

Sur les grès métamorphiques du massif granitique du Guéméné,

par le Dr Ch. Barrois.

SOMMAIRE.

Introduction.

§ I. — Grès métamorphiques.

1° Description des grès :

- a.* Grès à scolithes non modifiés,
- b.* Quarzite micacé,
- c.* Quarzite sillimanité,
- d.* Quarzite feldspathisé.

2° Répartition géographique des grès métamorphiques du massif du Guéméné

3° Comparaison de ces grès métamorphiques avec ceux d'autres régions.

§ II. — Poudingues métamorphiques.

Description, gisement, comparaison avec les régions voisines.

§ III — Constance de l'action métamorphique des granites sur les diverses roches sédimentaires.

Résumé.

INTRODUCTION.

Le massif granitique, au centre duquel se trouve le chef-lieu de canton du Guéméné (arrondissement de Pontivy), est nettement délimité sur la carte géologique de France de Dufrenoy et Elie de Beaumont : il s'étend de E. à O., de Pontivy (Morbihan) à Scaer (Finistère), et de N. à S., de Rostrenem (Côtes-du-Nord) à Baud (Morbihan).

M. de Fourcy (1) fit remarquer que le *granite à gros grains* dominait au S. de ce massif, tandis que les granites situés au N. appartenaient à sa formation du *granite porphyroïde*. Le granite du Guéméné est en effet constitué par deux roches granitiques distinctes à la fois, par leurs caractères minéralogiques et par leur âge. J'ai trouvé de nombreuses preuves, dans la commune de Mellionec entre autres, de l'antériorité du *granite porphyroïde* au *granite à gros grains* de M. de Fourcy. Ce *granite à gros grains* correspond à la *granulite* de MM. Fouqué et Michel-Lévy (= *granite* de G. Rose), tandis que le *granite porphyroïde* correspond au *granite* des auteurs français (= *granitite* de G. Rose, et des auteurs allemands).

La *granulite* formant le sud de ce massif, du Faouet à Pontivy, est une roche massive, à gros grains de 0^m,005 à

(1) *de Fourcy* : Explic. de la cart. géol. du Morbihan, Paris, 1848, p. 41-46.

0,010, de mica noir, mica blanc, orthose, microcline, oligoclase, quartz bipyramidé ou granuleux. C'est le type du *granite proprement dit* des auteurs allemands : G. Rose citait ce granite de Pontivy comme un type régional français de son *granite proprement dit*, par opposition à sa *granitite*, dont il citait comme types bretons, Le Conquet, Cap Flamanville (1). Les caractères de cette roche granitique, et surtout ses connexions avec des apophyses pegmatiques, tourmalinifères, et des apophyses aplitiques granatifères, établissent d'autre part son identité avec la *granulite* de MM. Michel-Lévy et Fouqué (2).

En divers points de ce massif, on exploite sous le nom de quartz, pour l'entretien des routes, une roche quarzeuse grenue, très bonne pour cet usage, mais entièrement différente du quartz gras laiteux qui forme de nombreux filons indépendants dans la région. L'étude stratigraphique détaillée du pays, m'a montré que ces bancs quarzeux étaient des lambeaux, variant de quelques hectares à plusieurs kilomètres carrés, d'un grès sédimentaire ; ils se trouvent pincés et noyés dans une masse de granite plus récent, qui les a métamorphisés. Ce grès fait partie de l'étage du *grès à scolithes*, qui forme dans la région le membre le mieux caractérisé du terrain silurien inférieur.

L'étude des modifications métamorphiques produites dans ces grès au contact du granite a un intérêt spécial, parce que, comme le disait M. Rosenbusch dans sa *Mikroskopische Phy-*

(1) G. Rose : Ueber die zur Granitgruppe gehörenden Gebirgsarten. Zeitschrift der deutschen geologischen Ges., 1849, t. 1, p. 363, 367

(2) Fouqué et Michel-Lévy : Minéral. microg., Paris, 1879, p. 160.

Nous emploierons ici le mot *granite* comme un nom populaire, désignation d'ensemble, comprenant à la fois les *granitites* (= *granites* proprement dits des savants français), et les *granulites* (= *granites* proprement dits des savants allemands). On peut voir dans la *granulite* les savants allemands, un ensemble de roches différentes, *schistes grès, gneiss, pyroxénites, etc., granulitisés*.

siographie der Gesteine (1) : « On ne connaît guère l'action métamorphique du granite, que sur les schistes et calcaires, et on ne sait rien sur les modifications des roches arénacées. »

D'après M. Rosenbusch (2), qui a fait de si importantes recherches sur le sujet, l'action métamorphisante du granite est essentiellement exomorphe, aussi varie-t-elle beaucoup suivant la nature chimique différente des sédiments traversés, tandis qu'elle paraît varier très peu avec la composition chimique du granite. La roche traversée aurait fourni la matière, le granite n'aurait apporté que la force nécessaire aux modifications moléculaires métamorphiques.

L'examen des grès métamorphiques du massif du Guéméné étendra donc nos connaissances sur le métamorphisme de contact, en nous montrant l'action du granite sur des roches où elle n'a pas encore été étudiée. Nous nous bornerons dans ce mémoire à l'étude de la partie sud de ce massif, formée par la granulite ; nous réserverons pour une prochaine communication la description des granitites du nord du massif, où se trouvent englobés de curieux schistes métamorphiques, avec mica noir, andalousite, sillimanite, grenat, et décrites bien à tort jusqu'ici, comme des *leptynites* bleu foncé.

§ I.

GRÈS MÉTAMORPHIQUES.

1. Description des grès.

a. **Grès à scolithes non modifiés** : L'étage du grès à *scolithes* est représenté dans la presque île armoricaine par une masse uniforme de grès siliceux généralement blanc,

(1) H. Rosenbusch : Mik. Physiog. d. m. Gesteine, Stuttgart, 1877, t. II, p. 37.

(2) H. Rosenbusch : Mik. Physiog. d. m. Gesteine, Stuttgart, 1877, vol. II, p. 36.

épaisse de plusieurs centaines de mètres, et appartenant au terrain silurien inférieur.

« Il y a dans toute la Bretagne, disait Dalimier (1), un fait constant qui frappe dès l'abord les yeux du voyageur : c'est cette position des grès siluriens sur les sommets les plus élevés. » Ces crêtes siliceuses, nues et stériles, forment en effet un des traits les plus saillants des paysages bretons : elles ont attiré l'attention de tous les naturalistes qui ont traversé le pays, et Marie Rouault (2) proposa même de désigner cette formation sous le nom de *grès armoricain*.

D'après sa faune comme d'après sa position stratigraphique, le *grès à scolithes* appartient au terrain silurien inférieur. Pour Dalimier (3) qui reconnut d'abord sa position, la roche caractéristique de cet étage est un *grès blanc*, quelquefois feldspathique, généralement plus compacte et passant aux quartz gras. Durocher (4) désignait ces roches sédimentaires sous le nom de grès-quarzites.

Au microscope, ces grès-quarzites se montrent formés essentiellement de quartz et de mica blanc : le quartz est en grains arrondis ou anguleux, irréguliers, parfois fendillés et brisés, ayant un volume à peu près constant de 0,010 à 0,012 mm. Il n'y a pas entre ces grains les différences de grosseur qu'on observe dans les sédiments formés rapidement ; ils sont orientés irrégulièrement, en divers sens dans la roche, et s'éteignent d'un seul coup sous les nicols croisés. Ils contiennent des inclusions liquides en petit nombre, très petites, alignées. Le quartz est cimenté par un mica

(1) Dalimier : Plateau mérid. de la Bretagne, B. S. G. F., 2^e ser. 1862, p. 153.

(2) M. Rouault : Bull. soc. géol. de France, Séances des 19 mars 1849, 17 juin 1850, 19 janvier 1851.

(3) Dalimier : Stratigraphie des T. primaires du Cotentin, Paris, 1861, p. 48.

(4) Durocher : B. S. G. F. 15 janvier 1851.

blanc sériciteux, en paillettes disséminées au hasard, sans ordre, autour des grains de quartz ; aucune de mes préparations ne renfermait de restes de feldspath ; le zircon y est par contre assez uniformément répandu en grains de 0,08^{mm}, biréfringents, remarquables par leurs couleurs vives, irisées, entre les nicols croisés. Il y a en outre dans la pâte des particules argileuses et limoniteuses, sans formes propres.

L'état du quartz, son assortiment en grains de même grosseur, la disparition du feldspath, l'abondance du mica blanc, tout concorde à prouver que les débris archéens et cambriens, ont été longtemps roulés et décomposés chimiquement avant de constituer les grès à scolithes. Je n'ai pu toutefois me fixer au sujet du mica blanc ; est-il uniquement clastique, ou a-t-il pris postérieurement naissance dans la roche en place, aux dépens de la décomposition séculaire des feldspaths ? M. H. C. Sorby (1) attribue cette origine au mica blanc de certaines roches d'Angleterre, à grains fins, intermédiaires entre les phyllades et les schistes cristallins ; dans ce cas les paillettes de mica ne sont pas stratifiées, mais se concentrent et s'agrègent autour des minéraux anciens. La disposition variable du mica blanc dans les grès siluriens à scolithes, me fait penser qu'on ne peut lui attribuer une origine unique, et qu'il est en partie ancien et en partie récent.

Le grès à scolithes non modifié nous offre ainsi déjà dans le mica blanc, un élément récent, authigène. Ce n'est donc pas sur des sables siluriens, pas plus que sur les argiles cambriennes sous-jacentes, que le granite de cette région a fait sentir son influence, mais bien sur des grès et des schistes dont la pâte était déjà cristallisée. On pourrait distinguer ici, en réalité, un premier degré de métamorphisme, sans doute

(1) H. C. Sorby : Anniv. address. Quart. Journ. Geol. Soc. 1880. Vol. 36. p. 69.

indépendant de la venue granitique, et où on n'observe pas d'apport.

Je crois qu'on doit assigner une origine ancienne au zircon que j'ai trouvé dans ces grès, en dehors (ou au moins très loin), de l'action de contact du granite : M. Sandberger (1) a montré que les microlithes de zircon et de rutile, remaniés dans divers sédiments, depuis le trias jusqu'au quaternaire, conservaient sans altération leur forme, leurs arêtes, et même leurs macles.

b. Quarzites micacés : Au voisinage du granite, les grès deviennent plus durs, plus foncés ; ils passent à des quarzites micacés, à des quarzites sillimanitisés ou à des quarzites feldspathisés, modifications distinctes, que nous décrivons successivement.

Ces *quarzites micacés* sont essentiellement formés de granules réguliers, arrondis, ou subhexagonaux de quartz, assemblés par un réseau de paillettes de mica noir. Le quartz a perdu ses angles aigus, ses fissures et ses caractères classiques ; son volume est devenu plus irrégulier, variable dans les diverses roches, mais de 1/2 mm. en moyenne. Il présente des formes très variables : parfois en granules arrondis et donnant des arènes pisaires, parfois en cristaux dihexaédriques, parfois enfin, en grains très irréguliers, découpés, frangés, et enchevêtrés sur leurs bords. Les inclusions liquides, tantôt rares et petites, sont dans d'autres cas grosses et nombreuses, formant des traînées continues qui se poursuivent rarement d'un grain à l'autre ; les libelles sont quel-

(1) *F. Sandberger* : Ueber Zircon in geschichteten Felsarten. Zeits. d. deuts. geol. Ges., Bd. XXXV. 1883, p. 193.

M. F. E. Müller a également noté la présence du zircon en dehors des auréoles des schistes micacés maclifères, dans les schistes non métamorphisés de la région granitique du Fichtelgebirge (Neues Jahrb. für Miner. 1882. 2 Bd., p. 239). *M. G. R. Credner* a fait une observation analogue (Zeits. f. d. gesamt. Naturw., Halle, 1874).

quefois mobiles à la température ordinaire. En outre de ces inclusions liquides, le quartz contient encore des lamelles de mica noir, ainsi que d'autres assez rares de muscovite.

Leurs caractères nous rappellent ceux des grains de quartz (récent de M. Michel-Lévy, chimique de M. K. Lossen, secondaire de M. A. Wichmann) des gneiss acides ; on a ici sous les yeux une formation récente de silice, qui aurait cristallisé à nouveau en place. Ce phénomène nous paraît comparable à celui qui a été signalé à diverses reprises par MM. Bonney (1), H. C. Sorby (2), J. A. Phillips (3) dans les grès d'Angleterre, et par M. A. S. Tornebohm (4) dans les quartzites rouges de la Dalekarlie, où des grains irréguliers de quartz clastique sont recouverts d'une enveloppe à contours cristallins nets de quartz récent, ou sont entourés d'une auréole de quartz récent orienté comme lui et s'éteignant en même temps. Certains quartzites siluriens des Monts Cantabriques paraissent de même au microscope, de simples agrégats de quartz cristallin grenu, dépourvus de toute apparence de clasticité.

Le métamorphisme de contact du granite a donc produit ici le même résultat que le métamorphisme régional en ces divers points (5). Le grès à scolithes a perdu tous ses caractères de clasticité, il est devenu essentiellement formé de silice chimiquement déposée : l'action chimique a recouvert et remplacé l'action mécanique

(1) *Bonney* : Quart. Journ. Geol. Soc. London, vol. 35, p. 666.

(2) *H. C. Sorby* : Anniv. address. Quart. Journ. Geol. Soc. London, 1880, vol. 36, p. 62.

(3) *J. Arthur Phillips* : On the constitution of grits, etc. Quart. Journ. Geol. Soc. London, 1881, vol. 27, p. 8-14.

(4) *A. S. Tornebohm* : Ein Beitrag zur Frage der Quarzitbildung, Geol. Forens. i. Stockholm Forh. B. III. K. 35 — (Neues Jahrbuch für Miner. 1877, p. 210.)

(5) Voyez à ce propos le remarquable mémoire de M. H. H. Reusch, Die fossil. führenden Krystallin-Schiefer von Bergen in Norwegen. Leipzig, 1883, p. 95

Le *mica noir* très abondant parfois dans ces quartzites, dont il change alors la couleur, présente les plus grandes analogies avec celui qui a été décrit par M. Michel-Lévy (1) dans les schistes micacés de Saint-Léon. Il est en lamelles brunes, à clivages bien marqués, de formes assez variables; elles sont tantôt très petites, arrondies, elliptiques, de 0,02 à 0,05^{mm}, elles atteignent parfois 0,10 à 0,15 sur 0,05^{mm}; la moyenne est de 0,12^{mm}, et leur forme généralement ronde ou hexagonale, est amincie au bord.

Les dimensions de ces éléments varient naturellement beaucoup suivant les échantillons et les localités. Il me paraît cependant certain que les lamelles du mica noir du quartzite, deviennent de plus en plus petites, à mesure qu'on s'éloigne du granite; il n'en est pas de même des grains de quartz, dont la grosseur très variable est entièrement indépendante de l'éloignement de la roche éruptive. Loin du granite, les lamelles de mica des grès micacés m'ont paru en moyenne de 0,06 à 0,12^{mm}; près du granite, dans les grès feldspathisés, la moyenne trouvée était de 0,12 à 0,22^{mm}.

Ces piles de mica noir se groupent souvent entre elles, formant des lamelles dépourvues de contours polyédriques réguliers, enchevêtrées les unes avec les autres. Leur disposition paraît tout à fait irrégulière dans les sections de la roche parallèles à la stratification; on constate au contraire, dans les sections normales à cette direction, que ces lamelles forment un réseau continu: elles ne constituent pas comme dans les schistes de Saint-Léon des tissus superposés, parallèles à la schistosité, mais bien un réseau, un filet à mailles rhombiques allongées, dont la grande diagonale correspondrait à la stratification.

Le mica noir n'est pas ici déchiqueté, déchiré, comme dans

(1) *Michel-Lévy*: Sur les schistes micacés de Saint-Léon (Allier) B. S. G. F., 3^e série, t. IX, 1881, p. 186.

certaines gneiss ; il n'est pas non plus moulé autour des glandes de quartz, comme dans d'autres ; il est frais et libre dans les espaces compris entre les grains de quartz, où ses paillettes sont orientées dans leur ensemble parallèlement à la stratification, bien que non disposées suivant des plans continus, comme dans le cas des schistes. Le mica noir s'est donc consolidé en majeure partie après le quartz, mais on ne le trouve pas moins très souvent à l'état de lamelles incluses à l'intérieur du quartz. Je ne l'ai trouvé que rarement inclus dans les feldspaths. Les lamelles de mica métamorphique du grès, se distinguent toujours par leur taille, leur forme, et leur disposition, de celles des filonnets granulitiques voisins : dans les préparations microscopiques de St-Tugdual, les micas noirs de la granulite ont 0,06^{mm} à 0,08^{mm}, sur 0,25 à 0,30^{mm}, tandis que celles du grès n'ont que 0,02 à 0,03^{mm} sur 0,06 à 0,12^{mm}. La disposition de ces lamelles est régulière, stratoïde dans le grès ; elle est confuse dans les filons. Les grains de quartz des filons sont de même plus gros (environ 3 fois), plus irréguliers, que ceux du grès recristallisé où a pénétré le filon.

Le polychroïsme de ce mica est très intense dans les tons bruns ; le minéral très pur présente souvent les noyaux biréfringents à auréole polychroïque, dont la nature a été fixée par M. Michel-Lévy (1). Le zircon qui est contenu dans ces piles de mica est certes le minéral le plus ancien de la roche ; nous l'avons reconnu dans des grès non modifiés, très éloignés du contact de la granulite. Il est en gros grains biréfringents de 0,05 à 0,10^{mm}.

En outre de ces cristaux anciens de zircon, il en est une série d'autres beaucoup plus petits, de 0,025 sur 0,007^{mm}, plus biréfringents, brunâtres, en minces prismes allongés, ou le plus souvent maclés suivant des dômes, d'après la loi caractéristique du rutile, avec les angles ordinaires de

(1) *Michel-Lévy* : Comptes-rendus Acad. sciences, 24 Avril 1892.

54° ou de 114°. Ces microlithes de rutile sont identiques à ceux des schistes, mais bien moins abondants que dans ces roches. Je ne les ai observés que dans un très petit nombre de mes préparations et parfois très loin du granite.

A Puric en Croisty, à Coet-Manach en Plouray, à O. de Ploerdut, les quartzites micacés contiennent en outre de belles lamelles de muscovite; c'est un minéral accidentel qui manque souvent dans ces roches.

c. Quartzites micacés sillimanitisés : Ces quartzites identiques aux précédents par les caractères du quartz recristallisé et de la biotite, s'en distinguent essentiellement par la présence de la sillimanite. Les grains de quartz contiennent en inclusions, biotite et sillimanite, ainsi que des traînées de très petites inclusions liquides, parfois fusiformes, à bulle mobile. La forme de ces grains de quartz est irrégulière ou hexagonale, variant de 0,08^{mm} à 1^{mm}, la moyenne varie de 0,27 à 0,37^{mm}; les lamelles de mica plus petites, ont 0,06^{mm} à 0,60^{mm}, la moyenne étant de 0,22^{mm}.

La sillimanite est parfois assez abondante pour donner naissance dans la roche à des délits soyeux blanchâtres, et par suite à une structure feuilletée, gneissique, un peu ondulée.

Ces parties blanches se résolvent au microscope en cristaux aciculaires, droits, de longueurs variables, souvent très minces de 0,001^{mm}, et ne dépassant jamais 0,01 à 0,02^{mm} d'épaisseur, dans mes préparations. Ces aiguilles ne présentent pas de face cristalline reconnaissable, elles sont striées sur leurs faces prismatiques, et arrondies ou effilées aux extrémités. Elles sont toujours tronçonnées par des cassures transversales, normales à l'allongement, et assez rapprochées les unes des autres. Ces tronçons n'ont pas chevauché les uns sur les autres, comme c'est le cas ordinaire pour l'apatite. Ces solutions de continuité des aiguilles

sont parfois en relation de position avec les trainées d'inclusions liquides des quartz voisins, comme l'avait déjà remarqué M. Kalkowsky (1); ce savant en conclut naturellement que ces divisions étaient dues au mode de développement de ces cristaux, et non à des mouvements postérieurs de la roche; dans mes préparations toutefois, cette relation de position n'est que tout à fait exceptionnelle.

La sillimanite de ces quartzites est incolore au microscope, elle n'est pas dichroïque. Sous les nicols croisés, elle se pare de vives couleurs, mais s'éteint rigoureusement en long, comme les minéraux rhombiques.

Ces cristaux prismatiques cannelés de sillimanite sont souvent altérés; l'altération se fait suivant les bords et les cassures transversales, où prend naissance une substance finement fibreuse, à fibres fasciculées, très fines, rappelant l'aspect des micas blancs. Dans nombre de nos échantillons, plus ou moins altérés, la sillimanite n'est plus représentée que par ces fines fibres micacées, qui l'ont entièrement épigénisée.

La sillimanite intacte ou épigénisée forme habituellement dans le grès des gerbes ou faisceaux, entre les grains de quartz; quand ces faisceaux sont disposés parallèlement, en files, et les uns au-dessus des autres, la roche prend un aspect gneissique; parfois elles sont disséminées obliquement entre les grains de quartz ou de mica noir. Ces faisceaux sont parfois très touffus, parfois au contraire les aiguilles paraissent plus disséminées dans la roche, et sont souvent alors incluses dans les grains de quartz.

Beaucoup plus rarement ces aiguilles s'assemblent en petites sphérules radiées de 4^{mm}, très visibles à l'œil, et associées alors à du quartz et à du mica blanc. Le centre de ces petites sphérules est d'un vert cireux, le mica blanc

(1) *E. Kalkowsky* : Die Gneissformation des Eulengebirges, Leipzig, 1878, p. 7.

palme constitue autour d'eux une auréole. Ce mica blanc et les aiguilles de sillimanite qui lui sont associées se reconnaissent facilement encore au microscope, mais il est beaucoup plus difficile de se prononcer sur le minéral verdâtre, dépourvu de contours cristallins, qui les renferme. C'est probablement de la cordiérite (1) (Saint-Tugdual, Coet-Milin, Guernio en Ploerdut).

Cette cordiérite forme avec du quartz, des grains gris verdâtre, à reflets nacrés; en lames minces, ils sont transparents, non dichroïques, dépourvus de contours cristallins, et ne présentant pas d'autres inclusions que des aiguilles de sillimanite et de mica blanc. Leur étude optique est rendue très difficile par le fait qu'ils sont très épigénisés par du mica blanc, en paillettes fasciculées, et en tables plus ou moins étendues, dont les caractères voilent ceux du minéral ancien. Ce minéral qui présente à peu près la transparence du quartz en lames minces, nous a paru distinct, parce qu'il nous a présenté deux axes optiques, la bissectrice est négative; de plus il présente les microlithes ordinaires des cordiérites des gneiss de la Forêt-Noire et de la Saxe, et non les trainées d'inclusions liquides, habituelles au quartz.

Le mica blanc ne se trouve pas seulement dans ces quarzites à l'état de petites paillettes épigénisant d'autres minéraux, mais aussi sous forme de grandes lamelles indépendantes (Restergant en St-Tugdual, Guermelin en Ploerdut).

Un autre minéral de ces quarzites, intéressant au point de vue métamorphique, bien qu'il y soit assez rare, est le *fer oxydulé* (Le Mayorec en Mellionec, St-Cornec en Mellionec); il est en granules opaques, à reflet bleuâtre, ou plus rarement en sections régulières, losangiques ou rectangu-

(1) E. Kalkowsky : Die Gneissformation des Eulengebirges. Leipzig, 1878, p. 28.

A. Wichmann : Die Pseudomorphosen des Cordierits, Zeits. d. deut. geol. Ges., 1874, Bd. XXVI, p. 675.

lares de 0,04 mm. Cette transformation en fer oxydulé de la pâte limoniteuse, qui colore en jaune un certain nombre de ces grès non modifiés, rappelle l'observation faite d'abord par M. Rosenbusch (1), de la généralité de cette transformation, dans les schistes métamorphisés par contact.

En outre de ces minéraux métamorphiques, il y a dans ces quartzites sillimanitisés, des minéraux déjà cités tels que zircon et rutile (Guermelin), qu'on retrouve aussi dans les grès non modifiés de ce massif, avec Scolithes conservés, et sans mica noir. Le rutile est en petits prismes bruns très biréfringents, présentant ses macles ordinaires en genou et en cœur, identiques aux aiguilles de cette nature d'abord signalées par M. Zirkel (2), et tant étudiées depuis. Le zircon est isolé ou englobé dans le mica noir, où il est entouré des auréoles polychroïques ordinaires.

d. Quartzites micacés feldspathisés : La transformation du grès à scolithes en quartzite micacé, que nous venons de décrire, est la transformation commune de cette roche. On en trouve de toutes parts des exemples dans ce massif du Guéméné : les bandes de grès pincées dans le granite sont ainsi modifiées dans toute leur étendue, et sur une largeur atteignant 400 m. — Au contact immédiat du granite, on observe des modifications nouvelles plus profondes; elles ne s'étendent pas à beaucoup plus d'une dizaine de mètres de la roche éruptive, de sorte qu'il est toujours plus difficile d'en trouver des exemples. On ne trouve guère d'échantillons de cette nature que dans quelques carrières ou tranchées ouvertes au contact des deux roches (Coet-Milin en St-Tugdual, Guernio en Ploerdu, Garenne en Langonnet, O. Ploerdu); on constate que l'épaisseur de

(1) *H. Rosenbusch* : Die Steiger Schiefer und ihre Contactzone an den Granititen v. Barr-Andlau u. Hohwald, Strasbourg 1877, p. 178.

(2) *F. Zirkel* : Ueber die mikrosk. Zusammensetz. v. Thonschiefern, Poggend. Annal. 1871, p. 319.

cette auréole métamorphique est très variable, devenant parfois très mince, et se réduisant même à rien.

Au contact des deux roches, la granulite englobe beaucoup de fragments de grès, le grès est traversé de nombreux filonets de granulite. Les blocs de grès pincés dans la granulite sont irréguliers, anguleux; on les prendrait pour des blocs de gneiss fins, grenus, arrachés en profondeur par la granulite, s'ils n'étaient identiques aux grès des salbandes. Ils se montrent, en effet, formés de mica noir, mica blanc, quartz grenu, orthose, plagioclase, et sont en réalité des leptynites à grains fins, grenues, peu feuilletées. Ces blocs de quartzite varient de la grosseur du poing, à 1 mcb. et plus.

Les échantillons de quartzite pris au contact immédiat de la granulite présentent en outre de quartz recristallisé, mica noir, sillimanite, cordiérite, d'assez nombreux cristaux de feldspath orthose et plagioclase, ainsi que du mica blanc.

Ce sont encore des roches essentiellement formées de quartz grenu et de mica noir. Le quartz très répandu est en grains irréguliers, granulitiques de 0,08 à 0,25^{mm}, s'éteignant d'un seul coup sous les nicols croisés; parfois il présente des sections hexagonales, à contours anguleux, nets, et s'éteignant aussi d'un seul coup: leur diamètre moyen est de 0,15 mm. Il y a parfois en outre dans la roche des plages de 1 à 2 cent. de quartz pur, présentant au microscope des extinctions successives, des mosaïques, à la façon des quartz de certains filons, et comme s'ils étaient formés de cristaux maclés. Certains bancs de quartzites métamorphiques (Garenne de Langonnet, Coet-Manach en Plouray), sont uniquement formés de ces noyaux quarzeux juxtaposés; nous verrons plus loin qu'on peut même se demander, s'ils ne se sont pas déposés à l'état de poudingue à galets quarzeux?

Le mica noir très abondant présente les mêmes caractères que précédemment: on remarque dans les sections perpendiculaires à la stratification, que ses lamelles sont alignées

suyant des strates parallèles, en séries régulières, mais non en membranes continues. Cette disposition coïncidant avec celle du feldspath et de la sillimanite, tend à donner à ces grès métamorphiques une microstructure gneissique. Ces lamelles de mica ont un diamètre variable de 0,05 à 0,60 mm., leur diamètre moyen est de 0,22 mm., leur épaisseur de 0,05 mm. à 0,06 : elles sont en général plus grandes que celles des grès métamorphiques précités, des auréoles externes.

Bien plus rare que le mica est l'apatite, que j'ai reconnue en une seule localité, à Kermarien en Ploerdut. Elle y est abondante, en aiguilles prismatiques hexagonales, souvent brisées, atteignant 0,5 mm. de longueur, et antérieures à tous les autres éléments de la roche : on la trouve principalement pincée dans le mica noir. Le zircon en grains de 0,08 mm., et le fer oxydulé sont, comme l'apatite, des minéraux qu'on retrouve aussi à l'état sporadique dans ces quarzites feldspathisés.

Les feldspaths sont l'orthose, le microcline, et un plagioclase à lamelles polysynthétiques qui m'a présenté de petits angles d'extinction voisins de ceux de l'oligoclase. Ces feldspaths présentent les caractères ordinaires des cristaux de cette nature, tels qu'on les trouve dans le granite ; leurs dimensions toutefois restent constamment plus petites, et leur diamètre ne dépasse pas celui des grains de quartz de ces quarzites. L'oligoclase est ici le feldspath le plus répandu ; ses petits cristaux polysynthétiques, à stries très fines, frais et transparents, sont disposés en lits discontinus parallèles aux feuillets de mica, dans les sections normales à la stratification. Ces cristaux sont parfois fendillés, brisés, mais leurs parties n'ont pas chevauché dans la roche. L'orthose moins abondant est en grains irréguliers, simples, non maclés, souvent troubles et altérés. Le microcline n'est pas rare. Ces feldspaths sont quelquefois pénétrés de gouttelettes de

quarz de corrosion, mais ne sont pas aussi déchiquetés au bord que les feldspaths des gneiss anciens.

Le mica blanc en grandes lamelles est assez rare, il se trouve dans beaucoup de ces grès en piles de 0,15 mm. à 0,20 mm. de diamètre, mais jamais en grandes quantités, et est ordinairement associé aux feldspaths. Parfois il est maclé avec le mica noir. Il est toujours beaucoup plus abondant comme minéral secondaire, en petites fibres groupées, épi-génisant la cordiérite, la sillimanite, ou surtout l'orthose.

Il est facile de se persuader qu'ici, comme dans les schistes micacés décrits par M. Michel-Lévy, les feldspaths, le mica blanc et partie du quartz, représentent un apport granulitique; dans la substance du grès micacé. Ce mélange des deux roches, si intime dans certains cas, où les lambeaux de quartz et de mica noir du quartzite micacé ne se distinguent plus pratiquement des éléments de la granulite dans lesquels ils sont empâtés, est prouvé toutefois par l'examen attentif des filons granulitiques.

Au contact en effet des masses granulitiques, se détachent des filons de nombre et d'épaisseur très variables, de 0 à 1 m., et qui se prolongent diversement en se ramifiant et s'anastomosant irrégulièrement entre eux. Leur terminaison ne se fait pas d'une façon brusque dans le grès; leur épaisseur devient de plus en plus irrégulière, à mesure qu'ils s'éloignent de la masse éruptive, ils se renflent et se resserrent alternativement, jusqu'à ce que les renflements soient entièrement séparés les uns des autres, formant une chaîne ou chapelet de lentilles alignées, dont le diamètre atteint environ 0,03. Ils rappellent entièrement les filonnets en chaîne (*kettenartig*), que forment les gneiss rouges et certaines pegmatites en Saxe, d'après les récentes descriptions de M. Lehmann (1). Ces filons discontinus sont loin d'être

(1) *D^r J. Lehmann* : Ent. d. altkryst. Schiefergesteine, Bonn, 1884, p. 20.

rars (Garenne de Langonnet), ils nous donnent une première idée du mode de pénétration des éléments granitiques dans la masse du grès. Au microscope on peut naturellement suivre beaucoup plus loin cette pénétration des éléments injectés dans la roche sédimentaire : les filons peuvent se suivre en lames régulières, ou en lentilles discontinues, jusqu'à la minceur extrême de 0^m.0001. Ces filonnets minces forment parfois des faisceaux parallèles entre eux, et aux plus gros filons ; réduits à l'épaisseur de un dixième de millimètre, ils forment parfois dans les préparations un réseau à mailles de quelques millimètres, limitant des plages distinctes à grains de quartz et de mica noir : on est bien près ici du mélange complet des éléments du grès et de ceux du granite.

On arrive à ce mélange quand les filonnets sont discontinus, et que les cristaux de la granulite sont irrégulièrement alignés entre les minéraux plus anciens du grès. Les quartzites micacés ainsi lardés de minces filonnets granulitiques sont donc des roches de passage qui nous montrent la double origine des éléments des *quartzites micacés feldspathisés* ; les uns (quartz, mica noir, etc.) sont produits par des modifications moléculaires des éléments de la roche sédimentaire, les autres (feldspaths, mica blanc, quartz) sont arrivés mécaniquement à l'époque de l'éruption.

Ces filons minces sont généralement très pauvres dans la région, en micas et en minéraux accessoires ; ils y sont essentiellement formés de microcline, avec orthose, oligoclase, et un peu de quartz bipyramidé. Ils contiennent parfois du mica blanc, mais ce n'est pas une règle générale ; quand ils contiennent du mica noir, ce mica y forme de beaucoup plus grands cristaux que dans le grès micacé. Les terminaisons les plus minces de ces filonnets ne m'ont plus présenté que microcline, avec quartz et mica blanc.

En outre des minéraux précédents, les *quartzites feldspa-*

thisés contiennent plusieurs espèces accidentelles. On doit noter entre toutes la sillimanite, parce qu'elle se trouve dans ces quarzites d'une façon à peu près constante. Elle est ici comme dans les *quarzites sillimanitisés*, en petites prismes très allongés et cannelés, groupés entre eux parallèlement les uns aux autres et constituant ainsi des gerbes, des faisceaux microlithiques, qui se parent de vives couleurs entre les nicols croisés ; parfois elle est incluse dans le quartz, et plus rarement dans la biotite. Cette substance fibreuse s'éteint en long ; elle présente un clivage facile suivant son allongement, ainsi que des cassures transversales irrégulières. On doit limiter au voisinage immédiat du granite, la présence des sphérules à cordiérite précédemment décrites : je ne les ai jamais rencontrées à plus de 1 mètre du contact. A cette distance, les quarzites micacés sont habituellement chargés de feldspaths : cette règle n'est toutefois pas générale, étant donnée l'extrême irrégularité de pénétration des éléments granitiques, qui parfois imprègnent la roche sédimentaire à plus de 30 m. de distance, tandis que dans d'autre cas, on ne trouve pas de feldspath dans les grès, au contact même de certains filons pegmatiques.

La sillimanite est donc ici indiscutablement un minéral d'origine métamorphique, elle joue le même rôle dans ces grès, que la chiastolithe dans les schistes maclifères ; fait d'abord reconnu par M. Michel Lévy en 1879, pour la formation gneissique du Morvan.

Nous constatons donc que la métamorphose des *grès à scolithès* au voisinage de la granulite est progressive, et peut être décomposée en trois auréoles principales, concentriques :

- 1° *Quarzite micacé,*
- 2° *Quarzite sillimanitisé,*
- 3° *Quarzite feldspathisé.*

On y distingue en outre du métamorphisme par contact, un métamorphisme par apport, qui constitue le phénomène de la granulitisation.

La succession de ces auréoles, est vraie d'une façon générale, mais il faudrait bien se garder de chercher entre elles des limites nettes, analogues à celles qui existent entre des formations sédimentaires successives. Il y a en effet de grandes irrégularités de détail dans ces auréoles métamorphiques : ainsi les grès de la lande de Lochrist, où la silice n'a pas entièrement recristallisé et où des fossiles sont encore reconnaissables, m'ont présenté parfois de très petites paillettes de mica noir ; d'autres préparations m'ont même montré des bottes de ces fines aiguilles, décrites plus haut comme le produit d'altération de la sillimanite.

Durocher rapprochait déjà en 1846 (1) l'irrégularité des auréoles métamorphiques qu'il avait parfaitement observée en Bretagne, de ce fait bien connu des fabricants d'acier : si des barres de fer d'origines différentes sont soumises en même temps à la cémentation et exactement dans les mêmes circonstances, elles seront cimentées d'une manière très inégale, bien qu'elles soient en présence d'un même ciment, exposées à la même température et qu'elles présentent des différences très minimes dans leur composition.

Les différents processus métamorphiques ont dû s'opérer en même temps dans les roches arénacées qui font l'objet de cette étude ; on constate en effet par l'observation des divers minéraux inclus les uns dans les autres, que tantôt la silice a recristallisé la première, et que souvent au contraire, le mica noir et la sillimanite ont pris naissance avant les cristaux de quartz.

Le moment de la recristallisation du quartz a dû coïncider avec l'injection de l'apport granulitique, comme le prouvent des préparations de Saint-Tugdual, où le quartz contient en inclusions très ténues, de petits globules arrondis de feldspath triclinique à nombreuses stries polysynthétiques fines.

1) *Durocher* : Bull. soc. géol. de France, 2^e sér., t. III, p. 627.

2. Répartition géographique des grès métamorphiques.

L'exploration détaillée du massif du Guéméné n'étant pas encore terminée, je devrai nécessairement rester ici incomplet. Les grès englobés dans le granite forment deux bandes principales, souvent interrompues, disloquées il est vrai, mais qu'on peut cependant suivre sur des longueurs de 15 à 20 kil., et d'une largeur variable de 500 m. à un kilomètre.

Ces bandes sont sensiblement dirigées de E. 25° N. à O. 25° S.; j'ai suivi la première de Saint à Mellionec : c'est aux environs de Plouray qu'elle présente le plus beau développement. La seconde s'étend de Créméneec en Priziac au sud de Langoëlan, elle est bien exposée dans les communes de Saint-Tugdual et de Ploerdut.

On pourra trouver de bons échantillons des grès métamorphiques décrits dans ce mémoire, dans les points suivants aux environs de Plouray : côte 209 entre la Garenne et Runellou, N. de la chapelle Saint-Guénin, chemin de Kertan à Restermarh, N. de Plouray près l'Ellé, N. de Coetmanach. Les affleurements sont plus nombreux encore dans la bande du sud : à Priziac, on suit une crête de grès, du moulin Créméneec à Menelan et le Cleuio ; à Saint-Tugdual, on voit les quartzites micacés de Coet-Milin à Garhénec, au S. de Restergant, à Saint-Guen, du château de Kersallic à celui de Kermimizy, le Guervelo. Ploerdut est bâti sur le grès micacé, qui y forme une longue crête E.-O. de trois kilomètres ; on l'observe en outre dans cette commune, à Saint-Idult. E. de Barach-coh, O. Coetven, Guerberneze, et surtout à Lochrist. Le grès à *scolithes* forme la montagne de Lochrist (258^m) ; c'est la masse la plus importante de la région, aussi est-elle moins profondément métamorphisée que les précédentes ; j'ai ramassé dans la lande de Lochrist des *Scolithus linearis* (Hald.), très bien caractérisés. Quiconque aura vu le grès

armoricain des bassins siluriens du centre de la Bretagne, n'hésitera pas à reconnaître ce niveau quand il sera arrivé sur les sommets sauvages de Lochrist.

3. *Comparaison de ces grès métamorphiques avec ceux des autres régions.*

On a peu écrit sur l'action métamorphique du granite sur les grès ; je ne connais rien de très précis à cet égard. C'est sans doute dans la *sparagmite* des géologues norwégiens, qu'on trouverait les plus grandes analogies avec nos grès métamorphiques ?

M. Rosenbusch (1) dans l'analyse qu'il a donnée d'un travail de M. Howitt (2) sur les auréoles métamorphiques du granite de la Nouvelle-Galles du Sud, croit qu'une partie des hornfels de cette région (roche à mica noir, quartz, andalousite), a dû provenir du métamorphisme de roches gréseuses.

Dans le Taunus, M. K. Lossen (3) a décrit des grès et même des calcaires recimentés par de la silice cristallisée (quartz chimique) : il attribue cette modification à une action métamorphique produite au voisinage de roches éruptives, soit que la silice ait été apportée par des eaux souterraines, ou qu'elle soit un résultat de décomposition.

D'après d'anciennes observations de Russegger (4), il y aurait aux environs d'Assuan en Egypte, et de Chardum en Nubie, des grès brûlés, effrités, et totalement fondus en masse vitreuse, au contact du granite ? M. Zittel ne rappelle toutefois rien de semblable, dans son récent ouvrage sur le Désert Libyen et l'Égypte.

(1) *H. Rosenbusch* : Neues Jahrb. f. Miner. 1881 Bd. 1, p. 222.

(2) *Howitt* : The diorites and granites of Swift's creek and their contact-zones, etc. Royal Soc. of Victoria, Melbourne, 1879.

(3) *K. Lossen* : Geogn. Beschreib. d. linksrhein. Fortsetz. des Taunus. etc. Zeits. d. deuts. geol. Ges., Bd. XIX. 1867. p. 647. 690

(4) *Russegger* : Neues Jahrb. f. Miner. 1837, p. 667 ; et 1838, p. 626.

Delesse (1) avait étudié la transformation du grès en quartzite ; il avait reconnu que la silice passait à l'état de quartz hyalin, présentant la forme de petits grains hyalins, cristallisés, tantôt soudés l'un à l'autre et tantôt s'égrénant avec facilité. Le mica est le minéral qui caractérise par excellence le quartzite, car il le distingue du grès cristallin. Ce mica est une variété de damourite ou de séricite, et a des caractères tout différents de ceux des roches clastiques, car il s'est développé par métamorphisme au moment où le quartz a lui-même cristallisé. Delesse rapportait ces modifications à l'action du métamorphisme général.

C'est à Durocher (2) qu'on doit les meilleures notions sur l'action métamorphique du granite sur les grès ; c'est également en Bretagne que ses observations ont été faites. Il avait reconnu que les grès ont subi plusieurs genres de modifications sous l'influence des roches granitiques : la modification la plus générale, développée non sur un point particulier, sur une zone limitée, mais sur d'immenses étendues, c'est celle qui a produit les quartzites. Les quartzites nous présentent le premier degré de métamorphisme des grès, le passage du quartz arénacé au quartz compacte ; mais cette production des quartzites n'est pas subordonnée à la ligne de contact des roches plutoniques.

Cependant les causes métamorphiques ont été quelquefois plus intenses, et alors la matière argileuse qui est mélangée avec les grains de quartz dans les grès, ou qui forme des lits séparés, a été changée en feuilletés luisants, chloriteux. Ce caractère se voit rarement en Bretagne, plus souvent dans les Pyrénées.

Les grès quarzeux présentent quelquefois une manière

(1) *Delesse* : Etudes sur le métamorphisme des roches, Paris, Savy, 1869, p. 55.

(2) *Durocher* : Etudes sur le métamorphisme des roches, B. S. G. Fr., 2^e sér., t. 3. 1846, p. 603-606.

d'être fort remarquable, déjà observée par Dufrénoy et Elie de Beaumont (1), et dûe à des actions métamorphiques qui ont presque rendu méconnaissable l'origine de ces roches ; la structure grenue a tout-à-fait disparu ; ce sont des masses compactes, à cassure inégale ou conchoïde, translucides, ne différant des quartz compactes des filons que par un mode de division particulier et par le mélange de parties opaques et de parties hyalines, mais quelquefois tellement fondues les unes dans les autres qu'il est difficile de les discerner. D'après Durocher, cette modification du grès est absolument liée au voisinage du granite ; il l'a reconnue jusqu'à une distance d'environ 1000 mètres de la ligne de contact, ainsi au bourg de Saint-Rémy, au midi de Sens, dans l'Ille-et-Vilaine : au delà, ces caractères deviennent de moins en moins prononcés et finissent par s'effacer. D'ailleurs l'état compact et la cassure pseudo-rhomboïdale ne se sont pas développés également dans tous les points où les quartzites sont en contact avec le granite, dont l'action sur les grès a été très irrégulière.

D'après Durocher, les quartzites métamorphiques de Bretagne, (rochers de Gosné et de Châtillon-en-Vendelois [Ille-et-Vilaine], Mont Saint-Michel et rive gauche de l'Elorn [Finistère], ont donc été pénétrés par de la silice, qui semble avoir imbibé toute la masse du grès, avoir imprégné les grains de quartz dont elle est composée, et formé comme le ciment des grains de quartz. Les grès au contact du granite ressemblent, dit-il, à une éponge qui se serait imprégnée de silice.

Durocher découvrait donc, dès 1846, la recristallisation de la silice, au voisinage du granite. Le développement des silicates métamorphiques dans les grès lui avait seul échappé à cette époque, sans doute à cause des petites dimensions de ces cristaux.

(1) *Dufrénoy et Elie de Beaumont* : Explic. de la carte géol. de France, p. 77.

M. Lehmann (1) vient de décrire le contact du *Spiriferensandstein* du Harz avec le granite de l'Ockerthal. Le granite au contact pénètre profondément le grès, en filonnets ramifiés suivant d'innombrables cassures de la roche; au-delà de la terminaison des filonnets, il injecte intimement la substance du grès, qui a dû être ramollie (*Auflockerung*), pour laisser passer les cristaux de biotite et de feldspath provenant du granite, que l'on y trouve sur une épaisseur de plusieurs centimètres.

L'action du basalte sur les grès était mieux connue que celle des roches granitiques, grâce aux divers travaux de MM. Mohl (2), Zirkel (3), Hussak (4); nous allons toutefois ici chercher des points de comparaison, bien loin de notre sujet! Le grès d'Ottendorf est très modifié; d'après M. Hussak, il contient des grains de quartz à inclusions liquides et vitreuses secondaires, des orthoses à inclusions gazeuses et de la biotite très décomposée. Ces minéraux sont réunis par une pâte vitreuse isotrope, où se trouvent de nombreux petits octaèdres de spinel, ainsi que des microlithes d'augite.

Les grès métamorphisés au contact des basaltes de la Hesse et du Thüringerwald se montrent formés, d'après M. Zirkel, de grains de quartz ronds ou anguleux, incolores, fendillés, dont les intervalles sont remplis d'une matière vitreuse isotrope, brun clair ou foncée. Cette matière vitreuse n'est pas un vrai verre, il s'y est développé des cristallisations microscopiques, trichites, bélonites, microlithes de néphéline? de hornblende? Cette masse vitreuse qui sépare les grains de

(1) *Dr J. Lehmann* : Entstehung der altkrystallinischen Schiefergesteine, Bonn, 1884, p. 35.

(2) *Mohl* : Verhandl. d. geol. Reichsanstalt. 1871, p. 259.

(3) *F. Zirkel* : Glaserfüllte Sandsteine aus dem Contact mit Basalt. Neues Jahrb. für Mineral. 1872, p. 7.

(4) *Hussak* : Ueber einen verglasten Sandstein von Ottendorf; Tschermak's min. Mittheil. Bd. V. 1883, p. 530.

quarz a dû être en mouvement, comme le prouvent les trainées fluidales, suivant lesquelles ces microlithes sont alignés.

M. Zirkel se pose ici une question aussi importante pour la connaissance de l'action métamorphique des granites, que pour celle des basaltes : « Quelle est l'origine du ciment qui sépare les grains de quartz du grès sédimentaire ? Ce ciment nous représente-t-il l'état hyalin du basalte, injecté à l'état de verre fondu, et formant par conséquent dans le grès de véritables filonnets de tachylite ? » Pour qu'il en fut ainsi, pense M. Zirkel, il aurait fallu à la fois une pression énorme, et une fluidalité extrême, afin que ce magma basaltique pût injecter les plus fins espaces entre les grains de quartz. M. Zirkel ne pense pas que ces conditions aient été réalisées lors de la venue du basalte ; comme d'ailleurs, ces filonnets vitreux se distinguent des tachylites par leurs dévitrifications et par leur composition chimique, il repousse la théorie de l'injection intime des éléments du basalte. Il y a lieu de croire d'après lui, que le verre des filonnets est un verre différent, plus riche en silice que le tachylite, et que ce verre a été produit par la fusion des parties argileuses, chargées de fer et de chaux, du grès décomposé par une grande chaleur, mais dont les grains de quartz seraient restés intacts, à part leurs fissures.

L'action métamorphique produite sur les grès a donc été beaucoup plus intense au voisinage du granite qu'au voisinage du basalte : près du granite, la silice a cristallisé ; on peut comparer le mode de formation de la biotite, de la sillimanite, de la magnétite et de la cordiérite des grès granitisés, à celui de la pâte des grès basaltisés de M. Zirkel ; enfin, nous avons dû admettre pour les feldspaths et la muscovite des grès granitisés, une injection dont on ne trouve pas de preuve dans les grès basaltisés. Le granite a donc été injecté sous une beaucoup plus haute pression, et à un état beaucoup plus fluide que les basaltes les plus hyalins.

§ III.

POUDINGUES MÉTAMORPHIQUES.

Les géologues français sont d'accord pour reconnaître en Bretagne, la succession de couches suivantes :

<i>Terrain silurien inférieur</i>	{ Grès à Scolithes. Poudingue de Montfort.
<i>Terrain cambrien</i>	{ Schistes et phyllades de St-Lô, avec conglomérats et lentilles calcaires vers la partie supérieure.

La granulite qui a métamorphisé le *grès à scolithes*, décrit ci-dessus, a nécessairement dû traverser les strates inférieures, poudingues siluriens et phyllades cambriennes.

L'action de cette roche granitique sur ces schistes, calcaires, et poudingues, est une étude d'un double intérêt ; d'abord parce qu'elle nous montrera des modifications curieuses de roches très différentes, et ensuite parce que la succession de ces diverses couches confirme notre détermination stratigraphique de leur âge.

Nous nous bornerons ici à l'étude des modifications métamorphiques qu'ont éprouvées les *poudingues* ; les modifications des schistes et calcaires au contact du granite sont plus connues, elles sont classiques aujourd'hui.

L'étage des *poudingues de Montfort* établi par Dalimier (1) est formé de couches alternantes de schistes rouge et vert, de poudingue, de grauwacke lie de vin et de grès pourprés. Aux environs de Gourin, ce poudingue se compose d'après M. de Fourcy (2) « de galets de quartz souvent cristallin et de débris de schiste talqueux, reliés par un ciment schisto-argileux. Les fragments de quartz proviennent évidemment de la

(1) Dalimier : Bull. soc. géol. de France, 2^e sér., t. XX, 1862, p. 149.

(2) de Fourcy : Descript. de la carte géol. du Morbihan, Paris, 1848, p. 103.

destruction des filons quarzeux que renfermaient les schistes cambriens. Le poudingue conserve à peu près ces mêmes caractères sur tout le revers méridional des Montagnes-Noires; les galets de quartz y sont incomparablement plus abondants (99 %), que ceux de schiste et de quartzite; leur forme est grossièrement ellipsoïdale, d'un diamètre moyen de 1 à 3 cent. La pâte qui les relie est un schiste argileux blanc grisâtre, si peu cohérent que les galets sont souvent libres à la surface du sol; cette pâte argilo-schisteuse est fréquemment colorée en jaune ou en rouge par la limonite.

Au microscope, la pâte se montre formée de petits grains de quartz arrondis ou anguleux, reliés par du mica blanc très abondant à l'état de lamelles sériciteuses, enchevêtrées, authigènes. Elle contient en outre, quelques cristaux de zircon, quelques grandes lamelles de muscovite, et des granules jaunes de limonite. Les galets paraissent formés de grosses plages quarzeuses, irrégulières, moirées, diversement orientées, identiques à celles qui constituent les filons de quartz gras; les plages de quartz de ces galets sont plus irrégulières, et plus grosses de 3 à 6 fois que celles de la pâte.

Après avoir signalé (1) cet étage des poudingues, dans les monts de Menez-Hom, et l'avoir suivi dans les Montagnes-Noires d'une façon continue, du Cap de la Chèvre à Gourin, à travers tout le Finistère; ce fut avec un vif sentiment de curiosité, que je me demandai ce qu'il était devenu, lorsque j'arrivai devant le massif granitique du Guéméné? Était-il rejeté par failles au nord ou au midi? Était-il disloqué, et englobé à l'état de lambeaux, dans la masse granitique; et dans ce cas avait-il conservé ses caractères de poudingue, ou était-il transformé en granite, en gneiss, en noyaux cristallins?

(1) *Ch. Barrois* : Annal. soc. géol. du Nord, t. IV. 1876, p. 41.

J'allais peut-être avoir alors une nouvelle interprétation des curieux poudingues trouvés par M. Sauer (1) dans les gneiss granulitiques de la Saxe, et si bien étudiés récemment par M. Lehmann (2) ? Allais-je trouver des conglomérats métamorphisés comme ceux de Moberg en Norvège, découverts par M. H. Reusch (3), à galets déformés, aplatis, avec développement secondaire d'amphibole, chlorite, mica, fer oxydulé, traversant indifféremment pâte et galets ?

Après une première saison de courses, j'avais reconnu dans ce massif granulitique un grand nombre de gisements de grès à scolithes métamorphisés, ainsi que de plus nombreux lambeaux encore de schistes cambriens chargés de mica noir, de sillimanite, d'andalousite, de feldspath ; il m'avait été impossible de trouver traces du poudingue. Il était cependant évident maintenant qu'il n'était pas rejeté par failles, puisque les étages entre lesquels il se trouve naturellement intercalé, étaient reconnus, englobés dans la masse granitique.

C'est qu'en effet l'étage du *poudingue de Montfort* est dans les Montagnes-Noires beaucoup plus mince, que les étages voisins : son épaisseur totale ne dépasse pas 100 mètres, et encore les couches de poudingue n'y forment-elles que des lits subordonnés, interstratifiés à une série de schistes et de grès. Ce n'est que l'été dernier, que de nouvelles recherches m'ont permis de trouver des poudingues au contact de la granulite. C'est dans la commune de Langonnet (canton de Gourin) que j'ai trouvé ce contact : à l'ouest du bourg

(1) *Sauer* : Ueber die Conglomerate in der Glimmerschieferformation des sächsischen Erzgebirges, *Zeitschrift für d. ges. Naturwissenschaft.* Bd. LII, 1879.

(2) *J. Lehmann* : Unters. über Entstehung d. altkrystallinischen Schiefergesteine, Bonn, 1884, p. 124. pl. 7, i2, 17.

(3) *H. H. Reusch* : Die Fossil. führend. kryst. Schiefer von Bergen in Norwegen, Leipzig, 1883, p. 23, 95.

de Langonnet, la granulite présente un magnifique développement, formant un chaos de montagnes arrondies, d'où la vue s'étend au loin. A 2 ou 3 kilom. à O. de Langonnet, le paysage change brusquement, près de la vallée du Moulin du Duc ; les sommets sont moins élevés, le sol plus argileux, plus humide, plus couvert, les sentiers plus impraticables. C'est dans les chemins creux au S. et à O. des fermes de Restambleiroux, en cherchant sous la mousse et les fougères, que l'on trouve le poudingue au voisinage de la granulite.

Le poudingue est ici plus cohérent, brunâtre, les galets se séparent plus difficilement de la pâte, mais leur forme extérieure n'est pas changée. Au microscope, ces galets ne m'ont pas non plus présenté de modification appréciable ; mais la pâte se montre composée de grains de quartz plus nettement limités, arrondis ou hexagonaux et en partie recristallisés, le mica blanc a disparu, et les grains de quartz sont cimentés par des lamelles de mica noir, identiques à celles des grès micacés. Cette pâte contient enfin quelques cristaux de zircon.

La biotite est abondante. L'identité absolue de ce mica noir avec celui que nous avons décrit dans les grès micacés, nous dispense ici d'une nouvelle description. Les mauvaises conditions de ce gisement empêchent de trouver de bien bons échantillons ; ils sont très altérés, le mica est souvent verdi, plus ou moins épigénisé par de la chlorite secondaire, et rempli de microlithes noirs analogues à ceux qui ont été figurés par M. Zirkel (1). On trouve encore dans ces roches décomposées de nombreuses petites paillettes de mica blanc talqueux, et de limonite, dont l'origine ici est nettement secondaire : elles suivent les fissures de la roche. Ce mica blanc provient de la décomposition des feldspaths disparus. La pâte a quelquefois elle-même complètement disparu, et

(1) *F. Zirkel* : U. S. geol. Explor. 40th Parallel, pl. 2, fig. 2.

dans les géodes ainsi formées, s'est déposé du quartz secondaire en prismes pyramidés.

Un autre gisement de poudingue métamorphisé, à pâte quarzeuse également cimentée par du mica noir, se trouve dans les landes entre Menez-Glas et Crondal, au voisinage de l'apophyse aplitique de Menez-Glas, dépendante de la masse granitique du Guéméné. Ce poudingue ressemble à celui de Restambleiroux, mais est encore plus altéré.

De ces observations on peut conclure que le poudingue de Montfort se trouve dans le massif du Guéméné, à la place stratigraphique qu'il doit occuper, près du grès à scolithes et des schistes cambriens; et que de plus ce poudingue est métamorphisé comme eux, au contact de la granulite. Les actions métamorphiques constatées, recristallisation partielle du quartz et développement du mica noir, sont de tous points comparables à celles que nous avons observées dans le grès à scolithes: elles sont identiques à celles de l'auréole externe, que nous avons décrite sous le nom d'auréole des grès micacés.

Ces modifications métamorphiques des poudingues de Bretagne, ne présentent rien d'inattendu: les anciens auteurs avaient déjà constaté que la pâte clastique des poudingues, passait au voisinage du granite, au micaschiste. Tels étaient les célèbres conglomérats de Valorsine à pâte de micaschiste⁽¹⁾; tels des micaschistes du Massachusetts avec galets roulés, signalés par Lyell⁽²⁾; et aussi les micaschistes de Shehallien en Ecosse, remplis d'après Mac Culloch⁽³⁾ de galets de granite et de quartzite: la pâte micaschisteuse pénétrant même ici d'après lui, dans les fentes des galets.

Nous n'avons pas reconnu les variétés de poudingue, comparables aux conglomérats des gneiss d'Ober-Mittweida,

(1) *A. Favre*; Neues Jahrb. f. Miner, 1849, p. 42.

(2) *Lyell*; Quart. Journ. geol. Soc., I, 1845, p. 200; et Travels in North America, p. 160.

(3) *Mac Culloch*; Trans. geol. soc. London, III, p. 280.

décrits par MM. Sauer, Roth (1), Lehmann (2) ; c'est-à-dire les variétés gneissiques, avec mica noir, sillimanite et feldspaths. On ne doit pas en conclure qu'elles font défaut, mais bien qu'elles ont échappé à nos recherches, comme le rendent probable le peu d'épaisseur de ce niveau, la rareté des affleurements, leur mauvaise disposition, l'altération des roches et par suite la disparition elle-même des feldspaths. Aucune tranchée fraîche, aucune carrière, ne nous a permis de voir le contact immédiat du poudingue et du granite.

Il suffit d'ailleurs pour expliquer la rareté de ces poudingues feldspathisés, de remarquer qu'un degré plus avancé de métamorphisme, remettant tout le quartz en mouvement, et disloquant la roche par l'injection des feldspaths, ne permettrait guère de distinguer le *poudingue* ainsi métamorphisé des *grès feldspathisés* que nous avons décrits.

Peut-être une heureuse circonstance permettra-t-elle de voir en tranchée, le contact immédiat du granite et du poudingue, dans le canton voisin de Goarec, et de trouver ainsi le *stade gneissique* du métamorphisme de contact des poudingues?

§ III.

CONSTANCE DE L'ACTION MÉTAMORPHIQUE DES GRANITES SUR LES DIVERSES ROCHES SÉDIMENTAIRES.

Les descriptions qui précèdent montrent bien que dans le massif du Guéméné, le granite a eu une action métamorphique sur les grès et les poudingues, au milieu desquels il a

(1) *J. Roth* : Ueber geröllführende Gneisse von Ober-Mittweida, im Sächsischen Erzgebirge, Sitzber. d. k. preuss. Akad. d. Wissens., Berlin, 1883, t. XXVIII, p. 689-695.

(2) *J. Lehmann* ; Unters. üb. Entstehung d. altkryst. Schiefergesteine, Bonn 1884, p. 124.

apparu. Le premier effet métamorphique produit, le plus simple, consiste dans un simple changement de structure des grains de quartz; je l'ai suivi jusqu'à un demi-kilomètre de distance du contact de la granulite: il ne s'est alors formé aucune combinaison nouvelle dans les éléments de la roche, les particules n'ont fait que s'agréger d'une manière différente. Plus près de la granulite, l'effet métamorphique est différent et plus intense; des minéraux dont la substance se trouvait disséminée à l'état amorphe à l'intérieur de la roche, ont cristallisé par suite de changements moléculaires, les particules de nature semblable, s'attirant, s'orientant, se groupant entre elles. Je n'ai rencontré dans les grès métamorphiques des auréoles externes, aucun minéral récent, dont on doive expliquer l'origine par des émanations souterraines, sources ou fumerolles (1); tous les minéraux qui les constituent sont essentiellement des silicates d'alumine, seuls ou combinés avec des silicates de base terreuse ou alcaline, qui se trouvent déjà dans ces grès et poudingues non métamorphisés. Ces minéraux métamorphiques considérés dans leur ensemble, et sous le rapport de leur composition, affectent comme l'avait déjà reconnu Durocher (2), un caractère général d'analogie qui est en connexion avec leur gisement.

Ce n'est que dans l'auréole métamorphique interne, celle des *quarzites feldspathisés*, qu'il est nécessaire d'admettre un apport direct: on reconnaît en effet ici la présence de tous les éléments de la granulite voisine, en filonnets continus ou en chapelets. L'apport du titane, de la zirconne, a pu se faire antérieurement, et d'une manière peut-être indépendante, car le rutile, le zircon ne m'ont pas paru en relation avec la proximité de la granulite: Le zircon se trouve dans les grès non modifiés; je n'ai rencontré les aiguilles de rutile que dans les grès des auréoles métamor-

(1) H. Rosenbusch: Die Steiger-Schiefer, Strasbourg 1877, p. 257.

(2) Durocher: Bull. Soc. géol. de France, 2^e sér., t. 3, p. 590.

phiques externes, absolument comme dans les schistes métamorphiques du Fichtelgebirge récemment décrits par M. F. Müller (1). Par contre, l'absence complète de la tourmaline, si abondante dans tous les schistes étudiés au contact de la granulite (2), est importante à noter dans ces grès. Je n'ai jamais non plus trouvé de tourmaline en Espagne, dans les bancs de grès intercalés dans les schistes maclifères tourmalinifères.

Le métamorphisme des *grès à scolithes*, en quartzites micacés et en quartzites sillimanitisés, se produit donc ici sans modification probable de composition chimique; les quartzites à sillimanite dérivent des *grès* non modifiés par simples changements moléculaires. Les *grès à scolithes* se montrent composés de grains de sable cimentés par de la séricite et une matière argilo-ferrugineuse; or nous voyons que dans le passage du grès non modifié au quartzite micacé, et au quartzite sillimanitisé, le quartz et la biotite tendent de plus en plus à l'individualiser, pendant que l'excès d'alumine se concentre sous forme de silicates d'alumine en cristaux distincts (sillimanite). Ces nouvelles formations englobent en s'isolant les minéraux déjà formés de la roche (rutile, zircon, apatite).

Les causes de ces modifications moléculaires ont été en grande partie élucidées par les études fondamentales de MM. Durocher, C. Fuchs, Rosenbusch, Michel-Lévy; les analyses chimiques de MM. Coquand (3), C. Fuchs (4), Rosenbusch (5).

(1) F. E. Müller : Die Contacterscheinungen an dem Granit des Hennbergs, bei Weitisberga, Fichtelgebirge, Neues Jahrb. f. Miner, 1882, 2, p. 205.

(2) Hawes : The Albany granite (New-Hampshire) and its contact phenomena, Amer. Journ. of science, vol. XXI, 1831.

(3) Coquand : Bull. Soc. géol. de France, t. 12, 1841, p. 322.

(4) C. W. C. Fuchs : Neues Jahrb. für Miner, 1870, p. 871.

(5) H. Rosenbusch : Die Steiger-Schiefer, Strasbourg, 1877, p. 264.

ont montré que les schistes métamorphiques des Pyrénées et des Vosges avaient perdu une partie de leur eau de composition, ainsi qu'une portion des substances carbonneuses, mais qu'ils étaient au contraire plus riches en silice ; il en est sans doute de même des grès et poudingues du massif du Guéméné : c'est du moins ce que nous admettrons provisoirement jusqu'à ce que nous l'ayons vérifié par des analyses.

On constate donc une ressemblance complète au point de vue théorique, entre l'action du granite sur les grès, les poudingues et les schistes siluriens en Bretagne. Si on ne retrouve pas de fossiles dans les quarzites micacés, comme on en connaît dans les schistes micacés maclifères de l'Etang des Salles et de la Forêt de Skiddaw, cela tient en grande partie à ce que le test des fossiles de ce niveau manquait déjà dans la roche non modifiée. Ce ne sont pas les pressions orogénétiques qui ont fait disparaître les traces des fossiles, mais bien les modifications moléculaires, les recristallisations engendrées dans la roche par le voisinage du granite. Près de ce massif du Guéméné en effet, les fossiles des schistes maclifères de l'Etang des Salles, sont à peine déformés ou étirés, quoique remplis et parfois traversés par des cristaux d'andalousite ou de biotite.

Le développement dans les grès siluriens, de nombreux minéraux récents (quarz cristallin, micas, sillimanite, cordiérite, feldspaths) au contact du granite, nous amène nécessairement à attribuer une même origine métamorphique à toute une série de gneiss réputés pré-cambriens, caractérisés par le développement secondaire du quartz granulitique, du mica noir, de la sillimanite, de l'andalousite, de la cordiérite, des glandules de feldspath, etc. — Ainsi, on n'est pas plus fondé à établir dans le *terrain primitif* un étage spécial de *gneiss à sillimanite* ⁽¹⁾, que dans le *terrain paléozoïque* un étage de *schistes maclifères*.

(1) *Kalkowsky, Weber, etc.*

Nos observations concordent ici pleinement avec celles que M. Michel Lévy (1) a d'abord faites dans le Morvan. La sillimanite s'est développée en Bretagne au contact de la granulite, à des niveaux géologiques très différents : je la connais dans les *gneiss primitifs* du golfe du Morbihan, dans les *schistes cambriens* des cantons du Faouet et de Gourin, dans les *quartzites siluriens* du Guéméné. Je ne l'ai reconnue nulle part encore, loin du contact du granite.

Les schistes et grès siluro-cambriens de Bretagne, lorsqu'ils sont chargés de sillimanite, de micas et de feldspaths, ressemblent tellement aux formations archéennes, que le *gneiss à sillimanite* de Pontivy par exemple, décrit par M. Whitman Cross (2), n'est autre qu'un de ces schistes cambriens métamorphiques ; et que les quartzites métamorphiques décrits ici, ont été rapportés au granite, sur toutes les cartes géologiques du pays : (Dufrénoy et Elie de Beaumont, Lorieux et de Fourcy, Huguenin).

M. C. D. Walcott (3) vient de signaler à Litchfield (Maine) un granite, depuis appelé par lui *Conglomerate-gneiss*, rempli de coralliaires : ce pseudo-granite fossilifère, est probablement une roche analogue aux grès métamorphisés de Bretagne.

Je ne toucherai pas ici à la question de l'origine des *terrains primitifs* ou *archéens*, pris dans leur ensemble ; je me borne actuellement à insister sur ce fait acquis, qu'un certain nombre des couches de ce *système primitif*, ne nous présentent que des caractères authigènes, acquis uniquement par l'action du contact du granite : un grand nombre de roches gneissiques, quelle qu'ait été leur origine primitive, sédimentaire ou cristalline, ne sont plus que des roches métamorphiques de contact. Je me range donc ici aux vues

(1) *Michel Lévy* : B. S. G. F., 3^e sér., t. 7, 1879, p. 860.

(2) *Whitman Cross* : Stud. üb. breton. Gesteine, Tschermak's min. Mittheilungen, Bd. 3, Heft 5, p. 381.

(3) *C. D. Walcott* : Biological Society of Washington, 23 Févr. 1884.

de M. Michel-Lévy (1), si pleinement confirmées dans leur ensemble, par le grand travail de M. Lehmann(2). Il y a parmi les gneiss, *des roches d'origines diverses*; toutes ces roches présentent d'une façon constante et générale, des modifications, des déformations, des productions d'éléments secondaires à caractères spéciaux (quarz, mica, etc.) qui ont imprimé leur cachet à ces strates, en voilant leurs caractères originaires.

Un grand nombre des roches considérées comme archéennes en Bretagne, ne sont que des roches cambriennes ou siluriennes, à éléments autochtones, métamorphiques, et n'ayant que le faciès des roches primitives. Nous ne pensons pas que la Bretagne soit la seule région gneissique où il en soit ainsi; il nous paraît probable au contraire, que les *terrains paléozoïques* sont destinés à s'étendre de plus en plus sur les cartes géologiques, aux dépens des *terrains primitifs*, par adjonction de faciès métamorphiques, gneissiques et mica-schisteux.

RÉSUMÉ.

En s'en tenant rigoureusement aux faits observés, on voit par les descriptions précédentes que les grès siluriens du massif du Guéméné, se présentent sous les quatre états différents suivants, à mesure qu'on s'approche du granite :

A. *Grès clastique, fossilifère*, composés de grains brisés de quartz, cimentés par du mica blanc ou des matières argilo-ferrugineuses, amorphes.

B. *Quartzite micacé*, où les grains brisés de quartz se transforment en granules arrondis ou hexagonaux sous l'action

(1) *Michel-Lévy* : Bulletins de la Société géologique de France, 1879, p. 871, et 1881, p. 181.

(2) *D. J. Lehmann* : Untersuch. über die Entstehung der altkrystallinischen Schiefergesteine, Bonn, 1884.

métamorphique de contact du granite. Il se développe en même temps dans la roche, un réseau de mica noir, qui cimente les grains de quartz.

C. *Quartzite sillimanisé*, plus près du granite, la sillimanite et la cordiérite s'ajoutent aux éléments précédents.

D. *Quartzite feldspathisé* : l'injection des éléments du granite en filonnets discontinus, charge la roche au contact, des éléments du granite (feldspaths, quartz, micas). Les inclusions réciproques du feldspath et du quartz, font penser que l'injection des éléments du granite et la recristallisation du grès ont dû ici s'opérer en même temps.

Nous avons ainsi suivi dans ce mémoire, la transformation graduelle, par métamorphisme de contact, d'une roche fossilifère clastique, formée essentiellement de quartz avec un peu d'argile, en une roche schisto-cristalline, présentant les éléments cristallins suivants :

I. Zircon, apatite.

II. a. Quartz, mica noir, sillimanite, cordiérite, fer oxydulé, rutile.

b. Orthose, oligoclase, microcline, mica blanc.