

Les granits de Tschéliabinsk (Oural du Sud) et leurs modes de différenciation [suite et fin]

Autor(en): **Smirnoff, N.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Archives des sciences physiques et naturelles**

Band (Jahr): **43 (1917)**

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-743039>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

LES
GRANITS DE TSCHÉLIABINSK

(Oural du Sud)

ET LEURS MODES DE DIFFÉRENCIATION

PAR

N. SMIRNOFF

Privat-docent à l'Université impériale de Moscou

(Suite et fin)

LA SÉRICITISATION DES ROCHES

On remarque déjà à l'œil nu que ce mode de transformation est commun à toutes les roches de Tchéliabinsk. Au microscope, on retrouve en effet parmi ces roches séricitisées les granits grenus à microcline et à biotite, avec les variétés porphyriques et les variétés acides, les roches riches en sphène, les roches à amphibole, les porphyres à biotite, le granit écrasé des surfaces de dislocation.

Le *quartz* est le seul minéral qui ne soit pas atteint par ce mode de métamorphisme, il est primaire dans la grande majorité des cas ; quelquefois cependant il doit être considéré comme secondaire et sa formation est alors due à des venues de SiO_2 en dissolution. Le *plagioclase* est le minéral qui a été le plus atteint par la séricitisation, il est plus ou moins transformé en séricite ; seul le bord des cristaux est parfois resté plus ou moins frais ou s'est transformé en albite secondaire. Le *microcline* est aussi quelquefois modifié, il acquiert une structure fibreuse et les

mâcles suivant la loi du péricline disparaissent. Les bordures d'albite secondaire qui entourent les inclusions de plagioclase s'accroissent alors aux dépens du microcline lui-même. La *biotite* se transforme en séricite et épidote, en pennine ou en clinocllore.

La *séricite* est le minéral secondaire principal; ses lamelles recouvrent la surface des plagioclases et sont aussi disposées dans l'intérieur, d'une façon quelconque. Elle est accompagnée de *calcite*, d'*épidote* et d'*albite secondaire*. Nous avons plusieurs fois observé de la *pyrite* en abondance, avec du *quartz* secondaire.

Les minéraux de ces roches se transforment donc, en résumé, comme suit :

1° transformation des plagioclases en albite, séricite, calcite, épidote ;

2° transformation de la biotite en séricite, chlorite, épidote ;

3° albitisation du microcline, suivie quelquefois de sa séricitisation.

Ces transformations nous permettent de conclure, dans plusieurs cas, à l'existence d'un métamorphisme régional des roches sous l'influence d'agents minéralisateurs et de venues post-volcaniques qui ont apporté les produits nécessaires à la formation des micas, du quartz et de la pyrite. Ce métamorphisme doit être considéré, selon toutes probabilités comme indépendant des forces dynamiques, car nous avons parfois observé la séricitisation de roches peu ou pas écrasées.

LES ROCHES ÉCRASÉES

Le dynamométamorphisme est très intense dans la région de Tchéliabinsk. On en constate les effets pour des roches de types très variés (grenues, schisteuses, gneissiques, microgrenues, bréchoïdes, cornéennes), il y a une recristallisation plus ou moins importante.

L'étude microscopique montre que le dynamométamorphisme agit le plus fréquemment au point de vue mécanique seulement, tandis que la *recristallisation* est nulle ou peu marquée.

On observe des structures *clastiques, schisteuses, porphyroblastiques*. L'écrasement du quartz et des feldspaths est parfois accompagné de la production de chlorite, de rutilé et de séricite aux dépens de la biotite, ainsi que de séricite et d'épidote à partir des feldspaths; on remarque cependant que ces décompositions sont rarement complètes. Quant au microcline il est tout autant écrasé que le quartz et les plagioclases, sa structure caractéristique n'est donc évidemment pas un effet du dynamométamorphisme; il constitue bien un minéral primaire dont les mâcles sont dues à des pressions qui se sont exercées dans le bassin magmatique.

LES PORPHYRES

Ce sont les roches acides de la dernière intrusion; elles n'ont pas de relations génétiques avec le massif granitique. On en distingue plusieurs variétés, plus ou moins fraîches, peu écrasées; certaines sont très riches en plagioclase.

Comme phénocristaux, on trouve le plagioclase, l'orthose, le quartz et l'amphibole; la pâte est constituée par du quartz et du feldspath, accompagnés parfois par du verre.

Le *plagioclase* est de l'albite, en cristaux idiomorphes ou corrodés, tantôt en voie de séricitisation, tantôt écrasé.

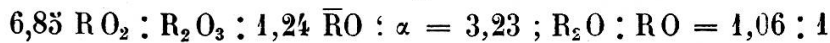
L'*orthose* est plus rare que le plagioclase, elle est souvent fortement kaolinisée. Le *quartz* est très corrodé; ainsi que l'*amphibole verte*, qui est rarement idiomorphe et souvent zônée.

Comme minéraux secondaires, on trouve la séricite, le kaolin, l'épidote, la calcite, la chlorite et l'albite.

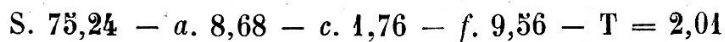
L'analyse ci-dessous montre que nos porphyres sont assez voisins de quelques roches analogues de la Finlande et de l'Australie. La formule de Lœwinson-Lessing met en évidence des relations de ces roches avec le magma des granits à plagioclase, des dacites et des porphyrites quartzifères. Quant à la formule d'Osann, elle montre l'analogie avec les granophyres. Le coefficient $T = 2,01$ peut s'expliquer probablement par la kaolinisation et la séricitisation.

Si	O ₂	=	68,59
Ti	O ₂	=	0,18
Al ₂	O ₃	=	16,29
Fe ₂	O ₃	=	0,88
Fe	O	=	1,97
Ca	O	=	1,23
Mg	O	=	1,99
K ₂	O	=	2,73
Na ₂	O	=	4,90
P ₂	O ₅	=	0,22
Perte au feu		=	0,82
			99,80

Formule de Lœwinson-Lessing :



Formule d'Osann :



Poids spécifique = 2,67.

LES PORPHYRITES ET LES DIABASES

Ces roches basiques constituent un massif situé à la périphérie méridionale de la zone granitique. On y trouve principalement des porphyrites, parmi lesquelles on peut distinguer, au point de la constitution minéralogique et de la structure, des variétés aphanitiques, sans phénocristaux et des variétés à deux temps de consolidation. Parmi ces dernières, on remarque des roches riches en plagioclases, leucocrates, et des roches riches en pyroxènes, mélanocrates.

Les *porphyrites à plagioclases* sont des roches d'épanchement à deux temps de consolidation. Les phénocristaux sont représentés par de l'andésine ou du labrador. Les microlites correspondent à des variétés de plagioclases plus acides. On trouve ensuite de la biotite, de l'amphibole formée aux dépens du pyroxène, de l'épidote, de l'albite, de la chlorite et des carbonates. Tous ces minéraux, exception faite du plagioclase et de la biotite, sont d'origine secondaire. On n'observe que très rarement du verre. L'épidote est le minéral secondaire le plus

abondant, on peut le distinguer par son polychroïsme et par sa biréfringence $n_g - n_p$ variable de 0,031 à 0,036. On observe parfois des pseudomorphoses de feldspaths en épidote où il est aisé de reconnaître par les profils de faces (001), (100) et (101). L'amphibole est le plus souvent représentée par de l'actinote. Quant aux autres minéraux, ils n'ont rien de particulièrement remarquable, si ce n'est l'albite, que nous avons du reste décrite dans un article précédent ⁽¹⁾.

Malgré le métamorphisme intense subi par ces roches, il est possible de diagnostiquer la composition primaire, qui était celle de diabase-porphyrites.

LES PORPHYRITES A OURALITE

Ce sont des porphyres à pyroxène chez lesquelles ce minéral a été complètement ouralitisé. Cette *ouralite* est une amphibole verte, souvent mâclée selon $h^1 = (100)$, de biréfringence $n_g - n_p = 0,020$ et dont l'angle d'extinction maximum, pour n_g est de 15° , par rapport à l'arête prismatique. L'ouralite est parfois remplacée par de l'*actinote* et par de la *trémolite*. Les phénocristaux de *plagioclase* sont du labrador ou de l'andésine ; quant aux microclites de ce même minéral, ils se rattachent à la série oligoclaseandésine. On remarque encore la *biotite* et, comme produits secondaires, les mêmes espèces que ci-dessus : albite, rutilé, épidote, chlorite, carbonates et, en plus, de la zoïsite. Ces minéraux se rencontrent parfois en amas remplissant les cavités. Les porphyrites à ouralite sont des roches plus basiques que les précédentes.

Le métamorphisme transforme fréquemment nos roches en *amphibolites*, chez lesquelles on ne retrouve plus d'éléments primaires. Elles sont alors massives, rarement schisteuses ; au microscope, on y observe les minéraux suivants ; l'amphibole verte, l'actinote, le glaucophane, l'épidote, la séricite, le quartz,

¹⁾ *Recherches sur l'albitisation des roches éruptives, Archives, Genève 1914.*

les carbonates, l'hématite et la magnétite. Lorsque le glaucophane devient prépondérant, on passe aux *glaucophanites*.

Les *diabases* sont très rares dans les environs de Tchéliabinsk. Ils sont composés de diopside, d'andésine ou de labrador et de magnétite, avec les minéraux secondaires mentionnés ci-dessus.

Les *diorites* sont également peu fréquentes. Elles sont constituées par de l'amphibole brune et verte, du plagioclase, quelquefois du quartz, puis des minerais et des produits secondaires communs : albite, séricite, épidote, chlorite. L'amphibole verte doit probablement être considérée également comme secondaire. Les diorites se présentent parfois en filons, parfois en masses intrusives.

Les *porphyres à amphibole et à quartz* semblent être des roches filoniennes que l'on peut rapprocher des porphyres filoniens vus précédemment. Nous les avons rencontrés plusieurs fois dans le massif des porphyrites.

L'analyse ci-dessous, d'une porphyrite à plagioclase, se rapproche des analyses de quelques laves basaltiques et de quelques andésites, que nous avons trouvées dans le mémoire d'Osann. La formule de Lœwinson-Lessing est analogue à celle obtenue pour les diorites et les diabases.

Si	O ₂	=	54,99
Ti	O ₂	=	26,99
Al ₂	O ₃	=	1,54
Fe	O	=	3,57
Ca	O	=	4,58
Mg	O	=	0,51
K ₂	O	=	5,52
Na ₂	O	=	3,80
P ₂	O ₅	=	0,80
Perte au feu		=	2,35
			99,25

Formule de Lœwinson-Lessing :

$$4,1 \text{ RO}_2 : \text{R}_2\text{O}_3 : 1,7 \bar{\text{R}}\text{O} ; \alpha = 1,75 ; \text{R}_2\text{O} : \text{RO} = 1 : 4$$

Formule d'Osann :

$$\text{S. } 60,38 - a. 3,85 - c. 5,34 - f. 10,81 - n. 8 - \text{T} = 1,82$$

Poids spécifique = 2,72.

LITTÉRATURE

Le massif de Tchéliabinsk est, comme nous venons de le voir, un massif granitique de composition très variée. Les diverses roches du massif doivent être, semble-t-il, le résultat de plusieurs modes de formation, que nous pouvons classer comme suit :

1. La différenciation et l'injection.
2. Les phénomènes post-volcaniques.
3. Le dynamométamorphisme.
4. Les épanchements posthumes de roches basiques.

Nous allons, dans ce qui suit, comparer d'autres massifs granitiques à celui de Tchéliabinsk, en vue d'y rechercher des analogies, surtout en ce qui concerne les procédés de différenciation.

L'*Oural* n'a été que très peu étudié à ce point de vue. M. J. Krachéninnikoff fut le premier qui travailla dans cet ordre d'idées ; il a écrit un excellent article sur la tectonique du massif de Tchéliabinsk (Annuaire géologique de la Russie, 1914), mais en laissant de côté les détails pétrographiques. Dans cet article, M. Krachéninnikoff donne un bref aperçu des roches écrasées et un tableau général de la structure géologique du massif, il y considère les roches à sphène et à amphibole comme des zones, des traînées (schlieren) basiques.

M. B. Krotoff a décrit des roches tout à fait semblables dans la Miasskaya-Datcha, à l'ouest de Tchéliabinsk (Kazan, 1915). La structure géologique diffère un peu ici de celle du massif de Tchéliabinsk, car les serpentines, les diabases et les porphyrites y sont beaucoup plus répandues. Quant au métamorphisme, il est tout à fait analogue à ce que nous avons trouvé dans notre étude. En ce qui concerne les roches acides de la Miasskaja-Datcha, elles sont représentées par des granits à biotite analogues à ceux que nous avons décrits, puis par des roches gneissiques, à structure granulitique, avec des filons leucocrates et mélanocrates, qui sont les produits d'une différenciation peu développée. On a également trouvé des filons de pegmatite

et d'aplite. Quant aux syénites quartzieuses à amphibole, elles rappellent beaucoup nos roches à amphibole de Tchéliabinsk, tandis que les kératephyres à quartz correspondent à nos porphyres filoniens.

Le système de Kotchkar (Wissotzki, Com. Géol., 1900), l'une des régions aurifères les plus riches de l'Oural, à 60 km. au sud de Tchéliabinsk, montre une structure géologique analogue à celle que nous avons observée. La zone W. et S. O. de ce massif est constituée par des granits, le reste par des roches schisteuses écrasées, avec des affleurements de porphyrites et des filons de porphyres. La roche la plus répandue est le granit à deux micas, passant au granit à biotite, mais on trouve aussi des filons de pegmatites, d'aprites et de porphyres. Les gîtes aurifères sont inclus dans les roches cataclastiques, dans les granits métamorphisés, les « bérésites », ainsi que dans les filons de quartz qui contiennent du mispickel, de la pyrite, de la stibine, de la galène et de la chalcopyrite. On rencontre également des affleurements de serpentine, de pyroxénite et d'amphibolite. Les roches écrasées sont très variées et ressemblent parfois à des schistes chloriteux et micacés ; on y distingue plusieurs degrés d'écrasement et les mêmes minéraux secondaires qu'à Tchéliabinsk. Les porphyrites ont subi le même métamorphisme et passent aux schistes chloriteux.

Les roches de Tchéliabinsk, de la Miasskaya Datcha et de Kotchkar présentent donc une analogie très marquée au point de vue pétrographique et ne diffèrent que par les proportions relatives des différents types rencontrés sur le terrain.

Aux environs du lac de Tourgojak, M. Wiscout (Moscou 1913) a signalé des granits à faciès riches en amphibole, des roches rubannées, des injections et des absorptions d'amphibolites par le granit, qui passe petit à petit à la syénite. Les schistes gneissiques s'y sont formés à la suite d'injection d'aprites. Quant au gabbro des montagnes Talovsky il est, paraît-il, un produit de résorption de pyroxénites par le magma foyaitique.

MM. les professeurs L. Duparc et L. Mrazec ont décrit, dans leur ouvrage sur le minerai de Troitzk, Kizelovskaja-Datcha (Mém. Com. Géol. 1904), des contacts typiques, accompagnés d'absorption et d'injection. Le granit de cette région montre

une tendance très accusée à la formation de phénocristaux, sa faible teneur de 65,08 % en SiO_2 est due à l'absorption des roches environnantes. Les cornéennes, qui contiennent le minerai, ont une composition très variée ; elles peuvent être considérées comme des calcaires magnésiens et argileux métamorphisés par contact. Près de ces calcaires, le granit devient encore plus basique ($\text{SiO}_2 = 55,40$ %). La genèse du minerai est expliquée par les auteurs comme due à l'action d'agents minéralisateurs riches en fer.

La *Sibérie*, avec ses vastes espaces, n'a encore pu être étudiée en détail et nous ne pouvons citer que peu d'ouvrages, traitant des phénomènes en question.

M. Meister a donné une description pétrographique détaillée des roches de la partie sud du district de l'Yénisséï. Ce sont des granits, des pegmatites, des syénites, des porphyres et des diabases. Le magma granitique y a subi une différenciation très avancée et les divers types qui ont ainsi pris naissance sont des granit à biotite et à amphibole, des banatites, des monzonites, des aplites et des granits à muscovite (Angara).

M. Auert a décrit (La carte géologique de la région aurifère de la Zeia, 1905) un massif granitique qui présente beaucoup de caractères communs avec celui de Tchéliabinsk. La roche principale est un granit à plagioclase, très écrasé et contenant des concrétions basiques. Il est traversé par des filons de porphyre. Ce granit a injecté et absorbé des gneiss et, d'autre part, il présente parfois des faciès dioritiques.

D'après les données que nous possédons, la *Russie du Sud* est presque aussi pauvre en phénomènes de différenciation et d'absorption que l'Oural et la Sibérie. M. N. Besborodjko (Novotcherkask, 1912) a décrit des inclusions basiques du granit des environs de Tchigirin, gouvernement de Kiew. Ces inclusions sont constituées par de la biotite, du quartz et du grenat ; il les regarde comme des produits de différenciation du magma granitique. M. Tarassenko a décrit, dans le granit de Krivoi Rog (Mém. Com. Géol., 1914), un faciès riche en biotite, un faciès porphyrique, des roches dioritiques intimement liées au granit, des roches à amphibole, des granits à muscovite, ainsi que des roches rubannées de composition très voisine de celles que nous

avons rencontrées à Tchéliabinsk. Le dynamométamorphisme y est aussi très intense. Dans le gouvernement de Podolsk, à Guivan, M. Solsky a décrit des enclaves de calcaire dans les granit à biotite et à hypersthène (Annuaire Géol. Russe, 1914).

Le *Nord de l'Europe* donne toute une série d'exemples de différenciation et d'absorption. Dans son ouvrage *On granits and gneiss* (Bull. comm. Géol. Finl., 1907), M. Sederholm fait une étude comparative des injections de granit de la Finlande, qui ont souvent absorbé des amphibolites et ont provoqué le développement d'une structure parallèle et schisteuse dans les roches injectées. Il donne le nom de « palingenesis » au processus de fonte et de recristallisation des couches dures, sous l'action du magma ; les produits ainsi formés sont dénommés « nugmatites ».

Frosterus a décrit, dans le granit de Kangasniemien, Finlande (Bull. Comm. Géol. Finl., 1896), des enclaves entourées de zones concentriques de feldspaths et de biotite. Ces enclaves ne sont pas autre chose que des blocs de gneiss, métamorphisés par les agents minéralisateurs. Dans un autre ouvrage (T. M. P. M., Bd XIII), le même auteur explique d'une façon toute différente des formations semblables observées près de Borgä ; ce sont, d'après lui, des sphérolites, entourés de zones de mica, dont la formation est due à la différenciation du magma.

O. Tenokv et C. Benedicks ont décrit, dans les environs d'Upsala, Suède (Geol. Fören. Förh., 1910) des enclaves constituées par des blocs de gneiss et de diorites, riches en mica, entourées d'une zone foncée, puis d'une zone plus claire et plus acide. Enfin, M. Holmquist admet, pour l'Archéen de la Suède, des phénomènes d'injection et d'absorption extrêmement vastes (Geol. Fören. Förh., 1907) ; les granits les plus anciens sont devenus plus basiques par absorption des roches environantes, tandis que les granits plus jeunes n'ont pas été capables d'absorber ces roches et en entourent les enclaves.

Les massifs granitiques de l'*Europe centrale* ont fourni de nombreux exemples de différenciation et d'absorption, que nous passerons rapidement en revue.

Dans les Montagnes des Géants, Milch a décrit (Beiträge zur Kenntnis der granit. Gesteine des Riesengebirges. N. J. f. M.,

Bd. XII, 1899), un massif granitique, dont le magma a subi une différenciation très profonde. La structure des granits à biotite et à amphibole est tantôt grenue, tantôt porphyrique, mais les phénocristaux ne sont jamais bien formés. On y trouve des faciès acides à structure panidiomorphe grenue ou pegmatitique et des faciès basiques, beaucoup plus rares. Ces derniers sont tantôt riches en CaO, tantôt en MgO et FeO ou en Al_2O_3 . L'auteur mentionne également des enclaves de schistes, riches en andalousite et en grenat.

En Silésie, MM. Milch et Riegner décrivent (*Über basische Konkretionen und verwandte Konstitutionsfaciès im Granit von Strigau, N. J. f. M.*), des granits contenant des traînées riches en biotite, en amphibole, en orthite et d'autres, à structure microgrenue, avec des cristaux idiomorphes de silicates ferro-magnésiens; d'autres finalement, à structure parallèle, avec des bandes de biotite et de feldspath.

En Saxe, Beck a décrit⁽¹⁾ des enclaves de cornéennes, de quartzites et des inclusions riches en mica, dans des granits à structure parallèle.

La Forêt Noire a fourni de nombreux exemples d'enclaves, notamment des blocs de gabbro, en partie absorbés par le granit⁽²⁾. Ces enclaves, riches en amphibole, sont accompagnées par des produits de différenciation, que l'on peut rattacher aux syénites de mica. On rencontre également des blocs de gneiss, qui sont injectés par des filons de pegmatite et d'aplite, avec formation de tourmaline et de muscovite. Les roches gneissiques de la Forêt Noire sont d'origine tantôt éruptive, tantôt sédimentaire⁽³⁾. La structure parallèle des gneiss de la première catégorie s'explique par l'existence de mouvements dans le magma en voie de consolidation; leurs produits acides de différenciation sont des granulites, qui traversent sous formes de filons les gneiss sédimentaires. Les gra-

¹⁾ *Über einige Eruptivgneise des Sächs. Erzgebirges, T. M. P. M., Bd. XXIII.*

²⁾ Philipp: *Vorläufige Mitt. über Resorptions- und Injektionserscheinungen im S. Schwarzwald, Centralblatt für Mineralogie, 1907.*

³⁾ Schwenkel: *Die Eruptivgneise des Schwarzwaldes und ihr Verhältniss zum Granit, T. M. P. M., Bd. XXXI.*

nits sont postérieurs aux gneiss et les injectent, en formant, autour des enclaves, une zone riche en biotite.

Dans « les Montagnes des Sapins », M. Lucizky a décrit ⁽¹⁾ des granits avec des concrétions basiques et des enclaves d'amphibolites; ces dernières sont parfois des gabbros métamorphisés ou des calcaires recristallisés.

Chelius a observé, dans les granits de l'Odenwald ⁽²⁾ des enclaves de diorites, de diabases et de schistes. Ces enclaves sont entourées de phénocristaux de feldspaths et, dans le voisinage, le granit est devenu plus riche en amphibole et en mica. Les enclaves de cornéennes sont entourées d'une zone riche en sphène ⁽³⁾.

Dans le Harz, Erdmannsdörffer a décrit des enclaves de quartzites, de cornéennes, de diabases et de tufs diabasiques, accompagnées de silicates d'alumine et de chaux, ainsi que d'amas de minéraux constitutifs du granit ⁽⁴⁾.

Les Alpes ont fourni plusieurs exemples classiques d'absorption de roches sédimentaires par le granit, et de différenciation de ce dernier. M. Salomon a étudié ⁽⁵⁾ plusieurs massifs de tonalites, qui ont absorbé diverses roches sédimentaires. Il a rencontré des marbres triasiques (Adamello) dont les enclaves sont entourées de concrétions basiques, des cornéennes à grenat (Monte Airolo), des schistes avec silicates d'alumine (Cima d'Asta, Clausen). Le granit du massif de l'Aar ⁽⁶⁾ contient des blocs d'amphibolites et de micashistes, injectés par des filons d'aplite; ce ne sont pas autre chose que des lambeaux du toit sédimentaire du granit. Le contact immédiat est caractérisé, d'une part par un faciès leucocrate, d'autre part par la formation de biotite, de sillimanite et de zoïsite.

¹⁾ Petrographische Studien zwischen Erbdorf und Neustadt an der Waldwaab, *Centralblatt für Mineralogie*, 1904.

²⁾ Mitteilungen aus dem Aufnahmegebiete des Sommers, 1894; *Notizblatt für Erdkunde*, Darmstadt, 1894.

³⁾ Petrogr. Unters. im Odenwald, *Centralblatt für Chemie*, 1906.

⁴⁾ Die Einschlüsse des Brokengranits, *Jahrb. d. preusz. geol. Landesanstalt*, 1911.

⁵⁾ Über Alter, Lagerungsform und Entstehungsart des periadriatischen granitisch Körnigen Massen, *T. M. P. M.*, Bd. XVII.

⁶⁾ Balzer: Die granitischen Intrusivmassen des Aarmassivs, *N. J. f. M.*

Au massif de la Dent Blanche⁽¹⁾ on trouve des granits à structure parallèle, fortement écrasés, présentant des faciès acides et des concrétions basiques, accompagnées d'enclaves de schistes et de calcaires argileux métamorphosés.

Le massif du Mont-Blanc, étudié en détail, depuis 1892, par le Prof. L. Duparc et ses élèves⁽²⁾ présente les exemples les plus frappants et les plus caractéristiques d'injection et d'absorption par les roches granitiques. La protogine du Mont-Blanc contient des enclaves de micaschistes, injectés par des filons de quartz, produisant une granitisation très profonde. Les enclaves d'amphibolites se rencontrent aussi dans la protogine, dont la composition devient quelquefois plus basique, par absorption des roches sédimentaires.

Les *Pyrénées* ont été, avec les Alpes, le berceau de la théorie des injections. Le granit de l'Ariège⁽³⁾ a absorbé des mica-schistes et les a transformés en gneiss, avec formation de silicates d'alumine; quant aux calcaires ils passent aux marbres et aux cornéennes, avec le développement de silicates de chaux, tandis que les schistes sont transformés en amphibolites. Le granit lui-même donne des diorites quartzifères, des norites et même des péridotites, formant des auréoles autour des enclaves de calcaire. A part ces phénomènes de contact, on note la présence de pegmatites et d'aprites. Au massif Quérigut-Millas, le granit contient des inclusions d'amphibolites, qui ne sont pas autre chose que des schistes argileux calcaires transformés. Lacroix considère du reste les diorites et les gabbros de la région comme provenant de l'absorption des calcaires et des schistes par le magma granitique,

Les granits de *Flamanville* ont été plusieurs fois l'objet d'études pétrographiques. M. Michel Lévy⁽⁴⁾ y décrit des enclaves de schistes et de grès, transformés en amphibolites et en quartzites. M. Le Clerc⁽⁵⁾ arrive à la conclusion, qu'au

¹⁾ Milch: N. J. f. M., Bd. I, 1901.

²⁾ Arch., 1892, 1893, 1894, 1895, 1898, etc.

³⁾ A. Lacroix: Le granit des Pyrénées et ses phénomènes de contact. *Bull. du Service de la carte géologique de France.*

⁴⁾ Bull. Serv. Carte Géol. Fr. 1893-94.

⁵⁾ C. R., 1902.

voisinage des enclaves, le granit s'enrichit en alumine chaux et magnésie et s'appauvrit en alcalis. M. Becke ⁽¹⁾ pense que certaines enclaves mentionnées par les auteurs précédents, ne sont que des concrétions basiques.

Nous pouvons finalement citer encore en *Amérique*, d'après M. Daly ⁽²⁾, des roches granitiques considérées comme résultant de l'absorption de quartzites par le gabbro. Ces roches passent du reste insensiblement au gabbro. L'auteur pense que l'absorption de roches sédimentaires doit toujours être accompagnée par des phénomènes de différenciation et par des mouvements dans le magma.

CONCLUSIONS

Notre rapide aperçu littéraire nous permet de donner un tableau général des processus de différenciation qui interviennent dans un massif granitique, à la suite de l'absorption de roches étrangères. Les divers phénomènes peuvent se grouper comme suit :

I L'injection	{	1. sans pneumatolyse (feldspathisation). 2. avec pneumatolyse (production de tourmaline florine, etc).
II L'absorbtion	{	1. sans assimilation (enclaves, minéraux de contact). 2. avec assimilation partielle (enclaves, structures sphérolitiques). 3. avec assimilation complète (trainées, concrétions basiques).
III Les mouvements dans le magma	{	1. roches à structure parallèle 2. faciés riches en silicates ferro-magnésiens. 3. modifications dans l'ordre de cristallisation. 4. faciés périphériques à deux temps de consolidation.
IV La différenciation	{	1. trainées acides et basiques 2. filons d'aprites et de lamprophyres.

La structure géologique du massif de Tcheliabinsk s'explique fort bien à l'aide de ce tableau schématique :

La cristallisation normale des roches granitiques a été trou-

¹⁾ T. M. P. M., Bd. XXI.

²⁾ The secondary origin of certain granities, *Amer. Journ. of Sc.* 1905.

blée, ce qui a provoqué la formation de types porphyriques d'une part et, d'autre part, la genèse de faciès acides et basiques, comme les roches à deux micas et les roches à sphène et à amphibole. Nous considérons les roches à amphibole comme des blocs de roches sédimentaires, probablement de calcaire carbonifère, arrachés au toit et absorbés par le magma. Les concrétions riches en biotite peuvent être aussi des enclaves, mais d'une autre nature.

Ces diverses enclaves ont été transportées par suite des mouvements, des courants existant dans le magma et les canaux de transport se présentent, après consolidation, sous forme de roches à structure parallèle. Quant aux roches filoniennes, elles ont probablement rempli les failles de contraction des roches granitiques; la première génération est représentée par des aplites, des pegmatites et des porphyres à biotite, tandis que les porphyres à quartz sont de formation postérieure.

L'étude pétrographique a confirmé la genèse géologique que nous venons d'exposer. La microstructure du type grenu nous apprend en effet que, déjà au moment de la formation du sphène et de la biotite, le bassin magmatique fut troublé par des mouvements qui transportèrent ces minéraux et les réunirent en amas en plusieurs régions du bassin (traînées de titanite). La structure zônée des plagioclases s'explique également fort bien par la variation dans la composition chimique du magma, sous l'influence de l'absorption des calcaires. Quant à l'existence de plusieurs générations de plagioclase et de quartz, elle peut s'expliquer par de brusques changements dans la température du bassin.

Nous remarquons donc que le massif de Tcheliabinsk présente tous les phénomènes caractéristiques groupés dans le tableau ci-dessus, à l'exception toutefois des phénomènes d'injection. Cette anomalie apparente peut s'expliquer aisément en considérant que les roches que nous observons maintenant se sont formées à une profondeur considérable, sous le toit sédimentaire, qui a presque totalement disparu par dénudation.
