

Zeitschrift:	Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Herausgeber:	Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band:	52 (1918-1919)
Heft:	197
 Artikel:	Contribution à l'étude des macles des feldspaths au moyen de la méthode de Fedoroff
Autor:	Carrasco, Elvira
Kapitel:	II
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-270210

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 12.01.2026

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

obtenue par rotation de 180° autour de la \perp à (010), est aussi stable que la position initiale. L'échange fréquent, mais fortuit, de ces deux orientations est par suite le plus vraisemblable pour ce membre de la série. Pour les autres macles, l'orientation de l'individu 2 est beaucoup moins stable que celle de 1 ; par suite, un accident particulier doit intervenir pour produire le phénomène de macle¹.

Les macles que nous avons citées ne se produisent pas toujours seules ; fréquemment elles s'associent et forment parfois des groupes complexes composés de cinq, sept, même neuf individus différemment orientés. Dans l'exposé de nos analyses ressortiront les groupements les plus fréquents.

§ 6. Différence de % d'An. des individus maclés.

Nous devons maintenant dire quelques mots sur la composition des individus maclés. Celle-ci² est, dans la majeure partie des cas, la même pour les deux individus ; cependant, elle présente parfois, non seulement de légères différences, mais des écarts notables que l'on peut mettre en évidence grâce surtout à la méthode de Fedoroff³, et tels que l'inégalité entre les constantes des deux individus peut être très marquée ; par exemple, changement de signe dans l'angle des axes optiques. Fedoroff a observé un cas où pour l'un des individus $2 V = + 82^\circ$ et pour l'autre $- 86^\circ \frac{1}{2}$.

Ces généralités établies, nous allons donner en quelques pages le principe des méthodes de détermination de Michel-Lévy et de Fedoroff.

II^{me} PARTIE

MÉTHODES DE DÉTERMINATION

Les méthodes les plus pratiques pour la détermination des feldspaths sont celles de Michel-Lévy et de Fedoroff ; aussi ne mentionnerons-nous que ces dernières. Pour l'historique des autres procédés nous renvoyons à l'*Etude sur la détermination des feldspaths dans les plaques minces*, 1894, Paris ; 1^{er} fascicule, où Michel-Lévy en fait une étude descriptive et critique.

¹ (27) p. 393.

² (10) p. 233.

³ (14) p. 283 ; (29) p. 605, 626, 646, 648.

CHAPITRE PREMIER

MÉTHODE DE MICHEL-LÉVY

Michel-Lévy utilise les angles d'extinction sur des sections optiquement ou cristallographiquement orientées. Les types qui lui ont servi à établir ses formules ont été étudiés par Des Cloizeaux ou Fouqué, ou contrôlés par l'auteur sur ses feldspaths produits artificiellement¹. Au moyen de ses formules mathématiques² destinées à connaître les angles d'extinction sur une face quelconque, l'auteur a pu obtenir une série de courbes qui doivent donner le pour cent (%) d'anorthite lorsqu'on connaît ces angles et l'orientation de la section. Pour serrer le problème et lever l'incertitude en cas d'ambiguité, Michel-Lévy étudie aussi l'angle d'extinction sur l'individu 1' associé à 1 suivant la loi de l'albite, et lorsque la section 1 est orientée. Les sections en zones sont également examinées et donnent des renseignements précieux surtout sur les microlithes. L'auteur tire parti aussi des positions d'éclairement commun pour les zones des feldspaths.

L'inconvénient que présente cette méthode réside dans la difficulté qu'il y a de fixer exactement : 1^o la position d'extinction, difficulté qui s'atténue plus ou moins avec la pratique ; 2^o le degré d'erreur dans l'orientation de la section ; 3^o finalement, dans la chance plus ou moins grande qu'il y a de trouver des sections bien orientées dans des coupes où les cristaux ont des orientations diverses.

Mais cette méthode présente le grand avantage de pouvoir être rapide entre les mains d'un opérateur expérimenté, car elle ne nécessite pas d'accessoires optiques longs à régler ou exigeant des mesures de correction. Elle est indispensable, à mon sens, lorsqu'il s'agit de déterminer les plagioclases dans des roches où ceux-ci sont seuls à l'état microlithique, trop petits pour se prêter à l'étude suivant la méthode de Fedoroff.

Pour plus de détails sur cette méthode, consulter la bibliographie³.

Michel-Lévy avait établi ses courbes pour la macle de l'albite seule ; les extinctions pour la macle de Carlsbad peuvent se déduire de ses épures du 1^{er} fascicule. Ces macles étant les plus fréquentes, il semblait qu'elles pouvaient suffire à la détermination des feld-

¹ (21) (22).

² (40) p. 11.

³ (41), (22'), (53), (10), (15), (15').

spaths. Il n'en fut pas ainsi, et Duparc et Pearce¹, en 1901, fixèrent les angles d'extinction pour la macle du péricline. Récemment nous avons eu l'occasion d'établir cette constante pour les autres macles se produisant sur la face p (001)². Ces dernières valeurs, bien qu'étant loin de présenter l'utilité de celles relatives aux macles sur g^1 (010), plus fréquentes, peuvent rendre occasionnellement service lorsque les premières restent sans résultat.

CHAPITRE II

MÉTHODE DE FEDOROFF

§ 1. Historique de la méthode.

Telle que nous la connaissons aujourd'hui, cette méthode n'est que le perfectionnement de géniales conceptions émises, en langue russe, par l'auteur déjà en 1889 et traduites en allemand en 1893³. L'année suivante paraissait la deuxième partie de ce travail⁴. Enfin, en 1895, 1896 et 1898⁵, Fedoroff parachève sa méthode et l'applique spécialement aux feldspaths dont il fait une étude critique tant au point de vue de la composition chimique que des données optiques.

En m'occupant de cette méthode, je ne l'étudierai que relativement aux feldspaths, sans m'occuper des services qu'elle rend dans la détermination des autres minéraux.

§ 2. Principe de la méthode.

A l'inverse de Michel-Lévy, qui se sert des sections optiquement ou cristallographiquement orientées, Fedoroff en utilise une quelconque. La coupe qui la contient, fixée dans une platine mobile à la cardan, peut être traversée dans une direction quelconque par le pinceau lumineux issu du polariseur ; autrement dit, grâce à ce procédé génial il devient possible d'étudier au microscope, sur une section taillée au hasard, les propriétés que présente le minéral suivant toutes les directions de l'espace, théoriquement du moins,

¹ (22').

² (53), (54), (55), (56).

³ (24) p. 574.

⁴ (25) p. 244.

⁵ (26) p. 225 ; (27) p. 339 ; (29) p. 604.

car en pratique le châssis contenant la préparation et les accessoires optiques de la platine universelle ne permettent un examen précis que dans certaines limites d'inclinaison de la platine. Nonobstant, il est possible, en général, d'amener suivant l'axe du microscope une direction particulièrement intéressante, soit les indices de l'ellipsoïde, soit les axes optiques, soit des plans de macle ou de clivage, etc., etc.

Cette méthode tient compte aussi de l'extinction ; mais, au lieu d'en reporter la valeur sur des courbes établies d'avance en fonction du % d'An. comme procède Michel-Lévy, Fedoroff l'utilise comme phénomène lui indiquant qu'une section particulièrement intéressante, par exemple une des sections principales de l'ellipsoïde optique, présente une position déterminée qui peut être reportée sur le canevas stéréographique au moyen des deux coordonnées (longitude et latitude, par rapport à des repères fixés d'avance) de son pôle. De la sorte, il est possible de fixer la position relative des éléments des ellipsoïdes maclés, du plan et de l'axe de macle, des clivages, etc. Sur l'épure stéréographique obtenue, l'on peut aisément se rendre compte de la situation des ellipsoïdes par rapport aux éléments cristallographiques, puis mesurer les angles faits par les indices principaux avec tel élément cristallographique, plan et axe de macle. Ces angles reportés sur des courbes tracées à l'avance en fonction du pour cent (%) d'An., fixent en définitive le % An. et la macle du feldspath à l'étude. L'épure stéréographique fournit aussi parfois la valeur de l'angle des axes optiques 2 V.

Par conséquent, la sûreté du diagnostic dépend essentiellement de la précision de l'extinction, car c'est elle qui permet de fixer la position de l'ellipsoïde. Cette extinction est-elle toujours parfaite et les anomalies du canevas de travail ou des solutions proviennent-elles alors uniquement de la maladresse de l'opérateur ? Pas toujours.

§ 3. — Irrégularités.

Avant d'examiner quelles en sont les causes, voyons de quelle nature peuvent être ces irrégularités.

1^o L'axe de macle, qui s'obtient sur le canevas en traçant les grands cercles qui passent par les indices homologues des deux ellipsoïdes maclés, au lieu d'être un point, est représenté par un triangle de grandeur variable, trop grand parfois pour être considéré comme bon ; si le triangle est petit, d'un centimètre de côté environ, l'épure est satisfaisante à son égard ; plus petit, de 2 à 4 mm. de côté au plus, nous l'estimons très bonne.

2^o L'axe de macle ne tombe ni dans le plan de macle, ni sur le pôle du plan de macle.

3^o Les coordonnées du pôle du plan de macle par rapport au indices des deux individus maclés ne sont pas égales.

Et maintenant quelles peuvent être les causes de ces anomalies ?

§ 4. A. Extinction très nette.

Chaque individu présente une composition chimique homogène ; son % d'An. est constant sur toute la plage à l'étude et l'équilibre moléculaire interne n'a pas été détruit par la pression ou par des tensions intérieures. Alors, si l'axe de macle n'est pas représenté sur le canevas par un point ou par un triangle très petit pouvant être assimilé à un point, deux explications de ce fait sont possibles.

1^o L'opérateur n'a pas déterminé exactement les extinctions et cela déplace de telle sorte sur le canevas la position des individus maclés qu'ils ne sont plus tout à fait symétriques par rapport à l'axe de macle, condition qui définit la macle ; (l'axe de macle n'étant pas considéré ici exclusivement comme une rangée, mais aussi comme direction géométrique normale au plan de macle.)

Ces erreurs de travail sont nettement visibles si l'on contrôle l'angle des indices principaux d'un même ellipsoïde. Ils sont de 90° dans les conditions sus-indiquées d'homogénéité et d'équilibre interne. S'ils diffèrent de 3° à 4° au moins de 90°, c'est que le travail n'est pas fait avec assez d'exactitude. On ne peut alors tirer des conclusions rigoureuses du canevas de travail.

Mais ce cas 1^o est pratiquement éliminé, car dès que la position de deux des indices est obtenue sur le canevas, on vérifie s'ils sont à 90° l'un de l'autre et, dans le cas contraire, on reprend l'étude de l'extinction jusqu'à obtention de la perpendicularité ; alors seulement on poursuit la détermination.

Lors donc que ces angles sont égaux à 90° — à un ou deux degrés près — l'exactitude du travail est satisfaisante. Alors l'anomalie du triangle représentant l'axe de macle est due :

2^o Au fait que les ellipsoïdes des deux individus pseudo-maclés ne sont pas tout à fait symétriques par rapport à cet axe, parce que la macle n'est pas rigoureuse, soit par suite d'une légère différence de % d'An. entre les deux individus, soit parce que les plans qui s'associent ne sont pas les mêmes.

3^o L'axe de macle, ou plutôt le pseudo-axe de macle, est représenté sur le canevas de travail par un triangle si grand, qu'il ne peut plus être attribué à la maladresse de l'opérateur. Alors une autre explication s'impose : le pseudo-axe en question n'est pas axe de macle rigoureux, il est simplement une ligne par rapport à laquelle les ellipsoïdes sont plus ou moins symétriques. Le cas peut se présenter

lorsque nous avons en présence trois individus maclés. On sait¹ que, dans ce cas, la position de l'individu 3 relativement à l'individu 1 lui est symétrique par rapport à une droite normale au plan des axes de macle 1-2 et 2-3, à la condition *sine qua non* que ces axes soient perpendiculaires l'un sur l'autre. A mesure que l'angle de ces deux droites s'éloigne de 90°, la dissymétrie de position de 3 par rapport à 1 s'accuse autour de l'axe 1-3, et le triangle relatif à cet axe 1-3 augmente de surface sur le canevas.

Inversement, si, pour un axe de macle, nous obtenons un grand triangle et pour les deux autres des triangles très petits, voire même des points, nous en conclurons que ces derniers axes ne sont pas perpendiculaires l'un sur l'autre. Nous aurons l'occasion dans la suite de cet exposé de présenter des cas de ce genre.

Si nous avons simplement deux individus en présence, apparemment maclés, la grande dimension du triangle de l'axe indique que les ellipsoïdes ne sont guère situés symétriquement par rapport à cet axe, autrement dit qu'il n'y a pas *macle*, mais seul accollement, suivant un plan plus ou moins net, dû à la pression ou à la cristallisation d'un feldspath secondaire dans les fentes de clivage d'un feldspath primaire². J'ai observé le cas dans un schiste où deux individus s'étaient joints suivant un plan si net qu'ils semblaient apparemment maclés. L'étude optique me montra qu'il n'y avait pas macle, mais simple soudure due peut-être et probablement à la pression.

Autre cause qui donne à l'axe de macle une grande surface : les deux individus présentent un % d'An. différent. Dans ce cas, il y a macle approximative cristallographiquement, mais non optiquement. Les coordonnées du pôle P par rapport aux deux individus sont ici très différentes.

§ 5. B. Extinction peu nette, floue ou roulante.

Cela est dû soit à un % d'An. variable dans le même individu (produit, par exemple, lorsqu'il y a eu corrosion d'un feldspath basique par courant acide donnant lieu à des pseudo-morphoses en feldspath acide³, soit à une destruction de l'équilibre interne par la pression⁴. Il s'ensuit une variation dans la position de l'ellipsoïde,

¹ (12) p. 457 ; (52).

² (38) p. 300.

³ (33) p. 127.

⁴ (30) p. 579.

et par suite il n'y a plus une seule direction pour chacun des indices principaux mais plusieurs. Ce flottement se répercute sur l'axe de macle qui est représenté sur le canevas par une grande surface triangulaire.

Il y a donc lieu de tenir compte de ce dernier fait dans l'interprétation des solutions sur les courbes. Ici l'incertitude de l'extinction s'ajoute aux irrégularités étudiées dans A) et aux erreurs de l'opérateur.

La détermination exacte de la hauteur du plan de macle est difficile à obtenir à 1° ou 2° près ; elle peut produire des différences assez sensibles entre les coordonnées de P par rapport aux deux individus. Mais il est possible dans la discussion de ces écarts d'en déceler la cause.

§ 6. Cause de certains écarts.

Par conséquent, en discutant les résultats de nos analyses, nous tiendrons compte de toutes ces particularités et nous constaterons que, malgré les causes d'incertitude d'extinction dues à la plage elle-même ou à l'opérateur, la méthode de Fedoroff permet à un manipulateur expérimenté d'obtenir des résultats d'une précision parfois rigoureuse.

C'est en nous basant sur cette précision que, ayant obtenu à maintes reprises des points ne tombant pas sur les courbes de détermination, nous avons envisagé la possibilité des macles sur des faces vicinales de celles qui jouent habituellement le rôle de plan de macle et nous avons cherché sur une quarantaine d'exemples à serrer de si près le problème que la question puisse se trancher d'une façon certaine.

Nous verrons, à la suite de l'exposé de nos recherches, les conclusions auxquelles elles nous ont conduite et ce qu'il y a lieu de penser sur le but que nous nous proposions d'atteindre.

§ 7. Diagrammes de Fedoroff.

Disons quelques mots encore des principes qui ont guidé Fedoroff dans le tracé de ses courbes. Il affirme¹ que pour atteindre ce but il convient d'effectuer de nombreuses mesures approximatives et d'en prendre la moyenne, plutôt que d'en utiliser quelques-unes très exactes dont l'exactitude du reste conduit souvent à une fiction et cela par suite des raisons suivantes :

¹ (29) p. 604.

1^o La série des plagioclases n'est pas une série unique aussi stricte que la loi de Tschermak le veut ; dans leur composition entrent différents mélanges, entre autres la potasse, dont l'analyse chimique ne peut toujours donner la teneur exacte et qui modifient les propriétés optiques théoriques du mélange.

2^o Le matériel des coupes minces n'est pas toujours très limpide et suffisamment homogène pour servir de base à des déterminations types ; les zones et la différence essentielle des deux individus cristallisés gênent souvent beaucoup l'étude de la macle.

Cependant, ces inconvénients peuvent être éliminés en partie par des analyses nombreuses approchées. Parmi plusieurs centaines de déterminations, Fedoroff n'en utilisa que quelques dizaines contenant l'orientation optique complète des deux individus d'une macle. Il obtint ainsi une série de points distants parfois de 7° ; mais en appliquant le principe des moyennes il arriva à tracer ses courbes exactes à 1° ou 2° près. Il semble, dit-il, qu'on doive renoncer à une plus grande exactitude¹. C'est surtout sur les membres acides de la série que portèrent ses observations ; au sujet des termes basiques, il règne encore quelque incertitude.

Puis par un moyen tout théorique², il parvint à tracer les courbes \perp (010) et [001], qui fournirent des données relatives à la direction d'extinction sur les faces g^1 (010) et p (001) coïncidant approximativement avec celles que Fouqué et Max Schuster avaient établies expérimentalement. Une coïncidence exacte ne peut être atteinte, comme l'a déjà fait remarquer Fouqué, les coordonnées cristallographiques de g^1 (010) et p (001) n'étant pas déterminées rigoureusement.

L'auteur remarque ensuite que, par exemple, dans la pratique, le pôle du plan de macle de l'albite ne tombe pas toujours sur le diamètre normal au plan de macle théorique ; quelquefois il se présente des écarts notables qui peuvent provenir : 1^o de l'inexactitude de la détermination optique ; 2^o de la non coïncidence du plan de macle avec le plan g^1 (010) ; 3^o de la différence de composition chimique entre les individus maclés.

Dans l'analyse qui suivra, nous aurons l'occasion de présenter des exemples de ces trois cas.

Disons d'emblée que dans nos recherches nous avons considéré les courbes de Fedoroff exactes à 1° ou 2° près, comme lui-même l'évalue. Lorsque nos solutions s'écartaient de plus de 3° du lieu théorique, nous avons admis après discussion et seulement si cet

¹ (29) p. 631.

² (29) p. 637.

écart ne provenait pas de causes justifiables, que le plan de macle était vicinal du plan d'association théorique.

Nous avons presque toujours indiqué approximativement à combien de degrés du lieu théorique tombaient les solutions, et pour en obtenir le % d'An., nous avons mené du point trouvé la perpendiculaire sur la courbe, bien que cela soit arbitraire, car cela dépend de la zone dont la vicinale fait partie, zone qu'il est du reste impossible de connaître uniquement par un point.

§ 8. Remarques.

Les angles mesurés sur le canevas stéréographique de travail, ont été reportés sur les derniers diagrammes de Fedoroff, qui nous ont servi dans la majeure partie des cas à résoudre le problème. La courbe du plan d'association de la macle du péricline n'a pas été donnée par Fedoroff, aussi avons-nous eu recours pour les solutions concernant cette association aux courbes dessinées par M. Sabot dans son *Etude sur les feldspaths*, couronnée du prix Davy (Comptes-rendus des séances de la Société de physique et d'histoire naturelle ; vol. 35, n° 3, 1918, p. 72) et par MM. H. Sigg et G. Favre¹. Les solutions obtenues sur les courbes de M. Sabot seront suivies de la lettre (S), celles données par les courbes de H. Sigg et G. Favre, par les lettres (S. F.).

Nous avons aussi utilisé pour interpréter la valeur de l'angle des axes optiques la courbe 2 V (fascicule II : *Etude sur les feldspaths*)² de Michel-Lévy, sur le tracé de laquelle Fedoroff³ n'est pas tout à fait d'accord et qui a, du reste, été discutée théoriquement par d'autres auteurs. Comme nous le verrons, elle ne répond pas toujours aux données d'expériences.

Ces préliminaires établis, nous allons passer à l'exposé de nos analyses. Pour la plupart d'entre elles, nous avons fait au moins cinq lectures de coordonnées des indices ; lorsque les écarts entre ces lectures étaient de plusieurs degrés, nous avons augmenté le nombre des mesures, diminué à trois ou quatre lorsqu'elles concordaient.

Le pôle du plan de macle sera désigné par la lettre P. Au lieu d'écrire : coordonnées de P par rapport à l'individu 1, nous abrèg-

¹ (52).

² (41).

³ (41) 1^{er} fascicule ; planche VIII.

rons en P_1 ou P_2 , etc. ; si ces coordonnées représentent la moyenne par rapport aux deux individus, nous écrirons \bar{P} , tout court.

Si l'axe de macle A est représenté par un triangle \leq de 2 à 4 mm. de côté, nous le considérons comme très bon ; s'il est \leq à 1 cm., nous dirons qu'il est bon ; assez bon ou mauvais pour des dimensions plus grandes.

III^{me} PARTIE

ANALYSE DES DÉTERMINATIONS

Troctolite — Oural du Nord (Pawdinskaya Datcha).

1. — a) Section à contours arrondis, maclée, 3 individus ; lamelles 2 et 3 finement répétées ; individu 3 transversal aux deux autres ; les surfaces de contact subissent par places de légers gauchissements.

Analyse de l'association 1-2 :

L'axe A_{1-2} , bon, tombe sur P_{1-2} : hémitropie normale. Coordonnées de P_{1-2} sont presque égales.

	Ng.	Nm.	Np.	Solutions.
Pôle du plan de macle	P_{1-2}	$47^{\circ}5$	$60^{\circ}5$	55°
Pôle de l'axe de macle	A_{1-2}	$47^{\circ}5$	$60^{\circ}5$	55°

Diagnostic : Macle de l'Albite.

Analyse de l'association 1-3 :

L'axe A_{1-3} , très bon, tombe dans le plan 1-3 : hémitropie parallèle. Coordonnées de P_{1-3} presque égales.

	Ng	Nm	Np	Solutions.
P_{1-3}	41°	60°	$65^{\circ}25$	$\left\{ \begin{array}{l} 3^{\circ} \text{ de } \perp \pi \text{ 90% An.} \\ \text{sur } \perp \pi (\text{S}) \text{ près de 90 % An.} \end{array} \right.$
A_{1-3}	49°	60°	54	sur [010] 87% An.

Diagnostic : Macle du Péricline.

Dans ce dernier cas, nous avons une légère différence de % An. entre la solution du plan π et celle de son axe ; cela est dû à l'incertitude qui règne sur le tracé de la courbe $\perp \pi$ et au fait que sur celle-ci les intervalles entre 75 et 100% An. étant très petits, il est impossible de fixer exactement le % An. pour un point tombant dans cet intervalle.

Angle des axes optiques :

$$2 V_1 = -83^\circ;$$

$$2 V_2 = -83^\circ;$$

$$2 V_3 = -80^\circ.$$

Le signe négatif de l'angle confirme 92% An. (Michel-Lévy = M. L.).

Nous avons donc les macles suivantes :

Diagnostic : 1-2 : Hémisropie normale suivant l'Albite 91% An.

1-3 : Hémisropie parallèle suivant le Péricline 88,5% An.

* * *

2. — b) Section maclée, analogue à la précédente ; 3 individus ; lamelles 2 et 3 finement répétées ; individu 3 transversal aux deux autres ; très léger gauchissement des surfaces de contact. Les individus 2 et 3 ont été difficiles à étudier.

Analyse de l'association 1-2 :

L'axe A_{1-2} , très bon, tombe dans le plan : hémisropie parallèle.

Ng Nm Np Solutions.

P_{1-2} 41° $61^\circ 75$ $62^\circ 5$ { sur $\perp \pi$ 100% An. (S. F.)
($2^\circ g.$ de $\perp \pi$ 93% An. (S.) ($2^\circ g. = 2^\circ$ à gauche)
 $2^\circ d. = 2^\circ$ à droite)}

A_{1-2} 49° $63^\circ 5$ 53 $2^\circ g$ de [010] 93% An.

Diagnostic : Macle du Péricline.

Analyse de l'association 1-3 :

L'axe A_{1-3} , très bon, tombe près de P_{1-2} : hémisropie normale. Coordonnées de P présentent des différences sensibles.

(P_1 = coordonnées du pôle P_{1-3} par rapport à l'individu 1.)

	Ng	Nm	Np.	Solutions.
P_1	50°	63°	53°	sur \perp (010) 95-100% An.
	45°	$66^\circ 5$	$55^\circ \dots$	$4^\circ g. \perp$ (010) 96% An.
P_3	$40^\circ 5$	70°	57°	$10^\circ g. \perp$ (010) 87% An.

A_{1-3} $45^\circ 5$ $66^\circ 5$ $55^\circ 5$ $4^\circ g. \perp$ (010) 96% An.

Discussion :

Examinant le canevas de travail nous constatons :

1^o Les axes sont des points : épure suffisamment bonne pour tirer des conclusions strictes ;

2^o Les pôles P_{1-2} et P_{1-3} tombent respectivement et exactement dans les plans l'un de l'autre ; donc ces deux plans font entre eux

un angle de 90°, et de ce fait nous ne pouvons pas avoir les maclees rigoureuses de l'Albite et du Péricline ;

3° L'axe A_{1-2} tombe exactement dans le plan $1-2$ et sur P_{1-3} ; l'axe A_{1-3} tombe à 3° de P_{1-3} , en dehors du plan $1-2$;

4^o Les coordonnées de P_{1.3} présentent des différences de 9°5 (Ng), 7° (Nm), 4° (Np), qui ne peuvent provenir que du minéral lui-même et non du travail très exact.

Les coordonnées de P_1 donnent un point sur \perp (010) entre 95 et 100% An ; celles de P_3 donnent un point à 10°g \perp (010) à 87% An. environ.

D'autre part, l'axe A₁₋₃ ne coïncidant pas sur l'épure avec P₁₋₃, j'en conclus que le plan d'accolement 1-3 n'est pas le plan de symétrie optique des individus 1 et 3 ; cela est dû probablement à un % An. de 3 inférieur à celui de 1.

De ce qui précède nous déduisons pour 1-3 : association suivant la loi de l'albite, avec composition des deux individus différente.

1-2 macle voisine de la Péricline 93% An environ.

Angle des axes optiques : , ,

$$\begin{aligned}2 V_1 &= -83^\circ \quad 89\% \text{ (M. L.)} \\2 V_2 &= -78^\circ \quad 95\% \text{ (M. L.)} \\2 V_3 &= -84^\circ \quad 88\% \text{ (M. L.)}\end{aligned}$$

* * *

(S.) 11. **Gabbro** — Caroline du Nord (Aval de Whitney).

Coupe très fraîche, structure ophitique ; feldspaths en longues baguettes maclées ; augite ; un peu d'olivine, magnétite.

3. — *a)* Section à contours assez nets, maclée, 2 individus bien représentés ; quelques lamelles 1 dans 2.

L'axe A₁₋₂, bon, tombe sur le pôle P₁₋₂ : hémitropie normale.

	Ng	Nm	Np	Solutions.
P _{1,2}	42°	60°	62°}	↓ (010) 71% An.
A _{1,2}	42°	59°5	60°}	

Diagnostic : Macle de l'Albite.

Angle des axes optiques : $2V_2 = +86^\circ$ 74% An. (M. L.).

Remarque : La section contient encore 2 fines lamelles transversales qui auraient probablement donné la macle du Péricline, comme dans les exemples suivants.

4. — b) Plage limpide à contours nets par places, résorbés ailleurs ; 2 individus maclés, polysynthétiques. Canevas très bon ;

l'axe $A_{1.2}$, un point, tombe à 2° du pôle $P_{1.2}$: hémitropie normale.

	Ng	Nm	Np	Solutions.
$P_{1.2}$	41°	63°	$64^\circ 5$	$\left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \perp (010) 70\% \text{ An.}$
$A_{1.2}$	41°	$62^\circ 5$	$64^\circ 5$	

Angle des axes optiques = $2 V_4 = + 80^\circ$ (65 % An. (M. L.).

Diagnostic : Macle de l'Albite 70 % An.

* * *

5. — c) Section à contours assez nets, limpide, maclée, deux individus; l'individu 2 se présente sous forme d'une assez large bande intercalée dans 1; il contient quelques très fines lamelles que nous n'avons pu identifier. L'étude ultérieure nous a fait déduire, et remarquer ensuite sur la coupe, la présence d'un individu 3, à peine développé sur une partie seulement du contact entre 1 et 2. Canevas très bon ; l'axe $A_{1.2}$ tombe dans le plan : hémitropie parallèle ; coordonnées de $P_{1.2}$ égales.

	Ng	Nm	Np	Solutions.
$P_{1.2}$	46°	61°	60°	$\left. \begin{array}{l} \perp (010) 79 \% \text{ An.} \\ \perp (001) 66 \% \text{ An.} \\ \perp (110) 82 \% \text{ An.} \end{array} \right\}$
$A_{1.2}$	$66^\circ 5$	30°	74°	$\frac{\perp [001]}{(010)} 82 \% \text{ An.} = \text{axe complexe Albite-Carlsbad.}$

Discussion : Les coordonnées de $P_{1.2}$ nous donnent trois possibilités dont une seule, la première, concorde avec la solution de l'axe. Dans ce cas, l'individu 3 serait associé à 1 suivant la loi de l'Albite, à 2 suivant celle de Carlsbad ou l'inverse; c'est ce qui amènerait 2 à être maclé avec 1 suivant l'axe complexe. Dans le cas particulier cet axe ne paraît être qu'un *axe résultant*, par suite de la présence de la lamelle 3, bien que celle-ci ne sépare pas complètement 2 de 1 sur toute leur longueur. La macle a probablement été amorcée entre 1 et 3 suivant la loi de l'Albite (ou Carlsbad) et ensuite ou simultanément entre 3 et 2 suivant Carlsbad (ou l'Albite); puis 3 a cessé de croître, et seules les lamelles 2 et 1 ont continué à grandir et sont venues en contact en gardant leur orientation relative primitive.

Ainsi, chaque fois que deux individus seront maclés suivant l'axe complexe Albite-Carlsbad et qu'il sera possible de déceler une troisième lamelle entre eux, si petite soit-elle, nous conclurons que cette dernière a déterminé la macle complexe.

Si cette lamelle 3 n'est pas décelable, nous devrons admettre

que, dans ce cas, l'axe complexe joue le rôle d'*axe réel*, ce qui du reste a déjà été prévu et observé¹.

En résumé, notre exemple représente une macle résultante.

Diagnostic: suivant la loi *complexe Albite-Carlsbad*. 80% An.

* * *

(Lab.) 1. — **Gabbro** — Oural (Pawda).

Coupe analogue à la précédente, les pyroxènes sont plus petits.

6. — a) Section maclée, 4 individus parallèles à lamelles peu ou pas répétées ; l'individu 4, mal développé, n'a pas été bien étudié ; 3, faiblement zoné, trop peu pour permettre l'étude des zones *a* et *b*.

Canevas de travail très bon pour 1-2, bon pour 1-3, mauvais pour 3-4.

Analyse de l'association 1-2.

L'axe A₁₋₂, parfait, coïncide avec le pôle P₁₋₂ : hémitropie normale.

	Ng	Nm	Np	Solution.
P ₁₋₂	36°5	60°5	70°}	
A ₁₋₂	37°	61°	70°}	± (010) 62 % An.

Diagnostic: Macle de l'albite.

Analyse de l'association 1-3.

Les lamelles 1 et 3 sont en contact sauf à une petite place où une fine lamelle 2 les sépare.

L'axe A₁₋₃, assez bon, tombe dans le plan : hémitropie parallèle.

	Ng	Nm	Np	
P ₁₋₃	37°75	62°	71°	voisin de ± (010) 63 % An.
A ₁₋₃	72°5	33°	63°5	± [001] = compl. Ab-C. 65 % An. (010)

Diagnostic: Macle complexe Albite-Carlsbad.

Analyse de l'association 2-3.

Nous l'avons dit, le contact entre 2 et 3 ne s'établit que par une petite lamelle, très courte.

	Ng	Nm	Np	
P ₂₋₃	37°75	60°	67°75	1° g. ± (010) 63 % An.
A ₂₋₃	57°5	76°	35°5	1° dr. [001] 64 % An.

Diagnostic: Macle de Carlsbad.

¹ C. VIOLA : Beitrag zur Zwillingsbildung. (*Zeitschrift für Kristal. und Mineralogie*, vol. 36, p. 234).

Analyse de l'association 3-4.

Ng	Nm	Np	
P ₃₋₄	36°	61°5	69°75}
A ₃₋₄	35°5	61°5	69°
			} ⊥ (010) 62% A

Diagnostic : Macle de l'albite.

Discussion : Les solutions tombent à 1° près sur les courbes correspondantes. En résumé nous avons les associations suivantes :

- 1-2 : macle de l'albite 62% An.
- 2-3 : macle de Carlsbad 63,5% An.
- 1-3 : macle complexe ab-C. 64% An.
- 3-4 : macle de l'Albite 62% An.

d'où 1-4 : macle de Carlsbad.

et 2-4 : macle complexe ab-C.

Ces deux dernières associations déduites sont confirmées par les solutions sur les diagrammes. Ici encore, l'axe complexe apparaît subordonné aux axes de l'Albite et de Carlsbad.

* * *

7. — b) Section à contours assez nets, limpide, maclée ; deux individus formant chacun 2 lamelles assez larges. — Canevas de travail bon ; l'axe A₁₋₂ tombe à 3° du pôle P₁₋₂ : hémitropie normale. Les coordonnées de P₁₋₂ présentent des différences de 7°(Ng), 1°5 (Nm), 7°5 (Np).

	Ng	Nm	Np	
P ₍₁₋₂₎ moyenne	33°5	63°	72°	2°5 de ⊥ (010) 57% An.
A ₁₋₂	33°	63°5	72°	

Diagnostic : Macle de l'albite.

Discussion : Le point d'intersection des coordonnées est parfait, mais tombe cependant à 2° ou 3° de la courbe ⊥ (010). — De plus, l'étude des différences entre les coordonnées de P₁ et P₂ montre un phénomène identique à celui que nous avons déjà vu : soit un % d'An. différent pour chaque individu.

En effet : P₁ fournit une solution à 3° ⊥ (010) 64 % An.

P₂ fournit une solution à 3° ⊥ (010) 52 % An.

Ces deux points se trouvent du même côté de la courbe. Etant donnée l'exactitude du canevas de travail et l'écart si net de 3° des solutions, nous devons diagnostiquer le plan d'association comme appartenant à une vicinale de g¹ (010) ; en outre le % d'An des deux individus maclés est différent.

* * *

(Lab.) 2039. — **Gabbro** — Oural (Pawda).

Coupe formée de grandes plages de feldspaths maclés et de pyroxène ; un peu de magnétite ; le tout légèrement altéré.

8. — *a)* Section informe, maclée ; trois individus à lamelles répétées ; individu 3, transversal aux deux autres, très fin, difficile à étudier.

Analyse de l'association 1-2.

L'axe A₁₋₂, très bon, tombe dans le plan : hémitropie parallèle. Coordonnées de P₁₋₂ sont égales.

Ng	Nm	Np		
P ₁₋₂	39°	62°	64°.....sur $\perp \pi(S.)$	94 % An.
A ₁₋₂	52°	57°	55° 2° [010]	83 % An.
				2°5 \perp (010) 68 % An.
				2° \perp [100] 67 % An.
				(100)
			<i>1^{re} solution.</i>	<i>2^{me} solution.</i>

Analyse de l'association 1-3.

Les lamelles 3 étant fines et difficiles à étudier, l'épure est moins bonne pour cette association que pour la précédente ; il faudra en tenir compte dans la discussion. L'axe A₁₋₃, assez bon, tombe près de P₁₋₃ : hémitropie normale.

Ng	Nm	Np		
P ₁₋₃	47°	62°	56°5	{ sur \perp (010) 89° An.
A ₁₋₃	46°	62°5	56°	
			<i>1^{re} solution.</i>	<i>2^{me} solution.</i>
				2° \perp (001) 68 % An.

Nous pourrions être embarrassés de choisir entre les deux solutions ; les deuxièmes concordent pour le % An. ; mais elles sont en dehors des courbes ; les premières tombent sur les courbes et leur % An. est confirmé par l'angle 2 V₂ = — 81% (91% M. L.).

D'autre part, l'association Albite-Péricline est plus probable que l'association Manebach-Complexe Albite-Ala ; du reste, dans un exemple suivant, pris dans la même coupe nous diagnostiquerons plus sûrement la première de ces associations. Nous annonçons donc :

Diagnostic : 1-2 : macle de la Péricline 88 % An. environ.

1-3 : macle de l'Albite 89 % An.

* * *

9. — *b)* Section maclée, analogue à la précédente, trois individus ; lamelles 1 et 2 souvent répétées. Ici encore, les lamelles 3, transversales aux deux autres, sont très fines et, par suite de l'in-

fluence des lamelles de recouvrement, l'étude en est faussée ; de même, les lamelles 2, très finement serrées dans l'individu 1 gênent son étude. — Malgré ces causes d'erreur, le canevas de travail est bon.

Analyse de l'association 1-2.

L'axe A_{1,2} est bon, tombe dans le plan : hémitropie parallèle.

Ng	Nm	Np			
P _{1,2} 39°5	61°	66°	sur $\perp \pi$ (S.)	93% An.	2° de \perp (010) 67% An.
A _{1,2} 52°	58°5	55°5	1°5 [010]	86% An.	2° de \perp [100] = Complexe Ab. Ala 67% An.
					(100)
			1 ^{re} solution.		2 ^{me} solution.

Analyse de l'Association 1-3.

L'axe A_{1,3}, bon, tombe sur P_{1,3} : hémitropie normale.

Ng	Nm	Np			
P _{1,3} 46°	62°	53°	voisin \perp (010)	94% An.	0°5 \perp (001) 70% An.
A _{1,3} 47°5	62°5	53°			
			1 ^{re} solution.		2 ^{me} solution.

Angle des axes optiques : 2 V₁ = - 81°5 (91% An. M. L.).

Discussion : La discussion serait analogue à la précédente ; ici encore le signe de l'angle des axes optiques, négatif, tranche la question en faveur des associations :

Diagnostic : 1-2 : *macle de la Péricline* 90% An.
1-3 : *macle de l'Albite* 93% An.

* * *

10. — c) Section informe, limpide, maclée, deux individus à lamelles répétées assez larges ; le plan de séparation subit un gaufrage marqué. — L'épure est excellente ; l'axe, un point, tombe dans le plan : hémitropie parallèle. Coordonnées de P_{1,2} égales.

Ng	Nm	Np			
P _{1,2} 37°	64°	64°	1° dr. de $\perp \pi$ (S.)	100% An.	5°g. \perp (010) 67% An.
A _{1,2} 53°	58°5	53°	2° dr. de [010]	92% An.	5°g. \perp [100] 68% An.
					(010)
			1 ^{re} solution.		2 ^{me} solution.

Discussion : Analogue aux précédentes ; ici encore l'angle 2 V₁ = - 75° (99% An. M. L.) prouve que nous sommes en présence de la *macle de la Péricline*. Au reste, les extinctions, mesurées sur l'épure d'après la méthode graphique de Michel-Lévy, donnent : SNg : + 42° ; SNm : - 26° ; SNp : - 34°5, concordant avec les angles d'extinction de la macle de la Péricline donnés par Pearce.

* * *

11. — *d)* Section maclée, deux individus ; lamelles 2 finement répétées dans 1. A_{1-2} , bon, tombe sur P_{1-2} : hémitropie normale. Les coordonnées de P_{1-2} présentent quelques degrés d'écart.

Ng Nm Np

				1° dr. $\perp [100]$	73 % An.
				(010)	
P_{1-2}	46°	62°5	54°	1°5 g. $\perp (110)$	72 % An.
A_{1-2}	47°	62°5	54°	1°5 g. $\perp (010)$	92,5 % An.
				3° g. $\perp (001)$	67 % An.

L'épure ne nous fournit pas d'axe optique qui puisse nous guider dans le choix de ces solutions ; mais nous donnerons la préférence à la troisième solution, dont le % An. concorde avec celui des sections précédentes appartenant à la même coupe. Nous avons donc :

Diagnostic : Macle de l'Albite 92,5 % An.

* * *

12. — *e)* Section limpide, maclée, 3 individus ; 2 et 3 sont ici représentés de nouveau par de fines lamelles difficiles à étudier. Le plan 1-2 est presque normal à celui de la préparation ; par contre, le plan 1-3 est très incliné, 40° environ et par suite difficile à repérer exactement.

Analyse de l'association 1-2.

L'axe A_{1-2} est bon, tombe sur P_{1-2} : hémitropie normale.

Ng Nm Np

P_{1-2}	46°	67°	54°	$\perp [100]$	76 % An.	$\perp (010)$	$4^{\circ}g. \perp (010)$	95 % An.	$4^{\circ}g. \perp (001)$
A_{1-2}	46°	66°5	54°	(010)					74 % An.

1^{re} solution. *2^{me} solution.* *3^{me} solution.*

Analyse de l'association 1-3.

L'axe A_{1-3} , bon, tombe dans le plan : hémitropie parallèle.

Ng Nm Np

P_{1-3}	42°,5	58°	65°,5	$1^{\circ}5$ dr. $\perp (010)$	68 % An.	$1^{\circ}g. \perp \pi (S)$	80 % An.
A_{1-3}	49°	64°	53°	2°g. $\perp [100]$	73 % An.	4°g. [010]	94 % An.
				(010)			

1^{re} solution. *2^{me} solution.*

Discussion : Les solutions vraisemblables et compatibles sont les secondes, donnant pour 1-2 la macle de l'Albite, pour 1-3 la

macle de la Péricline ; l'incertitude qui règne au sujet du tracé exact de la courbe $\perp \pi$ (courbes Sigg et Fabre, Sabot), explique le % An. différent de l'axe et du plan pour l'association 1-3, fait que nous avons déjà signalé. — Ici nous n'insistons pas sur l'approximation des solutions, vu que le plan 1-3 était difficile à repérer.

Diagnostic : Nous avons donc : pour 1-2 : *macle de l'Albite 95%*
 1-3 : *macle de la Péricline 94%*
 environ.

* * *

13. — *f)* Section informe, limpide, maclée, deux individus ; lamelles de l'individu 2 très finement répétées dans 1. — Plan de macle presque normal au plan de la préparation, ce qui nous fait supposer, par analogie avec l'analyse précédente, que ce sera le plan g^1 (010) ; gauchissement de la surface de contact.

L'axe, très bon, tombe à 10° du pôle : hémitropie normale ; coordonnées de P_{1-2} présentent quelques degrés d'écart.

	Ng	Nm	Np	
P_{1-2}	$49^\circ 5$	$60^\circ 5$	55°	voisin de \perp (010) 92% An.
A_{1-2}	50°	60°	$55^\circ 5$	

$$2 V_1 = -74^\circ (100\% \text{ An. M. L.})$$

Ici nous ne prétendons pas avoir une macle sur une vicinale de g^1 (010) parce que l'individu 2 difficile à étudier ne permet pas une critique serrée.

Diagnostic : Macle de l'Albite 92% An.

* * *

(Lab.) 90. — **Gabbro** — Oural (Pawda).

La coupe est fraîche, présente de larges plages de feldspaths maclés limpides, du pyrroxène et un peu de magnétite.

14. — *a)* Section à contours assez nets, maclée, deux individus largement représentés.

Le plan de macle n'est pas droit, ce qui explique pourquoi sur l'épure l'axe A_{1-2} tombe à $4-5^\circ$ du pôle P_{1-2} du plan de macle donné par de petites lamelles hémitropes. Par rapport à ce pôle, la symétrie des ellipsoïdes n'est pas réalisée.

Trois interprétations de ce fait sont possibles. Le plan de macle n'étant pas droit, ou bien :

1° Il y a une direction de gauchissement pour laquelle la symétrie optique est réalisée : les deux individus maclés ont le même % d'An.

2° Si cette symétrie n'est pas réalisée et que les coordonnées de

P_1 et P_2 donnent, pour la même direction de gauchissement un même plan : le % An. des deux individus est différent.

3^o Lorsqu'aucune des directions de gauchissement ne donne le même plan pour les deux individus, ni la symétrie optique, alors, non seulement le % An. est différent, mais les deux individus n'ont pas la même face commune : la macle n'est qu'approchée ou qu'apparente.

Dans le cas particulier, nous avons probablement affaire à la première possibilité, et ceci pour les raisons suivantes:

Nous avons étudié deux directions du plan de contact ; l'une, donnée par de fines lamelles hémitropes ; nous appellerons son pôle P ; l'autre, donnée par une direction de gauchissement entre deux larges lamelles 2 et 1 : son pôle sera P' . — Puis nous avons pris les coordonnées $P_{1,2}$ et $P'_{1,2}$, et avons constaté que celles de $P'_{1,2}$ étaient plus approximativement égales que celles de $P_{1,2}$.

	Ng	Diff.	Nm	Diff.	Np	Diff.	
P_1	47°		69°		50°6° \perp (001)	78% An. 10° \perp (010) 100% An.
		3°5		9°5		11°5	
P_2	43°5		59°5		61°52°5 \perp (001)	65% An. \perp (010) 74% An.
P'_1	46°		66°		54°4° \perp (001)	72% An. 4° \perp (010) 92% An.
		1°,5		3°		4°	
P'_2	44°5		63°		58°6°5 \perp (001)	69% An. 1°5 \perp (010) 92% An.

On voit par ce tableau que le plan de macle est plus symétrique dans la deuxième position (P') que dans la première (P), et en approfondissant l'étude du plan de macle nous aurions trouvé une troisième position pour laquelle les ellipsoïdes auraient été symétriques ; nous serions tombé alors exactement sur la courbe \perp (010). N'ayant pas à notre disposition les coordonnées pour une autre position du plan de macle, nous avons eu recours à l'axe pour déterminer et la macle et le % An. ; au reste la moyenne des coordonnées des plans concorde avec les coordonnées de l'axe.

Ng Nm Np
 $A_{1,2}$ 45° 64° 56° 1°5 g. \perp (001) 70% An. | 3°g. \perp (010) 89% An.

Ici il pourrait y avoir de nouveau incertitude entre les deux solutions avec préférence pour la première ; mais l'angle

$$2 V_2 = - 86^\circ \text{ (85% M. L.)},$$

nous confirme la deuxième solution :

Diagnostic : Macle de l'Albite 89% An., avec plan d'accolement légèrement gauche.

Nous aurons à analyser dans la suite quelques exemples où un cas analogue d'oscillation du plan de macle sera manifeste. Notons

donc déjà ici le fait que la surface d'accolement, même pour un réseau plan de grand indice, présente parfois un gauchissement de quelques degrés.

* * *

15. — b) Section limpide, maclée, deux individus largement représentés, contenant réciproquement de très fines lamelles l'un de l'autre.

L'axe, très bon, tombe dans le plan : hémitropie parallèle.

	Ng	Nm	Np			
P ₁₋₂	27°5	62°	68°.....2°g.	⊥ (010) 64%	sur ⊥ π (S. F) 91%	An
A ₁₋₂	52°	60°	54°.....1°dr.	⊥ [100] 63%	1°5dr. [010]	89% An.
				(010)		

1^{re} solution. *2^{me} solution.*

Le signe négatif de l'angle des axes optiques :

$$\begin{aligned} 2 V_1 &= -78^{\circ}5 \text{ (94%) An.} \\ 2 V_2 &= -80^{\circ}5 \text{ (92%) An.} \end{aligned}$$

indique que nous avons un plagioclase supérieur à 80% An. et élimine les premières solutions.

Diagnostic : Macle de la Péricline 90% An.

* * *

16. — c) Section à contours assez nets, résorbés par places ; maclée, deux individus largement représentés avec fines lamelles de l'un dans l'autre. Le plan de macle n'est pas tout à fait droit ; à une place gauchit de 1°5.

Axe bon, dans le plan : hémitropie parallèle ; coordonnées de P₁₋₂ ne sont pas tout à fait égales, probablement par suite du gauchissement.

	Ng	Nm	Np			
P ₁₋₂	44°	62°5	63°..2°5 dr.	⊥ (001) 66% An	sur ⊥ (010) 74%	An sur ⊥ π (S. F.) 75-100% An
P ₁₋₂	49°	57°	57°...1° dr.	⊥ [100] 79% An	1°dr. ⊥ [100] 67% An	1°dr. [010] 78% An
				(001)	(010)	

1^{re} solution. *2^{me} solution.* *3^{me} solution.*

La première solution est moins vraisemblable que les autres vu qu'elle fait intervenir l'axe complexe Ala-Manebach bien qu'aucune lamelle intermédiaire expliquant cette relation n'ait pu être décelée ; en outre, le signe négatif de $2 V_1 = -81^{\circ}5$ (90% An. M. L.) élimine cette possibilité. De même pour la seconde ; reste alors la troisième avec un % An. de 78 à 80 environ.

Diagnostic : Macle de la Péricline 80% An. environ.

* * *

17. — *d)* Section très fraîche, maclée ; deux individus bien développés avec quelques lamelles répétées ; plan de macle droit.

L'axe très bon, tombe à $6^{\circ}5$ de $P_{1,2}$: hémitropie normale ; coordonnées de $P_{1,2}$ présentent des différences.

	Ng	Nm	Np	
P_1	42°	70°	55° $0^{\circ}5g. \perp (001) 79\% An.$
	$\{ 44^{\circ}5$	$\{ 63^{\circ}5$	$\{ 58^{\circ}$	
P_2	47°	57°	$61^{\circ}5$	$0^{\circ}5g. \perp (001) 62,5\% An.$
$A_{1,2}$	$44^{\circ}5$	63°	$57^{\circ}5$sur $\perp (001) 69\% An 2^{\circ} \perp (010) 86\% An.$

Discussion : Nous avons la même alternative que précédemment.

1^o ou bien les deux individus ont même % An. et le plan de macle n'est pas plan de symétrie optique ;

2^o ou bien le % An. des deux individus est différent, le plan restant le même pour les deux.

C'est cette dernière hypothèse qui se confirme dans le cas particulier. Nous avons ici une preuve du fait que deux individus maclés peuvent présenter un % An. différent.

En résumé, le canevas de travail, excellent, donne une hémitropie normale avec axe à $6^{\circ}5$ du pôle. Les ellipsoïdes 1 et 2 ne sont pas symétriques l'un de l'autre par rapport au plan de macle. Cette dissymétrie est due au fait que les % d'An. des deux individus maclés sont différents.

Diagnostic : Macle de Manebach : 1 = 79 % An.
2 = 62,5 % An.

* * *

(Lab.) 56. **Plagioclasite ?** — Coupe formée de plagioclases, les uns très décomposés et méconnaissables ; les autres, limpides, commencent à être attaqués.

18. — *a)* Section fraîche, maclée, deux individus à lamelles répétées pénétrant en coin les unes dans les autres, en sorte que la surface de séparation présente des inflexions marquées se traduisant sur l'épure par plusieurs positions du pôle $P_{1,2}$ qui oscille entre deux points limites distants de 6° à 7° . Le pôle qui correspond au plan de macle de fines lamelles sera P ; celui qui est à 6° de ce dernier sera P' . L'axe, très bon, tombe sur P' . Nous sommes ici en présence d'un cas analogue au précédent, avec la même alternative.

	Ng	Nm	Np	
P_1	42°	63°	62°	$3^{\circ} \perp (010) 91\% An.$
P_2	35°	62°	70°	$3^{\circ} \perp (010) 60\% An.$
P'_1	39°	62°	$66^{\circ}5$	
P'_2	$37^{\circ}5$	62°	66°	$\{ 2^{\circ}5 \perp (010) 67\% An.$
$A_{1,2}$	38°	62°	66°	

Le plan de macle donné par les fines lamelles n'est pas plan de symétrie optique ; par contre la direction de gauchissement dont le pôle coïncide avec l'axe, fournit une symétrie optique satisfaisante et un % An. égal.

Par conséquent, dans le cas présent, les deux individus ont le même % An. et le plan de macle principal (parallèle aux fines lamelles) n'est pas plan de symétrie optique ; le plan qui réalise cette symétrie tombe à 3° de la face g^1 (010).

Diagnostic : Macle de l'Albite 67% An.

* * *

19. — b) Section fraîche, trois individus bien développés avec de fines lamelles des uns dans les autres. Le plan 1-2 est droit ; le plan 1-3 fait 1° avec le précédent ; le plan 2-3 gauchit de 3° environ.

Analyse de l'association 1-2.

L'axe $A_{1,2}$ est bon, tombe dans le plan : hémitropie parallèle.

	Ng	Nm	Np	
$P_{1,2}$	42°	64°	58°	4° g. \perp (010) 80% An.
$A_{1,2}$	72°5	26°5	72°5	4°5 g. \perp [001] 76% An.
				(010)

Analyse de l'association 2-3.

L'axe $A_{2,3}$, bon, tombe près de $P_{2,3}$: hémitropie normale ; les coordonnées de $P_{2,3}$ présentent quelques degrés d'écart.

	Ng	Nm	Np	
$P_{2,3}$	40°5	62°	63°	{ 1°5 g. \perp (010) 70% An.
$A_{2,3}$	40°	62°	63°	

Le fait que la moyenne des coordonnées fournit le plan g^1 (010) prouve que le plan de contact 2,3 n'est pas plan de symétrie optique, mais un plan voisin de g^1 (010). La macle 2-3 a donc pour face d'association une vicinale de g^1 (010), mais le plan de symétrie optique reste le plan g^1 (010).

Analyse de l'association 1-3.

L'axe $A_{1,3}$ est mauvais sur l'épure, il tombe dans le plan : hémitropie parallèle.

	Ng	Nm	Np	
$A_{1,3}$	56°5	80°	34°	1°5 dr. de [001] 70% An.

Nous constatons ici que l'axe complexe Albite-Carlsbad peut jouer le rôle d'axe réel, car nous n'avons pas observé de lamelle 3 intermédiaire entre 1 et 2 ; peut-être existe-t-elle à l'état submicroscopique : c'est une hypothèse invérifiable.

Diagnostic :

En résumé : 1-2 : *macle suivant le complexe Albite-Carlsbad*
67% An.

1-3 : *macle de Carlsbad 70% An.*
 2-3 : *macle de l' Albite 70% An.*

* * *

E. C. 1291. — **Andésite à Augite** — (Hummerich, Nassau).

Roche à deux temps ; phénocristaux : feldspaths en grandes sections allongées, zonées, à macles polysynthétiques ; pyroxènes bien formés ; magnétite ; pâte microlithique : feldspaths et petits cristaux de pyroxène avec magnétite. Le tout est très frais.

20. — *a) Section allongée, limitée par des faces nettes, zonée ; présente deux groupes de macles associés suivant une surface de séparation droite, jalonnée par des produits de décomposition. Chaque groupe se compose de cinq individus se faisant pour ainsi dire pendant de groupe à groupe. En tout neuf individus différents.*

1^{er} groupe : individus $\frac{3}{1}, \frac{2}{4}, \frac{5}{4}$ (3 est transversal à 1, 5 est transversal à 4) ; lamelle 2 très petite.

8

2^{me} groupe : 7 9.
 6, 2

Sur l'épure la symétrie des deux groupes l'un par rapport à l'autre ressort très nettement.

Le plan 1-2 est presque normal au plan de l'épure ; de part et d'autre du centre de celle-ci, à 87° et 85° du pôle du plan précédent sont les pôles $P_{6.7}$ et $P_{4.5}$.

De même les directions n (données par la valeur de la coordonnée n) des pôles $P_{2.9}$ et $P_{6.8}$ sont symétriques par rapport à celle du pôle $P_{4.3}$ lequel est à 90° de $P_{1.2}$, approximativement. Les directions n des pôles $P_{2.7}$ et $P_{4.5}$ sont aussi sensiblement symétriques par rapport à celle de $P_{1.2}$. (Les plans 2-9, 6-8, 1-3, 2-7, 1-5 sont très petits et il n'a pas été possible de déterminer leur hauteur h .)

Nous avons construit sur l'épure les 23 axes représentant toutes les combinaisons des individus diagnosticables ; quelques axes sont très bons, représentés par des points, d'autres par de petits et grands triangles. Ils se groupent de la façon suivante dans des régions déterminées de l'épure.

$A_{1.2}$ $A_{1.7}$ $A_{2.5}$ $A_{4.6}$ $A_{5.7}$ se superposent approximativement dans le plan 1-2.

De même : $A_{1.6}$ $A_{2.4}$ $A_{4.7}$ $A_{5.6}$

$A_{1.4}$ $A_{2.6}$ $P_{1.2}$ $P_{4.4}$

$A_{6.7}$ dans son plan, près de $P_{1.2}$

$A_{4.5}$ dans son plan, près de $P_{1.2}$

$A_{2.7}$ et $A_{1.5}$; ces deux derniers axes forment des

triangles en dehors des plans considérés ; nous verrons plus loin qu'ils ne sont pas axes de macle.

Examinons maintenant : 1^o les associations de chaque groupe ; 2^o l'association d'un groupe par rapport à l'autre.

1^o *Associations du premier groupe.*

Analyse de l'association 1-2.

L'individu 1, bien développé, pénètre en coins dans 4 ; sur un petit intervalle, le contact entre 1 et 4 est interrompu par une très fine lamelle 2 qui ne peut être étudiée.

L'individu 2 est représenté par la lamelle sus-indiquée, et, à l'autre bord de la section, dans le deuxième groupe, faisant pendant à 1, par une lamelle assez développée en contact avec 6 et y pénétrant également en coin.

Ces deux individus, 1 et 2, se formant dans la zone *b* de 4 et de 6, c'est à celle-ci que se rapporte le % An.

A₁₋₂, assez bon, tombe dans le plan : hémitropie parallèle ; les coordonnées de P₁₋₂ présentent quelques degrés d'écart.

	Ng	Nm	Np	
P ₁₋₂	29°5	60°5	87°5	7° dr. \perp (010) 45,5 % An.
A ₁₋₂	65°	46°	54°	3°5 dr. [001] 42,5 % An.

Etant donnée la difficulté d'étude présentée par ces minces lamelles 2, il a dû se glisser des erreurs qui expliquent la différence des coordonnées de P₁₋₂ et la solution à 7° de g¹ (010). Malgré cet écart, nous diagnostiquons la *macle de Carlsbad* à 43 % An. environ.

Dans le deuxième groupe, nous ne trouvons pas de macle suivant cette loi.

Analyse de l'association 1-3.

L'individu 3, représenté par de trop fines lamelles contenues dans 1, n'a pu être étudié ; nous avons seulement déterminé la valeur *n* du pôle P₁₋₃ ; cette valeur, nous l'avons déjà dit, est à 90° de celle du pôle P₁₋₂. Le plan 1-3 est alors soit le plan π et la relation 1-3 serait celle du Péricline, soit le plan p(001), et nous aurions la macle de Manebach. La question ne peut être tranchée.

Analyse de l'association 1-4.

L'individu 4 est le mieux représenté de ce premier groupe ; il offre deux zones *a* et *b* qui se poursuivent dans l'individu 6 du deuxième groupe. Il contient des lamelles 1, et, transversalement, des lamelles 5 ; ces dernières, quoique très fines, ont permis de déterminer approximativement la position de l'ellipsoïde,

Les individus 1 et 4 sont en contact par la zone *b* ; la lamelle 2 qui les sépare à une petite place, paraît de formation secondaire.

	Ng	Nm	Np	
P ₍₁₋₄₎ _b	30°	63°5	83°	1° dr. \perp (010) 47% An.
A ₍₁₋₄₎ _b	30°	61°5	82°5	2°5 dr. \perp (010) 46% An.

Diagnostic : Macle de l'Albite 46,5% An.

Dans le deuxième groupe, il y a une macle correspondante entre les individus 6 et 2 que nous étudierons plus loin.

Analyse de l'association 2-4.

L'axe A₂₋₄ bon, dans le plan : hémitropie parallèle ; le plan est parallèle aux précédents.

	Ng	Nm	Np	
P ₍₂₋₄₎ _b	29°5	62°	78°5	1° dr. \perp (010) 45,5% An.
A ₍₂₋₄₎ _b	75°	55°5	38°5	4° dr. \perp [001] (010) 42% An.

Diagnostic : Macle suivant le complexe Albite-Carlsbad 44% An.

Si nous admettons que la lamelle 2 est primaire, l'axe complexe est alors réel. Si elle est secondaire, l'axe complexe serait résultant, car 1-4 étant maclés suivant l'Albite, la lamelle 2, intercalée entre eux et s'associant à 1 suivant Carlsbad, devait être maclée avec 4 suivant le complexe. Je penche pour la première hypothèse, car la région où se forme cette lamelle 2 ne présente pas de traces d'altération qui pût expliquer sa formation secondaire ; elle paraît être contemporaine des autres individus et dans le cas particulier, de 1 et de 4.

Analyse de l'association 4-5.

Individus 5 représentés par de très fines lamelles difficiles à étudier, se formant surtout dans la zone b de 4. L'axe, mauvais, tombe dans son plan : hémitropie parallèle.

	Ng	Nm	Np	
P ₍₄₋₅₎ _b	55°	36°	75°	sur $\perp \pi$ (S. — S. F.) 49% An.
A ₍₄₋₅₎ _b	34°5	57°	83°5	6° dr. [010] 48% An.

Diagnostic : Macle de la Péricline 48% An. (b.).

Association équivalente dans le deuxième groupe entre les individus 6 et 7.

Analyse de l'association 1-5.

Cette association doit se présenter comme résultante des associations précédentes et vérifier leur diagnostic :

1-4 : Axe de l'Albite

4-5 : Axe de la Péricline

1-5 : Axe résultant.

Les deux premiers axes étant parallèles à quelques degrés près, la double hémitropie 1-4 et 4-5 doit amener l'individu 5 en coïnci-

dence approchée avec 1 ; c'est ce qui ressort sur le canevas où les indices de 1 et 5 sont distants de 10° environ. Par suite, il n'y a pas macle entre 1 et 5, comme en témoigne, au reste, la grande dimension, sur le canevas, du triangle de l'axe. La face de contact 1-5 n'a pu être déterminée, vu sa petitesse, que par sa coordonnée n , à 20° de celle de $P_{1,2}$; la coordonnée h est inconnue.

Dans le deuxième groupe, nous retrouvons une association analogue entre 2 et 7. Cette symétrie de 1-5 et 2-7 se faisant pendant dans les deux groupes, ressort nettement sur le canevas.

Analyse de l'association 2-5.

Nous parviendrons par un raisonnement analogue au précédent à prouver qu'il n'y a pas de macle ; ainsi :

2-4 : axe complexe Albite-Carlsbad

4-5 : axe de la Péricline (voisin de l'axe de l'Albite).

Diagnostic : Donc 2-5 sont approximativement symétriques par rapport à une droite voisine de l'axe de Carlsbad. Sur le canevas cet axe $A_{2,5}$ tombe dans le voisinage de l'axe de Carlsbad et forme un triangle moyen qui prouve que le groupement 2-5 est assez symétrique.

L'équivalent de cette association n'est pas représenté dans le deuxième groupe.

2^o Associations du deuxième groupe.

Analyse de l'association 4-6.

L'individu 6 en contact avec 4 et participant de ses deux zones a et b est bien formé ; il contient 3 lamelles transversales 7, équivalentes aux lamelles 5 du premier groupe, et une lamelle 8, aussi transversale, trop fine pour prêter à l'étude et parallèle à un clivage.

Du fait de ces zones a et b , résultent les particularités suivantes :

1^o Les axes se rapportant à la zone extérieure b sont meilleurs que ceux de la zone a ; deux d'entre eux, $A(4,6)_b$ et $A(6,7)_b$ sont parfaits.

2^o Les coordonnées des pôles respectivement aux indices des deux zones présentent des différences assez constantes :

	Diff.		Diff.
$PNm^4_a = 64^\circ$	2°	$PNp^4_a = 74^\circ$	8°
$PNm^4_b = 66^\circ$	$\left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} 2^\circ$	$PNp^4_b = 82^\circ$	$\left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} 8^\circ$
$PNm^6_a = 63^\circ$	2°	$PNp^6_a = 73^\circ$	8°
$PNm^6_b = 60,5^\circ$	$\left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} 5^\circ$	$PNp^6_b = 81,5^\circ$	$\left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} 5^\circ$

Ceci prouve, l'épure relative à cette hémitropie étant très bonne, que la variation du % d'An., amène une dissymétrie des indices

par rapport au plan de macle, ce qui se traduit par une différence systématique entre les coordonnées du pôle $P_{4.6}$ par rapport aux mêmes indices des deux individus.

L'axe $A_{(4.6)a}$ est parfait ; l'axe $A_{(4.6)b}$, moins bon, indique que le An % du feldspath ayant changé, la symétrie de l'ellipsoïde 4a par rapport à l'ellipsoïde 6a est moins bien satisfaite, et cela vraisemblablement parce que le % An. n'est pas le même dans les deux individus pour la zone a.

	Ng	Nm	Np	
$P_{(4.6)a}$	30°	63°5	73°5.....4° g. \perp (010)	48% An.
$P_{(4.6)b}$	30°	63°	81°5.....1°5 dr. \perp (010)	45% An.
$A_{(4.6)a}$	63°	67°5	37°5.....3°5 g. [001]	56% An.
$A_{(4.6)b}$	63°	54°	47°5.....2° dr. [001]	48,5% An.
			% An. moyen de la zone a	= 52% An.
			% An. moyen de la zone b	= 47% An.

Diagnostic : Ainsi, le premier et le deuxième groupes, en contact par les individus 4 et 6, sont maclés l'un par rapport à l'autre suivant Carlsbad.

Passons maintenant à l'étude des autres associations de ce second groupe.

Analyse de l'association 6-2.

Nous avons dit précédemment que dans le deuxième groupe se trouvait une lamelle 2, en contact avec 6 et faisant pendant à 1. Nous pouvons déduire sa loi d'association avec 6, d'après les associations précédentes, 2-4 et 4-6 ; soit :

2-4 = complexe Albite-Carlsbad.

4-6 = Carlsbad.

Diagnostic : Donc 2-6 = *Macle de l'Albite*.

Cette déduction se vérifie. Le plan 6-2 est parallèle au plan 1-4, soit le plan g¹ (010). L'axe tombe au voisinage du pôle : hémitropie normale.

	Ng	Nm	Np	
$P_{(2.6)a}$	29°5	61°	81°5.....4° dr. \perp (010)	44,5% An.
$P_{(2.6)b}$	30°	59°5	86°	les coordonnées ne se coupent pas.
$A_{(2.6)a}$	30°	56°	75°.....	les coordonnées ne se coupent pas.
$A_{(2.6)b}$	31°	59°5	84°	6° \perp (010) 47% An.

L'axe $A_{(2.6)}$ est mauvais sur le canevas par suite de l'incertitude de la détermination de 2, lamelle peu développée ; c'est ce qui explique l'écart des solutions sur les diagrammes.

Il n'en reste pas moins évident que, d'après la déduction précédente et les résultats approximatifs de ci-dessus, nous avons à faire à la *Macle de l'Albite*.

Analyse de l'association 6-7.

L'axe est parfait, dans le plan : hémitropie parallèle ; l'individu 7 se forme dans la zone b .

	Ng	Nm	Np	
P(6-7) _b	57°	37°5	74°5.....	{ 1° dr. \perp (001) 48% An.
A(6-7) _b	33°	57°5	83°	{ 2° g. \perp π (S.) 50% An.

Discussion : Nous pourrions hésiter entre le plan $p(001)$ et le plan π , les deux courbes se superposant presque pour ce % An ;

Diagnostic : Mais le fait que la macle est parallèle, nous fait choisir l'*association suivant la Péricline*. Sur les diagrammes, la solution de l'axe est à 7° de [010], ce qui pourrait faire croire que nous avons un axe voisin de [010] ; mais cet écart est dû à la difficulté d'étude de la lamelle 7.

Analyse de l'association 2-7.

Cette association n'est pas une macle. En effet, si nous avons les relations :

$$\begin{aligned} 2-6 &= \text{macle de l'Albite} ; \\ 6-7 &= \text{macle de la Péricline} ; \end{aligned}$$

donc, le groupement 2-7 n'est qu'une association fortuite résultant des précédentes, et tout ce que nous pouvons dire c'est que la position de 7 doit être voisine de celle de 2 ; c'est ce qui se vérifie sur le canevas.

Dans le premier groupe, nous avons discuté un cas analogue pour 1-5 et nous avions prouvé qu'il n'y avait pas de macle. Au reste, sur le canevas, l'axe A₂₋₇ est représenté par un assez grand triangle. Nous avons la direction n du pôle P₂₋₇, mais pas sa hauteur h .

	Ng	Nm	Np	
A ₁₋₅	85°	6°	85°	{
A ₂₋₇	86°5	5°5	84°5	15° dr. \perp (021) 43% An.

Nous ne connaissons pas de macle répondant à cette solution.

Analyse des associations 6-8 et 2-9.

Nous ne pouvons que faire des hypothèses à leur sujet, vu que les lamelles 8 et 9 sont trop minces pour être étudiées ; nous connaissons seulement la direction n des pôles P₆₋₈ et P₂₋₉ ; celle du premier, parallèle à une trace de clivage, fait un angle de 85°75 avec le plan 6-2 ; celle du second, fait un angle de 93°75 (ou 86°25) avec 6-2. Le plan 6-2 étant le plan g¹ (010), le plan 6-8 est vraisemblablement le plan p (001) et la macle serait peut-être celle de Manebach. Les individus 2-9 seraient aussi maclés suivant la même loi. Angles des axes optiques :

$$\begin{aligned} 2 V_{2b} &= + 78^\circ \text{ (50-57% An).} \\ 2 V_{4b} &= + 76^\circ \\ 2 V_5 &= + 76^\circ \\ 2 V_{6a} &= + 74^\circ \\ 2 V_{6b} &= + 78^\circ \\ 2 V_{7b} &= + 81^\circ 42\% \text{ An.} \end{aligned}$$

valeurs trop faibles pour la courbe de M. L.

La plupart de ces angles sont trop petits ; quelques-uns ne coupent pas la courbe $2 V$ de Michel-Lévy dont le tracé devrait être vérifié par un très grand nombre de mesures.

En résumé, nous sommes en présence d'une macle composée. Il n'est pas question ici de serrer le problème des faces vicinales, vu la difficulté d'étude de la plupart des individus ; mais nous pouvons noter les principaux résultats suivants :

1° Deux groupes de macles sont associés suivant la loi de Carlsbad.

2° Dans le premier groupe :

1-2 : macle de Carlsbad	42,5% An. (b)	zone extérieure.
2-4 : macle complexe Albite-Carlsbad	44%	An. b.
1-4 : macle de l'Albite		47% An. b.
4-5 : macle de la Péricline		48% An. b.
1-3 : macle de Manebach ?		

3° dans le deuxième groupe :

6-2 : macle de l'Albite	47% An. b.
6-7 : macle de la Péricline	49% An. b.
6-8 : macle de Manebach ?	
2-9 : macle de Manebach ?	

Cet exemple de macle polysynthétique se produisant dans une roche à deux temps, chez un feldspath de faibles dimensions, confirme le fait que lorsque le magma tend à devenir visqueux, et se rapproche de la consolidation du deuxième temps ou y est parvenu, les molécules, n'ayant plus autant de possibilités de se mouvoir pour prendre l'orientation des particules cristallines déjà formées ou l'orientation la plus symétrique de celle-ci, sont forcées de prendre les positions d'équilibre les plus voisines de leur orientation propre, ce qui donne lieu à la formation de macles diverses. Cette hypothèse est confirmée encore par le fait que ces macles moins fréquentes, telles les macles de Manebach et de la Péricline qui sont moins probables que les macles de l'Albite ou de Carlsbad, se sont formées dans la zone extérieure du feldspath.

* * *

21. — b) Section fraîche, presque rectangulaire, à zones mal indiquées, maclée : trois individus ; l'individu 3, transversal aux

deux autres et trop petit, n'a pu être étudié. L'axe A₁₋₂, bon, tombe dans le plan : hémitropie parallèle.

	Ng	Nm	Np	
P ₁₋₂	32°	62°	80°.....sur \perp (010)	49% An.
A ₁₋₂	63°5	53°5	47°5.....1° dr. Carlsbad	47,5% An.

Diagnostic : Macle de Carlsbad 48% An.

* * *

22. — c) Section allongée, rectangulaire, dont un des côtés a été résorbé en partie ; légèrement zonée. Six individus maclés, à lamelles polysynthétiques ; un septième individu transversal aux autres. Les plans de contact sont parallèles sauf celui des lamelles 7.

Nous avons construit sur l'épure les 15 axes représentant toutes les combinaisons des individus qui ont pu être étudiés. Ils se groupent de la façon suivante dans des régions déterminées de l'épure :

P ₁₋₂	= P ₅₋₆ ... etc.	A ₅₋₆
A ₂₋₇	A ₃₋₇	A ₂₋₆ A ₃₋₆ A ₄₋₅
A ₂₋₄	A ₃₋₄	
A ₂₋₅	A ₃₋₅	A ₄₋₆ A ₄₋₇
A ₂₋₃	voisin de :	
P ₅₋₇ ,	A ₅₋₇ .	

Nous allons étudier l'une après l'autre ces associations.

Analyse de l'association 1-2.

L'individu 1 représenté par une seule lamelle, est trop étroit pour être étudié. La lamelle 2 est mieux développée, mais contient beaucoup de fines lamelles qui troublient l'extinction. La macle est impossible à étudier puisque la position de l'ellipsoïde de 1 est incennue.

Analyse de l'association 2-3.

L'individu 3 est analogue à 1, mais une étude serrée nous a permis de trouver deux axes de l'ellipsoïde ; il est en contact avec l'individu 2. L'axe est très bon, dans le plan : hémitropie parallèle.

	Ng	Nm	Np	
P ₂₋₃	28°	63°	82°.....1°5 dr. \perp (010)	46,5% An.
A ₂₋₃	82°	87°	8°5.....3° g. de \perp (201)	38% An.

Cette association est nouvelle et serait douteuse, si la détermination des constantes n'avait été faite avec soin ; l'axe, du reste, est un des meilleurs du canevas. L'association suivante éclaircira ce sujet.

Analyse de l'association 3-4.

L'individu 4 est bien développé, il est en contact avec 3. L'axe A₃₋₄ est excellent, tombe dans le plan : hémitropie parallèle.

	Ng	Nm	Np
P ₃₋₄	28°	63°5	85°5.....2° dr. \perp (010) 45%
A ₃₋₄	63°	27°5	80°5 { 3° dr. $\frac{\perp [100]}{(010)}$ 42% = axe complexe Albite Ala. 2° dr. \perp (001) 32%

Puisque l'association est une hémitropie parallèle, la première solution de l'axe est la plus vraisemblable.

Diagnostic : Donc *macle suivant le complexe Albite-Ala.*

L'axe, A₃₋₄, sur le canevas est à environ 102° de l'axe A₂₋₃, donc *a priori*, nous pouvons dire que l'association 2-4 ne peut être une macle, que les individus 2 et 4 seront approximativement symétriques par rapport à une droite normale au plan des axes A₂₋₃ et A₃₋₄, c'est-à-dire normale au plan g¹ (010) ; cette approximation est d'autant plus faible que les axes sont moins près d'être perpendiculaires l'un sur l'autre.

Sur le canevas, nous constatons pour l'axe A₂₋₄ un triangle dont la grande surface dépasse les erreurs de travail et confirme notre hypothèse ci-dessus.

	Ng	Nm	Np
P ₂₋₄	29°,5	63°,5	81°5..... \perp (010) 47% An.
A ₂₋₄	29°	62°	77°5.....triangle sur \perp (010) 47% An.

Les conclusions principales à tirer de cette analyse sont les suivantes :

1° Les individus 2 et 4 qui sont contigus et présenteraient apparemment une macle de l'Albite, ne sont en réalité que voisins de cette position de macle ; leur association est subordonnée à la position que 3 a pris par rapport à 2, (axe \perp (201), sur le canevas excellent) et à celle de 4 par rapport à 3 (axe complexe Ab-Ala, aussi très bon sur le canevas).

2° L'axe A₃₋₄, complexe Albite-Ala, est ici axe réel, car nous n'avons pu déceler de lamelle entre 3 et 4.

3° Si les axes A₂₋₃ et A₃₋₄ n'avaient été si bons sur le canevas, tombant dans le plan, et si les positions des indices de 2 et de 3 ne nous avaient fourni un angle de 90°, nous aurions pu attribuer cette association curieuse à des erreurs de travail. Vu l'exactitude du canevas stéréographique et des considérations précédentes, nous sommes obligés d'admettre les solutions sus-indiquées.

Au reste, en voici une autre preuve :

1° Prenons l'épure Pl. V, 1^{er} fascicule de Michel-Lévy (*Etudes*

sur la détermination des feldspaths) correspondant à un feldspath de % An. analogue à celui que nous étudions. Notons que $a^{1/2}$ y est à 12° de Np. Sur notre épure Np² et Np³ sont distants de l'axe A₂₋₃ de 9° environ.

2^o Sur les diagrammes de Fedoroff, les points d'intersection des coordonnées des deux axes A₂₋₃ et A₃₋₄ sont distants de 98° .

3^o Sur l'épure de M. L., l'axe complexe Albite-Ala est à 82° environ de $a^{1/2}$ ($\perp \bar{2}01$). Les éléments de 3 vont se déplacer par hémitropie autour de $\perp (\bar{2}01)$ de telle sorte que l'axe complexe Ab-Ala de 3 sortirait de l'épure d'un angle égal à $82^\circ - 34^\circ = 48^\circ$ ($a^{1/2}$ est à 34° du bord du canevas) ; il rentrera d'un angle égal à l'extrémité diamétrale de l'épure et dans cette position est à 98° de $\perp (\bar{2}01)$. C'est ce qui prouve, d'après 2^o que l'axe A₂₋₃ est bien la $\perp (\bar{2}01)$ et l'axe A₃₋₄ le complexe Albite-Ala.

Diagnostic : 2-3 : macle sur g¹ (010); axe \perp à $a^{1/2} = \perp (\bar{2}01) = \frac{\perp [1\bar{0}\bar{2}]}{(010)}$.

3-4 : macle complexe Albite-Ala.

Analyse de l'association 2-5.

L'individu 5 est le plus largement développé de cette section ; il est en contact avec l'individu 2. L'axe A₂₋₅, très bon, tombe dans le plan : hémitropie parallèle.

Ng Nm Np
P₂₋₅ 30° 62° 79°.....sur $\perp (010)$ 48% An.

A₂₋₅ 75° 43° 52° 0°5..... $\frac{\perp [001]}{(010)}$ 54% An. = axe complexe Albite-Carlsbad.

Diagnostic : Donc, nous sommes ici en présence d'une hémitropie nette suivant le complexe Albite-Carlsbad. Nous n'avons pu déceler de lamelle intermédiaire qui aurait pu expliquer la présence de cet axe comme axe résultant ; il apparaît ici comme axe réel. Ce diagnostic est confirmé par l'association 4-5.

Analyse de l'association 4-5.

	Ng	Nm	Np
P ₄₋₅	30°	62°5	83°5.....sur $\perp (010)$ 48% An.
A ₄₋₅	64°	51°	48°.....à 1° dr. [001] 47% An.

Diagnostic : Macle suivant Carlsbad.

Analyse de l'association 5-6.

L'individu 6 est contenu dans 5 sous forme d'une large lamelle et de plusieurs autres très fines. A cet endroit de la section le feldspath est zoné, mais les zones passent insensiblement les unes aux autres, en sorte qu'on ne peut bien les étudier. L'axe A₅₋₆ est assez bon, tombe sur le pôle P₅₋₆ : hémitropie normale.

	Ng	Nm	Np	
P ₅₋₆	31°5	61°	85°.....4° dr.	⊥ (010) 48% An.
A ₅₋₆	31°	61°	82°5.....4° dr.	⊥ (010) 47% An.

Diagnostic : Macle de l'Albite.

Les solutions ne sont pas meilleures parce que les individus 5 et 6 contenant de nombreuses lamelles et zonés ne permettaient pas une étude très stricte.

Analyse de l'association 5-7.

L'individu 7, petit, inclus dans 5, un peu en contact avec 6, est transversal aux précédents. Son étude difficile ne nous a pas donné des résultats très satisfaisants pour les positions des indices, d'où nous prévoyons que ni l'axe de macle, ni les solutions sur les diagrammes ne seront aussi bons que les précédents.

L'axe A₅₋₇ forme un grand triangle dans le plan : hémitropie parallèle. Les coordonnées de P₅₋₇ présentent quelques degrés d'écart.

	Ng	Nm	Np	
P ₅₋₇	54-5	34°5	79°5	4° dr. ⊥ π (S.) 48% An.
A ₅₋₇	35°	57°5	82°5	6° dr. [010] 48% An.

Bien que les points d'intersection de ces coordonnées soient mauvais, il n'y a pas d'autre interprétation à donner de cette association que la suivante :

Diagnostic : Macle de la Péricline 48% An.

Résumé :

Passant en revue les différentes associations de ce groupe, nous trouvons :

2-3 : macle à axe ⊥ à $a^{\frac{1}{2}}$ = ⊥ (2̄01) = $\frac{\perp [\bar{1}0\bar{2}]}{(010)}$ 42°5% An.

3-4 : macle complexe d'Albite-Ala = $\frac{\perp [100]}{(010)}$ 44% An.

2-5 : macle complexe Albite-Carlsbad = $\frac{\perp [001]}{(010)}$ 51% An.

5-6 : macle de l'Albite 47% An.

5-7 : macle de la Péricline 48% An.

Les trois premiers axes étant très bons, nous pouvons affirmer que les associations suivantes se produiront approximativement.

2-3 : ⊥ (2̄01).

3-4 : complexe Ab-Ala.

donc 2-4 : voisin de l'Albite, confirmé par les solutions sur les diagrammes.

2-5 : complexe Ab.-Carl.

donc 4-5 : voisin de Carlsbad, confirmé par les solutions sur les diagrammes.

3-5 : non maclés ; en effet sur le canevas l'axe $A_{3.5}$ forme un grand triangle entre les axes $A_{2.5}$ et $A_{2.3}$.

2-5 : complexe Albite-Carlsbad.

5-6 : macle de l'Albite (assez bon).

donc 2-6 : macle de Carlsbad ; en effet, l'axe forme un triangle moyen dont les coordonnées fournissent une solution sur la courbe [001].

5-7 : macle de la Péricline.

donc 2-7 : voisin de Carlsbad ; sur l'épure, l'axe $A_{2.7}$ tombe près du groupe des axes de Carlsbad : il forme un triangle dont les dimensions prouvent que nous n'avons à faire qu'à une macle approximative et dont les coordonnées donnent une solution près de la courbe [001] 50% An.

Ce tableau déductif nous prouve que les solutions pour les associations 2-3, 3-4, 2-5, 5-6, 5-7 sont justes.

Le feldspath est zoné et les associations de la zone centrale, 2-5, 5-6, accusent un % plus élevé que celles de la zone extérieure, 2-3, 3-4 ; la zone centrale est plus basique que l'extérieure. Le % An. va de 40 à 50% An. en moyenne.

Angle des axes optiques :

$$2V_4 = + 72^\circ$$

$$2V_5 = + 76^\circ$$

$$2V_7 = + 72^\circ$$

Ces valeurs ne coupent pas la courbe $2V$ de M. L. (*Détermination des feldspaths*, 2^{me} fasc., pl. XVI), qui a son maximum tangent à $+ 78^\circ$ entre 50 et 60% An. Dans l'exemple n° 20, nous avions aussi trouvé des valeurs de l'angle $2V$ trop faibles pour la courbe de M. L., qui n'est en somme qu'un tracé approximatif de l'angle des axes optiques et dont l'allure peut et doit être soigneusement modifiée par des mesures nombreuses et très exactes.

Le feldspath à l'étude nous fournit donc : 1^o un axe de macle nouveau pour les plagioclases, axe normal à la face $a^{1/2}1$, dans $g^1(010)$ ou dans une face très voisine.

2^o Des axes complexes Albite-Ala et Albite-Carlsbad réels ; (dans une section précédente de la même coupe, n° 20, nous avions déjà rencontré l'axe complexe Albite-Carlsbad comme axe réel).

3^o Deux macles consécutives, 2-3 et 3-4, dont les axes ne sont pas à 90° , mais à 98° l'un de l'autre.

¹ Signalé pour l'anorthose par C. HINTZE : *Handbuch der Mineralogie*, II. Band, p. 1418.

La section ne semble pas avoir subi de pression qui pût expliquer ces dernières macles peu communes ; elle est très limpide et les extinctions sont nettes abstraction faite des zones.

* * *

23. — *d)* Section légèrement zonée, maclée, deux individus. L'axe, bon, tombe sur le pôle : hémitropie normale.

	Ng	Nm	Np	
P ₁₋₂	34°	62°5	69°	{ 3° g. \perp (010) 60% An.
A ₁₋₂	34°5	62°5	68°5	

Diagnostic : Macle de l'Albite 60% An.

Nous n'annonçons pas ici la macle sur la vicinale de g¹ (010), car l'axe n'est pas un point et les coordonnées du plan par rapport aux deux individus diffèrent de 1° à 2°.

* * *

(E. C.) 1287. **Diorite pyroxénique.** — Coupe fraîche, grandes sections limpides de feldspaths maclés ; plages de magnétite, pyroxène, mica.

24. — *a)* Section maclée, deux individus ; plan de macle tellement incliné que les lamelles de recouvrement gênent la détermination de l'extinction. Toutefois, les résultats obtenus sont bons. L'axe est bon, voisin du pôle : hémitropie normale.

	Ng	Nm	Np	
P ¹	23°	67°	84°5	{ sur \perp (010) 41% An.
A	23°	66°5	84°	

Angle des axes optiques : 2 V₂ = + 76°, au-dessus de la courbe de M. L., comme précédemment.

Diagnostic : Macle de l'Albite.

* * *

25. — *b)* Section maclée, trois individus ; le troisième, petit, difficile à étudier ; traces des plans d'association parallèles.

Analyse de l'association 1-2.

L'axe, très bon, tombe dans le plan : hémitropie parallèle ; coordonnées de P₁₋₂ égales.

¹ Au lieu de mettre P₁₋₂ A₁₋₂ comme précédemment, nous abrégeons en P et A.

Ng	Nm	Np	
P	62°	31°	77°.....sur \perp (001) 43% An.
A	29°	62°	82°5.....2° g. $\frac{1}{\perp}$ [100] (001) 44% An.

Diagnostic : Macle suivant le complexe Ala-Manebach.

Cet axe est réel apparemment car aucune lamelle intermédiaire ne lui fait jouer le rôle d'axe résultant.

Analyse de l'association 2-3.

L'axe, bon, tombe dans le plan : hémitropie parallèle.

	Ng	Nm	Np	
P	61°5	30°	79°	2° g. \perp (001) 42% An.
A	88°5	77°	13°	3° g. [100] 42% An.

Diagnostic : Macle d'Ala.

Analyse de l'association 1-3.

L'axe, bon, tombe au voisinage du pôle : hémitropie normale.

	Ng	Nm	Np	
P	61°5	30°	78°5	{ 2° \perp (001) 42% An.
A	62°	29°5	78°5	

Diagnostic : Macle de Manebach.

Les individus 1 et 3 qui déterminent cette association ne sont pas en contact, ils sont séparés par l'individu 2. Ici donc c'est l'axe de Manebach qui paraît jouer le rôle d'axe résultant.

* * *

26. — c) Section présentant un commencement de kaolinisation, maclée ; trois individus ; 1 et 3 largement représentés ; 2 forme des lamelles incluses dans 1, quelques-unes légèrement tordues, en sorte que la surface de contact entre 1 et 2 gauchit de 7°25 (pour la coordonnée *n* du pôle P₁₋₂). Nous avons pris comme pôle principal celui qui est donné par une lamelle très fine et droite. Le contact entre 3 et le groupe 1-2 se fait par une surface irrégulière de macle par pénétration ; cependant sur $\frac{1}{3}$ du contact environ, le plan de séparation est droit, nous en avons pris les coordonnées.

Analyse de l'association 1-2.

L'épure est très bonne, l'axe donne un point à 7°5 du pôle : hémitropie normale. Les coordonnées du pôle par rapport aux individus 1 et 2 ne sont pas égales ; elles présentent une différence de 6° (Ng), 7° (Nm), 3° (Np). Les coordonnées ne diffèrent plus que de 2° (Ng), 2° (Nm), 8° (Np) pour le pôle de la direction de gauchissement du plan 1-2.

P = pôle principal ; P' = pôle de la surface de gauchissement.,

	Ng	Nm	Np				
A	29°	62°	85°	4° dr.	⊥ (010)	45	% An.
P	29°	62°	85°	4° dr.	⊥ (010)	45	% An.
P ₁	32°	58°5	86°5	6° dr.	⊥ (010)	46	% An.
P ₂	26°	65°5	83°5	0°5 dr.	⊥ (010)	44	% An.
P' ₁	30°	61°	81°	2°5 dr.	⊥ (010)	47	% An.
P' ₂	28°	63°	89°	6° dr.	⊥ (010)	43,5	% An.

La meilleure solution des plans est celle de P₂, sur g¹ (010) à 44% An. Autrement dit, si nous considérons le plan principal comme plan de macle, nous constatons qu'il n'est pas plan de symétrie optique pour les ellipsoïdes 1 et 2, et cela non pas parce que le % An. soit différent (dans ce cas les coordonnées des deux individus nous donneraient séparément le même plan avec une différence de % An.), mais parce que la face d'association est une face voisine de g¹ (010), ou que le plan g¹ (010) gauchit de 7 environ.

Diagnostic : Nous conclurons à une *macle voisine de l'Albite*

Analyse de l'association 1-3.

L'axe est bon, tombe dans le plan : hémitropie parallèle ; le plan de contact 1-3 étant nettement gauche il est difficile de prendre ses coordonnées ; où il est droit nous les avons prises ; leur moyenne donne approximativement le plan g¹ (010). Nous ne poussons pas plus loin la discussion, vu que l'association est visiblement une macle par pénétration et que par suite la surface d'accrolement est sinuueuse.

	Ng	Nm	Np		
P	27°	64°	82°	sur ⊥ (010)	44 % An.
A	64°5	46°5	55°5	5° dr. [001]	42,5 % An.

Diagnostic : Macle de Carlsbad.

Diagnostic : De ces associations précédentes nous déduisons la *loi de l'association 2-3 : complexe Albite-Carlsbad* confirmé par les résultats de l'épure.

* * *

27. — d) Section maclée, quatre individus formant deux groupes apparemment associés suivant la loi de Carlsbad¹. L'épure est bonne pour les axes A₁₋₄, A₂₋₄ ; parfaite pour les axes A₂₋₃ et A₁₋₃ qui tombent dans le plan : hémitropies parallèles. Par contre, les axes A₁₋₂ et A₃₋₄ forment de très grands triangles dont un côté

¹ Les individus 1 et 3 largement représentés contiennent : 1, des lamelles 2, 3, des lamelles 4.

passe par le pôle P_{1-2} ; dans ce cas l'hémitropie est douteuse, et l'analyse va nous démontrer qu'elle n'existe pas.

Les axes A_{2-3} et A_{4-4} tombent à peu près à 3° l'un de l'autre.

Les axes A_{1-3} et A_{2-4} sont distants de 10° .

Les axes A_{1-3} et A_{2-3} sont distants de $96^\circ 5$.

Les axes A_{1-4} et A_{2-4} sont distants de 83° environ.

Nous commencerons par analyser les hémitropies dont les axes sont parfaits.

Analyse de l'association 1-3 : hémitropie parallèle.

	Ng	Nm	Np		
P	21°	$69^\circ 5$	85°	sur $\perp (010)$	39% An.
A	$80^\circ 5$	52°	$38^\circ 5$	$0^\circ 5$ sur $\frac{\perp [001]}{(010)}$	41% An.

Diagnostic : Macle complexe Albite-Carlsbad 40% An.

Analyse de l'association 2-3 : hémitropie parallèle.

	Ng	Nm	Np		
P	$21^\circ 5$	$70^\circ 5$	82°	4° dr. $\perp (010)$	39% An.
A	$70^\circ 5$	52°	45°	5° g. $[001]$	45% An.

Diagnostic : Macle voisine de Carlsbad. 42% An.

Ces deux axes étant distants de $96^\circ 5$, l'association 1-2 ne peut être une macle suivant l'Albite qu'approximativement; cela se manifeste sur le canevas où l'axe A_{1-2} forme un grand triangle voisin du pôle P_{1-2} .

Analyse de l'association 1-4.

L'axe est bon, dans le plan : hémitropie parallèle.

	Ng	Nm	Np		
P	$23^\circ 5$	65°	86°	5° g. $\perp (010)$	41% An.
A	$68^\circ 5$	$42^\circ 5$	$54^\circ 5$	1° dr. $[001]$	40% An.

Diagnostic : Macle de Carlsbad 40% An.

Analyse de l'association 2-4.

L'axe est bon, dans le plan : hémitropie parallèle.

	Ng	Nm	Np		
P	24°	66°	83°	sur $\perp (010)$	$42,5\%$ An.
A	80°	$49^\circ 5$	43°	sur $\perp (100)$	45% An.

Diagnostic : Macle voisine du complexe Albite-Carlsbad.

Ces axes étant distants de 83° , pour l'association 1-2 s'impose la même conclusion que précédemment.

De ces quatre analyses nous pouvons déduire la loi d'association 3-4. En effet :

- 1-3 : axe complexe Albite-Carlsbad ;
 1-4 : voisin de Carlsbad, donc
 3-4 : axe voisin de l'Albite ;

c'est ce qui a lieu : l'axe A_{3.4} forme un triangle trop grand pour pouvoir être assimilé à un axe de macle ; cette relation 3-4 n'est qu'approximative. Les Axes A_{1.3} et A_{1.4} étant distants de 93°, le groupement 3-4 est plus près d'être une macle que le groupement 1-2, vu que les axes A_{1.3} et A_{3.2} sont distants de 96°5. En effet, l'axe A_{3.4} forme un triangle moins grand que l'axe A_{1.2}.

En résumé : Si nous examinons les relations entre les individus 1, 2 et 3, nous constatons :

- 1^o Les axes A_{1.3} et A_{2.4} sont parfaits, dans le plan.
- 2^o Ils ne sont pas perpendiculaires l'un sur l'autre, mais à 96°5.
- 3^o Hémitropie 1-3 : 0°5 complexe Ab.-C.
- 4^o Hémitropie 2-3 : 5° g. Carlsbad.

Du fait que ces deux axes ne sont pas perpendiculaires, l'axe A_{1.2} ne peut pas être axe de macle.

Mêmes observations pour les relations entre 1, 3, 4.

- 1^o A_{1.3} et A_{1.4} sont bons, dans le plan.
- 2^o Ils sont à 93°5 l'un de l'autre.
- 3^o Hémitropie 1-3 : 0°5 complexe Ab.-C.
- 4^o Hémitropie 1-4 : 1° Carlsbad.

Donc 3-4 ne peuvent pas être maclés rigoureusement. Nous pourrions arriver à la même conclusion en considérant les associations 3-2, 2-4, 3-4 : les axes A_{3.2} et A_{2.4} sont à 86°.

* * *

28. — e) Section maclée, deux individus à lamelles répétées ; l'axe tombe près du pôle : hémisphérie normale.

	Ng	Nm	Np
P	24°	67°	83°5
A	24°5	66°5	82°5

} ⊥ (010) 42.5 % An.

Diagnostic : Macle de l'albite.

* * *

(E. C.) 1278. — **Gabbro** à olivine (Valais, glacier d'Arolla).

Coupe fraîche, formée de grandes plages de feldspaths, soit largement, soit finement maclées ; pyroxène diallagique, olivine.

29. — a) Section fraîche, deux individus maclés ; l'axe, très bon, tombe dans le plan : hémisphérie parallèle.

	Ng	Nm	Np		
P	42°5	60°5	61°	1° g. \perp (010)	74 % An.
A	70°	29°	69°5	1° dr. \perp [001] (010)	74 % An.

Diagnostic : Macle complexe Albite-Carlsbad. 74 % An.

Discussion : Entre l'individu 1 et l'individu 2 sur une partie de la section, s'interpose un troisième individu, petit, difficile à étudier, ne présentant pas une extinction franche. L'axe complexe joue ici, grâce à 3, le rôle d'axe résultant.

Remarque : L'angle des axes optiques :

$$2V_1 = -86^\circ$$

$$2V_2 = -86^\circ,$$

donnerait 85 % An. M. L. ; pour obtenir 74 % An, il faudrait avoir une valeur de $2V = +86^\circ$. C'est une anomalie qu'il faut noter et qui ne peut provenir que du feldspath, l'étude ayant été faite avec grand soin.

* * *

30. — b) Section assez fraîche, maclée, deux individus. Dans l'individu central 2, lamelles transversales très fines et quelques lamelles 1. Ici nous retrouvons entre les individus 1 et 2 un troisième individu, à peine visible, qui expliquera l'hémitropie parallèle complexe 1-2. D'autres lamelles pénètrent 1, mais elles sont trop fines pour pouvoir être étudiées. L'axe bon, tombe dans le plan : hémitropie parallèle.

	Ng	Nm	Np		
P	43°	60°5	60°	1° g. \perp (010)	75 % An.
A	67°5	29°	70°5	sur \perp [001] (010)	78 % An.

Diagnostic : Macle complexe Albite-Carlsbad. 76,5 % An.

31. — c) Section présentant au moins quatre individus maclés. Elle se présente sous la forme de deux individus largement développés 1 et 3, directement en contact ; 1 contient quelques lamelles 2, 3, de même, contient de larges lamelles 4 dont l'une présente une excroissance pénétrant dans 3 avec une surface de contact très irrégulière. L'individu 4 est sillonné dans deux sens perpendiculaires par des lamelles 3 et d'innombrables lamelles 5, ce qui en rend l'étude difficile. Tous les individus présentent des extinctions peu nettes, légèrement roulantes. Les plans de macle sont parallèles. La section est traversée de clivages presque perpendiculaires aux plans de macle.

Analyse de l'association 1-3.

L'axe, très bon, tombe dans le plan : hémitropie parallèle.

	Ng	Nm	Np	
P	44°	61°	60°5	⊥ (010) 75,5 % An.
A.	69°5	28°5	71°5	1° g. $\frac{\perp [001]}{(010)}$ 78 % An.

Diagnostic : Complexe Albite-Carlsbad 76 % An.

Analyse de l'association 1-4.

L'axe bon, dans le plan : hémitropie parallèle.

	Ng	Nm	Np
A.	53°5	84°	34°

Les coordonnées Ng, Np ne se coupant pas, on obtient un triangle ouvert dont le centre tomberait sur [001] 75 % An.

Diagnostic : Macle de Carlsbad 75 % An. environ.

Analyse de l'association 3-4.

L'axe, bon, tombe sur le pôle : hémitropie normale.

	Ng	Nm	Np	
A.	43°5	61°	63°5	sur ⊥ (010) 72,5 % An.

Diagnostic : Macle de l'Albite.

Remarque : Nous n'avons pu déceler de lamelle intermédiaire entre 1 et 3 faisant de l'axe complexe Albite-Carlsbad un axe résultant.

* * *

(E. C.) 1270. — **Protérobase** — Fichtelgebirge (Bavière).

Coupe assez fraîche ; les feldspaths sont limpides, plus ou moins fortement zonés, altérés sur leurs bords.

32. — *a)* Section en partie fraîche, en partie altérée ; trois individus maclés, formant trois larges bandes séparées par de fines lamelles 4, trop minces pour être étudiées.

Analyse de l'association 1-2.

L'axe est bon, tombe dans le plan : hémitropie parallèle.

	Ng	Nm	Np	
P	33°	63°5	71°5	4° g. ⊥ (010) 57,5 % An.
A.	61°5	71°5	34°5	4° g. [001] 60 % An.

Diagnostic : Macle de Carlsbad 59 % An.

Du fait de cette macle nous concluons que la lamelle 4 intercalée entre eux doit être maclée avec 1 ou 2 suivant la loi du complexe Albite-Carlsbad ; l'axe complexe jouerait dans ce cas le rôle d'axe réel.

Analyse de l'association 2-3.

L'axe, bon, tombe dans le plan : hémitropie parallèle.

	Ng	Nm	Np	
P	31°5	65°5	72°5	5° g. \perp (010) 55,5 % An.
A.	75°5	31°	61°5	4° dr. $\frac{\perp [001]}{(010)}$ 63 % An.

Diagnostic : Macle complexe Albite-Carlsbad 59 % An.

Ici nous remarquons à nouveau la présence d'une lamelle 4 entre 2 et 3, qui, pour les mêmes raisons que précédemment, ne peut être maclée avec ces deux individus que suivant l'Albite ou Carlsbad.

Analyse de l'association 1-3.

L'axe, très bon, tombe sur le pôle : hémitropie normale.

	Ng	Nm	Np	
P	32°5	63°5	72°5	{ 4° g. \perp (010) 55,5 % An.
A	32°5	63°5	72°5	

Diagnostic : Macle de l'Albite 55,5 % An.

Discussion : Plusieurs remarques sont à faire sur l'étude précédente.

1^o Bien que l'épure soit excellente, nous constatons une différence systématique entre les coordonnées du plan relativement aux individus 1, 2, 3. Ces coordonnées donnent pour

- 1 : 5° g. \perp (010) 53 % An.
- 2 : 6° g. \perp (010) 58 % Abn.
- 3 : 2° g. \perp (010) 58 % An.

Cela ne peut être expliqué qu'en admettant comme plan d'association un plan à 4-5° de g¹ (010) ; ce plan est donné nettement par l'association 1-3, où l'axe est une droite à 4° g. de -(010). Le plan à 4° de g¹ (010) est donc le plan d'association réel tandis que le plan de symétrie optique est la face g¹ (010).

2^o L'individu 1 doit avoir un % An. inférieur à celui des deux autres, comme en témoigne le % An. du plan P₁ = 53 % An. et les axes A_{1,2} = 60% et A_{1,3} : 55,5, tandis que A_{2,3} = 63 % An.

* * *

33. — b) Section fraîche, zonée, composée de deux groupes de macles. 1^{er} groupe : 5 individus maclés, ayant à première vue le même plan de macle. 1 et 3 présentent une macle par interpénétration, comme en témoigne la surface d'association.

Dans l'individu 1 apparaît un individu 2 représenté par une large lamelle. Associée à 3 est une fine lamelle 4 trop mince pour

être étudiée, puis un individu 5 difficile à déterminer. En outre, 1 et 3 sont parcourus par de fines lamelles impossibles à identifier, et parallèles au plan d'association.

2^e groupe : trois individus, I, II, III ; ce dernier transversal est contenu dans I ; représenté par une lamelle assez fine son étude a été difficile à faire et nous n'avons pu trouver que 85° entre ses indices ; par conséquent il ne pourra être tiré aucune déduction stricte des associations où entre cet individu, si toutefois il y avait ambiguïté. Clivages parallèles au plan P_{I-III}.

1^{er} groupe.

Analyse de l'association 1-2.

Nous observerons préalablement que le % An. obtenu sera probablement différent pour les deux individus vu que 2 se forme dans les zones extérieures de la section, tandis que la partie de 1 qui se prête le mieux à l'étude est contenue dans la zone centrale.

L'axe, bon, tombe dans le plan : hémitropie parallèle. Les coordonnées de P₁₋₂ présentent quelques degrés d'écart.

	Ng	Nm	Np			
P ₁	31°5	63°5	73°5	4° g.	⊥ (010)	53 % An.
P ₂	25°5	66°	83°5	1° dr.	⊥ (010)	43 % An.
P	28°5	64°5	78°5	3° g.	⊥ (010)	47 % An.
A	66°	60°5	40°	4° g.	[001]	52 % An.

Diagnostic : Macle de Carlsbad.

Du fait que les solutions des plans fournissent non seulement une face mais un % An. différent, nous constatons, comme nous l'avons pressenti ci-dessus, que les deux individus ont un % An. différent :

- 1, zone centrale 53 % An.
- 2, zone extérieure 43 % An.

Analyse de l'association 1-3.

L'axe, bon, tombe dans le plan : hémitropie parallèle ; coordonnées de P₁₋₃ présentent des écarts de 1 à 3°.

	Ng	Nm	Np			
P ₁	31°5	63°5	73°5	4° g.	⊥ (010)	53 % An.
P ₃	33°	62°	70°	4° g.	⊥ (010)	58 % An.
P ₁₋₃	32°	62°5	71°5	4° g.	⊥ (010)	57 % An.
A	75°5	35°5	58°5	2°5 g.	⊥ [001] (010)	59.5 % An.

Diagnostic : Macle voisine du complexe Albite-Carlsbad, macle résultante, puisque mince lamelle entre 1 et 3. Le plan est de nouveau ici à 4° de g¹ (010) et le % An. des individus, légèrement différent.

De ces deux associations précédentes, nous pouvons déduire que l'association 2-3 ne sera qu'approximativement une macle, puisque les axes $A_{1,2}$ et $A_{1,3}$ ne sont pas perpendiculaires. En effet, sur l'épure, l'axe $A_{2,3}$ forme un grand triangle au voisinage du pôle $P_{1,2}$; cette cause s'allie à la suivante pour expliquer les dimensions de l'axe $A_{2,3}$: c'est que le % An. des deux individus est suffisamment différent pour que la symétrie optique ne puisse être réalisée par rapport au plan de macle :

2	43 % An.
3	58 % An. Diff. : 15 % An.

Analyse de l'association 2-3.

	Ng	Nm	Np	
P	29°	64°	76°5	3° g. \perp (010) 48,5 % An.
A	29°	62°5	76°5	2° g. \perp (010) 48,5 % An.

Diagnostic : Donc macle approximative suivant l'Albite.

Analyse de l'association 3-5.

Rappelons que ces individus sont séparés par la lamelle 4. L'axe est parfait et tombe exactement dans le plan : hémitropie parallèle. Les coordonnées de $P_{3,5}$ diffèrent de quelques degrés, ce qui s'explique par la difficulté d'étude de 5 et la différence de composition due aux zones.

	Ng	Nm	Np	
P_3	31°5	63°	71°5	5° g. \perp (010) 56 % An.
P_5	27°	62°	82°	4° dr. \perp (010) 44 % An. (mauvais).
P	30°	62°	76°	2° g. \perp (010) 49,5 % An.
A	76°	87°5	14°	12° g. \perp ($\bar{1}01$) 51,5 % An.

La macle est nouvelle ou du moins rare ; l'axe est dans un plan voisin de g^1 (010) et à 12° de ($\bar{1}01$) ; dans un exemple ultérieur nous aurons une association analogue, mais le plan d'association sera la face ($\bar{1}01$) elle-même. Notons que ces macles sont très voisines sinon égales de celles que Viola¹ a décrites sous le nom de « Loi de Strathblauer I » où l'axe de macle bissecte l'angle aigu des arêtes [100] et [001], et est par conséquent \perp (ou voisin) à la face ($\bar{1}01$).

Nous ne pouvons insister sur cette association, puisque les individus 3 et 5 ne sont pas en contact mais séparés par la lamelle 4 dont nous ignorons les relations de macle avec les précédents.

Analyse de l'association 1-5.

L'axe donne un grand triangle analogue de forme et de dimen-

¹ C. VIOLA : Beitrag zur Zwillingsbildung ; *Zeitschr. f. Krist. u. Min.*, vol. 38, p. 79.

sions à l'axe A₂₋₃, mais tombant dans le plan. Nous aurions de nouveau ici une pseudo-macle résultante parallèle.

Les coordonnées de l'axe donnent une solution à 4° du complexe Albite-Carlsbad. Il n'y a pas lieu de nous arrêter à considérer plus à fond cette macle, puisque les deux individus 1 et 5 ne sont pas en contact ; notons toutefois que l'approximation de macle entre 2-3 et 1-5 doit être à peu près de même valeur, puisque les triangles des axes A₂₋₃ et A₁₋₅ ont deux côtés égaux.

2^e groupe.

Analyse de l'association I-II.

L'individu I est représenté par une large bande ; l'individu II est plus étroit ; le premier a été étudié sur sa zone centrale *a* : le second ne présentait pas de zone.

L'axe est bon, tombe dans le plan : hémitropie parallèle.

	Ng	Nm	Np	
P	37°	60°	71°	sur \perp (010) 60% An.
A.	60°	60°	34°5	3° g. [001] 62,5% An.

Diagnostic : Macle de Carlsbad.

Analyse de l'association I-III.

L'axe, bon, tombe dans le plan : hémitropie parallèle. Les coordonnées de PI-III présentent quelques degrés de différence dus soit à la difficulté de détermination optique et des indices de III et du plan I-III, soit à la différence de % An. due aux zones.

	Ng	Nm	Np	
P I	48°	61°	56°	4° \perp (001) 67% An.
P III	55°5	46°5	58°	3° \perp (001) 58% An.
P	51°5	53°5	57°	5° g. \perp (001) 60% An.
A	38°5	61°	68°	4° g. [010] 57% An.

Diagnostic : Macle de la Péricline?

Nous ne pouvons conclure avec certitude vu l'étude difficile de III, mais nous pouvons annoncer comme le plus probable une macle sur le plan p (001) avec axe voisin de ph¹ [010]. Ce serait une macle analogue à celle de la Péricline avec plan plus voisin de p (5°) que celui qui conviendrait pour la Péricline à ce % An.

Cette macle ayant pour axe une droite voisine de \perp (010) et l'association I-III se faisant suivant la loi de Carlsbad, nous pouvons déduire que II-III sont maclés suivant le complexe Albite-Carlsbad. En effet l'axe AII-III est bon, tombe dans le plan II-III : hémitropie parallèle.

	Ng	Nm	Np		
P	38°5	63°	69°5	2° g. \perp (010)	62% An.
A	72°	35°5	58°5	sur $\frac{\perp [001]}{(010)}$	62% An.

Diagnostic : Macle suivant le complexe Albite-Carlsbad.

Ces deux groupes de macles sont unis l'un à l'autre par une surface irrégulière dont la trace forme une ligne brisée, tantôt parallèle aux plans g¹ (010) de chaque groupe, tantôt à 45° de ceux-ci ; ces derniers segments à 45° sont trop petits pour être étudiés ; nous pensons qu'ils sont parallèles au plan (021) i^{1/2}.

L'assemblage de ces deux groupes se présente de telle sorte que le plan g¹ (010) du 1^{er} groupe est presque parallèle au plan p (001) du 2^e groupe. Sur l'épure leurs pôles sont distants de 171°57 ; les plans respectifs font donc un angle de 8°25.

P₁₋₂ et P_{I-III} font un angle de 171°75.

P₁₋₂ et P_{I-II} font un angle de 88°.

P_{I-II} et P_{I-III} font un angle de 84°.

En outre, les individus I et II, 3 et I sont en contact ; l'axe A_{4-II} fournit une solution à 13° de \perp (010) 56,5% An.

L'axe A_{I-3} fournit une solution à 2° \perp (001) 61,5% An.

Les deux sections (1^{er} groupe et 2^e groupe) sont allongées suivant leur arête [001] ; l'arête [100] est presque commune ; celle du 1^{er} groupe fait un angle de 12° environ avec celle du 2^e groupe ; les arêtes [010]₁ et [001]₂, puis [001]₁ et [010]₂ se superposent à 15° près.

[100]₁ et [100]₂ font un angle de 12°5
[010]₁ et [001]₂ font un angle de 15° } environ
[001]₁ et [010]₂ font un angle de 15° }

Si nous comparons notre étude à celle de Viola¹, nous voyons qu'elle présente une analogie frappante avec les macles de Baveno étudiées par lui : arêtes [100] presque parallèles et superposition approchée du plan g¹ (010) du 1^{er} groupe au plan p(001) du 2^e groupe. La surface de contact, de même, présente les particularités que Viola signale pour les macles de Baveno qu'il a observées.

En résumé :

Diagnostic : Deux groupes de macles sont associés suivant la loi de Baveno définie dans le sens de Viola ; dans chacun de ces groupes nous trouvons les macles suivantes :

¹ C. VIOLA : Beitrag zur Zwilligsbildung ; *Zeitschr. f. Krist. u. Min.*, vol. 38 p. 75 et 76.

1^{er} groupe.

1-2 macle de Carlsbad (4° [001])	52	% An.
1-3 macle complexe Ab.-C. (3° \perp [001]) (010)	60	% An.
(2-3) macle de l'Albite	48,5	% An.
(3-5) macle à 12° g. \perp (101)	51,5	% An.
(1-5) macle complexe Ab.-C (4°)	62	% An.

2e groupe.

I -II macle de Carlsbad (2°5)	62,5	% An.
I -III macle de la Péricline (4°)	57	% An.
II-III macle complexe Ab.-C (approximat.)	62	% An.

* * *

34. — c) Section fraîche, présentant deux groupes associés suivant une macle par pénétration. Chacun de ces groupes est formé par un individu largement représenté, 1 et 2. Dans 1 quelques très fines lamelles de 2, et trois lamelles parallèles, plus larges, de 3, dont une sépare en partie 1 et 2.

Dans 2, qui est légèrement zoné, trois minces lamelles de 1, puis une lamelle de 4, et une autre, transversale, 5 ; ces deux dernières ne se prêtent pas à l'étude. L'individu 3, étant aussi très mince, a été difficile à étudier.

Analyse de l'association 1-2.

L'axe, très bon, tombe dans le plan : hémitropie parallèle ; coordonnées de P très bonnes.

	Ng	Nm	Np	
P	31°5	62°5	73°5	3°5 \perp (010) 54 % An.
A	62°	68°	36°	3°5 [001] 57,5 % An.

Diagnostic : Macle de Carlsbad (4°).

Analyse de l'association 1-3.

Ici les coordonnées de P_{1,3} sont sujettes à caution ; elles présentent des différences de 3 à 4° ; si l'axe A_{1,3} était bon on pourrait supposer que ces différences sont dues à un % différent ; or, l'axe, qui tombe au voisinage du pôle, forme un grand triangle ; nous avions du reste indiqué au début que l'étude de 3 était difficile et que les indices n'avaient pu être déterminés à 90°. Cela explique les irrégularités que nous constatons.

	Ng	Nm	Np	
P	29°	64°5	75°5	{ 4° g. \perp (010) 48 % An.
A	29°	64°	74°5	

Diagnostic : Macle de l'Albite.

Analyse de l'association 2-3.

L'axe, assez bon, tombe dans le plan : hémitropie parallèle ; *a priori*, d'après les deux associations précédentes, nous pouvons affirmer que nous aurons ici une macle suivant le complexe Albite-Carlsbad.

	Ng	Nm	Np			
P	28°5	65°	75°	5° g. \perp (010)	48,5 % An.	
A	77°	38°	54°5	3° g. $\frac{\perp [001]}{(010)}$	56,5 % An.	

Diagnostic : Macle complexe Albite-Carlsbad.

La lamelle 3 est intercalée entre 1 et 2, directement en contact avec 2 ; par suite, l'axe complexe peut être considéré comme axe réel ; mais il nous semble plutôt qu'on peut aussi le considérer comme résultant, puisque la lamelle 3 est très courte et que 2 s'est maclé visiblement d'abord avec 1 suivant Carlsbad ; puis est venue la lamelle 3, qui s'est maclée avec 1 suivant l'Albite et a été de ce fait associée à 2 suivant le complexe.

Quant à la lamelle 4, dont le plan 2-4 est parallèle au plan 2-3, elle est vraisemblablement maclée avec 2 suivant l'Albite.

Et la lamelle 5, dont le plan 2-5 est approximativement perpendiculaire au plan 2-4, présenterait soit la loi de la Péricline soit celle de Manebach.

* * *

35. — *d) Section fraîche, légèrement zonée ; extinction quelque peu roulante. Deux individus maclés ; le premier 1, largement représenté ; le second 2 formant une large lamelle dans 1 ; dans 1 il y a aussi de nombreuses lamelles 3, trop fines pour pouvoir être étudiées ; l'individu 2 n'en contient presque pas.*

Analyse de l'association 1-2.

L'axe, très bon, dans le plan : hémitropie parallèle.

	Ng	Nm	Np			
P	29°	64°	78°.....2°5 g.	\perp (010)	48,5 % An.	
A	83°	42°	50°5.....4° dr.	$\frac{\perp [001]}{(010)}$	52 % An.	

Diagnostic : Macle complexe Albite-Carlsbad 50 % An.

Cet axe complexe est ici réel, car il n'y a aucune lamelle 3 intercalée entre 1 et 2 qui pût jouer le rôle de *déterminante* de l'association 1-2. Les lamelles 3 sont voisines de 1 et de 2 et peut-être ont-elles exercé une influence dirigeante sur la relation de 2 par rapport à 1 ;

toutefois, il est fort remarquable que la lamelle 2 associée à 1 suivant le complexe soit large et bien formée. Il y a incontestablement une action réelle marquante qui s'exerce dans la direction du complexe et qui dans certains cas, lorsque la viscosité du bain atténue les actions suivant l'axe de l'Albite ou celui de Carlsbad, prend une valeur équivalente aux actions qui s'effectuent suivant des directions d'indices simples.

* * *

36. — *e)* Section faiblement zonée ; deux individus maclés contenant l'un et l'autre de fines lamelles 3 ; entre 1 et 2 se glisse un individu 4 qui ne se prête pas à l'étude ; cassures plus ou moins parallèles au plan de macle.

Analyse de l'association 1-2.

L'axe, bon, tombe dans le plan : hémitropie parallèle.

	Ng	Nm	Np		
P	36°5	62°5	69°	3°g. \perp (010)	62% An.
A	71°5	31°5	63°	1°g. $\frac{1}{2}$ [001] / (010)	64% An.

Diagnostic : Macle complexe Albite-Carlsbad 63% An.

L'axe complexe est ici résultant, puisque entre les deux individus se glisse une lamelle qui peut être considérée comme *déterminante*.

* * *

37. — *f)* Section fraîche, cassée, zonée, présentant des clivages à 95° (environ) l'un de l'autre ; deux grands individus maclés, contenant l'un et l'autre des lamelles 4 très fines ; l'individu 1 est traversé par une lamelle 3 trop fine pour prêter à l'étude. Entre 1 et 2 s'intercale une lamelle 4.

Analyse de l'association 1-2.

L'axe, très bon, tombe dans le plan : hémitropie parallèle.

	Ng	Nm	Np		
P	30°5	65°5	72°	6° \perp (010)	56% An.
A	76°	33°	60°5	3°5 g. $\frac{1}{2}$ [001] / (010)	62% An.

Diagnostic : Macle complexe Albite-Carlsbad. 60% An.

La lamelle 4, intercalée entre 1 et 2, peut être considérée ici comme lamelle dirigeante.

Analyse de l'association 1-3.

Nous ne pouvons noter que le diagnostic du plan 1-3 par rapport

à l'individu 1, car l'individu 3, transversal aux autres, est trop mince pour être étudié ; clivage à peu près parallèle au plan.

Ng Nm Np

P_1 $71^\circ 89^\circ 19^\circ 5$ $2^\circ g.$ $\perp (\bar{1}01)$ $53,5^\circ \%$ An. ou $5^\circ g.$ $\perp (\bar{1}01)$ 57% An.
Clivage $68^\circ 5$ $86^\circ 5$ $22^\circ 5$ sur $\perp (\bar{1}01)$ 57% An.

P_{1-2} et P_{1-3} font un angle de 90° .

P_{1-3} et clivages font un angle de $3^\circ 5$.

P_{1-2} et clivages font un angle de 94° .

Nous voyons que le plan de cette association correspond à quelques degrés près à la face a¹ ($\bar{1}01$) ; le clivage donne nettement cette face. Nous pouvons donc affirmer que nous avons une macle ayant comme face d'association a¹ ($\bar{1}01$), et c'est probablement une hémitropie normale, car la surface de contact est bien nette.

Dans l'exemple 33, nous avions signalé une association 3-5 avec axe \perp à la face a¹ ($\bar{1}01$) et nous disions que Viola¹ avait décrit des groupements analogues ; en effet, cet auteur a envisagé un cas où les arêtes [100] et [001] de deux individus maclés se recouvrent, et il l'a expliqué par un axe de macle qui bissecte l'angle aigu de ces arêtes, et que nous pensons être normal à la face a¹ ($\bar{1}01$) ; il appelle cette loi : Loi de Strathblauer de première espèce ; voici ce qu'il ajoute : « Chez les Plagioclases, ils (ces groupements) peuvent se produire, comme je l'ai déjà prouvé ; mais ils sont rares, car cet habitus (Strathblauer habitus) se présente rarement où [100] et [001] soient également développés. »

QUATRIÈME PARTIE

CONCLUSIONS

En premier lieu, notons les observations statistiques sur la fréquence des macles que nous permet de faire notre travail.

1° Sur 37 groupements de plagioclases étudiés :

10 sont maclés suivant la loi de l'Albite (40 à 92% An.) ;

7 sont maclés suivant les lois de l'Albite et de Carlsbad (40 à 75% An.).

¹ C. VIOLA : Beitrag zur Zwillingsbildung ; *Zeitschr. f. Krist. u. Min.*, vol. 38, p. 79.