

# LES ROCHES PRÉQUATERNAIRES

DE LA

# FINLANDE

(2:ME ÉDITION REVUE)

PAR

**J. J. SEDERHOLM**

AVEC UNE CARTE

---

(EXTRAIT DE L'ATLAS DE FINLANDE 1910)

---

HELSINGFORS

Juillet 1911

## Roches préquaternaires.

La carte a été dressée à la Commission géologique.

Le texte est rédigé par le professeur J. J. Sederholm, directeur.

Depuis la publication de l'esquisse géologique qui figurait dans la première édition de l'Atlas, on a pu redresser la carte géologique de toute la Finlande septentrionale. A l'époque où fut publiée cette première carte, on n'avait sur cette partie du pays que des renseignements très défectueux; aussi la présente carte offre-t-elle de grands changements dans ces régions. Mais maintenant encore un territoire assez considérable dans la Finlande centrale, compris à peu près entre Brahestad, Kristinestad et Varkaus au S de Kuopio, est resté en majeure partie non étudié, ce qui rend difficile le rattachement des recherches faites antérieurement dans le SW de la Finlande à celles qu'on vient d'effectuer dans les parties orientales et septentrionales du pays.

Il aurait donc été désirable de pouvoir reculer d'au moins deux ans la publication d'une carte nouvelle. Comme cependant les circonstances exigent qu'elle soit immédiatement imprimée, il faut signaler spécialement qu'elle est appelée sans doute à subir bientôt des modifications en partie considérables. La constitution de la carte géologique d'un terrain archéen offre en effet des difficultés si grandes (en partie même presque insurmontables) qu'on ne peut jamais la considérer comme définitive. En tout cas chaque nouvelle tentative peut servir, durant un certain temps, comme un résumé des connaissances jusqu'ici acquises de la géologie préquaternaire du pays.

La Finlande diffère complètement par sa constitution géologique de la plupart des pays d'Europe, p. ex. des parties principales de la Russie, de l'Allemagne, de l'Angleterre et de la France. Ce qui domine dans ces pays

ce sont les roches *sédimentaires fossilifères*: grès, argiles schisteuses, calcaires etc., qui ne sont visiblement que des couches durcies et à peine altérées de sable, d'argile, de boue calcaire etc. primitivement déposés sur le fond des mers et amenés à leur position actuelle par le soulèvement postérieur de certaines parties de l'écorce terrestre. Assez souvent elles s'étendent encore à peu près horizontalement les unes sur les autres, dans l'ordre où elles se sont déposées, et constituent alors des pays de plateaux unis, sillonnés seulement par les rigoles que se sont creusées les rivières. Ailleurs ces roches sédimentaires ont été, par des dislocations de l'écorce terrestre, empilées en collines et en chaînes de montagnes, et alternent aussi parfois avec des roches volcaniques ou éruptives qui se sont frayé un passage depuis les parties profondes de la terre. Au-dessus de ces couches, on trouve le plus souvent des masses épaisses de terre meuble, formées soit par des sédiments non encore complètement durcis, soit par la désagrégation des roches sous-jacentes plus solides.

En Finlande, comme dans les pays qui l'avoisinent au NE et à l'W, le sol se compose au contraire surtout de roches cristallines dures, (granites, gneiss, schistes etc. formées aux époques les plus reculées du globe; elles sont le plus souvent toutes fraîches et non désagrégées jusqu'à la surface, bien que, dans leurs parties supérieures, un peu plus fissurées que dans leurs profondeurs. La plupart de ces roches ont autrefois été enfoncées profondément dans l'écorce terrestre, où elles ont pris leur structure cristalline particulière, et ne sont apparues au jour que plus tard, à mesure que les roches qui les recouvraient étaient désagrégées et emportées.

Sur ce fond solide de roches anciennes reposent comme un manteau les masses de graviers, de sables et d'argiles formées pendant ou après l'époque glaciaire. Cette couche de dépôts meubles est pourtant très mince, et de plus comme percée de nombreux trous, par lesquels les roches anciennes apparaissent sous la forme de petites éminences. En dressant la carte, on a supposé ces roches anciennes débarrassées de leur revêtement de dépôts meubles, dont l'extension est indiquée sur une carte spéciale (n:o 4). Ce n'est que dans la région située entre le Ladoga et le golfe de Finlande, et sur quelques îles de ce golfe, où les roches anciennes sont entièrement couvertes de dépôts appartenant au système *quaternaire*, que ceux-ci ont été indiqués sur la carte.

Comme le montre la gamme des couleurs, il n'y a guère dans la plus grande partie du territoire de la Finlande, outre ces dépôts quaternaires, que des formations d'âge précambrien. On n'y rencontre de sédiments et roches éruptives *paléozoïques* que sur une très faible extension.

*Porphyre à néphéline, syénite à cancrinite et ijolite.* Dans le nord de la Finlande on rencontre quelques petits affleurements des intéressantes roches à néphéline, qui ont une grande extension dans la presqu'île de Kola. A Kuolajärvi on trouve, dans la gorge de Pyhäkuru à l'W de Vuorijärvi, de nombreux filons de *porphyre à néphéline*, qui en quelques endroits a imprégné d'aegirine et d'autres minéraux le granite gneissique environnant. On y a aussi observé la *syénite à cancrinite*, roche rare. Dans le rocher de calcaire dolomitique, appartenant aux formations kaléviennes de la région, sur laquelle est bâti le village de Vuorijärvi, on trouve aussi d'abondantes imprégnations d'aegirine, de néphéline, de biotite, de titanite et surtout de titano-magnétite qui forme de nombreuses enclaves dans le calcaire. Des roches très semblables à l'alnöite typique d'Alnö près de Sundsvall se trouvent aussi en blocs erratiques sans doute provenus du même rocher. Il est vraisemblable qu'il y a ici à une assez grande profondeur un massif de syénite à néphéline. L'livaara à Kuusamo est aussi constitué par une roche riche en néphéline, composée surtout de néphéline et de pyroxène, qui, d'après le point d'affleurement, a reçu le nom d'*ijolite* sous lequel elle est connue dans la littérature scientifique. Pour toutes ces roches l'âge post-dévonien est très probable.

*Péridotite silurienne.* Une péridotite de Halditschokko à Enontekiö est d'âge silurien ou postsilurien.

*Roches précambriennes recouvrant le cambrien à Enontekiö. Schiste cambrien d'Enontekiö.* Dans le coin de la Finlande situé à l'extrême NW, on trouve à Enontekiö, au pied des montagnes, une zone étroite de schistes qui appartiennent aux mêmes roches que celles où en Suède on a rencontré le fossile *Hyolithes*, et qui par suite doivent être regardées comme étant d'âge cambrien.

Directement au-dessus de ces roches on rencontre dans les montagnes, d'après les observations de V. Tanner, des roches triturées par suite de fortes

dislocations. On peut encore les reconnaître en partie comme des granites gneissiques; ailleurs leur texture est devenue méconnaissable. Elles sont sans doute d'âge précambrien et doivent leur situation actuelle à des charriages qui les ont poussées par-dessus les couches cambriennes.

*Argile cambrienne.* Sur l'isthme carélien on a trouvé, dans des forages effectués près de Systerbäck et aussi à Suvanto, l'argile bleue qui forme la couche la plus basse des dépôts cambriens. Elle devrait à proprement parler être désignée comme *éocambrienne*, puisque, d'après une convention internationale, le système cambrien doit s'arrêter à la zone à Olenellus. Cette argile renferme en Ingrie un fossile, *Volborthella*, qui pourtant n'a pas été rencontré jusqu'ici en Finlande.

*Blocs erratiques de calcaire silurien, filons de grès cambrien.* Comme on le sait depuis longtemps, on trouve des calcaires siluriens contenant une foule de restes fossiles de trilobites, de mollusques etc., sous forme de blocs erratiques à Åland; ils proviennent sans aucun doute de dépôts faisant partie du fond du Golfe de Bothnie au N de cette île.

Dans la région à l'E de Hangö on trouve aussi, à la lisière extrême de l'archipel côtier devant Tvärminne, de nombreux blocs de calcaires siluriens (calcaire des Provinces baltiques) qui semblent aussi provenir de dépôts sous-marins dans cette région.

Tant à Åland que dans cette dernière région on trouve en plusieurs endroits des filons étroits d'un *grès* jaune gris, qui à Åland traverse le granite rapakivi et dans la région de Tvärminne les granites archéens de l'endroit. Ces filons remplissent des fissures de la roche. Dans l'un d'eux, à Åland, V. Tanner a récemment découvert un fossile bien conservé, un brachiopode appartenant à la faune *cambrienne*.

*Grès d'Ostrobothnie.* Le grès gris blanc qu'on rencontre à Kauhajokki et Isojoki a été auparavant rattaché au grès précambrien (jotnien) de Björneborg, et cette conception se retrouve aussi dans le présent Atlas dans la petite carte de la Fennoscandia (n:o 5), imprimée plus tôt que celle sur les roches primitives de Finlande. Pourtant ce grès quartzitique jaune blanc montre tant de ressemblances avec les variétés plus grossières qui se présentent en filons sur les côtes du Golfe de Finlande et de la Baltique en Finlande et en Suède, et dont l'âge cambrien est en partie démontré, en

partie probable, qu'il faut regarder comme possible que ce grès d'Ostrobothnie soit aussi d'âge *cambrien*. Wiik l'a aussi désigné autrefois comme *cambrien*, à une époque, il est vrai, où on ne connaissait pas encore de grès précambriens dans la Fennoscandia.

*Diabase à olivine, diabase de Valamo. Grès jotnien.* Dans le grès *jotnien* qui apparaît par petits affleurements dans la contrée de Björneborg et, sous forme de blocs isolés, dans les îles et sur la rive occidentale du Ladoga, on n'a jamais trouvé de fossiles; mais ce grès, de même que les roches siluriennes et cambriennes, n'a subi que des changements de structure insignifiants. Dans la Finlande occidentale il n'apparaît que par affleurements isolés, et il y a une position à peu près horizontale. Souvent il montre encore à la surface des rides produites par le clapotement des vagues qui ont ondulé le fond de sable dans la mer, là où ce grès s'est déposé («*ripple marks*»; cf. fig. 2 dans le texte de la carte n:o 5). Le grès rouge de Björneborg, souvent riche en feldspath, et le grès blanc quartzeux d'Isojoki et de Kauhajoki mentionné ci-dessus sont souvent employés comme pierres meulières.

Dans le Ladoga comme à Björneborg apparaît, en connexion avec le grès, une *diabase* de couleur foncée; aux deux derniers endroits, c'est une *diabase à olivine*, qui traverse et recouvre par grandes masses le grès. La *diabase de Valamo* dans le Ladoga renferme des filons d'une roche particulière assez riche en silice, la *valamite*.

*Granite et porphyre quartzifère du jotnien inférieur (roches rapakivi).* On trouve ensuite, en relation étroite avec ces dernières roches, les roches granitiques particulières à la Finlande, et réunies ordinairement sous la désignation de *roches rapakivi*. Mais, comme ce nom a été employé aussi comme terme purement pétrographique pour désigner des roches d'autres régions et d'âge différent, il vaudrait peut-être mieux, comme dénomination géologique de ces roches, employer le nom de *granites du jotnien inférieur*. Elles forment plusieurs affleurements, dont le plus grand est situé dans la contrée de Viborg. La roche qui y domine, appelée *rapakivi de Viborg*, est un granite rouge-brun, porphyroïde, à grain grossier, qui doit son nom finnois (*rapakivi*, c. à d. pierre friable) adopté généralement dans la science, à sa propriété de se désagréger facilement sous l'influence de la température. Les grands cristaux ovoïdes d'orthose de la roche porphyroïde, qui

mesurent en général 3 à 4 cm de diamètre, sont entourés d'une couche mince de plagioclase de couleur différente, dont les coupes à la surface plane des roches ont l'apparence d'anneaux blancs (cf. fig. 3 dans le texte de la carte n:o 5). On trouve aussi dans cet affleurement, en quantités moindres, des roches plus semblables au granite ordinaire. Le granite rapakivi de Viborg forme souvent des collines nombreuses à pente abrupte; il se divise facilement en morceaux réguliers en forme de parallépipèdes. On l'a extrait spécialement des carrières de Pyterlahti pour servir de pierre à bâtir, et il a été employé surtout à St Pétersbourg, où la plupart des constructions en pierre sont faites de cette roche.

Le granite rapakivi de *Nystad* et de *Raumo* peut ressembler tout à fait à celui de Viborg, mais d'ordinaire il a des grains moins gros et ne montre pas d'anneaux si nettement marqués. Il ne se désagrège pas non plus aussi facilement. Cette roche est d'ailleurs de constitution plus variable que celle de Viborg. On y rencontre aussi, comme dans l'affleurement de Viborg, des variétés de roches granitiques, souvent de couleur rouge foncé, qui ne se désagrègent pas du tout, et qu'on emploie en grande quantité dans l'industrie de la pierre, tant en Finlande qu'à l'étranger. Dans l'affleurement *au NE du Ladoga*, les «anneaux» manquent complètement, et la roche se compose principalement de feldspath rouge et de petits cristaux de quartz gris bien individualisés. Les granites rapakivi d'*Åland* ont le grain plus fin que ceux des autres affleurements; la couleur est souvent rouge foncé; ils passent dans beaucoup d'endroits à des porphyres quartzifères et à des roches analogues. La variété régnante, appelée *rapakivi ålandien*, montre aussi les anneaux blancs caractéristiques. Les granites d'*Åland* ne se désagrègent pas aisément.

A *Hogland* dans le Golfe de Finlande on trouve aussi par grandes masses un *porphyre quartzifère* foncé, qui est visiblement une variété des roches rapakivi, et qui sur la carte a été désigné par la même couleur que celles-ci. Cette couche de porphyre quartzifère a pour substrat un tuf volcanique et une couche de *conglomérats de quartzite* et de *grès quartzeux*, dont la direction est à peu près horizontale. Ce porphyre est donc formé évidemment par la cristallisation d'un magma éruptif qui, à l'état de fusion, est sorti de l'intérieur de la terre et s'est consolidé sous la forme d'une

*nappe* à la surface. Mais la plupart des roches rapakivi semblent s'être solidifiées sous une couverture d'autres roches dans les parties plus profondes de l'écorce terrestre, et n'être apparues ainsi à la surface que lorsque les roches qui les recouvraient eurent peu à peu disparu, après s'être désagrégées dans le cours des temps et avoir été emportées à la mer par les eaux courantes.

*Labradorite du jotnien inférieur.* Dans la région à l'E de Heinola, et aussi à d'autres endroits en petites quantités, on trouve, sur les bords de l'affleurement du rapakivi, des *labradorites* à gros grains, foncées, passant aux diabases, qui, de même que les roches rapakivi et le conglomérat de quartzite de Hogland, peuvent être rangées dans le *jotnien inférieur*. La labradorite est un peu plus âgée que le rapakivi, puisque celui-ci la traverse en filons.

Quant à l'âge relatif de ces roches, le grès est plus jeune que le rapakivi, puisque, au moins sur la rive suédoise, dans l'Angrie (Ångermanland), il s'est déposé directement sur cette roche; par contre la diabase à olivine, comme on l'a noté, traverse le grès, et par suite son éruption est postérieure au dépôt du grès.

*Filons de roches et de minerais d'âge inconnu dans la Finlande septentrionale* (non marqués sur la carte). On trouve dans la Finlande septentrionale, sur une étendue assez grande, mais en filons trop étroits pour trouver place sur la carte, deux roches particulières n'apparaissant qu'en filons: d'une part une diabase à grain fin, de l'autre un granite rouge à grain fin, qui tous deux forment des filons. Il faut sans doute y rattacher au point de vue de l'origine les minces filons de carbonates (dolomite, carbonate de fer etc.) renfermant des pyrites et de petites quantités d'or qui sont très communs en Laponie. Jusqu'ici on n'a rencontré nulle part de métaux en quantités suffisantes pour mériter une exploitation minière. Les deux espèces de filons traversent directement les roches environnantes. Dans le S de la paroisse de Kuolajärvi on trouve aussi une roche foncée doléritique, qui n'a pas encore été étudiée en détail, qui traverse les autres roches de la région en formant un filon en ligne droite, large de 80 à 100 m et long de 5 km, d'alignement N 80° W.

Toutes les espèces de roches considérées jusqu'ici, qui sont les plus

récentes en Finlande, ont ceci de commun, qu'elles n'ont été ni très dérangées de leur position primitive, ni très modifiées dans leur constitution depuis l'époque de leur formation.

*Métabasite, argilite et dolomites, quartzites et conglomérats jatuliens.*

Les roches immédiatement plus anciennes, dites roches *jatuliennes*, qui se rencontrent surtout dans la Carélie et le N de la Finlande, ont par contre subi de fortes dislocations, résultant des plissements de l'écorce terrestre lors de la formation des chaînes de montagnes anciennes dans la région qui est maintenant la Finlande. Les couches, primitivement horizontales, offrent par suite souvent à l'heure actuelle de fortes inclinaisons. Lors des mouvements orogéniques, les roches ainsi soumises à des pressions énergiques et lessivées dans les parties profondes de l'écorce terrestre par des solutions chaudes ont souvent aussi été fortement modifiées dans leur texture, si bien qu'on ne peut pas toujours reconnaître au premier coup d'œil leur nature originelle.

La masse principale de ces dépôts jatuliens est constituée par un *quartzite* blanc où, lorsqu'il a été relativement peu métamorphosé, on reconnaît clairement un grès quartzeux dans lequel on peut parfois encore distinguer les grains de sable, et qui, à la surface des couches, présente assez souvent des *ripple-marks* (cf. fig. 4 dans le texte de la carte n:o 5). Avec ce quartzite se rencontrent, en quantités moindres, une *dolomite* le plus souvent rose clair, contenant un peu de manganèse, et une *argilite* en connexion desquelles on a trouvé en quelques endroits des couches d'une espèce de charbon, la «schungite», variété de l'anthracite. Ces couches, dont l'épaisseur atteint jusqu'à 2 m, sont sans doute les plus anciens dépôts de véritable charbon qu'on ait jusqu'ici découverts. On a rencontré aussi dans la dolomite de minces dépôts de fer oligiste à grain fin, et dans le quartzite on trouve quelquefois des filons de quartz contenant de beau fer oligiste à gros grains; mais nulle part on ne les a trouvés dignes d'être exploités.

Le schiste charbonneux a été aussi rangé dans une division «onégienne» spéciale; mais, comme son épaisseur n'est que de 70 m, qu'il se rencontre à Suojärvi et Salmi en connexion étroite avec les quartzites et dolomites jatuliens, et qu'il est en outre pénétré par la métabasite jatulienne qui a

participé aux plissements postjatuliens, il semble plus exact de le ranger parmi les formations sédimentaires jatuliennes comme leur partie supérieure.

A la limite entre le quartzite et les granites sous-jacents se trouvent souvent de grandes masses de *conglomérats* ou *brèches*, nés de la désagrégation des roches sous-jacentes à l'époque où se déposait le quartzite (cf. fig. 5 du texte de la carte n:o 5).

Les formations jatuliennes, d'une épaisseur totale de 1,500 à 2,000 m, ont été, lors des dislocations de l'écorce terrestre, soulevées en plis dont l'axe a en Carélie une direction principale NNW, mais, dans la Finlande septentrionale, se rapproche plus de la direction E—W. L'inclinaison des couches n'est souvent que de 30 à 40°, et dépasse rarement 70°.

Ces formations sont pénétrées de roches basiques qui y apparaissent souvent comme des filons-couches injectés entre les couches. Ces metabasites de couleur foncée, riches en amphibole, concordent généralement par leur constitution chimique avec les diabases, et sont nées sans doute par le métamorphisme de ces roches.

Dans des filons de quartz et de calcite contenus dans les diorites, on a trouvé, tant dans la région du Pielisjärvi qu'à Kuusamo, des chalcopyrites par endroits assez abondantes, mais très irrégulièrement distribuées dans le filon.

Les formations jatuliennes sont visiblement plus jeunes que tous les granites archéens qui affleurent par grandes masses: car ces granites ne les traversent pas aux points de contact; ils apparaissent uniquement sous forme de galets dans les couches les plus basses de la formation jatulienne. Leurs relations stratigraphiques mutuelles montrent aussi que les granites ont fait partie des soubassements sur lesquels se sont déposés les quartzites. Par contre ces formations sont sûrement antérieures aux granites rapakivi, car à Salmi, à la frontière russe, la metabasite jatulienne, plus récente que les quartzite, dolomite et schiste charbonneux de cette région, est elle-même pénétrée par le granite rapakivi.

Les quartzites forment souvent des montagnes élevées, creusées de gorges sauvages, et parsemées, surtout dans la Finlande septentrionale, d'innombrables blocs aux arêtes aiguës, dûs à l'action des gelées. Parmi ces chaînes de quartzite, on peut citer p. ex. les hauteurs de Kolivaara à Pielis-

järvi, le Rukatunturi à Kuusamo, le Pyhätunturi à la limite entre Sodankylä et Kemijärvi, plusieurs des hauteurs de Kivalo, le Pisavaara et autres sommets dans le voisinage de la rivière de Kemi, et le Kätäkätunturi à Kittilä (cf. la carte hypsométrique).

*Granite postkalévien. Gneiss migmatitique avec veines de granite postkalévien. Métabasites, kaléviennes pour la plus grande partie. Dolomites et calcaires préjatuliens. Schistes, quartzites et conglomérats kaléviens.*

Lors de la publication de la carte de l'Atlas 1899, on avait admis que la masse principale de tous les quartzites de la Finlande orientale et septentrionale appartenait aux séries sédimentaires jatuliennes. Mais les études ultérieures ont montré qu'une grande partie des quartzites, surtout dans le nord du pays, sont antérieurs aux formations jatuliennes. Ces *quartzites kaléviens* ne sont pas aussi bien conservés que ceux d'âge jatulien, bien qu'ils fussent eux aussi à l'origine des grès quartzeux. On n'y trouve que rarement des »ripple-marks», et ils sont d'une façon générale plus fortement métamorphosés, plus vitreux ou schisteux que les quartzites jatuliens. Souvent ils contiennent en assez forte proportion du mica en paillettes fines, et passent ainsi peu à peu à des *schistes quartzitiques* et à des *micaschistes*. On rencontre aussi avec les quartzites kaléviens des *phyllades*, assez souvent charbonneux et contenant de la pyrrhotine, qui leur donne en se désagrégant une couleur de rouille. Souvent, surtout dans la Finlande septentrionale, on rencontre des *calcaires dolomitiques* en stratification alternante avec les schistes; ils ont été marqués sur la carte de la même nuance que d'autres dolomites et calcaires préjatuliens. Dans les formations kaléviennes on trouve encore des *conglomérats*, parfois aussi typiques que ceux d'âge jatulien (cf. figg. 8 et 9 dans le texte de la carte n:o 5). Souvent ils sont situés à la base, immédiatement au contact des formations sous-jacentes, dont une foule de fragments se retrouvent dans les graviers roulés. Ces conglomérats passent souvent aux *brèches*, et celles-ci à leur tour à des gneiss œillés, qui selon Frosterus sont dûs en ce cas au métamorphisme de granites fortement *désagrégés* appartenant au soubassement des formations kaléviennes. On rencontre aussi, avec les roches sédimentaires kaléviennes, des roches basiques métamorphosées (»*métabasites*»), dont la texture primitive correspondait à celle des diabases. On les a portées sur la carte

sous la dénomination de »métabasites, kaléviennes pour la plus grande partie», parce qu'il n'est pas toujours possible de déterminer avec certitude l'âge de ces roches. Les roches kaléviennes apparaissent dans une zone qui, partant de la région du Pielisjärvi, s'étend en direction d'abord NNW, puis N, passe devant le lac de l'Uleå et se prolonge plus au nord. A Kuusamo l'orientation des schistes kaléviens s'incline au contact des roches jatuliennes vers une direction plus E—W. Dans la Laponie de Sodankylä et les régions voisines, les quartzites et schistes de type kalévien ont une orientation tantôt E—W, tantôt NW ou N—S. Dans la région autour du cours inférieur du Kemi, on rencontre sur une grande étendue des roches analogues.

Dans les parties septentrionales de la Finlande on trouve des affleurements granitiques très étendus qui pénètrent les sédiments kaléviens et sont par suite plus jeunes. Ce *granite postkalévien* est souvent caractérisé par des couleurs rougeâtres. Le quartz y est assez souvent bleu gris, et le plagioclase montre souvent dans les parties superficielles une couleur jaune brun sale qui donne à la roche une nuance impure. Les variétés à grain moyen dominant; mais on en trouve aussi de porphyroïdes, où cependant les grands grains de feldspath sont souvent mal délimités. On voit aussi çà et là des variétés à couleur plus claire, aplitiques. La roche n'y montre qu'assez rarement de texture rubanée due au dynamométamorphisme. Quand on rencontre un parallélisme des éléments constituants de couleur foncée, cela tient assez souvent à la présence de fragments de schistes incomplètement fondus. Souvent le granite pénètre ces schistes sur de vastes étendues sous forme de filons, ce qui a donné naissance à des *gneiss migmatitiques* où il est assez souvent difficile de reconnaître la nature originale des sédiments et des roches éruptives basiques qui les composent. Dans le voisinage du granite postkalévien les schistes environnants renferment, souvent en abondance, de la *cyanite* en grands cristaux.

Dans les régions où affleurent ces granites postkaléviens, les formations kaléviennes présentent en grande partie le type que l'on regarde comme caractéristique du terrain archéen, tandis qu'ailleurs elles rappellent davantage des formations précambriennes les plus récentes. Elles contribuent donc à combler la grande lacune qu'on regardait autrefois comme existante entre les formations jatuliennes et l'archéen proprement dit.

Dans certaines régions on peut distinguer parmi les formations kaléviennes plusieurs subdivisions. Les roches de la subdivision supérieure présentent souvent un métamorphisme plus faible, et parfois aussi sont séparées des roches sous-jacentes par une discordance nette. C'est ainsi qu'on trouve en Laponie, à l'W de l'église de Sodankylä, des quartzites (grès métamorphiques) montrant une belle stratification entrecroisée (cf. fig. 10 dans le texte de la carte n:o 5), dont la partie inférieure est formée par des conglomérats où on peut, parmi les graviers roulés, reconnaître distinctement des fragments du quartzite kalévien vitreux qui affleure à Porkonen et Pahtavaara dans le SW de la paroisse de Kittilä, et qui renferme à cet endroit des couches de magnétite qu'on retrouve aussi dans le conglomérat parmi les galets roulés. De même les metabasites qui affleurent au N du quartzite de Sodankylä se retrouvent dans le conglomérat comme galets à la fois sous leur aspect typique et dans des variétés fortement désagrégées, sont riches en carbonates et passent à la pierre ollaire. Une période de métamorphisme et de désagrégation s'est donc écoulée entre la formation des anciennes roches kaléviennes et celle des conglomérats plus récents. Ces quartzites récents sont pourtant pénétrés aussi par le granite postkalévien. L'abondance des conglomérats et des grès à gros grain parmi les formations kaléviennes indique que des discordances doivent exister dans ces dépôts, car de telles roches sédimentaires ne se déposent que sur des masses continentales ou dans leur voisinage. Il est évident que les dépôts kaléviens constituaient à l'origine des formations très épaisses, séparées par plusieurs discordances. Les épaisseurs déjà mesurées avec certitude atteignent plusieurs milliers de mètres.

Au contact des sédiments jatuliens superposés, les dépôts kaléviens montrent en plusieurs endroits une discordance nette, les premiers étant disposés en couches peu inclinées sur les couches kaléviennes relevées en pente raide. C'est le cas p. ex. dans le SE de la paroisse de Kittilä. En plusieurs endroits les roches jatuliennes sont pourtant déposées directement sur les roches kaléviennes. Il en est ainsi à Kuusamo et dans le cours inférieur du Kemi, où les dernières roches entourent presque partout les premières. Le quartzite du Pyhätunturi est lui aussi en grande partie en contact direct avec les roches kaléviennes; c'est seulement à l'W qu'il est en contact avec

le granite postkalévien qui lui aussi fait partie de son substrat. A l'époque du dépôt des roches jatuliennes, l'érosion des sédiments kaléviens n'avait donc atteint qu'en de rares endroits une profondeur telle que les masses sous-jacentes de granite postkalévien eussent été mises à nu. Il est cependant évident que ces roches appartiennent à des formations différentes; cela résulte, non seulement des différences dans le degré de métamorphisme et de la présence de conglomérats de base, mais aussi de ce que les couches jatuliennes ont en partie une autre direction qui croise celle des premières. La direction des plis jatuliens de Kuusamo et du Kemi est surtout E—W, tandis que celle des plis kaléviens, de Kajana à Kuolajärvi, est surtout N—S. C'est seulement tout contre les roches jatuliennes de Kuusamo que, comme on l'a dit plus haut, les couches kaléviennes s'inclinent suivant cette direction, visiblement sous l'influence du plissement ultérieur.

De même l'alignement N—S ou NNW dans le SE de la Finlande s'est sans doute formé dès l'époque des plissements postkaléviens, bien que la direction des couches dans les formations jatuliennes soit ici aussi identique (v. la carte). Cela tient à ce que ces dernières formations ont été enclavées entre les schistes anciens et leur soubassement, qui, dès l'époque du dépôt des sédiments jatuliens, avait été déjà dépourvu de sa couverture de sédiments, puisque les dépôts jatuliens reposent directement sur le gneiss granitique.

Dans le SW de la Finlande les roches sédimentaires kaléviennes manquent complètement. Par contre il n'est pas impossible qu'une partie des granites qui s'y rencontrent en petits affleurements soient contemporains des granites postkaléviens de la Finlande septentrionale. On a marqué ici sur la carte, de la même couleur que ces granites, le granite à grain grossier, porphyroïde, *granite d'Onas* qui se rencontre dans l'archipel d'Onas et les îlots environnants au S de Borgå, en un petit affleurement qui s'étend vers le N jusque dans le voisinage de cette ville. Ce granite ne montre que de faibles signes de dynamométamorphisme, et rappelle même à cet égard plutôt les granites rapakivi que les granites postkaléviens. Un granite porphyroïde semblable, le granite *de Mosshaga*, se rencontre dans l'île de Moss-haga et quelques autres de l'archipel d'Åland. Il est sûrement un peu plus ancien que les roches rapakivi, mais d'âge autrement incertain. Il n'est pas

exclus non plus que ces granites soient les seuls représentants en Finlande d'un groupe de granites d'âge intermédiaire entre le rapakivi et les granites postkaléviens. En Suède les granites de Dalécarlie semblent appartenir à cette catégorie.

La côte finlandaise méridionale présente un autre granite porphyroïde à grain grossier, le *granite d'Obbnäs*, qui occupe la moitié occidentale de la presqu'île de Porkkala dans le Nyland. Il est beaucoup plus fortement pressé que le granite d'Onas et probablement plus ancien que lui. Il est riche en mica, tandis que le premier renferme surtout de l'amphibole comme élément riche en fer. Sur la carte on a marqué ce granite de la même teinte que le granite postkalévien. Dans le texte de la carte n:o 5 (p. 32), imprimé auparavant, il est dit que ce granite est sans doute d'âge prébothnien. Cependant sa ressemblance avec certains granites plus récents, surtout avec une partie des granites du Småland, que l'auteur a pu étudier de plus près au cours de l'impression de l'Atlas, et l'absence de veines de granite postbothnien dans ce massif rocheux indiquent que ce granite pourrait être bien plus récent qu'on ne l'a cru.

Le *porphyre quartzifère* particulier qui, sous forme d'un filon large d'au moins 30 m et long de 5 km, traverse le granite postbothnien dans la paroisse de Karvia au N du gouvernement d'Åbo correspond sans doute aussi, par sa place géologique, aux granites postkaléviens. Il montre sous une forme particulièrement caractéristique les effets du dynamométamorphisme.

*Quartzites prékaléviens.* Les sédiments kaléviens se sont déposés soit sur un soubassement de granite, soit, et en grande partie, sur des schistes plus anciens qui, au point de vue pétrographique, peuvent ressembler assez aux schistes plus récents. Quand c'est le cas, et que des plissements ou un métamorphisme ultérieur ont embrouillé les contacts, il est naturellement difficile de dire si ces roches doivent être rapportées aux schistes kaléviens ou aux schistes antérieurs, ladogiens, ou enfin si elles forment une section intermédiaire entre ces deux. A l'E d'Uleåborg on rencontre aussi des quartzites dont il est aussi difficile d'indiquer la place dans le système des formations. A Utajärvi on trouve des conglomérats quartzeux dont le prolongement vers le NNE est formé par une zone de quartzites, et qui sont

sûrement d'âge kalévien. Mais à Yli- et Ala-Kiiminki il y a d'autres quartzites vitreux, d'orientation plus E—W, intercalés entre des schistes assez fortement métamorphosés, et dont la structure diffère notablement de celle des roches kaléviennes et qui sont vraisemblablement plus anciens qu'elles. Dans le S de la Finlande on trouve aussi des quartzites qui sans aucun doute sont d'âge prékalévien, car ils sont traversés par des granites antérieurs aux formations kaléviennes. C'est le cas p. ex. des quartzites de Tytärsaari dans le Golfe de Finlande et de Tiirismäki à Lahti. La conception qu'on s'est faite des formations quartzitiques préjotniennes a d'une façon générale sans cesse évolué vers une différenciation croissante. Comme on l'a déjà mentionné, on réunissait au début *toutes* les roches quartzitiques de la Finlande orientale en une seule formation »carélienne» ou »jatulienne». Puis on fut peu à peu amené à distinguer entre les quartzites d'âge jatulien, kalévien et la-dogien, et il est très possible qu'on puisse encore distinguer ici plusieurs subdivisions dans ces quartzites.

*Leptynite de Laponie.* Les leptynites de Laponie, roches particulières, caractérisées par leur teneur abondante en grenats, et les roches qui leur sont rattachées sont encore une énigme pétrographique et géologique. Il est certain que c'est un complexe de roches dont la plupart ont une composition granitique, mais qui ont renfermé aussi des quartzites et peut-être d'autres sédiments. Cette série de roches a subi ensuite un fort métamorphisme mécanique et chimique, au cours duquel des grenats se sont formés en grande quantité. Les parties riches en grenats se présentent souvent sous forme de filons, ce qui donne l'impression que le métamorphisme a pu aller jusqu'à une véritable dissolution ou fusion de certaines parties du système. Ces roches leptynitiques ont en grande partie un grain beaucoup plus gros et une structure plus gneissique que les leptynites (»granulites») typiques de la Saxe. Elles semblent donc être en partie apparentées aux gneiss à filons proprement dits (migmatites), parmi lesquels on rencontre aussi dans la Finlande méridionale des roches très riches en grenats. Ces fortes modifications métamorphiques semblent, dans l'affleurement leptynitique lapon, s'être produit avant l'époque de l'injection des granites postkaléviens. Il est possible que la métamorphose se soit entièrement terminée à l'époque prékalévienne, peut-

être à peu près en même temps que l'éruption des granites dans l'extrême nord de la Finlande, qui semblent être de type prékalévien.

*Granites prékaléviens dans la partie méridionale du gouvernement d'Uleåborg.* La lacune qui existe encore dans les recherches, juste à l'endroit où les formations les plus importantes de la Finlande septentrionale et orientale entrent en contact avec celles de la Finlande occidentale, rend difficile tout essai de rapprocher avec certitude les uns des autres les granites de ces différentes régions. Ceux du complexe prékalévien dans le sud du gouvernement d'Uleåborg sont en partie très semblables à ceux qui pénètrent les schistes bothniens à l'E et au SE de la Finlande, et seraient donc peut-être d'âge postbothnien. Cependant la solution de cette question est jusqu'ici trop peu sûre, et il a semblé préférable d'introduire provisoirement une désignation spéciale pour les granites prékaléviens de ces régions, en laissant ouverte la question de leur rapport d'âge avec les granites du SW de la Finlande. Autour du lac de l'Uleå il semble y avoir trois granites différents, le granite postkalévien, un granite prékalévien massif et un autre plus strié, lui aussi prékalévien, à quoi il faut enfin ajouter le gneiss granitique fortement schisteux. Cependant les granites prékaléviens plus récents, de texture à peu près grenue, qui affleurent dans cette région, se distinguent bien des granites postkaléviens, et se rattachent plutôt aux granites grenus du SW de la Finlande, qui, selon toute vraisemblance sont aussi d'âge prékalévien.

Dans la région d'Isalmi on rencontre encore du granite prékalévien de même type que celui du gouvernement d'Uleåborg; mais, comme il est difficile de l'y distinguer du gneiss granitique préladogien de la même région, on n'a pas employé la teinte en question.

*Granite et granite migmatitique postbothniens. Gneiss migmatitiques bothniens. Schistes bothniens. Porphyre à ouralite bothnien. Schistes ladogiens. Gneiss migmatitiques prékaléviens. Métabasites d'âge prékalévien ou indéterminé. Granites gneissiques et gneiss granitiques d'âge prebothnien ou indéterminé. Schistes prébothniens et préladogiens. Terrain primitif de composition peu connue.* Les schistes du SW de la Finlande offrent en général un type tout différent des schistes kaléviens. La plupart d'entre eux sont plus profondément métamorphosés que ces derniers; mais on y rencontre aussi par exception des schistes dont le caractère primitif est particu-

lièrement bien conservé. C'est le cas surtout pour les *schistes bothniens* dans la région à l'E et à l'W de Tammerfors. On y trouve des phyllades à stratification extraordinairement bien conservée, des schistes à conglomérats avec des galets bien arrondis, des dépôts de tufs métamorphosés et des roches effusives qui toutes portent les traces les plus évidentes qu'elles ont été au début absolument semblables aux roches sédimentaires et volcaniques qui se forment actuellement (cf. le texte de la carte n:o 5, pp. 22—26, surtout la fig. 12). Le phyllade renferme parfois de petites formations particulières, en forme de sacs, de charbon anthracitique dont la forme rappelle celle de fossiles; l'auteur, qui les interprète de la sorte, leur a donné le nom de *Corycium enigmaticum* (v. fig. 14 dans le texte de ladite carte). La limite entre ces schistes, qui maintenant sont partout presque verticaux, et les roches bien plus métamorphosées, en grande partie gneissiques, qui avoisinent au S, est en beaucoup d'endroits assez nette. Ailleurs elle est voilée par un plissement mécanique des roches et une intrusion de granite. Le *porphyre à ouralite* qui forme un affleurement allongé et étroit à l'W de Tavastehus, et la roche analogue de Pellinge en avant de Borgå concordent par leur texture avec une partie des roches volcaniques qui se présentent intercalées entre les schistes bothniens.

Ces schistes forment des zones étroites à la limite méridionale de l'affleurement central de granite postbothnien qui occupe une grande partie de la Finlande méridionale. La roche y est en partie à grain moyen, en partie porphyroïde. La couleur est tantôt grise tantôt rouge. Ce granite pénètre les schistes à la limite et à l'intérieur des petits affleurements de schistes qui apparaissent dispersés dans le domaine granitique, formant avec eux des *gneiss migmatitiques* (roches mixtes). Le granite renferme souvent aussi une foule de fragments de schistes à contours aigus; mais ailleurs sa substance est souvent assez pure et uniforme, et il n'est pas rubané. On trouve pourtant çà et là des variétés qui le sont, surtout au voisinage des contacts. Le granite de la région côtière, dans l'extrême SW de la Finlande, qui pénètre les porphyres à ouralite et d'autres roches de type bothnien, est sans doute aussi d'âge postbothnien. Mais l'alternance avec des roches anciennes, schisteuses, lui a fait prendre un type modifié dont il sera question plus bas.

A ce groupe géologique se rattache une foule des granites les plus employés dans l'industrie de la pierre: le granite gris clair de Kuru, d'une extraction particulièrement facile, les granites gris de la région de Nystad, le granite gris de Bergö à Kimito, le granite rouge gris de Kõkar et le granite rouge de Hangö et d'Ingå.

Dans l'Ostrobothnie centrale il y a aussi des schistes qui rappellent beaucoup les schistes bothniens. C'est ainsi qu'on y trouve des conglomérats, des porphyres à ouralite et aussi d'autres roches effusives basiques avec des feldspaths porphyriques. Ces schistes sont pénétrés par des granites souvent plus rubanés que les granites postbothniens de l'affleurement central, et autrement aussi un peu différents de la masse principale de ces derniers. Un bon type de ces granites, généralement gris, est le granite connu de Kalajoki, qui est très employé pour les usages techniques. Comme leurs rapports avec les granites du SW ne sont pas absolument éclaircis, on les a marqués sur la carte sous le nom de »granites prékaléviens» en général.

Dans la Finlande orientale on trouve des schistes d'un type différent. On n'a jusqu'ici pas trouvé de roches correspondant sûrement aux schistes bothniens de la Finlande occidentale. Dans la large zone de schistes qui, de la côte N du Ladoga, s'étend vers le NW sur une largeur de 30 à 40 km, les roches dominantes sont des *micaschistes* qui souvent renferment de la staurotide, de l'andalousite et du grenat en grande quantité, et qui passent d'une part aux *phyllades*, de l'autre aux *micaschistes gneissoïdes*. Les schistes renferment parfois du *graphite*. En outre on rencontre, surtout au contact du soubassement, des dépôts de *schistes amphibolitiques* intercalés entre des couches de calcaires. On trouve aussi ailleurs dans les formations schisteuses un *calcaire* ordinairement dolomitique, souvent en masses assez considérables, et un *schiste quartzitique* vitreux. On rencontre aussi dans cette zone, bien que rarement, des conglomérats schisteux très fortement métamorphosés, mais pourtant reconnaissables. Les couches sont ici aussi le plus souvent plissées très fortement, parfois presque verticales. C'est seulement dans le voisinage du soubassement, composé de gneiss granitique, qu'elles sont plus horizontales, et elles montrent alors une stratification très régulière. En plusieurs endroits de ces formations schisteuses on a observé des couches de minerais. C'est ainsi que dans les couches de calcaires qui affleurent près du contact du

soubassement dans la région de Pitkäranta sur le Ladoga se trouve un des plus importants bassins miniers de Finlande. Le minerai se compose de chalcopryrite, de sphalérite et de cassitérite, de galène et surtout de magnétite. D'après les recherches d'O. Trüstedt, ces minerais sont nés sous l'action de gaz et de solutions qui, lors de l'éruption, émanaient du granite rapakivi, qui affleure dans le voisinage; ils ne se rencontrent qu'auprès de ce granite.

Un dépôt de minerai d'un autre genre est celui qui vient d'être découvert à Kuusjärvi dans le gouvernement de Kuopio, au milieu du quartzite de cette région, qui est d'âge ladogien ou peut-être kalévien (v. p. 11). Le minerai est composé de pyrites de cuivre et de fer qui se sont déposées sur une zone de fracture dans le quartzite. Dans le voisinage on trouve dans cette roche de filons de *péridotite*, et il est vraisemblable que ce sont ou cette roche ou les granites de la région qui ont amené les solutions d'où s'est cristallisé le minerai.

Ces quartzites sont, comme on vient de le dire, au nombre de ceux dont l'âge est incertain. Il en est de même de la péridotite et des roches connexes. D'après le travail fondamental de Frosterus sur la géologie du SE de la Finlande, la péridotite y serait d'âge prékalévien. Cependant on a découvert depuis des péridotites qui traversent les quartzites kaléviens près du lac de l'Uleå, et par suite il faut admettre, ou que la péridotite est partout d'âge postkalévien, ou qu'il y en a d'âges très différents. La seconde alternative semble la plus vraisemblable, et on a en conséquence réparti sur la carte les péridotites en deux groupes: »métabasites, kaléviennes pour la plus grande partie» et »métabasites d'âge prékalévien ou indéterminé».

Avec les péridotites on trouve en plusieurs endroits de la *Pierre ollaire* (composée de magnésite et de talc) et de l'*asbeste*, qui paraissent être nées des premières par une espèce particulière de désagrégation, rattachée sans doute aux processus par lesquels la roche granitique donna naissance à de grandes masses de sable quartzique. La pierre ollaire de Nunnanlahti à Juuka, facile à tailler et résistant au feu, a pris une grande extension technique comme pierre à bâtir.

Les schistes ladogiens sont pénétrés à l'est par des granites en partie homogènes, en partie migmatitiques, de même type que ceux qui traversent les schistes bothniens. Ce fait donne, pour l'âge des schistes ladogiens, une

limite supérieure, en ce qu'ils ne peuvent pas être beaucoup plus jeunes que les schistes bothniens. Leur différence pétrographique avec ces derniers, tant pour les caractères primitifs que pour ceux résultant du métamorphisme, tend à faire croire qu'ils constituent une formation distincte des formations bothniennes, et peut-être un peu plus ancienne. Parmi les galets qu'on trouve dans les conglomérats ladogiens il y en a qui sont des schistes avec des filons de granite, ce qui montre que ces roches ont formé le soubassement. Une partie des schistes gneissiques de ces régions pourrait donc être d'âge préladogien. En beaucoup d'endroits, surtout près du Ladoga, les roches artéritiques imprégnées de granite sont pourtant liées de la façon la plus indiscutable aux roches ladogiennes. D'autre part, il se pourrait aussi qu'une partie des schistes postladogiens eussent été enchevêtrés entre les schistes ladogiens de telle façon qu'il fût difficile de distinguer les deux groupes. En ce qui concerne certains schistes de la région de Joensuu, on ne sait en effet s'il faut les ranger dans les roches kaléviennes ou ladogiennes. Cependant on a pris, sur la présente carte, le concept de formations kaléviennes dans un sens aussi restreint que possible. Une partie des schistes qui alternent avec les quartzites ont dans cette région une orientation NE—SW provenant sans doute d'une période prékaléviennne de mouvements orogéniques, puisque les plissements kaléviens vont de préférence dans la direction N—S.

Les rapports des roches ladogiennes aux *schistes de la Finlande occidentale* paraissent encore incertains dans une certaine mesure. D'une part ils semblent, dans la région de St Michel, se fondre les uns dans les autres; mais d'autre part la présence de galets de schistes préladogiens dans les conglomérats indiquerait qu'il y a ici plusieurs formations de schistes séparées par des discordances. Une partie des schistes de la Finlande occidentale, p. ex. certains des micaschistes qui se rencontrent au S de Tammerfors et de Tavastehus, ressemblent assez aux schistes de la Finlande orientale. Cependant ceux de la partie la plus méridionale du pays présentent un caractère tout à fait différent. Ils se distinguent en grande partie par une teneur en feldspath qui dans certains cas pourrait être originelle, et ailleurs tenir à l'action des granites qui injectent ici les schistes. Une partie des schistes à grain fin, riches en feldspath (les «*leptites*»), semblent devoir être regardés comme des roches effusives de composition surtout acide, ou comme des

tufs de roches semblables. On rencontre aussi des roches effusives basiques, parfois amygdaloïdes, soit en grandes masses, métamorphosées en gneiss amphibolitiques, soit en filons. Il y a aussi des roches schisteuses tachetées, riches en amphibole, primitivement sans doute tuffoïdes. On trouve en quelques endroits, en stratification alternante avec les schistes, et surtout les leptites, des *quartzites* et, sur une grande extension, des *calcaires* qui sont moins souvent dolomitiques que dans la Finlande orientale. Une partie d'entre eux sont très purs, d'autres contiennent une foule de minéraux souvent bien cristallisés, tels que la chondrodite, le pyroxène, l'amphibole et la wollastonite. Le calcaire a visiblement eu d'abord une grande épaisseur; mais des mouvements orogéniques et des injections granitiques l'ont en grande partie détruit. Les plus grands affleurements de calcaire se trouvent à Pargas, Houtskär, Sagu, Kimito, Finby et Lojo. Plus loin vers l'E on trouve dans le prolongement de la région côtière méridionale qui s'étend à l'E de l'affleurement du rapakivi de Viborg, à Villmanstrand et à Antrea, des calcaires dont le type est intermédiaire entre ceux de la Finlande occidentale et de la Finlande orientale.

Avec le calcaire on trouve à Orijärvi, paroisse de Kisko, de la chalcoppyrite, de la sphalérite, de la galène etc. On a trouvé récemment dans cette région, à Iilijärvi, de l'*or* avec les autres minerais. On rencontre aussi en beaucoup d'endroits du *minerai de fer magnétique* dans les schistes de la Finlande méridionale, mais généralement en faible quantité. Il est accompagné, ici comme en Suède, de »skarn» typique composé de pyroxène, d'amphibole, de grenat, etc. C'est seulement à Jussarö dans l'archipel nylandais que, dans les roches au fond de la mer, on trouve de grandes masses de magnétite; mais leur teneur relativement faible en métal fait qu'elles n'ont jusqu'ici été que très peu employées.

Dans la zone côtière méridionale on trouve aussi, comme il a été dit plus haut, du porphyre à ouralite d'âge probablement bothnien. On y voit aussi en plusieurs endroits de minces filons de roches basiques probablement rattachées au porphyre à ouralite. La metabasite de Hyvinkää, qui, à raison de sa couleur noire unie, est très employée comme pierre funéraire, est peut-être géologiquement reliée aux porphyres à ouralite. Cependant la plupart des roches schisteuses du Nyland et de la Finlande Propre semblent être

d'âge *prébothnien*, car ils sont pénétrés par des granites gneissiques gris tels qu'on en trouve dans le soubassement des roches bothniennes. Ces roches schisteuses ressemblent d'une façon générale surtout à la formation métallifère de la Suède centrale, qui est sans doute aussi une formation sédimentaire d'âge très reculé, prébothnien.

Dans l'extrême SW de la Finlande on trouve sur une étendue assez grande, alternant avec ces roches schisteuses et les granites gneissiques gris qui les traversent, des granites plus récents, postbothniens, dont celui de Hangö et celui d'Åbo peuvent être considérés comme les types. Il est rare qu'ils soient absolument homogènes; d'ordinaire ils renferment une foule d'enclaves de schistes plus ou moins fortement refondues. C'est ainsi que sont nés les *granites migmatitiques* dont le granite de Hangö et plus encore celui de la région de Helsingfors sont des exemples typiques. La roche est toute pleine de taches et de rubans qui se distinguent de la masse principale par leur couleur foncée, causée par la riche teneur en mica. Les bandes micacées sont souvent pliées, tordues ou plissées d'une manière très variée, et l'on voit souvent des plis-failles formés avant la complète solidification de la roche. Elle est sans doute formée par la refonte plus ou moins complète de schistes et de granites gneissiques plus anciens. Parmi les variétés du granite de la zone côtière, il faut citer le *granite orbiculaire* de Virvik près de Borgå, une des roches les plus intéressantes qu'il y ait au point de vue pétrographique. On a découvert un autre granite orbiculaire en Finlande, à Kangasniemi dans le gouvernement de S:t Michel, et il semble être lui aussi d'âge postbothnien.

Très souvent, on peut dire en règle générale, les granites des régions côtières méridionales renferment en quantités plus ou moins grandes des grains de *grenat* ou de *cordiérite* qui apparaissent à la surface comme des taches rouge sombre ou noires très bien marquées. En particulier le granite à cordiérite d'Åbo et la roche analogue dans le voisinage de Lahti se distinguent par une structure tachetée très nette. En même temps ils sont très peu homogènes, »migmatitiques» et il semble probable que c'est précisément l'existence des nombreuses enclaves de schistes fondus dans le magma granitique qui ont causé la formation des grenats et de la cordiérite. En certains endroits, p. ex. dans le nord de la paroisse de Kimito, à Perniö et

dans d'autres paroisses de la région de Salo, les granites du sud renferment moins d'enclaves schisteuses, et alors aussi moins de grenats. Dans cette région elles ont souvent une structure porphyroïde. Les gneiss micacés de ces régions renferment très souvent du grenat, de la cordiérite, de la sillimanite et d'autres minéraux de contact.

Dans l'est de la Finlande on rencontre aussi, à l'E de l'affleurement du rapakivi de Viborg, sur la rive NW du Ladoga et dans les régions du Saima, des granites dont une grande partie présentent le même type que ceux de la Finlande méridionale. On les utilise dans l'industrie de la pierre au bord du Ladoga, à Jääski et à Antrea. Des variétés pegmatitiques se trouvent ici aussi sur une assez grande extension. On les extrait en plusieurs endroits pour en tirer le feldspath, et ils sont célèbres aussi pour leur richesse en minéraux rares (entre autres la Wiikite, minéral radioactif encore peu étudié). Bien qu'on ne puisse regarder comme impossible qu'il y ait ici aussi des granites postkaléviens, la masse principale des granites archéens récents de ces régions semble appartenir à un seul et même groupe de granites postbothniens.

On rencontre aussi avec ces granites des roches basiques (métabasites). A Kaalamo, paroisse de Ruskeala, on les exploite pour en faire des pierres tombales. A Välimäki, paroisse de Sortavala, on trouve dans une variété péridotitique de ces métabasites de grandes masses de *mineral de fer magnétique*; ce mineral a été extrait en grandes quantités, pour être employé pour la fabrication de l'acier après avoir subi une concentration.

On ne peut dire si les roches du centre et de l'extrême nord de la Finlande qui, sur la carte, ont été marquées de la même teinte que le granite postbothnien sont tout à fait du même âge; mais en tout cas ils semblent être d'âge prékalévien.

Bien que la carte ne distingue que trois groupes de *gneiss migmatitique*, dont le premier comprend ceux où les veines granitiques se composent de granite postkalévien, le schiste comprenant surtout des schistes kaléviens, le second les gneiss bothniens migmatitiques nés de l'imprégnation des schistes bothniens par les granites postbothniens, et le troisième tous les autres gneiss migmatitiques, il est certain que dans l'avenir on pourra pousser encore bien plus loin la spécialisation. Selon les différences de composition

et d'âge des éléments schisteux ou granitiques qui entrent dans ces roches mixtes, on pourra diviser les gneiss du dernier groupe en un grand nombre de subdivisions. Dans certains territoires il semble pourtant qu'il doive être toujours difficile de déterminer sûrement la nature des composants et l'époque de formation de ces roches mixtes. D'une façon générale il doit s'être constitué de roches de ce genre là où une partie de l'écorce, sous le poids des masses rocheuses empilées sur elle, a été refoulée si bas vers l'intérieur qu'elle a atteint le niveau où la chaleur interne était assez grande pour la refondre. Cette fonte ou dissolution ne s'est alors pas produite d'un seul coup dans toute la masse, mais d'abord le long de certaines zones, ce qui explique la structure nettement veinée de ces roches.

Il faut donc admettre que la formation de ces roches migmatitiques s'est faite vers la limite entre la croûte solidifiée et le magma sous-jacent dans l'intérieur du globe, ou bien dans les grandes zones de dislocation de l'écorce. Pour d'autres roches de texture granitique ou gneissique, il faut admettre que, dans le progrès de la solidification de la croûte, celle-ci s'est accrue par le bas à mesure que l'érosion en détruisait les parties supérieures, et que le refroidissement pénétrait vers le centre. Certains des gneiss granitiques très répandus en Finlande doivent donc être regardés comme appartenant à la croûte de refroidissement, constituant ainsi des formations *crustales*, ce qui ne signifie pas qu'ils soient nécessairement solidifiés avant le dépôt des plus anciens sédiments à la surface de la terre. Quand ces masses granitiques souscrustales ont été mises à nu par l'érosion, ce qui ordinairement n'a eu lieu qu'après qu'ils avaient subi de forts plissements dans les régions supérieures de l'écorce, elles devaient se présenter comme de grands affleurements uniformes de gneiss granitiques. Nous trouvons de ces roches en plusieurs régions de Finlande, surtout dans les parties orientales, au nord du Ladoga dans la zone frontière qui touche à la presqu'île de Kola, où ils se rattachent aux grands domaines gneissiques de la Fennoscandia orientale. Dans ces deux endroits ces *gneiss granitiques* finlandais semblent appartenir aux plus anciennes formations de la région. Par leur texture ils ressemblent souvent beaucoup aux anciens granites gneissiques du SW de la Finlande, qui se présentent d'une manière si nettement éruptive et pénètrent les roches schisteuses. Jusqu'à présent on est obligé de laisser pendante la question

de savoir si les gneiss granitiques de la Finlande orientale sont de même âge que les *granites gneissiques* de la Finlande occidentale, ou s'ils sont peut-être antérieurs à toutes les formations schisteuses. En tout cas les premiers sont sûrement très anciens, puisqu'ils forment le soubassement même des formations ladogiennes. Dans les deux régions on trouve, à côté des roches à grain uniforme, des variétés porphyroïdes; les deux espèces se distinguent souvent par une couleur grise.

Sur la côte NE du Ladoga le gneiss granitique apparaît sous une variété qui rappelle le granite postbothnien de la Finlande méridionale. Il est ici de couleur rouge et en partie moins rubané qu'autrement. Comme les schistes ladogiens du Ladoga ont subi aussi une recristallisation si forte qu'ils sont souvent tout à fait massifs, il est assez naturel d'admettre que le gneiss granitique a pris à la même époque cette structure différente.

Avec les granites gneissiques de la Finlande occidentale auxquelles elles se rattachent par des transitions, on trouve souvent des roches basiques, dont la structure varie entre les *diorites* et les *péridotes*. Dans la Finlande orientale il se rencontre aussi, dans le gneiss granitique, des roches basiques, qui pourtant semblent ici devoir être regardées comme des filons d'âge préladogien. Sur la carte toutes les metabasites plus anciennes que celles d'âge kalévien ou que l'on ne peut pas y rattacher avec quelque certitude ont été marquées d'une même teinte comme des metabasites d'âge *prékalévien ou indéterminé*.

Enfin, pour les parties du pays qui, soit en totalité soit en grande partie, n'ont encore pas été étudiées, on a adopté une rubrique spéciale: *terrain archéen de composition peu connue*.

Comme le montre cette description, le massif ancien de Finlande n'offre donc nullement, comme on se le représente souvent, l'image d'un terrain uniforme et peu intéressant; il s'y trouve une foule de roches différentes, hétérogènes par leur composition, leur âge et leur genèse. Les dépôts dont nous trouvons ici les restes, souvent très modifiés et en grande partie détruits, représentent non pas une partie insignifiante, mais peut-être la partie principale des séries sédimentaires. Les plus jeunes, les roches *jotniennes*, n'ont subi que des changements bien peu considérables, quoique les mouve-

ments de l'écorce les aient brisées en morceaux et que l'érosion les ait en grande partie détruites. Une autre partie, qui comprend les formations *jatuliennes*, a subi des mouvements orogéniques, mais un métamorphisme assez faible. D'autres séries sédimentaires encore plus anciennes, les formations kalévien-nes, bothniennes et ladogiennes, sont, il est vrai, très fortement plissées et métamorphosées, et ont subi une granitisation intense; mais en beaucoup d'endroits elles offrent encore des caractères incontestables de roches sédimentaires, et sont visiblement les restes de formations sédimentaires extraordinairement épaisses et très anciennes, dont chacune peut comprendre des séries très considérables de couches.

Jusque dans les plus anciennes formations de schistes probablement antérieures encore aux sédiments ci-dessus, et encore plus fortement mêlées de granites, on trouve çà et là des restes de la texture primitive dans un état de conservation qui étonne; et elles montrent alors avec la texture des roches sédimentaires plus récentes des ressemblances auxquelles on ne peut se méprendre. Le regard se perd donc dans un lointain infini. Il semble vraisemblable qu'on pourra découvrir dans le massif finlandais d'autres formations encore, peut-être en partie plus anciennes que celles déjà étudiées. Mais dès maintenant il est évident que ce massif renferme un très grand nombre de formations différentes datant des âges préhistoriques du globe, tout un monde antique d'une variété extraordinaire et du plus grand intérêt pour le savant.

---

### Bibliographie:

*Atlas de Finlande*, carte n:o 3, texte par **J. J. Sederholm**.

*Finlands Geologiska undersökning*: Feuilles 1—37 de la carte de détail de la Finlande méridionale au 1:200,000 avec descriptions.

*Commission géologique de Finlande*: Carte géologique de Finlande au 1:400,000. La section C. 2. *S:t Michel*, description par **Benj. Frosterus**, est parue. Les sections B. 2, *Tammerfors*, description par **J. J. Sederholm**, et D 2, *Nyslott*, description par **Hugo Berghell**, et C 6, *Rovaniemi*, description par **Victor Hackman**, paraîtront incessamment.

**Ramsay, W.**, et **Berghell, H.**, Das Gestein von Iivaara in Finnland. Geol. Fören. i Stockholm Förh. XIII. 1891.

**Sederholm, J. J.**, Über die finnländischen Rapakivigesteine. Tschermaks Min. und Petr. Mitt. XII. 1891.

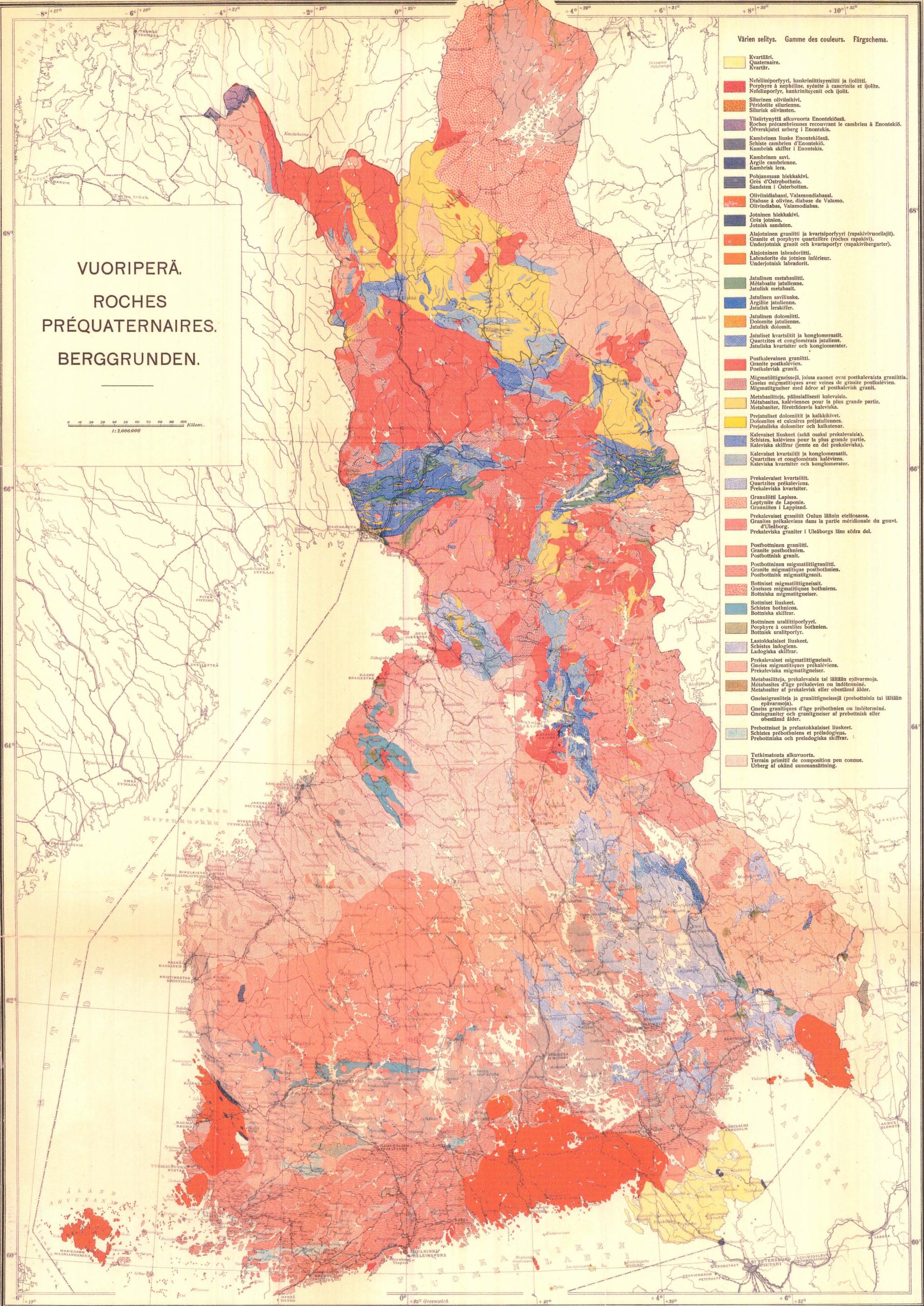
**Sederholm, J. J.**, Studien über archaische Eruptivgesteine aus dem südwestlichen Finnland (Tschermaks Min. u. Petr. Mitt. XII. 1891).

**Sederholm, J. J.**, Om berggrunden i södra Finland. (*Fennia* 8, N:o 3. 1893.)

**Sederholm, J. J.**, Über die Entstehung des Urgebirges. (Förhandl. vid Nord. Naturf. och Läkaremötet i Helsingfors. 1902).

**Trüstedt, O.**, Die Erzlagerstätten von Pitkäranta am Ladoga-See (Bull. de la Commission géol. de Finlande N:o 18; *Fennia*, 25, 4, 1907).

Voir encore les indications bibliographiques dans le texte de la carte n:o 5, Roches préquaternaires de la Fennoscandia. Cf. en outre Bulletin de la Commission géologique de Finlande, Geologiska kommissionens Geotekniska meddelanden, Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar, Comptes Rendus des Congrès géologiques de S:t Pétersbourg, Vienne et Stockholm.



VUORIPERÄ.  
ROCHES  
PRÉQUATERNAIRES.  
BERGGRUNDEN.

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100  
1:2.000.000  
kilom.

Värien selitys. Gamme des couleurs. Färgschema.

- Kvartääri.  
Quaternaire.  
Kvartär.
- Nefeliiniporfyri, kankriniittiseniitti ja iioiitti.  
Porphyre à nephéline, syénite à cancrinite et ijolite.  
Nefeliiniporfyri, kankriniittiseniitti ja iioiitti.
- Silurinen oliivinkivi.  
Périodite silurienne.  
Silurisk oliivinen.
- Viisirivyttyä alkuvuorta Enontekiössä.  
Roches précambriennes recouvrant le cambrien à Enontekiö.  
Öferskjutet urberg i Enontekiö.
- Kambrinen luseke Enontekiössä.  
Schiste cambrien d'Enontekiö.  
Kambrisk skiffer i Enontekiö.
- Kambrinen savi.  
Argille cambrienne.  
Kambrisk lera.
- Pohjanmaan hiekkakivi.  
Grès d'Ostrobothnie.  
Sandsten i Österbotten.
- Oliivindiabaasi, Valamondiabaasi.  
Diabase à olivine, diabase de Valamo.  
Oliivindiabaas, Valamondiabaas.
- Jotinen hiekkakivi.  
Grès jotinen.  
Jotisk sandsten.
- Alajotinen granitti ja kvartsporfyri (rapakivi/ruorilaji).  
Granite et porphyre quartzifère (roches rapakivi).  
Underjotisk granit och kvartsporfyri (rapakivbergarter).
- Alajotinen labradoriitti.  
Labradorite du jotinen inférieur.  
Underjotisk labradorit.
- Jatulinen metabasiitti.  
Métabasite jatulienne.  
Jatulisk metabasit.
- Jatulinen saviluseke.  
Argillie jatulienne.  
Jatulisk lerskiffer.
- Jatulinen dolomiitti.  
Dolomite jatulienne.  
Jatulisk dolomit.
- Jatuliset kvartsiitit ja konglomeratit.  
Quartzites et conglomérats jatulien.  
Jatuliska kvartsiiter och konglomerater.
- Postkalevalainen granitti.  
Granite postkalevalien.  
Postkalevalisk granit.
- Migmatittigneisssit, joissa onnet ovat postkalevalaista granittiä.  
Gneiss migmatitiques avec veines de granite postkalevalien.  
Migmatitgneisser med ådror af postkalevalisk granit.
- Metabasiittia, pällasiallisesti kalevalaisia.  
Métabasites, kaléviennes pour la plus grande partie.  
Metabasiter, företrädesvis kalevaliska.
- Prejatuliset dolomiittit ja kalkkikivet.  
Dolomites et calcaires prejatulien.  
Prejatuliska dolomiter och kalkstenar.
- Kalevalaiset luseket (sekä osaksi prekalevalaisia).  
Schistes, kaléviens pour la plus grande partie.  
Kalevaliska skiffrar (jemte en del prekalevaliska).
- Kalevalaiset kvartsiitit ja konglomeratit.  
Quartzites et conglomérats kaléviens.  
Kalevaliska kvartsiiter och konglomerater.
- Prekalevalaiset kvartsiitit.  
Quartzites prékaléviens.  
Prekalevaliska kvartsiiter.
- Granuliitti Lapissa.  
Leplymitte de Laponie.  
Granulit i Lapland.
- Prekalevalaiset granitit Oulun läänin eteliosassa.  
Granites prékaléviens dans la partie méridionale du gouv. d'Uleåborg.  
Prekalevaliska graniter i Uleåborgs läns södra del.
- Postbotninen granitti.  
Granite postbotnien.  
Postbotnisk granit.
- Postbotninen migmatittigranitti.  
Granite migmatitique postbotnien.  
Postbotnisk migmatitgranit.
- Bottiniset migmatittigneisssit.  
Gneiss migmatitiques botniens.  
Bottiniska migmatitgneisser.
- Bottiniset luseket.  
Schistes botniens.  
Bottiniska skiffrar.
- Bottinen urallittiporfyri.  
Porphyre à ouralites botniens.  
Bottinisk urallitporfyri.
- Laatokkalaiset luseket.  
Schistes ladogiens.  
Ladogiska skiffrar.
- Prekalevalaiset migmatittigneisssit.  
Gneiss migmatitiques prékaléviens.  
Prekalevaliska migmatitgneisser.
- Metabasiittia, prekalevalaisia tai iältään epävarmoja.  
Métabasites d'âge prékalévien ou indéterminé.  
Metabasiter af präkalévalisk eller obestämd ålder.
- Gneissigraniteja ja granittigneisssit (prebotnisia tai iältään epävarmoja).  
Gneiss granitiques d'âge prébotnien ou indéterminé.  
Gneissgraniter och granitgneisser af prebotnisk eller obestämd ålder.
- Prebotniset ja prelaatokkalaiset luseket.  
Schistes prébotniens et préladogiens.  
Prebotniska och preladogiska skiffrar.
- Tutkimaton alkuvuorta.  
Terrain primitif de composition peu connue.  
Urberg af okänd sammansättning.

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS (GTK)  
KIRJASTO



1000088293