

**Zeitschrift:** Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen =  
Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie

**Band:** 11 (1931)

**Heft:** 1

**Artikel:** Les plagioclases des Banatites étudiés par la méthode Fédoroff

**Autor:** Ghika-Budesti, St.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-12526>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 13.10.2024

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Les plagioclases des Banatites étudiés par la méthode Fédoroff

par *St. Ghika-Budesti*, actuellement à Bâle

### LES BANATITES

Elles constituent un massif éruptif d'âge probablement néocrétacé, situé dans le Banat (Roumanie) sur le bord extérieur et occidental de la virgation que subissent les Carpathes dans la région au NW des Portes de Fer. Elles forment au N, entre les vallées de Poganisul et Bârzava, à l'W de Resita, un laccolithe ( $\gamma\delta$  de la carte géologique de Roumanie au 1:1 500 000) qui se continue par des affleurements plus petits vers le S jusqu'au Danube. VON COTTA a donné avec raison le nom de Banatites à une série de roches allant des granites aux granodiorites, granogabbros et même aux gabbros. Ce terme a été ensuite employé à tort pour désigner une classe spéciale de granodiorites. Mon collègue M. CODARCEA a consacré à cette région une étude géologique et pétrographique approfondie qui paraîtra prochainement dans l'„Anuarul Institutului geologic al României“. C'est lui qui a obligeamment mis à ma disposition une cinquantaine de lames minces provenant des environs de Ocna de Fer et représentant les termes les plus caractéristiques de toute cette série de roches dont il a étudié la différenciation: roches du massif, des apophyses et des filons.

En lui exprimant mes vifs remerciements je renvoie à son mémoire pour tout ce qui concerne l'ensemble des phénomènes dont je n'étudie ici qu'un aspect étroitement spécialisé.

### MÉTHODE EMPLOYÉE

C'est celle de FÉDOROFF simplifiée et rendue plus sûre par mon maître M. le professeur REINHARD, auquel j'exprime ma profonde gratitude. Mon stage au Laboratoire de Minéralogie et de Pétrographie de l'Université de Bâle m'a valu la faveur de pouvoir utiliser dès qu'ils furent conçus les nouveaux diagrammes imaginés par M. REINHARD et qui viennent de paraître. C'est également un privilège

que de pouvoir présenter ici des résultats contrôlés par M. REINHARD lui-même.

L'instrument employé est le microscope polarisant „KM“ de Leitz et la platine théodolite de la même fabrication.

Sauf de rares exceptions, j'ai toujours déterminé la position de l'ellipsoïde optique par les coordonnées de ses axes rapportée à une ou deux directions cristallographiques. Dans la plupart des cas, les données inscrites sur la projection stéréographique ont été transformées pour correspondre aux diagrammes relatifs aux sections parallèles à (001) ou à (010). Ceux-ci présentent les avantages suivants: ils se construisent rapidement; ils donnent les pourcentages en anorthite vérifiés par trois points; enfin ils permettent de déterminer avec sûreté et sans nouveau dessin toutes les macles dont le plan d'association est parallèle à la projection.

Un usage assez fréquent a été fait du diagramme qui donne la migration des pôles des plans cristallographiques par rapport aux éléments optiques (1). Très rarement nous avons déterminé la nature de la macle d'après l'ancienne méthode, peu précise et fastidieuse, basée sur la comparaison des éléments optiques des deux individus maclés. Dans quelques cas nous avons employé la méthode du maximum de l'angle d'extinction dans une section préalablement orientée sur la platine théodolite (2).

La précision des résultats obtenus de cette manière est assez grande. Cependant il serait vain de croire à la possibilité de fixer à 1 ou 2 % près la teneur en anorthite. Les diagrammes tels qu'ils sont construits ne permettent pas de la préciser à plus de 3 ou 4 % près, quand bien même les mesures et les constructions seraient de la plus haute précision. Toutefois il est certain que ces valeurs sont sûres et qu'il n'y a pas de cas douteux. C'est en cela même que réside la supériorité de la méthode utilisée sur les méthodes ordinaires. La concordance des résultats que nous avons obtenus avec les mesures antérieurement exécutées par M. CODARCEA suivant les méthodes habituelles (MICHEL LÉVY, SCHUSTER, KÖHLER) est assez satisfaisante.

Dans la suite de ce travail les teneurs des plagioclases en anorthite sont exprimées par un seul nombre. Il aurait été plus exact de donner les deux nombres entre lesquels la valeur réelle peut se trouver comprise. Nous ne l'avons pas fait pour simplifier; mais il reste entendu que le nombre donné est exact à l'approximation de  $\pm 3\%$ . Par exemple le chiffre de 33% attribué à un feldspath signifie qu'il renferme au maximum 36 %, au minimum 30 % d'anorthite.

## BUT DE CE TRAVAIL

Les feldspaths étudiés comprennent un grand nombre d'individus: 93 phénocristaux différents répartis dans 43 lames minces de roches différentes. La teneur en anorthite de ces feldspaths varie entre les valeurs extrêmes de 8 et 97 % mais reste le plus souvent comprise entre 25 et 75 % et pour les types les plus communs entre 35 et 55 %. Il faut remarquer que dans la nature ce genre de plagioclase est de beaucoup le plus fréquent. DALY (3) a montré en effet que les granodiorites étaient les roches les plus communes à la surface de la terre et dans le diagramme triangulaire de ALLING (4) la plus grande densité de résultats d'analyses de plagioclases tombe entre 20 et 45 % d'An.

Chacun des feldspaths étudiés ici contient plusieurs individus maclés et plusieurs zones qui ont été déterminés séparément. Ces études sont limitées aux phénocristaux. Il n'a malheureusement pas été possible d'étudier les microlites devant lesquels la méthode de FÉDOROFF reste impuissante, car elle ne permet pas de dépasser les grossissements de 50. C'est moins sur la nature des macles que sur la composition en An que notre attention s'est concentrée. Nous en avons suivi les variations de roche en roche dans l'étendue du massif éruptif, d'un cristal à l'autre dans chaque roche et plus particulièrement de zone en zone à l'intérieur de chaque cristal étudié. Chacune de nos observations a été faite avec le plus grand soin. Le souci d'exactitude qui ne nous a pas quitté au cours de notre travail nous a permis, croyons-nous, de réunir des résultats numériques d'une précision qu'il n'est guère possible de dépasser actuellement. Nous espérons par là-même avoir fourni à l'étude des plagioclases en général une contribution dont l'intérêt dépasse le cadre local.

## ASPECT DES CRISTAUX DE PLAGIOCLASES

Ils n'ont jamais une composition uniforme. Ceci n'est pas étonnant car: „Throughout the series of plagioclase feldspar, true equilibrium can only be obtained with extremely slow cooling“ ce qui n'est pas le cas pour ces roches de laccolithe. „Zoned crystals are therefore very common in natural rocks especially in hypabyssal and volcanic types“ (5, p. 117).

Le plus souvent deux individus maclés n'ont pas la même composition. Il arrive même que celle-ci varie d'une extrémité d'un cristal à l'autre.

Si nous négligeons les granites banatitiques qui sont peu importants, nous pouvons distinguer deux types de plagioclases:



1. Le plagioclase des granodiorites. Il est constitué d'une partie centrale formée par un emboîtement de zones successives dont la composition est alternativement plus acide et plus basique. Tout autour se trouve une zone externe assez étroite dont la composition est tantôt uniforme, tantôt d'une acidité croissante vers la périphérie. La limite entre cette partie centrale et la zone externe n'est pas tranchée, mais on distingue nettement les deux temps de cristallisation.

2. Les plagioclases des gabbros. Ils présentent un noyau plus ou moins étendu de composition nettement basique et uniforme. La partie externe est constituée par une série de zones. Il y a un passage progressif du centre vers le bord, mais la présence d'une ligne plus ou moins irrégulière de corrosion permet de distinguer la limite du noyau ancien. La partie extérieure devient parfois très acide.

Bien entendu il existe toutes les transitions entre les deux types de plagioclases, de même qu'il existe toutes les transitions entre les granodiorites et les gabbros.

#### COMPOSITION DES FELDSPATHS ZONÉS

Sa détermination est évidemment, dans bien des cas, délicate. Dans le cas des zones continues il suffit de déterminer les termes extrêmes de sa variation. Dans le cas des zones alternantes, comme elles sont parfois très nombreuses et que l'on en distingue d'autant plus que le grossissement est plus fort, nous nous sommes contenté d'en déterminer un certain nombre et cela dans l'ordre où elles se succèdent du centre à la périphérie. La précision des valeurs obtenues est évidemment relative. Comme nous l'avons déjà dit, on ne peut jamais obtenir une valeur absolue à plus de 3 ou 4 % près; mais dans le cas de succession, les valeurs relatives sont beaucoup plus précises. En effet, on obtient une série de pôles qui viennent tous sur la courbe de migration du même élément et qui permettent en quelque sorte de construire une branche de la courbe. Sur celle-ci la succession des pôles est sûre et les distances relatives plus faciles à apprécier.

Une fois le noyau et toutes les zones d'un feldspath déterminés il pourrait se poser une question intéressante, celle de la composition moyenne d'un tel cristal. Il faut tenir compte non seulement de la composition de chacune des zones mais de son importance en volume. Cela dépend, bien entendu, non seulement de la largeur des zones mais de leur position, une zone extérieure ayant à largeur égale un volume beaucoup plus grand. Une solution géométrique semble diffi-

cile. Aussi bien la question de la composition chimique ne peut-elle être résolue sous le microscope et les observations qu'on y peut faire donnent au point de vue de la genèse des renseignements autrement précieux.

#### LES ZONES ALTERNANTES

Elles sont particulièrement bien développées dans la partie centrale des phénocristaux dans les roches du massif. Ces zones ne sont visibles, bien entendu, que si la section les coupe à peu près normalement. C'est pour cela que dans certaines sections on ne voit pas de zones. On n'est par ailleurs jamais sûr d'avoir toutes les zones; les plus centrales peuvent ne pas avoir été coupées. Le caractère distinctif de ces zones est qu'elles sont alternantes c. à. d. que leur composition ne varie pas d'une manière continuellement décroissante du centre vers le bord, mais elles sont tantôt plus acides tantôt plus basiques: „Oscillatory zoning“ (6, p. 247). L'ordre de succession paraît parfaitement capricieux. Les zones basiques sont généralement plus étroites et se répètent avec des compositions très voisines. Les zones les plus acides peuvent aussi se répéter avec des compositions très voisines. Il y a donc en quelque sorte des récurrences.

Ces zones sont-elles nettement distinctes les unes des autres et délimitées entre elles? Ces zones ont-elles dans toute leur étendue une composition constante? Varient-elles d'une manière continue dans un sens et présentent-elles des sauts brusques dans l'autre sens? Autrement dit deviennent-elles progressivement plus acides jusqu'au moment où, brusquement, la basicité croît?

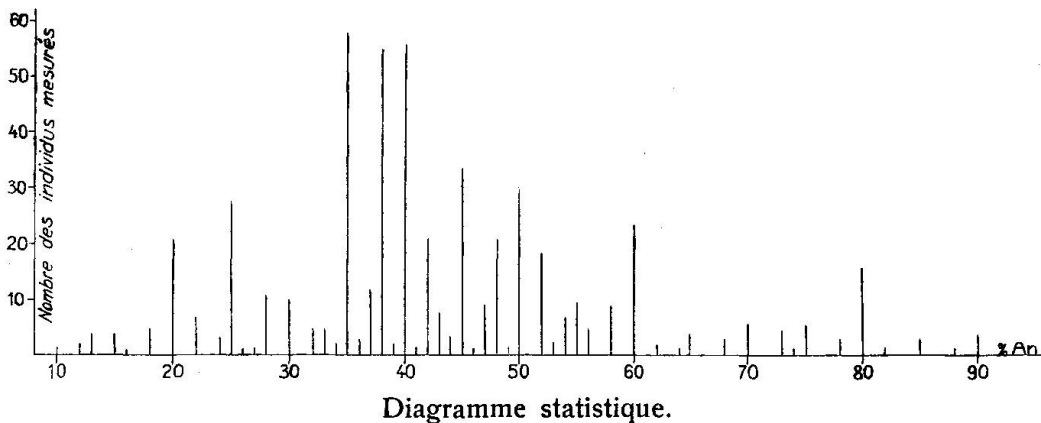
On peut répondre négativement à ces trois questions. Faut-il attribuer cette continuité, cette variation continue à la variation de composition du magma ambiant, ou bien au fait que, même si le magma a changé brusquement, il a dû s'opérer entre le feldspath déjà cristallisé et le magma une réaction donnant naissance à des produits intermédiaires?

#### LES CORROSIONS

Dans bon nombre de cas on observe que le noyau présente dans sa partie centrale des plages beaucoup plus acides que l'ensemble du noyau. La forme de ces plages est caractéristique. En effet elles semblent avoir pénétré d'une manière irrégulière en s'injectant, en digérant l'ancien noyau et elles contiennent encore, répandues irrégulièrement, des inclusions dont la composition est celle de l'ancien noyau. La masse injectée au centre est généralement légèrement plus

basique que la zone externe. Dans certains cas cette injection a attaqué les parties les plus basiques du cristal. Parfois, le long d'un clivage ou d'un plan de macle, on peut voir le petit canal par lequel la nouvelle matière est venue. Il n'est pas douteux que nous avons affaire à une injection corrosive. Le fait que ces corrosions sont dues à l'apport de matériel nouveau, semble confirmé par la présence de petits cristaux de hornblendé qui ont été entraînés et sont restés inclus dans ces plages de plagioclase.

Ces feldspaths à noyau corrodé, particulièrement fréquents dans les roches des apophyses, s'opposent nettement aux plagioclases régulièrement zonés répandus dans tout le massif. On peut suggérer l'idée que les zones se sont produites par déplacement lent des



cristaux dans le magma en voie de différenciation (6, p. 275), tandis que les corrosions se sont formées par injection tardive d'un fluide très différencié. Dans ce dernier cas, il y a eu également „relation de réaction“ mais tout a fait locale et brève. „Oscillatory zoning of plagioclase may thus find a probable explanation in several periods of sinking with intermittent surging forward of the mass.“ La pénétration d'un nouveau magma „the forcing of a hotter liquid magma“ pourrait être la cause qui produit les corrosions.

#### COMPOSITION D'ENSEMBLE DES PLAGIOCLASES ÉTUDIÉS

Le résultat d'ensemble de toutes ces déterminations peut s'exprimer par une statistique embrassant les 500 valeurs déterminées. Dans un tableau nous avons marqué combien de fois revient chaque pourcentage. Nous avons porté ensuite ces valeurs dans un diagramme où en ordonnées sont données les compositions en An et en abscisses les fréquences. Nous obtenons ainsi le diagramme ci-joint. Cette image contient évidemment toutes les inexacitudes dues à

l'approximation de la méthode employée. Cependant il en ressort que les compositions les plus fréquentes sont au voisinage de 40 % d'An. Cette composition est celle qui prédomine dans les granodiorites typiques. Nous avons une assez grande fréquence encore aux environs de 25 % d'An; ceci est la composition des zones externes dans l'ensemble du massif. Le maximum de 60 % d'An correspond aux gabbros et entre 40 % et 60 % sont groupées les valeurs mesurées principalement dans les granogabbros. Le maximum de 80 % d'An provient des mesures faites dans les gabbros sur les noyaux des phénocristaux.

#### QUELQUES REMARQUES SUR LA CONTINUITÉ DE LA SÉRIE ISOMORPHE DES PLAGIOCLASES

Ce diagramme pourrait être interprété d'une manière différente: on pourrait supposer que ces maxima correspondent à certaines compositions fixes des feldspaths qui seules peuvent exister. L'exemple le plus caractéristique serait le domaine entre 25 et 35 % d'An. Si l'on prétendait que les compositions de 26 et 27 % d'An, de 33 et 34 % d'An ont été trouvées par suite de l'inexactitude de la méthode et qu'elles se rapportent respectivement à 25 et à 35 % d'An et si l'on groupait de même autour de 30 % d'An tous les cas se rapportant aux valeurs entre 28 et 32 % d'An on obtiendrait trois compositions stœchiométriques de 5 en 5 %. Mais cela serait parfaitement arbitraire car rien ne nous empêche de procéder tout aussi bien à l'envers et de répartir les valeurs mesurées pour les maxima aux trois valeurs voisines: ceci ferait disparaître ces irrégularités.

Un fait reste en tous cas certain: sur une distance de 10 %, comme entre 25 et 35 %, il nous est permis d'affirmer qu'il existe au moins un terme intermédiaire; dans les conditions où nous avons travaillé il est possible en effet de distinguer les valeurs à  $\pm 3\%$ . Il faudrait donc admettre que les compositions stœchiométriques, si elles existent, seraient éloignées au maximum d'environ 5 %. A partir de là, aucune méthode ne nous permet plus de distinguer les termes intermédiaires.

Une observation qui vient tout à fait à l'encontre de l'hypothèse des compositions stœchiométriques est celle qui a été faite sur les zones: il existe incontestablement des zones continues dans lesquelles on peut voir l'extinction progresser d'une manière continue d'une extrémité à l'autre entre deux valeurs éloignées entre elles de 20 % d'An. Quand nous disons d'une manière continue, nous entendons: sans qu'il soit possible sous le microscope de distinguer une discon-

tinuité. Dans le cas des zones alternantes la continuité n'embrasse pas des étendues aussi grandes, mais elle existe néanmoins.

Si nous avons fait ces remarques, c'est parce que nous croyons que la méthode optique est appelée à donner des renseignements très précieux dans des cas pareils où l'analyse chimique ne peut donner aucun résultat. Telle est l'opinion de BECKE (7): „Die verfeinerten optischen Untersuchungen können Verhältnisse aufklären, welche die sorgfältigste chemische Analyse nicht zu enthüllen vermag; jene feineren und oft gesetzmässigen Änderungen der chemischen Zusammensetzung, die sich in der Zonenstruktur isomorpher Schicht- und Mischkristalle verraten. Diesen gegenüber versagt die Analyse völlig, während die optische Untersuchungsmethode eine reiche Ernte gewährt, sobald das Gesetz bekannt ist, das die chemische Zusammensetzung isomorpher Mischungen und die optischen Charaktere verknüpft. Die Feldspäte sind dafür ein glänzendes Beispiel.“

En conclusion, s'il nous paraît indubitable que la „relation de réaction“ Albite-Anorthite est continue (6, p. 57) il reste néanmoins à savoir si les maxima montrés par le diagramme correspondent à des points d'équilibre optimum du magma banatitique, ou s'ils correspondent à des points d'équilibre optimum de la série Ab-An.

#### LES MACLES

La question des macles a été étudiée de moins près que celle des zones, car elle est assez simple et on ne peut en tirer aucune conclusion d'ordre général.

53 cas de macles ont été déterminées. Sur ce total nous avons rencontré 40 fois les macles par hémitropie normale, parallèle ou complexe sur (010) à savoir:

Albite 14 fois,  
Karlsbad 14 fois,  
Albite-Karlsbad (Roc-Tourné) 12 fois.

Les macles sur (001) se sont montrées beaucoup moins fréquentes:

Manebach 5 fois,  
Péricline, Acline et Manebach-Ala pratiquement impossible à distinguer les unes des autres, 4 fois.

Seules les macles de Baveno et la macle supposée X n'ont jamais pu être déterminées. Comment se comportent les macles par rapport aux zones? Le plus souvent une zone déposée sur un cristal précédemment maclé, présente la macle qui se continue dans la zone.

Ce n'est pas une règle absolue, car dans bien des cas une zone externe d'orientation uniforme entoure un noyau complexe de plusieurs individus maclés, mais elle est toujours orientée comme l'un des individus du centre.

#### CONCRESCENCES PARALLÈLES

On rencontre assez fréquemment des couples de cristaux maclés en apparence, mais où une observation plus serrée fait voir que les éléments cristallographiques qui ont même orientation ne sont pas identiques. Par exemple (010) d'un individu aura la même orientation que (001) de l'autre en direction et en inclinaison. C'est une concruescence régulière. Cette question mériterait une étude plus serrée. Le Prof. STRECKEISEN<sup>1)</sup> a trouvé le même phénomène dans des roches semblables. Est-ce seulement une association, ou pourrait-on trouver une loi définie?

#### RÉSULTATS DES MESURES

Dans la suite de ce travail nous examinons successivement chacun des phénocristaux et nous donnons les résultats obtenus en ce qui concerne les pourcentages, les zones et les macles. Dans un certain nombre de cas nous donnons un dessin: c'est une image très fidèle du cristal; en effet dans une chambre sombre on a projeté l'image donnée par le microscope sur une feuille de papier où on l'a dessinée en suivant tous les contours. Les différents individus maclés ont été hachurés différemment; les zones sont distinguées par des pointillés. C'est mon collègue M. SPAENHAUER qui a fait ce travail avec beaucoup d'habileté: je l'en remercie très vivement.

Dans les autres cas, nous nous sommes contenté de donner les résultats numériques au cours d'une très brève description.

Chaque lame mince est désignée par un numéro d'ordre. C'est celui qu'elle porte dans la collection de M. CODARCEA. Cette collection est déposée à l'Institut géologique de Roumanie.

D'autre part nous avons désigné:

Par des chiffres romains chacun des phénocristaux étudiés dans la même lame mince.

Par des lettres majuscules les différents individus maclés qui constituent un phénocristal. (Ces majuscules sont toujours marquées sur le dessin correspondant.)

Par des chiffres arabes les différentes zones d'un même phénocristal. (Ces chiffres sont également marqués sur le dessin.) Quand

<sup>1)</sup> communication verbale.

un phénocristal composé de plusieurs individus est en même temps zoné, chaque zone est désignée en affectant la majuscule du dit individu du chiffre arabe de la zone, en indice.

### Granite banatitique.

183/928. I. Partie centrale: 42 % d'An. Zone externe assez large: 22 % d'An.  
II. Partie centrale: 35 à 38% d'An. Zone externe assez large: 28 à 18% d'An.

### Apophyses granito-granodioritiques.

1646. I. Partie centrale; deux lamelles: 28 et 35 % d'An. Zone externe jusqu'à 18 % d'An. Macle de Manebach. II. Partie centrale: 43 % d'An. Zone externe: 22 % d'An. III. Partie centrale; deux lamelles: 40 et 43 % d'An.

197. Partie centrale; quatre individus maclés: 38, 40, 38 et 38 % d'An. Macles de l'Albite, Albite-Karlsbad, Karlsbad.

### Granodiorites.

250/928. I. Partie centrale; zones alternantes: 38, 42, 38, 42, 38, 42 % d'An. Zone externe continue: de 35 à 25 % d'An. II. Partie centrale; deux individus maclés: 40 et 40% d'An. Zone externe: de 40 jusqu'à 30% d'An. III. Partie centrale: 38% d'An. IV. Partie centrale: 35% d'An. Zone externe: 20% d'An. V. Partie centrale; deux individus maclés: 40 et 40 % d'An. Zone externe; la macle se continue; 35 et 35 % d'An.

251/928. I. Partie centrale; zones alternantes à 38, 52, 37, 35, 45, 40, 38, 52, 38% d'An. Zone externe uniforme à 20% d'An. II. Partie centrale; zones alternantes à 38, 48, 38, 48, 38, 48, 32, 38, 54, 40, 42, 40, 42 % d'An. Zones externes: 35 jusqu'à 25 % d'An.

20. I. Partie centrale; zones alternantes à 52, 60, 52, 64, 52% d'An. Zone externe: de 40 jusqu'à 30% d'An. II. Partie centrale; zones alternantes à 52, 48, 40, 60, 40% d'An. Zone externe: de 40 jusqu'à 25% d'An.

1272. I. Partie centrale; zones alternantes à 52, 38, 35, 48, 38, 48 % d'An. Zone externe: de 48 jusqu'à 25% d'An. II. Partie centrale; zones alternantes à 42, 35, 42, 35, 42% d'An. Zone externe: de 42 jusqu'à 25% d'An. III. Partie centrale 35 % d'An. IV. Partie centrale; trois systèmes de lamelles: 40, 40, et 37 % d'An. Macles de Karlsbad, Albite, Albite-Karlsbad.

1391. I. Partie centrale. Zones alternantes:  $A_1$  à 37,  $A_2$  à 52,  $A_3$  à 35,  $A_4$  à 50,  $A_5$  à 35,  $A_6$  à 50,  $A_7$  à 35,  $A_8$  à 50,  $A_9$  à 37,  $A_{10}$  à 48,  $A_{11}$  à 37,  $A_{12}$  à 48,  $A_{13}$  à 35 % d'An. Plusieurs lamelles maclées: B à 35 %, C à 41, D à 42 et E à 42 % d'An. Macles: A et B suivant la loi de l'Albite, A et C constituent un hémitropie parallèle ou complexe sur (001), A et D suivant la loi Albite-Karlsbad, A et E ont la même orientation. II. Partie centrale; deux lamelles maclées: 38 et 42 % d'An. Zone externe: 32 % d'An. Macles de l'Albite et du Péricline. (Fig. 1.)

1148. I. Partie centrale. Quatre lamelles maclées: 45, 38, 32, 42 % d'An. Macles de l'Albite-Karlsbad, Karlsbad et Albite-Karlsbad. II. Partie centrale;



trois systèmes de lamelles: 45, 38, 40 % d'An. Zone externe à 25 % d'An. Macles suivant la loi de l'Albite et du Péricline.

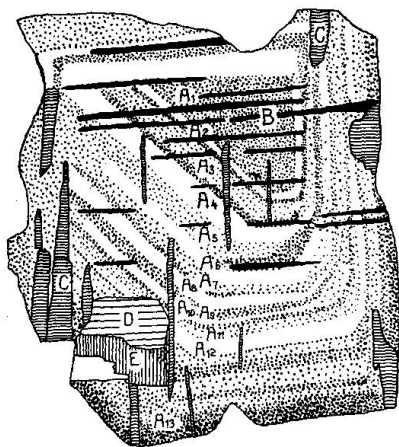


Fig. 1.

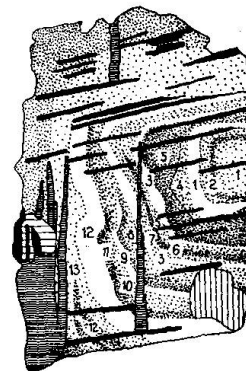


Fig. 2.

1025 A. I. Partie centrale; zones alternantes à 42, 35, 40 et 35 % d'An. Lamelle maclée selon Albite à 40% d'An. II. Partie centrale; quatre systèmes de lamelles: 40, 42, 35, 35% d'An. Macles de l'Albite, Albite-Karlsbad et Karlsbad.

1169 A. Partie centrale; zones alternantes: 1 à 42, 2 à 40, 3 à 44, 4 à 38, 5 à 36, 6 à 45, 7 à 38, 8 à 36, 9 à 35, 10 à 33, 11 à 37, 12 à 45, 13 à 35 % d'An. (Fig. 2.)

1761. Partie centrale; zones alternantes: 1 à 48, 2 à 40, 3 à 38, 4 à 34, 5 à 50 % d'An. Zone externe 6 à 25 %. (Fig. 3.)

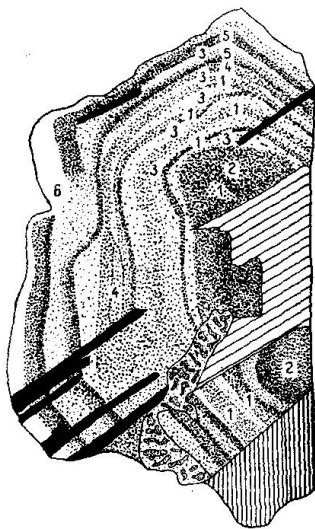


Fig. 3.

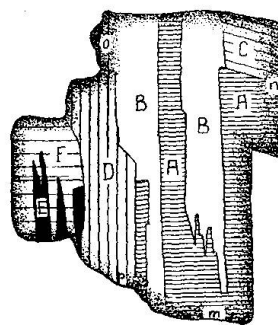


Fig. 4.

1151. I. Partie centrale; zones alternantes: 45, 40, 35, 40, 52, 40, 42, 48, 32, 40 % d'An. Zone externe: de 28 jusqu'à 20 % d'An. II. Partie centrale; zones alternantes à 35, 52, 35, 52, 35% d'An. Zone externe: de 35 jusqu'à 20% d'An.

391. I. Partie centrale; zones alternantes: 52, 62, 60, 52% d'An. Zone externe: 25% d'An. II. Partie centrale; deux systèmes de lamelles à 40 et 40% d'An maclées selon Albite. Zone externe: 25% d'An. III. Partie centrale; deux zones:



35 et 30% d'An. Zone externe à 25% d'An. IV. Partie centrale; zones alternantes à 40, 52, 50 % d'An. Zone externe à 25 % d'An.

1694. I. Partie centrale; zones alternantes à 52, 40, 28, 36 % d'An. Zone externe: de 20 jusqu'à 15% d'An. II. Partie centrale; zones à 42 et 30% d'An. Zone externe à 18% d'An.

1690. Partie centrale formée d'une série de zones alternantes: 38, 37, 43, 38, 50, 39, 37, 33% d'An. Zone externe à 25% d'An.

### Apophyses granodioritiques.

1374. I. Partie centrale; six systèmes de lamelles: A à 40, B à 40, C à 44, D à 40, E à 52, F à 50 % d'An. La zone externe entoure le cristal, mais elle a une orientation uniforme. Sa composition varie légèrement: m = 24, n = 28, o = 28, p = 22 % d'An. Macles: A et B suivant la loi de l'Albite. A et C suivant la loi de Karlsbad. A et D suivant la loi Albite-Karlsbad. E et F

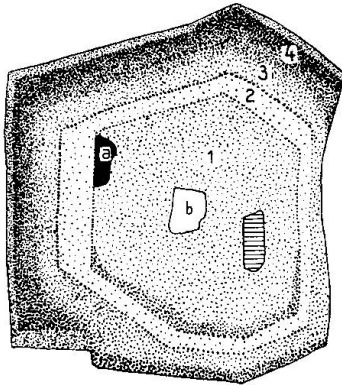


Fig. 5.

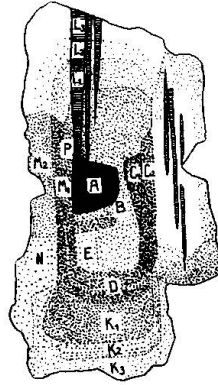


Fig. 6.

sont en hémitropie parallèle ou complexe sur (001). Le couple E et F est en concrescence parallèle avec le complexe ABCD. (Fig. 4.) II. Partie centrale; deux individus maclés: 40 et 49% d'An. Zone externe: de 22 jusqu'à 18% d'An.

793. I. Partie centrale; zones alternantes: 80, 55, 58, 50 % d'An. Zone externe: 20 % d'An. Partie centrale corrodée: 28 % d'An. II. Partie centrale; zones alternantes: 75, 60, 70, 50, 58, 78 % d'An. Zone externe: 28 % d'An. III. Partie centrale; zones alternantes: 60, 55, 50, 58% d'An. Zone externe: de 35 jusqu'à 20% d'An. Partie corrodée: 28% d'An.

### Séparations mélanocrates microgranodioritiques.

1149. I. Partie centrale: de 56 jusqu'à 45% d'An. Zone externe: 22 % d'An. II. Partie centrale: de 54 jusqu'à 42% d'An. Zone externe: 25% d'An. III. Partie centrale; zones à 68, 55, 45, 35% d'An. Zone externe: 20% d'An.

1173. I. Partie centrale; zones alternantes à 38, 45, 38, 52, 40 % d'An. II. Partie centrale; zones alternantes: 43, 45, 38 % d'An. Zone externe: 25% d'An. III. Partie centrale; zones alternantes: 47, 60, 47, 60, 47, 60, 47, 54, 47, 40, 60, 47% d'An. Zone externe: de 47 jusqu'à 20% d'An. IV. Partie centrale; zones alternantes: 35, 50, 35, 50, 35% d'An. Zone externe: de 35 jusqu'à 20 % d'An.

## Granogabbros.

1650. I. Partie centrale; deux individus: l'un zoné, 60 et 50% d'An; l'autre de 75% d'An maclé avec le précédent suivant la loi de l'Albite. Zone externe: de 50 jusqu'à 38% d'An. II. Partie centrale; zones alternantes: 80, 60, 80% d'An. Zone externe: 45, 40 jusqu'à 25%. III. Partie centrale: 80 et 55% d'An. Zone externe: 50 jusqu'à 25% d'An.

1650 a. I. Partie centrale; zones alternantes à 50, 45, 50, 45, 50, 45% d'An. Zone externe: 35, 30, 20 jusqu'à 15% d'An. Partie corrodée au centre tout à fait: 30 et 45%. II. Partie centrale 45 et 30%. Zone externe: 20 jusqu'à 13%. Partie corrodée au centre 30 et 45%. III. Partie centrale; zones alternantes: 48, 54, 48, 54% d'An. Zone externe: de 40 jusqu'à 25% d'An.

1375. I. Noyau; zones à 78, 56, 78% d'An. Partie intermédiaire; zones à 56, 48, 40% d'An. Zone externe: de 25 jusqu'à 12% d'An. Partie corrodée au centre tout à fait: 35% d'An. II. Noyau; zones à 90, 85, 80% d'An. Partie

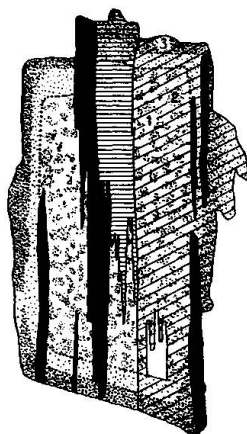


Fig. 7.

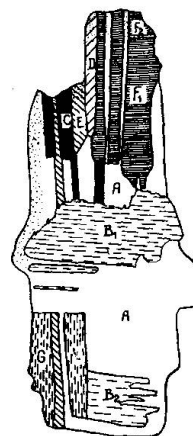


Fig. 8.

intermédiaire: 75, 50% d'An. Zone externe à 25% d'An. III. Noyau; zones à 90, 85, 90% d'An. Partie intermédiaires à 68, 48, 35% d'An. Zone externe: 16% d'An. IV. Noyau: 88% d'An. Partie intermédiaire: 55 et 45% d'An. Zone externe: 20% d'An. Partie corrodée au centre: 25% d'An.

1375 A. I. Noyau; deux zones successives: 1 = 80, 2 = 73% d'An. Partie intermédiaire: 3 = 52%. Zone externe: 4 = 20% d'An. Inclusions de petits cristaux: a = 53, b = 38% d'An. (Fig. 5.) II. Noyau; deux zones: 56 et 45% d'An. Zone externe: 25% d'An. III. Noyau: 70% d'An. Zone externe: de 35 jusqu'à 22% d'An. IV. Noyau: 68% d'An. Zone externe: 35% d'An.

1405. I. Noyau: A = 50% d'An. Il est corrodé au bord; autour de lui s'est déposé B = 60% d'An. Celui-ci est à son tour corrodé et il s'est déposé C<sub>1</sub> = 80 et C<sub>2</sub> = 70% d'An; en même temps P = 80 et D = 80 et E = 70% d'An. Puis tout autour se sont déposées les zones successives: L<sub>1</sub> = 45, L<sub>2</sub> = 30, L<sub>3</sub> = 26% d'An. K<sub>1</sub> = 50, K<sub>2</sub> = 40, K<sub>3</sub> = 24% d'An. M<sub>1</sub> = 44, M<sub>2</sub> = 24% d'An. On observe une lame étroite maclée suivant la loi de l'Albite. (Fig. 6.) II. Noyau: 60 et 65% d'An. Partie intermédiaire: 38 et 27% d'An. Zone externe jusqu'à 8% d'An.

## Séparations mélanocrates microgabbroides.

163. I. Noyau: 73% d'An. Partie intermédiaire: 40 et 35%. Zone externe: 20 jusqu'à 13%. Partie corrodée au centre: 40 et 35% d'An. II. Noyau: 70% d'An. Partie intermédiaire: 52, 45% d'An. Zone externe jusqu'à 35% d'An. Partie corrodée: 43% d'An.

1703. I. Noyau: 2 à 58%. Zone externe: 3 à 25% d'An. Partie corrodée: 1 à 40% d'An. (Fig. 7.) II. Noyau: 60% d'An. Zone externe jusqu'à 25% d'An. Partie corrodée: 39% d'An. III. Noyau: 48% d'An. Zone externe 35% d'An. IV. Noyau: 56% d'An. Zone externe: 35% d'An. V. Noyau: 54% d'An. Zone externe: 25% d'An.

## Gabbros.

Quartzgabbro. 699. I. Noyau: 50% d'An. Partie externe: 48, 30 jusqu'à 10% d'An. II. Noyau: 80% d'An. Partie externe: 58 et 40% d'An. III. Noyau: 45% d'An. Partie externe: 25% d'An.

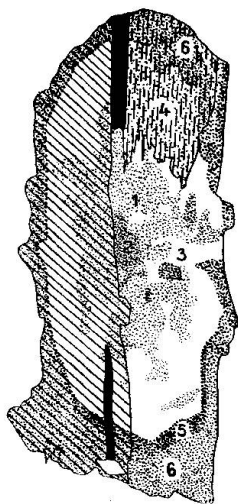


Fig. 9.

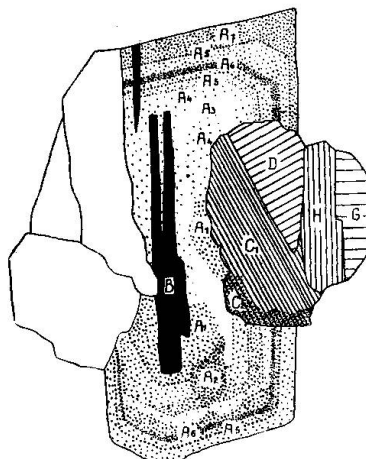


Fig. 10.

Siénogabbro. 698. I. Noyau: 75% d'An. Zone externe: de 28 jusqu'à 20% d'An. Partie corrodée au centre: 55% d'An. II. Noyau: 75% d'An. Zone externe: 52, 25, 15, et 20% d'An. Partie corrodée centrale: 52% d'An.

Gabbro plagioclasiq. 630 c. I. Noyau: 80% d'An. Partie externe: de 60 jusqu'à 20% d'An. Partie corrodée: 48% d'An. II. Noyau zoné: 82, 60% d'An. Partie externe jusqu'à 18% d'An. III. Noyau de deux individus maclés 80 et 80% d'An. Partie externe 60 jusqu'à 15% d'An.

Gabbro. 1636. I. Partie centrale de 7 individus maclés: A à 60, B<sub>1</sub> à 55, C à 58, D à 55, E à 50, F<sub>1</sub> à 50, F<sub>2</sub> à 40, G à 50% d'An. Macles: A et E suivant la loi de Karlsbad. A et G suivant la loi de l'Albite. A et C suivant la loi Albite-Karlsbad. A et F suivant la loi Albite-Ala. F et D suivant la loi de Karlsbad. A et B suivant une hémitropie parallèle ou complexe sur (001). (Fig. 8.) II. Partie centrale; zones alternantes: 54, 58, 50, 52, 58% d'An. Macles de Karlsbad et d'Albite. III. Partie centrale 65% d'An. Une lamelle maclée à 35% d'An. IV. Partie centrale; deux individus maclés: 58 et 62% d'An.

Gabbro. 189. I. Noyau 3 à 95, 4 à 80, 5 à 60% d'An. Zone externe 6 à 50% d'An. Partie corrodée 1 à 38, 2 à 45% d'An. (Fig. 9.) II. Noyau: 90% d'An. Partie externe: 40, 45, 31% d'An. Partie corrodée: 40% d'An. III. Noyau; deux individus maclés: 97 et 97% d'An. Partie externe: 74, 50, 40% d'An. Partie corrodée: 50% d'An. IV. Noyau: 95% d'An. Partie externe: 55% d'An. V. Noyau: 70% d'An. Partie externe jusqu'à 28% d'An. Partie corrodée: 32% d'An.

Mélagabbro. 698 A. I. Noyau: 85% d'An. Zone externe: de 35 jusqu'à 22%. II. Noyau: 75% d'An. Zone externe: de 85 jusqu'à 20% d'An. III. Noyau: plusieurs individus maclés: l'un zoné de 80 à 50% d'An, l'autre à 73% d'An et d'autres à 73, 73, 80, 55 et 55% d'An. Zone externe: de 20 jusqu'à 13% d'An. Macles de l'Albite, du Péricline, d'Albite-Karlsbad. De plus un cas de concrescence régulière.

### Roches filoniennes: Granodioriteporphyrites ou Andésites.

628. I.  $A_1$  à 45,  $A_2$  à 60,  $A_3$  à 40,  $A_4$  à 38,  $A_5$  à 42,  $A_6$  à 60,  $A_7$  à 38 % d'An. B à 38,  $C_1$  à 48,  $C_2$  à 38, D à 43, E à 33, F à 45, G à 38, H à 40 % d'An. Macles: A et B suivant la loi de l'Albite. A et E suivant la loi de Karlsbad. A et G suivant la loi Albite - Karlsbad. E et F suivant la loi d'Albite-Ala. C et D qui sont maclés entre eux suivant la loi de l'Albite sont en concrescence régulière avec le couple A, B. (Fig. 10.) II. Partie centrale:  $A_1$  à 65,  $A_2$  à 43,  $A_3$  à 48,  $A_4$  à 38 % d'An.  $B_1$  à 65,  $B_2$  à 38,  $B_3$  à 45,  $B_4$  à 38% d'An. A et B sont maclés suivant la loi Albite-Karlsbad.

944. I. Partie centrale; zones alternantes: 40, 43, 35, 38, 35, 38, 35% d'An maclé avec un individu zoné: 38, 35, 38% d'An et deux lamelles à 40 et 35% d'An. II. Partie centrale; zones alternantes à 60, 38, 53, 38, 33, 40, 38% d'An et deux lamelles à 35 et 33% d'An. III. Partie centrale; zones alternantes à 46, 48, 38, 35, 38, 35, 38, 35 % d'An.

967. I. Partie centrale; zones alternantes à 37, 45, 37, 45, 37, 45, 35, 52 et 40 % d'An. II. Partie centrale; zones alternantes à 38, 45, 60, 45, 38, 45, 38, 45, 38 % d'An.

### BIBLIOGRAPHIE

1. *L. Duparc et M. Reinhard*: Détermination des Plagioclases. Mém. Soc. Physique, Genève, Vol. 40, Fasc. 1, 1924.
2. *A. Rittmann*: Die Zonenmethode. Schweiz. Min.-Petr. Mitt., Bd. IX, 1929.
3. *R. A. Daly*: Igneous rocks and their origin, 1914.
4. *H. L. Alling*: Journ. Geol. XXIX, 1921.
5. *R. H. Rastall*: Physicochemical Geology, 1927.
6. *N. L. Bowen*: Evolution of igneous rocks, 1928.
7. *F. Becke*: Denkschr. d. k. Ak. d. Wissensch., Math.-Naturwiss. Kl., 75. Bd., Wien 1913.

Laboratoire de Minéralogie et Pétrographie de l'Université de Bâle.

Reçu le 9 janvier 1931.