

Institut royal des Sciences
naturelles de Belgique

Koninklijk Belgisch Instituut
voor Natuurwetenschappen

BULLETIN

MEDEDELINGEN

Tome XXVI, n° 41.
Bruxelles, septembre 1950.

Deel XXVI, n° 41.
Brussel, September 1950.

STRATIGRAPHIE PLIOCÈNE ET QUATERNAIRE
OBSERVÉE AU KRUISSCHANS,

par Jean DE HEINZELIN DE BRAUCOURT (Bruxelles).

II. — Conclusions.

INTERPRÉTATION DES DIVERSES FORMATIONS RENCONTRÉES.

L'existence de plusieurs niveaux dans l'Argile des Polders a souvent été mise en évidence dans la Plaine Maritime de la Flandre et elle a été confirmée récemment par R. TAVERNIER (39). Parmi les niveaux supérieurs, il en est qui correspondent à des inondations postérieures aux premiers endiguements des Polders et d'autres qui résultent d'une sédimentation continue à l'extérieur des digues. L'Argile inférieure des Polders est une forme des dépôts amenés sur la plaine tourbeuse de la Ménapie par l'invasion marine du IV^e s. de notre ère, dite Assise de Dunkerque. Les dernières observations de M. LERICHE (40) ne sont pas en contradiction absolue avec ces vues et peuvent probablement y être intégrées.

La phase brutale de l'inondation moderne qui a submergé le Oud-Polderland d'Austruweel est ici bien représentée par S. RUPT., correspondant aux « overslaggronden » de F. SNACKEN (41). D'autres témoignages en subsistent dans la topographie sous forme de « Weels », dépressions creusées par le

(39) TAVERNIER, R., 1947.

(40) LERICHE, M., 1948.

(41) SNACKEN, F., 1949

courant aux points de rupture des digues. Cette inondation majeure peut être identifiée avec celle de 1584, bien connue historiquement car elle est contemporaine du siège d'Anvers par les Espagnols. Les faunes récoltées dans les terrains modernes peuvent donc être datées de la manière suivante :

Faune d'eau douce de W_2 = post + 1600.

Faune de A.P.₂ (argile d'inondation) = + 1584 à + 1600 env.

Faune saumâtre à petits cardiums de S. RUPT = + 1584.

Faune d'eau douce de W_1 tuée par l'arrivée d'eau salée = seconde moitié du XVI^e s.

Faune d'eau douce du fond de W_1 : XII^eXVI^e s. (rare).

D'une manière générale, les auteurs n'ont pas établi la distinction entre argile supérieure et argile inférieure dans les polders d'Anvers. Toutefois, le niveau sableux à petits cardiums bivalves a souvent été signalé, éventuellement avec la présence de bithynies et d'hydrobies (42). C'est très vraisemblablement à ce niveau, ou plus exactement au sein d'un « weel » remblayé que se trouvaient les bateaux mis à jour au Vorscheschijn par le creusement du Bassin Lefèbvre en 1884 (43).

L'âge de l'Argile des Polders vraie et des chenaux ouverts dans la tourbe ainsi que le mécanisme de leur formation ont été établis avec sécurité dans les régions limitrophes par A. VLAM (44) pour la Zélande et par R. TAVERNIER (45) pour la Plaine maritime belge.

On peut accepter un parallélisme général avec les interprétations qui attribuent l'ouverture des chenaux au jeu des marées vers le VI^e s. de notre ère et le dépôt de l'argile à la décantation des éléments fins à l'écart de ces chenaux. Ici, les stratifications redressées, bousculées de la base du remplissage CH₁ montrent encore l'influence du jeu des marées mouillant et asséchant successivement le fond du chenal. La portion

(42) COGELS, P., 1874 A, pp. 29-31; COGELS, P. et VAN DEN BROECK, E., 1879, p. 39; VAN DEN BROECK, E., 1879, p. LXIX; VAN DEN BROECK, E., 1892, p. 98; VAN STRAELLEN, V., 1922 A.

(43) VAN DEN BROECK, E., 1884 A, 1884 B; VAN ERTBORN, O. et COGELS, P., 1884; COGELS, P., 1885.

(44) VLAM, A. W., 1943.

(45) TAVERNIER, R., 1947.

médiane du remplissage, CH₂, témoigne d'un remblaiement effectué par un courant d'eau fraîche assez rapide et régulier (peut-être saisonnier?) qui coulait sur un fond herbeux et creusait ses berges en amont dans le sable de la Campine et la tourbe. Le sommet du colmatage a dû se passer sur une surface morte envahie par des eaux stagnantes. Bien que le jeu des marées se soit fait sentir fortement à la base du remplissage des chenaux, la faune n'enregistre pas une forte salinité. La coexistence d'espèces d'eaux saumâtres et d'espèces d'eaux douces évoque un paysage comme les criques et les embouchures des affluents de l'Escaut actuel à la hauteur d'Anvers. L'évolution de la faune de bas en haut du remplissage démontre l'importance croissante du régime d'eau douce. La population de mollusques est finalement caractérisée par la dominance presque exclusive des valvées et des lymnées.

Tous ces faciès et notamment le « limon noir à valvées » (46), les alternances de sable jaunâtre et de matières tourbeuses (47), les argiles noirâtres à bithynies et néritines, la tourbe remaniée (48), ont été rencontrés précédemment plus au sud. Malheureusement la coupe présente n'a rien laissé voir qui puisse correspondre aux « dépôts fluviaux limono-sableux à stratifications horizontales régulières avec coquilles d'eau douce » du fond du remplissage des « schijns », qui portent le sigle 5 sur la coupe souvent publiée par G. HASSE (49) et dont la formation est située par cet auteur « depuis le creusement des schijns à l'époque initiale du néolithique jusque vers les III^e-IV^e siècles » (50). Concernant cette interprétation, soulignons combien il est difficile de concevoir la coexistence de ces chenaux fluviaux depuis le néolithique au sein de la tourbière en voie de formation continue. Hormis la restriction qui vient d'être signalée à nos observations, il apparaît donc que le colmatage des « schijns » dans le polder d'Austruweel est partout de nature similaire et doit se situer entre le IV^e et

(46) VAN DEN BROECK, E., 1879, p. LXIX, et 1892, pp. 102 et 105; COGELS, P. et VAN DEN BROECK, E., 1879, p. 40.

(47) COGELS, P., 1874 A, p. 32; VAN DEN BROECK, E., 1879, p. LXVIII; HASSE, G., 1910, p. 444.

(48) COGELS, P., 1874 A, pp. 28-29; VAN DEN BROECK, E., 1870, p. 28; 1879, p. LXVIII; 1892, pp. 102-103; COGELS, P. et VAN DEN BROECK, E., 1879, p. 40; HASSE, G., 1910 B, pp. 445-447.

(49) HASSE, G., 1908 A, 1909 B, 1910 B.

(50) HASSE, G., 1910 B, p. 445 en bas et p. 447 en haut.

le XII^e s. de notre ère. L'observation sur le terrain montre bien qu'il s'agit d'une suite sédimentaire continue et d'assez courte durée.

Aussi conviendrait-il de remettre en discussion la question de l'âge d'un certain nombre de restes archéologiques et ostéologiques humains autrefois récoltés, citant dans l'ordre des trouvailles la station robenhausienne des bassins intercalaires de 1902 à 1907 (51), les deux barques primitives d'Austruweel provenant de la 3^e darse en 1910 et 1911 (52), la pirogue du polder d'Ettenhoven et la barque du Maey Mertens Weel trouvées en 1914-1919 et en 1926 (53). Cela pourrait éclairer d'un jour nouveau la remarque que E. Houzé donnait en conclusion de l'examen qu'il avait fait des crânes dits « robenhausiens » d'Anvers (54).

Quant aux nombreuses structures énigmatiques qu'on a signalées au sommet et de la tourbe (55), sous l'Argile des Polders, elles ne peuvent résulter que du retrait et de l'érosion de la tourbe au cours des premiers dépôts de l'Argile des Polders, ainsi que l'a déjà souligné V. VAN STRAELEN (56).

Pour tout ce qui a trait à la constitution de la tourbe, je renvoie à l'étude en cours de réalisation de R. VANHOORNE (57). Il suffit pour le moment de souligner que les premiers dépôts humiques se sont déposés à sec, ce que prouve l'absence de zonation et le sable éparpillé, qu'ensuite s'installa un bois de bouleaux et que l'évolution se poursuivit enfin en régime humide, ce que prouve la zonation et la présence de *Menyanthes* et de *Nymphaea*. La mort du bois de bouleau correspond au changement de régime.

Les auteurs antérieurs n'ont en général décrit la tourbe que fort sommairement, y signalant la présence du noisetier et du

(51) HASSE, G., 1908 A, 1908 B, 1909 B, 1909 C.

(52) HASSE, G., 1912 A, 1912 B; RAHIR, E., 1910, 1911, 1913 et 1928.

(53) HASSE, G., 1920, 1927.

(54) HOUZÉ, E., 1909 : « Les crânes et ossements... ne présentent pas les caractères... observés dans les sépultures néolithiques du Hainaut, de la province de Liège et de la province de Namur. Ces crânes d'Anvers sont très homogènes et appartiennent au type protohistorique et historique de Hallstatt. »

(55) HASSE, G., 1921, 1923, 1930.

(56) VAN STRAELEN, V., 1920 A.

(57) VANHOORNE, R., 1950.

charme (58), et, occasionnellement, la trouvaille de haches polies et d'ossements d'animaux à la base (59).

La zone Z.M. par-dessous la tourbe ne lui est pas forcément liée et elle semble même avoir subi une érosion partielle ou totale selon les endroits. Je la rapporterais volontiers à la zone supérieure tronquée d'un podsol de bruyère par exemple, dont l'éclat de silex taillé mentionné serait plus ou moins contemporain. Il n'existe apparemment pas de zone B d'accumulation à ce profil (à moins qu'elle ne se confonde avec Z.V.B., ce qui est peu probable), aussi peut-on croire que S.B. était déjà blanchi et délavé au moment où Z.M. posa son empreinte.

Quant à l'ensemble S.B.-S.P.-Z.V.B., on peut y voir un profil de sol fortement évolué, où le matériel argileux et les sels de fer ont subi une migration vers le bas et une précipitation dans des conditions réductrices. Les facteurs pédogéniques ont été assez intenses pour masquer une succession de faciès sédimentaires dont il ne reste plus que des traces disjointes. On peut citer des plus récentes aux plus anciennes de ces traces : présence de cailloux éolisés dans la masse de S.B., bouclettes et ondulations distribuées en un horizon subhorizontal à fleur des épaulements de Z.V.B., dislocations de nature périglaciaire sous forme de poches, de fentes et d'étirements orientant les restes coquilliers par rapport à eux. Les facteurs pédogéniques ont donc vraisemblablement été précédés d'une sédimentation et d'une déflation éolienne, d'un colmatage nivéo-éolien et d'un tjåle de toundra.

Il est aisé d'établir un raccord au moins provisoire entre une partie de ces formations et celles de la Campine, les dépôts éoliens les plus récents correspondant aux « boreale stuifzanden » et l'éolisation des galets au « drift tardiglaciaire » (60). Mais il reste à interpréter dans ce cadre un accident tel que l'effondrement de la base de la tourbe, qui a été décrit en détail plus haut. En dehors de l'improbable présomption d'un creusement artificiel par l'homme, l'explication mécanique la plus vraisemblable à mon avis fait appel à la fusion retardée

(58) COGELS, P., 1874 A, pp. 27-28; COGELS, P. et VAN DEN BROECK, E., 1879; VAN DEN BROECK, E., 1892, pp. 93, 98-99, 105; BNERAYS, E., 1896; HASSE, G., 1910 B; LERICHE, M., 1912 B, 1922 A, p. 43; HALET, E., 1931.

(59) COGELS, P., 1874, p. 29; VAN DEN BROECK, E., 1892, pp. 94-95 et 97; HASSE, G., 1909 B, p. XCIII et 1910 B, p. 443.

(60) HACQUAERT, A. et TAVERNIER, R., 1946.

d'une lentille de glace selon le schéma chronologique suivant, à lire de bas en haut :

remplissage complet de la dépression par dépôts tourbeux à sec.

fusion de la lentille de glace, descente du recouvrement sableux entraînant les premiers dépôts tourbeux.

érosions locales, sol de bruyère ?

développements de processus pédogéniques intenses.

colmatage nivéo-éolien, déflations et accumulations éoliennes.

regélation.

dépôt de matières humiques au fond du puits (avec noisetier).

fusion de la lentille et mise en communication avec l'extérieur : formation d'un puits.

lentille de glace voisine d'une surface de toundra.

Mais on entrevoit malaisément, dans ce cas, soit la possibilité d'une fusion retardée jusqu'au Boréal, soit le parallélisme entre la tourbe du Kruisschans et celle de la Plaine maritime, qui ne débute qu'à l'Atlantique (61). Il convient donc momentanément de ne pas aller plus loin dans la voie des interprétations.

On n'a pas trouvé trace de formations fluviales analogues à celles que F. HALET (62) a reconnues par sondages sous la rive gauche de l'Escaut. C'est sans doute au niveau du colmatage nivéo-éolien qu'il faudrait les situer.

L'existence du sable blanc (63), des cailloux qu'il contient épars (64) et celle de formations similaires à Z.V.B. (65) ont été signalées à plusieurs reprises dans les fouilles du nord

(61) TAVERNIER, R., 1947; STOCKMANS, F., VANDEN BERGHEM, G., et VANHOORNE, R., 1949.

(62) HALET, F., 1931.

(63) COGELS, P., 1874 A, p. 27; VAN DEN BROECK, E., 1879, p. LXI; — 1892, pp. 95, 98, 105; COGELS, P. et VAN DEN BROECK, E., 1879, p. 39; BERNAYS, E., 1896, p. 119.

(64) COGELS, P., 1874 A, p. 27; VAN DEN BROECK, E., 1879, pp. LXI-LXII; COGELS, P. et VAN DEN BROECK, E., 1879, p. 39.

(65) COGELS, P., 1874 A, pp. 21-26; COGELS, P. et VAN DEN BROECK, E., 1879, pp. 35 et 65; COGELS, P. et VAN ERTBORN, O., 1880; VAN DEN BROECK, E., 1892, pp. 95, 99 et 105; BERNAYS, E., 1896, p. 127; HASSE, G., 1909 A.

d'Anvers. Leur association quasi constante est bien le fait de zones de sol associées. L'« argile verte », dont on a décrit les poches et les dislocations, a parfois été rapportée au tertiaire, mais il convient de bien distinguer d'une part les zones de sol quaternaires qui s'impriment indifféremment sur toutes les formations antérieures, et d'autre part, les lentilles d'argiles vertes ou rosées interstratifiées au sommet des sables tertiaires telles que les a décrites V. VAN STRAELEN (66) et qui font partie selon toute vraisemblance des Sables de Merxem. Il existe un hiatus stratigraphique considérable, correspondant à presque tout le Pléistocène entre celles-ci et celles-là.

La formation à laquelle j'ai accordé la dénomination de Sables de Merxem appelle la comparaison avec celle qui fut identifiée pour la première fois par E. VAN DEN BROECK et P. COGELS au fort de Merxem en 1877 (67) tant à cause de la position géographique et stratigraphique voisine que du faciès, ainsi décrit par les auteurs : « ... d'un gris cendré très pur... A l'exception de *Corbula striata* WALK., qui se trouve en telle abondance dans les sables de Merxem qu'on peut la considérer comme caractéristique de ce dépôt, les fossiles sont rares... nature très mouvante du terrain... fragilité des coquilles... ancienne plage sous-marine très exposée à l'action des vagues et constamment battue par les flots et la marée... coquilles entières toujours rares. » La localité-type fut encore vue par P. COGELS et O. VAN ERTBORN en 1880, qui en disent seulement qu'ils y rencontrèrent *Venericardia planicosta* remaniée du Panisélien (68). On ne possède malheureusement sur la faune du gîte de Merxem que des indications très insuffisantes mentionnant des formes banales. On connaît mieux la faune de quelques gîtes voisins qui furent assimilés de manière plus ou moins explicite au même horizon et d'où sont renseignées plusieurs espèces caractéristiques telles que *Aloidis complanata* (Sow.) et *Larvicardium parkinsoni* (Sow.) : Austruweel, Calloo, Doel, Eekeren, Santhoven, Wijneghem (69). Mais pour ces dernières localités, ce sont les indications de faciès et les certitudes stratigraphiques qui font défaut.

(66) VAN STRAELEN, V., 1922 A.

(67) VAN DEN BROECK, E. et COGELS, P., 1877.

(68) COGELS, P. et VAN ERTBORN, O., 1880.

(69) COGELS, P., 1880; DELHEID, E., 1895; NYST, P.-H., 1861 C; VAN DEN BROECK, E., 1874, pp. 276-9; — 1881, pp. XXXI-XXXII; — 1897.

D'autre part, la base des Sables de Merxem ne fut jamais mise en évidence à la localité-type, de sorte qu'on ne connaît pas leur relation avec leur substratum. Lors du creusement du bassin América, on crut repérer leur contact avec le Scaldisien. G. VINCENT et E. DELHEID firent état de la présence d'un gravier avec restes de mammifères terrestres et de végétaux, gravier postérieur à deux bancs coquilliers scaldisiens et par-dessus lequel se développait le « sable à *Corbula striata* (= *Aloidis gibba* (OLIVI) de Merxem » (70).

Au sein de celui-ci, G. VINCENT mit en évidence *Corbulomya complanata* [= *Aloidis complanata* (Sow.)] comme fossile directeur auprès de *Cardium parkinsoni* [= *Laevicardium parkinsoni* (Sow.)], *Littorina suboperta* [= *Lacuna suboperta* (Sow.)], *Potamides tricinctus* (BR.), *Chrysodomus despectus* L., var. *carinata* [*Neptunea despecta* (L.)] (71), *Ophicardelus pyramidalis* [= *Melampus pyramidalis* (Sow.)], *Helix memoralis* L. et d'autres.

Il proposa « d'abandonner la classification en sous-étage et, par suite de la présence d'un gravier séparatif, de ravinements et de la distribution excentrique... par rapport aux sables à *Chrysodomus contrarius* inférieurs, d'admettre un nouvel étage... le Poederlien ».

Le terme « Poederlien » fut accepté peu après dans la légende de la carte géologique de Belgique.

En 1912, aux travaux des 2^e et 3^e darses, le gravier ravinant n'était plus visible et M. LERICHE observa au contraire une transition graduelle entre les bancs à faune « scaldisienne » et les bancs à faune « poederlienne » (72). Il proposa pour cette raison la suppression de l'étage poederlien.

En 1920-1922, les fouilles de l'écluse du Kruisschans firent à nouveau apparaître un banc ravinant graveleux suivi du faciès des Sables de Merxem dans une succession identique à celle aujourd'hui observée (73). Il faut vraisemblablement

(70) VINCENT, G., 1899; DELHEID, E., 1895; VAN DEN BROECK, E., 1889 et 1892.

(71) Cette espèce, à vrai dire rare, n'a pas été retrouvée par nous. Elle serait caractéristique des mers circumpolaires. La signification de *Neptunea* est mise au point dans VINCENT, G., 1889, pp. XXVI-XXVII.

(72) LERICHE, M., 1912 B, 1912 C.

(73) LERICHE, M., 1922 A, photo p. 43; VAN STRAELEN, V., 1922 B, figuration de cailloutis entre les cotes — 3 m et — 5 m.

rapporter au banc ravinant les restes de mammifères terrestres recueillis à ce moment (74), ce qui accentue la parenté avec les niveaux du bassin America. Cependant, M. LÉRICHE assimila de nouveau le « Poederlien » à un faciès côtier du sommet du Scaldisien, sans toutefois expliciter la signification des éléments graveleux. La légende de la carte géologique de 1929 consacra l'élimination du Poederlien (75).

Enfin, la coupe du port pétrolier fournit aujourd'hui les éléments d'appréciation suivants :

a) un banc à faciès ravinant, contenant des graviers de grès vert et de silex, sépare le sommet des sables scaldisiens du faciès des Sables de Merxem.

b) au sommet des sables scaldisiens apparaissent des éléments de la faune dite « poederlienne » et parmi eux *Lacuna suboperta* (Sow.), *Potamides tricinctus* (Br.), *Polynices catenoides* Wood, *Melampus pyramidalis* (Sow.).

c) à partir du banc ravinant graveleux, l'assemblage « poederlien » se complète avec *Pecten complanatus* (Sow.), *Lavincardium parkinsoni* (Sow.) et *Aloidis complanata* (Sow.), cependant que beaucoup d'espèces scaldisiennes paraissent définitivement éliminées.

Au total, il est exact qu'une formation particulière par son faciès et sa faune repose en plusieurs endroits sur le sommet du Scaldisien vrai par l'intermédiaire d'un banc graveleux et il est souhaitable pour la clarté du langage de la désigner par un terme propre sans pour cela l'admettre définitivement à titre d'étage ou de sous-étage. Plutôt que de créer une dénomination de toute pièce, il est préférable de reprendre celui des termes anciennement mis en usage qui convient le mieux. Le terme « Poederlien » a donné lieu, comme on l'a vu, à des

(74) Le spécimen de la collection G. HASSE qu'il m'a été donné de manipuler porte encore des tests d'*Aloidis gibba* (OLIVI) fortement soudés à sa surface ou insérés dans les anfractuosités. Le spécimen de l'Institut I.G. 17184, déterminé *Rhinoceros leptorhinus* par P. TEILHARD DE CHARDIN, est accompagné des indications suivantes écrites de plusieurs mains : « Mâchoire trouvée le 7.11.21 dans la fouille du Kruisschans (Oorderen) entre les cotes (- 3,60) et (- 7,80). Entrée au Musée le 26.7.1922. Scaldisien (VINCENT). Sables à stratification entrecroisée. » L'indication stratigraphique est de la main de L. DOLLO.

(75) CONSEIL GÉOLOGIQUE, 1929.

confusions d'arguments stratigraphiques et paléontologiques et il engage de prime abord à des corrélations assez distantes avec les gisements campinois dont les faciès rubéfiés sont peu favorables aux récoltes paléontologiques (76).

A défaut de celui-là, le terme « Sables de Merxem » possède l'avantage de la priorité par la description qu'ont faite E. VAN DEN BROECK et P. COGELS de son faciès. Il convient donc de l'utiliser dans un sens relativement restreint pour désigner la formation qui repose sur le sommet du Scaldisien par l'intermédiaire d'un banc graveleux ravinant et caractérisé par l'apparition de *Pecten complanatus* Sow., *Lavicardium parkinsoni* (Sow.), *Spisula arcuata* (Sow.) et *Aloidis complanata* (Sow.).

L'âge de la coupure stratigraphique peut être apprécié par la détermination des espèces de vertébrés que contient le banc graveleux, parmi lesquels *Cervus pardinensis* (77) du Pliocène supérieur et *Rhinoceros leptorhinus* (78) du Pliocène moyen figurent déjà dans la littérature.

Ce sont là des limites inférieures extrêmes car les spécimens peuvent avoir été remaniés du sommet du Scaldisien et s'être trouvés originellement dans la position des restes de vertébrés récoltés par G. HASSE (79) aux bassins intercalaires, c'est-à-dire dans les bancs scaldisiens inférieurs au gravier ravinant mais où apparaissent déjà certains éléments de la faune de l'ex-Poederlien.

Il en résulte que le sable de Merxem pourrait être post-Calabrien ou post-Villafranchien et se ranger à la base du Pleistocène.

Les sables dénommés ici scaldisiens correspondent par leur faciès, leur faune et leur répartition aux « sables à *Trophon antiquum* (*Fusus contrarius*) » de P. COGELS et à une partie des « sables supérieurs d'Anvers » de E. VAN DEN BROECK en 1874 (80). L'usage du terme « Scaldisien », repris de la stratigraphie partiellement démembrée de A. DUMONT, fut con-

(76) Signalons toutefois à la défense de la localité éponyme qu'on y a identifié autrefois « *Pecten maximus* L. var. *complanatus* J. Sow., *Cardium parkinsoni* J. Sow. » in VAN DEN BROECK, E., 1881, Tableau synoptique.

(77) DEPÉRET, C., 1912.

(78) TEILHARD DE CHARDIN, P., 1926.

(79) HASSE, G., 1909 A.

(80) COGELS, P., 1874; VAN DEN BROECK, E., 1874.

sacré par le travail paléontologique de P.-H. NYST (81). Il individualise bien le type régional de l'étage et il importe de le conserver sans dissimuler que les raccords avec les étages anglais, néerlandais et baltiques sont loin d'être définitifs (82).

Il serait illusoire de vouloir établir un parallélisme de détail entre les observations d'aujourd'hui et celles faites autrefois plus au sud. Dans l'ensemble, la base de SC.₃ et SC.₂ peuvent correspondre aux « sables argileux supérieurs » (83), le 2^e C. SC. peut être assimilé au « banc supérieur » (84), SC.₁ prend la place des « sables intermédiaires » de P. COGELS et E. VAN DEN BROECK (85) et du « sable glauconifère » de M. LERICHE (86) et, enfin, le 1^{er} C. SC. est le « crag à *Trophon antiquum* », le « banc inférieur » ou parfois plus simplement le « coquillier » des anciens auteurs, qui fut décrit pour la première fois par P. COGELS au Kattendijk, où il affleure immédiatement sous le quaternaire (87).

On a signalé au sein du coquillier la présence de nombreux éléments détritiques : roches primaires (88), hornblendite du Siebengebirge (89), silex de la craie à divers états de remaniement (90), *Venericardia planicosta* du Panisélien (91), blocs de grès roulés du Lédien (?) (91), rognons de pyrite (91), grès ferrugineux diestien à *Nassa reticosa* (92),

(81) NYST, P.-H., 1881; VAN DEN BROECK, E., 1881.

(82) BRIQUET, A., 1922; CORNET, J., 1927; DOLLFUSS, G., 1903; HARMER, F.-W., 1896 et 1914-1925; TAVERNIER, R., 1943; VAN VOORT-HUYSEN, T. H., 1949; WIRTZ, D., 1949.

(83) COGELS, P. et VAN DEN BROECK, E., 1879, p. 36; VAN DEN BROECK, E., 1879, p. LXVII, VAN DEN BROECK, E., 1892, pp. 95 et 105; BERNAYS, E., 1896.

(84) COGELS, P. et VAN DEN BROECK, E., 1879, pp. 35-36; VAN DEN BROECK, E., 1879, pp. LXVI-LXVII; VINCENT, G., 1889, p. XXVIII; VAN DEN BROECK, E., 1892, pp. 93, 95, 99 et 105; BERNAYS, E., 1896, pp. 119-127.

(85) COGELS, P. et VAN DEN BROECK, E., 1879, pp. 34-35; VAN DEN BROECK, E., 1879, p. LXVI; VAN DEN BROECK, E., 1892, pp. 95, 99 et 105; BERNAYS, E., 1896, p. 119.

(86) LERICHE, M., 1912 B, 1926.

(87) COGELS, P., 1874.

(88) LERICHE, M., 1929.

(89) DE LA VALLÉE POUSSIN, 1885; E. DELVAUX, Dossiers du Service géologique pl. Anvers, Pt. 98.

(90) COGELS, P., 1874; VINCENT, G., 1889; LERICHE, M., 1929.

(91) VINCENT, G., 1889; STAINIER, X., 1889; RAYEMAECKERS, D., 1897; DEWALQUE, G., 1898.

(92) LERICHE, M., 1929.

dents de poisson remaniées d'étages antérieurs (93), graviers divers (94). Ces observations jointes aux nôtres prouvent qu'une importante dénudation de la partie continentale du pays a eu lieu avant ou pendant le cycle sédimentaire scaldisien. Des couches de tout âge ont été démantelées pendant ce temps : crétacé, éocène, oligocène, miocène moyen et supérieur, base du diestien et diestien rubéfié, sans insister sur les restes de roches éruptives et primaires.

Dans son ensemble, le Scaldisien du port pétrolier ne présente que des faciès sublittoraux. SC.₁, caractérisé par ses nombreuses *Pinna pectinata* en position de vie, est vraisemblablement le faciès le plus profond sans qu'il ait guère dépassé une dizaine de mètres d'eau. Il porte à son sommet les traces d'une émergence de faible amplitude, après laquelle on ne voit plus que des faciès calmes de faible profondeur d'eau. SC.₂ et la partie inférieure de SC.₃ évoquent même un dépôt de slikke compris entre les limites des marées et où seraient venus s'échouer des bois flottés. L'évolution de la faune suit la même marche, accusant la prédominance de plus en plus exclusive des Tellines et des Corbules conjointement à l'apparition des Littorines, Potamides et d'un pulmoné, *Melampus pyramidalis*.

Mais en dehors de ces modifications de faciès, la faune suit une évolution qui doit nettement être mise en rapport avec des facteurs climatiques froids : rappelons comme particulièrement dignes d'intérêt la disparition progressive de *Cyprina islandica* (L.), le remplacement de *Pygocardia rustica* (Sow.) par *Pygocardia defrancci* (BEN.) et l'apparition de *Psammobia ferocensis* (GMEL.) auprès de *Yoldia glaberrima semistriata* (WOOD), *Panopea faujasi* MEN., *Mya truncata* L. et *Thracia ventricosa* (PHIL.).

Il serait utile de pouvoir expliquer la genèse du faciès ravissant si caractéristique qui paraît se manifester à la base de la transgression scaldisienne, à la base des Sables de Merxem, comme aussi, mais à un degré moindre, au niveau du 2^e C. SC. Je ne connais pour ma part aucun élément de comparaison actuel. L'analyse précédemment fournie me fait croire à des tassements sous un couvert végétal (algues ou touffes herbeuses) dans les premiers stades de l'invasion marine, dans un paysage analogue à celui des marais salants (95).

(93) LERICHE, M., 1920.

(94) VAN DEN BROECK, E., 1892.

(95) STEERS, J. A., 1948, pp. 517 et sq.

. On n'a trouvé aucune trace du « sable coquillier gris blanchâtre... falun blanchâtre ayant fourni la faune du Scaldisien dans un remarquable état de conservation... raviné par un banc noir, compact » décrit à deux reprises par M. LERICHE (96) et sur la présence duquel cet auteur conclut : « Cet important ravinement que les auteurs ont signalé comme marquant la limite entre Diestien et Scaldisien s'est produit, en réalité, pendant le Scaldisien » (97). Le banc noir compact correspond sans aucun doute à notre 1^{er} S. SC. tandis que le falun blanchâtre ne peut correspondre à nos « culots blancs » dont l'inventaire a fourni une faune exclusivement diestienne.

On peut se demander s'il n'y aurait pas eu là des couches de passage réduisant l'écart apparent entre diestien et scaldisien. Ce seraient aussi les « bancs à *Pecten gerardi* et à *Xenophora deshayesi* » qu'ont vu E. VAN DE WOUWER et G. HASSE (98) au creusement des darses vers la même époque.

La formation dénommée ici « Sables à *Isocardia cor* » s'identifie aisément grâce aux excellentes descriptions de faciès et aux listes de faune données précédemment par P. COGELS au Kattendijk, E. BERNAYS à l'écluse Royers et V. VAN STRAELEN au Kruisschans (99).

Cet horizon s'est ici présenté dans un état d'intégrité quasi parfait, où les plus minimes spicules d'oursin étaient parfaitement conservés. La présence des mouchetures caractéristiques autrefois rapportées à des « tubulations d'annélides » peut donc être difficilement attribuée à la décalcification de zoariums branchus de bryozoaires (100). Les figures qui simulent des embranchements sont d'ailleurs extrêmement rares parmi les coupes.

Il faut faire ressortir, parmi nos listes de faunes, la présence fréquente de valves dépareillées et roulées de *Terebratula perforata* (DEFR.), (la plupart appartenant à de gros exemplaires) et l'absence de spécimens frais de cette espèce. Le fait témoigne de l'antériorité certaine du niveau des « couches à térébratules » de la porte de Borsbeek et de Deurne. Le faciès des Sables à *Isocardia cor* et de leur base évoque un mouvement transgressif vigoureux qui a comme raboté le substratum, sans stationnement

(96) LERICHE, M., 1912 B; 1912 C, pp. 726 et 806-807; 1926.

(97) LERICHE, M., 1926, p. 57.

(98) VAN DE WOUWER, E., manuscrits; HASSE, G., 1924.

(99) COGELS, P., 1874; BERNAYS, E., 1896; VAN STRAELEN, V., 1922 B.

(100) VAN STRAELEN, V., 1920, p. 125.

ni ravinements d'aucune sorte, avec la seule interposition d'un agglomérat d'éléments lavés et transportés par des courants ou le ressac. Le mouvement transgressif est vraisemblablement postérieur à une émergence et une dénudation du territoire, ainsi qu'en témoignent la décalcification du sable vert sous-jacent et la présence de graviers. Parmi ceux-ci, on note l'absence des galets de silex cacholonisés analogues à ceux du « Diestien rubéfié » du sommet des collines de Flandre, qu'on a vu apparaître à la base du Scaldisien.

Il serait prématuré d'en déduire des conclusions concernant l'âge de la nappe rubéfiée et l'époque de son démantèlement mais c'est en accumulant des observations de telle nature qu'on peut espérer créer un réseau d'arguments cohérents.

Les travaux de creusement n'ont pas atteint une cote suffisamment basse pour mettre à jour le niveau fossilifère du sable vert inférieur, mentionné par V. VAN STRAELEN à l'écluse du Kruisschans (101) et représentant l'assise à *Terebratula perforata*.

Revoyant dans son ensemble la coupe des terrains pliocènes du pont du port pétrolier d'Anvers, trois oscillations majeures se mettent en évidence : l'une entre l'assise du Diestien à *Terebratula perforata* et l'assise à *Isocardia cor*, la seconde à la base du Scaldisien et la troisième entre le Scaldisien et les Sables de Merxem, cette dernière pouvant être (sous toute réserve) d'âge Villafranchien à post-Villafranchien.

L'allure des couches dans les limites accessibles à l'observation et la comparaison de nos observations avec d'autres plus anciennes font croire que l'assise à *Isocardia cor* prend de l'ampleur en s'enfonçant assez rapidement vers le nord, que le Scaldisien s'étend non seulement vers le nord mais aussi vers l'est avec une pente moins accusée et qu'enfin les Sables de Merxem présentent la plus capricieuse disposition de tous, reposant sur une base accidentée sujette à des dénivellations assez importantes.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

- 1°) La stratigraphie des terrains mis à jour au Kruisschans par les travaux du port pétrolier d'Anvers a été décrite et analysée.

- 2°) Les restes de faune et de flore et les documents lithologiques ont été recueillis niveau par niveau. Ils sont renseignés dans les listes d'inventaires.
- 3°) La stratigraphie des formations modernes se parallélise aisément avec celle des formations analogues des régions limitrophes et ce qu'on sait de l'histoire de la région.
- 4°) La formation de la tourbe et de son substratum quaternaire laisse place à des corrélations largement approchées avec les formations similaires de la plaine maritime et de la Campine mais, dans le détail, les indices de variation climatique et la nature des processus pédogéniques restent en discussion.
- 5°) L'abandon du terme « Poederlien VINCENT, G., 1889 » est justifié par les confusions d'arguments stratigraphiques et paléontologiques auxquelles il a donné lieu.
- 6°) Il est proposé de faire usage du terme « Sables de Merxem COGELS, P. et VAN DEN BROECK, E., 1887 » pour désigner une formation marine qui repose sur le sommet du Scaldisien par l'intermédiaire d'un banc graveleux ravinant. Elle est caractérisée par l'apparition de *Pecten complanatus* Sow., de *Lavicardium parkinsoni* (Sow.), de *Spisula arcuata* (Sow.) et d'*Aloidis complanata* (Sow.). Son âge peut être post-Villafranchien.
- 7°) Les sables et bancs coquilliers scaldisiens se présentent avec les faciès sublittoraux qui leur ont été classiquement reconnus. La composition de la faune montre une évolution caractérisée, probablement sous l'influence de facteurs climatiques. Au sommet apparaissent un certain nombre d'espèces autrefois rangées dans la faune « poederlienne ».
- 8°) On n'a pas observé l'équivalent du falun blanc à faune scaldisienne, inférieur au premier banc coquillier scaldisien de LERICHE, M., 1912 et 1926. Cette formation était vraisemblablement un terme de passage entre « Sables à *Isocardia cor* » et « Scaldisien ».
- 9°) Les « Sables à *Isocardia cor* » se présentent aussi avec le faciès et la faune qui leur ont été classiquement reconnus. Bon nombre de valves dépareillées et roulées de *Terebratula perforata* (DEFR.) les accompagnent.
- 10°) Les sables du Diestien inférieur, découverts sur 2 m de puissance au maximum, étaient très peu fossilifères.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE (Travaux postérieurs à 1860).

- BERNAYS, E., 1896, *Recherches dans les sables diestiens dits à « Isocardia Cor » mis à jour lors des creusements de l'écluse du Bassin Lefèvre en 1894 et 1895.* (Bull. Soc. belge de Géologie, t. X, Procès-verbaux pp. 44-45.)
- BRIQUET, A., 1922, *Le Néogène du Nord de la Belgique et des Pays-Bas et ses relations stratigraphiques.* (Bull. Soc. belge de Géologie, t. XXXII, pp. 69-91.)
- COGELS, P., 1874 A, *Observations géologiques et paléontologiques sur les différents dépôts rencontrés à Anvers lors du creusement des nouveaux bassins.* (Ann. Soc. malac. de Belgique, t. IX, Mém. pp. 7-32.)
- , 1874 B, *Note sur un gisement de Térébratules aux environs d'Anvers, Seconde Note..., Nouvelle Note...* (Ann. Soc. malac. de Belgique, T. IX, Bull. pp. XX-XXIII, XXXVIII-XLVI, LXVII-LXXXIV.)
- , 1877, *Considérations nouvelles sur les systèmes boldérien et diestien.* (Ann. Soc. malac. de Belgique, t. XII, pp. 1-24.)
- , 1880, *Exposition de collections.* (Ann. Soc. malac. de Belgique, t. XV, pp. 486-490.)
- , 1885, *Sur l'âge des barques trouvées à Anvers.* (Ann. Soc. géol. de Belgique, t. 12, pp. B 58-61.)
- COGELS, P. et VANDENBROECK, E., 1879, *Observations géologiques faites à Anvers à l'occasion des travaux de creusement des nouvelles cales sèches et de prolongement du bassin du Kattendijk.* (Ann. Soc. malac. de Belgique, t. XIV, pp. 29-79.)
- COGELS, P. et VAN ERTBORN, O., 1880, *Nouvelles observations sur les couches quaternaires et pliocènes de Merxem.* (Ann. Soc. malac. de Belgique, t. XV, pp. 291-293.)
- , 1880, *Note sur quelques dépôts tertiaires du Nord de la de la Belgique.* (Ann. Soc. géol. de Belgique, t. VII, pp. 19-22.)
- CONSEIL GÉOLOGIQUE, 1929, *Légende générale de la carte géologique détaillée de la Belgique.* (Annales des Mines de Belgique, t. XXX.)
- CORNET, J., 1927, *Leçons de géologie.* (Bruxelles, M. Lamertin.)
Pliocène, pp. 208-211.
Polders, pp. 168-182.
- DEJARDIN, Cap., 1862, *Description de deux coupes faites à travers les couches des systèmes scaldsien et diestien ainsi que les couches supérieures près de la ville d'Anvers.* (Bull. Acad. roy. de Belgique, 2^e série, t. XIII, pp. 476-485, 2 pl.)
- , 1877, *Les dépôts pliocènes à Anvers.* (Bull. Acad. roy. de Belgique.)
- DE LA VALLÉE POUSSIN, C., *Sur un caillou des sables pliocènes d'Anvers.* (Ann. Soc. géol. de Belgique, t. XII, pp. 66-69.)
- DELHEID, E., 1895, *Contribution paléontologique à l'étude de l'étage pliocène supérieur poederlien, à Anvers.* (Bull. Soc. belge de Géologie, t. IX, pp. 57-62.)

- DEPÉRET, C., 1912, *Sur l'existence d'une faune de Mammifères du Pliocène supérieur dans le Scaldisien supérieur ou Poederlien d'Anvers.* (Bull. Soc. géol. de France, vol. XII, p. 817.)
- DEWALQUE, G., 1868, *Prodrome d'une description géologique de la Belgique*, pp. 222-228. (De Decq, Bruxelles-Liège.)
- , 1876, *Note sur quelques localités pliocènes de la rive gauche de l'Escaut.* (Ann. Soc. géol. de Belgique, t. III, pp. 7-11.)
- , 1898, *Communication.* (Ann. Soc. géol. de Belgique, t. XXIV, p. 3 LXXXIII.)
- DOLLFUS, G., 1903, *Classification du Tertiaire moyen et supérieur de la Belgique.* (Bull. Soc. géol. de France, 4^e sér., t. III, pp. 256-260.)
- GOSSELET, J., 1876, *Relation des sables d'Anvers avec les systèmes diestien et bolderien.* (Ann. Soc. géol. du Nord, t. IV, pp. 1-14.)
- HACQUAERT, A., et TAVERNIER, R., 1946, *Excursions géologiques en Campine.* (La Géologie des Terrains récents dans l'Ouest de l'Europe, Session extraordinaire des Sociétés belges de Géologie, 19-26 septembre 1946, pp. 452-478.)
- HALET, F., 1931, *Coupe géologique des terrains que traversera le grand tunnel creusé sous l'Escaut à Anvers.* (Bull. Soc. belge de Géologie, t. XLI, pp. 169-179.)
- , 1935 A, *Les formations néogènes au Nord et à l'Est de la ville d'Anvers.* (Bull. Soc. belge de Géologie, t. XLV, pp. 141-153.)
- , 1935 B, *A propos des formations dites Casterliennes des environs d'Hérenthals en Campine.* (Bull. Soc. belge de Géologie, t. XLV, pp. 290-297.)
- HARMER, F. W., 1896, *Les dépôts tertiaires supérieurs du bassin anglo-belge.* (Bull. Soc. belge de Géologie, t. X, pp. 315-344.)
- , 1914-1925, *The pliocene mollusca of Great-Britain*, vol. I-II et planches. (London, Paleontographical Society.)
- HASSE, G., 1907, *Les barques de pêche trouvées à Anvers en 1884 et 1904-1905.* (Congrès arch. intern., Gand 1907.)
- , 1908 A, *La pêche dans la région d'Anvers de la période robenhausienne au Moyen-Age.* (Bull. Soc. d'Anthr. de Bruxelles, t. 27, Mém. V, avec 12 planches.)
- , 1908 B, *La vie à Anvers pendant la fin du Néolithique et l'Age du Bronze.* (Bull. Soc. d'Anthr. de Bruxelles, t. 27, pp. CCXV-CCXX, pl. V, VI.)
- , 1909 A, *Les Morses du Pliocène poederlien à Anvers.* (Bull. Soc. belge de Géologie, t. 23, pp. 293-321, pl. III-IV.)
- , 1909 B, *Les crânes néolithiques robenhausiens d'Anvers.* (Bull. Soc. d'Anthr. de Bruxelles, t. 28, pp. XCIII-CIII, pl. II.)
- , 1909 C, *Molettes et polissoirs néolithiques d'Anvers.* (Bull. Soc. d'Anthr. de Bruxelles, t. 28, pp. CCXXV-CCXXVIII.)
- , 1909 D, *Les sables noirs dits miocènes boldériens à Anvers.* (Bull. Soc. belge de Géologie, t. XXIII, pp. 353-362.)
- , 1910 A, *Quelques notes géologiques sur les forts de Stabroek, Broechem, Massenhoven, Oelegem, 's Gravenwezel, Brasschaet, Bornhem, Liezele-Puers, Breendonck-Willebroeck, Koningshooikt.* (Bull. Soc. belge de Géologie, t. XXIV, pp. 4-12.)

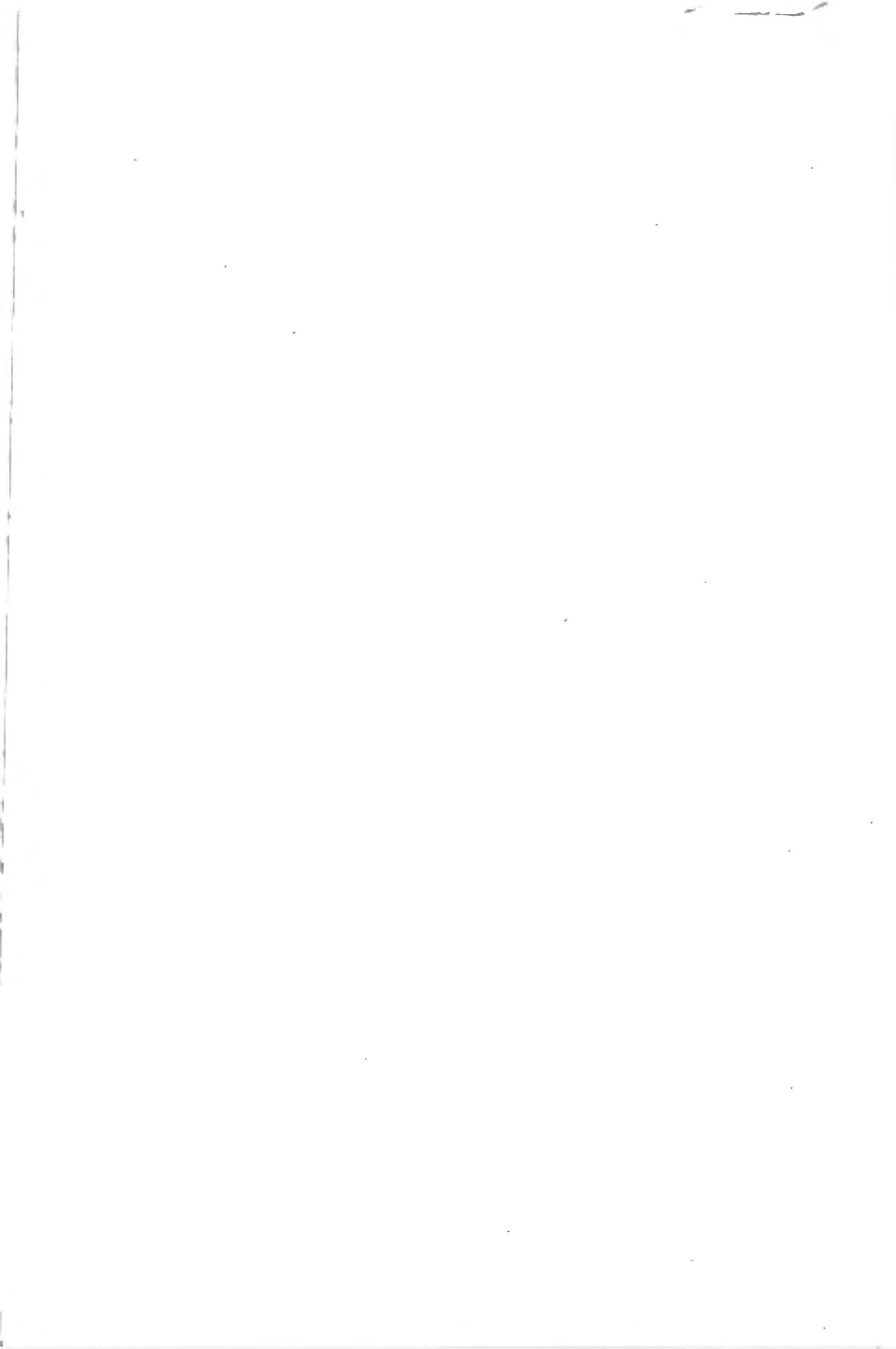
- , 1910 B, *Les Schijns et l'Escaut primitifs à Anvers.* (Bull. Soc. belge de Géologie, t. XXIV, pp. 439-453, pl. XX-XXII.)
 - , 1912 A, *L'âge géologique des barques primitives trouvées à Anvers en 1910-1912.* (Bull. Soc. d'Anthr. de Bruxelles, t. 31, pp. CXLII-CXLVII.)
 - , 1912 B, *L'âge géologique des barques primitives trouvées à Anvers en 1910-1912.* (Bull. Soc. belge de Géologie, t. XXVI, pp. 84-89.)
 - , 1920, *Les barques primitives de Hoevenen, près d'Anvers, 1914-1919.* (Bull. Soc. d'Anthr. de Bruxelles, t. 35, pp. 180-186.)
 - , 1921, *Un problème géologique et historique dans le polder d'Ettenhoven près d'Anvers.* (Bull. Soc. belge de Géologie, t. XXXI, pp. 18-21.)
 - , *Le problème géologique et historique de Hoevenen.* (Bull. Soc. belge de Géologie, t. XXXIII, pp. 53-54.)
 - , 1924, *Note sur le Néogène au Kruisschans, au Nord d'Anvers.* (Impr. Delplace, Koch et Cie, Anvers.)
 - , 1927, *Vestiges d'embarcation pré- et protohistoriques à Anvers.* (Bull. Soc. d'Anthr. de Bruxelles, t. 42, pp. 187-188.)
 - , 1930, *Un problème géologique et historique à Oud Kruisschans.* (Bull. Soc. belge de Géologie, t. XL, pp. 121-125.)
 - , 1940, *Ossements de Mammouth à Anvers.* (Bull. Soc. R. belge d'Anthr. et Préhist., t. 55, pp. 31-33.)
 - , 1946, *Contribution à l'étude de l'hydrologie du Scaldisien, du Diestien et du Miocène au Nord d'Anvers.* (Bull. Soc. de Géologie, t. LX, pp. 195-201.)
- HOUZÉ, E., 1909, *Discussion sur les crânes dits robenhausiens d'Anvers.* (Bull. Soc., d'Anthr. de Bruxelles, t. 28, p. CIII.)
- LERICHE, M., 1912 B, *Livret-guide de la réunion extraordinaire de la Société géologique de France, à Laon, Reims, Mons, Bruxelles, Anvers; 27 août - 6 septembre 1912.* (Impr. Weissenbruch, Bruxelles, pp. 104-107.)
- , 1912 C, *Le néogène des environs d'Anvers.* (Bull. Soc. géol. de France, Réunion extr. du 27 août au 6 septembre 1912, 4^e sér., t. XII, pp. 725-727 et pp. 802-804.)
 - , 1920, *Sur les restes de Poissons remaniés dans le Néogène de la Belgique. Leur signification au point de vue de l'histoire géologique de la Belgique pendant le tertiaire supérieur.* (Bull. Soc. belge de Géologie, t. XXX, pp. 116-118.)
 - , 1922 A, *Les terrains tertiaires de la Belgique.* (Congrès géologique international. Livret-guide pour la XIII^e session, Belgique 1922, Excursion A 4.)
 - , 1922 B, *Les terrains tertiaires de la Belgique, Excursion A 4.* (C-R de la XIII^e session du Congrès géologique international, Belgique 1922, t. III, pp. 1739-1741, avec cliché M. Gignoux.)
 - , 1926, *Les couches de base du Scaldisien au nord d'Anvers.* (Bull. Soc. belge de Géologie, t. XXXVI, pp. 52-57.)
 - , 1929, *Sur des éléments (roches et fossiles) remaniés dans le Néogène des environs d'Anvers.* (Bull. Soc. belge de Géologie, t. XXXIX, pp. 166-170.)

- , 1948, *Quelques données pour l'histoire géologique de la plaine maritime flamande et pour la connaissance de la géologie sous-marine du littoral flamand.* (Bull. Soc. belge de Géologie, t. LVII, pp. 338-353.)
- MOURLON, M., 1873, *Géologie de la Belgique.* (Patria Belgica, t. I, pp. 95-192.)
- , 1876, *Sur les dépôts qui, aux environs d'Anvers, séparent les sables noirs miocènes des couches pliocènes scaldisiennes.* (Bull. Acad. roy. de Belgique, 2^e sér., t. XLII, pp. 760-790, 1 pl.)
- , 1880, *Géologie de la Belgique.* (F. Hayez, Bruxelles.)
- NYST, P.-H., 1861 A, *Notice sur quelques recherches paléontologiques faites aux environs d'Anvers.* (Bull. Acad. roy. de Belgique, 2^e sér., t. XI, pp. 624-626.)
- , 1861 B, *Notice sur une nouvelle espèce de coquille fossile du genre Pecten trouvée dans le crag noir d'Anvers, ainsi que sur un gisement à échinodermes, bryozoaires et foraminifères.* (Bull. Acad. roy. de Belgique, 2^e série, t. XII, pp. 198-202.)
- , 1861 C, *Liste des coquilles et polypiers fossiles observés en 1861 au fort avancé de Wijneghem dans le crag rouge.* (Bull. Soc. paléont. de Belgique, Anvers, t. I, p. 189.)
- , 1881, *Conchyliologie des Terrains tertiaires de la Belgique. Première partie : Terrain pliocène scaldisien.* (Ann. Musée roy. Hist. nat. Belgique, sér. paléont., t. III.)
- PRIMS, F., 1927, *Geschiedenis van Antwerpen, t. I, Jong Antwerpen.* (N. V. Standaard Boekhandel, Brussel.)
- RAEYMAEKERS, D., 1897, *A propos de Cardita planicosta des couches d'Anvers.* (Ann. Soc. géol. de Belgique, t. XXIV, pp. XCIV-XCVI.)
- RAHIR, E., 1910, *Découverte d'une pirogue antique à Austruweel.* (Bull. Soc. d'Anthr. de Bruxelles, t. 29, pp. CXX-CXXIX.)
- , 1911, *Découverte d'une pirogue antique à Austruweel.* (Bull. Musées roy. du Cinquantenaire, 10^e année, pp. 3-5.)
- , 1913, *La deuxième pirogue d'Austruweel.* (Bull. Musées roy. du Cinquantenaire, 12^e année, pp. 3-6.)
- , 1928, *Vingt-cinq années de recherches, de restauration et de reconstitutions.* (Musées royaux du Cinquantenaire, Service des fouilles de l'Etat, pp. 162-167.)
- RUTOT, A. et VINCENT, G., 1879, *Coup d'œil sur l'état actuel d'avancement des connaissances géologiques relatives aux Terrains quaternaires de la Belgique.* (Ann. Soc. géol. de Belgique, t. IV, pp. 69-155.)
- SNACKEN, F., 1949, *De Bodemkartering van de Scheldepolders.* (Natuurw. Tijdschrift, 31, pp. 87-96.)
- STAINIER, X., 1889, *Cardita planicosta dans les sables à Isocardia Cor, à Anvers.* (Ann. Soc. géol. de Belgique, t. XVI, p. B. LXXXVI.)
- STEERS, J. A., 1948, *The coastline of England and Wales* (Cambridge, Univ. Press.)
- STOCKMANS, F., VANDEN BERGHEM, C. et VANHOORNE, R., 1949, *Het veenonderzoek in de streek van Lampernisse-Perwijse* (Natuurwet. Tijdschrift, 31, pp. 154-160.)

- TAVERNIER, R., 1943, *Le néogène de la Belgique*. (Bull. Soc. belge de Géologie, t. LII, pp. 7-34.)
- , 1947, *L'évolution de la plaine maritime belge*. (Bull. Soc. belge de Géologie, t. LVI, pp. 332-343.)
- , 1949, *Compte rendu*. (Bull. Soc. belge de Géologie, t. LVII, pp. 300-309.)
- TAVERNIER, R. et GULINCK, M., 1949, *Compte rendu*. (Bull. Soc. belge de Géologie, t. LVIII, pp. 389-399.)
- TEILHARD DE CHARDIN, 1926, *Sur quelques Mammifères nouveaux du tertiaire de la Belgique*. (Bull. Acad. R. de Belgique, Classe des Sciences, 5^e série, t. XII, pp. 214-215.)
- VAN BENEDEN, P. J., 1877-sq., *Description des ossements fossiles des environs d'Anvers*. (Ann. Musée roy. Hist. nat. de Belgique, I et suivants.)
- VAN DEN BROECK, E., 1870, *Compte rendu d'excursion*. (Ann. Soc. malac. de Belgique, t. V, pp. 27-28.)
- , 1874, *Esquisse géologique et paléontologique des dépôts pliocènes des environs d'Anvers*. (Ann. Soc. malac. de Belgique, t. IX, Mém., pp. 83-371.) Résumé dans (Ann. Soc. malac. de Belgique, t. XV, pp. 434-463.)
- , 1879, *Compte rendu de l'excursion faite à Anvers les 27 et 28 juillet 1879*. (Ann. Soc. malac. de Belgique, t. XIV, Bull., pp. LVIII-LXXXVI.)
- , 1880 A, *Compte rendu de l'excursion faite à Anvers les 27 et 28 juillet 1879*. (Ann. Soc. malac. de Belgique, t. XV, pp. 283-289.)
- , 1880 B, *Observations nouvelles sur les sables diestiens et sur les dépôts du Bolderberg*. (Ann. Soc. malac. de Belgique, t. XV, pp. 301-304.)
- , 1881, *Introduction à la Conchyliologie des Terrains tertiaires de la Belgique*, cfr. NYST P.-H., 1881. (Ann. Mus. roy. Hist. Belgique, sér. paléont., t. III.)
- , 1882 A, *Diestien, Casterlien et Scaldisien*. (Ann. Soc. roy. malacol. de Belgique, t. XVII, Bull. pp. CIII-CVIII.)
- , 1882 B, *Note sur les dépôts pliocènes lagunaires d'Heyst-op-den-Berg et de Beersel et sur leur synchronisme dans la région d'Anvers*. (Ann. Soc. malac. de Belgique, t. XVII, Bull. pp. CIII-CVIII.)
- , 1884 A, *Communication sur une barque antique*. (Bull. Soc. d'Anthr. de Bruxelles, t. 3, pp. 51-52.)
- , 1884 B, *Quelques mots au sujet des barques trouvées à Anvers dans les travaux maritimes de la citadelle du Nord (Africa Dock)*. (Ann. Soc. géol. de Belgique, t. XII, pp. 27-31 et suite, pp. 57, 58-61.)
- , 1889, *Notes géologiques et paléontologiques prises pendant le creusement des nouveaux bassins Africa et America, à Anvers (Austruweel)*. (Bull. Soc. belge de Géologie, t. III, pp. 286-7.)
- , 1892, *Matériaux pour la connaissance des dépôts pliocènes supérieurs rencontrés dans les derniers travaux de creusement*

- des Bassins Maritimes d'Anvers : Bassin Africa (ou Lefèvre) et Bassin America.* (Bull. Soc. belge de Géologie, t. VI, Mém. pp. 86-149.)
- , 1902, *Le Diestien et les Sables de Lenham, le Miocène démantelé et les box-stones en Angleterre.* (Bull. Soc. belge de Géologie, t. XVI, pp. 170-173.)
- VAN DEN BROECK, E. et COGELS, P., 1877, *Observations sur les couches quaternaires et pliocènes de Merxem, près d'Anvers.* (Ann. Soc. malac. de Belgique, t. XII, pp. LXVIII-LXXXIV.)
- VAN DE WOUWER, E., *Manuscrits déposés à l'I. R. Sc. N. B., datés de 1904-1906; puis passim jusque 1922.*
- VAN ERTBORN, O., 1874, *Note sur les sondages de la province d'Anvers.* (Ann. Soc. géol. de Belgique, t. I, pp. M 32-44.)
- , 1879, *Sur le cours primitif de l'Escaut d'après les données de la géologie.* (Bull. Soc. géogr. d'Anvers, t. III, p. 229.)
- , 1879, *Note sur les formations géologiques des environs d'Anvers.* (Bull. Soc. géogr. d'Anvers, t. III, pp. 346-350.)
- , 1882, *Les terrains miocènes, pliocènes et quaternaires à Anvers.* (Bull. Soc. géogr. d'Anvers, t. VI, pp. 305-362.)
- , 1902, *Un desideratum stratigraphique au sujet de l'âge des couches de Lenham, par rapport au Pliocène belge.* (Bull. Soc. belge de Géologie, t. XVI, pp. 169-170.)
- VAN ERTBORN, O., et COGELS, P., 1884, *Sur quelques dépôts modernes des environs d'Anvers.* (Ann. Soc. géol. de Belgique, t. XI, pp. CXLIX-CLII.)
- VANHOORNE, R., 1950, *sous presse.* (Bull. Inst. r. Sciences nat. de Belgique, t. XXVI.)
- VAN LAAR, A., 1927, *Bibliographie van de geschiedenis van de stad Antwerpen*, Bruxelles.
- VAN RYSELBERGHE, F., 1880, *Note sur les oscillations du littoral belge.* (Mémoires couronnés de l'Acad. roy. de Belgique, t. XXIX, in-8°, 18 p., 1 pl.)
- VAN STRAELLEN, V., 1920, *Observations sur le Diestien et le Quaternaire à Deurne-Sud, près d'Anvers.* (Bull. Soc. belge de Géologie, t. XXX, pp. 123-127.)
- , 1922 A, *Note sur les terrains pliocène, quaternaire et moderne au nord d'Anvers.* (Bull. Soc. belge de Géologie, t. XXXII, pp. 45-50.)
- , 1922 B, *Les relations des assises du pliocène aux environs d'Anvers.* (Bull. Soc. belge de Géologie, t. XXXII, pp. 140-145.)
- VAN VOORTHUYSEN, T. H., 1949, *Foraminifera in the icenian (oldest marine pleistocene) of the Netherlands.* (Verh. Nederl. Geol.-Mijnbouw. Genootschap. Geol. serie, deel XV, bl. 63-68.)
- VELGE, G., 1920, *Révision de la carte géologique au 40.000°. Projet de transformation de l'échelle stratigraphique et de la légende du terrain quaternaire.* (Ann. Soc. géol. de Belgique, t. XLIII, p. B-150.)
- VINCENT, E., 1888, *Observations au sujet de fossiles nouveaux ou peu connus recueillis dans le pliocène d'Austruweel.* (Ann. Soc. malac. de Belgique, t. XXIII, pp. B. XC-XCV.)

- , 1890, *Observations sur des fossiles recueillis à Anvers.* (Ann. Soc. roy. malac. de Belgique, t. XXV, pp. B XC-XCV.)
- , 1889, *Documents relatifs aux sables pliocènes à « Chryso-domus contraria » d'Anvers.* (Ann. Soc. roy. malac. de Belgique, t. XXIV, Bull. pp. XXV-XXXI.)
- VLAM, A. W., 1943, *Historisch-morphologisch onderzoek van eenige zeeuwsche eilanden* (Tijdschrift v. h. Nederl. Aardrijksk. Genootsch. Amsterdam, 2^{de} reeks, dl. LX, n^o 1, pp. 1-101.)
- VON KOENEN, A., Dr., 1867, *On the belgian tertiaries* (Geological Magazine, vol. IV, n^o 11.)
- WIRTZ, D., 1949, *Die Fauna des Sylter Crag und ihre Stellung in Neogen der Nordsee.* (Mitt. geol. Staatsinstitut. Hamburg, Hft. 19, Ss. 57-76.)



AD. GOEMAERE, Imprimeur du Roi, 21, rue de la Limite, Bruxelles