

L. DUPARC, F. PEARCE ET M. TIKANOWITCH
RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET PÉTROGRAPHIQUES SUR L'OURAL DU NORD

LA RÉGION SITUÉE A L'EST
DE LA HAUTE WICHERA
ET DES SOURCES DE LA PETCHORA

PAR

LOUIS DUPARC

Professeur à l'Université de Genève

ET

MARCEL GYSIN

Chef de travaux au laboratoire de minéralogie de l'Université



GENÈVE
IMPRIMERIE ALBERT KUNDIG

1928

LA RÉGION SITUÉE A L'EST DE LA HAUTE WICHERA
ET DES SOURCES DE LA PETCHORA

Extrait du Tome XXII des
Mémoires de l'Institut Genevois.

L. DUPARC, F. PEARCE ET M. TIKANOWITCH
RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET PÉTROGRAPHIQUES SUR L'OURAL DU NORD

LA RÉGION SITUÉE A L'EST
DE LA HAUTE WICHERA
ET DES SOURCES DE LA PETCHORA

PAR

LOUIS DUPARC

Professeur à l'Université de Genève

ET

MARCEL GYSIN

Chef de travaux au laboratoire de minéralogie de l'Université

GENÈVE

1928

IMPRIMERIE ALBERT KUNDIG — GENÈVE

BIBLIOGRAPHIE

La bibliographie de la région étudiée n'est pas considérable. Le seul ouvrage important à signaler est celui de Fédorof, dans lequel on trouve les indications relatives aux travaux de ses prédécesseurs. Nous-même avons postérieurement à Fédorof publié quelques notes sommaires que nous indiquerons ci-dessous :

1. — E. FÉDOROF. *Recherches géologiques dans la partie septentrionale des Monts Oural*. Gorni Journal St-Petersbourg, T. II, 1889. Première partie, p. 81, seconde partie, p. 307.
 2. — E. FÉDOROF. *Carte géologique du bassin des rivières Lozwa, des régions supérieures de la rivière Wichéra et des régions voisines de l'Oural du Nord*. Levée en 1888. A l'échelle 5 verstes par pouce anglais. Gorni Journal, T. II, 1889.
 3. — L. DUPARC, F. PEARCE et M. TIKANOWITCH. *Recherches géologiques et pétrographiques sur l'Oural du Nord. Le bassin de la Haute Wichéra*. Mémoires de la Soc. de Phys. de Genève, 1909, T. XXXVI, p. 33, avec 32 fig. dans le texte, 1 carte en couleur, 4 planches en phototypie et 40 clichés dans le texte.
 4. — L. DUPARC et M. WUNDER. *Les serpentines du Khrébet Salatim. Oural du Nord*. C. R. de l'Acad. des Sciences, Paris, T. CLII, p. 883.
 5. — L. DUPARC. *Sur l'Ostraïte, une pyroxénite riche en spinelles*. Bull. de la Soc. Française de Minéralogie 1913, T. XXXVI, p. 18.
 6. — L. DUPARC et M. GYSIN. *Sur les roches à hypersthène et les roches basiques du Tschistop (Oural du Nord)*. Verhand. der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. Réunion de Bâle, 1927, p. 160.
 7. — M. GYSIN et L. DUPARC. *Sur le gabbros et les gabbros-diorites du Tschistop (Oural du Nord)*. Verhand. der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. Réunion de Bâle, p. 161.
-

INTRODUCTION

Le présent travail est le résultat d'une campagne faite pendant l'été de 1907, dans la région qui se trouve à l'E des sources de la Wichéra. Cette contrée formait la continuation directe vers le N des régions que nous avons explorées durant les années précédentes, et dont les résultats ont été publiés dans le troisième et le quatrième volume des « Recherches Minéralogiques et Pétrographiques sur l'Oural du Nord ¹ ».

Je suis parti accompagné de mon assistant, le Dr Francis Pearce, et de M^{me} M. Tikanowitch, qui furent mes collaborateurs au cours de mes expéditions précédentes, puis de M. Augustin Grosset, alors élève au Laboratoire de Minéralogie de l'Université. Après avoir formé l'équipe de porteurs et de chasseurs qui devait nous accompagner, nous partîmes de Tscherdyn sur un bateau de la Compagnie Volga-Wichéra, mis obligeamment à notre service, et nous remontâmes le cours de cette rivière jusqu'aux usines de Violce, qui furent notre centre général de ravitaillement. A partir de là, nous avons suivi le cours supérieur de la Wichéra jusqu'au confluent de Nioulas, où nous avons établi un dépôt général de vivres. Puis nous avons continué à remonter cette rivière jusqu'à la jonction de la grande et de la petite Wichéra, pour gagner en caravane la ligne de partage des eaux asiatiques et européennes afin d'y faire un nouveau dépôt de vivres sur les hauteurs. A ce moment, nous nous sommes divisés en deux escouades, qui firent d'abord route commune jusqu'au Tschistop, et se séparèrent dans la suite. La première, composée de MM. Pearce et Grosset, explora toute la région du N comprise entre la Balchaïa Soswa et la rivière Ouschma; la seconde, composée de M. Duparc et de M^{me} Tikanowitch, explora la région du S comprise entre les rivières Ouschma et Iwdiel. Au cours de ces différentes expéditions, nous avons récolté un matériel considérable, dont l'étude ne commença que sensiblement plus tard. J'eus, en effet, le chagrin de perdre successivement mes deux collaborateurs, M. Pearce, mort en Guinée en 1909, et M^{me} Tikanowitch, morte en Russie en 1919. J'avais néanmoins commencé dès 1914 l'étude du matériel rapporté, soit en faisant exécuter les nombreuses analyses nécessitées par la diversité de ce matériel, soit en commençant son étude pétrographique, et j'ai, entre temps, publié quelques notes sur certains sujets particulièrement intéressants. Puis appelé ailleurs pour

¹ L. DUPARC et F. PEARCE. *Recherches géologiques et pétrographiques sur l'Oural du Nord*. Mémoires de la Société de Physique, Vol. 34-1902, Vol. 34-1905. Avec M. TIKANOWITCH, Vol. 36-1909 et Vol. 38-1914.

des expéditions effectuées dans des contrées variées du globe, d'où j'ai rapporté également de nombreux matériaux qu'il m'a fallu mettre en travail, j'ai été amené à négliger ceux que j'avais récoltés lors de la campagne de 1907. Récemment, les analyses étant achevées, j'ai pensé qu'il était temps de terminer cette étude, et j'ai prié mon assistant actuel, M. le D^r Gysin, de collaborer avec moi à l'étude pétrographique du matériel qui restait à examiner. D'ailleurs l'Oural n'était pas pour lui une chose nouvelle; il m'avait assisté dans les explorations que j'avais faites antérieurement sur la Pawdinskaya-Datcha. C'est donc l'étude du matériel de la campagne de 1907 qui fait l'objet du cinquième et dernier volume qui clôt la série des « Recherches sur l'Oural du Nord ». J'ai, autant que faire se pouvait, gardé le même plan général, les mêmes notations, et la même forme que ceux donnés à mes ouvrages antérieurs; toutefois, par la nature même du sujet, j'ai été forcé d'exposer en détail nos itinéraires, pour augmenter la précision de nos observations géologiques. J'ai également supprimé la monographie détaillée des échantillons récoltés, en donnant simplement les caractères d'ensemble des différents groupes de roches, et en insistant, comme toujours, sur les propriétés optiques des minéraux et notamment sur celles des feldspaths. Depuis la publication de mon quatrième volume, en effet, les méthodes d'investigation se sont perfectionnées, et la méthode de Fédorof est devenue d'un emploi tout à fait courant.

Dans cet ouvrage, nous avons employé, pour la détermination des minéraux, la technique la plus moderne. Pour l'interprétation des analyses, j'ai conservé le système proposé par M. Loewinson-Lessing, utilisé dans mes ouvrages antérieurs, en donnant toutefois comme complément une interprétation plus moderne par la méthode d'Osann et le triangle de Becke. Les photographies que nous avons prises au cours de notre expédition ayant été toutes défectueuses, j'ai dû me borner à donner quelques dessins, qui sont la reproduction des croquis que nous avons levés en cours de route. Quant à la carte qui accompagne ce volume, elle a été établie en partie avec nos propres documents, en partie avec ceux de Fédorof. Dans les grandes lignes, elle est en somme analogue à celle de cet auteur, et s'en distingue surtout par une interprétation pétrographique différente des formations rencontrées. Je tiens à rendre hommage ici à la mémoire de Fédorof, dont le travail fut en somme excellent, dans une région d'accès difficile, et sur laquelle il n'existait avant lui aucun document.

Genève, novembre 1927.

L. DUPARC.

CHAPITRE I

COUP D'OEIL SUR LA TOPOGRAPHIE ET L'HYDROLOGIE DE LA RÉGION

§ 1. *Les montagnes de la ligne de partage.* — § 2. *La chaîne du Tschistop et son prolongement au N et au S.* — § 3. *Les montagnes entre la ligne de partage et la chaîne du Tschistop.* — § 4. *Hydrographie de la région.* — § 5. *Végétation, faune et populations.*

§ 1. — Les montagnes de la ligne de partage.

La région que nous avons parcourue et qui est décrite dans ce travail se trouve constamment à l'E de la ligne de partage des eaux européennes et asiatiques. Elle fait suite à celle que nous avons décrite plus à l'O dans la troisième partie des « Recherches minéralogiques et pétrographiques de l'Oural du N », et comprend en somme toute la région qui se trouve à l'E de la Haute Wichéra.

Tandis que les hautes montagnes de quartzites développées dans cette région sont rejetées du côté de l'O, la ligne de partage elle-même est constituée par des montagnes moins élevées, qui forment une série de chaînes alignées plus ou moins NS, qui sont toujours disposées en terrasses, et au-dessus desquelles s'élèvent quelques petits sommets rocheux. Sur ses deux flancs, cette ligne de partage est ravinée latéralement par des affluents qui coulent du côté européen ou du côté asiatique, et comme ces derniers s'amorcent plus ou moins loin à l'E ou à l'O dans l'intérieur de la chaîne, il en résulte que cette ligne de partage n'est pas droite, mais nécessairement sinueuse. Dans la partie la plus septentrionale de la région parcourue, la ligne de partage ne constitue pas des chaînes importantes, mais au contraire une série de massifs plus ou moins distincts; la chaîne continue ne prend naissance, comme telle, qu'à l'Oschy-Nior, qu'on peut considérer comme débutant au Loundkhoucem, et qui se prolonge par le Pouri-Totem, le Pourminsky-Kamen et le Toschemsky-Kamen qui appartient déjà à la crête de l'Oschy-Nior proprement dit. Les montagnes de la ligne de partage sont moins élevées que celles qu'on rencontre plus à l'E, au Tschistop par exemple. Cependant, elles dépassent par endroits la hauteur de 1000 m., bien qu'en moyenne la crête de l'Oschy-Nior soit moins élevée. Le Pourminsky-Kamen cote 1062 m., le Toschemsky-Kamen 1040 m., le Krasni-

Kamen 1036 m.; toutefois, la plus grande partie de la crête oscille entre 750 et 900 m. Ordinairement, la crête et les terrasses supérieures sont dépourvues de végétation arborescente et couvertes d'une herbe drue, qui sert de pâturages aux rennes domestiqués appartenant aux rares familles d'Ostiaks qui campent en été dans ces parages désolés. Sur les cols et dans le haut des ravins, on trouve ordinairement une végétation rabougrie de bouleaux, voire même de petits conifères; dans cette région, la limite de végétation est en effet à 700 m. Lorsqu'on parcourt la crête de l'Oschy-Nior et, en général, la ligne de partage, la disposition en terrasses est absolument manifeste, et l'on chemine souvent pendant des heures sur de véritables plateaux, où de distance en distance seulement on observe quelques affleurements rocheux.

§ 2. — La chaîne du Tschistop et son prolongement au N et au S.

Lorsque, depuis la ligne de partage, on regarde vers l'E, on voit que de ce côté, à quelques kilomètres à vol d'oiseau, l'horizon est fermé par une série de montagnes qui paraissent former une très longue chaîne sensiblement orientée NS, comprenant plusieurs massifs distincts, séparés par des dépressions plus ou moins profondes. Le plus important de ceux-ci est le Tschistop, dont le sommet principal se trouve presque exactement à l'E du Toschemsky-Kamen (fig. 1). Ce massif est

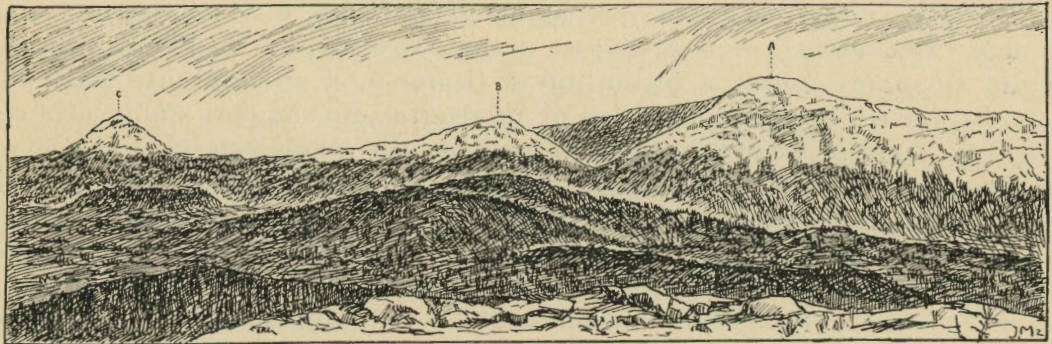


FIG. 1 — Vue générale de la chaîne du Tschistop depuis la ligne de partage
A = Sommet du Tschistop. B = Khoï-Ekwa. C = Lociem-Our.

très large et son sommet est rejeté dans sa partie N. D'après les données de la carte de Fédorof, il cote 1284 m. (nous avons trouvé 1364 au baromètre, sans pouvoir rectifier, faute d'un enregistreur établi à une cote connue). Le Tschistop s'abaisse progressivement vers le S par une série de terrasses successives. A l'Ostraïa-Sopka, à l'extrémité tout à fait S de la chaîne, l'altitude est encore de 718 m. Vers le N, le Tschistop se prolonge par le Khoï-Ekwa, dont le point culminant est à 750 m. Ce dernier s'abaisse progressivement vers le N au Lociem-Our, qui ne cote plus

que 619 m. et qui s'abaisse encore jusqu'à la cluse de la Lozwa. A partir de là, le sol remonte pour former le massif du Ialpin-Nior, dont le point culminant atteint 770 m.

Du côté S, la chaîne du Tschistop se continue par le Khrébet-Laïs, 708 m., le Khrébet-Koschma, 712 m., le Kent-Nior, 858 m., etc. Cette longue chaîne est constituée par des terrasses étagées fort étendues et les points culminants eux-mêmes sont des terrasses. Jusqu'à l'altitude de 700 m. environ, les flancs de ces montagnes sont recouverts de végétation; au-dessus, c'est tout d'abord la forêt rabougrie, puis les prairies herbeuses analogues à celles qu'on trouve sur la ligne de partage. Au Tschistop même, le sommet est rocheux; les flancs de la montagne, jusqu'à une certaine hauteur, sont couverts de grands pierriers au milieu desquels percent des affleurements plus ou moins nombreux et importants. Il en est de même au Ialpin-Nior et au chaînon qui s'en détache, le Miniéli-Soutour. Il résulte de ces dispositions qu'il est souvent très difficile de récolter la roche en place en dehors des affleurements et qu'on ne sait jamais d'où proviennent exactement les blocs qui recouvrent les pentes.

§ 3. — Les montagnes entre la ligne de partage de la chaîne du Tschistop.

Entre la ligne de partage et le Tschistop, on trouve quelques rides parallèles, dont le nombre varie, et qui se relaient souvent. La plus élevée de celles-ci est constituée par la chaîne du Toump-Iang, qui se trouve à peu près à mi-distance entre le Tschistop et l'Oschy-Nior. Cette chaîne, qui paraît assez continue, cote 1028 m. au sommet principal, tandis qu'au S et au N elle s'abaisse quelque peu. Au Petcheria-Our, au S, l'altitude n'est que de 889 m., mais à l'Ouschminsky-Kamen, beaucoup plus au N, cette altitude remonte à 1056 m., bien qu'en général elle soit sur une assez grande longueur, notablement inférieure à cette cote.

A l'E de cette chaîne, et flanquant pour ainsi dire directement la partie SO du Tschistop, on observe une longue crête boisée, dont le sommet dénudé se trouve rejeté vers le S et dont l'altitude est de 723 m. (cote barométrique 760). Cette longue crête tranche absolument par son aspect sur les chaînes du voisinage, elle est également fortement terrassée et se distingue au loin déjà par la couleur rougeâtre des terrains qui affleurent au point culminant.

§ 4. — Hydrographie de la région.

Sur le flanc occidental de la ligne de partage et sur la plus grande partie de la région étudiée, c'est la Wichéra qui draine les eaux qui en descendent, ainsi que celles des régions avoisinantes. Dans la partie tout à fait N, notamment à la hauteur du Ialpin-Nior, les rivières qui proviennent de la ligne de partage sont des affluents directs de la Petchora ou de ses grands tributaires latéraux, comme

l'Ounia, qui coule du S au N en sens inverse de la Wichéra, le long de la chaîne également. Ici, ces grands cours d'eau suivent la règle générale que l'on observe dans l'Oural, c'est-à-dire que dans la partie supérieure de leur cours, ils coulent toujours plus ou moins parallèlement à la direction générale des chaînes.

Sur le versant oriental, il en est tout différemment et, abstraction faite des nombreuses bifurcations des sources, les rivières qui suivent ordinairement la direction EO, traversent toutes les chaînes, en particulier celle du Tschistop et ses prolongements N et S qu'elles coupent en cluses plus ou moins profondes. Au sortir de celles-ci, ces rivières coulent alors obliquement du S au N comme la grande Soswa ou du N au S comme la Lozwa.

Les rivières principales de la région sont, du N au S les suivantes :

1. La *Balchaïa Soswa*, qui provient de la ligne de partage, traverse d'abord toutes les chaînes de l'O à l'E, puis oblique vers le NE en coupant en cluse l'extrémité du Ialpin-Nior, au N du Pang-Soutour. Au Sosnowsky-Sklad, elle reçoit un affluent très important, la Malaïa-Soswa, qui prend sa source sur la ligne de partage également, et traverse toutes les chaînes de l'O à l'E, puis passe à l'extrémité S du Ialpin-Nior.

2. La *Lozwa*, qui s'amorce sur la ligne de partage également, sous le flanc oriental du Loundkhocem et du Pouri-Totem. Abstraction faite de quelques coudes, elle coule de l'O à l'E également, et après avoir reçu un important affluent, la Solpa, traverse en cluse l'extrémité N de la chaîne du Lociem-Our, pour couler ensuite directement au S. Dans cette partie de son trajet, elle reçoit un important affluent latéral, l'Aouspia, qui provient aussi de la ligne de partage.

3. La *rivière Ouschma*, qui descend du flanc oriental de l'Oschy-Nior. Elle coule directement de l'O à l'E, traverse en cluse la chaîne du Tschistop, s'incline vers le SE, et se jette dans la Lozwa. L'Ouschma reçoit plusieurs affluents importants avant sa traversée du Tschistop; c'est tout d'abord la Pourma, qui descend du flanc E du Pourminsky-Kamen et qui coule à peu près au SE; puis la Tschoporia, qui s'amorce dans le Tschistop même, et coule du SSO au NNE.

4. La *rivière Balchaïa Toschemka*, qui débute au flanc oriental du Nior-Aoul, appartenant à l'Oschy-Nior, et qui coule OE également, en traversant en cluse l'extrémité S de la chaîne du Tschistop, au S d'Ostraïa Sopka. A la sortie de cette chaîne, elle continue à couler à l'E, puis au SE, au S et enfin à l'E, pour se réunir à la Lozwa. La Toschemka reçoit un affluent important, la Malaïa-Toschemka, qui descend du Krasni-Kamen sur l'Oschy-Nior, coule d'abord de l'O à l'E, puis ensuite du N au S et au SE, et se jette dans la Balchaïa-Toschemka à la hauteur d'Ostraïa-Sopka.

5. La *rivière Wijäi*, qui prend sa source sur la ligne de partage au flanc oriental du Molebni-Kamen, et coule d'abord du N au S en longeant le flanc de cette montagne. Elle tourne ensuite vers l'E et, abstraction faite des méandres, coupe en cluse d'abord l'extrémité S du Khrébet-Salatim, puis le Khrébet-Koschma au S du Khrébet-Laïs, pour se réunir à la Lozwa. Elle reçoit de nombreux tributaires, comme la rivière Koul, qui s'amorce au Pou-Toump, et coule du SO au NE en formant une branche symétrique à la première partie du cours de Wijäi. Un autre affluent important également est la rivière Antschoug, qui coule directement du S au N et qui s'amorce un peu au S du prolongement du Khrébet-Salatim.

6. La *rivière Iwdiel*, formée de deux sources qui coulent en sens inverse du NO au SE, Balchaï-Iwdiel et du SO au NE, Malaï-Iwdiel. Après la réunion de ces deux sources, la rivière coupe transversalement la chaîne du Kent-Nior, entre l'extrémité S du Kent-Nior et celle N du Tari-Nior; elle se jette également dans la Lozwa.

Toutes ces grandes rivières ont donc une parfaite similitude; dans la région des sources, elles coulent tantôt du NO au SE, tantôt du SE au NO, puis, quand leur cours est bien accusé et que le volume de leurs eaux est important, elles traversent les chaînes de l'E à l'O pour se jeter ensuite dans la Soswa ou dans la Lozwa. La région parcourue est donc extrêmement arrosée et les affluents primaires ou secondaires de ces différentes rivières sont fort nombreux. Il en résulte un aspect très vallonné de toute la contrée et une topographie en apparence assez complexe, mais qui, en réalité, est fort simple lorsqu'on en a saisi les grandes lignes générales.

§ 5. — Végétation, faune et populations.

Nous avons déjà indiqué quelques-uns des caractères principaux de la végétation qui couvre tout le pays. Dans les régions faiblement élevées, et jusqu'à la limite de végétation, toute la contrée est couverte d'une épaisse forêt de conifères; ici c'est ordinairement le pin qui domine, tandis que sur le versant occidental de l'Oural, plus humide, c'est presque toujours le sapin. La forêt est ordinairement fort belle, les arbres de grande taille et le sous-sol dépourvu de broussailles; la marche y est donc relativement aisée. On trouve également, mais tout à fait localement, l'arole et le mélèze; quant au bouleau, il occupe presque toujours le bord des rivières et les endroits humides. Bien que relativement sèche, la région présente cependant quelques marécages dans les bas-fonds, qui sont alors tourbeux, occupés par des mousses et aussi par quelques rares petits conifères. Nous avons déjà indiqué qu'au-dessus de la limite de végétation, on trouve une zone d'arbres rabougris, principalement composée de petits bouleaux et de sapins, puis sur les terrasses, des pâturages qui succèdent à cette zone. En plusieurs endroits, la forêt a été brûlée et on peut dire que chaque été, dans cette région comme dans l'Oural tout entier, les incendies de forêts sont nombreux. Les troncs incomplètement carbonisés persistent alors très longtemps, protégés qu'ils sont contre la décomposition par leur gaine de charbon, et bientôt le sous-bois est envahi par des broussailles extrêmement épaisses, qui rendent ici la marche très difficile.

La faune est là ce qu'elle est plus au S. Parmi les animaux de grande taille, il faut signaler l'ours, l'élan, le renne et le glouton, parmi ceux de plus petite taille, la loutre, le renard, l'hermine, la martre et la zibeline. Les rivières sont très poissonneuses, et les espèces qu'on y rencontre sont les mêmes que plus au S, principalement l'ombre à écailles, la lotte, une sorte de truite, et dans les petits lacs la perche qui est abondante. Il n'existe aucun animal venimeux; par contre, les moustiques sont extraordinairement abondants et, quelles que soient les précautions prises, il est impossible de les éviter complètement.

Toute cette vaste région est absolument déserte, on n'y rencontre ni village russe, ni aucune usine ou exploitation quelconque. Les seuls rares habitants sont les Ostiaks, très peu nombreux d'ailleurs, qui vivent avec leurs troupeaux de rennes. Pendant l'été, ils campent généralement sur les plateaux pelés de la ligne de partage, et sous des tentes en écorce de bouleau; c'est là seulement que les rennes peuvent trouver leur pâture. En hiver, ces Ostiaks descendent des hauteurs et viennent vivre dans quelques rares petits villages, au milieu de la forêt; nous en avons rencontrés quelques spécimens dans le voisinage de la rivière Wijai et un plus important à Sosnowsky-Sklad. Ces Ostiaks se rapprochent beaucoup des Samoyèdes et des Vogoules; ils se livrent à la chasse et à la pêche sur les rivières. Quelques-uns d'entre eux parlent le russe, avec difficulté. Il existe dans le pays quelques sentiers à peine reconnaissables, qui ont été tracés par ces Ostiaks pour se rendre sur les principales rivières et aussi sur le bassin de la haute Wichéra. Les moyens de transport qu'ils utilisent sont des traîneaux qui glissent aussi bien sur la neige que sur l'herbe des prairies et qui sont tirés par des rennes. C'est cet animal qui leur fournit non seulement la viande nécessaire à leur entretien, qu'ils mangent souvent tout à fait crue, mais aussi les peaux qui servent à confectionner leurs vêtements. Ils chassent le renne sauvage, l'élan et les animaux à fourrures, et vendent alors les peaux, soit sur la Lozwa, où il y a des villages et des acheteurs, soit sur la Petchora ou la haute Wichéra.

CHAPITRE II

ITINÉRAIRES PARCOURUS

§ 1. *Itinéraire Duparc et Pearce.*— § 2. *Itinéraire Duparc et Tikanowitch.*— § 3. *Itinéraire Pearce et Grosset.*

Vu l'immensité de la région parcourue et la nécessité de fixer exactement les points sur lesquels les observations précises ont été relevées, nous donnerons *in-extenso* les itinéraires que nous avons suivis, avec les numéros correspondants des échantillons récoltés et étudiés. A chaque numéro d'ordre, nous donnerons la description de la roche correspondante, description qui résulte d'un examen macroscopique et microscopique sommaire. Les numéros des échantillons de l'itinéraire Duparc-Pearce et Duparc-Tikanowitch sont affectés de la lettre B, ceux de l'itinéraire Pearce-Grosset de la lettre A. La description détaillée des roches rencontrées figurera dans la partie réservée à l'étude pétrographique de celles-ci. Lorsqu'il s'agira de numéros correspondants à des roches identiques dont la description a déjà été donnée précédemment, nous nous bornerons à indiquer le nom de la roche sans commentaires.

§ 1. — Itinéraire Duparc-Pearce.

Partis tous ensemble des usines de Violce sur la Wichéra, le 17 juillet, nous avons, dans les journées du 18, du 19, du 20 et du 21, remonté cette rivière, après avoir établi un dépôt général de vivres au confluent de la rivière Nioulas, à la cote 380 m. Puis, nous avons suivi à pied la Wichéra, tout d'abord jusqu'au confluent de la Balchaïa et de la Malaïa-Wichéra et, le 22, nous avons établi notre camp sur un premier affluent de B. Wichéra qui prend sa source sur le Khrébet-Oschy-Nior, à la cote 428 m. Le 23, partis de ce camp, nous avons d'abord marché O-E et traversé un ouval boisé pour arriver sur une rivière coulant du S au N. Cette rivière est un affluent d'un tributaire de B.¹ Wichéra

¹ B. et M. sont des abréviations de Balchaïa et Malaïa.

qui s'amorce dans un grand cirque situé sur le flanc O de l'Oschy-Nior. Puis on arrive sur l'Oschy-Nior lui-même, qui est un grand plateau orienté à peu près NS, raviné sur ses deux flancs. Nous avons ensuite marché vers l'E jusqu'au Krasni-Kamen, piton rocheux terrassé qui s'élève au-dessus du plateau de l'Oschy-Nior. Là on trouve des roches verdâtres, finement grenues, cristallines, qui renferment beaucoup d'amphibole, de l'épidote, du quartz, du pyroxène et des restes de feldspaths, roches qui sont des diabases ouralitisés, N° 1 B. Sur le plateau même, avant d'arriver au Krasni-Kamen, on rencontre des schistes quartzito-chloriteux renfermant beaucoup de quartz, des petites lamelles de mica orientées, des lamelles de chlorite et quelques grains d'épidote, N° 2 B. Nous retournons alors par le même chemin et campons plus au S sur une petite rivière affluent de la Wichéra. *Le 24*, nous remontons au camp précédent avec des hommes pour chercher une partie de notre bagage. *Le 25*, partis du camp, nous nous dirigeons vers le N, en suivant la ligne de partage de l'Oschy-Nior. Arrivés au Toschemsky-Kamen, à l'altitude 972 m., on trouve un affleurement de schistes verts dirigés N 35° O avec plongement 40° SO; ils renferment un peu de magnétite, une amphibole verdâtre et fibreuse, de l'épidote, de la chlorite, de la calcite et du quartz secondaire, N° 3 B. Nous installons notre camp sur une des sources de Toschemka. Ces schistes épido-tico-chloriteux, qui renferment aussi de la calcite, sont vraisemblablement un produit de décomposition des diabases. *Le 26*, nous sommes montés au Toschemsky-Kamen, formé d'une série de terrasses à la cote 1022 m.; les affleurements de roches schisteuses indiqués sont toujours dirigés N 32° O et plongent au SO de 40°, N° 3 B. Depuis la terrasse inférieure du Toschemsky-Kamen nous nous sommes rendus à un petit ouwal parallèle à l'Oschy-Nior, formé par des roches schisteuses finement grenues, d'un gris-violacé, qui renferment de l'amphibole bleue, des grains d'épidote, des produits opaques rougeâtres, ferrugineux, des lamelles de mica blanc, du quartz, et un peu de calcite. Ces roches sont des schistes amphiboliques, passant aux glaucophanites, N° 4 B. Le vallon traversé est occupé par un affluent de l'Ouschma. L'ouwal est relié au Toschemsky-Kamen par une selle herbeuse faisant ligne de partage entre l'Ouschma et la Toschemka. Au camp, la cote est de 680 m. *Le 27*, partis pour la montagne du Tschistop en marchant E 20° N, on passe par le vallon et l'ouwal explorés la veille, on coupe une première ride assez plate et on arrive enfin dans une vallée où se trouve un ruisseau coulant au S (une des sources de Toschemka). Cette ride est formée de schistes verts quartzito-chloriteux, très quartzeux. On remonte alors sur un ouwal boisé, formé des mêmes schistes à l'altitude 620 m. La vallée est à 540 m. Redescendus sur le flanc E de cet ouwal et arrivés dans une vallée très plate occupée par un ruisseau coulant au S, à l'altitude 520 m., nous établissons notre camp à la cote 512 m. *Le 28*, nous continuons à marcher dans la même direction et remontons sur un nouvel ouwal, à l'E du précédent, à la cote 522 m. environ. Sous les arbres renversés, on trouve des schistes quartzito-chloriteux très schisteux, grisâtres, qui renferment des grains de magnétite, d'abondantes lamelles de chlorite et de mica blanc, de fines aiguilles de tourmaline, un peu de sphène, quelques porphyroblastes d'épidote et beaucoup de quartz, N° 5 B. Nous sommes redescendus par le flanc E de cet ouwal, sur un ruisseau coulant au S dans Toschemka; le long de ce ruisseau, nous avons trouvé et suivi une sente de Vogoules, puis, marchant N 40° E, nous traversons un nouvel

ouwal couvert de forêt brûlée. Dans les pierriers du flanc O de cet ouwal, on trouve des roches schisteuses et grisâtres, d'aspect gneissique, qui renferment du grenat, de l'amphibole bleue, de la magnétite, un peu d'albite, beaucoup de quartz, roches qui sont des schistes quartzito-granatiformes à albite, N° 6 B. Au sommet de cet ouwal, sous les arbres renversés, apparaissent des roches vertes compactes, plus ou moins schisteuses, renfermant de la magnétite, beaucoup d'amphibole bleuâtre, un peu d'épidote et du quartz, qui sont des amphibolites provenant probablement des diabases transformés. Ces mêmes roches se continuent jusqu'à la base du flanc E de cet ouwal où coule une assez forte rivière vers le S (sans doute un affluent de M. Toschemka), qui est encaissée entre l'ouwal en question et le flanc O de la chaîne du Tschistop couvert de forêt brûlée. Nous montons sur ce flanc par un chemin abominable. Sur les premières pentes, dans les éboulis, on trouve des gabbros-diorites. Campés à 608 m. dans une vallée, aux sources d'une rivière qui coule au N et qui est séparée de Tschoporia par une selle. Le 29, nous sommes montés au Tschistop par le flanc NO; sur les pentes, il n'y a pas de végétation, mais un amas de cailloux de roches éruptives mélanocrates et leucocrates, au milieu desquels percent de distance en distance de nombreux affleurements.

Au premier de ces affleurements, à la cote 924 m., on rencontre d'abord des gabbros ouralitisés, qui renferment du pyroxène, de la magnétite, de l'amphibole brune, de l'amphibole bleue et du labrador basique, avec une structure grenue, N° 8 B. Puis en montant, on observe successivement des norites à hypersthène mélanocrates, renfermant de la magnétite, de l'hypersthène, du pyroxène monoclinique, un peu d'amphibole brune et quelques grains de spinelle, N° 9 B; des norites analogues, plus riches en hypersthène, N° 10 B; des norites à olivine N° 11 B, des gabbros à olivine N° 11 B, des tilaïtes à hypersthène N° 12 B, et enfin des gabbros ouralitisés à deux amphiboles, passant aux amphibolites, N° 13 B. Dans les rochers qui affleurent un peu au-dessous du sommet, toujours sur le flanc NO, on rencontre des gabbros à hypersthène mélanocrates, N° 14 B, qui passent à des gabbros à hypersthène contenant de l'olivine, N° 15 B. Ces roches paraissent litées, avec un plongement O; elles sont souvent disposées par bandes parallèles leucocrates ou mélanocrates qui alternent. Au sommet principal, qui cote 1364 m., on trouve des roches toujours rubanées, qui sont des troctolites à hypersthène, renfermant du spinelle vert, de la magnétite, de l'olivine, un peu d'hypersthène, de l'amphibole et du labrador très basique passant à l'anorthite, N° 16 B. Ces mêmes roches se montrent encore sous le sommet, un peu à l'E, N° 17^I B. De là, nous avons marché NO, puis en plein E, pour gagner une terrasse qui aboutit à des rochers déchiquetés formant un éperon entre les deux sources de Tocémia. Sur les parois du ravin dans lequel s'amorce la source gauche de cette rivière, on trouve d'abord des gabbros à olivine mélanocrates, N° 17^{II} B, puis trois gros filons de dunite, les deux premiers très rapprochés, le troisième plus éloigné et plus au NO. Cette dunite en filons, N° 19 B, est encaissée par des gabbros-diorites qui renferment de la magnétite, du pyroxène ouralitisé en amphibole et des labradors basiques en partie altérés, avec séparation d'un peu de quartz secondaire, N° 18 B. Parmi les blocs éboulés dans le voisinage des filons de dunite, on trouve d'autres roches périclétiques dont on ne voit pas les affleurements; ce sont d'abord des pyroxénites à olivine qui renferment de la magnétite, de l'olivine, du pyroxène mono-

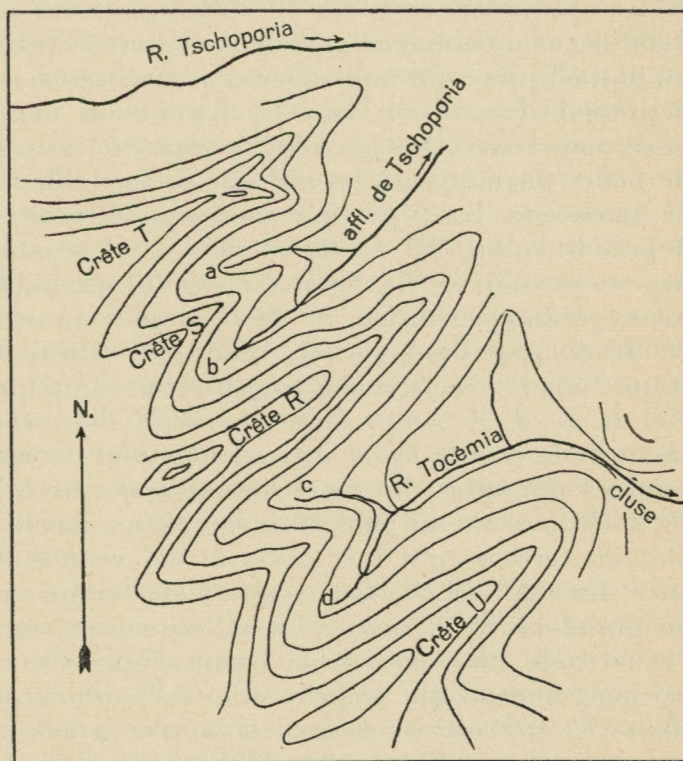
clinique et un peu d'amphibole, avec structure grenue, N° 20 B; puis des péri-dotites à pyroxène, renfermant du spinelle, de la magnétite, beaucoup d'olivine, un peu de pyroxène monoclinique dont quelques cristaux sont développés porphyriquement, et de l'amphibole brune, avec structure holocristalline porphyrique, N° 21 B. Après avoir dépassé la dunité, nous sommes arrivés sur la terrasse qui sépare les deux Tocémia. Là apparaissent des roches amphiboliques qui présentent d'énormes variations, dans le grain, la dimension des cristaux et les proportions relatives d'élément blanc et noir. Ces roches sont des gabbros-diorites contenant de la magnétite, du pyroxène, de l'amphibole et des plagioclases basiques. Elles sont représentées par les N°s 21 bis et 22 B. Nous sommes ensuite remontés au Tschistop. En avançant progressivement sur la terrasse du côté de l'E, on trouve constamment les mêmes roches, qui présentent des variations dans le grain et les proportions relatives d'éléments blanc et noir: elles figurent sous les N°s 22, 23, 24, 25 et 26 B. Nous sommes arrivés au point culminant en passant, sous le sommet, dans le ravin occupé par les sources de Tschoporia qui s'amorcent dans cette montagne. Partout on rencontre des tilaïtes mélanocrates, avec quelques rares variétés plus leucocrates. Le soir au camp la cote était 680 m.

§ 2. — Itinéraire Duparc-Tikanowitch.

Le 30, nous sommes partis du camp du 28, et montés en écharpe sur la crête T qui domine la rive droite de Tschoporia. Jusqu'à cette crête, que nous abordons entre son premier et deuxième affluent latéral, les roches sont identiques à celles rencontrées précédemment, sauf les dunites. Sur la crête, que nous avons suivie pas à pas, les roches, toujours massives, sont souvent rubanées; le type le plus banal est une tilaïte, qu'on voit par exemple à la hauteur du premier affluent latéral de Tschoporia, dans la partie la plus élevée de la crête, N° 27 B. Un peu plus loin, on rencontre des gabbros à hypersthène dont les types prédominants sont représentés par les N°s 28 B et 28 B bis; puis des troctolites à hypersthène, N° 29 B, et des troctolites rubanées, à bandes mélanocrates et leucocrates bien séparées, N° 30 B. Ce dernier type est celui qui domine sur la crête jusqu'à la hauteur du camp que nous allons établir. La crête de Tschoporia présente un col que nous traversons pour descendre dans un ravin occupé par une petite rivière qui est sans doute un affluent latéral de Tschoporia. C'est sur celle-ci que nous avons établi le camp, à la cote 802 m., sur les troctolites en question. Le 31 juillet, au matin, nous nous divisons en deux groupes; le groupe Duparc, part du camp pour traverser le petit ruisseau qui a profondément entamé les roches rubanées rencontrées la veille, puis remonte sur l'arête qui encaisse la rive droite. Sur la crête, à la cote 948 m, on trouve des gabbros-diorites, N° 31 B. Sur le flanc E de la crête en question coule un second ruisseau, qui se réunit au premier et qui s'amorce en plein massif; il est encaissé sur la rive droite par une longue arête rocheuse qui se détache du massif du Tschistop, s'abaisse graduellement vers le NE, se couvre ensuite de forêt

et de forêt brûlée, et s'aplatit progressivement devant une grande plaine arrosée par une rivière. Cette crête est celle appelée R sur le croquis ci-dessous, tandis que la première traversée est désignée par S, et celle dominant la rive droite de Tschoporia par T (cote 900 m). C'est cette crête R prolongée qui encaisse la rive gauche de la source gauche de Tocemia. Je l'ai remontée au SE, puis traversée pour arriver sur Tocemia elle-même. Celle-ci coule dans une assez large vallée comprise entre R et une seconde crête appelée U, qui se détache toujours du massif, et coupe l'ouwal U en cluse; elle reçoit un affluent latéral qui s'amorce au flanc E de R et se dirige vers le S. Une ligne de partage, très plate entre R et U, sépare le bassin de Tocemia de celui que je pense être Tschoporia. L'ouwal U se prolonge très loin vers le NE. Je suis ensuite revenu sur R, que j'ai suivi aussi loin que possible; dans sa partie antérieure, sa direction est à peu près N 20° E jusqu'aux affleurements. Là, à la cote 887 m, on trouve des gabbros à olivine mélanocrates, N° 32 B. J'ai ensuite suivi la crête jusqu'à la forêt et me suis arrêté à la hauteur d'un petit sommet; de là j'ai traversé la source *b* et suis remonté sur la crête S pour gagner le camp. Il n'y a pas de doute, la réunion des deux sources *a* et *b* forme une rivière qui coule réellement dans la Tschoporia. Sur tout le trajet, je n'ai rencontré que des roches rubanées analogues à celles trouvées la veille (N° 31 B). Les types mélanocrates paraissent moins rares que ceux feldspathiques.

Le même jour, M^{me} Tiknowitch a parcouru jusqu'à son extrémité la crête T qui encaisse la rive droite de Tschoporia et qui se bifurque légèrement près de son extrémité; elle a récolté successivement le N° 33 B qui est un gabbro à olivine, le N° 34^I B qui est un gabbro franc, 34^{II} B un gabbro-diorite et 35 B un gabbro-diorite également, puis plus loin, en descendant sur la forêt brûlée, le 36 B, qui est un gabbro à olivine, un peu plus loin, dans la forêt brûlée, le 37 B, qui est un gabbro à olivine également et le 38 B qui est une troctolite à amphibole; puis, sur le petit éperon qui se détache de la crête, tout d'abord le 39 B, un gabbro-diorite, le 42 B, un gabbro-diorite mélanocrate finement grenu correspondant peut-être à une berbachite, et le 41 B, qui est également un gabbro-diorite. Au camp la cote était 778 m. Le 1^{er} août, nous sommes remontés sur la crête T jusqu'au-dessus du grand ravin occupé par les



sources *a* et *b*. Les roches sont toujours identiques et plus ou moins riches en olivine et en feldspaths. Nous sommes alors redescendus sur la rivière *c*, avant son confluent avec *d*. L'alluvion se compose de blocs énormes de roches rubanées et de roches à amphibole. Nous avons traversé la base de l'éperon qui sépare les deux sources de Tocémia; il est formé de gabbros-diorites à structure taxitique, avec schlierens mélanocrates. Nous avons ensuite grimpé sur l'ouwal U, qui encaisse la rive droite de la source de Tocémia, et atteint le sommet principal qui s'élève sur cet ouwal à la cote 800 m. Je n'ai pas jugé nécessaire d'aller sur le prolongement N de cet ouwal à partir du point où il est coupé en cluse par Tocémia, car, à la jumelle, j'ai pu voir que les petits sommets qui dominent la rivière ainsi que les blocs qui émergent dans la forêt ont les mêmes formes d'érosion et sont couverts de la même patine.

Nous rejoignons ensuite la source *d* de Tocémia et remontons à la crête. Les hommes étaient exténués; nous arrivons au sommet du Tschistop par un brouillard intense et nous y campons. *Le 2*, même brouillard; aussi nous regagnons le camp du 28 sans faire d'autre excursion. *Le 3* nous montons obliquement du camp pour aller au S en longeant le flanc O du Tschistop, et en passant assez bas pour couper deux ravins dans lesquels coulent des affluents gauche de Toschemka. Nous sommes arrivés sur la crête, au S du grand sommet principal, à la cote 1260 m. et nous l'avons suivie. Sur tout le trajet, nous avons rencontré des roches amphiboliques (gabbros-diorites), puis nous sommes descendus dans une forte dépression faisant col dans la chaîne sous laquelle se trouve un ravin où débute la seconde source de la rivière Lounia. Sur les pentes de ce ravin, nous avons trouvé de belles pegmatites à hornblende rattachables aux gabbros-diorites, N° 47 B. Voici la succession des types que nous avons récoltés à la montée du col en question, depuis le camp. N° 42 B, au début, en montant obliquement sur le flanc O, un peu au-dessous de la ligne de végétation, gabbro-diorite. N° 43 B, un peu plus haut, gabbro ouralitisé. N° 44 B, à quelques cent mètres du 43, gabbro à olivine. N° 45 B, plus haut encore, tilaïte, et enfin sur la crête, N° 46 B, gabbro-diorite (type banal). Nous avons regagné le camp par le même chemin, la cote était 850 m. *Le 4*, le temps étant mauvais, nous visitons seulement la base du grand ravin de la source *b*; on y trouve les roches ordinaires avec schlierens. *Le 5*, nous sommes remontés du camp au col, qui cote 920 m. et avons récolté en place le N° 48 B, qui est un gabbro-diorite, puis, par le flanc O, nous atteignons le sommet plat en terrasse qui fait suite au col vers le S et d'où proviennent les gabbros ouratilisés N° 49 B. Nous sommes descendus ensuite sur un second col dominant un grand ravin et nous y installons notre camp. De là nous pouvons constater l'exactitude du cours de la Lounia figurée sur la carte; ce ravin est la source du dernier ruisseau qui se jette dans la Lounia, qui court presque parallèlement à la chaîne et qui est encaissée sur la rive gauche par un long ouwal boisé; elle se réunit à la rivière à partir de l'extrémité S de cet ouwal que M^{me} Tikanowitch explorera aujourd'hui même. Sur le col herbeux qui domine le camp, on trouve des gabbros ouratilisés, N° 50 B. Du col nous nous dirigeons vers le S en remontant chaque fois par le flanc O sur la crête. Nous avons donc parcouru toute la partie S de la chaîne à partir du col en question. Le flanc O du Tschistop est toujours très abrupt et présente seulement quelques petits ravins sans prolongements ni

épaulements, occupés par des affluents latéraux gauches de Toschemka qui coule littéralement au pied même de ce flanc. Le sommet qui suit le col, est rasé en terrasse également et cote 1020 m.; il est formé par des gabbros-diorites, N° 51 B. De ce sommet, nous avons gagné le col suivant toujours par le flanc O jusqu'à un point de cote 760 m., où l'on trouve également des gabbros-diorites du type banal, N° 52 B. Sur toute la partie de la chaîne parcourue jusque là, les roches ne sont plus rubanées comme dans la région N du massif, mais les schlierens y sont fréquents. Nous regagnons alors le sommet terrassé qui suit le col précédent vers le S, et qui cote 1040 m. Là se trouvent encore des gabbros-diorites représentés par le N° 53 B.

Le sommet qui fait suite à celui-ci vers le S est constitué par de gros affleurements rocheux. Il est séparé de celui du N° 53 par une crête rocheuse déchiquetée, sur laquelle on observe une série de pitons aciculaires. Ce n'est que tout à fait au S que cette crête, se transforme en une région plate et herbeuse. Nous sommes d'abord arrivés sur la partie N du col; toute la crête est formée par des gabbros-diorites giganto-plasmatisques, avec des cristaux qui mesurent jusqu'à 20 cent. de longueur, N° 54 B; les dimensions de minéraux sont d'ailleurs très variables d'un point à un autre. Partout le sol est jonché de cristaux lamellaires de diallage en voie d'ouralitisation. A mesure qu'on avance sur la crête, le feldspath se fait de plus en plus rare, et la roche du N° 54 passe à une diallagite giganto-plasmatisque sans feldspath, qui constitue la majorité des pitons indiqués, N° 55 B. Plus au S, au moment où la crête disparaît pour donner place au col herbeux indiqué, les roches deviennent plus feldspathiques et sont de vraies pegmatites à hornblende giganto-plasmatisques telles que le N° 54, et le N° 55 qui est pris plus au S. Au col ci-dessus, à la cote 886 m., sur le premier piton rocheux le plus important et le plus à l'O, à 937 m, on trouve des gabbros à hypersthène, N° 56 B, tandis que sur le second sommet, le plus à l'E, des gabbros ouratilisés, N° 57 B; ce sommet est séparé de l'Ostraïa Sopka par un col boisé; sur le sommet qui est entièrement rocheux, on trouve d'abord des gabbros ouratilisés giganto-plasmatisques, puis des pyroxénites à olivine, N° 58 B. A Ostraïa-Sopka même, à la cote 788 m., on rencontre une roche appelée Ostraïte, N° 59 B.

L'Ostraïa-Sopka se prolonge par un plateau bas et boisé qui s'avance sur Toschemka et qui montre des affleurements des mêmes roches. Sur la rive droite de la Toschemka on remarque aussi des affleurements sur un ouwal boisé qui paraît être la continuation du Tschistop.

La rivière Lounia est marquée parfaitement juste sur la carte; c'est bien sur le deuxième affluent que nous avons campé. Le même jour, M^{me} Tikanowitch est partie du camp en marchant au SE. Sur le flanc E du Tschistop, entre le col dentelé et le sommet suivant plus au N, elle a trouvé des pegmatites giganto-plasmatisques, N° 60 B, puis en montant au sommet, des gabbros-diorites, N° 61 B, et, sur tout le trajet, des variétés à grain fin des mêmes roches très-mélanocrates. Au point culminant, elle a récolté des gabbros-diorites à grain moyen, N° 62 B. M^{me} Tikanowitch a marché ensuite à l'E; la pente est d'abord abrupte puis le col devient très plat. Elle a continué jusqu'à l'extrémité de l'ouwal U, s'est dirigée au N et a traversé la rivière, dont les alluvions renferment les cailloux du N° 62 B, puis des porphyrites à hornblende, N° 63 B. Les pentes de l'ouwal,

sont couvertes d'aroles et de pins. Sous les arbres se trouvent des gabbros-diorites, N° 64 B et des pyroxénites plus rares, N° 65 B. Le 6 août, nous sommes descendus sur le flanc O du Tschistop en marchant O 13° S. Sur toute la descente dans la forêt, les roches rencontrées sont des gabbros-diorites. Arrivés sur le replat, les blocs disparaissent et on trouve des schistes verts quartzito-chloriteux qui, selon toute vraisemblance, appartiennent à la zone des granites et gneiss figurée par Fédorof. Nous avons traversé la rivière dont les alluvions sont des gabbros et des schistes verts, puis sommes arrivés dans une zone plate et marécageuse, située sur la rive droite, où l'on ne trouve pas d'affleurements. Le sol commence alors à monter faiblement, puis plus fort, et sous les arbres on observe constamment des débris de schistes verts quartzito-chloriteux. Bientôt commencent les affleurements sur une côte plus rapide; les schistes que l'on croise sont verdâtres et paraissent formés d'écailles d'un minéral vert. Nous arrivons sur un premier plateau herbeux à la cote 912 m. et cheminons dans la direction du sommet principal du Toump-Iang pour camper au haut d'un ravin sur la montagne à la cote 776 m. Le 7, au matin, partis par un brouillard intense, nous marchons directement à l'O par la pluie et campons en plein marécage. Le 8, le brouillard persiste, nous marchons au SO et recoupons le sentier de Vogoules qui suit la selle de Toump-Iang, pour arriver sur les hauts plateaux. Sur tout le trajet on rencontre exclusivement des schistes quartzito-chloriteux verts. Nous arrivons au pied du Krasni-Kamen et nous suivons le flanc E de la ligne de partage en descendant dans chaque ravin des sources de Toschemka. La pluie est constante. Le soir nous campons dans un lojok qui précède celui où se trouve notre camp général près de deux traîneaux de Vogoules chargés de peaux de rennes. Le 9, partis du camp, et rentrés au camp général. Le 10, il fait un brouillard intense, nous attendons Pearce qui arrive dans la journée. Le 11, nous partons pour rejoindre le premier camp. Le 12, nous montons d'abord sur la terrasse qui soutient le Toschemsky et, passant le col, nous arrivons au grand sommet du Toump-Iang où nous trouvons des schistes quartzito-chloriteux typiques, N° 66 B. Nous traversons le col herbeux qui le sépare du second sommet plus à l'E (cote 900); sur ce dernier nous trouvons des roches compactes, grisâtres, qui sont des schistes quartzito-micacés, N° 67 B. Tout le terrain traversé jusque là est formé par des schistes quartziteux, et nous n'avons pas rencontré les syénites indiquées par Fédorof. Nous sommes descendus par la forêt sur Toschemka; sur tout le trajet on observe les mêmes schistes, parmi lesquels on remarque certains faciès surchargés d'écailles vertes et noires analogues à des variétés trouvées en 1905 sur l'Oural. Campé sur Toschemka, là où le chemin coupe la rivière à la cote 347 m. Le 13, nous sommes partis par le chemin pointillé sur la carte, qui marche au SE, puis au S et qui recoupe la B. Toschemka, puis nous sommes remontés sur un ouwal assez plat traversé par le chemin, et couvert de blocs de serpentines à bastite, représentées par les N°s 68 B et 69 B. On trouve aussi fréquemment des cailloux de quartzites blanches plus ou moins ocreuses. En suivant le sentier plus au S, on chemine sur des débris de schistes verts et des mêmes quartzites. Il est évident que l'affleurement de serpentines rencontré est tout petit, et enclavé dans ces roches. Le sentier traverse alors une région plus ou moins marécageuse où l'on retrouve toujours des débris de schistes verts

et de quartzites. On arrive alors sur B. Toschemka qui est large et rapide, et que l'on traverse, puis on continue à suivre le sentier qui passe sur un grand marécage, et ensuite sur une région plus sèche, avec de nombreux blocs de schistes verts semblables à des diabases écrasés, parmi lesquels du reste on trouve aussi quelques cailloux de véritables diabases. Puis le sentier longe d'abord sur la gauche et sur une petite distance une rivière assez rapprochée, va au S et au SE, traverse des marécages, puis arrive sur une petite colline couverte de pins, où se trouve un campement inhabité de Vogoules. A partir de là, nous quittons le sentier qui pique au SO, et marchons au SE. Après avoir croisé un petit affluent de Ouap-Sos, nous grimpons sur un ouwal couvert de pins, qui cote 500 m., et qui est entièrement formé de serpentines couvertes d'une croûte rougeâtre, semblable à celle de la dunité. Nous le traversons toujours sur les mêmes roches et arrivons sur son flanc E où se trouve un village de Vogoules habité par deux femmes. Au SE de ce camp on voit un second ouwal, et à l'E un affreux marécage. Nous rebroussons chemin et retournons camper sur le petit affluent de Ouap-Sos à 370 m. *Le 14*, nous remontons sur l'ouwal couvert de pins exploré la veille, sur les deux flancs duquel se trouvent les habitations de Vogoules. Là, nous récoltons en place des harzburgites serpentinisées, *N° 70 B*. Nous suivons cet ouwal, en marchant du N au S, et nous descendons sur une petite rivière qui coule à l'E pour atteindre de nouveau l'ouwal dont on suit longtemps la crête; elle est à peu près à 600 m., et présente de nombreux affleurements. Partout on rencontre les mêmes harzburgites serpentinisées, souvent accompagnées de variétés schisteuses, et dans les plus petits détails la topographie de cet ouwal rappelle celle du Sosnowsky. Plus au S, l'ouwal s'abaisse en un col sur lequel s'amorce une petite rivière, affluent de Por-Sos qui coule à l'E, puis nous remontons brusquement plus au S, pour arriver au point culminant du Khrébet-Salatim, après avoir croisé une nouvelle rivière coulant vers l'E, qui s'amorce dans une profonde dépression et qui est aussi un affluent de Por-Sos. Au sommet de Khrébet-Salatim, affleurent des dunités franches à croûte jaune, qui renferment des spinelles et qui passent aux harzburgites. Le sommet cote 760 m., et nous y récoltons le *N° 71 B* qui représente les dunités en question. Ce sommet se prolonge au S par une crête des mêmes roches et s'abaisse sur Tokhta qui coupe la chaîne en cluse. Il résulte de ceci que toute cette chaîne du Khrébet-Salatim avec ses sommets en coupoles, figurée par Fédorof comme formée par des syénites à amphibole, est en réalité constituée par des harzburgites et des dunités.

Du sommet du Khrébet-Salatim, on jouit d'une vue superbe. A l'E, on voit une grande chaîne élevée vers le S et s'aplatissant vers le N où elle est recouverte de forêts; c'est le Khrébet-Laïs. Entre celui-ci et le Khrébet-Salatim se trouve une grande vallée boisée et plate, traversée par une ligne de partage peu élevée, qui sépare les sources de Ouap-Sos, coulant du S au N, de celles de Por Sos, qui vont en sens inverse. C'est à partir du Khrébet-Salatim que le bassin de Toschemka se sépare de celui de Wijaï. Une selle, qui se prolonge vers l'O, sépare les sources de B. Tokhta de celles d'une rivière coulant au NO, qui doit être Pétchéria. Du sommet du Khrébet-Salatim, nous sommes descendus sur l'affluent de Por-Sos qui s'amorce au flanc N de cette montagne et, de là, nous nous dirigeons vers l'O. Le sol, d'abord assez plat, monte légèrement, et les sapins succèdent aux pins. On arrive ainsi sur une

crête jalonnée de gros blocs de serpentines bien différentes de celles qui proviennent des harzburgites; elles ont une croûte d'oxydation grisâtre, sont beaucoup plus dures, et ne renferment plus trace de minéraux primitifs. Elles sont représentées par les Nos 72 B et 75 B. Parmi ces serpentines, on trouve des roches grisâtres, compactes, qui sont des cornéennes à grenat, Nos 73 B et 74 B. Nous avons suivi longtemps cette crête du S au N, puis sommes descendus dans une dépression comprise entre celle-ci et l'arête du Khrébet-Salatim, où coule une rivière du S au N, puis à l'E, qui se jette dans Por-Sos. De là, nous sommes rentrés au camp à la cote 358 m. *Le 15*, nous remontons l'ouwal boisé de pins qui forme la crête vers l'O; on y trouve des serpentines, Nos 76 B et 76 B bis, puis des cornéennes à grenat, No 77 B. Nous avons marché ensuite directement à l'O pour gagner un ouwal boisé de sapins, qui est séparé du précédent par une dépression occupée sans doute par un affluent du Pétchéria. Nous cheminons une heure environ sur un col plat couvert d'une mauvaise forêt; sous les arbres renversés, on trouve de nombreux débris de schistes verts. Durant cette course, nous avons constaté que les serpentines s'arrêtent très vite vers l'E. à partir de l'ouwal des pins (chaîne du Khrébet-Salatim); elles ont donc là une faible largeur. Après être remontés sur le Khrébet-Salatim, nous vérifions qu'il s'aplatit vers le N pour former une région marécageuse traversée par le chemin venant de Toschemka. De là, par une marche au N, puis à l'E, nous sommes arrivés sur Ouap-Sos, qui est encaissé à l'E par une crête boisée couverte de forêt brûlée paraissant être un prolongement S du Tschistop. Nous sommes montés sur cette crête et avons trouvé sous les arbres renversés de gros blocs de roches d'aspect gabbroïque, qu'on peut considérer comme des granites à amphibole, No 78 B. A ce moment, nous avons croisé un sentier allant au SO et nous sommes descendus sur Ouap-Sos, où nous avons suivi un chemin qui longe la rive droite de cette rivière. Nous avons rencontré de nombreux pierriers couverts de mousse, qui sont des schistes quartzito-feldspathiques correspondant probablement aux granites de Fédorof, No 79 B. Après avoir quitté le sentier, nous avons piqué à l'O, et recoupé deux rivières qui sont les deux sources de Ouap-Sos, que nous traversons près du confluent. Nous sommes ensuite rentrés au camp qui cotait 382 m. *Le 16*, après avoir marché un certain temps sur le chemin, nous avons, à une petite distance du camp, traversé Ouap-Sos, pour arriver sur une crête qui est le prolongement du Khrébet-Laïs. Elle est entièrement formée de roches d'aspect gabbroïque, et couverte de forêt brûlée. Dans cette forêt, se trouvent de gros pitons d'une roche avec de nombreux schlierens et une magnifique structure taxitique. Sur un seul bloc par exemple, on voit des régions où le grain est fin, et d'autres où les minéraux constitutifs ont jusqu'à 20 cm. de longueur. Il y a aussi une grande variation dans la répartition relative des éléments blanc et noir. Tout à fait au sommet, les feldspaths sont rares et les roches renferment d'énormes cristaux de diallage. Ce sont des gabbros-diorites giganto-plasmatisques, No 80 B. Nous sommes descendus ensuite sur Por-Sos, que l'on croise à la hauteur du sommet principal du Khrébet-Salatim, aux flancs E duquel se trouve un grand marécage; nous avons campé près de la rivière, à la cote 368 m. *Le 17*, après avoir suivi le chemin qui longe Por-Sos jusqu'à son confluent avec Tokhta, nous sommes remontés au Khrébet-Laïs. De suite après la rivière, sur un petit contrefort, on trouve des roches compactes, mélanocrates,

à grain fin, qui renferment de la magnétite, de l'amphibole, de l'épidote et du quartz, que nous considérons comme des gabbros-diorites écrasés et transformés en amphibolites, *N° 81 B*. Arrivés sur la crête, on observe d'abord un peu au-dessous les mêmes roches compactes, vertes, et très finement grenues, qui sont des amphibolites, *N° 82 B*, puis, sur la crête du Khrébet-Laïs, les mêmes amphibolites qui renferment de plus un peu de feldspath, *N° 83 B*. Ce sommet cote 752 m; toute la crête est formée des mêmes roches. Par contre, à l'embouchure même de Por-Sos, sur la rive gauche, on trouve des schistes verts. De là, nous sommes rentrés au camp précédent. *Le 18*, nous avons refait le chemin de la veille, qui reste entièrement dans les granites de Fédorof. Au delà du dernier affluent N de cette rivière, apparaissent des schistes verts finement grenus, avec bandes vertes alternant avec d'autres plus claires, qui renferment des éléments ferrugineux, des rubans de chlorite verte, des porphyroblastes de feldspaths et des petits grains de quartz, disposés dans une masse formée d'une matière kaolinique opaque, *N° 84 B*. Après avoir traversé la rivière Tokhta en amont du confluent de Por-Sos, et sur le chemin, nous avons trouvé des roches verdâtres, compactes, d'apparence épidotique, qui renferment de la magnétite, beaucoup d'épidote, de la chlorite, de l'albite et du quartz, *N° 85 B*. Nous sommes ensuite remontés sur l'ouwal boisé qui encaisse la rive droite de Tokhta et, sur les gros pitons rocheux qui y affleurent, nous récoltons d'abord des diabases finement grenus, qui renferment des pyroxènes monocliniques, de la magnétite, des plagioclases kaolinisés, avec une structure ophitique bien nette, *N° 86 B*; puis un peu plus loin, près de la yourta de Vogoules, une roche gris violacé et mouchetée, compacte, qui est une cornéenne à grenat. *Le N° 86* a été pris avant l'affluent latéral de Tokhta qui coule dans les schistes. Après avoir traversé celui-ci, nous sommes arrivés camper près d'un petit village Vogoule, situé à deux heures au N de Wijaï à la cote 324 m. *Le 19*, nous prenons le sentier qui va du village à cette rivière; à 100 m. environ de notre camp, nous avons rencontré des blocs de cornéennes à grenat de couleur violacée, *Nos 87 B et 89 B*, puis des serpentines à croûte grise, *N° 88 B* (le 88 est un peu au S du 87, et le 89 un peu plus bas, près du marécage). A 300 m. de Wijaï, nous avons croisé de nouvelles yourtas de Vogoules et sommes arrivés sur la rivière, que nous avons traversée pour placer notre camp sur sa rive droite, et sur un ouwal à 10 m. environ au-dessus de celle-ci. Là, nous avons récolté des serpentines de harzburgites qui renferment encore de la magnétite et des squelettes de pyroxène, dans une masse serpentineuse colloïdale, *N° 90 B*. Les serpentines trouvées dans le trajet Tokhta—Wijaï s'écartent de celles qui proviennent des harzburgites; leur croûte est grise, elles sont généralement plus dures. L'ouwal sur lequel se trouve notre camp cote 442 m.; sur le sommet apparaissent des harzburgites serpentinisées, dans lesquelles on reconnaît encore des pyroxènes rhombiques et monocliniques, et de l'olivine, *N° 91 B*. Nous nous sommes dirigés ensuite directement à l'O; le caractère de la forêt change et, à 400 m. à peine de la crête, on trouve sous les arbres les schistes quartziteux noirâtres de l'horizon des schistes verts. Changeant alors de direction, nous avons marché au N et recoupé Wijaï en amont du camp; partout on observe des roches schisteuses, vertes, qui renferment de l'amphibole bleue, du leucoxène, de l'épidote, du quartz et un peu d'albite, *N° 92 B*. De là, nous sommes rentrés au camp de la veille à 312 m. *Le 20*, partis du camp, nous avons

d'abord marché au S, puis légèrement à l'E, traversé la rivière Antschoug en aval du confluent de Toump-Sal-Sos et suivi cette dernière sur la rive droite, jusqu'au coude qu'elle fait vers l'E. Nous abordons alors un ouwal boisé, sur lequel nous montons; il est formé de schistes verts qui devraient être les granites de Fédorof, N° 91 B bis. Puis nous nous dirigeons à l'E, dans la forêt recouverte de mousses. A ce moment, on observe des roches gabbroïques compactes, verdâtres, mais plus ou moins schisteuses, qui renferment des aiguilles d'amphibole bleue, du leucoxène, de l'épidote et un peu de plagioclases; nous les considérons comme des amphibolites, N° 92 B bis. Nous arrivons alors sur la crête, qui, rasée en terrasse, est couverte de petits bouleaux, et marchons sur celle-ci dans la direction du S pour descendre sur une première terrasse boisée, où l'on trouve des roches finement grenues, vertes, compactes, formées d'amphibole et de plagioclases, qui sont vraisemblablement des amphibolites provenant de gabbros, N° 93 B. A cette terrasse fait suite un col profond, sur lequel s'amorce du côté de l'O un affluent de Toump-Sal-Sos, et, du côté de l'E, un affluent de B. Tocémia. Au col même affleurent des amphibolites gris verdâtre, finement grenues, qui renferment de l'épidote, de la magnétite, de la chlorite verte, quelques porphyroblastes d'albite et beaucoup de quartz, N° 94 B. De là, nous sommes remontés sur le sommet terrassé situé plus au S, à la cote 778 m, où nous avons trouvé tout d'abord des schistes quartzitico-micacés grisâtres, renfermant de l'épidote, de la magnétite, de la chlorite verte, de l'albite en porphyroblastes et beaucoup de quartz, N° 95 B; puis, plus au S, des amphibolites compactes, d'aspect diabasique, formées essentiellement d'amphibole bleuâtre, de magnétite, d'épidote avec quelques cristaux de plagioclases et beaucoup de quartz, N° 96 B. Depuis ce point, on voit de profil l'extrémité N du Khrébet-Salatim formée par une succession d'admirables terrasses, tandis qu'à l'E du Khrébet-Koschma le terrain est très plat, et on distingue à peine quelques ouwals sans importance. Nous continuons plus loin vers le S et arrivons sur une terrasse couverte de forêt brûlée, à la cote 692 m. Là, ce sont des amphibolites compactes, qui renferment des plagioclases kaolinisés en phénocristaux et de l'amphibole vert pâle, dans une masse formée par des débris d'amphibole, de plagioclases, d'un peu de quartz et de grains de zoïsite. Ces amphibolites proviennent vraisemblablement de porphyrites altérées, et sont représentées par les N°s 97 et 98 B. Nous allons encore plus au S pour gagner le dernier sommet tandis que les hommes vont faire le camp au Toump-Sal-Sos. Sur ce sommet, mais au flanc E, nous récoltons d'abord des amphibolites compactes, d'aspect diabasique, N° 99 B, puis, sur la plate-forme même, des amphibolites compactes analogues, N° 100 B, et, sur le flanc O, des roches semblables, N° 101 B. A l'E de ce sommet, se trouve un ouwal bas et boisé, sur lequel s'amorce la source gauche de B. Tocémia; plus au S, la chaîne s'abaisse aux sources ramifiées de B. Antschoug, puis remonte en donnant naissance à une série de terrasses du côté de l'E. La chaîne qui succède au Khrébet-Koschma constitue le Kent-Nior. Nous sommes alors descendus dans la vallée par le flanc E du Khrébet-Koschma qui est très abrupt, trouvant toujours les mêmes amphibolites N° 101 B, puis nous sommes rentrés au camp à 487 m. Le 21, nous en repartons, pour monter sur la crête de Toump-Sal-Sos; celle-ci est entièrement boisée, avec affleurements au sommet constitués par des roches gabbroïques enclavées dans des variétés schisteuses. Les amphibolites sont repré-

sentées par le N° 102 B, et les roches schisteuses, qui sont des amphibolites également, par le N° 103 B. Toute la crête est formée des mêmes roches, on voit des blocs d'amphibolites compactes entourées au toit et au mur par des amphibolites schisteuses. Nous nous sommes dirigés alors à l'O, en descendant le flanc abrupt du Toump-Sal, sans rencontrer autre chose que les mêmes amphibolites. A l'endroit où commence la forêt de pins, les roches changent de caractère; on trouve tout d'abord des schistes verdâtres paraissant quartziteux, formés par des lamelles de chlorite, des grains de magnétite, de l'épidote et des grains de quartz, N° 104 B; puis des épidotites de couleur vert clair, constituées par de nombreux grains d'épidote associés à du quartz et à un peu de feldspath, N° 105 B. Ces roches correspondent sans doute aux granites de Fédorof développés sur tout le cours de la rivière, qu'elles encaissent à l'E comme à l'O, et qui forment vraisemblablement un synclinal dans les amphibolites. Nous avons passé la rivière Antschoug et, marchant toujours à l'O, avons traversé le grand marécage situé sur sa rive gauche. Là se trouve un chemin que nous avons suivi jusqu'au camp de Wijaï. Il longe d'abord les granites de Fédorof jusqu'au confluent de Kolkholonia, puis passe dans les serpentines. Le 22, nous traversons Wijaï dont nous remontons le cours pour examiner les affleurements. Ce sont d'abord des harzburgites serpentinisées; sur un gros caillou poli qui affleure sur la rive gauche nous avons pris le N° 106 B, puis des schistes verts quartzito-épidotiques, qui affleurent en falaise sur la même rive et sont dirigés N 10° O avec plongement 80° à l'E, N° 107 B. C'est là aussi que l'on voit le contact des schistes quartziteux avec les serpentines dont la bande est d'ailleurs assez étroite. Nous sommes alors montés sur l'ouwal boisé qui fait face à Antschoug, qui est le prolongement N de celui de la rive droite visité le 19 et sur lequel nous avons campé. Cet ouwal est abrupt des deux côtés, et présente des affleurements continus de harzburgites serpentinisées à croûte rouge, Nos 108 et 109 B. Cette crête fut suivie jusqu'au point culminant où affleurent des roches identiques. Nous avons alors marché à l'O, puis recoupé le chemin et sommes remontés sur une crête parallèle à la première, et située à l'O de celle-ci. L'aspect des roches change totalement et, sur les affleurements, on observe de très nombreux types de cornéennes à grenat représentées par les Nos 110 B, 111 B, 112 B, 113 B, puis des serpentines compactes avec squelettes de pyroxènes rhombiques dans une masse serpentineuse, N° 114 B. Toute la crête du côté N est identique, et la disposition est la même qu'au Khrébet-Salatim; les harzburgites serpentinisées sont donc constamment flanquées à l'O par des serpentines dures, accompagnées de cornéennes à grenat. Sur la crête de l'ouwal, la cote est à 368 m.; nous sommes rentrés au camp par le même chemin. Le 23, nous avons quitté le camp, pour prendre le chemin qui va au S sur Iwdiel, chemin que nous avons d'ailleurs suivi en partie deux jours auparavant. Sur le sommet au S de celui qui surplombe notre campement sur Wijaï, nous avons trouvé un gros affleurement de serpentine renfermant encore de nombreux noyaux d'olivine dans une masse serpentineuse, N° 115 B; puis un peu plus loin, des roches compactes, gris verdâtre, renfermant de l'amphibole incolore et du sphène, que nous prenons pour des amphibolites, N° 116 B, et, encore un peu plus loin, des amphibolites franches, compactes finement grenues, d'aspect diabasique, formées par de l'amphibole incolore, du sphène, un peu de magnétite et une matière kaolinique entre les cristaux d'amphibole, N° 117 B.

Nous avons repassé par l'endroit déjà visité le 21 et traversé un petit cours d'eau dont nous ignorons le nom. Chemin faisant, nous avons vérifié que la crête couverte de pins qui se trouve à l'O du chemin est toujours formée par les serpentines. Le sentier passe alors par la forêt marécageuse où l'on trouve des cailloux de schistes verts, compacts et durs, formés de strates grisâtres avec rubans verdâtres, qui renferment de la magnétite, beaucoup d'épidote, de la chlorite et du quartz, avec une structure parallèle manifeste, *N° 118 B*. Ces roches sont des épidotiques quartzzeuses qui devraient correspondre aux granites de Fédorof. Nous sommes alors arrivés sur un grand marécage où affleurent quelques cailloux, qui sont des serpentines compactes dérivant des harzburgites, *N° 119 B*. A 200 m. environ à l'O du chemin, on remarque un petit sommet pelé formé par des roches rouges et qui est couvert de forêt brûlée. Le chemin traverse ensuite la rivière Kolkholonia, puis débouche sur un village abandonné de Vogoules. Nous nous rendons alors sur un ouval boisé de pins sur lequel affleurent de nombreux blocs de serpentine. Nous y établissons le camp après avoir vérifié que le chemin bifurque vers l'O. Nous nous rendons alors au sommet rouge et pelé vu depuis le marécage. On traverse d'abord la rivière, puis une région tourbeuse à la surface de laquelle serpentent plusieurs ruisseaux. Le sol devient alors subitement sec, puis apparaît la forêt brûlée au milieu de laquelle affleurent d'innombrables blocs de dunitite couverte de sa croûte caractéristique. Ces dunitites forment toute l'extrémité S de la crête boisée, coupée transversalement par la rivière Kolkholonia, et sont développées sur plus de 500 m. Le *N° 120 B* représente cette dunitite, qui renferme, à côté de l'olivine, du spinelle et de l'hypersthène. Plus loin vers l'O, ces dunitites disparaissent complètement et sont remplacées par des serpentines à croûte grise. La cote du camp au soir était de 346 m. *Le 24*, nous avons suivi le chemin qui va au S de notre camp et qui reste longtemps sur une crête boisée de pins, où l'on trouve des serpentines verdâtres à cassure esquilleuse renfermant encore du pyroxène dans une masse lamellaire, serpentineuse, avec grains de magnétite, *N° 121 B*. Un peu plus loin, on croise des roches grisâtres et compactes, formées surtout d'amphibole accompagnée d'un peu de sphène, que nous considérons comme des amphibolites *N° 122 B*. Le sentier traverse ensuite des marécages où affleurent quelques blocs de roches schisteuses, verdâtres, d'aspect talqueux, qui renferment de la magnétite et de la serpentine en fibres à structure parallèle. Nous prenons ces roches pour des schistes serpentineux, *N° 123 B*; arrivés sur la rivière M. Antschoug, nous en suivons la rive gauche où nous pensions rencontrer les granites de Fédorof, et où l'on trouve en réalité des roches grisâtres, schisteuses, formées par de l'épidote, des grains de quartz et des lamelles de chlorite, qui sont des épidotites quartzzeuses, *N° 124 B*. Peu de temps après nous avons croisé une petite rivière, puis marché au SE et traversé une nouvelle zone marécageuse couverte de bouleaux pour arriver sur un col où se trouvent des roches grises finement grenues, formées d'amphibole et de zoïsite, dans une masse kaolinique provenant d'un feldspath, roches que nous considérons comme des amphibolites à zoïsite, *N° 125 B*. Ce col appartient au Kent-Nior, qui est un prolongement S du Khrébet-Koschma. Du col, nous sommes montés sur le sommet pelé couvert de forêt brûlée qui se trouve plus au S; nous avons rencontré là des roches compactes, grenues, noirâtres, diabasiques, contenant du pyroxène

monoclinique, de la magnétite, de l'amphibole d'ouraltisation et des feldspaths kaolinisés. Ces roches sont sans doute des diabases altérés, *N° 126 B*. Après avoir cheminé sur la crête jusqu'aux sources de la rivière Tolia, nous y campons toujours sur les mêmes roches. *Le 25*, nous avons continué à explorer la partie plus au S de la crête de Kent-Nior, et constaté que les sommets en sont rejetés à l'E par rapport au Khrébet-Koschma. Sur le premier sommet couvert de forêt brûlée, on trouve des roches compactes, verdâtres, finement grenues, qui sont des amphibolites provenant sans doute des gabbros et des diabases, *N° 128 B*. Nous sommes arrivés ensuite plus au S au delà des sources de Tolia, sur une première terrasse couverte de forêt, où, sur les blocs qui jonchent le sol, on rencontre de nouveau des amphibolites analogues aux précédentes, *N° 128 B*. En continuant à marcher au S, on descend sur une nouvelle terrasse boisée à l'extrémité S de laquelle se trouve un épaulement rocheux à la cote 778 m. que nous gravissons, et où nous trouvons toujours les mêmes amphibolites, *N° 129 B*. Cette terrasse est recouverte de végétation rabougrie, au-dessus de laquelle s'élève un petit monticule isolé, à la cote 824 m., toujours formé par des amphibolites compactes, *N° 130 B*. Nous sommes ensuite redescendus camper dans une vallée située plus au S et occupée par un tributaire de Wijaï, puis nous sommes montés au sommet superbement terrassé terminant le Kent-Nior vers le S, et encaissant la rive gauche de Wijaï, laquelle coupe la montagne en cluse. Au sommet, on trouve toujours les mêmes amphibolites, *N° 131 B*. *Le 26*, nous sommes partis du camp à la cote 655 m. pour recouper le chemin qui suit Antschoug; dans la forêt on trouve des cailloux d'amphibolites, puis les « granites de Fédorof »; le chemin se dirige ensuite au NE dans la vallée, au milieu d'un affreux marécage. Nous croisons probablement une des sources B. Antschoug, puis M. Antschoug, où nous trouvons un Vogoule avec un traîneau attelé. Il suivait lui-même le grand chemin qui est à 10 m. environ de la rive de M. Antschoug et qui va aux sources du Violce. *Le 27*, nous rentrons au premier camp. Sur la crête de serpentines, nous avons récolté des cornéennes à grenat au S du camp de Kolkholonia, *Nos 132 B, 133 B et 134 B*, puis un peu plus loin des schistes serpentineux, *135 B*. *Le 28*, nous regagnons l'Oural en suivant un chemin qui marche au SO et qui suit une crête boisée, formée de schistes verts. Nous traversons Iwdielskaïa-Sopka, puis le Pou-Toump, et nous rentrons sur Violce par un chemin déjà parcouru. Sur tout le trajet on ne voit que des schistes verts.

§ 3. — Itinéraire Pearce-Grosset.

Le 30 juillet, nous partons pour Gora-Pakna, qui fait partie du Tschistop et forme une crête bordant la rive gauche de Tschoporia. C'est un sommet arrondi, divisé plus au N en deux ouwals séparés par une petite vallée orientée N 10° O, occupée par un ruisseau qui se jette dans un affluent de l'Ouschma. Chacun de ces ouwals est séparé du sommet principal par un col formant vallée transversale, occupé par des ruisseaux qui coulent dans Tschoporia. L'ouwal

de l'O s'abaisse très rapidement par des terrasses successives, celui de l'E se prolonge plus loin vers le N, et s'abaisse brusquement. Nous sommes montés au sommet de Pakna par le flanc SSE couvert de gros éboulis, sur lesquels nous avons récolté successivement les N^{os} 2 A, 3 A, 4 A, qui sont des norites franches contenant de la magnétite, de l'hypersthène, du pyroxène monoclinique, des plagioclases basiques et souvent des micropegmatites en plages de ces divers éléments. Un peu plus loin, et au NO du N^o 4, nous avons récolté le N^o 5 A, qui est toujours une norite. En continuant à monter, on arrive sur les terrasses situées sous le sommet. Sur le point culminant de l'ouwal de l'O qui se détache de Pakna, on retrouve les mêmes norites, N^o 6 A, puis, sur l'ouwal de l'E, des roches analogues aux précédentes, mais plus feldspathiques et plus schisteuses. Depuis l'extrémité de cet ouwal, on voit des roches jaunes qui bordent la Tschoporia, et qui sont également des norites, N^o 7 A. Campé sur la Tschoporia. Le 31, nous avons suivi la Tschoporia jusqu'à sa jonction avec l'Ouschma, puis le cours de celle-ci pour dresser notre tente un peu en aval de Wirwitoum. Sur tout le parcours, les affleurements sont nombreux; on trouve d'abord des gabbros ouratilisés, N^o 8 A, puis à 2 ou 3 verstes en aval, des gabbros à olivine, N^o 9 A, et un peu plus loin, à l'endroit où se termine l'arête de Tschoporia qui s'abaisse et disparaît sous les alluvions, des gabbros-diorites, N^o 10 A. Plus loin encore, sur la rive gauche de Tschoporia, sur un très petit ouwal et un peu avant son confluent, on rencontre des gabbros à olivine, N^o 11 A. Nous passons alors sur l'Ouschma; un peu en amont et en aval du confluent affleurent des roches à grain fin, qui renferment

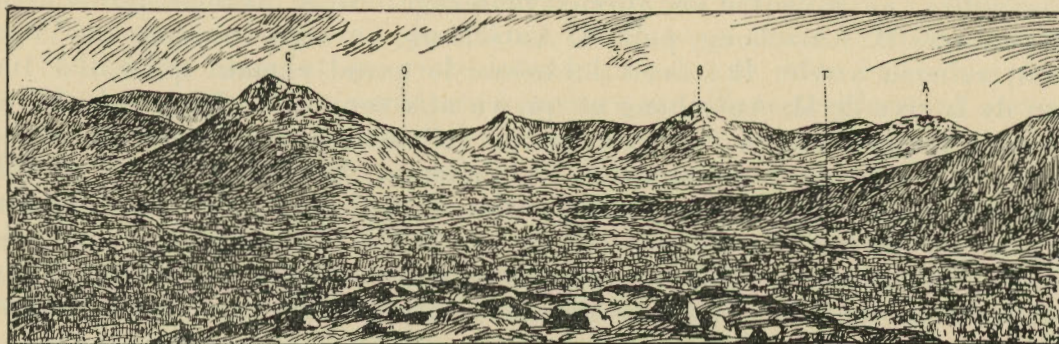


FIG. 2. — Vue prise du sommet du Pakna, vers l'Est.

A }
 B } = Sommets mentionnés dans l'itinéraire Pearce.
 C }
 T = Rivière Tschoporia. O = Rivière Ouschma.

de la magnétite, un peu d'olivine, de l'hypersthène, du pyroxène monoclinique et des labradors basiques, avec une structure grenue, roches qui sont encore des gabbros à olivine peut-être filoniens. A une verste environ en aval du confluent, on voit des roches à faciès de tilaïtes, puis au confluent même de Wirwirtoum, des roches diabasiques altérées. Nous avons alors marché E 12° N pour atteindre le sommet A de la figure 2 qui se trouve à l'E du confluent. Le 1^{er} août, nous

continuons la marche E 12° N et gagnons à peu de distance de Wirwirtoum un ouwal au pied duquel coule l'Ouschma. Là, apparaissent des gabbros ouratilisés leucocrates, N° 13 A (échantillon pris au pied de l'ouwal). A une verste et demie plus loin, on atteint l'ouwal A couvert de forêt brûlée, qui présente les affleurements d'une roche finement grenue, mélanocrate, verdâtre, formée de magnétite, d'amphibole et de plagioclases, avec structure grenue, correspondant à une berbachtite amphibolique, N° 14 A. De là, nous marchons directement au N pour atteindre le sommet B, qui est très régulier comme forme et présente de nombreux affleurements de gabbros-diorites mésocrates à grain moyen, N° 15 A. Le sommet C se trouve à 0.25° N de celui B, et le Khoï-Ekwa à N 43° O. Nous avons alors marché O 25° N pour atteindre C. En route, on rencontre des roches identiques à celles du sommet B, soit des gabbros-diorites leucocrates, N° 16 A, pris sur la terrasse au S de C. Ce sommet lui-même présente de très nombreux affleurements, formés par des gabbros ouratilisés renfermant un peu de biotite, N° 17 A. Le sommet du Khoï-Ekwa se trouve N 50° O par rapport à C, sur le flanc S duquel nous avons croisé le chemin de Vogoules qui mène à Alexeia Oukladowa. Nous avons campé dans la vallée située entre C et le Khoï-Ekwa. Ce sommet C est le point culminant d'un ouwal orienté à peu près NS. Le col que l'on traverse entre cet ouwal et le Khoï-Ekwa forme la ligne de partage entre Lozwa et Ouschma. *Le 2*, nous marchons N 52° O pour atteindre le sommet du Khoï-Ekwa. La route traverse des roches semblables à celles du sommet C. Sur l'Ouwal compris entre C et le Khoï-Ekwa, on croise des roches d'aspect granitique, mésocrates, à grain moyen, qui renferment de la magnétite, du pyroxène monoclinique, de l'amphibole, de la biotite, des plagioclases zonés et du quartz. Nous considérons ces roches comme des gabbros-diorites micacés et quartzifères, N° 18 A. Le chemin descend ensuite dans un petit vallon occupé par un ruisseau et croise une sente de Vogoules; on monte alors sur le Khoï-Ekwa, par une pente d'abord douce, qui s'accroît vers le sommet; sur la route, on trouve de nombreux affleurements ruiniformes d'une roche présentant des schlierens, roche très cristalline, qui correspond à un gabbro à olivine mésocrate typique, N° 19 A. Depuis le sommet, on a une vue étendue du côté de l'E; c'est la plaine, sans ouwal important. Du côté de l'O et du NO, par contre, le Tschakhl-Nior forme une chaîne boisée continue, tandis qu'au N le Khoï-Ekwa paraît se prolonger par trois petits ouwals numérotés en chiffres romains I, II, III (fig. 3); le N° III serait le Lociem-Our. Marché alors N 35° O pour placer le camp sur la rivière Aouspia. Sur le flanc par lequel nous sommes arrivés sur la rivière, la pente est assez raide, et ici les roches sont semblables à celles trouvées plus haut. Les alluvions d'Aouspia sont entièrement formées de schistes verts. *Le 3*, nous avons marché N 35° O pour atteindre l'ouwal N° I, formé de gabbros-diorites mélanocrates types, N° 20 A, puis nous avons traversé une rivière assez importante qui coule entre I et II. Après le premier ouwal, nous allons directement au N pour atteindre le N° II. La marche est difficile dans la forêt brûlée abattue par le vent. Un peu après la rivière, nous avons trouvé des gabbros à olivine ouratilisés, qui renferment beaucoup de spinelle, de l'olivine, de l'hypersthène, des pyroxènes monocliniques et des plagioclases basiques, N° 21 A; puis, au sommet de l'ouwal N° II, des gabbros-diorites superbes, riches en amphibole et largement cristallisés, N° 22 A, dont les affleu-

rements sont d'ailleurs fréquents. Nous avons campé sur une rivière assez importante, qui coule à l'E et draine les eaux du grand cirque compris entre le Tschakhl-Nior, et les ouwals II et III du croquis N° 3. Cette rivière n'est pas marquée sur la carte Fédorof, mais elle se jette probablement dans la Lozwa aux environs du grand coude qu'elle fait vers l'O. *Le 4*, nous sommes montés au Lociem-Our, en marchant sensiblement au N. En route, nous avons croisé quelques affleurements chaotiques de superbes gabbros-diorites mélanocrates ou leucocrates, avec nombreux schlierens. Au sommet même, on trouve une roche très fraîche dioritique, leucocrate, qui est un gabbro-diorite type, N° 23 A. L'ouwal se continue encore un peu au N, et s'abaisse sur la Lozwa qui le contourne. Nous sommes rentrés au camp de la veille par le même chemin. Près de là, la rivière reçoit un affluent très important venant du NO; les cailloux de son alluvion sont des schistes verts. Nous prenons ensuite la direction O pour atteindre le Tschakhl-Nior. On descend d'abord dans la dépression comprise entre celui-ci

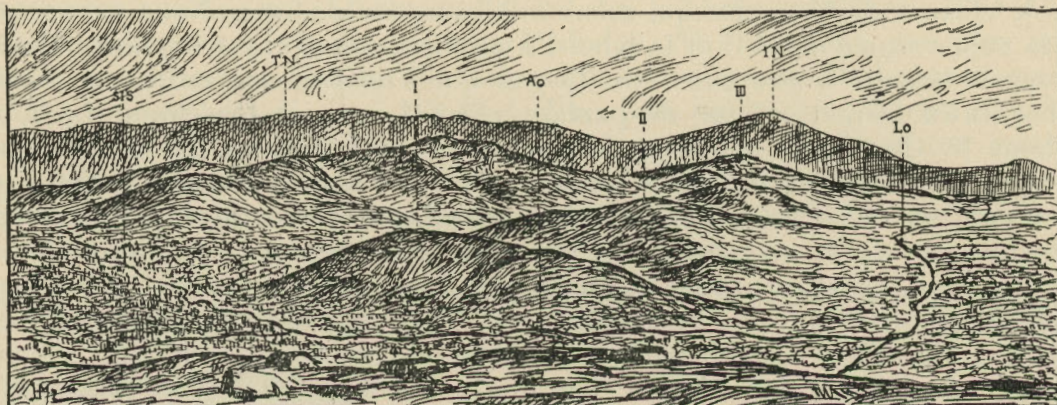


FIG. 3. — Croquis pris depuis le sommet du Khoï-Ekwa vers le Nord, montrant les ouwals à l'Est du Khrébet-Tschakhl-Nior.

- | | | |
|--------|---|-----------------------|
| I } = | Ouwals mentionnés dans l'itinéraire Pearce. | |
| II } = | | |
| III } | | |
| IN = | Ialpin-Nior. | TN = Tschakhl-Nior. |
| Lo = | Rivière Lozwa. | Ao = Rivière Aouspia. |
| SIS = | Rivière Sara-Ioulin-Sos. | |

et le Lociem-Our, après avoir passé un petit ouwal qui se détache du Tschakhl-Nior. Au sommet de cet ouwal, on voit affleurer des schistes vert-grisâtre pâle, assez compacts, qui renferment beaucoup d'épidote et des plagioclases en gros cristaux, dans une pâte quartzeuse avec fines lamelles de mica blanc. Ces roches sont probablement des porphyrites écrasées et transformées en épidotites, N° 24 A. Nous avons alors campé dans un vallon au pied du Kent-Nior. *Le 5*, nous continuons notre marche O pour arriver sur le Tschakhl-Nior, dont nous suivons la crête en nous dirigeant au S jusqu'à un point situé 015° S du Pouri-Mongit-Our. Nous sommes descendus ensuite dans la vallée comprise entre l'Oural et le Tschakhl-Nior, et avons campé dans cette vallée, sur une ligne de partage des eaux de la Lozwa et de l'Aouspia. Le Tschakhl-Nior forme une longue chaîne dirigée à peu

près NS, à sommets arrondis, séparés les uns des autres par des cols parfois assez profonds. Une série d'ouwals s'en détachent et descendent obliquement dans la dépression située entre cette montagne et le Lociem-Our. Toute la chaîne du Tschakhl-Nior est entièrement constituée par des roches d'un vert grisâtre clair, légèrement schisteuses, qui sont formées par de gros porphyroblastes d'épidote et de feldspaths, disposés dans une masse quartzreuse finement grenue qui renferme aussi de nombreuses plages de calcite. Ces roches, que nous rattachons aux épidotiques, sont probablement des porphyrites entièrement transformées, *N° 25 A*. *Le 6*, nous avons marché directement à l'O, pour rejoindre la crête de l'Oural et camper sur les sources de Malaïa Lozwa. On arrive tout d'abord sur un sommet boisé, le Man-Khola-Tschakhl, sorte de selle qui sépare les eaux des affluents de la Lozwa au N et de l'Aouspia, au S. D'après Fédorof, on devrait trouver là des gneiss à pyroxènes; en réalité les affleurements sont formés de schistes verts compacts, de couleur claire, qui sont constitués par un assemblage grenu de grains d'épidote, d'aiguilles d'amphibole et de grains de quartz, avec quelques porphyroblastes de feldspaths, et des amas de gros prismes d'épidote associés à des lamelles de chlorite. Ces roches peuvent être considérées comme des amphibolites à épidote et sont représentées par le *N° 26 A*, qui a été récolté sur le premier sommet boisé rencontré à partir du Tschakhl-Nior en allant au Man-Khola-Tschakhl. Nous avons ensuite traversé obliquement cette dernière montagne pour arriver à un col qui la sépare du Pouri-Mongit-Our. Toute la crête du Man-Khola-Tschakhl présente de nombreux affleurements de roches schisteuses dirigées NS et plongeant E 40°, qui sont constituées par des lamelles de chlorite et de mica blanc, associées à de très nombreux grains de quartz et à quelques grains de calcite, roches qui appartiennent au groupe des schistes chlorito-micacés. L'échantillon *N° 27 A*, pris sur la crête même, représente un bon type de ces roches. Depuis le Man-Khola-Tschakhl, nous avons fait une marche de flanc en tournant le sommet plus élevé qui domine le fond de la vallée de l'Aouspia, pour camper dans la région supérieure du cours de la Lozwa. Cette rivière coule dans un ravin profond où affleurent des schistes quartziteux, verdâtres, qui renferment du mica blanc et de la chlorite, et qui sont dirigés N 20° O avec faible plongement au N. Ils dessinent une petite voûte anticlinale. D'après la carte de Fédorof, ces roches devraient représenter des gneiss à pyroxène. *Le 7*, le temps est très mauvais, il fait un brouillard intense. Nous essayons de regagner le massif de la Wichéra par une marche à l'O et au S et arrivons sur une rivière coulant à l'O, qui est probablement celle qui se trouve au N de Toump-Niol. Vu le mauvais temps, nous arrêtons la marche et campons. *Le 8*, le temps est toujours mauvais; nous marchons d'abord à l'O pour regagner la ligne de partage de l'Oural, puis ensuite au S. On traverse des sommets élevés que, vu le brouillard, il est impossible de situer. En route, peu après le campement, on longe une rivière qui coule assez longtemps du S au N; c'est probablement la source principale de la Khozia, et le camp de la veille aurait donc été placé au-dessus du confluent de cette rivière avec un autre affluent coulant au NO. En continuant à marcher, on tombe dans une vallée profonde, dirigée EO, où nous trouvons un campement de Vogoules; c'est une des sources de la rivière Ounia. Passé la nuit au camp des Vogoules. *Le 9*, le temps s'améliore un peu, et nous retrouvons un chemin qui

va au S en passant par une série de sommets appartenant à la chaîne de l'Oschy-Nior. Arrivés le soir même près du camp général, mais surpris par la nuit et le brouillard, nous devons camper sur le plateau. *Le 10*, regagné le camp général.

Le 11, partis de ce camp, nous avons d'abord suivi le chemin de Vogoules, qui longe la crête de L'Oschy-Nior, et campé sur l'affluent N d'une rivière rencontrée en 1905 dans la traversée EO de l'Oschy-Nior. *Le 12*, nous avons continué la marche de la veille et sommes venus camper au pied du Pourminsky-Kamen. Pour cela, on longe l'Oschy-Nior en passant à l'O au-dessous de la crête et traverse la partie supérieure d'un ravin occupé par les affluents latéraux de la Wichéra. Le dernier de ceux-ci atteint, on passe un col situé à l'O de l'Ouschminsky-Kamen et descend dans un grand cirque occupé par les sources de Pourma. Là on voit en place des schistes quartzito-chloriteux, N° 28 A. On traverse ensuite le cirque par une marche de flanc au NO pour atteindre un nouveau col, par lequel on pénètre dans la vallée où s'amorce une source de l'Ounia. Sur ce col, on trouve des affleurements en couches presque horizontales de schistes quartzito-chloriteux, N° 29 A. Ces affleurements sont le prolongement N de la longue crête dentelée qu'on observe sur la rive gauche de B. Wichéra. Nous avons continué la marche au N pour camper sur une source de l'Ounia. *Le 13*, nous faisons une marche de reconnaissance vers le N, avec une partie des bagages, et renvoyons deux hommes avec les chevaux pour chercher celui resté au camp général. Nous franchissons d'abord la barre montagnaise du Pourminsky-Kamen à l'O du sommet et descendons sur la rivière Khozia, près de laquelle nous trouvons un chemin qui nous conduit, en traversant un cirque où s'amorce un affluent de la rive droite de la Khozia, jusqu'à la première source de B. Lozwa, sous le Pouri-Totem. Là, se trouvait un campement d'Ostiaks auxquels nous avons confié nos bagages. *Le 14*, nous avons transporté une autre fraction du bagage au point atteint la veille et campé là par le brouillard. *Le 15*, les hommes envoyés le 13 au camp général arrivent seulement dans l'après-midi, le brouillard les ayant retardés. *Le 16*, nous reprenons la marche vers le N, mais avec beaucoup de difficultés à cause du brouillard, et campons sur une des sources de B. Lozwa. Entre elle et la suivante on traverse une montagne ou plutôt une arête transversale, qui se détache de Loundkhocem. *Le 17*, marchant toujours au N nous avons franchi un col situé dans la chaîne du Poumi-Sani-Niol qui fait communiquer la vallée de la Lozwa avec celle où coule la Solpa. Le brouillard est intense, et de nombreux pierriers nous obligent à marcher doucement. Nous nous arrêtons sur la source *a* de la Solpa et revenons avec trois hommes et les chevaux chercher le reste des provisions au camp des Ostiaks, mais ne pouvant le rejoindre, par suite du brouillard, nous campons au même endroit que la veille. *Le 18*, nous regagnons le camp sur la source *a* de Solpa et reprenons notre marche sur celle *b* de la même rivière où nous laissons un dépôt de vivres pour le retrouver au retour; le même jour nous envoyons des hommes en arrière pour ramener au camp les vivres que nous avons laissés. *Le 19*, nous marchons au N puis légèrement à l'E, en traversant la base du Iani-Khaïs, où l'on a des schistes quartziteux; puis obliquant un peu plus à l'E, après avoir contourné le vallon où prend naissance la source *c* de la Solpa, nous atteignons un col qui se trouve entre le Iani-Khatchet et le Iani-Khaïs, col qui fait ligne de partage entre la Solpa et la M. Petchora. Sur ce col s'élève un petit

sommet très aigu, formant une véritable pyramide constituée par des diabases complètement altérés, *N° 30 A*. Nous nous rendons ensuite, en contournant la partie supérieure du vallon où s'amorce la M. Petchora, à un autre col situé entre le Iani-Khatchet et le Iani-Potouri; ce col fait ligne de partage entre la Petchora et la B. Soswa. On trouve là des affleurements de schistes quartziteux à mica blanc. Puis par une marche moyenne E 20° S, et après avoir contourné la base d'un grand éperon qui se détache du Iani-Khatchet, nous nous rendons à un col situé entre ce massif et l'Oïka-Nior. Ce col fait ligne de partage entre la B. Soswa et la rivière Aktel. Nous prenons ensuite la direction E en marchant de flanc sur le versant S de l'Oïka-Nior. Cette montagne comprend trois sommets herbeux séparés par des cols peu profonds. Nous atteignons de la sorte la ligne de partage entre M. Soswa et B. Soswa, puis franchissons ensuite un dernier sommet sur lequel se trouve une pyramide de triangulation, pour tomber peu après sur le chemin de la M. Soswa. Sur l'Oïka-Nior affleurent des schistes verts compacts très analogues au *N° 26*, qui contiennent comme lui de nombreuses aiguilles d'amphibole, des grains d'épidote et de quartz, avec plusieurs grandes plages de quartz grenu et des porphyroblastes d'épidote; nous rattachons ces roches aux amphibolites épidotiques, *N° 31 A*. Nous avons alors suivi le chemin et campé à une faible distance de la Soswa, sans doute sur l'affluent gauche qui s'amorce près des sources de Kholténia. En route, nous récoltons des schistes quartzito-micacés tout à fait typiques, *N° 32 A*. *Le 20*, nous suivons toujours le chemin de la Soswa pour arriver au S du Ialpin-Nior; la marche est pénible sur une région plate et marécageuse où l'on trouve des cailloux de nature diverse. Nous nous arrêtons entre deux affluents de M. Soswa, l'un vient du Ialpin-Nior, l'autre des environs de l'Oïka-Nior. Après avoir vainement cherché un endroit où les chevaux puissent se nourrir pendant quelques jours, nous campons sur un point quelconque, et renvoyons le lendemain les chevaux en arrière. Avant de croiser l'affluent venant de l'Oïka-Nior, on trouve sur le chemin des blocs de schistes quartzito-micacés noirâtres, *N° 33 A*. *Le 21*, nous sommes montés sur le Ialpin-Nior par le flanc S, en suivant sensiblement la crête d'un éperon, et en marchant au N. Au début, près de notre camp, on trouve des blocs épars de quartzites micacées d'un blanc jaunâtre, *N° 34 A*. Lorsque la pente devient plus raide, on trouve immédiatement des gabbros-diorites largement cristallisés, mélanocrates, qui appartiennent aux plus beaux types de ces roches, *N° 35 A*. La richesse en hornblende ainsi que la dimension des cristaux sont variables. Certains spécimens sont absolument mélanocrates, d'autres très leucocrates. Souvent on observe une structure rubanée dont les bandes alternantes ont de 2 à 3 cm. de largeur. Le premier sommet que nous atteignons est séparé du gros du massif par un col peu profond, sur lequel s'amorcent deux rivières. Vers le S, entre le Ialpin-Nior et le Lociem-Our, la région est absolument plate et marécageuse. *Le 22*, nous sommes montés au sommet principal du Ialpin-Nior, en marchant au S depuis le camp qui se trouve sur un col, près de l'extrémité S de la chaîne. Ce col fait ligne de partage entre le petit affluent de la Schischia et les deux rivières qui coulent dans M. Soswa. Le sommet est un plateau à peu près horizontal, dont le point culminant se trouve à l'extrémité NO. Là, sur de gros affleurements, on trouve de superbes gabbros-diorites largement cristallisés, *N° 36 A*. Ce sont

ces roches qui constituent presque entièrement le massif du Ialpin-Nior; là encore la richesse en amphibole et la grandeur des cristaux sont très variables; souvent, dans un même bloc, on trouve des plages uniquement amphiboliques et d'autres où les feldspaths sont presque purs. Au NO du Ialpin-Nior vient se placer le Miniéli-Soutour, qui appartient au même massif et qui est relié au sommet principal par un col peu profond où apparaissent des roches très largement cristallisées, à grands cristaux d'amphibole, qui sont des gabbros-diorites pegmatites, *N° 37 A*. Ce col fait ligne de partage entre la Schischia et une grande rivière qui se jette dans B. Soswa à 5 verstes en aval de celle-ci. Sur la carte, le cours de la Schischia est marqué trop long. Le Miniéli-Soutour est séparé de la crête du Ialpin-Nior par une profonde vallée d'érosion dont les eaux se déversent dans la B. Soswa, en donnant naissance à un important affluent. Le Miniéli-Soutour comprend deux sommets; depuis le premier, on voit le point culminant du Ialpin-Nior à E 20° S; les roches qu'on y rencontre sont identiques à celles trouvées dans cette montagne. Depuis le deuxième sommet, on voit le Ialpin-Nior qui est à S 32° E. Ce sommet est séparé du premier par un petit col où apparaissent des roches très riches en amphibole. Ces deux sommets ont la forme de dômes arrondis, leurs pentes à l'E et à l'O sont très fortes. A la base du deuxième sommet du Miniéli-Soutour, nous avons récolté des gabbros mélanocrates typiques, *N° 38 A*. Comme le Miniéli-Soutour s'abaisse très rapidement au N, nous sommes descendus à l'E dans la vallée, puis sommes remontés sur la chaîne du Ialpin-Nior qui se détache du sommet principal à l'E. Au S du point atteint on voit une sommité arrondie réunie au Ialpin par un petit col. Au N de cette sommité, la crête du Ialpin se subdivise en deux chaînes, séparées par une vallée d'érosion assez profonde. Le chaînon occidental se continue assez loin vers le N, le chaînon oriental se termine rapidement de ce côté; ce chaînon forme le petit éperon qui, sur la carte, s'avance très près du Ialpin. Dans la vallée comprise entre les deux chaînons naît une rivière qui s'écoule dans le lac, dans lequel elle pénètre par l'extrémité NO. Les roches dominantes dans ces deux chaînons sont identiques à celles rencontrées précédemment. Sur le chaînon occidental, nous avons trouvé des types très finement grenus, qui sont certainement filoniens, et correspondent à des berbachites à hornblende, *N° 39 A*. Il est possible aussi que ces roches ne soient qu'une variété très finement grenue de gabbros-diorites à structure taxitique, comme on le voit fréquemment.

Le grand affluent de la rivière Ialpin-Nior, Tom-Avritsch, n'est pas marqué d'une façon exacte; le cours en est trop long et débute au col compris entre l'éperon et le Ialpin-Nior. Pour rentrer au camp nous suivons le versant E du Ialpin. On voit partout les mêmes roches, soit des gabbros-diorites de types les plus variés. Au N et au S du Ialpin-Nior, le pays est absolument plat et marécageux. *Le 23*, nous avons déplacé le camp pour le mettre au confluent de la Schischia. Nous avons suivi pour cela le flanc E du Ialpin-Nior et avons trouvé au col des hornblendites grossièrement grenues, qui passent aux gabbros-diorites, *N° 40 A*. Les affleurements que l'on suit sur le col sont formés de superbes roches de même nature, dans lesquelles on trouve des cristaux de hornblende de plusieurs cm. de longueur, distribués dans une masse grenue formée de plagioclases basiques tout à fait frais; ces grands cristaux de hornblende renferment encore des noyaux

de pyroxène monoclinique, N° 41 A. L'échantillon a été pris sur le col même entre le Ialpin-Nior et Miniéli-Soutour. Les variétés très riches en amphibole forment des lentilles ou bandes parallèles dans l'élément leucocrate. Nous sommes montés alors sur le Miniéli-Soutour et redescendus sur son flanc E jusqu'à B. Soswa, où nous avons établi le camp, à une verste en aval du confluent de Schischia. Durant toute la descente, on ne rencontre que les roches du Ialpin. *Le 24*, après avoir fait une reconnaissance du cours de la Soswa, nous en avons examiné les alluvions qui sont formées en grande partie de schistes verts, avec des roches du Ialpin. Sur la rive droite, en amont, près du confluent de Kholtenia, nous récoltons de superbes glaucophanites qui renferment de la glaucophane, de la magnétite, de l'épidote, de la chlorite, du mica blanc, du sphène, des porphyroblastes de plagioclases albitiques et des grains de quartz, N° 42 A. *Le 25*, nous descendons la Soswa en radeau. Sur les trois premières verstes, on n'observe pas d'affleurement, puis bientôt sur la rive gauche, à quelques mètres en amont du premier affluent, on trouve des schistes grisâtres, d'apparence légèrement satinée, qui renferment de la calcite, d'innombrables grains d'épidote, de l'amphibole à peine colorée et du quartz. Ces roches correspondent à des schistes quartzito-épidotiques, N° 43 A. Plus loin sur la rive gauche, au grand coude que fait la rivière vers l'O, et au moment où son cours prend la direction NE, affleurent des quartzites micacées grisâtres, qui paraissent recouvertes par des schistes verts analogues au numéro précédent, N° 44 A; ces schistes apparaissent sur les deux rives presque constamment le long de la boucle de la Soswa; leur direction est N 20° O et leur prolongement est E. Ces schistes alternent avec des bancs plus quartziteux. La rive gauche est occupée par un grand ouwal probablement en quartzites. Nous avons placé un poteau près de l'affluent de la rive droite qui vient après la grande boucle indiquée. Plus en aval, réapparaissent des schistes verts; toutes ces roches se trouvent sur la carte de Fédorof dans une bande marquée comme granites et gneiss. *Le 26*, nous sommes montés sur l'ouwal boisé qui prolonge au N le Ialpin-Nior (probablement le Pang-Soutour) par une marche E 20° N. On traverse d'abord un premier ouwal, sur lequel on voit deux gros blocs d'une roche noirâtre qui est une pyroxénite, N° 45 A. Cet ouwal est disposé obliquement sur la ligne de notre parcours; en continuant sur le flanc N, on descend dans une combe pour regagner un ouwal beaucoup plus élevé à pente assez rapide. Dans la combe, on rencontre un amas chaotique des roches du Ialpin, mêlées à des schistes verts, ce qui permet de conclure que ces derniers remontent ici assez haut, et viennent sans doute s'appuyer sur les roches amphiboliques qui forment le grand ouwal. Sur la pente, et au sommet de ce dernier, on trouve de nombreux affleurements de gabbros-diorites à grandes amphiboles, et à structure taxitique, N° 46 A. Nous sommes rentrés au camp pour continuer la descente de la Soswa. A une faible distance de celui-ci, sur la rive droite, on voit un affleurement de schistes verts, puis, plus loin, apparaissent des roches schisteuses dirigées N 30° O, qui semblent, à l'œil nu, être des amphibolites et qui sont, en réalité, une variété de gabbros-diorites, N° 47 A. Un peu plus loin encore, on trouve de nombreux affleurements des roches habituelles du Ialpin-Nior, dans lesquelles les variétés riches en amphibole alternent avec d'autres qui sont essentiellement feldspathiques. Des affleurements de roches semblables se retrouvent également fréquemment sur la rive

gauche, notamment au confluent de Lévulia, où les schlierens sont très visibles. *Le 29*, nous avons continué la descente de la B. Soswa jusqu'au confluent de la petite rivière qui descend du Pang-Soutour; on ne rencontre que des gabbros-diorites micacés, *N° 49 A*. Un peu en aval du confluent, et à une faible distance, on voit encore les mêmes roches, auxquelles succèdent des diabases à grain fin; nous n'avons pas réussi à trouver les roches qui correspondent à la zone de granites-gneiss marqués sur la carte de Fédorof. Ces diabases affleurent constamment sur une grande longueur, et la Soswa coule en cet endroit dans un lit très encaissé. Les *N°s 50 et 51 A* sont des échantillons de ces diabases. Nous n'avons pas vu non plus les quartz-porphyles marqués sur la carte. A deux verstes en amont du confluent de la rivière Oïazer, on rencontre des diabases sur les deux rives de la Soswa, *N° 52 A*. Plus en aval, le lit de la rivière reste toujours très encaissé, et les affleurements abondent. Ce sont toujours les mêmes diabases que l'on trouve également près de l'affluent de la rive droite qui naît dans le voisinage du lac Ialpin, *N° 53 A*, diabases qui se continuent jusqu'au confluent de la petite rivière qui prend naissance à l'E du Pang-Soutour, sur la rive droite, *N° 54 A*. A une faible distance de là, et sur la rive gauche de la Soswa, on remarque alors des bancs de calcaires d'un blanc grisâtre, fétides, dolomitiques, qui traversent la rivière; ces bancs peu épais sont accompagnés de conglomérats et de brèches à cailloux de diabases. Plus en aval, apparaissent des tufs (le *N° 55 A* représente ces calcaires dolomitiques, le *N° 56 A* le conglomérat à quelques mètres en amont du 55, le *N° 57 A*, une brèche trouvée dans les bancs de calcaire, le *N° 58 A* un tuf en fragments anguleux pris en aval du 55 et le *N° 59 A* un tuf à grain fin superposé au 58). Ces tufs se présentent en bancs lités, de caractère nettement sédimentaire. Ils alternent avec les calcaires et sont traversés par des filons de diabase qui forment de beaux dykes. C'est le cas par exemple, en face du petit affluent de la rive droite qui suit le premier banc de calcaire traversé, où l'on voit, à peu de distance l'un de l'autre, deux splendides dykes coupant normalement les strates de tufs.

En descendant la rivière, plus en aval, on traverse encore deux bancs de calcaire inclus dans les tufs, et aussi des conglomérats à cailloux de calcaire dolomitique ou siliceux, ainsi que des schistes noirs. Ces affleurements sont peu nombreux et ne sont sans doute que de petits lambeaux sans continuité. Nous avons campé à 5 verstes en amont de Sosnowsky-Sklad. *Le 28*, nous avons continué à descendre la B. Soswa jusqu'à Sosnowsky-Sklad, puis nous avons suivi le chemin qui, sur la rive gauche de M. Soswa, se dirige vers le confluent de M. Soswa et de Sakhalina. En route nous avons croisé deux villages d'hiver de Vogoules, le second se trouve sur une éminence au bord de M. Soswa et sur la rive gauche. En cet endroit, le soubassement est en tuf diabasique, mais au sommet, on trouve des schistes verts et des conglomérats quartzeux. De là, nous prenons un chemin de Vogoules qui conduit d'abord au S, puis à l'O et au NO, pour finir à l'O, et traversons une région très marécageuse pour camper à une faible distance de la rivière Tom-Avritsch. *Le 29*, nous continuons à suivre le chemin de la veille et croisons bientôt une grande rivière que nous pensions d'abord être la M. Soswa. A cet endroit, il y a deux chemins qui passent l'un sur la rive droite, l'autre sur la rive gauche de cette rivière; nous avons suivi le premier et sommes, après

20 minutes de marche, arrivés sur un lac. La rivière en question était donc bien Tom-Avritsch. Nous sommes alors revenus sur nos pas et avons pris le chemin qui semblait aller au S. Peu après se présente une nouvelle bifurcation. Nous avons d'abord suivi le chemin de droite, mais voyant qu'il conduisait au NO nous l'abandonnons pour en suivre un autre qui allait au SO, et nous rapprocher de la M. Soswa. Renseignements pris auprès d'un Vogoule rencontré plus tard dans la journée, nous apprenons que le premier chemin conduit du lac sur l'Oural, et correspond à celui marqué sur la carte, tandis que le second fait communiquer la région du lac avec la Lozwa. Ce dernier suit une direction moyenne SSO et aboutit à M. Soswa au confluent d'un tributaire de la rive gauche, provenant d'un petit lac figuré sur la carte. En cet endroit, commence un chemin qui va vers l'O et qui suit sensiblement M. Soswa. Nous avons campé dans les marais, à 3 verstes du confluent en question. La région traversée pendant la journée est très marécageuse, les cailloux rencontrés sont roulés et d'espèce très différente. *Le 30*, nous prenons le chemin indiqué précédemment pour arriver sur l'ouwal. Nous croisons d'abord et traversons une rivière provenant du Ialpin-Nior, puis une autre plus grande qui s'amorce entre le Ialpin et l'Oïka-Nior. Nous continuons à suivre le chemin sur 5 verstes environ avant d'arriver à la montée de l'Oïka-Nior; c'est là que nous avons établi notre camp. La région traversée dans la journée est également plate et marécageuse, les cailloux rencontrés sont roulés et formés de schistes verts, de quartzites, de conglomérats cristallins, avec quelques diabases et roches du Ialpin-Nior. La formation alluviale semble avoir ici une étendue considérable, les seules roches qui sont probablement en place sont celles délitées, que l'on trouve au delà du confluent du tributaire de B. Soswa entre le Ialpin et l'Oïka-Nior; ce sont des schistes verts quartzito-chloriteux qui forment les amas chaotiques que l'on croise sur le chemin. Il est à remarquer que sur la route suivie, qui coupe transversalement le prolongement S du Ialpin-Nior, on n'a pas rencontré de roches éruptives dioritiques; par conséquent, il est probable qu'au S la boutonnière éruptive du Ialpin se ferme dans les schistes verts et qu'elle n'est pas continue jusqu'au Lociem-Our. *Le 31*, nous reprenons le chemin qui nous mène sur l'Oïka-Nior par un temps épouvantable. Là, nous trouvons le camp où nous avons fait envoyer les chevaux. Chemin faisant, on rencontre constamment des schistes quartzito-chloriteux verdâtres, N° 60 A, qui devraient correspondre à la bande de granites-gneiss marquée sur la carte de Fédorof. Le temps est trop mauvais pour tenter la traversée jusqu'à Solpa, nous campons sur l'Oïka-Nior. *Le 1^{er} septembre*, retour au camp sur la Lozva en suivant le même chemin qu'à l'aller; nous vérifions sur les sommets herbeux, situés à l'E de l'Oïka Nior et du camp, la présence de schistes verts à magnétite. Au Iani-Khatchet, ce sont des schistes verts quartzito-chloriteux ainsi qu'à l'Ortan-Tschakhl, N° 61 A. *Le 2 septembre*, par une marche forcée, nous rentrons sur la haute Wichéra et campons au pied de l'Ouschminsky-Kamen, en suivant le chemin de l'aller. Sur la montagne de Loundkhocem, nous voyons encore des schistes verts chloriteux et amphiboliques, N° 62 A, puis, sur le col qui fait communiquer la vallée de la Khozia avec celle de la Lozwa, des schistes quartzito-chloriteux du type ordinaire. *Le 3 septembre*, nous rentrons au camp de Krasni-Kamen par l'Oschy-Nior.

CHAPITRE III

GÉOLOGIE GÉNÉRALE DE LA RÉGION

§ 1. *Succession des différentes formations rencontrées.* — § 2. *La chaîne du Tschistop, du Khoï-Ekwa et du Lociem-Our.* — § 3. *Le massif du Ialpin-Nior.* — § 4. *Les chaînes du Khrébet-Laïs, du Khrébet-Koschma et du Kent-Nior.* — § 5. *La chaîne du Khrébet Salatim.* — § 6. *Les schistes cristallins, à l'O de la zone des roches éruptives basiques.* — § 7. *Les granites et gneiss de Fédorof.* — § 8. *Tectonique de la région.*

§ 1. — Succession des différentes formations rencontrées.

Si nous comparons les résultats de nos propres recherches avec ceux obtenus par Fédorof et figurés sur sa carte, nous voyons que, sauf quelques observations nouvelles en ce qui concerne les contours des terrains, et aussi l'interprétation pétrographique des roches rencontrées, la disposition générale et la succession des différentes formations sont les mêmes. En allant de l'O à l'E, nous avons grosso modo d'abord une vaste et large zone de schistes cristallins de type assez uniforme, flanqués vers l'E par une longue et large bande de roches éruptives basiques profondes, qui sont tantôt parfaitement fraîches, tantôt en partie ou totalement transformées, avec une série de termes intermédiaires permettant d'établir le processus de cette transformation. Cette bande constitue les massifs du Kent-Nior, du Khrébet-Koschma, du Khrébet-Laïs, du Tschistop, du Khoï-Ekwa et du Ialpin-Nior, échelonnés du S au N dans l'ordre indiqué. Ces massifs représentent la zone la plus élevée de la région parcourue depuis l'Oural¹, les hautes chaînes de quartzites et conglomérats cristallins de la Wichéra supérieure, se trouvant plus à l'O. On peut constater, en effet, une fois de plus, que la chaîne qui forme la ligne de partage n'est pas invariablement liée à tel ou tel type de roche; dans le S, sur la Rasteskaïa-Datcha, ce sont les roches éruptives basiques des chaînes du Koswinsky-Tilai; plus au N, ce sont les quartzites du Poyassowoï-Kamen; dans la région qui nous occupe, ce sont les schistes quartzito-chloriteux supérieurs à ces quartzites.

¹ L'Oural signifie ici la ligne de partage des eaux asiatiques et européennes.

Entre la zone occidentale des schistes et le massif du Khrébet-Koschma, s'intercale la longue et étroite chaîne du Khrébet-Salatim, qui, contrairement aux données de la carte Fédorof, est entièrement formée par des roches péridotiques, en partie ou en totalité serpentinisées. La région comprise entre les deux chaînes est occupée par des formations figurées par Fédorof comme granites et gneiss, qui sont en réalité des roches épidotiques complètement différentes.

A l'O des grands massifs des roches éruptives basiques, et enclavée dans la zone des schistes cristallins, Fédorof a dessiné sur sa carte une longue bande continue de roches éruptives qu'il appelle syénites et diorites. Cette zone se bifurque à peu près vis à vis du sommet principal du Tschistop, et forme alors deux bandes distinctes, séparées par des granites et syénites-gneiss, dans la partie S, puis ensuite par les schistes quartzito-chloriteux ordinaires. Nos observations, comme nous le verrons dans le détail, ne confirment pas cette interprétation. Par contre, à fois répétées, dans la zone occidentale des schistes, nous avons trouvé localement des types amphiboliques qui proviennent certainement de roches éruptives diabasiques transformées. Nous ajouterons que toute la région que nous avons parcourue présente le phénomène des hautes terrasses, sur lequel L. Duparc, F. Pearce et M. Tikanowitch ont insisté précédemment. Il est saisissant au Tschistop par exemple, comme aussi au Khrébet-Koschma, ou au Khrébet-Salatim, et commun à toute cette vaste région une empreinte tout à fait particulière.

§ 2. — La chaîne du Tschistop, du Khoï-Ekwa et du Lociem-Our.

La chaîne du Tschistop, comprise entre la cluse de l'Ouschma au N et celle de Toschemka au S, mesure 28 verstes dans le sens de la longueur, et 15 verstes dans celui de sa plus grande largeur. Au S de la cluse de Toschemka, elle se termine en pointe et se prolonge, pétrographiquement parlant, sur encore 8 verstes environ. Au N, elle se poursuit sans discontinuité par le Khoï-Ekwa et le Lociem-Our. Nous pensions, au début, que le Tschistop, le Khoï-Ekwa et le Lociem-Our formaient des lentilles distinctes de roches basiques dans les schistes cristallins, mais nous avons pu nous convaincre, au relevé des itinéraires parcourus, qu'il n'en était pas ainsi.

Sur tout le versant O, les roches éruptives qui flanquent cette succession de massifs appartiennent au groupe des schistes cristallins (schistes quartziteux, quartzito-micacés etc.). Entre celles-ci et les schistes, Fédorof intercale une mince bande de granites et syénites-gneiss que nous n'avons pas rencontrée, et qui s'arrêterait d'ailleurs un peu au N de l'Aouspia pour faire place aux schistes ordinaires. Ces mêmes roches sont développées au flanc E du Khoï-Ekwa et du Lociem-Our; elles apparaissent le long de la Lozwa où Fédorof a récolté beaucoup d'échantillons. Vers le S, elles s'enfoncent en coin dans le massif, en détachant de celui-ci une langue qui s'avance vers le N. Dans la course du 1^{er} et 2 août, nous aurions dû recouper ces roches, ce qui n'a pas été le cas; elles s'arrêtent probablement plus loin vers le N. Dans la partie S du flanc E du Tschistop, nous ne sommes pas

arrivés jusqu'au contact des roches éruptives basiques qui, d'après Fédorof, se fait d'abord avec des diabases, ensuite avec des quartz-porphyles.

Si maintenant nous passons à l'examen de la composition pétrographique du massif du Tschistop lui-même, nous dirons qu'on y trouve des roches fort variées, qui souvent passent les unes aux autres, ou réapparaissent sporadiquement au milieu d'autres roches plus particulièrement développées en tel ou tel point, de telle façon qu'il est impossible de les cartographier exactement. Si nous faisons abstraction du détail, on peut dire que le Tschistop est en grande partie formé par des gabbros-diorites, qui, tantôt renferment encore du pyroxène, tantôt n'en renferment plus, et passent ainsi à de véritables diorites au sens minéralogique de ce mot. Il existe une grande variété de ces gabbros-diorites, distincts par la grosseur du grain, la richesse en élément noir et la structure. Au sommet principal et dans son voisinage, affleurent toute une série de roches basiques souvent avec olivine ou hypersthène qui, dans leur ensemble, constituent en quelque sorte une grosse boutonnière comprenant tout le sommet et les régions limitrophes, la majorité des pentes du flanc NO, l'épaulement de Pakna, une partie de la crête au S du sommet, et qui, à l'E, vont jusqu'aux sources de Tocemia. Cette grosse boutonnière est accompagnée de trois plus petites, dont deux descendent sur Tschoporia, la troisième est plus au N, sur l'Ouschma. Ce n'est pas à dire que ces roches basiques ne réapparaissent pas en d'autres points au milieu des gabbros ouralitisés; on en trouve souvent dans ceux-ci, à une grande distance du sommet principal, sur les deux flancs et sur la crête, mais alors tout à fait sporadiquement. Ces roches basiques sont des gabbros à hypersthène mélanocrates ou des norites franches, ordinairement sans olivine, mais qui peuvent cependant en contenir. Ces roches sont surtout visibles au flanc NO, sous le sommet, puis dans l'épaulement de Pakna. On trouve aussi des gabbros à olivine mélanocrates, des tilaïtes avec toutes les formes de passage entre les deux roches, développées surtout sur la crête qui encaisse la rive droite de Tschoporia, et enfin des troctolites qu'on rencontre au sommet et dans son voisinage immédiat. Celles-ci sont des roches rubanées (comme d'ailleurs beaucoup de gabbros à olivine), qui présentent souvent des zones entièrement mélanocrates et d'autres leucocrates de quelques centimètres d'épaisseur. Aux sources de Tocemia, et vraisemblablement dans les gabbros-diorites, percent trois gros filons de dunite, accompagnée de péridotites à pyroxène dont on ne voit pas les affleurements, mais dont on trouve des blocs épars sur le sol. Fédorof, sur sa carte, indique un second groupe de filons de dunite, plus à l'O et près du sommet, que nous n'avons pas vus, mais qui existent certainement. Dans la partie S du massif, sur la crête notamment, les gabbros-diorites passent à des pegmatites à diallage et à hornblende giganto-plasmiques, qui sont développées sur une assez grande longueur et qui, par retrait du feldspath, passent à des diallagites, toujours en partie ouralitisées, et à des hornblendites. A l'Ostraïa Sopka même et aux alentours, on trouve des pyroxénites assez locales, accompagnées de la variété que nous avons appelée Ostraïte. Il est à remarquer que ces pyroxénites si largement répandues dans la même zone de roches éruptives basiques, mais plus au S, sont ici considérablement plus réduites; nulle part la dunite massive n'affleure dans les gabbros.

Le *Khoï-Ekwa* est entièrement formé de gabbros-diorites, et l'on peut voir dans

cette montagne les types les plus variés de ces roches. Toutefois, dans la partie centrale du massif, apparaissent des gabbros à olivine, qui forment probablement ici encore une boutonnière au milieu des gabbros-diorites. Une seconde petite boutonnière analogue se rencontre un peu plus au N.

Quant au *Lociem-Our*, il est entièrement formé par les gabbros-diorites.

§ 3. — Le massif du Ialpin-Nior.

Il est situé au N du *Lociem-Our*, et en est séparé par une région plate et marécageuse. Vers l'O, il est flanqué par les schistes verts chlorito-micacés, qui sont souvent chargés d'épidote, et par des quartzites. Fédorof marque de ce côté une assez longue bande de granites et gneiss, que nous aurions dû traverser complètement, et dont nous n'avons pas trouvé trace. En descendant la B. Soswa depuis le confluent de Schischia, la rivière devrait entamer ces mêmes gneiss sur une grande longueur, or les échantillons que nous avons récoltés sur ce trajet ne sont que des schistes chlorito-épidotiques, et ce sont eux qui, sur le flanc O, entrent en contact avec les roches basiques du Ialpin. A son extrémité N, ce massif est coupé transversalement par la Soswa et se continue évidemment sur sa rive gauche. Sur le flanc E du Ialpin, selon Fédorof, on devrait retrouver au contact des mêmes roches basiques de nouveau les granites-gneiss, mais nous n'avons rencontré là que des diabases. Dans la région plate et marécageuse qui fait suite au Ialpin vers le S, nous n'avons vu également que des schistes quartzito-micacés. Il faut en conclure que le Ialpin est séparé du *Lociem-Our* par ces mêmes schistes, et que ce massif forme une énorme boutonnière de roches éruptives basiques au milieu de ceux-ci.

Quant à ces roches basiques elles-mêmes, elles appartiennent exclusivement au groupe des gabbros-diorites, et on peut trouver au Ialpin et au Miniéli-Soutour toutes les variétés possibles, depuis les types finement grenus jusqu'aux variétés à grands cristaux de hornblende. La structure taxitique est fréquente, et les variétés avec schlierens mélanocrates ou leucocrates abondent.

En quelques points du Ialpin et du Miniéli-Soutour, on trouve des gabbros-diorites pegmatites qui passent latéralement aux diallagites ou aux hornblendites, mais ces points sont rares et ces pegmatites toujours très localisées.

§ 4. — Les chaînes du Khrébet-Laïs, du Khrébet-Koschma et du Kent-Nior.

Ces chaînes, qui se succèdent sans discontinuité du N au S dans l'ordre indiqué, s'étendent sur une longueur de 40 verstes environ, avec une largeur maximum de 12 verstes au Kent-Nior. Elles sont terrassées, et moins élevées que le Tschistop; les points culminants sont couverts de prairies ou d'arbres rabougris, les parties les moins élevées sont occupées par la forêt.

Ces chaînes sont coupées transversalement au N d'abord par la rivière Wijai, qui passe entre le Khrébet-Laïs et le Khrébet Koschma, puis plus au S par la rivière Iwdiel, qui sépare le massif du Kent-Nior de celui du Tari-Nior. A la hauteur du confluent de M. Antschoug, un éperon dirigé NS se détache du Khrébet-Koschma et forme la crête du Toump-Sal. Sur le flanc O, les roches métamorphiques qui constituent cette longue chaîne entrent en contact avec une bande très continue de roches à épidote (granite-gneiss de Fédorof). Sur le flanc E que nous n'avons pas visité, Fédorof indique qu'elles sont immédiatement suivies par des quartz-porphyles au Khrébet-Laïs et au Khrébet-Koschma, puis ensuite par des diabases.

Les roches qui constituent cette longue chaîne présentent un type remarquablement uniforme. Ordinairement elles sont vert foncé, compactes, à grain plus ou moins fin, quelquefois légèrement schisteuses. Ordinairement elles paraissent peu feldspathiques; certains spécimens toutefois font exception et ressemblent à des diabases fortement altérés. D'autres, dans une masse vert foncé finement grenue, présentent des petites taches feldspathiques qui paraissent avoir été des phénocristaux. Nous avons groupé toutes ces roches sous le nom d'amphibolites massives, car l'amphibole en est l'élément essentiel, et la structure en est presque toujours compacte, rarement parallèle; nous pensons cependant qu'elles proviennent vraisemblablement de l'altération et de la transformation complète de roches gabbroïques ou diabasiques. De fait, dans les gabbros ouralitisés, parfaitement reconnaissables comme tels; qu'on trouve parmi les gabbros-diorites indiscutables, on voit déjà le début d'une amphibolisation secondaire, souvent accompagnée d'une production de zoïsite ou d'épidote, voir même de quartz, avec altération plus ou moins profonde des feldspaths.

Ces roches ne semblent pas avoir été étudiées en détail par Fédorof qui n'a pas parcouru ces montagnes sur la crête, et qui a étudié seulement des échantillons récoltés par lui sur la rivière Iwdiel et sur la rivière Wijai. Il les appelle $\alpha\chi$, ce qui correspond pour lui à des syénites et diorites amphiboliques.

Au Khrébet-Laïs, les amphibolites sont très finement grenues, vert foncé, parfois légèrement schisteuses, et entièrement formées d'amphibole, laquelle sur d'autres spécimens est associée à du quartz ou à de rares feldspaths.

Au Toump-Sal, on trouve des roches diabasiques schisteuses, formées par des rubans d'amphibole alignés parallèlement dans une masse kaolinique, roches qui sont encaissées par des variétés à grain très fin, d'un vert noirâtre, compactes, à cassure esquilleuse, qui sont des amphibolites riches en magnétite et en feldspaths kaolinisés, avec un peu de quartz.

Au Khrébet-Koschma, ces amphibolites sont vertes ou grisâtres, finement grenues, et toujours compactes. Quelques-unes paraissent plus largement cristallisées; d'autres renferment de petites taches blanches qui semblent être d'anciens phénocristaux. Les variétés d'aspect porphyroïde sont formées par un tissu feutré de hornblende, dans lequel on trouve quelques cristaux de plagioclases entièrement décomposés et des grains d'épidote. Les types à grain plutôt grossier sont formés de grands cristaux d'amphibole, mêlés à des grains d'épidote, du kaolin et des plagioclases à peine reconnaissables. Les variétés finement grenues renferment beaucoup d'épidote, de la hornblende et un peu de quartz secondaire.

Au Kent-Nior, on trouve des roches vertes finement grenues, ressemblant

à des diabases à grain fin, qui, sous le microscope, sont en effet des diabases complètement ouralitisés et en partie recristallisés; puis des mêmes diabases plus grossièrement grenus, complètement ouralitisés et en partie écrasés, avec une structure parallèle, et du quartz secondaire. Enfin de véritables amphibolites à grain fin, analogues à celles du Khrébet-Koschma, et formées presque exclusivement d'amphibole. On rencontre aussi des roches noires, cristallines, lourdes, qui renferment des phénocristaux d'augite en partie ouralitisés et des plagioclases complètement kaolinisés, dans une pâte microgrenue très altérée qui contient de gros microlithes feldspathiques et de l'augite très altérés également.

On voit par ce qui précède, que toute cette famille d'amphibolites dérive de diabases ou de porphyrites complètement métamorphosés. Ces roches se distinguent nettement de celles du Tschistop et doivent être cartographiées séparément.

§ 5. — La chaîne du Khrébet-Salatim.

Cette longue et étroite chaîne se trouve à l'O du Khrébet-Koschma; elle mesure environ 25 km. de longueur sur 2 km. de largeur; son point culminant est rejeté vers le S et cote 770 m. Les roches péridotiques qui forment cette chaîne sont flanquées à l'O par les schistes quartzito-chloriteux du type ordinaire et à l'E par les roches épidotiques, qualifiées de granites et de gneiss par Fédorof. Toutefois entre ces roches et les péridotites, on trouve sur deux points des amphibolites rattachables aux types du Khrébet-Koschma. Il est donc probable qu'une bande de ces amphibolites s'intercale entre les roches à épidote et les péridotites du Khrébet-Salatim, et c'est probablement ce qui avait engagé Fédorof à colorier cette chaîne en diorites et syénites à amphibole. Au point de vue pétrographique, les roches qui constituent le Khrébet-Salatim appartiennent à la famille des harzburgites, mais elles sont rarement fraîches, et transformées dans la majorité des cas en serpentines dans lesquelles on trouve encore quelques noyaux de péridot, et où les pyroxènes rhombiques sont transformés en bastite. Ces roches se couvrent d'une croûte de décomposition jaunâtre, dans laquelle on remarque fréquemment des cristaux verdâtres altérés qui sont des restes de pyroxène. Elles passent latéralement à la dunite, qui y forme en quelque sorte des enclaves. Nous étudierons plus loin les caractères de ces différentes roches. Les formes d'érosion des harzburgites rappellent absolument celles de la dunite massive, et il en est de même des arènes qui résultent de leur désagrégation.

Vers l'O, et sur toute la bordure des harzburgites serpentinisées, on trouve une mince zone de serpentines, tout à fait différentes, qui entrent en contact avec les schistes cristallins. Elles sont dures, à cassure esquilleuse, siliceuses du moins en apparence, et recouvertes d'une croûte grise tout à fait différente de celle des serpentines provenant des harzburgites. De plus, au contact des deux formations, et souvent enclavées dans les serpentines dures à l'état de brèches, on trouve presque constamment des cornéennes à grenat, de types divers, qui sont certainement ce qui reste d'anciens calcaires métamorphosés par les roches éruptives en question.

Les faciès dunitiques des harzburgites sont particulièrement développés au sommet même du Khrébet-Salatim, puis sur l'ouwal pelé couvert de forêt brûlée, qui termine la bande de roches péridotiques du côté S, entre M. Antschoug et Kolkholonia.

Au N, les roches péridotiques ferment dans les schistes, mais à 4 km. $\frac{1}{2}$ environ plus au N ces péridotites réapparaissent en petite boutonnière dans les mêmes schistes.

§ 6. — Les schistes cristallins à l'O de la zone des roches éruptives basiques.

Tout le terrain qui s'étend à l'O, depuis les chaînes de roches éruptives basiques, jusqu'à la ligne de partage des eaux européennes et asiatiques, représentée par l'Oschy-Nior, est entièrement formé de schistes cristallins. Ceux-ci sont d'un type très uniforme, ordinairement quartzeux, et appartiennent au groupe des schistes quartzito-chloriteux ou micacés que nous avons décrits précédemment. Plus à l'O, le terme inférieur de ces schistes est représenté par les quartzites et conglomérats cristallins qui forment le noyau des anticlinaux. Dans la région parcourue, ces quartzites n'apparaissent que rarement et semblent jouer un rôle tout à fait secondaire. Nous les avons rencontrés dans les schistes verts, sur le sentier qui coupe la B. Toschemka, puis aussi sur la rive gauche de B. Soswa, un peu en aval du coude qu'elle fait vers l'O. De toute façon, elles ne paraissent pas jouer un rôle important dans la constitution géologique de la région.

Sur sa carte, Fédorof a dessiné, comme nous l'avons déjà dit, une longue bande bifurquée vers le N, de roches qualifiées par lui de syénites et diorites-gneiss. Cette bande comprend la crête de ce qu'il appelle Poyassowoi-Kamen, le Petcheria-Our et le Toump-Iang, puis, sur la branche O, une partie de l'Ouschminsky-Kamen, l'Aouspi-Toump, etc. et sur la branche E la crête de l'Oïka-Nior. Dans nos divers itinéraires, nous avons traversé cette bande à plusieurs reprises et en plusieurs endroits. Dans le passage du Toump-Iang, nous n'avons trouvé que des schistes quartzito-micacés, Nos 66 et 67 B. Dans l'excursion faite à l'E du Toschemsky-Kamen, nous avons trouvé les formations suivantes de l'E à l'O. D'abord des amphibolites, No 7 B, puis des schistes quartziteux amphiboliques avec grenat et albite, No 6 B, et surtout des schistes quartzito-chloriteux, No 5 B. Nous avons ensuite traversé la dite bande sur le flanc E et sur la crête de l'Oïka-Nior. De l'E à l'O, à la place des roches indiquées par Fédorof, nous avons rencontré des amphibolites, No 31 A. La branche O, mentionnée précédemment, a été traversée également près de la montagne Torten, où nous avons recueilli des schistes amphiboliques, No 62 A.

Il résulte de tout ceci que la bande en question provient d'une interprétation pétrographique erronée, car la majorité de nos échantillons ont été récoltés au voisinage de ceux décrits par Fédorof. Nous pensons que la zone tracée n'est pas continue, mais que les schistes verts présentent ici un horizon montrant fréquemment des intercalations d'amphibolites, comme d'ailleurs, plus à l'O, les mêmes schistes renferment, mais ici localement, des inclusions de glaucophanites. Il est

vraisemblable d'ailleurs que, dans cette bande, il puisse exister également des diabases altérés, comme nous en avons rencontrés d'ailleurs plus à l'E également au Krasni-Kamen.

§ 7. — Les granites et gneiss de Fédorof.

Nous avons à plusieurs reprises indiqué que, sur sa carte, Fédorof figurait de minces bandes de roches, qualifiées par lui de granites et gneiss. D'une façon générale, ces bandes flanquent des roches éruptives basiques, parfois leur font suite, et exceptionnellement forment des lentilles isolées dans les schistes cristallins. Elles se rencontrent tout d'abord à l'E et à l'O de la grande région éruptive qui s'étend du Kent-Nior au Ialpin. Toutefois ces zones de bordure sont discontinues, tout particulièrement celles de l'E. En second lieu, ces mêmes roches sont indiquées par Fédorof sur le prolongement de la branche O de sa zone centrale de syénites et de diorites, puis en un point situé à l'E de la branche orientale de cette même zone, et enfin à la réunion des deux branches des syénites et des diorites, au N de leur bifurcation. En troisième lieu, les granites et gneiss dessinent une mince bande qui joint deux îlots de roches éruptives basiques entre le Loundkhoucem et le Khoïm. En dernier lieu enfin, les mêmes roches forment une petite lentille dirigée NS et située entre le Iani-Emti et la Montagne d'Armiia ; cette lentille coupe obliquement la Wichéra. Nous avons, à maintes reprises, traversé et même longé différentes bandes, mais nous n'y avons jamais vu quoique ce soit qui rappelle un granite ou un gneiss. Tout d'abord, entre le Khrébet-Salatim, et les Khrébet-Laïs et Koschma, où ces roches devraient former une longue bande dirigée NS, nous n'avons rencontré du N au S que des schistes chloriteux à épidote, N° 84 B, des épidotites albitiques, N° 85 B, des schistes quartziteux épidotiques, N° 107 B, des épidotites quartzieuses, N° 118 B, des épidotites franches, N° 105 B, puis des schistes quartzito-chloriteux toujours épidotiques, N° 104 B.

A l'O du Tschistop, sur la même bande figurée par Fédorof, nous n'avons trouvé que des gabbros ouralitisés. Sur la Soswa, au flanc O du Ialpin, on devrait rencontrer les mêmes gneiss et granites, mais, sur les affleurements le long de la rivière, nous n'avons pu voir que des schistes quartzito-épidotiques, N° 43 A, et des quartzites micacés, N° 44 A. Sur le versant E de l'Oïka-Nior, à la place des mêmes granites, nous avons recueilli des schistes quartzito-micacés, N° 32 A, et sur la B. Soswa, au NE du Pang-Soutour, sur la bande des granites et gneiss qui empiète sur celle des diabases, nous avons récolté successivement des roches décomposées à épidote, N° 50 A, et des épidotites, N° 51 A.

Il résulte de ce qui précède, que: 1° Ces différentes bandes sont beaucoup moins continues que ne l'indique Fédorof — 2° Que les roches qui les constituent ne sont ni des gneiss, ni des granites, mais ordinairement des roches schisteuses, toujours caractérisées par l'abondance de l'épidote — 3° Qu'elles représentent probablement un faciès des schistes quartzito-chloriteux, et peuvent éventuellement, comme l'a fait Fédorof, être cartographiées séparément.

§ 8. — Tectonique de la région.

Elle se résume à très peu de chose. Si l'on s'en tient à ce que l'on voit sur la haute Wichéra, on peut dire que toute la région occupée par les schistes cristallins est plissée, et que ces plis sont généralement déjetés vers l'O. Dans la région où affleurent les quartzites et les conglomérats cristallins, il est aisé de tracer les lignes anticlinales; dans celle que nous avons étudiée où les dites formations font défaut, cette reconstruction est impossible, et les plissements ne peuvent être établis que par le plongement des schistes. Il serait très important de pouvoir préciser l'âge des roches éruptives que l'on trouve au milieu de ceux-ci, mais nulle part on ne voit le contact des deux formations.

CHAPITRE IV

LES ROCHES ÉRUPTIVES DES CHAINES DU TSCHISTOP, DU KHOÏ-EKWA, DU LOCIEM-OUR ET DU IALPIN-NIOR

§ 1. *Les dunites filoniennes.* — § 2. *Les péridotites à pyroxène.* — § 3. *Les pyroxénites.* — § 4. *L'ostraïte d'Ostraïa-Sopka.* — § 5. *Les troctolites.* — § 6. *Les tilaïtes.* — § 7. *Les gabbros à olivine.* — § 8. *Les gabbros francs sans olivine.* — § 9. *Les norites et les gabbros à hypersthène.* — § 10. *Les gabbros-diorites.* — § 11. *Les gabbros-diorites quartzifères et micacés.* — § 12. *Les gabbros ouralitisés.* — § 13. *Les gabbros-diorites pegmatites.*

§ 1. — Les dunites filoniennes.

Les dunites filoniennes se rencontrent au Tschistop directement sur le sommet, puis en plusieurs filons sur la terrasse de Tocémia. Ce sont des roches verdâtres, finement grenues, avec un éclat gras ou résineux caractéristique. Elles sont ordinairement assez décomposées en surface et couvertes d'une croûte jaunâtre qui se desquame facilement en donnant des arènes ressemblant à celles de certains grès. Elles sont d'ailleurs identiques comme aspect aux mêmes roches massives des centres platinifères de l'Oural.

Au microscope, les minéraux constitutifs sont exclusivement la chromite et l'olivine.

CHROMITE.

Elle se rencontre en petits octaèdres, ou en grains irréguliers, dispersés parmi ceux de l'olivine, et rarement inclus à l'intérieur.

OLIVINE.

Elle forme à elle seule, pour ainsi dire, toute la roche et se présente sous forme de grains arrondis et craquelés du type habituel. Elle est hyaline, transparente et incolore, parfois d'une teinte très légèrement rosée à peine perceptible. Elle présente quelques clivages $g^1 = (010)$ rares et discontinus; ses propriétés

optiques sont les suivantes: $n_g - n_p = 0,035$, $n_g - n_m = 0,018$, $n_m - n_p = 0,017$, $2V = + 88^\circ\frac{1}{2}$. Les fissures de l'olivine sont remplies par un minéral serpenteux, qui présente des plages brunâtres, d'apparence isotrope, donnant une croix noire uniaxe négative qui se disloque à peine par la rotation de la platine. Les rubans qui remplissent les cassures de l'olivine sont positifs en long, avec l'extinction parallèle à l'allongement du ruban. Ils sont très légèrement polychroïques: $n_g =$ brunâtre, $n_p =$ brun plus pâle. Ces caractères sont ceux de l'antigorite. Il existe également dans les préparations quelques régions de couleur vert pâle, qui donnent aussi les réactions de l'antigorite. La serpentinisation de l'olivine se fait ordinairement avec séparation de magnétite opaque. Enfin un peu partout entre les grains d'olivine, on trouve de très petites plages opaques qui, aux forts grossissements, sont pratiquement isotropes et se comportent comme une matière vitreuse.

Nous ne donnerons pas l'analyse de ces roches, qui sont partout d'un type parfaitement uniforme.

§ 2. — Les péridotites à pyroxène.

Ces roches, proches parentes de la dunite filonienne, lui ressemblent absolument comme aspect extérieur, et ont été trouvées également au même endroit. Elles sont grenues, verdâtres, et couvertes aussi d'une croûte d'oxydation rougeâtre.

Les minéraux constitutifs en sont: la magnétite, les spinelles, l'olivine, le pyroxène monoclinique et la hornblende.

MAGNÉTITE.

Elle est étroitement liée aux spinelles, et se présente en grains ou en petites plages sidéronitiques, qui moulent localement et toujours sur une faible étendue quelques gros grains d'olivine.

SPINELLES.

Ils sont assez abondants, et disposés irrégulièrement en grains arrondis, ou en plages à contour accidenté, d'aspect cunéiforme. On les trouve indifféremment inclus dans l'olivine ou la hornblende. Ils sont d'un vert très foncé, parfois opaques au centre et transparents ou translucides sur les bords.

OLIVINE.

Elle forme l'élément principal, et se trouve en grains idiomorphes arrondis et craquelés, dont les fissures sont remplies de serpentine d'un brun foncé. Ses biréfringences sont: $n_g - n_p = 0,036$, $n_g - n_m = 0,019$, $n_m - n_p = 0,017$, $2V = + 87^\circ$.

PYROXÈNE.

Le pyroxène se rencontre sous deux formes: 1^o à l'état de grands cristaux porphyroïdes, 2^o en grains mêlés à l'olivine et considérablement moins abondants. Ils présentent leur clivage ordinaire, et quelques rares macles, ordinairement formées de deux individus seulement, et qui n'ont été observées que sur les grands cristaux. Les pyroxènes sont incolores et renferment quelques inclusions de magnétite. Les propriétés optiques des grands cristaux sont les mêmes que celles des grains qui se trouvent dans la masse. La bissectrice aigue est positive = n_g , l'extinction dans $g^1 = (010)$ se fait à 40° , $n_g - n_p = 0,025$, $n_g - n_m = 0,019$, $n_m - n_p = 0,006$, $2V = + 58^\circ 30'$. Les pyroxènes sont considérablement plus rares que l'olivine dans la masse principale de la roche.

AMPHIBOLE.

Elle est moins abondante que le pyroxène, et disséminée parmi les grains d'olivine, rarement en cristaux isolés, ordinairement par groupe de deux individus. Les cristaux aux formes trapues ne sont pas maclés. Le plan des axes est parallèle à $g^1 = (010)$, la bissectrice aigue est négative = n_p , l'extinction sur $g^1 = (010)$ se fait à 15° . Les trois biréfringences sont: $n_g - n_p = 0,021$, $n_g - n_m = 0,009$, $n_m - n_p = 0,011$. La couleur est vert clair, mais le polychroïsme reste appréciable. On a: $n_g =$ vert pâle, $n_m =$ vert brunâtre, $n_p =$ vert jaunâtre presque incolore.

Structure.

Elle est holocristalline porphyrique (fig. 4). Les phénocristaux de diopside sans contour net, mais d'assez grande dimension, sont plutôt rares et disséminés dans une masse grossièrement cristalline et panidiomorphe grenue, formée principalement de grains d'olivine idiomorphe associés à un peu de pyroxène, et régionalement à de la hornblende. La magnétite et les spinelles sont répartis dans toute la masse en petits grains, et en rudiments de plages sidéronitiques.

Composition des péridotites à pyroxène.

Elle est donnée par l'analyse du N^o 21 B qui provient de la terrasse qui sépare les deux sources de Tocémia. A titre de compa-



FIG. 4. — Péridotite à pyroxène. Coupe n^o 21 B. Lumière naturelle. Grossissement = 43 diam. P = Pyroxène monoclinique. O = Olivine. A = Amphibole. M = Magnétite. S = Spinelle.

raison, nous donnons à côté du 21 B trois analyses: 1^o est celle d'une koswite du Koswinsky, 2^o celle d'une pyroxénite franche pauvre en olivine du Tiläi, 3^o celle de la dunité de Poloudniéwaïa (Tiläi-Cérébriansky).

Analyses.

	N ^o 21 B	I	II	III
SiO ²	= 40,46	41,44	49,15	37,91
TiO ²	= 0,28	—	—	—
Al ² O ³	= 5,42	5,80	1,65	—
Cr ² O ³	= —	0,57	0,70	1,18
Fe ² O ³	= 11,14	10,46	1,58	0,95
FeO	= 7,80	9,93	4,19	9,21
MgO	= 22,34	13,36	20,60	47,87
CaO	= 10,33	19,53	20,36	—
Na ² O	= 0,94	—	—	—
K ² O	= 0,40	—	—	—
P.A.F.	= 1,14	0,22	0,85	3,95
	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	100,25	101,31	99,08	101,07

Comme on peut le voir par l'analyse, la composition de cette roche ne concorde avec aucune de celles données à titre de comparaison; c'est la koswite pauvre en magnétite qui s'en rapprocherait le plus. Mais, dans le N^o 21 B, la quantité de magnésium l'emporte de beaucoup sur celle de la chaux, ce qui confirme le caractère franchement péridotique de la roche. La formule de celle-ci est donnée ci-dessous:

	N ^o 21 B Analyse ramenée à 100 parties	Quotients	
SiO ₂	= 40,83	0,680	} 0,683 RO ₂
TiO ₂	= 0,28	0,003	
Al ₂ O ₂	= 5,47	0,054	
Cr ₂ O ₃	= —	} 0,124 R ₂ O ₃
Fe ₂ O ₃	= 11,24	0,070	
FeO	= 7,87	0,109	
MgO	= 22,54	0,563	} 0,858 RO
CaO	= 10,42	0,186	
Na ₂ O	= 0,95	0,015	
K ₂ O	= 0,40	0,004	} 0,019 R ₂ O
	<hr/>		
	100,00		} 0,877 (RO + R ₂ O)

Coefficient d'acidité $\alpha = 1,09$.

Rapport CaO: MgO = 1:3.

Formule magmatique = 5,5 SiO₂: R₂O₃: 7,1 RO.

§ 3. — Les pyroxénites.

Les pyroxénites franches sont assez rares dans les chaînes éruptives du Tschistop et de ses congénères. Nous les avons rencontrées tout d'abord dans le S, près de l'Ostraïa-Sopka, où elles sont très largement cristallisées, puis sur le premier ouwal rencontré en montant au Pang-Soutour, où elles sont à grain plus fin que les précédentes, mais cependant toujours très largement cristallisées. Au microscope les minéraux constitutifs de ces pyroxénites sont: la magnétite, l'olivine, le pyroxène monoclinique et l'amphibole.

MAGNÉTITE.

Elle est plutôt rare et forme quelques petits grains irréguliers ou octaédriques, dispersés parmi les éléments, ou inclus dans ces derniers, notamment dans l'olivine.

OLIVINE.

Cet élément est réduit par rapport aux pyroxènes. Il se présente en grains arrondis, fissurés, dont les fissures sont presque toujours remplies de magnétite secondaire et, moins fréquemment, d'un peu d'antigorite. L'olivine est transparente et incolore, ses propriétés optiques sont normales; on a en effet $n_g - n_p = 0,037$, $n_g - n_m = 0,019$, $n_m - n_p = 0,018$, $2V = + 88^\circ 30'$. Cette olivine est régionalement complètement décomposée et transformée en serpentine jaune brunâtre, développée parfois à la périphérie, d'autres fois d'une façon tout à fait irrégulière dans les cristaux, et alors toujours avec séparation massive de magnétite.

PYROXÈNE.

Il forme l'élément prépondérant, consolidé d'ailleurs après l'olivine. Il est transparent et incolore, avec clivage $m = (110)$ très net, tandis que (100) fait complètement défaut, de même que les inclusions lamellaires. Le plan des axes est parallèle à (010) , la bissectrice aiguë est positive, l'extinction sur $g^1 = (010)$ varie entre 40° et 45° , les trois biréfringences principales oscillent entre les valeurs suivantes: $n_g - n_p = 0,027$ à $0,025$, $n_g - n_m = 0,022$ à $0,020$, $n_m - n_p = 0,005$ à $0,006$, avec $2V$ variant de $+ 55^\circ$ à $+ 53^\circ$.

AMPHIBOLE.

Elle est tout à fait subordonnée et représente manifestement un produit d'ouralitisation du pyroxène. Elle se présente en taches à l'intérieur de celui-ci, ou en plages informes qui l'empâtent ou la circonscrivent. Cette amphibole est

très peu colorée, avec les clivages ordinaires; elles est habituellement non maclée. Le plan des axes est parallèle à $g^1 = (010)$, la bissectrice aiguë est négative et l'extinction sur g^1 oscille entre 17° et 22° . La biréfringence maximum $n_g - n_p$ est ordinairement voisine de 0,022. Quant au polychroïsme, on a habituellement: $n_g =$ vert brunâtre très pâle, $n_m =$ vert sale très pâle également et $n_p =$ jaune verdâtre presque incolore.

MINÉRAUX SECONDAIRES.

Ils consistent exclusivement en produit d'altération de l'olivine. Celle-ci est tout d'abord transformée en antigorite verdâtre ou jaune brunâtre, puis aussi en chrysotile, à structure fibreuse, à allongement positif, fortement coloré et à peine polychroïque, avec n_g brun verdâtre et n_p de même teinte, mais plus pâle; la biréfringence est plus élevée que celle de l'antigorite ordinaire.

Structure.

Elles est grenue et holocristalline. Les divers minéraux constitutifs sont régulièrement mêlés, et se présentent dans l'ordre de consolidation indiqué.

Phénomènes dynamiques.

Ils sont nettement accusés, mais comme c'est le cas dans la plupart de ces roches basiques, c'est sur l'olivine seulement qu'ils se manifestent; celle-ci en certains endroits est en effet écrasée et sillonnée de fissures parallèles, qui sont généralement remplies de magnétite.

Composition chimique.

Elle est identique à celle des pyroxénites ordinaires de la chaîne du Tiläi, du Kalpak etc.; nous n'en avons pas fait l'analyse complète, et nous nous sommes bornés à constater que la silice, le fer, la chaux et la magnésie s'y rencontraient sensiblement dans les mêmes proportions.

§ 4. — L'ostraïte d'Ostraïa-Sopka.

Cette variété curieuse de pyroxénites n'a été rencontrée qu'à l'Ostraïa-Sopka. Comme aspect, elle ne se distingue en rien des pyroxénites ordinaires; c'est une roche verte, de couleur foncée, holocristalline et largement cristallisée. Les minéraux constitutifs en sont: la magnétite, les spinelles, le pyroxène monoclinique et l'amphibole.

MAGNÉTITE ET SPINELLES.

Ces minéraux sont de toute première consolidation, toujours étroitement liés, et paraissent génétiquement contemporains. On trouve, en effet, des grains de spinelles à l'intérieur des plages de magnétite, et vice versa. Cependant, le plus ordinairement, la magnétite est moulée par les spinelles ou incluse à l'intérieur. Ces spinelles sont exceptionnellement abondants et criblent pour ainsi dire toute la roche. Ils sont de couleur vert foncé et de forme tout à fait irrégulière. Quelques-uns de ces grains sont fort gros et atteignent jusqu'à 0,7 mm. On les trouve isolés, ou groupés par 2 ou 3 individus inclus dans le pyroxène ou la hornblende.

PYROXÈNE MONOCLINIQUE.

Il forme l'élément principal et se présente en gros cristaux courts ou trapus, sans contour géométrique, et rarement maclés selon $h^1 = (100)$. Le pyroxène monoclinique est transparent, incolore, légèrement grisâtre; il renferme quelques inclusions lamellaires, mais tout à fait localement. Le plan des axes optiques est dans $g^1 = (010)$, la bissectrice aiguë est positive, l'angle d'extinction sur $g^1 = (010) = 44^\circ$; les trois biréfringences sont les suivantes: $n_g - n_p = 0,026$, $n_g - n_m = 0,022$, $n_m - n_p = 0,004$; $2V = + 46^\circ$.

HORNBLENDE.

Elle provient, comme dans les pyroxénites, exclusivement du pyroxène, qui est épigénisé soit périphériquement, soit par taches à l'intérieur. Quand la transformation est complète, les inclusions lamellaires du pyroxène persistent dans l'amphibole. Le plan des axes est parallèle à $g^1 = (010)$; la bissectrice aiguë est négative = n_p ; $n_g - n_p = 0,022$, $n_g - n_m = 0,019$ et $n_m - n_p = 0,011$. $2V = - 74^\circ \frac{1}{2}$. Le polychroïsme est très faible: $n_g =$ vert pâle, $n_m =$ vert jaunâtre, $n_p =$ jaunâtre très pâle.

Structure.

Elle est holocristalline, grenue, et analogue à celle des pyroxénites normales (fig. 5). Toutefois, il est à remarquer que l'ostraïte ne renferme pas d'olivine comme celles-ci.

Composition chimique.

A côté de l'ostraïte d'Ostraïa-Sopka, N° 59 B, nous donnerons en regard l'analyse



FIG. 5. — Ostraïte. Coupé n° 59 B. Lumière naturelle. Grossissement = 43 diam. P = Pyroxène monoclinique. A = Amphibole. M = Magnétite. S = Spinelle.

d'une pyroxénite normale de Taguil; le caractère absolument spécial de l'ostraïte ressort nettement de la comparaison de ces deux analyses.

Analyse

		N° 59 B Ostraïte	Pyroxénite de Taguil
SiO ₂	=	34,68	44,98
TiO ₂	=	0,82	0,55
Al ₂ O ₃	=	17,94	5,19
Fe ₂ O ₃	=	11,47	2,94
FeO	=	5,71	8,80
MnO	=	—	0,06
CaO	=	14,82	19,09
MgO	=	12,52	17,50
K ₂ O	=	0,23	0,06
Na ₂ O	=	0,35	0,47
P.A.F.	=	1,00	0,40
		99,54	100,04

La formule magmatique et les rapports moléculaires se déduisent de l'analyse ci-dessous réduite à 100 parties:

	Analyse du N° 59 B ramenée à 100 parties	Quotients	
SiO ₂	= 35,19	0,587	} 0,597 RO ₂
TiO ₂	= 0,83	0,010	
Al ₂ O ₃	= 18,21	0,178	} 0,251 R ₂ O ₃
Fe ₂ O ₃	= 11,64	0,073	
FeO	= 5,80	0,080	} 0,667 RO
MgO	= 12,71	0,318	
CaO	= 15,04	0,269	} 0,675 RO + R ₂ O
Na ₂ O	= 0,35	0,006	
K ₂ O	= 0,23	0,002	
	100,00		

Coefficient d'acidité α = 0,84.

Formule magmatique = 2,4 SiO₂: R₂O₃: 2,7 RO.

Rapport CaO: MgO = 1:1,2.

§ 5. — Les troctolites.

Ces roches sont, comme nous l'avons vu, développées au Tschistop, au sommet principal et dans son voisinage immédiat, puis aussi sur la crête qui encasse la rive gauche de Tschoporia. Elles sont extrêmement caractéristiques et présentent ordinairement une disposition rubanée par alternance de zones parallèles, les unes mélanocrates, les autres leucocrates, d'épaisseur variable. Les zones mélanocrates paraissent formées par une péridotite pure; celles leucocrates ressemblent à des gabbros rubanés ou sont purement feldspathiques et disposées dans une masse gabbroïque à grain moyen moins mélanocrate que les zones d'aspect péridotique. Le grain général de la roche est ordinairement moyen, la couleur des parties mélanocrates verdâtre ou vert grisâtre.

Les minéraux constitutifs des troctolites sont: les spinelles, la magnétite, l'olivine, la hornblende, les plagioclases.

SPINELLES.

Ils ne font jamais défaut, mais ne se trouvent pas en grande quantité. Les grains sont ordinairement de petite dimension, leur forme est tout à fait irrégulière; ils sont souvent concentrés sur le pourtour de l'olivine et aussi sur l'amphibole qui la borde. Les spinelles sont d'un vert très foncé, parfois presque opaque, certains grains sont complètement opaques au centre et passent progressivement aux spinelles transparents sur les bords.

MAGNÉTITE.

La magnétite primaire est assez rare, celle secondaire par contre toujours abondante. Elle remplit alors les fissures de l'olivine et forme souvent une mince ligne divisant en deux parties les rubans d'antigorite. Quand il existe de la magnétite primaire, elle est souvent associée aux spinelles.

OLIVINE.

C'est l'élément noir le plus important. Il est incolore, ou légèrement rosé en lumière naturelle, et se rencontre toujours en grains arrondis, fissurés, qui sont ordinairement lisses, mais rencontre parfois le clivage g^1 discontinu. Les propriétés optiques du minéral sont les suivantes:

Numéros des coupes	$n_g - n_p$	$n_g - n_m$	$n_m - n_p$	2V
N° 16 B	0,036	0,019	0,017	+ 87°
N° 17 B	0,038	0,019	0,019	+ 90°
N° 30 B	0,034	0,019	0,018	+ 88°½
N° 29 B	0,034	0,018	0,016	+ 86°½

La bissectrice aiguë est ordinairement positive.

L'olivine toujours décomposée est serpentinisée sur les cassures. La serpentine est de l'antigorite en rubans, avec une structure légèrement fibreuse. Dans certaines préparations, cette serpentinisation est quasi complète, et l'olivine est réduite à quelques noyaux biréfringents. Il paraît y avoir aussi du chrysotile. Sur une large lamelle à structure fibreuse, nous avons trouvé une bissectrice aiguë n_g , avec un plan des axes parallèle à la fibrosité. La biréfringence $n_g - n_p = 0,009$. La couleur en lumière naturelle est d'un jaune rosé, sans polychroïsme appréciable.

Ordinairement l'olivine forme des agrégats de gros grains diversement orientés, qui sont tous allongés suivant une même direction, simulant ainsi une disposition quasi lenticulaire; on trouve cependant des grains d'olivine isolés parmi les feldspaths. Ces grains sont souvent frangés d'une couronne d'amphibole, dont nous étudierons plus loin la disposition.

HYPERSTHÈNE.

Ce minéral, qui peut être plus ou moins abondant, ne manque jamais et, à ce point de vue, les troctolites sont franchement des variétés à hypersthène. Il se présente comme à l'ordinaire et ne se rencontre qu'en grains informes, toujours cantonnés au voisinage immédiat de l'olivine. Il montre ses clivages habituels. Ses propriétés optiques sont normales, la bissectrice aiguë est négative; $n_g - n_p$ oscille entre 0,013 et 0,015. Le polychroïsme, toujours appréciable, est: $n_g =$ vert très pâle, $n_m =$ verdâtre, $n_p =$ brun rosé plus foncé. Les cristaux d'hypersthène sont toujours frais, et renferment quelques rares inclusions de magnétite et de spinelles.

AMPHIBOLE.

Elle joue un rôle très important et peut devenir abondante sur certains spécimens. Elle se présente en grains sans contour géométrique, sur lesquels on peut à peine distinguer un allongement prismatique, mais qui montrent toujours le clivage $m = (110)$. Les propriétés optiques de cette amphibole sont données dans le tableau suivant:

Numéros des coupes	$n_g - n_p$	$n_g - n_m$	$n_m - n_p$	Angle d'extinct. sur g^1	2V
N° 16 B	0,021	0,010	0,011	18°	— 87°
N° 38 B	0,021	0,008	0,013	20° à 22°	— 76°
N° 29 B	0,019	—	—	21°	—

La bissectrice aiguë est négative; bien que la coloration soit assez faible, le polychroïsme est toujours marqué: $n_g =$ vert d'herbe ordinairement clair, $n_m =$ verdâtre, $n_p =$ brunâtre, presque incolore.

La disposition de l'olivine par rapport à l'hypersthène et à l'amphibole est la suivante: presque toujours les agrégats d'olivine sont entourés d'un mince liseré d'amphibole, et ce dernier d'une zone kélyphitique en contact avec les feldspaths,

zone qui peut être continue ou discontinue et qui est formée par une micropegmatite de spinelles et de hornblende. Souvent, c'est simplement la bordure amphibolique qui est corrodée et imprégnée de spinelles; la micropegmatite est alors assez grossière. D'autres fois, celle-ci forme un cordon d'aspect grisâtre, qui se résout en agrégats de fibres de hornblende. Dans certains spécimens, cette hornblende prend une importance exceptionnelle; elle empâte et circonscrit complètement l'olivine qu'elle remplace presque entièrement, de telle façon que celle-ci se réduit à un ou plusieurs grains, entourés d'une large zone d'amphibole formée par des individus juxtaposés, orientés optiquement d'une façon différente. Dans ce cas, la hornblende prédomine souvent sur l'olivine, mais les plages gardent la même forme. Quelquefois l'olivine a complètement disparu, ou est remplacée par une tache plus ou moins arrondie, remplie de produits serpentineux.

L'hypersthène se présente vis-à-vis de la hornblende et de l'amphibole dans des conditions qui sont toujours identiques. Il est intercalé entre la bordure amphibolique et l'olivine, et forme autour des plages de celle-ci une ceinture ordinairement discontinue, constituée par des individus à orientation optique différente.

La provenance des numéros dont les propriétés optiques ont été données dans les tableaux précédents sont les suivants:

- N° 16 B Sommet du Tschistop.
- N° 17 B Sous le sommet principal du Tschistop.
- N° 30 B Crête du Tschistop, à la hauteur de l'affluent latéral de Tschoporia.
- N° 29 B Partie la plus élevée de la crête du Tschistop.
- N° 28 B Crête qui domine la rive droite de Tschoporia.

FELDSPATHS.

En principe, ils sont plus abondants que l'élément noir, mais, vu la structure indiquée précédemment, l'inverse peut se présenter. Les cristaux sont toujours très frais et maclés selon la péricline seule, plus rarement selon l'albite et la péricline combinées, plus rarement encore selon Baveno. Leur composition est généralement voisine de l'anorthite, comme le montrent les déterminations suivantes:

Coupe N° 16 B. Sommet du Tschistop.

1. Section Sn_m maclée selon Ab. $1 Sn_m = 40^\circ$, $1' = 41^\circ$: anorthite An.
2. Macle formée de lamelles parallèles 1 et 2 répétées.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2} (1)	+ 44°	— 66°	— $56^\circ\frac{1}{2}$	péricline 80% d'An. [010].
A_{1-2} (1)	+ 48°	+ $51^\circ\frac{1}{2}$	+ 65°	
Clivage (1)	+ 42°	— $55^\circ\frac{1}{2}$	— $70^\circ\frac{1}{2}$	(001) 90% d'An.
$2V^1 = \text{env.}$	— 78° ,	$2V^2 = \text{env.}$	— 80° .	

3. Section formée par deux individus principaux 1 et 3, réunis par un plan de macle flou; l'individu 1 contient de fines lamelles maclées parallèles 2, riches en inclusions.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2} (1)	— $9^{\circ}\frac{1}{2}$	+ 81°	90°	voisin de (021) Baveno 75% d'An.
P_{1-2} (1)	+ 45°	+ 56°	+ 65°	
A_{1-3} (1)	id.	id.	id.	} (010) albite 90% d'An.
		$2V^1 = - 79^{\circ}$.		

Coupe 17 B. Sous le sommet principal.

1. Section légèrement oblique sur n_g . Extinction = 40° : voisin de An.
2. Section $1 \text{ Sn}_p = \pm 28^{\circ}$, $1' = \pm 30^{\circ}$: péricline, voisin de An.
3. Macle formée par un système de lamelles 1 et 2.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2} (1)	— 37°	— $69^{\circ}\frac{1}{2}$	+ 63°	péricline 90 à 100% d'An. [010] voisin de 100% d'An.
A_{1-2} (1)	+ $53^{\circ}\frac{1}{2}$	— 51°	+ $57^{\circ}\frac{1}{2}$	
Clivage (2)	— 38°	+ 57°	— $75^{\circ}\frac{1}{2}$	(001) voisin de 100% d'An.

Coupe N° 29 B. Partie la plus élevée de la crête du Tschistop.

1. Section formée de quelques lamelles parallèles 1 et 2.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2} (1)	— 40°	— 64°	+ 65°	péricline env. 98% d'An. [010] 100% d'An.
A_{1-2} (1)	+ 51°	— 51°	+ 62°	
Clivage (1)	— 38°	— $56^{\circ}\frac{1}{2}$	+ 78°	(001) 100% d'An.
		$2V^1 = - 74^{\circ}$.		

Coupe N° 30 B. Crête du Tschistop, à la hauteur du 3^{me} affluent latéral de Tschoporja.

Section (1) traversée par deux systèmes de lamelles maclées 2 et 3, se coupant presque à angle droit: les lamelles 3 sont cunéiformes; en outre, il existe un clivage parallèle aux lamelles 3 et un second clivage légèrement oblique sur les lamelles 2.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2} (1)	+ 43°	— 66°	+ 57°	péricline, env. 80% d'An. [010] 97% d'An.
A_{1-2} (1)	+ 49°	+ 54°	— 64°	
$P_{1-3} = A_{1-3}$ (1)	+ 43°	+ $56^{\circ}\frac{1}{2}$	— 68°	(010) albite 95% d'An.
Clivage (1)	+ 40°	— 56°	+ 71°	(010) 90% d'An.

Coupe N° 38 B. Sur Tschoporia, près la crête de Tschistop.

1. Section $g^1 = (010)$, à clivage $p = (001)$ et cassures $h^1 = (100)$.

Extinction à $-35^\circ = 84\%$ d'An.

2. Section formée par un système de lamelles 1 et 2 également développées.

	n_g	n_p	n_m	
P ₁₋₂ (1)	+ 42°	+ 65°	- 59°	péricline env. 85% d'An.
A ₁₋₂ (1)	- 49°	+ 54°½	- 62°	[010] 95% d'An.

Coupe N° 17 B bis. La roche étudiée est très mélanocrate, et formée par des bandes de quelques centimètres d'épaisseur d'éléments fémiques compacts, séparés par des bandes de feldspath presque pur.

1. Section $g^1 = (010)$. Extinction = -36° : 88% d'An.

2. Section formée de deux larges individus 1 et 2, l'individu 1 se répète dans 2 sous forme d'une fine lamelle cunéiforme.

	n_g	n_p	n_m	
P ₁₋₂ (1)	- 39°½	+ 67°½	+ 59°	péricline, voisin de 90% d'An.
A ₁₋₂ (1)	+ 52°	+ 52°	+ 61°	[010] 100% d'An.
				$2V^2 = -74^\circ$.

3. Section formée de deux individus maclés 1 et 2, l'individu 1 se répétant dans 2 sous forme d'une lamelle en coin. De plus, l'individu 2 contient une fine lamelle 3 oblique sur le plan de 1-2.

	n_g	n_p	n_m	
P ₁₋₂ (1)	+ 39°	+ 61°½	- 65°	péricline, env. 100% d'An.
A ₁₋₂ (1)	+ 51°½	- 53°	+ 61°	[010] 97% d'An.
P ₁₋₃ (1)	+ 61°	- 44°	+ 59°	(010)

Structure.

La structure de ces différentes troctolites est absolument uniforme (fig. 6). L'olivine constitue, comme nous l'avons dit, de grandes plages d'aspect plus ou moins lenticulaire, formées par la réunion de plusieurs grains craquelés. Ces plages sont toujours circonscrites par l'amphibole et, en partie, par de la kélyphite et des spinelles; elles sont accompagnées d'hypersthène, sous la forme précédemment indiquée. Elles sont distribuées dans une masse grenue, formée par de l'anorthite pure ou associée à quelques grains isolés d'olivine, ou encore à quelques cristaux

de hornblende. Dans les variétés mélanocrates, les agrégats d'olivine se réunissent pour former un canevas irrégulier, dans les vides duquel les plagioclases ont cristallisé; c'est un acheminement à la structure cryptique, caractéristique pour les tilaïtes.



FIG. 6. — Troctolite. Coupe n° 29 B. Lumière naturelle, les plagioclases en lumière polarisée. Grossissement = 25 diam. H = Hypersthène. O = Olivine. A = Amphibole. S = Spinelle. F = Plagioclases.

Chez certaines variétés ultra mélanocrates, la plupart des grandes plages d'olivine sont complètement serpentinisées, et il n'en reste que ça et là quelques débris noyés dans l'antigorite. Ces plages serpentineuses sont remplies de magnétite secondaire, en amas ou en canaux; elles présentent la disposition alvéolaire. Certaines régions d'apparence isotrope, qui donnent une croix noire uniaxe négative, sont circonscrites par des rubans beaucoup plus biréfringents, à fibrosité transversale, le ruban étant lui-même positif.

Composition chimique.

Nous avons analysé le N° 30 B et nous donnerons en regard de son analyse celle de la troctolite de la chaîne du Kalpak Kazansky

(sur la propriété de Pawda), qui est microscopiquement tout à fait analogue, un peu plus leucocrate que celle du Tschistop, et qui ne renferme pas d'hypersthène.

Analyse.

	N° 30 B Troctolite du Tschistop	Troctolite du Kalpak
SiO ₂	= 41,33	42,04
Al ₂ O ₃	= 27,31	33,45
Fe ₂ O ₃	= 4,48	2,11
FeO	= 2,27	1,52
CaO	= 16,41	16,78
MgO	= 7,58	3,82
K ₂ O	= 0,29	0,18
Na ₂ O	= 0,50	0,56
P.A.F.	= 1,11	0,39
	<hr/> 101,28	<hr/> 100,85

La formule magnétique et les rapports moléculaires se déduisent de l'analyse ci-dessous réduite à 100 parties:

Analyse du 30 B ramenée à 100 parties		Quotients	
SiO ₂	= 41,26	0,688	RO ₂
Al ₂ O ₃	= 27,26	0,267	} 0,395 R ₂ O ₃
Fe ₂ O ₃	= 4,47	0,028	
FeO	= 2,27	0,032	
CaO	= 16,38	0,292	} 0,513 RO
MgO	= 7,57	0,189	
K ₂ O	= 0,29	0,003	} 0,011 R ₂ O
Na ₂ O	= 0,50	0,008	
<hr/>			
100,00			} 0,524 RO + R ₂ O

Coefficient d'acidité α = 0,80.
 Formule magmatique = 1,7 SiO₂: R₂O₃: 1,3 RO.
 Rapport CaO: MgO = 1,5: 1.
 Rapport R₂O: RO = 1:46,6.

§ 6. — Les tilaïtes.

Ce sont des roches d'un noir verdâtre, grenues, toujours très mélanocrates, à grain plutôt fin, qui, sur le terrain, se distinguent ordinairement des gabbros à olivine. Elles sont holocristallines, grenues; leurs minéraux constitutifs dans l'ordre de consolidation sont: les spinelles chromifères, la magnétite, l'olivine, l'hypersthène, le pyroxène monoclinique, l'amphibole et les plagioclases basiques.

SPINELLES.

Ils sont rares dans certaines variétés, abondants dans d'autres, de couleur vert foncé, d'aspect craquelé, associés à la magnétite et empâtés dans celle-ci ou inclus dans l'élément noir. Dans les variétés très riches en olivine, les spinelles sont abondants, ordinairement inclus dans ce minéral ou dans le pyroxène, et forment localement avec ce dernier des micropegmatites.

MAGNÉTITE.

Elle est abondante dans certaines variétés, beaucoup plus rare dans d'autres; elle se présente toujours en grains et en petites plages sidéronitiques entre les cristaux d'élément noir.

OLIVINE.

Ce minéral, qui ne manque jamais, est ordinairement subordonné au pyroxène monoclinique; dans certaines tilaïtes cependant, il est exceptionnellement abondant

et l'emporte sur ce dernier. L'olivine se présente en grains hyalins et incolores, dont les craquelures sont fréquemment remplies de magnétite secondaire. Les biréfringences et le signe optique de cette olivine sont donnés par le tableau suivant:

Numéros des coupes	$n_g - n_p$	$n_g - n_m$	$n_m - n_p$	2V
12 B	0,037	0,019	0,018	+ 88° $\frac{1}{2}$
27 B	0,037	0,019	0,018	+ 88° $\frac{1}{2}$

HYPERSTHÈNE.

Il est considérablement plus rare que le pyroxène monoclinique; sa consolidation a précédé celle de ce minéral dans lequel il est fréquemment inclus. Les cristaux sont à peine allongés selon le prisme, mais avec les clivages très marqués. Le plan des axes est $g^1 = (010)$. La bissectrice aiguë est négative = n_p et les biréfringences sont:

Numéros des coupes	$n_g - n_p$	$n_g - n_m$	$n_m - n_p$	2V
12 B	0,0167	0,0034	0,0133	— 53° $\frac{1}{2}$
27 B	0,014	0,004	0,010	— 64° $\frac{1}{2}$

Le polychroïsme est toujours appréciable, même en coupes très minces : $n_g =$ verdâtre très pâle, $n_m =$ verdâtre, $n_p =$ brun rosé plus foncé.

PYROXÈNE MONOCLINIQUE.

Le pyroxène est ordinairement l'élément prédominant; il est légèrement verdâtre en lumière naturelle et se présente en cristaux et en grains sur lesquels l'allongement prismatique est à peine visible. Les macles $h^1 = (100)$ sont rares et ordinairement formées de trois individus, le central habituellement lamellaire. Le plan des axes est dans $g^1 = (010)$, la bissectrice aiguë est positive = n_g . Les biréfringences sont:

Numéros des coupes	$n_g - n_p$	$n_g - n_m$	$n_m - n_p$	2V
12 B	0,027	0,021	0,006	+ 56°
27 B	0,027	0,022	0,005	+ 51°

HORNBLÉNDE.

Ce minéral est très constant, mais toujours en faible quantité; il est disséminé parmi les autres minéraux et provient des pyroxènes. Il se présente en grains sans allongement perceptible. Le plan des axes est dans $g^1 = (010)$, la bissectrice aiguë est négative = n_p , les biréfringences et l'extinction sont données dans le tableau suivant:

Numéro de la coupe	$n_g - n_p$	$n_g - n_m$	$n_m - n_p$	Extinc. sur g^1	2V
12 B	0,023	0,009	0,012	19°	— 83° $\frac{1}{2}$

La hornblende est toujours faiblement colorée et polychroïque: n_g = brun sale, n_m = brun plus rougeâtre, n_p = jaune brunâtre très pâle.

Le N° 12 B provient du flanc NO du Tschistop, près du sommet. Le N° 27 B a été pris sur le sommet de la crête qui encaisse la rive droite de Tschoporia.

PLAGIOCLASES.

Ils sont réduits par rapport à l'élément noir, toujours parfaitement frais et maclés surtout selon la péricline seule, ou la péricline combinée à l'albite qui joue un rôle secondaire; ils renferment de 90 à 100 % d'anorthite.

Coupe N° 12 B. Flanc NO du Tschistop.

1. Section S_{n_g} . $1 = \pm 35^\circ$, $1' = \mp 22^\circ$: péricline, 100% d'An.

2. Section traversée par un premier système de lamelles maclées rectilignes 2 et un second système de lamelles cunéiformes à angle droit sur les premières.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2} (1)	+ 39°	+ 66°	— 62°	péricline 92% d'An.
A_{1-2} (1)	+ 51°	— 60°	+ 54°	[010].
P_{1-3} (1)	+ 49°	— 58°½	+ 58°	(010) albite.
			$2V^1 = - 74^\circ$.	

Coupe N° 27 B. Sommet de la crête qui encaisse la rive droite de Tschoporia.

1. Section formée de lamelles maclées 1 et 2, parallèles. Un clivage coupe obliquement les lamelles.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2} (1)	+ 39°	— 67°	— 61°½	péricline 90% d'An.
A_{1-2} (1)	+ 51°	+ 57°	+ 57°	[010] env. 90% d'An.
Clivage (1)	+ 42°	— 54°	— 70°	(001) env. 89% d'An.
			$2V^2 = - 78^\circ$.	

Coupe N° 45 B. Flanc O du Tschistop, un peu au-dessus de la limite de végétation.

Section 1 traversée par de fines lamelles parallèles 2.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2} (1)	— 38°	+ 67°½	+ 61°	péricline
Clivage (1)	— 38°	+ 56°	+ 74°	(001) 98% d'An.

Structure.

La structure est celle appelée par M. Duparc cryptique. Les éléments ferromagnésiens associés par contact immédiat, ou réunis ça et là par une plage de magnétite sidéronitique, forment un véritable canevas, isolant ainsi des cryptes, dans l'intérieur desquelles le feldspath grenu a cristallisé. Par l'agrandissement des cryptes et la plus grande abondance de l'élément feldspathique, la roche passe aux gabbros à olivine ordinaires, et les plages agrégées d'éléments femiques se disloquent pour se mêler aux feldspaths. Dans les variétés très riches en olivine, on observe des phénomènes dynamiques manifestes: cette olivine est plus ou moins écrasée en rubans, tandis que les autres éléments restent mêlés sans déformation appréciable. Les variétés porphyroïdes du Tilaï n'ont pas été rencontrées.

Composition des Tilaïtes.

Nous avons analysé les N^{os} 27 B et 45 B, dont les provenances ont déjà été indiquées. Le N^o 27 B est relativement riche en feldspaths, le 45 B est tout à fait mélanocrate. A titre de comparaison, nous donnerons les analyses de trois tilaïtes provenant de la chaîne du Tilaï et figurées sous les N^{os} 162 T, 163 T et 167 T.

Analyses.

	N ^o 27 B	N ^o 45 B	N ^o 162 T	N ^o 163 T	N ^o 167 T
SiO ₂ =	43,27	42,47	45,56	46,85	45,74
TiO ₂ =	0,40	—	—	—	—
Al ₂ O ₃ =	15,90	9,61	11,38	9,10	5,21
Fe ₂ O ₃ =	3,64	5,21	1,90	3,43	6,91
FeO =	8,45	6,49	6,52	8,75	8,33
MnO =	0,09	—	—	—	—
CaO =	14,63	11,56	17,10	15,52	12,80
MgO =	12,53	23,87	15,78	18,00	21,63
K ₂ O =	0,28	0,19	0,44	0,19	0,13
Na ₂ O =	0,89	0,85	0,90	0,76	1,02
P.A.F. =	0,60	1,73	0,50	0,15	0,09
	100,68	101,98	100,08	102,75	101,86

On voit que le N^o 45 B est tout à fait semblable au 167 T qui représente une tilaïte classique du Tilaï. Pour la formule magmatique et les rapports moléculaires des tilaïtes, nous prendrons la moyenne entre les deux numéros analysés, l'un étant plutôt feldspathique et l'autre mélanocrate. Nous avons obtenu les résultats suivants:

	Moyenne des N ^{os} 27 B et 45 B	Analyse ramenée à 100 parties	Quotients	
SiO ₂	= 42,87	42,70	0,712	} 0,717 RO ₂
TiO ₂	= 0,40	0,40	0,005	
Al ₂ O ₃	= 12,75	12,70	0,124	} 0,151 R ₂ O ₃
Fe ₂ O ₃	= 4,42	4,40	0,027	
FeO	= 7,47	7,44	0,103	
MnO	= 0,09	0,09	0,001	} 0,790 RO
CaO	= 13,09	13,04	0,233	
MgO	= 18,20	18,13	0,453	} 0,806 RO + R ₂ O
K ₂ O	= 0,23	0,23	0,002	
Na ₂ O	= 0,87	0,87	0,014	
P.A.F	= 1,16			
	<hr/> 101,55	<hr/> 100,00		

Coefficient d'acidité α = 1,14.

Formule magmatique = 4,7 SiO₂: R₂O₃: 5,3 RO.

Rapport R₂O: RO = 1: 49,4.

Rapport CaO: MgO = 1: 1,9.

§ 7. — Les gabbros à olivine.

Ces roches, de prime abord, ressemblent aux tilaïtes auxquelles elles passent d'ailleurs latéralement. Elles sont ordinairement d'un grain moyen, et presque toujours mélanocrates. Tantôt l'élément feldspathique paraît uniformément réparti parmi l'élément noir, tantôt la disposition est rubanée et des mélanges plus ou moins riches en éléments saliques et en éléments fémiques sont disposés en traînées parallèles. Les minéraux constitutifs des gabbros à olivine sont les mêmes que ceux des tilaïtes, mais se présentent un peu différemment.

SPINELLES.

Les spinelles peuvent manquer totalement en inclusions primaires, ou devenir au contraire très abondants (N^o 15 B par exemple); ils se présentent alors en gros grains irréguliers, ou en plages cunéiformes, inclus dans l'élément noir. Quand il y a de la magnétite dans la roche, les spinelles sont souvent moulés par elle. Leur couleur est vert sombre. De plus, il existe dans la plupart des gabbros des plages isolées ou des bordures de micropegmatites de spinelles avec de l'amphibole ou du pyroxène.

MAGNÉTITE.

La magnétite primaire est d'habitude plutôt rare; elle peut même manquer tout à fait. Par contre, il existe presque toujours de la magnétite secondaire, qu'on trouve en petits amas irréguliers à l'intérieur de l'olivine ou de la serpentine qui en résulte.

OLIVINE.

Elle est ordinairement abondante, mais ne se trouve que rarement en cristaux isolés. Dans la plupart des cas, plusieurs grains se réunissent et forment alors une association. Cette olivine est incolore, hyaline, et présente rarement des clivages visibles. Ses propriétés optiques sont les suivantes:

Numéros des coupes	$n_g - n_p$	$n_g - n_m$	$n_m - n_p$	2V
37 B	0,037	—	—	—
11 ^{HB}	0,037	0,019	0,018	+ 88°½
15 B	0,037	—	—	—
32 B	0,037	—	—	—
44 B	0,037	0,019	0,018	+ 88°½

L'olivine est fréquemment altérée et transformée en antigorite sur les cassures, avec séparation de magnétite. Dans certaines variétés, les plages d'olivine sont entourées de cristaux d'hypersthène, ou circonscrites par une mince bande d'amphibole vert pâle continue, qui est elle-même partiellement ou totalement ceinturée par une zone plus ou moins large de micropegmatites à spinelles.

HYPERSTHÈNE.

Il est très constant et joue un rôle subordonné au pyroxène monoclinique. Les cristaux sont courts, avec le clivage habituel et les propriétés optiques ordinaires. Bissectrice aiguë = n_p ; $n_g - n_p = 0,015$; $n_g =$ vert pâle, $n_m =$ verdâtre, $n_p =$ couleur saumon.

PYROXÈNE MONOCLINIQUE.

Il se présente en cristaux ou en grains informes, à allongement prismatique à peine marqué. Les clivages $m = (110)$ sont constants, celui $h^1 = (100)$ est rare. Les macles suivant $h^1 = (100)$ sont rares également. Par contre, à plusieurs reprises, on observe de fines lamelles brunâtres intercalées perpendiculairement au clivage. Le pyroxène est légèrement verdâtre en lumière naturelle, le plan des axes est dans g^1 , la bissectrice aiguë est toujours positive.

Numéros des coupes	$n_g - n_p$	$n_g - n_m$	$n_m - n_p$	Extinct. dans $g^1 = (010)$	2V
N° 37 B	0,026	0,021	0,005	42°	+ 42°
N° 11 ^{HB}	0,0269	0,021	0,0059	40°	+ 56°
N° 32 B	0,025	0,020	0,005	—	+ 53°
N° 33 B	0,027	0,021	0,006	—	+ 56°

Le pyroxène monoclinique est postérieur à l'hypersthène; il est toujours plus ou moins ourutilisé.

HORNBLÉNDE.

Elle circonscrit et empâte ordinairement le pyroxène, bien qu'elle se trouve aussi à l'intérieur de celui-ci. Elle se rencontre encore en grains isolés, calés entre les autres éléments noirs. Les propriétés de cette hornblende sont variables; le plan des axes est dans $g^1 (010)$ et la bissectrice aiguë est toujours négative.

Numéros des coupes	$n_g - n_p$	$n_g - n_m$	$n_m - n_p$	Extinct. dans $g^1 = (010)$	2V
N ^o 37 B	0,020	0,009	0,011	17°	— 84°
N ^o 11 ^{II} B	0,020	0,007	0,013	16°	—
N ^o 32 B	0,021	—	—	19°	—
N ^o 33 B	0,017	—	—	20°	—

Le polychroïsme est comme suit: n_g = vert pâle ou brun verdâtre sale, n_m = vert brunâtre ou brun, n_p = jaunâtre ou jaune brunâtre.

Le N^o 37 B provient de la crête qui encaisse la rive droite de Tschoporia, presque à l'extrémité, dans la forêt brûlée.

Le N^o 11 B est pris au flanc NO du Tschistop, en montant à la crête.

Le N^o 15 B provient du flanc NO également, un peu avant d'arriver au sommet.

Le N^o 32 B a été pris sur la crête qui borde la rive droite de la seconde source de l'affluent latéral de Tschoporia.

Le N^o 44 B, enfin, est pris sur le flanc O du Tschistop.

FELDSPATHS.

Ils sont ordinairement maclés selon la péricline seule, ou encore selon l'albite et la péricline, plus rarement suivant le complexe albite-Karlsbad.

Coupe N^o 37 B. Crête de Tschoporia.

1. Section Sn_g . $1 Sn_g = \pm 35^\circ$, $1' = \mp 22^\circ$: environ 100% d'An.
2. Section $g^1 = (010)$. Extinction à -32° de $p = (001)$: 75 % d'An.
3. Section formée de lamelles maclées parallèles 1 et 2.

$P_{1-2} (1) = A_{1-2} (1)$ n_g n_p n_m
 $47^\circ \frac{1}{2}$ 55° $58^\circ \frac{1}{2}$ (010) albite env. 92% d'An.

$2V^1 = - 78^\circ$.

Coupe N^o 11^{II}B. Flanc NO du Tschistop, type rubané.

1. Section $g^1 = (010)$. Extinction à -36° : env. 88 % d'An.
2. Section formée de plusieurs lamelles maclées parallèles 1 et 2.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2} (1)	+ 45° ½	- 67° ½	- 51° ½	péricline, env. 70% d'An.
A_{1-2} (1)	+ 45° ½	+ 58° ½	+ 61° ½	[010] env. 83% d'An.
Clivage (1)	+ 45°	- 58°	- 62°	(001) 74% d'An.
		2V ¹ = - 88°.		

Coupe N° 15 B Flanc NO du Tschistop, type mélanocrate à grain moyen.

1. Section formée d'une série de lamelles maclées parallèles cunéiformes.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2} (1)	+ 38° ½	+ 63° ½	- 61° ½	péricline environ 92% d'An.
A_{1-2} (1)	+ 51°	- 52°	+ 56° ½	(010) env. 94% d'An.
		2V ¹ = - 78°.		

2. Section 1 renfermant deux systèmes de lamelles maclées 2 et 3 se coupant sous un angle d'environ 110°.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2} (1)	+ 39°	+ 63°	- 60° ½	péricline 90% d'An.
A_{1-2} (1)	- 51°	+ 51°	- 65°	[010] 100% d'An.
P_{1-3} (1)	- 53°	+ 50°	- 65°	(010) albite env. 100% d'An.

Coupe N° 32 B. Sur la crête qui borde la rive droite de Tschoporja, type mélanocrate.

1. Section formée de lamelles parallèles 1 et 2.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2} (1)	+ 39° ½	- 67° ½	+ 59°	péricline env. 86% d'An.
A_{1-2} (1)	+ 51°	+ 55°	- 58°	[010] env. 90% d'An.
		2V ¹ = - 78°.		

2. Section formée de deux grands individus 1-2, avec trace de macle onduleuse; chaque individu renferme un premier système de fines lamelles maclées 1" et 2" parallèles au plan de macle 1—2, et un second système 1' et 2' perpendiculaire au précédent; enfin, chaque individu possède un clivage parallèle aux lamelles 1" et 2", et un second clivage faisant un angle aigu avec 1' et 2'.

	n_g	n_p	n_m	
$P_{1-2} = P_{1-1''} = P_{2-2'}$ = Clivage (1)	+ 43°	- 58°	- 64° ½	(010) albite 89% d'An.
A_{1-2} (1)	+ 69°	- 76° ½	+ 25°	$\frac{\perp [001]}{(010)}$ complexe albite- Karlsbad 90% d'An.
$P_{2-2'}$ (2)	+ 40°	- 67°	+ 59° ½	péricline, env. 88% d'An.
Clivage (2)	+ 41°	- 55°	+ 72°	(001) 92% d'An.

Coupe 33 B. Sur la crête dominant Tschoporia.

1. Section $g^1 = (010)$. Extinct. à -35° : env. 84% d'An.
2. Section 1 traversée par quelques lamelles 2.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2} (1)	+ $38^\circ \frac{1}{2}$	+ 64°	- $63^\circ \frac{1}{2}$	péricline 98% d'An.
A_{1-2} (1)	+ $51^\circ \frac{1}{2}$	- 50°	+ 62°	[010] 100% d'An.
$2V^1 = -76^\circ$.				

Coupe N° 44 B. Flanc O du Tschistop.

1. Section g^1 . Extinction à -36° de $p = (001)$: 88% d'An.
2. Section formée de deux grands individus 1-2. L'individu 1 contient quelques fines lamelles maclées 3, presque perpendiculaires au plan 1-2. En outre, chaque individu renferme deux clivages, l'un presque parallèle au plan 1-2, l'autre parallèle aux lamelles 3.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2} (1)	+ 41°	+ $64^\circ \frac{1}{2}$	- 60°	péricline 87% d'An.
P_{1-3} (1)	+ 46°	- 51°	+ 68°	(010)
A_{1-2} (1)	+ 50°	- $50^\circ \frac{1}{2}$	+ $65^\circ \frac{1}{2}$	[010]
1 ^{er} clivage (1)	+ 41°	+ 55°	- 73°	(001) 93% d'An.
2 ^{me} clivage (1)	+ 45°	- 55°	+ 65°	(010) 95% d'An.

$$2V^2 = -75^\circ.$$

Structure.

La structure des gabbros à olivine présente plusieurs variations. Dans la règle, elle est parfaitement grenue et tout à fait semblable à celle des gabbros à olivine ordinaires. Les pyroxènes sont toujours plus ou moins ouralitisés et l'olivine, avec sa couronne de kélyphite, peut être entièrement remplacée par de l'antigorite jaunâtre. Chez les types rubanés, la structure est toute différente. Les éléments noirs, pyroxène, olivine et amphibole, forment des agrégats grenus, disposés en traînées ou en lentilles allongées parallèlement à une même direction; ces agrégats sont distribués dans une masse feldspathique, grenue également et presque pure, qui renferme quelques minéraux fémiqes isolés. Dans les groupements des minéraux ferro-magnésiens, l'olivine s'entoure volontiers de cristaux d'hypersthène, ces agrégats sont alors dispersés parmi les pyroxènes monocliniques. Chez les types très

mélanocrates, souvent les plages de minéraux fémiques se rapprochent et se soudent sur une certaine longueur, en isolant ainsi des anses, dans lesquelles le feldspath a cristallisé; c'est le passage à la structure cryptique.

Phénomènes dynamiques.

Ils sont presque toujours manifestes; les plages d'olivine sont écrasées au milieu d'autres éléments noirs et étirées en rubans traversés par une série de fentes parallèles à l'alignement général, rubans qui sont en partie transformés en serpentine. Ces mêmes cassures, toujours parallèles, se retrouvent avec la même direction dans les régions formées par les feldspaths.

Composition chimique des gabbros à olivine.

Nous donnerons ci-dessous les analyses de deux types représentant les deux faciès principaux. Le N° 33 B est un faciès leucocrate qui ne renferme pas de magnétite, et très peu de spinelle en micropegmatites. Le N° 32 B est un type mélanocrate assez grossièrement grenu, avec beaucoup de magnétite et un peu de spinelle. A titre de comparaison, nous donnerons l'analyse d'une tilaïte du Tilai, qui est une forme de passage au gabbro à olivine, N° 1089 T, et un gabbro à olivine mélanocrate du Pharkowsky-ouwal dans le massif du Koswinsky, N° 33 K.

Analyse.

		N° 33 B	N° 32 B	N° 1089 T	N° 33 K
SiO ₂	=	45,10	43,89	40,30	44,39
TiO ₂	=	—	0,59	—	—
Al ₂ O ₃	=	27,66	14,30	17,14	10,60
Fe ₂ O ₃	=	2,59	2,28	8,53	3,89
FeO	=	1,97	7,71	6,90	11,03
CaO	=	16,73	15,33	16,40	17,51
MgO	=	3,31	14,66	7,92	10,54
K ₂ O	=	0,45	0,25	0,66	0,53
Na ₂ O	=	1,01	0,55	1,49	1,18
P.A.F.	=	1,59	0,50	0,46	0,93
		<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
		100,41	100,06	99,80	100,60

Pour calculer maintenant la formule magmatique, nous avons pris la moyenne des N°s 33 B et 32 B qui représentent les deux faciès extrêmes de ces roches.

	Moyenne	Analyse ramenée à 100 parties	Quotients	
SiO ₂	= 44,49	44,75	0,746	} 0,753 RO ₂
TiO ₂	= 0,59	0,59	0,007	
Al ₂ O ₃	= 20,95	21,07	0,207	} 0,222 R ₂ O ₃
Fe ₂ O ₃	= 2,43	2,44	0,015	
FeO	= 4,84	4,87	0,068	} 0,582 RO
CaO	= 16,03	16,12	0,288	
MgO	= 8,98	9,03	0,226	
K ₂ O	= 0,35	0,35	0,004	
Na ₂ O	= 0,78	0,78	0,013	
P.A.F.	= 1,04			} 0,017 R ₂ O
	100,48	100,00		} 0,599 RO+R ₂ O

Coefficient d'acidité $\alpha = 1,19$.

Formule magmatique = 3,4 SiO₂: R₂O₃: 2,7 RO.

Rapport R₂O: RO = 1: 34,2

Rapport CaO: MgO = 1,3: 1.

§ 8. — Les gabbros francs sans olivine.

Ce sont des roches très cristallines, à grain moyen, leucocrates ou mésocrates, d'aspect macroscopique différent des gabbros à olivine et des tilaïtes. Elles sont homogènes et ordinairement non rubanées. L'ouralitisation du pyroxène fait passer ces roches au type des gabbros-diorites; elle existe toujours d'ailleurs et à un degré peu prononcé. Les minéraux constitutifs sont la magnétite, le pyroxène monoclinique, l'amphibole et les plagioclases.

MAGNÉTITE.

Elle est très rare et manque souvent complètement. Quand elle existe, c'est toujours sous forme de deux ou trois grains irréguliers inclus dans le pyroxène, ou libres parmi les feldspaths. Il n'y a ordinairement pas trace de spinelle.

PYROXÈNE MONOCLINIQUE.

Il est toujours quantitativement inférieur aux feldspaths, parfaitement frais et à peine ouralitisé. Le pyroxène est transparent, incolore, légèrement verdâtre, rarement maclé selon $h^1 = (100)$ souvent avec deux individus seulement, plus

rarement avec trois, le central lamellaire. Le plan des axes est dans $g^1 = (010)$, la bissectrice aiguë toujours positive. Les propriétés optiques des pyroxènes sont :

Numéro de la coupe	$n_g - n_p$	$n_g - n_m$	$n_m - n_p$	Extinct. dans $g^1 = (010)$	2V
34 ^I B	0,025	0,019	0,006	38° ½	+ 58° ½
28 B	0,0278	0,0216	0,0062	—	+ 56° ½

AMPHIBOLE.

Celle-ci ouralitise toujours légèrement le pyroxène; on en trouve ordinairement deux variétés; l'une est vert pâle, avec plan des axes dans $g^1 = (010)$, bissectrice aiguë négative et extinction dans $g^1 = (010)$ de 19°, avec une biréfringence maximum de 0,020 à 0,021; elle est polychroïque avec $n_g =$ vert pâle, $n_m =$ vert plus jaunâtre, $n_p =$ jaunâtre presque incolore; la seconde variété a les mêmes propriétés optiques, mais un polychroïsme beaucoup plus intense: $n_g =$ vert bouteille foncé, $n_m =$ vert brunâtre, $n_p =$ brun jaunâtre pâle.

Le N° 28 B provient de la crête qui encaisse la rive droite de Tschoporja et le 34^I B de la même crête, mais plus à l'E.

PLAGIOCLASES.

Ils forment l'élément principal et sont maclés selon l'albite et la péricline, souvent les deux combinées.

Coupe N° 28 B. Crête de Tschoporja.

1. Section 1 renfermant plusieurs fines lamelles maclées parallèles 2 et, en outre, une troisième lamelle cunéiforme 3, normale aux précédentes.

	n_g	n_p	n_m	
P ₁₋₂ (1)	+ 41°	+ 65°	— 60°	(010) albite 78% d'An.
P ₁₋₃ (1)	+ 46°	— 64°	+ 56°	péricline env. 75% d'An.
Clivage (1)	+ 48°	— 53°	+ 64°	(001) env. 74% d'An.
				2V ¹ = — 82°.

Coupe N° 34^I B. — Tschistop.

1. Section $g^1 = (010)$. Extinction à — 32° : 75% d'An.

2. Section 1 renfermant quelques fines lamelles maclées 2 avec un clivage perpendiculaire sur ces lamelles.

	n_g	n_p	n_m	
P ₁₋₂ (1)	— 38°	— 67°	+ 63°	péricline, 90 à 100% d'An.
Clivage (1)	+ 50°	— 56°	+ 58°	(010) env. 90% d'An.

Coupe N° 34^{II} B. Crête de Tschoporia.

1. Section Sn_p maclée suivant deux systèmes de lamelles, 1 est grand, 1' est formé de lamelles très fines.

Extinction de 1 $Sn_p = \pm 32^\circ$, 1' = $\mp 30^\circ$: env. 100% d'An.

2. Section 1 renfermant plusieurs lamelles maclées très nettes et parallèles 2, et, à angle droit sur celles-ci, une lamelle 3 très floue.

	n_g	n_p	n_m	
$P_{1-2} = A_{1-2} =$				
Clivage (1)	+ 43°	- 57°	- 64°	(010) 90% d'An.
P_{1-3} (1)	+ 42°	+ $63^\circ \frac{1}{2}$	+ 60°	péricline 85% d'An.

Composition chimique.

Nous avons analysé les N°s 28 B et 34 B de type leucocrate; le 28 B très frais ne renferme de la magnétite qu'en très petite quantité. Le 34 B n'en renferme pas et présente des traces d'altération.

Analyse.

	N° 28 B	N° 34 B
SiO ₂	= 47,60	44,65
TiO ₂	= 0,16	traces
Al ₂ O ₃	= 25,38	26,07
Fe ₂ O ₃	= 3,41	2,62
FeO	= 3,35	1,80
MnO	= 0,07	traces
CaO	= 13,56	17,82
MgO	= 4,48	6,46
K ₂ O	= 0,71	0,32
Na ₂ O	= 1,05	0,53
P.A.F.	= 0,25	1,05
	<hr/>	<hr/>
	100,02	101,32

Pour calculer la formule magmatique, nous avons pris la moyenne des N°s 28 et 34.

	Moyenne	Analyse ramenée à 100 parties	Quotients	
SiO ₂	= 46,15	46,15	0,769	} 0,771 RO ₂
TiO ₂	= 0,16	0,16	0,002	
Al ₂ O ₃	= 25,72	25,72	0,252	} 0,271 R ₂ O ₃
Fe ₂ O ₃	= 3,01	3,01	0,019	
FeO	= 2,57	2,57	0,036	} 0,455 RO
MnO	= 0,07	0,07	0,001	
CaO	= 15,74	15,74	0,281	
MgO	= 5,48	5,48	0,137	} 0,469 RO + R ₂ O
K ₂ O	= 0,51	0,51	0,005	
Na ₂ O	= 0,59	0,59	0,009	
P.A.F.	= 0,65			
	<hr/> 100,65	<hr/> 100,00		

Coefficient d'acidité α = 1,20.

Formule magmatique = 2,8 SiO₂: R₂O₃: 1,7 RO.

Rapport R₂O: RO = 1: 32,5.

§ 9. — Les norites et les gabbros à hypersthène.

Ces roches sont, comme nous l'avons vu, distribuées sur le flanc NO du Tschistop et forment en particulier le contrefort de Pakna. Elles se rencontrent d'ailleurs sporadiquement en d'autres points du massif. On peut en distinguer, à l'œil nu, deux types: le premier, que nous appellerons norite, est absolument semblable à la même roche du Tiläi-Cérébriansky. Ces norites sont de couleur gris jaunâtre, à grain ordinairement moyen, quelquefois fin, et presque toujours mésocrates. Elles présentent un éclat tout particulier qui les distingue à première vue des gabbros ordinaires. Les éléments fémiques ont un autre aspect et aussi une autre couleur tirant sur le brun plutôt que sur le vert. Les feldspaths ne sont pas absolument blancs, mais semblent parfois rosés. Ordinairement, l'élément noir est mêlé régulièrement à l'élément blanc; dans quelques cas plus rares cependant, il forme des noyaux dans une masse plus finement grenue. Ces roches sont ordinairement remarquablement fraîches. Le second type, qui correspond plutôt au gabbro à hypersthène, est macroscopiquement tout différent et ne se distingue pas du gabbro mélanocrate ordinaire. Les roches de ce type sont foncées, verdâtres, et présentent souvent une disposition rubanée; les éléments feldspathiques y forment des traînées parallèles dans l'élément noir. Tandis que les norites se distinguent immédiatement des roches avoisinantes, les gabbros à hypersthène peuvent facilement se confondre avec les gabbros ordinaires.

Les minéraux constitutifs de ces roches à hypersthène sont: les spinelles, la magnétite, la biotite, l'hypersthène, le pyroxène monoclinique, la hornblende et les plagioclases.

SPINELLES.

Ils sont très fréquents, mais ne se rencontrent pas chez tous les spécimens. Ordinairement ils se présentent en grains d'un vert foncé, isotropes et fissurés, et d'habitude inclus dans les plages de magnétite. Certains grains sont cependant enclavés dans des pyroxènes. De plus, les spinelles forment, avec le diopside et l'hypersthène, des micropegmatites qui bordent, en général, telle ou telle plage de ces minéraux.

MAGNÉTITE.

Elle n'est jamais absente, mais se trouve en quantité fort variable. Ses grains, d'aspect octaédrique, sont libres parmi les feldspaths, ou inclus dans les pyroxènes. Elle forme, en outre, un ciment entre les éléments noirs agrégés localement en plages.

BIOTITE.

Ce minéral, qui est très constant dans les norites du Cérébriensky et peut même y devenir abondant, est très rare au contraire dans les mêmes roches du Tschistop et, dans la plupart des cas, fait complètement défaut. Une fois seulement nous en avons trouvé deux petites lamelles sur lesquelles nous avons pu vérifier l'uniaxie, le signe optique négatif et le polychroïsme: n_g = rouge-brun pas très foncé, n_p = brunâtre pâle.

HYPERSTHÈNE.

Il s'est consolidé après la biotite, les spinelles et la magnétite; il est plus ancien que le pyroxène monoclinique qui le moule fréquemment, et dans lequel il se trouve en inclusions. Tantôt il est de même taille que ce dernier, tantôt il est notablement plus petit. Les cristaux sont ordinairement sans contour géométrique et allongés suivant l'axe vertical; une seule fois cependant, nous avons observé quelques vagues profils de faces non déterminables. Les clivages $m = (110)$ sont nets; il existe aussi des cassures transversales souvent courbes. Le plan des axes est dans $g^1 = (010)$, n_g est perpendiculaire à $p = (001)$, la bissectrice aiguë est négative = n_p , les propriétés optiques sont résumées dans le tableau suivant :

Numéros des coupes	$n_g - n_p$	$n_g - n_m$	$n_m - n_p$	2V
3 A	0,0133	0,0026	0,010	— 63° 1/2
6 A	0,014	0,002	0,012	— 44° 1/2
7 A	0,015	0,003	0,0118	— 53° 1/2
10 B	0,014	0,004	0,010	— 64° 1/2
56 B	0,015	0,0038	0,011	— 61°

Cet hypersthène ressemble beaucoup à celui de la norite du Tiläi-Cérébriensky, dont les propriétés sont données ci-dessous :

Numéro de la coupe	$n_g - n_p$	$n_g - n_m$	$n_m - n_p$	n_g	n_m	n_p	2V
1124 T	0,015	0,003	0,012	1,7129	1,7100	1,6979	— 52°

Les variations que l'on observe dans la valeur des biréfringences sont de l'ordre de celles que présentent les divers spécimens du Tilai; ces biréfringences paraissent cependant en moyenne un peu plus élevées.

Les inclusions lamellaires sont plutôt rares dans l'hypersthène et, quand elles s'y rencontrent, elles sont alors très abondantes. Selon qu'on les examine sur la tranche ou sur la face d'aplatissement, elles présentent la forme de fines lignes ou de tables brunâtres allongées et d'aspect souvent parallélogrammique. Elles sont ordinairement intercalées parallèlement à la trace du clivage rectiligne, plus rarement perpendiculairement; quelquefois les deux systèmes se rencontrent à la fois, certaines lamelles forment alors un angle de 30° avec le clivage.

Le polychroïsme est toujours appréciable sur tous les spécimens, même en lames très minces; on a: n_g = vert très pâle, n_m = verdâtre avec une pointe de rose, n_p = brun rosé plus foncé et couleur de chair.

L'hypersthène, comme le pyroxène monoclinique, est souvent ouralitisé périphériquement; il forme aussi des micropegmatites avec la magnétite et les spinelles.

PYROXÈNE MONOCLINIQUE.

Ordinairement, il l'emporte quantitativement sur l'hypersthène. Dans certains cas cependant, les deux minéraux sont en proportion égale et l'hypersthène peut même dominer, ce qui est rare. Le pyroxène monoclinique n'a pas de contours géométriques, il est faiblement allongé suivant la zone du prisme, avec les clivages $m = (110)$ constants tandis que $h^1 = (100)$ a été rarement observé. Les macles selon $h^1 = (100)$ sont assez fréquentes entre deux individus, rarement avec un troisième central lamellaire. Nous n'avons pas rencontré d'associations hémitropes avec l'hypersthène; par contre, les lamelles intercalées dans ce dernier se retrouvent dans le pyroxène monoclinique avec les mêmes caractères. Ce dernier renferme aussi des inclusions de magnétite, de spinelle et d'hypersthène. Il est très légèrement verdâtre en lumière naturelle, et sans polychroïsme appréciable. Le plan des axes est dans $g^1 = (010)$, la bissectrice aiguë est positive, les propriétés optiques du pyroxène monoclinique sont résumées dans le tableau ci-dessous:

Numéros de la coupe	$n_g - n_p$	$n_g - n_m$	$n_m - n_p$	Extinction	2V
3 A	0,022 à 0,024	0,019 à 0,021	0,003	44°	+ $42^\circ \frac{1}{2}$
6 A	0,025	0,021	0,004	38°	+ 47°
7 A	0,025	—	—	—	—
14 B	0,026	0,021	0,005	38°	+ 52°
10 B	0,029	0,024	0,005	40°	+ 49°
56 B	0,022	—	—	42°	—

Ces chiffres montrent que, conformément à ce que nous avons observé antérieurement, il n'y a pas un seul pyroxène, mais plusieurs types répondant à des mélanges isomorphes différents. Pour les mêmes roches du Tilai, les trois biréfrin-

gences oscillaient entre $n_g - n_p = 0,022$ et $0,029$, $n_m - n_p =$ entre $0,002$ et $0,006$ et l'extinction entre 36° et 46° . Sur un spécimen déterminé par les indices, nous avons obtenu les résultats suivants:

Numéro de la coupe	$n_g - n_p$	$n_g - n_m$	$n_m - n_p$	n_g	n_m	n_p	2V
1124 T	0,0269	0,0207	0,0062	1,7198	1,6991	1,6929	+ $57^\circ \frac{1}{2}$

HORNBLLENDE.

Elle est très rare dans certains spécimens et ne forme qu'une ou deux petites taches dans les pyroxènes; dans d'autres, elle est beaucoup plus abondante; c'est surtout dans les cas où il y a beaucoup de spinelles et de magnétite.

Les cristaux sont informes, à peine allongés selon $m = (110)$, avec des clivages bien accusés. Le plan des axes est $g^1 = (010)$, la bissectrice aiguë négative et l'allongement positif. Elle est ordinairement colorée et polychroïque; ses propriétés optiques sont réunies dans le tableau qui suit:

Numéro de la coupe	$n_g - n_p$	$n_g - n_m$	$n_m - n_p$	Extinction	2V
3 A	—	0,0067 à 0,008	—	—	—
6 A	0,023	—	—	20°	—
7 A	0,020	—	—	18°	—
10 B	0,019	—	—	16°	—
56 B	0,020	0,0088	0,0112	—	— 83°

Le polychroïsme intense est comme suit: $n_g =$ vert sale foncé, $n_m =$ vert brunâtre, $n_p =$ jaune brunâtre pâle. La hornblende provient de l'épigénie du pyroxène. Ordinairement, l'hypersthène, mais plus souvent le pyroxène monoclinique, sont entourés d'une bande continue ou interrompue de hornblende, bande qui est plus ou moins épaisse et s'éteint d'un seul coup par rotation de la platine du microscope. Nous décrirons d'ailleurs en détail à propos des gabbros-diorites le processus des phénomènes d'ouraltisation.

Les provenances des numéros indiqués précédemment sont les suivantes: le N° 3 A provient du flanc SE de Pakna, le N° 6 A a été pris au sommet de l'ouwal qui se détache à l'O de Pakna, le N° 7 A se trouve au bord de la rivière Tschoporia, sur la rive droite, le N° 10 B provient du flanc O du Tschistop, le N° 14 B se trouve sur les rochers qui affleurent un peu au-dessous du sommet, le N° 56 B a été pris sur la crête du Tschistop.

PLAGIOCLASES.

Ils sont ordinairement très abondants et très frais, en cristaux informes, maclés selon l'albite, la péricline, ou les deux à la fois. Les déterminations nombreuses que nous avons faites montrent que dans les norites franches, ils renfer-

ment environ 60 % d'anorthite. Dans les gabbros à hypersthène plus basiques, ce chiffre dépasse 70 % et peut arriver à 90 %.

Coupe N° 3 A. Flanc SE de Pakna.

1. Sections de la zone de symétrie. Extinction comprise entre 20° et 25° : Labrador.

2. Section Sn_p maclée selon Ab. Extinction de 1 $Sn_p = \pm 30^\circ$, 1' = $\mp 41^\circ \frac{1}{2}$: labrador à 63 % d'An.

3. Section perpendiculaire à pg^1 . Extinction de n_p à $+ 34^\circ =$ labrador basique.

4. Section partagée entre deux gros individus 1-2 avec plan de macle flou. En outre, chacun de ces individus est traversé par des lamelles 3-4 parallèles à la trace du plan de macle 1-2.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2} (1) = P_{2-3} = P_{1-4}	+ 34°	+ 71°	— 64° ½	(010) albite 62% d'An.
A_{1-2} (1)	+ 60° ½	— 35°	+ 73°	[001] 63% d'An.
A_{1-3} (1)	+ 75°	+ 61° ½	+ 33°	$\frac{\perp [001]}{(010)}$ complexe albite-Karlsbad 62% d'An.

Coupe N° 6 A. Sommet de l'ouwal qui se détache de Pakna.

1. Section Sn_p avec 1 Sn_p large et de fines lamelles 1'. 1 $Sn_p = 58^\circ$, 1' = 53° : 53 % d'An, péricline.

2. Section Sn_p formée de deux gros individus 1 et 2. Dans 1, fines lamelles indéterminables. 1 $Sn_p = \pm 27^\circ$, 2' = $\pm 10^\circ$: macle Karlsbad 57% d'An.

3. Section formée de deux grands individus 1 et 2 renfermant chacun des fines lamelles maclées 3 et 4, parallèles au plan de macle 1-2.

	n_g	n_p	n_m	
$P_{1-2} = P_{1-4} = P_{2-3}$ (1)	+ 33°	— 76°	— 63°	(010) albite 57% d'An.
A_{1-2} (1)	— 74°	+ 57°	— 37°	$\frac{\perp [001]}{(010)}$ 58% d'An.
A_{1-3} (1)	+ 60° ½	+ 41°	+ 66°	[001] 56% d'An.
$2V^1 = + 75^\circ$, $2V^2 = + 82^\circ$, $2V^3 = + 80^\circ$, $2V$ moyen = + 79°				

Coupe N° 7 A. Bord de Tschoporia sur la rive droite.

1. Section Sn_g avec clivage $p = (001)$. Extinction à $- 30^\circ$: 57% d'An.

2. Section Sn_g . Extinction de 1 $Sn_g = \pm 22^\circ$, 1' = $\pm 10^\circ$: albite à 49% d'An ou péricline à 52%.

3. Section formée de fines lamelles maclées 1-2.

	n_g	n_p	n_m	
$P_{1-2} = A_{1-2}$ (1)	+ 30°	— 76°	+ 62° ½	albite (010) 53% d'An.
$2V_1 = + 78^\circ$.				

Coupe N° 10 B. Flanc NO du Tschistop.

1. Section Sn_g . 1 $Sn_g = \pm 21^\circ$, 1' $= \pm 10^\circ$: albite 48% d'An ou péricline 50%.
2. Section Sn_p . 1 large, 1' petit et flou. Extinction de 1 $Sn_p = \pm 24^\circ$, 1' $= \pm 27^\circ$: albite 50% d'An.
3. Section 1 renfermant quelques fines lamelles maclées 2 et d'autres lamelles très fines 3, perpendiculaires.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2} (1)	— 30°	+ 74°	— 66°	(010) albite 56% d'An.
P_{1-3} (1)	+ 56°	+ 68°	— 42°	péricline environ 50% d'An.

Coupe N° 14 B. Faciès mélanocrate, provenant des rochers affleurant au-dessous du sommet (gabbros à hypersthène).

1. Section Sn_p . Extinction de 1 $Sn_p = \pm 34^\circ$, 1' $= ?$: albite au-dessus de 70% ?
2. Section formée de larges lamelles maclées 1-2.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2} (1)	+ $41^\circ \frac{1}{2}$	+ 67°	— 59°	péricline environ 85% d'An.
A_{1-2} (1)	— $49^\circ \frac{1}{2}$	— $52^\circ \frac{1}{2}$	+ 61°	[010] environ 95% d'An.
Clivage (1)	+ 38°	+ 57°	— 73°	(010) 95% d'An.

$$2V^1 = - 82^\circ.$$

3. Section formée de deux larges individus 1 et 2. L'individu 1 renferme une fine lamelle 3, perpendiculaire au plan 1-2, et un clivage oblique sur ce plan.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2} (1)	+ 40°	+ 66°	— 60°	péricline 88% d'An.
$P_{1-3} = A_{1-3}$ (1)	+ 47°	— $52^\circ \frac{1}{2}$	+ $66^\circ \frac{1}{2}$	(010) 100% d'An.
A_{1-2} (1)	+ $50^\circ \frac{1}{2}$	— 51°	+ 64°	[010] 100% d'An.
Clivage (1)	+ 38°	+ 57°	— 76°	(001) env. 100% d'An.

$$2V^1 = - 80^\circ, \quad 2V^2 = - 82^\circ.$$

Coupe 42 B bis. Flanc O au-dessus de la limite de végétation.

1. Section Sn_p maclée selon Ab. 1 $Sn_p = \pm 28^\circ$, 1' $= \mp 50^\circ$: 60% d'An.
2. Section Sn_g maclée selon Ab. 1 $Sn_g = \pm 27^\circ$, 1' $= \pm 2^\circ$: albite 52 % d'An.
3. Section formée de lamelles maclées 1 et 2.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2} (1) = A_{1-2}	— $32^\circ \frac{1}{2}$	+ 74°	— 62°	(010) albite 58% d'An.

$$2V^1 = + 83^\circ.$$

Coupe N° 56 B. Près du Tschistop.

1. Section formée d'une grande plage de deux individus 1 et 2; 2 renferme des fines lamelles 3, avec plan de macle parallèle à 1-2; en outre, dans l'individu 3, on remarque des fines lamelles maclées 5 presque perpendiculaires aux précédentes.

	n_g	n_p	n_m	
$P_{1-2} = P_{2-3}$ (1)	+ 38° ½	— 66°	+ 62° ½	(010) albite 72% d'An.
P_{3-5} (3)	— 48°	— 70°	+ 49°	péricline, entre 60 et 70% d'An.
A_{1-2} (1)	+ 58°	+ 33°	+ 76° ½	[001] 68% d'An.
A_{1-3} (1)	+ 72°	— 67°	+ 30°	$\frac{\perp [001]}{(010)}$ 70% d'An.

Coupe 28 B. Crête de Tschoporia.

1. Section 1 renfermant de fines lamelles maclées 2; en outre, une petite lamelle cunéiforme 3 qui coupe la trace du plan 1-2 à angle droit.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2} (1)	+ 43°	— 61°	+ 59°	(010) albite 80% d'An.
P_{1-3} (1)	+ 46° ½	+ 65°	— 61° ½	péricline 90% d'An.
Clivage (1)	+ 42° ½	+ 57°	— 66° ½	(001) environ 80% d'An.

Coupe 38^{II} B. Crête de Tschoporia dans la forêt brûlée (Gabbros à hypersthène).

1. Section 1, renfermant de très fines lamelles maclées 2 et un clivage oblique sur celles-ci.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2} (1)	+ 38°	— 67°	— 58°	péricline environ 90% d'An.
Clivage (1)	+ 39°	— 56°	— 72°	(001) idem.

Coupe 11^I B. NO du Tschistop.

1. Section formée de lamelles maclées parallèles 1 et 2, avec clivage coupant perpendiculairement ces lamelles.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2} (1)	— 47°	+ 63° ½	— 55° ½	péricline 72% d'An.
A_{1-2} (1)	+ 45°	+ 53°	— 66° ½	[010].
Clivage (1)	+ 42°	+ 57° ½	— 65°	(010).
			$2V^1 =$	— 86° ½.

2. Section 1 renfermant quelques fines lamelles maclées 2.

	n_g	n_p	n_m	
$P_{1-2} = A_{1-2}$ (1)	41° ½	61°	60°	(010) albite 80% d'An.
			$2V^1 =$	— 81°.

Coupe N° 29^r B. Crête dominant la rive droite de Tschoporia.

1. Section 1 avec larges lamelles maclées 2 et clivage oblique par rapport à 1-2.

	n_g	n_p	n_m	
P ₁₋₂ (1)	+ 37°	+ 67°	— 66°	péricline 100% d'An.
A ₁₋₂ (1)	+ 53°	— 51°	+ 59°	[010] 100% d'An.
Clivage (1)	+ 36°	+ 58°	— 80°	(001) 100% d'An.

Structure.

En principe, la structure est grenue et les pyroxènes sont répartis uniformément parmi les cristaux de plagioclases (fig. 7). Ils se trouvent en individus isolés, ou plus ordinairement en petites plages d'hypersthène et de pyroxène monoclinique soudées par un peu de magnétite sidéronitique qui contient parfois des spinelles. C'est là le type ordinaire et, s'il y a de l'amphibole, c'est toujours d'une façon très locale. La roche est ordinairement mésocrate et, dans quelques cas, l'amphibole augmentant, la norite passe au type de norite-diorite.

Dans certaines roches, où l'on observe à l'œil nu des noyaux d'élément noir dans une masse grenue, le microscope montre que cette dernière a la structure de la norite ordinaire, mais que les noyaux en question sont formés par de grandes plages porphyroïdes d'hypersthène à contour corrodé. Plusieurs des norites examinées renferment des micropegmatites analogues à celles que l'un de nous a décrites provenant du Tiläi-Cérébriansky. Ce sont ordinairement des micropegmatites d'hypersthène ou de pyroxène monoclinique avec de la magnétite, ou avec des spinelles. Ces micropegmatites se retrouvent dans l'amphibole qui provient du pyroxène et sont généralement disposées sur la périphérie des éléments ferro-magnésiens. Dans certaines variétés rubanées qui s'écartent notablement du type classique, les éléments fémiques, renfermant en inclusions des spinelles et de la magnétite, sont souvent soudés par cette dernière. Ils forment des grandes plages allongées ou des bandes, alignées plus ou moins parallèlement dans une masse formée principalement par des feldspaths, mais qui contient aussi quelques cristaux de pyroxène et des grains de magnétite.

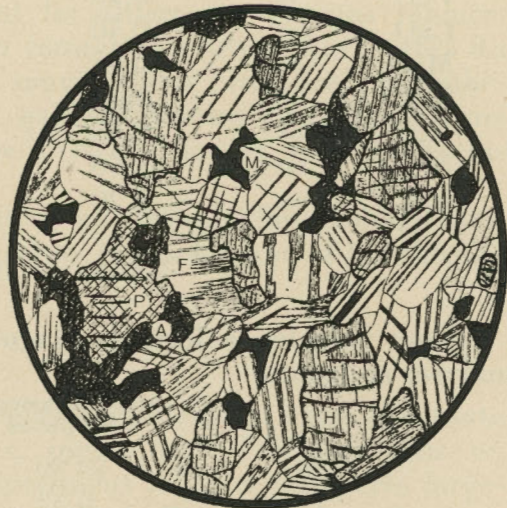


FIG. 7. — *Norite*. Coupe n° 7 A. Lumière naturelle, les feldspaths en lumière polarisée. Grossissement = 35 diam. H = Hypersthène. P = Pyroxène monoclinique. A = Amphibole. M = Magnétite. F = Plagioclases.

Composition chimique des norites.

Nous avons analysé trois types de norites franches, 3 A, 6 A et 10 B; nous y joindrons la moyenne de ces trois analyses, ainsi que celle de la norite du Tilai comme point de comparaison. Nous constaterons que la composition chimique de ces deux norites est tout à fait analogue et que ce type est persistant dans toute la grande bande des roches éruptives basiques qui, sur une grande étendue, coïncide avec la ligne de partage, ou passe plus à l'E.

Analyses.

	N° 3 A	N° 6 A	N° 10 B	Moyenne	Norite du Tilai
SiO ₂ =	48,26	51,84	49,97	50,02	50,36
TiO ₂ =	0,52	0,30	0,74	0,52	0,11
Al ₂ O ₃ =	18,80	18,65	20,01	19,15	19,23
Fe ₂ O ₃ =	2,39	4,24	1,63	2,76	4,83
FeO =	8,79	4,97	8,06	7,27	5,54
CaO =	10,46	10,50	10,68	10,54	11,32
MgO =	6,97	8,67	5,25	6,96	5,23
MnO =	traces	traces	traces	traces	0,12
K ₂ O =	0,15	0,39	0,45	0,33	0,66
Na ₂ O =	2,40	1,82	2,80	2,51	3,04
P.A.F. =	1,20	0,14	0,40	0,58	0,80
	99,44	101,52	99,99	100,64	101,24

Pour calculer la formule magmatique, nous avons pris la moyenne des trois analyses ci-dessus.

	Analyses ramenées à 100 parties		Quotients	
SiO ₂ =	49,99	0,833	0,840 RO ₂	0,506 RO + R ₂ O
TiO ₂ =	0,52	0,007		
Al ₂ O ₃ =	19,14	0,188	0,205 R ₂ O ₃	
Fe ₂ O ₃ =	2,76	0,017		
FeO =	7,26	0,101	0,463 RO	
CaO =	10,53	0,188		
MgO =	6,96	0,174	0,043 R ₂ O	
K ₂ O =	0,33	0,003		
Na ₂ O =	2,51	0,040		
Total	100,00			

Coefficient d'acidité $\alpha = 1,50$.

Formule magmatique = 4,1 SiO₂: R₂O₃: 2,5 RO.

Rapport R₂O: RO = 1: 10,8.

§ 10. — Les gabbros-diorites.

Nous donnons le nom de gabbros-diorites à des gabbros chez lesquels le pyroxène a été partiellement ou totalement ouralitisé magmatiquement suivant le processus indiqué par L. Duparc¹. Quand la roche renferme encore du pyroxène, il est aisé de fixer son caractère, mais très souvent toute trace de ce minéral a disparu, et celui-ci se trouve remplacé par de l'amphibole extrêmement fraîche, de telle façon qu'au sens pétrographique du mot, la roche devrait alors être considérée comme une diorite, si la genèse de cette amphibole ne pouvait être établie clairement par des formes de passage. L'aspect macroscopique de ces roches est très varié; les unes sont grossièrement grenues et renferment quelquefois des amphiboles de plusieurs centimètres de longueur; d'autres sont simplement grenues, voire même finement grenues, et souvent, quand le pyroxène n'est pas complètement ouralitisé, elles ne se distinguent guère des gabbros ordinaires. Les schlierens sont très fréquents dans ces roches, de même que la structure taxitique, et il n'est pas rare de voir sur un gros affleurement les différentes variétés réunies. La majorité de ces roches est mélanocrate, et en somme très semblable à celles du Cérébriansky, mais leur caractère dioritique est souvent plus prononcé, particulièrement dans la chaîne du Ialpin-Nior. Les gabbros-diorites constituent une grande partie de la chaîne du Tschistop et de l'Oschy-Nior et forment exclusivement le massif du Ialpin-Nior.

Les minéraux constitutifs des gabbros-diorites sont: les spinelles, la magnétite, accessoirement l'olivine, l'hypersthène, le pyroxène monoclinique, la hornblende et les plagioclases.

MAGNÉTITE.

Elle manque parfois complètement, mais généralement elle est assez constante et se trouve ordinairement en grains opaques, inclus dans l'élément noir ou dispersés parmi les feldspaths. Dans certains spécimens mélanocrates, très largement cristallisés, où l'amphibole est d'assez grande taille, cette magnétite se concentre en gros amas qui empâtent complètement les cristaux de hornblende.

SPINELLES.

Ordinairement, les gabbros-diorites ne renferment pas de spinelles. Nous en avons trouvé cependant dans quelques rares exemplaires, particulièrement dans les variétés à grande concentration locale de magnétite. Dans celles-ci, les spinelles se rencontrent en nombreux grains toujours très petits.

¹ L. DUPARC. *Sur la transformation du pyroxène en amphibole*. Bull. Soc. française de minéralogie, t. 31, p. 50, 1908.

OLIVINE.

Ce minéral est en général exclus des gabbros-diorites. Dans quelques très rares préparations où le pyroxène monoclinique existait encore, nous en avons trouvé un ou deux petits grains inclus dans cet élément.

HYPERSTHÈNE.

Il est très rare également; nous ne l'avons trouvé que sur deux préparations, toujours en très petite quantité. Ses propriétés optiques sont normales; la bissectrice aiguë est négative = n_p ; la biréfringence $n_g - n_p = 0,014$; le polychroïsme est toujours appréciable: n_g = verdâtre presque incolore, n_m = verdâtre avec une pointe de rose, n_p = couleur saumon.

PYROXÈNE MONOCLINIQUE.

Il ne se rencontre pas sur tous les spécimens, mais seulement là où l'ouralitisation a été incomplète. Il se présente en cristaux ordinairement raccourcis, de couleur légèrement verdâtre en lumière naturelle, avec les clivages $m = (110)$ et parfois $h^1 = (100)$ serrés; les macles selon $h^1 = (100)$ sont rares. Le plan des axes optiques est dans $g^1 = (010)$, la bissectrice aiguë est positive = n_g , les biréfringences sont données dans le tableau ci-dessous:

Numéro de la coupe	$n_g - n_p$	$n_g - n_m$	$n_m - n_p$	Extinction	2V
42 B	0,028	0,023	0,005	$42^\circ \frac{1}{2}$	— 50°

Les propriétés optiques du pyroxène des gabbros-diorites du Cérébriensky étaient les suivantes:

Numéro de la coupe	n_g	n_m	n_p	$n_g - n_p$	$n_g - n_m$	$n_m - n_p$	2V
1105	1,7184	1,6992	1,6925	0,0257	0,0192	0,0065	+ $60^\circ \frac{1}{2}$

Les biréfringences $n_g - n_p$ oscillaient entre 0,025 et 0,027, l'angle d'extinction entre $38^\circ \frac{1}{2}$ et 44° . La composition chimique du pyroxène absolument pur était la suivante:

SiO ₂	=	50,90
Al ₂ O ₃	=	2,62
FeO	=	10,07
CaO	=	23,32
MgO	=	13,30
MnO	=	0,35
		100,56

Le pyroxène est toujours ouralitisé et transformé en une amphibole brune ou brun-verdâtre, absolument semblable à celle rencontrée dans les variétés sans pyroxène d'un bout à l'autre de la chaîne. Les deux minéraux sont parfaitement frais et ordinairement la transformation est périphérique; tantôt la bordure amphibolique est mince, tantôt elle gagne progressivement, et réduit le pyroxène à l'état de noyau. Cette bordure est généralement formée par un individu unique, qui est orienté optiquement différemment du pyroxène et qui s'éteint d'un seul coup. D'autres fois, cette bordure est formée par des cristaux de hornblende qui sont orientés optiquement d'une manière différente. Enfin, mais plus rarement, l'amphibole se développe à l'état de taches à l'intérieur du pyroxène, puis quand l'envahissement est complet, toute trace de ce pyroxène disparaît et il se forme ou bien un cristal unique d'amphibole, ou bien une plage formée par un agrégat de cristaux différemment orientés.

AMPHIBOLE.

L'amphibole se présente en cristaux ordinairement raccourcis ou informes, qui gisent au milieu des feldspaths. Quelquefois cependant, on observe un allongement très marqué selon le prisme, mais c'est plutôt exceptionnel. Les macles $h^1 = (100)$ se rencontrent, mais sont rares. Les propriétés optiques de la hornblende sont les suivantes: le plan des axes est dans $g^1 = (010)$, la bissectrice aiguë est négative = n_p , les biréfringences sont données dans le tableau suivant:

Numéros des coupes	$n_g - n_p$	$n_g - n_m$	$n_m - n_p$	Extinction	2V
42 B	0,022	0,010	0,012	20°	— 85°
23 B	0,020	0,009	0,010	22°	— 86°
25 B	0,021	0,007	0,014	19°	— 70° 1/2
51 B	0,022	0,010	0,012	18°	— 85°

Le polychroïsme est dans les tons suivants: n_g = vert brunâtre, vert jaunâtre foncé, vert sale ou vert foncé franc, n_m = brunâtre ou vert, n_p = brun jaunâtre pâle.

Les propriétés optiques de la hornblende des gabbros-diorites du Cérébriansky étaient:

Numéros des coupes	n_g	n_m	n_p	$n_g - n_p$	$n_g - n_m$	$n_m - n_p$	2V
1120 T	1,6854	1,6758	1,6648	0,0211	0,0096	0,0115	— 85°
1007 T	1,6827	1,6743	1,6614	0,0213	0,0086	0,0127	— 79°

Les biréfringences $n_g - n_p$ oscillaient entre 0,020 et 0,024, l'angle d'extinction entre 16° et 18°, le polychroïsme: n_g = vert foncé, n_m = verdâtre, n_p = brun jaunâtre pâle. La composition chimique de cette hornblende qui paraît être identique à celle du Tschistop était :

SiO ₂	=	43,34
Al ₂ O ₃	=	12,60
Fe ₂ O ₃	=	10,44
FeO	=	7,92
CaO	=	13,06
MgO	=	12,60
K ₂ O	=	0,02
Na ₂ O	=	1,90
Total	=	101,88

Il est à remarquer que les propriétés de la hornblende restent les mêmes, qu'elle soit accompagnée de pyroxène, ou qu'il n'en reste plus trace dans la roche. De plus, chez certains spécimens sans pyroxène, la hornblende est corrodée et criblée de petits trous occupés par les feldspaths.

Les provenances des numéros dont les propriétés optiques ont été données sont les suivantes : le N° 42 B provient du sommet rocheux de l'ouwal qui encaisse la rive droite de la source de Tocémia, le N° 23 B et le N° 25 B proviennent de l'arête rocheuse qui sépare les deux sources de Tocémia, le N° 51 B a été pris sur le sommet terrassé, au S de la chaîne, à l'altitude 1020 m.

PLAGIOCLASES.

Ils sont ordinairement frais et maclés selon l'albite seule, la péricline ou la combinaison des deux, et le complexe albite-Karlsbad. Les variétés rencontrées sont ordinairement basiques et voisines de 90 % d'An.; il existe cependant des variétés beaucoup plus acides qui descendent jusqu'à 45 % d'An.; les types à 60 % d'An. ne sont pas rares.

Coupe N° 42 B. Provient du sommet rocheux de l'ouwal qui encaisse la rive droite de la source de Tocémia.

1. Section $g^1 = (010)$ avec clivage $p = (001)$. Extinction = -25° : 62% d'An.
2. Grande section zonée, non maclée, avec clivage marqué.

	n_g	n_p	n_m	
Clivage (1)				
Zone du centre	+ 45°	— 56°	— 64°	(001) 77% d'An.
Bordure	+ 44°	— 51°	— 78°	(001) voisin de 100% d'An.

$$2V \text{ centre} = + 88^\circ, \quad 2V \text{ bordure} = - 80^\circ.$$

Coupe N° 23 B. Sur la terrasse qui sépare les deux sources de Tocémia.

1. Grande section 1 renfermant deux systèmes de fines lamelles 2-3 se coupant à angle aigu. De plus, 1 possède un clivage presque parallèle aux lamelles 3.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2} (1)	— $47^\circ \frac{1}{2}$	— $57^\circ \frac{1}{2}$	+ 60°	(010) albite env. 90% d'An.
P_{1-3} (1)	+ 40°	— 66°	+ 60°	péricline 88% d'An.
Clivage (1)	+ 41°	— 57°	+ 69°	(001) env. 86% s'An.

Coupe N° 25 B. Même provenance que le 23.

1. Section Sn_p avec deux systèmes de lamelles 1 et 1'. Extinction de 1 $Sn_p = \pm 35^\circ$, 1' = $\mp 80^\circ$: 92% d'An.

2. Section formée de larges lamelles parallèles 1 et 2; de plus, 1 possède un clivage parallèle au plan de maclé 1-2.

	n_g	n_p	n_m	
$P_{1-2} = A_{1-2} =$ Clivage (1)	$46^\circ \frac{1}{2}$	55°	63°	(010) albite 95% d'An.
			$2V = - 80^\circ$.	

Coupe N° 21 bis. Avant d'arriver sur la terrasse qui sépare les deux sources de Tocémia.

1. Section 1 renfermant deux systèmes de lamelles maclées 2 et 3 se coupant à angle droit.

	n_g	n_p	n_m	
$P_{1-2} = A_{1-2} =$ Clivage (1)	+ 47°	— 56°	— 62°	(010) albite environ 92% d'An.
P_{1-3} (1)	+ 40°	+ 71°	+ 57°	péricline

Coupe N° 40 B. Sur le petit éperon qui se détache de l'extrémité de l'arête de Tschoporia.

1. Section formée de trois larges lamelles maclées parallèles 1, 2 et 3.

	n_g	n_p	n_m	
$P_{1-2} = P_{2-3}$ (1)	+ 33°	— 73°	+ 63°	(010) albite environ 59% d'An.
A_{1-2} (1)	+ 62°	+ 37°	— $68^\circ \frac{1}{2}$	[001] Karlsbad 58% d'An.
A_{1-3} (1)	— 75°	+ 58°	+ 36°	$\frac{\perp [001]}{(010)}$ albite-Karlsbad 59% d'An.

Coupe 53 B. Crête du Tschistop, sommet à la cote 1040.

1. Section 1 renfermant une série de lamelles maclées 2, dentelées.

	n_g	n_p	n_m	
$A_{1-2} = P_{1-2}$	48°	58°	59°	(010) albite env. 90% d'An.
			$2V^2 = - 78^\circ$.	

Coupe 47 B. En descendant sur le flanc du ravin où s'amorce la deuxième source de la Lounia.

1. Section 1, renfermant de très petites lamelles maclées indéterminables.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2} (1)	40°	69°	59°	péricline, 80 à 90% d'An.
				$2V^1 = - 79^\circ \frac{1}{2}$.

Coupe N° 49 B. Sommet faisant suite au col herbeux sur la crête du Tschistop, à la cote 1090.

1. Section formée de deux larges individus 1 et 2, chacun de ces individus se répétant dans l'autre sous forme de fines lamelles.

	n_g	n_p	n_m	
$A_{1-2} = P_{1-2}$ (1)	36°	73°	61°	albite (010) env. 60% d'An.
				$2V^1 = + 82^\circ \frac{1}{2}$.

Coupe N° 64 B. Dans la forêt de pins sur l'ouwal (course du 5 août).

1. Grande section formée de trois larges individus 1, 2 et 3; l'individu 2 se répète dans 1 sous forme de fines lamelles et l'individu 4, qui représente un quatrième système, est formé de fines lamelles également.

	n_g	n_p	n_m	
$A_{1-2} = P_{1-2} =$				
$P_{1-3} = P_{3-4}$ (1)	+ 33° ½	+ 74° ½	+ 61° ½	(010) albite 58% d'An.
A_{1-3} (1)	- 60°	+ 40°	+ 66°	[001] Karlsbad 57% d'An.
				$2V^2 = + 75^\circ, 2V^3 = + 75^\circ$.

Coupe N° 9 B. Au flanc au NO du Tschistop.

1. Section formée de deux grands individus 1 et 2, l'individu 1 lui-même étant traversé par de fines lamelles perpendiculaires au plan 1-2 et par un clivage oblique sur la trace de ce plan.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2} (1)	+ 39° ½	- 66°	+ 63°	péricline, environ 92% d'An.
A_{1-2} (1)	+ 51°	+ 54°	- 57°	[010] 90% d'An.
P_{1-3} (1)	+ 45°	+ 54° ½	- 60°	(010) albite.
Clivage (1)	+ 39° ½	- 59°	+ 71°	(001) environ 88% d'An.

Structure.

Dans les gabbros-diorites qui contiennent du pyroxène, comme dans ceux renfermant seulement de la hornblende, ces éléments sont régulièrement distribués soit en cristaux isolés, soit en agrégats dans la masse des feldspaths, et la structure est parfaitement grenue (fig. 8). Chez les variétés très mélanocrates, les éléments noirs se touchent par place et forment des canevas dont les mailles sont occupées par des plagioclases ; c'est un passage à la structure cryptique.

Composition chimique des gabbros-diorites.

Vu la grande diversité de ces roches, nous en avons analysé un assez grand nombre, de façon à pouvoir comparer la composition des différents types. Le N° 23 A est un gabbro-diorite, très frais, extrêmement leucocrate, qui ne renferme pas de pyroxène et qui provient du Lociem-Our. Le N° 41 A est un type mésocrate renfermant encore du pyroxène, qui provient du col situé entre le Ialpin-Nior et Miniéli-Soutour. Le N° 25 B est un gabbro mélanocrate typique sans pyroxène, provenant de la terrasse qui sépare les deux sources de Tocémia. Le N° 42 B est une roche très mélanocrate, à structure cryptique, qui renferme beaucoup de magnétite, un peu d'hypersthène et quelques rares grains d'olivine. C'est un type exceptionnel, rappelant les tilaïtes, qui provient du flanc O du Tschistop, un peu au-dessous de la limite de végétation. Le N° 40 A est un type passant complètement à la hornblendite, sans pyroxène, formé presque exclusivement de cristaux d'amphibole, entre lesquels çà et là on trouve un grain de feldspath. Il provient du col situé entre le Ialpin-Nior et le Miniéli-Soutour. Le 47 B est un type plutôt mélanocrate, très largement cristallisé, semblable à certaines pegmatites à hornblende et qui provient des flancs du ravin où s'amorce la deuxième source de la Lounia.

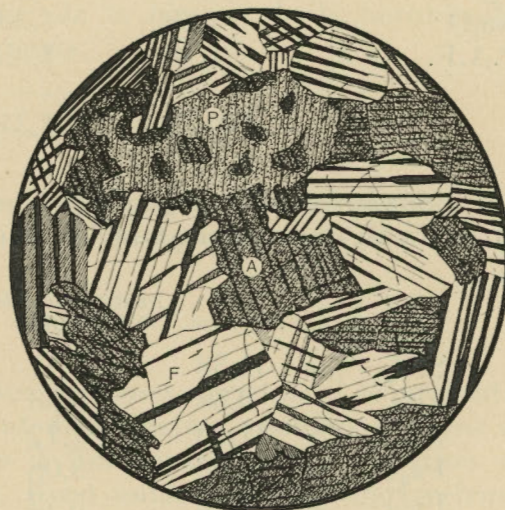


FIG. 8. — *Gabbro-diorite*. Coupe n° 41 A. Lumière naturelle, les plagioclases en lumière polarisée. Grossissement = 35 diam. P = Pyroxène monoclinique. A = Amphibole. F = Plagioclases.

Analyses.

	N° 23 A	N° 41 A	N° 25 B	N° 42 B	N° 40 A	N° 47 B
SiO ₂ =	50,24	41,75	41,14	44,37	41,98	38,97
TiO ₂ =	0,21	0,38	1,17	0,79	1,20	0,51
Al ₂ O ₃ =	21,42	21,44	20,45	13,41	13,54	19,43
Fe ₂ O ₃ =	2,22	6,83	6,21	6,41	12,54	3,20
FeO =	3,54	4,83	7,90	8,67	—	12,82
CaO =	12,96	15,87	13,78	14,25	13,37	12,10
MgO =	6,15	7,08	7,96	9,89	14,34	8,73
K ₂ O =	0,43	0,78	0,15	0,19	0,48	0,43
Na ₂ O =	1,68	1,33	0,97	0,72	1,18	1,90
P.A.F. =	1,18	1,05	0,55	1,29	2,04	2,30
	100,03	101,34	100,18	99,79	101,67	100,39

Pour la formule magmatique, nous avons pris les moyennes des numéros 23 A, 41 A, 25 B, qui représentent les trois faciès principaux de ces roches.

	Moyenne	Analyse ramenée à 100 parties	Quotients	
SiO ₂ =	44,38	44,41	0,740	} 0,747 RO ₂
TiO ₂ =	0,58	0,58	0,007	
Al ₂ O ₃ =	21,10	21,12	0,207	} 0,239 R ₂ O ₃
Fe ₂ O ₃ =	5,08	5,08	0,032	
FeO =	5,42	5,42	0,075	} 0,514 RO
CaO =	14,20	14,21	0,254	
MgO =	7,39	7,40	0,185	
K ₂ O =	0,45	0,45	0,005	
Na ₂ O =	1,33	1,33	0,021	} 0,026 R ₂ O
P.A.F. =	0,93			
	100,86	100,00		} 0,540 RO + R ₂ O

Coefficient d'acidité α = 1,19.
 Formule magmatique = 3,1 SiO₂: R₂O₃: 2,3 RO.
 Rapport R₂O: RO = 1: 20,8.

En comparant ces résultats avec ceux obtenus pour les mêmes roches du Cérébriensky, on voit qu'il y a analogie complète. Pour ces dernières, en effet, nous avons:

Coefficient d'acidité α = 1,11.
 Formule magmatique = 2,94 SiO₂: R₂O₃: 2,24 RO.
 Rapport R₂O: RO = 1: 15.

§ 11. — Les gabbros-diorites quartzifères et micacés.

Ces roches, bien que rares, méritent une mention spéciale; elles sont développées tout à fait sporadiquement en divers points de la chaîne. On les trouve notamment sur le petit sommet *c* (itinéraire Pearce des 2 et 3 août); on les rencontre encore dans les affleurements sur les bords de la Soswa, puis aussi encaissant la dunité du Tschistop, et enfin à l'extrémité tout à fait sud de ce massif. Comme habitus, ce sont des roches dioritiques, à grain moyen, plutôt leucocrates ou mésocrates, qui ne se différencient guère à l'œil nu des gabbros-diorites ordinaires. Au microscope, ces roches renferment de la magnétite, quelquefois, mais rarement, des traces de pyroxène monoclinique, de la biotite, de la hornblende verte, des plagioclases et toujours un peu de quartz.

MAGNÉTITE.

Elle ne fait jamais défaut et se trouve en petits grains généralement inclus dans la hornblende, mais qu'on trouve aussi à l'état libre parmi les feldspaths.

BIOTITE.

Ce minéral peut devenir très abondant dans certaines variétés; il se présente ordinairement en grandes lamelles extrêmement déchiquetées, réduites souvent à des filaments et toujours fortement corrodées à l'intérieur. Sa consolidation a précédé celle du pyroxène et de la hornblende. Il est uniaxe, négatif. Sa biréfringence $n_g - n_p = 0,035$, son polychroïsme $n_g =$ rouge-brun foncé, $n_p =$ jaunâtre pâle presque incolore. On trouve dans la biotite quelques jolies inclusions de cristaux d'apatite qu'on rencontre également dans l'amphibole.

PYROXÈNE MONOCLINIQUE.

Il est extrêmement rare et ne se retrouve qu'à l'état de noyau enveloppé complètement par l'amphibole. Ses propriétés optiques sont celles du même minéral dans les gabbros-diorites ordinaires.

HORNBLLENDE.

Elle forme ordinairement des plages irrégulières, qui sont presque toujours fortement corrodées sur le pourtour et aussi à l'intérieur. Les propriétés de cette hornblende sont ordinairement analogues à celles du même minéral des gabbros-diorites. L'allongement est positif, la bissectrice aiguë négative, l'extinction sur $g^1 = (010)$ varie entre 18° et 20° , les biréfringences principales sont: $n_g - n_p = 0,020$ à $0,022$, $n_g - n_m = 0,009$ à $0,010$, $n_m - n_p = 0,010$ à $0,012$; $2V = 85^\circ$ à 86° . La coloration, de même que le polychroïsme sont variables; certaines amphiboles sont

très foncées, avec n_g = vert brunâtre foncé, n_m = brunâtre, n_p = brun jaunâtre très pâle; d'autres sont d'un vert plus clair, avec n_g = vert bleuâtre, n_m = brun verdâtre, n_p = brun jaunâtre pâle; d'autres enfin sont très peu colorées, avec n_g = vert plus pâle, n_m = vert brunâtre, n_p = jaunâtre pâle.

PLAGIOCLASES.

Ils sont ordinairement zonés et présentent des termes beaucoup plus acides que dans les gabbros-diorites ordinaires; ils sont maclés selon l'albite et Karlsbad.

Coupe N° 18 B. Roche encaissant la dunite du Tschistop; l'échantillon n'a pas de biotite.

1. Section de grande taille, formée de deux individus principaux 1 et 2; 1 est zoné et renferme de fines lamelles maclées 3 parallèles au plan 1-2; l'individu 2 contient une large lamelle 4, maclée également parallèlement à 1-2.

	n_g	n_p	n_m	
$P_{1-2} = P_{1-3} =$				
P_{2-4} (1) centre	+ 27° ½	+ 79°	— 66°	(010) albite 50% d'An.
bordure	+ 4°	+ 89°	+ 88°	(010) albite 18% d'An.
A_{1-2} (1) centre	— 65° ½	+ 40°	— 63° ½	[001] Karlsbad 53% d'An.
A_{1-4} (1) centre	+ 77°	+ 49°	+ 41°	$\frac{\perp [001]}{(010)}$ complexe albite-Karlsbad 50% d'An.

$$2V^1 \text{ bord} = -87^\circ \frac{1}{2}, 2V^1 \text{ centre} = +84^\circ.$$

2. Section formée de deux larges individus 1 et 2 contenant chacun de fines lamelles parallèles 1' et 2' indéterminables.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2} (1)	+ 27°	— 83°	— 64°	(010) albite env. 45% d'An.
A_{1-2} (1)	+ 66°	+ 51°	+ 50°	[001] Karlsbad 43% d'An.
				$2V^1 = +80^\circ.$

QUARTZ.

Il se présente en grains tout à fait transparents, moulant par place les feldspaths. En certains endroits, il forme autour de ces derniers des micropegmatites avec du plagioclase altéré, autour des plagioclases frais.

Phénomènes secondaires.

Ils sont peu accusés et consistent simplement dans une légère kaolinisation des plagioclases. Sur certaines préparations on observe quelques grains d'épidote.

Structure.

Elle est complètement grenue; le quartz, dernier élément consolidé, moule localement les divers éléments.

§ 12. — Les gabbros ouralitisés.

Nous avons réservé ce nom à toute une classe de gabbros-diorites dans lesquels l'amphibole d'épigénie magmatique donne naissance à une amphibole secondaire, qui la substitue partiellement ou totalement. Ces roches établissent une forme de passage avec certaines amphibolites, dont il sera question ultérieurement. Elles ne se distinguent pas à l'œil nu des gabbros-diorites ordinaires. Leurs minéraux constitutifs sont: la magnétite, le pyroxène, l'amphibole brune, l'amphibole bleue, les plagioclases et comme éléments secondaires, dans certains cas seulement, la zoïsite et l'épidote.

MAGNÉTITE.

Ce minéral n'est jamais abondant et se rencontre en petits grains ordinairement inclus dans l'élément noir.

PYROXÈNE MONOCLINIQUE.

Il est d'habitude fort réduit et se présente sous forme de grains empâtés par l'amphibole brune; très souvent, il manque complètement. Il est transparent, légèrement verdâtre et ses propriétés optiques sont identiques à celles du même minéral des gabbros-diorites.

AMPHIBOLE BRUNE.

Elle se présente ordinairement sous la même forme que dans les gabbros-diorites; ses propriétés optiques ont été relevées avec beaucoup de soin de façon à établir nettement ses caractères vis-à-vis de l'amphibole bleue. Ils sont résumés dans le tableau suivant:

Numéros des coupes	$n_g - n_p$	$n_g \cdot n_m$	$n_m - n_p$	n_g	n_p	Extinction sur g^t	2V
57 B	0,021	—	—	1,68	1,66	16° à 17°	— 77°
43 B (1)	—	—	—	—	—	17° à 17° ½	— 66° à — 69°
43 B (2)	0,020	0,008	0,012	—	—	16°	— 78° ½
13 B	0,021	0,009	0,012	—	—	16°	— 82°

Le polychroïsme est comme suit:

n_g = brun verdâtre foncé, n_p = jaunâtre très clair, n_m = brun moins foncé que n_g .

AMPHIBOLE BLEUE.

Elle est ordinairement fibreuse et soit insérée sur le pourtour de l'amphibole brune, soit disposée entre les cristaux ou à l'intérieur de celle-ci. Dans certaines variétés, elle peut même remplacer complètement l'amphibole brune. Ses propriétés sont alors les suivantes:

Le clivage $m = (110)$ existe comme dans la hornblende brune, mais on observe aussi concurremment un clivage $h^1 = (100)$ qui ne se rencontre jamais dans cette dernière. Le plan des axes est dans $g^1 = (010)$, la bissectrice aiguë est négative. Les constantes optiques sont résumées dans le tableau suivant:

Numéro des coupes	$n_g - n_p$	$n_g - n_m$	$n_m - n_p$	n_g	n_p	Extinction sur g^1	2V
57 B (1)	0,023	—	—	—	—	16°	—
57 B (2)	—	—	—	—	—	17°	— 71°
43 B	—	—	—	1,66	1,64	17°	— 74°
13 B	0,024	—	—	—	—	—	—

Le polychroïsme est comme suit:

$$n_g = \text{vert bleuâtre}, n_p = \text{jaune très pâle}, n_m = \text{vert clair}.$$

Il y a donc une différence manifeste entre ces deux amphiboles: 1° Dans la valeur des biréfringences, $n_g - n_p$ de la variété bleue est plus élevée que celle de la variété brune (0,024 contre 0,021); 2° il y a une différence appréciable dans les indices n_g et n_p des deux amphiboles, qui sont de deux unités de la seconde décimale plus forts pour la variété brune que pour celle bleue ($n_g = 1,68$ contre 1,66, $n_p = 1,66$ contre 1,64); 3° les polychroïsmes sont différents.

Il est à remarquer que l'orientation optique des deux amphiboles est exactement la même.

Les provenances de ces divers spécimens étudiés sont les suivantes: Le 57 B provient de la crête du Tschistop, sur le sommet à l'E du col qui précède Ostraïa Sopka. Le 43 B provient du flanc O du Tschistop, au-dessous des rochers, en haut du premier ravin. Le 13 B se trouve sur le flanc NO du Tschistop.

FELDSPATHS.

Ils sont maclés selon l'albite, la péricline, ou encore le complexe albite-Ala B. La proportion d'An. est ordinairement voisine de 80 à 85%, mais peut tomber au-dessous.

Coupe N° 2 A. En montant au sommet de Pakna sur le flanc SE.

1. Section formée de lamelles maclées parallèles 1 et 2.

	n_g	n_p	n_m	
$A_{1-2} = P_{1-2}$ (1)	$34^\circ \frac{1}{2}$	73°	62°	(010) albite env. 60% d'An.

Coupe N° 10 A. Terminaison de l'arête de Tschoporia.

1. Section 1 renfermant quelques larges lamelles maclées 2 avec un clivage oblique sur ces lamelles.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2} (1)	— 43°	— $66^\circ \frac{1}{2}$	+ 58°	péricline env. 80% d'An.
A_{1-2} (1)	+ 48°	— $55^\circ \frac{1}{2}$	+ 60°	[010] 90% d'An.
Clivage (1)	— $44^\circ \frac{1}{2}$	— 53°	+ 68°	(001) env. 82% d'An.

Coupe N° 13 B. Flanc NO du Tschistop.

1. Section formée de deux grands individus 1 et 2; l'individu 2 se répète dans 1 comme mince lamelle cunéiforme.

	n_g	n_p	n_m	
$A_{1-2} = P_{1-2}$ (1)	45°	60°	61°	(010) albite 85% d'An.

Coupe N° 35 B. Sur l'extrémité de la crête de Tschoporia.

1. Section formée de larges lamelles maclées 1 et 2; de plus, 1 renferme un clivage presque parallèle aux lamelles 2.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2} (1)	— $39^\circ \frac{1}{2}$	— 66°	+ 61°	péricline voisin de 90% d'An.
A_{1-2} (1)	+ 51°	— 54°	+ $59^\circ \frac{1}{2}$	[010] env. 94% d'An.
Clivage (1)	— 43°	— 56°	+ 68°	(001) 83 % d'An.

Coupe 50 B.

1. Section très petite, formée de fines lamelles maclées 1, 2.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2} (1)	— $42^\circ \frac{1}{2}$	— $67^\circ \frac{1}{2}$	+ 58°	péricline 80% d'An.
A_{1-2} (1)	+ 49°	— $55^\circ \frac{1}{2}$	+ $59^\circ \frac{1}{2}$	[010] env. 90% d'An.

2. Section petite formée de deux individus 1 et 2; chaque individu renferme en outre des fines lamelles 1' et 2' parallèles au plan de macle 1-2.

	n_g	n_p	n_m	
$P_{1-2} = P_{1-1'} =$ $P_{2-2'} = A_{2-2'} (1)$	— 40°	— 67°	+ 62°	(010) albite env. 73% d'An.
$A_{1-2} (1)$	+ 50°	— 55°	+ 56°	$\frac{\perp [100]}{(010)}$ complexe albite- Ala B env. 70% d'An.

MINÉRAUX SECONDAIRES.

Ils consistent en épidote, qui forme souvent dans ces roches des grains et des prismes allongés suivant l'arête $p h^1 = (001) (100)$, avec des clivages bien marqués selon $h^1 = (100)$ et quelques macles suivant $h^1 = (100)$ également. Les propriétés optiques sont les suivantes: l'allongement est de signe variable, la bissectrice aiguë est négative, la biréfringence principale $n_g - n_p$ n'est pas très élevée et ne dépasse pas 0,030. Le minéral est très faiblement coloré et polychroïque: n_p = jaune pâle, n_g = verdâtre très faiblement coloré. L'épidote se trouve indifféremment dans l'amphibole verte ou parmi les feldspaths. On rencontre aussi dans certains cas de la zoïsite, qui se présente un peu différemment, non pas en cristaux isolés, mais en général en sorte de plages faisant ciment autour d'un feldspath complètement kaolinisé. Les propriétés de cette zoïsite sont normales, sa dispersion très forte, sa biréfringence $n_g - n_p$ atteint à peine 0,005. Enfin, comme dernier minéral secondaire, nous avons, dans certaines coupes seulement et par place, des amas de kaolin remplaçant complètement les feldspaths dans lesquels on trouve de petites lamelles d'un minéral du groupe de la damourite.

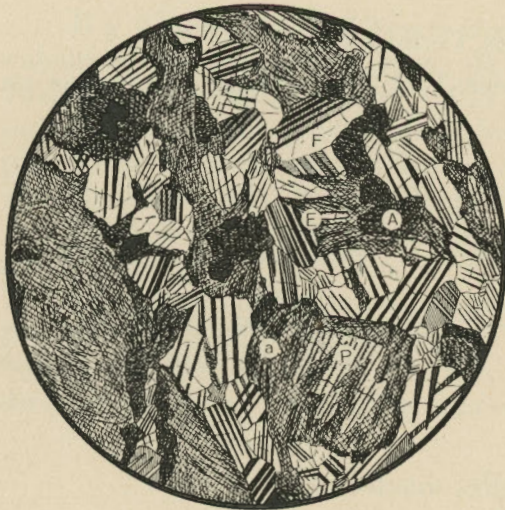


FIG. 9. — *Gabbro ouralitisé*. Coupe n° 13 B. Lumière naturelle, les plagioclases en lumière polarisée. Grossissement = 32 diam. A = Amphibole primaire. a = Amphibole secondaire. E = Epidote. M = Magnétite. F = Plagioclases. P = Pyroxène monoclinique.

Structure.

La structure est absolument grenue comme chez les types des gabbros-diorites ordinaires, abstraction faite des phénomènes secondaires dont il a été question (fig. 9).

Composition chimique.

Nous avons une analyse de cette roche qui montre qu'elle se rattache tout à fait aux gabbros-diorites ordinaires, mais qu'elle est un peu plus riche en alcalis.

Analyse.

	N° 13 B	Analyse ramenée à 100 parties	Quotient	
SiO ₂	= 43,89	44,47	0,741	} 0,751 RO ₂
TiO ₂	= 0,84	0,85	0,010	
Al ₂ O ₃	= 23,74	24,06	0,236	} 0,253.R ₂ O ₃
Fe ₂ O ₃	= 2,64	2,68	0,017	
FeO	= 4,67	4,73	0,066	} 0,467 RO
CaO	= 14,11	14,30	0,255	
MgO	= 5,76	5,84	0,146	} 0,511 RO + R ₂ O
K ₂ O	= 1,01	1,02	0,011	
Na ₂ O	= 2,02	2,05	0,033	
P.A.F.	= 2,24			
Total	100,92	100,00		

Coefficient d'acidité $\alpha = 1,18$.

Formule magmatique = 3 SiO₂: R₂O₃: 2 RO.

Rapport R₂O: RO = 1: 10,6.

§ 13. — Les gabbros-diorites pegmatites.

Ces roches constituent ordinairement des accidents locaux dans les massifs éruptifs basiques que nous avons étudiés précédemment. Au Tschistop, il en est différemment et elles forment une partie importante de la crête et des deux flancs dans la région S de la chaîne, avant d'arriver à Ostraïa-Sopka, et aussi au S de ce dernier sommet. Ces mêmes pegmatites ont été rencontrées aussi, mais beaucoup plus localement, dans les chaînes situées plus au N, au Ialpin-Nior, à l'Oïka-Nior, etc. Les diorites pegmatites sont formées par de très grands cristaux de hornblende qui atteignent souvent plusieurs centimètres de longueur et quelques centimètres d'épaisseur. Ces cristaux sont réunis par de l'élément feldspathique en plus ou moins grande quantité et, lorsque celui-ci n'est pas visible à l'œil nu, la roche passe alors à la hornblendite. A l'examen microscopique, l'amphibole de ces roches a tous les caractères de celle des gabbros-diorites ordinaires; bien qu'en général elle ne renferme plus de diallage, on en trouve cependant quelques cristaux qui en empâtent des noyaux très réduits. Il n'y a aucun doute sur la provenance de cette amphibole et les gabbros-diorites pegmatites ne sauraient être séparées des gabbros-diorites ordinaires. D'ailleurs, en certains endroits où la structure taxitique est manifeste, on observe le passage souvent très brusque de ces pegmatites

à des variétés grossièrement grenues de gabbros-diorites, et, finalement, à des variétés à grain fin. Nous avons ailleurs, à Pawda, trouvé un échantillon unique des mêmes roches qui montrait la genèse de ces grands cristaux d'amphibole. L'un de ceux-ci ayant été fendu longitudinalement par accident, on voyait à l'intérieur des petits morceaux de pyroxénite grenue encore parfaitement visibles, entourés d'une gaîne d'amphibole formée par un individu unique; il était évident que ce minéral avait pris naissance par transformation du pyroxène en amphibole suivie d'une recristallisation massive de cet élément.

CHAPITRE V

LES ROCHES PÉRIDOTIQUES DU KHRÉBET-SALATIM

§ 1. *Les dunites franches.* — § 2. *Les harzburgites.* — § 3. *Les serpentines dérivées des harzburgites.* —
§ 4. *Les serpentines dures à croûte blanche.* — § 5. *Les cornéennes à grenat.*

§ 1. — Les dunites franches.

Si l'on s'en tient strictement à la définition de la dunitite, roche composée d'olivine et de chromite, les véritables dunitites sont extrêmement rares et n'ont été rencontrées qu'au sommet du Khrébet-Salatim. Par contre, les variétés qui renferment quelques cristaux de pyroxène rhombique sont assez fréquentes et établissent la forme de passage aux harzburgites proprement dites.

Les minéraux constitutifs des dunitites sont donc exclusivement les spinelles et l'olivine.

SPINELLES.

Ils remplacent ici la chromite et, à ce point de vue, les dunitites du Khrébet-Salatim sont d'un type particulier. Les grains de spinelles sont d'un brun rougeâtre, craquelés, avec un très fort relief et une absence de contours géométriques. Il existe aussi dans les dunitites des grains opaques, qui sont peut-être de la chromite; toutefois, on trouve çà et là dans ceux-ci des taches brunes, translucides, qui laissent supposer qu'il est préférable de les rattacher aux spinelles.

OLIVINE.

Elle se présente en grains arrondis, idiomorphes, sillonnés d'une multitude de fissures remplies d'antigorite qui sont disposées avec une certaine régularité. L'olivine est incolore et hyaline. Elle montre rarement des clivages $g^1 = (010)$ discontinus. Le signe optique des cristaux est positif, les biréfringences sont les suivantes:

$$n_g - n_p = 0,037, \quad n_g - n_m = 0,019, \quad n_m - n_p = 0,017.$$
$$2V = + 87^\circ.$$

Dans la dunite du sommet du Khrébet-Salatim, la serpentinitisation se fait exclusivement comme nous l'avons dit, sous forme de canaux réguliers d'antigorite. Nous avons cependant trouvé une autre dunite, qui provient du premier sommet au S du camp de Wijai du 23 août, chez laquelle la disposition était toute différente. L'olivine, réduite ici à l'état de noyaux assez gros, est distribuée dans une masse serpentineuse à structure lamellaire. Dans celle-ci, on trouve de larges veines remplies d'un minéral serpentineux également, plus coloré que la masse lamellaire, et qui est formé de fibres transversales, toujours accompagnées d'une abondante séparation de magnétite disposée en bandelettes parallèles aux fibres. Celles-ci sont négatives en long, et d'une biréfringence plus élevée que les lamelles serpentineuses de la masse.

Composition chimique.

Nous avons analysé seulement la dunite typique du sommet du Khrébet-Salatim N° 71 B. C'est une roche vert olive, absolument semblable à la dunite massive, et toujours couverte d'une épaisse croûte d'altération rougeâtre.

Analyse.

SiO ₂	=	35,70
TiO ₂	=	0,21
Al ₂ O ₃	=	0,75
Fe ₂ O ₃	=	4,29
Cr ₂ O ₃	=	0,58
FeO	=	5,38
MnO	=	0,26
CaO	=	—
MgO	=	43,34
H ₂ O	=	9,35
		99,86

Cette composition est tout à fait analogue à celle des dunites massives des centres platinifères. On y remarquera l'abondance relative d'alumine qui est liée à la présence des spinelles.

§ 2. — Les harzburgites.

Ces roches constituent en quelque sorte le Khrébet-Salatim tout entier. Sur le terrain, elles ressemblent fort aux dunites et présentent la même croûte d'oxydation rougeâtre; toutefois, on y remarque des cristaux volumineux qui rappellent les pyroxènes. Les harzburgites renferment les minéraux suivants: les spinelles, l'olivine, le pyroxène rhombique et le pyroxène monoclinique.

SPINELLES.

Ils sont identiques à ceux que l'on rencontre dans la dunite et jamais très abondants; par contre, ils sont quelquefois assez gros et on en trouve qui mesurent jusqu'à 1mm, mais c'est exceptionnel. Leur contour est irrégulier, leur couleur d'un brun très foncé; ils sont quelquefois circonscrits par une zone ferrugineuse opaque. Les spinelles sont de toute première consolidation et se rencontrent inclus à l'intérieur de l'olivine ou du pyroxène.

OLIVINE.

C'est toujours de beaucoup l'élément prédominant et bon nombre de ces roches sont de véritables dunites à pyroxène rhombique. Ce n'est que dans des cas tout à fait rares que cette olivine devient égale en quantité au pyroxène. Elle a tout à fait les caractères du même minéral de la dunite et présente la même fissuration suivie du développement de serpentine. Le signe optique est positif, les biréfringences oscillent entre les limites suivantes: $n_g - n_p = 0,036$ à $0,038$, $n_g - n_m = 0,018$ à $0,020$, $n_m - n_p = 0,016$ à $0,017$. $2V = 86^\circ$ (moyenne).

PYROXÈNE RHOMBIQUE.

Ce minéral se rencontre en cristaux faiblement allongés suivant la zone du prisme, avec les clivages $m = (110)$ et $g^1 = (010)$. Il est incolore en lumière naturelle et présente les propriétés suivantes: le plan des axes optiques est parallèle à $g^1 = (010)$; la bissectrice aiguë est ordinairement négative $= n_p$; quelquefois cependant, mais rarement, elle est positive. Les biréfringences principales sont: $n_g - n_p = 0,012$, $n_g - n_m = 0,004$, $n_m - n_p = 0,008$. $2V = -70^\circ 30'$.

Le pyroxène rhombique renferme fréquemment des lamelles de pyroxène monoclinique maclées avec lui selon la règle habituelle, la face (100) du pyroxène monoclinique entrant en contact avec celle (010) du pyroxène rhombique. Toutefois, ces lamelles sont infiniment moins abondantes que celles du pyroxène orthorhombique et toujours beaucoup plus fines.

PYROXÈNE MONOCLINIQUE.

C'est un minéral plutôt rare, qui est loin de se rencontrer dans toutes les harzburgites. Il est incolore comme le pyroxène rhombique et présente des formes analogues et des clivages $m = (110)$. Comme propriétés, le plan des axes optiques est $g^1 = (010)$, l'extinction de n_g dans ce plan se fait sous un angle 41° à 45° , la bissectrice aiguë est positive, la biréfringence maximum $n_g - n_p = 0,024$.

Structure.

La structure holocristalline est toujours grenue. La roche est largement cristallisée et présente souvent des associations pœcilitiques d'olivine et de pyroxène rhombique.

Phénomènes secondaires.

Toutes les harzburgites sont toujours plus ou moins altérées par suite d'une serpentinisation qui atteint tout d'abord l'olivine, mais qui peut aussi englober le pyroxène. Nous étudierons cette serpentinisation avec plus de détails à propos des serpentines.

Composition chimique.

Nous avons analysé deux types de ces harzburgites; le N° 70 B a été pris un peu au N du Khrébet-Salatim, le N° 106 B provient de la rive gauche de la rivière Wijai.

Analyse.

	N° 70 B	N° 106 B
SiO ₂ =	39,95	38,00
TiO ₂ =	0,21	—
Al ₂ O ₃ =	0,93	1,33
Fe ₂ O ₃ =	1,35	3,05
Cr ₂ O ₃ =	0,70	0,21
FeO =	5,64	4,46
MnO =	0,25	0,23
CaO =	—	—
MgO =	41,61	41,92
H ₂ O =	8,86	11,18
	<hr/>	<hr/>
	99,50	100,38

§ 3. — Les serpentines dérivées des harzburgites.

Ce sont des roches compactes, d'un vert foncé, avec un certain éclat gras caractéristique. Plusieurs sont porphyroïdes comme les harzburgites et présentent à l'œil nu des cristaux macroscopiques qui paraissent être un pyroxène. Elles sont relativement tendres et ordinairement recouvertes d'une croûte d'oxydation rougeâtre qui n'est pas épaisse.

Au microscope, il n'y a plus trace de minéraux générateurs, tous ceux-ci ayant été transformés en minéraux serpentineux. Il est aisé toutefois de se rendre compte que c'est l'olivine qui a fourni la grande majorité de ces derniers.

Les minéraux constitutifs de ces serpentines sont: les spinelles, la magnétite, l'antigorite et les minéraux de son groupe, la bastite et, parfois exceptionnellement, le grenat.

SPINELLES.

Ils sont excessivement rares et manquent dans la plupart des échantillons. Leurs caractères sont identiques à ceux des autres minéraux des harzburgites.

MAGNÉTITE.

Elle ne manque jamais et peut être abondante. Elle se présente ordinairement sous deux formes, d'abord en petits grains disposés en chapelets qui sont souvent inclus dans les rubans d'antigorite, puis aussi en amas plus volumineux et réguliers, dont le contour rappelle celui des spinelles. On peut même se demander, vu la rareté ou l'absence de ceux-ci dans toutes les serpentines, si cette magnétite n'en provient pas comme produit d'altération.

Sur certaines coupes (N^o 69 B), les amas de magnétite, qui sont un peu gros, sont circonscrits par une zone transparente, légèrement verdâtre ou fibreuse, qui présente ordinairement des extinctions roulantes et dont les fibres, négatives en long, sont plus biréfringentes que celles de l'antigorite avoisinante.

ANTIGORITE.

Ce minéral a été étudié avec beaucoup de soin sur les sections qui se prêtaient à cette étude, notamment sur celles qui présentaient une belle structure alvéolaire (N^o 119 B). Les rubans d'antigorite, généralement longs et étroits, entourent et circonscrivent des plages presque isotropes ou très faiblement biréfringentes, dans ce cas avec des extinctions roulantes. Ces rubans présentent souvent une fibrosité transversale: quelques-uns sont perpendiculaires à la bissectrice obtuse, d'autres à n_m . Les parties d'apparence isotrope, ou faiblement biréfringentes, donnent en lumière convergente une croix noire, tantôt rigoureusement uniaxe, tantôt faiblement disloquée par rotation de la platine du microscope. Cette antigorite est très légèrement verdâtre, jamais polychroïque; sa biréfringence $n_g - n_p = 0,008$. Ce sont là les propriétés de l'antigorite normale. Toutefois, dans certains cas, nous avons trouvé une antigorite qui présentait d'autres caractères, qui d'ailleurs ne correspondent pas à ceux du chrysotile (N^o 68 B). La disposition générale étant la même, les rubans et lamelles allongées sont constamment négatifs en long; par contre, la bissectrice aiguë est nettement positive, avec l'angle $2V$ toujours petit. Il ne nous a pas paru que la biréfringence maxima fût supérieure à celle de l'antigorite normale. Le signe est conforme à celui du chrysotile, mais la bissectrice aiguë n_g n'est point parallèle aux fibres qui sont négatives. Il semblerait que l'on soit en présence d'une antigorite optiquement inversée, n_g prenant ici la place de n_p .

BASTITE.

Elle se présente en cristaux fibreux et peu biréfringents, dont le contour rappelle exactement celui du pyroxène rhombique; les clivages sont conservés mais deviennent $h^1 = (100)$; de plus, les sections prennent un aspect tacheté caractéristique, par le fait que certaines régions sont presque isotropes, d'autres d'une biréfringence appréciable. Sur les sections perpendiculaires à n_g , les taches

toujours éteintes donnent une croix noire uniaxe positive avec une dislocation insignifiante de la croix. Sur les taches plus biréfringentes, on a l'image d'une bissectrice aiguë bien nette, avec un angle $2V$ qui n'a pas été mesuré, mais qui dépasse certainement 40° . On remarque aussi que le plan des axes optiques n'est pas rigoureusement parallèle à la trace du clivage, mais fait avec celle-ci un angle qui peut dépasser 15° . Le signe positif de la bissectrice montre qu'il ne s'agit pas ici de l'antigorite classique, et que les cristaux de bastite ne sont pas une pseudomorphose d'antigorite normale.

GRENAT.

Quelques serpentines renferment des grains et des amas de grains d'un grenat légèrement rosé, qui peut même être assez abondant. Dans l'une des serpentines examinées (*N° 114 B*), ce minéral présente une disposition curieuse; il épigénise en partie des cristaux de pyroxène rhombique et il se forme ainsi de véritables pseudomorphoses, dans lesquelles le contour et les clivages du pyroxène sont maintenus, tandis que le grenat envahit presque complètement l'intérieur. Cette pseudomorphose à notre connaissance n'a jamais été signalée.

Structure.

Dans la grande majorité des cas, la structure est alvéolaire ou maillée. Les rubans d'antigorite biréfringents enserrent des plages formées par le même minéral, orientées optiquement différemment et en apparence presque isotropes. Ces plages sont toujours perpendiculaires ou à peu près sur la bissectrice aiguë. Par endroits, il se forme un véritable quadrillage de rubans croisés d'antigorite, rectilignes ou incurvés, tandis que de véritables faisceaux des mêmes rubans orientés parallèlement sont dispersés dans la masse. Quant aux cristaux de bastite, ils sont distribués irrégulièrement dans l'antigorite et souvent entourés par des rubans de ce minéral qui en épouse les contours.

Dans d'autres spécimens (*N° 69 B*), la masse principale est formée de fines lamelles d'antigorite au milieu desquelles on trouve des formes pétaloïdes du même minéral, constituées par des sortes de groupements elliptiques d'antigorite, dont les fibres sont perpendiculaires au contour de l'ellipse. Ces groupements sont isolés ou quelquefois réunis en forme de fleur.

Il existe aussi des variétés schisteuses, dont la disposition est un peu différente (*N° 123 B*). Elles sont formées par de longues fibres froissées et même plissées d'antigorite, groupées en faisceaux et disposées parallèlement à la schistosité. Ces fibres sont positives en long et emprisonnent des plages quasi-isotropes perpendiculaires à la bissectrice, ou encore des lamelles d'antigorite diversement orientées. Ces variétés schisteuses renferment souvent du grenat, qui se trouve en grains ou en traînées disposées parallèlement aux fibres d'antigorite.

Les serpentines qui viennent d'être décrites ne renferment plus aucune trace de minéraux générateurs. Une seule fois (*N° 68 B*), nous avons trouvé quelques traces de pyroxène monoclinique encore reconnaissable. Par contre, il existe de nombreuses formes de passage entre les serpentines et les harzburgites, qui présen-

tent des stades plus ou moins avancés de la transformation des minéraux ferromagnésiens en antigorite. C'est toujours l'olivine qui se décompose la première. Petit à petit, les canaux remplis d'antigorite qui s'établissent dans les craquelures de ce minéral s'élargissent, finissent par se toucher et isolent dans leurs réseaux quelques grains résiduels de l'olivine, qui finit par disparaître complètement à son tour par le même processus. Le pyroxène rhombique paraît plus résistant, de sorte qu'il existe des variétés dans lesquelles l'olivine a presque complètement disparu et où le pyroxène rhombique est relativement peu attaqué. Celui-ci se transforme à son tour en bastite, qui finit par l'épigéniser complètement. Quant au pyroxène monoclinique, il résiste beaucoup plus longtemps, et l'on trouve certaines roches dans lesquelles, tandis que les deux premiers minéraux sont complètement serpentinisés, le pyroxène monoclinique reste à peu près indemne.

Composition chimique.

Nous avons analysé le N° 68 B, récolté sur le chemin de Toschemka, puis le N° 119 B, qui provient du grand marécage avant d'arriver au camp vogoule de Kolkholonia; tous deux ne renferment pas trace de minéraux générateurs de l'antigorite.

Analyses.

	N° 68 B	N° 119 B
SiO ₂	= 39,80	40,58
TiO ₂	= 0,21	—
Al ₂ O ₃	= 2,11	0,69
Fe ₂ O ₃	= 5,47	4,92
Cr ₂ O ₃	= —	0,59
FeO	= 2,49	2,23
MnO	= 0,50	0,19
CaO	= —	—
MgO	= 36,86	39,27
H ₂ O	= 12,34	12,60
	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> 99,78	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> 101,07

La composition, comme on le voit, est tout à fait analogue à celle des harzburgites, à cette différence près que le fer ferrique est plus abondant, ce qui est normal, et la quantité d'eau de la perte au feu plus forte également.

§ 4. — Les serpentines dures à croûte blanche.

Ces roches sont, en général, beaucoup plus dures que les précédentes et ordinairement recouvertes d'une croûte grisâtre. Elles présentent deux types différents: le premier est extrêmement compact, vert grisâtre, à grain très fin; le

second est plus clair, tacheté, et ressemble déjà beaucoup plus aux serpentines précédemment décrites.

Sous le microscope, ces roches présentent également deux types très différents. Dans le premier, on observe des grains de magnétite assez abondants, disséminés dans une masse absolument homogène et de couleur légèrement verdâtre. Aux nicols croisés, elle est entièrement formée de petites lamelles d'antigorite, qui gisent pêle-mêle et qui possèdent parfois un clivage visible, avec une extinction parallèle à ce clivage, qui est toujours positive. Entre ces lamelles, il existe des petites plages très peu biréfringentes ou isotropes, qui donnent une croix noire uniaxe négative. La biréfringence n_g-n_p de ces lamelles est de 0,009. Dans cette masse lamellaire, on trouve çà et là quelques rubans froissés d'antigorite, avec souvent des extinctions onduleuses. Puis se fondant en quelque sorte dans la masse, on distingue quelques plages sans contour précis, formées par des lamelles positives en long et groupées parallèlement, paraissant être un dernier vestige de pyroxène rhombique.

Le second type a une structure toute différente. Il renferme beaucoup de magnétite, en grains d'apparence plus ou moins octaédrique dispersés dans une masse colloïdale, incolore, transparente et isotrope. Dans celle-ci, aux très forts grossissements, on observe quelques très petites lamelles excessivement peu biréfringentes et négatives en long, qui appartiennent à un minéral chloriteux.

Composition chimique.

Nous avons analysé les deux types de ces serpentines. Le N° 72 B provient de la crête dirigée NS située à l'O du Khrébet-Salatim; c'est une serpentine à antigorite du type de la williamsite du Texas. Le N° 76 B bis a été récolté sur l'ouwal boisé à l'O des péridotites du Khrébet-Salatim, à proximité du camp des Vogoules; c'est un type colloïdal.

Analyses.

	N° 72 B	N° 76 B bis
SiO ₂	= 41,30	37,58
TiO ₂	= 0,18	0,11
Al ₂ O ₃	= 2,17	12,07
Fe ₂ O ₃	= 1,87	1,67
Cr ₂ O ₃	= 0,59	0,31
FeO	= 4,72	4,46
MnO	= 0,37	0,20
CaO	= —	—
MgO	= 37,17	32,45
H ₂ O	= 11,90	10,95
	<hr/>	<hr/>
	100,27	99,80

On peut voir par ces analyses que, tandis que les serpentines du type N° 72 B ressemblent beaucoup à celles dérivées des harzburgites, les serpentines colloïdales s'en distinguent fortement, notamment par une proportion plus élevée d'alumine.

§ 5. — Les cornéennes à grenat.

Ce sont des roches grises, dures, rugueuses, qui, fréquemment, empâtent des blocs d'une serpentine noirâtre très compacte, appartenant au type des serpentines dures à croûte grise. Sur le terrain, on voit même en certains endroits le contact des deux roches.

Au microscope, ces cornéennes se répartissent en trois groupes distincts, que nous allons étudier tour à tour.

1. *Cornéennes à grenat.* — Ces roches sont formées par du grenat très abondant, en grains irréguliers et en plages qui se touchent et qui isolent entre elles des sortes de cryptes remplies d'une matière incolore qui, aux nicols croisés, paraît isotrope ou légèrement biréfringente. Le grenat est grisâtre, ou légèrement rosé. Quant à la matière en apparence isotrope, elle est formée par une multitude de lamelles enchevêtrées sur lesquelles on aperçoit quelquefois les traces d'un clivage micacé $p = (001)$. Ces lamelles sont négatives en long et presque uniaxes, avec bissectrice aiguë positive. Elles sont ordinairement complètement incolores, dans certains cas cependant très légèrement verdâtres, sans polychroïsme appréciable. Dans quelques coupes, on peut remarquer que ces lamelles ont une dispersion notable et polarisent dans un gris indigo caractéristique. Nous rattachons ce minéral à la chlorite.

La majorité des cornéennes que nous avons étudiées se rapporte à ce premier type.

2. *Cornéennes à idocrase.* — Elles constituent plutôt une exception. Elles sont formées principalement d'un minéral prismatique en petits cristaux allongés et en sections rectangulaires. En lumière naturelle, le minéral est légèrement rosé, avec un allongement constamment négatif et des extinctions droites. On observe un clivage discontinu parallèlement à l'allongement. Puis on remarque aussi des sections carrées, basales, qui présentent quatre secteurs, conformément aux indications données par Michel-Lévy. La biréfringence $n_g - n_p = 0,006$, le polychroïsme est à peine perceptible et comme suit: n_p est légèrement rosé et n_g rosé également, mais un peu plus foncé. Nous rattachons ce minéral à l'idocrase. Les amas de cristaux d'idocrase sont réunis par une masse incolore également, à structure lamellaire, qui présente tous les caractères de celle qu'on observe dans les cornéennes à grenat, et qui est aussi formée par des lamelles d'une chlorite extrêmement peu biréfringente.

3° *Cornéennes à pyroxène.* — Ce type, plus fréquent que le précédent, est en grande partie formé par du grenat légèrement rosé, accompagné de nombreuses sections d'un pyroxène diopsidique très corrodé et de couleur grisâtre. Celui-ci

présente ses clivages habituels; sur $g^1 = (010)$, l'extinction de n_g se fait à 39° . La bissectrice aiguë est positive; les trois biréfringences sont $n_g - n_p = 0,028$, $n_g - n_m = 0,021$, $n_m - n_p = 0,007$; $2V = + 60^\circ$. Entre les pyroxènes et le grenat, on trouve une sorte de ciment formé par une matière opaque, grisâtre, puis ça et là de véritables cryptes parfaitement transparentes et remplies de lamelles de chlorite tout à fait analogue à celle du type précédent.

Composition chimique.

L'analyse ci-dessous dont le numéro a été malheureusement égaré donne les résultats suivants; la roche est une cornéenne à grenat du premier type.

Analyse.

SiO ₂	=	32,06
TiO ₂	=	1,89
Al ₂ O ₃	=	11,64
Fe ₂ O ₃	=	10,14
FeO	=	7,48
MgO	=	10,79
CaO	=	19,57
MnO	=	0,43
P.A.F.	=	5,89
		<hr/>
Total	=	99,89

La composition de ces roches prouve évidemment qu'elles proviennent d'un métamorphisme exercé par les serpentines sur des calcaires dolomitiques, et il est probable que ceux-ci appartenaient au Dévonien moyen, dont on ne retrouve d'ailleurs pas de traces dans la région.

CHAPITRE VI

LES AMPHIBOLITES DIABASOÏDES ET LES AMPHIBOLITES ALBITIQUES

§ 1. *Généralités sur les amphibolites.* — § 2. *Les amphibolites diabasoïdes, minéraux, structure, variétés.*
— § 3. *Les amphibolites albitiques.*

§ 1. — Généralités sur les amphibolites.

Sous le nom d'amphibolites, nous avons groupé des roches de caractères très variés, qui n'ont de commun que le fait qu'elles représentent des stades plus ou moins avancés de décomposition et de métamorphisme de roches manifestement éruptives. Celles-ci appartiennent à des variétés grenues de diabases, à des diabases porphyriques qui leur sont intimement liées et, dans une proportion moindre, à des gabbros plus ou moins mélanocrates. Toutes ces formes se rencontrent principalement développées dans la grande zone qui prolonge immédiatement le Tschistop vers le sud et qui constitue les montagnes du Khrébet-Laïs, du Khrébet-Koschma et du Khrébet-Kent-Nior. Fédorof avait parfaitement distingué le caractère éruptif de ces roches et, sur sa carte, les avait figurées en roches éruptives de la série qu'il appelle « Syénites et Diorites » et qu'il désigne par $\gamma\alpha$. Sur le terrain toutefois, ces roches se distinguent manifestement des gabbros-diorites du Tschistop par leur aspect, leur couleur et leur disposition générale. Toutes gardent un air de famille incontestable et, si quelques-unes sont d'aspect franchement diabasique, la grande majorité est compacte et de couleur verte très foncée. Seule une étude microscopique peut montrer le passage graduel des variétés éruptives aux amphibolites et comme, dans une même série, il existe à côté de types franchement éruptifs et discernables comme tels, d'autres types qui sont de véritables amphibolites, il ne saurait être question de grouper et d'étudier séparément les roches ayant encore des caractères éruptifs manifestes, des amphibolites franchement métamorphiques reliées aux premières par des formes de passage indiscutables.

A côté des amphibolites diabasoïdes dont il vient d'être question, il en existe d'autres qui, sans doute, proviennent des mêmes roches, mais qui sont beaucoup plus profondément transformées, presque toujours schisteuses, et qu'à première vue on n'hésiterait pas à placer dans la série des schistes cristallins. Ces amphibolites ne se trouvent qu'exceptionnellement à l'intérieur de la grande zone méridionale des roches diabasoïdes; elles se rencontrent ordinairement en intercalations discontinues plus ou moins importantes, et toujours lenticulaires, à l'intérieur et en divers points de la grande zone des schistes cristallins, qui vient à l'ouest de celle des roches éruptives basiques. Ces amphibolites, comme nous le verrons d'ailleurs, diffèrent des premières par leur constitution minéralogique et leur structure.

§ 2. — Les amphibolites diabasoïdes, minéraux, structures, variétés.

Nous comprenons donc sous ce nom des amphibolites achevées et d'autres en voie de formation, qui proviennent manifestement de diabases ou de diabases porphyrites. Au point de vue macroscopique, ces roches présentent plusieurs types qui se distinguent aisément et que l'on peut grouper de la manière suivante en :

1° *Type compact*, à grain fin et cassure esquilleuse, de couleur verte plus ou moins foncée, parfois même grisâtre; il est, dans certains cas exceptionnels, légèrement schisteux. A l'état poli, la roche est très homogène, d'un vert foncé et ponctuée de petits points blanchâtres qui paraissent feldspathiques.

2° *Type extrêmement compact*, à faciès cornéen, à grain excessivement fin, de couleur verte notablement plus claire que le précédent. Sur les échantillons polis, on n'observe plus de petites ponctuations blanches.

3° *Type toujours très compact*, de couleur foncée, qui à l'état poli montre une série de petites plages et de cristaux feldspathiques disposés dans une masse aphanitique homogène. A l'œil nu, ce type correspond à une diabase porphyrique.

4° *Type très semblable au précédent*, mais qui, à côté des feldspaths, renferme de grands cristaux de pyroxène monoclinique noirâtres. Ce type est rare.

5° *Type compact*, parfois légèrement schisteux, gris-verdâtre à cassure cristalline, qui, sur les surfaces polies, paraît formé d'éléments feldspathiques à grain moyen, entourés d'éléments verdâtres abondants.

6° *Type grossièrement grenu*, présentant tout à fait l'aspect d'un diabase plutôt mélanocrate.

7° *Type schisteux gneissique* analogue à un gneiss amphibolique.

Les minéraux constitutifs de ces amphibolites sont : la magnétite, la limonite, le sphène, la pyrite, le pyroxène monoclinique, les amphiboles, l'épidote, la zoïsite, la chlorite, le mica blanc, le leucoxène, les plagioclases et le quartz.

MAGNÉTITE.

Elle existe dans la plus grande partie des échantillons et se présente en petits grains opaques, irréguliers, quelquefois en octaèdres et rarement en petites plages sidéronitiques. Ordinairement, elle est disséminée parmi les divers minéraux; quelquefois cependant, elle se trouve en inclusions abondantes dans les amphiboles. Nous avons observé, une seule fois, une disposition très particulière où l'inverse avait lieu; la magnétite était en plages d'assez grande taille à l'intérieur desquelles se trouvaient de nombreux cristaux d'amphibole. Au point de vue quantitatif, elle est très variable, souvent rare, mais quelquefois aussi très abondante.

ILMÉNITE.

Elle accompagne la magnétite dans plusieurs de ces roches et ne peut être distinguée par l'examen microscopique seulement. Un échantillon de la roche a été broyé et tamisé, puis la poudre a été concentrée à l'eau pour éliminer les minéraux non métalliques. Un triage à l'aimant du résidu a éliminé la magnétite; il restait alors une poudre noire qui donnait à la fois la réaction du fer et du titane.

PYRITE.

Elle n'est pas fréquente; nous en avons trouvé à l'état d'individus macroscopiques, disséminés parmi les autres minéraux. Elle est fréquemment limonitisée périphériquement.

SPHÈNE.

Il se présente ordinairement en petits grains grisâtres, souvent légèrement fuselés, à surface guillochée. Il est rare, et toujours en petite quantité.

PYROXÈNES MONOCLINIQUES ET ORTHORHOMBIQUES.

Le pyroxène monoclinique a été observé dans deux préparations seulement. La première (N^o 126 B) est une diabase porphyrite en voie d'amphibolitisation. Le pyroxène monoclinique forme des phénocristaux souvent maclés selon $h^1 = (100)$, trapus, incolores, dont la biréfringence $n_m - n_p = 0,018$ à $0,021$. Ces cristaux ont subi un commencement d'ouralitisation périphérique et l'amphibole s'est elle-même transformée en chlorite. Ce pyroxène est accompagné dans la préparation d'un pyroxène rhombique entièrement décomposé et transformé en amphibole incolore, disposée en treillis.

Dans une autre préparation (N^o 117 B), on a observé un noyau de pyroxène monoclinique au milieu d'une amphibole incolore. Le plan des axes est dans $g^1 = (010)$, avec extinction de n_g à 38° du clivage. $n_g - n_p = 0,023$.

AMPHIBOLES.

Nous avons trouvé dans ces roches de nombreuses variétés d'amphiboles qui peuvent se rattacher à quatre types, à savoir: 1° une amphibole vert-foncé rare; 2° une amphibole brune, rare également; 3° une amphibole bleuâtre, tachetée, fréquente; 4° une amphibole verdâtre ou incolore prédominante.

1° *Amphibole vert-foncé.* — Elle a été rencontrée dans la roche N° 81 B où elle forme de petits grains noyés dans une masse jaunâtre, finement écaillée, ou entourée d'une pâte quartzo-feldspathique finement grenue. L'allongement des cristaux est prismatique mais peu marqué; clivages $m = (110)$. Le plan des axes est parallèle à $g^1 = (010)$. La bissectrice aiguë est négative

$n_g - n_p$	$n_g - n_m$	$n_m - n_p$	Angle d'extinct. sur $g^1 (010)$	2V calculé	mesuré
0,0266	0,0066	0,0200	17°	— 60°	— 66°

Polychroïsme: $n_g =$ vert d'herbe foncé, $n_m =$ vert brun foncé, $n_p =$ jaunâtre clair.

2° *Amphibole brune.* — Elle a été rencontrée dans trois préparations et se présente sous deux aspects; d'abord en plages idioblastiques, tachetées et bordées d'amphibole bleue et renfermant des taches internes plus ou moins incolores; puis en taches et en liserés, à l'intérieur et autour de l'amphibole verte. Cette amphibole présente une tendance à l'allongement prismatique; on y reconnaît parfois les faces $m = (110)$ et $g^1 = (010)$ altérées. L'allongement est positif, la bissectrice aiguë est négative. Les autres propriétés optiques sont résumées dans le tableau suivant:

Numéros des coupes	$n_g - n_p$	$n_g - n_m$	$n_m - n_p$	Extinction de n_g sur g^1	2V
127 B	0,0240	0,0065	0,0175	17°	— 62° ½
131 B	0,0225	—	—	16°	— 69°
57 B	0,0208	—	—	17°	—

Le polychroïsme est comme suit: $n_g =$ vert brunâtre ou brunâtre, $n_m =$ brunâtre ou jaune brunâtre, $n_p =$ brun jaunâtre pâle.

Les indices de cette amphibole sont nettement supérieurs à ceux de l'amphibole bleue.

3° *Amphibole bleue.* — Elle est beaucoup plus fréquente que les deux autres et a été observée dans 13 préparations. Elle se présente sous des aspects fort différents, soit: a) en taches ou en cristaux à l'intérieur et autour de l'amphibole brune, disposition plutôt rare; b) en taches et en liserés à l'intérieur et autour de l'amphibole verte (c'est le cas le plus fréquent (70% des cas)); c) en grains isolés, mais qui renferment encore à l'intérieur une tache centrale d'amphibole verte passant graduellement à l'amphibole bleue; d) en grains et en plages homogènes

de forme irrégulière, que l'on rencontre dans le 30% des préparations; e) en baguettes fortement allongées suivant le prisme et homogènes, cas peu fréquent; f) en gerbes centro-radiées, cas peu fréquent également. Les propriétés optiques de cette amphibole diffèrent un peu de celles de la précédente, surtout en ce qui concerne le polychroïsme et les indices. L'orientation du plan des axes et le signe de la bissectrice sont identiques, les autres propriétés sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Numéros des coupes	$n_g - n_p$	$n_g - n_m$	$n_m - n_p$	Extinction de n_g dans (010)	2V
131 B	0,0250	—	—	16°	—
93 B	0,0242	—	—	17°	—
99 B	0,0212	—	—	16° 1/2	— 70° (mesuré)
92 bis B	0,0215	0,0050	0,0165	16°	— 57° 1/2
21 A	0,0192	—	—	18°	—

Le polychroïsme est: n_g = bleuâtre ou vert bleuâtre plus ou moins foncé.
 n_m = verdâtre ou vert brunâtre, ou vert jaunâtre.
 n_p = jaunâtre ou jaune brunâtre très clair.

Les indices de cette amphibole sont supérieurs à ceux de l'amphibole verte.

4° *Amphibole vert-pâle*. — Nous comprenons dans ce groupe des amphiboles très peu colorées, voire même incolores, qui se présentent sous divers aspects: a) en larges feuilletts, lamelles, plages et porphyroblastes souvent tachetés et liserés d'amphibole bleue, rarement d'amphibole brune, qui renferment des taches incolores. Cette forme se rencontre dans le 75% des coupes; b) en petites écailles, houppes et agrégats écaillés, type assez fréquent qui se trouve dans le 45% des préparations; c) en baguettes ou en aiguilles d'aspect microlithique, qui sont parfois extrêmement petites et se rencontrent dans le 30% des préparations; d) en taches à l'intérieur de l'amphibole bleue, type plutôt rare trouvé dans le 10% des coupes; e) en taches, dans l'amphibole brune, cas très rare; f) en treillis d'individus maclés remplissant complètement un ancien cristal de pyroxène rhombique; dans ce dernier cas, les individus composants, allongés suivant le prisme et très fortement aplatis suivant $h^1 = (100)$, sont toujours maclés sur la face d'aplatissement, ce qui leur communique un aspect lamellaire. Sur les sections parallèles à $n_g - n_p$, tout le cristal paraît formé de lamelles allongées qui s'éteignent obliquement et symétriquement par rapport au plan de macle. Sur les sections normales à n_p , qui sont donc parallèles au plan de macle, les individus sont flous. Sur les sections perpendiculaires à n_g , qui sont normales à la direction de l'allongement et au plan de macle, les individus maclés paraissent raccourcis et très nets.

Cette amphibole vert pâle est prédominante et a été retrouvée dans 22 préparations.

Au point de vue optique, le plan des axes est dans $g^1 = (010)$ et la bissectrice aiguë est, comme toujours, négative. Le tableau ci-dessous donne l'ensemble des propriétés optiques.

Numéros des coupes	$n_g - n_p$	$n_g - n_m$	$n_m - n_p$	Ext. dans g^1	2V
131 B	0,0250	—	—	16°	—
126 B	0,0257	0,0087	0,0170	17°	— 71°
125 B	0,0200	0,0080	0,0120	18°	— 78° ½
129 B	0,0236	0,0089	0,0138	17°	— 77° ½
130 B	0,0234	0,0084	0,0150	17°	— 73° ½
127 B	0,0272	0,0065	0,0200	17°	— 58° ½
102 B	0,0264	—	—	17°	—
103 B	0,0251	—	—	18°	—
101 B	0,0242	0,0080	0,0162	16°	— 70°
93 B	0,0242	—	—	17°	—
94 B	0,0227	—	—	18°	—
97 B	0,0210	—	—	16°	—
98 B	0,0287	—	—	18°	—
99 B	0,0241	—	—	17° ½	— 73° (mesuré)
83 B	0,0227	0,0092	0,0135	16°	— 79°
82 B	0,0235	—	—	17°	—
57 B	0,0235	—	—	17°	—
117 B	0,0230	—	—	16°	—

Le polychroïsme est le suivant :

n_g	=	vert très clair, souvent incolore,
n_m	=	vert brunâtre très clair ou incolore,
n_p	=	jaunâtre très pâle ou incolore.

L'indice moyen des amphiboles vertes est le plus bas de toute la série. Lorsque les trois amphiboles brune, bleue et verte se trouvent réunies dans un même grain, elles se distinguent les unes des autres, en plus de leur coloration, par les caractères suivants :

L'amphibole brune est plus réfringente et moins biréfringente que les deux autres. L'amphibole bleue est plus réfringente que l'amphibole verte.

Au point de vue génétique, l'amphibole brune est la variété primaire d'où dérivent les deux autres, qui sont manifestement d'origine secondaire.

ÉPIDOTE.

C'est un minéral très répandu, qui se trouve dans le 70% des préparations, mais qui n'est jamais très abondant. L'épidote se présente soit en grains dispersés dans la pâte et mêlés à la chlorite, soit dans les plagioclases et alors accompagnée de produits de décomposition brunâtre, soit en veinules granulees qui traversent toute la préparation, soit enfin en grains qui forment ceinture autour des plagioclases. Elle est ordinairement légèrement colorée en jaune et présente ses clivages ordinaires. Le plan des axes optiques est transversal à l'allongement, le signe optique est négatif, l'angle 2V est toujours grand. Le minéral est très dispersif;

la biréfringence maxima $n_g - n_p$ est extrêmement variable, et varie dans un seul et même cristal; elle est comprise entre 0,020 et 0,0556, le chiffre le plus fréquent est aux environs de 0,030.

ZOÏSITE.

Elle est rare et n'a été rencontrée que dans deux coupes (116ⁱ B et 121ⁱ B). Elle se rencontre ordinairement dans des cryptes sous forme d'aiguilles prismatiques très nettes, associées à du quartz qui les cimente. La biréfringence $n_g - n_p$ varie de 0,0144 à 0,0155, l'allongement négatif se fait suivant h^1g^1 , le signe optique est positif. Le plan des axes est dans $g^1 = (010)$. Il existe à côté de cette zoïsite une seconde variété d'aspect analogue, mais dans laquelle le plan des axes est perpendiculaire à $g^1 = (010)$ et l'allongement de signe variable. Les deux variétés sont dispersées au milieu du ciment quartzeux. On rencontre aussi une troisième zoïsite disposée généralement en grandes plages granuleuses jaunâtres, qui moulent les amphiboles. Cette zoïsite est transparente, très dispersive et presque isotrope.

CHLORITE.

Ce minéral est rare dans les amphibolites diabasiques et n'a été rencontré que dans deux cas. Il se présente en écailles et en agrégats disséminés dans la masse amphibolique. Il est très dispersif et s'éteint avec une teinte brunâtre. Le signe optique est positif, le polychroïsme, toujours appréciable, est: $n_g =$ incolore ou jaunâtre, $n_p =$ vert très clair.

MICA BLANC.

Le mica blanc est excessivement rare et se trouve en petites lamelles informes, incolores et parfaitement limpides, sur lesquelles il est impossible de déterminer les propriétés optiques. Quelques-unes de ces lamelles sont de couleur jaune clair, avec un polychroïsme appréciable: $n_g =$ jaune verdâtre très clair, $n_p =$ incolore.

LEUCOXÈNE.

Le leucoxène est fréquent et se présente en amas grisâtre, avec fort relief, entourant généralement un grain de magnétite. A côté du leucoxène, il existe des plages grisâtres, fortement biréfringentes, mais d'un relief moindre, qui se trouvent ordinairement dans les feldspaths et qui sont du kaolin imprégné de calcite.

FELDSPATHS.

Le feldspath est un élément très important qui se rencontre soit à l'état d'anciens phénocristaux, soit à l'état de grains ou de petites baguettes d'habitus ophitique. Les phénocristaux sont ordinairement décomposés, tandis que les grains et les baguettes sont d'habitude très frais. Bon nombre de ces cristaux sont forte-

ment zonés (60% des cas); en général il n'existe qu'une très mince zone de bordure, quelquefois cependant, on en observe plusieurs.

Les plagioclases sont maclés: le 28% suivant l'albite seule, le 18% suivant le complexe albite-Karlsbad, le 13% suivant le complexe albite-Karlsbad-péricline, le 12% suivant l'albite et la péricline et le 3% suivant la péricline seule. On a observé une seule fois les macles de Manebach et de Karlsbad seules, puis les macles de Manebach-acline et de l'albite-acline.

Au point de vue de la composition, le noyau oscille entre 32% et 100% d'An., la bordure externe entre 13½% et 72% d'An; en moyenne, le noyau renferme 61% d'An et la bordure 39%.

Chez les feldspaths non zonés, la composition varie entre 20% et 90% d'An., en moyenne 58% An. En règle générale, la bordure est toujours plus acide que le noyau, ce qui a été observé sur 31 cas. Lorsqu'il y a deux zones de bordure, la basicité croît de la périphérie vers le centre; toutefois, on observe certains cas, où la zone la plus externe est plus acide que le noyau, mais la deuxième zone plus basique que ce dernier. Enfin, dans un seul cas, nous avons observé une zone externe plus basique que la zone intermédiaire, tout en étant plus acide que le noyau lui-même. Les déterminations ci-dessous montrent quels sont les caractères de ces plagioclases.

Coupe N° 126 B. Diabase-porphyrite en voie d'amphibolisation.

1. Phénocrystal brun clair, entouré d'une mince bordure incolore, formé de deux grands individus maclés 1 et 2. 1 = très voisin de Sn_m.

$$1 \text{ Sn}_m = \pm 12^\circ, \quad 2 = \pm 27^\circ : \text{complexe albite-Karlsbad, } 51\% \text{ An.}$$

2. Phénocrystal brun clair, non zoné, formé de deux grands individus 1 et 2; l'individu 2 renferme en outre des fines lamelles maclées 2' parallèles au plan de macle 1-2 et des lamelles 3 obliques sur ce plan 1-2.

$$1 = \text{Sn}_m, \quad 2 = \text{voisin SA.}$$

$$1 \text{ Sn}_m = \pm 13^\circ \frac{1}{2}, \quad 2 = \pm 37^\circ \frac{1}{2}, \quad 2' = \pm 47^\circ : 53\% \text{ An.}$$

$$1-2 = \text{Complexe albite-Karlsbad,} \quad 2-2' = \text{albite,} \quad 2-3 = \text{péricline.}$$

3. Section $\perp pg^1$, constituant un phénocrystal presque rectangulaire, avec une fine zone périphérique. Il présente des lamelles maclées selon l'albite et selon la péricline, se coupant presque à angle droit. La zone périphérique se compose elle-même d'une bordure interne et d'une bordure externe.

Extinctions de 1 par rapport à (010):

$$\text{Noyau} = + 32^\circ : 60\% \text{ An.}$$

$$\text{Bords internes} = 0^\circ : 20\% \text{ An.}$$

$$\text{Bords externes} = + 10^\circ : 27\% \text{ An.}$$

4. Section Sn_p, non maclée, constituant un gros microlithe zoné; la zone périphérique est plus large que dans les phénocristaux et la variation de composition, du centre à la périphérie, est beaucoup plus progressive. Le noyau seul est bien centré sur Sn_p.

Extinction de Sn_p par rapport à (001):

noyau central	=	$\pm 71^\circ$: 32 % An.
bordure moyenne	=	$\pm 85^\circ$: env. 21% An.
bordure externe	=	$\pm 86^\circ$: env. 14% An.

5. Section g^1 (010) microlithique.

Extinction du centre	par rapport à (001)	=	$+ 18^\circ$: 35% An.
» de la bordure	» » » »	=	$- 5^\circ$: 16% An.

6. Section oblique, microlithique, formée de deux individus 1 et 2, brunâtres, présentant une zone périphérique claire.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2} (1n)*	$- 20^\circ$	$+ 86^\circ$	$+ 71^\circ$	(010) 40% An.
» (1b)	$+ 11^\circ$	$+ 86^\circ$	$+ 86^\circ$	id. env. 15% An.
A_{1-2} (1n)	$+ 82^\circ$	$- 36^\circ$	$+ 55^\circ \frac{1}{2}$	$\frac{\perp [001]}{(010)}$ albite-Karlsbad 38% An.

$2V^1 n = \text{env. } 90^\circ.$

Coupe N° 125 B. Amphibolite feldspathique (ex. diabase).

1. Section oblique 1 renfermant de fines lamelles 2 maclées selon l'albite.

	n_g	n_p	n_m	
$A_{1-2} = P_{1-2}$ (1)	32°	70°	66°	(010) 60% An.

2. Section oblique 1n présentant une mince zone périphérique 1b et renfermant deux larges lamelles 2n maclées selon l'albite.

	n_g	n_p	n_m	
$A_{1-2} = P_{1-2}$ (1n)	$+ 42^\circ$	$- 65^\circ$	$- 60^\circ$	(010) albite env. 78% An.
id. (1b)	$+ 40^\circ$	$- 60^\circ$	$- 60^\circ$	(010) » env. 72% An.

3. Section oblique, d'habitus ophitique, formée de deux individus maclés 1 et 2.

	n_g	n_p	n_m	
$A_{1-2} = P_{1-2}$ (1)	33°	69°	62°	(010) albite 65% An.

* n = noyau, b = bordure.

Coupe N° 129 B. Diabase amphibolitisé passant aux amphibolites.

1. Section $g^1 = (010)$ fortement zonée, voisine de Sn_g . Nous désignerons par a, b, c, d , les différentes zones à partir du centre a . On distingue le clivage (001) et les cassures (100).

Extinction de a par rapport à (001)	=	- 37°	:	91%	An.
» b »	=	- 30°	:	71%	An.
» c »	=	- 10°	:	42%	An.
» d »	=	0°	:	28%	An.

2. Zone perpendiculaire à g^1 (010). Les sections de cette zone, maclées selon l'albite, présentent un maximum de l'angle d'extinction égal à + 31° pour le centre des sections et à + 8° pour la bordure, ce qui correspond respectivement à 57% An et 26% An.

3. Section pg^1 renfermant deux systèmes rectangulaires de fines lamelles maclées selon l'albite et la péricline.

Extinction du noyau par rapport à (010)	=	+ 40°	:	80%	An.
» des bords »	=	+ 13°	:	30%	An.

Coupe N° 130 B. Diabase ouralitisé passant à une amphibolite feldspathique.

1. Zone $g^1 = (010)$, constituée par des baguettes maclées selon l'albite, albite-Karlsbad, parfois albite-Karlsbad-péricline. Maximum de l'angle d'extinction par rapport à g^1 (010) = ± 40° pour le noyau et ± 29° pour la bordure, ce qui correspond respectivement à 70% An et 54% An.

2. Section oblique, d'habitus prismatique, constituée par deux individus maclés 1 et 2, présentant une mince zone périphérique. En outre, l'individu 2 renferme de fines lamelles maclées 3, obliques sur la trace du plan de macle 1-2.

	n_g	n_p	n_m		
P_{1-2} (1n)	- 36° ½	+ 66° ½	+ 64° ½	(010)	70% An.
P_{1-2} (1b)	- 28° ½	+ 71° ½	+ 68°	(010)	58% An.
A_{1-2} (1n)	+ 70°	- 72° ½	+ 26° ½	$\frac{\perp [001]}{(010)}$	albite-Karlsbad 72% An.
A_{1-2} (1b)	+ 76° ½	- 66° ½	+ 28°	id.	id. 66% An.

3. Section oblique formée de deux grands individus maclés 1 et 2. L'individu 1 renferme des lamelles maclées 3, parallèles à la trace du plan 1-2. En outre, la section présente une série de zones, disposées comme l'indique la figure ci-contre (fig. 10).

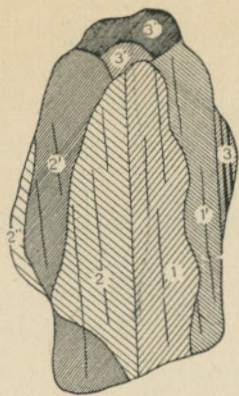


FIG. 10.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2-3} (1)	+ 31°	+ 74°	- 63°	(010) 57% An.
» (2)	+ 28° ½	- 73°	+ 68°	(010) 58% An.
» (1')	+ 41°	+ 65°	- 60°	(010) 76% An.
» (2')	+ 39°	- 62°	+ 65°	(010) 81% An.
» (2'')	+ 25°	- 80°	+ 68°	(010) 49% An.
$A_{1-3} = P_{1-3}$ (3)	+ 36°	+ 70°	+ 61°	(010) 68% An.
» (3')	- 40°	+ 68°	+ 57°	(010) 72% An.
» (3'')	- 50°	+ 57°	+ 56°	(010) 90% An.
A_{1-2} (1)	+ 77° ½	+ 64° ½	+ 29° ½	$\frac{\perp [001]}{(010)}$ albite-Karlsbad 64% An.
A_{1-2} (1')	+ 68°	+ 74°	+ 28°	id. 83% An.

$$2V^1 = + 78^\circ, \quad 2V^2 = + 88^\circ.$$

$$1 = 2 = \text{env. } 60\% \text{ An.} \quad 1' = 2' = 80\% \text{ An.} \quad 2'' = 49\% \text{ An.}$$

$$3 = 68\% \text{ An.} \quad 3' = 72\% \text{ An.} \quad 3'' = 90\% \text{ An.}$$

Coupe N° 127 B. Amphibolite feldspathique (diorite écrasée).

1. Section Sn_p constituée par un gros grain formé de deux individus maclés 1 et 2; l'individu 1 renferme de fines lamelles maclées 3 (péricline), normales au plan de maclé 1-2.

$$1 \text{ } Sn_p \quad \text{par rapport à la trace du plan 1-2} = \pm 19^\circ : 36\% \text{ An.}$$

$$2 \text{ voisin } Sn_m \quad \text{» } \text{» } \text{» } \text{» } = \pm 12^\circ : \text{albite-Karlsbad.}$$

2. Section $\perp pg^1$ renfermant deux systèmes rectangulaires de fines lamelles maclées selon la péricline et l'albite.

$$\text{Extinction de 1 par rapport à (010)} = + 18^\circ : 35\% \text{ An.}$$

Coupe N° 102 B. Amphibolite feldspathique.

1. Section oblique formée par une grande plage prismatique fortement décomposée, dont seul le noyau est conservé. Ce noyau est formé de plusieurs lamelles maclées parallèles 1-2.

	n_g	n_p	n_m	
$A_{1-2} = P_{1-2}$ (1)	33° ½	74°	61° ½	(010) albite. env. 60% An.

2. Section pg^1 maclée selon l'albite et présentant le clivage (001).

$$\text{Extinction de 1 par rapport à (010)} = 25^\circ : 45\% \text{ An.}$$

Coupe N° 103 B. Amphibolite feldspathique à magnétite.

1. Section oblique 1 renfermant de fines lamelles maclées parallèles 2.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2} (1)	$57^\circ \frac{1}{2}$	$71^\circ \frac{1}{2}$	$38^\circ \frac{1}{2}$	péricline 48% An.

Coupe N° 101 B. Amphibolite feldspathique.1. Zone $\perp g^1$ (010). Maximum de l'angle d'extinction par rapport à la trace du plan de macle de l'albite = 45° : 80% An.

2. Section formée de deux individus prismatiques 1 et 2.

	n_g	n_p	n_m	
$A_{1-2} = P_{1-2}$ (1)	$46^\circ \frac{1}{2}$	$63^\circ \frac{1}{2}$	$54^\circ \frac{1}{2}$	(010) albite 80% An.

3. Section prismatique formée de deux individus maclés 1 et 2.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2} (1)	+ $44^\circ \frac{1}{2}$	— 61°	+ 61°	(010) 85% An.
A_{1-2} (1)	— 70°	+ 67°	+ 30°	$\frac{\perp [001]}{(010)}$ albite-Karlsbad 70% An.
	$2V^1 = -88^\circ$,		$2V^2 = -86^\circ$	

Coupe N° 93 B. Amphibolite feldspathique (ex. diabase).1. Zone $\perp g^1$ (010). Sections prismatiques maclées selon albite-Karlsbad, parfois avec addition de lamelles selon la péricline.Maximum de l'angle d'extinction par rapport à (010) =
noyau $\pm 37^\circ$: 66% An.
bords $\pm 10^\circ$: 27% An.2. Section Sn_g non maclée, zonée, présentant le clivage (001).Extinction de $1n.Sn_g$ par rapport à (001) = $\pm 34^\circ$: 58% An.» » 1b (oblique) » » = $\pm 6^\circ$: voisin 35% An.*Coupe N° 94 B.* Amphibolite feldspathique épidotique.1. Section Sn_g formant un très petit grain non maclé, présentant le clivage (001).Extinction de Sn_p par rapport à (001) = voisin 0° : env. 30% An.*Coupe N° 97 B.* Amphibolite feldspathique porphyroblastique (Porphyrite écrasée).

1. Grand porphyroblaste zoné. Le noyau est entièrement décomposé et seule la zone périphérique subsiste; elle contient de fines lamelles maclées parallèles.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2} (1)	45°	65°	48°	(010) 70% An. ou péricline 67% An.

2. Zone $\perp g^1 = (010)$ formée de sections microlithiques maclées le plus souvent selon albite-Karlsbad.

Maximum de l'extinction rapportée à la trace de $(010) = \begin{matrix} 38^\circ \text{ noyau} : 67\% \text{ An.} \\ 31^\circ \text{ bords} : 57\% \text{ An.} \end{matrix}$

3. Section $\perp pg^1$, d'habitus microlithique, non maclée, présentant les clivages $g^1 (010)$ et $p (001)$.

Extinction du noyau par rapport à $(010) = 46^\circ : 100\% \text{ An.}$
 » des bords » » » = $36^\circ : 69\% \text{ An.}$

4. Section $\perp pg^1$, non maclée et non zonée, présentant les clivages $g^1 = (010)$ et $p = (001)$.

Extinction par rapport à $(010) = 41^\circ : 85\% \text{ An.}$

5. Section oblique, microlithique, formée de deux individus maclés 1-2 et présentant une fine zone périphérique.

	n_g	n_p	n_m	
$P_{1-2} (1n)$	$+ 44^\circ \frac{1}{2}$	$+ 56^\circ \frac{1}{2}$	$- 55^\circ$	(010) env. 85% An.
$P_{1-2} (1b)$	$+ 32^\circ$	$+ 66^\circ$	$- 68^\circ$	(010) env. 65% An.
$A_{1-2} (1n)$	$- 53^\circ$	$+ 38^\circ$	$+ 85^\circ$	$[001]$ Karlsbad.

Coupe N° 98 B. Diabase porphyrite passant à une amphibolite feldspathique.

1. Section $g^1 (010)$ formée d'un phénocrystal non maclé, voisine de Sn_g , présentant le clivage (001) et fortement zonée. On distingue une large zone centrale a et deux zones périphériques b et c .

Extinction de a par rapport à $(001) = - 10^\circ : 42\% \text{ An.}$
 » » b » » » = $- 17^\circ : 51\% \text{ An.}$
 » » c » » » = $0^\circ : 28\% \text{ An.}$

2. Zone $\perp g^1 (010)$ formée de sections microlithiques maclées selon albite-Karlsbad.

Maximum de l'angle d'extinction par rapport à $(010) = \begin{matrix} 40^\circ \text{ noyau} : 70\% \text{ An.} \\ 25^\circ \text{ bords} : 45\% \text{ An.} \end{matrix}$

3. Grand phénocrystal zoné (noyau et bordure), formé de deux grands individus maclés 1 et 2.

	n_g	n_p	n_m	
$P_{1-2} (1n)$	$- 42^\circ$	$+ 64^\circ$	$+ 59^\circ$	(010) 88% An.
$P_{1-2} (1b)$	$- 29^\circ$	$+ 72^\circ$	$+ 67^\circ$	(010) 58% An.
$A_{1-2} (1n)$	$+ 67^\circ$	$- 73^\circ$	$+ 31^\circ$	$\frac{\perp [001]}{(010)}$ 80% An.
$A_{1-2} (1b)$	$+ 77^\circ \frac{1}{2}$	$- 66^\circ$	$+ 28^\circ \frac{1}{2}$	id. 64% An.

Coupe N° 99 B. Amphibolite feldspathique porphyroblastique. (Ex.: Diabase porphyrite.)

1. Section formée de deux individus maclés 1 et 2. Chaque individu renferme, en outre, de fines lamelles maclées indéterminables 1' et 2', parallèles à la trace du plan de macle 1-2.

	n_g	n_p	n_m	
$A_{1-2} = P_{1-2} =$				
$P_{1-1'} = P_{2-2'} (1n)$	— 68°	+ 79°	+ 24° ½	(001) 36% An, Manebach.
id. (1b)	— 86°	— 87°	+ 4°	(001) 23% An, Manebach.

1-1' et 2-2' probablement maclés selon la péricline ou l'acline A.

2. Section formée de deux grands individus maclés 1 et 3, entre lesquels se trouve un troisième individu lamellaire 2.

Les plans de macle 1-2 et 2-3 sont semblables.

	n_g	n_p	n_m	
$P_{1-2-3} (1)$	+ 69°	— 79°	— 24°	(001) 37% An.
$P_{1-2-3} (2)$	— 69°	+ 79°	+ 24°	»
$A_{1-2} (1)$	+ 21°	+ 86°	+ 70°	$\frac{\perp [010]}{(001)}$ aciline A 35% An.
$A_{2-3} (2)$	— 89°	+ 12° ½	— 78°	$\frac{\perp [010]}{(001)}$ Manebach-aciline A 38% An.
$A_{1-3} (1)$	+ 69°	— 79°	— 24°	(001) Manebach 37% An.

Une autre interprétation est possible: $A_{1-2} = \frac{\perp [100]}{(001)}$ Manebach-Ala A 35% An.

$A_{2-3} = [100]$ Ala A 41% An. $A_{1-3} = (001)$ Manebach 37% An.

2V moyen = + 79°.

3. Porphyroblaste prismatique formé de deux individus maclés 1 et 2.

	n_g	n_p	n_m	
$P_{1-2} (1)$	— 28° ½	+ 81° ½	+ 65°	(001) 50 % An.
$A_{1-2} (1)$	+ 80° ½	— 41°	+ 50° ½	$\frac{\perp [001]}{(010)}$ albite-Karlsbad 43% An.

2 V² = + 81°.

Coupe N° 100 B. Amphibolite feldspathique. (Diabase-porphyrte.)

1. Section $\perp pg^1$ d'habitus microlithique.

Extinctions par rapport à (010):

Bordure zone externe	=	0° : 20% An.
» » interne	=	± 10° : 27% An.
Noyau	=	± 28° : 55% An.

2. Section $\perp pg^1$ d'habitus microlithique:

Bordure zone externe	=	- 9°	: 13%	An.
» » interne	=	0°	: 20%	An.
Noyau	=	+ 28°	: 52%	An.

Coupe N° 83 B. Amphibolite feldspathique. (Diabase.)

1. Zone $\perp g^1$ (010), formée de sections d'habitus finement ophitique, maclées selon albite-Karlsbad.

Maximum de l'angle d'extinction par rapport à (010) = 36° : 64% An.

Coupe N° 81 B. Amphibolite quartzo-feldspathique. (Gneiss amphibolique.)

1. Section Sn_g , un peu zonée, avec le clivage $p = (001)$.

Extinction de 1 Sn_g par rapport à (001)

noyau	=	$\pm 20^\circ$: 48%	An.
bords	=	$\pm 12^\circ$: 42%	An.

2. Section $\perp pg^1$, constituée par un petit grain renfermant de fines lamelles maclées selon l'albite et la péricline.

Extinctions par rapport à (010):

noyau	=	40°	: 80%	An.
bords	=	31°	: 58%	An.

3. Section oblique, non maclée et présentant un beau clivage.

	n_g	n_p	n_m	
Clivage	42°	52°	71°	(001) 90% An.

Coupe N° 92 bis B. Amphibolite feldspathique micacée.

1. Section $\perp pg^1$, constituée par un porphyroblaste fortement zoné et renfermant de fines lamelles maclées selon l'albite et la péricline. Les différentes zones passent de l'une à l'autre d'une façon progressive.

Extinctions rapportées à la trace de (010):

Noyau (Sn_p)	=	+ 37°	: 71%	An.
Zone moyenne	=	+ 14°	: 30%	An.
Bords	=	+ 6°	: 25%	An.

2. Section porphyroblastique fortement zonée 1, renfermant quelques petites lamelles maclées cunéiformes 2 et, perpendiculairement à celles-ci, une autre petite lamelle maclée 3, très étroite; n = noyau, b = bordure.

	n_g	n_p	n_m		
P ₁₋₂ (1n)	+ 39°	+ 66°	— 61°	(010)	72% An.
P ₁₋₂ (1b)	+ 23°	90°	— 70°	(010)	38% An.
P ₁₋₃ (1n)	+ 48°	— 58°	+ 59°	(001)	67% An.
P ₁₋₃ (1b)	+ 64°	— 88°	+ 23°	(001)	33% An.

Probablement macles de l'albite et de l'acline A.

Coupe N° 57 B. Gabbro ouralitisé passant à une amphibolite feldspathique chlorito-épidotique.

1. Plagioclases primaires très frais, maclés selon albite-Karlsbad-péricline. Section S_{n_p} maclée selon la péricline.

Extinction de 1 S_{n_p} par rapport à la trace du plan de macle de la péricline = 39° : 75% An.

2. Plagioclases secondaires criblés d'inclusions, non maclés.

n_p = un peu supérieur à 1,538: voisin de 20% An.

Coupe N° 21 A. Gabbro ouralitisé passant à l'amphibolite.

1. Section $\perp pg^1$ renfermant de fines lamelles maclées selon l'albite et un bon clivage (001).

Extinction par rapport à (010) = 32° : 60% An.

QUARTZ.

Le quartz est plutôt rare et n'a été rencontré qu' dans le 25% des préparations. Il est toujours en petite quantité et a souvent des extinctions onduleuses. Il se rencontre sous plusieurs formes: 1° en plages xénoblastiques dans la pâte, généralement associé à l'épidote; 2° dans les fissures de l'amphibole, comme matériel de remplissage; 3° en petits amas localisés et sous forme de petits grains polyédriques. Le quartz est toujours d'origine secondaire.

Structures.

Pour le classement des structures, nous adopterons les subdivisions que nous avons établies macroscopiquement.

1. *Type grenu à grain fin, avec ponctuations feldspathiques claires.* — La majorité de ces roches est formée d'une masse amphibolique prédominante dont les cristaux informes et plus ou moins gros sont orientés d'une façon quelconque les uns par rapport aux autres. Entre ces cristaux se trouvent des baguettes feldspathiques d'un plagioclase assez frais, accompagné d'un peu de magnétite. C'est une

structure blastoophitique et sur certains échantillons, non complètement transformés, la roche produit tout à fait l'impression d'un diabase mélanocrate, à grain fin, complètement ouralitisé. Certains spécimens présentent une disposition manifestement parallèle: les amphiboles étirées et plus ou moins lenticulaires sont alignées et séparées par des bandes ou des baguettes de feldspaths orientées également. Cette disposition parallèle est encore soulignée par une orientation des grains et petites plages de magnétite. Sur certaines préparations, l'amphibole devient extrêmement abondante et les cristaux effrangés de ce minéral gisent dans une sorte de masse formée par des aiguilles et des débris d'amphibole. Le feldspath est alors plus rare que dans les cas précédents, disséminé parmi les amphiboles, mais toujours remarquablement frais. Il est à noter que, dans ce type, c'est ordinairement l'amphibole verte seule que l'on rencontre. Les structures décrites se rapportent aux coupes 129 B, 130 B, 93 B, 83 B, 101 B (fig. 11). Souvent aussi, les feldspaths sont très kaolinisés. Dans ce type, il existe également des roches très finement grenues formées principalement de petits cristaux effrangés d'amphibole avec un feldspath réduit, toujours un peu de magnétite et une tendance manifeste au parallélisme des éléments. Ça et là, on trouve quelques porphyroblastes de la même amphibole verte que celle qui forme la masse (N^o 82 B). Dans le même type microscopique, il existe des variétés constituées par de l'amphibole bleue et des plagioclases avec tendance manifestement parallèle. La hornblende est ici beaucoup plus allongée que dans les variétés précédentes et renferme des taches opaques; les cristaux ne sont jamais effrangés. La roche renferme aussi un peu d'épidote, quelques lamelles de muscovite et du quartz. Les plagioclases sont assez frais, mais en certains endroits partiellement kaolinisés (N^o 92 B bis).

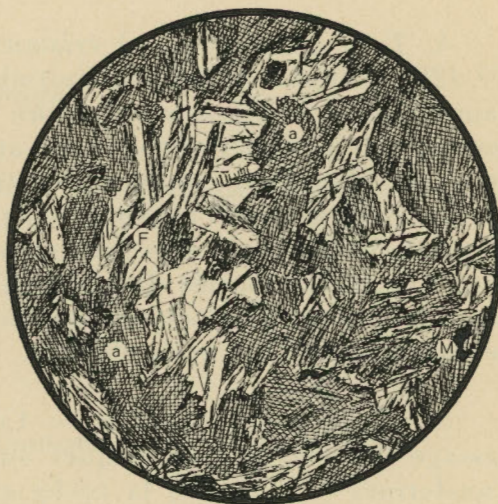


FIG. 11. — *Amphibolite diabasoïde*. Coupe n^o 83 B. Lumière naturelle, les plagioclases en lumière polarisée. Grossissement = 28 diam. a = Amphibole secondaire. M = Magnétite. F = Plagioclases.

2. *Type compact à cassure esquilleuse*. — Il se rattache au précédent, mais s'en distingue par le fait qu'il est encore plus amphibolique au sens du mot. Il est formé par des cristaux rameux et déchiquetés d'amphibole verte qui gisent pêle-mêle, et sont réunis par des plages irrégulières de kaolin, provenant d'un feldspath complètement disparu. Ce type est ordinairement riche en sphène; on y trouve aussi de l'épidote et de la zoïsite. Il n'y a jamais de structure parallèle apparente; par contre, quelquefois l'amphibole verte renferme de petites taches d'amphibole bleue. Ce type est représenté par les N^{os} 116¹ B, 117 B, 117¹ B, 122¹ B et 125 B.

3. *Type porphyrique*. — Ce type représente évidemment des diabases-porphyrifères amphibolitisées et comprend une série qui va des diabases finement grenues

jusqu'aux diabases-porphyrites à pâte très fine. Il est ordinairement formé par des porphyroblastes d'amphibole vert pâle et de plagioclases; ceux-ci sont presque toujours complètement kaolinisés et sont encore dans quelques rares cas déterminables. Les porphyroblastes sont disposés dans une masse constituée par de l'amphibole vert pâle, fibreuse, additionnée d'un peu de magnétite (*N^{os} 100 B* et *97 B*). Chez certains spécimens moins décomposés (*N^o 98 B*), on observe dans la masse amphibolique des grains informes de plagioclases maclés encore déterminables. Le type est ordinairement riche en magnétite. Chez d'autres spécimens enfin (*N^o 131 B*), le contraste entre les deux temps de consolidation est moins accusé par le fait que la pâte, très grossièrement grenue, est formée par une association de grains d'amphibole, de magnétite et de feldspath en partie kaolinisés, avec porphyroblastes assez abondants d'amphibole et de feldspath. Les trois variétés d'amphiboles se rencontrent dans ce type.

4. *Type porphyrique à cristaux de pyroxène.* — Ce type, représenté par le *N^o 126 B*, était évidemment initialement une porphyrite à pyroxène qui passe à l'amphibolite. On y trouve encore des phénocristaux de pyroxène monoclinique transformés périphériquement en amphibole vert pâle, puis des phénocristaux de pyroxène rhombique entièrement transformés en hornblende incolore disposée en treillis, comme nous l'avons décrit précédemment, puis enfin des phénocristaux de plagioclases toujours très fortement kaolinisés. Ces phénocristaux sont disposés dans une masse formée de grains d'amphibole vert pâle, de magnétite, de micro-lithes trapus de plagioclases beaucoup plus frais que les phénocristaux et d'un peu de quartz secondaire et de chlorite.

5. *Type grenu cristallin.* — Ce type représente d'une façon caractéristique le passage des roches gabbroïques aux amphibolites. Sur les spécimens les moins transformés (*N^o 21 A*), la roche est encore un véritable gabbro complètement ouralitisé, qui renferme les trois sortes d'amphibole avec des feldspaths relativement frais. Dans les types déjà plus décomposés, *N^o 57 B*, toute l'amphibole est verte ou incolore, avec quelques taches brunâtres. Certains feldspaths restent encore frais et du type primitif, mais il y a production d'un nouveau feldspath beaucoup plus acide, qui est criblé de petites inclusions et accompagné de la formation d'une grosse quantité d'épidote et de zoïsite. Lorsque la transformation va plus loin (*N^o 34 B*), on passe carrément aux amphibolites diabasoïdes du type *N^o 1*. La roche est alors formée de grands cristaux d'amphibole verte tachetée d'amphibole bleue, accompagnée de magnétite, puis d'un feldspath très altéré formant par places une espèce de pâte dans laquelle on trouve de petits débris d'amphibole et un peu d'épidote.

6. *Type gabbroïde schisteux.* — Il est grossièrement grenu et ressemble à l'œil nu à un gabbro écrasé. Il renferme de l'amphibole verte en longues plages filamenteuses, orientées parallèlement et soulignées par un peu de magnétite, qui sont disposées dans une masse kaolinique grisâtre et opaque, provenant d'un feldspath dont il ne reste plus de trace. La structure est nettement parallèle (*N^o 102 B*). Cette roche avant son amphibolitisation a dû être un gabbro écrasé.

7. *Type gneissique, schisteux, à grain fin.* Il est représenté par le N° 81 B. C'est une roche finement grenue, verdâtre, dans laquelle on observe des traînées plus foncées et plus compactes. Les régions grenues sont formées exclusivement par de la magnétite, de l'amphibole vert foncé tout à fait fraîche, des plagioclases et du quartz. Ces divers minéraux sont mêlés régulièrement et l'orientation de la hornblende lui communique la disposition parallèle. Les parties plus compactes sont constituées par une masse jaune parfaitement uniforme qui, en lumière polarisée, se montre formée de très petites écailles ou de fibres, celles-ci positives, en long. Les lamelles ont un polychroïsme appréciable: n_g = jaune verdâtre, n_p = jaunâtre pâle, avec une biréfringence $n_g - n_p$ voisine de 0,020. Ces caractères paraissent correspondre à ceux du xyloïte. Dans cette masse jaune, on trouve empâtés des cristaux d'amphibole vert foncé, de la magnétite et des grains de quartz.

Composition chimique.

Nous avons analysé les Nos 100 B et 122^I B qui représentent deux des meilleurs types d'amphibolites diabasoïdes.

Analyses.

	N° 100 B	Analyse ramenée à 100 parties	Quotients	
SiO ₂	= 50,44	51,90	0,685	} 0,874 RO ₂
TiO ₂	= 0,74	0,76	0,009	
Al ₂ O ₃	= 18,76	19,30	0,189	} 0,209 R ₂ O ₃
Fe ₂ O ₃	= 3,15	3,24	0,020	
FeO	= 5,16	5,30	0,074	} 0,433 RO
MnO	= 0,36	0,37	0,005	
CaO	= 11,18	11,50	0,205	
MgO	= 5,80	5,96	0,149	
K ₂ O	= 0,62	0,64	0,007	
Na ₂ O	= 1,00	1,03	0,017	} 0,24 R ₂ O
P.A.F.	= 1,86			
	99,07	100,00		

Coefficient d'acidité $\alpha = 1,61$

Formule magmatique = 4,2 RO₂ : R₂O₃ : 2,2 RO

	N° 122'	Analyse ramenée à 100 parties	Quotients	
SiO ₂	= 41,54	42,85	0,714	} 0,736 RO ₂
TiO ₂	= 1,68	1,73	0,022	
Al ₂ O ₃	= 14,99	15,46	0,152	} 0,170 R ₂ O ₃
Fe ₂ O ₃	= 2,77	2,86	0,018	
FeO	= 9,91	10,21	0,142	} 0,642 RO
MnO	= 0,09	0,09	0,001	
CaO	= 19,25	19,86	0,355	
MgO	= 5,61	5,78	0,144	
K ₂ O	= 0,25	0,26	0,003	} 0,017 R ₂ O
Na ₂ O	= 0,87	0,90	0,014	
P.A.F.	= 3,71			} 0,659 RO + R ₂ O
	<hr/> 100,67	<hr/> 100,00		

Coefficient d'acidité $\alpha = 1,26$

Formule magmatique = $4,3 \text{ RO}_2 : \text{R}_2\text{O}_3 : 3,9 \text{ RO}$

§ 3. — Les amphibolites albitiques.

Comme nous l'avons déjà dit, ces roches doivent être nettement distinguées de celles qui précèdent, d'abord parce qu'elles se rencontrent constamment en enclaves dans les schistes cristallins, ensuite parce qu'ici le métamorphisme est complet et qu'il n'est pas possible de retrouver des traces des roches primitives qui leur ont donné naissance.

Macroscopiquement, ces amphibolites sont ordinairement finement grenues, de couleur verdâtre souvent très foncée; à l'œil nu, on ne pourrait guère y soupçonner la présence de l'albite. Elles sont toujours plus ou moins schisteuses.

Les minéraux constitutifs sont: magnétite, sphène, grenat, amphiboles, épidote, chlorite, apatite, mica blanc, leucoxène, calcite, albite et quartz.

MAGNÉTITE.

Elle n'est pas constante et se rencontre dans le 25% des préparations environ, mais elle y est alors très abondante. Elle se présente rarement en porphyroblastes octaédriques. Ordinairement, on la trouve en petits grains dispersés dans la masse.

SPHÈNE.

Il est assez rare, mais se présente comme à l'ordinaire en petits grains grisâtres.

APATITE.

Elle est rare également et se trouve en grains ou en aiguilles hexagonales qui sont négatives en long, avec $n_g - n_p = 0,006$.

GRENAT.

Il n'a été rencontré que dans une seule préparation N° 6 B, qui est d'ailleurs d'un type spécial. On le trouve en grains abondants à profils octogonaux, craquelés, de couleur rosée et renfermant de nombreuses inclusions de quartz.

AMPHIBOLES.

Dans ces amphibolites, comme dans les précédentes, il existe plusieurs variétés d'amphiboles qui sont :

1° Une amphibole verte plus ou moins foncée, toujours associée à de la pseudoglaucophane.

2° Une pseudoglaucophane établissant le passage des glaucophanites aux amphibolites.

3° Une amphibole vert jaunâtre très pâle, voire même incolore, toujours isolée et non tachetée.

4° Une amphibole bleuâtre, la plus fréquente, non associée aux précédentes.

1. *Amphibole vert foncé.* — Elle est rare et toujours associée à la pseudoglaucophane. Elle se présente en baguettes et en grains isolés, ou encore en très fines aiguilles. Ordinairement, le centre ou une extrémité du cristal sont formés par de la pseudoglaucophane, tandis que le reste est constitué par l'amphibole verte. L'allongement de l'amphibole est prismatique, le plan des axes est dans $g^1 = (010)$. L'extinction de n_g sur $g^1 = 17^\circ$ à 18° ; $n_g - n_p = 0,0227$, $n_g - n_m = 0,0050$, $n_m - n_p = 0,0177$. L'angle $2V$ mesuré = -56° , $2V$ calculé = -56° . Polychroïsme: n_g = vert d'herbe plus ou moins foncé, n_m = vert foncé légèrement brunâtre, n_p = jaunâtre pâle.

Cette amphibole est identique à celle que nous décrivons plus loin à propos des glaucophanites.

2. *Pseudoglaucophane.* — Elle est très rare et toujours associée à l'amphibole précédente. A ce point de vue, les amphibolites qui la renferment pourraient à la rigueur se classer dans les glaucophanites. Les propriétés optiques de ce minéral sont identiques d'ailleurs à celles de la pseudoglaucophane que nous donnerons à propos de ces dernières roches.

La pseudoglaucophane se présente en baguettes ou en aiguilles très fines avec le plan des axes optiques perpendiculaire à $g^1 = (010)$, c'est-à-dire transversal, $n_g = A^2$; l'extinction de n_m dans g^1 varie de 3° à 5° , les biréfringences sont: $n_g - n_p = 0,0182$, $n_g - n_m = 0,0038$, $n_m - n_p = 0,0144$. L'angle $2V$ mesuré = -46°

(Fédorof), l'angle $2V$ calculé = $-54^{\circ} \frac{1}{2}$. Polychroïsme: n_g = violet, n_m = bleu foncé, n_p = jaunâtre pâle.

3. *Amphibole vert jaunâtre pâle.* — Elle est plutôt rare et jamais associée aux autres amphiboles. Elle se présente en feuillets, en longues fibres, en houppes formées par le groupement de baguettes, puis aussi en fines aiguilles, tantôt enchevêtrées, tantôt incluses dans g^1 . Le plan des axes est $g^1 = (010)$, l'extinction de n_g dans ce plan se fait entre 17° et 18° . Les biréfringences sont: $n_g-n_p = 0,0252$ à $0,0277$, $n_g-n_m = 0,0101$, $n_m-n_p = 0,0176$; $2V$ mesuré = -73° , $2V$ calculé = -74° . Polychroïsme: n_g = vert jaunâtre très clair, n_m = brunâtre plus pâle, n_p = incolore.

4. *Amphibole bleue.* — C'est la plus répandue; elle se trouve dans le 60% des coupes, toujours associée aux autres amphiboles. Elle se présente sous des formes variées, soit en feuillets, en écailles, en petits grains, en baguettes ou en gerbes, ou en aiguilles enchevêtrées formant une sorte de feutrage. Le plan des axes est dans $g^1 = (010)$; l'extinction dans ce plan oscille entre 16° et 18° ; la bissectrice aiguë est négative; l'angle $2V$ oscille entre 64° et $75^{\circ} \frac{1}{2}$. Les biréfringences sont: $n_g-n_p = 0,0210$ à $0,0267$, $n_g-n_m = 0,0065$ à $0,0080$, $n_m-n_p = 0,0133$ à $0,0192$. Polychroïsme: n_g = vert bleuâtre ou bleu lavande foncé, n_m = vert jaunâtre ou vert foncé, n_p = jaunâtre très clair ou jaune.

Cette amphibole présente souvent des taches ou un liseré plus foncés.

ÉPIDOTE.

Elle est très constante et se présente soit en petits grains associés à la chlorite, ce qui est le cas le plus général, soit aussi en porphyroblastes. L'allongement est marqué selon ph^1 , le plan des axes est dans $g^1 = (010)$, donc transversal à l'allongement. Le signe optique est négatif et l'angle des axes grand. La biréfringence $n_g-n_p = 0,05$ à $0,06$. Polychroïsme: n_g = vert jaunâtre clair, n_p = jaune très clair incolore.

CHLORITE.

La chlorite est constante et souvent très abondante. On en distingue plusieurs variétés, à savoir:

1^o Une chlorite vert foncé, la plus fréquente, en lamelles idioblastiques de taille variable, mais généralement petite, associées à l'amphibole, et en feuillets xénoblastiques moulant l'amphibole et l'épidote. Elle est de signe négatif. La biréfringence n_g-n_p est très faible; le minéral polarise dans la teinte bleu violacé. Polychroïsme: n_g = vert plus ou moins foncé, n_p = jaune clair. Elle se trouve dans les coupes *1 B*, *31 A*, *92 B* et *26 A*.

2^o Une chlorite très claire, en larges feuillets xénoblastiques moulant l'amphibole, et généralement peu abondante. Elle est également de signe négatif et d'une biréfringence n_g-n_p très faible. La teinte de polarisation est en bleu foncé. Polychroïsme: n_g = jaune verdâtre très clair, n_p = incolore (coupes *N^{os} 25^I A* et *25^{II} A*).

3. Une chlorite encore plus claire que la précédente, en lamelles aciculaires abondantes et en larges feuillets xénoblastiques moulant l'amphibole. La biréfrin-

gence $n_g - n_p$ est très faible. Le minéral paraît isotrope ou polarise dans les teintes cuivrées. Cette chlorite est positive. Polychroïsme: $n_g =$ jaune clair, $n_p =$ vert clair.

4° Une chlorite très claire également, en agrégats écailloux et en veinules moulant l'amphibole. Signe optique positif, $n_g - n_p = 0,005$. Polychroïsme: n_g et n_p presque incolores.

MICA BLANC.

Il est tout à fait exceptionnel et n'a été rencontré que dans la coupe N° 4 B. Il est rare et forme de petites lamelles incolores.

LEUCOXÈNE.

Très rare également et sous forme d'agrégats grisâtres habituels.

CALCITE.

Elle est peu fréquente, mais alors abondante. Elle est associée à de l'albite très fraîche en plages limpides et peu maclées, ou aussi en petits grains dans la masse. Elle a été rencontrée dans les coupes 24 A et 4 B.

ALBITE.

L'albite se trouve dans toutes les coupes, à l'exception de deux. Elle se présente en petits grains réunis au quartz pour former en quelque sorte une pâte, puis aussi en petits microlithes, et enfin en porphyroblastes. Elle est fréquemment non maclée, d'autres fois maclée selon l'albite seule (huit cas), selon Karlsbad seul (quatre cas), selon Ala A (deux cas), selon albite-Karlsbad (trois cas), selon albite-péricline (un cas), puis enfin, dans deux cas, suivant albite-acline A et albite-Karlsbad-acline A; ces deux derniers cas concernent seulement les porphyroblastes. En général, l'albite est absolument fraîche et transparente; sa teneur en anorthite varie de 0% à 5%. Le détail des observations est indiqué ci-dessous:

Coupe N° 96^I B. Amphibolite albitique schisteuse.

1. Zone $\perp g^1$ (010). Les sections de cette zone sont maclées selon l'albite. Maximum de l'angle d'extinction par rapport à (010) = $16^\circ : 0\%$ An.

Indices inférieurs à 1,54.

2. Section Sn_p . Cette section est formée de deux individus maclés. 1 = Sn_p , 2 = voisin de Sn_p .

1 $Sn_p = \pm 16^\circ$
2 » = $\mp 18^\circ$ } 0% An. macle de l'albite ou de Karlsbad.

Les méthodes de Fédorof donnent les résultats suivants:

	n_g	n_p	n_m	
P ₁₋₂ (1)	+ 15°	— 87°	— 73°	(010) 0% An.
A ₁₋₂ (1)	+ 75° ½	— 84°	+ 18°	[001] Karlsbad env. 0% An.
$2V^2 = + 78^\circ$.				

Coupe N° 96^{II} B. Amphibolite albitique schisteuse.

1. Section formée de deux individus maclés 1 et 2; chaque individu renfermant un clivage parallèle au plan de macle 1-2.

	n_g	n_p	n_m	
P ₁₋₂ = P clivage (1)	+ 82° ½	— 72°	— 19°	(001) 5% An.
A ₁₋₂ (1)	+ 87°	+ 18° ½	— 73°	[100] Ala A 5% An.
$2V^1 = + 76^\circ$.				

2. Section formée de deux individus maclés 1 et 2.

	n_g	n_p	n_m	
P ₁₋₂ (1)	+ 78° ½	+ 70°	+ 22° ½	(001) env. 1% An.
A ₁₋₂ (1)	+ 86° ½	— 20°	+ 71°	[100] Ala A env. 2% An.
$2V^1 = + 75^\circ$, $2V^2 = + 76^\circ$.				

Coupe N° 92^{II} B. Amphibolite passant aux glaucophanites.

1. Section formée de deux individus maclés 1 et 2.

	n_g	n_p	n_m	
P ₁₋₂ (1)	+ 15°	+ 88°	+ 74° ½	(010) 0% An.
A ₁₋₂ (1)	— 75°	— 88°	+ 16°	[001] Karlsbad 0% An.
$2V^1 = + 80^\circ$, $2V^2 = + 80^\circ$.				

2. Section formée de deux individus maclés 1 et 2; l'individu 2 renferme une fine lamelle maclée 3 perpendiculaire à la trace du plan de macle 1-2.

	n_g	n_p	n_m	
P ₁₋₂ (2)	— 78°	+ 77°	+ 19°	péricline Wülfing 2% d'An.
A ₁₋₂ (2)	— 12° ½	90°	— 76° ½	[010] 0% An.
P ₂₋₃ (2)	+ 14° ½	+ 88°	+ 75°	(010) 2% An.

Autre solution possible: P₁₋₂ = (001) 8% An. (Acline A).

$$2V^1 = + 76^\circ, \quad 2V^2 = + 79^\circ.$$

3. Section formée de deux grands individus maclés 1 et 2.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2} (1)	+ 15°	— 89°	— 75°	(010) 0% An.
A_{1-2} (1)	+ 75°	+ 84°	+ 16°	[001] Karlsbad 1% An.
		2V ¹ = + 78°.		

4. Section formée d'un long individu 1 renfermant une fine lamelle maclée 2, indéterminable.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2} (1)	16°	89°	74°	(010) 0% An.

Coupe N° 7 B. Amphibolite albitique quartzeuse.

1. Zone $\perp g^1$ (010). Les sections appartenant à cette zone sont maclées suivant l'albite et présentent un maximum de l'angle d'extinction par rapport à (010) égal à 18° : 0% An.

2. Section formée de deux individus maclés 1 et 2.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2} (1)	+ 12°	— 87°	+ 78°	(010) 5% An.
A_{1-2} (1)	+ 78° ½	+ 83°	— 15° ½	[001] Karlsbad 4% An.
		2V ¹ = + 78°.		

3. Petite section formée de deux individus maclés 1 et 2.

	n_g	n_p	n_m	
$P_{1-2} = A_{1-2}$ (1)	13° ½	87° ½	76° ½	(010) albite 3% An.
		2V ² = + 80°.		

Coupe N° 6 B. Schiste quartzo-albitique à amphibole et grenat.

1. Section g^1 (010) non maclée, très voisine de Sn_g , présentant un bon clivage (001) et des cassures h^1 (100).

Extinction par rapport à (001) = + 20° : 0% An.

n_m (plagioclase) < n_p (quartz).

2. Zone $\perp g^1$ (010). Sections maclées selon l'albite.

Maximum de l'extinction par rapport à (010) = 18° : 0% An.

3. Section formée de deux individus maclés 1 et 2; l'individu 2 renferme une troisième lamelle maclée 3, perpendiculaire à la trace du plan de macle 1-2, tandis que l'individu 1 renferme un bon clivage.

	n_g	n_p	n_m	
$A_{1-2} = P_{1-2}$ (1)	+ 14°	- 88°	+ 76°	} (010) albite 3% An.
$A_{1-2} = P_{1-2}$ (2)	+ 14°	+ 88°	- 76°	
P_{1-2} (2)	- 81° 1/2	+ 66°	- 25° 1/2	(001) 0% An. Acline
P clivage (1)	+ 79°	+ 67°	- 26° 1/2	(001) 0% An.
A_{2-3} (2)	+ 9° 1/2	90°	- 80° 1/2	[010] 5% An.

$$2V^1 = + 76^\circ, \quad 2V^2 = + 78^\circ, \quad 2V^3 = + 82^\circ, \quad 2V_m = + 79^\circ.$$

Coupe N° 26 A. Amphibolite albitique porphyroblastique.

1. Section Sn_p porphyroblastique formée de deux individus 1 et 2, l'individu 1 se répétant dans 2 sous forme de lamelles.

$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ } Sn_p = \pm 12^\circ \\ 2 \text{ } \text{ » } = \mp 17^\circ \end{array} \right\} \text{ albite voisin } 0\% \text{ ou de } 30\%.$$

	n_g	n_p	n_m	
$A_{1-2} = P_{1-2}$ (1)	14° 1/2	88° 1/2	75°	(010) albite voisin 2% An.
				$2V^1 = + 80^\circ, \quad 2V^2 = + 79^\circ.$

2. Microlithe formé de deux individus maclés 1 et 2.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2} (1)	- 16° 1/2	90°	+ 74° 1/2	(010) 0% An.
A_{1-2} (1)	+ 73° 1/2	- 83°	+ 16° 1/2	[001] Karlsbad 0% An.
				$2V^1 = + 78^\circ, \quad 2V^2 = + 76^\circ$

Coupe N° 24 A. Albitite amphibolique porphyroblastique à épidote.

1. Section porphyroblastique constituée par plusieurs lamelles maclées parallèles 1, 2, 3; l'individu 2 renferme une petite lamelle maclée 4, presque perpendiculaire à la trace du plan de macle 1-2.

	n_g	n_p	n_m	
$P_{1-2} = P_{2-3}$ (1)	+ 16°	- 88°	- 74°	} (010) 0% An.
$P_{1-2} = P_{2-3}$ (2)	+ 16°	+ 88°	+ 74°	
A_{1-2} (1)	+ 86°	+ 6°	+ 85°	$\frac{\perp [001]}{(010)}$ albite-Karlsbad 0% An.
A_{2-3} (2)	+ 74° 1/2	+ 84°	- 17° 1/2	[001] Karlsbad 0% An.
P_{2-4} (2)	- 76°	+ 65°	+ 30°	(001) 0% An. } Acline
A_{2-4} (2)	+ 9° 1/2	90°	+ 80°	[010] 4% An. }

$$2V^1 = + 79^\circ, \quad 2V^2 = + 79^\circ, \quad 2V^3 = + 74^\circ, \quad 2V_m = + 77^\circ.$$

Coupe N° 4 B. Amphibolite passant aux glaucophanites.

1. Section $\perp pg^1$, formée de deux grands individus 1 et 2, maclés selon l'albite et présentant le clivage p (001).

Extinction de 1 = $-15^\circ : 0\%$ An.

2. Section Sn_p maclée selon l'albite.

$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ } Sn_p = \pm 14^\circ \\ 2 \text{ } \text{ » } = \mp 11^\circ \end{array} \right\} 5\% \text{ An.}$$

3. Section formée de deux individus maclés 1 et 2, d'habitus fortement prismatique.

	n_g	n_p	n_m	
$A_{1-2} = P_{1-2}$ (1)	$16^\circ \frac{1}{2}$	89°	$73^\circ \frac{1}{2}$	(010) albite 0% An.
		$2V^1 = + 75^\circ$.		

Coupe N° 25 A. Amphibolite albitique.

1. Section formée de deux larges individus maclés 1 et 2.

	n_g	n_p	n_m	
P_{1-2} (1)	$- 21^\circ$	$- 87^\circ$	$+ 71^\circ$	env. (010) 0% An.
A_{1-2} (1)	$- 85^\circ$	$+ 4^\circ \frac{1}{2}$	$- 87^\circ$	$\frac{\perp [001]}{(010)}$ albite-Karlsbad 0% An.
		$2V^1 = + 80^\circ$.		

QUARTZ.

Il est très fréquent et se trouve à peu près dans 60% des coupes. Il se présente ordinairement en petits agrégats ou en grains disséminés dans la pâte.

Structures.

Les structures des amphibolites sont essentiellement variables. Certains spécimens (96 B) sont manifestement schisteux; l'amphibole en aiguilles et en baguettes, mêlée à des grains de magnétite, à des cristaux d'épidote informes et à des lamelles de chlorite, constitue des traînées parallèles disposées au milieu d'un mélange finement grenu d'albite et de quartz. D'autres sont encore schisteux (25 A), mais l'amphibole qui prédomine forme de grandes aiguilles effrangées, ordinairement associées à de la chlorite et à des grains d'épidote. Ces éléments sont orientés parallèlement en faisceaux, réunis par une masse grenue d'albite, mêlée à des grains d'épidote. Ce dernier minéral forme régionalement dans les zones

albitiques des amas de grains très nombreux. De plus, la roche renferme toujours des traînées grisâtres opaques et parallèles qui sont ordinairement intercalées dans les zones amphiboliques, parfois dans celles où l'albite domine, et qui sont constituées par des kaolins imprégnés de calcite.

Dans un troisième type (N° 26 A), la roche est formée par une masse finement grenue d'amphibole, de chlorite et d'albite, dans laquelle on observe des porphyroblastes de magnétite octaédrique, d'épidote et d'albite, ainsi que des associations volumineuses de larges lamelles de chlorite et de cristaux d'amphibole accompagnés quelquefois d'un peu de magnétite.

Dans un quatrième type (N° 7 B), on observe une roche largement cristallisée à peine schisteuse, formée par un enchevêtrement de gros cristaux d'amphibole bleue associés à de la chlorite verte, qui laissent entre eux des vides très petits remplis par de l'albite très fraîche, des grains d'épidote, de la magnétite parfois octaédrique et un peu de quartz.

C'est dans les amphibolites albitiques que nous avons fait rentrer un type spécial (24 A) (fig. 12), qui trouverait peut-être mieux sa place dans les épidotites.

Il est schisteux et constitué par de très nombreux et gros porphyroblastes d'épidote et d'albite, qui gisent dans une masse finement grenue à structure parallèle, formée par de l'amphibole aciculaire incolore, de la chlorite vert clair et des petits grains d'épidote et d'albite.

Nous avons fait aussi rentrer dans la catégorie des amphibolites albitiques des roches dans lesquelles on ne trouve cependant pas d'albite fraîche. Elles présentent deux types. Dans le premier, (N° 31 A), qui est très finement grenu, la base de la roche est formée par un mélange de petits prismes d'amphibole bleue, de grains d'épidote, de paillettes de chlorite et de grains de quartz. Dans cette masse, on trouve, ça et là, quelques rares porphyroblastes d'épidote, ou encore des plages formées par une association de gros grains d'épidote entourés d'une auréole de quartz polyédrique d'assez grande dimension.

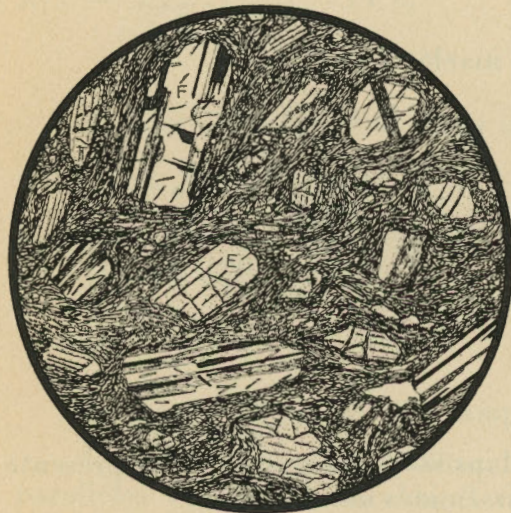


FIG. 12. — *Albite épidotique amphibolique.*
Coupe n° 24 A. Lumière naturelle, l'albite en lumière polarisée. Grossissement = 28 diam.
F = Albite. E = Epidote. Pâte = Albite, épidote, hornblende, chlorite.

Dans le deuxième type (N° 1 B), l'amphibole prédomine et forme d'assez grandes plages, qui se touchent directement ou sont séparées par un peu de quartz grenu. Cette roche renferme de très nombreux amas d'une matière opaque, grisâtre, qu'on pourrait prendre de prime abord pour du leucoxène, mais qui, en réalité, est un kaolin imprégné de calcite. L'échantillon contient en outre un peu d'épidote et de chlorite.

Il existe un type grenatifère (N° 6 B), qui paraît fort rare d'ailleurs et qui est notablement différent des roches précédentes. Il présente une schistosité marquée

par l'orientation parallèle de cristaux d'amphibole bleue. Ceux-ci gisent dans une masse prédominante, formée par une association d'albite, de quartz, de rares grains de magnétite et de lamelles de chlorite. Dans cette masse, on distingue de beaux porphyroblastes de grenat, de couleur rosée, puis aussi des porphyroblastes d'albite.

Il nous reste à décrire des variétés d'amphibolites à pseudoglaucophane qui pourraient être traitées également dans le paragraphe réservé aux glaucophanites. Ces variétés sont également représentées par deux types; dans le premier (*N° 92 B*), la pseudoglaucophane associée à de l'amphibole verte, à beaucoup d'épidote grenue et à de la chlorite en plages moulant ordinairement les grains d'épidote, constitue la masse principale de la roche qui, d'ailleurs, garde une schistosité apparente par l'orientation des cristaux d'amphibole. Entre les vides laissés par les éléments précités, on trouve un peu d'albite fraîche. Dans le second type (*N° 4 B*), la roche est alors très finement grenue, et formée par l'association de minuscules prismes de pseudoglaucophane accompagnés d'amphibole verte, de très nombreux grains de magnétite, d'un peu d'épidote et d'albite, le tout avec une structure nettement parallèle. Dans cette masse, on trouve régionalement des associations de gros grains de calcite et de quartz.

CHAPITRE VII

LES SCHISTES CRISTALLINS.

§ 1. *Les épidotites.* — § 2. *Les glaucophanites et les roches du même groupe.* — § 3. *Les schistes quartzito-chloriteux et quartzito micacés.*

§ 1. — Les épidotites.

Ces roches représentent principalement celles qui sont figurées sur la carte de Fédorof comme granites et gneiss. Elles sont ordinairement verdâtres, mais d'aspect souvent fort différent. Certaines de ces roches sont compactes, vert clair et très finement grenues; d'autres sont nettement schisteuses et formées par de minces lits de couleur verte plus ou moins foncée, séparés par des zones d'un blanc grisâtre, qui paraissent quartzieuses et feldspathiques. Les minéraux constitutifs de ces épidotites sont peu nombreux et représentés ordinairement par de la magnétite, de l'épidote, de la chlorite, de l'albite et du quartz, avec du leucoxène et de la calcite comme minéraux secondaires.

MAGNÉTITE.

Elle se rencontre à peu près dans toutes les coupes, en petits grains plus ou moins abondants, qui sont dispersés irrégulièrement, ou qui, dans les variétés schisteuses, sont disposés en traînées parallèles.

EPIDOTE.

Ce minéral, qui peut être très abondant, se présente en grains ou en cristaux, avec un allongement marqué suivant la zone $ph^1 = (001) (100)$. Il montre ordinairement les clivages $m = (110)$, qui ne sont pas toujours nets, puis des cassures suivant $p = (001)$; les macles selon $h^1 = (100)$ sont rares. En lumière naturelle, l'épidote est jaunâtre ou jaune brunâtre; elle renferme souvent de très fines inclu-

sions qui lui communiquent un aspect tacheté. Rarement l'épidote est zonée; dans ce cas, le noyau central est ordinairement circonscrit par une seule zone plus ou moins épaisse. Le plan des axes optiques, transversal à l'allongement, est parallèle à $g^1 = (010)$, la bissectrice aiguë est négative, l'indice moyen dépasse 1,7, les biréfringences principales sont données par le tableau suivant:

Numéros des coupes	$n_g - n_p$	$n_g - n_m$	$n_m - n_p$	2V
84 B	0,037	—	—	—
85 B	0,038	0,015	0,023	— 78°
105 B	0,040	—	—	—
118 B	0,038	0,015	0,023	— 78°

Certains spécimens ont un très faible polychroïsme, avec $n_g =$ verdâtre ou vert brunâtre, $n_m =$ brunâtre, $n_p =$ jaunâtre ou jaune citron.

Le N° 84 a été récolté sur le chemin qui longe la rivière Por-Sos, le N° 85 a été pris sur le chemin de Tokhta à Wijai.

Le N° 105 se trouve sur la rive droite d'Antschoug et le N° 118 a été récolté sur la route d'Iwdiel. Ces quatre numéros appartiennent à la zone des granites et gneiss de Fédorof.

CHLORITE.

Elle ne manque jamais et peut devenir très abondante. Elle empâte souvent complètement l'épidote et se trouve également disséminée parmi les grains de quartz. Elle est de couleur vert pâle, quelquefois presque incolore, avec une bissectrice aiguë positive, normale à $p = (001)$; l'angle des axes 2V est variable, mais ordinairement petit et peut tomber à 0. La biréfringence $n_g - n_p$ est extrêmement faible et ne dépasse guère 0,001, avec une dispersion souvent notable. Le polychroïsme, toujours perceptible, est comme suit: $n_g =$ jaunâtre très pâle, $n_p =$ vert d'herbe pâle également.

ALBITE.

Elle n'existe pas dans tous les échantillons et se présente sous deux formes; la première est en porphyroblastes maclés, en général en assez mauvais état de conservation; la seconde, en plages à contours irréguliers, non maclées et qui renferment ordinairement des inclusions de chlorite et des petits grains d'épidote. Les propriétés optiques de cette albite sont les suivantes:

Numéros des coupes		n_g	n_p	n_m	
85 B	Clivage	79°	65°	29°	(001) 0% d'An.
84 B	P ₁₋₂ (1)	— 17°	90°	+ 72°	(010) 0% d'An.
	A ₁₋₂ (1)	+ 72° ½	89°	+ 17°	[001] 0% d'An.

QUARTZ.

Il est presque toujours très abondant dans ces roches et se trouve en petits grains polyédriques, ou à contour dentelé, qui sont quelquefois allongés suivant une direction correspondant à la schistosité de la roche. Il est uniaxe positif, mais fréquemment avec une faible dislocation de la croix noire.

MINÉRAUX SECONDAIRES.

On trouve quelquefois dans les épidotites un peu de calcite infiltrée entre les grains de quartz, puis aussi du leucoxène grisâtre, en traînées et en grains isolés.

Structure.

Il existe deux types d'épidotites caractérisées par l'absence ou la présence du feldspath, qui correspondent à deux variétés que nous appellerons épidotites quartzieuses et épidotites feldspathiques.

ÉPIDOTITES QUARTZIEUSES.

Elles présentent plusieurs variétés, qui se différencient par leur structure et aussi par l'abondance de tel ou tel minéral constitutif. Tout d'abord, il existe un type porphyroïde, dans lequel la masse principale est formée par de petits grains de quartz associés à de fines lamelles d'une chlorite presque incolore et à des petits grains d'épidote qui peuvent être plus ou moins abondants. Dans cette masse, on trouve des porphyroblastes de ce dernier minéral, qui sont disséminés d'une façon irrégulière et représentent parfois des groupements en gerbe. On observe presque toujours une disposition parallèle de la roche, soulignée par l'orientation des lamelles de chlorite. Lorsque le type est riche en magnétite, les grains et les petites plages de ce minéral sont alignés de même que la chlorite. Quant aux porphyroblastes, leur orientation par rapport à celle des éléments de la masse est absolument quelconque.

Dans un second type, la masse principale de la roche est encore formée de quartz polyédrique associé à un peu de magnétite, à du leucoxène et à des lamelles de chlorite. Dans cette masse, on trouve des porphyroblastes isolés d'épidote, puis des traînées parallèles formées par de nombreux et gros grains de ce minéral, qui sont en quelque sorte noyés dans un tissu de lamelles de chlorite verte associée à quelques grains de quartz et de magnétite.

Dans un troisième type enfin, l'épidote, particulièrement abondante, forme des régions plus ou moins parallèles dans lesquelles les gros grains de ce minéral se touchent directement ou sont réunis par de la chlorite verte associée au quartz. Ces zones épidotiques alternent avec d'autres très riches en quartz, qui

renferment des lamelles de chlorite, un peu de leucoxène et quelques petits grains d'épidote.

ÉPIDOTITES FELDSPATHIQUES.

Elles présentent deux types également: dans le premier, les grains d'épidote, qui sont nombreux, sont indifféremment moulés par des plages de chlorite ou par des plages d'albite non maclée, dont le contour est dentelé et qui renferment aussi des lamelles de chlorite et des grains de leucoxène. Dans cette masse albite-épidotique, on trouve des veines et des lentilles de quartz grenu, associé à un peu d'albite maclée. Dans ces veines quartzzeuses sont disséminés sporadiquement des grains de magnétite, du leucoxène, des lamelles de chlorite et quelques cristaux d'épidote.

Dans le second type, la masse principale est encore formée par du quartz grenu, des lamelles de chlorite et des grains d'épidote, le tout accompagné d'une matière grisâtre et opaque distribuée irrégulièrement. Localement on trouve de la calcite entre les grains de quartz. Des porphyroblastes d'épidote, brisés et ressoudés par de la chlorite, puis des cristaux maclés d'albite fréquemment altérée, disloqués, avec fissures remplies de calcite, sont disséminés dans cette masse principale.

§ 2. — Les glaucophanites et les roches du même groupe.

Les glaucophanites sont des roches verdâtres, schisteuses, avec un éclat plus ou moins soyeux, qui paraissent être entièrement cristallines et formées principalement par un minéral fibrillaire orienté. A l'œil nu, on observe des cristaux irréguliers et de plus grande dimension, qui forment dans la roche des taches plus claires.

D'autres variétés paraissent beaucoup plus compactes et d'un vert foncé; de prime abord, elles ne se distinguent guère des amphibolites ordinaires et ne renferment pas de porphyroblastes visibles. Les minéraux constitutifs de ces roches sont: la magnétite, la glaucophane et amphiboles du même groupe, l'épidote, le mica blanc, la chlorite et l'albite.

MAGNÉTITE.

Elle se présente en grains et aussi en gros porphyroblastes souvent entourés par de la chlorite. Plusieurs de ceux-ci ont une forme nettement octaédrique.

GLAUCOPHANE.

Ordinairement, la glaucophane forme l'élément principal. Elle se présente exclusivement en cristaux aciculaires très allongés suivant l'axe vertical, et non terminés. Les clivages $m = (110)$ sont nets. L'allongement est positif, le plan des

axes optiques est parallèle à $g^1 = (010)$. La bissectrice aiguë est négative $= n_p$. L'angle des axes optiques $2V$ est souvent nul et d'autres fois très petit; sur $g^1 = (010)$, n_g s'éteint à 2° ou 3° de l'allongement. La biréfringence $n_g - n_p = 0,0157$. Quant au polychroïsme, nous avons ordinairement $n_g =$ bleu violacé foncé, $n_m =$ violacé, $n_p =$ jaunâtre presque incolore. A côté de la glaucophane classique, il existe chez certains spécimens une autre amphibole du même groupe, qui est associée à une hornblende verte, laquelle passe latéralement à cette pseudoglaucophane; on voit en effet souvent des prismes dont la partie inférieure est verte et l'autre extrémité bleu foncé, ou d'autres encore chez lesquels cette amphibole bleu foncé forme une tache à l'intérieur de l'amphibole verte. Les propriétés optiques de cette pseudoglaucophane sont très difficiles à établir à cause de l'intensité de la coloration, et de la dispersion. Néanmoins, on peut constater que le plan des axes optiques est transversal et perpendiculaire à g^1 , l'extinction très faible, de quelques degrés seulement, et le polychroïsme inversé, c'est-à-dire $n_g =$ violet foncé, $n_p =$ jaunâtre presque incolore et $n_m =$ bleu foncé. La bissectrice aiguë semble être négative; quant à la biréfringence $n_g - n_p$, autant qu'il est permis d'en juger, elle ne dépasse pas 0,011.

Dans les formes de passage où par exemple une section prismatique est formée mi-partie de pseudoglaucophane, mi-partie d'amphibole normale, cette dernière s'éteint à 15° de l'allongement, tandis que la partie glaucophanique s'éteint à 0 ou à quelques degrés.

EPIDOTE.

L'épidote, toujours abondante également, se présente en longs prismes et en aiguilles, parfois aussi en grains. Le plan des axes optiques est transversal à l'allongement de signe variable. La bissectrice aiguë est négative, la biréfringence $n_g - n_p = 0,026$ environ. L'épidote est colorée en jaune, avec un polychroïsme à peine perceptible.

MICA BLANC.

Le mica blanc se rencontre en lamelles très aplaties parallèlement à $p = (001)$. Il est biaxe, avec $2V$ petit, et bissectrice aiguë négative. Les lamelles sont incolores, s'éteignent à 0° de leur allongement apparent et ont une biréfringence élevée; $n_g - n_p = 0,045$.

CHLORITE.

Elle se présente en grandes lamelles d'une superbe couleur vert émeraude, avec clivage $p = (001)$ micacé. Elle est uniaxe, positive et très polychroïque, $n_g =$ jaunâtre, $n_p =$ vert d'herbe foncé. La chlorite présente une dispersion appréciable, et une biréfringence très faible; les sections parallèles à la biréfringence maxima polarisent dans une teinte bronzée caractéristique. La chlorite entoure volontiers les porphyroblastes de magnétite; les lamelles ou groupes de lamelles sont toujours de grande taille par rapport aux cristaux de glaucophane ou d'épidote. La variété présente les caractères de la pennine.

ALBITE.

Elle est très répandue et se rencontre à l'état de xénoblastes qui empâtent tous les éléments de la roche; elle n'est pas maclée et présente les caractères optiques habituels à ce minéral.

QUARTZ.

Il forme de petits grains à l'intérieur des plages d'albite ou entre celles-ci; il est uniaxe positif, avec une légère dislocation de la croix noire.

Structure.

Elle est grossièrement nématoblastique; les aiguilles de glaucophane associées aux prismes d'épidote, aux lamelles aplaties de mica et aux petits grains de magnétite, forment une masse dont tous les éléments aciculaires sont orientés parallèlement. Dans celle-ci, on trouve des xénoblastes d'albite à contours irréguliers et diffus, qui empâtent les minéraux précités, y compris le quartz, sans déranger leur parallélisme, puis quelques porphyroblastes de magnétite et enfin des amas et des grosses lames isolées de pennine. Dans le type à pseudoglaucophane, celle-ci avec l'amphibole verte et la chlorite, forme des traînées parallèles, dans lesquelles on trouve isolés des porphyroblastes d'albite, des grains d'épidote et des grains de quartz, le tout avec une structure parallèle très accusée. L'amphibole verte est mêlée à la pseudoglaucophane, à laquelle elle passe latéralement.

Composition chimique.

Nous avons analysé le N° 42 A qui représente une glaucophanite type provenant de la B. Soswa, en aval de Khol'ténia.

Analyse N° 42 A	
SiO ₂	= 52,92
TiO ₂	= 2,98
Al ₂ O ₃	= 14,40
Fe ₂ O ₃	= 5,77
FeO	= 7,67
CaO	= 4,42
MgO	= 3,23
K ₂ O	= 2,23
Na ₂ O	= 3,64
P.A.F.	= 3,34
	100,60

§ 3. — Les schistes quartzito-chloriteux et quartzito-micacés.

Ces roches, que nous avons décrites très en détail dans la troisième partie de nos « Recherches minéralogiques et pétrographiques sur l'Oural du Nord », constituent l'immense majorité des schistes cristallins de la région qui fait l'objet de ce travail. Elles sont d'un type banal, absolument uniforme et l'étude que nous en avons faite antérieurement nous dispensera d'entrer dans les détails.

A l'œil nu, ce sont des roches cristallines, verdâtres ou grisâtres, à grain ordinairement fin, plus ou moins fortement schisteuses et qui présentent souvent des lits de quartz de faible épaisseur. Leur aspect parfois satiné rappelle certains schistes micacés à grain fin ou même certains schistes sériciteux. Leur couleur verdâtre est toujours due à la présence de la chlorite. L'élément fondamental et principal de toutes ces roches est le quartz et plusieurs d'entre elles passent latéralement aux quartzites; c'est la raison pour laquelle la désignation de schistes quartziteux est absolument justifiée. Les minéraux qu'on rencontre dans ces roches, mais qui sont loin d'être toujours réunis, sont: l'épidote, le zircon, le sphène, la magnétite et, dans certains cas, la tourmaline et la glaucophane, le mica blanc, la biotite, la chlorite, l'albite, le quartz et la calcite. Dans la majorité des cas cependant, ces roches sont formées seulement de quartz associé à des lamelles de chlorite seule ou mêlée à des lamelles de mica blanc et souvent à un ou deux grains d'épidote. En dehors des éléments précités, les autres minéraux se trouvent toujours en très petite quantité et n'ont pas d'importance pour la constitution de la roche.

EPIDOTE.

L'épidote est loin de se rencontrer sur tous les spécimens. Elle se trouve surtout dans les variétés riches en chlorite, sous forme de petits grains jaunâtres, ordinairement très biréfringents, qui présentent les propriétés optiques ordinaires de ce minéral.

ZIRCON.

Il est assez répandu et se rencontre en grains arrondis à fort relief et haute biréfringence, qui sont généralement de couleur brunâtre. Sur quelques-uns de ces grains, on reconnaît les contours des formes (110) et (101); les cristaux sont alors peu allongés suivant l'axe vertical. Le zircon est uniaxe positif; il est disséminé parmi les grains de quartz et quelquefois inclus dans la chlorite (ou la glaucophane). Dans les deux cas, il développe des auréoles polychroïques.

MAGNÉTITE.

Elle n'existe pas dans tous les échantillons examinés; quand elle s'y rencontre, elle s'y trouve ordinairement en petits amas irréguliers, en octaèdres ou en punctuations, disséminés parmi les autres éléments.

SPHÈNE.

Il est moins fréquent que le zircon et accompagne presque toujours ce dernier. Il se présente en grains grisâtres, informes, souvent craquelés, dont les dimensions sont notablement supérieures à celles du zircon (0,05 à 0,137 mm.). Le sphène est biaxe, positif, avec un angle $2V$ très petit et une biréfringence $n_g - n_p$ très supérieure à celle du zircon. On le rencontre généralement mêlé aux grains de quartz, ou plus souvent dans le voisinage de la chlorite.

TOURMALINE.

Elle est assez fréquente, mais ne se rencontre jamais en grande quantité. Les cristaux sont allongés suivant l'axe principal, avec des cassures transversales; ils sont nettement hémimorphes et terminés par un pointement rhomboédrique. L'allongement est négatif, comme le signe optique, la biréfringence $n_g - n_p = 0,017$ à 0,019, $n_g =$ noirâtre ou noir bleuâtre foncé, $n_p =$ jaunâtre ou brunâtre pâle.

GLAUCOPHANE.

Ce minéral n'a pas été rencontré dans les schistes quartziteux ou quartzito-micacés de la région, mais il se trouve plus au sud, dans les mêmes formations. Ses propriétés ont été données dans le troisième volume de nos recherches.

BIOTITE.

Elle est rare et n'a été vue que sur quelques spécimens seulement. Elle est très aplatie selon $p = (001)$, et les sections normales à cet axe ont l'aspect de longs bâtonnets. Elle est uniaxe, négative, avec un polychroïsme marqué, $n_g =$ brun très foncé presque noir, $n_p =$ jaune brunâtre très pâle.

MICA BLANC.

C'est un minéral très constant, qui peut se rencontrer isolément, mais qui, en général, est associé à la chlorite. Il se présente en paillettes très aplaties selon $p = (001)$, ordinairement incolores en lumière naturelle ou très faiblement brunâtres. L'extinction se fait à 0° du clivage $p = (001)$, la bissectrice aiguë est négative, l'angle $2V$ toujours petit, la biréfringence $n_g - n_p = 0,038$.

CHLORITE.

La chlorite se rencontre dans toutes les préparations souvent mêlée au mica blanc. Les lamelles de chlorite sont également très minces. Leur signe optique est positif dans certains spécimens, négatif dans d'autres; le minéral peut être égale-

ment uniaxe ou biaxe, mais l'angle $2V$ est toujours petit. La biréfringence est ordinairement très faible, au maximum d'environ 0,002; la dispersion est presque toujours constatée. Quant au polychroïsme, il varie suivant le signe, mais l'absorption minimum se fait toujours suivant l'indice qui sert de bissectrice ou d'axe optique. Pour les variétés négatives, on a n_g = vert d'herbe plus ou moins foncé, n_p = jaune verdâtre plus pâle, et l'inverse pour les variétés positives. La chlorite renferme souvent des grains de zircon entourés d'auréoles polychroïques. Elle est, dans la majorité des cas, tout à fait enchevêtrée avec les lamelles de mica blanc.

ALBITE.

Elle est relativement rare et jamais en grande quantité. Ordinairement, elle forme des plages lisses, quelquefois maclées, qui, à l'état de porphyroblastes, sont dispersées dans la masse quartzeuse. Sur $g^1 = (010)$, l'extinction de n_p est à $+ 19^\circ$, ce qui confirme le diagnostic.

QUARTZ.

Le quartz est de beaucoup l'élément prédominant sur tous les autres minéraux réunis. Il se présente en grains de forme irrégulière, souvent polyédriques, qui sont directement pressés les uns contre les autres et constituent ainsi une masse homogène, dans laquelle çà et là se développent parfois des grains porphyroblastiques de plus grande dimension.

CALCITE.

Elle n'est jamais abondante et ne se rencontre pas sur tous les spécimens. Ordinairement, elle se présente en grains ou en plages isolés au milieu du quartz.

Structure.

Suivant la prédominance de tel ou tel minéral, il y a lieu de faire parmi ces roches le classement suivant en :

1° *Schistes quartziteux*, qui sont des roches dans lesquelles le quartz prédomine de beaucoup et n'est accompagné que de quelques lamelles de chlorite ou de mica, et souvent de minéraux tels que l'épidote, la tourmaline, la glaucophane, etc.

2° *Les schistes quartzito-micacés*, chez lesquels le quartz est accompagné de lamelles de mica blanc, seul ou associé à un peu de chlorite, le mica blanc prédominant toujours.

3° *Les schistes quartzito-chloriteux*, dans lesquels le quartz est associé à de la chlorite seule ou mêlée à du mica blanc, la chlorite l'emportant toujours sur ce dernier au point de vue quantitatif. La structure est elle-même granoblastique; les grains de quartz polyédriques sont pressés les uns contre les autres, tandis que les

lamelles de chlorite ou de mica blanc prennent une orientation parallèle. La disposition est alors celle appelée cristallino-schisteuse par les Allemands (Kristallisations-schieferung). Lorsqu'il y a à la fois du mica blanc et de la chlorite dans la roche, les lamelles de ces deux minéraux orientées parallèlement sont alors très souvent interpénétrées et forment volontiers des traînées parallèles alignées dans la masse quartzuse. Quelquefois, la structure est porphyroblastique; ce sont ordinairement des porphyroblastes d'albite que l'on rencontre développés dans la masse quartzuse; c'est quelquefois aussi des porphyroblastes de glaucophane (Oural du N, 3^{me} partie).

Nous avons donné ailleurs de nombreuses analyses de ces différents types de roches; nous pensons que vu leur grande uniformité, il n'est pas nécessaire d'y revenir.

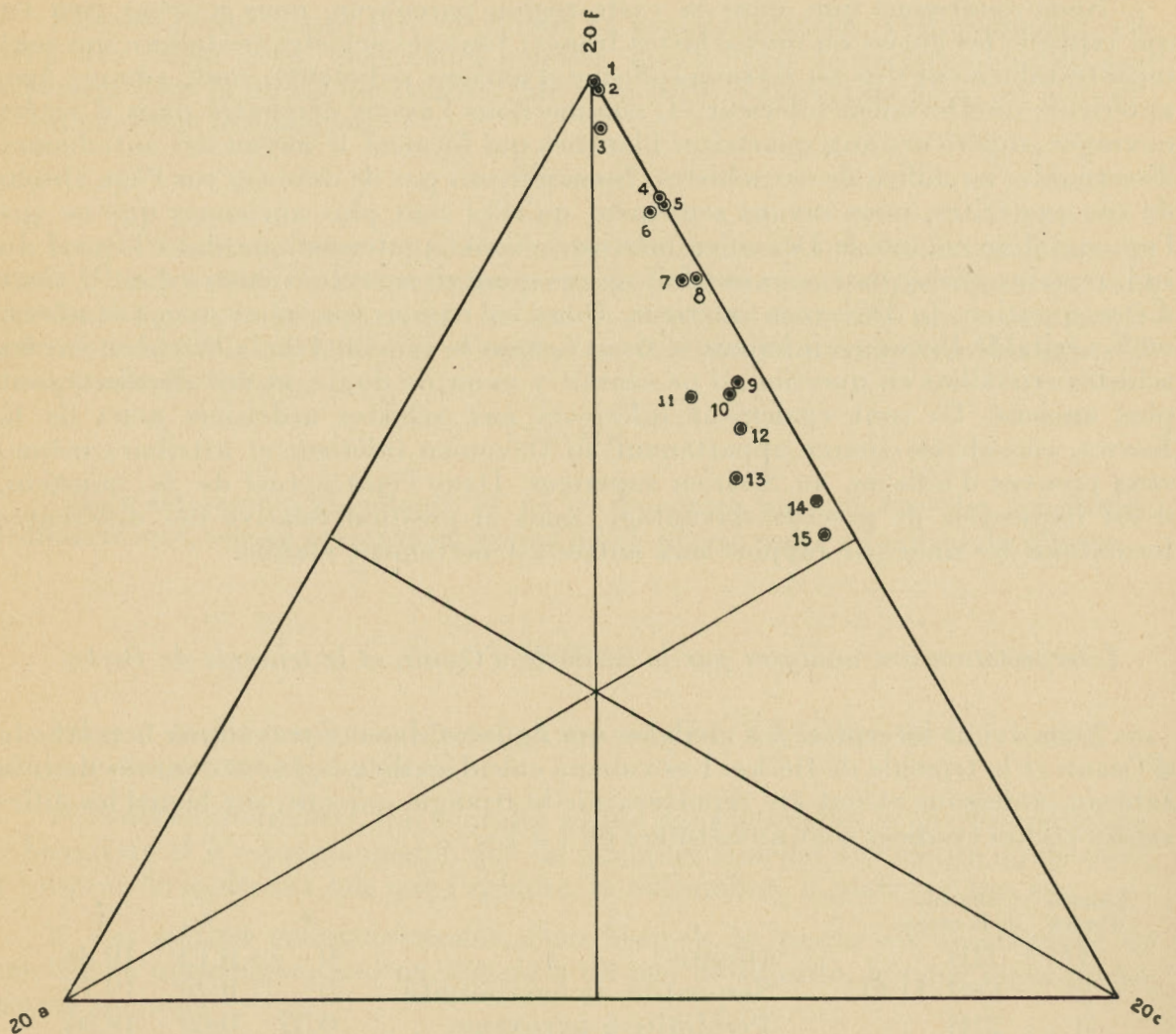
Nous ajouterons que, dans la vaste région parcourue, nous n'avons rien vu qui rappelle les gneiss ou micaschistes francs; tous ces schistes cristallins, qui sont incontestablement dus au métamorphisme d'anciens sédiments, sont, comme âge, antérieurs au Dévonien inférieur et, comme nous l'avons démontré dans d'autres ouvrages, supérieurs aux quartzites blanches qui forment le noyau des anticlinaux discernables au milieu de ces schistes. Nous n'avons pas de données sur l'âge absolu de ces quartzites, nous savons seulement qu'elles sont plus anciennes que ce que l'on considère comme le Dévonien inférieur. Nous ajouterons que, dans l'Oural du sud, certains géologues russes ont fait de ces quartzites et des schistes dont il vient d'être question, du Dévonien inférieur. Dans les régions que nous avons étudiées, où le véritable Dévonien inférieur se trouve, dans le synclinal de la Wichéra, sur les schistes cristallins en question, il ne saurait y avoir de doute, et ces derniers sont plus anciens. Ils sont également inférieurs aux schistes ardoisiers noirs de la Koswa, considérés comme appartenant au Dévonien inférieur et attribués même, sans preuves d'ailleurs, au Silurien supérieur. Dans l'état actuel de la question, il est impossible de préciser davantage, mais la position relative des différentes formations les unes par rapport aux autres est nettement établie.

Interprétation des analyses par la méthode d'Osann et le triangle de Becke.

Nous avons interprété les analyses qui figurent dans ce travail par la méthode d'Osann et le triangle de Becke. Les valeurs calculées de *a*, *c*, *f* sont données dans le tableau ci-dessous et ont été reportées sur le triangle qui suit, sur lequel les différentes roches étudiées sont numérotées de 1 à 15.

Numéro d'ordre	Numéro de la coupe		<i>a</i>	<i>c</i>	<i>f</i>
1	71B	Dunite	0	0,12	19,88
2	68B-119B	Serpentine de harzburgite	0	0,26	19,74
3	21B	Péridotite à pyroxène.	0,37	0,69	18,94
4	76B bis	Serpentine dure	0	2,62	17,38
5	—	Cornéenne à grenat.	0	2,67	17,33
6	27B-45B	Tilaïte	0,37	2,51	17,12
7	122'B	Amphibolite diabasoïde	0,50	3,90	15,60

Numéro d'ordre	Numéro de la coupe		<i>a</i>	<i>c</i>	<i>f</i>
8	59B	Ostraïte	0,20	4,14	15,66
9	32B-33B	Gabbro à olivine	0,54	6,04	13,42
10	23A-41A-25B	Gabbro-diorite	0,86	5,99	13,15
11	3A-6A-10B	Norite	1,59	5,37	13,04
12	100B	Amphibolite diabasoïde feldspathique	1,00	6,60	12,40
13	13B	Gabbro ouralitisé	1,61	7,05	11,34
14	30B	Troctolite	0,38	8,83	10,79
15	28B-34B	Gabbro franc	0,55	9,39	10,06



Genève, décembre 1927.

TABLE DES MATIÈRES

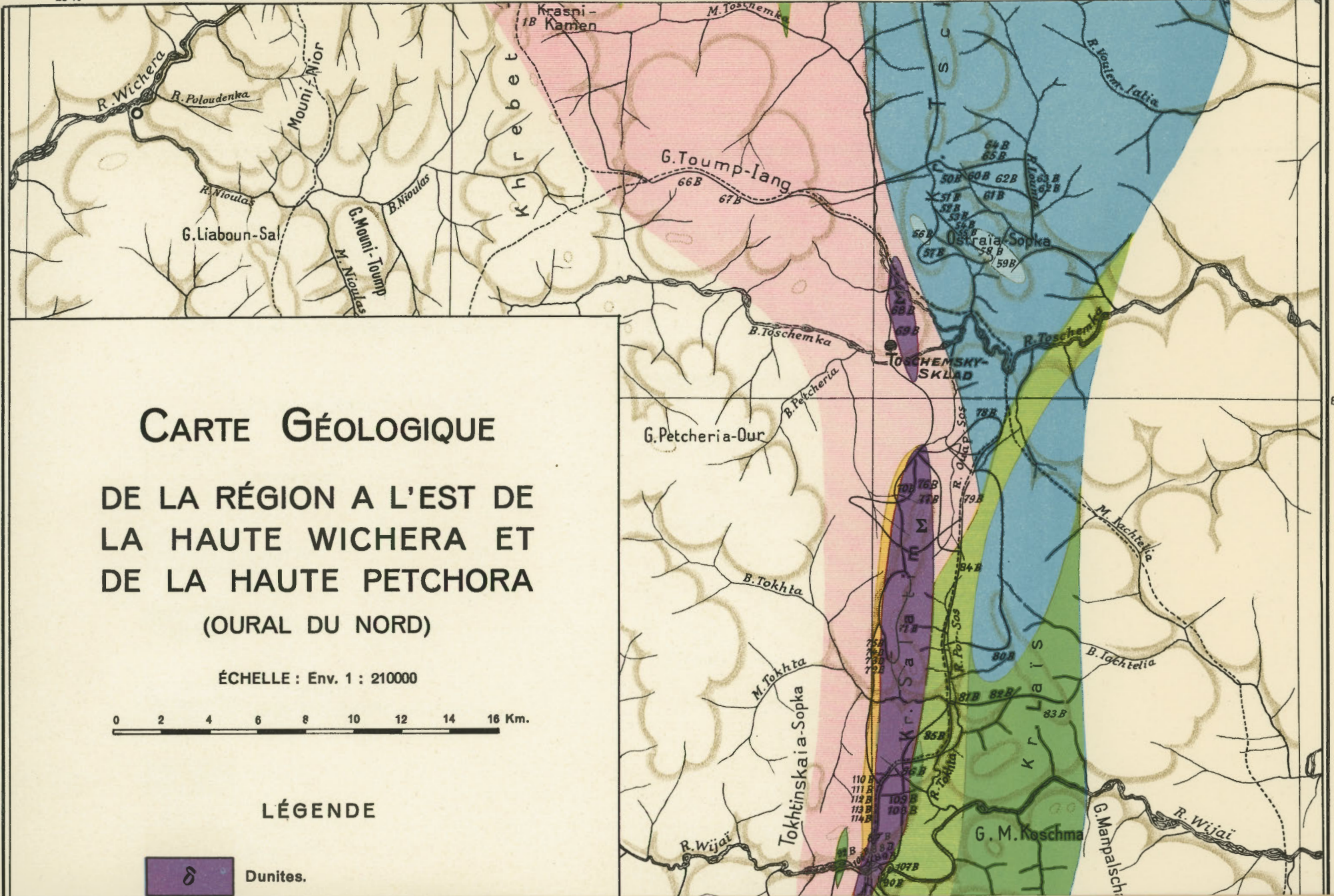
	Pages		Pages
BIBLIOGRAPHIE	III	§ 1. — Les dunites filoniennes	41
INTRODUCTION	v	§ 2. — Les péridotites à pyroxène	42
CHAPITRE PREMIER. — Coup d'œil sur la topographie et l'hydrologie de la région	1	§ 3. — Les pyroxénites	45
§ 1. — Les montagnes de la ligne de partage	1	§ 4. — L'ostraite d'Ostraïa-Sopka	46
§ 2. — La chaîne du Tschistop. et son prolongement au N et au S	2	§ 5. — Les troctolites	49
§ 3. — Les montagnes entre la ligne de partage et la chaîne du Tschistop	3	§ 6. — Les tilaïtes	55
§ 4. — Hydrographie de la région	3	§ 7. — Les gabbros à olivine	59
§ 5. — Végétation, faune et populations	5	§ 8. — Les gabbros francs sans olivine	65
CHAPITRE II. — Itinéraires parcourus	7	§ 9. — Les norites et les gabbros à hypersthène	68
§ 1. — Itinéraire Duparc et Pearce	7	§ 10. — Les gabbros-diorites	77
§ 2. — Itinéraire Duparc et Tikanowitch	10	§ 11. — Les gabbros-diorites quartzifères et micacés	85
§ 3. — Itinéraire Pearce-Grosset	21	§ 12. — Les gabbros ouralitisés	87
CHAPITRE III. — Géologie générale de la région	32	§ 13. — Les gabbros-diorites pegmatites	91
§ 1. — Succession des différentes formations rencontrées	32	CHAPITRE V. — Les roches péridotiques du Khrébet-Salatim	93
§ 2. — La chaîne du Tschistop, du Khoï-Ekwa et du Lociem-Our	33	§ 1. — Les dunites franches	93
§ 3. — Le massif du Ialpin-Nior	35	§ 2. — Les harzburgites	94
§ 4. — Les chaînes du Khrébet-Laïs, du Khrébet-Koschma et du Kent-Nior	35	§ 3. — Les serpentines dérivées des harzburgites	96
§ 5. — La chaîne du Khrébet-Salatim	37	§ 4. — Les serpentines dures à croûte blanche	99
§ 6. — Les schistes cristallins à l'ouest de la zone des roches éruptives basiques	38	§ 5. — Les cornéennes à grenat	101
§ 7. — Les granites et gneiss de Fédorof	39	CHAPITRE VI. — Les amphibolites diabasoïdes et les amphibolites albitiques	103
§ 8. — Tectonique de la région	40	§ 1. — Généralités sur les amphibolites	103
CHAPITRE IV. — Les roches éruptives des chaînes du Tschistop, du Khoï-Ekwa, du Lociem-Our et du Ialpin-Nior	41	§ 2. — Les amphibolites diabasoïdes, minéraux, structures, variétés	104
		§ 3. — Les amphibolites albitiques	122
		CHAPITRE VII. — Les schistes cristallins	132
		§ 1. — Les épidotites	132
		§ 2. — Les glaucophanites et les roches du même groupe	135
		§ 3. — Les schistes quartzito-chloriteux et quartzito-micacés	138

28°0'

29°0'

29°20'

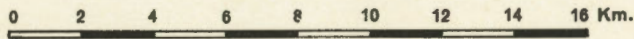
29°40'



CARTE GÉOLOGIQUE

DE LA RÉGION A L'EST DE LA HAUTE WICHERA ET DE LA HAUTE PETCHORA (OURAL DU NORD)

ÉCHELLE : Env. 1 : 210000



LÉGENDE

δ Dunites.

