

RECHERCHES

SUR LES

Formations diluviennes du Sud des Pays-Bas

PAR

Alph. Erens

Docteur en Sciences naturelles.

La question diluvienne du Sud de la Néerlande, qui nous occupe ici, est essentiellement un problème compliqué de pétrographie.

En partant de cette idée fondamentale, nous avons commencé en 1889 (1) à décrire, au point de vue lithologique, les premières roches cristallines trouvées dans le Sud du Limbourg, à assigner à chacune d'elles son courant diluvien, son chemin parcouru, et sa patrie originare, à leur donner le nom et l'horizon propres, en un mot à retracer leur histoire diluvienne.

Dans ce premier mémoire sur les roches cristallines de transport, nous avons été amené aux huit conclusions que voici :

1° Les dépôts de transport du Sud du Limbourg sont le résultat, non du courant moséen unique, mais du mélange intime d'un certain nombre de courants quaternaires qui, à un moment donné de l'époque pluviale, se sont rencontrés dans ces régions limitrophes du Limbourg.

2° Les dépôts de transport en question comprennent des roches cristallines assez nombreuses ; fait que M. Staring, l'auteur du « *Bodem van Nederland* », niait catégoriquement.

3° Les gravières susdites renferment des roches scandinaves, que M. Reusch, directeur du Bureau géologique de Norwège, a pu repérer sur des gisements primitifs précis, par exemple : les syénites postsilu-

(1) Note sur les roches cristallines recueillies dans les dépôts de transport de la partie méridionale du Limbourg Hollandais, *Annales de la Soc. géol. de Belgique*, 1889, Tome XVI, p. 395.

riennes et ééolotiques de Christiania, les sparagmites, les porphyres d'Elfdalen, etc.

4° La limite de la dispersion des roches scandinaves, telle que M. Dumont l'avait tracée, devait être tirée beaucoup plus vers le Sud, et certainement en dessous du 51° de latitude.

5° La trouvaille de roches plutoniennes d'origine rhénane incontestable : (pierre-ponce, lave leucitique scoriacée de Niedermending, etc.) dans les ballastières sus-nommées, a prouvé que la Meuse quaternaire n'est pas toujours restée indépendante, mais qu'elle a mêlé ses eaux à celles du Rhin, bien qu'elle en soit éloignée aujourd'hui d'une distance de 100 kilomètres.

6° L'observation de roches moséennes typiques : (porphyroïde de Mairus, amphibolite du district de Revin, etc.) aux environs d'Aix-la-Chapelle, nous a fait dire que les eaux mélangées moséennes, rhénanes et scandinaves ne formaient qu'un lac fort étendu, qui avait, au Sud de la province, un diamètre de plus de soixante kilomètres.

7° Ce lac immense s'est probablement formé, puisqu'une barrière de glace infranchissable, située plus au Nord, empêchait les eaux de se jeter dans le grand réservoir marin.

8° Enfin, nos recherches nous avaient conduit à une dernière conclusion bien capitale, c'est-à-dire à prouver que les roches cristallines de transport indubitablement vosgiennes, comme par exemple les porphyres quartzifères de Rupt, les granulites d'Epinal et de Plombières, etc., avaient été charriées jusque dans la partie méridionale de notre province.

Cette dernière conclusion avait surtout son importance, parce qu'elle faisait disparaître tout d'un coup les fausses idées que les géologues s'étaient faites sur l'origine des rares échantillons de roches granitiques qu'on avait trouvés au Sud des Pays-Bas. On croyait généralement que toute roche cristalline, trouvée au Sud de la Néerlande, était, et devait être d'origine scandinave, et c'est ainsi que M. Lorié écrivait encore en 1887 les lignes suivantes : « Jusqu'ici rien ne nous indique que les cailloux de granite, trouvés en Hollande, soient parfois d'origine méridionale ; M. Dewalque seul suppose que ceux de Maestricht sont venus des Vosges (1) ». M. Lorié a encore exprimé cette opinion, même en 1889 (2).

Nous avons pu suivre ce courant vosgien, à partir du Sud de la Hollande jusqu'à la patrie originaire des roches en question, jusqu'aux

(1) *Contribution à la Géologie des Pays-Bas*, Haarlem, 1887, Tome II, p. 142.

(2) *Contribution à la Géologie des Pays-Bas*, 1889, Tome IV, p. 447.

massifs des Vosges. Ainsi, on peut trouver les traces des galets vosgiens au plateau de Langres près des sources de la Meuse, à Charleville, Mézières, Balan, Monthermé, Givet, Dave, Wépion (près de Namur), Visé, Maestricht, et partout dans la partie Sud de la province néerlandaise du Limbourg.

Après avoir obtenu ce premier succès, et décrit nos observations dans un premier mémoire, nous avons continué nos recherches dans les régions méridionales du Limbourg, et nous les avons poursuivies successivement dans le Brabant-Septentrional et au Nord de notre duché.

Le nouvel examen que nous avons fait et nos trouvailles récentes dans le Sud de notre province, appuient de preuves décisives les premières déterminations lithologiques que nous avons faites, ainsi que l'étude comparative de l'éminent professeur de la Sorbonne de Paris, M. Ch. Vélain, et du savant directeur de la commission géologique de la Norvège, M. le docteur H. Reusch, de Christiania.

Dans le chapitre qui suit, nous allons compléter ces résultats par ceux de nos nouvelles recherches, et examiner fort brièvement les roches cristallines récemment trouvées dans les dépôts moséens du Limbourg.

Diluvium moséen.

Nous pouvons diviser ces nouvelles roches plutoniennes, d'après leur origine, en quatre catégories, dont chacune dénote son courant diluvien propre :

1^o Roches des Ardennes françaises, des Vosges et du Morvan = Roches moséennes.

2^o Roches cristallines des contrées rhénanes = Roches rhénanes.

3^o Roches cristallines, venues de la Suède et de la Norvège = Roches scandinaves.

4^o Roches cristallines, venues de la Bretagne et de la Normandie = Roches bretonnes.

M. Ch. Vélain, professeur à la Sorbonne, qui a beaucoup étudié les roches vosgiennes, a bien voulu nous faire don d'une belle collection de types rocheux des Vosges et du Morvan, examiner ensuite soigneusement les nombreux galets de notre *diluvium* moséen, que nous lui avons adressés, et nous envoyer le résultat suivant de son étude.

Disons tout d'abord que cette nouvelle étude vient confirmer le fait précédemment avancé par M. Vélain, soit qu'un grand nombre de nos

galets de granulite peuvent se rapporter à des variétés pauvres en mica blanc, très répandues dans la région vosgienne. Tels sont trois galets, et en particulier une granulite très compacte, rouge, fort pauvre en mica, qui correspond exactement au grand massif du Bambois, entre Plombières et Remirémont.

Une autre granulite rose, trouvée dans le Sud du Limbourg, possède une analogie, sinon une identité presque absolue, avec certaine variété de granulite feldspathique, pauvre en mica blanc, avec orthose rose, du massif du Bambois.

M. Vélain nous a envoyé un échantillon du massif du Bambois, qui ne se distingue en rien, ni par l'examen à la loupe, ni par l'examen au microscope, de notre échantillon ; de sorte que nous concluons à l'identité absolue de l'un et de l'autre.

Parmi les galets, que M. Vélain attribue encore avec plus de certitude à une origine vosgienne incontestable, figurent les roches porphyriques suivantes :

A. Tuf vacuolaire de porphyre pétrosiliceux (argilolithes scoriacées).

B. Argilolithes silicifiées, avec fragment de granulite empâté.

C. Porphyres pétrosiliceux violets.

Dans les Vosges, des porphyres pétrosiliceux franchement permien, violets ou rougeâtres, à cassure vive, esquilleuse, et à bords tranchants, avec cristaux de quartz vitreux, prennent un grand développement dans le Val d'Ajol, au bas d'Hérival, où ils s'accompagnent d'une puissante formation de tufs argileux : (argilolithes). De plus, on remarque, engagés dans ces roches, des fragments de granulite et de porphyrite, empruntés aux roches du sous-sol, fragments qui sont assez nombreux dans la zone de contact pour communiquer à ces porphyres ou aux argilolithes un aspect bréchiforme bien caractérisé. Or, nos roches de transport prennent les colorations claires, les cassures plates, esquilleuses des porphyres pétrosiliceux vosgiens ; de plus, on y remarque les mêmes fragments de granulite et de porphyrite enclavés. Disons enfin que l'examen au microscope n'a fait que confirmer ces données de M. Vélain.

La vallée d'Hérival, qui nous a fourni ces trois variétés de roches plutoniennes, a encore cédé à nos dépôts graveleux une autre roche non cristalline mais bien typique, savoir le quartz gris-blanc veiné, fendillé, à traits de clivage colorés en brun-sale, ainsi que le quartz brècheïde, soudé, à petits cristaux d'oligiste, bien développé à l'entrée du Val des Roches et dans le massif de la Vêche, qui fait face.

Une autre roche cristalline, trouvée dans les gravières du Sud du Limbourg, est la granulite de St-Nabord. Elle y est accompagnée du

quartz lustré, fort compacte, très dur, de couleur brun luisant et de provenance carbonifère, se rencontrant rarement dans le grès vosgien, et bien développé aux environs de St-Nabord.

Le savant conférencier de la Sorbonne a voulu examiner à la fois d'une façon macroscopique et microscopique une granulite, qu'il n'hésite pas à identifier avec la granulite qui se développe au delà de Remirémont, dans la direction de St-Amé, et une microgranulite à grands cristaux d'orthose pegmatoïde, avec celle qui forme de grandes coulées au Raddon.

Nous mentionnerons encore un groupe de roches, qui sont les unes des brèches orthophyriques et les autres des orthophyres, très voisins des porphyrites, avec grands massifs de brèche associés, qui sont depuis longtemps connus sous le nom ancien de porphyres bruns et qui, dans la vallée de Fresse, prennent beaucoup d'importance aux environs de Giromagny, Lure, Vexemont et Faucogney. Ces brèches orthophyriques et ces orthophyres sont assez nombreux dans le diluvium moséen du Sud du Limbourg.

Pour terminer la série des roches vosgiennes, que M. Vélain a rapprochées de celles que nous avons trouvées dans les gravières limbourgeoises, nous citerons enfin la granulite de Gérardmer, route de la Bresse, à quartz pegmatoïdes bien individualisés. L'échantillon de Gérardmer, que M. Vélain a voulu nous envoyer comme terme de comparaison, est tellement analogue à notre galet de transport, que nous concluons à leur identité absolue.

Dans notre premier mémoire sur les roches de transport, nous avons fait mention de granulites que M. Vélain avait rapprochées du Morvan ; origine que nous n'avons adoptée que sous grande réserve. Dans sa nouvelle étude, M. Vélain revient sur cette origine lointaine. Une de nos microgranulites, où sur une pâte grise se détachent de nombreux cristaux de quartz dihexaédriques et du mica noir, serait venue du Morvan.

Pour nous convaincre de cette origine, et pour que nous puissions nous même établir des comparaisons, M. Vélain nous a adressé une grande collection de roches du Morvan. Il résulte de ces comparaisons, que le Nord du Morvan, et surtout les environs de Commentry, ont fourni des roches aux dépôts caillouteux du Limbourg. Déjà en 1868 M. Collénot prouvait que des glaciers ont couvert le Nord du Morvan. D'autre part on conçoit très bien que les glaciers quaternaires ne suivaient guère les étroites vallées d'érosion, et qu'ils pouvaient transporter des blocs là où les fleuves ne sauraient les charrier.

A la suite de toutes ces roches cristallines, nous mentionnerons une

roche métamorphique de Recogne (Fays-les-Veneurs) : les nodules actinoti-grenatifères, qui, en place, se trouvent comme perdus dans des masses énormes de grès friables, très altérables. Pour retrouver un échantillon aussi petit et aussi rare, il faut donc que la Semois ait emporté des masses colossales de ces grès de la zone métamorphique, pour les décharger ensuite dans la Meuse, qui les a transportées jusqu'au Sud de notre pays.

La deuxième catégorie des roches cristallines, que l'on trouve dans les gravières de la partie méridionale du Limbourg, est représentée par les roches rhénanes. Les roches d'origine rhénane se sont mélangées aux galets moséens, malgré la distance énorme, de 70 à 100 kilomètres, qui sépare le Rhin des dépôts de transport de la Meuse. Dans notre premier travail sur le diluvium, nous avons déjà cité deux variétés de roches cristallines rhénanes, trouvées dans les gravières des environs de Maestricht : la lave scoriacée leucitique de Niedermending et la pierre-ponce, que nous y avons toujours observée en très petits fragments, mais dont nous venons de trouver un galet pugilaire. En dehors de ces roches, on trouve encore fréquemment du lignite rhénan, des blocs assez nombreux de quartz blanc et des silex cornés luisants.

De même nous avons encore observé une grande masse de grès blanc à taches rougeâtres lie de vin, renfermant de nombreux fossiles, précédemment décrits, et provenant de Bingerwald entre Rheinballen et Stromberg (V. op. cit., p. 415).

Pour éliminer cependant autant que possible les cas d'erreurs, nous ne nous bornerons qu'à citer des roches cristallines, et notamment celles des roches cristallines qui sont typiques pour les régions du Rhin.

C'est en premier lieu le tuf porphyrique de couleur rouge-brique des environs de Herzig (Berncastel). En second lieu c'est l'andésite amphibolique de Wolkenburg dans les Sept-Montagnes, roche à structure hyalopilitique (Rosenbusch) et à oligoclases microlitiques, nommés microtines par M. Tschermak. Ensuite, ce sont les trachytes à sanidine ou les sanidophyres et les conglomérats trachytiques du Drachenfels, près de Bonn. Une autre roche, qui caractérise bien les contrées rhénanes, c'est le basalte à gros grains renfermant des cristaux assez volumineux d'olivine ; c'est une dolérite à olivine. Une deuxième variété de basalte est le basalte fin de Jungfrenberg ; cette roche est compacte, de structure fine et renferme de la leucite et l'olivine. Mentionnons enfin les calcédoines rubanées, zonées, caractéristiques pour les mélaphyres amygdaloïdes d'Oberstein, mélaphyres qui par

leur structure particulière ont été détruites, ne laissant de leur présence antérieure dans les gravières que des traces, c'est-à-dire les belles amandes connues sous le nom d'agate et de calcédoine.

Aux roches moséennes et rhénanes, se sont encore associés des galets plutoniens d'origine scandinave. Nous avons prouvé dans notre travail susdit, que les dépôts de transport du Limbourg renfermaient des roches cristallines scandinaves. L'examen de M. le Dr Reusch de Christiania aboutit à nous révéler la présence dans nos roches de transport de sparagmites norvégiennes, d'augengneiss scandinaves, de syénites éololitiques augitiques de Christiania, de syénites postsiluriennes des environs de la capitale norvégienne, de gneiss scandinaves dits « gestreckte gneiss-varietäte », de porphyres syénitiques de Christiania, de porphyres d'Elfdalen, etc.

La nouvelle étude de nos roches récemment trouvées, a été principalement faite par MM. Törnebohm et Brögger, professeurs à l'Université de Stockholm. Ces savants n'ont trouvé parmi nos roches qu'un seul galet qu'ils puissent rapprocher avec certitude des contrées scandinaves : c'est une hällfinta rubanée à bandelettes jaunes et noir-verdâtres. Cette roche, bien caractérisée par ses bandelettes de tourmaline, est un vrai type scandinave.

M. Reusch cite une autre hällfinta, de couleur rose, qui présente dans sa pâte microcristalline rubanée, les phénomènes des vrais porphyres. Cette variété est superposée au Jerngneiss suédois, et s'observe assez fréquemment dans notre duché. Les savants précités de la Suède citent enfin une syénite hornblendifère à gros éléments, comme provenant des environs de Christiania. Ayant envoyé une collection de nos roches erratiques à caractères douteux à M. Wiik, professeur à Helsingfors, en Finlande, nous avons reçu de ce savant finlandais une réponse bien catégorique, qui peut se résumer en ces mots : « Aucune de vos roches n'a la Finlande comme patrie originaire et aucune ne porte les caractères des roches finlandaises ». Ce résultat négatif nous indique que le courant baltique, qui a passé par la province de Groningue, n'a pas atteint le Sud de la Néerlande.

M. van Calker, professeur de l'Université de Groningue, a trouvé dans la province septentrionale de ce nom le Rapakiwi, le granite et le porphyre d'Aland et a prouvé de la sorte que le courant finlandais ou oriental a déposé dans le Nord du pays quelques roches finlandaises.

La dernière catégorie des galets plutoniens, trouvés dans les gravières limbourgeoises, est celle des roches bretonnes et normandes, qui s'y trouvent en nombre très considérable. Ayant envoyé un certain nombre de roches, douées de caractères tout particuliers, à

MM. Törnebohm, Brögger et Holst de Stokholm, à M. Reusch de Christiania, à M. Wiik de Helsingfors, à M. Rosenbusch de Heidelberg et à M. Vélain de Paris, nous n'avons pu recevoir d'aucun de ces savants quelque indication positive sur la patrie originaire de toutes ces variétés rocheuses. M. Vélain seul nous donnait le premier résultat positif, en citant parmi tous ces galets deux échantillons, qu'il rapportait à la Bretagne; savoir, la granulite tourmalinifère de Roscoff, et le gneiss fin, fibreux du massif armoricain. Cette indication précise et précieuse de M. Vélain, le résultat négatif des autres savants nommés, les caractères tout distinctifs des roches en question, la considération, que des cailloux bretons se trouvent en amont au Pas-de-Calais, et enfin, la trouvaille d'un grand nombre de roches bretonnes et normandes au large d'Ostende par un dragage fait en 1883, toutes ces considérations, disons-nous, nous firent suggérer l'idée que certains de ces galets pouvaient bien être venus de la Normandie, de la Bretagne et des côtes anglaises.

Pour fixer notre opinion sur l'origine de ces roches, nous nous sommes adressé à l'éminent professeur de Lille, M. Ch. Barrois, qui, plus que personne, connaît les roches de la Bretagne et qui, collaborateur de la nouvelle carte géologique de France, a encore récemment étudié ces terrains. M. Barrois a divisé les galets de transport du Sud des Pays-Bas que nous lui avons adressés, en deux catégories. La première représente trois séries de roches fort typiques pour le Nord de la Bretagne; la seconde ne représente que des roches qui offrent seulement des analogies plus ou moins grandes avec celles de la Bretagne et des côtes normandes.

Voici les trois séries de roches bien caractéristiques pour la Bretagne :

A. La série des porphyres et des porphyrites du Trégorrois.

B. La série des granites-syénitiques, ou des syénites improprement dites avec cristaux fort rares d'amphibole.

C. La série des roches suivantes :

Pegmatite blanc à gros feldspaths et assez grandes lames de muscovite, très commun partout sur la côte du Nord de la Bretagne.

Granulite à tourmaline de Roscoff.

Quartz tourmalinifère, très commun sur les côtes du Nord en filons associés aux granulites.

Granites fins, communs dans le Nord de la Bretagne.

Cornaline rouge, très typique des tufs porphyritiques cambriens de Lézardrieux, au Nord du département des Côtes du Nord.

Microgranulite, fréquente en filons dans la rade de Brest.

Porphyre quartzifère à micropegmatite grossière, du Nord de la Bretagne.

Granulite feuilletée leptynique, très commune partout en Bretagne.

Porphyrite de Lanmeur, Nord de la Bretagne.

Granulite à tourmaline, commune au Nord de la Bretagne.

Aplite, partout en Bretagne.

Diorite schistoïde des côtes de Lannion et en de nombreux filons de la rade de Morlaix.

Le Nord de la Bretagne et les côtes normandes ont fourni un grand nombre de roches au Limbourg-Hollandais; parmi elles, les granites-syénitiques sont les plus nombreux; ils s'y trouvent en nombre très élevé. M. Barrois a rapproché soixante de nos spécimens rocheux ceux du Nord de la Bretagne et des côtes de la Normandie, et parmi ces spécimens 34 appartiennent au diluvium moséen, 30 au diluvium rhénan et 6 au diluvium sableux. Les plus caractéristiques parmi eux sont les syénites, bien caractérisées par les apophyses qu'elles émettent. A l'œil nu, on n'y voit pas de quartz, mais sous le microscope ces syénites se dessinent comme des roches très acides, à quartz sphérolitique en croix noire, en secteurs ou même à peine sensible à la lumière polarisée.

On ne doit pas s'étonner qu'on trouve les roches bretonnes au Sud des Pays-Bas. En effet, on en trouve sur les côtes de la Manche, en amont du Pas de Calais, à Renaix, au large d'Ostende et enfin partout dans le Limbourg et dans la province du Brabant-Septentrional. La trouvaille de roches bretonnes et normandes au large d'Ostende, roches qui ont été décrites par M. Renard au point de vue lithologique, est des plus intéressante et constitue le trait d'union entre la Hollande et les côtes françaises. Le savant professeur de l'Université de Gand divise ses trouvailles en deux groupes distincts. C'est en premier lieu le groupe des roches cristallines, représenté par les trois variétés de roches suivantes : les granites-syénitiques très fréquents, les diorites bleu-gris schistoïdes et enfin les porphyres roses à feldspaths et quartz de petite dimension.

Le second groupe est représenté par les roches sédimentaires suivantes :

Roches primaires de la baie de Cancale, près de Saint-Malo, du Nord de la Bretagne.

Roches jurassiques et crétacées des falaises du Boulonnais, comme par exemple le calcaire lumachelle à *Exogyra virgula*, d'âge Kimmeridgien.

Calcaire portlandien et septaria de la bande portlandienne, à *Ammonites gigas* du Boulonnais.

Grès fissile, à plaquettes pointillées de blanc, du Waeldien, sur les côtes du Boulonnais.

Grès calcareux, du « Lower Greensand », qui forme des bancs résistants dans les Folkestones-beds, dans le Bas-Boulonnais et à Wissant, où il forme la zone à *Ammonites mammillaris*.

L'éminent professeur de Gand a donc donné des preuves incontestables en faveur de l'origine bretonne et normande de ses galets. Ses roches granito-syémitiques proviennent des côtes Nord de la Bretagne, comme les nôtres. Comme M. Renard, nous avons également trouvé des diorites schistoïdes, bleuâtres, qui proviennent des côtes de Lannion, et les porphyres roses à petits cristaux, que M. Barrois rapprochait des nombreux filons de la rade de Morlaix, dans le Cambrien du Trégorrois, etc.

M. Barrois a démontré (sur les plages soulevées de la côte occidentale du Finistère) que les plages du Finistère se sont élevées de 10 m. à l'époque quaternaire, et qu'elles sont actuellement en voie d'affaissement. Ainsi on trouve sur les rives de la Manche et du Pas de Calais, un mélange diluvien de roches, qui sont même venues de la presqu'île armoricaine. On sait aussi que dans la Manche les marées, les vents, les alluvions sableuses et même les galets vont de l'Ouest à l'Est, de sorte que M. Marchal a pu calculer que les eaux de la Manche déposent annuellement 600,000 mètres cubes de sable dans la baie du Mont-Saint-Michel. et 10,000,000 mètres cubes sur les côtes de Norfolk, de Zélande et de la Flandre.

A l'époque quaternaire, ces masses devaient être encore plus considérables ; les eaux de la Manche charriaient alors des glaçons et des galets nombreux, qui sont allés se déposer sur les côtes belges et enfin, d'une manière confuse, dans les gravières de la partie méridionale du Limbourg, sans qu'on puisse leur attribuer un horizon particulier. Les roches d'origine bretonne se trouvent donc pêle-mêle dans les mêmes gravières, à côté des roches ardennaises, vosgiennes, scandinaves et rhénanes. Les courants différents, qui ont donné naissance à un pareil dépôt, existaient donc en même temps et formaient des contre-courants, en donnant naissance à un diluvium mélangé, à un véritable « diluvium entremêlé ».

Ayant ainsi obtenu des résultats aussi positifs sur la constitution lithologique des dépôts de transport du Sud du Limbourg, il importait de savoir si ces données acquises pouvaient s'appliquer au reste de notre diluvium moséen, c'est-à-dire à celui du Brabant-Septentrional. Après des recherches nombreuses et minutieuses, nous sommes arrivés aux mêmes conclusions et nous disons que les dépôts graveleux du

Brabant-Septentrional ont été formés en même temps, de la même façon et par les mêmes courants diluviens que ceux de la partie méridionale du Limbourg. Tous ces dépôts constituent donc une sous-division du diluvium entremêlé, savoir le « **Diluvium moséo-entremêlé** ». La même chose peut se répéter pour les gravières du Nord de la Belgique. Le Diluvium moséo-entremêlé comprend donc le Nord de la Belgique, le Sud du Limbourg et le Brabant-Septentrional.

Le Diluvium rhénan du Sud des Pays-Bas.

M. Staring (op. cit.) fait de la Rhur et de la Meuse la séparation du diluvium, dit rhénan, d'avec celui que cet auteur a nommé moséen et que nous avons nommé « moséo-entremêlé », nom qui exprime à la fois la nature et la composition du dépôt et l'action prédominante du courant principal.

Il divise le diluvium rhénan en trois massifs :

1^o Le massif de Mookerheide, situé en entier sur le territoire hollandais, limité par le Waal (affluent du Rhin) et par la Meuse, et comprenant les groupes de collines de Mookerheide, de Groesbeek et de Nimègue.

2^o Le massif de Clèves, qui se trouve sur le territoire prussien. Ce massif est limité par le Rhin, la Niers et la Meuse et se compose des collines suivantes : Reichswald, Hochwald et Balbergerwald, Bönninghardt et Aldenkirchen, Hees, Crefeld et Kempen.

3^o Le massif de Geldern, qui est mi-hollandais et mi-prussien. Il est limité par le Rhin, la Rhur et la Meuse et se compose des groupes de monticules de la Bruyère d'Asperden, Straelen, Venlo et Kaldenkirchen.

Ces trois massifs ne forment cependant qu'un chaînon unique et un seul grand massif, dont les points culminants sont Beek (88 m.) et Uilenpol (98 m.). La composition lithologique de ces dépôts serait, d'après les observations de M. Staring, identiquement la même.

N'ayant examiné que la formation graveleuse du pays, la description qui suit ne se bornera qu'aux massifs ou aux groupes de collines qui se trouvent sur le territoire hollandais ; cependant, nous exposerons brièvement les raisons qui nous forcent à rejeter, même *a priori*, l'opinion de notre éminent géologue hollandais.

Jusque dans ces derniers temps on a cru que la Meuse et le Rhin quaternaires étaient restés indépendants et séparés l'un de l'autre pendant toute l'époque glaciaire dans le Sud des Pays-Bas et qu'ils avaient formé chacun sur son parcours des deltas caillouteux, composés, ou exclusivement de roches rhénanes, ou de roches moséennes.

De ce raisonnement on doit tirer *à priori* la conclusion que les groupes de collines de Venlo, Afferden, Mook, etc., que M. Staring place dans son Diluvium rhéнан et qui sont situés dans le voisinage immédiat de la Meuse et fort éloignés du Rhin, ne forment qu'un Diluvium moséen tout pur.

Ainsi encore, on devait observer à Kaldenkirchen, Kempen, Straelen, Groesbeek, etc., qui sont beaucoup plus rapprochés de la Meuse que du Rhin, un dépôt de transport d'origine moséenne. De plus, nos trouvailles dans le Sud du Limbourg (c'est-à-dire dans les gravières qui ont été toujours considérées comme composées de roches moséennes typiques de galets sédimentaires et cristallins tout à fait caractéristiques pour la Province-rhéनane, ces trouvailles, disons-nous, nous avaient amené à envisager la composition du diluvium graveleux en question, d'une tout autre façon qu'on ne l'avait fait jusqu'ici. Malgré la distance énorme de 70 à 100 kilomètres qui, au Sud du Limbourg, sépare les dépôts moséens d'avec le Rhin, nous y avons trouvé un mélange intime de roches moséennes et rhéнанes, à côté de roches d'origines scandinave et bretonne. De ces faits, nous avons tiré la conclusion que la Meuse et le Rhin quaternaires ont mêlé leurs eaux avec celles des courants breton et scandinave, pour ne former en somme qu'un diluvium entremêlé.

Si ce mélange des eaux de la Meuse et du Rhin s'est réalisé, même au Sud du Limbourg malgré la distance énorme de 100 kilomètres, à plus forte raison ce mélange devait se faire à Kaldenkirchen, Venlo, Kempen, Straelen, Geldern, Mook, Groesbeek et Nimègue qui forment huit groupes de collines, situés tout près de la Meuse, ou à une distance maxima de dix kilomètres seulement de cette rivière, tandis que quelques-uns de ces groupes sont encore éloignés du Rhin d'une distance de 20 à 30 kilomètres. Ce simple raisonnement nous forçait d'admettre *à priori*, que la plus grande partie du diluvium, nommé par M. Staring diluvium rhéнан, ne devait être qu'un dépôt quaternaire entremêlé, qui tantôt devait se nommer rhéно-entremêlé et tantôt moséo-entremêlé, d'après la prédominance locale de tel ou tel courant diluvien.

Les recherches sur place, l'examen successif de chaque gravière l'une après l'autre, nous ont donné la preuve complète, décisive, de ce que nous avons avancé. En voici le quadruple résultat :

A. Les ballastières les plus rapprochées de la Meuse, du diluvium rhéнан de Staring, ont les caractères lithologiques moséens les plus accentués.

B. Plus les ballastières sont éloignées de la Meuse, plus les galets rhéнанens dominent.

C. Vers le sommet de toutes les ballastières, les roches rhénanes abondent.

D. Partout le diluvium rhéman de Staring est un véritable diluvium entremêlé, composé de roches d'origines bien diverses : ardennaises, vosgiennes, rhénanes, bretonnes et scandinaves.

Nous allons examiner ces données de plus près.

Le premier point s'observe très bien à Mook. Nous y avons trouvé les roches les plus typiques de l'Ardenne et des Vosges, comme les quartzites et quartzo-phyllades devilliens et reviniens du massif de Rocroy, le poudingue de Burnot, l'arkose de Fépin, le Calcaire carbonifère pétri de crinoïdes de l'assise de Tournai, les porphyroïdes de Mairus et Laifour, l'amphibolite et la diorite du district de Revin, le porphyre quartzifère rose de Rupt, l'argilolithe de Dommartin, le porphyre violacé du Val d'Ajol, la granulite du massif du Bambois, entre Plombières et Remirémont, le gneiss granulitique de Gérardmer, etc.

Nous croyons même que les roches moséennes l'emportent en nombre sur les galets rhénans dans tous les dépôts caillouteux situés dans le voisinage de la Meuse.

Pour vérifier le second point, nous avons étudié la composition lithologique des dépôts graveleux des environs de Nimègue, qui sont bien proches de l'affluent du Rhin, le Waal. C'est là du moins, que nous avons pensé trouver un diluvium rhéman tout pur. Il n'en est rien.

A côté des roches rhénanes, qui dominent, nous y avons trouvé des poudingues de Burnot, des phyllades et quartzo-phyllades de Rocroy, les grès houillers, les silex gris et noirs crétacés, etc., etc.

Le troisième point peut s'observer partout au sommet des dépôts graveleux rhénans. Aussi bien à Mook et à Venlo qu'à Ubbergen lez-Nimègue, nous avons trouvé au sommet des gravières une grande masse de cailloux blancs, laitieux, des basaltes, etc. C'est à Mook que nous avons trouvé les roches cristallines suivantes, d'origine rhénane non litigieuse : basalte à grands cristaux de biotite hexagonale des Sept-Montagnes, basalte de structure fine de Jungfrenberg, qui passe à ceux de Finkenberg et d'Elberg des environs de Bonn, basalte scoriacé typique de Veitskopf, trachyte et conglomérat trachytique du Siebengebirge, andésite de Wolkenburg, granite tourmalinifère de Heidelberg, mélaphyres ou plutôt les calcédoines des mélaphyres d'Oberstein, la dacite de Reichenau, etc.

On conçoit donc que le Rhin quaternaire doit l'avoir emporté sur la Meuse vers la fin de l'époque graveleuse. En effet, non seulement on trouve ces amas de quartz blancs rhénans vers le sommet des dépôts

que M. Staring a nommés rhénans, mais on les observe encore partout dans le Brabant-Septentrional vers le sommet des dépôts dits moséens, et il y a même des régions dans le Sud du Limbourg, où les dépôts graveleux sont composés de cailloux rhénans et moséens, mais où les premiers sont en nombre plus considérable que les seconds. C'est le cas par exemple aux environs de Heerlen, Schaesberg, Lichtenberg, Waubach, etc. Nous croyons cependant qu'un grand nombre de ces cailloux arrondis blancs quartzeux proviennent de la dénudation des terrains tertiaires d'âge bolderien.

Pour le quatrième point, il suffit de faire remarquer que les roches scandinaves et bretonnes se trouvent dans toutes les gravières du diluvium rhéan, à côté des roches vosgiennes, ardennaises et rhénanes. Le tout ne forme donc qu'un véritable diluvium entremêlé. Parmi les roches scandinaves nous pouvons citer : la diabase norvégienne, qui se fait jour en Norvège par de nombreux filons, le porphyre rapporté par M. Reusch aux porphyres du Nord, le micaschiste que nous rapprochons avec doute de la Scandinavie, un granite gneissique gris blanchâtre à plages de mica noir entassé (suivant lesquelles il se clive facilement) roche type de la Suède, le porphyre chocolaté d'Elfdalen sans quartz visible à l'œil nu, le porphyre syénitique des environs de Christiania et un granite-pegmatique à structure graphique, que nous rapportons avec doute aux régions du Nord.

Dans tous les cas, les roches scandinaves sont en nombre fort restreint relativement aux roches bretonnes. Même toute une contrée, le Trégorrois, est représentée dans le diluvium rhéan, par toutes ses variétés de roches cristallines. Parmi les roches trégorroises, les porphyrites sont les plus remarquables, tant par leur structure et leur aspect particulier que par leur nombre élevé.

Nous citerons : la porphyrite de Lanmeur, et une autre très typique à feldspaths pailletés blanchâtres, qui se dessinent si bien sur un fond sombre. La cornaline est encore une roche bien caractéristique pour le Nord de la Bretagne et pour les tufs porphyritiques cambriens de Lésardrieux, au Nord du département des Côtes du Nord. Signalons encore : les microgranulites, qui caractérisent le Trégorrois et les régions normandes, et qui sont très fréquentes à Ubbergen, près de Nimègue. Puis, on trouve encore souvent dans les dépôts graveleux rhénans des granites-syénitiques apophysaires, qui sont de vrais types de roches du Nord de la Bretagne.

Citons, pour terminer, la granulite feuilletée, leptynique, à grands cristaux de muscovite et à feldspath blanc, très commune partout en Bretagne, la diorite schistoïde, verdâtre, des côtes de Lannion, ainsi

que la granulite blanche, à petites agglomérations mouchetées de petits cristaux de tourmaline, très commune dans le Nord de la Bretagne.

Toutes ces roches suédoises, norvégiennes, rhénanes, ardennaises, vosgiennes, belges, bretonnes et normandes ne forment qu'un mélange sans ordre ou stratification visible et constituent la deuxième sous-division du diluvium entremêlé savoir le « **Diluvium rhéno-entremêlé** ». Là, où le courant scandinave l'emporte sur les autres, c'est-à-dire plus au Nord du pays, nous aurons donc la troisième sous-division du diluvium entremêlé : le « **Diluvium scandinavo-entremêlé** ».

Nous avons donné ce nom nouveau à l'ancien diluvium rhéna, comme nous avons donné le nom de « Diluvium moséo-entremêlé » à l'ancien diluvium moséen, puisque nous sommes d'avis que ces noms anciens ne correspondent plus aux faits et ne répondent plus à la réalité.

Si l'on se base uniquement sur la prédominance de telle ou telle catégorie de roches, une même gravière peut être moséenne à sa base, et rhénane à son sommet; un même massif, comme par exemple celui de Mookerheide, peut être moséen d'un côté (Mook), et rhéna ailleurs (Nimègue), mais toujours on trouvera un diluvium entremêlé.

Ainsi il est difficile, sinon impossible, de tracer des limites bien tranchées entre les trois sous-divisions du diluvium entremêlé, c'est-à-dire entre le diluvium moséo-entremêlé, le diluvium rhéno-entremêlé et le diluvium scandinavo-entremêlé.

En tout cas, si l'on veut adopter comme principe de classification la prédominance d'une certaine catégorie de roches ou d'un courant principal diluvien quelconque, les limites de notre nouveau « Diluvium rhéno-entremêlé » ne seront plus les mêmes que celles du « Diluvium rhéna » ancien de M. Staring.

En effet, nous sommes fort tentés de séparer de cet ancien Diluvium rhéna, toutes les masses graveleuses de transport qui bordent la Meuse et où les roches moséennes semblent dominer, et de les réunir à une autre sous-division du diluvium entremêlé savoir, au Diluvium moséo-entremêlé.

Ainsi, de toutes les masses de transport anciennement nommées diluvium rhéna et étant situées sur le territoire néerlandais, il ne reste guère conservé au Diluvium rhéno-entremêlé, que les dépôts caillouteux des environs de Nimègue et peut-être ceux de Groesbeek.

Le Diluvium sableux au Sud des Pays-Bas.

Sous les noms divers de Diluvium sableux, Flandrien, Campinien et Haidesand, différents auteurs ont décrit la masse sableuse hétérogène, qui dans les Pays-Bas forme un dépôt continu à partir de Sittard, en comblant l'espace entre les nombreux deltas caillouteux, et recouvre presque partout ces derniers dépôts. Le Sud des Pays-Bas, qui nous occupe ici, est recouvert en entier du diluvium sableux, à l'exception de la partie méridionale du Limbourg et de quelques crêtes isolées de collines graveleuses du Brabant-Hollandais. Dans la province maritime de la Zélande et près des rivières et des courants d'eau, le diluvium sableux est couvert par les alluvions modernes. D'autres fois, il est recouvert par les formations tourbeuses. Au début du diluvium sableux, le Sud des Pays-Bas était couvert par des deltas caillouteux ramifiés, formés par les détritiques du courant du Nord, de ceux du Rhin et de la Meuse, venus du Midi, et ceux des courants breton et scaldisien, venus de l'Ouest. Les eaux ne formaient plus des courants indépendants, mais se mêlaient et formaient un lac immense, dont les bras ramifiés sillonnaient la contrée autour des collines graveleuses en couvrant le Sud de notre pays, une partie de l'Allemagne et le Nord de la Belgique.

Tel était, pensons nous, l'état physique du Sud de la Néerlande au début du diluvium sableux. Le mélange intime des roches rhénanes, limbourgeoises, belges, ardennaises, vosgiennes, suédoises, norvégiennes, bretonnes et normandes, que nous avons observé dans le Diluvium sableux, ainsi que les caractères hétérogènes des masses arénacées, s'expliquent suffisamment par cette interprétation si simple. Ce sont donc encore une fois les mêmes courants du diluvium graveleux, qui ont donné naissance au diluvium sableux. Ce dépôt sablonneux atteint son plus grand développement dans le Brabant-Septentrional et au centre du pays, où il a parfois plus de 100 mètres de puissance. Au Nord du pays il est fort peu épais, comme le prouvent les forages de Sneek, Grouw, Leeuwarden et Oenkerk, que mentionne M. van Capelle. (*Quelques considérations sur le Quaternaire ancien dans le Nord des Pays-Bas*, 1888). Ces forages attribuent au diluvium sableux de ces régions des puissances respectives de 8 mètres, 6^m, 15, 1^m,35 et 2^m,80. Plus vers le Sud, il semble encore diminuer en épaisseur. Un forage pratiqué à Heithuizen, entre Weert et Ruremonde, a atteint le sommet du diluvium graveleux à une profondeur de 12 mètres. Nous croyons que cette superposition du diluvium sableux au gravier quaternaire constitue sa position géologique natu-

relle, et que partout ailleurs où ces sables meubles semblent se rattacher latéralement aux collines graveleuses, on doit tenir compte des remaniements et des déplacements considérables, dus à l'influence des vents et de l'érosion séculaire, dont l'action se manifeste surtout sur les pentes et les crêtes des collines.

La composition du diluvium sableux est très hétérogène et essentiellement variable. La grosseur, la forme, la couleur, la composition des sables varie de place en place. Nous y avons trouvé du mica noir et blanc, toujours en petites lamelles, des grains de feldspaths assez rares, des améthystes, des grenats, de la tourmaline, des cristaux du groupe amphibolo-pyroxénique, le zircon et même des cristaux rares. On trouve encore dans ces sables de la limonite, de la glaise, des morceaux de lignite et des roches cristallines et sédimentaires de diverses origines.

Les feldspaths, les micas, les fragments de roches cristallines ou les blocs cristallins, sont cependant assez rares dans les dépôts sableux. Il y a des endroits, comme par exemple à Gastel et à Hoogeloon, où ces éléments sont assez fréquents; chez les Pères Jésuites d'Oudenbosch il existe même un grand échantillon de muscovite de plusieurs centimètres, trouvé dans le Diluvium sableux du Brabant-Septentrional.

Ce que l'on peut constater encore, mais rarement dans ces sables diluviens, ce sont les petites couches très minces de gravier pisi-forme. MM. Van den Broeck, Lorié, Staring, ont encore pu vérifier ce point-là.

Les gros erratiques, dignes de ce nom, sont relativement assez nombreux dans le diluvium sableux. En Campine, les quartzites, les quartz blanc-laiteux etc., s'observent souvent. On y trouve encore des blocs nombreux de grès blancs, notamment à Holsteen-Molenheide, Sledderloo, Gelieren, Beverst, Schoonbeek, etc., dont les plus volumineux atteignent 11 à 36 mètres cubes. A Hoogeloon, nous avons découvert un tuf mélaphyrique de 2 mètres de long sur 0^m,75 de large et 0^m,5 de haut. Aux environs d'Oudenbosch, nous avons remarqué un grand nombre de gros erratiques cristallins. Tout le monde connaît le gros erratique de granite gris d'Oudenbosch, ou plutôt de Gastel, qui pèse plus de 5000 kilôs. A Bavel nous avons observé un granite de 300 kilôs, et M. Van den Broeck a trouvé à Hoogstraeten, en Campine, un granite scandinave, qui mesure 0^m,80 × 0^m,53 × 0^m,60. Du diluvium sableux du Brabant, nous avons surtout à signaler de gros blocs de quartz blanc, de quartzite, de poudingue de Burnot et de silex crétacé. Nous pouvons au besoin tripler ce nombre de gros galets, mais nous préférons dire un mot sur l'origine de tous les éléments du diluvium

sableux : de la glaise, des sables, de la limonite, du lignite, des lentilles de gravier fin, des amas de cailloux et des volumineux erratiques cristallins ou d'origine sédimentaire.

La provenance des roches, empâtées dans le sable argileux ou dans la glaise, nous révèle peut-être l'origine même de l'argile en question. Ces roches sont des quartz blancs du Rhin, des quartzites cambriens des Ardennes, des silex crétacés, des granites gneissiques gris suédois trouvés à Gilsen, etc. Nous croyons donc qu'une partie de la glaise est d'origine septentrionale et une autre partie d'origine méridionale, que l'une est empruntée à la glaise glaciaire et l'autre aux terrains oligocènes : bolderien, rupélien, tongrien, ou encore peut-être au Devonien frasien.

Les sables sont de nature très variable et de composition hétérogène. Un grand nombre de géologues se sont occupés de l'origine de ces sables diluviens. M. Staring attribua leur formation au lavage des monticules graveleux par les eaux pluviales. M. le docteur Winkler les a identifiés avec les dunes, et en fit une formation marine. MM. Berendt et Meyn les considérèrent comme d'origine glaciaire.

M. le docteur Lorié, tout en acceptant l'hypothèse de M. Staring, fait intervenir la Meuse et le Rhin là où ces sables prennent un si grand développement, comme c'est le cas dans le Brabant-Septentrional, où ils atteignent parfois plus de 100 mètres. Pour nous, toutes ces théories ont le tort radical d'attribuer des produits aussi complexes que ceux du diluvium sableux, à une cause unique : toutes ces hypothèses sont fondées, l'une autant que l'autre, mais toutes ne le sont qu'en partie.

Le lavage des collines graveleuses par les eaux pluviales (théorie de Staring) devait produire à la longue quelque effet semblable à celui du diluvium sableux, mais non des produits qui sont aussi généralement répandus, et cela sur une échelle aussi colossale que ceux des sables diluviens. En effet, comment expliquer par cette théorie seule, par exemple le grand développement des dépôts arénacés du Brabant, qui ont parfois une puissance de 100 mètres ? Comment expliquer de cette façon la superposition du sable au gravier et cela même sur des espaces très grands ? Comment expliquer ainsi la présence dans le sable des blocs métriques ? Comment expliquer par cette hypothèse le développement extraordinaire de ces sables là où le diluvium graveleux est peu développé ou pas visible ? Comment expliquer, enfin, l'absence totale du diluvium sableux là où les deltas graveleux sont le plus développés comme par exemple dans le Sud du Limbourg-Hollandais ? Donc, ni par la théorie éolienne ou par l'influence des vents, ni par

l'érosion ou l'influence pluviale, on ne saurait expliquer suffisamment tous ces phénomènes. Sans donc vouloir combattre la thèse de M. Staring, nous devons cependant avouer que par elle-même elle est insuffisante pour nous expliquer toute l'histoire compliquée du diluvium sableux.

La deuxième hypothèse est celle de M. le docteur Winkler, qui donne aux sables diluviens une origine marine. M. Lorié a combattu cette hypothèse, en basant ses critiques sur l'absence de coquilles marines, sur la présence dans les sables de matières ligniteuses qui attestent l'eau douce et sur l'absence de tout cordon littoral graveleux et de traces de l'action marine. Avouons cependant que le diluvium sableux est marin en quelques régions basses, et que la théorie est bien applicable, par exemple, au « Système Eemien ». Rappelons ce que nous avons dit plus haut, savoir : que les vents, les marées, les alluvions qui affectent notre pays vont de l'Ouest à l'Est, c'est-à-dire de la Manche en Hollande. Disons encore que M. Marchal a calculé qu'il se dépose ainsi annuellement sur les côtes de Zélande, de la Flandre et de Norfolk dix millions de mètres cubes de sable. Ajoutons-y que ces masses énormes de sable devaient être plus considérables dans les temps quaternaires et qu'il s'est formé ainsi le chaînon des dunes qui s'étend du Pas-de-Calais, le long du littoral belge, en Hollande, en Danemark jusqu'au Skagerrak. Faisons enfin remarquer que nous avons trouvé dans les sables diluviens du Sud des Pays-Bas des roches caractéristiques de la Bretagne et de la Normandie, et on comprendra toute l'importance de la théorie de M. Winkler. Disons cependant que cette belle hypothèse n'est pas suffisante pour nous expliquer tout le diluvium sableux. Comment par exemple expliquer la présence dans ces sables, du lignite, de la limonite, des roches rhénanes, ardennaises, vosgiennes, suédoises et norvégiennes ? Comment expliquer le mélange de tous ces produits avec ceux qui sont venus de la Bretagne et de la Normandie ? Cette théorie est donc vraie, mais non applicable d'une manière générale.

La troisième hypothèse est celle des MM. Berendt et Meyn, qui croyaient que les roches scandinaves tombées en poussière et les sables apportés par le glacier scandinave ont donné naissance au diluvium sableux. Disons tout d'abord que tous les produits des roches cristallines scandinaves sont choses rares dans ces sables diluviens. Par exemple : on y trouve de rares lamelles de mica, de rares cristaux de feldspath, et de rares fragments de granite en voie de décomposition, et là, où on les trouve en nombre, par exemple à Gastel, Oudenbosch, Hoogeloon, etc., ces dépôts sableux présentent des caractères tout par-

ticuliers, et traduisent bien leur mode de formation. Au « Donder akker » (gisement du fameux erratique d'Oudenbosch), les micas noirs et blancs, les feldspaths, les petits fragments à peine reconnaissables de granite, de porphyre et de micaschiste, sont assez nombreux. Ces caractères manquent aux autres masses sableuses, qui se caractérisent par une uniformité apparente et une continuité absolue. Si cette théorie pouvait s'appliquer d'une manière générale, on devrait trouver le plus grand développement de ces sables aux endroits les plus rapprochés du Nord, là où la glace en recul et dans la dernière période de fonte, devait avoir donné la plus grande masse minérale. Le contraire est vrai ; vers le Nord du pays le diluvium sableux est fort peu développé. Seule cette théorie ne pourrait nous expliquer non plus, ni le grand développement du diluvium sableux dans le Sud du pays, ni le mélange des roches citées d'origines si diverses : méridionales, occidentales et septentrionales. Nous ne voulons donc pas nier l'action glaciaire, mais nous en voulons restreindre l'effet et limiter son action à la formation d'une partie de la glaise, à l'apport des roches scandinaves, et à un rôle plus subordonné dans la formation des dépôts arénacés.

Une dernière hypothèse est celle de M. Lorié qui, tout en acceptant la théorie de M. Staring, fait intervenir d'une manière exceptionnelle la Meuse et le Rhin quaternaires, dans les puissantes formations sableuses.

Nous disons plus : *les eaux du Rhin, de la Meuse, de l'Escaut et de leurs affluents se réunissent avec les courants de la Scandinavie et de la Bretagne, pour ne plus former ensemble qu'UN LAC IMMENSE, à contre-courants nombreux, qui couvrait le Sud du pays.* Cette hypothèse rend compte de la présence du mélange des roches de tant d'origines distinctes ; de la présence dans le sable du lignite, de la limonite, de la glaise, etc. ; de la nature en grande partie fluviatile de ces dépôts ; de leur puissance extraordinaire au Sud et son développement peu prononcé au Nord du pays ; de la présence des blocs métriques tant cristallins que sédimentaires ; des petites couches de gravier fin ; du passage réel qui existe entre le diluvium graveleux et le diluvium sableux ; de l'uniformité et de la continuité des dépôts sableux ; de la position des sables relativement à celle du gravier ; de l'ablation des sables tertiaires en Belgique, dans le Limbourg-Hollandais et dans la Province-Rhénane, etc. En effet, si l'on examine les terrains tertiaires de ces différents pays, on est stupéfait de ne plus observer en beaucoup de régions que des lambeaux isolés de sables tertiaires. Les sables éocènes et oligocènes (Landenien ou Bolderien, Bruxellien, Tongrien) ont presque partout disparu dans le Condroz et en Ardenne, où l'on

n'observe plus que des lambeaux sableux isolés, conservés dans les dépressions, de sorte que l'érosion quaternaire ne pouvait les atteindre. Ces sables renfermaient *in situ* de gros blocs de grès blanc, qu'on peut retrouver aujourd'hui en Campine à Sledderloo, Gelieren, Holsteen-Molenheide, Beverst, etc., où ils sont vraisemblablement entourés par les sables de leurs gisements primitifs. On a même trouvé à Hellendoorn (Overijssel) et à Oldenbroek (Veluwe) du grès bruxellien à nummulites, qui provient fort probablement du terrain bruxellien ardennais. La Meuse quaternaire a encore charrié dans ces sables d'autres roches, par exemple : les quartzites cambriens, le poudingue de Burnot, les porphyroïdes de Mairus (trouvés à Brée par M. Delvaux), la granulite de Saint-Etienne lez-Remirémont (Vosges), le granite-pegmatoïde du Haut du Rhin, le porphyre de Münster de la vallée de Nahe, le calcaire à crinoïdes de l'assise de Tournai et trouvé à Oudenbosch, etc.

Pour terminer, nous citerons une roche, que nous avons trouvée très souvent aux environs d'Oudenbosch, de Gilzen, etc., savoir les rognons calcaro-siliceux de l'assise de Kunraed, transportée par la Gueul dans la Meuse et par celle-ci dans les environs d'Oudenbosch. Ces rognons glauconifères et calcaro-siliceux assez résistants, arrachés peut-être aux massifs crétacés des environs de Fauquemont, nous donnent un renseignement précieux sur la dénudation à grande échelle des terrains tertiaires, qu'on peut observer au Sud du Limbourg. En réalité, le Limbourg néerlandais a été couvert (comme nous le prouverons dans un travail que nous publierons plus tard) de formations tertiaires nombreuses et épaisses, dont il ne reste plus aujourd'hui que des traces insignifiantes. Toutes ces masses ont été transportées dans les régions basses de la Hollande par la Meuse quaternaire, et c'est ainsi que s'explique la trouvaille du calcaire de Kunraed dans les sables diluviens d'Oudenbosch.

Quand on jette un coup d'œil sur la carte, publiée par M. E. Van den Broeck (Bull. de la Soc. géol. de Bruxelles, T. I. 1887), figurant l'extension primitive des sables diestien, terrain que parcourent en Belgique surtout l'Escaut avec ses nombreux affluents, on est surpris d'observer une dénudation énorme de ce terrain tertiaire, à gros grains de glauconie et à limonite. Où sont restés ces éléments? On observe fréquemment dans le Limbourg, par exemple à Deurne et dans le Brabant, par exemple à Uden, Mil, Oudenbosch, etc., des masses énormes de limonite, qui ont parfois donné lieu à des exploitations avantageuses, comme c'est le cas dans la bruyère entre Uden et Mil. Toutes ces matières ocreuses, qui en solution filtraient facilement à travers les

sables meubles, et qui ont concrétionné au niveau de l'argile, proviennent, croyons-nous, du terrain diestien belge, dénudé et transporté par l'Escaut.

Si l'on examine les sables à lignite des contrées rhénanes, on observe les mêmes phénomènes de dénudation. On retrouve en Hollande les traces de ce terrain dénudé : le lignite, le quartz blanc, des roches dévoniennes, un tuf mélaphyrique très volumineux caractéristique des contrées rhénanes, la porphyrite amygdaloïde calcédonieuse d'Idar, etc. M. Plocq a fait observer que les vents, les marées, les alluvions sableuses de la Manche vont de l'Ouest à l'Est, et nous avons rappelé tantôt qu'ils apportaient annuellement sur les côtes de Norfolk, de la Flandre et de Zélande 10,000,000 m³ de sables. Cet apport devait être encore plus considérable pendant l'époque pluviale, car nous avons trouvé, dans les sables diluviens des environs d'Oudenbosch, six galets cristallins, très typiques pour le Nord de la Bretagne, parmi lesquels nous citons : la microgranulite cambrienne à feldspath rose du Trégorrois, un granite à grains fins de la Bretagne, une microgranulite du Nord de la Bretagne, le granite-syénitique du Nord de la Bretagne et des côtes de Normandie, etc.

Jusqu'ici nous n'avons parlé que des origines méridionales (rhéno-moséennes) et occidentales (scaldésien-bretonnes) de ces sables diluviens ; cependant, ces masses arénacées peuvent encore avoir une autre origine, c'est-à-dire une provenance septentrionale. Ainsi, nous avons trouvé aux environs d'Oudenbosch des sables argileux à lamelles de mica, à feldspath et à grains de granite et de gneiss, renfermant, à côté des roches rhénanes et moséennes, un grand nombre de roches cristallines scandinaves. Parmi elles nous citerons :

- A. La syénite éléolitique des environs de Christiania.
- B. Rhombenporphyre de Tyveholmen.
- C. Norite de Hitteroë.
- D. Augengneiss scandinave.
- E. Syénite brune de Bolerne, dans les Christianiafjorden.
- F. Syénite zirconienne de Brevig ou de Laurvig.
- G. Granite rouge à gros grains de Röken.
- H. Amphibolite de Moss.
- I. Granite de Snarum.
- K. Diabase qui, partout en Norvège, se fait jour par de nombreux filons.
- L. Granite amphibolique d'Upsal.
- M. Porphyre brun d'Elfdalen et enfin six variétés de granite, que M. Törnebohm rapportait à la Suède, sans toutefois pouvoir les

repérer sur des gisements précis. On peut donc conclure que les sables diluviens du Sud des Pays-Bas sont le résultat du concours des eaux moséennes et rhénanes ou du courant méridional, des eaux de l'Escaut et de la Bretagne ou du courant occidental et enfin, des eaux des glaces scandinaves ou du courant septentrional. On peut encore conclure que les mêmes courants qui ont formé le diluvium graveleux subsistaient à l'époque sableuse, et que cette dernière n'est qu'une phase ultérieure de la période graveleuse. Les vallées étant élargies, et le relief du sol réduit à une pente très douce par suite du comblement des vallées pendant la période graveleuse, on comprend que les courants, perdant beaucoup de leur force première, ne charriaient plus que du fin gravier et enfin du sable. En 1881, M. Berendt (*Die Sande in Nord-deutschen Tieflande und die diluviale Abschmelzperiode*) constata un passage réel entre le diluvium graveleux et le diluvium sableux et fit observer que ce dernier n'était qu'une continuation du premier sous une autre phase. M. Berendt fit ressortir que, vers le sommet des dépôts graveleux, les éléments deviennent de plus en plus fins et que le gros gravier passe ainsi à un gravier fin et enfin à du sable. M. Lorié (*Quelques considérations sur le sable campinien*) combattit cette opinion en faisant remarquer que l'érosion des ruisseaux quaternaires, en rongant les plateaux graveleux, enlevait successivement des détritits caillouteux de moins en moins volumineux, à mesure que la rapidité du courant diminuait et qu'ainsi les graviers fins se sont superposés aux gros cailloux. Quant à nous, nous partageons l'opinion de M. Berendt, puisque le phénomène qu'il indique est trop général, trop uniforme, trop fréquent, pour être expliqué par des érosions au moyen de ruisseaux, dont l'action est variable en intensité, très locale et très bornée, n'embrassant que des espaces peu appréciables, de sorte que leur action limitée ne saurait expliquer l'uniformité manifeste du phénomène en question. Nous croyons aussi que le fait que cite M. Berendt s'explique mieux par le mélange des courants d'eau formant lac, dont la force motrice diminuait à mesure que le relief du sol diminuait.

De plus, on observe en de nombreux endroits du Brabant-Septentrional et surtout près de la surface ou à la surface du sol arénacé ou sablo-graveleux, une infinité de petits cailloux blanc-laiteux, de forme arrondie et du volume approximatif d'un œuf de pigeon. D'où viennent ces cailloux blancs oviformes ?

Pour nous, nous sommes d'avis, et nous le prouverons dans un travail spécial, que tous ces galets de quartz de petite dimension proviennent de la dénudation par les eaux quaternaires des sables ligniti-

fères du Rhin, des mêmes formations lignitifères-bolderiennes du Limbourg-Hollandais et des mêmes sables qui ont recouvert antérieurement les hauts plateaux de la Meuse. Ces formations lignitifères-bolderiennes se caractérisent par des couches de cailloux blancs souvent localisées et comprises surtout vers la partie supérieure de ces sables tertiaires, qu'on peut observer dans la Province-Rhénane et dans la partie méridionale du Limbourg-Hollandais. Les amas de cailloux blancs arrondis, que l'on observe au Condroz et en Ardenne, n'ont pas d'autre origine, point que nous prouverons en temps et lieu.

Les eaux quaternaires, en dénudant ces formations sableuses, ont enlevé en premier lieu la couche supérieure avec cailloux de quartz blanc. Or ces courants ont charrié avec eux en même temps et les sables rhénans, et les galets blanc-laiteux, et les ont déposés au sommet des deltas graveleux existants de la basse Hollande. C'est pourquoi l'on y trouve ces cailloux de quartz blancs en si grande quantité, et c'est pour cela, que la partie supérieure des massifs graveleux y est si riche en sable. C'est donc au début du diluvium sableux, que ce dépôt spécial s'est formé, et c'est ainsi que le sommet des ballastières en question, qui est composé de ces petits éléments et d'un sable graveleux, forme un passage réel du diluvium graveleux au diluvium sableux.

Ainsi le diluvium sableux ne constitue-t-il qu'une phase différente du diluvium graveleux,

Nous faisons encore observer que la faune fossile des grands vertébrés des deux phases diluviennes est à peu près la même. Nous mettons ici les deux listes en regard l'une de l'autre :

Diluvium graveleux du Limbourg :

Elephas primigenius Blum.
Rhinoceros tichorhinus Cuv.
Bos primigenius Cuv.
Bos taurus Lin.
Cervus elaphus
Cervus tarandus } vivant encore.
Equus

Diluvium sableux :

Elephas primigenius Blum.
Rhinoceros tichorhinus Cuv.
Bos primigenius Cuv.
Bos priscus Boj.
Elephas primordialis v. Schloth.
Equus.

D'un autre côté il y a des raisons nombreuses qui nous forcent d'admettre que le diluvium sableux est synchronique, ou à peu près isochronique, avec le diluvium limoneux ou le loess du Limbourg. C'est pourquoi nous allons réunir ces deux termes dans une même époque diluvienne, nommée : Diluvium sablo-limoneux. C'est, en premier lieu, la faune des vertébrés fossiles, qui est à peu près identique dans les deux formations ; c'est, en second lieu, l'origine fluvia-

tile de l'une et de l'autre; c'est, en troisième lieu, le même niveau géologique qu'ils occupent (la présence d'*Elephas primigenius* Blum. est de nature à ôter au diluvium sableux le caractère alluvial que certains auteurs ont voulu lui assigner). Disons encore que les deux formations ont des rapports identiques avec le diluvium graveleux : elles ont un même passage aux dépôts de transport graveleux, remplissent l'espace entre les deltas caillouteux et les recouvrent en grande partie; elles n'ont pas de connexion avec les lits des rivières ou les anciens thalwegs; elles renferment près de leur surface de gros erratiques de nature à peu près identiques; par-ci, par-là l'une et l'autre sont couvertes par des cailloux peu volumineux (Alphen, etc.); elles ont des limites communes généralement bien tranchées et sont enfin formées par les mêmes courants diluviens.

A la surface des sables, on observe parfois de gros erratiques cristallins scandinaves, par exemple à Zegge, Bavel, Oudenbosch, Hoogstraeten, etc., qu'on a voulu attribuer à une deuxième période de glaciation. (A Fauquemont nous avons trouvé un « augengneiss » scandinave dans le limon caillouteux.) Nous n'en croyons rien; nous croyons plutôt qu'à la fin de l'époque glaciale et de la fonte des icebergs ou du glacier scandinave, l'eau de fonte était en grande abondance. Il était donc facile de transporter des glaçons, chargés de cailloux, jusqu'au Sud de la Néerlande et au Nord de la Belgique, en les déposant à leur place naturelle c'est-à-dire près de la surface des autres formations diluviennes.

Nous avons envoyé à M. Wiik, professeur de Helsingfors en Finlande, bon nombre de roches cristallines reconnues par les nombreux savants, que nous avons consultés, comme n'appartenant ni aux royaumes scandinaves, ni à une origine méridionale ou occidentale. M. Wiik n'hésite pas de dire qu'aucune de nos roches ne possède quelque caractère finlandais. Le courant finlandais ou oriental, qui a laissé des traces en Groningue (M. van Calker a trouvé le Rapakivi) n'a donc pas pris sa direction vers le Sud du pays.

Le Diluvium limoneux ou le Loess

DANS LE SUD DES PAYS-BAS.

Le limon hesbayen ne couvre que la partie méridionale du Limbourg, en se rattachant d'un côté au limon de la Hesbaye et de l'autre à celui de la vallée rhénane. Il couvre le Limbourg d'un manteau uniforme d'une épaisseur variable qui va d'un décimètre à 15 mètres, à partir de Sittard jusqu'à Aix-la-Chapelle en laissant à nu de rares

buttes graveleuses, tertiaires ou secondaires dont l'érosion séculaire a souvent enlevé la mince couche de limon qui les couvrait peut-être primitivement. La formation limoneuse est une formation d'eau douce, et notre examen nous a conduit à rejeter définitivement la théorie éolienne, pour la création du loess dans notre province.

Voici les raisons, qui nous ont forcé d'admettre que le loess est une formation d'eau douce.

C'est en premier lieu la faune fossile des invertébrés, qui accuse nettement des conditions d'humidité. M. Debey a trouvé aux environs d'Aix-la-Chapelle, au pied du Lousberg et du Wilkommsberg, les fossiles suivants :

<i>Helix hispida</i> Lin		<i>Achatina lubrica</i> Menke.
» <i>ericetorum</i> Müll.		» <i>acicula</i> Lam.
» <i>obvoluta</i> »		<i>Clausilia parvula</i> Stud.
» <i>pulchella</i> »		<i>Bulimus obscurus</i> Müll.
» <i>sericea</i> »		<i>Succinea oblonga</i> Drap.

Nous avons trouvé dans le Limbourg: *Helix hispida* var. *concinna* Jeffr. *Pupa?* *Clausilia parvula* Stud. *Planorbis?* etc., à Fauquemont, Wylré, Geulhem, Mesch, etc.

Une deuxième raison, c'est la trouvaille, dans le limon, de vertébrés fossiles qui n'auraient pu vivre sans une eau abondante. M. Debey a trouvé des centaines d'os de *Rana* et beaucoup de vertèbres de poissons aux environs d'Aix-la-Chapelle.

Une troisième raison, c'est la présence dans le loess d'ossements de grands pachydermes et de nombreux mammifères. On a trouvé dans le loess entre Hocht et Smeermaas, au fort Guillaume à Maestricht et à Neerepen, les restes des animaux suivants, qui n'auraient pu vivre dans les conditions de sécheresse qu'exige le théorie éolienne :

<i>Elephas primigenius</i> Blum		<i>Cervus elaphus</i> Lin.
<i>Rhinoceros tichorinus</i> Cuv.		<i>Cervus capreolus</i> Lin.
<i>Bos primigenius</i> Cuv.		<i>Sus scropha</i> Lin.
<i>Equus caballus</i> Cuv		<i>Castor</i> } non déterminés.
<i>Arctomys Noae</i> De Bey.		<i>Arvicula</i> }
<i>Ursus spelæus</i> Cuv.		<i>Capra</i> }
<i>Bos taurus</i> Lin.		

La quatrième raison, qui plaide en faveur de la formation du loess par l'eau douce, c'est le passage du diluvium graveleux au limon. En effet, au point de contact du loess avec le gravier on observe que le limon est fort caillouteux et que la zone limoneuse, parsemée de cailloux, a parfois une épaisseur de deux mètres, ce qui indique un remaniement des deux terrains par des eaux agitées.

Une autre raison, c'est la présence dans le loess de couches minces de gravier fin, ce qui indique une origine fluviale. Nous avons

observé ce point près de Ransdal et Bemelen, mais il paraît que le loess rhénan présente fréquemment ce phénomène. (V. Staring. op. cit., p. 78, t. II.)

Une autre raison, qui parle en faveur de la formation du loess au moyen de l'eau douce, c'est la schistosité qu'on remarque dans le limon, par exemple entre Margraten et Banholt, où le loess très ferrugineux est bien schistoïde. On peut y ajouter encore la présence dans le diluvium limoneux de parcelles de lignite; ce qui s'observe souvent. Ces parcelles ligniteuses attestent l'action de l'eau douce, et cette nature schistoïde est un bon caractère de sédimentation dans l'eau.

La dernière raison, que nous invoquons, c'est la présence, près de la surface ou à peu de profondeur dans le loess, de blocs énormes, qui sont de véritables erratiques, et d'origines bien diverses. Nous y trouvons de nombreux quartzites ardennais, des quartz blancs d'origine rhénane, des blocs de grès blanc, qui représentent ici le phénomène de Fontainebleau, mais qui ont parfois l'air d'avoir été roulés, des silex crétacés du pays, des poudingues de Burnot et même un bloc anguleux d'un augengneiss scandinave. Tous ces gros erratiques, de tant d'origines différentes, ont été déposés dans ou sur le loess au moyen de gigantesques glaçons et de courants d'eau de provenances bien diverses, de sorte que l'action de l'eau y est bien manifeste.

Depuis la base du limon jusqu'au sommet du loess, nous avons donc observé l'action de l'eau douce. En second lieu, nous devons tirer la deuxième conclusion, savoir que les courants diluviens du diluvium graveleux subsistent pendant le diluvium limoneux, qui n'est donc en somme qu'une continuation du premier dans une période de calme et sous une phase peu mouvementée. Nous croyons donc que le loess du Sud du Limbourg est une formation d'eau douce, analogue à celui des contrées rhénanes (1) *sans toutefois vouloir exclure toute action éolienne postérieure et secondaire.*

Récapitulation et conclusions générales.

Le diluvium du Sud des Pays-Bas est unique avec des phases diverses. Cette continuité, cette unité de notre diluvium nous l'avons prouvée par quatre arguments :

- 1° Par la faune, qui subsiste dans les différentes phases diluviennes.
- 2° Par le passage réel, que l'on observe dans ces phases différentes.

(1) *Das niederrheinische Plistocaen*, par Dr Pohl. — *Verhandlungen des Naturhistorischen Vereines*, Bonn. 1883.

3° Par les courants, qui restent les mêmes dans ces différentes phases.

4° Par les roches cristallines, qui sont à peu près des mêmes provenances.

Malgré cette unité de notre diluvium, on peut, ou l'on doit cependant le diviser en deux parties distinctes, qui traduisent si bien son histoire. Nous divisons donc le Diluvium du Sud des Pays-Bas en « Diluvium entremêlé » et en « Diluvium sablo-limoneux ». M. Staring cite encore une troisième division principale, que l'on observe au Nord du pays, et qui est le « Diluvium scandinave ».

A la base des formations diluviennes, on trouve le diluvium méridional (rhéno-moséen) même en Overijssel et en Frise (Sneek). On comprend que le Rhin et la Meuse pouvaient déposer des éléments rocheux dans leurs régions riveraines, avant que le glacier scandinave, très lent dans sa formation et dans sa marche, n'ait pu nous céder des icebergs et des roches scandinaves.

Cependant à un niveau fort variable, non déterminable et dépendant de la distance aux rivières et des hauteurs qu'occupent les gravières, on distingue dans celles-ci un mélange de roches d'origines bien diverses : ardennaises, moséennes, vosgiennes, rhénanes, belges, suédoises, norvégiennes, bretonnes et normandes et le mélange des courants méridionaux, occidentaux et septentrionaux, en un mot, un véritable diluvium entremêlé, couvert dans le Nord par le diluvium scandinave, au Sud par le loess et partout ailleurs par le diluvium sableux. Nous divisons donc le diluvium des Pays-bas en « Diluvium scandinave » (Staring), qui est en partie baltique, puis « Diluvium entremêlé », que nous divisons encore en trois sous-divisions, d'après le courant principal qui a précédé à sa formation : (Diluvium rhéno-entremêlé, Diluvium moséo-entremêlé et Diluvium scandinavo-entremêlé) et enfin, en « Diluvium sablo-limoneux ». Ce n'est donc plus une hypothèse cette formation du diluvium entremêlé au moyen des courants moséen, rhénan, breton et scandinave, et cette formation d'un lac grâce à la barrière de glace, de quelque nature qu'elle fût, qui empêchait les eaux de se jeter dans le grand réservoir marin. Ainsi on explique le mélange des roches si diverses, les fausses stratifications, l'état confus et entremêlé des éléments et enfin les contre-courants nombreux.

Quant aux courants, qui ont donné naissance à tous ces éléments, on peut les suivre pas à pas à partir de leur source. Ainsi on trouve les roches cristallines vosgiennes, au plateau de Langres, à Charleville, à Balan, Mézières, Givet, Dave, Wépion près de Namur, Visé, Maestricht, Genk, Mil, Mook, etc., près de l'Entre-Waal et Meuse, où se ter-

minent nos recherches. Ainsi on observe les roches rhénanes à partir des Sept-Montagnes, près de Dusseldorf, Crefeld, Duisburg, Wesel, Calcar, Clèves, Nimègue, etc., jusqu'à la même région de l'Entre-Waal et Meuse, où est la limite de notre examen. Ainsi encore on observe les roches bretonnes et normandes sur les côtes de la Manche, au Pas de Calais, à Renaix, au large d'Ostende, à Oudenbosch et partout dans le Sud du pays, jusqu'à l'Entre-Meuse et Waal.

Ainsi enfin, on peut suivre les courants contraires du Nord, en partant, par exemple, du diluvium scandinavo-entremêlé dans la Veluwe à Gorkom, Zevenbergen, Oudenbosch, Rucphen, Gilzen, Hoogstraeten jusqu'à Gand, point par lequel passera notre nouvelle limite de la dispersion des blocs scandinaves. Nous ferons passer cette nouvelle limite par : *Bruges, Gand, Bruxelles, Louvain, Hasselt, Aix-la-Chapelle.*

Cette limite n'est pas hypothétique, elle correspond aux observations et aux faits réels. Elle est tracée 120 kilomètres plus bas que celle de Dumont, 100 kilomètres plus bas que celle de von Dechem et 75 kilomètres plus bas que celle d'Engelspach-Larivière. Les différents courants ont été donc bien constatés dans chaque phase diluvienne, dans tout le Sud des Pays-Bas et sur tout leur passage; leurs produits forment le diluvium entremêlé et le diluvium sablo-limoneux qui se relie entre eux par des passages réels.

Nous avons donc constaté dans le Sud de la Néerlande trois courants diluviens :

1° Le courant scandinave ou le *courant du Nord*, venu de la Suède et de la Norvège ;

2° Le courant rhéno-moséen ou le *courant du Sud*, venu des Vosges etc. et des contrées rhénanes ;

3° Le courant scaldisien-breton ou le *courant de l'Ouest*, venu de la Belgique et des côtes françaises.

Enfin M. Van Calker a constaté au Nord de la Néerlande un quatrième courant :

4° Le courant baltique ou le *courant de l'Est*, venu de la Finlande.

Nous ferons suivre cet exposé sommaire de notre travail, publié *in-extenso* dans les « Archives du Musée Teyler de Haarlem » d'un tableau synoptique, qui permettra au lecteur d'embrasser d'un seul coup d'œil toutes nos recherches nouvelles et l'ensemble de nos trouvailles récentes.

TABLEAU SYNOPTIQUE

des roches cristallines de transport

RECUEILLIES AU SUD DES PAYS-BAS.

DILUVIUM	Courant PRINCIPAL	RÉGIONS DILUVIENNES	PATRIES ORIGINAIRES	Noms et déterminations DES ROCHES CRISTALLINES	Provenances et localités	Gisements diluviens
É L É M E N T A I R E	M O S É E N	La partie méridionale du Limbourg et la province du Brabant-Septentrional	Belgique	Porphyre à biotite allongée	De Spa (1) Belgique	Fauquemont, Rothem, Amby, etc.
			Ardennes françaises	Porphyroïde schistoïde et compacte	De Mairus et Laifour (Ardennes)	Partout au Sud du Limbourg et dans le Brabant. Fauquemont, Berg.
				Porphyroïde à grands cristaux d'orthose	Tranchée du chemin de fer de Mairus (Ardennes)	Simpelveld, Smeermaas, etc.
			Diorites compactes	District de Revin (Ardennes)	Fauquemont, etc.	
			Amphibolites	Entre Revin et Deville "	Amby, Fauquemont, Rothem, etc.	
			Granulite rose à 2 micas	Saint-Amé (Vosges)	" " "	
			Granulite	Cascade de Géhard, Massif du Bambois	" " "	
			Granulite	Gérardmer, Route de la Bresse	" " "	
			Granulite à mica chloritisé	Saint-Nabord (Vosges)	" " "	
			Granulite grisâtre à 2 micas	Massif du Bambois (Vosges)	" " "	
			Granulite à biotite chloritisée	Entre Plombières et Remirémont (Bambois)	" " "	
			Granulite compacte rouge	Massif du Bambois entre Plombières et Remirémont.	Amby	
			Brèche orthopyrique	Vallée de Fresse entre Giromagny et Faucoy	Fauquemont	
			Microgranulite à grands orthoses	Raddon, Vallée de Fresses (Vosges)	"	
			Vosges	Granulites à grains fins	Vallée de la Semozette	Fauquemont, Amby, etc.
				Granulite amphibolique	Haut du Rhin (Vosges)	Amby, Rothem
			Vosges	Porphyre pétrosiliceux vacuolaire	Au bas d'Hérival Val d'Ajol	Lichtenberg, Schaesberg, etc.
				Porphyre pétrosiliceux compact violet	Au bas d'Hérival dans le Val d'Ajol	Fauquemont, Lichtenberg, etc.
			Argilolithe silicifiée à granulite enclavée	Val d'Ajol (Vosges)	Mil Schaik, etc.	
				Porphyre quartzifère rosé	Rupt (Vosges)	Lichtenberg, Mil, etc.
			Granulites	Entre Epinal et Plombières (Vosges)	Amby et Rothem	
				Granulite gneissique	Fréquent dans les Vosges	" " etc.
			Granulite grise à feldspath blanc	Entre Epinal et Plombières formant le sous-bassement des grès vosgiens	" " "	
Granulite rose à mica blanc	Dans les environs d'Epinal et Plombières	Amby et Scharn				
Morvan	Microgranulite à quartz dihexaédrique	Morvan	Fauquemont, Rothem, etc.			
	Granulite Gneiss fin	Commentry "	Amby			
Contrées rhénanes	Tuf porphyrique	Herzig près de Berncastel	Lichtenberg			
	Basalte grossier à leucite et périclase	Contrées rhénanes	Smeermaas			
Contrées rhénanes	Lave leucitique scoriacée	Niederending	Amby, Klein Haselt, etc.			
	Trachyte à sanidine	Drachenfels Sept-Montagnes	Fauquemont			
Contrées rhénanes	Conglomérat trachytique	Environs de Königswinter	Fauquemont			
	Granite riche en biotite	Reut, près de Gefrees	Amby, Rothem, Fauquemont			
Contrées rhénanes	Pierre ponce en petits fragments	Contrées rhénanes	Partout dans le Diluvien			
	Calcédoines des méla-phyes amygdaloïdes	Oberstein, etc.	" "			
Contrées rhénanes	Basalte à grains fins	Sept Montagnes	Fauquemont, etc.			
	Pierre-ponce (fragment dugilaire)	Contrées rhénanes	Fauquemont			
La partie méridionale du Limbourg et la Province du Brabant-Septentrional	Scan-dinavie	Hornblende syénite	Environs de Christiania	Amby		
		Syénite augitique	Christiania	Rothem		
La partie méridionale du Limbourg et la Province du Brabant-Septentrional	Scan-dinavie	Syénites postsiluriennes	Christiania	Amby, Rothem, etc.		
		Hällefinta à bandelettes caractéristiques de tourmaline	Suède	Fauquemont		
La partie méridionale du Limbourg et la Province du Brabant-Septentrional	Scan-dinavie	Hällefinta rouge porphyrique	Suède au-dessus du Jerngneiss	"		
		Gneiss fin comprimé	Hochgebirge de la Norvège	Amby		
La partie méridionale du Limbourg et la Province du Brabant-Septentrional	Scan-dinavie	Gneiss varié : gestrecht gneiss	Scandinavie	Rothem et Amby		
		Gneiss ocellé	Suède ou Norvège	Fauquemont		
La partie méridionale du Limbourg et la Province du Brabant-Septentrional	Scan-dinavie	Sparagmite grise	Norvège	Amby		
		Sparagmite rose	"	Fauquemont		
La partie méridionale du Limbourg et la Province du Brabant-Septentrional	Scan-dinavie	Porphyres bruns chocolatés	Elfdalen et Bredvord.	Amby, Mil, Rothem, Fauquemont, etc.		
		Porphyres bruns	Voisins de ceux de Gargberg	Amby, Mil, Rothem, Fauquemont, etc.		
La partie méridionale du Limbourg et la Province du Brabant-Septentrional	Scan-dinavie	Porphyre syénitique	Environs de Christiania	Amby, Mil, Rothem, Fauquemont, etc.		
		Porphyre sans quartz de couleur pâle	Grand massif porphyrique norvégien	Fauquemont, Rothem, etc.		
La partie méridionale du Limbourg et la Province du Brabant-Septentrional	Bretagne	Granite syénitique apophysaire	Fréquent au N. de la Bretagne	Amby		
		Microgranite apophyse de granite syénitique	Nord de la Bretagne	Rothem, Scharn, etc.		
La partie méridionale du Limbourg et la Province du Brabant-Septentrional	Bretagne	Gneiss fin gris fibreux	Massif armoricain, côtes du Nord	Smeermaas		
		Syénite granitique rose	Fréquent sur les côtes Nord de la Bretagne	Scharnderweg		
La partie méridionale du Limbourg et la Province du Brabant-Septentrional	Bretagne	Granite gris sale	Nord de la Bretagne	Fauquemont		
		Apophyse de granite syénitique	Bretagne	Amby		
La partie méridionale du Limbourg et la Province du Brabant-Septentrional	Bretagne	Granulite tourmalinifère	Roscoff en face de la Pointe de Blossom	Fauquemont		
		Aplite	Partout en Bretagne	"		
La partie méridionale du Limbourg et la Province du Brabant-Septentrional	Bretagne	Syénite porphyrique quartzifère	Nord de la Bretagne	Amby, Rothem, etc.		
		Apophyse de granite syénitique à cristaux grands rares dihexaédriques	Bretagne	Amby		
La partie méridionale du Limbourg et la Province du Brabant-Septentrional	Bretagne	Apophyse de granite syénitique	Nord de la Bretagne	Fauquemont		
		Granite gris	Commun en Bretagne	Amby		
La partie méridionale du Limbourg et la Province du Brabant-Septentrional	Bretagne	Pegmatite à mica blanc	Très commun sur les Côtes Nord de la Bretagne	Scharn		
		Granite à quartz dihexaédrique	Au nord de la Bretagne	Fauquemont		
La partie méridionale du Limbourg et la Province du Brabant-Septentrional	Bretagne	Apophyse syénitique	Nord de la Bretagne	Fauquemont		
		Porphyre quartzifère à Micropegmatite grossière	" " "	Amby		
La partie méridionale du Limbourg et la Province du Brabant-Septentrional	Normandie	Granite syénitique	En filons Rade de Mourbaix etc.	Amby, Fauquemont, etc.		
		Microgranulite	N. de la Bretagne et Normandie	Fauquemont		
La partie méridionale du Limbourg et la Province du Brabant-Septentrional	Normandie	Porphyre sphérolitique	Nord de la Bretagne	Amby		
		Granite rouge	Trégorrois	Rothem		
La partie méridionale du Limbourg et la Province du Brabant-Septentrional	Normandie	Quartz tourmalinifère communément associé aux filons de syénites	Normandie et côtes bretonnes	Amby		
		Apophyse de syénite granitique	Très commun sur les côtes N. de la Bretagne	Fauquemont		
La partie méridionale du Limbourg et la Province du Brabant-Septentrional	Normandie	Porphyrite verdâtre	Bretagne	Mil		
		Microgranulite fréquente en filons	Trégorrois	Schaik		
La partie méridionale du Limbourg et la Province du Brabant-Septentrional	Normandie	Granite à grains fins	Nord de la Bretagne, Rade de Brest, etc.	Mil		
		Porphyre rouge pétrosiliceux	Commun au N. de la Bretagne	Mil		
La partie méridionale du Limbourg et la Province du Brabant-Septentrional	Normandie	Porphyre quartzifère, d'âge devonien	Cambrien du Trégorrois	Mil		
		Granite à mica chloritisé	Nord de la Bretagne	Mil		
La partie méridionale du Limbourg et la Province du Brabant-Septentrional	Normandie	Granulite à tourmaline commune	Bretagne	Reek (Schaik)		
		Granite syénitique	Nord de la Bretagne	Mil		
La partie méridionale du Limbourg et la Province du Brabant-Septentrional	Normandie	Granite riche en feldspath	Bretagne	Schaik		
		Granite	Bretagne	Schaik		
La partie méridionale du Limbourg et la Province du Brabant-Septentrional	Normandie	Granite à grains fins commun	Bretagne	Mil		
		Granite	Nord de la Bretagne	Schaik		
Le nord du Limbourg et les environs de Nymègue (Gueldre)	Ardennes françaises	Porphyroïde compacte	de Mairus et Laifour	Mook		
		Porphyroïde schistoïde	des Ardennes françaises	Mook		
Le nord du Limbourg et les environs de Nymègue (Gueldre)	Ardennes françaises	Diorite compacte	du district de Révin et Deville	Mook		
		Amphibolite	au bas d'Hérival Val d'Ajol	Mook		
Le nord du Limbourg et les environs de Nymègue (Gueldre)	Ardennes françaises	Porphyre pétrosiliceux		Kwakkenberg (en face d'Ubbergen)		
		Porphyre quartzifère à petits cristaux	Münster			
Le nord du Limbourg et les environs de Nymègue (Gueldre)	Vosges	Granulite	Massif du Bambois	Mook		
		Porphyre quartzifère globuleux de couleur rose	Rupt (Vosges)	Mook		
Le nord du Limbourg et les environs de Nymègue (Gueldre)	Vosges	Argilolithe silicifiée	Dommartin	Mook		
		Gneiss fin granitique rose	Gérardmer	Mook		
Le nord du Limbourg et les environs de Nymègue (Gueldre)	Morvan	Microgranulite	St Just (Loire)	Kwakkenberg		
		Granulite à grains fins	Commentry Allier	Mook		
Le nord du Limbourg et les environs de Nymègue (Gueldre)	Morvan	Granulite	Commentry Allier	Mook		
Le nord du Limbourg et les environs de Nymègue (Gueldre)	Contrées rhénanes	Basalte à grains fins et à grandes lames de mica	Siebengebirge	Kwakkenberg		
		Basalte leucitique scoriacée	Veitskopf Lachersee	Mook		
Le nord du Limbourg et les environs de Nymègue (Gueldre)	Contrées rhénanes	Basalte compacte leucitique	Finkenberg lez Bonn	Kwakkenberg		
		Basalte leucitique	Oelberg Sept-Montagnes	Mook		
Le nord du Limbourg et les environs de Nymègue (Gueldre)	Contrées rhénanes	Granite blanc à cristaux caractéristiques de tourmaline	Heidelberg	Mook		
		Andésite amphibolique	Wolkenburg Sept-Montagnes	Kwakkenberg		
Le nord du Limbourg et les environs de Nymègue (Gueldre)	Contrées rhénanes	Dacite de couleur claire	Reichenau Sept-Montagnes	Kwakkenberg		
		Conglomérat trachytique	Environs de Königswinter	Mook		
Le nord du Limbourg et les environs de Nymègue (Gueldre)	Contrées rhénanes	Trachytes ou Sanydophyre	Sept-Montagnes	Mook		
		Méla-phyes ou plutôt les calcédoines zonées des méla-phyes amygdaloïdes	Oberstein, etc.	Mook, Ubbergen, etc.		
Le nord du Limbourg et les environs de Nymègue (Gueldre)	Scandi-navie	Porphyre fort commun	Massif porphyrique de la Norvège	Mook		
		Granite gneissique gris à mica noir localisé	Suède	Mook		
Le nord du Limbourg et les environs de Nymègue (Gueldre)	Scandi-navie	Porphyre brun chocolaté	Elfdalen	Kwakkenberg		
		Porphyre syénitique	Environs de Christiania	Mook		
Le nord du Limbourg et les environs de Nymègue (Gueldre)	Scandi-navie	Granite pegmatoïde pauvre en mica à structure graphique	Scandinavie?	Mook		
		Diabase	Scandinavie?	Mook		
Le nord du Limbourg et les environs de Nymègue (Gueldre)	Scandi-navie	Gneiss feuilleté très micacé	Nombreux filons en Norvège	Kwakkenbergen face d'Ubbergen		
		Pegmatite à mica blanc	Scandinavie?	Mook		
Le nord du Limbourg et les environs de Nymègue (Gueldre)	Bretagne	Granulite feuilletée leptynique	Très commune partout en Bretagne	Mook		
		Microgranulite cambrienne	Trégorrois	Kwakkenberg (Ubbergen)		
Le nord du Limbourg et les environs de Nymègue (Gueldre)	Bretagne	Porphyrite cambrienne	Paimpol N. de Bretagne	Kwakkenberg (Ubbergen)		
		Cornaline très caractéristique des tufs porphyritiques	Lézardrieux dépiés des Côtes du N.	Kwakkenberg		
Le nord du Limbourg et les environs de Nymègue (Gueldre)	Bretagne	Porphyrite	Lanmeur, près de Morlaix	Mook		
		Granulite mouchetée de tourmaline	Nord de la Bretagne	Kwakkenberg		
Le nord du Limbourg et les environs de Nymègue (Gueldre)	Bretagne	Porphyrite cambrienne	Trégorrois	Mook		
		Porphyrite brun-foncé compacte	Trégorrois	Kwakkenberg		
Le nord du Limbourg et les environs de Nymègue (Gueldre)	Normandie	Apophyse de granite syénitique	Bretagne	Mook		
		Granite apophysaire	Nord de la Bretagne	Mook		
Le nord du Limbourg et les environs de Nymègue (Gueldre)	Normandie	Microgranulite	Nord de la Bretagne	Mook		
		Granite d'âge postérieur aux autres	Nord de la Bretagne	Kwakkenberg		
Le nord du Limbourg et les environs de Nymègue (Gueldre)	Normandie	Apophyse de granite	Bretagne	Mook		
		Granite à grains fins	Bretagne	Kwakkenberg		
Le nord du Limbourg et les environs de Nymègue (Gueldre)	Normandie	Granite syénit, apophysaire fréquent	Côtes Nord de la Bretagne	Mook		
		Granite syénitique	Nord de la Bretagne	Mook		
Le nord du Limbourg et les environs de Nymègue (Gueldre)	Normandie	Diorite schistoïde	Bretagne	Mook		
			Côte de Lannion	Kwakkenberg		
Le Nord du Limbourg et le Brabant-Septentrional	Ardennes françaises	Porphyroïde troué par M. Delvaux	Mairus et Laifour	Bree		
		Granulite blanchâtre à grains fins	St Etienne lez Remirémont	Oudenbosch		
Le Nord du Limbourg et le Brabant-Septentrional	Vosges	Granite amphibolique	Haut du Rhin	Oudenbosch		
		Porphyre quartzifère	Münster (Nahethal)	Oudenbosch		
Le Nord du Limbourg et le Brabant-Septentrional	Contrées rhénanes	Porphyrite amygdaloïde calcédonieux	Idar	Environs d'Oudenbosch		
		Tuf méla-phérique	Contrées rhénanes	Hoogeloon		
Le Nord du Limbourg et le Brabant-Septentrional	Bretagne et Normandie	Granite à grains fins	Bretagne	Oudenbosch		
		Microgranulite	Nord de la Bretagne	Oudenbosch		
Le Nord du Limbourg et le Brabant-Septentrional	Bretagne et Normandie	Granite syénitique	Cambrien du Trégorrois	Oudenbosch		
		Granite syénitique	Nord de la Bretagne	Oudenbosch		
Le Nord du Limbourg et le Brabant-Septentrional	Bretagne et Normandie	Granite syénitique	Nord de la Bretagne	Oudenbosch		
Le Nord du Limbourg et le Brabant-Septentrional	Bretagne et Normandie	Kombenporphyre	Tyveholmen	Environs d'Oudenbosch		
		Granite (grand erratique)	Scandinavie	Gastel		
Le Nord du Limbourg et le Brabant-Septentrional	Bretagne et Normandie	Syénite rouge	Environs de Christiania	Environs d'Oudenbosch		
		Syénite brune	Bolerne Christianiafjord	Environs d'Oudenbosch		
Le Nord du Limbourg et le Brabant-Septentrional	Bretagne et Normandie	Syénite éléolitique	Christiania	Environs d'Oudenbosch		
		Syénite zirconienne	Laurvig ou Brevig	Environs d'Oudenbosch		
Le Nord du Limbourg et le Brabant-Septentrional	Bretagne et Normandie	Amphibolite	Røken	Environs d'Oudenbosch		
		Diabase en nombreux filons	Mossen	Environs d'Oudenbosch		
Le Nord du Limbourg et le Brabant-Septentrional	Bretagne et Normandie	Norite	Norvège	Environs d'Oudenbosch		
		Granite	Hitteroë	Environs d'Oudenbosch		
Le Nord du Limbourg et le Brabant-Septentrional	Bretagne et Normandie	Granite amphibolique	Snarum	Environs d'Oudenbosch		
		Gneiss rouge	Upsala	Environs d'Oudenbosch		
Le Nord du Limbourg et le Brabant-Septentrional	Bretagne et Normandie	Granite gneissique	Suède	Gilzen		
		Augneiss	Suède	Gilzen		
Le Nord du Limbourg et le Brabant-Septentrional	Bretagne et Normandie	Granite amphibolique micacé	Suède ou Norvège	Oudenbosch		
		Porphyre brun	Elfdalen	Oudenbosch		
Le Nord du Limbourg et le Brabant-Septentrional	Bretagne et Normandie	Gneiss rougeâtre	Elfdalen	Oudenbosch		
		Granite rouge	Suède	Oudenbosch		

R H É N O - M O S É E N