Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles

Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles

Band: 51 (1916-1917)

Heft: 192

Artikel: Quelques courbes nouvelles pour la détermination des Feldspaths par la méthode de Fedoroff

Autor: Sigg, Henri / Favre, Georges

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-269919

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: 13.07.2025

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

Quelques courbes nouvelles pour la détermination des Feldspaths par la méthode de Fedoroff.

PAR

HENRI SIGG et GEORGES FAVRE

INTRODUCTION

Dans une courte note parue au procès-verbal de la Société vaudoise des Sciences naturelles au mois d'avril 1917, nous avons exposé dans leurs grandes lignes les idées modernes concernant l'étude des feldspaths, et nous avons brièvement résumé les résultats acquis par nos recherches.

La bibliographie des feldspaths est vaste, tant au point de vue descriptif qu'au point de vue détermination. Une vue générale des méthodes à appliquer, en indiquant nettement les principes théoriques et pratiques, est rare. Il y a lieu, parmi les auteurs qui ont cherché à combler ce vide, de citer en première ligne Michel Lévy et Fedoroff.

* * *

Les principales méthodes de détermination basées sur les analyses des feldspaths, exécutées par Fouqué, et plus tard reprises par Fedoroff, ne présentent plus aujourd'hui le degré de précision que nos moyens d'investigation actuels permettent d'obtenir. Ce défaut de précision dans la fixation du % d'An. des feldspaths devient une erreur systématique dans l'étude de la variation de la position des faces et des constantes optiques, variation

rapportée à trois éléments quelconques pris comme coordonnées dans l'espace.

Devant les difficultés créées par la situation politique actuelle, nous avons dû renoncer à récolter des matériaux d'étude nouveaux, matériaux déjà si difficile à obtenir en temps normal. Ces raisons majeures nous obligent à nous servir, une fois encore, des données déjà acquises, que nous savons et avons reconnues être seulement très approximatives, pour mener à bien ce présent travail que nous aurions voulu baser sur des constatations nouvelles. Nous ne renonçons cependant nullement à cette tâche de correction que nous reprendrons dès que la pureté du matériel d'étude, tant au point de vue chimique que minéralogique, nous permettra de terminer ce cycle d'expériences.

Nous présentons, dans les pages qui vont suivre, quelques courbes nouvelles, que de nombreuses mesures exécutées sur la platine à trois axes nous ont permis d'interpréter. L'exactitude qui a présidé à l'établissement de la platine à trois axes, et l'expérience manuelle nous ont permis de resserrer de plus en plus le problème qui consiste à fixer dans l'espace, au moyen de coordonnées, la position des trois axes d'élasticité de l'ellipsoïde inverse du minéral étudié.

Nous avons souvent obtenu des points qui ne tombaient dans le voisinage d'aucune des courbes de Fedoroff. Devant la justesse des mesures et l'obtention, sur le canevas, de points indiscutablement précis, la détermination des % d'An. par approximation sur les courbes les plus voisines devenait impossible, et c'est ce qui nous a amené à la présente discussion.

Le point de départ des procédés d'investigation repose essentiellement sur toute une série de recherches présentées par M. Fouqué. Il est intéressant de revoir ses conclusions :

1° Il existe des types feldspathiques à composition définie, intermédiaires entre l'albite et l'anorthite ;

2° Ces feldspaths sont susceptibles de former ensemble des associations physiques ;

3° Plusieurs d'entre eux se rencontrent en général dans une même roche, soit en grands cristaux, soit en microlites, mais presque toujours avec prédominance de l'un d'eux à chaque temps de consolidation[1].

CHAPITRE I

RÉSUMÉ DES PRINCIPALES MÉTHODES DE DÉTERMINATION DES FELDSPATHS

Les feldspaths, silicates alumino-sodiques, potassiques, ou calciques, sont identifiés par deux méthodes principales :

1° *Méthode de Michel Lévy.*

Elle date de 1894, et est basée sur l'étude de sections cristallographiquement orientées, ou optiquement orientées. Les feldspaths pouvant être envisagés comme des mélanges isomorphes parfaits entre deux termes extrêmes qui sont l'albite, comme terme acide, et l'anorthite, terme basique (loi de Tchermak), vont varier dans leurs propriétés de 0% à 100% d'An. Cette loi ne se vérifie cependant qu'approximativement et il a fallu établir des termes intermédiaires caractéristiques tels que l'Oligoclase ou l'Andésine. Comme nous le verrons plus tard, ce sont ces exceptions à la loi de Tchermak qui nous permettront d'expliquer les points d'inflexion de nos courbes, à la condition bien entendu, que le dosage des alcalis sur des échantillons de feldspaths parfaitement

[1] Bulletin de la Société française de minéralogie, tome XVII, 1894, p. 283 à 611.

purs, nous donne des résultats identiques à ceux déjà trouvés.

La restriction énoncée par Fouqué, concernant la loi de Tchermak, serait vérifiée, et les feldspaths se composeraient alors de un ou deux types bien définis comme % (types intermédiaires entre Ab et An), qui en se mélangeant, nous donneraient tous les termes de passage. La représentation des résultats peut se faire soit au moyen de graphiques à deux coordonnées rectangulaires, soit par la projection stéréographique. Dans ce dernier cas, on prend la section droite des prismes comme cercle équatorial (c'est-à-dire le plan du dessin), et comme diamètre vertical la trace de la face g^1, trace à laquelle vont se rapporter les constantes concernant l'extinction, les biréfringences, l'angle des axes optiques 2 V et principalement Ng, Nm, Np, ce qui fixe la position de l'ellipsoïde d'élasticité inverse dans le cristal. L'inconvénient inhérent à ce mode de représentation consiste dans le fait qu'il faut un tableau pour chaque % d'An.

2° *Méthode de Fedoroff.*

Cette méthode présente sur la précédente l'immense avantage de n'employer que des sections jouissant d'une orientation optique quelconque, et cette idée de génie permet aujourd'hui de déterminer le % d'An. d'une façon quasi mathématique.

Nous ne rencontrons plus ici, comme dans M. Lévy, la recherche fastidieuse d'une section orientée, qui parfois n'existe même pas dans la section étudiée, tandis que si la coupe ne comporte qu'une seule section d'un feldspath frais, sa position par rapport à son ellipsoïde pourra toujours immédiatement le déterminer.

Cette méthode, par sa facilité de travail, par la généralisation du problème qu'elle comporte, doit être répan-

due autant que possible, et c'est pourquoi nous allons donner ici un aperçu rapide de la marche à suivre pour l'obtention des résultats. Cet exposé permettra d'autre part de comprendre les courbes que nous avons construites.

Le principe est le suivant ; il faut :

1° Posséder une platine universelle à trois axes de rotation.

Le premier axe, J, est parallèle à la platine du microscope et coïncide avec l'une des traces des nicols. Les deux autres axes sont respectivement N et H. H est normal à J, et N est normal sur H.

2° Etant donné une section d'orientation quelconque, amener un des axes d'élasticité suivant J et ceci par rotation autour de N et de H. A ce moment, les deux autres axes d'élasticité qui sont dans un plan, deviennent normaux à J et la rotation autour de J permet alors de les amener successivement à coïncider avec l'axe du microscope. Si J=Nm, le plan normal à J contiendra Ng et Np, et de plus les deux axes optiques A et B. On pourra toujours amener A et B suivant l'axe du microscope et mesurer l'angle 2 V, à moins que l'un des axes optiques soit trop oblique sur la préparation. Nous voyons de même que la position des éléments cristallographqiues tels que faces, clivages, plan de macle, pourra être, grâce à la détermination de leurs poles, immédiatement située par rapport à l'ellipsoïde.

Représentation. — Fedoroff se sert, pour la représentation optique et cristallographique d'un feldspath, d'un canevas stéréographique dont les deux diamètres perpendiculaires coïncident avec Ng et Np, le centre étant Nm. Les éléments vont, pour chaque % d'An., occuper sur la projection une position bien définie. En réunissant les points ainsi obtenus, nous aurons une courbe pour chaque élément cristallographique, indi-

quant sa variation dans l'espase par rapport à Ng, Nm, Np, quand la composition du feldspath varie de 0% à 100% d'An.

Nous avons déjà donné, dans une précédente note, l'énumération des principales courbes dessinées par Fedoroff. Pour dresser ces courbes, Fedoroff a été obligé de partir de constantes cristallographiques, et il a procédé comme M. Lévy, sur une section droite des prismes, comportant en son centre le pole de l'axe de zone [001]. C'est sur cette projection qu'il a donné le déplacement de Ng, Nm, Np, de 0 à 100% d'An.

En 1901, Fedoroff dessine deux courbes représentant respectivement la normale à (010) et l'axe de zone [001]. On voit nettement que ces courbes ne sont qu'une approximation et qu'elles représentent une valeur moyenne par rapport aux résultats analytiques, résultats étagés dans les environs de la courbe, mais dont certains points s'en éloignent de près de 8 degrés. Le champ d'approximation pour la courbe ⊥ (010) ne dépasse cependant pas 7 à 8 degrés, et il arrive à 9 degrés pour la courbe [001]. Nous verrons que cette erreur systématique nous poursuivra dans l'élaboration de n'importe quelle courbe, et cette imprécision est surtout caractéristique pour les termes basiques. Il est cependant nécessaire de faire remarquer que cette imperfection est surtout due à l'impossibilité presque totale où l'on est de travailler sur des échantillons parfaitement frais, et c'est ce qui permettait de dire à Fouqué qu'un feldspath pur est une rareté minéralogique.

Insistons en outre sur le fait que les courbes que nous avons retrouvées, coïncident presque exactement avec celles de Fedoroff jusqu'au 70% d'An. A partir de ce point, nous accusons une différence pouvant atteindre 10% d'An. et même davantage, ce qui nous permet de croire que l'on n'a peut-être pas analysé une anorthite

à 100 %, et nous ne savons pas si le dernier point représentatif de la courbe n'est pas une extrapolation à 100 % d'An. à partir d'un feldspath légèrement moins basique.

CHAPITRE II

FACES D'ASSOCIATION ET FACES VICINALES

Le principe, jusqu'à aujourd hui, était d'admettre que les feldspaths se maclent suivant des faces d'indices simples. On trouve, effectivement, pour les macles principales des faces d'associations telles que des pinacoïdes g^1 ou p (001) ou des dômes (021), plus rarement, pour d'autres minéraux que les feldspaths, des prismes ou des pyramides. Le plan de la péricline échappe à cette loi simple et oscille dans la zone ph^1 pour des % d'An. déterminés. Cette exception, la seule connue jusqu'à aujourd'hui, microscopiquement parlant, semble se généraliser à l'examen des résultats fournis par les méthodes optiques.

Nous ne voulons pas dire par là que la position du plan de macle va obligatoirement osciller, comme c'est le cas de la péricline, mais nous croyons que la face d'association peut être différente suivant la section envisagée.

Nous aurons deux possibilités :

1° Le plan de macle peut se rencontrer alternativement sur deux faces d'indices simples;

2° Le plan de macle peut être représenté par une face vicinale. (Fig. 1, 2, 3, 4.)

L'examen des figures 1, 2, 3, 4, qui sont une schématisation d'un fait que l'on observe journellement sur des sections normales au plan de macle ou voisines de cette normale, révèle, non pas des plans de macle en ligne droite, mais bien des phénomènes d'association suivant une succession de faces d'indices indéterminés.

La figure 1 représente les deux individus 1 et 1' d'un seul et même feldspath maclé dont la face d'association varie graduellement de g^1 (ab) à h^1 (cd). Ce qui est vrai pour la zone h^1 g^1 pourra donc être vrai pour n'importe quelle autre zone. Il ressort de la figure qu'une section suivant AB par exemple, donnerait non plus, comme plan de macle, h^1 ou g^1 mais une face dans la zone h^1 g^1, et par extension, une face vicinale quelconque.

La figure 2 montre la trace d'association fréquente pour la macle de Carlsbad (K). Si nous faisons une section

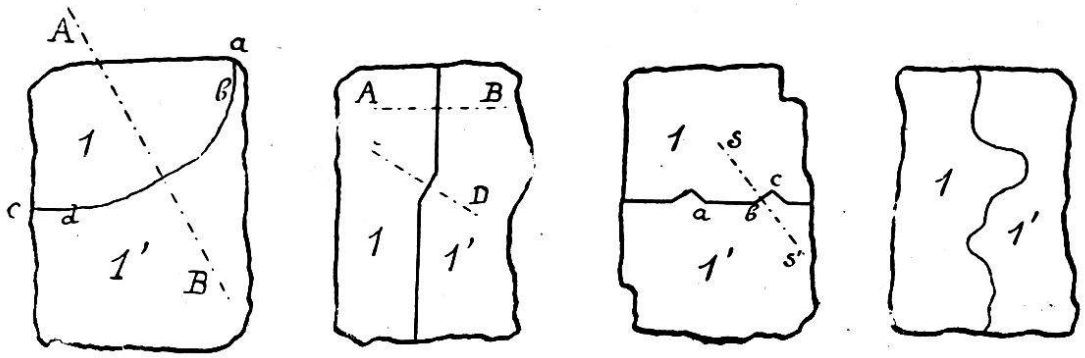


Fig. 1. Fig. 2. Fig 3. Fig. 4.

suivant AB nous aurons, pour les coordonnées du plan, la face g^1, par contre si la section passe par CD, nous trouverons comme plan de macle la face t (110). La figure 3, que nous avons observée sur une hornblende (étudiée par la méthode de Fedoroff), donne la trace de la macle h^1 suivant le profil ab. Une section SS' par contre donnerait le plan de macle suivant bc, c'est-à-dire suivant la face m (110). Il était intéressant de constater que notre extension théorique s'applique à d'autres minéraux que les feldspaths.

La figure 4 représente l'allure fréquente de la trace du plan de macle, suivant Carlsbad, pour une section voisine de g^1. Le seul fait de l'interpénétration des deux individus 1 et 1' dans la loi d'association suivant K, qui vise aussi bien les orthoclases que les plagioclases, nous montre

que la loi de macle est loin d'être aussi simple que les premières déductions sur les filets réticulaires nous le faisaient supposer. L'on arrive ainsi à la conclusion logique que les associations suivant les plans habituels ne sont pas obligatoires, mais représentent un maximum de probabilité.

Ce qui précède va nous permettre maintenant d'envisager le problème d'une façon complètement nouvelle et c'est pourquoi nous avons établi le tableau des faces vicinales dans les principales zones, soit :

zone ph^1 (001) (100) ;
zone pg^1 (001) (010) ;
zone $h^1 g^1$ (100) (010) ;
zone pt (001) (110).

* * *

Zone ph^1.

Pour établir les constantes des faces vicinales de la zone ph^1, nous sommes partis des courbes Ng, Nm, Np, fixées par Fedoroff et projetées sur la section droite des prismes de M. Lévy. La figure 5 représente schématiquement ces trois courbes.

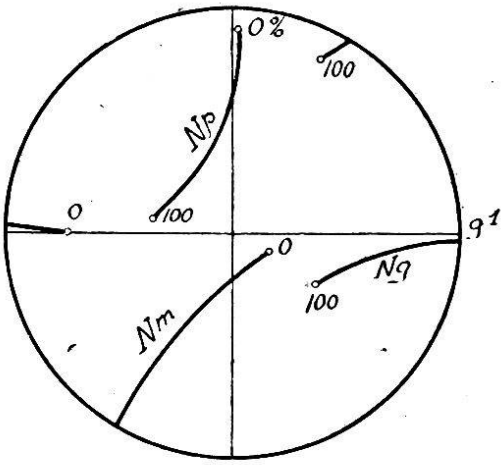


Fig. 5.

La position de la projection de p (001) est pratiquement invariable de l'albite à l'anorthite. L'approximation est en effet moins grande pour les courbes Ng, Nm, Np, que pour p (001). Reportons h^1 (100) dans la position exacte qu'il occupe sur la section prismatique, d'après les valeurs angulaires données par Lacroix, position qui varie avec

le % d'An. En déterminant h^1 (100) de 10 en 10% d'An., nous aurons ainsi 11 positions entre 0% et 100% d'An., déterminant 11 zones passant toutes par p (001). Choisissons sur ces zones des points quelconques s'étageant de h^1 à p (001) et même au delà, et faisant avec p (001) des angles déterminables. Calculons pour tous les points d'une zone, à % d'An. déterminé les coordonnées Ng, Nm, Np. Les résultats obtenus sont reportés sur la projection stéréographique dont Ng, Nm, Np, forment les trois éléments fixes. Si le travail a porté de 0% à 100% d'An., nous obtiendrons 11 courbes (planche 1) dont les points de départ représentent la normale (100) et dont tous les points passant par p (001) établissent la normale ⊥ (001). Nous n'avons pas fait l'étude de ces faces vicinales sur 180 degrés, et ceci dans le seul but de ne pas charger trop le dessin, mais nous avons cependant tracé les courbes sur 180° pour 0% et 100% d'An.

Nous constatons que les courbes sur 180°, au même titre que les courbes intermédiaires, sont voisines d'un grand cercle. L'analyse de la méthode de construction montre cependant que les poles des faces vicinales, pour une zone donnée, doivent naturellement se trouver sur un grand cercle. Ce fait, absolument exact au point de vue théorique, subit une légère modification, car les trois points Ng, Nm, Np, que l'on prend dans une position quelconque du dessin pour ensuite les rapporter aux axes du canevas, ne sont pas très exactement à 90° les uns des autres (il peut y avoir une erreur de l'ordre de 2°). Le relevé des coordonnées se faisant en outre au compas à trois pointes, il est bien difficile de serrer le problème davantage qu'à un degré près.

Ce sont ces deux erreurs fondamentales qui nous ont décidé à prendre plusieurs points de la zone et à travailler séparément sur chacun d'eux, plutôt que de suivre l'interprétation, au premier abord si naturelle, du grand cercle.

Les points d'inflexion de nos courbes de déplacement des pôles des faces vicinales peuvent être ainsi facilement interprétés.

Le tableau suivant donne les constantes qui nous ont servi à établir nos courbes :

Zone ph¹.

	% An.	N° des points.	Ng	Nm	Np
h¹ (100)	0	1	90°	88°	2°
	»	2	89°	78°	12°
	»	3	85°	68°	22°
	»	4	83°	58°	32°
	»	5	81°	48°	42°
	»	6	79°	40°	52°
p (001)	»	7	77°	28°	66°
	»	8	77°	16°	82°
	»	9	77°	27°	68°
	»	10	79°	44°	48°
	»	11	84°	63°30'	28°
	»	12	88°	83°	8°
h¹ (100)	10	1	88°	80°	10°
	»	2	88°	70°	20°
	»	3	90°	60°	30°
	»	4	89°	50°	40°
	»	5	89°	40°	50°
	»	6	86°	30°	60°
p (001)	»	7	86°	16°	74°
	»	8	85°	5°	90°
h¹ (100)	20	1	86°	73°	18°
	»	2	85°	63°	28°
	»	3	84°	53°	38°
	»	4	85°	43°	48°

	% An.	N° des points	Ng	Nm	Np
h^1 (100)	20	5	84°	33°	58°
	»	6	84°	23°	68°
p (001)	»	7	85°	10°	82°
	»	8	84°	9°	82°
h^1 (100)	30	1	83°	63°	28°
	»	2	81°	54°	38°
	»	3	78°	45°	48°
	»	4	76°	36°	58°
	»	5	74°	27°	68°
	»	6	73°	20°	78°
p (001)	»	7	73°	17°	88°
	»	8	72°	25°	72°
h^1 (100)	40	1	80°	55°	37°
	»	2	77°	47°	47°
	»	3	73°	40°	55°
	»	4	69°	32°	67°
	»	5	67°	27°	76°
	»	6	66°	24°	86°
p (001)	»	7	64°	27°	81°
	»	8	65°	37°	65°
h^1 (100)	50	1	77°	46°	48°
	»	2	70°	40°	57°
	»	3	66°	35°	67°
	»	4	62°	32°	77°
	»	5	58°	32°	87°
	»	6	57°	33°	84°
p (001)	»	7	56°	41°	71°
	»	8	57°	52°	55°
h^1 (100)	60	1	70°	36°	62°

	% An.	N° des points	Ng	Nm	Np
h^1 (100)	60	2	65°	33°	70°
	»	3	58°	33°	80°
	»	4	53°	36°	90°
	»	5	50°	41°	82°
	»	6	48°	48°	72°
p (001)	»	7	47°	56°	61°
	»	8	51°	70°	46°
h^1 (100)	70	1	66°	31°	70°
	»	2	60°	33°	78°
	»	3	54°	36°	88°
	»	4	50°	41°	84°
	»	5	46°	47°	75°
	»	6	45°	55°	66°
p (001)	»	7	44°	66°	55°
	»	8	49°	80°	43°
h^1 (100)	80	1	64°	30°	77°
	»	2	57°	33°	85°
	»	3	51°	39°	87°
	»	4	47°	45°	79°
	»	5	43°	53°	70°
	»	6	43°	59°	63°
p (001)	»	7	43°	72°	52°
	»	8	48°	86°	41°
h^1 (100)	90	1	62°	30°	80°
	»	2	56°	34°	89°
	»	3	50°	40°	84°
	»	4	46°	48°	75°
	»	5	43°	56°	68°
	»	6	42°	63°	61°
p (001)	»	7	43°	75°	50°

	% An.	N° des points	Ng	Nm	Np
p (001)	90	8	49°	89°	41°
h^1 (100)	100	1	61°	28°	83°
	»	2	55°	35°	90°
	»	3	49°	41°	82°
	»	4	44°	50°	75°
	»	5	43°	57°	66°
	»	6	41°	65°	60°
p (001)	»	7	43°	77°	49°
	»	8	50°	90°	40°
	»	9	68°	62°	36°
	»	10	83°	46°	46°
	»	11	83°	34°	58°
	»	12	67°	29°	73°

Dans le tableau qui précède, nous avons 12 points pour l'établissement des courbes de 0% et 100% d'An. et 8 points pour les courbes intermédiaires.

Ces 12 points forment avec la normale à p (001) les angles suivants :

1 = −64° 2 = −54° 3 = −44° 4 = −34° 5 = −24°
6 = −14° 7 = p (001) 8 = +16° 9 = +46° 10 = +66°
11 = +86° 12 = +106°

* * *

Zone p g^1 (001) (010).

Ce qui a été dit pour l'étude de la zone ph^1, va se retrouver ici, avec une simplification cependant. En effet, nous avons déjà dit que M. Lévy prenait le diamètre vertical g^1 comme constante de projection. Il n'y aura donc qu'un pôle g^1 (010) pour tous les feldspaths envisagés.

Nous avons tracé la zone pg^1 et avons pris 11 points pour les grandes courbes et 8 points pour les courbes intermédiaires. Les angles que font ces points avec la normale à p (001) sont les suivants :

1 = g^1 = 86° 2 = 75° 3 = 64° 4 = 52° 5 = 40° 6 = 27°
7 = p (001) 8 = 14° 9 = 34° 10 = 54° 11 = 74°

La construction des courbes a consisté à prendre pour les 8 ou 11 points et pour un % d'An. déterminé, les coordonnées suivant Ng, Nm, Np. Les 11 points de départ rétablissent la courbe ⊥ (100) déjà étudiée par Fedoroff.

Remarque. — Nous sommes restés en concordance parfaite avec Fedoroff jusqu'à 60 %, ce qui confirme l'exactitude de nos recherches, mais pour 70 % déjà, nous avons un écart de 1°, pour 80 %, 2 degrés, ainsi que pour 90 %, et enfin pour 100 % l'erreur atteint 3°30'.

Nous donnons dans le tableau suivant les constantes des nouvelles courbes :

Zone pg^1.

	% An.	N° des points	Ng	Nm	Np
g^1 (010)	0	1	18°	72°	89°
	»	2	28°	62°	86°
	»	3	39°	52°	81°
	»	4	50°	42°	77°
	»	5	63°	32°	73°
	»	6	75°	25°	70°
p (001)	»	7	77°	28°	66°
	»	8	64°	37°	67°
	»	9	44°	53°	68°
	»	10	25°	72°	72°
	»	11	10°	90°	80°

	% An.	N° des points	Ng	Nm	Np
g^1 (010)	10	1	8°	81°	88°
	»	2	20°	71°	88°
	»	3	30°	60°	85°
	»	4	41°	50°	83°
	»	5	53°30'	37°	80°
	»	6	67°30'	26°	77°
p (001)	»	7	86°	16°	74°
	»	8	72°30'	25°	73°
g^1 (010)	20	1	3°	88°	88°
	»	2	8°	82°	90°
	»	3	19°	70°	88°
	»	4	31°	59°	87°
	»	5	43°	48°	86°
	»	6	56°	35°	84°
p (001)	»	7	85°	10°	82°
	»	8	83°	11°	81°
g^1 (010)	30	1	13°	77°	89°
	»	2	3°	88°	90°
	»	3	8°30'	81°30'	89°
	»	4	20°	70°	90°
	»	5	32°	58°	90°
	»	6	45°	45°	89°
p (001)	»	7	73°	17°	88°
	»	8	86°	3°	89°
g^1 (010)	40	1	22°	68°	84°
	»	2	10°30'	79°30'	86°
	»	3	0°	90°	90°
	»	4	11°30'	78°	88°
	»	5	24°	66°30'	86°30'
	»	6	37°	54°	83°

	% An.	N° des points	Ng	Nm	Np
p (001)	»	7	64°	27°	81°
	»	8	78°	15°	79°
g^1 (010)	50	1	31°	62°	79°
	»	2	19°30'	72°	82°
	»	3	9°	82°	87°
	»	4	3°	87°	88°
	»	5	15°	76°	84°
	»	6	28°	63°	80°30'
p (001)	»	7	56°	41°	71°
	»	8	69°	31°	68°
g^1 (010)	60	1	38°	59°	70°
	»	2	28°	67°	76°
	»	3	17°	75°	83°
	»	4	6°	84°	90°
	»	5	8°	85°	83°
	»	6	21°	76°	75°
p (001)	»	7	47°	56°	61°
	»	8	61°30'	48°	55°
g^1 (010)	70	1	42°	59°30'	64°30'
	»	2	32°	65°	71°
	»	3	20°	73°	80°
	»	4	10°	80°	88°
	»	5	7°30'	88°	83°
	»	6	18°	83°	73°
p (001)	»	7	44°	66°	55°
	»	8	58°30'	58°	48°
g^1 (010)	80	1	43°	61°	60°
	»	2	33°	66°	67°
	»	3	23°	71°	77°

	% An.	N° des points	Ng	Nm	Np
g^1 (010)	80	4	13°	77°	86°
	»	5	9°	84°	84°
	»	6	17°	89°	74°
p (001)	»	7	43°	72°	52°
	»	8	57°	65°	44°
g^1 (010)	90	1	45°	62°30'	57°30'
	»	2	34°	66°	66°
	»	3	24°	72°	75°
	»	4	14°	77°	85°
	»	5	9°	83°	85°
	»	6	18°	90°	72°
p (001)	»	7	43°	75°	50°
	»	8	56°30'	69°	41°
g^1 (010)	100	1	45°	62°30'	55°
	»	2	34°	67°30'	65°
	»	3	23°30'	72°	75°
	»	4	15°	77°	85°
	»	5	12°	81°	85°
	»	6	17°	90°	74°
p (001)	»	7	43°	77°	49°
	»	8	56°30'	71°	40°
	»	9	75°30'	64°	29°30'
	»	10	84°	59°	30°
	»	11	65°	60°	40°

* * *

Zone h^1 g^1 (100) (010).

Les points qui nous ont permis d'étudier cette zone s'étagent sur le cercle de base, et les coordonnées de 3 d'entre eux nous sont déjà connues (h, t et g^1). Nous

aurions pu, comme points intermédiaires, prendre des positions quelconques, mais nous avons jugé plus intéressant de calculer la position des pôles de prismes d'indices simples et nous avons ainsi déterminé (210) et (120). Il s'en suit que la variation de ces faces devenait connue de 0 % à 100 % d'An. L'angle (100) (210) nous est inconnu, ainsi que l'angle (100) (120), mais connaissant la variation de la position de h^1, de ⊥, et g^1 restant fixe, nous avons pu déduire la variation de nos deux nouveaux prismes, ce qui nous a permis de réaliser l'étude des 11 faces vicinales de la zone h^1 g^1 (100) (010).

Les 11 points de départ s'étagent sur la courbe déjà connue (100) et aboutissent sur la ⊥ (010). En chemin, nous avons dressé la ⊥ (210) et la ⊥ (120). La face t (110) nous donne des résultats sensiblement différents de ceux de Fedoroff, et l'erreur, faible au début, devient importante à partir de 60 % et atteint 4 degrés pour 70 % et 3 degrés pour 100 %.

Remarque. — La courbe ⊥ (210) ne présente rien de spécial, mais par contre, la courbe ⊥ (120) est tout à fait curieuse et possède une allure à laquelle nous ne sommes pas habitués, et ceci provient du fait que cette courbe ⊥ (120) tombe dans le voisinage de la convergence des 11 courbes de zone.

Le tableau donne les constantes du faisceau vicinal h^1 g^1.

Zone h^1 g^1.

	% An.	N° des points	Ng	Nm	Np
h^1 (100)	0	1	90°	88°	2°
(210)	»	2	74°	82°30'	18°
t (110)	»	3	62°	79°	30°
	»	4	50°	76°	42°30'

	% An.	N° des points	Ng	Nm	Np
(120)	0	5	42°	75°	52°30'
	»	6	32°	72°	64°
g^1 (010)	»	7	18°	72°	89°
	»	8	24°	73°	74°
	»	9	40°	77°	54°
	»	10	57°	82°	34°
	»	11	76°	88°	14°
h^1 (100)	10	1	88°	80°	10°
(210)	»	2	73°	79°	20°
t (110)	»	3	59°	78°	33°
	»	4	48°	77°	44°
(120)	»	5	38°	77°	53°30'
	»	6	30°	78°	63°
g^1 (010)	»	7	8°	81°	88°
h^1 (100)	20	1	86°	73°	18°
210	»	2	71°	74°	26°
t (110)	»	3	57°	76°	36°
	»	4	45°	77°	46°30'
(120)	»	5	36°	82°	55°
	»	6	24°	84°	66°
g^1 (010)	»	7	3°	88°	88°
h^1 (100)	30	1	83°	63°	28°
(210)	»	2	67°	68°	33°
t (110)	»	3	54°	74°	40°
	»	4	43°	80°	49°
(120)	»	5	34°	84°30'	56°30'
	»	6	24°	89°	66°
g^1 (010)	»	7	13°	77°	89°
h^1 (100)	40	1	80°	55°	37°

	% An.	N° des points	Ng	Nm	Np
(210)	40	2	64°30'	64°	38°
t (110)	»	3	53°	72°	42°
	»	4	42°	80°	50°
(120)	»	5	34°	87°	56°
	»	6	27°	86°	64°
g^1 (010)	»	7	22°	68°	84°
h^1 (100)	50	1	77°	46°	48°
(210)	»	2	61°	59°	46°
t (110)	»	3	51°	69°	47°
	»	4	41°30'	80°	52°
(120)	»	5	34°	87°30'	56°
	»	6	29°30'	82°	62°30'
g^1 (010)	»	7	31°	62°	79°
h^1 (100)	60	1	70°	36°	62°
(210)	»	2	55°30'	52°	57°
t (110)	»	3	47°	63°	54°
	»	4	38°30'	76°	55°
(120)	»	5	35°	85°	56°
	»	6	33°	84°	58°
g^1 (010)	»	7	38°	59°	70°
h^1 (100)	70	1	66°	31°	70°
(210)	»	2	53°	49°	63°
t (110)	»	3	44°	62°	59°
	»	4	37°30'	74°	56°30'
(120)	»	5	34°	84°	56°30'
	»	6	33°	85°	57°
g^1 (010)	»	7	42°	59°30'	64°30'
h^1 (100)	80	1	64°	30°	77°
(210)	»	2	51°30'	47°	68°

	% An.	N° des points	Ng	Nm	Np
t (110)	30	3	42°	60°	63°
	»	4	36°	73°	59°
(210)	»	5	33°	83°	57°
	»	6	33°30'	86°	56°30'
g^1 (010)	»	7	43°	61°	60°
h^1 (110)	90	1	62°	30°	80°
(210)	»	2	50°	46°	72°
t (110)	»	3	41°30'	58°30'	66°
	»	4	35°	72°	61°
(120)	»	5	33°	81°30'	57°
	»	6	34°	87°	56°
g^1 (010)	»	7	45°	62°30'	57°30'
h^1 (100)	100	1	61°	28°	83°
(210)	»	2	49°	46°	73°30'
t (110)	»	3	40°30'	58°	67°
	»	4	35°30'	70°30'	60°30'
(120)	»	5	34°	79°	58°
	»	6	34°	88°	55°
g^1 (010)	»	7	45°	62°30'	56°
	»	8	56°	49°	58°
	»	9	72°	30°	66°
	»	10	88°	13°	77°
	»	11	76°	14°	85°

* * *

Zone pt (001) (110).

Pour établir les courbes de la zone pt, nous avons, comme pour h^1, étudié le déplacement du pôle de t sur la section des prismes, et, par les points obtenus, avons fait

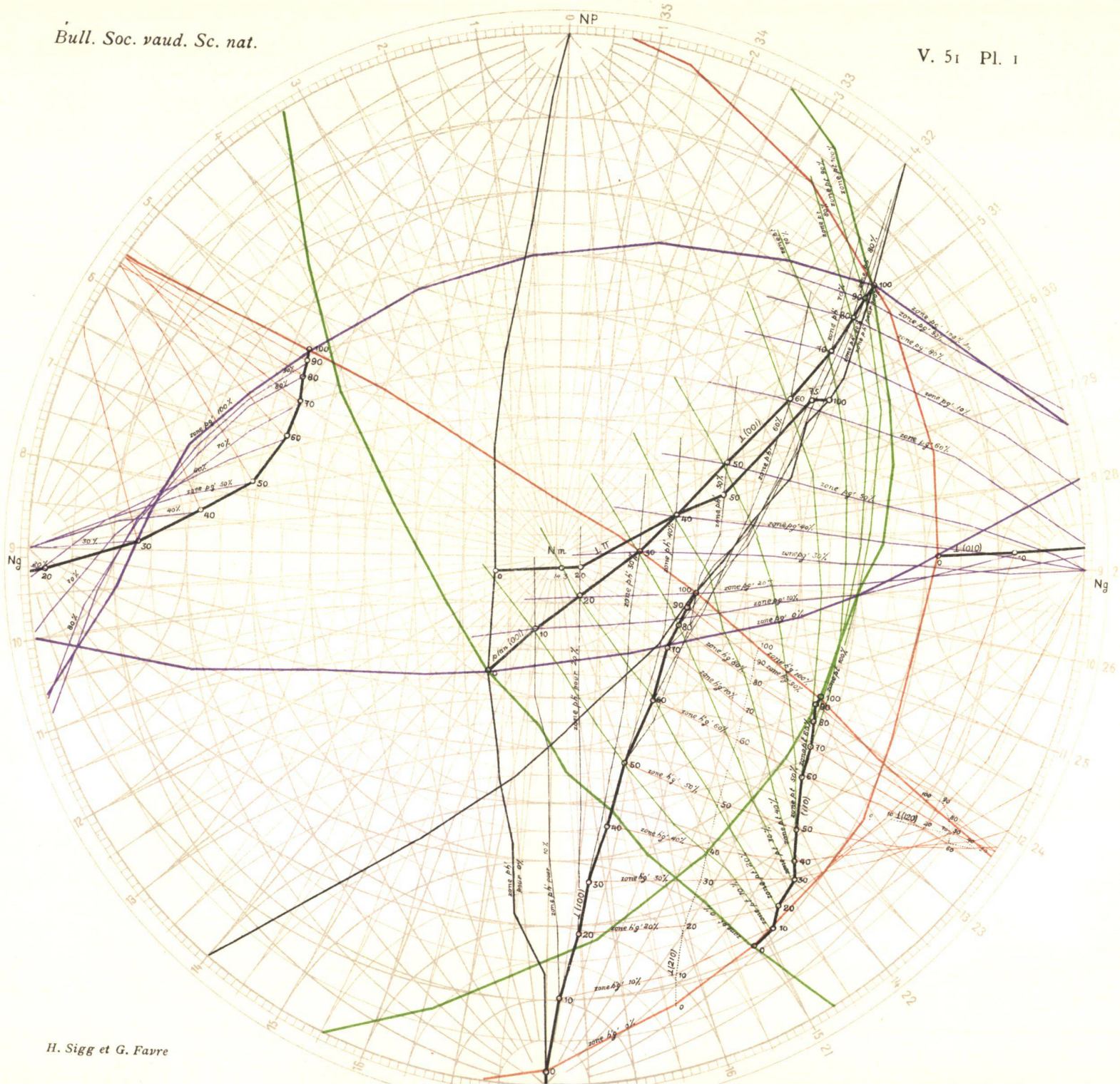
passer 11 grands cercles par p. Sur ces cercles, 12 points nous ont permis de tracer les courbes sur 180° et 8 points, les courbes intermédiaires. Le travail est ici le même que pour les autres zones et nos 11 points de départ nous ont fixé à nouveau la courbe (110).

Le tableau qui suit donne les constantes de la zone p t.

Zone p t.

	% An.	N° des points	Ng	Nm	Np
t (110)	0	1	62°	79°	30°
	»	2	67°	70°	31°
	»	3	74°	61°	34°
	»	4	80°	51°	41°
	»	5	87°	43°	47°
	»	6	87°	35°	55°
p (001)	»	7	77°	28°	66°
	»	8	66°	26°	82°
	»	9	55°	38°	78°30'
	»	10	49°	55°	61°
	»	11	51°	73°	44°
	»	12	57°30'	90°	33°
t (110)	10	1	59°	78°	33°
	»	2	62°	68°	37°
	»	3	68°	58°	40°
	»	4	74°	48°	47°
	»	5	80°	38°	54°
	»	6	86°	27°	63°
p (001)	»	7	86°	16°	74°
	»	8	74°	15°	88°
t (110)	20	1	57°	76°	36°
	»	2	59°	66°	41°

	% An.	N° des points	Ng	Nm	Np
	»	3	62°	56°	47°
	»	4	66°	46°	54°
	»	5	70°	35°	62°
	»	6	76°	26°	69°
p (001)	»	7	85°	10°	82°
	»	8	86°	8°	83°
t (110)	30	1	54°	74°	40°
	»	2	55°	64°	47°
	»	3	56°	54°	54°
	»	4	58°	45°	62°
	»	5	61°	35°	71°
	»	6	65°	26°	80°
p (001)	»	7	73°	17°	88°
	»	8	83°	20°	72°
t (110)	40	1	53°	72°	42°
	»	2	52°	63°	51°
	»	3	51°	54°	60°
	»	4	52°	46°	69°
	»	5	55°	38°	77°
	»	6	57°	32°	87°
p (001)	»	7	64°	27°	81°
	»	8	75°	31°	63°
t (110)	50	1	51°	69°	47°
	»	2	47°	62°	56°
	»	3	45°	55°	66°
	»	4	44°	49°	76°
	»	5	46°	45°	86°
	»	6	49°	41°	84°
p (001)	»	7	56°	41°	71°
	»	8	68°	45°	53°



H. Sigg et G. Favre

	% An.	N° des points	Ng	Nm	Np
t (110)	60	1	47°	63°	54°
	»	2	42°	59°	65°
	»	3	38°	56°	74°
	»	4	37°	54°	84°
	»	5	37°30'	54°	85°
	»	6	40°	54°	74°
p (001)	»	7	47°	56°	61°
	»	8	60°	64°	41°
t (110)	70	1	44°	62°	59°
	»	2	38°	60°	69°
	»	3	34°	58°	79°
	»	4	32°30'	58°	90°
	»	5	33°	58°	79°
	»	6	37°	61°	69°
p (001)	»	7	44°	66°	55°
	»	8	59°	74°	35°30'
t (110)	80	1	42°	60°	63°
	»	2	36°	59°	74°
	»	3	32°	59°	84°
	»	4	30°	61°	86°
	»	5	32°	64°	76°
	»	6	35°	67°	66°
p (001)	»	7	43°	72°	52°
	»	8	58°30'	81°	34°
t (110)	90	1	41°30'	58°30'	66°
	»	2	35°	59°	75°
	»	3	30°30'	60°	87°
	»	4	28°	62°	84°
	»	5	30°	64°	76°
	»	6	33°30'	69°	65°

	% An.	N° des points	Ng	Nm	Np
p (001)	90	7	43°	75°	50°
	»	8	58°30'	85°	32°
t (110)	100	1	40°	58°	67°
	»	2	34°	58°	76°
	»	3	30°	60°	86°
	»	4	27°	63°	84°
	»	5	28°	67°	74°
	»	6	33°	70°	64°
p (001)	»	7	43°	77°	49°
	»	8	58°	87°	32°
	»	9	76°	83°	16°
	»	10	83°	72°30'	20°
	»	11	65°	64°	37°
	»	12	48°	60°	56°

* * *

INTERPRÉTATION DES COURBES VICINALES

Sur la planche N° 1, nous avons reporté nos résultats. Nous voyons ressortir quatre fuseaux constitués par 11 courbes et représentant chacun la variation d'une des quatre zones choisies. Ces quatre fuseaux vont se recouvrir partiellement et nous aurons ainsi certaines parties de la projection complétement nues, d'autres habillées par un réseau, d'autres encore recouvertes par deux réseaux, ou même trois, et enfin quatre.

L'interprétation des résultats se déduit alors de l'examen de la figure :

Dès que nous avons obtenu les coordonnées du pôle de notre plan d'association par rapport à Ng, Nm, Np, nous reportons la position du plan sur la nouvelle projection, ce qui nous détermine quatre points tombant respectivement dans chacun des quatre quadrants. Con-

naissant déjà exactement le % d'An. du feldspath, donné par les coordonnées de l'axe de macle, il nous restera à déterminer, non plus le % du plan de macle, mais la position exacte de ce plan. Nous choisirons, à % égal, la courbe du plan la plus rapprochée du point obtenu. Cette courbe appartiendra à une zone, et la position du plan trouvé, par rapport à un élément cristallographique fixé par son pôle, pourra aisément se déterminer au moyen du compas à trois pointes.

Dans certains cas, il y aura indétermination, et cela lorsque le point tombera dans le voisinage de l'intersection de deux courbes à % d'An. égal, mais appartenant à deux faisceaux différents. Si le point ne donne aucun résultat, cela indiquerait qu'il appartient à une face quelconque située en dehors des zones étudiées.

CHAPITRE III

DE LA PÉRICLINE (π).

Cette macle, excessivement fréquente, et qui caractérise plus spécialement les feldspaths des roches basiques, comporte deux courbes : l'une donnant le déplacement des pôles de l'arête ph^1 (001) (100), qui est son axe d'hémitropie parallèle, l'autre donnant la variation du plan (π). Cette dernière courbe n'a pas été dessinée par Fedoroff, et cependant, son importance est telle que nous l'avons immédiatement étudiée.

De par le déplacement du plan dans la zone ph^1 (001) (100), nous n'avions, comme données fixes, que les angles que fait la normale au plan π avec le pôle de p (001). Ces valeurs angulaires sont fournies par la littérature pour 7 types de feldspaths. Nous ne pouvions étudier les coordonnées de π que sur les canevas de Michel Lévy, qui sont les seuls donnant la position de Ng, Nm, Np, par rapport à p (001). Ceci nous a donné une première courbe,

malheureusement difficilement homologuable, car le déplacement de Ng, Nm, Np, pour Fedoroff n'est pas strictement le même que pour M. Lévy.

Il ne nous restait qu'une solution : prendre sur la projection droite des prismes, et dans la zone ph^1 (001) (100) la position calculée de π par rapport à p (001), puis, pour chacune de ces positions de π, prendre les coordonnées de Ng, Nm, Np correspondantes au % d'An. afférents à π.

C'est ainsi que nous avons obtenu une courbe d'une allure un peu spéciale, qui doit être sensiblement exacte jusqu'à 50% d'An., mais qui présente une possibilité d'erreur entre 50 et 75% d'An. Nous aurions pu serrer le problème en calculant des positions intermédiaires de 50% à 75% d'An., mais, dans l'ignorance où nous sommes de savoir si la variation de la position du plan est proportionnelle au % d'An., une cause d'erreur était remplacée par une autre cause d'erreur, et nous avons préféré, en attendant de posséder des éléments nouveaux, tirer une droite entre les deux points litigieux.

Le tableau suivant donne les constantes de la variation du plan de π, dans la zone ph^1 (001) (100) et pour les valeurs indiquées par Winchell.

Angle de π avec p (001)	Symbole du feldspath	% An.	Ng	Nm	Np
+21°	Ab	0	77°	14°	87°
+13°	Ab^6An	14.3	88°	1°	89°
+ 6°	Ab^4An^1	20	84°	6°	88°
0°	Ab^3An^2	40	Mêmes coordonnées que p (001)		
— 6°	Ab^1An^1	50	56°	37°	77°
—12°	Ab^1An^3	75	44°	59°30'	62°
—18°	An	100	42°	62°	62°

La courbe du plan de la péricline est dessinée sur la planche N° 2, et porte le symbole : $\perp \pi$.

CHAPITRE IV

AXES, ZONES, COMPLEXES

Les notations courantes employées dans l'écriture minéralogique sont résumées dans la fig. 6.

h^1 (100) = face normale à l'axe de coordonnée x ;
g^1 (010) = face normale à l'axe de coordonnée y ;
p (001) = face normale à l'axe de coordonnée z.

Arête pg^1 (001) (010) = [100] ;
Arête ph^1 (001) (100) = [010] ;
Arête h^1 g^1 (100) (010) = [001].

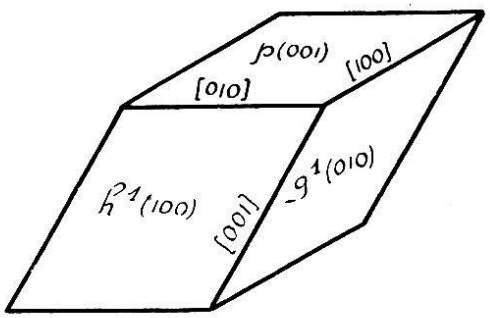


Fig. 6.

Dans la figure schématique 6, applicable à n'importe lequel des 7 systèmes cristallographiques, nous voyons que l'axe de zone [010] est l'axe d'hémitropie parallèle de la macle de la Péricline, [100] sera l'axe d'Ala (ou macle de l'Esterel), et l'axe de zone [001] appartiendra à la macle de Carlsbad.

Nous rappelons brièvement le moyen empirique pour rechercher le symbole d'un axe de zone :

Un axe de zone est une direction parallèle à toutes les faces contenues dans la zone. L'axe sera donc déterminé par l'intersection de deux de ses faces. Le symbole s'obtiendra en inscrivant en double le symbole de chacune des faces, puis, au moyen des déterminants, on calculera les indices, étant entendu que la première et la dernière colonne n'entrent pas en ligne de compte.

Ex. : Calculer le symbole de la zone entre les 2 faces h^1 (100) et g^1 (010)

$$\begin{array}{c|cc|c|c|c

Les feldspaths sont généralement maclés suivant deux lois principales :

1° L'axe de macle est normal au plan de macle, et nous aurons une *hémitropie normale* ;

2° L'axe de macle est contenu dans le plan de macle, et nous avons une *hémitropie parallèle.*

Dans les deux cas considérés, on admet théoriquement que le plan de macle est droit, mais les constatations que nous avons faites ci-dessus montrent clairement que tel n'est pas toujours le cas, et que nous pouvons nous acheminer graduellement à des formes complexes telles que la macle en croix de la staurotide, l'interpénétration des tétraèdres chez le diamant, etc., phénomènes dont la théorie est encore obscure. Nous n'envisagerons que les macles par hémitropie normale ou parallèle.

Les hémitropies normales sont :

Macle de l'Albite (Ab) sur la face g^1 (010) ;

Macle de Manébach sur la face p (001) ;

Macle de Baveno sur la face (021).

Les hémitropies parallèles sont :

Macle de Carlsbad (K) sur la face g^1 (010) ;

Macle d'Ala, sur p (001), avec possibilité sur g^1 (010) ;

Macle de la Péricline (π) sur un plan de la zone ph^1 (001) (100).

Plusieurs de ces macles peuvent coexister simultanément sur une même plage feldspathique.

Dans les hémitropies normales, l'axe de macle coïncide avec le pôle de la face d'association, et si nous appelons A le pôle de l'axe, et P le pôle de la face, nous aurons $P = A$.

L'interprétation des résultats sur le canevas de Fedoroff nous donnera par conséquent une même courbe pour le plan de macle et l'axe de macle.

Dans le cas des hémitropies parallèles, nous aurons $P \neq A$, puisque l'axe A est contenu dans le plan de macle P. Cet axe A coïncide avec l'axe de zone de la face d'associa-

tion. Les considérations qui précèdent s'adressent à deux individus maclés 1 et 1' (fig. 7).

Supposons maintenant trois individus maclés 1, 2, 3 (fig. 8). Prenons le cas le plus fréquent qui comporte une

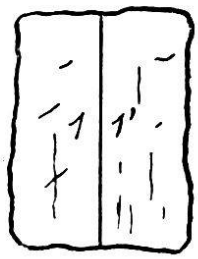


Fig. 7.

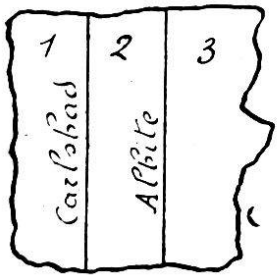


Fig. 8.

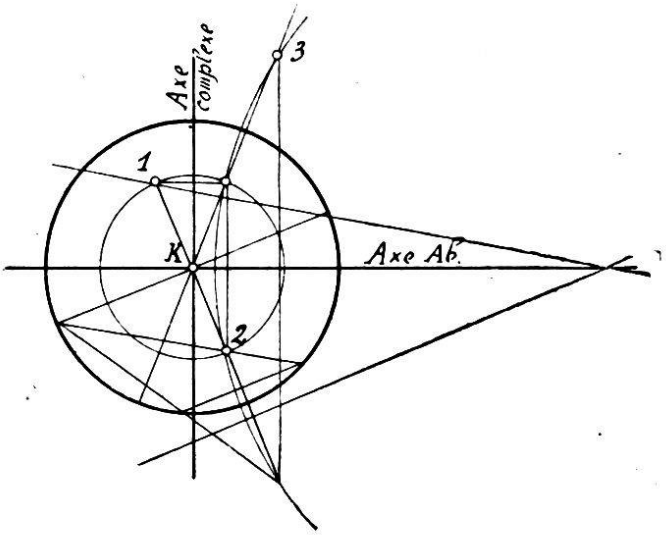


Fig. 9.

macle par hémitropie normale et une macle par hémitropie parallèle, sur une même face d'association. Choisissons un exemple simple, et admettons que le plan de macle soit g^1 (010). Nous aurions, suivant la définition ci-dessus, la macle de l'Albite (Ab) et la macle de Carlsbad (K). Cherchons à nous rendre compte comment l'individu 3 se trouve placé par rapport à l'individu 1 après le jeu des macles intermédiaires (fig. 9). Nous avons pris 1-2 suivant K. et 2-3 suivant Ab. Un simple coup d'œil jeté sur la projection stéréographique fait constater que le point 3, obtenu par une rotation de 1 autour de l'axe K, normal au plan de projection (ce qui détermine 2), puis autour de

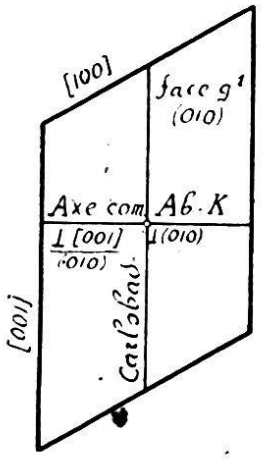


Fig. 10.

l'axe Ab, perpendiculaire à K et contenu dans le plan de projection, se trouve sur un petit cercle perpendiculaire à l'axe complexe C, normal aux deux précédents, et à 180° de 1.

En résumé, tout se passe comme si 1 avait joué par rapport à 3 suivant un axe normal aux deux premiers (Ab et K), et cet axe *théorique* s'appelle *axe complexe* (théorème des trois perpendiculaires). L'axe complexe étant contenu dans la plan de macle, sera obligatoirement un axe d'hémitropie parallèle (fig. 10).

Dans le cas particulier, C est normal à l'axe de zone [001] et nous pourrons l'appeler : *axe complexe Albite-Carlsbad.* Un résultat analogue pourrait se déduire de la fig. 11 où nous aurions 1 et 2 maclé suivant l'Albite et 2-3 suivant Carlsbad. L'axe complexe résultant serait alors identique au précédent. La notation de cet axe, normal à l'axe de zone [001], et situé dans la face g^1 (010), sera $\frac{\perp [001]}{(010)}$ L'étude de la variation de cet axe a déjà été faite par Fedoroff. Continuons l'examen de la face g^1 (fig. 12). Nous constatons la possibilité d'un axe complexe normal à [100], et normal à ⊥ (010). La notation en sera $\frac{\perp [100]}{(010)}$. Nous pouvons l'appeler : *complexe Albite-Ala,* et sa variation se trouve également sur le canevas de Fedoroff.

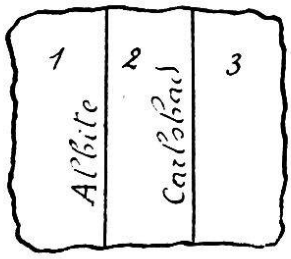


Fig. 11.

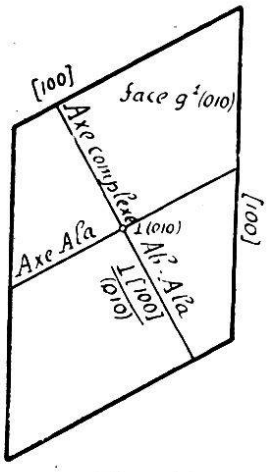


Fig. 12.

Passons maintenant à la face p (001). Nous y trouvons de même deux axes complexes (fig. 13 et 14).

La fig. 13 montre le *complexe Manébach-Péricline,* normal à l'axe de zone [010], ainsi qu'à la normale à la face p, ⊥ (001). Nous aurons comme notation $\frac{\perp [010]}{(001)}$.

La fig. 14 donne le *complexe Ala-Manébach*, normal à la

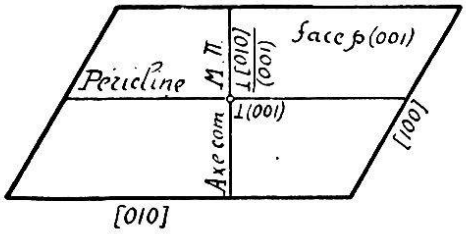


Fig. 13.

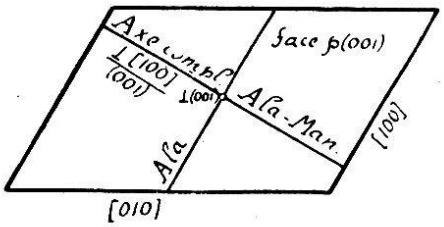


Fig. 14.

zone [100] et à la normale à p, ⊥ (001). Sa notation sera $\frac{\perp [100]}{(001)}$. Ces deux complexes sont également dessinés par Fedoroff.

* * *

*Face h*¹ (100). — Jusqu'à présent, la face h¹ (100) n'a joué aucun rôle dans la détermination des feldspaths. On n'y a trouvé aucune macle, mais ceci ne veut pas dire que ces macles sont inexistantes, et il n'est pas impossible que les recherches optiques nous donnent h¹ (100) comme face d'association. Il faut ajouter que souvent les résultats fournis par l'analyse optique d'un feldspath donnaient un point situé en dehors de toute courbe existante. Le résultat était rejeté de ce seul fait. Nos recherches actuelles vont peut-être permettre l'interprétation de ces points extérieurs, jugés inacceptables jusqu'à aujourd'hui.

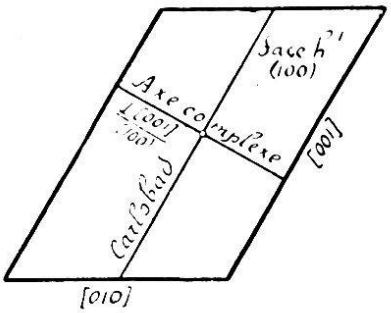


Fig. 15.

Une hémitropie normale suivant h¹ (100) A=P tombe sur la courbe ⊥ (100). Une hémitropie parallèle se confondrait avec l'axe de zone [001] ou [010].

Les deux complexes auront comme notation :

1° $\frac{\perp [001]}{(100)}$. La fig. 15 représente ce *complexe h*¹ — *Carlsbad* ;

2° $\frac{\perp [010].}{(100)}$ La fig. 16 donne ce complexe h^1 — *Péricline.*

Le moyen pour établir ces complexes est fort simple. Connaissant la variation de l'axe de K [001] et celle de la ⊥ (100), il n'y a qu'à prendre le point situé à 90° de ces deux courbes pour chaque % d'An. La courbe résultante est voisine de celle de l'arête de zone ph^1 [010], pour le complexe $\frac{\perp [001].}{(100)}$

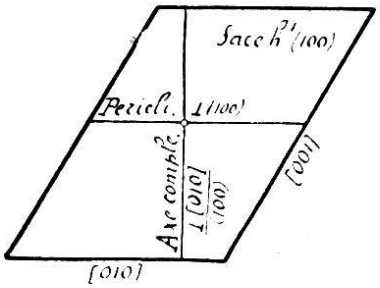


Fig. 6.

Quant au second complexe, nous l'avons déduit comme étant à 90° de la ⊥ (100) et à 90° de l'axe de zone [010]. La courbe du complexe h^1—Péricline est très voisine de celle de l'axe de Carlsbad [001].

* * *

Dôme (021). — Le dôme (021) qui représente la face d'association dans la macle de Baveno, est, à notre avis, fort importante, car nous y avons la possibilité d'une variation de l'axe de Ala. La normale au plan est connue, et correspond à l'axe d'hémitropie normale de la macle de Baveno. Nous avons établi les complexes dans cette face (021) fig. 17. L'un des deux complexes est normal à l'axe de zone [100] et normal à ⊥ (021). Les deux courbes [100] et ⊥ (021) sont connues ; le *complexe Ala-Baveno* se déduit directement en le prenant à 90° de [100] et à 90° de la ⊥ (021).

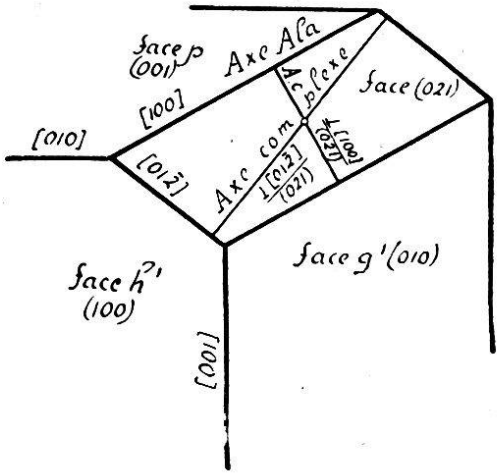
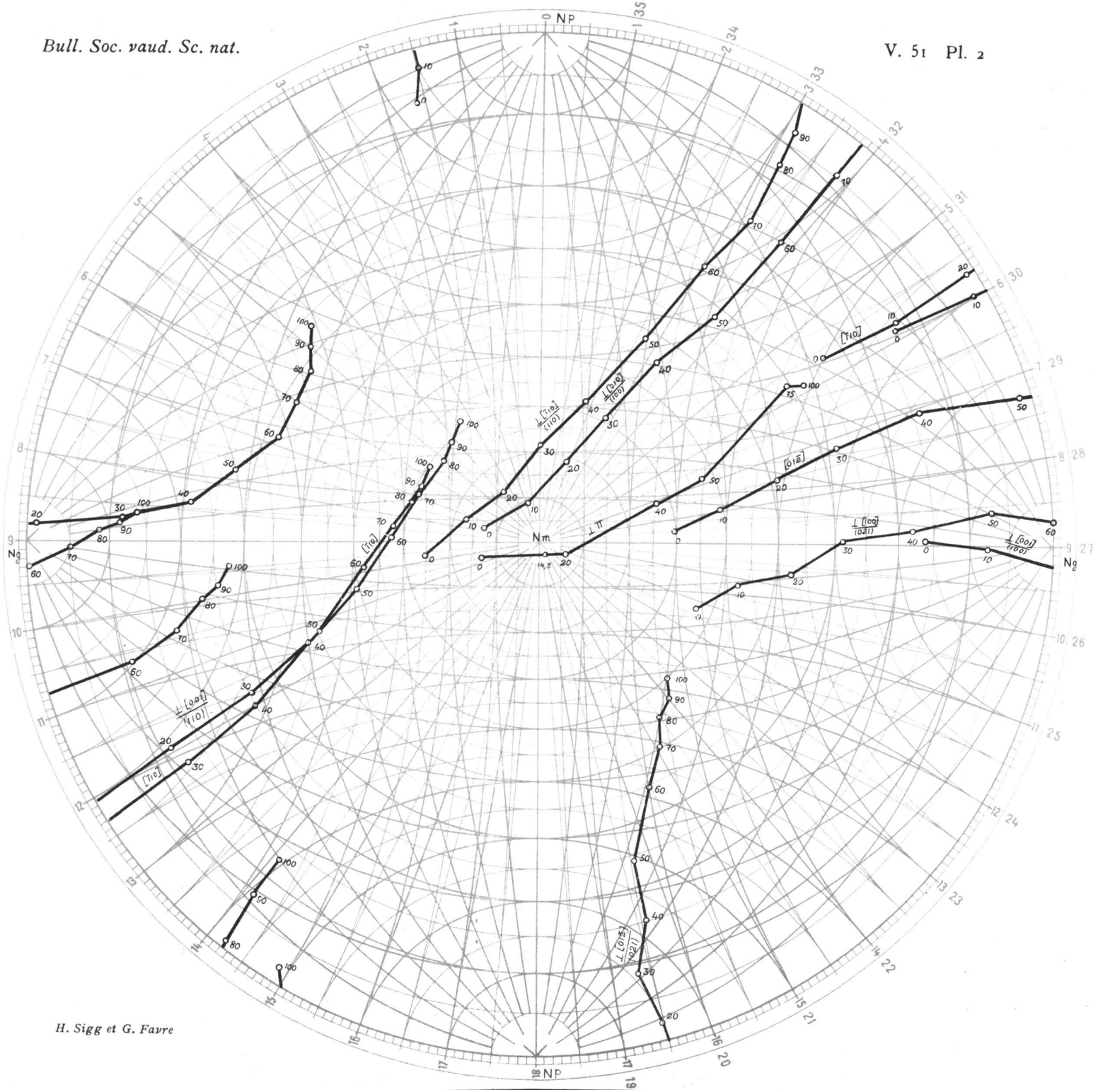


Fig. 17.



H. Sigg et G. Favre

La notation sera : $\frac{\perp [100]}{(021)}$. Il en va tout autrement pour le second complexe dans le dôme envisagé. En effet, son axe est normal à un axe de zone qui est donné par l'intersection des deux faces (021) et (100). Or, cet axe de zone n'a pas été étudié par Fedoroff, et il nous a fallu le déterminer. Cet axe se trouve à 90° de la face (021) et à 90° de h^1 (100). Les courbes de ces deux faces nous étant connues, la variation de 0 % à 100 % d'An. pour l'axe de zone $[01\bar{2}]$ a pu être ainsi établie.

Nous avons maintenant les données nécessaires pour établir la courbe du complexe dont la notation sera : $\frac{\perp [01\bar{2}]}{(021)}$ comme se trouvant à 90° de l'axe de zone $[01\bar{2}]$ et à 90° du pôle de la face (021). Cette courbe doit se rapprocher sensiblement de celle de l'axe de zone [100], soit l'axe de Ala, et nous constatons que tel est bien le cas sur la planche N° 2.

Remarque : Les deux courbes $[01\bar{2}]$ et $\frac{\perp [100]}{(021)}$ devront être voisines, ce que montre également la planche N° 2.

* * *

Face t (110). — La macle par hémitropie normale possible sur la face t (110) nous est donnée par la courbe de la face ⊥ (110). Si nous cherchons à établir les deux complexes dans cette face, nous constatons que l'un d'entre eux répondant à la notation $\frac{\perp [001]}{(110)}$ peut être établi directement, les courbes [001] et (110) étant connues. Il n'y aura ici, comme précédemment déjà, qu'à prendre les points situés à 90° des % d'An. correspondant, pour établir la variation de ce complexe. (Fig. 18, p. 376.)

Quant au second complexe, dont la notation sera

$\frac{\perp [\bar{1}10]}{(110)}$. il ne pourra s'établir que lorsque nous aurons la courbe de l'axe de zone $[\bar{1}10]$. Nous l'avons établie en considérant qu'elle représente l'intersection de deux faces (001) et (110), et qu'elle se trouve par conséquent à 90° de ces deux courbes. Connaissant $[\bar{1}10]$, le complexe peut s'établir comme en étant à 90°, ainsi qu'à 90° de la normale de (110) pour chaque % d'An. considéré.

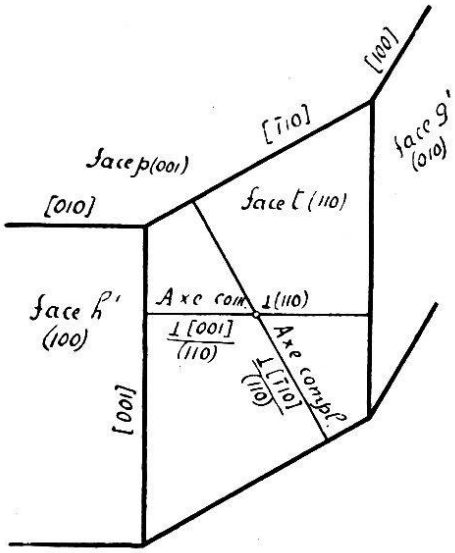


Fig. 18.

Le complexe $\frac{\perp [\bar{1}10]}{(110)}$ est voisin de [001], et le complexe $\frac{\perp [001]}{(110)}$ est voisin de la zone $[\bar{1}10]$, ce que nous montre très nettement la planche 2.

L'intérêt de la face t (110) provient de ce que nous avons la possibilité d'y rencontrer une voisine de la macle de la péricline ou une voisine de la macle de Carlsbad.

CONCLUSIONS

Il découle du travail qui précède, que l'extension des méthodes de Fedoroff n'est pas une fiction, mais répond très nettement à un but, autant théorique que pratique. Nous sommes arrivés à vérifier quelques éléments du travail présenté par le maître incontesté qu'est Fedoroff, et les résultats nouveaux auxquels nous sommes parvenus aujourd'hui sont une contribution à son œuvre grandiose.

Le problème est cependant loin d'être résolu d'une façon complète, par le fait que nous pouvons admettre

l'existence de deux axes complexes dans chacune des faces vicinales de n'importe quelle zone, et ceci nous amène à la conclusion qu'il peut exister une infinité de macles, sur une infinité de faces, entraînant une infinité de zones et d'axes d'hémitropie.

Nous constatons cependant, dans la nature, une grande simplification du problème, et les macles se réduire à un nombre relativement petit. Tout au moins, ceci était-il vrai jusqu'à hier encore, car combien de fois nos points Ng, Nm, Np, cependant parfaitement mathématiques, tombaient-ils à quelques millimètres des courbes dessinées par Fedoroff, et il nous fallait alors, du point obtenu, abaisser une normale sur la dite courbe. Cependant le procédé était peu scientifique. La méthode est si délicate pendant le travail, que c'est une aberration fatale que d'introduire des erreurs grossières dans la discussion finale. Beaucoup plus logique est d'admettre qu'à côté de la courbe connue, devrait s'en trouver une seconde, répondant à la notion de face vicinale, et celle-ci permettrait alors seulement d'exprimer un résultat, scientifiquement parlant.

Si nous admettons une restriction éventuelle d'une infinité de macles, et si nous croyons à une fréquence élevée des macles simples sur des faces d'indices simples, c'est que nous nous basons sur des faits d'expérience. Des macles, telles que Ab. et K resteront incontestablement les plus largement représentées; quant aux autres, des recherches ultérieures nous permettront de répondre.

La simplification énoncée ci-dessus semble devoir reposer sur le principe de la symétrie cristalline, telle que la concevait Mallard. En effet, au même titre que toutes les formes cristallines connues jusqu'à aujourd'hui peuvent se synthétiser en 32 classes, alors qu'au point de vue théorique, le nombre des classes est infini, de même les macles étant directement dépendantes de l'édifice molé-

culaire cristallin ne pourront pas répondre à des lois quelconques. Il est probable qu'une étude plus approfondie des phénomènes que nous avons exposés permettra de rattacher notre façon de voir à l'une des théories proposées par des savants tels que Mallard, Bravais, Schonke, Schoenfliess, Fedoroff, etc.

Il y aurait lieu, également, d'étudier la variation des éléments qui nous sont actuellement connus. Dans le cas d'une hémitropie normale, la variation de l'axe de macle se confond avec celle du pôle de la face qui lui est normale et cette variation a été mise au point par nos courbes vicinales, mais nous nous verrons peut-être dans l'obligation sous peu, d'étudier la variation des axes complexes entre eux et dans les différentes zones. Il pourrait en être de même pour les axes d'hémitropie parallèle.

Il faudra, par une recherche systématique, analyser la fréquence des différentes macles dans un magma déterminé, et d'autre part, la variation d'une même macle à travers les différentes manifestations éruptives (roches profondes, roches filoniennes ou d'épanchement).

Nous pourrons également déterminer, étant donné la variation d'orientation d'un plan d'association sur un seul et même cristal de feldspath maclé, si la position de l'ellipsoïde inverse se déplace ou reste fixe.

Et encore, si la notion de face vicinale est juste, ce que nous croyons fermement, puisque des appareils de mesure très précis, comme le goniomètre de Goldschmidt, permettent de constater que les faces planes sont rares, et que, généralement, il faut faire intervenir la notion de faces vicinales, nous aurons par cela même de la difficulté, théoriquement parlant, à être normal à un plan de macle, puisque ce plan peut être gauche. Si nous poussons notre raisonnement encore un peu, nous arrivons à la notion des réseaux moléculaires. La différence qui existe entre un plan de clivage et un plan de macle doit être recherchée à la lumière de la théorie de Mallard. Le plan de clivage

est une direction suivant laquelle la cohésion moléculaire est la plus forte, et ce plan passe entre deux plans réticulaires parallèles, mais il est possible qu'il n'en soit pas de même pour un plan de macle, et qu'il y ait interpénétration de deux ou plusieurs plans réticulaires. Si l'interpénétration est faible, le microscope nous donnera une droite comme trace du plan de macle ; si l'interpénétration est plus forte, nous pourrons la voir (et ceci serait peut-être une explication permettant de comprendre le plan de macle flou des hémitropies parallèles), et le cas ultime serait les belles interpénétrations qui caractérisent les cristaux d'orthose de certains gisements.

Nous ne voulons pas affirmer que toutes ces vues, simplement énoncées, soient réelles, mais le plus simple sera de les vérifier. Nous terminerons cet exposé en disant que tout le matériel de travail est rassemblé, et que des recherches, déjà en cours, permettront de vérifier ce que nous avons avancé. Une publication ultérieure rendra compte des résultats acquis.

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

1. — 1893. — E. de Fedoroff.: Universalmethode in der Mineralogie und Pétrographie, 1. Th. Zeitschrift für Kristal. und Mineral. Bd. XXI.

2. — 1894. — M. Fouqué : *Bull.* Société minéralogique de France, tome XVII.

3. — 1894. — Michel Lévy : Etude sur la détermination des feldspaths (1er fascicule).

4. — 1894. — E. de Fedoroff : Universalmethode in der Minéralogie und Pétrographie, 2. Th. Zeitsch. fur Krist. u. Mineral. Bd. XXII.

5. — 1896 .— E. de Fedoroff : Universalmethoden und Feldspathstudien. Zeitsch. für Krist. und Mineral. Bd. XXVI.

6. — 1896. — Michel Lévy : Etude sur la détermination des feldspaths (2e fascicule).

7. — 1896. — E. de Fedoroff : Feldspathbestimmungen. Zeitsch. für Krist. u. Mineral. Bd. XXVII

8. — 1896. — A. LACROIX : Minéralogie de la France, T. 2. (1re partie).

9. — 1898. — E. DE FEDOROFF : Die Feldspathe des Bogoslowskschen Bergreviers. Zeitsch. für Krist und Mineral. Bd. XXIX.

10. — 1904. — MICHEL LÉVY : Etude sur la détermination des feldspaths (3e fascicule).

11. — 1909. — WINCHELL : Eléments of optical Mineralogy.

12. — 1912. — L. DUPARC et SABOT : Les méthodes de Fedoroff. Archives des Sciences physiques et naturelles, Tome XXXIV.

13. — 1914. — W. W. NIKILIN : La méthode universelle de Fedoroff.

14. — 1917. — H. SIGG et FAVRE : Quelques courbes nouvelles pour la détermination des feldspaths. *Bull.* Soc. vaudoise des Sc. nat. Vol. 51, P. V. du 4 avril 1917.

REVUES

Bulletin de la Société française de Minéralogie.
Zeitschrift für Kristallographie und Mineralogie.
Tschermaks, Mineralogische und Petrographische Mitteilungen
Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie.
Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie.

TABLE DES MATIÈRES

Pages

Introduction 341

CHAPITRE PREMIER. — Résumé des principales méthodes de détermination des feldspaths 343

CHAPITRE II. — Faces d'association et faces vicinales . . 347

Zone ph^1 349

Zone pg^1 354

Zone h^1g^1 358

Zone pt 362

Interprétation des courbes vicinales 366

CHAPITRE III. — De la péricline 367

CHAPITRE IV. — Axes, zones, complexes 369

Face h^1 (100) 373

Dome (021) 374

Face t (110) 375

CONCLUSIONS 376

Liste bibliographique 379