

Извѣстія Императорской Академіи Наукъ. — 1913.

(Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de St.-Petersbourg).

Hommage des Auteurs
PROF. DE L. DUPARC
GENÈVE

219

Louis Duparc

avec la collaboration

de M. M. A. Grosset et M. Gysin.

Sur la géologie et la pétrographie

de la chaîne

du Kalpak—Tokaiïky—Kazansky

(Pawdinskaya-Datcha).



ST-PÉTERSBOURG.

IMPRIMERIE DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES.

Vass.-Ostr., 9^e ligne, № 12.

1913.



Sur la géologie et la pétrographie de la chaîne du
Kalpak — Tokaïky — Kazansky (Pawdinskaya-
Datcha).

Par Louis Duparc

avec la collaboration de M. M. A. Grosset et M. Gysin.

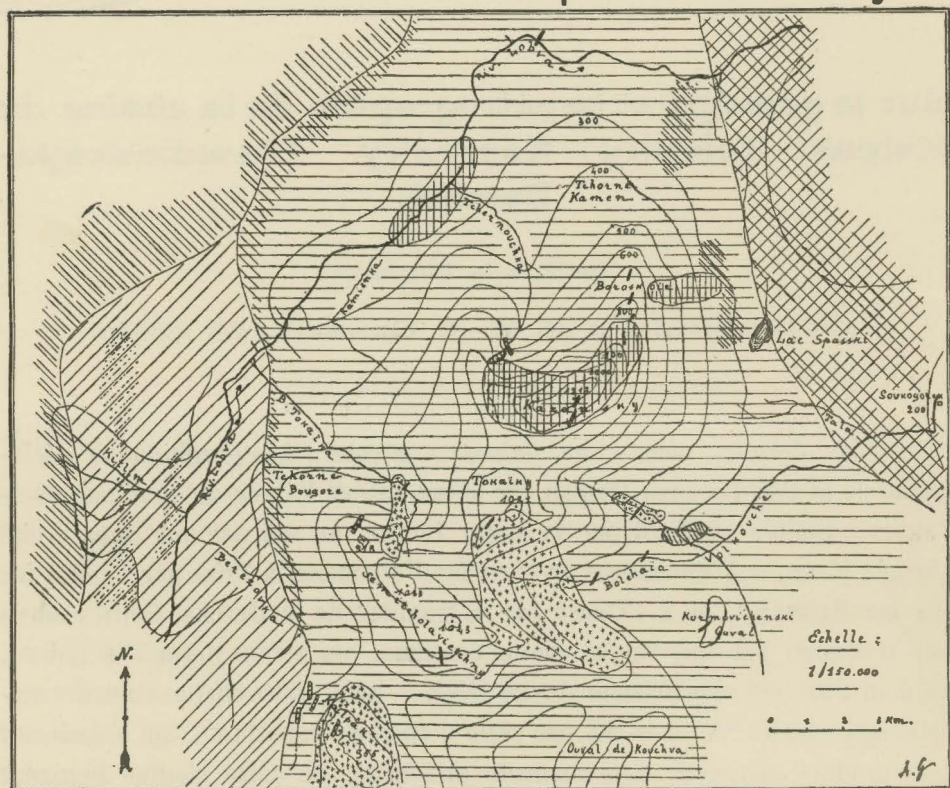
(Présenté à l'Académie le 6 (19) février 1913).











L'an dernier, nous avons entrepris le relevé topographique et géologique de la Pawdinskaya-Datcha, et avons achevé l'étude de la région montagneuse limitée au Nord par la haute Lobwa, au sud par une ligne droite dirigée E. O., à 5 kilomètres de la rivière Volkouche, à l'Est par l'émissaire du lac Spassky, et à l'Ouest par la frontière de la Datcha. Cette contrée est traversée par une longue chaîne continue, qui arrive jusqu'à la Lobwa, et dont l'axe est sensiblement dirigé NNE — SSO. Cette chaîne émet alternativement vers le NO et le SE une série d'éperons importants, qui s'abaissent par gradins successifs. Les sommets principaux de cette chaîne dépassent l'altitude de 900 mètres; le plus haut, le Kazansky, s'élève à 1215 mètres au-dessus du niveau de la mer; ces sommets sont reliés les uns aux autres par des cols élevés, formant une ligne de faite très-nette. Le premier massif que l'on rencontre en allant du sud au nord, est le Kalpak, qui forme un cône dont le point culminant cote 950 mètres. Vient ensuite le Sémitchello-wietchny, ainsi nommé à cause de ses sept sommets assez bien définis. Il forme une longue arête orientée NO — SE, comportant quatre sommets principaux qui s'atténuent vers le NO jusqu'à la Lobwa. Il délimite, avec les contreforts moins importants du Kalpak, une vallée bien accusée dans la topo-

graphie. Son prolongement SE forme la ligne de partage entre la rivière Volkouche qui coule à l'Est, et la Kouchmienka qui s'en va au sud.

Le massif suivant, appelé Tokaïky, est beaucoup moins important, il présente nettement le phénomène des hautes terrasses. Le sommet principal qui est terminé par une aiguille, domine en effet une terrasse d'abord parfaitement horizontale, qui s'abaisse ensuite jusqu'à l'ouwal du Tokaïky. Le dernier massif, le plus important et aussi le plus étendu, cote 1215 m., il

Carte de la chaîne du Kalpak-Kazansky



- | | | |
|---|--|--|
|  Pyroxénites |  Troctolites |  Gabbros ourelitisés francs |
|  Porphyrites |  Schistes amphiboliques |  id. avec tendance à l'ourelitisation |
|  Gabbros à olivine |  id. micaés |  Filons leucocrates |
|  Filons melanocrates et mesocrates | | |

s'appelle Kazansky. Il présente la forme d'une espèce de fer à cheval, et se termine vers le Nord par une longue arête qui descend en pente douce jusque sur la rive de la Lobwa. Au-dessus de l'altitude moyenne 850 m., ces différentes montagnes sont nues, couvertes de pierriers, et présentent de nombreux affleurements.

Le système hydrographique découle de l'orographie. Il possède deux versants distincts, délimités par la ligne de faite dirigée N — NE. Les eaux du versant NO s'écoulent dans la Lobwa par les affluents appelés Bérésowka, Tokaïka, kamenka, et Tschernouchka; celles du versant SE vont dans la rivière Volkouche, qui est elle-même un tributaire de la Lobwa. Cette dernière coule tout d'abord au N — NE parallèlement à la grande chaîne, et sur le flanc occidental de celle-ci, jusqu'au dernier éperon du Kazansky; elle tourne ensuite brusquement vers l'Est. La Lobwa fonctionne comme la grande artère collectrice de toute la région.

Géologie.

La géologie de la contrée étudiée est fort simple; les différentes formations sont en effet réparties sur trois grandes zones, dont la direction générale est sensiblement Nord Sud, avec une déviation vers le SE qui s'accroît plus au sud. La première de ces zones, que l'on rencontre en allant de l'Ouest vers l'Est, est formée par une bande d'amphibolites, dont la largeur maximum dépasse cinq kilomètres, et qui sur ses deux flancs, entre en contact avec les gabbros. Vers le Nord, cette zone vient se coincer dans ceux-ci, vers le sud, nous avons lieu de croire qu'elle se prolonge assez loin en contournant le massif du Kalpak. Ces amphibolites paraissent passer latéralement à des variétés de gabbros ouralitisés, le contact avec les gabbros francs est difficile à établir nettement. Dans ces amphibolites on trouve une double zone de micaschistes, la première orientée à peu près NS, a été observée depuis le Kitlimsky-ouwal jusqu'à l'ouwal qui termine le Katéchersky vers l'Est; la seconde, moins importante, est cantonnée le long de la Lobwa, près du confluent de la rivière Kitlim.

La deuxième zone, la plus importante, est représentée par des gabbros de différents types, qui forment toute la grande chaîne indiquée plus haut. En quatre endroits, ces gabbros laissent voir des boutonnières de pyroxénites. Deux de celles-ci sont assez importantes, la première forme le sommet du Kalpak, la seconde se trouve dans la vallée de la Bolchaïa Volkouche et mord d'un côté sur le flanc sud du Tokaïky, de l'autre sur la grande crête rocheuse orientale du Sémitchellowietchny. Les deux autres, d'importance secondaire, se trouvent aux sources de la Tokaïka et de la Malaïa Volkouche.

Les gabbros eux-mêmes présentent trois types distincts aisément reconnaissables sur le terrain à savoir: 1. Les gabbros à olivine, qui sont de beaucoup les plus répandus, et forment la presque totalité de la chaîne du Kalpak-

Tokaïky-Kazansky. 2. Les troctolites qui sont beaucoup moins répandues, et paraissent en trois endroits distincts, d'abord sur l'arête principale du Kazansky qu'elles forment presque en entier, puis sur le flanc oriental de cette montagne, et enfin sur la Lobwa, près de son confluent avec la Tschernouchka. 3. Les gabbros diorites sans olivine, types francs, analogues à ceux du Cérébriansky dans la chaîne du Tilai-Kanjakowsky. Ces roches rares, sont développées seulement sur la partie inférieure de la Malaïa Volkouche. Par contre fréquemment les gabbros à olivine ordinaires montrent une tendance à l'ouralitisation. C'est principalement le cas sur une zone assez continue mais étroite, qui longe le contact des gabbros avec les amphibolites.

De nombreuses roches filoniennes traversent les gabbros; elles sont des types leucocrates, mesocrates ou mélanocrates. Parmi les filons leucocrates on rencontre principalement des *plagiaplites quartzifères*, analogues à celles du Koswinsky et développées en divers points, mais notamment aux sources de la Tschernouchka. Les types mésocrates sont représentés par des *pegmatites à hornblende* à individus de grande taille, et analogues à celles qui traversent les pyroxénites de la chaîne du Tilai-Kanjakowsky. Quant aux filons mélanocrates, ils comprennent tout d'abord des *berbachites simples* qui paraissent assez banales, puis des *dunites normales ou sidéronitiques*, et enfin un type nouveau, qui n'est autre qu'une dunite sidéronitique à plagioclase, pour lequel nous proposons le nom de *kazanskyte*.

La troisième zone, dont les contours exacts n'ont point encore été complètement délimités, est formée par des porphyrites variées, accompagnées de leurs tufs, qui entrent en contact avec les gabbros. Ces roches sont tantôt phanérophyriques, tantôt aphyriques; les phénocristaux y sont soit feldspathiques seulement, soit aussi ferro-magnésiens (augite, hornblende etc.). La pâte est variée, et souvent très fortement altérée et décomposée.

Les gîtes métallifères qui se trouvent dans cette région, sont peu importants. Ils consistent en poches et ségrégations de magnétite, que l'on rencontre sur la crête de l'éperon Nord du Kazansky, ainsi que sur son flanc Est, près du lac Spassky, et appartiennent au type des gîtes de ségrégation directe. Ce sont généralement des nids et amas sans puissance, disséminés irrégulièrement au sein de la roche éruptive qui, dans leur voisinage, a généralement un faciès leucocrate caractéristique.

Pétrographie.

Roches profondes.

1. Gabbros à olivine. Ils couvrent un espace considérable et forment presque entièrement les arêtes de la chaîne du Kalpak-Semitchellowietchny-Kazansky; ils arrivent jusque sur la Lobwa. Les gabbros sont d'un type très uniforme, à grain moyen, généralement mésocrate ou mélanocrate, qui localement peut devenir leucocrate; au microscope les minéraux constitutifs en sont: spinelle, magnétite, biotite, olivine, pyroxène, hornblende et plagioclases basiques. Le *spinelle* se rencontre en grains irréguliers, associés à la magnétite ou enclavés dans ce minéral. Il est transparent et de couleur vert foncé; la variété est sans doute légèrement chromifère. Le spinelle peut manquer tout-à-fait ou se trouver en minime quantité, il est d'autres fois très abondant. Dans certains spécimens on le voit former des associations micropegmatoïdes avec la hornblende.

La *magnétite* est abondante également, et se trouve en grains ou plus souvent en plages sidéronitiques moulant les éléments noirs. Elle forme également parfois des associations micropegmatoïdes avec l'olivine ou la hornblende. La *biotite* manque dans un grand nombre d'échantillons et reste toujours rare. Elle est généralement cantonnée dans le voisinage immédiat de la magnétite, et toujours en petite quantité. Elle est uniaxe négative, très polycroïque avec $N_g =$ rouge brun foncé, $N_p =$ jaune pâle. L'*olivine* se rencontre en grains idiomorphes arrondis et craquelés, dont la consolidation a précédé celle du pyroxène; les grains sont quelquefois écrasés par les actions dynamiques, et présentent souvent une serpentinisation suivant les cassures. L'antigorite qui en résulte est verdâtre, presque uniaxe, et le phénomène se produit avec une séparation de magnétite qui souligne souvent les rubans d'antigorite. Au point de vue optique, l'olivine est transparente et incolore, avec $2V$ voisin de 87° , bisectrice aiguë $= N_g$ et biréfringences $N_g - N_p = 0,036$, $N_g - N_m = 0,019$, $N_m - N_p = 0,018$. Chez certains gabbros, l'olivine l'emporte de beaucoup sur le pyroxène, chez d'autres l'inverse a lieu, ce minéral peut même faire complètement défaut; le gabbro à olivine passe donc latéralement au gabbro franc, ou au contraire à la troctolite. Le *pyroxène* forme l'élément noir prédominant. Il se rencontre en cristaux plus ou moins informes et raccourcis, avec clivages $m = (110)$, et mâcles $h^1 = (100)$ rares et généralement formées par deux ou trois individus. Il est grisâtre ou verdâtre en lumière naturelle, et renferme quelque-

fois des inclusions lamellaires opaques orientées, et fréquemment des grains de magnétite. Plan des axes optiques = (010), bissectrice aiguë = Ng, $2V$ voisin de 50° . Sur $g_1 = (010)$ Ng s'éteint à $40-44^\circ$ du clivage. Ng — Np = 0,025. Ng — Nm = 0,020. Nm — Np = 0,005. La variété paraît être analogue à celle que l'on trouve dans les roches de la chaîne du Tilai-Kanjakowsky. La *hornblende* se rencontre dans presque tous les spécimens sous des formes variées. Tout d'abord elle constitue souvent une auréole plus ou moins large autour des plages sidéronitiques de magnétite. Elle est dans ce cas brun rougeâtre, ou brun verdâtre généralement pâle, et ses propriétés sont analogues à celle que l'on observe sous des conditions identiques dans la koswite du Koswinsky. Très souvent la hornblende épigénise le pyroxène; elle est alors de couleur foncée et polychroïque dans les tons verts ou brunâtres, ou au contraire de couleur assez pâle et faiblement polychroïque. Toutes les formes classiques de l'ouralitisiation se rencontrent (enveloppement périphérique du pyroxène, taches à l'intérieur de celui-ci, plages d'individus grenus diversément orientées, etc.). Dans la grande majorité des cas, l'amphibole est en quantité restreinte; les types fortement ouralitisés paraissent dominer sur le flanc occidental du Sémitchellowietchny et du Kalpak. Dans certains gabbros, on observe parfois de jolies micropegmatites de magnétite et d'hornblende.

Les *feldspaths* sont idiomorphes, et généralement mâclés selon l'albite, Karlsbad ou la péricline (parfois selon la péricline seulement). Les variétés rencontrées vont du labrador $Ab_1 An_1$ au labrador basique, voire même à la bytownite. Ils sont généralement d'une grande fraîcheur.

La *structure* est toujours grenue. Dans la règle l'olivine et le pyroxène, isolés ou agrégés en plages par un peu de magnétite sidéronitique, sont dispersés régulièrement parmi les feldspaths idiomorphes. Chez certains types fortement mélanocrates, la structure passe à celle des tilaïtes; les éléments ferro-magnésiens généralement réunis par de la magnétite, forment alors un véritable canevas dans les cryptes duquel le feldspath a cristallisé.

2. *Troctolites*. Ces roches, étroitement liées aux gabbros à olivine, sont développées sur plusieurs points de la région. Elles forment tout d'abord une partie de la crête du Kazansky; on les trouve ensuite au flanc NE du Borrowskoï Kamen où elles forment un affleurement assez étendu, puis elles apparaissent également sur la Lobwa, en amont et en aval de la rivière Tschernouchka. Les troctolites sont toujours circonscrites par les gabbros à olivine auxquels elles passent latéralement; sur le terrain elles se distinguent cependant de ceux-ci par un aspect particulier, bien que leur grain soit

identique. Les variétés mélanocrates paraissent formées par une masse principale gris verdâtre de nature péridotique, dans laquelle les feldspaths sont comme moulés et enclavés. Les minéraux constitutifs des troctolites sont identiques à ceux des gabbros à olivine, le pyroxène en moins. *La magnétite* forme presque toujours des plages sidéronitiques qui moulent l'olivine et empâtent des spinelles verts. *L'olivine* a le même aspect et les mêmes propriétés que dans les gabbros, elle est parfois entièrement serpentinisée et remplacée par de l'antigorite. Souvent elle présente la structure kéliphitique.

Par places l'olivine est circonscrite par une mince zone de hornblende à peine colorée. Ce dernier minéral forme localement avec la magnétite des associations micropegmatoïdes autour des plages de fer oxydulé. Le *pyroxène*, quand il existe, est rare et identique à celui des gabbros à olivine; sa présence établit le passage des troctolites à ces derniers. Les *plagioclases* appartiennent généralement au groupe des labradors basiques. La *structure* est grenue et identique à celle des gabbros à olivine.

3. **Gabbros-diorites.** Ces roches mélanocrates et à grain moyen sont peu répandues et ont été rencontrées sur la rivière M. Volkouche; elles sont identiques à celles qui constituent le massif du Cérébriensky (1). Par l'absence de l'olivine comme aussi par les caractères particuliers de leur amphibole, elles se distinguent nettement des gabbros à olivine en voie d'ouralitisation dont il a été question ci-dessus. Au microscope elles renferment de la *magnétite* en grains idiomorphes, disséminés parmi les éléments constitutifs ou inclus dans les minéraux ferro-magnésiens. Ces derniers sont représentés par le pyroxène et l'amphibole. Le *pyroxène* a, dans la plupart des cas, presque complètement disparu; on le rencontre cependant dans quelques spécimens à l'état de rares cristaux, marbrés de taches d'amphibole, qui présentent un aspect persillé caractéristique. La *hornblende* d'un vert foncé est toujours très fortement polychroïque. Les cristaux souvent de grande taille, avec un allongement prismatique marqué, sont rarement maclés selon $h^1 = (100)$.

Les propriétés optiques de cette hornblende sont les suivantes: Plan des axes optiques parallèle à $g^1 = (010)$, bissectrice aiguë = Np; extinction sur $g^1 = (010)$ à 19° environ de l'allongement.

$$Ng - Np = 0,0218 \quad Ng - Nm = 0.0085 \quad Nm - Np = 0.0135.$$

Polychroïsme: Ng = vert foncé, Nm = verdâtre, Np = brun jaunâtre plus pâle. Les *plagioclases* sont très frais, maclés selon l'albite, Karlsbad, et aussi

la péricline. Les termes les plus fréquemment rencontrés oscillent entre Ab_1 , An_1 et Ab_3 , An_4 . L'amphibole provient incontestablement du pyroxène par ouralitisation magmatique, et les phénomènes décrits à propos des gabbros du Cérébriansky se retrouvent dans les plus petits détails (ouralitisation périphérique, ou au contraire interne, etc).

4. **Pyroxénites.** Il existe deux types de ces roches; les koswites, et les pyroxénites proprement dites, le deuxième beaucoup plus répandu que le premier.

Les koswites sont développées sur la crête qui joint le Tokaïky au Sé-mitchellowietchny. Elles renferment beaucoup de *spinelle* en gros grains verts, moulés par de la magnétite abondante, en grandes plages sidéronitiques; de l'*olivine* en grains idiomorphes, toujours arrondis et craquelés, et moulés par le pyroxène; puis un *pyroxène* diopsidique, qui s'éteint à $39-41^\circ$ sur $g^1 = (010)$, et dont la biréfringence $Ng - Np = 0,027$. La *hornblende* est aussi assez abondante, beaucoup plus que dans la koswite du Koswinsky. Elle est de couleur vert très pâle, ou au contraire plus foncé, et s'éteint à 22° , la bissectrice aiguë = Np . Polychroïsme: $Ng =$ vert assez foncé ou au contraire très pâle, $Nm =$ vert jaunâtre, $Np =$ jaunâtre pâle ou incolore. Elle est dispersée parmi les cristaux de pyroxène, ou circonscrit plus volontiers les plages sidéronitiques de magnétite. La *structure* est ordinaire. La magnétite allotriomorphe forme ciment entre les minéraux précités.

Dans les pyroxénites normales, la *magnétite* sidéronitique fait défaut, ce minéral peut même devenir très rare, et manquer tout-à-fait. L'*olivine*, qui est très inférieure quantitativement au pyroxène, forme parfois avec celui-ci des plages poecilitiques. Elle est en voie de serpentinisation, et souvent surchargée de magnétite secondaire. Le *pyroxène* est de grande taille, en cristaux incolores ou grisâtres, qui présentent quelquefois le clivage lamellaire $h^1 = (100)$ du diallage. Il renferme fréquemment des inclusions lamellaires orientées, et s'ouralise volontiers périphériquement en *hornblende* plus ou moins foncée, quelquefois avec production de biotite rouge très polychroïque.

On peut observer sur les pyroxénites des actions dynamiques manifestes; l'*olivine* est souvent écrasée et transformée en plages rubannées, esquilleuses.

1) L. Duparc et F. Pearce. Recherches géologiques et pétrographiques sur l'Oural du Nord. Deuxième partie. Mémoires de la Société de physique de Genève. t. 34. fascicule 5. 1905.

Roches floniennes.

Le type mélanocrate est représenté par les dunités sidéronitiques et les *kazanskytes*, les *berbachites* et les *berbachites amphiboliques*; le type mésocrate par les *pegmatites à hornblende* et les *malchites*; le type leucocrate enfin par des *plagiaplites variées*.

5. Dunités sidéronitiques. Elles sont identiques aux mêmes roches du Koswinsky¹⁾; et d'habitude à grain fin et de couleur foncée. Elles sont presque entièrement formées par des grains idiomorphes d'*olivine*, moulés par des plages sidéronitiques très abondantes de magnétite, qui empâtent des grains de spinelle vert. On rencontre aussi ça et là un grand cristal de pyroxène, toujours surchargé d'inclusions ferrugineuses.

Chez certaines variétés, l'*olivine* est tout à fait fraîche, chez d'autres au contraire, elle est entièrement serpentinisée. L'*antigorite*, qui en résulte, a la structure alvéolaire, elle est légèrement verdâtre en lumière naturelle. Les rubans d'*antigorite* sont positifs en long, les fibres transversales négatives; les plages très faiblement biréfringentes ou isotropes en apparence, sont uniaxes négatives. $N_g - N_p = 0.008$ environ. Quand la serpentinitisation n'est pas trop avancée, il subsiste encore des débris d'*olivine*, mais le minéral peut complètement disparaître; les cristaux de pyroxène qui restent indemnes, sont alors disséminés parmi la masse serpentineuse. La structure est hypidiomorphe grenue, la magnétite moule en effet à l'instar d'un ciment tous les minéraux.

6. *Kazanskytes*. Ce sont des dunités sidéronitiques à plagioclase. Sur le terrain, elles présentent le même aspect que la dunite, sont toujours noirâtres et finement grenues mais ponctuées de petits points blancs, formés par de feldspath. Les éléments constitutifs sont les mêmes, soit: spinelle, magnétite sidéronitique, *olivine* prédominante, et pyroxène rare; la structure est identique, mais parmi les éléments ferro-magnésiens, on rencontre assez abondamment des cristaux idiomorphes de plagioclases, qui sont généralement mâclés selon l'albite, et qui, par leurs propriétés optiques, correspondent à de la bytownite à 90% d'anorthite. Les *kazanskytes* renferment souvent un peu de hornblende faiblement colorée. Les *kazanskytes*, comme les dunités sidéronitiques, traversent généralement les pyroxénites.

7. *Berbachites*. Ces roches finement grenues et mélanocrates, sont identiques à celles que l'on rencontre dans la chaîne de Tilai-Kanjakowsky; elles

1) L. Duparc et F. Pearce. Recherches géologiques et pétrographiques sur l'Oural du Nord. Première partie. Mémoires de la Société de physique de Genève. t. 34, fascicule 2. 1902.

traversent généralement les gabbros à olivine. Au microscope, elles renferment de la *magnétite*, en octaèdres, ou petits grains; de la *biotite* peu abondante, de couleur rouge, uniaxe et très polychroïque, qui se cantonne toujours dans le voisinage du fer oxydulé; de la *hornblende* vert sale, très rare, et en petits grains qui accompagnent la magnétite également, du *pyroxène* assez abondant, en petits grains grisâtres, avec clivages $m = (110)$, bissectrice aiguë = Ng, extinction de Ng à 38° , et $Ng - Np = 0,026$ environ, puis des plagioclases du groupe des *labradores*, allant de $Ab_1 An_1$ rare, jusqu'à des termes à 80% d'An. Dans certains spécimens, on a observé un ou deux grains d'*hypersthène*. La *structure* est panidiomorphe grenue; l'olivine, fréquente dans les *berbachites* du Tilai, paraît manquer ici.

8. *Berbachites à hornblende*. Ce sont des roches mélanocrates à grain fin, de couleur grisâtre, qui traversent les gabbros à olivine également, et qui, à l'oeil nu, paraissent riches en amphibole. Au microscope, elles renferment de la magnétite, de la hornblende et du plagioclase. La *magnétite* se présente exclusivement en grains octaédriques disséminés parmi les feldspaths, ou inclus dans les amphiboles.

La *hornblende* très abondante se rencontre en cristaux informes et d'aspect corrodé, qui sont faiblement allongés suivant la zone prismatique. Ils sont rarement mâclés selon $h^1 = (100)$. Le plan des axes optiques est parallèle à $g^1 = (010)$, la bissectrice aiguë = Np, sur $g^1 = (010)$ Ng = s'éteint à 21° du clivage $m = (110)$; $Ng - Np = 0.022$; polychroïsme: Ng = vert d'herbe foncé, Nm = vert, Np = vert jaunâtre pâle. Les *plagioclases* sont abondants, et mâclés selon l'albite et Karlsbad, rarement selon la péricline. Les variétés rencontrées vont de l'andésine basique, jusqu'au labrador $Ab_2 An_3$; le labrador moyen paraît être le feldspath le plus répandu. La *structure* est panidiomorphe grenue.

9. *Malchites*. Ces roches qui traversent les gabbros, sont mésocrates, et généralement à grain fin. Au microscope, elles renferment de la *magnétite*, en petits grains disséminés partout, du *sphène*, en gros grains irréguliers et grisâtres, qui sont généralement voisins de la magnétite, et moule parfois des plages de hornblende. Bissectrice aiguë = Ng; $2V = 35^\circ$. On trouve aussi parmi les minéraux accessoires, de l'*apatite*, généralement en inclusions dans l'élément noir, mais parfois en cristaux libres. La *hornblende*, en cristaux corrodés et allongés suivant $m = (110)$, est rarement mâclée selon $h^1 = (100)$. Elle est presque uniaxe et négative, s'éteint à 20° sur $g^1 = (010)$; sa biréfringence $Ng - Np = 0,022$. Elle est toujours fortement colorée et polychroïque, avec Ng = vert bleuâtre intense, Nm = vert, Np = brun jau-

nâtre pâle. Les *plagioclases acides* sont abondants et mâclés selon l'albite; les extinctions sur $g^1 = (010)$ et celles sur les sections perpendiculaires à Np mâclées selon l'albite, rattachent les variétés à la série des oligoclases et des oligoclases acides. *Quartz* extrêmement abondant, en grains idiomorphes. *Structure* panidiomorphe grenue.

10. *Pegmatites à hornblende*. Ces roches sont assez répandues, et à éléments généralement d'assez grande taille. Elles renferment soit de la hornblende, soit du diallage en voie d'ouralitisisation et il n'y a aucun doute que, dans tous les cas, la hornblende ne provienne de ce diallage. Au microscope, ces roches renferment toujours de la *magnétite* en amas irréguliers, souvent un peu de *sphène*, de la *hornblende* en grands cristaux vert sale, qui garde souvent dans son intérieur les inclusions opaques orientées du pyroxène. Elle s'éteint à 19° sur $g^1 = (010)$, ses autres propriétés optiques sont normales. Quand il existe encore du *pyroxène*, ce qui n'est pas le cas chez tous les spécimens, celui-ci est toujours criblé de facules d'amphibole.

Les *plagioclases* sont tout-à-fait décomposés dans certaines variétés, ou au contraire assez frais dans d'autres; ils sont mâclés selon l'albite, Karlsbad, et la péricline, et parfois zonés. Sur $g^1 = (010)$ les extinctions de Np, qui oscillent autour de 40° à 45° , et celles des sections mâclées selon l'albite et perpendiculaires à Np, rattachent les types à la série des labradors basiques, allant jusqu'à l'anorthite. Lorsque les *plagioclases* sont décomposés, ils sont alors remplacés par des amas *kaoliniques* opaques, dans lesquels la *zoisite* et surtout l'*épidote* se développent largement.

11. *Plagiaplites*. Ces roches franchement leucocrates, et même acides, sont tout-à-fait semblables à celles décrites par M. Duparc pour le Koswinsky: au microscope elles renferment peu ou pas de *magnétite*, quelques rares et petites lamelles de *biotite* rouge très polychroïque, un peu de *muscovite* en lamelles plus grandes et plus abondantes, beaucoup de *plagioclases* qui appartiennent au groupe des oligoclases normaux ou acides, puis du *quartz*, en grande quantité. La structure est panidiomorphe grenue.

Roches d'épanchement.

12. *Porphyrites*. Ces roches sont sans doute très variées sur toute l'étendue de la grande zone qu'elles occupent, mais elles sont presque toujours dans un état d'altération profond, qui empêche d'en établir les éléments constitutifs principaux. Certaines variétés paraissent riches en phénocristaux, et ces derniers peuvent alors comporter des feldspaths seuls, ou réunis à un minéral

ferromagnésien; d'autres variétés sont aphyriques. Pour le moment, nous n'avons étudié que quelques types bien caractéristiques de ces différentes roches, nous réservant d'y revenir lorsque la zone des porphyrites nous sera entièrement connue. Dans l'un de ceux-ci, provenant des environs du lac Spassky, les phénocristaux abondent; ils comportent de l'amphibole et des plagioclases. La *hornblende* est de couleur vert pâle, et généralement sans contour géométrique. Elle est parfois mâclée selon $h^1 = (100)$, allongée selon $m = (110)$, sans clivage appréciable et présente l'aspect de certaines ouralites. Le plan des axes est parallèle à $g^1 = (010)$, la bissectrice aiguë $= Np$; extinction de Ng sur $g^1 = (010)$ à 17° . $2V$ voisin de 65° , $Ng - Np = 0,020$ environ. $Ng =$ vert d'herbe très pâle, $Nm =$ vert pâle, $Np =$ vert jaunâtre, presque incolore. Cette amphibole contient souvent à l'intérieur des cristaux et des plages d'épidote.

Le *plagioclase* forme l'élément prépondérant, il est d'assez grande taille, parfois légèrement zoné, avec les profils $p = (001)$ et $a^{1/2} = (\bar{2}01)$ reconnaissables. Mâcles de l'albite et de Karlsbad fréquentes, de la péricline plus rare. Les extinctions sur les sections perpendiculaires à Np , comme celles de la mâcle simultanée de l'albite et de Karlsbad dans la zone de symétrie, rapportent les variétés aux labradors compris entre $Ab_1 An_1$ et $Ab_3 An_4$. Bon nombre de ces feldspaths sont kaolinisés et indéterminables. La *pâte* est complètement altérée, et transformée en une masse kaolinique grisâtre et opaque, qui renferme des grains d'épidote, quelques rares plages de calcite, quelques amas d'actinote fibreuse provenant de l'altération de la hornblende, et quelques rares microlithes feldspathiques filiformes, qui sont mâclés, négatifs en long, et s'éteignent sous de petits angles.

Dans certaines variétés très décomposées, il est impossible de trouver une trace de la structure première, toute la roche est transformée en un tissu feutré d'aiguilles d'actinote vert pâle et faiblement polychroïque, associées à une grande quantité de grains et d'octaèdres de magnétite, des grains et amas fibro-radiés d'épidote, et parfois un peu de quartz.

Roches cristallophylliennes et métamorphiques.

13. *Amphibolites*. Ce sont des roches de couleur verdâtre, finement grenues, et plus ou moins compactes, qui sont d'un type très uniforme, et constituées en majeure partie par de l'amphibole. Au microscope, elles contiennent quelques rares grains et octaèdres de magnétite, puis de très nombreux cristaux de *hornblende*. Ceux-ci, allongés selon $m = (110)$, présentent sou-

vent les profils $m = (110)$, $g^1 = (010)$ et parfois $h^1 = (100)$; les clivages $m = (110)$ sont nets, les mâcles $h^1 = (100)$ rares. La grande majorité des prismes de hornblende sont fortement colorés, il existe cependant très accessoirement une variété incolore ou à peu près. Les deux espèces sont d'ailleurs étroitement liées, et il n'est pas rare de rencontrer des cristaux colorés à une extrémité, et incolores à l'autre, ou qui encore, sont marbrés de taches incolores. Les propriétés de la hornblende colorée sont les suivantes: allongement positif, plan des axes $g^1 = (010)$, bissectrice aiguë = Np, $2V$ relativement petit, souvent presque nul, extinction sur $g^1 = (010)$ de 10° à 20° , Ng — Np = 0.022, Ng — Nm = 0.010, Nm — Np = 0.015, Ng = vert bleuâtre foncé, Nm = vert, Np = vert brunâtre pâle. La variété incolore a une biréfringence Ng — Np de 0.003 environ supérieure à celle de la variété colorée, son angle d'extinction est le même. Les *feldspaths* sont très abondants, et disséminés en petits grains entre les prismes de hornblende. Ils ne présentent ni clivages $p = (100)$, ni mâcles quelconques, ce qui rend leur détermination impossible. La bissectrice aiguë = Np, ce qui permet d'hésiter entre les oligoclases ou au contraire les termes basiques voisins de l'anorthite. La structure est schisto-cristalline; les prismes de hornblende sont alignées parallèlement, et forment le tissu dans lequel le feldspath a cristallisé.

Dans certaines variétés il existe beaucoup de *quartz*, et les feldspaths sont alors complètement kaolinisés. Dans d'autres, l'*épidote* en petits grains jaunâtres, accompagne la hornblende. Ces variétés forment le passage aux *épidotites*, qui renferment alors énormément d'*épidote*, du *sphène*, quelques cristaux de hornblende vert-bleuâtre et très polychroïque, et du feldspath acide.

Certains de ces *épidotites* ne contiennent même plus de hornblende, et sont alors exclusivement formées par de gros grains d'*épidote*, réunis par de l'albite, (extinction à -20 sur $g^1 = (010)$; sections mâclées selon Ab: $1 \text{ SNp.} = 17^\circ$: $1' = 15^\circ$).

14. *Gneiss à biotite*. Ces roches très schisteuses, et paraissant à l'oeil nu fortement micacées, sont intercalées dans les amphibolites dans lesquelles elles forment deux traînées distinctes. Au microscope, elles renferment beaucoup de *biotite* brune, en larges lamelles uniaxes et négatives, toujours très polychroïques avec: Ng = brun foncé, Np = brun jaunâtre pâle. Dans cette biotite on trouve quelques petits grains de *zircon* auréolé. *Muscovite* beaucoup plus rare que la biotite, en lamelles incolores, généralement moulées par celle-ci. *Plagioclases* abondants, mâclés selon l'albite. Dans la zone de symétrie de l'albite, l'extinction maximum pour Np est de quelques

degrés. Sur $1 = \text{SNp}$ extinction à 0, sur $1' = 2$ à 3° . Sur de nombreuses faces $g^1 = (010)$ perpendiculaires à Ng, l'extinction de la vibration négative se fait sous des angles qui varient de quelques degrés à ± 20 . On a donc selon toute vraisemblance, les termes compris entre Ab et Ab₁ An₂. Quartz très abondant. La structure est gneissique, la roche est largement cristallisée.

Genève. Laboratoire de minéralogie
de l'Université.

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.
Апрѣль 1913 г. За Непремѣннаго Секретаря академикъ *А. Карпінскій*.

