

CHRONOLOGIE ET DEFORMATIONS DES FILONS BASIQUES DANS LES FORMATIONS PRECAMBRIENNES DU SUD DE LA NORVEGE

Par

C. E. WEGMANN et J.-P. SCHAER¹

	Page
Abstract.....	371
Introduction	372
Les filons basiques dans le Précambrien du Sud de la Norvège	373
Les régions granitiques au S de Kragerø.....	373
Les Granodiorites de l'île de Blåbærsholmen	374
Les filons basiques, leur chronologie	376
Les filons acides.....	379
Les déformations	380
Chronologie probable des déformations et évènements géologiques subis par les roches de l'île de Blåbærsholmen	382
Les filons basiques, les granites gneissiques et les granites dans le Sud la péninsule de Levang.....	383
Remerciements	386
Bibliographie	386

A b s t r a c t. In order to establish a relative chronology in the Bamble area (Precambrian) detailed observations were carried out on a small island in the South of the Levang peninsula, south of Kragerø.

Granite gneisses probably deriving from supracrustal rocks are cut by three generations of basic dikes, the two oldest of which are transformed into amphibolites and are partly granitized. The relative intensity of their deformation and the cross-cuttings make it possible to determine their relative age. Unaltered diabase represents the younger generation. In between the different periods of dike activity systems of aplites and pegmatites were formed. The presence of several generations of basic dikes in the granitic rocks makes it possible to single out various phases of deformation, each distinct in time and characterized by its peculiar style of structure, vestiges of which have been preserved by subsequent granitisations.

Several generations of basic dikes have been recognized in different parts of the Bamble area, although in some parts the oldest have disappeared due to granitisation. Some miles east of our observation point, near Portør, a late migmatitisation has obliterated the oldest traces, and tends to replace all rocks by homogeneous potassic granite.

¹ C. E. W.: Université de Neuchâtel (Suisse); J.-P. S.: Service géologique du Maroc, Rabat.

Introduction

Dans ses premiers travaux sur les gneiss et les granites précambriens de la Finlande, J. J. SEDERHOLM (1907) a attiré l'attention du monde géologique sur tous les enseignements que peuvent fournir les filons basiques qui recourent les formations anciennes. Dans ses



Fig. 1. Situation du lieu des observations.

publications, spécialement dans celles consacrées à l'étude des migmatites du SW de la Finlande (1923, 1926 et 1934), il revint sans cesse sur ce problème fondamental: «cette étude présente à la fois un grand intérêt géologique et pétrographique. On parvient grâce à ces roches à préciser la chronologie des granites, alors que d'autre part elles fournissent du matériel qui permet de mesurer l'intensité des changements métamorphiques et de mieux comprendre les phénomènes qui conduisent à l'anatexie (1926, p. 31)». Si J. J. Sederholm reconnut l'importance des filons basiques pour les recherches tectoniques, ce fut principalement C. E. WEGMANN (1931) qui précisa les enseignements que l'on peut obtenir par l'étude de ces roches lorsqu'on tente d'établir l'histoire des déformations subies par une partie de l'écorce terrestre où de tels filons se rencontrent.

De telles recherches, basées sur les mêmes principes, ont permis notamment de tracer les lignes principales de l'évolution géologique et pétrographique de régions étendues du Grønland méridional (WEGMANN, 1938). Cette méthode fut également appliquée avec succès dans de nombreuses études de terrains anciens, afin d'établir des divisions stratigraphiques: en Ecosse (SUTTON & WATSON, 1951), dans le massif de Bohême (WALDMANN, 1927), en Amérique (KRANK, 1953) et au Maroc (CHUBERT, 1952).

En Norvège par contre, l'étude des roches filoniennes, comme l'ensemble de la pétrographie, a été avant tout orientée vers les préoccupations chimiques, qui ont apporté elles aussi de brillants résultats. Ainsi, dans les roches permienes de la région d'Oslo, on a cherché à mettre en évidence les relations entre les roches filoniennes,

les roches d'épanchement et les roches profondes et à suivre l'évolution magmatique de l'ensemble. Indiquons cependant que O. HOLTEDAHL (1953) a signalé dans les Calédonides, près de Opdal, la présence de filons basiques plissés qui semblent devoir permettre de préciser les problèmes de chronologie. Dans les environs d'Oslo, les recouplements et l'orientation propre des différents systèmes de filons non transformés ont permis d'y établir une chronologie (DONS 1952).

Les filons basiques dans le Précambrien du Sud de la Norvège

On sait depuis longtemps que les roches précambriennes du S de la Norvège sont traversées par de nombreuses générations de filons. En 1943, J. Bugge en signalait plusieurs dans la région d'Arendal, dont la plus ancienne était mise en relation avec les masses d'hypérites, alors que la plus jeune était associée aux activités permienues de la région d'Oslo. Peu après T. F. W. BARTH (1944) donnait une description précise de plusieurs générations de filons qui se recoupent et dont les plus anciennes apparaissent très transformées.

En 1957, C. E. Wegmann reconnaissait que certaines régions côtières du S de la Norvège, spécialement celles au S de Kragerø dans la presqu'île de Levang, offraient de magnifiques affleurements où l'on pouvait espérer trouver quelques réponses aux problèmes de la chronologie des formations précambriennes de cette partie de la Fennoscandie. Au cours des étés 1958 et 1959, nous avons étudié les régions comprises entre Brevik et Arendal. Partout sur les côtes comme à l'intérieur du pays, on trouve des indices montrant que les filons basiques sont un des bons fils conducteurs pour remonter dans l'histoire géologique très complexe de ces roches. De toutes les régions visitées, c'est sur les lieux des premières découvertes que nous avons trouvé, sur une surface relativement peu étendue, le plus de renseignements. Nous en donnons ici une première étude.

Les régions granitiques au S de Kragerø

Les résultats des recherches de B. Hofseth (1942), faites au S de Kragerø, principalement dans la péninsule de Levang, ont été présentés dans un mémoire accompagné d'une carte très soignée. D'après nos investigations, le granite que l'on rencontre dans la péninsule de Levang est d'un type peu commun dans le paysage géologique du

S de la Norvège. Il présente beaucoup d'analogies avec les granites gneissiques du premier groupe (*«gneissose granite»*) de J. J. Sederholm. Il est, comme eux, très peu potassique, présente souvent un aspect gneissique et une allure dictyonitique (SEDERHOLM, 1926, p. 49); de couleur grise, le plus souvent équigranulaire bien qu'on y trouve des variétés porphyroblastiques, il est riche en plagioclases, et il comprend les différents termes situés entre les granites typiques et les diorites. Comme en Finlande, il est probable qu'il corresponde aux effets des granitisations les plus anciennes que l'on rencontre dans ces formations précambriennes.

Au S de la principale masse granitique de la péninsule de Levang, se situe une mince bande formée de quartzites, de gneiss quartzitiques à gros nodules de sillimanite et d'amphibolites. Plus au S encore, une nouvelle zone granitique et granodioritique s'étend jusque dans les régions côtières où elle offre une suite d'affleurements admirables. C'est dans ces granites gneissiques, cartographiés par B. Hofseth comme *«normal banded gneiss»*, que nous avons fait les observations décrites ci-dessous, la plupart ayant été effectuées dans la petite île de Blåbærsholmen (cf. fig. 2).

Là, dans les roches granitiques et granodioritiques, on observe de nombreux filons acides et basiques, plus ou moins transformés. Comme ils se recourent, on peut facilement établir l'âge relatif de leur mise en place. L'observation des déformations qu'ils ont subies, de leur transformation minéralogique, nous ont conduit à un essai de reconstitution de l'histoire pétrographique et tectonique de cette portion du Précambrien.

Les granodiorites de l'île de Blåbærsholmen

L'île de Blåbærsholmen (fig. 2) est formée dans sa majeure partie par une diorite quartzifère qui passe localement à une diorite; on reconnaît partout la structure dictyonitique. La surface des roches, polie par les glaciers puis lavée par l'action des vagues, est d'un gris assez clair, mais les échantillons fraîchement cassés montrent sur leur tranche un pourcentage assez élevé de minéraux sombres (hornblendes et biotites). Comme minéraux blancs, à côté du feldspath calco-sodique et du quartz, la roche ne contient que peu ou même pas de microcline (cf. tableau II), ce qui l'oppose à la plupart des granites du S de la Norvège.

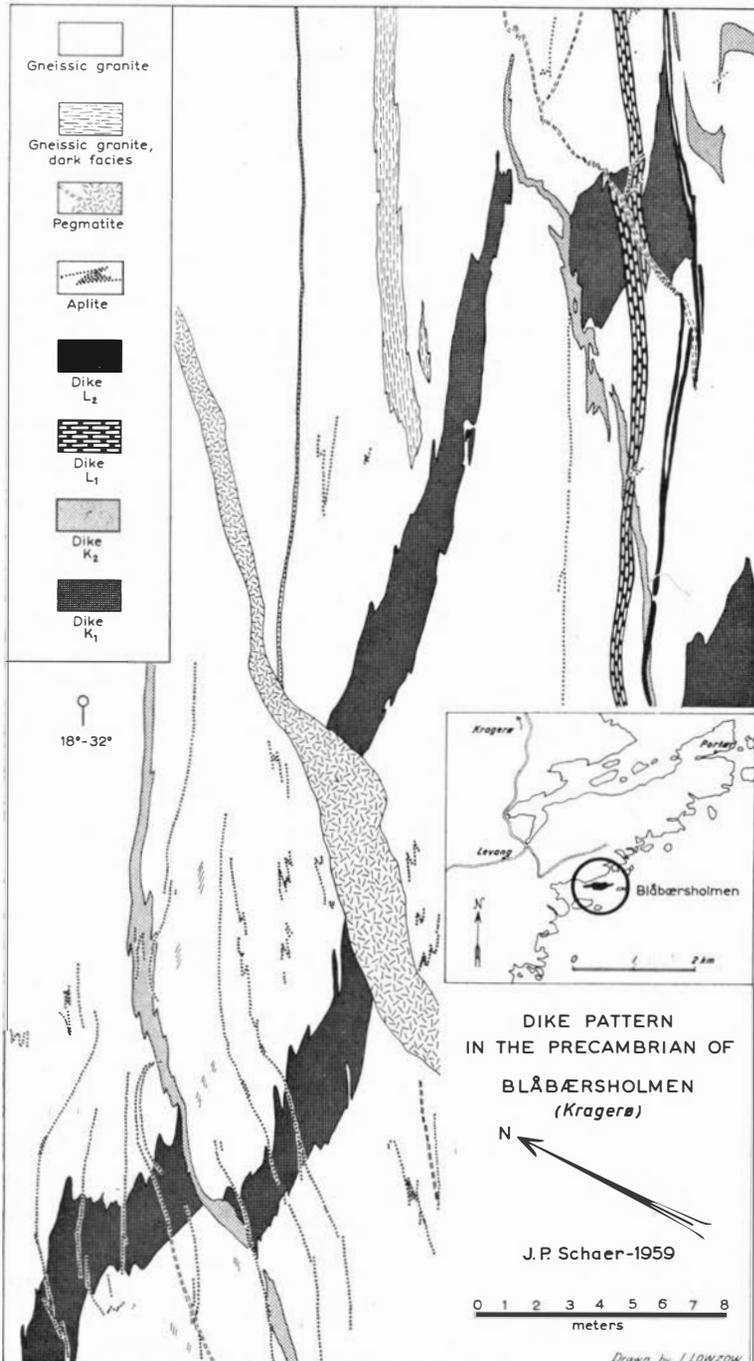


Fig. 2. Réseau de filons dans le Précambrien de Blåbærsholmen.

Recoupées par tous les filons, on trouve dans ces roches claires, des zones plus sombres et des lits grenatifères qu'on peut suivre sur de longues distances. Nous pensons qu'il s'agit là de formations prégranitiques qui apparaissent en fantômes dans les roches granitiques qui les ont transformées. Dans la masse granodioritique apparaissent également des taches plus sombres, parfois isolées, souvent groupées. Elles ont souvent des contours assez flous et leurs dimensions sont très variables, allant de quelques centimètres à plusieurs mètres. Nous pensons que ce sont les restes de structures agmatitiques issues des formations prégranitiques, et dont l'évolution a été arrêtée au moment où elles allaient disparaître.

Les filons basiques, leur chronologie

Sur toute l'étendue de l'île de Blåbærsholmen, les diorites quartzifères sont recoupées par une suite de filons basiques plus ou moins transformés, parfois si abondants que la roche prend un aspect de gneiss rubanné. Les nombreux recouvrements qu'on peut observer entre ces différentes formations sombres, ne laissent cependant aucun doute quant à leur origine (cf. carte fig. 2).

Dans la partie orientale de l'île, les affleurements sont particulièrement spectaculaires (fig. 2 et Pl. I, fig. 1, 2, 3, 4); tous les anciens filons basiques apparaissent sous la forme d'amphibolites. Leur âge relatif s'établit aisément car l'allure générale permet déjà de séparer deux grandes familles.

La famille la plus ancienne, que nous nommerons famille ou génération de filons basiques K, ou plus simplement filons K, est formée d'amas et de bandes amphibolitiques sectionnés et plissés. D'autres bandes presque rectilignes, également de composition amphibolitiques, se rattachent à la génération de filons basiques que nous désignerons par L. En dehors de la surface cartographiée, des filons basique non transformés représentent la dernière génération de filons basiques M. La chronologie de détail obtenue par les recouvrements confirme et précise ce premier classement (fig. 2 et Pl. I fig. 1, 2) et permet, à l'intérieur de chaque génération, d'introduire des divisions que nous désignerons respectivement par K_1-K_2 , etc., L_1-L_2 , etc.

Sur la surface cartographiée, représenté par une large bande amphibolitique plissée et sectionnée, le filon le plus ancien, K_1 , est recoupé par tous les autres. Les nombreuses actions métamorphiques

l'ont transformé en une vaste brèche dont tous les éléments ont subi une évolution pétrographique légèrement différente; cela lui donne une allure caractéristique (fig. 3). Comme on retrouve souvent, sur ses bords, des faciès légèrement différents, souvent moins basiques, on peut se demander si, au départ, le filon n'était pas de nature composite¹. Il se peut cependant que les différences observées soient surtout dues aux actions de granitisation, dont les effets ont marqué toute la masse amphibolitique. La différenciation métamorphique aurait contribué à la basification de certaines parties, alors que d'autres tendaient à rapprocher leur composition de celle de la roche encaissante.

Le filon K_2 est formé par une amphibolite assez claire, homogène. Il est nettement plissé et souvent disloqué, mais chaque morceau a subi une évolution pétrographique très peu différente de celle de ses voisins. Les contacts avec la roche encaissante sont la plupart du temps remarquablement nets (Pl. II, fig. 1). Le recoupement de K_1 par K_2 s'observe en deux endroits de la surface cartographiée, et l'on remarque que K_1 y a subi des déplacements importants (éventuellement produits après la mise en place de K_2).

Les filons de la génération L, peu plissés, présentent des contacts francs avec la roche encaissante et montrent une foliation marquée (Pl. I, fig. 1) qui les oppose aux autres filons. Les différents membres de la famille se différencient assez facilement par leur couleur, qui reflète assez bien leur composition (Pl. I, fig. 1 et tableau I). Les filons L_1 et L_2 n'offrent pas entre eux de recoupements ni sur la surface cartographiée, ni dans le reste de l'île. En plus d'une foliation bien marquée, le filon L_1 présente un léger rubannement (assez bien visible

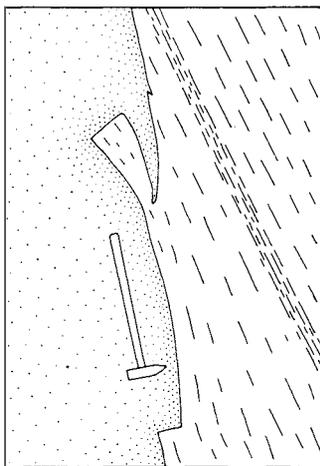


Fig. 3. Filon de diabase. Un filon basique de la génération M (à gauche), recoupe obliquement la foliation du granite gneissique (à droite).
D'après photo.

¹ Filon composite: filon formé par une suite de zones séparées par des contacts francs. Les structures, les compositions de chaque zone peuvent être différentes. Ces filons sont souvent dus à l'utilisation du même canal par plusieurs venues.

sur la Pl. I, fig. 1). C'est le reflet de différences qui devaient déjà exister au moment de la mise en place. On peut évoquer soit une ancienne différence de cristallinité entre le centre et les bords, qu'accompagnaient de légères variations de composition, soit une nature composite.

Dans la partie sud et ouest de l'île de Blåbærsholmen, les filons de la génération M ne sont pas transformés en amphibolites. Par place ils atteignent une largeur de quelques mètres, mais sont souvent étroits (de quelques centimètres à 40 cm). Ce sont des diabases qui présentent au microscope une structure ophitique typique. Comme les filons anciens, ils sont le plus souvent subverticaux, mais en quelques endroits, certains se sont mis en place dans des cassures sub-horizontales présentant un faible pendage vers le S. Ces filons de diabases sont assez souvent composites; de plus leur bordure présente une cristallisation très fine, alors que dans leur partie centrale on voit

Tableau 1

Composition minéralogique modale des différents filons.

	K ₁	K _{1bd}	K ₂	L ₁	L ₂	diabase M
Plagioclases ¹	8,2	25,5	40,4	38,5	18,6	63,2
Amphiboles (horn- blende) ²	94,4	72,0	59,2	60,8	68,2	
Biotite		1,8		traces	12,2	27,5
Minerais	0,2	0,5	0,1	0,2	0,4	pyroxène
Divers ³	0,2	0,1	0,3	0,5	0,6	

¹ Les plagioclases des filons K₁ sont presque totalement transformés en scapolites; ceux des filons K_{1bd} (faciès marginal) sont assez fortement transformés en scapolites (composition: Ab 37); ceux des filons K₂ sont très fortement séricitisés (Ab 27); ceux des filons L₁ sont séricitisés inégalement (Ab 32); ceux des filons L₂ sont à séricitisation inégale (Ab 40); ceux de la diabase sont très frais (Ab 60).

² Les hornblendes vertes ont un pléochroïsme plus ou moins marqué suivant les roches; elles montrent en général une extinction de 22°: on remarque par place de très légers débuts de chloritisation.

³ On trouve assez fréquemment, dans les filons K₁, K₂ et L₁, un peu d'épidote qui montre un pléochroïsme jaune à jaune brun (orthites?); parfois, autour de ce noyau, on remarque une nouvelle cristallisation d'épidote ou de zoïsité.

Dans toutes les amphibolites la structure est granoblastique, les biotites montrent en général une nette orientation, particulièrement dans le filon L₂.

déjà des phénocristaux de plagioclase qui peuvent atteindre 1 à 2 cm. Comme ils recoupent la foliation des formations cristallines suivant un angle assez fermé, leur bordure présente fréquemment une allure en échelon (fig. 3). Dans ces endroits on voit comment la masse basique s'apprête à entraîner des morceaux de roche granitique qui formeront des xénolites.

Les filons acides

Dans toute la masse de diorite quartzifère de l'île de Blåbærsholmen, de même que dans les filons basiques des générations K et L, on trouve des filons aplitiques dont certains passent à des faciès plus pegmatitiques (on n'y voit jamais de front basique). Grâce aux recoupements, on peut voir que certains de ces filons ont pris naissance après la mise en place des filons basiques de la génération L. D'autres, beaucoup plus plissés, se sont formés déjà après la venue des générations K, ou, dans certains cas, éventuellement avant. Certaines de ces aplites, qui sont particulièrement riches en quartz, pourraient très bien représenter soit des zones mylonitiques anciennes, soit des diaclases anciennes, où se sont effectuées des circulations de solutions de silice.

Sur la carte (fig. 2), on voit que les filons des générations K et L, sont recoupés par une pegmatite assez large contenant du microcline parfois rose, des plagioclases, du quartz et un peu de biotite; cette dernière se trouve presque uniquement là où la pegmatite recoupe les anciens filons basiques. Faut-il voir dans ce fait la possibilité d'une origine par remplacement de la pegmatite, ou conclure que celle-ci, qui aurait pris naissance dans une fente par cristallisation de solutions, aurait été contaminée par la roche encaissante?

Sur la carte (fig. 2) la pegmatite présente un tracé assez irrégulier, dû pour une part à ses variations de puissance et d'autre part au fait qu'elle recoupe, en présentant un pendage très faible, une topographie qui n'est pas totalement plane (différences de niveau de 1 à 2 m). On remarque qu'elle a cependant subi des déformations qui se traduisent entre autre par la présence de macles ployées dans les gros cristaux de plagioclases (visibles à l'oeil nu). Sur l'île de Blåbærsholmen, les pegmatites du même type sont toujours plus jeunes que les filons K et L, mais elles sont recoupées par les filons de diabases.

Les déformations

Les déformations sont partout visibles. On peut dire que plus la roche est ancienne, plus elle a subi de nombreuses et importantes déformations. Cependant, il faut reconnaître que, parallèlement aux actions tectoniques, se sont exercées des actions pétrochimiques qui conduisirent :

- à l'homogénéisation de certaines roches ;
- à figer certains caractères acquis ;
- à effacer d'autres caractères acquis ;
- à apporter des modifications de composition, de structure, qui elles-mêmes entraînent des transformations importantes des propriétés mécaniques propres à chaque roche, et d'une roche donnée par rapport à celles qui l'entourent.

Tout cela tend à rendre plus complexe l'étude des déformations, mais fait comprendre que certaines roches anciennes semblent peu déformées. Pour prendre connaissance de la chronologie des déformations, nous allons parcourir le chemin inverse de celui que nous avons suivi pour établir l'âge relatif des différents filons. Nous partirons des événements les plus jeunes.

Comme dans toute la Norvège méridionale, les traces de déformations les plus jeunes, en dehors du soulèvement quaternaire, sont représentées par des systèmes de diaclases et de failles qui recoupent même les filons de la génération la plus tardive (diabase). Un des plus marqués a une direction presque méridienne et est subvertical. C'est également la direction d'une partie des filons basiques de la génération M, alors que d'autres, qui suivent à peu près la foliation générale des granites gneissiques et des diorites quartzifères, ont une orientation sensiblement W—E. On remarquera que ces directions de filons et de failles se poursuivent jusque dans la région d'Oslo où il est établi qu'elles sont d'âge permien. Dans la région de Bamble, après la mise en place de certains filons M, des actions tectoniques se sont encore manifestées sur les fentes qui venaient de se remplir. On y observe des déplacements, la formation de brèches. Le matériel très rigide des filons récents a été plus affecté que la roche encaissante qui, grâce à sa foliation marquée, à ses plans amphibolitiques et micacés, était un peu plus souple. Plus cassés que les roches précambriennes, les filons M ont été érodés plus facilement, et ainsi apparaissent le plus

souvent dans des dépressions. Les déformations décrites ci-dessus sont, à l'échelle de l'affleurement, des déformations cassantes. Aucune action métamorphique importante ne s'est exercée sur elles pour les transformer.

Les larges pegmatites de l'île présentent des traces certaines de déformations, mais celles-ci ne furent pas suffisantes pour aboutir à de véritables plissements. On reconnaît que des recrystallisations se sont produites pendant et après la déformation et cela nous engage à situer l'époque des déformations subies par ces roches avant la mise en place des filons de la génération M.

La majorité des filons de la génération L présente une orientation parallèle à celle des granites gneissiques (dans l'île de Blåbærsholmen, N 70°E). Ils se mirent en place dans des fissures qui actuellement se trouvent plissées (axe de plis N 70°E et plongeant de 10 à 30° vers l'W). Comme la position des filons avant le plissement devait être à peu près parallèle aux axes de plis, ils gardent actuellement encore un tracé relativement rectiligne. Ils ont subi des allongements qui se marquent, spécialement dans les faciès les plus basiques, par du boudinage (Pl. I, fig. 1). Cette déformation a été accompagnée par la remobilisation de la diorite quartzifère qui s'est «mise en place» dans les étranglements du boudin et dans les fentes du filon (Pl. I, fig. 1).

Avant de subir les déformations que nous venons de décrire, les filons de la génération K avaient déjà été très déformés. Des actions de cisaillement particulièrement violentes avaient provoqué leurs plissements, souvent même leur mise en pièces. En certains endroits, on obtient une image assez semblable (fig. 4) à celles que Krank nomme les structures en «pointes de flèche» (1957, fig 9/7c et fig. 10). Ces mêmes actions de cisaillement ont provoqué dans le filon K₁ une bréchification intense. Au moment de la déformation, le matériel

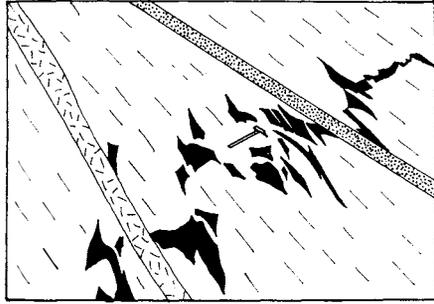


Fig. 4. Dans le granite gneissique, un filon basique de la génération K (en noir), transformé en amphibolite, est disloqué et prend une allure de flèche de lance. Il est recoupé par une pegmatite (à gauche) et par un filon de diabase (à droite).

du filon était trop rigide par rapport à la roche encaissante pour ne pas se fracturer (Pl. I, fig. 3).

Un certain nombre de veines aplitiques évoquent, par leurs contours, des déformations qui se rattachent très certainement à celles subies par les filons de la génération K. L'allure gneissique et dictyonitique de la diorite quartzifère est probablement due aux mêmes actions de cisaillement, mais ici, comme dans les quelques restes des formations prégranitiques, la complexité des déformations n'apparaît plus nettement, car elle est voilée par les actions d'homogénéisation qui engendrent des roches où manquent les fils conducteurs.

Chronologie probable des déformations et évènements géologiques subis par les roches de l'île de Blåbærsholmen

L'observation attentive de l'île de Blåbærsholmen permet d'envisager une suite d'évènements géologiques complexes pour ces roches précambriennes.

Partant de formations supracrustales nous y décelons la suite probable des évènements suivants:

- une première déformation d'un complexe prégranitique;
- une granitisation de ce complexe avec formation d'agmatites;
- la mise en place d'une première génération des filons basiques K, alors que les roches étaient à nouveau cassantes;
- la naissance de cassures dans les roches et les filons K, avec circulation de solution de silice;
- un intense plissement avec cisaillement qui conduisit à la dislocation et bréchification des filons K; ces actions tectoniques furent probablement accompagnées de nouvelles actions de granitisation;
- la roche redevint cassante et subit la mise en place des filons basiques L;
- un nouveau plissement aboutit entre autres aux déformations des filons basiques L qui sont étirés, boudinés; une nouvelle granitisation figea ce caractère;
- la mise en place de pegmatites à microcline;
- les roches devinrent à nouveau cassantes et, dans les fentes, se mirent en place les filons basiques M;
- la formation des dernières diaclases et failles, dont les plus récentes appartiennent aux déformations quaternaires.

Nous ne pouvons qu'indiquer un âge relatif pour cette suite d'évènements, en sachant que certaines phases furent brèves alors que d'autres s'étalaient dans le temps. Entre chaque action mise en évidence s'étendait une période de durée variable.

Les actions de granitisation se sont produites à des profondeurs où les roches devenaient partiellement souples, alors que les filons basiques supposent un matériel cassant. Pour passer d'un état à l'autre, on doit admettre un temps assez long.

Les filons basiques, les granites gneissiques et les granites dans le Sud de la péninsule de Levang

En rapport avec les affleurements de l'île de Blåbærsholmen, nous avons pu faire des observations sommaires le long des côtes SE de la péninsule de Levang qui ont montré qu'une longue bande de granite gneissique, ayant par place une composition de diorite quartzifère, s'étend de Portør, jusqu'à Ormedalsstrand. Dans tout ce secteur, où l'on reconnaît de place en place les restes des formations prégranitiques, on retrouve les trois générations de filons basiques décrits dans l'île de Blåbærsholmen, avec leurs mêmes caractères.

- la génération M, formée de filons non transformés;
- la génération L, formée de filons métamorphisés, granitisés, relativement peu déformés (étirement et quelques plis);
- la génération K, formée de filons très métamorphisés, très déformés, fortement granitisés.

Les filons de la génération M se retrouvent dans toutes les formations précambriennes du S de la Norvège, aussi bien dans la formation des migmatites de Bamble que dans les granites du S du Telemark, où ils sont cependant beaucoup plus rares. Ils avaient été considérés comme d'âge permien, par analogie avec ceux de la région d'Oslo. Mais des recherches récentes (FAUL H. et *al.*, 1959) ont montré que les biotites de quelques-uns d'entre eux, indiquaient un âge précambrien tardif. Comme l'âge permien de certains semble probable, on doit en fait se trouver en présence de plusieurs époques d'activité. Des indices de structure et de déformation semblent permettre d'établir des divisions dans les filons basiques non transformés de la péninsule de Levang.

Les filons de la génération L sont très nombreux. D'après leur aspect extérieur, on constate déjà que leur composition, en général

assez basique, offre de nombreuses variations, allant d'amphibolites monominérales, jusqu'à des termes où entrent des proportions variables d'épidotes, de biotites et surtout de plagioclases actuellement relativement peu basiques. Une classification basée sur la composition de ces différents filons permettra peut-être, lorsque de nouveaux recoupements seront trouvés, de préciser la chronologie à l'intérieur de cette génération.

Dans la génération des filons K, on peut également établir un classement en fonction de la composition :

- les filons ultrabasiques, auxquels se rattache probablement K_1 ;
- les filons basiques qui ne sont pas représentés sur l'île de Blåbærsholmen;
- les filons peu basiques, dont K_2 .

Notons que dans l'île de Blåbærsholmen, les filons K_1 renferment des proportions importantes de scapolites qui tendent à remplacer les plagioclases, surtout dans les faciès les plus basiques de la brèche. Par cet aspect, on peut être tenté de rapprocher ces filons des masses hypéritiques si nombreuses dans le Précambrien de la Norvège méridionale. Il est particulièrement troublant de trouver ces minéraux dans les filons les plus anciens; il nous semble difficile d'admettre que les scapolites se soient formés peu après la mise en place des filons basiques K_1 et qu'ils aient pu depuis résister aux actions de granitisation.

Le complexe prégranitique est trop transformé pour qu'une étude rapide puisse en reconnaître toute la substance. On notera cependant qu'on peut y mettre en évidence :

- des zones amphibolitiques dont certaines sont très riches en épidote;
- des horizons leptinitiques;
- des horizons grenatifères.

Tout cela semble se rattacher à des formations supracrustales.

Les formations amphibolitiques et les quartzites à sillimanite qui bordent vers le N la zone des granites gneissiques, ne semblent pas, d'après nos premières constatations, se rattacher aux formations les plus anciennes.

Alors que l'ensemble des granites gneissiques de la région ont une composition calcosodique, on remarque, autour de la localité même de Portør, les effets d'une action de granitisation plus potassique

et plus tardive. Dans les granites gneissiques, où l'on reconnaît des traces d'anciennes agmatites, on observe le développement de pegmatites à feldspaths potassiques qui présentent un front basique marqué (Pl. II, fig. 2). Les feldspaths potassiques imprègnèrent peu à peu toute la trame de la roche qui devint extrêmement mobile et souple (Pl. II, fig. 3). Le complexe granitique passe par de nouvelles migmatites, agmatites, à des faciès nébulitiques, et aboutit en certains endroits à des faciès granitiques potassiques homogènes (Pl. II, fig. 4) où des porphyroblastes de 1 à 3 cm sont entourés par une auréole de biotite. Les amphibolites issues des filons basiques disparaissent ou tendent à disparaître, ce qui nous conduit à situer l'époque de la transformation des granites gneissiques en granites potassiques après la mise en place des filons de la génération L.

Dans toutes les formations précambriennes de la Norvège méridionale (Bamble formation, granites du S du Telemark), les granites occupent une place importante. Leur chronologie relative semble pouvoir être précisée par les recoupements des filons basiques. En plusieurs endroits, nous avons rencontré des amphibolites qui doivent dériver d'anciens filons. Ils sont particulièrement bien reconnaissables dans la région d'Arendal (cf. également J. BUGGE, 1943) et dans les gneiss œillés de Gjerstad (qui sont à rattacher aux granites de Vegår) :

Tableau 2

Composition minéralogique modale des formations granitiques.

	1	2	3
Quartz	22,5	5,8	23,0
Plagioclase	63,2	59,4	46,3
Microcline			13,2
Biotite	5,3	13,8	13,1
Amphibole	8,5	20,3	4,3
Minerais divers	0,5	0,7	0,2
	An 30	An 35	An 22

1. Diorite quartzifère de Blåbærsholmen.
2. Diorite quartzifère, faciès basique dans agmatites.
3. Granite potassique de Portør.

Dans tous ces faciès granitiques on reconnaît des épidoles avec noyaux pléochroïques (orthites?). Les recristallisations d'épidote normale autour de ces minéraux à éléments rares sont souvent plus marquées que celles rencontrées dans les filons basiques transformés.

Les formations granitiques dans lesquelles ces filons basiques se trouvent doivent être plus jeunes que celles du S de la péninsule de Levang.

Ainsi, l'étude de ces filons basiques apporte des renseignements sur la chronologie des formations précambriennes; parmi les facteurs qui sont déterminants dans l'évolution de ces roches, on peut citer:

1. le chimisme, qui agit à la fois sur l'évolution purement pétrochimique et sur le type de déformations que la roche peut subir;
2. l'orientation des efforts par rapport à l'anisotropie de la roche, qui conditionne le type de déformation et par conséquent dans certains cas l'évolution pétrographique.

Remerciements

Ce travail a pu être réalisé grâce à l'appui du Fonds national de la Recherche scientifique suisse, auquel nous sommes redevables d'avoir pu passer plusieurs mois sur le terrain pendant les étés 1958 et 1959. Grâce à une bourse de jeune chercheur de l'Université de Neuchâtel, l'un de nous (J.-P. S.) a pu séjourner plus longuement en Norvège et étendre ses connaissances sur les problèmes de la géologie des terrains précambriens. Il tient à exprimer ses sentiments de gratitude au Professeur T. W. Barth, directeur du Geologisk-Mineralogisk Museum et à ses collaborateurs pour l'aide généreuse reçue au cours de ce séjour. Notre reconnaissance s'adresse tout spécialement à nos amis Sundfaer, propriétaires de l'île de Blåbærsholmen, qui nous ont si aimablement reçus. Grâce à leur générosité et amabilité nous gardons de ces jours de travail une impression inoubliable.

BIBLIOGRAPHIE

- BARTH, TOM. F. W., 1943. Lamprofyrer av to forskjellige aldre i kystmigmatiten vest for Kristiansand. Norsk geologisk tidsskrift, 23, 1943, pp. 175—185.
- BUGGE, JENS A. W., 1943. Geological and Petrographical investigations in the Kongsberg-Bamble Formation. Norges Geol. Undersøkelse, Nr. 160.
- CHOUBERT, G., 1952. Histoire géologique du domaine de l'Anti-Atlas. Notes et M. Serv. géol. Maroc, no. 100, pp. 77—194.
- DONS, J. A., 1952. Studies on the Igneous Rock Complex of the Oslo Region XI Compound Volcanic Neck. Igneous Dykes and Fault Zone in the Ullern-åsen-Husebyåsen Area, Oslo. Vid. Akad. Skr. 1952.
- FAUL, H., ELDMORE, P. L. D. and BRANNOCK, W. W., 1959. Age of the Fen carbonatite and its relation to the Oslo region (Norway). Geochimica et Cosmochimica Acta, vol. 17.

- HOFSETH, BRIT, 1942. Petrography of the Levang Peninsula (Kragerø Norway). Norges Geol. Undersøkelse. Nr. 157, pp. 7—46, 17 fig., 2 pl., 1 carte.
- HOLTEDAHL, OLAF, 1953. Norges Geologi. Norges Geol. Undersøkelse. Nr. 164, Bd. 1, p. 179, fig. 112.
- KRANK, E. H., 1953. Interpretation of gneiss structures with special reference to Buggin Island. Proc. Geol. Assoc. Canada, 6, 59.
- 1957. On folding-movements in the Zone of the basement. Geol. Rundschau, vol. 46/2, pp. 261—281, 13 fig.
- SEDERHOLM, J. J., 1907. Om granit och gneiss. Bull. Comm. geol. de Finlande, no. 23.
- 1923. On migmatites and associated Pre-Cambrien rocks of South-Western Finland. Idem, no. 58.
- 1926. On migmatites and associated Pre-Cambrian rocks of south-Western Finland. II. Idem, no. 77.
- 1934. On migmatites and associated Pre-Cambrian rocks of south-Western Finland. III. Idem, no. 107.
- SUTTON, J. & WATSON, J., 1951. The Pre-Torridonian metamorphic history of the Loch Torridon and Scourie areas in the north-west Highlands, and its bearing on the chronological classification of the Lewisian. Quart. Journ. Geol. Soc., 106. 241.
- WALDMANN, L., 1927. Umformung und Kristallisation in den moldanubischen Katagesteinen des nordwestlichen Waldviertels. Mitt. Geol. Ges. Wiem. 20, p. 35.
- WEGMANN, C. E., 1938. Geological investigations in southern Greenland. Part. I. On the structural divisions of southern Greenland. Medd. om Grønland, no. 113, no. 2.
- WEGMANN, C. E. & KRANK, E. H., 1931. Beiträge Zur Kenntnis der Svecofenniden in Finland. Bull. Com. geol. Finlande, no. 89.

Accepté pour publication le 21 mai 1962.

Imprimé: décembre 1962.

PLANCHE I

- Fig. 1. Dans le granite gneissique (parties claires) on voit trois filons basiques transformés en amphibolites. Le filon K_2 (en gris clair) est disloqué et recoupé par le filon L_1 (bande sombre à gauche) et le filon L_2 (bande sombre à droite): dans ce dernier on reconnaît du boudinage antérieur à la granitisation.
- Fig. 2. Dans le granite gneissique (parties claires), présence de trois filons basiques (à comparer avec la carte Fig. 2, partie supérieure droite). Au centre de la photo, l'amas d'amphibolites d'allure bréchifiée, représente un morceau sectionné du filon K_1 ; il est recoupé sur la gauche par les fragments sectionnés du filon K_2 . Sur la droite, la longue bande d'amphibolite rubannée correspond au filon L_1 . Plus à droite, dans la partie supérieure de la photo, on voit le filon L_2 .
- Fig. 3. Détail du filon K_1 apparaissant dans le granite gneissique (en clair). La déformation de ce filon aboutit à la bréchification intense qui favorise des actions de différenciation métamorphiques. Des filonnets d'aprites traversent le filon et le granite.
- Fig. 4. Détail de recoupement par une aprite du filon basique K_1 (partie sombre) et du granite gneissique (partie claire). Cette aprite est tardive par rapport à la bréchification de K_1 .

PLANCHE I

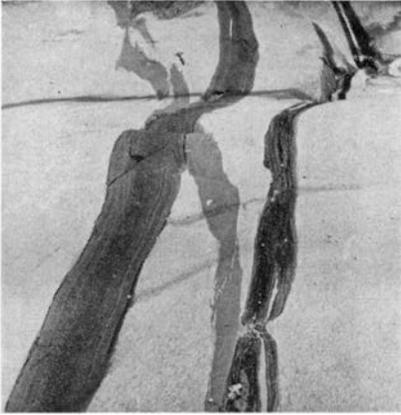


Fig. 1.



Fig. 2.

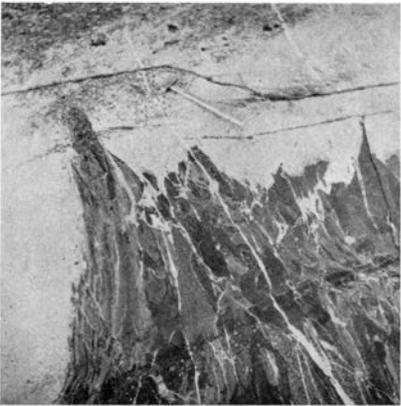


Fig. 3.

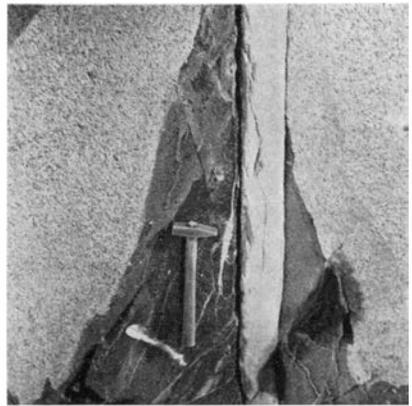


Fig. 4.

PLANCHE II.

- Fig. 1. Détail de la mise en pièce d'un filon basique K_2 , qui apparaît en tache sombre dans le granite gneissique clair. Dans le coin supérieur gauche de la photo, des lichens recouvrent un fragment de filon.
- Fig. 2. Près de la localité de Portør, dans un faciès sombre du granite gneissique, développement de pegmatites potassiques qui présentent un net front basique. Dans la partie supérieure droite de la photo on voit un faciès granitique plus clair.
- Fig. 3. Migmatites potassiques dans la localité de Portør.
- Fig. 4. Granite homogène potassique près de Portør.

PLANCHE II



Fig. 1.

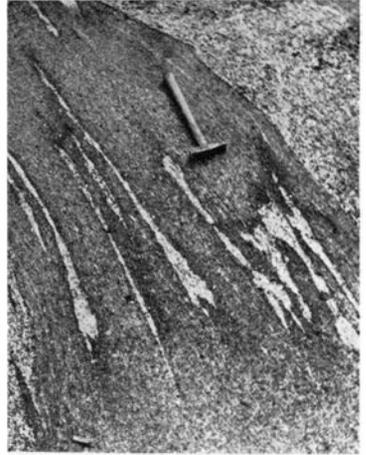


Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.