

SUR L'ORIGINE

DES

VALLÉES DU LIMBOURG HOLLANDAIS

PAR

Casimir Ubaghs.

J'ai fait remarquer, dans ma « Description du sol du Limbourg, » 1879, l'énorme discordance des couches crétacées sur la rive droite et sur la rive gauche de la vallée de la Geul. Près de Fauquemont, entre le tufeau à silex gris (division inférieure du Maestrichtien) de la rive gauche de la Geul et celui de la rive droite, il existe une différence d'environ soixante-dix mètres. La craie du Schaasberg apparaît près de Fauquemont sur une épaisseur d'à peu près 50 mètres; elle forme les hauteurs sur la rive droite de la vallée de la Geul et elle y est recouverte par le tufeau à silex gris qui forme, pour ainsi dire, le plateau du Schaasberg. Il y a, sous le rapport de la disposition des couches, une différence notable entre la rive droite et la rive gauche de la vallée, (laquelle ne dépasse pas en cet endroit 6 à 700 mètres de largeur) car, au monticule supportant les ruines de l'ancien château de Fauquemont, on voit l'assise supérieure du Maestrichtien, avec les deux couches à bryozoaires, le tufeau exploitable, et vers la base, le tufeau à silex gris : donc une différence de niveau des couches entre les rives gauche et droite de la vallée d'environ 70 mètres. Il résulte de là qu'il existe, près de Fauquemont, une faille, dans la roche crétacée, qui a produit cette discordance considérable.

J'ai signalé dans l'intérieur des galeries de Fauquemont, en un endroit nommé « Klauwpijp », une fente d'une largeur de 15 à 20 centimètres, traversant le tufeau presque verticalement. Les parois de la

faille sont par places striées et comme polies; l'intervalle entre les parois de la faille était rempli de fragments de silex gris et de tufeau que la fente traverse; de même, plusieurs de ces fragments étaient comme polis et striés d'un côté, par l'effet du frottement qui a eu lieu quand la fente s'est produite. Du côté sud de la fente on voit le tufeau à silex gris montrant quatre bancs de silex; ces bancs deviennent plus nombreux dans la direction méridionale, où on a constaté le tufeau à silex gris sur une épaisseur de 10 à 12 mètres; du côté opposé le silex gris manque et on ne voit que le tufeau sans silex, division supérieure du Maestrichtien. Donc, la division inférieure du tufeau à silex gris s'est ici soulevée par rapport à la partie supérieure ou tufeau exploitable sans silex.

Derrière la fente, côté sud, j'ai fait faire un puits: après avoir traversé 3 à 4 mètres de tufeau à silex gris, on a trouvé le calcaire de Schaasberg. Ces faits dénotent de la manière la plus évidente l'action mécanique du soulèvement. Un soulèvement vertical a dérangé la craie de Schaasberg de sa position primitive et l'a fait remonter en discordance.

Ces observations, publiées dans l'ouvrage précité (p. 124, *op. cit.*), acquièrent un intérêt beaucoup plus grand si l'on peut indiquer le prolongement de cette faille; but du présent travail.

Si nous suivons, depuis Fauquemont, le cours de la Geul vers l'ouest, où elle se jette, entre Meerssen et Weert, dans la vallée de la Meuse, près de Bromelen, nous remarquons sur la rive gauche de la Geul, depuis Fauquemont par le Plenkert, vis-à-vis de la brasserie Ditman-Sauerländer, le long des escarpements des hauteurs vers Geulem, à Geulem, plus loin vers le Meerssenerbroeck, au Meerssenerbroeck vis-à-vis de Meerssen, partout enfin, sur la rive gauche de la vallée, la partie supérieure du Maestrichtien, avec son niveau à Bryozoaires bien développé.

Le tufeau supérieur, au-dessus des couches à Bryozoaires, n'est nulle part plus développé, plus épais qu'entre Geulem et le Meerssenerbroek. La puissance au-dessus du niveau à Bryozoaires peut être de 12 à 16 mètres. Ce tufeau est d'une couleur blanc-grisâtre; il est quelquefois friable, à structure oolithique, alternant avec des bancs durcis et fendillés et des concrétions dures lenticulaires. Les bancs durcis contiennent une quantité de fossiles à l'état de moules et d'empreintes comme *Leopista*, *Arca*, *Nucula*, *Pectunculus*, *Cardita*, *Venus* et des Gastropodes: *Aporrhais Limburgensis*, et *Ammonites peder-nalis*, qui me paraissent caractéristiques de ce niveau car jamais je ne les ai rencontrés plus bas. Dans la partie supérieure de ce tufeau se

trouve une couche de 10 à 15 centimètres d'épaisseur: c'est la couche à *Cidaris Hardouini*, elle est blanc-grisâtre, friable, contient en masse des piquants de *Cidaris Hardouini*, plus *Pentagonaster quinqueloba*, *Moltkea Isis*, *Pavonaria Delanouei*, *Pyrgopolon mosæ*, *Crania Hagenau*, *Thecidium hieroglyphicum*, *Thecidium vermiculare*, *Mitella lythotrioides*, de petites dents des poissons, de menus Bryozoaires isolés, et des Foraminifères. Cette couche se différencie pétrographiquement et paléontologiquement d'avec une couche pareille, la plus supérieure des environs de Fauquemont, visible dans une localité appelée « Proen » entre Fauquemont et Sibbe.

En dessous de ces 16 mètres du tufeau vient le niveau à Bryozoaires sur une épaisseur de 4 à 5 mètres; ensuite le tufeau se montre jusqu'au niveau de la Geul, sur 9 mètres environ. Nous avons donc entre Geulem et Meerssener-Broek la division supérieure du Maestrichtien la plus développée sur une épaisseur d'environ 30 mètres au-dessus du niveau de la Geul. Les hauteurs de la rive droite de la vallée, — laquelle peut avoir une largeur de 5 à 600 mètres — sont formées par des sables tertiaires (Tongrien supérieur), du gravier et du limon. Nulle part le long des escarpements de la rive droite, depuis Fauquemont, Saint-Gerlag, Houthem et Meerssen, ne vient affleurer la division supérieure du tufeau, qui a, sur la rive gauche, une puissance de 30 mètres au-dessus du niveau de la Geul.

Nous devons au dégel de l'hiver 1890-91 la découverte très précieuse des faits dont nous allons nous occuper.

La masse d'eau torrentielle causée par la fonte des neiges se précipitant le long des flancs inclinés des hauteurs de la vallée de la Geul, pour se jeter dans la vallée, fit sortir la rivière de son lit et transforma toute la vallée en une immense nappe d'eau. En dessous de Meerssen, entre Meerssen et Houthem, à Herkenbergh, lieu où à l'époque romaine existait une villa romaine, dont on a exhumé les fondations depuis une trentaine d'années — (ce lieu est situé dans la proximité de la ligne du chemin de fer de Maestricht à Aix-la-Chapelle) — des torrents d'eau descendant des hauteurs de Raren sur la rive droite de la vallée de la Geul, provoquèrent, sur la voie ferrée, un éboulement. L'eau creusa le terrain meuble de la voie, puis se jeta dans une espèce d'antré ou de caverne.

Le service des trains dut être interrompu en ce point, l'excavation souterraine dans laquelle l'eau s'est jetée étant tellement grande que l'administration du Grand-Central Belge a dû y enfouir de 35 à 40 wagons de gravier pour la boucher. On avait remarqué qu'on était en présence d'une espèce de grotte ou de cave dans la roche crétacée; l'eau,

après avoir creusé le terrain meuble de la voie, y avait probablement rencontré un des puits verticaux (orgues géologiques), qui ne sont pas rares dans la partie supérieure du tufeau, pour la conduire dans l'excavation. Tout d'abord le bruit se répandit qu'on avait trouvé des caveaux ou couloirs en communication avec la villa romaine, mais en réalité il n'y a pas la moindre communication entre ces excavations et la villa romaine d'Herkenberg.

A l'époque de la construction de la voie ferrée de Maestricht à Aix-la-Chapelle, on n'avait pas trouvé, sur la rive droite de la vallée de la Geul, entre Meerssen et Fauquemont, la moindre trace des roches crétacées. A cet endroit le gravier et le limon descendus par de fortes pluies des flancs rapides des hauteurs de la rive droite de la vallée, s'étaient accumulés pendant des siècles au bas dans la plaine de la vallée de la Geul, et avaient recouvert, d'une couche de quelques mètres de matières meubles, la roche crétacée qui s'y trouvait.

A l'époque de la construction du chemin de fer, la voie n'a pas été descendue en cet endroit jusqu'à la roche crétacée, de sorte qu'on ignorait complètement sa présence.

Pour éviter les risques d'autres éboulements, l'administration du Grand-Central Belge a engagé le corps du génie militaire hollandais, pour faire des recherches en règle et voir s'il se trouvait encore d'autres excavations le long de la ligne, pouvant provoquer du danger pour la voie ferrée. Une compagnie, sous la direction d'un capitaine, y a travaillé pendant six mois. Ces mineurs ont encore trouvé un certain nombre de cavernes dans la craie. Par ces recherches on a donc constaté que la roche crétacée se trouve à une profondeur de 4 mètres en dessous de la voie ferrée.

Je dois à l'obligeance de M. H. Coenegracht, ingénieur au chemin de fer Grand-Central Belge, ces renseignements ; en outre, il a eu la bonté de m'accompagner et de me montrer ces cavernes souterraines dans tous leurs détails ; peine pour laquelle il m'est agréable de lui exprimer ici toute ma reconnaissance.

La première grande excavation qui a provoqué l'éboulement se trouvait en dessous de la ligne ferrée ; on a bouché cette caverne avec une quarantaine de wagons de gravier, comme il a été indiqué. Après cela les mineurs ont fait, le long de la voie ferrée, une huitaine de puits verticaux, depuis le gravier jusqu'à la profondeur de 8 mètres. La craie tufeau se trouvait à 4 mètres de profondeur en dessous de la voie du chemin de fer ; elle était directement recouverte par le gravier, entremêlé d'une argile brun noirâtre. A la profondeur de 8 mètres, on a fait de petites galeries de recherche et on a trouvé un puits, autour

duquel s'ouvraient, en forme de cercle irrégulier, une dizaine d'excavations artificielles. (Voir fig. I, p. 157.)

On constate que les excavations ont été taillées exclusivement au pic dans la roche crétacée; nulle part on ne remarque de trace de scie, instrument employé à une période assez récente pour l'exploitation du tufeau. Les excavations ont en général une profondeur de 3 mètres, sur une largeur et une hauteur de 2^m,50. Les voûtes sont semi-circulaires, finissant en cul-de-four. Outre celles-ci, on a trouvé encore plusieurs cavernes, même plus grandes, en communication, en dessous de la voie ferrée, qui sont soigneusement bouchées actuellement.

Les cavernes sont taillées dans la partie supérieure de la craie tufeau qui contient ici, comme sur la rive gauche de la Geul, entre Geulem et Meerssenerbroek, des concrétions calcaires très dures et des bancs clivés plus ou moins verticalement. La partie du tufeau dans laquelle se trouvaient les cavernes est en partie décomposée, d'une couleur grisâtre, très humide et friable; le gravier se montre en beaucoup de points dans la voûte des cavernes, quelquefois entremêlé avec le tufeau friable. Dans une des excavations se voit aussi un petite orgue géologique. On doit attribuer la décomposition partielle du tufeau à l'infiltration lente de l'eau atmosphérique, chargée plus ou moins d'acide carbonique, dissolvant peu à peu le carbonate de chaux du tufeau. De l'autre côté, la Geul, qui coule à 40 mètres de là, est au même niveau que le fond des cavernes, qui se trouvent à une profondeur de 8 mètres. Au temps des fortes eaux, la Geul entre dans ces souterrains, car on peut remarquer à l'intérieur les traces du niveau de l'eau qui y a séjourné jusqu'à la hauteur de 1 à 1^m,50; ce qui ne peut que favoriser la décomposition du tufeau; aussi les anciens mineurs qui ont taillé ces cavernes avaient-ils pris la précaution de faire leurs excavations en cul-de-four et pas trop grandes à cause de la fragilité de la roche crétacée.

Cette remarquable exploitation souterraine a été faite dans le but de se procurer les rognons et les bancs durcis du tufeau, appelé par nos ouvriers actuels : *Heert*, et qui se trouvent en masse dans la partie supérieure de la craie tufeau.

M. l'abbé J. Habets a découvert en 1865, tout près de cet endroit, la villa Belgo-Romaine de Herkenbergh (voir sa description dans les *Publications de la Société Historique et Archéologique dans le Duché du Limbourg*, tome VIII, p. 379-428); il a indiqué dans son intéressante notice, sur quelques découvertes d'antiquités dans le Duché du Limbourg, tome III, *op. cit.*, p. 211, qu'on a, dans les constructions romaines de nos contrées, employé la couche durcie du tufeau, il dit même « les Romains se sont contentés de prime abord d'employer la

couche durcie, qui peut très bien s'accommoder au petit appareil, genre de construction que les Romains ont choisi de préférence dans nos contrées ; dans les villas de Rondembosch et de Herkenbergh, nous ne retrouvâmes dans la construction des murs d'autres matériaux que la seule pierre de tuf de Berg et quelques tuiles. » A cette occasion, j'ai classé, pour M. Habets, quelques-unes des pierres ayant servi à la construction de la villa Herkenbergh, d'après leurs caractères paléontologiques ; leurs fossiles étaient caractéristiques des bancs durcis de la partie supérieure du tufeau de Geulem.

Il n'y a pas de doute que l'exploitation des souterrains au Herkenbergh a été faite à l'époque romaine, dans le but de se procurer des matériaux, consistant dans les concrétions dures de la craie tufeau, pour la construction de la villa romaine, où ces mêmes matériaux ont été retrouvés. Ce fait nous donne avec certitude la première preuve de l'exploitation souterraine de la craie tufeau par les Romains ; donc, nous avons dans ces cavernes une exploitation souterraine romaine unique dans son genre dans nos contrées.

On n'a rien trouvé dans ces excavations, pas le moindre ustensile, pas de traces de feu ; ce qui exclut l'idée qu'elles peuvent avoir servi comme habitation de l'homme, ainsi on en trouve encore aujourd'hui sur la rive gauche de la vallée à Geulem (1).

(1) La rencontre dans le Limbourg néerlandais d'habitations primitives, est démontrée par le fait que, sur le plateau de la rive droite de la vallée, à Nuth, à 7 kilomètres de Meerssen, où le limon présente une épaisseur de vingt mètres, le propriétaire M. Weustenraad avait dans une prairie, derrière sa maison, une élévation de quelques mètres ; en voulant niveler la prairie, on attaqua cette gibbosité. Après l'avoir abaissée d'un mètre et demi, on tomba dans une excavation creusée dans le limon en forme de pain de sucre, d'une hauteur de 2 mètres et de 2^m,50 de diamètre. Au milieu de ce trou se trouvait un foyer, composé de plusieurs pierres brutes, mais plus ou moins disposées en cercle ; la surface de ces pierres et les jointures étaient brûlées et noircies ; on a trouvé aussi un conduit pour la fumée, creusé dans le limon et dont les parois étaient noircies. Les pierres ayant servi pour le foyer étaient, pour la plus grande partie, de la lave de Niedermendig, dont j'ai conservé un fragment. J'ai remarqué aux environs de Nuth plusieurs morceaux de cette lave, semblant se trouver à l'état erratique dans le terrain du transport.

Cette excavation a été habitée par l'homme, mais M. Weustenraad m'a assuré qu'on n'avait rien trouvé que le foyer. Pour moi c'est une de ces rares habitations primitives appelées *Leemhütten*, rencontrées dans plusieurs contrées de l'Allemagne et c'est grand dommage que la trouvaille ait été faite par des paysans, qui n'ont fait aucun cas de ce trou des « Auvermannetjes ».

Ces indications m'ont été données par des membres de la famille qui ont travaillé à ce nivellement et n'ayant malheureusement pas la moindre notion de l'importance d'une trouvaille pareille, unique jusqu'à présent pour notre province. Les pierres dont était composé le foyer étaient conservées par eux, et j'ai pu les voir.

La partie supérieure de la craie tufeau, trouvée en dessous de la voie de chemin de fer à Herkenbergh, entre Meerssen et Houthem, est de couleur blanc grisâtre, à structure, plus ou moins oolithique, peu cohérente, quelquefois friable, alternant avec des bancs durs fendillés, et quantité de concrétions calcaires. Dans la partie friable j'ai trouvé dans une poignée de tufeau les fossiles suivants :

Ostrea vesicularis, minor., Bosq. fragm.

Thecidium vermiculare, Davids.

Pyrgopolon mosæ, Montf.

Pentagonaster quinqueloba, Goldf. sp.

Cidaris Faujasi, Desor.

Moltkea Isis, Steenstr.

Pavonaria Delanoui, Edw. Haim.

Eschara amphiconica, Hag.

» *rhombea*, »

Entalophora madreporacea, Goldf. sp.

» *rustica*, »

» *nana*, »

» *virgula*, »

Escharites distans, »

Idmonea lichenoides, Goldf.

» *vseudo disticha*, Hag.

» *lineata*, »

» *dorsata*, »

Vincularia procera, »

» *bella*, »

» *canalifera*, »

Lunulites Goldfussi »

Dentalina communis, d'Orb.

» *monile*, Hag.

Glandulina cylindracea, Reuss.

Textularia conulus, »

Cristellaria rotulata, Lamk.

Rosalina ammonoides, Reuss.

Les Bryozoaires, comme les autres fossiles, ne se trouvent pas en couche comme au niveau à Bryozoaires, mais isolés dans la masse du Tufeau friable blanc grisâtre.

Dans les bancs durs de Herkenbergh, j'ai observé des excavations provenant des lithophages, comme on en trouve dans les mêmes bancs sur la rive gauche près de Geulem.

FIG. I. Coupe de la Vallée de la Geul, entre Geulem et Meerssen.

Rive gauche, près Geulen

Rive droite, près Meerssen



S.O.

N.E.

Le diagramme de la vallée de la Geul entre Meerssen et Houthem vers Geulem, représenté par la figure I ci-dessus, nous montre, sur les rives gauche et droite de la vallée :

- A. Le limon recouvrant les plateaux ;
- B. Le gravier moséen ;

C. Sable tertiaire (Tongrien supérieur) qui a, sur la rive droite entre Meerssen et Houthem, une épaisseur considérable d'environ 20 m. Ils contiennent vers leur milieu une couche d'argile bleuâtre C', de plusieurs mètres. Il y a quelques années, on a exploré cette argile par un puits ; à cette époque j'ai plusieurs fois visité cette exploration ; dans les sables fins gris verdâtres quartzeux, quelquefois un peu jaunâtres par l'oxyde de fer, contenant très peu de glauconie, en contact avec l'argile et dans la partie supérieure de cette argile, j'ai recueilli les fossiles suivants :

- Cerithium elegans*, Desh.
- » *plicatum*, Lamk.
- » *Galeotti*, Nyst.
- Cyrena semistriata*, Desh.
- Cyprina incrassata*, Nyst.
- Corbula triangula*, Desh.
- » *pisum*, Sow.

La plus grande partie des fossiles renfermés dans l'argile était en fragments et brisés.

Sur la rive gauche de la Geul, ces sables gris jaunâtres se trouvent avec une épaisseur de 1^m,50 à 2 mètres au-dessus du tufeau ; ils ont pourtant, sur le plateau vers Berg, une épaisseur beaucoup plus considérable.

D. Tufeau de couleur blanc grisâtre, friable, à structure plus ou moins oolithique, traversé par des bancs durs fendillés avec rognons ou concrétions calcaires très dures. La masse de ce tufeau supérieur est pétrographiquement et paléontologiquement identique à la partie friable du tufeau sur la rive gauche D, entre Geulem et Meersener-Broek, qui se trouve en ce point, à une trentaine de mètres au-dessus du niveau de la Geul, tandis que près de Meerssen ce tufeau se trouve à deux mètres seulement au-dessus de la rivière.

La partie E, sur la rive gauche, est le niveau à Bryozoaires.

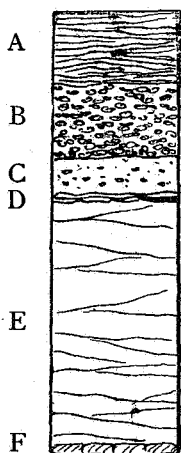
F est le tufeau exploitable. Le niveau à Bryozoaires E et le tufeau exploitable F ne sont pas visibles dans les cavernes de Herkenbergh, rive droite de la Geul. Il y a donc ici, entre la rive droite et la rive gauche de la vallée, qui peut avoir une largeur de 500 mètres, une discordance des couches crétacées d'au moins 28 mètres.

La faille qui, près de Fauquemont, a provoqué une énorme discordance, par le soulèvement de la craie du Schaasberg et le tufeau à silex gris qui lui est superposé, à la hauteur de 70 mètres, se retrouve donc près de Meerssen, avec cette différence que, près de Fauquemont, le soulèvement des couches a eu lieu sur la rive droite de la vallée, tandis qu'à 8 kilomètres de là, près de Meerssen, la rive droite de la vallée s'est abaissée, et la rive gauche, depuis Fauquemont jusqu'à Geulem Meersener-Broek est restée dans sa position normale. Ces énormes et brusques dénivellations, qu'on peut suivre depuis le Schaasberg, de Fauquemont vers l'ouest, dans toute la vallée de la Geul — car on n'aperçoit nulle part sur la rive droite de la vallée affleurer la partie supérieure de la craie tufeau, si bien développée sur la rive gauche de la Geul — ne peuvent être attribuées à une oscillation lente du sol, mais, d'après notre opinion, à une pulsation énergique.

Cette faille, que nous nous proposons d'appeler « Faille de la vallée de la Geul », s'étend plus loin que Meerssen jusque dans la vallée de la Meuse. Nous avons eu l'occasion de constater cette discordance du tufeau entre les rives gauche et droite de la vallée, à la papeterie de MM. Tielens-Schrammen, située à deux kilomètres de Meerssen, vers Maastricht, dans la vallée de la Meuse.

La Geul passe tout près de la papeterie; en 1887, les propriétaires ayant besoin d'eau claire et pure pour leur fabrication, avaient prié un hydrologue français de leur indiquer des sources. Après de vains efforts tentés pendant quatre semaines, le praticien quitta le champ de ses recherches hydrologiques sans avoir obtenu un résultat de quelque importance. Le fait s'explique aisément, car il s'était borné à des recherches dans le terrain meuble alluvial de la plaine entourant l'éta-

blissement, et il n'est donc pas étonnant qu'il n'ait trouvé qu'une eau impure, impropre à la fabrication. Après le départ de l'hydrologue, les propriétaires de l'établissement se sont décidés à faire des puits sur la rive droite de la Geul, ils sont venus ensuite me consulter, et pendant les forages, j'ai pu constater les superpositions suivantes :



A. Limon, sables et argile, terrain alluvial, 4 m.;

B. Gravier de la Meuse, 4 m.;

C. (1) Craie tufeau blanc-grisâtre, en partie friable, mêlée dans sa partie supérieure, de quelques petits fragments de quartz roulé provenant du gravier superposé à la craie, 2 m.;

D. Banc dur fendillé, 0^m, 15;

E. Tufeau traversé par des bancs durs et concrétions calcaires, caractère pétrographique et paléontologique identique à la partie supérieure du tufeau de Herkenberg et entre Geulem et Meersener-Broek, rive gauche de la Geul, 14 m.;

F. Banc dur siliceux, 0^m, 50.

Dans une poignée de tufeau friable de la partie supérieure, après l'avoir soigneusement lavé et tamisé, j'ai trouvé les fossiles suivants :

Argiope Faujasi, Bosq.

Cidaris Faujasi, Desor.

Pentagonaster quinqueloba, Goldf. sp.

Pavonaria Delanoui, Edw. et Haim.

Idmonea lineata, v. Hag.

» *pseudo-disticha*, v. Hag.

» *lichenoides*. Goldf.

Osculipora repens. Hag. sp.

Spiropora verticillata, Goldf. sp.

Vincularia procera, v. Hag.

« *bella*, »

Defrancia diadema, Goldf.

Eschara amphiconica, v. Hag.

Nodosaria Zippei, Reuss.

Dentalina communis, d'Orb.

» *monile*, v. Hag.

(1) M. Binkhorst ajoute en note dans son *Esquisse géologique*, p. 224, que dans un forage on n'avait pas encore percé la craie tufeau à Weert, vallée de la Meuse, à la fabrique de Tielens-Schrammen, à la profondeur de 83 mètres. Cela doit être une erreur, car on y a trouvé la craie tufeau à la profondeur de 8 mètres.

Glandulina cylindracea, Reuss.
Polymorphina proteus, Beissel.
Cristellaria rotulata, Lamk.
Rosalina ammonoides, Reuss.
Rotalia Kahlebergensis, d'Orb.
Textularia conulus, Reuss.
 » *Partschii*, »
Virgulina tegulata, »
Calcarina calcitrapoides, Bronn. sp.
Citherella ovata, Roem.
Pyrgopolon mosæ, Montf.
Serpula subtorquata, Schloth.

Dans les bancs durs, j'ai rencontré : *Ostrea vesicularis*, var. *minor*. Bosq. et *Nucula* sp.

A la profondeur de 6 mètres dans le gravier on a rencontré la première nappe aquifère, constituée par une eau plus ou moins marécageuse. Les deux puits qu'on a forés dans la craie tufeau jusqu'à la profondeur de 14 mètres (profondeur totale en dessous du sol 22 mètres), ont fourni une colonne d'eau de 5 à 6 mètres, pure et claire comme du cristal.

On a donc trouvé ici, à la profondeur de 8 mètres en dessous du sol de la vallée, la partie supérieure de la craie tufeau qui, entre Geulem et Meersener-Broek, sur l'autre rive de la Geul, mesure 30 mètres d'épaisseur au-dessus du niveau de la Geul. Ce fait montre l'énorme discordance des couches crétacées, qui peut ici s'évaluer à 38 mètres.

Quelle que soit la manière dont ce phénomène s'est passé, qu'il y ait eu soulèvement et abaissement simultané ou seulement un des deux mouvements, il y a eu nécessairement un changement de niveau entre les deux rives de la vallée; ou entre les deux côtés de la faille et par conséquent élévation d'un des côtés par rapport à l'autre. Les cavités produites par les fractures du sol, ont tracé la voie que les eaux devaient suivre pour s'écouler; telle est l'origine de la vallée de la Geul, élargie par les courants d'eaux à l'époque tertiaire et diluviale.

Il me paraît qu'il y a deux plis dans la vallée de la Geul: un qui a, en dessous de Fauquemont, soulevé la craie de Schaasberg sur la rive droite de la Geul, et qui a provoqué la discordance entre les rives droite et gauche de la vallée; l'autre plus vers l'ouest, à 8 ou 10 kilomètres de Fauquemont, qui a provoqué les enfoncements de la rive droite et a laissé intacte la rive gauche de la vallée depuis Fauquemont jusqu'en dessous de Meerssen. On peut donc comprendre la vallée de la Geul dans la catégorie des *vallées de failles*.

Plus loin que Fauquemont, dans la vallée de la Geul, nous voyons sur la rive droite de la vallée, près de la station de Wylré, au Kriekelenberg, le calcaire de Kunraed (Sénonien supérieur du Limbourg); ce dépôt est visible sur une épaisseur de 15 à 20 mètres, à l'altitude de 160 mètres, tandis que nous trouvons sur la rive gauche opposée, entre Berghoven et Keutenberg, la craie marneuse à silex noirs — qui doit se trouver en dessous du calcaire de Kunraed — à la même altitude; donc voici encore constatée une nouvelle discordance considérable des couches crétacées entre les deux rives de la vallée de la Geul, près de Wylré.

J'ai déjà indiqué, dans mon mémoire de 1879, *op. cit.*, que la craie blanche à silex noirs et la craie sans silex ont été soulevées de leur position horizontale avant que le tufeau de Maestricht se fût déposé. En effet, tant à la montagne de Saint-Pierre que sur la rive droite de la Meuse, on peut observer une inclinaison assez prononcée de la craie à silex noirs et sans silex du S.-O. au N.-E. Près du village de Saint-Pierre, on voit affleurer la craie blanche avec quelques bancs de silex noirs sur une épaisseur de quelques mètres au-dessus du niveau de la Meuse; à partir de ce point l'épaisseur augmente au fur et à mesure qu'on se dirige le long du canal qui va de Maestricht à Liège dans la direction S.-O., de sorte qu'à Lanaye, à 6 kilomètres plus loin au sud, la craie à silex noirs atteint une altitude de 50 mètres au-dessus du niveau de la Meuse et 100 mètres au-dessus de la mer. Dans cette direction sud, le tufeau de Maestricht, avec sa partie inférieure le tufeau à silex gris, se trouve dans sa position horizontale sur la craie à silex noirs, dont il est séparé par la mince « couche à coprolithes » qui forme pour ainsi dire, à la montagne de Saint-Pierre, la couche de transition de la craie blanche sénonienne au tufeau maestrichtien. Il a dû, par conséquent, par le soulèvement du dépôt sous-jacent, se former un bassin, qu'a rempli la mer maestrichtienne, qui nous a laissé le tufeau comme son dépôt final.

Nous figurons (voir pl. VI) la coupe longitudinale de la montagne Saint-Pierre près Maestricht et de son prolongement S.-O. jusqu'à Heur-le-Romain. Cette coupe nous indique clairement l'inclinaison des couches en dessous du Maestrichtien. M. Binkhorst (1) a publié dans son ouvrage une coupe longitudinale de la montagne Saint-Pierre et de son prolongement jusqu'à Hallembaye, d'après l'ingénieur français M. L. Le Blanc. Elle est fautive sous plusieurs rapports; d'abord elle montre le Maestrichtien supérieur avec le tufeau exploi-

(1) *Esquisse géologique et paléontologique des couches crétacées du Limbourg*, par M. J. T. BINKHORST, Maestricht, 1859.

table, indiqué par l'entrée des galeries, avec la même inclinaison que le dépôt sous-jacent, la craie blanche; de plus elle indique tout le dépôt sous-jacent jusqu'à Hallembaye en face de Visé, comme de la craie blanche avec bancs à silex noirs.

Je ferai remarquer tout d'abord que le tufeau exploitable ne s'étend pas aussi loin vers le sud; il finit à peu près vis-à-vis de Grand Lanaye; ensuite, le Maestrichtien inférieur à silex gris se trouve, comme la partie supérieure, dans une position horizontale, sur les couches sous-jacentes, fortement inclinées, de la craie blanche; enfin la craie blanche sans silex commence déjà à peu près en dessous de Caster, en augmentant vers le sud; elle a, vis-à-vis de Grand Lanaye, une épaisseur d'une trentaine de mètres, et vis-à-vis de Lixhe, en face de Visé, où elle est exploitée pour la fabrication du ciment, elle a certainement 40 mètres au-dessus du niveau de la Meuse. Cependant M. Binkhorst considère tout le dépôt jusqu'à Hallembaye comme de la craie blanche avec bancs de silex noirs; la craie sans silex, développée dans ces parages, paraît donc lui avoir échappé.

La prolongation de notre coupe montre, à Heur-le-Romain, la craie blanche traçante à une altitude de 150 mètres. Elle y a une épaisseur d'au moins 50 mètres; c'est une craie fort blanche, douce au toucher, traçante, stratifiée en bancs irréguliers très fissurés; dans la partie supérieure de ce dépôt, on rencontre quelques rognons isolés de silex noir pyromaque d'une structure très fine, tandis que la craie blanche, en dessous du Maestrichtien, est plus grossière, rude au toucher, peu traçante, contenant des bancs de silex bleu-noirâtre, qui s'y rencontrent en bancs massifs, parfois en rognons souvent très volumineux; elle contient peu de fossiles. Nous y avons trouvé les espèces suivantes :

Terebratula carnea, Sow.

Rhynchonella limbata, v. Schloth, sp.

Terebratella elegans, Davids.

Terebratulina striata, Wahlemb, sp.

Crania antiqua, Depr.

» *Ignabergensis*, Retz.

Catopygus pyriformis, Ag.

Cardiaster ananchytes, d'Orb.

Les fossiles de la craie blanche d'Heur-le-Romain sont très rares et il est fort difficile de s'en procurer; dans la liste suivante j'ai indiqué ce que j'ai pu réunir pendant une vingtaine d'années.

- Mosasaurus giganteus*, Sömmering.
Corax pristodontus, Ag.
 » *heterodon*, Reuss.
Otodus appendiculatus, Ag.
Enchodus Faujasi, Ag.
Osmeroides Lewesiensis, Ag.
 Fragm. d'une mâchoire d'un poisson indéterminé.
Beryx ornatus, Ag.
 Plaques et vertèbres de poissons.
Scalpellum maximum, (Carina). Sow.
 » *gracilis*, Bosq.
 » *pulchellum*, Bosq.
Belemnitella mucronata, v. Schloth. sp.
Ammonites species.
Aptychus cretaceus, v. Munst.
 » *rugosus*, Scharpe.
Rhyncholitus De Beyi, Muller.
 » nov. species.
Ostrea vesicularis, Lmk.
 » *lunata*, Nils.
 » *lateralis*, Nils.
 » *hippopodium*, Nils.
 » *podopsidea*, Nyst.
 » *Merceyi*, Cocquand.
 » *semitrana*, Sow.
 » *Goldfussi*, Holzapf.
Vola quadricostata, Sow. sp.
 » *striato-costata*, Goldf. sp.
 » *propinqua*, Holzapf.
Pecten Mantelli, Ech. type (Holzapf. Pl. XXVI.)
 » *tricostatus*, Muller.
 » *undulatus*, Nils.
 » *pulchellus*, Nils.
Spondylus Dutempleanus, d'Orb. Ech. type (Holzapf. Pl. XXVII.)
 » *latus*, Sow. sp.
Lima Hoperi, Sow.
 » *granulosa*, Nils.
 » species.

- Lima*, species.
Avicula Beisseli, Muller.
 » *caudigera*, Zittel.
Inoceramus species.
Megerleia lima, Deifr.
 » *pustulosa*, Bosq.
Magas pumilus. Sow.
Terebratula obesa, Sow.
 » *carnea*, Sow.
Rhynchonella plicatilis, Sow.
Rhynchonella limbata, v. Schloth.
 » *Terebratula pisum*, v. Schloth.
Terebratulina striata, Wahl.
 » *chrysalis*, v. Schloth. sp.
 » *gracilis*, v. Schloth. sp.
 » nov. species.
Crania Davidsoni, Bosq.
 » *Ignabergensis*, Retz.
Ananchytes ovata, Lamk.
Micraster glyphus, Schluter.
Cidaris vesiculosa, Goldf.
 » *sceptrifera*, Mant.
 » *Sorigneti*, Desor.
Cyphosoma Corneti, Cotteau.
Cidaris vesiculosus, (radioles et plaques).
Cidaris lingualis. Desor.
 » *pistillum*, Quenst.
Palaeocoma, nov. sp.
Pentacrinus Agassizi, Hag.
Eugeniocrinus Hagenowi. Goldf.
Bourguetticrinus ellipticus, Mil.
Pentagonaster punctatus, Hag.
Serpula gordialis. v. Schloth.
 » *Thielensi*, Nyst.
 » *sexangularis*, Goldf.
 » *tuba?* Sow.
Vermetus pselionopsis, de Ryckh.
Coelosmilia laxa, Edw et Haim.
Siphonia globulus, Phill.
Eschara Lamarcki, Hag.
Cerriopora, sp.

- Eschara*, sp.
 » *arcas*, d'Orb.
Talpina ramosa, Hag. (sur *Belemnitella*).
Talpina foliacea, Hag.
Nodosaria Zippei, Reuss.
Frondicularia inversa, Reuss.
Dentalina monile, v. Hag.
 » *communis*, d'Orb.
Vaginulina costulata, Roem.
Glandulina cylindracea, Reuss.
Polymorphina lacryma, Reuss.
Textularia conulus, Reuss.
 » *anceps*, Reuss.
Cristellaria rotulata, Lmk.
Rotalia Kahlebergensis, d'Orb.
Rosalina ammonoides, Reuss.

Après avoir préparé la craie pour l'examen au microscope, nous avons reconnu les espèces suivantes :

- Textilaria globosa*, Ehr.
 » *linearis*, »
Spiroplecta rosula, »
Orbiculina universa, d'Orb.
Planulina ampla, Ehr.
Rotalia pertusa, Ehr.

et une quantité de petits corps : *Discolithes* et *Cyatholithes*.

L'assise de la craie blanche d'Heur-le-Romain, d'après ses caractères pétrographiques et paléontologiques, nous paraît identique à la craie de Nouvelles et d'Obourg, dans le Hainaut. La craie blanche grossière avec banc à silex noir bleuâtre, est, selon nous, absolument identique aux facies correspondants de la craie de Spiennes et de Ciply.

La craie blanche d'Heur-le-Romain devient vers sa base, sur quelques mètres, faiblement glauconieuse et repose sur la craie à Gyrolithes (Hervien) qui y a une épaisseur d'une trentaine de mètres. Nous y avons observé les Gyrolithes, *Belemnitella quadrata*, *Turritella sexlineata*, *Ostrea semiplana*, *Eryphila lenticularis*, *Cytherea ovalis*.

Le Hervien repose sur le terrain houiller, qui se montre, sous forme de schistes, en quelques localités au fond de la vallée, entre Haccourt et Heur-le-Romain.

Une notable discordance des couches existe entre les deux rives de la Meuse, car, tandis que nous voyons sur la rive gauche, près de Hallembaye et d'Heur-le-Romain, la craie blanche grossière, la craie blanche, et la craie à silex noirs, jusqu'à une altitude de 150 mètres, nous remarquons sur la rive opposée, à peu près à la même altitude, entre Visé et Argenteau, le Calcaire carbonifère sur une épaisseur d'environ 36 mètres au-dessus de la rivière, et, plus vers le sud, près de Chératte, le terrain houiller sur une épaisseur d'au moins 60 mètres au-dessus de la rivière. On trouve sur la rive droite, près Richelle, à mi-chemin de Visé à Souvigné, le Calcaire carbonifère en partie recouvert par des restes du dépôt hervien, presque toujours en état de désagrégation, avec *Belemnitella quadrata*, *Spondylus spinosus*, *Ostrea vesicularis*, *Ostrea semiplana*, *Crassatella*, etc., tandis que sur la rive gauche ce dépôt forme la base de la craie d'Heur-le-Romain. Quant au terrain houiller, qui vient affleurer au fond de la vallée entre Haccourt et Heur-le-Romain, il présente sur la rive opposée, entre Argenteau et Chératte, une épaisseur d'une soixantaine de mètres au-dessus de la rivière. Il y a donc une dénivellation des couches entre les rives droite et gauche de la Meuse. La rive droite a été soulevée tandis que la rive gauche est restée plus ou moins dans sa position naturelle.

Les massifs de roches fortement soulevées, ont dû se fendre, s'écarter et laisser, par conséquent, entre elles des fentes ou enfoncements bordés par des escarpements rapides formant une digue que les eaux ont dû longer pour s'écouler; soit qu'il y ait eu soulèvement et abaissement simultané ou seulement un des mouvements, il y a eu nécessairement un changement de niveau entre les deux côtés de la faille.

Ce sont ces cavités produites par les fractures du sol, qui ont indiqué la voie aux cours d'eaux et ont été, pour une grande partie, le point de départ de nos vallées, qu'on peut désigner sous la dénomination de *Vallées de failles*.

Si nous jetons un coup d'œil sur la coupe longitudinale de la rive gauche de la vallée de la Meuse, nous remarquons une forte inclinaison de la craie blanche avec bancs de silex noir bleuâtre, et sans silex, du S.-O. au N.-E. Ce soulèvement a eu lieu avant que les couches maestrichtiennes se fussent déposées. Dans la direction méridionale, le tufeau de Maestricht se trouve dans sa position horizontale sur la craie blanche à silex noir, dont il est séparé, à la montagne de Saint-Pierre, par la mince couche à coprolithes, et il montre dans sa partie septentrionale son plus grand développement; il remplit le vide laissé par l'inclinaison des couches sous-jacentes formées de craie

blanche à silex noir jusque vis-à-vis de Grand Lanaye, où il finit. Donc le soulèvement de la craie blanche, et le changement de niveau entre les deux rives de la Meuse vis-à-vis de Heur-le-Romain, Argenteau, Chératte, ou la faille de la Meuse, sont intercrétacés. C'est aussi à cette cause qu'on doit attribuer la présence des restes des couches avec fossiles du Hervien qu'on rencontre à des altitudes discordantes sur la rive droite de la Meuse, sur le calcaire carbonifère entre Visé et Argenteau.

Je suis aussi fortement incliné à penser que la faille de la vallée de la Geul date aussi de cette époque géologique. Derrière l'Ermitage, au Schaasberg, près Fauquemont, à l'altitude de 144 mètres, la craie est (au Dölkensberg) surmontée par à peu près 6 mètres de Maestrichtien inférieur ou tufeau à silex gris; or, dans les alentours du Schaasberg, à un niveau inférieur, on trouve dans le chemin de Schin-op-Geul, vers Ransdaal, Goudsberg, Heek, des sables tongriens avec fossiles; or le Maestrichtien inférieur du Dölkensberg n'est pas couvert par ce dépôt; il se trouvait probablement à l'époque des mers tongriennes, avec la partie culminante du plateau du Schaasberg, à l'état d'îlot.

Du reste il me paraît que la force qui a soulevé nos couches crétacées à silex noir — soulèvement intercrétacé — qui a eu lieu avant le dépôt du tufeau de Maestricht, a eu aussi son influence sur la vallée de la Geul, l'inclinaison générale de nos couches crétacées à silex noir dans le Limbourg étant la même que celle que nous observons dans la vallée de la Meuse, du S.-O au N.-E.

Près de Fauquemont, rive gauche de la vallée, on voit le Maestrichtien supérieur ou le niveau à Bryozoaires à une altitude de 80 mètres, tandis que la partie inférieure du tufeau de Maestricht se trouve au Schaasberg à l'altitude de 144 mètres, ce qui fait une dénivellation d'au moins 70 mètres dans les deux rives de la vallée.

Ainsi, on peut constater qu'à des époques lointaines plusieurs mouvements du sol, brusques ou lents, ont soulevé, plissé et écarté les anciennes assises de nos régions; la discordance de stratification, l'abaissement et le soulèvement d'une des rives provoqués par ces failles et fissures, ont laissé entre elles des fentes qui ont été de plus en plus élargies par les cours d'eau; c'est à ces failles et écartements que plusieurs de nos vallées doivent leur origine. Les eaux tertiaires et diluviennes se sont rassemblées dans ces dépressions naturelles, et l'érosion agissant, elles ont approfondi et élargi leurs lits, et ont donné leur configuration aux vallées actuelles. Je ne puis, d'ailleurs, admettre qu'un grand nombre de nos vallées auraient leur origine dans la seule action érosive des eaux; si toutes ces vallées étaient le résultat du passage des eaux elles devraient suivre naturellement la direction de la pente

générale du sol, car, l'eau ne peut couler que d'un point élevé vers un point plus bas ; et une rivière ne pourrait traverser une chaîne de montagnes plus élevée que la plaine où elle prend sa source ; ce qu'on peut remarquer dans beaucoup de contrées.

L'effet que les eaux exercent aujourd'hui sur l'écorce solide du globe se fait peu sentir ; les nouveaux lits que se creusent actuellement nos rivières sont toujours dans les sables ou les dépôts meubles. Les rochers exposés depuis des milliers d'années aux fleuves les plus impétueux et aux flots les plus fougueux, n'ont éprouvé dans ces longs espaces de temps que des changements peu sensibles ; donc, si toutes les vallées étaient le produit de l'érosion des eaux, on trouverait les rivières plutôt dans les dépôts meubles que dans les masses cohérentes, mais l'opposé a eu lieu, car les vallées les plus profondes et les mieux prononcées se trouvent toujours bordées de rochers escarpés. Si l'on considère les difficultés, même l'impossibilité, du creusement d'un lit de rivière au milieu de rochers très durs et cohérents, on comprend l'impossibilité, pour ces eaux, d'avoir pu se creuser un lit semblable ; elles se sont donc jetées dans des ouvertures, des fentes, des plissements et écartements dans les massifs rocheux, provoqués pendant les époques géologiques par une tout autre cause.

EXPLICATION DE LA COUPE LONGITUDINALE DE LA RIVE GAUCHE DE LA MEUSE. (Voir pl. VI.)

A. *Limon quaternaire* (Loess) ; 1 à 3 mètres ; Quelquefois l'épaisseur du limon atteint jusqu'à 20 mètres, comme au plateau de Nuth.

B. *Gravier, diluvium de la Meuse* ; 1 à 5 mètres. Ce dépôt atteint, dans le Limbourg, l'épaisseur de 20 mètres, comme près d'Elsloo, Gemeenheide, près de Fauquemont, etc.

C. *Sable tongrien* 0,50 à 2,50 mètres. Ces dépôts de sable ont quelquefois, dans le Limbourg, comme près Meerssen, Waterval, Kruisberg, Fauquemont, etc., une épaisseur allant jusque 25 mètres. Dans les environs de Fauquemont, Meerssen, Waterval, Heerlen, ces sables montrent, dans leur partie supérieure, des couches d'argiles gris bleuâtre, plus ou moins épaisses, renfermant des fossiles caractéristiques du Tongrien supérieur. Au Rasberg près de Berg, Klimmen, Ubaghsberg etc., ils sont recouverts par des sables brun rougeâtre contenant, surtout près de Hulst et d'Ubaghsberg, de petits galets de quartz, et des silex de couleur blanche, bleuâtre, gris et rougeâtre très arrondis, de

la grosseur d'un œuf de pigeon jusqu'à celle d'un œuf de poule (Bolde-rien). Près de Maestricht, entre Smeermaas et Hocht, se montre le Tongrien inférieur; ce sont des sables fins, de couleur gris verdâtre, avec *Ostrea ventilabrum* Goldf et autres fossiles du Tongrien inférieur.

D. *Tufeau* au-dessus du niveau à Bryozoaires. Il a, à la montagne de Saint-Pierre, 1 à 2 mètres; cette partie est la plus développée près de Geulem, où elle atteint l'épaisseur de 16 mètres.

E. *Couche supérieure à Bryozoaires*; 0,50 à 0,75 mètres, avec le banc dur à Anthozoaires, Rudistes, *Corbis sublamellosa* d'Orb. etc.

F. *Tufeau*; 3 à 4 mètres.

G. *Seconde couche à Bryozoaires* avec son banc d'Anthozoaires.

H. *Tufeau exploité*; partie dans laquelle se trouvent les galeries d'exploitation; 9 à 10 mètres.

I. *Banc dur à Dentalium*; 0,50 mètres.

K. *Tufeau* avec rognons et concrétions cylindriques de silex gris; 9 à 16 mètres.

L. *Couche à coprolithes*, mince couche séparative du tufeau à silex gris à la craie blanche à silex noirs.

M. *Craie blanche grossière à silex noirs bleuâtres*; 20 à 30 mètres.

N. *Craie blanche grossière grisâtre sans silex*; 10 à 30 mètres.

O. *Craie blanche traçante, de Heur-le-Romain*; 5 à 40 mètres.

P. *Craie glauconieuse de Heur-le-Romain*; 2 à 3 mètres.

Q. *Craie à Gyrolithes, (Hervien) de Heur-le-Romain*; 25 mètres.

R. *Terrain houiller* près de Heur-le-Romain; 2 à 5 mètres.

