

LA TUFFOÏDE KÉRATOPHYRIQUE DE GRAND-MANIL

PAR

É. MATHIEU (1)

Capitaine du Génie,
Répétiteur à l'École militaire.

—
PLANCHE XVI
—

I. — Gisement.

En 1902, M. Malaise signalait, dans les schistes siluriens des environs de Grand-Manil (Sud-Ouest de Gembloux), une porphyroïde nouvelle (2). Cette porphyroïde était intercalée dans les schistes, entre le gite

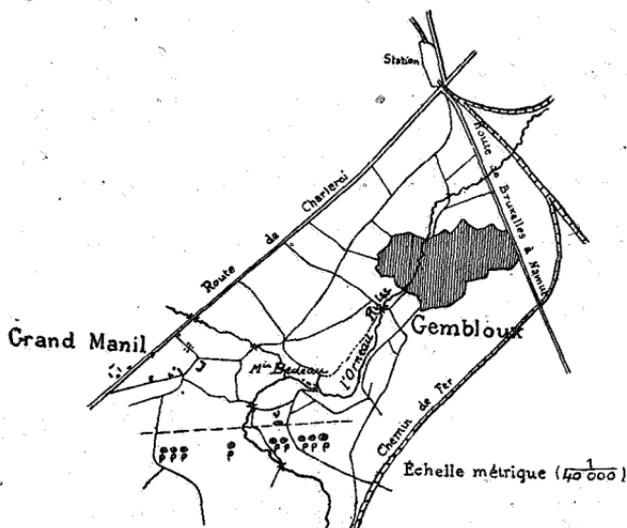


Fig. 1. — GISEMENT DE LA TUFFOÏDE DE GRAND-MANIL.

ρ = rhyolite ancienne;
 γ = tuffoïde kératophyrique.

(1) Présenté à la séance du 17 octobre 1905.

(2) ANN. DE LA SOC. GÉOL. DE BELGIQUE, 1904-1902, t. XXIX. *Bulletins*, pp. 145-148.

fossifère à *Calymene*, *Trinucleus* (assise de Gembloux) et les rhyolites anciennes dites eurites quartzzeuses de Grand-Manil (assise de Grand-Manil).

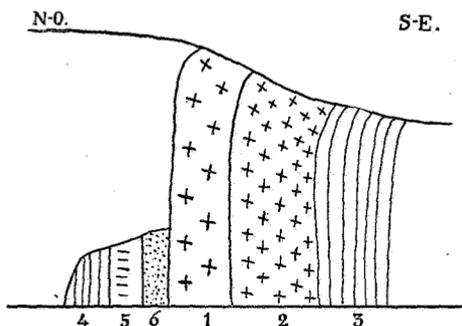


Fig. 2.

1. Porphyroïde en bancs, se montrant beaucoup plus massive et plus fraîche du côté Nord-Ouest et passant insensiblement au terme suivant (1). Épaisseur : environ 0m50
2. Porphyroïde beaucoup plus schisteuse, plus tendre, très altérée et boudée de fossiles (spécialement de petits fossiles) (2). Épaisseur : environ 1,25
3. Schiste silurien foncé, bleuâtre, très feuilleté.
4. Schiste silurien plus grossier, gris verdâtre, beaucoup moins feuilleté.
5. Schiste silurien très siliceux, grisâtre. Environ 0,20
6. Roche siliceuse grise à grain extrêmement fin, extrêmement tenace. Épaisseur : environ 0,15

N. B. A l'affleurement, toutes ces roches sont repliées par suite du phénomène bien connu du repliement de la tête des bancs, suivant la pente.

(1) Dans sa description (*loc. cit.*), M. Malaise distinguait dans la couche n° 1 trois bancs.

(2) Voici, d'après la communication de M. Malaise (*loc. cit.*), les fossiles qu'il a déterminés dans la couche n° 2 :

Crustacés.

Lichas sp.
Acidaspis sp.
Cromus sp.
Zethus sp.
Amphion sp.
Sphaerexochus mirus Beyr.
Cheirurus insignis Beyr.
Cheirurus sp. (têtes et hypostomes).
Phacops Stockesii (Milne Edw.).
Iliaenus parvulus Holm.
Iliaenus sp.
Trinucleus sp.
Turrilepas sp.

Céphalopodes.

Orthoceras sp.

Ptéroïdes.

Tentaculites sp.

Gastéropodes.

Euomphalus trochostylus.
 Diverses espèces imparfaites.

Brachiopodes.

Orthis lata Sow.
 Divers fragments en mauvais état.

Bryozoaires.

Ptilodictya scalpellum Lonsd.

Cystidés.

Plaques de *Sphaeronites* sp.

Crinoïdes.

Tiges d'encrines.

Lors de l'excursion organisée le 26 juin 1904 dans la vallée de l'Orneau, sous la direction de M. Malaise, j'eus l'occasion de recueillir un échantillon de cette roche, qui était peu visible à cette époque, et je me proposai de la soumettre à un examen microscopique, pour en déterminer, si possible, le caractère et l'origine.

A la suite d'une communication très sommaire que je fis à ce sujet à la Société belge de Géologie, en séance du 19 juillet 1904, M. Stainier présenta une note (1) dans laquelle il décrit d'une manière détaillée le gisement de la porphyroïde de Grand-Manil, tel qu'il l'observa lors de sa découverte. J'ai reproduit ci-dessus (fig. 2) la coupe qui accompagnait cette note.

M. Stainier ajoute que la roche n° 6 est « une sorte de cornéenne ou de roche métamorphique, au Nord-Ouest, et par conséquent géologiquement en dessous de la porphyroïde. On voyait de la façon la plus nette, dans le gîte, la roche silurienne du n° 4 passer insensiblement à une roche de plus en plus massive, plus dure et plus siliceuse en s'approchant de la porphyroïde... Au-dessus de la porphyroïde, vers le Sud-Est, arrivait un schiste nullement métamorphique. »

MM. Stainier et Malaise ont eu l'extrême obligeance, ce dont je leur suis reconnaissant, de me passer des échantillons qu'ils possédaient, ce qui m'a permis d'y faire couper des plaques minces. Mais je m'aperçus bientôt de l'insuffisance de ces matériaux pour résoudre le problème qui se posait, et je me décidai à visiter de nouveau, ce que je fis en compagnie de MM. Malaise et Simoens, le gisement de Grand-Manil. Au cours de cette étude sur le terrain, je fis exécuter une tranchée en travers, et je pus relever des particularités qui avaient échappé aux premiers observateurs. J'ai pu ensuite dresser la coupe suivante :

N.-O.

S.-E.

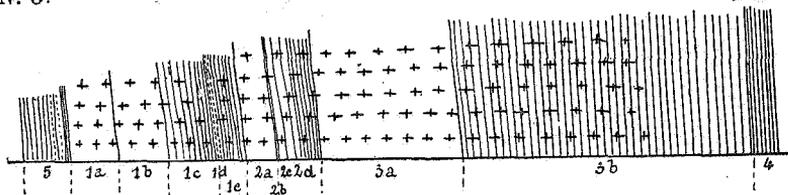


FIG. 3.

(1) BULL. DE LA SOC. BELGE DE GÉOL., DE PALÉONTOL. ET D'HYDROL., 1904, t. XVIII, *Procès-verbaux*, p. 471 : « Du caractère éruptif de la porphyroïde de Grand-Manil. »

FIG. 3.

1a - 1b	Roche porphyroïde en bancs, d'aspect stratoïde, à pâte verdâtre sériciteuse, contenant des grains de quartz hyalin paraissant roulés pour la plupart, et des grains de feldspath, tantôt partiellement altérés, tantôt complètement disparus, et laissant alors des alvéoles remplis d'un dépôt ocreux pulvé- rulent	0 ^m 20
1c	Banc de porphyroïde à ciment argileux, passant au gris; un moule de <i>gastéropode</i> a été relevé dans ce banc.	0,10
1d	Bande de roche à cassure lustrée et très sériciteuse	0,01
1e	Schiste celluleux grossier, gris jaunâtre, très fossilifère.	0,04
2a - 2b - 2c.	Roche porphyroïde blanchâtre, à grains de quartz plus rares et à alvéoles nombreuses; ce banc montre en 2b une linéole schisteuse grisâtre continue de 1 à 2 millimètres d'épaisseur et parallèle aux bancs	0,07
2d	Banc très cohérent, comprenant des parties schisteuses gris bleuâtre et des parties feldspathiques; roche fossilifère, contenant de nombreuses alvéoles anguleuses à dépôt pulvé- rulent ocreux	0,10
3a	Roche porphyroïde analogue à 2a, gris blanchâtre, à nom- breuses alvéoles ocreuses	0,25
3b	Banc schisteux fossilifère cohérent, analogue à 2d, mais moins consistant et passant insensiblement à un schiste celluleux, jaunâtre, terreux, donnant avec l'eau une argile collante.	0,65
4.	Schiste silurien foncé, bleuâtre, très feuilleté (assise de Grand-Manil).	
5.	Schiste siliceux tenace (quartzophyllade), gris, se chargeant, près du contact avec 1a, de grains de quartz et d'alvéoles semblables à celles de la roche 1a et donnant au contact une plaquette de 2 centimètres d'épaisseur se séparant nettement de 5 et de 1a (assise de Gembloux).	

II. — Examen microscopique (1),

J'étudierai d'abord les schistes encaissants du gisement pour aborder ensuite ce gisement proprement dit.

Schistes (quartzophyllades) du Nord-Ouest. Le microscope fait reconnaître, dans les préparations, un schiste très siliceux, à grains de quartz roulés nombreux et atteignant au maximum 0^{mm}06 de diamètre. Le ciment argileux est, comme dans les schistes siluriens du

(1) J'exprime toute ma reconnaissance à M. W. Prinz, professeur à l'Université de Bruxelles, qui m'a aidé de ses précieux conseils au cours de ce travail.

Brabant, criblé d'aiguilles microscopiques de rutile; on y observe également des sections de chlorite, de mica blanc (muscovite), des cristaux de zircon en prismes bipyramidés de faibles dimensions, des fragments de cristaux de tourmaline, ainsi que des écailles peu abondantes de séricite. Comme éléments accessoires, on y rencontre des grains petits et peu nombreux d'ilménite et, enfin, de petits flocons assez nombreux et presque opaques qu'un fort grossissement et l'étude en lumière réfléchie font rapporter à de la titanite (leucoxène), provenant sans doute de l'altération de l'ilménite.

La structure reste constante en s'éloignant du contact avec *1a*, ainsi que j'ai pu m'en convaincre en étudiant le même schiste plus au Nord du gisement. Cependant, j'ai relevé près du contact une particularité digne d'attirer l'attention : ce sont des nids microscopiques et lenticulaires de quartz en agrégat, que je pense de formation secondaire, contenant quelques inclusions micacées pléochroïques et bordés d'un minéral brun verdâtre. Aux forts grossissements, on observe dans les grains de quartz des inclusions bacilliformes de rutile, et la traînée brune périphérique se résout en une substance chloriteuse à fibres disposées en rosettes et ponctuée de grains microscopiques arrondis, presque opaques, qui pourraient bien être de la titanite (pl. XVI, fig. 1).

Dans une bande de 0^m05 à 0^m06 comptée à partir du contact avec *1a*, on remarque dans le schiste 5 (pl. XVI, fig. 2) de nombreux éclats de quartz hyalin de 1 à 2 millimètres, à contours irréguliers et anguleux, mais contenant des inclusions arrondies (séricite), comme cela se présente dans les quartz porphyriques; en outre, quelques fragments de plagioclase, des amas sériciteux qui pourraient être des pseudomorphoses de feldspath et des sections assez grandes de mica brun altéré. Le ciment argileux de la roche se charge d'ailleurs de séricite; et ce minéral, prédominant près du contact, donne à la roche une texture feuilletée.

Dans une préparation, j'ai pu observer la ligne de démarcation entre le schiste et la roche *1a*; cette séparation est irrégulière et, en général, peu précise.

Schistes du Sud-Est. Ce schiste (n° 4 de la coupe) diffère du schiste précédent. Il est beaucoup moins sableux et beaucoup plus fin; les grains de quartz ont des dimensions variant entre 0^{mm}01 et 0^{mm}03. La matière argileuse domine et est abondamment chargée d'aiguilles de rutile et de flocons de leucoxène; comme dans les schistes du Nord, on y trouve des paillettes de chlorite et de muscovite, des traînées peu nombreuses de séricite et des grains accessoires de zircon. J'y ai

observé également de petits nids quartzeux à bordure chloriteuse, moins développés que dans les schistes n° 5.

Roche n° 1. — En lumière ordinaire, on distingue, dans les préparations appartenant aux bancs *1a* et *1b*, des sections nombreuses incolores, les unes limpides, les autres souillées, nageant dans une pâte jaune verdâtre, écaillée, émaillée de sections brun foncé. Les sections incolores formant phénocristaux comprennent du quartz et du feldspath.

Le *quartz*, très abondant, mais réparti d'une manière peu uniforme entre les diverses couches, se présente en éclats de 0^{mm}6 à 2^{mm}5, à contours très irréguliers, composés de côtés généralement courbes-concaves et présentant des angles très vifs (fig. 4).

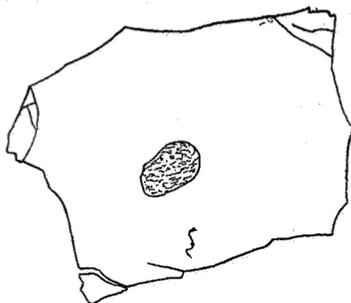


Fig. 4. — SECTION DE QUARTZ.
Gross. : 18 × 1.

D'autres sections sont arrondies ou montrent des contours hexagonaux avec figure d'axe caractéristique en lumière convergente; mais elles sont peu nombreuses par rapport aux autres nettement fragmentées, et toujours elles sont ébréchées. Beaucoup de phénocristaux quartzeux sont sillonnés par des fissures normales au plan de feuilletage de la roche; les morceaux en sont parfois écartés, avec intercalation de pâte dans l'intervalle (pl. XVI, fig. 4).

Les plages quartzieuses sont limpides, mais le plus souvent elles renferment des inclusions gazeuses et liquides avec libelle mobile, comme on l'observe si bien dans le quartz porphyrique. Parfois on y trouve des inclusions arrondies de pâte fondamentale (fig. 4), ou bien celle-ci y pénètre par de véritables invaginations qui rappellent les phénocristaux corrodés de porphyres.

Le *feldspath*, peu abondant, mais réparti inégalement dans les diverses couches, ne se rencontre pas en sections à contours cristallographiques, mais plutôt en fragments de faibles dimensions (1 milli-

mètre). Rarement les sections sont directement en contact avec la pâte fondamentale; mais quand c'est le cas, on est frappé de leur aspect déchiqueté. Dans les plages les plus pures, on remarque des inclusions microscopiques bacillaires disposées parallèlement à la zone d'allongement du minéral.

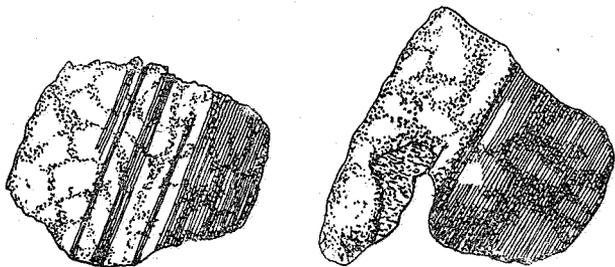


Fig. 5. — GRAINS DE FELDSPATH A CONTOURS DÉCHIQUETÉS ET EN VOIE D'ALTÉRATION.

Nicols +; gross. : 52 × 1.

La plupart du temps, les grains sont altérés profondément. On voit apparaître des amas écailleux micacés; mais le plus souvent on observe des trainées brun jaunâtre qui envahissent les cassures du minéral en empruntant de préférence les plans de clivage, dessinant un réseau qui laisse le feldspath limpide entre ses mailles et s'éteignant complètement entre nicols croisés (fig. 5), de sorte que la section, outre ses lamelles maclées suivant la loi de l'albite, présente une véritable marbrure. L'altération se poursuivant, le réseau envahit peu à peu la plage, on n'aperçoit plus que quelques lambeaux intacts de feldspath; puis celui-ci disparaît complètement, et les préparations donnent alors une alvéole anguleuse remplie d'une matière brun sale piquetée de grains opaques noirs (minerais de fer?) et contenant quelques phyllites.

La recherche de la dispersion des axes m'a donné, pour ce feldspath, $\rho < v$. En observant les sections à lamelles polysynthétiques s'éteignant symétriquement de part et d'autre de la ligne de maclé et appartenant à la zone perpendiculaire à la face g^1 (010), j'ai trouvé un angle d'extinction avec la ligne de maclé, atteignant 15° à 17° . La zone d'allongement est négative; la biréfringence plus faible que celle du quartz. Je rapporte donc le feldspath étudié à la famille de l'albite.

On voit également se détacher nettement, sur la pâte fondamentale de la roche, des sections allongées et fibreuses, brun foncé, disposées parallèlement à la direction du feuilletage; elles contournent cependant les grains quartzeux et feldspathiques, pincées parfois entre les

angles de ces grains contigus et s'étalant en éventail aux extrémités. Ce minéral fibreux, assez abondant, est fortement dichroïque; les fibres en sont nettement accusées par une pigmentation noirâtre très ténue, elles s'entrelacent souvent, s'éteignent en long. Un examen attentif fait reconnaître dans ces plages un *mica biotite*, à angle d'axes très faible, contenant de nombreuses inclusions de zircon et parfois d'apatite; ce mica est en voie d'altération. Quand on étudie, à de forts grossissements, les préparations parallèles aux bancs, qui montrent de nombreuses sections de ce mica suivant la face p (001), on y distingue de nombreuses aiguilles de rutile disposées en trois systèmes se recoupant à 120° , comme dans la *sagénite*. Ce phénomène de ségrégation du rutile dans l'altération de la biotite s'observe souvent et caractérise un mica titanifère. L'altération se poursuivant, le mica est remplacé par des plages écailleuses de chlorite contenant les microlithes caractéristiques que nous venons de signaler.

La *pâte fondamentale* est exclusivement constituée par de la séricite. Lors d'un premier examen, j'avais cru reconnaître dans certaines préparations une structure microfelsitique. Mais une étude plus approfondie m'a fait distinguer partout de la séricite, soit en écailles, soit en fibres allongées et déchiquetées parallèles au feuilletage, s'infléchissant au voisinage des phénocristaux, mais polarisant dans les tons vifs jaunes et rouges, et montrant toujours des contours capricieux, marqués, entre nicols croisés, par une ligne fine, sombre et mobile pendant la rotation de la platine du microscope. Les contournements sériciteux au voisinage des phénocristaux donnent à la roche une structure pseudo-fluidale.

Dans la pâte fondamentale, on distingue, comme minéraux accessoires, le *zircon* en prismes pyramidés parfois grands (au point de vue microscopique) et en grains souvent accumulés au voisinage des sections micacées, ainsi que du *rutile* en aiguilles microscopiques isolées, comparables à celles des schistes, avec leur macle en genou caractéristique, ou en petites houppes.

En outre, on relève encore des *enclaves*, en proportion variable dans les différents bancs. Ces enclaves, de dimensions peu importantes (2 à 5 millimètres au maximum), se détachent habituellement par leur ton sombre sur le fond clair de la roche. Elles sont ordinairement à contours arrondis et nets, allongées suivant la direction du feuilletage. L'étude aux forts grossissements y reconnaît des amas d'aiguilles de rutile, présentant parfois un tissu tellement serré qu'aux faibles grossissements ils donnent l'impression de pelotes noirâtres à l'aspect

floconneux et opalescent du leucoxène en lumière réfléchie. Parfois, (pl. XVI, fig. 5) dans ces enclaves, on distingue une argile fine traversée de traînées sériciteuses parallèles au feuilletage de la roche englobante, et dans laquelle se détachent des fragments anguleux de quartz, à contour généralement triangulaire, identiques comme aspect et dimension à ceux qu'on rencontre dans le voisinage immédiat, au milieu de la pâte sériciteuse. Quelques fragments quartzeux de la roche porphyroïde, entamant le contour de l'enclave, pénètrent par un angle dans celle-ci. Pour d'autres enclaves de l'espèce, on les voit suivre les inflexions de la pâte sériciteuse, qui s'infiltré profondément dans l'enclave, en bifurquant celle-ci. En d'autres endroits, ce sont des taches se fondant insensiblement avec la pâte de fond sériciteuse de la roche, mais ponctuées de petits grains noirs opaques et brillants (qui pourraient être de l'ilménite) et contenant peu d'aiguilles de rutile. Bref, ces enclaves donnent l'impression de *flocons de boue* englobés à l'état plastique dans la roche porphyroïde. Ajoutons qu'elles semblent exemptes de matières charbonneuses.

Quand on passe au banc *1c*, on constate que les aiguilles de rutile chargent progressivement la pâte fondamentale, qui devient de moins en moins sériciteuse, et l'on a bientôt affaire à une véritable pâte schisteuse, englobant des fragments quartzeux, feldspathiques et micacés, semblables à ceux de la roche *1a-1b*.

On observe dans le ciment argileux des traînées sériciteuses de formation secondaire, présentant parfois deux directions inclinées l'une sur l'autre, comme s'il s'était produit des pressions de directions différentes pendant le redressement des couches. La séricite se retrouve d'ailleurs en amas nettement limités et qui semblent représenter des fragments de pâte de la roche sous-jacente englobés dans le banc *1c*; ces amas sont souvent bordés d'un liseré ferrugineux (limonite?), mais ils sont toujours exempts de phénocristaux de la roche sous-jacente. On voit apparaître également la *titanite ferrifère* en grains brun sale, assez importants, associés aux sections de biotite dont l'altération s'accroît; ces sections contiennent d'ailleurs moins d'aiguilles de rutile que dans la roche sous-jacente, ce qui fait supposer que la titanite est ici un produit d'altération du rutile. Les grains de titanite ferrifère s'observent parfois isolés au milieu de la roche schisteuse, et je ne serais pas éloigné de les attribuer alors à l'altération de grains primitifs d'ilménite dont on observe d'ailleurs quelques exemplaires microscopiques intacts. On n'ignore pas avec quelle facilité l'acide titanique donne

lieu à la formation de rutile, d'ilménite, de titanite, ces formes pouvant passer de l'une à l'autre (1).

La couche *1d*, peu importante, se détache nettement par ses caractères spéciaux. Les préparations y montrent une pâte exclusivement sériciteuse, semblable à celle de la roche *1a*, mais exempte de phénocristaux. On y remarque des trainées nombreuses d'aiguilles de rutile, qui serpentent irrégulièrement, se réunissent, se ramifient et donnent à la plaque un aspect marbré. Ces aiguilles, réparties inégalement dans ces trainées, s'accumulent en certains points pour former de véritables pelotes. En d'autres points, quelques-uns de ces microlithes occupent le centre de globules clairs, à la périphérie desquels d'autres aiguilles se groupent; on reconnaît bientôt, entre nicols croisés, que ces globules se composent de phyllites disposés en spirale, en orientation concordante avec les microlithes centraux, comme si chaque globule avait subi un mouvement de giration autour d'un axe normal à la préparation. Ces globules, de 0^{mm}15 environ de diamètre, sont placés en files, et le sens du tournoiement est le même pour tous. Ils ne rappellent en rien la texture globulaire de certains bancs de porphyre, ils donnent plutôt l'impression qu'ils se sont formés par suspension dans l'eau. De-ci de-là, on relève encore dans cette couche sériciteuse des agrégats quartzeux de formation secondaire et troublés par une grande quantité d'impuretés.

Le séparation entre la couche *1d* et *1e* est très irrégulière et présente des digitations très nombreuses; en certains endroits, elle est nette; dans d'autres, la pâte sériciteuse s'étire en trainées qui pénètrent dans le ciment argileux de la roche *1e* et se fondent insensiblement avec celle-ci.

Dès qu'on passe dans le banc *1e*, on se retrouve dans un schiste: un ciment argileux empâte de nombreux fragments de quartz, semblables à ceux des roches sous-jacentes, et particulièrement denses dans le voisinage de *1d*, comme s'il y avait eu un véritable lotissement des éléments. Dans cette région, on observe également quelques sections de mica biotite très altérées et des trainées ferrugineuses. Mais ce qui frappe, c'est l'absence complète dans ce banc *1e* de fragments feldspathiques; il est vrai que la roche est criblée d'alvéoles anguleuses et renfermant le dépôt d'altération brun sale signalé à propos des feldspaths des bancs *1a-1b*, ce qui semble autoriser à y voir la place de feldspaths disparus. Certaines de ces alvéoles sont tapissées d'un

(1) DE LAUNAY, *La science géologique*, 1905, p. 318.

dépôt ferrugineux brun foncé, sur lequel se sont implantées des lamelles micacées enchevêtrées.

C'est dans ce banc que M. Malaise a découvert de nombreux vestiges de fossiles. Les préparations en conservent d'ailleurs des vestiges qui peuvent induire en erreur au premier abord. C'est ainsi que dans la plupart des coupes minces, j'avais observé de véritables sphérules schisteuses isolées de la roche par une auréole à polarisation d'agrégat, ainsi que des sections claires en forme de lame de faux ou de croissant, donnant entre nicols croisés les caractères d'agrégats quartzeux (pl. XVI, fig. 5). J'avais été porté à y voir des traces de cendres volcaniques, ayant subi une dévitrification postérieure à leur projection. Mais en étudiant ces figures à de forts grossissements, j'observai que le quartz tapissait les deux côtés opposés de ces figures, laissant au milieu un vide; il fallait donc y voir plutôt des alvéoles résultant de la disparition de tests fossiles et tapissés ultérieurement sur leurs parois de sécrétions quartzueuses.

Roche n° 2. — Les préparations extraites du banc *2a* montrent qu'il est constitué par une roche semblable à la roche *1a*.

Les phénocristaux *quartzueux* sont de même nature; les uns ont la forme nettement fragmentaire, d'autres rappellent les quartz corrodés des porphyres. Certains de ceux-ci contiennent des inclusions arrondies de chlorite, et leur contour extérieur, très tourmenté, est bordé de même matière, particulièrement dans les anfractuosités. Ils rappellent le quartz décrit par de la Vallée Poussin et Renard dans les tufs kératophyriques de Pitet (1). La présence d'inclusions de chlorite est expliquée par ces auteurs, en disant que le grain de quartz a été perforé par le phénomène de corrosion des porphyres, et que « ces perforations peuvent se présenter sur toute la surface du grain de quartz et apparaître, suivant la manière dont elles ont été sectionnées, comme des inclusions isolées de chlorite ». Ces inclusions chloriteuses sont donc d'origine secondaire; « leur présence au milieu des cristaux de quartz ne peut être interprétée comme étant due à une cristallisation de la chlorite dans le quartz avant ou durant la formation de ces cristaux ». Les sections quartzueuses sont moins nombreuses que dans la roche *1a*, mais elles y sont aussi inégalement réparties, tant au point de vue de la quantité que des dimensions.

Par contre, le *feldspath* se montre un peu plus abondant; il appartient

(1) DE LA VALLÉE POUSSIN et RENARD, *Les tufs kératophyriques de la Meuse*, 1896, p. 21.

encore à la famille de l'albite, et les sections présentent de nombreuses macles polysynthétiques suivant la loi de l'albite et suivant la loi du péricline. Les contours sont plus précis et se rapprochent du rectangle. La plupart des sections sont altérées et épigénisées partiellement en muscovite. En outre, elles sont généralement envahies par des plages chloriteuses profondément déchiquetées et très irrégulières. Souvent, dans leur voisinage, on observe des sections de biotite chloritisées; ce minéral est alors chargé d'aiguilles de rutile et se raccorde insensiblement avec les plages chloriteuses qui envahissent le feldspath (fig. 6).



Fig. 6. — GRAIN DE FELDSPATH *f* ENVAHI PAR UNE PLAGE CHLORITEUSE *c* QUI SE RACCORDE A UNE SECTION DE BIOTITE *b* ALTÉRÉE AVEC MICROLITHES DE RUTILE *r*.

Gross. : 70 × 1.

Les sections de *mica biotite* réapparaissent très nombreuses, mais toujours altérées, particulièrement découpées, présentant les caractères bien connus; l'épigénie en chlorite est parfois complète avec formation de grains de *titanite* ferrifère aux dépens du rutile contenu primitivement dans le mica; le zircon apparaît en inclusions auréolées dans ces plages.

La *pâte fondamentale* est sériciteuse et contient, disséminées, des aiguilles microscopiques de *rutile*. Ce minéral s'accumule, tout comme dans la roche 2a, en pelotes sombres, formant des *enclaves* souvent allongées suivant la direction des bancs et qui montrent, par les mêmes caractères que dans la roche 2a, qu'elles ont été englobées à l'état de boue.

Le contact du banc 2a avec 1e n'a pu être étudié au microscope à cause de l'état de friabilité des échantillons en cet endroit. En s'éloignant de ce contact, on constate que les sections micacées deviennent de plus en plus nombreuses et ténues, tout en s'orientant parallèlement à la

direction des couches; les aiguilles de rutile se multiplient aussi pendant que les phénocristes quartzeux et feldspathiques diminuent en nombre; on arrive ainsi à une bande *2b* de 2 millimètres d'épaisseur environ, qui prend l'aspect d'un schiste fin et sériciteux. Puis on passe insensiblement et progressivement à une couche *2c*, qui présente les mêmes caractères lithologiques que *2a*. La présence de cette bande *2b* montre donc l'influence d'un lotissement des éléments dans un milieu aqueux.

Bientôt la roche *2c* passe à un schiste grossier *2d*, contenant de nombreux grains quartzeux analogues à ceux de la roche sous-jacente. Ces grains sont particulièrement abondants à la base. Les feldspaths font complètement défaut, mais de nombreuses alvéoles sont remplies d'un dépôt brunâtre déjà décrit, et qui fait supposer que ce sont là les vestiges de grains feldspathiques. Le mica a complètement disparu, et je pense qu'il faut en voir les traces dans les plages de chlorite fibroradiée, à contours bien nets, polarisant dans le ton bleu lavande, et associés à des grains irréguliers de titanite ferrifère qui abondent à la base de la couche *2d*.

Les préparations faites dans ce banc montrent de nombreux agrégats de quartz secondaire, dont plusieurs bordés de substance chloriteuse comme dans le schiste n° 5 au Nord du gisement, ainsi que des grains de quartz primaire entourés d'une auréole de quartz secondaire, laquelle a englobé des cristaux microscopiques en forme de bâtonnets et probablement de nature feldspathique (?). Toujours cette auréole est orientée optiquement dans le même sens que le grain englobé; et nous avons relevé le cas de trois grains de quartz contigus, englobés par une auréole commune, laquelle s'éteint cependant par portions, simultanément avec le grain adjacent (pl. XVI, fig. 6). Parfois aussi le quartz secondaire se présente sous forme de grains arrondis troubles, avec inclusions bacillaires de même nature que celles des auréoles. La couche *2d* aurait donc subi une silicification importante qui lui a donné sa dureté particulière.

J'ajouterai que ce schiste *2d* est criblé d'alvéoles en forme de couronne, de croissant, de lame de faux, avec sécrétions quartzеuses, qui représentent, comme dans la couche *1e*, les vestiges de tests fossiles.

Roche n° 3. — Le banc fossilifère *2d* est surmonté par une couche *3a*, où se reproduisent tous les caractères de la roche *2a*. C'est encore une roche porphyroïde, à pâte sériciteuse, contenant des fragments de quartz peu nombreux, des sections feldspathiques épigénisées en muscovite et envahies par des plages chloriteuses, ou complètement dispa-

rues, ainsi que le montrent les alvéoles anguleuses qu'on remarque dans les préparations, et aussi des sections de biotite transformées en chlorite avec formation de grains de titanite ferrifère.

La pâte fondamentale qui contient, éparpillés, des microlithes isolés de rutile, est parsemée de nombreux groupements de chlorite écaillée, parfois avec intercalations micacées (muscovite) et de feldspath (?). On trouve toujours dans leur voisinage des houppes d'aiguilles de rutile se transformant en titanite. Je les attribue à des sections feldspathiques envahies par de la chlorite, comme dans la roche 2a, et à des sections de biotite; car on trouve quelques-unes, bien reconnaissables, de celles-ci, déchiquetées en lambeaux, dont les uns contiennent les aiguilles de rutile caractéristiques et dont les autres se décomposent en écailles chloriteuses. Plusieurs de ces amas chloriteux contiennent des inclusions que je rapporte à l'apatite et qui étaient primitivement en inclusion dans la biotite.

Du banc 3a, on passe insensiblement à un banc 3b analogue au banc 2d, et qui constitue un schiste grossier fossilifère. Les caractères microscopiques en sont les mêmes; cependant les plages nettement limitées de chlorite avec grains de titanite ferrifère sont particulièrement abondantes à la base de ce banc, et l'on y saisit sur le vif la formation de cette titanite. Ce minéral se groupe en grains soit à la périphérie, soit au centre de la chlorite; alors on y voit implantées des aiguilles de rutile, dont quelques-unes sont restées au milieu de la plage chloriteuse; il est hors de doute que celle-ci provient du mica biotite. D'autres grains de titanite sont isolés, en dehors des plages de chlorite, et je pense qu'il faut alors les attribuer à l'altération de grains d'ilménite contenus dans le schiste.

Cette concentration de grains ferrugineux à la base de parties schisteuses, au contact avec les parties sériciteuses de la roche porphyroïde, est certainement à rapprocher d'un phénomène analogue qu'on observe dans le tuf kératophyrique du lieu dit *Im alten Garten*, près de Schameder (Westphalie). Dans ce dernier gisement, on voit, accumulés le long du contact entre le tuf et le schiste, de nombreux grains de pyrite. Faut-il y voir l'action du lotissement des minéraux lourds pendant la suspension dans l'eau?

Ce banc 3b est fossilifère au même titre que le banc 2d et montre, dans les préparations minces, les mêmes sections en lame de faux, en croissant, avec sécrétions quartzieuses qui marquent les traces de tests fossiles. Puis la roche, cohérente à la base, mais moins que le banc 2d, passe à un schiste terreux et celluleux, blanc jaunâtre, phénomène qui

est à rapprocher, je pense, de celui qui se montre au gisement de tuf kératophyrique de Saint-Sauveur (1).

III. — Analyse chimique.

Les conclusions de l'étude microscopique sont corroborées par les résultats de l'analyse chimique.

M. Malaise a bien voulu me communiquer les résultats de l'analyse qu'il a fait faire (2), lors de la découverte du gisement de Grand-Manil, de trois échantillons, que j'ai pu assimiler, après examen minutieux, aux bancs *1a*, *1c*, *1e*.

	<i>1a</i>	<i>1c</i>	<i>1e</i>
Si O ₂	61.07	61.11	60.96
Ti O ₂	?	?	?
Al ₂ O ₃	18.03	21.15	23.00
Fe ₂ O ₃ } Fe O }	40.47	8.75	5.52
Ca O	0.54	0.58	0.54
Mg O	0.74	1.20	2.76
K ₂ O	6.01	3.43	2.11
Na ₂ O	Traces.	Traces.	0.57
H ₂ O	3.60	4.08	4.34
Sommes.	100.46	100.00	99.80
Poids spécifiques.	2.84	2.81	2.71

Si l'on considère l'analyse *1a*, il est difficile de déterminer exactement la composition minérale de la roche. Cependant, en attribuant le K₂O à la séricite, on voit que la roche contient environ 50 % de ce minéral, lequel absorbe pour ainsi dire toute la teneur en Al₂O₃. Une partie de l'alumine (très faible) doit être combinée avec la magnésie et une partie du fer, pour constituer le mica foncé  pig nis  en chlorite. On trouverait environ 2 % de ce minéral. Il resterait grosso modo 40 % de SiO₂ sous forme de quartz. Quant à la soude, je pense qu'il doit y en avoir plus que des traces. Le titane n'a pas été déterminé,

(1) DE LA VALLÉE POUSSIN et RENARD, *loc. cit.*, p. 31.

(2) Ces analyses ont été faites par M. Gillot, ingénieur, chef des travaux chimiques des Sucreries de Wanze (Huy).

mais je pense que le rutile trouvé au microscope doit en donner une quantité calculable.

La comparaison des trois analyses est assez instructive. En effet, en marchant de *1a* à *1e*, on passe d'une roche feuilletée à une roche n'ayant pas subi l'influence du feuilletage. L'étude microscopique montre que la quantité de séricite diminue. Ce fait concorde avec les analyses : la quantité d'alumine augmente, tandis que celle de la potasse diminue. D'ailleurs, la diminution du poids spécifique marche de pair avec la diminution de la proportion de séricite. L'augmentation de l'alumine résulte de ce que *1e* devient argileux.

Les quantités de MgO et de H₂O augmentent, résultat immédiat de la plus grande proportion de chlorite que l'étude microscopique révèle dans la couche *1e*. Mais par contre la teneur en fer, diminue. Faut-il supposer que la séricite de la roche *1a* contient du fer (1), ou bien attribuer la haute teneur en fer de *1a* à des infiltrations, si fréquentes au voisinage des schistes encaissants (2)?

La proportion de CaO est constante. Le microscope n'a pas décelé la présence de calcite. Il semble logique de supposer la chaux combinée avec le fer dans les grains de titanite, et peut-être avec la soude dans les plagioclases appartenant à la famille de l'albite.

IV. — Discussion de l'origine de la roche.

Deux hypothèses ont été émises au sujet de la porphyroïde de Grand-Manil.

- La première en date, due à M. Malaise, est la suivante :

« C'est une porphyroïde élastique, composée de grains anguleux de quartz, roulés, et de grains de feldspath altérés, partiellement transformés en mica et en matière phylliteuse.

» La substance qui a produit la porphyroïde paraît s'être épanchée à la surface du Silurien; elle est restée interstratifiée entre les couches (3). »

La porphyroïde de Grand-Manil serait donc, d'après M. Malaise,

(1) JANNETTAZ, dans son ouvrage *Les Roches*, renseigne une teneur de 8.07 % de protoxyde de fer dans la séricite.

(2) NEUES JAHRBUCH FÜR MINERALOGIE, GEOLOGIE UND PALAEOLOGIE, 1893, B. B. VIII. MÜGGE, *Untersuchungen über die Lenneporphyre in Westfalen und den angrenzenden Gebieten*, p. 587.

(3) ANN. DE LA SOC. GÉOL. DE BELGIQUE, 1901-1902, t. XXIX, *Bulletins*, pp. 145 et 146.

une roche sédimentaire, dont les matériaux, accumulés par transport aqueux, auraient été empruntés à un épanchement à la surface du Silurien ; ce serait donc un sédiment de produits d'érosion d'une nappe éruptive.

D'autre part, M. Stainier, dans sa note déjà citée, émet l'avis suivant :

« Au vu des faits qui précèdent, il me semble difficile de nier que la porphyroïde est une coulée de roche éruptive sous-marine qui s'est épanchée à l'état igné sur les sédiments siluriens en voie de formation. Ces sédiments, elle les a métamorphosés au contact en produisant une auréole métamorphique de peu de puissance, chose explicable en présence du peu d'épaisseur de la nappe éruptive. Pendant l'arrivée de cette nappe éruptive, ou immédiatement après, les flots de la mer silurienne ont remanié sur place la porphyroïde, et c'est pendant ce remaniement qu'une faune abondante est venue s'installer dans la porphyroïde remaniée. La sédimentation silurienne normale, peut-être un peu modifiée, a ensuite repris son cours et a formé le schiste feuilleté n° 3 (1). »

Si l'on considère les caractères lithologiques de la roche de Grand-Manil, il est évident qu'on y retrouve tous les éléments minéralogiques d'un *kératophyre quartzifère*. En effet, des deux côtés, les minéraux principaux sont : le quartz avec les mêmes propriétés, l'albite, en quantité peu abondante, il est vrai, mais qui a pu être plus grande si l'on en juge par le nombre d'alvéoles que ce minéral aurait remplies primitivement, le mica biotite, le zircon. On peut donc dire qu'on se trouve en présence d'une roche de *caractère kératophyrique*.

Si l'on consulte ensuite l'ouvrage de Mügge sur les « Lenneporphyre », on y peut lire une description qu'il serait facile d'appliquer mot pour mot au schiste de contact Nord-Ouest (n° 5) du gisement de Grand Manil :

« Le schiste de contact sous-jacent diffère des schistes normaux de la Lenne qu'on observe un peu plus loin en amont, par des éclats et des grains de quartz un peu plus gros, dont quelques-uns sont pleins de néoformations aciculaires de séricite, et par la richesse extraordinaire en séricite de la masse de fond dans laquelle ils nagent. Le feldspath inaltéré fait défaut d'ailleurs ; par contre, peut-être des amas sériciteux représentent-ils de ces pseudomorphoses. En outre, on trouve de grandes

(1) BULL. DE LA SOC. BELGE DE GÉOL., DE PALÉONTOL. ET D'HYDROL., 1904. *Pr. verb.*, p. 171.

sections de mica isolées, remplies d'aiguilles de rutile (vraisemblablement de la biotite altérée), et en plus grande quantité de l'ilménite avec de l'anatase dans le voisinage; de plus, dans la masse de fond, des microlithes de rutile en amas extraordinaires. Dans son ensemble, ce schiste sous-jacent donne l'impression d'un *mélange de boue argileuse avec des détritits d'une kération quartzifère* (1). »

Mais là s'arrête le parallèle; car si Mügge, s'appuyant sur cette description dans le gisement de felsokération de Siesel (vallée de la Lenne), conclut en disant que cette roche est due à une lave sous-marine, il fait entrer en ligne de compte d'autres caractères qu'il a relevés : structure fluidale dans le kération, présence de nombreuses enclaves schisteuses à la base de cette roche, absence de fragments de porphyre et de ses produits d'altération dans les couches immédiatement surincombantes, absence d'une croûte scoriacée.

En ce qui concerne le gisement de Grand-Manil, nous ne devons retenir pour le moment que la conclusion terminant la description citée : *le schiste n° 5 donne l'impression, près du contact avec la roche 1, d'un mélange de boue argileuse avec les détritits d'un kération quartzifère*. Et pour que ce mélange se soit produit, il faut donc que les matériaux kération qui ont donné naissance à la roche porphyroïde n° 1 se soient *déversés avec mouvement de progression sur un fond de mer boueux*.

Une conclusion indiscutable en découle immédiatement : il est évident que le gisement de Grand-Manil est contemporain des schistes ou quartzophyllades sous-jacents (assise de Gembloux).

En ce qui concerne la genèse de la roche de Grand-Manil, on se trouve au premier abord devant des difficultés sérieuses. La pâte essentiellement sériciteuse a dû subir au premier degré l'influence du redressement des couches, et sa texture primitive est certainement disparue, de sorte que l'on ne peut dire si l'on a affaire à une roche *massive* ou à une roche *meuble*. En se limitant au processus progressif que nous avons précisé plus haut, on se trouve en présence de deux solutions :

1° La roche de Grand-Manil est le résultat d'un épanchement de lave sous-marine, auquel cas elle serait un *kération quartzifère* métamorphosé;

2° La roche de Grand-Manil peut être un agglomérat de matériaux

(1) NEUES JAHRB. FÜR MIN., GEOL. UND PALÄONT., 1893, B. B. VIII, *loc. cit.*, p. 621.

meubles d'un kératophyre quartzifère, résultant soit d'une nuée ardente, soit d'une coulée de boue volcanique, soit de cendres continentales entraînées par des pluies, soit de l'érosion des masses kératophyriques voisines de la côte, cet agglomérat étant devenu une roche compacte dans la suite, auquel cas on aurait affaire à un *tuf* (1) méta-morphos .

La première hypothèse est celle de M. Stainier; la seconde, avec processus érosif, est celle de M. Malaise.

M. Stainier basait ses conclusions principalement sur l'observation à l' il nu d'une auréole métamorphique dans les schistes encaissants (n  5 de notre coupe), et dont personnellement je n'ai relevé aucun indice sur le terrain. Au reste, cette auréole devrait se déceler par l'étude microscopique. Or, malgré mes recherches, je n'ai pu observer la chose. Le grain du schiste reste constant quand on s'éloigne du contact. Les seules particularités que j'aie notées sont ces agrégats quartzeux microscopiques à bordure chloritense que j'ai décrits en détail. A mon avis, on ne peut y voir des symptômes de métamorphisme de contact; je crois qu'ils constituent de petites vacuoles qui se seront remplies *in situ* par du quartz avec formation de minéral chloritique, ou bien ce sont des grains complexes de quartz englobés lors de la formation du schiste et surmoulés par de la chlorite. D'ailleurs, je rappellerai que j'ai observé le même phénomène dans la couche 2d, ainsi que, mais en plus petit, dans les schistes n  3, qui, eux, ne sont certainement pas métamorphiques.

Je me suis adressé ensuite à l'analyse chimique. M. Lindeman, professeur de chimie à l' cole militaire, a bien voulu rechercher la teneur en eau des schistes nés 4, 5 et 6 de la coupe de M. Stainier; voici les résultats obtenus :

N� 4.	3.227 %
N� 5.	3.061 %
N� 6.	2.982 %

(1) RINNE (* tude pratique des roches*, traduit par PERVINQUIÈRE, 1905) appelle *tufs volcaniques* « les produits de projection, jadis meubles, qui ont acquis une certaine cohésion résultant soit de la pression exercée par les masses supérieures sur les inférieures, soit du recouvrement par d'autres roches, soit des pressions orogéniques, soit enfin du cimentage par des dépôts dus à la circulation des eaux aqueuses ». Cependant, par extension, j'appliquerai le nom de *tuf*   un *conglomérat de produits d'érosion* empruntés à des masses volcaniques et transportés à peu de distance de celles-ci. Je ne fais d'ailleurs que suivre, dans cet ordre d'idées, DE LA VALLÉE POUSSIN et RENARD qui, tout en reconnaissant au banc inférieur à gros grains des porphyro ides de Pitet une origine érosive de l'espèce, lui donnent pourtant le nom de *tuf kératophyrique*. (*Les tufs kératophyriques de la Mehaigne*, 1896, p. 37.)

Comme on le voit, cette teneur diminue à mesure qu'on s'approche de la roche porphyroïde, et l'on pourrait invoquer cet argument en faveur de l'existence d'une auréole métamorphique (1). Mais ce serait imprudent, à mon avis; car les différences observées sont du même ordre que celles qu'on relève en analysant une même roche normale au moyen d'échantillons pris en différents points de celle-ci. A supposer même qu'on admette l'argument comme péremptoire, il n'impliquerait pas exclusivement l'hypothèse d'une lave sous-marine, car il s'accorde aussi bien avec celle d'une coulée de boue volcanique ou d'une nuée ardente dont les cendres possèdent souvent une température très élevée.

Si nous passons ensuite aux propriétés de la roche porphyroïde n° 1, il y a lieu de faire ressortir le caractère nettement clastique des phénocristaux quartzeux et feldspathiques. Leurs contours sont anguleux, particulièrement pour le quartz, qui présente des côtés courbes-concaves. On ne peut non plus refuser le caractère clastique aux sections quartzieuses qui rappellent les phénocristaux des porphyres : les inclusions de pâte que nous y avons signalées sont, à mon avis, des pseudo-inclusions et s'expliquent facilement si l'on considère que les fragments quartzeux ont des contours tourmentés à faces concaves et qu'une section bien orientée peut donner lieu à des inclusions de l'espèce.

Cependant M. Stainier justifie le caractère clastique de phénocristaux en l'attribuant au laminage résultant du redressement des couches encaissantes; et il rappelle à ce sujet les phénocristaux des porphyroïdes de Laifour qui ont permis de faire de celles-ci successivement des roches sédimentaires et des roches éruptives.

Mais en ce qui concerne la roche de Grand-Manil, j'estime qu'il ne faut pas s'exagérer l'importance du laminage qui lui a donné une texture pseudo-fluidale en orientant particulièrement les éléments micacés. J'ai relevé, dans plusieurs préparations microscopiques, divers détails qui permettent de se faire une idée des mouvements internes survenus dans la roche. Comme l'indique la figure 4 de la planche XVI du présent mémoire, beaucoup de phénocristaux quartzeux, parmi les plus gros, ont été rompus normalement à la direction du feuilletage, et les fragments en ont été séparés avec injection ultérieure de la pâte; mais en rajustant les morceaux, on constitue toujours une section primitive qui présente des contours nettement elastiques. D'autre part, une section de biotite, allongée dans le sens du laminage, s'est scindée en deux parties *ab*, *cd* (fig. 7) par décollement et glissement des

(1) ROSEBUSCH, *Elemente der Gesteinslehre*, 1901, p. 98.

feuillet, et la portion intermédiaire a été réduite à un filet imperceptible, qui permet pourtant de rétablir la relation entre les deux fragments séparés. Ce témoin suffit pour se rendre compte approximativement des déplacements qu'ont dû subir les fragments quartzeux voisins. Or j'ai tenté en vain de les rapprocher pour en reconstituer un grain de quartz primitif non élastique. Je pense plus logique, pour ma part, d'admettre qu'on a affaire à des cristaux de quartz brisés avant d'être accumulés, puis fragmentés partiellement une seconde fois et *in situ*, au sein de la roche, par le phénomène du redressement des couches encaissantes.

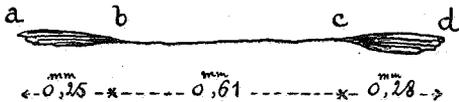


Fig. 7. — SECTION DE MICA FRACTIONNÉE PAR LE LAMINAGE DE LA ROCHE.

D'autre part, les *enclaves* signalées dans la roche *1a* ne rappellent en rien la structure des schistes sous-jacents, ce qui devrait être dans l'hypothèse d'une lave sous-marine. Leur présence, avec leurs caractères microscopiques, au sein de la pâte fondamentale de la roche porphyroïde s'explique bien mieux en admettant l'hypothèse d'un épanchement à l'état *meuble* qui engloberait ainsi des flocons argileux, comme il s'en dépose incessamment dans les mers. Il en est de même de la présence d'aiguilles de rutile isolées au sein de la pâte fondamentale.

D'ailleurs, ce détail des enclaves, tout comme les autres caractères microscopiques de la roche *1a*, est à rapprocher étrangement de la description que fait Mügge au sujet d'un *tuf élastique* surmontant un *kératophyre quartzifère* sur la route d'Oberhundem-Röspe (1) :

« L'étude microscopique fait reconnaître dans le tuf des éclats anguleux et des grains arrondis de *quartz*, montrant parfois le phénomène d'auréole secondaire; ils ne se présentent pas précisément à l'état de phénocristaux, mais ils sont beaucoup plus gros que dans les schistes surincombants; à côté de beaucoup de sections altérées de feldspath, on en trouve encore d'intactes que de nombreuses déterminations permettent de considérer comme de l'*albite* tout à fait pure (extinction sur (010) + 15 à 17°; sur (001) = + 3 à 4°), avec intercalations de muscovite (ou de kaolin?) dans les traces de clivage basal et prisma-

(1) MÜGGE, *loc. cit.*, pp. 571-572.

tique parfois visibles à l'œil nu. Les contours cristallographiques sont rares; mais on observe fréquemment des broiements et glissements suivant les lignes de rupture et suivant les larges veines de muscovite. D'après la quantité de sections anguleuses, le plus souvent remplies de produits d'altération, la roche a dû être primitivement très riche en feldspath. Le produit d'altération blanc pulvérulent n'est pas de la séricite pure, mais vraisemblablement de la séricite mélangée avec du kaolin ou avec un autre minéral riche en alumine et exempt d'alcali, comme le montre la discussion de l'analyse. Au microscope, on observe à de forts grossissements, à côté des écailles de séricite biréfringentes, de nombreux grains et amas semblant isotropes; l'acide fluosilicique donne la réaction de Al et de K, et non de Na. Les néoformations de feldspath dans les fragments feldspathiques éclatés ont tout à fait défaut. Des phénocristaux micacés de la roche massive, il ne reste aucune trace; cependant on observe bien un peu de fer titané (leucoxène) et de zircon.

» La *masse fondamentale* est notamment riche en séricite, qui se présente parfois en agrégats tout à fait purs, grossièrement écailleux, à côté de pseudomorphoses de feldspath, et aussi en larges trainées; et alors on observe souvent des *taches sombres, qu'un fort grossissement résout en aiguilles de rutile accumulées en grande quantité*. On peut rapporter aussi à la séricite notamment les masses talqueuses (vertes ou roses) macroscopiques qui soulignent les surfaces de schistosité et se rassemblent dans les fissures. Les couches supérieures du tuf sont seules plus pauvres en séricite; on n'y trouve pas de feldspath altéré, tandis qu'elles se distinguent encore nettement des schistes ordinaires par leur richesse en éclats de quartz et par la grosseur de ceux-ci. A côté de la séricite, la pâte fondamentale ne contient pas beaucoup de quartz; par contre, on observe des néoformations quartzzeuses en petits nids et notamment en veines minces ou larges (les dernières montrant souvent des zones d'accroissement symétriques des parois de la fissure vers l'extérieur). La chlorite est absente, même dans les trainées vertes suivant les surfaces de schistosité; aussi bien les néoformations feldspathiques semblent faire défaut dans la masse fondamentale. Par-ci par-là, on trouve par contre un petit grain de *tourmaline*, ce qui n'a jamais été observé dans les roches indubitablement massives.

» La structure du tuf (1) est nettement *clastique*; on voit alterner

(1) Comme on le voit, *Mügge* étend le terme de *tuf* au cas où l'agglomérat est le résultat d'un phénomène d'érosion.

des régions plus pauvres et plus riches en feldspath ou en pseudomorphoses de ce minéral; à côté des parties de pâte fondamentale décrites plus haut, il s'en trouve d'autres se rapprochant plus des schistes, qui sont plus riches en quartz, mais en grains plus petits et arrondis, qui sont aussi plus ou moins feuilletées et contiennent de gros cristaux de tourmaline (plus souvent) et de rutile. Les contours de séparation entre ces parties, à l'opposé de ceux des enclaves nettement limitées de porphyre, même quand celles-ci sont feuilletées, sont complètement fondus. Le caractère clastique du tuf est encore renforcé par ce fait qu'on y rencontre, le plus souvent à l'état isolé, parfois cependant en certain nombre, des sécrétions particulières remplies partiellement de quartz et partiellement de séricite, qui représentent des pseudomorphoses de *particules cinéreuses*, comme nous le montrerons en détail plus loin. »

Ces analogies lithologiques entre le gisement de Grand-Manil et le tuf clastique de Siesel se complètent encore par la comparaison au point de vue chimique, ainsi qu'il résulte du tableau suivant :

	Grand-Manil : 1a.	Oberhudem-Röspe (1).
Si O ₂	61.07	50.38
Ti O ₂	?	?
Al ₂ O ₃	48.03	36.08
Fe ₂ O ₃ }	10.47	1.36
Fe O }		
Ca O	0.54	0.15
Mg O	0.74	0.66
K ₂ O	6.01	5.17
Na ₂ O	Traces.	1.32
S	—	Traces.
H ₂ O	3.60	4.40
Sommes.	100.46	99.52
Poids spécifiques.	2.84	2.718

Il est bon de remarquer que l'échantillon du gisement de Oberhudem-Röspe, analysé par Bömer, « contenait de nombreux feldspaths fortement altérés, des fragments de quartz et quelques enclaves d'une roche compacte (ayant l'apparence d'un porphyre argileux) ».

(1) MÜGGE, *loc. cit.*, p. 573.

D'ailleurs, la roche *1a* passe insensiblement à une roche remaniée *1c*, où j'ai découvert un moule de gastropode, et de là à la couche remaniée et fossilifère *1c*. La faune qui s'y est installée présente tous les caractères d'une faune littorale; mais les espèces dominantes sont des crustacés mangeurs de boue organique que l'on peut rapporter à ce que M. Hang appelle *faune bathyale*, et dont l'habitat est compris entre des profondeurs de 100 et 900 mètres, chiffres qui concordent assez bien avec le caractère argileux du banc fossilifère. En admettant la première des limites, 100 mètres, il faudrait supposer qu'à cette profondeur la mer ait pu remanier la roche porphyroïde *pendant* ou *immédiatement après* l'épanchement, comme le dit M. Stainier.

Je ne comprends pas très bien le remaniement *pendant* l'épanchement, à moins que d'admettre l'afflux brusque et simultané d'une quantité de boue argileuse suffisante pour donner lieu à l'épaisseur remaniée *1c-1e*. Je vois d'autres difficultés à un remaniement *après l'épanchement*, donc après solidification. On a vu plus haut que, d'après Mügge, un caractère d'une lave sous-marine est l'absence, dans les couches surincombantes, de fragments de la roche lavique; or, dans la couche *1e*, nous ne retrouvons que des fragments de pâte sériciteuse *seule* de la roche *1a*. Peut-on, en outre, admettre que les mouvements de la mer soient assez intenses à une profondeur de 100 mètres pour remanier une lave solidifiée? Je ne le pense pas pour ma part, et je trouve le remaniement plus compréhensible si l'on suppose que la roche *1a* était un agglomérat de matériaux meubles.

Ainsi donc, tous les arguments tendent à rejeter l'hypothèse d'une lave sous-marine pour interpréter la genèse de la roche *1a*; au contraire, on est amené à croire qu'elle s'est constituée au moyen de matériaux *incohérents*, donc que c'était un *tuf*.

L'étude microscopique de la couche *2a* montre à l'évidence qu'il faut établir une subdivision à cet endroit dans le gisement de Grand-Manil. On se trouve en présence d'une seconde roche porphyroïde, de composition analogue à la première, qui s'est formée un certain temps après celle-ci, puisqu'elle a permis l'établissement d'une faune abondante dans la couche *1e* remaniée.

La suppression brusque de cette faune et le passage aussi brusque de la couche *1e* à la couche *2a*, constaté par des préparations minces taillées de part et d'autre du contact commun, à défaut de possibilité d'étudier ce contact lui-même, donnent à penser que la roche *2a* s'est constituée en une fois.

Je ne répéterai pas l'argumentation que j'ai mise en avant pour la

roche 1a, et je puis conclure vraisemblablement à une origine analogue pour la roche 2a. J'insisterai cependant sur l'existence de la couche schisteuse 2b, qui montre bien que l'ensemble 2a-2c s'est constitué *par suspension dans l'eau*.

Je ne me répéterai pas non plus au sujet de la roche 3a qui a arrêté le développement de la faune installée dans la couche remaniée 2d, et qui doit aussi avoir la même genèse que ses analogues.

Nous pouvons donc dire que, primitivement, le gisement de Grand-Manil comprenait une série de *tufs*, en étendant la signification de ce terme comme nous l'avons dit plus haut. Pouvons-nous en faire des *tufs volcaniques à cristaux* (*Krystalltuff*)? Ou bien sont-ce des *tufs clastiques*, avec la même acception que dans le gisement d'Oberhundem-Röspe?

La distinction présente beaucoup de difficultés dans le cas présent. Pour rapporter la roche de Grand-Manil aux tufs volcaniques, il faudrait y avoir relevé des indices de texture cinériforme. Or, il n'en est rien, et il ne faut pas s'en étonner; on n'ignore pas, en effet, que quand la teneur en séricite est considérable, les particules cinéreuses présentent peu de résistance et que, sous l'action de pressions lors d'un plissement des couches, leurs contours s'effacent souvent (1). Mais à supposer que les vestiges de cendres aient disparu dans la roche porphyroïde proprement dite, on devrait au moins retrouver de leurs pseudomorphoses dans les couches argileuses remaniées, comme dans le tuf clastique de Oberhundem-Röspe, ou même dans les enclaves boueuses. Je n'en ai pas observé pour ma part, et toutes les plages sériciteuses trouvées dans ces couches remaniées étaient parfaitement uniformes et semblables à la pâte fondamentale de la roche porphyroïde. D'un autre côté, les quartz corrodés avec inclusions chloriteuses de la couche 2a sembleraient faire supposer qu'ils seraient des cristaux projetés directement d'un volcan par une nuée ardente; la chlorite peut provenir, en effet, de l'altération de la mince pellicule de magma vitreux qu'un cristal emporte avec lui dans un pareil phénomène, et l'on sait que cette altération se rencontre dans les magmas kératophyriques. Mais on sait aussi que les kératophyres massifs montrent souvent, sous l'action des agents atmosphériques, une épigénie de la pâte fondamentale en chlorite (2), de sorte que les quartz corrodés à inclusions chloriteuses de la couche 2a pourraient parfaitement avoir été arrachés par érosion à des masses kératophyriques altérées, comme je viens de le dire.

(1) MÜGGE, *loc. cit.*, p. 649.

(2) IDEM, p. 635.

Si nous rappelons l'argument frappant fourni par la bande schisteuse 2b intercalée dans l'ensemble 2a-2c, et l'inégale répartition des phénocristaux feldspathiques et quartzeux dans les diverses parties des roches porphyroïdes, on est plutôt en droit de conclure que le processus sédimentaire a été prépondérant dans la formation du gisement de Grand-Manil.

Il est donc vraisemblable de le supposer constitué à l'origine par une succession de *tufs clastiques kératophyriques*, formés par apports successifs de matériaux arrachés par érosion à des masses kératophyriques existant au voisinage de la côte, chaque apport étant suivi d'un remaniement en place. J'ai dit *au voisinage de la côte*, car l'état des éclats de quartz des roches de Grand-Manil semble indiquer que leur transport n'a pas été très long.

Mais dans la suite, cet ensemble a subi des actions métamorphiques lors du redressement des couches encaissantes. Mügge avait proposé, pour désigner des mélanges de tufs volcaniques et de sédiments ordinaires, le terme *tuffite*, réservant celui de *tuffo ide*   des amas de l'espèce ayant subi l'action ultérieure du métamorphisme.  tendant le terme de *tuffite*   un mélange de *tufs clastiques* et de sédiments normaux, je propose d'appeler le gisement de Grand-Manil, *tuffo ide kératophyrique*, en convenant implicitement que ces roches sont dues à un processus érosif de masses volcaniques massives.

Il n'y a, au reste, aucune impossibilité à l'existence de masses kératophyriques au voisinage de la côte à l'époque des schistes de Gembloux. On trouve, en effet, un peu plus au Sud de la tuffo ide, un gisement de *rhyolite ancienne*, qui lui est postérieur, et l'on sait que les k ratophyres et rhyolites' appartiennent à la même classe lithologique. De sorte qu'il n'y a aucune invraisemblance à supposer la tuffo ide et la rhyolite comme émanations successives d'un même centre volcanique.

V. — Conclusions.

Dans l'état actuel de mes connaissances, je puis poser les conclusions suivantes :

1^o Des arguments lithologiques et paléontologiques conduisent à distinguer, dans le gisement de Grand-Manil, trois zones superposées ; chaque zone comprend à la base une roche porphyro ide passant à un schiste fossilifère, qui contient les éléments remaniés de la couche sous-jacente ;

2° Ce gisement est contemporain des schistes ou quartzophyllades sous-jacents (assise de Gembloux) et est interstratifié entre ceux-ci et les schistes de Grand-Manil ;

3° Les roches porphyroïdes de Grand-Manil ne sont pas dues à des épanchements de lave sous-marine ; il est plus vraisemblable de les attribuer à des amas de matériaux arrachés, par érosion, à des masses kéraatophyriques existant sur le littoral ;

4° Ce phénomène érosif et sédimentaire s'est répété trois fois consécutives ; pendant les intervalles, la mer silurienne a remanié la couche sous-jacente et une faune s'y est établie ; après la troisième formation, la sédimentation normale a repris ;

5° Je propose, pour désigner le gisement de Grand-Manil, le terme de *tuffoïde kéraatophyrique*, la tuffoïde étant, par extension, un ensemble qui comprenait, à l'origine, un complexe de sédiments normaux et de tufs clastiques (provenant par érosion de masses volcaniques voisines), et qui a été métamorphosé dans la suite par redressement des couches encaissantes.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XVI (1).

FIG. 1. — Quartzophyllade n° 5. — Agrégat quartzeux bordé d'un minéral chloriteux (teinte sombre).

Lum. ord. : $65/1$ (voir p. 213).

FIG. 2. — Quartzophyllade n° 5 près du contact avec la roche 1a. — Au-dessous, quartzophyllade; au-dessus, quartzophyllade contenant des fragments de quartz à caractère porphyrique. (Le grain de droite renferme trois inclusions arrondies de pâte.)

Lum. ord. : $16/1$ (voir p. 213).

FIG. 3. — Roche porphyroïde (tuf clastique) 1a. — Dans la pâte fondamentale, on voit des fragments de quartz (clair), des sections de mica (sombre et strié) allongées et une enclave constituée par une accumulation d'aiguilles de rutile et englobant des grains de quartz triangulaires. Au-dessus, un fragment de quartz allongé entame le contour de l'enclave.

Lum. ord. : $16/1$ (voir p. 217).

FIG. 4. — Tuf clastique 1a. — Dans la pâte sériciteuse, on voit de nombreux fragments quartzeux (clairs, sombres ou gris), dont l'un d'eux, dans le secteur Sud-Ouest, a été fragmenté par le redressement des couches; à hauteur du centre et un peu à droite, deux sections de feldspath plagioclase (albite) altérées et des sections allongées (sombre) de mica.

Lum. polar. Nicols + : $20/1$ (voir p. 214).

FIG. 5. — Couche 1e. — Schiste cellulaire, montrant des alvéoles en forme de croissant, etc., représentant les vestiges de tests fossiles (clair) et des grains de quartz anguleux (clair).

Lum. ord. : $16/1$ (voir p. 219).

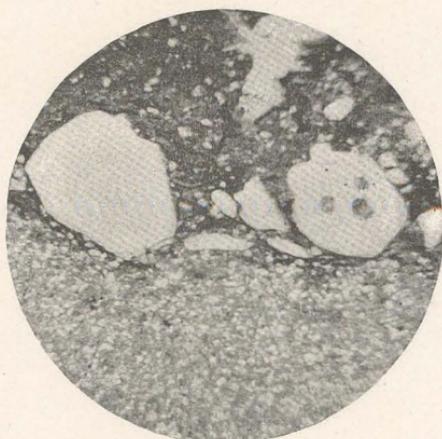
FIG. 6. — Couche 2d. — Tuf remanié; au centre, trois grains de quartz accolés et entourés d'une auréole commune de quartz secondaire; immédiatement à côté, grand fragment anguleux de quartz.

Lum. ord. : $60/1$ (voir p. 221).

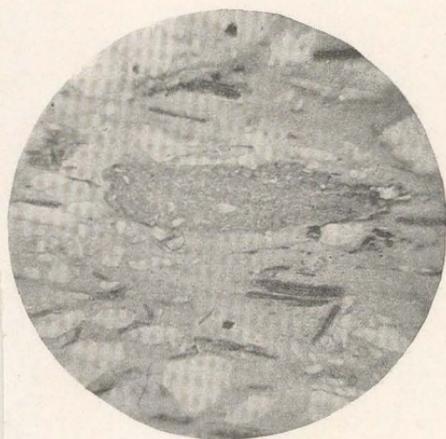
(1) Je remercie M. l'ingénieur Edm. Heirman, de Bruxelles, qui a bien voulu se charger des microphotogrammes composant cette planche.



1



2



3



4



5



6