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

Band: 4 (1924)

Heft: 1

Artikel: Données comlémentaires pour la détermination des plagioclases par la méthode théodolite

Autor: Reinhard, Max

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-6392

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: 14.07.2025

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

Données complémentaires pour la détermination des plagioclases par la méthode théodolite.

Avec 3 figures.

Par *Max Reinhard*, Bâle.

Détermination des plagioclases par les angles compris entre les axes optiques et les angles entre les plans des axes optiques des différentes lamelles maclées.

Dans la méthode de Fédorof, telle qu'elle a été exposé dans une note précédente, en collaboration avec M. Duparc,[1]) nous avons determiné les angles compris entre les pôles de même espèce des axes de l'ellipsoïde des divers individus maclés. On peut aussi se proposer d'évaluer les angles compris entre les axes optiques de ces individus, si ceux-ci ont été reportés sur la projection. Ainsi par exemple, dans une hémitropie normale, on pourra mesurer les angles compris entre les axes de même espèce $A—A'$, $B—B'$ et entre les axes d'espèce différente $A—B = A'—B'$. De même on pourra évaluer l'angle compris entre les plans des axes optiques $A—B$ et $A'—B'$ des deux individus maclés. Il est évident que ces mesures pourraient être faites pour les trois cas d'hémitropies réalisables sur le même plan de macle (hémitropie normale, parallèle et complexe). Dans ce cas, si toutes les lamelles sont représentées et si l'on a pu établir la position des axes optiques pour tous les individus (ce qui sera rarement réalisé en pratique), on pourra évaluer sur la projection les différents angles suivants: Les angles entre les axes optiques de même espèce, pour l'hémitropie normale $= A—A'$ et $B—B'$, pour l'hémitropie parallèle $= A—A^2$ et $B—B^2$ et pour le complexe $= A—A'^2$ et $B—B'^2$. Les angles entre les axes optiques d'espèce différente, pour l'hémitropie normale $= A—B'$, pour l'hémitropie parallèle $= A—B^2$ et pour le complexe $= A—B'^2$. De même on pourra dé-

[1]) L. Duparc et M. Reinhard: Les méthodes de Fédorof et leur application à la détermination des plagioclases; Bulletin Suisse de Minéral. et Pétrogr. Tome III, fasc. 1—2. Zurich 1923.

terminer l'angle compris entre les plans des axes optiques, pour l'hémitropie normale = 1—1', pour l'hémitropie parallèle = 1—2 et pour le complexe = 1—2'. On disposera ainsi d'un total de 12 angles qui pourraient servir à la détermination même du plagioclase ou comme contrôle, si celui-ci a été déterminé par le procédé employé couramment.

Pour pouvoir interpréter les résultats ainsi obtenus, il faudrait disposer de courbes, donnant la variation des angles entre les axes optiques et des angles entre les plans des axes optiques des différents individus maclés. Nous ne figurerons pas ces courbes, mais nous donnerons ci-après les tableaux de ces angles pour les différents types de plagioclases. L'évaluation des angles en question au moyen des projections stéréographiques, fig. 1, 2 et 3 est très aisée. L'angle entre les axes optiques de même espèce d'une hémitropie normale, est fourni par la double distance angulaire entre l'axe optique (A ou B) et le diamètre représentant le plan de macle. Cet angle est donc pour la macle de l'albite $= 2\varphi$ [2]) et pour la macle de Manébach $= 2\varphi' = 2\varphi''$. Le même angle pour une hémitropie parallèle est représenté par la double distance angulaire entre l'axe optique et le centre de la projection. L'angle entre les mêmes axes optiques pour le complexe est donné par la double distance angulaire entre l'un des axes et le diamètre normal au plan de macle. Pour déterminer les angles compris entre les axes optiques d'espèce différente, il suffira de chercher la position de l'axe B dans l'individu 1', 2 et 2' et d'évaluer la distance angulaire entre ce pôle et celui de l'axe A de l'individu 1. L'évaluation de l'angle compris entre les plans des axes optiques des individus maclés exige le tracé des plans passant par les axes. On fera passer un grand cercle par A et B de l'individu 1, ainsi que les grands cercles passant par A' et B', A^2 et B^2, A'^2 et B'^2, et l'on déterminera l'angle compris entre le grand cercle AB et $A'B'$ etc. Sur la projection normale à l'arête h^1g^1 (100)

[2]) Nous avons donné dans la note citée (page 69) un tableau des angles de position φ et λ pour les pôles des axes de l'ellipsoïde et des axes optiques. Ces données correspondent à la projection de la fig. 1. Nous ajoutons à la fin de la présente note un tableau donnant les positions φ' et λ' se référant à la projection de la fig. 2, ainsi que les φ'' et λ'' des pôles de la projection représentée fig. 3. Les angles φ' et φ'' sont d'ailleurs les mêmes en valeur absolue.

(010) fig. 1 on pourra évaluer les angles pour le cas de la macle albite-Karlsbad; la projection normale à l'arête ph^1 (001) (100) fig. 2 donnera les angles pour la macle de Manébach-acline et pour la péricline; la projection normale à l'arête pg^1 (001) (010) fig. 3 fournira les angles pour les macles: Manébach; albite-Ala; Bavéno. Nous remarquerons que nous donnons toujours des angles inférieurs à 90°. Dans le cas où il dépasse cette valeur, nous avons pris les suppléments.

Tableaux des angles entre les axes optiques des différents individus maclés.

1. Macle: albite-Karlsbad A.

% An	0,5	13	20	25	35	52	73	97
A A′ (albite)	82°	88°	84°	80°	83,5°	68,5°	68°	54°
A A^2 (Karlsbad)	34	32	31	28	22	16	28	26
A A'^2 (complexe)	72	79	87,5	87	87,5	67	60	46
B B′ (albite)	84,5	85	88	82	79,5	70	25,5	—3,5
B B^2 (Karlsbad)	—18	6	28	44	69	76,5	26	12,5
B B'^2 (complexe)	81	84	84,5	81	62	25	4	—12
A B′ (albite)	26	13	2	9	25	44	65	81
A B^2 (Karlsbad)	83	83	86	88	81	62,5	66	76
A B'^2 (complexe)	8	19	31	36,5	46	61	88	73

2. Macle: albite-Ala B.[3])

% An	0,5	13	20	25	35	52	73	97
A A^2 (Ala B)	82°	88°	85°	81°	86°	66°	68°	54°
A A'^2 (complexe)	2	4	8	12	17,5	14,5	0	—5
B B^2 (Ala B)	60	78	88	82	88	67	54	40
B B'^2 (complexe)	—31,5	—29	—9,5	5	32	76	60	40
A B^2 (Ala B)	27	17	8	3	8	31,5	64	85
A B'^2 (complexe)	76	84	86,5	80	81,5	85	85	82

3. Macle: Manébach-Ala A.[4])

% An	0,5	13	20	25	35	52	73	97
A A′ (Manébach)	7°	9°	12°	18°	22°	20°	8°	2°
A A'^2 (complexe)	82	88	84	79	82	71	69	54
B B′ (Manébach)	46	24	4	—10	—36	—80	—58	—42
B B'^2 (complexe)	79	84	88	81	76	64	18	—11
A B′ (Manébach)	74	83	86	80	80	89	80	75
A B'^2 (complexe)	21	8,5	4	13	30	52	70	86,5

[3]) Les angles *A-A'*, *B-B'* et *A-B'* (albite) sont déjà donnés dans le tableau 1.

[4]) Les angles $A\text{-}A^2$, $B\text{-}B^2$ et $A\text{-}B^2$ (A la A) sont les mêmes que pour Ala B, mentiennés dans le tableau 2.

4. Macle: Manébach-acline A.[5])

% An	0,5	13	20	25	35	52	73	97
AA^2 (acline A)	76°	88°	84°	80°	82°	72°	68°	56°
AA'^2 (complexe)	76	86	86	82	87	68	68	56
BB^2 (acline A)	84	84	88	80	78	65	19	—10
BB'^2 (complexe)	66	79	89	82	90	66	54	40
AB^2 (acline A)	19	8	4,5	13,5	30	51	70	86
AB'^2 (complexe)	27	18	10	5	7,5	32	64	84

5. Macle de la Péricline.

Les angles $A—A^2$, $B—B^2$ et $A—B^2$ sont identiques à ceux, donnés dans le tableau 4 pour l'acline A.

6. Macle de Bavéno.

% An	0,5	13	10	25	35	52	73	97
A A'	68°	67°	66°	66°	73,5°	88°	75°	78°
B B'	28	42,5	54	62	81,5	68	84	76
A B'	88	71	56,5	45,5	34	26	11	—8

Tableaux des angles compris entres les plans des axes optiques des différents individus maclés.

Une remarque spéciale indiquera où le croisement des deux plans a lieu.

1. Macle: albite-Karlsbad A.

a) Macle de l'albite.

Type	% An	Angle entre 1–1	Croisement
Albite	0,5	34°	en *Np*
Oligoclase acide	13	17	id.
Oligoclase	20	1	id.
Oligoclase basique	25	14	id.
Andésine	35	36	id.
Labrador	52	50	entre *Np* et *B*, voisin de *Np*
Bytownite	73	58	entre *Np* et *B*
Anorthite	97	50	en *B*

b) Macle de Karlsbad.

Type	% An	Angle entre 1–2	Croisement
Albite	0,5	35°	entre *Np* et *B*
Oligoclase acide	13	32	entre *B* et *Ng*, voisin de *B*
Oligoclase	20	41	en *Ng*
Oligoclase basique	25	49	entre *Ng* et *A*, voisin de *Ng*
Andésine	35	72	entre *Ng* et *A*
Labrador	52	61	entre *Ng* et *A*, voisin de *A*
Bytownite	73	16	entre *Ng* et *A*
Anorthite	97	12	id.

[5]) Les angles AA', BB' et AB' sont déjà donnés dans le tableau 3.

c) Complexe albite-Karlsbad.

Type	% An	Angle entre 1–2′	Croisement
Albite	0,5	11°	en *Ng*
Oligoclase acide	13	28	id.
Oligoclase	20	42	id.
Oligoclase basique	25	48	entre *Ng* et *B*, voisin de *Ng*
Andésine	35	65	id. id.
Labrador	52	82	entre *Ng* et *B*
Bytownite	73	60	entre *Ng* et *B*, très voisin de *B*
Anorthite	97	51	entre *Np* et *B*

2. Macle : albite-Ala B.

L'angle entre 1—1' est le même que celui du tableau 1 a.

a) Macle de l'Ala B.

Type	% An	Angle entre 1–2	Croisement
Albite	0,5	40°	entre *Ng* et *B*, voisin de *Ng*
Oligoclase acide	13	24	entre *Ng* et *B*, très voisin de *Ng*
Oligoclase	20	12	en *Ng*
Oligoclase basique	25	4	id.
Andésine	35	10	id.
Labrador	52	52	id.
Bytownite	73	88	entre *Ng* et *B*, très voisin de *Ng*
Anorthite	97	62	entre *Ng* et *B*, voisin de *Ng*

b) Complexe albite-Ala B.

Type	% An	Angle entre 1–2′	Croisement
Albite	0,5	52°	entre *A* et *Ng*, presqu'en *A*
Oligoclase acide	13	30	entre *A* et *Ng*, voisin de *A*
Oligoclase	20	12	entre *Ng* et *A*, voisin de *Ng*
Oligoclase basique	25	14	entre *Np* et *B*
Andésine	35	38	entre *Np* et *A*
Labrador	52	74	entre *Np* et *A*, plus voisin de *A*
Bytownite	73	60	en *A*
Anorthite	97	36	entre *A* et *Ng*, très voisin de *A*

3. Macle : Manébach-Ala A.

L'angle 1—2 est le même que celui de Ala B, tableau 2 a.

a) Macle de Manébach.

Type	% An	Angle entre 1–1′	Croisement
Albite	0,5	48°	entre *A* et *Ng*, voisin de *A*
Oligoclase acide	13	26	entre *A* et *Ng*, au milieu
Oligoclase	20	13	entre *Ng* et *B*
Oligoclase basique	25	22	entre *Np* et *B*
Andésine	35	44	entre *Np* et *A*
Labrador	52	80	entre *Np* et *A*, plus voisin de *A*
Bytownite	73	56	entre *Np* et *A*, très voisin de *A*
Anorthite	97	32	en *A*

b) Complexe Manébach-Ala A.

Type	% An	Angle entre 1–2′	Croisement
Albite	0,5	28°	en *Np*
Oligoclase acide	13	11	entre *Np* et *A*, presqu'en *Np*
Oligoclase	20	6	en *Np*
Oligoclase basique	25	21	id.
Andésine	35	43	entre *Np* et *B*, presqu'en *Np*
Labrador	52	56	entre *Np* et *B*, plus voisin de *Np*
Bytownite	73	62	entre *B* et *Np*, plus voisin de *B*
Anorthite	97	52	entre *Ng* et B, très voisin de *B*

4. Macle: Manébach-acline A.

L'angle entre 1—1' est le même que celui du tableau 3 a.

a) Macle de l'acline A.[6])

Type	% An	Angle entre 1–2	Croisement
Albite	0,5	24°	entre *Np* et *B*, très voisin de *Np*
Oligoclase acide	13	10	en *Np*
Oligoclase	20	6	id.
Oligoclase basique	25	20	id.
Andésine	35	44	entre *Np* et *B*, presqu'en *Np*
Labrador	52	56	entre *Np* et *B*
Bytownite	73	62	entre *B* et *Np*, voisin de *B*
Anorthite	97	54	entre *B* et *Ng*, voisin de *B*

b) Complexe Manébach-acline A.

Type	% An	Angle entre 1–2′	Croisement
Albite	0,5	43°	entre *Np* et *B*, presqu'en *Ng*
Oligoclase acide	13	26	en *Ng*
Oligoclase	20	13	id.
Oligoclase basique	25	6	id.
Andésine	35	10	id.
Labrador	52	52	id.
Bytownite	73	90	entre *Ng* et *B*, voisin de *Ng*
Anorthite	97	64	id. id.

5. Macle de la péricline.

Les angles sont identiques à ceux de l'acline A du tableau 4 a.

6. Macle de Bavéno.

Type	% An	Angle entre 1–1′	Croisement
Albite	0,5	70°	entre *Np* et *B*, au milieu
Oligoclase acide	13	79	entre *Np* et *B*, voisin de *Np*
Oligoclase	20	86	entre *Np* et *B*, très voisin de *Np*
Oligoclase basique	25	72	en *Np*
Andésine	35	49	entre *Np* et *A*, presqu'en *Np*
Labrador	52	27	entre *Np* et *A*, très voisin de *Np*
Bytownite	73	2	en *Np* (?)
Anorthite	97	12	en *Np* (?)

[6]) Cet angle est presque indentique avec celui de 1—2' du tableau 3 b.

Dans la pratique on rencontrera une certaine difficulté pour évaluer les angles en question par le fait qu'on ignore l'espèce de l'axe optique trouvé. Pour cette raison nous les avons aussi marqués dans les exemples traités à propos de la méthode de Fédorof [7]) par la même lettre A munie d'un indice. On pourra cependant les identifier, en comparant les angles entre les différents axes avec ceux des tableaux. Nous pouvons ainsi établir pour notre deuxième exemple (macle de la péricline) que A_1^1 est l'axe A et A_1^2 l'axe B du premier individu, et $A_2^1 = A$ et $A_2^2 = B$ du second individu. Vu le peu de précision que nous avons obtenu dans la détermination des axes optiques, les valeurs angulaires ne s'éloignent pas trop de celles fournies par les tableaux. Dans le troisième exemple (complexe albite — Ala B et Manébach), les trois axes relevés correspondent aux axes A. Ici encore, les angles entre ces axes, relevés sur la projection, confirment la détermination basée sur d'autres déterminations.

Nous terminons ce chapitre en rappelant que **Fédorof** a le premier utilisé les valeurs entre les angles des axes optiques de lamelles hémitropes pour la détermination des plagioclases. Nous n'indiquerons qu'en passant que la méthode conoscopique de **Becke** est basée sur le même principe. Nous l'avons généralisée ici pour pouvoir l'appliquer à la détermination des feldspaths par la méthode théodolite.

Perfectionnement des mesures.

La maison E. Leitz, à Wetzlar, construit une platine adaptable, qui semble présenter tous les avantages du microscope théodolite. Les dimensions sont telles qu'une coupe mince de format ordinaire y peut être montée, le porte-objet placé contre le disque de verre. Une vis à écrou permet de faire passer les axes de rotation de la platine par le plan de la section. Comme l'a indiqué **Berek** [8]) dans une note très suggestive, le réglage de cette platine est extrèmement simple.

Pour améliorer l'exactitude de la détermination des axes et des plans d'élasticité optique, il y a avantage de

---

[7]) op. cit.

[8]) M. Berek. Neue Wege zur Universalmethode. Neues Jahrb. für Min. etc., Beil. Bd. 48, 1923.

se servir d'un objectif à petite ouverture numérique (Micro-Summar f = 35 mm), muni d'un diaphragme iris. On augmentera aussi la précision en travaillant avec une source lumineuse artificielle intense et constante, et en contrôlant les positions d'extinction au moyen d'un coin sensible d'après Maré de Lépinay.[9]) Nous croyons d'ailleurs pouvoir obtenir le maximum de précision en opérant sur des coupes minces dont l'épaisseur dépasse sensiblement la moyenne.

Interprétation définitive des mesures obtenues par la méthode théodolite.

Nous avons exposé, dans la note publiée entérieurement, et au moyen de plusieurs exemples pratiques, le procédé de détermination de la composition d'un plagioclase et des lois d'hémitropie réalisées. D'après cette méthode, imaginée par **Fédorof**, il s'agit de fixer la position qu'occupent les axes de macle, les pôles de plans de macle et de plans de clivage, par rapport aux trois axes de l'ellipsoïde optique n_g, n_m et n_p. Les valeurs ainsi obtenues sont ensuite interprétées sur une projection, figurant la migration des éléments cristallographiques par rapport à ces trois axes supposés fixes. Nous venons de montrer d'autre part, que les résultats ainsi obtenus pourraient être contrôlés par la détermination des angles entre les axes optiques et les angles entre les plans des axes optiques des divers individus maclés. Pour ceci, nous avons évalué graphiquement, et pour toutes les hémitropies connues, les angles respectifs et nous les avons indiqués dans les tableaux du chapitre précédent. Nous disposons donc de plusieurs valeurs déterminatives qui pourraient toutes servir à fixer la loi de l'hémitropie réalisée et le pourcentage en **An** du plagioclase étudié. Dans le cas d'une macle simple, à deux systèmes de lamelles seulement, la tâche serait encore assez aisée. Mais elle se complique rapidement si la macle est formée par plusieurs systèmes de lamelles. En effet, admettons une macle double, d'albite et de Karlsbad par exemple, et supposons le cas, assez peu vraisemblable d'ailleurs, où on aurait pu déterminer aussi la position des axes optiques dans les quatre lamelles conjuguées. Nous disposerons alors pour la détermination des valeurs suivante:

[9]) Communication verbale due à l'obligeance de M. Bereck.

Position du plan de macle par rapport aux n_g, n_m et n_p des quatre individus 1, 1', 2 et 2' (4 valeurs); position de l'axe de macle entre 1—1' et 2—2'; entre 1—2 et 1'—2' et entre 1—2' et 1'—2 (6 valeurs); angle 2 V dans les quatre lamelles (4 valeurs); angle entre les différents axes optiques des lamelles hémitropes (9 valeurs); angle entre les plans des axes optiques des différentes lamelles (3 valeurs). Nous arrivons ainsi à un total de 26 valeurs pour un cas relativement peu compliqué. Il est à prévoir que ces valeurs ne donneront pas toutes le même pourcentage en **An**. Faut-il alors tenir compte de chaque résultat séparément ou en prendre la moyenne? Pour pouvoir répondre à cette question, il importe avant tout d'énumérer les différentes causes auxquelles il faudrait attribuer les variations. Ce sont, pour autant que nous pouvons juger: 1° les petites inexactitudes dans la détermination des positions des axes de l'ellipsoïde et des axes optiques; 2° l'imperfection des courbes au moyen desquelles sont interprétés les résultats. Cette imperfection n'est pas à négliger pour les plagioclases intermédiaires et basiques. Ces deux causes sont d'ailleurs indépendantes du plagioclase étudié et se feront toujours plus ou moins sentir. Il en est d'autres qui ont une signification plus réelle: 1° Composition variable des différentes lamelles hémitropes; l'écart ne sera probablement jamais considérable, mais il peut exister. 2° Influence de la potasse. 3° Variation du plan d'association dans le cas des hémitropies parallèles. D'après le procédé d'interprétation en usage, il est extrèmement difficile, voire même impossible, de se rendre un compte exact de ces perturbations. Pour cette raison nous avons été amenés à chercher une méthode intuitive qui permettra beaucoup mieux d'interpréter les mesures obtenues. Au lieu de nous fournir un grand nombre de valeurs à interpréter, elle nous donnera une projection facilement comparable avec les trois épures stéréographiques fig. 1, 2 et 3.

Le principe consiste à donner à la projection du plagioclase étudié une orientation bien définie. Telle que nous la déterminons, elle a comme plan de projection le plan de la section étudiée, qui est quelconque. Il s'agit alors de l'orienter, par une première rotation, de façon à ce que le plan de macle devienne normal au plan de projection, et de faire coïncider, par une seconde rotation, l'axe de

l'hémitropie parallèle avec le centre. Dans cette orientation, la projection est immédiatement comparable avec l'une ou l'autre des épures stéréographiques fig. 1, 2 et 3, suivant la loi de macle réalisée. On verra aisément, par la distribution des pôles des axes de l'ellipsoïde, si l'hémitropie est normale, parallèle ou s'il s'agit d'un complexe. Les pôles n_g, n_m, n_p, A et B de l'un des individus tomberont sur les courbes figurant la migration de ces éléments et on pourra interpréter aisément le pourcentage en An. Par des rotations convenables on pourra faire coïncider avec les mêmes courbes les pôles des autres individus et déterminer ainsi leur composition. Nous ne voulons pas revenir en détail sur les causes énumérées tout à l'heure, et qui peuvent conduire à une détermination quelque peu énigmatique. Le lecteur pourra se rendre compte lui-même que la projection ainsi établie permettra de les analyser en détail. Nous pourrions, par exemple, déterminer avec une grande précision le plan d'association de la macle de la péricline, incertain pour les plagioclases acides. Nous l'auroins déjà fait si nous disposions du matériel nécessaire. Ainsi interprétées, les mesures effectuées au microscope théodolite avec un soin particulier pourraient servir à établir les coordonnées des axes de l'ellipsoïde et des axes optiques de nouveaux types de plagioclases.

Nous avons appliqué cette interprétation aux exemples pratiques décrits précédemment et nous avons trouvé que les résultats concordaient avec ceux obtenus par la méthode courante d'interprétation.

Donnons, en terminant, quelques indications à suivre pour obtenir la projection dans sa nouvelle orientation. On cherchera sur la projection obtenue par les mesures au microscope théodolite, les axes de macle, comme précédemment. Admettons qu'on ait affaire à une hémitropie parallèle (2e exemple, macle de la péricline). On placera le calque de la projection sur un canevas de Wulff, le pôle du plan de macle placé sur le diamètre équatorial. On rabattra alors la projection autour du diamètre méridien pour amener le pôle du plan de macle dans le cercle fondamental. A ce moment, le plan de macle se confondra avec le diamètre méridien et le pôle de l'axe de macle sera situé sur ce dernier. On tournera le calque en faisant coïncider le plan de macle avec le diamètre équatorial et

on amènera, par une rotation autour du diamètre méridien, le pôle de l'axe de macle au centre de la projection. Il va sans dire que les autres pôles de la projection subiront la même rotation. La projection ainsi obtenue a l'orientation voulue et en la superposant à la projection stéréographique fig. 2 on constatera que la macle réalisée est celle de la péricline et que le pourcentage en **An** est d'environ 90. L'individu 2 de notre exemple se trouve en position initiale et ses pôles tombent sur les courbes de la projection. Pour superposer les pôles de l'individu 1, il faut tourner le calque de 180° autour de son centre.

Dans le cas d'un complexe (3e exemple, macle de l'albite-Ala B entre les individus 1—2), on fera coïncider, par des rotations appropriées, le pôle de l'axe de macle avec l'une des extrémités du diamètre, passant par le plan de macle. En superposant le calque ainsi obtenu sur la projection fig. 3, le plan de macle coïncidant avec la trace de g^1 (010), on verra que les pôles de l'individu noté 1 tombent sur les courbes et qu'il faut renverser le calque autour du diamètre normal à celui représentant le plan de macle pour obtenir la coïncidence des pôles de l'individu 2 avec les courbes.

Dans le cas d'une hémitropie normale (3e exemple, macle de Manébach entre les individus 2—3), on rabattra le pôle du plan de macle = pôle de l'axe de macle dans le cercle fondamental. Le plan de macle est alors normal au plan de projection. Dans cette nouvelle position on verra immédiatement la disposition symétrique des pôles des individus 2 et 3 par rapport au plan de macle, ce qui indique une hémitropie normale. On superposera le calque à l'une des projections fig. 2 ou 3, de préférence la seconde (perpendiculaire à l'arête pg^1 (001) (010)), le plan de macle étant en coïncidence avec la trace de p (001). On verra alors qu'une rotation de 30° environ vers le sud autour de l'axe de macle (diamètre horizontal) amènera les pôles de l'individu noté 3 sur les courbes respectives. En renversant le calque autour du diamètre vertical, les pôles de l'individu 2 s'établiront sur les courbes correspondantes.

Quoique nous ayons choisi ces exemples ad hoc et établi les positions des axes par une seule mesure, on pourra se convaincre que l'interprétation ne laisse persister

aucun doute sur l'hémitropie réalisée et que la composition du plagioclase ainsi déterminée varie entre de faibles limites.

Pour déterminer, non seulement les lois d'hémitropies réalisées, mais aussi le pourcentage en **An** d'un plagioclase, nous avons fait appel exclusivement à l'orientation de l'ellipsoïde inverse des indice (indicatrice) pas rapport aux éléments cristallographiques, sans tenir compte de sa forme. Les plagioclases étant triclinique et l'orientation de l'ellipsoïde quelconque, une faible variation dans la composition du feldspath suffit pour imprimer des changements appréciables dans l'orientation des éléments optiques. Nous avons déjà insisté sur la possibilité de pouvoir établir si le plagioclase contient aussi un troisième terme isomorphe, sous la forme d'un feldspath potassique. Nous avons cru pouvoir faire abstraction de la détermination d'autres propriétés optiques, comme par exemple de la réfringence moyenne et des trois biréfringences principales $n_g - n_p$, $n_g - n_m$ et $n_m - n_p$. Si les plagioclases contiennent un quatrième terme isomorphe, sous la forme de la Carnégieïte, il deviendrait nécessaire de tenir compte aussi de ces données complémentaires, care autrement une détermination précise serait impossible. **Berek** [10]) va résoudre d'une façon élégante le problème de la détermination de la réfringence moyenne et des trois biréfringences principales, au moyen de la méthode théodolite. Nous ne doutons pas que la méthode de Fédorof, ainsi généralisée, ne représente non seulement l'unique méthode précise pour déterminer un feldspath, mais qu'elle s'adaptera uniformément à l'examen de n'importe quel minéral.

Légende des figures 1, 2 et 3.

Les projections stéréographiques des figures 1, 2 et 3 montrent la migration des éléments optiques A, B, n_g, n_m et n_p, rapportée à une orientation cristallographique fixe. La position des axes optiques A et B est indiquée par un petit carré creux ou plein; les axes de l'ellipsoïde sont marqués: n_g par un petit triangle creux ou plein, n_p par un petit cercle creux ou plein, n_m par une croix simple ou double. Les chiffres inscrits en face des différents pôles indiquent

[10]) M. Berek. Mikroskopische Mineralbestimmung mit Hilfe der Universaldrehtischmethode. Bornträger, 1924.

le pourcentage en **An**. Au centre de la projection fig. 1 se trouve le pôle de l'arête h^1g^1 (100) (010) = [001]; le centre de la projection fig. 2 correspond au pôle de l'arête ph^1 (001) (100) = [010] et celui de la projection fig. 3 au pôle de l'arête pg^1 (001) (010) = [100]. Ces trois arêtes représentent les axes de macle des trois hémitropies parallèles. Pour les différentes hémitropies, les pôles des axes optiques et des axes de l'ellipsoïde sont distribués de la façon suivante. 1° *Hémitropies normales*: Les pôles de l'individu 1' sont situés symétriquement par rapport au plan de macle. 2° *Hémitropies parallèles*: Les pôles de l'individu 2 sont symétriques par rapport au centre de la projection (axe de macle). 3° *Complexes*: Les pôles de l'individu 2' sont symétriques par rapport au plan normal au plan de macle.

Les figures sont trop petites pour une interprétation exacte des mesures. Il faudrait disposer d'une projection d'un diamètre de 20 cm. De pareilles projections peuvent facilement être obtenues à l'aide d'un canevas de Wulff, en se servant pour la construction de $\lambda\varphi$, $\lambda'\varphi'$ et $\lambda''\varphi''$ de nos tableaux.

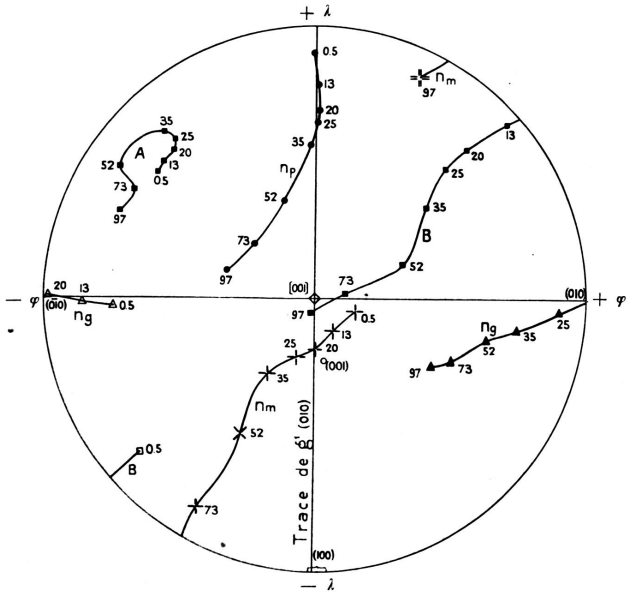

Fig. 1. Projection stéréographique normale à l'arête h^1g^1 (100) (010) = [001]. Elle sert à l'interprétation des macles sur g^1 (010) = albite-Karlsbad A. Le plan de symétrie de la macle de l'albite est le diamètre vertical, celui du complexe albite-Karlsbad A le diamètre horizontal.

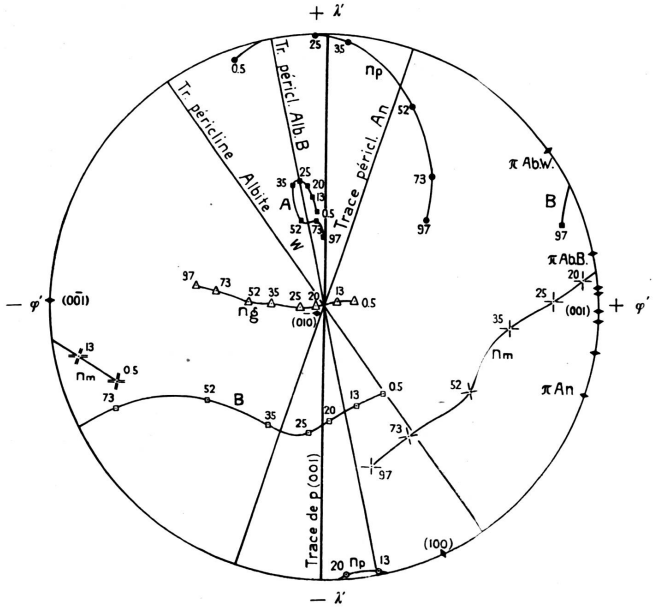

Fig. 2. Projection stéréographique normale à l'arête ph^1 (001) (100) = [010]. Elle sert à l'interprétation des macles sur p (001) = Manébach-acline A et de la macle de la péricline. Sur le cercle fondamental, de part et d'autre du pôle p (001), sont indiqué plusieurs pôles π des plans de macle de la péricline. Les traces des plans de macles sont marquées pour l'albite et pour l'anorthite seulement. Les positions exactes des pôles π sur le cercle fondamental sont (comptées à partir du pôle de (001) + dans le sens du mouvement des aiguilles d'une montre — dans le sens contraire, B = données de Becke, W = données de Wülfing):

0,5 % An: − 37° W, − 13° B; **13 % An**: − 12° W, − 5° B;
20 % An: − 7° W, − 4° B; **25 % An**: − 5° W, − 4° B;
35 % An: − 2° W, 0° B; **52 % An**: + 2° B et W;
73 % An: + 7° W, + 9° B; **97 % An**: + 18° B et W.

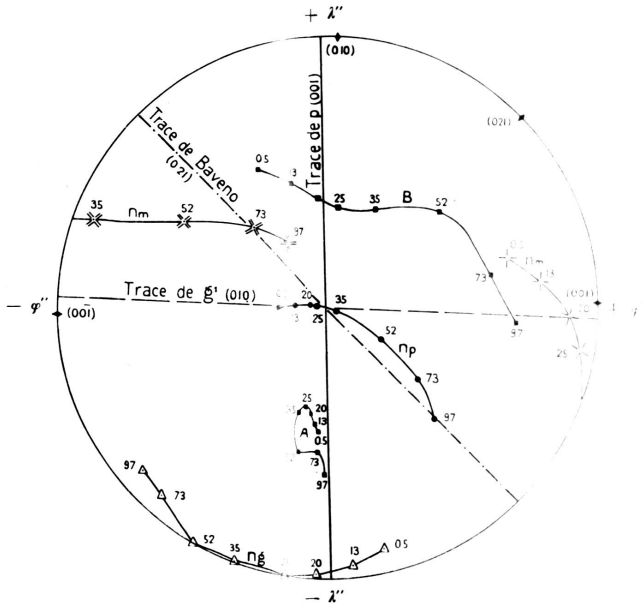

Fig. 3. Projection stéréographique normale à l'arête pg^1 (001) (010) = [100]. Elle sert à l'interprétation des macles sur p (001) = Manébach-Ala A; des macles sur g^1 (010) = albite-Ala B et de la macle de Bavéno sur $i\,^1/_2$ (021).

Coordonnées des pôles des axes de l'ellipsoide *Ng*, *Nm* et *Np* et des axes optiques *A* et *B*

λ' et φ' se rapportent à la projection normale à l'arête p h¹, le pôle de p (001) en $\lambda' = 0$; $\varphi' = +90^0$ (fig. 2)

λ'' „ φ'' „ „ „ „ „ „ „ „ p g¹, „ „ „ p (001) „ $\lambda'' = 0$; $\varphi'' = +90^0$ (fig. 3)

% en An	0,5		13		20		25		35		52		73		97	
Position	λ'	φ'	λ'	φ'	λ'	φ'	λ'	φ'	λ'	φ'	λ'	φ'	λ'	φ'	λ'	φ'
A	+38°	− 3,5°	+43,5°	− 4,5°	+47,5°	− 6°	+49°	− 9°	+48°	−11°	+34,5°	−10°	+34°	− 4°	−28°	− 1°
B	−37	+23	−40	+12	−46	+ 2	−50	− 5	−49	−18	−45	−40	−70	−61	+76	+69
Ng	+ 2	+12	+ 2	+ 5	0	− 3	− 0,5	−11	+ 1	−22	+ 1,5	−31	+ 6	−43	+ 9,5	−50
Nm	−58	−65	−68	−75,5	+65	+83	+14	+79	−14	+68	−44	+50	−54	+28	−62	+16
Np	+87,5	−21	−89	+13	−89	+ 7	+90	− 3	+89	+ 4,5	+76	+22	+57	+34	+40	+36
Position	λ''	φ''	λ''	φ''	λ''	φ''	λ''	φ''	λ''	φ''	λ''	φ''	λ''	φ''	λ''	φ''
A	−49°	− 3,5°	−46°	− 4,5°	−42°	− 6°	−40°	− 9°	−42°	−11°	−56°	−10°	−56°	− 4°	−63°	− 1°
B	+57	−23	+50	−12	+44	− 2	+41	+ 5	+40,5	+18	+44	+40	+19	+61	−15	+69
Ng	−84,5	+12	−87	+ 5	−89	− 3	−90	−11	−89,5	−22	−90	−31	−84	−43	−82	−50
Nm	+33	+65	+24	+75,5	− 25	+83	−72	+79	+78	−68	+47	−50	+36	−28	+28	−16
Np	+ 0,8	−21	+ 1,5	−13	+ 1,5	− 7	+ 1	− 3	− 2	+ 4,5	−14,5	+22	−34	+34	−51	+36