correspondent à l'alumine feldspathisable et à la silice feldspathisable. Comme il a été dit plus haut, cette quantité d'alumine doit correspondre à celle qui forme le résidu du calcul des minéraux alfériques. La quantité de silice sera généralement inférieure à ce résidu, de sorte qu'il restera une certaine quantité de silice libre qui sera comptée comme quartz. Si cette quantité était négative, on devrait transformer une partie des feldspaths en feldspathoïdes, mais c'est là un problème que nous n'incluons pas dans cette étude.

On voit donc que l'usage de ce diagramme permet de résoudre aisément le problème proposé avec une approximation qui sera suffisante dans bien des cas. Pour améliorer cette approximation, on partira de cette solution pour l'exprimer par le calcul; elle doit laisser des résidus non négligeables, sauf si l'on prend la précaution de tenir compte du fait que les analyses types utilisées ne correspondent pas nécessairement à 100 % de feldspath; sinon, si le résidu est faible, on peut le reprendre en deuxième approximation par la méthode normative.

#### Autres usages du diagramme triangulaire.

Ces remarques étant faites, on constatera que le diagramme peut servir à d'autres usages.

C'est ainsi qu'il peut servir à la recherche du feldspath normatif; très facilement lorsque la roche est peralumineuse, car alors toute la chaux est feldspathisable; moins facilement lorsqu'il y a un excès de chaux non feldspathisable sur l'alumine disponible après saturation des alcalis. Dans ce dernier cas, on procède comme si toute la potasse, la soude et la chaux étaient feldspathisables; on cherche la quantité d'alumine correspondante. On répète le même tracé pour une quantité de chaux moindre et un calcul (ou un graphique) d'interpolation entre les deux valeurs d'alumine ainsi trouvées permet de déterminer exactement la teneur en chaux feldspathisable et de fixer le point représentatif du feldspath normatif.

Le feldspath normatif étant déterminé, on peut déduire du diagramme la valeur des paramètres américains qui expriment :

$r$  = paramètre de *rang* ou soude+potasse/CaO' et

$s$  = paramètre de *sub-rang* ou potasse/soude, suivant le système de notations introduit par C.I.P.W.

A cet effet le champ du diagramme a été divisé entre les divers rangs et sub-rangs et leurs subdivisions transitionnelles et marginales par un réseau de lignes dont les amorces ont été tracées dans les marges du diagramme et qui correspondent au schéma de la figure 4.

Le diagramme peut également servir à exprimer la formule molé-

culaire d'un feldspath dont on connaîtrait le point représentatif. A cet effet, les côtés du diagramme ont été gradués en % moléculaires. Le réseau de ces % moléculaires n'a pas été figuré, mais on peut aisément tracer, par le point représentatif du feldspath, une ligne qui s'appuiera sur les graduations correspondantes le long de deux côtés du diagramme et déterminer ainsi la valeur de cette graduation. En fait, les poids moléculaires des trois molécules en question étant assez voisins :  $Or=278,31$ ,  $Ab=262,21$ ,  $An=278,19$ , ce réseau ne diffère guère d'un réseau de % pondéraux dont les lignes seraient parallèles aux côtés du triangle.

Cette dernière circonstance permet, lorsqu'il s'agit de feldspaths réels dont les points représentatifs ne sont jamais très éloignés des côtés Or-Ab ou Ab-An du diagramme, de lire le % moléculaire sur la graduation de ce côté en projetant le point parallèlement aux lignes tracées

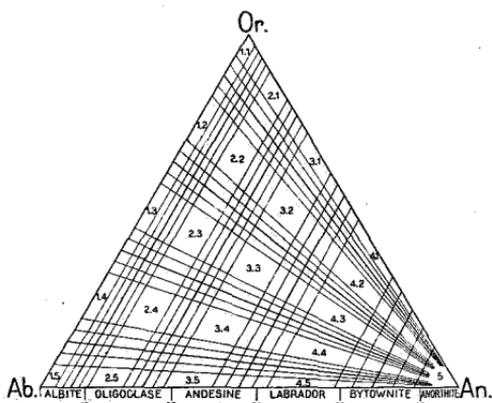


FIG. 4.

pour indiquer les teneurs en  $K_2O$ ,  $Na_2O$  et  $CaO$ . En particulier, pour les plagioclases, la teneur en anorthite se lit ainsi directement en projetant le point représentatif du minéral en question le long d'une ligne d'égal teneur en  $CaO$  (voir, par exemple, la figure 7).

Lorsque, au lieu d'un minéral, on a affaire à un mélange feldspathique, soit un feldspath normatif, soit le feldspath global d'une roche, le point représentatif tombera trop loin des côtés du diagramme pour pouvoir appliquer ce procédé approximatif et il faudra procéder plus exactement comme il a été dit plus haut.

Les proportions pondérales des trois molécules peuvent être également déduites du diagramme si l'on note que, à cause de l'égalité des poids moléculaires d'*orthose* et d'*anorthite*, l'échelle en % moléculaires du côté Or-An est aussi une échelle en % pondéraux. Il suffit par conséquent de projeter le point représentatif d'un feldspath donné parallèlement aux deux autres côtés du triangle pour lire sur ce côté les % en *orthose* et en *anorthite* et en déduire par différence les % en *albite*.

## EXEMPLES.

## I. — LE GRANITE DE SHAP.

Nous avons choisi comme premier exemple de l'emploi de cette méthode le granite porphyroïde à biotite qui forme un petit stock dans le Westmoreland, connu sous le nom de Shap Fell. Les phénocristaux d'orthose constituent 10 % de la roche (ou parfois 20 %, suivant HOLMES) et la masse fondamentale se compose de quartz, d'orthose, d'oligoclase à 25 % d'anorthite et de biotite.

HARKER et MARR ont publié, en 1891, une analyse de ce granite effectuée par COHEN, que nous reproduisons sous (1) dans le tableau I. On constatera que dans cette analyse le  $\text{TiO}_2$  et le  $\text{FeO}$  n'ont pas été déterminés séparément; le  $\text{TiO}_2$  a été pesé avec l'alumine et le  $\text{FeO}$  oxydé en  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  et reporté comme tel.

Nous choisissons comme analyse type de **biotite** la moyenne de TRÖGER pour les granites (ligne 2 du tableau I).

Pour permettre la comparaison avec l'analyse de la roche, nous additionnerons dans cette analyse le  $\text{TiO}_2$  à l'alumine ( $16,1+2,5=18,6$ ) et transformerons le  $\text{FeO}$  en  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  et l'y additionnerons ( $14,5 \times 160/2 \times 72=16,1$ ;  $16,1+7,0=23,1$ ) (ligne 2').

Pour tenir compte du remplacement par isomorphisme de  $\text{FeO}$  par  $\text{MgO}$  et  $\text{MnO}$ , nous les recalculerons en  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  et les y ajouterons.

Ceci nous donne pour l'analyse de la roche, pour 0,45  $\text{MnO}$  :  $0,45 \times 160/2 \times 71=0,51$ ; et 1,04  $\text{MgO}$  :  $1,04 \times 160/2 \times 40=0,52$ ; et au total  $2,26+0,51+0,52=3,29$  (ligne 1').

Pour l'analyse type de la biotite nous obtenons pour 10,2  $\text{MgO}$  :  $10,2 \times 160/2 \times 40=5,1$  et au total  $23,1+5,1=28,2$  (ligne 2'').

Avec 3,29 de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dans la roche nous pouvons former 0,113 de biotite type à 28,2 de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Si nous multiplions par conséquent l'analyse type de la biotite par ce coefficient, nous obtiendrons les teneurs de la ligne 3 qui représentent la biotite présente dans la roche. Dans les teneurs de cette ligne 3 les 3,29  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  correspondent toutefois à 2,26  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 1,04  $\text{MgO}$  et 0,45  $\text{MnO}$ , ce qui nous donne le long de la ligne 3' un total de 11,72 % de biotite.

On constate que ces 11,72 % de biotite contiennent 0,97 % de potasse, 0,17 % de soude et 0,09 % de chaux. Soustrayant ces valeurs de l'analyse de la roche (ligne 1), on obtient les valeurs suivantes pour la chaux, la soude et la potasse feldspathisables : 2,31, 3,91 et 3,17. Il reste également 14,04 d'alumine et 64,40 de silice (ligne 4). La quantité d' $\text{H}_2\text{O}$  n'ayant pas été déterminée dans la roche, nous négligerons le résidu négatif qui intervient ici.

Au moyen des teneurs en chaux (2,31), soude (3,91) et potasse (3,17) feldspathisables, nous traçons le triangle auxiliaire de la figure 3. La longueur du côté de ce triangle, reportée sur le côté Or-An, au moyen d'un compas, correspond à 37 % d'éléments non feldspathisables; la roche contient donc approximativement 63 % de feldspath, dont la composition globale correspond au point  $F_C$ . (A titre d'indication le point  $F_N$  représentatif du feldspath normatif a été également représenté.)

TABLEAU I.  
Granite de Shap (Westmoreland).

|     | SiO <sub>2</sub> | TiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | FeO   | MnO   | MgO   | CaO   | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | H <sub>2</sub> O | Σ     |
|-----|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------------------|------------------|------------------|-------|
| 1   | 68,55            | n. d.            | 16,21                          | 2,26                           | n. d. | 0,45  | 1,04  | 2,40  | 4,08              | 4,14             | n. d.            | 99,13 |
| 1'  |                  |                  |                                | 3,29                           |       | —     | —     |       |                   |                  |                  |       |
| 2   | 35,6             | 2,5              | 46,1                           | 7,0                            | 44,5  | n. d. | 40,2  | 0,8   | 4,5               | 8,3              | 3,6              |       |
| 2'  |                  | —                | 18,6                           | 23,1                           | —     |       |       |       |                   |                  |                  |       |
| 2'' |                  |                  |                                | 28,2                           |       | —     | —     |       |                   |                  |                  |       |
| 3   | 4,15             | 2,17             | 3,29                           | —                              | —     | —     | —     | 0,09  | 0,17              | 0,97             | 0,42             |       |
| 3'  |                  |                  |                                | 2,26                           |       | 0,45  | 1,04  |       |                   |                  |                  |       |
| 4   | 64,40            | 14,04            | 0,00                           | 0,00                           | 2,31  | 3,91  | 3,17  | -0,42 |                   |                  |                  | 11,72 |
| 5   | 14,12            | 4,10             | 0,16                           | 0,46                           | 2,42  |       |       |       |                   |                  |                  | 21,37 |
| 6   | 20,82            | 7,42             | 1,38                           | 2,62                           | 0,30  |       |       |       |                   |                  |                  | 32,54 |
| 7   | 4,86             | 2,16             | 0,65                           | 0,56                           | 0,08  |       |       |       |                   |                  |                  | 8,31  |
| 8   | 24,60            | 0,36             | -0,11                          | 0,12                           | 0,27  | 0,37  | -0,42 |       |                   |                  |                  | 2,18  |
| 9   | 1,41             | 0,40             |                                |                                | 0,37  |       |       |       |                   |                  |                  | 2,28  |
| 10  | 1,57             | 0,44             |                                |                                | 0,27  |       |       |       |                   |                  |                  | 0,58  |
| 11  | 0,26             | 0,20             |                                |                                | 0,12  |       |       |       |                   |                  |                  | 21,36 |
| 12  | 21,36            |                  |                                |                                |       |       |       |       |                   |                  |                  | 1,21  |
| 13  | 0,00             | -0,68            | 0,00                           | -0,11                          | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00              | 0,00             | -0,42            | 99,13 |

MgO + MnO → Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Biotite type.

TiO<sub>2</sub> → Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; FeO → Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.MgO → Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

BIOTITE.

ORTHOSE.

PLAGIOCLASE

QUARTZ

Les phénocristaux d'orthose de ce granite ont été analysés (point Sh : 8 de la figure); nous choisirons donc cette analyse pour toute l'orthose de ce granite. Pour le plagioclase nous choisirons une composition intermédiaire entre celle des analyses types n° 33 et n° 39 de la liste de l'annexe II.

Ces points étant reportés sur le diagramme, il nous suffit de joindre le point 8 au point  $F_G$  et de prolonger cette ligne jusqu'au point  $Pl_1$ , où elle recoupe la ligne 33-39.

Nous mesurons les segments

$$\left. \begin{array}{l} FG - 8 = 10,0 \\ FG - Pl_1 = 5,3 \end{array} \right\} \text{d'où } 8 - Pl_1 = 15,3$$

$$\left. \begin{array}{l} Pl_1 - 33 = 0,8 \\ Pl_1 - 39 = 3,1 \end{array} \right\} \text{d'où } 33 - 39 = 3,9$$

On en déduit les teneurs approximatives

$$\frac{\text{orthose}}{5,3} = \frac{\text{plagioclase}}{10,0} = \frac{63}{15,3}$$

$$\text{orthose} = 21,6 \%$$

$$\text{plagioclase} = 41,3 \%$$

La teneur du plagioclase en fonction des analyses types sera

$$\frac{\% \text{ n}^\circ 33}{3,1} = \frac{\% \text{ n}^\circ 39}{0,8} = \frac{41,3}{3,9}$$

c'est-à-dire

$$32,8 \% \text{ du n}^\circ 33$$

et

$$8,5 \% \text{ du n}^\circ 39$$

En multipliant ces analyses types par leurs teneurs approximatives, on obtient les valeurs des lignes 5, 6 et 7 du tableau, totalisant en 21,37 % d'orthose et  $32,54 + 8,31 = 40,85$  de plagioclase.

En soustrayant ces valeurs on obtient finalement un résidu dont 24,60 % de silice seront attribués au quartz (sous réserve des corrections ci-dessous).

Les autres résidus :  $0,36 Al_2O_3$ ;  $-0,11 FeO$ ;  $0,12 CaO$ ;  $0,27 Na_2O$  et  $0,37 K_2O$ , ne sont pas négligeables. Ils proviennent principalement de ce que les analyses types utilisées ne se totalisent pas à 100 % et surtout que dans ces analyses il y a un léger déficit sur la somme de la chaux et des alcalis qui fait qu'elles ne correspondent pas exactement à 100 % de feldspath, ainsi que le suppose l'emploi du diagramme.

Pour tenir compte de ce résidu nous réduirons la potasse, la soude et la chaux en orthose, albite et anorthite idéalement pures (lignes 9, 10 et 11), ce qui nous donne une correction de 1,04 sur l'alumine, 3,24 sur la silice, 2,18 d'orthose, 2,28 d'albite et 0,58 d'anorthite, que nous ajoutons, d'une part, à l'orthose, d'autre part, au plagioclase.

Le résidu de silice n'est plus maintenant que 21,36, qui sera compté définitivement comme quartz (ligne 12). Le résidu négatif d'alumine se monte à **0,68** %.

TABLEAU I (suite).

## Granite de Shap, deuxième hypothèse.

|   | SiO <sub>2</sub> | TiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | FeO   | MnO  | MgO   | CaO  | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | H <sub>2</sub> O | Σ     |
|---|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|------|-------|------|-------------------|------------------|------------------|-------|
| 1 | 68,55            | n. d.            | 16,21                          | 2,26                           | n. d. | 0,45 | 1,04  | 2,40 | 4,08              | 4,14             | n. d.            | 99,13 |
| 3 | 4,15             | —                | 2,17                           | 2,26                           |       | 0,45 | 1,04  | 0,09 | 0,17              | 0,97             | 0,42             | 11,72 |
| 4 | 64,40            |                  | 14,04                          | 0,00                           |       | 0,00 | 0,00  | 2,31 | 3,91              | 3,17             | -0,42            |       |
| 5 | 14,48            |                  | 4,20                           |                                | 0,11  |      | 0,00  | 0,16 | 0,48              | 2,49             |                  | 21,92 |
| 6 | 25,87            |                  | 9,60                           | 0,34                           |       | 0,07 | 0,07  | 1,72 | 3,19              | 0,60             |                  | 41,39 |
| 7 | 2,52             |                  | 1,25                           |                                |       |      |       | 0,43 | 0,23              | 0,06             |                  | 4,49  |
| 8 | 21,53            |                  |                                |                                |       |      |       |      |                   |                  |                  | 21,53 |
| 9 | 0,00             |                  | -1,01                          | -0,34                          | -0,11 | 0,00 | -0,07 | 0,00 | 0,01              | 0,02             | -0,42            | -1,92 |
|   |                  |                  |                                |                                |       |      |       |      |                   |                  |                  | 99,13 |

BIOTITE.

ORTHOSE.

PLAGIOCLASE.

QUARTZ.

Le mode s'établit définitivement de la manière suivante :

|                   |      |         |      |
|-------------------|------|---------|------|
| Quartz . . . .    | 21,4 | Biotite | 11,7 |
| Orthose . . . .   | 23,6 |         |      |
| Plagioclase . . . | 43,7 |         |      |

\*  
\*\*

On peut éviter les résidus importants sur CaO, Na<sub>2</sub>O et K<sub>2</sub>O de la manière suivante : au lieu de multiplier les analyses types de feldspath telles quelles par le pourcentage déterminé graphiquement, on peut tenir compte de ce que dans ces analyses types la chaux, la soude et la potasse ne correspondent pas exactement à 100 % de feldspath. Si l'on tient compte de cette correction, les résidus seront beaucoup plus réduits, ainsi qu'il ressort du calcul suivant pour lequel nous avons fait choix d'autres analyses types de plagioclase, afin d'indiquer l'influence du choix de ces analyses sur le résultat du calcul.

Si l'on choisit, en effet, pour le plagioclase une composition comprise entre les analyses nos 32 et 45 de l'annexe, nous obtiendrons, graphiquement, les proportions suivantes :

|                         |                           |      |
|-------------------------|---------------------------|------|
| 19,5 % d'orthose :      | analyse type n° 8 à 88    | % F, |
| 39,1 % de plagioclase : | analyse type n° 32 à 94   | % F, |
| 4,4 % de plagioclase :  | analyse type n° 45 à 96 ½ | % F. |

Avec ces données nous pouvons reprendre le calcul à partir de la ligne (4).

Les lignes (5), (6) et (7) correspondent chacune aux analyses nos 8, 32 et 45 multipliées respectivement par 19,5/0,88, 39,1/0,94 et 4,4/0,965.

Ainsi qu'on peut le constater, les résidus en CaO, Na<sub>2</sub>O et K<sub>2</sub>O se réduisent maintenant à des quantités vraiment négligeables.

Il est vrai que les analyses choisies comme types ont introduit des résidus négatifs pour le fer et pour la magnésie qui devraient remettre en question le calcul de la biotite si l'on était réellement assuré de la qualité des analyses types. Le résidu négatif d'alumine est aussi très important et ne peut être expliqué que par une erreur sur le choix de l'analyse type de la biotite ou plus vraisemblablement par le fait que la roche contient un peu de magnétite dont il n'a pas été tenu compte.

## II. — LE GRANITE DE BUTTE.

Nous avons choisi comme exemple d'un granite à biotite et hornblende le granite de Butte, dont les minéraux alfériques ont été analysés.

On suivra le calcul sur le tableau II.

L'analyse de la roche est reproduite en (1).

La ligne (2) donne le nombre correspondant de millimolécules pour ceux des oxydes dont nous avons besoin pour déterminer l'excès d'alumine et la somme *di+hy* qui interviennent dans le diagramme des minéraux alfériques. Les coordonnées du point représentatif de la roche dans ce diagramme sont

$$\begin{aligned}
 di &= (c + n + k) - al - 3.3 p \\
 \text{ou} & 71 + 45 + 45 - 155 - 4 = 2; \\
 di + hy &= (f + m + mn) - F - ti \\
 \text{ou} & 36 + 53 + 1 - 13 - 8 = 69.
 \end{aligned}$$

TABLEAU II. — Granite de

|    | SiO <sub>2</sub> | TiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | FeO   | MgO  | CaO  | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | H <sub>2</sub> O+ | H <sub>2</sub> O- |
|----|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|------|------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| 1  | 63,88            | 0,65             | 15,84                          | 2,11                           | 2,59  | 2,13 | 3,97 | 2,81              | 4,23             | 0,66              | 0,22              |
| 2  |                  | 8                | 155                            | 13                             | 36    | 53   | 71   | 45                | 45               |                   |                   |
| 3  | 4,44             | 0,43             | 1,70                           | 0,65                           | 1,70  | 1,50 | 0,00 | 0,02              | 1,13             | 0,45              | 0,15              |
| 4  | 2,05             | 0,06             | 0,29                           | 0,21                           | 0,45  | 0,53 | 0,48 | 0,03              | 0,05             | 0,10              | 0,02              |
| 5  | 57,39            | 0,16             | 13,85                          | 1,25                           | 0,44  | 0,10 | 3,49 | 2,76              | 3,05             | 0,11              | 0,05              |
| 6  |                  | 0,16             |                                |                                | 0,14  |      |      |                   |                  |                   |                   |
| 7  |                  |                  |                                | 1,25                           | 0,56  |      |      |                   |                  |                   |                   |
| 8  |                  |                  |                                |                                |       |      | 0,24 |                   |                  |                   |                   |
| 9  | 57,39            | —                | 13,85                          | —                              | -0,26 | 0,10 | 3,25 | 2,76              | 3,05             | 0,11              | 0,05              |
| 10 | 0,05             |                  | 0,05                           |                                |       |      |      |                   |                  |                   |                   |
| 11 | 0,02             |                  | 0,02                           |                                |       |      |      |                   |                  |                   |                   |
| 12 | 15,09            |                  | 4,49                           | 0,07                           | 0,02  | 0,05 | 0,12 | 0,66              | 2,71             | 0,06              |                   |
| 13 | 19,91            |                  | 9,25                           |                                |       |      | 2,92 | 2,02              | 0,31             |                   |                   |
| 14 | 0,79             |                  | 0,42                           |                                |       |      | 0,16 | 0,06              | 0,01             |                   |                   |
| 15 |                  |                  |                                | 0,17                           |       |      |      |                   |                  |                   |                   |
| 16 |                  |                  |                                | -0,24                          | -0,11 |      |      |                   |                  |                   |                   |
| 17 | 21,53            |                  |                                |                                |       |      |      |                   |                  |                   |                   |
| 18 | 0,00             | 0,00             | -0,38                          | 0,00                           | -0,17 | 0,05 | 0,05 | 0,02              | 0,02             | 0,05              | 0,05              |

La construction du diagramme vectoriel de la figure 1 nous donne  
12,4 % biotite et 4,3 % hornblende.

Si au lieu des analyses des minéraux de cette roche on s'était contenté des analyses moyennes de TRÖGER, nous aurions trouvé 14,2 % de biotite et 3,6 % de hornblende.

Au regard des lignes (3) et (4) on trouvera le calcul de la biotite et de la hornblende, qui totalisent à 12,33 et 4,32 respectivement.

Les résidus (5) 0,16 TiO<sub>2</sub>, 1,25 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> et 0,18 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> entrent respectivement dans la composition de l'ilménite (6), magnétite (7) et apatite (8).

On peut vérifier à ce stade (9) que le résidu négatif de **0,26** FeO est compensé par 0,10 MgO (correspondant à 0,18 FeO) et par 0,03 MnO (correspondant à 0,03 FeO), soit 0,21 FeO, de sorte qu'il reste un résidu de **-0,05** FeO, ce qui indique que les éléments ferro-magnésiens ont été convenablement attribués à la biotite et à la hornblende.

A ce stade (9) il resté également 3,25 de CaO; 2,76 de Na<sub>2</sub>O et 3,05 de K<sub>2</sub>O, quantités qu'on peut reporter sous forme d'un triangle auxiliaire sur le diagramme des feldspaths (figure 5).

Ce triangle correspond à 57 % d'un feldspath global F<sub>G</sub> qui peut être décomposé graphiquement en

22,2 % d'orthose (analyse type n° 10),  
et 34,8 % de plagioclase à An<sub>42,5</sub>.

Walkerville Station, Butte, Montana.

| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | MnO  | BaO  | SrO  | F     | Cl    | SO <sub>3</sub> | Σ      |                  |
|-------------------------------|------|------|------|-------|-------|-----------------|--------|------------------|
| 0,21                          | 0,07 | 0,09 | 0,02 | —     | —     | 0,34            | 99,82  |                  |
| 1,4                           | 1    |      |      |       |       |                 |        |                  |
| 0,01                          | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,09  | 0,02  | —               | 12,33  | BIOTITE.         |
| 0,02                          | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,01  | —     | —               | 4,32   | HORNBLÉNDE.      |
| 0,18                          | 0,03 | 0,07 | 0,02 | -0,10 | -0,02 | 0,34            |        |                  |
|                               |      |      |      |       |       |                 | 0,30   | ILMÉNITE.        |
|                               |      |      |      |       |       |                 | 1,81   | MAGNÉTITE.       |
| 0,18                          |      |      |      | 0,02  |       |                 | 0,44   | APATITE.         |
| —                             | 0,03 | 0,07 | 0,02 | -0,12 | -0,02 | 0,34            |        |                  |
|                               |      | 0,07 |      |       |       |                 | 0,17   | CELSIANE.        |
|                               |      |      | 0,02 |       |       |                 | 0,06   | F. SR.           |
|                               |      |      |      |       |       |                 | 23,27  | ORTHOSE.         |
|                               |      |      |      |       |       |                 | 34,41  | } PLAGIOCLASE.   |
|                               |      |      |      |       |       |                 | 1,44   |                  |
|                               |      |      |      |       |       | 0,34            | 0,25   | PYRITE*.         |
|                               |      |      |      |       |       |                 | -0,35  | MAGNÉTITE.       |
|                               |      |      |      |       |       |                 | 21,53  | QUARTZ.          |
| 0,00                          | 0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,12 | -0,02 | 0,00            | -0,42  | Résidus.         |
|                               |      |      |      |       |       |                 | 99,56  | Total            |
|                               |      |      |      |       |       |                 | + 0,26 | = O pour S + Fe* |
|                               |      |      |      |       |       |                 | 99,82  |                  |

Ce feldspath global est à 60,35 SiO<sub>2</sub> et 23,95 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ce qui correspond à 34,4 SiO<sub>2</sub> et 13,6 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Soustrayant ces quantités du résidu (9), il resterait 23,0 % de SiO<sub>2</sub>, qu'on calculerait comme quartz, et 0,2 % d'Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, qu'on négligerait.

Le mode approché de la roche serait donc égal à

|                   |        |
|-------------------|--------|
| Quartz .....      | 23     |
| Orthose .....     | 22     |
| Plagioclase ..... | 35     |
| Biotite .....     | 12     |
| Hornblende .....  | 4      |
| Accessoires ..... | 3      |
|                   | Σ = 99 |

Si l'on ne se contente pas de cette approximation et que l'on estime devoir pousser les calculs plus loin on reprendra le calcul au stade 9 à partir de l'approximation donnée par la détermination graphique précédente.

A cet effet on la pousse un peu plus en détail sous la forme

$$57 \% \text{ Fe} \left\{ \begin{array}{l} 22,2 \% \text{ d'Orthose (analyse type n}^\circ 10, \text{ à } 93 \frac{1}{2} \% \text{ F)} \\ 34,8 \% \text{ de Plagioclase } \left\{ \begin{array}{l} (33,4 \% \text{ analyse type n}^\circ 43, \text{ à } 96 \% \text{ F)} \\ (1,4 \% \text{ analyse type n}^\circ 50, \text{ à } 95 \frac{1}{2} \% \text{ F)}. \end{array} \right. \end{array} \right.$$

On remarque l'existence de résidus de BaO et SrO qui sont attribués à des molécules de celsiane (10) et de feldspath strontifère (11) syncrystallisant avec l'orthose. On calculera ces molécules à part et les additionnera à l'orthose.

Les analyses types nos 10, 43 et 50 sont alors multipliées par leur teneur respective en tenant compte de ce qu'elles ne représentent que 93  $\frac{1}{2}$ , 96 et 95  $\frac{1}{2}$  % de feldspath respectivement [lignes (12), (13) et (14)].

Dans ces conditions on obtient (18) des résidus de 0,05 CaO, 0,02 Na<sub>2</sub>O et 0,02 K<sub>2</sub>O qu'on pourra négliger.

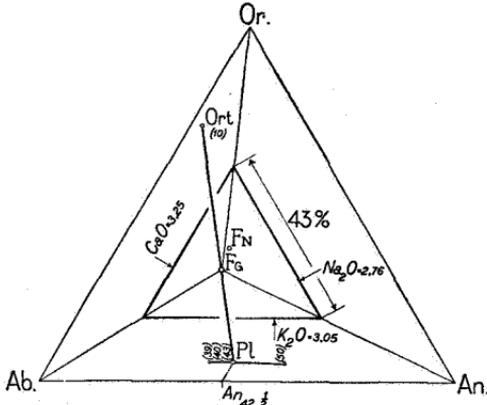


FIG. 5.

Le résidu 0,34 SO<sub>3</sub> n'étant pas négligeable, on le calculera en pyrite (15). Ceci donnera un résidu négatif sur Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> qui peut aisément être compensé par une diminution de la quantité de magnétite (16).

Le résidu de silice (17) sera finalement compté comme quartz.

Les résidus définitifs de la ligne (18) appellent le commentaire suivant :

Le déficit de **0,38** d'Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> peut paraître un peu fort. Il n'est pas dû à un mauvais partage au moyen du diagramme des minéraux alfériques, mais au fait que les analyses types de feldspath contiennent un excès d'alumine sur la proportion stoechiométrique, qui est dû probablement à l'inclusion de sérícite ou de kaolin, et dont le diagramme des minéraux alfériques ne peut, par hypothèse, tenir compte. Si l'on était certain de la qualité des analyses choisies comme types, on pourrait vouloir refaire, en deuxième approximation, le partage des minéraux alfériques, mais étant donnée l'imprécision qui porte sur la qualité de ces analyses, on comprendra que ce serait là une prestation arithmétique dont le résultat serait illusoire.

Le déficit de **0,17** FeO est compensé en partie par le résidu de MgO et celui de MnO et se réduit alors à un déficit de **0,05** FeO, que nous négligerons.

Le résidu 0,05 H<sub>2</sub>O+ sera considéré comme négligeable. On sait d'ailleurs que ce dosage n'est pas toujours susceptible d'une interprétation simple.

Le résidu 0,05 H<sub>2</sub>O- n'a aucune signification physique. Il n'a été

calculé que pour permettre une vérification des calculs arithmétiques par additions verticales et horizontales.

Les déficits de **0,12 F** et **0,02 Cl** correspondent à des éléments qui n'ont pas été dosés dans la roche et n'ont donc pas d'autre signification.

Nous en tenant à cette approximation nous admettrons comme mode définitif :

|             |      |            |      |           |     |
|-------------|------|------------|------|-----------|-----|
| Quartz      | 21,5 | Biotite    | 12,3 | Ilménite  | 0,3 |
| Orthose     | 23,5 | Hornblende | 4,3  | Magnétite | 1,5 |
| Plagioclase | 35,8 |            |      | Apatite   | 0,4 |
|             |      |            |      | Pyrite    | 0,3 |

Ce cas du granite de Butte était évidemment très favorable, parce que, non seulement ses minéraux alfériques ont été analysés, mais que même ils ont été analysés avec une précision telle qu'on pouvait pousser le calcul jusqu'au partage d'éléments tels que le BaO et le SrO.

### III. — GRANITE A RIEBECKITE, DE RAS ZEIT.

Les calculs des deux premiers exemples se sont clôturés d'une manière assez satisfaisante; le troisième exemple traité ici nous montrera un cas beaucoup moins favorable et l'usage qui peut être fait du diagramme dans ce cas.

Il s'agit d'un granite à riebeckite d'Égypte décrit par SCHÜRMAN. Suivant cet auteur, cette roche contient 38 % de quartz, 22 % d'orthose (et de microcline), 21 % d'anorthose et 19 % de riebeckite, avec des quantités accessoires d'aégyrine, de zircon, de monazite et de xénotime (qui doivent être considérées comme négligeables, puisque la somme des autres constituants est égale à 100).

La roche a été analysée par STEINWACHS (ligne 1 du tableau III) ainsi que la riebeckite qui en a été extraite (ligne 2).

Comme la riebeckite est le seul minéral mafique présent et que celui-ci a été analysé, il devrait suffire de calculer le rapport des teneurs en  $TiO_2$ ,  $Fe_2O_3$ , FeO, MgO ou MnO entre l'analyse de la roche et celle du minéral pour déterminer la proportion de la riebeckite dans la roche. En fait ce rapport varie d'un constituant à l'autre d'une manière très appréciable, ainsi qu'il ressort des chiffres de la ligne 2'; ceci dénote évidemment une erreur de détermination analytique qu'on peut interpréter probablement comme une oxydation du fer ferreux en fer ferrique dans les manipulations de séparation de la riebeckite. Si l'on admet cette hypothèse on pourra compenser l'erreur sur  $Fe_2O_3$  en FeO, de même que les erreurs sur MgO et MnO. Après quelques tâtonnements on constate qu'une teneur de 12,6 % de riebeckite donne la meilleure compensation (ligne 3).

|                 |      |                            |
|-----------------|------|----------------------------|
| Le résidu FeO = | 0,09 |                            |
| + pour MgO      | 0,09 | (=0,05 MgO exprimé en FeO) |
| + pour MnO      | 0,07 | (=0,07 MnO exprimé en FeO) |

se monte à un total de 0,25,

tandis que le déficit de  $-0,26 Fe_2O_3$  correspond à 0,23 de FeO, soit, en définitive, un résidu de 0,02 FeO.

TABLEAU III.

## Granite alcalin à riebeckite, Ras Zeit, Désert arabe, Égypte.

|    | SiO <sub>2</sub> | TiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | FeO   | MgO  | CaO  | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | H <sub>2</sub> O | MnO                     |
|----|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|------|------|-------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| 1  | 75,22            | 0,13             | 9,93                           | 2,31                           | 2,19  | 0,09 | 1,08 | 4,78              | 4,06             | 0,31             | 0,17                    |
| 2  | 48,50            | 1,35             | 0,87                           | 20,39                          | 16,70 | 0,31 | 4,42 | 5,63              | 1,09             | 0,33             | 0,79                    |
| 2' |                  | 0,094            | 0,113                          | 0,132                          | 0,290 |      |      |                   |                  |                  | 0,215                   |
| 3  | 6,11             | 0,17             | 0,11                           | 2,57                           | 2,10  | 0,04 | 0,52 | 0,71              | 0,14             | 0,04             | 0,10 = 12,61 RIEBECKITE |
| 4  | 69,11            | - 0,04           | 9,82                           | - 0,26                         | 0,09  | 0,05 | 0,56 | 4,07              | 3,92             | 0,27             | 0,07                    |
|    |                  |                  |                                | - 0,23                         | 0,09  | 0,09 |      |                   |                  |                  | 0,07 réduit en FeO      |
|    |                  |                  |                                |                                | 0,02  |      |      |                   |                  |                  |                         |
| 5  | 40,0             |                  | 11,6                           |                                |       |      | 0,6  | 4,1               | 3,9              |                  |                         |
| 6  | 29,1             | --               | - 1,8                          | --                             | --    | --   | --   | --                | --               | 0,3              | --                      |

Les teneurs restantes : 0,56 CaO; 4,07 Na<sub>2</sub>O et 3,92 K<sub>2</sub>O, permettent de construire un triangle auxiliaire correspondant à 60½ % de feldspath total représenté par le point F<sub>G</sub> (fig. 6). Ce feldspath, à 19,2 % d'alumine et à 66,0 % de silice, contient donc 11,6 % d'alumine et 40,0 % de silice (ligne 5) et laisse un résidu de 29,1 de quartz et de -1,8 d'Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Nous ne nous arrêtons pas longtemps à ce déficit important d'alumine qui nous confirme ce que nous avons déjà présumé, c'est-à-dire que l'analyse en question est défectueuse.

Le partage du feldspath global entre l'orthose et l'anorthose soulève de nouvelles difficultés. Si nous choisissons les analyses types de l'anorthose (moyenne du n° 25) et de l'orthose (moyenne des granites du n° 10), nous verrons que le point F<sub>G</sub> ne tombe pas exactement sur la droite joignant les points représentatifs de ces deux analyses;

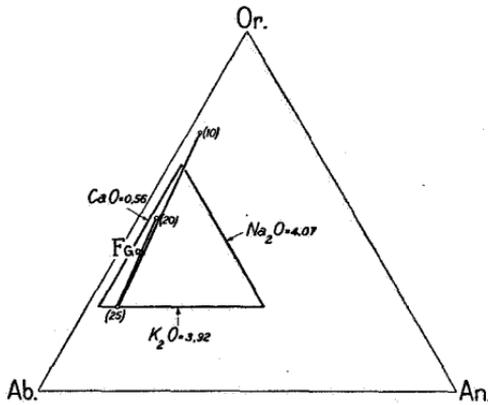


FIG. 6.

il ne s'en écarte toutefois guère, de sorte qu'on peut admettre approximativement que le feldspath global peut être partagé dans la proportion 17,7 % orthose et 42,8 % anorthose.

On objectera que le choix de l'orthose moyenne des granites pour une roche aussi riche en soude est arbitraire et qu'on pourrait obtenir un meilleur résultat en faisant choix d'une composition voisine de la moyenne des perthites.

Cette considération est corroborée par le fait que SCHÜRMAN indique le rapport 22 orthose pour 21 anorthose, ce qui indiquerait donc une orthose plus sodique, ou une perthite, par exemple le n° 20 (ou une anorthose plus proche de l'oligoclase que nous l'avons supposé).

On aura cependant été frappé de la divergence entre les chiffres de SCHÜRMAN et ceux que nous avons calculés :

|                  |      |           |                    |
|------------------|------|-----------|--------------------|
| Quartz .....     | 29,1 | contre 39 | } Σ=60,5 contre 43 |
| Orthose .....    | 17,7 | contre 22 |                    |
| Anorthose .....  | 42,8 | contre 21 |                    |
| Riebeckite ..... | 12,6 | contre 19 |                    |
| Total ...        |      | 102,2     |                    |

Ceci indique (à moins d'admettre des erreurs inexcusables de déter-

mination analytique) que l'échantillon analysé différait considérablement de celui qui a servi à la détermination du mode.

\*  
\*\*

Les méthodes de calcul proposées dans cette note n'ont rien d'original en principe. Seules la longueur des calculs et l'incertitude sur le choix des analyses types ont empêché qu'elles se généralisent. Les diagrammes dont nous proposons l'emploi peuvent en faciliter l'usage.

Les quelques exemples traités illustrent le fait que si ces diagrammes présentent, au point de vue mathématique, une précision suffisante il ne reste pas moins une grande imprécision due à l'incertitude sur le choix des analyses types et aux erreurs dans les déterminations analytiques et les définitions pétrographiques. L'expérience que nous avons acquise de ces méthodes de calcul nous a appris que ces erreurs sont malheureusement encore très fréquentes. Il est donc souhaitable que les descriptions modales des roches et leurs analyses chimiques soient soumises à un contrôle mutuel minutieux; si une analyse n'est pas recalculable ou si le mode calculé différait sensiblement du mode mesuré, il devrait être de règle de faire analyser séparément les constituants de la roche. Ce n'est d'ailleurs qu'à cette condition qu'on pourra remplacer les tableaux actuels d'analyses types par des analyses absolument sûres.

\*  
\*\*

Je tiens à remercier M. A. Meyer, qui m'a assisté dans l'élaboration de ce travail, ainsi que le Recteur de l'Université de Louvain, qui a bien voulu le subventionner.

*Louvain, Institut géologique de l'Université,  
décembre 1945.*

## ANNEXE I.

**CALCUL DES PARAMÈTRES  $G = -di$  et  $di + hy$  DES MINÉRAUX ALFÉRIQUES.**

Si nous effectuons le calcul de la norme d'une biotite, nous constaterons qu'il faut y attribuer, en général :

le titane à l'*ilménite*,  
 le fer ferrique à la *magnétite*,  
 la chaux à l'*anorthite*,  
 l'excès d'alumine au *corindon*,  
 l'excès de fer ferreux et la magnésie à l'*olivine*,  
 la soude à la *néphéline*,  
 la potasse à la *leucite*, avec un peu de *kaliophilite* (ou éventuellement un peu d'*orthose*).

Cependant, si cette biotite constitue 5 ou 10 % d'une roche, il y aura, en général, un excès suffisant de silice pour transformer toute la *kaliophilite* et la *leucite* en *orthose*, toute la *néphéline* en *albite* et toute l'*olivine* en *hypersthène*.

Nous avons donc procédé aux calculs, sans nous soucier de la quantité de silice que nous supposons devoir toujours être surabondante.

De même, dans une biotite individuelle les  $Fe_2O_3$  et  $TiO_2$  peuvent être tellement en excès sur le FeO que la norme de ce minéral isolé contiendrait de l'*oligiste* à côté (ou au lieu) de la *magnétite*. Toutefois, si cette biotite est associée dans la roche à de la hornblende ou à un autre minéral mafique, l'*oligiste* disparaîtra de la norme de la roche. Dans le calcul nous avons donc procédé toujours comme s'il y avait assez de fer ferreux pour transformer l'*oligiste* en *magnétite*. Cette considération explique qu'on puisse trouver dans certaines lépidomélanes une valeur négative pour  $hy + di$  dans le cas extrême où le  $Fe_2O_3$  prédominerait non seulement sur le FeO, mais même sur le MgO (dans la norme il subsisterait de l'*enstatite*!).

Il est facile de voir, dans ces conditions, que le calcul du *corindon* (ou *diopside* négatif) et du *diopside* + *hypersthène* se ramène aux formules que nous avons citées plus haut (et non au calcul d'une norme), à savoir :

$$G = -di = al - (k + n + c - 3,3p)$$

et

$$di + hy = (f + mn + m) - (F + t),$$

dans lesquelles  $al$ ,  $k$ ,  $n$ ,  $c$ ,  $p$ ,  $f$ ,  $mn$ ,  $m$ ,  $F$  et  $t$  représentent respectivement le nombre de millimolécules de  $Al_2O_3$ ,  $K_2O$ ,  $Na_2O$ ,  $CaO$ ,  $P_2O_5$ ,  $FeO$ ,  $MnO$ ,  $MgO$ ,  $Fe_2O_3$  et  $TiO_2$ .

On trouvera au tableau IV les analyses types de TRÖGER qui s'appliquent à la figure 2.

TABLEAU IV.

|               | Si O <sub>2</sub> | TiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | FeO   | MgO   | CaO   | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | H <sub>2</sub> O | Tot    |
|---------------|-------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------------------|------------------|------------------|--------|
| Biotite . . . | 35,58             | 2,50             | 16,10                          | 7,03                           | 14,47 | 10,20 | 0,82  | 1,46              | 8,30             | 3,60             | 100,06 |
| Hypersthène . | 51,03             | 0,55             | 2,76                           | 1,81                           | 20,53 | 19,16 | 3,62  | 0,04              | 0,01             | 0,06             | 99,57  |
| Hornblende .  | 48,10             | 0,90             | 6,16                           | 6,86                           | 10,39 | 13,10 | 11,82 | 1,69              | 0,59             | 0,78             | 100,39 |
| Augite . . .  | 50,39             | 0,51             | 4,02                           | 1,73                           | 9,39  | 15,15 | 17,82 | 0,18              | 0,09             | 0,82             | 100,10 |
| Muscovite . . | 44,95             | 0,41             | 33,51                          | 1,76                           | 0,71  | 0,81  | 0,33  | 1,34              | 10,47            | 5,30             | 99,64  |

## ANNEXE II.

## FELDSPATHS DES ROCHES.

Afin de construire le diagramme triangulaire sur lequel sont reportés les points représentatifs des feldspaths des roches, nous avons recueilli une cinquantaine d'analyses (plus quelques analyses incomplètes) qui ont été reproduites dans le tableau V.

Dans le tableau elles sont classées, d'abord pour les feldspaths alcalins, par teneur décroissante en Or; pour les feldspaths calco-sodiques, par teneur croissante en An.

Les analyses individuelles des feldspaths isolés d'une roche ont été inscrites en caractères ordinaires. Les analyses moyennes en **caractères gras**; les analyses calculées en *italiques*.

Le nom de la roche dont les minéraux ont été extraits est également inscrit en caractères ordinaires ou en **caractères gras** pour les moyennes. Un nombre entre parenthèses indique, pour ces moyennes, le nombre d'analyses sur lequel le calcul de la moyenne a porté. Lorsqu'un nom de minéral est inscrit dans la colonne des noms de roches, on a fait usage de PETITES CAPITALES.

Nous avons indiqué le poids spécifique, chaque fois que nous le connaissions.

Nous avons reporté, outre les teneurs essentielles en SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, Na<sub>2</sub>O et K<sub>2</sub>O, les teneurs accidentelles en Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> et MgO, qui sont assez fréquemment révélées par l'analyse chimique. Les teneurs en FeO, TiO<sub>2</sub>, BaO, etc., qui sont plus rarement mentionnées, ont été groupées dans une colonne spéciale, après la colonne totaux.

Outre l'analyse des feldspaths on trouvera au tableau V, sous les colonnes Or, Ab et An, la proportion moléculaire des trois molécules constituantes et sous la colonne % F la teneur de ces minéraux en un feldspath auquel on attribue l'intégralité du K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O et CaO présents dans l'analyse.

Nous avons procédé, en effet, de la manière suivante pour *reporter sur le diagramme l'analyse d'un feldspath*, par exemple l'orthose des phénocristaux du granite de Shap (n° 8 du tableau V; voir figure 7).

Suivant les droites correspondant à CaO=0,73, Na<sub>2</sub>O=2,15 et K<sub>2</sub>O=11,23, nous avons construit un triangle d'erreur. Le côté de ce triangle correspond à 12 %; donc ces teneurs correspondent à 100-12=88 %.



(1926), ainsi que les valeurs moyennes du plagioclase dans les anorthosites représentées par les points nos 41, 47, 54, 58 et 63, suivant les données du fascicule I (1924), p. 74 du même mémoire (sauf pour le no 41, dont la teneur en Ab était erronément donnée comme 55,5, au lieu de 53,5);

VI. Nous avons recueilli enfin un certain nombre d'analyses individuelles de feldspaths.

Pour la plupart celles-ci sont reprises au traité de JOHANSEN, *A Descriptive Petrography of the Igneous Rocks*, Chicago, 1932-1938.

D'autres ont été reprises à la collection d'analyses de minéraux et de roches des Indes néerlandaises, compilée par H. W. V. WILLEMS, *On the magmatic provinces in the Netherland East-Indies (Verhandelingen van het Geologisch Mijnbouwkundig Genootschap voor Nederland en Koloniën, Geologische Serie, deel 12, 1940, pp. 289-477)*

Pour beaucoup de ces analyses nous avons trouvé en même temps la description de la roche, dont le feldspath a été isolé. Lorsqu'il a été possible de les calculer, les caractères chimiques de ces roches ont été reportés sur le tableau VI, suivant le système de C.I.P.W. et suivant celui de NIGGLI.

On trouvera pour le reste la description de ces roches ci-après.

1. SHAND, *Trans. Geol. Soc. S. Afr.*, vol. 34 (1931), pp. 91-95, décrit sous le nom de *shonkinite* une roche de Palabora au Transvaal qui répond à la description suivante :

|                  |                |                         |
|------------------|----------------|-------------------------|
| 35 % microcline. | 61 % pyroxène. | 1 % sphène (ou zircon). |
|                  | x biotite.     | 3 % apatite.            |
|                  | x hornblende.  | x magnétite.            |

Le microcline et le pyroxène ayant été analysés, SHAND en a déduit par le calcul la composition chimique.

Cette roche est caractérisée par la nature de son microcline, qui est le feldspath potassique le plus pur qui ait jamais été analysé.

2. BROUWER, *C. R. Acad. Sc. Paris*, vol. 149 (1909), p. 1008; Id., *Oorsprong en Samenstelling der Transvaalsche nepheliensyenieten*, 's Gravenhage, 1910, blz. 163, a décrit une *tufavrite à eucolite* de Wijdhoek, Pilandsberg, au Transvaal, qui contient :

|   |                             |
|---|-----------------------------|
| 45 % microcline.                          | 29 % aegyrine (+pectolite). |
| 19 % néphéline (+sodalite et cancrinite). | x magnétite.                |
| 7 % eudialite et eucolite.                | x calcite.                  |

Le microcline a été analysé par SHAND, *Trans. Geol. Soc. S. Afr.*, vol. 31 (1928), p. 134.

4. BRÖGGER, *Eruptivges. Krist.*, IV, 1921, a décrit une *syénite néphélique* d'Alnö, en Suède, dont il a calculé la composition chimique sur la base du mode :

|                   |                    |                |
|-------------------|--------------------|----------------|
| 56,5 % orthose.   | 14,5 % aegyrine et | 1,5 % apatite. |
| 25,0 % néphéline. | aeg-augite.        | 2,5 % pyrite.  |
|                   |                    | x melanite.    |
|                   |                    | x zircon.      |

L'orthose a été analysée par SAHLBOM, in (p. 137) HÖGBOM, *Geol. Foren. i Stockholm Förh.*, vol. 17 (1895), pp. 128-160.

5. MÄKINEN, *Bull. Comm. Geol. Finlande*, vol. 35 (1913), p. 10, a décrit un *granite à microcline* de Tammela, Finlande, qui contient :

|                    |                  |
|--------------------|------------------|
| 26,1 % quartz.     | 2,6 % muscovite. |
| 49,0 % microcline. | 1,5 % biotite.   |
| 20,8 % albite.     |                  |

MÄKINEN a analysé le microcline. De cette analyse et du mode nous avons déduit la composition chimique grâce à laquelle ont été déterminés les paramètres et indices.

11. USSING, *Medelelser om Grönland*, vol. 38 (1911-1912), p. 154, mentionne l'analyse du feldspath d'une *naujaïte pegmatitique*.

A titre d'exemple nous avons choisi, et reporté sous le numéro 11a, une roche de Kangerdluarsuk, décrite par USSING sous le nom de naujaïte et composée de :

|                     |                   |              |
|---------------------|-------------------|--------------|
| 30 % microperthite. | 10 % aegyrine.    | × natrolite. |
| .18 % néphéline.    | 1 % arfvedsonite. |              |
| 31 % sodalite.      |                   |              |
| 3 % eudialyte.      |                   |              |
| 7 % analcime.       |                   |              |

19. H. S. WASHINGTON, *Journ. Geology*, vol. 9 (1901), p. 610, a décrit une *syénite néphélinique* de Fourche Mountain, dans l'Arkansas, dont le mode est :

|                             |                 |               |
|-----------------------------|-----------------|---------------|
| 67,6 % perthite.            | 6,9 % aegyrine. | 7,5 % kaolin. |
| 6,2 % néphéline.            | 7,9 % biotite.  | × analcime.   |
| 1,2 % noséane et<br>häüyne. | 2,7 % sphène.   | × apatite.    |
|                             |                 | × fluorite.   |
|                             |                 | × diopside.   |
|                             |                 | × calcite.    |

Le feldspath en a été analysé par NOYES (in WILLIAMS, 1890).

21. FÖRSTNER, *Z. für Krist.*, 1883, p. 125, a décrit une *anorthose* dans la rhyolite blanche de Bagno dell' Acqua, à Pantelleria.

A titre d'exemple nous donnons sous le numéro 21a une *pantellerite* décrite par WASHINGTON (1913) et reprise par TRÖGER sous le numéro 72. Cette roche comprend :

|                 |                             |
|-----------------|-----------------------------|
| 63 % anorthose. | 14 % diopside aegyrinique.  |
| 20 % quartz.    | 3 % cossyrite et éigmatite. |
|                 | × apatite et zircon.        |

22. PIRSSON, *Amer. Journ. Sci.*, 47, 1894, pp. 341-344, a décrit la *phonolite porphyrique* du culot de Devils Tower, en Wyoming, à laquelle JOHANNSEN attribue le mode approximatif :

|                 |                |               |
|-----------------|----------------|---------------|
| 75 % orthose.   | 10 % aegyrine. | × magnétite.  |
| 10 % néphéline. | 2 % sphène.    | × oligoclase. |

24. W. S. BAILEY, *U. S. G. S. Bull.*, 109 (1893), a décrit (pp. 52-56), sous le nom de « granular red rock », un *granite à anorthose* composé de :

|                   |                         |
|-------------------|-------------------------|
| 62,8 % feldspath. | 2,3 % chlorite+biotite. |
| 34,9 % quartz.    |                         |

TABLEAU V. — Feldspaths des roches.

| N° | ROCHE                                   | P.S. | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | MgO  | CaO  | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | H <sub>2</sub> O | Σ      | y compris | Proportions moléculaires |  |     | %F       | AUTEUR |                      |                      |
|----|---|------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|-------------------|------------------|------------------|--------|-----------|--------------------------|--|-----|----------|--------|----------------------|----------------------|
|    |   |      |                  |                                |                                |      |      |                   |                  |                  |        |           | Or                       | Ab   | An  |          |        |                      |                      |
| a  | ORTHOSE idéale .....                    |      | 64,77            | 18,31                          | —                              | —    | —    | —                 | 16,92            | —                | 100,00 | 100       | —                        | —  | 100 | Calculé. |        |                      |                      |
| b  | CELSIANE idéale .....                   |      | 31,9             | 27,2                           | —                              | —    | —    | —                 | 40,9             | BaO              | 100,0  | 40,9      | BaO                      | —  | —   | Calculé. |        |                      |                      |
| c  | F.-STRONTIFÈRE idéal .....              |      | 36,8             | 31,4                           | —                              | —    | —    | —                 | 34,8             | SrO              | 100,0  | 34,8      | SrO                      | —  | —   | Calculé. |        |                      |                      |
| 1  | « Shonkinite » Palabora, Transvaal.     |      | 63,18            | 18,18                          | 1,02                           | 0,03 | 0,74 | 0,07              | 15,90            | 0,36             | 99,99  | 0,51      | BaO                      | 95½  | 1   | 3½       | 98     | SHAND.               |                      |
| 2  | Lujavrite Pilsandberg, Transvaal.       |      | 63,38            | 18,06                          | 0,93                           | —    | —    | —                 | 0,37             | 0,74             | 15,68  | 0,37      | 100,14                   | 0,17 H <sub>2</sub> O-<br>0,28 BaO<br>0,16 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 92  | 6½       | 1½     | 100½                 | TSCHERWINSKI-TRÖGER. |
| 3  | Rhyolite (phénocristaux).               |      | 64,26            | 19,02                          | —                              | —    | —    | —                 | 0,58             | 1,26             | 12,76  | —         | 97,88                    | —  | 83½ | 13       | 3½     | 90                   | TSCHERWINSKI-TRÖGER. |
| 4  | Syérite néphéltmique Ainô.              |      | 62,10            | 19,46                          | —                              | 1,08 | 0,89 | 1,19              | 42,85            | 0,67             | 99,69  | 1,45      | BaO                      | 83½  | 11½ | 5        | 90½    | —                    |                      |
| 5  | Granite à microcline Tammela, Finlande. |      | 65,86            | 19,10                          | 0,20                           | —    | —    | —                 | 0,18             | 1,80             | 14,11  | 0,21      | 100,46                   | —  | 83  | 16½      | ½      | 99½                  | —                    |
| 6  | Pegmatite graphique Hitterô, Norvège.   |      | 65,42            | 18,51                          | 0,20                           | —    | —    | —                 | 0,17             | 2,33             | 12,97  | 0,20      | 99,80                    | —  | 78  | 21       | 1      | 97                   | —                    |
| 7  | Granite Lough Dan, Irlande.             |      | 65,05            | 17,72                          | —                              | —    | —    | —                 | 0,23             | 2,75             | 13,42  | 0,36      | 99,53                    | —  | 75½ | 23½      | 1      | 104                  | HAUGHTON.            |
| 8  | Granite Shap Fell, Westmoreland.        |      | 65,41            | 18,97                          | —                              | 0,01 | 0,73 | 2,15              | 11,23            | —                | 99,01  | 0,51      | FeO tr. MnO              | 74   | 21½ | 4½       | 88     | HARKER & MARR-COHEN. |                      |

A. — FELDSPATHS POTASSIQUES : ORTHOSE, MICROCLINE, SAININE, PÉRHITES (ainsi que les molécules idéales de celsiane et de feldspath strontifère qui syncrystallisent avec l'orthose).

|    |   |       |       |       |      |      |       |        |        |                  |                  |                  |                          |
|----|---|-------|-------|-------|------|------|-------|--------|--------|------------------|------------------|------------------|--------------------------|
| 9  | Granite<br>Glennalure, Irlande.                 | 64,48 | 19,04 | 1,02  | —    | 2,64 | 40,74 | 0,78   | 98,70  | 72 $\frac{1}{2}$ | —                | 86               | HAUGHTON.                |
| 10 | Granite (82)                                    | 65,28 | 18,93 | 0,33  | 0,15 | 2,79 | 11,44 | 0,25   | 99,80  | 70 $\frac{1}{2}$ | 3                | 93 $\frac{1}{2}$ | TSCHIRWINSKI.            |
| 11 | Naujaite pegmatitique                           | 65,86 | 18,76 | —     | —    | 3,34 | 12,04 | 100,00 | —      | 70               | —                | 99 $\frac{1}{2}$ | USSING.                  |
| 12 | Pegmatite graphique                             | —     | —     | —     | —    | —    | —     | —      | —      | —                | —                | —                | Annexe III.              |
| 13 | Syénite (et pegm. syén.)                        | 2,56  | 64,13 | 19,40 | 1,09 | 2,68 | 11,71 | 99,01  | —      | 70               | 24 $\frac{1}{2}$ | 98               | TSCHIRWINSKI-<br>TRÖGER. |
| 14 | Gabbro  | 2,60  | 62,65 | 20,02 | 1,27 | 2,52 | 11,33 | 97,79  | —      | 69 $\frac{1}{2}$ | 23 $\frac{1}{2}$ | 7                | 94 $\frac{1}{2}$         |
| 15 | Granite<br>Three Rock Mt, Irlande.              | 65,40 | 17,71 | 1,77  | —    | 3,26 | 10,68 | 0,69   | 99,51  | 68               | 32               | —                | 90 $\frac{1}{2}$         |
| 16 | R. basaltiques                                  | 2,57  | 65,81 | 19,85 | 0,47 | 3,45 | 9,84  | 99,42  | —      | 63               | 34               | 3                | 90                       |
| 17 | Phonolite<br>(phénocristaux).                   | 2,58  | 65,45 | 19,00 | 0,49 | 4,23 | 9,51  | 98,68  | —      | 58 $\frac{1}{2}$ | 39               | 2 $\frac{1}{2}$  | 94                       |
| 18 | Trachyte<br>(phénocristaux).                    | 2,57  | 65,60 | 18,85 | 1,05 | 4,35 | 8,82  | 98,67  | —      | 53 $\frac{1}{2}$ | 41               | 5 $\frac{1}{2}$  | 95                       |
| 19 | Syénite néphélinique<br>Fourche Mnt., Arkansas. | 66,39 | 18,13 | 1,44  | 0,16 | 5,36 | 8,51  | 0,42   | 100,47 | 51               | 48 $\frac{1}{2}$ | 4 $\frac{1}{2}$  | 96                       |
| 20 | PERTHITE  | 2,60  | 64,45 | 19,65 | 0,94 | 5,58 | 8,14  | 98,76  | —      | 47               | 48 $\frac{1}{4}$ | 4 $\frac{1}{2}$  | 100                      |



|     |   |       |       |       |      |      |      |      |        |       |                  |       |        |        |        |                                     |
|-----|---|-------|-------|-------|------|------|------|------|--------|-------|------------------|-------|--------|--------|--------|-------------------------------------|
| 31  | Essexite<br>Mount-Johnson, Québec.            | 62,05 | 22,60 | 0,75  | 3,96 | 7,95 | 1,80 | 0,80 | 99,91  | 5,04  | TiO <sub>2</sub> | 41    | 70     | 19     | 98     |                                     |
| 32  | Granite (19)                                  | 62,24 | 23,07 | 0,81  | 0,16 | 4,14 | 7,66 | 1,44 | 99,52  |       |                  | 9     | 70 1/2 | 20 1/2 | 94     | Tschirwinski.                       |
| 33  | Syénite                                       | 2,62  | 63,51 | 22,56 |      | 4,20 | 8,02 | 0,95 | 99,24  |       |                  | 6     | 73     | 21     | 94     | Tschirwinski-<br>Tröger.            |
| 34  | Diabase quartzifère<br>Whin Sill.             | 61,18 | 19,95 | 3,20  | 0,92 | 5,45 | 4,70 | 2,83 | 1,13   | 99,36 |                  | 20    | 49     | 31     | 84     | TEALL.                              |
| 34' | Diabase quartzifère<br>Whin Sill.             | 58,79 | 24,42 | 2,30  | 0,00 | 5,30 | 5,67 | 3,49 | 0,00   | 99,97 |                  | 21    | 52     | 27     | 97 1/2 | Recalculé.                          |
| 35  | Kjelsasite<br>Kjelsas, Norvège.               | 63,91 | 22,06 | 0,63  | 5,70 | 6,40 | 1,21 | 0,26 | 100,17 |       |                  | 8     | 62     | 30     | 90     |                                     |
| 36  | Andésite à hornblende<br>Mont Tiwaan, Bornéo. | 2,59  | 60,80 | 25,40 | 0,36 | 6,00 | 7,25 | 0,22 | 0,60   |       |                  | 1     | 68     | 31     | 92     | FRENZEL.                            |
| 37  | PLAGIOCLASE PROBABLE (33)                     | —     | —     | —     | —    | —    | —    | —    | —      |       |                  | 5,2   | 61,6   | 33,2   | —      | VOGT.                               |
| 38  | Dungannonite<br>Dungannon, Ontario.           | 57,15 | 26,74 | 0,25  | 0,59 | 6,66 | 6,83 | 0,38 | 0,90   | 99,50 |                  | 2 1/2 | 63 1/2 | 34     | 93     | EVANS.                              |
| 39  | Trachyte<br>(phénocristaux).                  | 57,28 | 25,44 |       | 7,62 | 6,64 | 0,91 |      | 97,89  |       |                  | 5 1/2 | 58     | 36 1/2 | 99     | Tschirwinski-<br>Tröger.            |
| 40  | Essexite                                      | 56,91 | 26,49 |       | 8,55 | 6,73 | 0,96 |      | 99,64  |       |                  | 5 1/2 | 55     | 39 1/2 | 106    | Tschirwinski-<br>Tröger.            |
| 41  | Anorthosite                                   | —     | —     | —     | 8,27 | 6,13 | 1,13 |      |        |       |                  | 6 1/2 | 53 1/2 | 40     | —      | VOGT, I, p. 74.                     |
| 42  | Cendres volcaniques<br>Karakatau, 1883.       | 58,29 | 27,19 |       | 8,27 | 5,82 | 1,22 |      |        |       |                  | 7 1/2 | 52     | 40 1/2 | 98     | RETERS.<br>Tschirwinski-<br>Tröger. |
| 43  | Dacite et andésite<br>(phénocristaux).        | 2,66  | 57,33 | 26,63 | 8,40 | 5,84 | 0,94 |      | 99,14  |       |                  | 5 1/2 | 52 1/2 | 42     | 96     |                                     |

TABLEAU V. — Feldspaths des roches (suite).

| N° | ROCHE                              | P. S. | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | MgO   | CaO   | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | H <sub>2</sub> O | Σ      | y compris             | Proportions moléculaires |        |        | % F    | AUTEUR               |
|----|------------------------------------|-------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|-------|-------------------|------------------|------------------|--------|-----------------------|--------------------------|--------|--------|--------|----------------------|
|    |                                    |       |                  |                                |                                |       |       |                   |                  |                  |        |                       | Or                       | Ab     | An     |        |                      |
| 44 | PLAGIOCLASE PROBABLE (41) ...      | —     | —                | —                              | —                              | —     | —     | —                 | —                | —                | —      | —                     | 5,0                      | 52,3   | 42,7   | —      | VOGT, II, p. 48.     |
| 45 | Diorite .....                      | 2,69  | 55,11            | 27,52                          | —                              | —     | 9,39  | 5,02              | 1,33             | 98,37            | 98,37  | —                     | 8                        | 45 1/2 | 46 1/2 | 96 1/2 | TSCHIRWINSKI-TRÖGER. |
| 46 | Gabbro<br>Susimäki, Finlande.      | 55,29 | 28,93            | 0,00                           | 0,00                           | 9,90  | 5,04  | 0,70              | 0,22             | 100,08           | 100,08 | 0,00 FeO              | 4 1/2                    | 46     | 49 1/2 | 96     | PALMUNEN.            |
| 47 | Anorthosite .....                  | —     | —                | —                              | —                              | —     | 10,50 | 5,43              | 0,86             | —                | —      | —                     | 5                        | 45     | 50     | —      | VOGT, I, p. 74.      |
| 48 | Norite<br>Flakstadöen, Lofoten.    | 55,18 | 29,02            | —                              | —                              | 10,02 | 4,88  | 1,00              | —                | 100,10           | 100,10 | —                     | 6 1/2                    | 44     | 49 1/2 | 97     | VOGT.                |
| 49 | PLAGIOCLASE PROBABLE (67) ...      | —     | —                | —                              | —                              | —     | —     | —                 | —                | —                | —      | —                     | 4,8                      | 42,8   | 52,4   | —      | VOGT, II, p. 48.     |
| 50 | Basalte .....                      | 2,70  | 53,56            | 28,42                          | —                              | —     | 10,83 | 4,27              | 0,84             | 97,92            | 97,92  | —                     | 5                        | 40     | 55     | 95 1/2 | TSCHIRWINSKI-TRÖGER. |
| 51 | Hyalo-andésite<br>Merapi, Java.    | 2,690 | 53,95            | 27,45                          | 1,09                           | tr.   | 11,48 | 4,51              | 0,79             | 0,48             | 99,75  | —                     | 4 1/2                    | 40     | 55 1/2 | 100    | LAGORIO.             |
| 52 | Gabbro et norite .....             | 2,71  | 52,45            | 29,31                          | —                              | —     | 11,82 | 4,12              | 1,47             | 99,12            | 99,12  | —                     | 8 1/2                    | 35 1/2 | 56     | 102    | TSCHIRWINSKI-TRÖGER. |
| 53 | Gabbro-diabase<br>Montreal.        | 49,06 | 30,96            | 0,55                           | 0,45                           | 13,65 | 4,79  | 0,56              | 0,76             | 100,00           | 100,00 | 0,18 TiO <sub>2</sub> | 3                        | 39     | 56     | 108    | ROBERTSON.           |
| 54 | Anorthosite .....                  | —     | —                | —                              | —                              | —     | 12,29 | 4,10              | 0,65             | —                | —      | —                     | 3,8                      | 36,2   | 50     | —      | VOGT, I, p. 74.      |
| 55 | Cuyamite<br>Point Sal, Californie. | 52,72 | 30,46            | —                              | —                              | 11,61 | 3,70  | 0,42              | 1,44             | 99,75            | 99,75  | —                     | 3                        | 37     | 60     | 88 1/2 | FAIRCHILD.           |
| 56 | Voir 48 .....                      | 52,42 | 31,25            | —                              | —                              | 14,98 | 3,44  | 0,97              | —                | 100,06           | 100,06 | —                     | 6 1/2                    | 32     | 61 1/2 | 94     | VOGT.                |

|    |  |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |                  |                  |
|----|--|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------------------|------------------|
| 57 | PLAGIOCLASE PROBABLE (48) ...                    | —     | —     | —     | —     | —     | —    | 3,2  | 33,9 | 62,9 | —    | VOGT, II, p. 48. |                  |
| 58 | <b>Anorthosite</b> .....                         | —     | —     | 14,27 | 3,10  | 0,43  | —    | 2,5  | 27,5 | 70   | —    | VOGT, I, p. 74.  |                  |
| 59 | PLAGIOCLASE PROBABLE (21) ...                    | —     | —     | —     | —     | —     | —    | 3,0  | 24,2 | 72,8 | —    | VOGT, II, p. 48. |                  |
| 60 | Gabbro-diorite .....<br>Sih Sherbrooke, Ontario. | 48,12 | 34,54 | 0,36  | tr.   | 16,30 | 1,91 | 0,45 | 1    | 17½  | 81½  | 98               | LAWSON.          |
| 61 | PLAGIOCLASE PROBABLE (22) ...                    | —     | —     | —     | —     | —     | —    | 2,1  | 14,7 | 83,2 | —    | VOGT, II, p. 48. |                  |
| 62 | Kedabekite .....<br>Kedabek, Caucase.            | 46,31 | 33,28 | 1,15  | 0,12  | 17,33 | 1,67 | 0,13 | 1    | 15   | 84   | 100½             | FEDEROW-KUPFER.  |
| 63 | <b>Anorthosite</b> .....                         | —     | —     | —     | —     | 17,20 | 1,57 | 0,17 | 1    | 14   | 85   | —                | VOGT, I, p. 74.  |
| 64 | Gabbro .....<br>San Luis Rey, Californie.        | 43,77 | 36,11 | 0,69  | 0,07  | 18,73 | 0,67 | 0,14 | 1    | 6    | 93   | 99               | MILLER-GONVER.   |
| 65 | PLAGIOCLASE PROBABLE (22) ...                    | —     | —     | —     | —     | —     | —    | —    | 1,8  | 4,9  | 93,3 | —                | VOGT, II, p. 48. |
| c  | ANORTHITE idéale .....                           | 43,18 | 36,65 | —     | 20,17 | —     | —    | —    | —    | 100  | 100  | 100              | Calculé.         |

Le feldspath est presque exclusivement de l'anorthose avec un peu d'oligoclase.

Analyses de HILLEBRAND.

31. F. D. ADAMS, *Journal of Geology*, vol. 11 (1903), p. 265, a décrit une *essexite* du mont Johnson, en Québec (analysée par NORTON et EVANS), qui contient :

|                  |                 |                              |
|------------------|-----------------|------------------------------|
| 64 % oligoclase. | 9 % pyroxène.   | 2 % apatite.                 |
| 6 % néphéline.   | 8 % hornblende. | 9 % magnétite+ilmé-<br>nite. |
|                  | 2 % biotite.    |                              |
|                  | pas d'olivine.  |                              |

34. Le *Whin Sill* est une nappe intrusive dans le Carbonifère inférieur du Durham, Cumberland et Northumberland, d'une épaisseur de 6 à 45 m (en moyenne 30) et qui affleure sur une distance d'une centaine de kilomètres. La roche en est un gabbro quartzifère à structure ophitique que les Américains appelleraient une *diabase quartzifère* et que les Anglais appellent une *dolerite quartzifère*.

Le plagioclase en a été analysé par TEALL, *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. 40 (1884), pp. 640-657; mais cette analyse témoigne que malgré les précautions prises pour séparer le feldspath il s'y est mêlé des impuretés représentant environ 16 %; en effet, si l'on attribue au feldspath la chaux, la soude et la potasse on obtient 84 % d'une oligoclase-andésine à  $Or_{20}Ab_{49}An_{31}$ .

TEALL a attiré l'attention sur cette analyse qui, selon lui, témoignait d'un départ de chaux. Il croyait, en effet, devoir obtenir un plagioclase à proportion définie tel que  $(Or+Ab)_1 . An_1$ .

Cette analyse est remarquable par la teneur élevée en potasse qui dépasse de loin les limites admises par VOGT.

Nous avons, d'autre part, essayé de voir si les impuretés de ce feldspath ne seraient pas dues au mélange du pyroxène, dont TEALL donne aussi l'analyse.

En attribuant à ce pyroxène les 0,92 % MgO dans l'analyse du feldspath, en transformant le FeO en  $Fe_2O_3$ , en partageant proportionnellement les alcalis qui ont été dosés globalement dans le pyroxène et en attribuant à du quartz la silice en excès nous obtenons le feldspath recalculé du n° 34'.

A titre d'exemple (n° 34a) nous avons recherché les paramètres et indices d'une analyse (par HARWOOD) de cette roche décrite par HOLMES comme contenant :

|                          |                                   |                |
|--------------------------|-----------------------------------|----------------|
| 6,8 % quartz.            | 36,8 % pyroxène                   | 0,7 % apatite. |
| 4,5 % feldspath alcalin. | 8,9 % magnétite (et<br>ilménite). | 0,7 % calcite. |
| 40,4 % plagioclase.      |                                   |                |

JOHANNSEN, en commentant ce mode calculé, remarque « probably part of the orthoclase is contained in the plagioclase ».

35. BRÖGGER, *Skr. Vidensk.-Selsk. Kristiana, M. N. Kl.*, (1933), pt 1, p. 45, a décrit comme akérite essexitique riche en plagioclase la roche de Kjelsas, près d'Oslo, dont le plagioclase a été analysé.

TRÖGER (n° 275 de son *Kompendium*) a calculé pour cette roche le mode suivant :

|                   |                         |                                   |
|-------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| 53 % plagioclase. | 11 % augite - diopside+ | 6 % minerais.                     |
| 19 % orthose.     | hornblende brune.       | 5 % quartz, apatite<br>et pyrite. |
|                   | 6 % lepidomélane.       |                                   |

36. R. D. M. VERBEEK, *Jaarboek Mijnwezen in Nederlandsch Oost-Indië*, vol. 4, I (1875), p. 79, décrit une *andésite à hornblende* du mont Tiwaan, à Bornéo, qui contient du plagioclase, du quartz, de la hornblende et de la magnétite.

Le plagioclase en a été analysé.

Analyses d'A. FRENZEL.

38. ADAMS et BARLOW, *Trans. Roy. Soc. Canada*, II (4) (1909), p. 64; *Id.*, *Geol. Survey, Canada*, Memoir 6 (1910), p. 319, ont décrit, sous le nom de *dungannonite*, une roche dont le mode est :

|                |                |                |                |
|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 72 % andésine. | 13 % corindon. | 3 % muscovite. | 0,4 % calcite. |
| 3 % néphéline. |                | 5 % biotite.   |                |
| 2 % scapolite. |                | 1 % magnétite. |                |

Analyses d'EVANS.

42. R. D. M. VERBEEK, *Krakatau*, II, 1885, p. 301, donne l'analyse (par J. W. RETGERS) de cendres volcaniques de l'éruption du 27 août 1883, recueillies à Buitenzorg, sur l'île de Java.

Le feldspath (analysé également par RETGERS) en a été décrit à la page 258.

46. PALMUNEN, *Fennia*, vol. 45 (1925), pp. 8-12, décrit un *gabbro* de Susimäki, en Finlande, composé de :

|                     |                    |                |
|---------------------|--------------------|----------------|
| 63,3 % plagioclase. | 4,0 % biotite.     | 2,0 % apatite. |
|                     | 25,0 % hornblende. | 0,4 % pyrite.  |
|                     | 5,3 % ilménite.    |                |

60. MILLER, *American Geologist*, vol. 24 (1899), pp. 276-282, a décrit, sous le nom d'*anorthosite à bytownite*, une roche de South-Sherbrooke, dans l'Ontario, qui contient :

|                 |                  |
|-----------------|------------------|
| 78 % bytownite. | 22 % hornblende. |
|-----------------|------------------|

N. B. — Cette roche est trop riche en hornblende pour être une anorthosite; elle est un *gabbro*, si l'on en juge par la teneur en chaux de son plagioclase; une *diorite*, si l'on s'en tient à son indice de coloration.

62. FEDOROW, *Ann. géol. et min. de la Russie*, IV (1901), p. 135; *Id.*, *Ann. Inst. agronomique de Moscou*, 7 (1901), p. 45, a décrit, sous le nom de *kédabékite*, un *gabbro* à andradite de Kedabek dans le Caucase.

Cette roche contient :

|                 |                 |                                    |
|-----------------|-----------------|------------------------------------|
| 46 % bytownite. | 29 % andradite. | 25 % hedenbergite (vio-<br>laite). |
|-----------------|-----------------|------------------------------------|

TABLEAU VI. — Caractères chimiques des

| N <sup>o</sup> | ROCHE   | AUTEUR                    | PARAMÈTRES C. I. P. W. |                   |                   |                   |
|----------------|---|---------------------------|------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                |   |                           | Classe                 | Saliques          |                   |                   |
|                |   |                           |                        | Ordre.            | Rang.             | Sub-R.            |
| 1              | « Shonkinite » .....<br>Palabora, Transvaal.              | SHAND.                    | III (IV)               | 5                 | 1''               | 1''               |
| 2              | Lujavrite .....<br>Pilandersberg, Transvaal.              | BROUWER-PISANI.           | II                     | 5''               | 1                 | 4''               |
| 4              | Syénite néphélinique .....<br>Alnö, Suède.                | BRÖGGER-SAHLBOM.          | II                     | ''6               | 2                 | 3                 |
| 5              | Granite à microcline .....<br>Tammela, Finlande.          | Analyse calculée.         | I                      | 4                 | 1                 | ( <sup>2</sup> )3 |
| 6              | Pegmatite graphique .....<br>Hitterö, Norvège.            | Analyse calculée.         | I                      | ( <sup>3</sup> )4 | 1                 | 2                 |
| 11a            | Naujaite .....<br>Kangerdluarsuk.                         | USSING.                   | (I)II                  | 7( <sup>8</sup> ) | 1                 | 4''               |
| 19             | Syénite néphélinique .....<br>Fourche Mountain, Arkansas. | WASHINGTON.               | I''                    | 5                 | 1''               | 3( <sup>4</sup> ) |
| 21a            | Pantellerite .....<br>Pantelleria.                        | WASHINGTON.               | ''II                   | 4                 | 1                 | 3''               |
| 22             | Phonolite porphyrique .....<br>Devils Tower, Wyoming.     | PIRSSON.                  | I''                    | 5( <sup>6</sup> ) | 1                 | 4                 |
| 23             | Larvikite .....<br>Byskoven, Larvik, Norvège.             | MERIAN.                   | I                      | 5                 | 2                 | ''4               |
| 24             | Granite à anorthose .....<br>Pigeon Point, Minnesota.     | BAILEY-HILLEBRAND.        | I                      | ''4               | 1''               | 3                 |
| 31             | Essexite .....<br>Mount-Johnson, Québec.                  | ADAMS-NORTON<br>& EVANS.  | II''                   | 5''               | ''3               | 4                 |
| 34a            | Diabase quartzifère .....<br>Whin Sill.                   | HOLMES-HARWOOD.           | (II) III               | ( <sup>4</sup> )5 | ( <sup>3</sup> )4 | 4                 |
| 35             | Kjelsasite .....  | BRÖGGER.                  | II                     | ''5               | 2( <sup>3</sup> ) | 4                 |
| 36             | Andésite à hornblende .....<br>Mont Tiwaan, Bornéo.       | VERBEEK-FRENZEL.          | I                      | 2                 | 3                 | 4                 |
| 38             | Dungannonite .....<br>Dungannon township, Ontario.        | ADAMS<br>& BARLOW, EVANS. | I(I)II                 | 5                 | 3                 | 4( <sup>5</sup> ) |
| 42             | Cendres volcaniques .....<br>Krakatau, VIII-1883.         | VERBEEK-RETGERS.          | I (II)                 | 4                 | ( <sup>2</sup> )3 | 4''               |

roches dont le feldspath a été analysé.

| PARAM. C. I. P. W. |         |       |        | INDICES DE NIGGLI |     |     |     |      |      |      |               | Type magmatique              |
|--------------------|---------|-------|--------|-------------------|-----|-----|-----|------|------|------|---------------|------------------------------|
| Fémiques           |         |       |        | si                | al. | fm. | c.  | alk. | k.   | mg.  | alk<br>al-alk |                              |
| Ordre.             | Section | Rang. | Sub-R. |                   |     |     |     |      |      |      |               |                              |
| 1                  | 1       | 3     | 2      | 130               | 10  | 38½ | 42½ | 9    | 0,92 | 0,74 | 9             | ~ missouritique.             |
| 2 <sup>(3)</sup>   | 1       | 3''   | 4      | 157               | 24½ | 28  | 15  | 32½  | 0,17 | 0,11 | -4,07         | Lujavritique.                |
| 2                  | 3       | 2     | 4''    | 157               | 34  | 24½ | 8½  | 33   | 0,49 | 0,14 | 33            | Natrosyémitique.             |
|                    |         |       |        | 440               | 50  | 3½  | 1   | 45½  | 0,61 | ?    | 10            | Aplitogranitique.            |
|                    |         |       |        | 551               | 51½ | 1   | 1   | 47½  | 0,82 | ?    | 12            | Aplitogranitique.            |
|                    |         |       |        | 142               | 39½ | 9   | 2½  | 49   | 0,16 | 0,0  | -5,3          | Urtitique.                   |
|                    |         |       |        | 228               | 44  | 15  | 3½  | 37½  | 0,37 | 0,28 | 55,5          | Nordmarkitique.              |
|                    |         |       |        | 325               | 32½ | 27  | 1½  | 39   | 0,35 | 0,06 | -3,2          | Evisitique.                  |
|                    |         |       |        | 234               | 42  | 8   | 6   | 44   | 0,26 | 0,06 | -27           | Nordmarkitique.              |
|                    |         |       |        | 206               | 41½ | 17½ | 11½ | 29½  | 0,34 | 0,06 | 2,39          | Monzofoyaitique.             |
|                    |         |       |        | 392               | 41  | 19  | 4½  | 35½  | 0,48 | 0,24 | 5,2           | Rapakiwitique.               |
| 3                  | 3       | 2''   | 3''    | 132               | 31½ | 28½ | 23  | 17   | 0,19 | 0,33 | 1,22          | Essexitique.                 |
| 2                  | 1       | 2     | 3      | 129               | 20  | 47  | 26  | 7    | 0,23 | 0,46 | 0,55          | Gabbrôide/gabbro-dioritique  |
|                    |         |       |        | 179               | 32  | 27½ | 20½ | 20   | 0,30 | 0,24 | 1,6           | Essexo-dioritique.           |
|                    |         |       |        | 273               | 45½ | 16½ | 18½ | 19½  | 0,27 | 0,50 | 0,71          | ~ leucoquartzdioritique      |
|                    |         |       |        | 141               | 57  | 9   | 18  | 16   | 0,14 | 0,44 | 3,9           | Monzofoyaitique/corinditique |
|                    |         |       |        | 269               | 38  | 26½ | 13½ | 22   | 0,12 | 0,30 | 1,35          | Normalgranitique (sauf k)    |

| N°          | ROCHE  | AUTEUR                           | PARAMÈTRES C.I.P.W. |                  |                  |                   |
|-------------|--|----------------------------------|---------------------|------------------|------------------|-------------------|
|             |  |                                  | Classe              | Saliques         |                  |                   |
|             |  |                                  |                     | Ordre.           | Rang.            | Sub-R.            |
| 46          | Gabbro .....<br>Susimäki, Finlande.                | PALMUNEN.                        | II                  | 5                | 3 <sup>(4)</sup> | "5                |
| 48<br>et 56 | Norite .....<br>Flakstadøen, Lofoten.              | VOGT.                            | II                  | 5                | 4                | 4                 |
| 51          | Hyaloandésite .....<br>Merapi, XII-1876, Java.     | LAGORIO.                         | II                  | 5                | 3                | "4                |
| 53          | Gabbro-diabase .....<br>Montréal.                  | BANCROFT &<br>HOWARD, ROBERTSON. | III                 | 5 <sup>(6)</sup> | 4                | ( <sup>4</sup> )5 |
| 55          | Cuyamite .....<br>Point Sal, Californie.           | FAIRCHILD.                       | II''                | 5 <sup>(6)</sup> | 3                | ( <sup>4</sup> )5 |
| 56          | Voir 48.   |                                  |                     |                  |                  |                   |
| 60          | Gabbro-diorite .....<br>South Sherbrooke, Ontario. | MILLER-LAWSON.                   | I (II)              | 5                | 5                | 4''               |
| 62          | Kedabékite .....<br>Kedabek, Caucase.              | FEDOROW-KUPFFER.                 | III                 | 5                | 5                | ( <sup>4</sup> )5 |
| 64          | Gabbro .....<br>San Lujs Rey, Californie.          | MILLER-GONYER.                   | II                  | 5                | 5                | "5                |

48 (et 56). VOGT, *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. 65 (1909), pp. 81-103, a décrit une *norite* de la ferme de Napp, à Flakstadøen, dans les Lofoten, dont le mode est :

|                     |                     |                  |
|---------------------|---------------------|------------------|
| 70,6 % plagioclase. | 2,3 % biotite.      | 7,9 % magnétite. |
|                     | 10,0 % hypersthène. | 0,1 % apatite.   |
|                     | 10,0 % diallage.    |                  |

L'analyse 56 se rapporte aux phénocristaux de plagioclase et l'analyse 48 à celle des cristaux de la pâte.

51. A. LAGORIO, *Tschermak min. pet. Mitth.*, vol. 8 (1887), p. 467, a décrit une *andésite* de l'éruption de décembre 1876 du Merapi, sur l'île de Java.

Cette roche contient du plagioclase, de l'augite, de l'hypersthène, de l'apatite, de la magnétite et du verre.

Le feldspath en a été analysé par le même auteur.

| PARAM C. I. P. W. |         |                  |                  | INDICES DE NIGGLI |     |     |     |      |      |      |               |                         | Type magmatique |
|-------------------|---------|------------------|------------------|-------------------|-----|-----|-----|------|------|------|---------------|-------------------------|-----------------|
| Fémiques          |         |                  |                  | si                | al. | fm. | c.  | alk. | k.   | mg.  | alk<br>al-alk |                         |                 |
| Ordre             | Section | Rang.            | Sub-R.           |                   |     |     |     |      |      |      |               |                         |                 |
| 2 <sup>(3)</sup>  | 2       | 2                | 3                | 123               | 29½ | 29  | 29½ | 12   | 0,07 | 0,55 | 0,66          | Ossipitique.            |                 |
| 2''               | 1       | ''2              | ''3              | 119               | 30½ | 34½ | 26  | 9    | 0,20 | 0,43 | 0,41          | Ossipitique.            |                 |
|                   |         |                  |                  | 174               | 32½ | 32  | 20  | 15½  | 0,32 | 0,48 | 0,92          | Péléitique/tonalitique. |                 |
| 2                 | (1)2    | 2''              | 2 <sup>(3)</sup> | 82½               | 17½ | 47½ | 31  | 4    | 0,10 | 0,49 | 0,27          | Issitique.              |                 |
| 1 <sup>(2)</sup>  | 2       | 2''              | 2 <sup>(3)</sup> | 122               | 27  | 32  | 25  | 16   | 0,14 | 0,55 | 1,5           | Essexitique.            |                 |
|                   |         |                  |                  | 112               | 42  | 13  | 39½ | 5½   | 0,17 | 0,56 | 0,16          | ~ anorthositique.       |                 |
| ''2               | 1       | 3 <sup>(4)</sup> | 3                | 92                | 23  | 26½ | 49  | 1½   | 0,08 | 0,32 | 0,07          | .....                   |                 |
| (1)2              | 4       | 1                | 2                | 85                | 29  | 41  | 28½ | 1½   | 0,08 | 0,61 | 0,05          | Pyroxénitogabbroïde.    |                 |

53. BANCROFT et HORWARD, *Trans. Roy. Soc. Canada*, vol. 17 (1923), p. 32, décrivent un *gabbro-diabase* de Montréal, analysé par ROBERTSON et qui contient :

49,5 % labrador.

22,8 % augite.

16,8 % hornblende+biotite.

0,9 % olivine.

10,0 % minerais.

55. FAIRCHILD, *Bull. Dept. Geol. Univ. California*, vol. 2 (1896), p. 30, a décrit, sous le nom de *teschénite à analcime*, une roche de Point Sal, en Californie, dont JOHANNSEN a fait le type de la *cuyamite*.

Elle contient :

43 % labrador.

32 % augite.

0,4 % apatite.

20 % analcime.

4 % magnétite.

x pyrite.

x calcite.

56. Voyez 48.

64. MILLER, *American Mineralogist*, 20 (1935), pp. 139-146, décrit un gabbro de San Luis Rey, en Californie, qui contient :

|                 |                   |                  |
|-----------------|-------------------|------------------|
| 67 % anorthite. | 11 % hornblende.  | 0,2 % magnétite. |
|                 | 2 % hypersthène.  | 2,0 % spinelle.  |
|                 | 18 % olivine.     |                  |
|                 | 0,2 % iddingsite. |                  |

### ANNEXE III.

#### FELDSPATH DES PEGMATITES GRAPHIQUES.

On trouvera ci-après, au tableau VII, la liste des analyses qui ont servi à la détermination des points M et Ol de la figure 8, correspondant

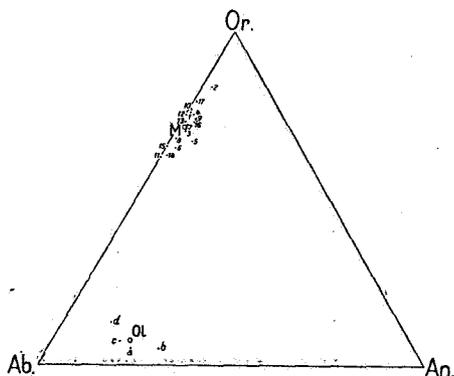


FIG. 8.

aux points nos 12 et 30 de l'annexe II (tableau V); avec la référence à l'un des quatre ouvrages suivants, dans lesquels on les retrouvera :

J = JOHANNSEN, A., loc. cit., vol. II : *The Quartz-bearing Rocks*, 1932.

Les numéros renvoient aux numéros des analyses du tableau 46, p. 87.

W = WASHINGTON, H. S., « Chemical Analyses of Igneous Rocks, published from 1884 to 1913 inclusive », *United States Geological Survey, Professional Paper*, 99, 1917.

Les numéros désignent la page en dénominateur; l'analyse en numérateur.

V = VOGT, J. H. L., *The Physical Chemistry of the Magmatic Differentiation of Igneous Rocks*, III (Second Half); *Skr. Norske Videnskaps-Akademi*; Oslo, Mat.-Naturv. Klasse, 1930, n° 3 (1931).

Les numéros renvoient aux tableaux des pages 115 à 117.

L = LARSSON, W., « Chemical Analyses of Swedish Rocks », *Bull. Geol. Institution Univ. Upsala*, vol. 24 (1933), pp. 47-196.

Les numéros renvoient aux analyses.

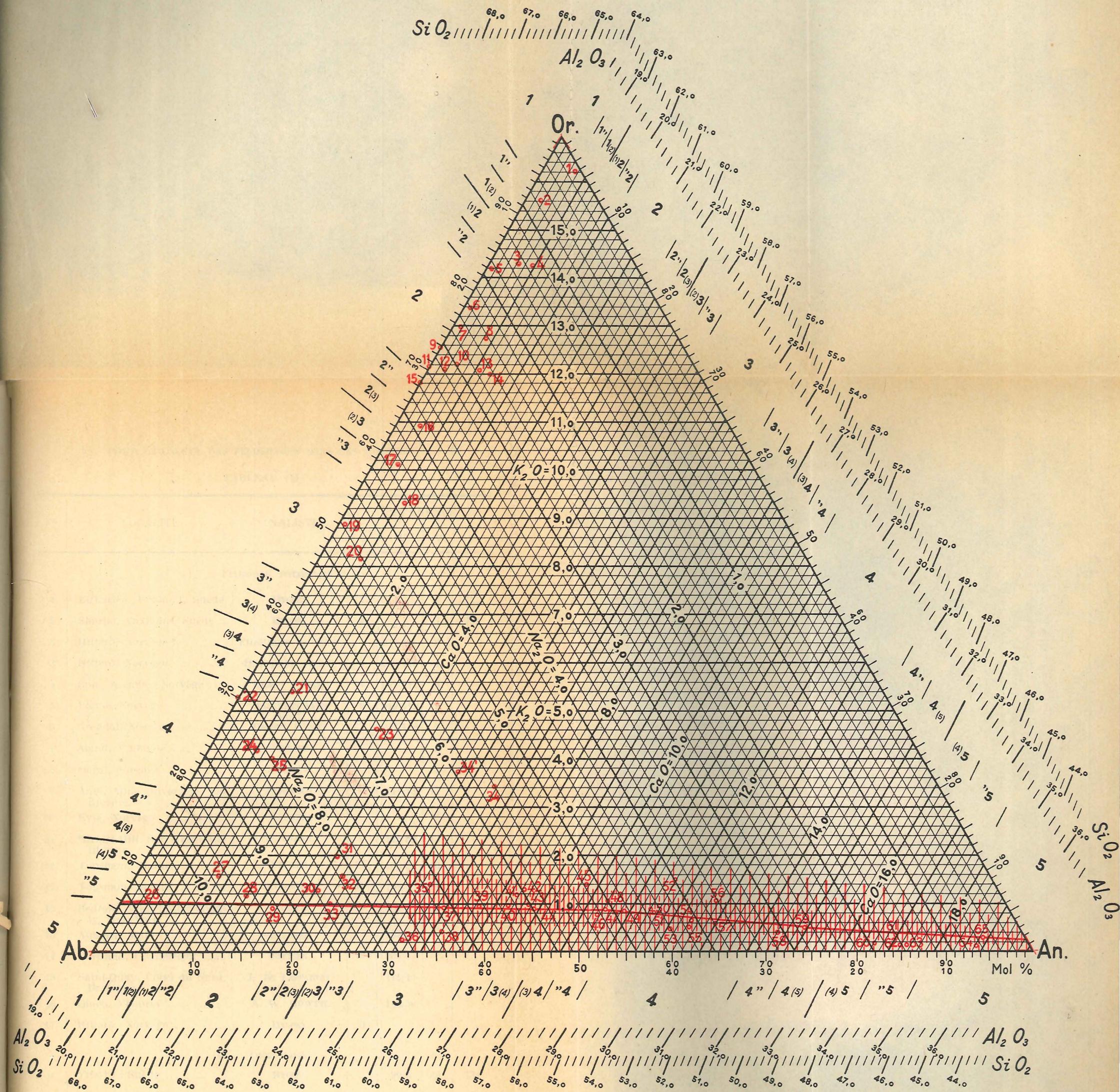


DIAGRAMME POUR LE PARTAGE DES ELEMENTS FELDSPATHISABLES.

Les échelles intérieures se rapportent à la teneur en  $K_2O$ ,  $Na_2O$  et  $CaO$  en % pondéraux;

Les échelles extérieures se rapportent :

1. aux proportions moléculaires;
2. aux paramètres magmatiques C.I.P.W. conformément au schéma de la figure 4;
- 3 et 4. aux teneurs en  $Al_2O_3$  et  $SiO_2$  en % pondéraux (voir figure 3).

En rouge : les points représentatifs des feldspaths types de l'annexe II;

la courbe des plagioclases les plus probables (d'après Vogt, extrapolée au-dessous de 30 % An);

les limites « probables », « pratique » et « extrême » d'après le même auteur, ont été indiquées par des hachures verticales.

TABLEAU VII.

| N <sup>o</sup>             | LOCALITÉ                                    | ANALISTE                 | RÉFÉRENCE |         |     |              |
|----------------------------|---|--------------------------|-----------|---------|-----|--------------|
|                            |   |                          | J         | W       | V   | L            |
| I. — FELDSPATH POTASSIQUE. |   |                          |           |         |     |              |
| 1                          | Elfkarleö, Uppland, Suède.                  | BYGDEN.                  | 1         |         | 6   | { 736<br>737 |
| 2                          | Skarpö, Vaxholm, Suède ..                   | BYGDEN.                  | 2         |         | 7   | 732          |
| 3                          | Hitterö, Norvège .....                      | Étudiants de VOGT.       |           | 947/115 | 2   |              |
| 3'                         | Hitterö, Norvège .....                      | HORNEMAN (VOGT).         | 5         | 949/120 | 1   |              |
| 4                          | Boie, Arendal, Norvège .....                | KRAG ? (VOGT).           | 4         | 947/117 | 4   |              |
| 5                          | Raade, Norvège .....                        | ANDERSEN-AARS<br>(VOGT). | 6         | 949/119 | 3   |              |
| 6                          | Arendal, Norvège .....                      | DALSET (VOGT).           | 7         | 947/116 | 5   |              |
| 7                          | Åland, Finlande .....                       | SUNDIUS.                 |           |         | 8   |              |
| 8                          | Oural, Russie .....                         | SUNDIUS.                 |           |         | 9   |              |
| 9                          | Anita Mine, Riverside, Ca-<br>lifornie.     | SCHALLER.                |           | 111/13  | 14  |              |
| 10                         | Evje, Norvège .....                         | KLÜVER.                  |           |         | 15  |              |
| 11                         | Hiriart Hill, San Diego, Ca-<br>lifornie.   | SCHALLER.                |           | 125/98  | 13  |              |
| 12                         | Topsham, Maine .....                        | STEIGER.                 | 14        | 109/2   | 10  |              |
| 12'                        | Topsham, Maine .....                        | STEIGER.                 | 15        | 109/1   | 11  |              |
| 13                         | Bedford, Westchester Coun-<br>ty, New-York. | STEIGER.                 | 16        | 109/5   | 12  |              |
| 13'                        | Auburn, Maine .....                         | STEIGER.                 |           | 109/3   |     |              |
| 14                         | Portland, Connecticut .....                 | STEIGER.                 | 17        | 109/4   |     |              |
| 15                         | Saint-Quay, Côtes du Nord,<br>Bretagne.     | J. DE LAPPARENT.         |           | 111/15  |     |              |
| 16                         | Omeo, Victoria .....                        | A. W. HOWITT.            |           | 113/30  |     |              |
| 17                         | Hitterö, Norvège .....                      | BYGDEN.                  | 3         |         |     |              |
| II. — OLIGOCLASE.          |   |                          |           |         |     |              |
| a                          | Ytterby, Suède .....                        | BYGDEN.                  |           | 99/6    | 22  | 734          |
| b                          | Reef Island, Tortola, An-<br>tilles.        | BYGDEN.                  |           | 267/5   |     |              |
| c                          | Asbjörnsodde, Flosta, Nor-<br>vège.         | KLÜVER.                  |           |         | 24a |              |
| d                          | Evje, Norvège .....                         | VOGT.                    |           | 947/118 | 23  |              |

Les analyses 3 et 3' de Hitterö, en Norvège, sont très voisines, la moyenne en a été prise et comptée comme une analyse. De même les analyses 12 et 12' de Topsham, Maine, ont été comptées pour une analyse. L'analyse 13' est identique à l'analyse 13, quoique provenant d'une autre localité; ces deux analyses ont également été comptées pour une seule.

Les analyses 1 à 16 se rapportent à des pegmatites graphiques constituées de quartz et de microcline (ou orthose?). L'analyse 17 est celle d'un microcline isolé d'une pegmatite graphique. Ces dix-sept analyses ont été groupées pour en rechercher la moyenne. Les analyses *a* à *d* se rapportent à des pegmatites graphiques dont le feldspath est de l'oligoclase. Selon Vogt lui-même, l'analyse *d* ne serait pas digne de confiance; nous l'avons néanmoins incluse dans le calcul de la moyenne. Si l'on avait des raisons de vouloir rejeter cette analyse, on pourrait choisir comme point moyen, assez sensiblement celui qui correspond à l'analyse *a*.

### Observations dans le massif de Visé,

par FL. CHARLES.

(Note préliminaire.)

En parcourant ce qui a été écrit sur le Dinantien de la Belgique, on se rend compte qu'il était généralement admis que, dans la partie Est du bord Nord du Synclinal de Namur, le Dinantien était en transgression orientée vers le Nord-Est, sur les terrains antérieurs.

C'est ainsi, pour ne citer que les faits principaux,

1° que dans la coupe de la Mehaigne, la base du Dinantien manque, alors que cette partie manquante est représentée non loin de là, au Sud du bassin, par à peu près 100 m de couches (tunnel d'Ampsin);

2° qu'à Horion-Hozémont, le Dinantien débute par l'assise à *Chonetes papillonacea*, c'est-à-dire que tout le Tournaisien est absent; par rapport à la coupe de la Mehaigne, le Dinantien a perdu supplémentairement à sa base une quarantaine de mètres de puissance;

3° que la constatation récente de l'absence de tout le Dinantien dans la région de Val-Dieu vient, semble-t-il, confirmer la continuité de la règle vers l'Est.

Restait le massif énigmatique de Visé, intercalé entre ces deux derniers points. D'après ce qu'on en connaissait on pouvait admettre que le Dinantien visible débutait par le Viséen

moyen (tranchée de Berneau). Le Dinantien inférieur semblait donc absent et la transgression semblait pouvoir se constater là également.

Les choses paraissent devoir être remises partiellement en question, à la suite des découvertes paléontologiques que j'ai pu faire dans la carrière de « La Folie », sur la rive gauche de la Berwinne, entre Dalhem et Berneau.

Cette carrière est ouverte dans le Dinantien depuis de nombreuses années. Le front de taille est sensiblement Nord-Sud. La partie Sud, qui constitue la partie supérieure du gisement, est composée de gros bancs où la direction et l'inclinaison sont difficilement mesurables. Le centre et le Nord de la carrière sont constitués de bancs minces et moyens et j'ai pu y noter la direction N 65 W et un pendage de 35° à 40° Sud.

Au centre de la carrière, au niveau de la paire, l'exploitation a mis à jour un niveau de schistes à nodules calcaires de volumes très variables, alignés selon une certaine stratification difficile à mesurer.

C'est dans ce niveau, bourré de crinoïdes, que j'ai pu ramasser les formes suivantes, qui ont été très aimablement déterminées par M. le chanoine Demanet et qui sont déposées dans les collections du Musée royal d'Histoire naturelle :

- cf. *Rhabdomeson* sp.
- cf. *Fenestella serrata* mosana Kaisin.
- Schuchertella wexfordensis* Smyth.
- Leptaena analoga* Phillips.
- Rhipidomella michelini* Lév.
- Schizophoria resupinata* Martin.
- Chonetes hemisphericus* von Sem.
- Spirifer tornacensis* De Koninck.
- Spirifer* sp.
- Syringothyris* sp.
- Spiriferellina peracuta* De Koninck.
- Cleiothyridina royssi* Dav.
- cf. *Athyris ingens* De Koninck.
- Camarotoechia acutirugata* De Koninck.
- Crurithyris* sp.
- Aviculopecten exquisitus* De Koninck.
- Gastropodes.
- Phillipstia* sp. ou *Griffithides* sp.

Ces formes permettent d'affirmer la présence du Tournaisien inférieur et notamment de la zone à *Spiriferellina peracuta* (Tn2a).

Les relations entre le Tournaisien et les couches surincom-

bantes ne sont pas très claires, car on voit plonger les minces bancs de la partie centrale de la carrière en direction de ce que représente le Tournaisien au contact duquel ils s'arrêtent net. Tout autour de cette espèce de noyau s'est développée une zone particulièrement bréchiforme, à éléments hétérogènes, reliés entre eux par un ciment calcaireux gris clair.

Berneau, le 3 décembre 1945.

### **Un petit problème morphologique aux environs de Recht (province de Liège),**

par CH. STEVENS.

La Haute-Ardenne offre aux chercheurs une mine de problèmes morphologiques à étudier et à résoudre. Il en est surtout ainsi quand on pénètre dans les détails. Souvent ils s'expliquent par l'inégale résistance des roches à l'érosion; mais il n'en est pas toujours ainsi. Aujourd'hui, je me bornerai à signaler l'un de ces problèmes dans l'espoir qu'on lui apportera bientôt une solution.

\*  
\*\*

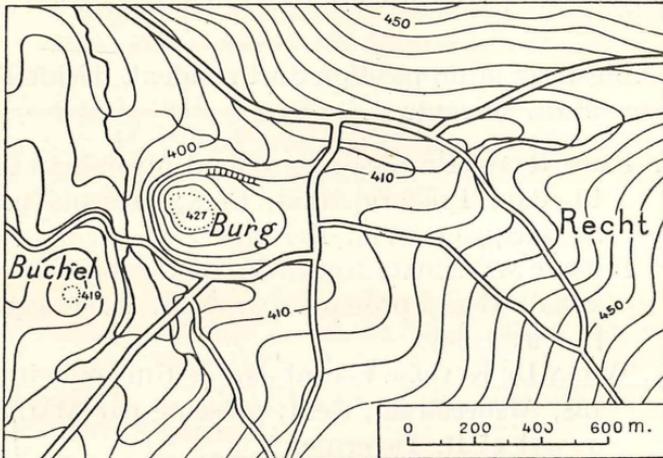
Il se rencontre à Recht (province de Liège), sensiblement à mi-chemin entre Malmédy et Saint-Vith, et aux confins du massif cambrien de Stavelot.

Comme de nombreuses communes de la Haute-Ardenne, Recht forme l'union administrative de quelques hameaux ou villages distincts. Entre Buchel et Burg une vallée s'est creusée, celle du ruisseau de Recht, qui coule vers le Nord et se jette dans l'Amblève à Ligneuville. Les alluvions s'y trouvent à une altitude voisine de 400 m.

Mais, plus à l'Est, entre Burg et Recht, s'ouvre une dépression beaucoup plus large et, comme au Nord de Burg, le ruisseau de Recht reçoit un petit affluent venant de l'Est, il s'est formé une butte isolée, s'élevant à 27 m au-dessus des alluvions et dans laquelle de petites carrières ont été ouvertes pour l'exploitation du quartzophyllade.

Quelle est l'origine de la butte de Recht? L'interprétation la plus probable réside dans la réduction d'un méandre. A l'appui de cette hypothèse, on remarque que la dépression

existant entre Burg et Recht est assez évasée et que ses formes semblent prolonger la vallée d'amont. Au contraire, entre Burg et Buchel, la vallée est beaucoup plus resserrée. S'il y a eu réellement recouplement d'un méandre, le ruisseau de Recht a approfondi sa vallée d'au moins 15 m depuis cette réduction.



**Topographie des environs de Recht.**

On remarque aussi qu'à cause de l'altitude générale assez élevée, les formes du relief sont plus adoucies que dans le restant de l'Ardenne. Aux environs immédiats de Recht, le relief ne dépasse pas 160 m.

Les sommets sont arrondis comme dans toute pénétaine surélevée ayant subi l'action assez prolongée de la dénudation.

