LIBRARY OF SCIENCES

1re PARTIE

ESQUISSE GÉOLOGIQUE

ET PALÉONTOLOGIQUE

DES DÉPOTS PLIOCÈNES DES ENVIRONS D'ANVERS

PAR

ERNEST VANDEN BROECK

Membre des Sociétés Malacologique et Géologique de Belgique
de la Société Géologique de France, de la Société Géologique du Nord (Lille
et de la Société Belge de Microscopie
Membre honoraire de la Société Géologique de Manchester
Membre correspondant de l'Institut I. R. Géologique d'Autriche
de la Société Néerlandaise de Zoologie et de la Société Borda, à Dax

LES

FORAMINIFÈRES DES COUCHES PLIOCÈNES

DE LA BELGIQUE

PAR

ERNEST VANDEN BROECK ET HENRY MILLER

AVANT-PROPOS

Dans notre premier fascicule des *Foraminifères vivants et fossiles de la Belgique*, nous avons fait connaître les résultats de nos recherches sur la faune des Foraminifères vivants recueillis sur nos côtes.

Dans l'introduction qui précède ce travail, nous avions annoncé l'intention de faire paraître successivement, dans une série de publications, les résultats de nos études sur la faune de chacun des dépôts qui composent le sol du pays, en observant l'ordre descendant de leur succession.

Pour suivre ce programme à la lettre, nous eussions dû présenter aujourd'hui l'énumération des espèces observées dans nos dépôts post-pliocènes et modernes; mais la rareté des matériaux favorables aux recherches, de même que l'insuffisance des travaux publiés sur la nature et la constitution de celles de ces couches qui auraient pu nous fournir un champ d'étude fructueux, ont été un obstacle à l'accomplissement de ce désir.

Nous allons donc, dans ce présent travail, étudier la faune microscopique de nos couches pliocènes. Mais avant de faire connaître les richesses qu'elles renferment, nous croyons utile de passer rapidement en revue ce qui a déjà été publié sur la géologie de ces dépôts, comme aussi de jeter un coup d'œil sur leur constitution et sur leur synchronisme à l'étranger.

L'un de nous s'est chargé de faire précéder ce mémoire d'une esquisse géologique des couches pliocènes des environs d'Anvers. Le développement donné à cette partie du travail excède peut-être le cadre qu'il paraissait convenable de lui donner, mais, en présence des travaux incomplets publiés sur ce sujet, l'utilité de cette étude n'échappera à personne. Et en effet, sauf un ou deux mémoires déjà anciens ou d'autres bien incomplets à certains points de vue, il n'a été publié sur les terrains d'Anvers aucun travail d'ensemble et nulle part on ne pourrait trouver réunies des indications précises sur les nombreux dépôts et niveaux fossilifères dont on s'est occupé dans ces dernières années.

De plus, des couches importantes, à peu près ignorées jusqu'à ce jour, seront ici signalées et leur faune mise en lumière; des résultats nouveaux, tant au point de vue stratigraphique que paléontologique, se trouveront également exposés et l'importance de certains d'entre eux fera aisément comprendre toute l'utilité qu'il y avait à développer cette première partie du travail. On admettra du reste facilement qu'une connaissance préliminaire de la géologie des environs d'Anvers doit nécessairement donner plus d'intérêt, plus de valeur même, aux résultats exposés dans la seconde partie du mémoire.

Pour justifier davantage, s'il le faut, l'extension qui a été donnée à la partie géologique de ce travail, nous aurons encore à faire remarquer que les dépôts pliocènes, correspondant aux sables d'Anvers et au Crag anglais, ne sont guère représentés sur tout le versant nord-ouest de l'Europe que par des couches restreintes, très localisées et toujours en séries incomplètes. Il y avait donc, de toute façon, utilité à exposer ici quelques détails sur les couches d'Anvers, où ces dépôts pliocènes se présentent bien développés et en une série assez remarquable.

Tout en comblant du mieux qu'il a pu le faire, la lacune signalée plus haut, l'auteur de ce travail spécial regrette tout le premier que cette tâche n'ait pas été entreprise par un confrère plus autorisé, certain qu'une étude approfondie des terrains d'Anvers serait accueillie avec faveur, surtout à l'étranger où, faute de renseignements suffisants, ces terrains ne sont que fort imparfaitement connus.

De ce qui précède il résulte donc que le travail se divise en deux parties bien distinctes. La première, spéciale à l'un de nous, présentera dans son premier chapitre un coup d'œil général sur les couches pliocènes des environs d'Anvers, ainsi qu'un résumé des travaux auxquels elles ont donné lieu.

Dans le second chapitre se trouvera exposée une étude sommaire de ces mêmes dépôts, ainsi que de leurs principales subdivisions.

La seconde partie du mémoire se composera également de deux cha-

pitres, dont le premier contiendra une analyse complète de tout ce qui a été publié jusqu'à ce jour sur les Foraminifères des couches qui nous occupent. Les imperfections de la nomenclature et surtout du système de classification employé auparavant, nous ont obligés à procéder à une révision minutieuse des listes précédemment publiées ; et à cette occasion, nous avons indiqué, en regard d'un grand nombre d'anciennes dénominations, celles beaucoup plus rationnelles qu'il conviendrait d'adopter aujourd'hui.

Le second chapitre comprendra, après quelques considérations générales sur la méthode actuellement suivie dans la classification et la nomenclature des Foraminifères, le tableau détaillé de nos recherches personnelles, et bien que celles-ci n'aient pas été aussi complètes que nous l'eussions désiré, il n'en résulte pas moins que nous sommes parvenus à reconstituer assez exactement l'ensemble de la faune des Foraminifères d'Anvers, et surtout à y distinguer plusieurs facies spéciaux bien caractérisés, s'harmonisant parfaitement avec les résultats nouveaux de l'étude géologique de ces couches.

Tout en envisageant l'*espèce* et la *variété* dans une acception très large, c'est à dire en leur accordant un vaste champ de variation, tout en réunissant parfois sous une même dénomination trois ou quatre formes séparées auparavant en autant d'espèces distinctes, nous n'en avons pas moins triplé et au delà, le nombre des Foraminifères signalés avant nous dans les terrains pliocènes d'Anvers.

Cet heureux résultat, tout en nous encourageant à persévérer dans nos recherches, nous fait espérer que lorsque tous les niveaux fossilifères seront également bien explorés, de nouvelles richesses viendront s'ajouter à celles, déjà si remarquables, que le présent travail est destiné à mettre en lumière.

E. V. et H. M.

— SÉANCE DU 6 DÉCEMBRE 1874 —

(PLANCHE IV)

N. Y. A. LIBRARY OF SCIENCES

PREMIÈRE PARTIE

ESQUISSE GÉOLOGIQUE & PALÉONTOLOGIQUE

DES DÉPOTS PLIOCÈNES DES ENVIRONS D'ANVERS

PAR

ERNEST VANDEN BROECK

CHAPITRE PREMIER.

Coup d'œil général sur les sables d'Anvers et résumé historique des travaux auxquels ils ont donné lieu.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur la carte géologique de la Belgique, pour se convaincre que les couches qui représentent la période pliocène dans notre pays doivent y être très localisées.

L'allure générale des divers terrains qui composent notre sol est telle que si, partant du sud-est, c'est à dire des parties les plus élevées du pays, on se dirige vers les plaines basses du nord-ouest, c'est à dire vers le rivage de la mer, on rencontre successivement des dépôts de plus en plus récents. Lorsque se présentent les premières couches tertiaires, on observe que la direction réelle des dépôts s'infléchit plutôt vers le nord-est; mais, au point de vue qui nous occupe, ce changement n'altère pas notablement la disposition générale relativement aux dépôts pliocènes.

Les représentants de la période pliocène devront donc se trouver réunis dans les plaines basses du nord-ouest, et c'est en effet ce que nous montre la carte. Remarquons en passant que, d'après les indications de celle-ci,

les dépôts pliocènes recouvrent presque partout des couches oligocènes[1], et comme certains sédiments peu développés, les seuls indiqués sur la carte comme miocènes (les sables boldériens), doivent en réalité également se rapporter à l'oligocène moyen, ainsi que nous le rappellerons plus loin, il en résulte que nous aurons ainsi constaté, entre ce dernier horizon et le pliocène, la présence d'une immense lacune représentant toute la durée de la période miocène.

Nous reviendrons tantôt sur cette ligne de démarcation si nettement tranchée et, pour le moment, nous nous contenterons de faire remarquer que si nos couches pliocènes sont bien délimitées stratigraphiquement, elles se trouvent tout aussi bien localisées au point de vue géographique.

La carte de Dumont nous montre ces dépôts vers la frontière du nord-ouest, où l'aire qu'ils occupent se trouve traversée par l'Escaut depuis Anvers jusqu'au delà de la frontière hollandaise. On observe qu'ils pénètrent en Belgique sous forme d'un golfe étendu, reposant dans une dépression des couches oligocènes. Cette circonstance fait déjà prévoir que, dans la série pliocène, nous rencontrerons le plus souvent des dépôts littoraux ou de profondeur moyenne, et c'est ce que nous aurons bientôt l'occasion de vérifier, surtout pour les couches supérieures de la série.

Après l'exhaussement du fond des mers qui accompagna et suivit le dépôt des derniers sédiments oligocènes, élévation qui, dans nos contrées, donna lieu à la lacune continentale signalée plus haut, il se produisit une dépression graduelle qui immergea de nouveau ces couches. Ce phénomène se rattache à ceux qui marquèrent le commencement de la période pliocène.

En Belgique, ce fut le dépôt des sables inférieurs d'Anvers (sables diestiens) qui indiqua le commencement de la période que nous avons à étudier.

Si maintenant nous examinons l'ensemble, comparativement assez étendu, du bassin pliocène dont ces sables faisaient partie, nous voyons que la disposition et les relations stratigraphiques des divers dépôts qui le composent, montrent que peu à peu le sol émergea vers le bord sud-est du bassin, tandis que la côte nord-ouest s'enfonçait au contraire davantage sous les eaux. L'Océan reculait donc insensiblement vers ses limites actuelles, et des dépôts toujours plus récents s'étendirent sur des aires de plus en plus occidentales. Au sud-ouest, au contraire, l'élévation successive au dessus du niveau de la mer des couches précédemment formées empêcha complétement le dépôt des sédiments pliocènes plus récents. Ainsi qu'on peut s'en assurer aisément, la disposition relative des

[1] Les dépôts qui se rapportent à la période oligocène sont indiqués dans la légende de la carte de Dumont sous le nom « d'*Éocène supérieur ou Miocène inférieur.* »

couches comprises dans le grand bassin pliocène qui recouvrait une partie de l'Angleterre, de la Belgique, de la Hollande et de l'Allemagne vient confirmer en tout point l'appréciation qui précède. En thèse générale, les couches pliocènes les plus anciennes sont localisées vers l'est, tandis que les plus récentes se trouvent surtout bien développées vers l'ouest. Cette disposition est la conséquence logique des phénomènes qui accompagnèrent l'un des derniers soulèvements qui s'opérèrent dans l'Europe, celui qui donna probablement naissance aux Alpes occidentales.

L'élévation du sol dans les contrées qui forment aujourd'hui l'Europe centrale marqua la fin de la période miocène et causa le retrait des eaux qui couvraient ces contrées. Le mouvement d'exhaussement se continuant pendant la période pliocène, fit successivement reculer les rivages de l'Océan vers des régions de plus en plus occidentales. C'est précisément à partir de ce mouvement de recul vers l'ouest que commença, selon nous, la période pliocène, et si la faune de ces premiers horizons, qu'à l'exemple de certains géologues on pourrait peut-être appeler *mio-pliocènes*, offre d'étroites analogies avec la faune miocène proprement dite, cela n'a rien que de très naturel, puisque la première dérive de la seconde, dont elle ne parait, du moins dans la partie orientale du bassin, séparée par aucune lacune dans la sédimentation ni par conséquent dans l'évolution faunique.

C'est uniquement le déplacement géographique des eaux ou plutôt la discordance stratigraphique causée par le retrait graduel vers l'ouest, qui marque, selon nous, le commencement de la période pliocène, dans les plaines de l'Europe occidentale.

Ce n'est qu'après un certain temps que la faune s'est peu à peu modifiée et c'est lorsqu'on arrive, par exemple, à l'horizon des sables moyens d'Anvers et du crag corallin en Angleterre, que les différences paléontologiques qui séparent le pliocène du miocène commencent à s'accentuer plus nettement, pour apparaître bien caractérisées, un peu plus tard, lors du dépôt des sables supérieurs d'Anvers et du crag rouge en Angleterre.

Comme les géologues ne paraissent pas entièrement d'accord relativement à la valeur des divisions: miocène, pliocène, etc., et que les termes miocène, mio-pliocène, vieux pliocène et pliocène ne paraissent pas être interprétés par tous de la même façon, nous croyons utile de bien préciser ce que nous désignons sous le nom de pliocène; nous réunissons sous cette dénomination toutes les couches du grand bassin tertiaire du nord-ouest de l'Europe qui participèrent au mouvement de recul précédemment indiqué et qui se montrent disposés en stratification transgressive, ou de telle sorte que les plus anciennes soient localisées vers l'est et les plus récentes vers l'ouest.

Pour en revenir à Anvers, nous ferons remarquer que cette disposition,

si bien établie pour l'ensemble du bassin, s'observe, non moins bien caractérisée, dans le groupe local dont nous allons entreprendre l'étude.

En thèse générale, les couches inférieures occupent à Anvers une aire plus développée et, en même temps plus orientale que les dépôts plus récents, qui ne les recouvrent qu'en partie, pour s'étendre davantage vers l'ouest. Et en effet, c'est surtout dans les localités les plus avancées dans les terres vers l'est ou, pour parler plus exactement, vers le sud-est, que l'on rencontre un développement bien considérable des couches les plus anciennes. C'est ainsi qu'elles s'observent surtout sur la rive droite de l'Escaut, à Edeghem, Mortsel, Borsbeek, Berchem, Vieux-Dieu, Deurne le Kiel, etc., et s'étendent au loin, principalement dans le sous-sol de l'Allemagne. Les dépôts les plus récents s'observent sur la rive gauche, dans la direction de la mer, comme à Calloo, ou bien se trouvent surtout développés vers le nord-ouest, comme à Merxem, au Stuyvenberg et à Austruweel. On les retrouve encore plus au nord, dans le sous-sol de la Hollande.

On avait donné à l'ensemble des couches qui, aux environs d'Anvers, surmontent l'argile oligocène, le nom de *crag d'Anvers*, à cause des relations étroites qui unissent ces couches aux dépôts pliocènes d'Angleterre, généralement connus sous le nom de crag. Toutefois, M. Dewalque a fait remarquer avec raison que la dénomination de *crag noir*, sous laquelle Sir Ch. Lyell, en Angleterre et de Wael, en Belgique, avaient désigné les sables inférieurs de la série, ne peut être conservée, ce dépôt ne paraissant pas avoir d'équivalent en aucun point du bassin anglais.

Aujourd'hui, ces sables sont généralement connus sous le nom de *sables glauconifères* ou de *sables noirs diestiens*.

Nous laisserons de côté, dans notre étude, le dépôt sableux non fossilifère, connu sous le nom de *sable ferrugineux diestien*, qui s'étend fort avant dans nos plaines et s'observe çà et là au sommet des collines tertiaires de la moyenne Belgique.

Nous nous bornerons, dans le cours de ce travail, à en exposer sommairement l'interprétation stratigraphique, mais nous n'aurons réellement à étudier que les dépôts pliocènes des environs d'Anvers, car eux seuls contiennent des fossiles ou du moins des Foraminifères.

Depuis longtemps déjà, l'attention des explorateurs a été attirée sur les sables d'Anvers, à cause des immenses richesses paléontologiques qu'ils renferment et de l'intérêt qu'offre la comparaison de cette faune avec celle d'autres couches de l'étranger. Mais si la beauté et le grand nombre des fossiles que l'on y rencontre ont donné lieu, de la part des paléontologues, à de nombreux et intéressants travaux, il n'en est pas de même pour l'étude stratigraphique de ces dépôts.

Malgré le grand intérêt qui s'y attache, nos connaissances sur la constitution de ces couches, leurs rapports mutuels et leurs relations avec l'étranger sont loin d'être convenablement approfondies. Mais c'est là une lacune qui, nous l'espérons, ne tardera guère à être rapidement comblée, grâce surtout aux explorateurs qui ont entrepris depuis peu l'étude stratigraphique des dépôts d'Anvers.

Parmi les plus anciens documents publiés sur les terrains d'Anvers, on peut signaler une coupe prise en 1812, lors du creusement du bassin à flot, et publiée en 1823 par Cuvier, dans la deuxième édition de ses *Recherches sur les ossements fossiles* (voir tome V, p. 353). Ce document, le plus ancien que l'on connaisse sur ces terrains, peut encore être consulté avec quelque utilité.

Nous aurons à mentionner ensuite les recherches de M. de la Jonkaire, qui, publia en 1832, une *Notice géologique sur les environs d'Anvers*, bientôt suivie d'une seconde note donnant la description de quelques coquilles recueillies dans cette localité [1].

En 1835, M. H. Nyst, dans ses *Recherches sur les coquilles fossiles de la province d'Anvers* [2], étendit considérablement nos connaissances sur ces dépôts et sur la faune qu'ils renferment. Il montra dans ce mémoire que la plupart des coquilles recueillies dans les sables d'Anvers étaient identiques à celles du crag d'Angleterre et, le premier, il constata que les terrains belges et anglais qui contiennent ces fossiles appartiennent au même âge géologique.

D'autres mémoires publiés par le même auteur dans les Bulletins de l'Académie royale de Belgique [3] firent successivement connaître les nombreuses découvertes paléontologiques qui se succédèrent assez rapidement vers cette époque. Ils se trouveront signalés plus loin dans l'ordre de leur publication.

Le célèbre stratigraphe A. Dumont, ayant été chargé par le Gouvernement de dresser la Carte géologique du Royaume, publia en 1839, dans les Bulletins de l'Académie de Belgique, un *Rapport sur les travaux de la Carte géologique pendant l'année* 1839. Cette notice est spécialement consacrée à l'exposé des observations faites par l'auteur sur les terrains tertiaires de la Belgique.

[1] De la Jonkaire. *Notice géologique sur les environs d'Anvers.* (Mémoires de la Société d'histoire naturelle de Paris, 1832, tome I, in-4°, pag. 110.)

De la Jonkaire. *Note sur le genre* Astarte *Sowerby* (Crassine *Lamk*). (Mémoires de la Société d'histoire naturelle de Paris, 1832, tome I, in-4°, 1832, pag. 127 pl. I.)

[2] P.-H. Nyst. *Recherches sur les coquilles fossiles de la province d'Anvers*, gr. in-8°, 5 pl. 1835.

[3] P.-H. Nyst et Westendorp. (*Nouvelles recherches sur les coquilles fossiles de la province d'Anvers*, in-8°, 3 pl. (Bull. Acad. royale de Belgique, tome VI, n° 10. 1839, p. 393 à 414, pl. I à III.)

Il les divise en six systèmes, qui se trouvent désignés sous les noms de *Landenien*, *Bruxellien*, *Tongrien*, *Diestien*, *Campinien* et *Hesbayen*.

Les dépôts que Dumont rapporte ici au *système diestien* sont composés de sables glauconifères, de sables et de grès ferrugineux.

L'auteur, constatant l'absence ou l'extrême rareté des débris organiques dans ce système, ajoute toutefois que « si les sables glauconifères situés « entre Malines et Anvers se rapportaient au système diestien comme je « suis porté à le croire d'après des considérations minéralogiques, on « aurait, pour caractériser ce système, un très grand nombre de fossiles, « et ses rapports avec le crag ou terrain tertiaire supérieur ne laisse- « raient pas d'incertitude. »

Quant au *système campinien*, Dumont y comprenait à la fois les dépôts post-tertiaires, actuellement désignés sous le nom de *sables campiniens* et les dépôts tertiaires coquillers d'Anvers, qu'il avait surtout observés à Calloo et au Stuyvenberg.

Dumont faisait remarquer que ces fossiles d'Anvers ayant été réunis sans distinction avec ceux du sable glauconifère coquiller, il était difficile de dresser des listes séparées pour les deux dépôts. Tout en se trouvant ainsi forcé à réunir sous le nom de crag d'Anvers ces deux couches, qui alors avaient déjà fourni environ 200 espèces de coquilles, Dumont pressentait déjà, on le voit par les termes de son rapport, qu'il y avait là une distinction à établir.

En 1842, M. Nyst, dans son travail intitulé : *Addition à la faune conchyliologique des terrains tertiaires de la Belgique* [1], décrivit un certain nombre de formes nouvelles et c'est à cette époque, dit-il plus tard, dans un discours prononcé en 1869 à l'Académie, de Belgique, qu'il fut pour la première fois frappé de la différence du facies que présente la faune des sables noirs ou glauconifères avec celui qu'offre la faune des autres sables d'Anvers.

Continuant avec autant de persévérance que de succès l'exploration du champ si riche qui s'offrait à ses travaux, M. Nyst publia l'année suivante (en 1843) son grand ouvrage intitulé : *Description des coquilles et polypiers fossiles tertiaires de la Belgique* [2]. Il nous suffira de dire que l'on trouve dans cette monographie la description de toutes les espèces recueillies jusqu'alors dans les sables d'Anvers, pour ne pas devoir insister davantage sur l'intérêt de ce travail.

[1] P.-H. Nyst. *Addition à la faune conchyliologique des terrains tertiaires de la Belgique*, in-8°. (Bull. Acad. royale Belgique, tome IX, n° 5. 1842, p. 439 à 451.)

[2] P.-H. Nyst. *Description des coquilles et des polypiers fossiles tertiaires de la Belgique*, in-4°, 49 pl. (Mém. cour. et des sav. étrang. de l'Acad. royale de Belgique, tome XVII, 1843.)

Dans le tableau qui termine le Mémoire de M. Nyst, les fossiles d'Anvers se trouvent groupés en trois colonnes, respectivement intitulées: 1° sables noirs du fort d'Herenthals; 2° sables gris des glacis d'Anvers; 3° sables rouges de Calloo et du Stuyvenberg. C'était moins des divisions stratigraphiques que l'auteur avait eu l'intention d'établir, en désignant ainsi les dépôts qu'il avait étudiés, que des ensembles fauniques propres à certaines localités. Or, ce sont cependant ces noms de *sable noir*, *sable gris et sable rouge* qui, généralisés et parfois modifiés sous le nom de crags, ont servi depuis lors à désigner les grandes divisions des terrains d'Anvers.

En 1849, A. Dumont publia dans le tome XVI des Bulletins de l'Académie des sciences de Belgique un second *Rapport sur la Carte géologique du Royaume*.

Dans ce travail, il confirme, à l'aide de ses observations stratigraphiques, la position du *système diestien* dans le tertiaire supérieur ou *pliocène*, et rapporte cette fois positivement au diestien, la partie inférieure des dépôts coquillers désignés sous le nom de crag d'Anvers.

Quant à la partie supérieure de ces dépôts, il en fait son *système scaldisien*.

Voilà donc les sables d'Anvers nettement séparés en *système diestien* et *système scaldisien*, tous deux rapportés à la *période pliocène*.

A la suite d'excursions que fit en Belgique l'illustre géologue anglais Sir Charles Lyell, dans le but de comparer nos formations tertiaires avec celles de l'Angleterre, il publia, en 1852, une fort intéressante relation de son voyage [1].

Dans son mémoire sur les terrains tertiaires de la Belgique et de la Flandre française, le célèbre géologue consacre une douzaine de pages à l'étude des sables d'Anvers. Bien que l'auteur se soit surtout attaché à l'étude faunique de ces dépôts, ainsi qu'à leur comparaison avec des couches du même âge en Angleterre, il entre dans quelques détails sur la constitution des sables d'Anvers. Sir Charles Lyell adopte les trois divisions qui avaient été employées dans le Mémoire de M. Nyst et qui du reste lui avaient été confirmées par un géologue belge, M. N. de Wael, qui l'accompagna pendant ses explorations aux environs

[1] Sir C. Lyell. *On the tertiary strata of Belgium and French Flanders*. (Quart. Journ. Geological Society, vol. VIII, part. III, n° 31, August 1852, p. 177 to 370, pl. XVII to pl. XX.

Ce mémoire remarquable a été traduit en français par MM. Ch. Le Hardy de Beaulieu et A. Toilliez, et reproduit dans le tome XIV des Annales des travaux publics de Belgique (1855-1856), sous le titre : *Mémoire sur les terrains tertiaires de la Belgique et de la Flandre française*.

d'Anvers. Ces divisions étaient : le *crag noir* ou *inférieur*, le *crag gris* ou *moyen* et le *crag jaune* ou *supérieur*. Le crag noir ou inférieur n'était autre que le sable glauconifère coquiller, que Dumont venait de rapporter positivement au système diestien. Le nom de crag gris ou moyen avait été indiqué à Lyell par M. de Wael, qui désignait ainsi un sable grisâtre avec grains verts, se montrant à un niveau un peu plus élevé que le « crag noir, » dépôt que M. de Wael considérait, nous apprend le mémoire de Lyell, comme d'un âge intermédiaire entre le crag jaune et le crag noir. Enfin, le crag jaune ou supérieur représentait les dépôts encore plus élevés, tels que ceux qui avaient été signalés à Calloo, au Stuyvenberg, etc.

De cette division ainsi établie, il nous paraît résulter que Lyell n'aurait pas tenu compte à cette époque du rapport présenté à l'Académie, deux ans auparavant, par Dumont et dans lequel ce géologue rapportait au système diestien le sable glauconifère coquiller d'Anvers. Ce qui nous confirme dans cette idée, c'est que Lyell, dans certain passage de son mémoire, signale le rapport de 1839 et ne fait aucune mention de celui de 1849.

Enfin, le géologue anglais, tout en rapprochant de la période du crag proprement dit les sables ferrugineux diestiens, ne s'explique pas clairement sur leurs relations avec les sables noirs glauconifères d'Anvers et s'abstient de se prononcer sur le point de savoir s'il faut les rapporter au même horizon que ces derniers.

D'après lui, le groupe des trois étages réunis sous le nom de « Crag d'Anvers » formait un ensemble qu'il rapportait au système scaldisien, tandis que, seuls, les sables ferrugineux de Louvain constituaient son système diestien.

Ces conclusions ressortent autant du texte du mémoire de Sir Charles Lyell que de la disposition du tableau synoptique dont son travail est accompagné.

Or, dans son rapport de 1849, Dumont n'avait cependant laissé planer aucun doute sur la composition de son système diestien. Voici comment il s'exprime dans ce mémoire : « Le système diestien, formé après le mouvement qui changea d'une manière si remarquable la direction des côtes et qui commença la série pliocène, est caractérisé par des sables verts à gros grains, très glauconifères, qui, par altération, se transforment en sables bruns ou en grès ferrugineux. Ces sables ont à leur base un dépôt caillouteux et passent vers leurs parties supérieures à des *sables glauconifères à grains moins gros, plus ou moins calcareux et fossilifères, auxquels je rapporte la partie inférieure du dépôt que l'on a désigné sous le nom de crag d'Anvers.* »

C'est, du reste, ce que nous enseigne également la légende de la carte publiée par Dumont.

Nous ajouterons par la même occasion que le géologue anglais semble, même beaucoup plus tard, n'avoir pu se faire une opinion bien arrêtée au sujet des relations du « crag noir » avec les autres couches. Jusque dans la dernière édition de ses *Éléments de géologie,* dont la traduction française a été revue par lui en 1864, on reconnaît qu'il hésite à exprimer une opinion bien accentuée. Ne pouvant s'empêcher de reconnaître que la faune du « crag noir » diffère sensiblement de celle des dépôts supérieurs, il laisse cependant réunies les trois divisions primitivement établies, alors qu'il réunit les sables ferrugineux diestiens et les couches fossilifères d'Edeghem en un groupe distinct, qu'il pensait même pouvoir rapporter au miocène supérieur.

Nous fermerons cette parenthèse en ajoutant que, actuellement, tout le monde est d'accord avec Dumont pour rapporter au système diestien aussi bien les sables glauconifères d'Anvers que les dépôts d'Edeghem et les sables ferrugineux de Diest, de Louvain, etc.

Peu de temps après la publication du mémoire du géologue anglais, parut un travail de M. N. de Wael, intitulé : *Observations sur les formations tertiaires d'Anvers* [1].

Cette notice, assez détaillée, contient la description des divers niveaux fossilifères que l'auteur a étudiés et qu'il rapporte aux trois étages signalés plus haut.

On trouve également dans ce mémoire l'énumération des fossiles que l'auteur a recueillis dans chacun des dépôts qu'il décrit, et un certain nombre de coupes, soigneusement relevées, en font connaître l'aspect et la nature minéralogique.

Les Bulletins de la Société Paléontologique de Belgique renferment un grand nombre de notices, d'indications et de renseignements divers sur la géologie et surtout sur la paléontologie des terrains d'Anvers.

Toutefois cette Société, fondée à Anvers en 1858 par un petit groupe de zélés naturalistes et par quelques amis de la science, n'ayant pu à cette époque rencontrer ni l'appui ni les encouragements sur lesquels avaient compté ses fondateurs, et éprouvée, d'autre part, par la mort des uns, le départ des autres, se vit bientôt forcée de cesser ses publications. Ce fut d'autant plus regrettable que les publications de cette Société auraient pu devenir fort utiles pour la connaissance des terrains d'Anvers. Cependant, nous devons ajouter, relativement à ce qui a été fait, qu'à cette

[1] Norbert de Wael. *Observations sur les formations tertiaires des environs d'Anvers.* (Bull. Acad. royale Belg., 2e série, 1853, tome XX, n° 1, p. 1 à 36.)

époque une grande confusion régnait encore dans tout ce qui concernait la géologie d'Anvers, de sorte que l'on ne peut aujourd'hui tirer grand profit de la plupart de ces matériaux.

Nous signalerons, mais sans pouvoir nous y arrêter, plusieurs notices paléontologiques publiées par M. Nyst dans les Bulletins de l'Académie de Belgique.[1]

Nous devons cependant mentionner sa *Notice* publiée en 1861, *sur un nouveau gîte de fossiles se rapportant aux espèces faluniennes du midi de l'Europe, découvert à Edeghem, près d'Anvers* [2]. Le gisement dont la notice en question nous fait connaître la faune, riche de plus de 150 espèces, paraissait en effet se rapporter à un horizon plus ancien que ceux de toutes les autres couches précédemment observées à Anvers.

Mais on a reconnu depuis lors qu'il n'y avait pas lieu d'adopter l'assimilation de ces dépôts avec ceux de la série miocène, comme on l'avait proposé d'abord. L'horizon d'Edeghem constitue la base des sables d'Anvers et les travaux militaires qui s'exécutent en ce moment au Kiel près de la citadelle du Sud à Anvers, ont mis à découvert une zone très fossilifère, dont la faune, rappelant en tout point celle d'Edeghem, sert en quelque sorte de trait d'union entre celle-ci et celle des sables noirs d'Anvers proprement dits.

En poursuivant notre revue, nous arrivons à l'année 1862, pendant laquelle de grands travaux militaires furent exécutés aux environs d'Anvers, ce qui, dévoilant sur une surface considérable la structure du sol, mit à découvert d'immenses richesses paléontologiques.

Malheureusement on ne profita guère de ces circonstances si favorables. On recueillit, il est vrai, un grand nombre d'ossements de cétacés

[1] H. Nyst. *Notice sur quelques recherches paléontologiques faites aux environs d'Anvers.* (Bull. Acad. royale Belg., 2e série. tome XI, 1861, n° 6, p. 623 à 626.)

H. Nyst. *Descriptions succinctes de dix espèces nouvelles de coquilles fossiles du crag noir des environs d'Anvers.* (Bull. Acad. royale Belg., 2e série, tome XII, 1861, n° 9 et 10, p. 188 à 197.)

H. Nyst. *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. royale Belg., 2e série, tome XII, 1861, n° 9 et 10, p. 198 à 202, pl. III.)

H. Nyst. *Notice sur une nouvelle espèce de* PECTEN *et observations sur le* PECTEN DUWELSII. (Bull. Acad. royale sciences Belg., 2e série, tome XVIII, 1864, n° 7, p. 26 à 30.)

H. Nyst. *Rapports, etc., sur les travaux de de Wael, Reuss, Dujardin, etc.* (Bull. Acad. royale sciences Belg.)

H. Nyst. *Sur les animaux inférieurs fossiles de la province d'Anvers.* (Bull. Acad. royale Belg., 2e série, tome XXVIII, 1869, n° 12, p. 607 à 621.)

[2] H. Nyst. *Notice sur un nouveau gîte de fossiles se rapportant aux espèces faluniennes du midi de l'Europe, découvert à Edeghem, près d'Anvers.* (Bull. Acad. royale sciences Belg., 2e série, tome XII, 1861, n° 7, p. 29 à 53, pl. I.)

et de coquilles, mais sans méthode et sans soins, de sorte que ces précieux vestiges allèrent s'enfouir pêle-mêle et sans étude préliminaire dans les caves des musées, ou se disperser ailleurs. On comprend que, recueillis dans de telles conditions, ces matériaux, loin d'être utiles à la science, ne firent au contraire qu'augmenter les erreurs déjà nombreuses qui existaient dans les listes publiées sur la distribution géologique des espèces; et c'est même à cette circonstance qu'il faut attribuer la confusion extraordinaire qui régna pendant si longtemps dans des listes publiées ici ou à l'étranger sur la faune des sables d'Anvers.

« Il est à regretter, dit M. Nyst, dans un discours d'ouverture « prononcé en 1869 à l'Académie royale de Belgique, il est à regretter « qu'à cette époque, un paléontologue n'ait pas été désigné pour « étudier ces fossiles dans tous leurs détails. Il ne suffit pas, ainsi qu'on « le croit généralement, d'amasser des quantités considérables de maté- « riaux, il faut encore savoir les utiliser. Si pour les fossiles, par exemple, « on ne tient pas note exactement, non seulement des localités, mais « encore des couches dans lesquelles ils ont été trouvés, ils perdent « presque toute leur valeur et ne sauraient plus servir à la détermination « de l'époque de leur apparition; ce seraient autant de médailles dépour- « vues de leurs inscriptions ou de leurs empreintes et qui, dans certains « cas, n'offriraient d'autre intérêt que celui de leur rareté.

« Souvent le zoologiste ne s'est pas occupé de géologie et de paléon- « tologie pour distinguer facilement les espèces provenant soit des « sables scaldisiens, soit des sables diestiens; la différence de couleur de « ces deux dépôts ne suffit pas toujours à cet effet; outre que les nuances « sont très variables, il peut se faire que celles des deux couches, d'âge « fort différent, soient à peu près identiques, comme les sables quater- « naires et les sables diestiens en offrent un exemple frappant. »

On ne saurait trop se pénétrer de l'importance de ce dernier paragraphe, qui donne en quelque sorte la clef des difficultés et des contradictions que l'on rencontre à chaque pas dans la comparaison, soit des couches entre elles, soit avec leurs équivalents à l'étranger.

Pour en revenir aux travaux d'Anvers, il faut cependant reconnaître que le vaste champ d'étude qui s'offrait ainsi aux recherches n'est pas resté entièrement inexploré.

Un officier du génie, M. le capitaine Dujardin, comprit l'importance que présentait pour le progrès de la géologie cette occasion si exceptionnelle et réussit à tirer de ces travaux tout le parti possible. Il releva la coupe du terrain le long de deux grandes sections, dont l'une, passant par le fossé capital de l'enceinte, avait 14,000 mètres de développement sur une dizaine de mètres de hauteur et dont l'autre, formée de tronçons

que l'on pouvait aisément raccorder en une ligne continue, atteignait 17,000 mètres de longueur.

Le travail de M. Dujardin, illustré de deux coupes, est surtout stratigraphique et contient d'excellents et nombreux renseignements, fort utiles à consulter [1].

Parmi les résultats acquis, il y a à signaler dans ce mémoire l'établissement d'une zone qui n'avait pas encore été mentionnée auparavant. C'est celle des *sables verts*, dépôt constitué par un sable quartzeux très glauconifère, parfois graveleux, et qui paraît généralement recouvrir les sables noirs diestiens.

M. Dujardin semble n'avoir rencontré que très exceptionnellement des fossiles à ce niveau; mais il le rapporte toutefois sans hésitation au système diestien.

Ce sable vert et les fossiles qu'il contient viennent d'être, dans les publications de la Société Malacologique [2], l'objet d'une longue et intéressante discussion, ensuite de laquelle le maintien de cette couche dans le système diestien reste assuré.

Dans les six premières éditions de l'*Abrégé de géologie* de d'Omalius d'Halloy, nous ne trouvons guère sur Anvers que des indications très vagues et fort incomplètes.

Mais dans la septième édition de ce livre, publiée en 1862, l'auteur entre dans des détails plus circonstanciés et fait connaître quelques indications nouvelles qui lui avaient été communiquées par M. Nyst.

Ces renseignements consistent dans l'établissement de différentes zones dans les sables d'Anvers, que les nouvelles recherches paléontologiques de M. Nyst lui avaient permis d'indiquer comme suit :

I. Des *sables noirs*, observés à Edeghem, à Berchem et au fort d'Herenthals. On y remarque, dit le texte communiqué par M. Nyst, un lit presque entièrement composé de Pétoncles.

[1] A. Dujardin. *Description de deux coupes faites à travers les couches des systèmes scaldisien et diestien, ainsi que dans les couches supérieures, près de la ville d'Anvers.* (Bull. de l'Acad. royale des sciences de Belgique, 2e série, tome XIII, 1862, n° 5, p. 470 à 485, pl. I et II.)

[2] Annales de de la Société Malacologique de Belgique, tome IX, 1874, Bulletins, contenant :

Page XX à XXIV. P. Cogels. *Note sur un gisement de Terebratules aux environs d'Anvers*, et Observations de M. Mourlon à ce sujet.

Page XXXVIII à XLV. P. Cogels. *Seconde note sur le gisement de la T. grandis* avec quelques Observations à ce sujet, par MM. Mourlon et E. Vanden Broeck.

Page LV à LVIII. M. Mourlon. *Nouvelles observations au sujet de nos couches tertiaires à Terebratula grandis.*

Page LXVII à LXXXIV. P. Cogels. *Nouvelle note sur le gisement de la Terebratula grandis.*

II. Des *sables gris mouvants*, qui contiennent beaucoup de bryozoaires et quelques coquilles analogues à celles des sables noirs.

III. D'autres *sables gris*, remplis de coquilles brisées, le plus souvent indéterminables et à la partie supérieure desquels on trouve beaucoup de *Pecten Gerardi*.

IV. Des *sables argileux*, qui s'observent principalement à Deurne et qui contiennent beaucoup de coquilles bivalves, des Cyprines et des Astartes vers le bas et des Peignes vers le haut.

On trouve tout à fait au dessus des vertèbres de cétacés.

V. Des *sables jaunes rougeâtres* que l'on exploite au Stuyvenberg, à Calloo et qui contiennent une immense quantité de coquilles, principalement de Cyprines, de Bucardes et de Tellines.

Aucun autre détail sur la constitution des sables d'Anvers n'accompagne cette énumération, que M. Nyst ne fit du reste suivre d'aucune notice explicative.

Si, en principe, ces divisions ne peuvent être maintenues dans leur ensemble, il en est cependant parmi elles qui méritent notre attention, en ce sens qu'elles se rapportent assez exactement à certains horizons bien distincts dont nous aurons à nous occuper plus loin.

Nous passerons maintenant à l'examen de quelques mémoires publiés en Angleterre sur les sables d'Anvers. Ces travaux étant généralement peu connus ici et les opinions exposées offrant parfois des différences notables avec celles qui nous sont familières, on nous permettra de nous y étendre un peu plus longuement que sur les mémoires publiés en Belgique et qui sont entre les mains de tous.

En 1685, M. Ray Lankester fit paraître dans le *Geological Magazine* [1] un travail intitulé : *On the crag of Suffolk and Antwerp*, dans lequel il fait connaître la disposition générale des couches d'Anvers. Il est seulement à regretter, pour les motifs exposés plus haut, que l'auteur conserve, pour toute la série des sables d'Anvers, le nom de *crag*. Après les explications qui accompagnent la reproduction, sur une échelle réduite, de la grande coupe de Dujardin, l'auteur entre dans quelques considérations paléontologiques. Il s'étend ensuite sur la comparaison des couches d'Anvers avec le crag de Suffolk.

S'appuyant sur les proportions d'espèces communes aux divers dépôts de ces deux séries, l'auteur trouve que le crag corallin, le crag rouge de Suffolk et les sables supérieurs d'Anvers (sables jaunes) se relient bien

[1] E. Ray Lankester. *The Crags of Suffolk and Antwerp.* (Geological Mag., vol. II, n° 9. March 1, 1865, p. 103 to 106, and n° 10, april 1, 1865, p. 149 to 152. (with a woodcut.)

plus étroitement entre eux que l'un quelconque de ces termes avec les sables moyens d'Anvers (sables gris). On verra plus loin que cette opinion, qui n'est nullement justifiée, est due à l'idée incomplète et fausse que l'on avait de la faune des sables moyens ou « gris. » M. Lankester considère le crag rouge, le crag corallin et les sables supérieurs d'Anvers comme appartenant au pliocène supérieur ; les sables moyens d'Anvers (sables gris) au pliocène moyen et les sables inférieurs d'Anvers (sables noirs diestiens) comme se rapportant au pliocène inférieur.

Mais ensuite l'auteur fait remarquer avec raison que, quelles que soient les appréciations que l'on veuille tirer de la faune des dépôts d'Anvers, il faut tenir compte de cette circonstance que si les sables inférieurs sont bien connus paléontologiquement, il n'en est aucunement de même pour les dépôts qui les surmontent. Comme on connaît dans les dépôts correspondants à ces derniers dans le bassin anglais plus du double des fossiles signalés à ce niveau à Anvers, il est évident que les comparaisons basées purement sur les données paléontologiques ne peuvent avoir une bien grande exactitude.

M. Lankester combat ensuite l'opinion exprimée par quelques auteurs, qui tendrait à rapporter les sables inférieurs ou diestiens à la période miocène, et c'est avec raison qu'il les considère comme indiquant le commencement de la période pliocène. L'auteur reconnaît, d'autre part, les affinités qui unissent ces dépôts aux couches supérieures de Bordeaux et surtout de Vienne ; aussi est-il porté à établir dans ces deux localités un horizon pliocène inférieur, surmontant les couches plus développées du miocène supérieur, et du même âge que les sables inférieurs d'Anvers.

Le peu d'espace dont nous pouvons disposer ici ne nous permet pas d'analyser entièrement l'intéressant travail de M. Lankester ; nous avons du reste signalé ce qui se rapportait plus particulièrement à la géologie du bassin d'Anvers.

L'année suivante, en 1866, parut dans le *Quarterly Journal of the Geological Society* [1], un mémoire assez étendu de M. Godwin-Austen, intitulé : *On the Kainozoic Formations of Belgium*, dans lequel il est spécialement question des couches pliocènes de la Belgique, de la distribution générale des continents et des mers à cette époque et, enfin, des dépôts post-pliocènes de nos contrées.

Nous nous bornerons à indiquer en quelques mots quelle est l'opinion de l'auteur sur les sables d'Anvers.

Il signale tout d'abord les incertitudes et les erreurs auxquelles

[1] R.-A.-C. Godwin-Austen. *On the Kainozoic Formations of Belgium.* (Quarterly Journ. Geol. Soc., vol. XXII, part. III, august 1. 1866, n° 87, p. 228 to 254, with a map.)

peuvent donner lieu les résultats d'une étude purement paléontologique de ces couches.

Mentionnant la séparation proposée par Dumont, pour les sables d'Anvers en deux divisions, dont l'inférieure constitue le *système diestien* et la supérieure le *système scaldisien*, il s'arrête à cette séparation et n'indique que pour mémoire les divisions de Lyell et celles proposées en dernier lieu par M. Nyst, dans l'Abrégé de géologie de d'Omalius.

La courte description du scaldisien que donne l'auteur montre qu'il n'admet dans toute cette masse qu'une accumulation de débris, un assemblage de couches remaniées et déposées sous une très faible profondeur. Cette série supérieure lui semble très caractéristique, car elle marque une modification dans la profondeur et l'agitation des eaux, ce qui résulte, selon lui, d'un changement physique d'une étendue plus considérable dont l'effet a été un remaniement des couches précédemment formées et leur arrangement ultérieur en bancs triturés.

Pour M. Godwin-Austen, le scaldisien d'Anvers se présente absolument dans les mêmes conditions que le crag rouge de Suffolk et il trouve qu'aucune raison ne s'oppose à ce que le changement physique qui a fait succéder le crag rouge au crag collarin soit le même que celui qui a fait succéder le scaldisien au diestien.

Abordant ensuite le système diestien, l'auteur y reconnaît un dépôt tranquille, de profondeur moyenne et des plus favorable au développement d'une riche faune malacologique. Il fait remarquer que dans ces dépôts les coquilles sont intactes et toujours en place. Pour lui, qui pense, comme nous l'avons dit, qu'aucune coquille en place ne se trouve dans les dépôts qui viennent au dessus, c'est la seule et réelle différence qui distingue le diestien du scaldisien.

En résumé, l'auteur n'admet que ces deux divisions. La première seule, où, d'après lui, se trouvent les coquilles en place, peut utilement servir à retracer et à définir une époque déterminée dans la période pliocène en Belgique ; mais la seconde, où il n'y aurait que des coquilles étrangères, remaniées, appartenant à toutes les zones de profondeur et à toutes les époques de cette période pliocène, ne serait d'aucune utilité pour l'étude géologique.

Pour ce qui concerne le « crag gris » et le « crag jaune », M. Godwin-Austen n'y trouve d'autre différence que celle des origines diverses des débris remaniés dont seraient formées ces couches, les sables gris étant surtout constitués par des débris provenant des sables diestiens.

L'auteur semble même n'accorder guère plus d'importance au scaldisien qu'aux bancs de graviers et de débris coquillers que l'on observe, sous la forme de dépôts littoraux, sur les côtes de la Manche et de la mer du Nord.

Quant aux différences qui s'observent entre le crag rouge et notre groupe scaldisien, M. Godwin-Austen pense qu'il faut les rechercher uniquement dans cette circonstance que le crag rouge est composé de débris remaniés d'une zone profonde à bryozoaires (le crag corallin), tandis que le scaldisien représente une accumulation de débris provenant généralement de zones bathymétriques un peu moins profondes (les sables limoneux diestiens).

L'auteur ayant annoncé que le scaldisien tout entier correspondait au crag rouge et qu'une même dénudation s'observait sous ces deux dépôts, il a cru pouvoir assimiler le diestien au crag corallin. Pour expliquer les différences de faune en même temps que la similitude d'âge, il a mis en avant un fait, incontestable du reste : la différence de profondeur des deux dépôts, différence qui, on ne peut le nier, doit avoir eu une influence marquée sur la faune. Mais, quoique les sables inférieurs d'Anvers soient en réalité d'un âge peu différent de celui du crag corallin, ces deux dépôts ne peuvent à coup sûr être considérés comme contemporains.

Nous ne pouvons nous étendre davantage sur le remarquable mémoire de M. Godwin-Austen. Le résumé qui précède suffira pour montrer les vues de l'auteur et pour faire comprendre que si ce mémoire, fort discuté en Angleterre, quant aux points relatifs à la géologie de cette contrée, renferme, par rapport à Anvers, des appréciations inexactes ou erronées par suite de l'insuffisance des renseignements dont l'auteur a pu s'entourer, il n'en contient pas moins des idées intéressantes et nouvelles, dont plusieurs, un peu modifiées, vont se trouver confirmées par les découvertes ultérieures.

L'auteur n'a malheureusement pas connu la faune en place des sables moyens et des sables supérieurs ; il s'est uniquement appuyé sur les résultats de l'étude de couches roulées et remaniées et tout en signalant avec raison la présence d'un phénomène de ravinement, correspondant à celui qui est constaté en Angleterre, il n'a pu en établir le niveau réel, que nous indiquerons tantôt. On peut réellement s'étonner que les conditions d'observation si défavorables où s'est trouvé M. Godwin-Austen n'aient pas été un obstacle aux conclusions remarquables exposées dans son mémoire.

Un an plus tard, parut dans le *Geological Magazine* [1] un article du Dr von Koenen sur les terrains tertiaires de la Belgique.

[1] *Note on the tertiary strata of Belgium*, by Dr von Koenen. (Geological Magazine, vol. IV, n° 11, november 1. 1867.)

Traduit en français par M. A. Thielens et publié dans les Mémoires de la Société paléontologique et archéologique de Charleroi.

L'auteur discute assez longuement les résultats exposés par MM. Lankester et Godwin-Austen relativement aux sables d'Anvers. Il montre que le dernier de ces géologues avait évidemment fait erreur en disant que dans le scaldisien il n'y avait pas de coquilles en place et surtout qu'il n'y en avait point de spéciales à ces couches.

Il montre également que le scaldisien a une épaisseur bien plus considérable que celle qui lui avait été attribuée par le géologue anglais et qu'enfin le diestien n'est aucunement l'équivalent du crag corallin, mais bien un dépôt plus ancien.

Un tableau synoptique montrant les relations des couches oligocènes, miocènes et pliocènes du nord de la France, de l'Angleterre, de la Belgique et de l'Allemagne du Nord accompagne ce travail.

Revenant maintenant aux travaux publiés en Belgique nous trouvons que, dans son *Prodrome d'une description géologique de la Belgique*, publié en 1868, M. Dewalque, adoptant les divisions établies par Dumont, rapporte les couches des environs d'Anvers à deux grandes divisions : le système diestien et le système scaldisien, qu'à l'exemple de Dumont il fait tous deux entrer dans la période pliocène.

M. Dewalque ajoute qu'il n'admet pas la distinction que l'on avait établie dans le système scaldisien, des deux étages : crag jaune et crag gris. C'est la variabilité des dépôts et la fréquence dans ces couches des phénomènes d'altération dus le plus souvent à la décomposition de la glauconie, qui ont engagé M. Dewalque à ne pas admettre cette division dans le scaldisien. Cela est fort judicieux, mais comme aucune autre division n'est proposée en place, on pourrait croire qu'il ne faut admettre aucune subdivision dans le scaldisien.

On aurait grandement tort cependant de conclure ainsi et déjà les travaux consciencieux de notre collègue M. Cogels ont jeté un grand jour sur la distinction qu'il y a lieu de faire entre les divers dépôts du système scaldisien. D'autre part, la différence bien tranchée que nous signalerons tantôt entre la faune des sables moyens et celle des sables supérieurs — divisions qui correspondent plus ou moins à certaines couches en place du crag gris et du crag jaune — viendra confirmer d'une façon définitive la séparation stratigraphique bien tranchée dont nous établirons la présence entre ces deux dépôts.

Quant au système diestien, M. Dewalque y fait entrer avec raison les sables ferrugineux de Diest, Hasselt, Louvain, etc., les sédiments glauconifères coquillers des environs d'Anvers, ainsi que la zone d'Edeghem.

La question de savoir si les sables noirs diestiens doivent se rapporter à la période pliocène ou à la période miocène a déjà été l'objet de nombreuses discussions, non seulement ici, mais encore à l'étranger.

Quant à nous, nous nous rallions complétement à la manière de voir, de Dumont et de M. le professeur Dewalque et qui est aussi celle de la plupart des géologues anglais, de M. Prestwich, entre autres, le savant auteur du remarquable mémoire récemment publié sur le crag anglais.

En dehors même de l'étude stratigraphique des dépôts d'Anvers, nous avons signalé tantôt la base rationnelle sur laquelle nous croyons pouvoir fonder la séparation entre le miocène et le pliocène dans le grand bassin tertiaire du nord-ouest de l'Europe.

Ces grands mouvements dans la disposition relative des continents et des mers, mouvements dont les preuves se retrouvent dans l'extension successive de dépôts d'âges différents suivant certaines directions bien déterminées, ont une importance de premier ordre. Les dénudations locales, les ravinements, etc., n'en sont que les conséquences secondaires, ainsi du reste que les modifications fauniques produites le plus souvent par les changements de profondeur, de climat, etc., qui sont la suite de ces oscillations.

Selon que celles-ci se sont faites plus ou moins lentement, les faunes se seront aussi plus ou moins rapidement modifiées ; elles peuvent même se trouver subitement remplacées par des éléments nouveaux si les conditions bathymétriques viennent à changer complétement.

D'autre part, on comprendra aisément que, dans certaines circonstances, qui paraissent précisément s'être présentées dans la partie orientale du bassin tertiaire du nord-ouest de l'Europe, les modifications fauniques ne peuvent s'opérer que peu à peu et longtemps après que la modification géologique ou stratigraphique a commencé à faire sentir ses effets et aura indiqué, par conséquent, le commencement d'une période ou ère nouvelle.

Le caractère paléontologique a, du reste, beaucoup moins de fixité dans ses rapports avec la distinction des horizons et des niveaux géologiques, qu'on semble généralement l'admettre. Il est vrai que lorsque l'on tiendra mieux compte de l'influence qu'il faut attribuer à l'étude de la signification bathymétrique des dépôts, beaucoup d'inconvénients qui résultent actuellement de l'emploi trop exclusif du caractère paléontologique viendront à disparaître.

On ne saurait trop insister sur l'utilité qu'il y aurait à connaître et à distinguer les divers facies que revêt la faune d'un même horizon géologique suivant que les dépôts sont littoraux, de profondeur moyenne ou de grand fond, et personne ne pourrait nier le puissant intérêt qu'il y aurait dans l'application de ces données à la reconnaissance de la configuration générale d'un bassin géologique et des oscillations des mers.

Pour en revenir aux inconvénients de l'emploi trop exclusif du caractère paléontologique, il sera bon de faire remarquer aussi que les analogies comme les différences qui résultent de la comparaison des éléments qui constituent les faunes, c'est à dire des listes des fossiles recueillis, ne peuvent évidemment être acceptées que sous certaines réserves par le fait même de la variation de ces éléments. Les listes varient et se modifient d'année en année, suivant les progrès de nos explorations.

D'autre part, la proportion ou « pourcentage » des espèces encore vivantes, proportion sur laquelle sont fondées, on le sait, les divisions : *éocène, miocène* et *pliocène*, s'est augmentée assez sensiblement depuis quelques années, c'est à dire depuis que les explorations et les dragages exécutés dans les grandes profondeurs des mers ont mis au jour une quantité de formes qui se retrouvent dans les couches tertiaires et que l'on croyait éteintes. Il est à remarquer que ces modifications dans les rapports fauniques ci-dessus signalés tendent invariablement à faire remonter dans la série tertiaire bien des couches que l'on croyait autrefois nettement caractérisées par une proportion d'espèces vivantes, qui s'est augmentée depuis lors.

D'autres causes encore, relatives aux progrès de la classification et aux modifications de la nomenclature, causes auxquelles il sera fait allusion dans la deuxième partie de ce travail, concourent de leur côté à modifier également cette proportion.

Or, il en est tout autrement au point de vue purement géologique.

Rien ne peut, après coup, venir modifier la signification et la valeur d'une démarcation stratigraphique bien établie, comme celle qui sépare nos dépôts « diestiens » des couches tertiaires plus inférieures.

En commençant ce travail, nous avons déjà attiré l'attention sur la lacune considérable qui existe en ce point de notre série tertiaire. M. le professeur Dewalque l'a signalée en 1868 dans son Prodrome, d'après Dumont.

Comme c'est là un fait capital, nous ne croyons pas inutile de rappeler ici les considérations si claires et si convaincantes émises par M. Dewalque en réponse à une demande qui lui avait été faite au sujet de la position du système diestien dans la série tertiaire.

« M. Dewalque, dit le procès-verbal de la séance du 7 juin 1874 de la Société Malacologique, considère le diestien comme pliocène. Si les paléontologues trouvent que certaines analogies de faune doivent rapprocher cette formation d'autres que l'on considère habituellement comme miocènes, il faudra au préalable rechercher si ces dernières appartiennent réellement à la période à laquelle on les rapporte.

« Pour résoudre cette question, M. Dewalque s'attacherait surtout aux

considérations stratigraphiques. La formation pliocène est séparée de celle qui la précède par d'importants phénomènes physiques, discordances, débordements, ravinements, etc., qui impliquent un changement considérable dans le régime des mers et que l'on rattache souvent au soulèvement des Alpes occidentales. Pour ce qui concerne la Belgique, nous voyons les formations antérieures se suivre régulièrement en indiquant une ligne de côtes dirigée à peu près O.-N.-O. E.-S.-E. Pour le système diestien la direction du rivage est tout autre, à peuprès O.-S.-O. E.-N.-E., comme la côte actuelle, et ce grand changement de direction est accompagné du ravinement et de la destruction des sables boldériens, puis de l'argile de Boom, etc., en même temps que la base de la formation est marquée par un dépôt plus ou moins puissant de galets ou de gravier, suivant son éloignement du rivage. C'est là incontestablement, comme l'a dit Dumont, l'interruption physique la plus marquée qui s'observe dans notre terrain tertiaire, et il est beaucoup plus naturel de la rapporter à la séparation du miocène et du pliocène qu'à celle de l'oligocène supérieur et du miocène proprement dit. »

Dans un rapport présenté en 1874 à la Société Malacologique de Belgique, relativement à une excursion au Bolderberg,[1] nous avons exposé les raisons d'après lesquelles il y a lieu de considérer comme un dépôt de dunes terminant la série oligocène, les sables boldériens, les seuls dépôts inférieurs aux sables d'Anvers qu'en Belgique on aurait pu rapporter au miocène proprement dit (miocène supérieur de certains géologues).

Les sables boldériens constituent, d'après nous, un facies littoral ou, pour mieux préciser, un *dépôt de dunes* du même horizon que les argiles oligocènes, connues sous le nom d'argiles de Boom, qui se sont déposées dans des eaux assez profondes.

Ces sables marquent la fin du dépôt oligocène, ou plutôt la période d'exhaussement qui, le faisant cesser, a donné lieu à la lacune continentale miocène signalée précédemment [2].

Or, les sables boldériens se trouvant à la base des sables diestiens ou inférieurs d'Anvers, il en résulte que les dépôts diestiens ou pliocènes reposent directement et partout sur la surface irrégulièrement dénudée des sédiments oligocènes.

[1] E. Vanden Broeck. *Rapport sur une excursion faite le* 16 *juillet* 1874 *au Bolderberg, près de Hasselt.* (Annales de la Société Malacologique de Belgique, tome IX, 1874. Bulletins, p. CXLI à CLXXX.)

[2] Si cette opinion, qui est aussi celle de MM. Ortlieb et Dollfus, n'est pas encore partagée par tous les géologues, relativement au mode de formation du dépôt boldérien, il n'en est pas moins parfaitement reconnu par tous que le sable boldérien se rattache à la série oligocène.

Il en résulte aussi que la période miocène proprement dite est donc complétement absente en Belgique, ce qui donne à l'interruption de sédimentation signalée par M. Dewalque une importance plus grande encore qu'il ne résulterait des termes de la note citée plus haut.

Pour en revenir à l'historique des travaux publiés sur les couches d'Anvers, on constate avec satisfaction que depuis quelque temps l'étude de ces formations semble attirer de plus en plus l'attention des travailleurs.

Le remarquable travail de M. J. Prestwich [1] sur la structure des couches du crag de Norfolk et de Suffolk, publié en 1871, dans le *Quarterly Journal* de la Société géologique de Londres, a contribué pour une large part à attirer l'attention des géologues sur l'étude si intéressante des dépôts pliocènes et, en particulier, sur ceux d'Anvers, qui présentent avec ceux du bassin anglais des affinités si étroites. Nous pouvions d'autant moins passer sous silence le mémoire de M. Prestwich dans la revue qui nous occupe en ce moment, que l'auteur entre à plusieurs reprises dans quelques détails sur la comparaison des couches qu'il a étudiées, avec celles du bassin d'Anvers et fait connaître, dans les tableaux qui accompagnent son travail, les fossiles communs à diverses couches des deux bassins.

Dans l'article *Geologie* de *Patria Belgica* [2], M. Mourlon comprend sous le nom de système diestien la plupart des dépôts qui doivent réellement s'y rapporter; il indique aussi vers le nord-ouest quelques dépôts fossilifères qui s'y rattachent à l'étranger, de même qu'il reconnaît jusqu'en France et en Angleterre la continuation du dépôt graveleux non fossilifère, qui forme, comme nous le verrons, un autre facies de ce système. Toutefois, M. Mourlon continue à placer le diestien dans le miocène; ce que nous ne pouvons admettre, ainsi qu'on l'a vu plus haut.

Quant au scaldisien, l'auteur, sans y reconnaître nettement deux zones distinctes, signale, avec quelques détails sur leur faune, les *sables jaunâtres* tantôt argileux, comme à Deurne, tantôt sableux, comme à Austruweel, ainsi que les *sables gris mouvants* à bryozoaires, découverts en 1861 par M. Nyst. Quoiqu'il semble plutôt porté à considérer cette dernière zone comme accidentelle, et elle est en effet fort peu développée aux environs d'Anvers, il reconnaît « que cette zone rappelle entièrement certaines « couches du crag corallin de Suffolk, en Angleterre, de même que nos « sables jaunes rougeâtres correspondent au crag rouge. »

[1] *On the structure of the Crag beds of Norfolk and Suffolk*, by J. Prestwich. (Quarterly Journal of the Geological Society, vol. XXVII, 1871, p. 115, 325 and 452.)

[2] Patria Belgica. *Encyclopédie nationale ou exposé méthodique de toutes les connaissances relatives à la Belgique*, etc., publiée sous la direction d'Eugène Van Bemmel. Bruxelles, 1873-1875. Article : *Géologie*, par Michel Mourlon, t. I, p. 95 à 192.

Tout récemment enfin, au Congrès tenu en août 1874 à Lille, par l'Association française pour l'avancement des sciences, M. Mourlon a fait une communication sur les terrains tertiaires, quaternaires et modernes des environs d'Anvers.

Ne connaissant jusqu'à présent ce travail que par un résumé publié dans la *Revue scientifique* [1], nous ne pouvons guère en parler sinon pour constater que les nouvelles observations de M. Mourlon le portent toujours à placer la limite inférieure du pliocène immédiatement sous les couches scaldisiennes, c'est à dire sous celles qui ont été désignées sous les noms de crag gris et de crag jaune.

Toutefois, nous nous hâterons d'ajouter que parmi les diverses raisons exposées dans le résumé de la Revue, il n'en est aucune qui nous semble de nature à fortifier davantage cette opinion.

Les bulletins de la Société Malacologique de l'année 1874 contiennent de longues et intéressantes dissertations sur le classement de certaines couches et sur des questions de gisement du plus grand intérêt. Le cadre de ce travail nous empêche de nous étendre plus longuement sur ces divers travaux; nous ne pouvons que renvoyer le lecteur aux notices publiées par MM. Cogels et Mourlon de janvier à mai 1874 [2], ainsi qu'à la communication sommaire que nous avons lue à la séance de juin de la même année, sur les rapports qui existent entre les divers niveaux des sables d'Anvers et la faune des Foraminifères observés dans chacun d'eux [3].

Nous avons encore à signaler dans les mémoires de la Société Mala-

[1] *La Revue scientifique de la France et de l'étranger*, 2e série, 4e année, n° 17, 2 janvier 1875. *Compte rendu du Congrès tenu à Lille par l'Association française pour l'avancement des sciences*. Séance du 27 août 1874.

[2] M. Mourlon. *La zone des sables d'Edeghem, à Anvers*. Annales de la Société Malacologique de Belgique, tome VIII, 1873. Bulletins, p. CXXVIII à CXXX.

P. Cogels. *Note sur un gisement de Terebratules aux environs d'Anvers* et observations de M. Mourlon à ce sujet. Ann. Soc. Malac. Bel., t. IX, 1874. Bulletins p. XX à XXIV.

P. Cogels. *Seconde note sur le gisement de la Terebratula grandis*, id., id., p. XXXVIII à XLV. Communications de MM. Mourlon et Vanden Broeck sur le même sujet, p. XLV à LII.

M. Mourlon. *Nouvelles observations au sujet de nos couches tertiaires à Terebratula grandis*, id., id., p. LV à LVIII.

P. Cogels. *Nouvelle note sur le gisement de la Terebratula grandis*, id., id., p. LXVII à LXXXIV.

P. Cogels. *Note sur un gisement d'Ostrea cochlear aux environs d'Anvers*, id., id., p. XCVI à XCIX.

G. Dewalque, E. Vanden Broeck et P. Cogels. *Considérations sur la question de savoir si le Diestien doit être considéré ou non comme pliocène*, id., id., p. CVII à CXII.

[3] E. Vanden Broeck. *Considérations sur les Foraminifères des sables d'Anvers*. Ann. Soc. Malac. de Belg., t. IX, 1874, p. CVIII à CX.

cologique[1] un fort bon et très consciencieux travail qui vient d'être présenté par notre collègue M. Cogels et intitulé : *Observations géologiques et paléontologiques sur les différents dépôts rencontrés à Anvers lors du creusement des nouveaux bassins.*

L'auteur fait connaître le contact entre les systèmes diestien et scaldisien et décrit une zone scaldisienne fort intéressante et presque complétement inconnue auparavant. Il la désigne sous le nom de sables à *Isocardia cor*, du nom du fossile caractéristique et particulier à ces couches.

Cette première zone scaldisienne est nettement séparée par l'auteur des sables supérieurs, qui correspondent partiellement à ce que l'on appelle ordinairement crag jaune, et que M. Cogels désigne sous le nom de sables à *Trophon antiquum.*

Pour ne rien oublier d'important dans cette rapide revue, nous rappellerons la traduction que vient de faire M. Mourlon du remarquable travail de Prestwich *sur la structure des couches du crag de Norfolk et de Suffolk.* Cette traduction, qui, tout récemment a été publiée par la Société Malacologique, aura, espérons-nous, une heureuse influence en vulgarisant parmi nous la connaissance de dépôts remarquablement identiques à ceux d'Anvers et qui se sont formés à peu près à la même époque et dans les mêmes conditions.

[1] Paul Cogels. *Observations géologiques et paléontologiques sur les différents dépôts rencontrés à Anvers lors du creusement des nouveaux bassins.* (Annales de la Société Malacologique de Belgique, tome IX, 1874, p. 7 à 32.)

CHAPITRE II

Description des couches pliocènes des environs d'Anvers.

Nous avons exposé précédemment les raisons qui nous ont engagé à donner dans ce travail quelques renseignements sur la composition et sur la succession des couches qui représentent la période pliocène aux environs d'Anvers. Toutefois, on ne doit pas s'attendre à trouver ici la description complète et détaillée de chacun de ces dépôts, car on se rappellera que le travail que nous présentons est destiné à être repris et complété plus tard, lorsque les progrès de la géologie auront permis d'élucider les points encore douteux que nous ne pouvons qu'effleurer aujourd'hui.

Par ce qui précède, on a déjà pu voir que la série des couches pliocènes qui surmontent l'argile oligocène rupélienne aux environs d'Anvers, a été divisée en deux groupes ou étages, dont l'inférieur a reçu le nom de *système diestien* et le supérieur celui de *système scaldisien*.

Tous les dépôts qui concourent à former la série inférieure ou diestienne sont plus ou moins uniformes ou, tout au moins, ne paraissent pas assez variés dans leur faune et dans leurs caractères minéralogiques pour que l'on puisse établir dans ce système des divisions de réelle importance. Aussi, réunirons-nous tous ces dépôts de la série inférieure sous une même dénomination et, plutôt que d'employer l'une ou l'autre de celles qui ont été proposées et qui s'appliquent plus particulièrement à certaines couches, nous désignerons l'ensemble de ces dépôts sous la dénomination générale de *sables inférieurs d'Anvers*.

Dans les sédiments qui se présentent au dessus, on a distingué deux étages, désignés sous les noms de *crag gris* et *crag jaune*.

Partant de ce principe, qu'il faut autant que possible éviter les noms rappelant la coloration des sables — ce qui, dans les couches tertiaires surtout, n'a le plus souvent aucune espèce de signification — nous proposons de désigner sous les noms de *sables moyens d'Anvers* et *sables supérieurs d'Anvers*, certains horizons qui correspondent plus ou moins aux deux dépôts ci-dessus indiqués.

Ce n'est certes pas le puéril désir d'innover qui nous a engagé à remplacer des dénominations généralement admises, par celles que nous proposons ici. Est-ce même bien une innovation? puisque Sir Charles Lyell lui-même désignait les trois horizons des sables d'Anvers sous les noms de *crag supérieur*, *crag moyen* et *crag inférieur*, concurremment, il est vrai, avec ceux de *crag jaune*, *crag gris* et *crag noir*.

Quoi qu'il en soit, nous croyons qu'il y aura tout avantage à l'emploi des désignations ici proposées.

La dénomination de *système diestien*, habituellement employée pour les sables inférieurs d'Anvers et en opposition avec celle de *système scaldisien* pour le reste de la série, implique *à priori* une séparation bien tranchée entre ces deux groupes, tandis que l'emploi de la seconde dénomination tend, d'autre part, à faire admettre une liaison fort intime entre les couches comprises dans le groupe supérieur.

Or, c'est précisément le contraire qui se présente, car non seulement nous sommes arrivé, par suite de nos recherches, à reconnaître que les sables d'Anvers sont nettement séparables en trois horizons bien définis, mais encore à montrer que, au point de vue stratigraphique et paléontologique, il y a une démarcation plus tranchée entre les deux termes supérieurs de la série qu'entre les deux termes inférieurs, comme on l'avait toujours cru jusqu'aujourd'hui.

S'il était réellement nécessaire de grouper les trois horizons d'Anvers en deux systèmes distincts, il y aurait, on le verra plus loin, des raisons mieux fondées et bien plus sérieuses pour réunir en un seul groupe les sables moyens et les sables inférieurs d'Anvers que pour réunir dans un même système les sables moyens et les sables supérieurs. On se trouverait ainsi forcé de rapporter également au système diestien les sables moyens, tandis que seuls, les sables supérieurs constitueraient le système scaldisien.

Les désignations ici proposées, tout en rendant exactement compte des relations générales de ces trois horizons bien définis, offrent l'avantage de ne préjuger en rien de la réunion de deux d'entre eux en un même groupe.

Il sera bon aussi de faire remarquer que le mot *diestien* présente d'autre part, cet inconvénient de ne pas offrir de signification nette et précise par suite des interprétations différentes et plus ou moins étendues qui lui ont été données par les divers auteurs qui l'ont employé.

Si nous avions conservé le terme : *diestien*, nous n'aurions pu le faire qu'en étendant également cette dénomination à d'autres couches (les sables moyens) jusqu'ici généralement rapportées au scaldisien; et de toutes ces modifications, dans le sens à attribuer à certains termes, il serait

résulté à tout instant des erreurs et des malentendus, que l'emploi des dénominations ici proposées peut seul complétement éviter.

Quant aux termes : *sables moyens* et *sables supérieurs d'Anvers,* ils sont, pour le même motif, de beaucoup préférables à ceux de *crag gris* et *crag jaune,* et ont l'avantage de laisser entièrement de côté la question de la coloration des sédiments, source de tant d'erreurs.

Les sables inférieurs d'Anvers.

Système diestien : Dumont (1839); Dujardin (1862); Dewalque (1868).
Crag inférieur ou *crag noir :* Lyell (1852); Dewael (1853).
Sables diestiens : Dewalque (1868); Mourlon (1873); Cogels (1874).
Sables noirs d'Anvers et d'Edeghem : d'Omalius d'Halloy (1862).

Ce sont des sables habituellement noirs ou grisâtres, parfois verdâtres, très glauconifères, que l'on observe bien développés sur la rive droite de l'Escaut et surtout vers le sud-est du golfe pliocène au milieu duquel s'élève la ville d'Anvers. Par suite de travaux militaires exécutés en vue de la défense de la ville, ces sables s'observent en de nombreux points où les tranchées et les fossés les ont mis à découvert. Les glacis du fort d'Herenthals, souvent cités dans les auteurs, n'existent plus aujourd'hui; mais on peut encore mentionner comme localités favorables : la caponnière du Kiel, les fossés des portes de Borsbeek et de Berchem, les environs d'Edeghem, de Merxem, Berchem, Borgerhout, Deurne, etc.

L'épaisseur de ces sables est généralement très variable; toutefois elle paraît rarement avoir dépassé une dizaine de mètres. Certains sondages de M. Van Ertborn, aux environs d'Anvers, sembleraient cependant indiquer une puissance à peu près double. Mais c'est un point qui demande vérification.

Ces sables renferment une faune très intéressante et des plus riches. L'absence de galets, de graviers (sauf vers le haut dans les sables) ou de tout autre indice de remaniement d'une part, et, de l'autre, la fraîcheur et la parfaite conservation des coquilles que contiennent ces sables, annoncent une sédimentation non interrompue, s'opérant dans une eau tranquille et de faible profondeur, que le facies de la faune indique avoir été de 30 à 60 mètres environ.

D'après une opinion généralement acceptée, les sables inférieurs ou diestiens seraient d'une époque sensiblement plus reculée que les dépôts qui les recouvrent. Plusieurs géologues vont même jusqu'à rapporter ces dépôts diestiens à la période miocène, tandis que les sables qui les surmontent ont toujours été reconnus comme appartenant à la période pliocène.

Les découvertes paléontologiques faites au gîte d'Edeghem — horizon quelque peu plus ancien que celui des « sables noirs » d'Anvers — semblèrent d'abord appuyer cette manière de voir. Mais, comme nous l'avons exposé tantôt, l'étude stratigraphique des couches apporta bientôt de nouvelles lumières et actuellement on est généralement d'accord pour considérer toute la série des sables d'Anvers comme appartenant à la période pliocène. C'est cette manière de voir que nous adoptons et aux raisons dont il a été question précédemment nous ajouterons d'autres preuves, tout en constatant certains rapports paléontologiques qui viendront confirmer cette appréciation.

Il ne sera pas inutile de faire remarquer que le Dr Reuss[1] qui, avant nous, a déjà étudié la faune microscopique des sables inférieurs d'Anvers, et précisément des couches les plus anciennes (celle d'Edeghem), a reconnu, sans la moindre hésitation, la nature franchement pliocène de cette faune.

Nous établissons trois divisions ou zones dans les sables inférieurs d'Anvers : la zone des sables à *Panopœa Menardi*, bien développée à Edeghem et représentée au Kiel et aux environs, près d'Anvers ; la zone des sables à *Pectunculus pilosus*, qui correspond aux dépôts autrefois désignés sous le nom de *sables noirs* ou *sables glauconifères* d'Anvers, et enfin la zone dite des *sables verts*, qui surmonte presque partout la dernière aux environs d'Anvers et à laquelle nous rapportons également le dépôt des *sables ferrugineux diestiens* ou *sables de Diest*, qui entoure le golfe pliocène d'Anvers.

Les sables à Panopœa Menardi.

Sables noirs d'Edeghem : Nyst (1862); d'Omalius (1862); Dewalque (1868).
Sables d'Edeghem : Lyell (1864); Mourlon (1873).

L'horizon le plus ancien des sables inférieurs d'Anvers est celui d'Edeghem, où la zone à Panopées se trouve bien développée. Le nom de « sables d'Edeghem » qui lui avait été donné ne pouvait convenir, puisque tout récemment on vient de découvrir à Anvers même un dépôt entièrement identique à celui d'Edeghem et appartenant au même horizon. Nous proposons pour les dépôts similaires d'Edeghem et d'Anvers le nom de sables à *Panopœa Menardi*, à cause de la présence abondante,

[1] Dr A.-E. Reuss. *Beiträge zur Kenntniss der tertiären Foraminiferen-Fauna. Die Foraminiferen des Crag's von Antwerpen.* Sitzungsb. K. K. Akademie d. Wissenschaften Wien. XLII Bd. 1860. nº 24, p. 335-370, tafln. I, und II.

Dr A.-E. Reuss. *Les Foraminifères du crag d'Anvers* (Bull. Acad. roy. Belg., 2e série, t. XV, 1863, nº 1, p. 137 à 162, pl. I à III.)

dans l'un comme dans l'autre, de cette belle espèce, facilement reconnaissable. Ce fossile n'est cependant pas précisément spécial à ces dépôts; il se retrouve aussi dans la zone à *Pectunculus pilosus,* mais il y est toujours extrêmement rare. Les 152 espèces de fossiles signalées à Edeghem, par M. Nyst, en 1861, avaient été recueillies lors du creusement du sol pour l'établissement d'une briqueterie. Ce gîte n'existant plus aujourd'hui, nous n'aurions pu nous procurer les matériaux nécessaires à l'étude de la faune de cette zone intéressante si, grâce à l'obligeance de MM. Dupont et Nyst, nous n'avions pu examiner une certaine quantité du sable accompagnant les fossiles d'Edeghem, dans les collections du Musée de Bruxelles.

Notre intention étant de présenter dans ce travail le tableau complet de l'état actuel des connaissances sur les sables d'Anvers, nous ne pouvons laisser de côté les renseignements que nous procurent les riches matériaux de la faune malacologique de ces dépôts. Reprenant les listes publiées jusqu'à ce jour pour les divers étages de ces sables, nous les avons soigneusement triées, pour ne tenir compte, dans ce travail, que des listes qui offrent toute garantie relativement à la détermination et à l'origine des espèces citées.

Les listes des coquilles recueillies dans les sables inférieurs d'Anvers et d'Edeghem, listes dressées en 1868 par M. Nyst dans le Prodrome de M. le professeur Dewalque, peuvent être maintenues et considérées comme exactes dans leur ensemble, parce que, correspondant à deux zones bien distinctes, absolument exemptes de remaniement et situées dans des localités différentes, elles ne peuvent donner lieu à confusion.

On trouvera donc ci-dessous, reproduite d'après les listes du Prodrome, l'énumération des fossiles recueillis à Edeghem par M. Nyst, énumération basée sur les résultats exposés dans sa *Notice sur un nouveau gîte de fossiles*, etc., *découvert à Edeghem, près d'Anvers,* publiée en 1862.

Mais au lieu de reproduire simplement la liste telle qu'elle a été publiée, nous avons cru utile d'y introduire certaines modifications et d'y joindre divers renseignements supplémentaires. Ainsi, nous avons tenu compte d'un grand nombre d'indications nouvelles, récemment publiées par M. S. Wood sur la distribution des fossiles dans le Crag anglais. Nous avons également mis au niveau des progrès de la science, les indications relatives à la faune des mers actuelles.

Des trois zones que nous avons établies dans les sables inférieurs d'Anvers, il n'en est que deux, celle des sables à Panopées et celle des sables à Pétoncles, qui contiennent une faune riche et variée, ou ce sont du moins les deux seules dont la faune nous soit bien connue. Afin de faire mieux saisir les rapports comme les différences qui s'observent

entre ces dépôts, nous avons disposé la liste des fossiles des sables à Panopées en deux groupes distincts. Dans le premier, nous avons réuni toutes les espèces qui, dans l'état actuel de nos connaissances, ne paraissent représentées que dans ce seul dépôt des sables inférieurs, c'est à dire qui ne se retrouvent pas dans la zone des sables à Pétoncles. Dans le second groupe, nous avons, au contraire, réuni les espèces communes aux deux dépôts : sables à Pétoncles et sables à Panopées.

La rareté ou bien l'abondance de chaque espèce se trouve indiquée dans la première colonne, qui suit l'énumération des espèces. Nous avons cru devoir indiquer ces renseignements d'une manière plus accentuée encore au point de vue graphique, en employant des caractères plus forts pour désigner les espèces les plus répandues dans le dépôt. Nous pensons que cette disposition a l'avantage de mieux identifier le lecteur avec le véritable facies de la faune; car la grande abondance de certaines formes bien déterminées a toujours plus d'importance, au point de vue faunique, que la présence d'un certain nombre d'espèces rares ou douteuses.

Afin de montrer les liens étroits qui rattachent la faune des sables inférieurs d'Anvers à celle des autres dépôts pliocènes de la région environnante, nous avons indiqué, par la lettre S, dans la deuxième colonne, les espèces qui se retrouvent à Anvers au dessus des sables inférieurs, c'est à dire dans le « Scaldisien » des auteurs. Les lettres C et R de la troisième colonne indiquent les espèces qui s'observent dans le pliocène anglais et signifient respectivement : crag corallin et crag rouge. Enfin, dans la quatrième colonne, se trouvent indiquées, au moyen de la lettre A, les espèces qui se retrouvent encore vivantes dans les mers actuelles.

Nous ferons remarquer que ces divers renseignements sont beaucoup plus complets et plus exacts que ceux qui ont été précédemment publiés. Les données que renferment nos listes résultent de recherches nombreuses et patientes dans les listes de M. Nyst, dans le Prodrome de M. Dewalque, dans les mémoires les plus récents de MM. Wood et Prestwich sur le crag anglais, dans les catalogues de mollusques vivants de Weinkauff, de Petit de la Saussaye, et de l'examen de diverses autres listes. Pour établir la proportion des espèces encore vivantes, nous avons tenu compte des résultats nouveaux, qu'ont procurés les dragages opérés récemment dans les régions profondes de la mer. Nous avons consulté les diverses listes publiées depuis peu à ce sujet.

Les dénominations employées dans nos listes sont généralement celles qui sont familières aux naturalistes belges et usitées par eux, d'après l'autorité de M. H. Nyst.

Les beaux travaux de MM. Wood et Prestwich, tout en nous permettant de reconnaître les nombreuses analogies qui existent entre la faune

du crag anglais et celle des sables d'Anvers, nous montrent aussi que les mêmes espèces portent très fréquemment des noms différents, suivant qu'elles se trouvent signalées ou décrites par les naturalistes de l'un ou de l'autre des deux pays.

Ces différences résultent de certaines divergences dans l'application des lois de la priorité et de celles qui existent entre les systèmes de nomenclature, de classification, etc., employés de part et d'autre.

Désirant rendre nos listes aussi claires et aussi pratiques que possible, nous avons indiqué, en regard des dénominations adoptées en Belgique, les noms employés par les naturalistes anglais; noms que l'on trouvera indiqués entre parenthèses à côté des premiers.

Non seulement nous avons soigneusement compulsé les indications et les synonymies contenues dans les mémoires de MM. Prestwich et Wood (y compris les suppléments du *Crag Mollusca*), mais nous avons voulu obtenir une certitude absolue sur tous les points douteux.

L'obligeance de M. Gwyn Jeffreys nous a permis d'arriver à ce résultat. Ce savant spécialiste a bien voulu se charger de revoir nos listes et il nous a communiqué de nombreuses observations et d'intéressants renseignements, qui leur donnent une valeur toute particulière.

Il importe de noter que c'est avec l'assentiment de M. Nyst que nous avons directement introduit dans les listes un certain nombre de modifications proposées par M. Gwyn Jeffreys, et dans ce cas l'on trouvera également indiquées entre parenthèses les dénominations précédemment employées par M. Nyst.

Les noms indiqués entre parenthèses dans nos listes n'ont donc pas de signification spéciale ou fixe. Ce sont des points de repère, uniquement destinés à éviter des recherches toujours longues et difficiles, et permettant aux naturalistes anglais, aussi bien qu'à ceux du continent, de reconnaître, avec toute la précision désirable, les diverses espèces que nous avons voulu désigner.

Réservant pour plus tard l'examen des résultats fournis par cette liste, nous nous contenterons de faire remarquer qu'un *minimum* de 44 p. c. d'espèces vivantes s'observe dans l'énumération ci-dessous, proportion qui s'élève même à 51 p. c. dans la zone des sables à Pétoncles; cela revient, comme on le verra, à attribuer une proportion de 47 p. c. d'espèces vivantes à l'ensemble de la faune des sables inférieurs d'Anvers. Ce rapport, établissant nettement la position de ceux-ci à la base du vieux pliocène, vient entièrement corroborer l'opinion précédemment exprimée à ce sujet par Dumont, Dewalque, Prestwich, Godwin-Austen, etc., opinion que nous défendons également dans le présent travail.

LISTE DES MOLLUSQUES OBSERVÉS A EDEGHEM

DANS LES SABLES A *PANOPÆA MENARDI*

I. *Espèces des sables à* Panopæa Menardi, *ne s'observant pas dans les sables à* Pectunculus pilosus.

ÉNUMÉRATION DES ESPÈCES.	Degré d'abondance ou de rareté.	Scaldisien.	Crag corallin Crag rouge.	Mers actuelles.
Murex latilabris? *Bell et Mich*	r r			
» **Nysti**, *Bosq.*	c c			
» scalariformis, *Nyst.*	r			
Typhis horridus, *Broc.*	r r			
Cancellaria canaliculata, *Hornes.*	c			
» Nysti, *Hornes.*	r			
» **suturalis**, *Grat.*	c			
» uniangulata, *Desh.*	r r			
Fusus Beyrichi, *Nyst.*	r			
» crassilabris, *Nyst.*	r r			
» **Rothi**, *Beyr.*	c c			
Terebra Basteroti, *Nyst.*	c			
Nassa polygona, *Broc.*	r			
Cassis diadema? *Grat.*	r			
» Hennei, *Nyst.*	r r			
» **Saburon**, *Brug.* (*Bast.*)	c	S	R	A
Oliva flammulata, *Lm.*	r r			
Conus Dujardini, *Desh.*	c c			
Pleurotoma Desmoulinsi? *Bell*	r			
» intermedia, *Bronn.*	r			
» coronata, *v. Munst.*	r			
» **interrupta**, *Broc.*	c c		R	
» **obeliscus**, *Desm*	c			
» porrecta Wood (Pl. inermis, *Partsch.*)	r		C	A
» peracuta, *v. Koen.*	r r			
» stricta, *Nyst.*	r			
» subdiscors? *d'Orb.*	r r			
» subterebralis, *Bell*	r			
» Suessi, *Hornes*	r			
» Udekemi, *Nyst.*	r			
» Uytterhoeveni, *Nyst.*	r r			
Borsonia uniplicata, *Nyst.*	c			
Mitra acicula, *Nyst.*	r			
» **fusiformis**, *Broc.*	c		R	A
» cupressina, *Broc.*	r			
Cyprœa Pyrum, *Gmel.*	r			A
Erato lævis, *Don.*	r r		C R	A
Turbonilla nitidissima, *Mont.* (G: Chemnitzia)	r		C	A
» similis, Wood (G: Chemnitzia)	r	S	C	
» unica? *Mont.* (Chemnitzia perexilis, *Wood.*)	r		C	
Eulima Eichwaldi, *Horn.*	r			

ÉNUMÉRATION DES ESPÈCES.	Degré d'abondance ou de rareté.	Scaldisien.	Crag coralliu. Crag rouge.	Mers actuelles.
Mathilda quadricarinata, *Broc.*	r r			A
Chenopus pes-pelecani, L. (G : Aporrhaïs)	c c	S	C R	A
Vermetus arenarius, *Linn.*	r		C	
Siphonium ingens, *J. Colbeau.*	r			
Litiopa papillosa? *Wood.*	r		C	
Scalaria lanceolata, *Broc.*	c			
» **torulosa**, *Broc.*	c			
» Weyersii, *J. Colbeau.*	r r			
Rissoa concinna, *Wood.*	r		C	
Turbo carinatus, *Bors*	r			
Trochus millegranus, *Phil.*	r		C R	A
Adeorbis pulchralis? *Wood.*	r		C	
» Woodi, *Hornes*	r			
Emarginula grata, *Nyst.*	r r			
» fissura, *L.*	r		C R	A
Crepidula unguiformis, *Lm.*	r			A
Dentalium gadus, *Mont.*	r r			
Simnia Nicæensis, *Risso.*	r r			A
Vaginella depressa, *Daudin.*	r r			A
Pholadidea papyracea. *Turt.* (*Sow.*)	r		C	A
Solecurtus strigilatus, *L.*	r	S	C R?	A
Saxicava rugosa, *L.*	r	S	C R	A
Venus Chione, *L.* (G : Cytherea)	r	S	C R	A
» rudis, *Poli.* (C. cycladiformis, *Nyst*)	r	S	C R	A
Kellia elliptica, *Phil.* (G : Scacchia)	r		C	A
» suborbicularis, *Mont.*	r		C R	A
Cardium hians, *Broc.*	r r			A
» nodosum, *Turt.* (*Mont.*)	r		C R?	A
Cyprina Islandica, *L.*	r	S	C R	A
» rustica, *Sow.*	r	S	C R	
Isocardia harpa, *Gold.*	r			
Lucina Drouetti, *Nyst*	r			
Axinus sinuosus, *Don.* (A : flexuosus, *Mont.*) (G : Lucina)	r	S	C R	A
Lucina transversa, *Bronn*	c			A
Astarte mutabilis, *Wood.*	r	S	C R	
» parva, *Wood.* (A. Forbesi, *Wood*)	r		C	A
Arca latesulcata, *Nyst.*	c c			
Pectunculus arcuatus? *Schlot.*	r r			
Leda excisa, *Phill.*	r r			A
Crenella Koeneni, *Nyst.* (Modiola costulata, *Risso*) (G : Modiolaria)	r r		C R	A
» marmorata, *Forbes.* (G : Modiola) (G: Modiolaria)	r		C R	A
Avicula phalænacea, *Bast.* (A. Tarentina, *Lm.* A. phalœnoïdes *Wood*)	r	S	C	A
Pecten lineatus, *Da Costa* (var. de P. opercularis, *L.*)	c	S		A
» benedictus? *Lm.*	r			
» pusio, *L.*	r	S	C R	A
Ostrea edulis, *L.*	r	S	C R	A

II. *Espèces des sables à* Panopæa Menardi, *s'observant également dans les sables à* Pectunculus pilosus.

ÉNUMÉRATION DES ESPÈCES.	Degré d'abondance ou de rareté.	Scaldisien.	Crag coralliu Crag rouge.	Mers actuelles.
Typhis fistulosus, *Broc.*	r r			
Triton Tarbellianum, *Grat.*	r			
Cancellaria Bellardi, *Mich*	r		R	
» ampullacea, *Broc*	r			
» Michelini, *Bell.*	r r			
» mitræformis, *Broc.*	r		C	A
» **varicosa**, *Broc.* (C. scalaroïdes, *Wood*)	c	S	C	
Fusus sexcostatus, *Beyr.*	c c			
Ficula condita, *Brong.* (Pyrula reticulata, *Lm.*)	c	S	C R?	A?
Terebra acuminata, *Bors.*	c		C	
Nassa flexuosa ? *Broc.*	r	S		
» semistriata, *Broc.*, var. labiosa, *Sow.*	r	S	C R	A
» **incrassata**, *Müll.*	c	S	C R	A
Columbella pulchra, *Nyst*	r r			
Ancillaria obsoleta, *Broc.*	c c			
Pleurotoma turbida, *Brander*, var. [1]	c			
» **flexiplicata**, Nyst.	c			
» **intorta**, *Broc.*	c	S	R	A?
» semimarginata, *Nyst.*	c			
» **turrifera**, *Nyst.*	c	S	R	
Voluta Bolli, *Koch.*	r			
Cypræa Europæa, *Mont.*	r r	S	C R	A
Natica brevispira, *Bosq.*	c			
» **catena**, *Da Costa* (N. helicina, *Broc.*)	c		C R	A
» **millepunctata**, *Lmk.* (var. multipunctata, *Wood*)	c	S	C R	A
Sigaretus Aquensis, *Rccl.*	r			
Pyramidella plicosa, *Bronn.* (P. læviuscula, *Wood*)	r	S	C R	A
Odostomia pellucida, *Adams* (O. decussata, *Mont.*)	r		C	A
» conoïdea, *Broc.* (O. plicata, ? *Mont.*)	r	S	C R	A
Niso eburnea, *Risso.*	r			
Turritella subangulata, *Broc.* (T. planispira, *Wood*)	c		C R?	A
» incrassata, *Sow.* (T. triplicata, *Broc.*)	r	S	C R	A
Scalaria amœna, *Phil.*	r			
» frondicula, *Wood*	r	S	C	
» lamellosa, *Broc.* (var. fimbriosa, *Wood*)	r		C	
» pertusa, *Nyst.* (S. cancellata, *Broc*)	r		C	
Xenophora Deshayesi, *Mich.*	r	S		
Calyptræa Sinensis, *L.* (C. Chinensis, *L.*)	c	S	C R	A
Dentalium costatum, *Sow.* (D. dentalis, *L.*)	c c	S	C R	A
» entalis, *L.*	r	S	C	A
Tornatella Levidensis, *Wood.* (G : Actæon)	r		C	

[1] Ce fossile, généralement désigné sous le nom de *Pleurotoma cataphracta*, Broc., dans les listes d'Anvers, se rapporte réellement au *Pleurotoma turbida*, Brander.

ÉNUMÉRATION DES ESPÈCES.	Degré d'abondance ou de rareté.	Scaldisien.	Crag corallin Crag rouge.	Mers actuelles.
Tornatella tornatilis? *L.* (G. Actæon)	r	S	C R	A
Ringicula buccinea, *Broc.* (R. auriculata, *Menard*)	r	S	C R	A
Scaphander lignarius, *L.* (G : Bulla)	r	S	C	A
Bulla acuminata, *Brug.* (G : Cylichna)	c		C	A
» cylindracea, *Penn.* (G : Cylichna)	r	S	C R	A
» **nitidula**, *Loven.* (G : Cylichna)	c	S		A
» **utriculus**, *Broc.*	c		C	A
Spirialis rostralis, *Eyd.* et *Soul.* (G : Embolus)	c			A
Solen Rollei, *Hornes.* (Solen ensis. *L.* var.)	c	S	C R	A
Panopæa Menardi, *Desh.*	c c			
Mactra triangula, *Ren.* (M. subtruncata, *Mont.*)	c		C	A
Corbula striata, *Walk.* (C. Gibba, *Olivi*)	c c	S	C R	A
Scrobicularia prismatica. (G : Abra) (G : Ligula)	c	S	C	A
» alba *Wood.* (G : Abra) (G : Ligula)	r	S	C R	A
Tellina Benedeni *Nyst. var.* fallax, *Beyr.*	r			
Saxicava arctica, *L.* (var. de S. rugosa, *L.*)	c c	S	C R	A
» **fragilis**, *Nyst.* (Panopæa plicata, *Mont.*)	c	S	C	A
Venus multilamella, *Lm.*	c c	S		A
» **Nysti**, *d'Orb.*	c			
Montacuta ferruginosa, *Mont.*	r	S	C	A
Kellia pumila, *Wood.* (G : Lasæa)	r	S	C	A
Cardium subturgidum, *d'Orb.*	c c			
Isocardia lunulata, *Nyst.*	c c			
Lucina borealis, *L.*	c c	S	C R	A
Diplodonta rotundata, *Mont.* (D. lupinus, *Broc.*)	r r		C R	A
Astarte concentrica, *Goldf.*	c			
» **radiata**, *Nyst* et *West.*	c c			
Cardita intermedia, *Broc.*	c c	S		
» orbicularis, *Sow*	r	S	C R?	
Pectunculus pilosus, *L.*	r		C R	A
Limopsis anomala, *Eichw.* (L. pygmæa, *Phil.*)	c		C R	A
» **aurita**, *Broc.* (L. sublaevigata, *Nyst.*)	c	S	C R	A
Nucula Haesendoncki, *Nyst.*	c			
» N. proxima, *Say.* (N. trigonula, *Wood.*)	r	S	C	A
Leda compressa, *Gold.*	r			
» **pygmæa**, *v. Munst* (L. tenuis, *Phil.*)	c		C R	A
» Westendorpi, *Nyst.*	r			
Pinna pectinata? *L.*	r	S	C R	A
Crenella sericea, *Bronn.* (G : Modiola)	r	S	C	
Lima subauriculata, *Mont.*	r	S	C	A
Pecten Duwelsi, *Nyst.*	r			
» **elegans**, *Andr.*	c			
» **Lamalli**, *Nyst*	c			
» **tigrinus**, *Mull.*	c c	S	C R	A
» Woodi, *Nyst.*	c			
Ostrea cochlear, *Poli.*	r r		C R	A
Anomia ephippium, *L.*	r	S	C R	A

A cette liste de mollusques nous ajouterons encore l'énumération de quelques autres fossiles, appartenant à diverses classes et qui ont également été rencontrés dans les sables à *Panopæa Menardi* d'Edeghem.

Ce sont : parmi les Cirrhipèdes, les *Balanus sulcatinus* Nyst (c) et *tintinnabulum* L. (r); parmi les Bryozoaires, le *Lunulites Androsaceus* All. (r); parmi les Annélides, le *Serpula tubularia?* Mont. (r) et le *Spirorbis carinatus* Mont. (r).

Les Actinozoaires sont représentés par le *Cyathina firma* Phil. (r), le *Flabellum appendiculatum* Brong. (cc) et sa variété *Waelii* Nyst (r) et par le *Balanophyllia prælonga* Edw. et H. (r).

Toutes ces espèces ont été recueillies à Edeghem.

Les Bryozoaires paraissent extrêmement rares dans les sables à Panopées et il est d'autant plus important de le faire remarquer, que, dans les pages 8 et 9 de la notice de M. Nyst sur la faune d'Edeghem[1], une erreur d'impression, deux fois répétée, pourrait faire croire le contraire. Dans la phrase : « Les bryozoaires se trouvent aussi en très grande abondance dans ce gîte (Edeghem) » et dans une autre encore, qui suit celle-ci, le mot « bryozoaires » doit être remplacé, ainsi que nous l'a du reste confirmé M. Nyst lui-même, par le mot « foraminifères ».

D'après diverses indications qui nous ont été communiquées, il y a lieu de signaler la présence, dans les sables à Panopées d'Edeghem, de quelques débris de vertébrés marins; mais ils y sont fort rares.

Les divers horizons des sables d'Anvers contiennent une assez grande quantité d'entomostracés, appartenant à des espèces nombreuses et variées. Ces dépouilles microscopiques n'ont pas encore été étudiées jusqu'ici, ou du moins ne l'ont pas été d'une manière approfondie.

Une dizaine d'espèces au plus se trouvent signalées dans le Prodrome de M. Dewalque et encore plusieurs d'entre elles sont mentionnées comme douteuses. De plus, les indications de gisement sont incomplètes et n'offrent aucune garantie.

Ayant recueilli une certaine quantité d'entomostracés pendant nos recherches sur la faune microscopique d'Anvers, nous avons eu recours à l'obligeance d'un savant spécialiste, le Dr George S. Brady, de Sunderland, qui a bien voulu se charger d'entreprendre l'étude de ces exemplaires. M. Brady a également effectué des recherches dans un certain nombre d'échantillons de sables non triés, joints à notre envoi, et il vient de nous communiquer, avec le résultat sommaire de ses investigations, la liste générale des entomostracés observés dans les sables d'Anvers.

Qu'il nous soit permis d'exprimer à M. George Brady toute notre

[1] *Voir* la note 2 de la page 96.

reconnaissance, autant pour le gracieux empressement qu'il a mis à accéder à notre demande, que pour l'intérêt ajouté, par suite de sa coopération, au présent travail.

Les résultats de ces recherches, bien que ne pouvant encore être considérés comme définitifs, à cause de la quantité, relativement minime, des matériaux soumis aux investigations de M. Brady, n'en sont pas moins fort intéressants. Ainsi, sur une cinquantaine d'espèces recueillies dans l'ensemble des sables d'Anvers, M. Brady a découvert une douzaine de formes nouvelles pour la science. Elles seront prochainement décrites et figurées dans un mémoire que notre savant correspondant se propose de publier et où se trouveront également exposées d'une façon détaillée des considérations qui ne peuvent prendre place ici.

Nous eussions désiré établir une comparaison minutieuse entre la faune des divers niveaux ou horizons des sables d'Anvers et celle des entomostracés du crag anglais; mais, d'après l'avis de M. Brady, l'étude de ces derniers n'a pas encore été suffisamment approfondie pour donner suite à ce projet.

On trouvera plus loin les diverses listes qui se rapportent aux niveaux que nous allons successivement passer en revue; pour le moment, nous nous bornerons à énumérer les espèces que M. Brady a observées dans les sables à Panopées d'Edeghem. Ce sont :

Pontocypris faba, (Reuss).
Cythere Tarentina, Baird.
» *latimarginata*, Speyer.
» *macropora*, Bosq.
» *Wetherellii*, Jones.
» *plicata*, v. Munst.
» *Jonesi*, (Baird).
» *polytrema*, nov. sp.
» *acuticosta*, Egger.
Cytheridea pinguis, Jones.
Cytheridea Mulleri, Bosquet.
Loxoconcha latissima, nov. sp.
» *variolata*, nov. sp.
» *Grateloupiana*, (Bosq).
Cytherura cornuta, Brady.
» *Broeckiana*, nov. sp.
Cytheropteron intermedium, nov. sp.
» *latissimum*, (Norman).
Cytherella parallela, (Reuss).
» *leioptycha*, (Reuss).

L'horizon d'Edeghem ne présente aucune différence sensible avec une couche, qui vient assez récemment d'être mise à découvert, par suite des travaux militaires qui s'exécutent à la caponnière du Kiel, près de la citadelle du Sud, à Anvers. Cette zone, qui n'est en réalité que la continuation de celle d'Edeghem, est constituée par un sable glauconifère un peu argileux, contenant une faune riche et variée, qui rappelle entièrement celle des sables d'Edeghem. L'espèce la plus commune et la plus caractéristique dans les deux dépôts, est la *Panopæa Menardi* Desh., et,

de même que la plupart des autres acéphales, elle s'y trouve le plus souvent avec les deux valves réunies et dans la position verticale.

Les sables à Panopées ont été également rencontrés à Hoboken, non loin du Kiel, et on les a même signalés jusqu'à Burght, sur la rive gauche de l'Escaut, à peu près en face du Kiel.

La faune des sables à Panopées du Kiel et des environs est exactement la même que celle qui s'observe à Edeghem; toutefois si, dans l'un comme dans l'autre de ces dépôts, la proportion *spécifique* des gastéropodes est supérieure à celle des lamellibranches, il faut tenir compte de cette circonstance, qu'au Kiel la quantité *numérique* des exemplaires de ces derniers paraît plus considérable qu'à Edeghem. Nous reproduisons ci-après l'énumération des fossiles les plus répandus au Kiel, d'après une liste que nous a communiquée M. G. Vincent qui, le premier, a exploré ce riche dépôt fossilifère.

Murex Nysti, Bosq.
Cancellaria Bellardi, Mich.
Ficula condita, Brong.
Fusus Rothi, Beyr.
» *sexcostatus*, Beyr.
Terebra acuminata, Bors.
Cassis Saburon, Bast.
Oliva flammulata, Lin.
Ancillaria obsoleta, Broc.
Conus Dujardini, Desh.
Pleurotoma turbida, Brand. [1]
» *interrupta*, Broc.
Borsonia uniplicata, Nyst.
Natica brevispira, Bosq.
Niso eburnea, Risso.
Chenopus pes-pelecani, L.
Turritella subangulata, Broc.
Scalaria amœna, Phil.
» *frondicula*, Wood.
» *lamellosa*, Broc.
Scalaria Weyersii, J. Colbeau.
Xenophora Deshayesi, Mich.
Turbo carinatus, Bors.
Trochus millegranus, Phil.
Calyptræa Sinensis, L.
Dentalium costatum, Sow.
Ringicula buccinea, Broc.
Spirialis rostralis, Eyd. et Soul.
Panopæa Menardi, Desh.
Venus multilamella, Lm.
Cyprina Islandica, L.
Isocardia lunulata, Nyst.
Lucina borealis, L.
Arca latesulcata, Nyst.
Nucula Hœsendonckı, Nyst.
Avicula phalœnacea, Bast.
Pecten Lamalli, Nyst.
» *tigrinus*, Mull.
» *Woodi*, Nyst.
Flabellum appendiculatum, Brong.

Toutes ces espèces indistinctement, ainsi du reste que la plupart de celles que l'on a recueillies au Kiel, se retrouvent dans les sables à Panopées d'Edeghem.

Les indications paléontologiques qui précèdent montrent clairement les analogies ou plutôt l'identité des sables à Panopées d'Edeghem avec ceux du Kiel.

[1] *Voir* p. 120, note 1.

On remarquera dans cette liste la *Scalaria Weyersii*, J. Colb., charmante petite coquille, figurée par M. Nyst en 1871 [1], d'après un seul échantillon provenant d'Edeghem et faisant partie de la collection de M. J. Colbeau. Cette espèce paraît moins rare dans les dépôts du Kiel, car nous l'y avons recueillie à diverses reprises.

Quelques ossements de cétacés ont été observés par M. G. Vincent dans les sables à Panopées du Kiel ; mais, de même qu'à Edeghem, ils paraissent très rares et ne se rencontrent que très exceptionnellement à ce niveau. Quelques échantillons de bryozoaires auraient été recueillis dans les sables du Kiel, paraît-il; mais ils y sont en tout cas, fort rares.

Voici, d'après les renseignements que nous a communiqués M. George Brady, la liste des entomostracés observés dans les sables à Panopées du Kiel :

Paracypris polita, Sars.
Cythere Tarentina, Baird.
» *latimarginata*, Speyer.
» *macropora*, Bosq.
» *Wetherellii*, Jones.
» *Jonesi*, (Baird).
» *polytrema* nov. sp.
» *Jurinei*, v. Munster.
» *Dawsoni*, B. et C.
Cythere lima? (Reuss).
Cytheridea pinguis, Jones.
» *Mulleri*, Bosquet.
Loxoconcha variolata, nov. sp.
Cytherura Broeckiana, nov. sp.
» *latissimum* (Norman).
Cytherideis lithodomoïdes, (Bosquet).
Cytherella elliptica, Brady.
» *leioptycha*, (Reuss).

Huit des espèces signalées tantôt dans le dépôt d'Edeghem ne se retrouvent pas ici et cinq d'entre celles du Kiel, ici énumérées, ne se trouvent pas dans la liste d'Edeghem; mais il y a lieu de tenir compte de ce que ces différences sont dues en partie, sinon tout à fait, à la minime quantité de matériaux actuellement étudiés. En réunissant les espèces ici énumérées, avec celles qui ont été observées dans le même dépôt à Edeghem, nous arrivons, pour les sables à Panopées, à un total de 26 espèces, dont 17 vont se retrouver dans la zone suivante (à *Pectunculus pilosus*) et 17 aussi dans les dépôts d'Anvers plus récents (sables moyens et sables supérieurs d'Anvers).

Certaines observations, que nous avons pu faire tout récemment au Kiel, pourront, pensons-nous, se trouver utilement mentionnées ici, bien qu'elles aient été faites depuis la présentation de ce mémoire. Nous en avons fait part à nos collègues de la Société Malacologique, dans une communication lue à la séance de novembre 1875 et dont voici un extrait :

[1] *Tableau synoptique et synonymique des espèces vivantes et fossiles du genre* SCALARIA, *etc.*, par M. H. Nyst. Annales de la Société Malacologique de Belgique, t. VI, 1871, pages 77 à 147, pl. V.

« Depuis deux ans environ, les travaux militaires exécutés au Kiel, ayant mis à découvert, sur une grande étendue, la zone des sables à Panopées, dont il est ici question, permettent l'exploration de ces sables et mettent au jour une faune d'une grande richesse, dont la liste donnée tantôt ne peut donner la moindre idée, surtout au point de vue de l'abondance numérique de quelques unes des espèces citées. Mais on n'avait pas encore pu reconnaître sur quel terrain reposent ces sables, aucune superposition n'étant visible.

« L'approfondissement récent de certaines parties du fossé principal de l'enceinte fortifiée, au Kiel, nous a permis de reconnaître que ce soubassement est constitué par l'argile de Boom ; c'est à dire par le même dépôt oligocène que celui qui, à Edeghem, se présente à la base des sables à Panopées.

« Nous avons pu, en deux endroits, observer l'argile en question et nous en avons recueilli des échantillons bien caractérisés. De plus, nous avons constaté l'affleurement, au fond du fossé, d'une couche de ces singulières concrétions connues sous le nom de *septaria*. Ces roches se montraient sous la forme d'immenses nodules aplatis, de blocs concrétionnés et durcis, émergeant çà et là au fond du fossé ; elles s'observaient en deux points assez distants, mais n'étaient visibles que sur une surface relativement peu étendue.

« Ces curieuses concrétions, très caractéristiques de l'argile de Boom, comme on sait, rappelaient en tout point celles que l'on observe à Tamise, à Boom, etc., sauf en ce que leur surface se trouvait être ici presque partout corrodée, usée et perforée par l'action combinée des eaux et des mollusques lithophages.

« Des Pholades, d'une espèce particulière, assez rare dans les sables d'Anvers, occupaient certaines cavités de la pierre et s'y trouvaient parfaitement en place avec leurs valves réunies ; des Saxicaves et d'autres mollusques lithophages les accompagnaient.

« Il est à remarquer que, d'après un passage du Bulletin de juin 1861 de la Société Paléontologique de Belgique, MM. Dewalque et Nyst ont constaté, à Edeghem, où ils ont observé la même superposition, la présence de mollusques perforants, identiques à ceux du Kiel[1] et placés dans les mêmes conditions que ceux-ci.

« Nous avons retrouvé au Kiel, avec les *septaria*, des fragments roulés et usés de ces roches, et immédiatement au dessus, à la base des sables à Panopées devenus très argileux, s'observaient de petits cailloux et une grande abondance de graviers noirs.

[1] M. Nyst rapporte les Pholades qu'il a observées à Edeghem à la *Pholadidea papyracea* (Turt.). C'est probablement la même espèce qu'avec M. Cogels, nous avons observée au Kiel.

« D'après M. Cogels, on trouverait aussi, dans l'argile de Boom, au Kiel, des perforations, probablement dues à des annélides et se montrant remplies du sable glauconieux à Panopées. »

Voici maintenant comment nous interprétions cette coupe, dans la communication dont l'extrait suivant formait la conclusion :

« Il résulte de ces observations, disions-nous, qu'une lacune dans la sédimentation sépare, au Kiel, l'argile de Boom des sables pliocènes qui reposent au dessus. Cette lacune se retrouve, nettement indiquée, dans une région étendue de nos plaines belges; et les ravinements, dénudations, dépôts de galets, etc., qui l'accompagnent toujours, en séparant complétement de la série oligocène, les sables pliocènes qui reposent au dessus, montrent clairement que cette lacune dans la sédimentation représente en Belgique toute la durée de la période miocène proprement dite (miocène supérieur de certains auteurs).

« L'usure et les érosions des *septaria*, la dénudation de l'argile et le mélange de cette matière avec les sables pliocènes qui se trouvent au dessus, la présence des roches roulées, des cailloux et des graviers, celle des mollusques perforants, Pholades et autres, tout cela annonce clairement un retour des eaux, coïncidant avec le commencement de la période pliocène.

« Cette apparente oscillation du niveau des mers est due évidemment à l'abaissement sous les eaux, du sol, alors constitué par les dépôts oligocènes et émergé depuis le commencement de la période miocène.

« Cette dépression, faible d'abord, ainsi que le démontre la présence des annélides et celle des Pholades, mollusques exclusivement littoraux, s'accentua ensuite et permit aux sables inférieurs d'Anvers de se déposer dans une profondeur que le facies de la faune indique avoir été de 30 à 60 mètres environ. »

Par l'extrait qui précède on voit que cette observation toute locale s'accorde parfaitement avec les résultats généraux exposés précédemment, et si nous nous sommes quelque peu étendu sur ce point, c'est que les coupes et superpositions étant généralement rares et difficiles à observer autour d'Anvers, il y a tout intérêt à s'assurer si celles qu'il est possible d'étudier confirment les opinions émises.

Nous avons recueilli au Kiel une grande quantité de sable pour nos études sur la faune des Foraminifères. Celle-ci se montre d'une très grande richesse, tant au point de vue de l'étendue du catalogue faunique que de l'abondance des exemplaires. La zone à *Panopæa Menardi* du Kiel et d'Edeghem, peut être signalée comme l'une des plus riches en Foraminifères parmi les couches du tertiaire supérieur en Belgique.

Nous n'avons trié jusqu'à présent qu'une très minime quantité de sédiments appartenant à ce niveau et cependant la liste, encore incomplète, que nous joignons à ce travail, contient l'énumération d'environ une centaine de Foraminifères bien distincts.

Avant de passer à l'étude des sables à *Pectunculus pilosus*, nous mentionnerons un facies très curieux, et encore non signalé jusqu'ici, sous lequel peuvent se présenter, dans certaines circonstances, les sables à *Panopæa Menardi*.

C'est encore la localité du Kiel qui va nous fournir les éléments de cette observation intéressante.

Tandis que le fond du fossé capital s'y montre constitué par les sédiments si fossilifères de la zone à Panopées, les parois des talus montrent, en superposition directe sur ceux-ci, un dépôt sableux verdâtre, très glauconieux, entièrement privé de fossiles et épais d'environ deux mètres.

A plusieurs reprises, l'attention de quelques uns de nos collègues a été attirée sur ce dépôt, particulièrement bien visible au Kiel, depuis près de deux ans.

D'une part, l'absence de fossiles qui caractérise ce dépôt et, de l'autre, sa coloration, d'un vert jaunâtre, parfois brunâtre vers la base, le distinguent très nettement, au premier abord, des sables à Panopées, qui s'observent en dessous.

Dans l'une des coupes qui accompagnent son mémoire sur Anvers, M. le capitaine Dejardin rattache les sables glauconieux verdâtres du Kiel (qu'il figure du reste à tort comme recouvrant les sables noirs ou à Pétoncles, au lieu des sables à Panopées, qui seuls s'observent en ce point) à la zone qu'il appelle les *sables verts* et qui s'observe sur presque toute l'étendue de la coupe. Dans une note, publiée en novembre 1873 à la Société Malacologique, M. Mourlon partage également cet avis. Dans une note plus récente, publiée en février 1874, M. Mourlon rapporte les sables verts du Kiel à cette zone spéciale des sables verts qu'il désigne sous le nom de sables à *Ostrea cochlear*. M. Cogels y voit, d'autre part, la base des sables noirs d'Anvers, c'est à dire des sables à *Pectunculus pilosus*.

Or, aucune de ces opinions ne peut être admise. Tout d'abord, il suffit d'examiner attentivement le sable glauconieux verdâtre du Kiel pour se convaincre qu'il ne présente qu'une simple analogie de coloration avec le sable vert proprement dit, lequel possède des caractères minéralogiques tout autres. De plus, il est facile d'acquérir la certitude que ce dépôt du Kiel ne représente nullement une zone ou une couche distincte, mais bien *la partie supérieure, altérée,* des sables à Panopées. M. G. Vincent, qui a

souvent exploré le gîte du Kiel, est complétement de notre avis sur ce point.

Il suffit d'observer soigneusement la coupe pour se convaincre de l'exactitude de cette appréciation, comme, d'autre part, il est facile de s'en assurer expérimentalement. Traité par les acides, le sable glauconieux verdâtre ne donne absolument aucune effervescence; il n'existe plus un atome de calcaire dans le dépôt. Or, si l'on enlève artificiellement le calcaire qui se trouve si abondamment, sous forme de coquilles, foraminifères, etc., dans les sables à Panopées, on obtient un dépôt uniquement composé de quartz et de glauconie, qui se montre absolument semblable au sable glauconieux verdâtre en question.

Les proportions relatives du quartz et de la glauconie, la forme et les dimensions des cristaux ou des grains de ceux-ci, tous les caractères minéralogiques enfin, sont tellement identiques de part et d'autre, qu'il est complétement impossible de distinguer ces sables. Il existe cependant certaines différences de coloration; mais ce sont précisément les résultats inévitables de l'altération. La glauconie des sables fossilifères, ou non altérés, présente une coloration plus foncée que celle des sables altérés; tandis que ceux-ci offrent une teinte verdâtre, pâle ou jaunâtre, signe évident de décomposition. De plus, les grains de quartz de la partie altérée sont moins brillants et plus jaunâtres à la surface, ce qui est dû à l'infiltration de l'hydrate ferrique, etc., dans la masse du dépôt.

Quant aux causes de ces altérations, rien n'est plus aisé à comprendre. Ces phénomènes sont uniquement dus à l'infiltration des eaux superficielles dans les points où les eaux pluviales se sont accumulées et ont pu librement descendre au travers du dépôt. L'eau a dissous le calcaire des coquilles, etc., et cela d'autant plus facilement qu'elle est toujours plus ou moins chargée d'acide carbonique, et, d'autre part, l'altération de la glauconie est une conséquence naturelle de la présence de l'humidité et de l'oxygène en dissolution dans l'eau.

Nous avons signalé, il y a quelque temps [1], des faits de ce genre, observés dans les couches sableuses éocènes des environs de Bruxelles, où ces phénomènes d'altération se présentent très fréquemment et d'une façon encore plus accentuée qu'à Anvers. Nous avons l'intention de reprendre plus tard en détail cette étude des altérations, fort importante par les éclaircissements qu'elle peut procurer à la géologie.

Au Kiel, il existe un passage insensible entre les parties supérieures, totalement altérées, du dépôt et la partie de la base, restée intacte et fossilifère; mais si l'infiltration des eaux n'a pas fait disparaître tous les

[1] Annales de la Société Géologique de Belgique, Tome I, 1874, Bulletins, Séance du 21 juin.

fossiles dans la zone intermédiaire, elle a toutefois donné lieu à une profonde désorganisation des éléments calcaires qui composent le test de ces coquilles. Tout le monde sait combien les fossiles du Kiel sont friables et avec quelle facilité ils tombent en quelque sorte en bouillie au moment de la récolte, surtout dans les parties les plus humides du dépôt.

De ce qui précède, il est donc bien établi que les sables glauconieux verdâtres qui, au Kiel, surmontent les sables à Panopées ne représentent nullement une couche distincte ou se rapportant à un dépôt différent de ceux-ci. Il est fort important que ce point soit bien mis en lumière, à cause des arguments ou des déductions que l'on avait cru pouvoir tirer de prétendues superpositions qui, en réalité, n'existent pas.

Les sables à Pectunculus pilosus.

Sables glauconifères coquillers, Dumont (1839), Dewael (1853).
Sables noirs du fort d'Herenthals, Nyst (1843).
Crag inférieur d'Anvers ou *Crag noir*, Lyell (1852), Dewael (1853).
Sables noirs d'Anvers, d'Omalius (1852), Dejardin (1862), Mourlon (1873).

Les sables à *Panopæa Menardi*, dont nous venons de parler, ne s'observent, aux environs immédiats d'Anvers, qu'en une région peu étendue. Il en est tout autrement du dépôt généralement connu sous le nom de *sable noir* ou *sable glauconifère d'Anvers*. Il est bien développé au fort d'Herenthals, aux portes de Berchem, de Borsbeek et, en général, dans tout le sous-sol de la ville d'Anvers. Il se retrouve aussi plus au nord, ainsi que de l'autre côté de l'Escaut, où l'on a reconnu sa présence sous des dépôts plus récents.

Au point de vue minéralogique, il diffère de ceux du Kiel et d'Edeghem en ce qu'il est généralement moins argileux; de plus, la glauconie, toujours plus abondante et en grains plus gros, lui donne une teinte noirâtre foncée, d'où est même venu le nom de sables noirs, tandis que l'on sait que dans les localités précitées, les sédiments se présentent avec une coloration grisâtre assez constante.

Les caractères paléontologiques qui différencient cette couche de celle des sables à *Panopæa Menardi* du Kiel et d'Edeghem, consistent en l'absence d'un certain nombre d'espèces de ce dernier horizon, tandis que d'autres coquilles, qui manquent dans les sables à Panopées, s'observent dans ces sables noirs.

Il est à remarquer que ces différences fauniques ne sont pas aussi considérables qu'on pourrait le croire tout d'abord; car presque toutes les espèces exclusivement localisées dans l'un ou dans l'autre des deux hori-

zons que nous venons d'indiquer, sont des formes rares et par cela même peu caractéristiques, tandis que les espèces qui se trouvent à la fois dans l'un et dans l'autre, sont précisément les plus abondantes et représentent les types les mieux caractérisés.

Le niveau fossilifère qui nous occupe est principalement constitué par des accumulations ou bancs de Pétoncles. L'abondance extraordinaire de ce fossile, le *Pectunculus pilosus,* donne un aspect tout particulier à cette zone. Il s'y trouve par bancs compactes, atteignant parfois 50 à 80 centimètres d'épaisseur ; ce qui fait que, relativement au reste de la faune, cette espèce se trouve représentée dans des proportions tout à fait exceptionnelles.

Ayant désigné sous le nom de sables à *Panopæa Menardi* l'horizon des sables du Kiel et d'Edeghem, nous proposons pour celui des sables noirs d'Anvers le nom de sables à *Pectunculus pilosus*. Cette désignation a du reste déjà été employée par M. Cogels, pour désigner le dépôt en question, et nous croyons que son adoption générale et définitive ne soulèvera aucune objection.

Il est donc bien entendu que les sédiments que nous appellerons, dans le cours de ce travail, *sables à Pectunculus pilosus,* ne sont autre chose que les anciens *sables noirs* ou *sables glauconifères d'Anvers*. Du reste, la présence toujours abondante du *Pectunculus pilosus* les fait immédiatement reconnaître, partout où ils se trouvent.

On pourrait croire, d'après les indications paléontologiques exposées plus haut, que la zone des sables à *Pectunculus pilosus* est sensiblement plus récente que celle qui se trouve représentée à Edeghem et au Kiel. Il n'en est rien cependant, ainsi qu'on le verra par les considérations qui vont suivre et par l'étude attentive des relations fauniques qui seront exposées plus loin. Ces données nous permettront d'établir, non seulement des relations intimes, mais encore un synchronisme partiel entre ces deux séries de dépôts.

D'autre part, nous pouvons aisément reconnaître que la zone argileuse d'Edeghem représente le produit d'une sédimentation opérée dans des eaux d'une profondeur moyenne, tandis que la zone des sables moins fins à *Pectunculus pilosus* représente un dépôt moins éloigné du rivage.

L'absence de superposition bien constatée [1], (l'une de ces couches

[1] Un passage de la notice du Dr von Koenen sur les terrains tertiaires de la Belgique pourrait être interprété comme indiquant un cas de superposition entre les sables à *Pectunculus pilosus* et les sables à *Panopæa Menardi*. Si l'on pouvait admettre cette manière de voir, comment expliquerait-on que les nombreuses explorations de nos collègues et de tant de géologues qui ont visité Anvers, n'aient jamais montré rien de pareil? Cela serait au moins singulier, et il faut d'ailleurs reconnaître que les indications données à ce sujet par le Dr von Koenen, sont extrêmement vagues.

Dans l'article *Géologie* de *Patria Belgica*, M. Mourlon semble également indiquer une

paraissant toujours exclure l'autre,) l'altitude plus élevée de la seconde que de la première [1], l'identité du facies général de la faune, comme la nature même des différences qui les distinguent, la constitution minéralogique des deux dépôts, tout enfin nous prouve que ce sont là deux dépôts différents d'une même mer.

Cependant nous reconnaissons que cette contemporanéité n'est pas absolue, en ce sens qu'elle n'a pas accompagné toute la durée du dépôt des couches en question.

On ne peut nier que les circonstances qui ont donné naissance à la sédimentation en stratification transgressive des couches pliocènes du nord-ouest de l'Europe et qui ont fait s'opérer ce mouvement de progression dans la direction sud-est vers nord-ouest, veulent nécessairement que les couches les plus anciennes soient surtout développées dans la première de ces directions et les plus récentes dans la seconde. Or, les sables à Panopées sont surtout bien développés au sud-est d'Anvers, à Edeghem, à Hoboken et au Kiel et disparaissent entièrement aux environs immédiats de la ville, ainsi qu'au nord-ouest. Les sables à Pétoncles, qui manquent au contraire au Kiel, à Edeghem et dans la région environnante, se trouvent bien représentés vers l'ouest, c'est à dire à l'enceinte et dans le sous-sol de la ville jusqu'à Austruweel et plus loin encore au nord, de même que de l'autre côté du fleuve, où on les a rencontrés sous des dépôts plus récents.

Du seul fait de cette disposition, il résulte *à priori* que les dépôts si bien représentés à Edeghem et au Kiel, doivent avoir une origine un peu moins récente que les sables noirs d'Anvers proprement dits ou sables à *Pectunculus pilosus*.

D'autre part, on verra par l'ensemble des considérations qui vont suivre, que la succession des couches des sables inférieurs d'Anvers indique clairement un relèvement graduel et la formation de dépôts de plus en plus littoraux. On ne peut donc méconnaître que le dépôt plus profond des sables à Panopées a dû précéder, pendant un certain temps, le dépôt des sables à Pétoncles.

Le point sur lequel nous désirons insister, c'est qu'il paraît fort probable

superposition entre ces deux couches. Mais cette indication, qui n'a jamais été confirmée, nous paraît plutôt l'expression d'une opinion personnelle que le résultat d'une observation faite sur place.

[1] Par suite de certains mouvements d'exhaussement, etc., dont nous parlerons plus loin, et qui se sont opérés dans la région d'Anvers, postérieurement au dépôt des sables inférieurs, les altitudes respectives de certains dépôts ont été modifiées et ne se présentent plus actuellement dans les mêmes conditions qu'au moment du dépôt de ces sédiments.

Si en certains points donc, comme aux Bassins, etc., les sables à Pétoncles s'observent à une cote inférieure à celles des sables à Panopées, il ne faut pas perdre de vue que cette modification dans l'altitude des deux dépôts n'est que la conséquence d'oscillations du sol, postérieures au dépôt des couches.

que, nonobstant cette origine plus reculée du premier de ces dépôts, le mouvement graduel de relèvement, qui se produisit peu à peu, provoqua, vers la fin du dépôt des sédiments à Panopées, la formation de régions moins profondes et de plages sous-marines, où se développa la faune des sables à Pétoncles; ce qui du reste n'empêchait nullement les derniers sédiments à Panopées de se déposer encore dans les parties restées les plus profondes, comme au Kiel, etc.

Si, à ces vues, on objectait que des dépôts de profondeurs différentes doivent être séparés par des distances plus considérables que celle qui, aux environs du Kiel, par exemple, sépare les deux facies bathymétriques des sables inférieurs, on pourrait faire remarquer tout d'abord qu'il ne faut pas s'exagérer l'importance des différences de profondeur dont il est ici question. D'autre part, nous rappellerons que l'on connaît, dans les mers actuelles, de nombreux points où la présence d'îlots, de bancs sous-marins ou d'autres conditions du même genre permettent à des faunes de facies différents de se développer et de se trouver bien caractérisées à des distances plus minimes encore qu'au Kiel.

On trouvera ci-après la liste des coquilles recueillies dans la zone des sables à *Pectunculus pilosus,* c'est à dire dans le dépôt généralement connu sous le nom de « sables noirs d'Anvers ». Pour dresser cette liste, nous nous sommes principalement servi des listes et des indications fournies par M. Nyst, pour le Prodrome de M. Dewalque, renseignements qui pour cette zone encore, peuvent être considérés comme exacts. Nous en avons cependant éliminé quelques espèces douteuses. D'autre part, nous avons ajouté à la liste du Prodrome quelques espèces signalées dans les sables à Pétoncles par M. Cogels et par d'autres de nos collègues.

On remarquera que cette énumération se trouve, de même que la première, donnée tantôt, divisée en deux groupes. Dans l'un d'eux, nous avons réuni les noms des espèces spéciales à la zone des sables à *Pectunculus pilosus,* et dans l'autre, ceux des espèces qui se retrouvent dans la zone des sables à *Panopæa Menardi.* Le second groupe de cette liste n'est donc autre chose que la répétition du second groupe de la liste précédente. Toutefois, il n'y a pas double emploi, car cette disposition, tout en offrant l'avantage de représenter la faune tout entière de chaque zone, permet également de tenir compte des variations qui distinguent, de part et d'autre, le degré d'abondance ou de rareté des espèces communes aux deux dépôts.

De même que dans la première liste, quatre colonnes suivent l'énumération des espèces; elles sont respectivement consacrées à indiquer le plus ou moins d'abondance des échantillons, la présence des espèces citées dans les dépôts plus récents d'Anvers, dans les dépôts pliocènes d'Angleterre et dans les mers actuelles.

LISTE DES MOLLUSQUES OBSERVÉS A ANVERS

DANS LES SABLES A *PECTUNCULUS PILOSUS*

I° *Espèces des sables à* PECTUNCULUS PILOSUS, *ne s'observant pas dans les sables à* PANOPÆA MENARDI.

ÉNUMÉRATION DES ESPÈCES.	Degré d'abondance ou de rareté.	Scaldisien.	Crag corallin Crag rouge.	Mers actuelles.
Murex vaginatus, *C* et *J.* (G : Trophon.)	r r			A
Cancellaria minuta, *Nyst.*	r r			
Ficula cingularis, *Beyr.*	r r			
Nassa prismatica, *Broc.*	c	S	C	A
Cassidaria bicatenata, *Sow.*	r	S	C R	A
Columbella scripta, *L.*	r	S	R	A
Conus Noe, *Br.*	r r			
Pleurotoma gradata, *Defr.*	r			
» Staringi, *Bosq.*	r			
Natica hemiclausa, *Sow.* (Natica varians, *Dujard.*)	r	S	R	
Eulima subulata, *Donovan?*	r	S	C	A
Cerithium trilineatum, *Phil.* (Cerithiopsis trilineata *Phil.*)	r r		C R	A
» sinistratum, *Nyst.* (C. granosum, *Wood.*) (G : Triforis)	r r	S	C R	A
Margarita monilifera, *Nyst.* (M. maculata, *Wood.*)	r	S	C R	
Adeorbis Hennei, *Nyst*	r r			
» supra-nitidus, *Wood.*	r r		C	A
Fissurella Italica, *Defr.*	r r			
Dentalium Badense? *Partsch*	r			
Philine catena, *Mont.* (Bullæa sculpta, *Wood.*)	r		C	A
» scabra? *Müll* (G : Bullæa)	r		C	A
Glycimeris angusta, *Nyst* et *West* (var. de G. siliqua, *Ch.*)	r	S	C R	A
Neæra cuspidata, *Olivi.*	r	S	C	A
» Waeli, *Nyst.*	r			
Poromya granulata, *Nyst* et *West.* (G : Corbula.)	r		C	A
Lyonsia granulata, *Nyst*	r	S		
Tellina subfragilis, *d'Orb.*	r			
Montacuta substriata, *Mont.* (G : Sphenalia.)	r	S	C	A
Kellia ambigua, *Nyst.* (G : Scintilla.)	r	S	C R	A
» coarctata, *Wood.* (G : Scintilla)	r	S	C	A
Lepton deltoïdeum, *Wood*	r	S	C R	A
Erycinella ovalis? *Conr.*	r		C R	
Astarte Alcestana, *Nyst.*	r			
» Omalii, *Lajonk.*	r r	S	C R	A
» triangularis, *Mont.*	r		C R	A
» Waeli, *Nyst.* (A. pygmæa, *v. Munst.*).	r		C	
Cardita corbis, *Phil.*	r		C R	A
Arca diluvii, *L.*	c			A
» tetragona, *Poli.*	r r		C R	A
Cucullæa pectunculoïdes, *Scacc.* (G : Arca)	r		C	A
Nucula lævigata, *Sow.*	r	S	R	
» nucleus, *L.*	r	S	C R	A

ÉNUMÉRATION DES ESPÈCES.	Degré d'abondance ou de rareté.	Scaldisien.	Crag coralin Crag rouge.	Mers actuelles.
Nucinella ovalis, *Wood.* (N. miliaris, *Desh.*)	r	S	C	
Mytilus modiolus, *L.* (G : Modiola.)	r	S	C? R	A
Crenella decussata, *Mont.*	r			A
» Pridauxana *Leach.* (Modiola rhombea, *Berkley*).	r		C	A
Lima Sandbergeri, *Nyst.*	r			
Pecten Brummeli, *Nyst.*	r			
» Caillaudi, *Nyst*	r			
» pes-lutræ, *L.*[1] (P. Danicus, *Chem.* P. septemradiatus, *Müll.*)	r	S	R	A
» maximus, *L.*	r r	S	C R	A
Ostrea Staringi, *Nyst.*	r r			
Anomia inæquilatera, *Nyst.*	r			
» **unguicula**, *Nyst.*	c			
Terebratula caput-serpentis, *L.*	r r	S	C	A
Mannia Nysti, *Dewalque.*	r r	S		

II° *Espèces des sables à* Pectunculus pilosus, *s'observant également dans les sables à* Panopæa Menardi.

Typhis fistulosus, *Broc.*	r			
Triton Tarbellianum, *Grat.*	r			
Cancellaria Bellardi, *Mich*	r		R	
» ampullacea, *Broc.*	r			
» Michelini, *Bell.*	r r			
» mitræformis, *Broc.*	r		C	A
» varicosa, *Broc.* (C. scalaroïdes, *Wood.*)	r	S	C	
Fusus sexcostatus, *Beyr.*	r			
Ficula condita, *Brong.* (Pyrula reticulata, *Lm.*)	c c	S	C R?	A?
Terebra acuminata, *Bors.*	r		C	
Nassa incrassata, *Müll.*	r	S	C R	A
» flexuosa? *Broc.*	r	S		
» semistriata, *Broc.* var. labiosa, *Sow.*	r	S	C R	A
Columbella pulchra, *Nyst*	r r			
Ancillaria obsoleta, *Broc.*	r			
Pleurotoma turbida, *Brander* var.	c			
» **flexiplicata**, *Nyst*	c			
» intorta, *Broc.*	r	S	R	A?
» semimarginata, *Nyst.*	r			
» **turrifera**, *Nyst.*	c	S	R	
Voluta Bolli, *Koch.*	c			
Cypræa Europæa, *Mont.*	r r	S	C R	A
Natica brevispira, *Bosq*	c			
» **catena**, *Da Costa.* (N. helicina, *Broc.*)	c		C R	A
» millepunctata *Lm.* (var. multipunctata, *Wood.*)	r	S	C R	A
Sigaretus Aquensis, *Recl.*	r			
Pyramidella plicosa, *Bronn.* (P. læviuscula, *Wood.*)	r	S	C R	A
Odostomia pellucida, *Adams* (O. decussata, *Mont.*)	r		C	A
» conoïdea, *Broc.* (O. plicata? *Mont.*)	r	S	C R	A

[1] Cette assimilation nouvelle se trouve indiquée ici sur l'autorité de M. Gwyn Jeffreys.

ÉNUMÉRATION DES ESPÈCES.	Degré d'abondance ou de rareté.	Scaldisien.	Crag corallin. Crag rouge.	Mers actuelles
Niso eburnea, *Risso*.	r			
Turritella incrassata, *Sow.* (T. triplicata, *Broc.*)	r	S	C R	A
» **subangulata**, *Broc.* (T. planispira, *Wood.*)	c c		C R?	A
Scalaria amœna, *Phil.*.	r			
» frondicula, *Wood*	r	S	C	
» lamellosa, *Broc.* (var. fimbriosa, *Wood.*)	r		C	
» pertusa, *Nyst.* (S. cancellata, *Broc.*).	r		C	
Xenophora Deshayesi, *Mich.*	r	S		
Calyptræa Sinensis, *L.* (C. Chinensis, *L.*).	r	S	C R	A
Dentalium costatum, *Sow.* (D. dentalis, *L.*)	c	S	C R	A
» entalis, *L.*	r	S	C	A
Tornatella Levidensis, *Wood.* (G : Actœon.)	r r		C	
» tornatilis? *L.* (G. Actœon.)	r r	S	C R	A
Ringicula buccinea, *Broc.* (R. auriculata *Menard.*)	c	S	C R	A
Scaphander lignarius, *L.* (G : Bulla.)	r	S	C	A
Bulla acuminata, *Brug.* (G : Cylichna.).	r		C	A
» **cylindracea**, *Penn.* (G : Cylichna.)	c	S	C R	A
» **nitidula**, *Loven* (G : Cylichna.)	c	S		A
» **utriculus**, *Broc.*	c		C	A
Spirialis rostralis, *Eyd.* et *Soul.* (G : Embolus.)	c			A
Solen Rollei, *Hornes.* (Solen Ensis, *L.* var.).	c	S	C R	A
Panopæa Menardi, *Desh.*	r			
Mactra triangula, *Ren.* (M. subtruncata, *Mont.*)	c		C	A
Corbula striata, *Walk.* (C. gibba. *Olivi*)	c c	S	C R	A
Scrobicularia prismatica, *Mont.* (G : Abra) (G : Ligula.)	c c	S	C	A
Scrobicularia alba, *Wood.* (G : Abra) (G : Ligula.)	r	S	C R	A
Tellina Benedeni, *Nyst.* var. fallax, *Beyr.*	r			
Saxicava arctica, *L.* (var. de S. rugosa, *L.*)	c c	S	C R	A
» fragilis, *Nyst.* (Panopæa plicata, *Mont.*)	r	S		A
Venus multilamella, *Lm.*	c c	S		A
» Nysti, *d'Orb.*	r			
Montacuta ferruginosa, *Mont.*	r	S	C	A
Kellia pumila, *Wood* (G : Lasæa.)	r	S	C	A
Cardium subturgidum, *d'Orb.*	c c			
Isocardia lunulata, *Nyst.*	r			
Lucina borealis, *L.*	c c	S	C R	A
Diplodonta rotundata, *Mont.* (D. Lupinus, *Broc.*)	c		C R	A
Astarte concentrica, *Goldf.*	c			
» radiata, *Nyst* et *West.*	c c			
Cardita intermedia, *Broc.*	c	S		
» orbicularis, *Sow.*	r	S	C R?	
Pectunculus pilosus, *L.*	c c		C R	A
Limopsis anomala, *Eichw.* (L. pygmæa, *Phil.*).	c		C R	A
» aurita, *Broc.* (L. sublævigata, *Nyst.*).	c	S	C R	A
Nucula Haesendoncki, *Nyst.*	c c			
» proxima, *Say* (N. trigonula, *Wood.*)	r	S	C	A
Leda compressa, *Gold*	r			
» **pygmæa**, *v. Munst.* (L. tenuis, *Phil.*)	c		C R	A
» Westendorpi, *Nyst.*	r			
Pinna pectinata? *L.*	r	S	C R	A
Crenella sericea, *Bronn.* (G : Modiola.)	r	S	C	

ÉNUMÉRATION DES ESPÈCES.	Degré d'abondance ou de rareté.	Scaldisien.	Crag corallin Crag rouge.	Mers actuelles.
Lima subauriculata, *Mont.*	r	S	C	A
Pecten Duwelsi, *Nyst.*	r			
» elegans, *Andr.*	c			
» Lamalli, *Nyst.*	c			
» tigrinus, *Müll.*	c	S	C R	A
» Woodi, *Nyst.*	r			
Ostrea cochlear, *Poli.*	c		C R	A
Anomia ephippium, *L.*	r	S	C R	A

Nous pouvons maintenant jeter un coup d'œil sur l'ensemble de la faune des sables inférieurs. Si nous réunissons les résultats fournis par les deux listes qui la représentent, nous trouvons que sur 230 espèces mentionnées, il y en a 110 *au moins* qui sont encore actuellement vivantes, soit un minimum de plus de 47 p. c. Nous disons un minimum, parce que beaucoup de formes qui se trouvent ici indiquées et comptées comme éteintes ne sont en réalité que des *variétés* appartenant à des espèces encore actuellement vivantes. Quoi qu'il en soit, la proportion de 47 p. c. établit suffisamment la position des sables inférieurs d'Anvers à la base du vieux pliocène. Cette proportion s'élève à 51 p. c. si l'on établit le calcul relativement aux sables à *Pectunculus pilosus* seuls.

Il eût été désirable de pouvoir indiquer ici quelle proportion de fossiles des sables moyens d'Anvers se retrouve dans la faune des sables inférieurs, mais cela ne nous est pas encore possible, car, si la faune de ces derniers nous est maintenant bien connue, il n'en est pas de même, comme on le verra plus loin, pour celle des dépôts plus récents d'Anvers. Si les éléments manquent à l'un des termes de la comparaison, celle-ci ne peut convenablement s'établir. Toutefois, on peut tourner la difficulté en établissant le rapport en sens inverse ; ainsi, nous constaterons plus loin que dans une liste de 64 espèces des sables moyens, il y en a 39, c'est à dire 61 p. c. qui se retrouvent dans les sables inférieurs d'Anvers. Ces chiffres montrent clairement les affinités qui unissent ces deux horizons — que, jusqu'à ce jour, on croyait si nettement séparés l'un de l'autre, — et cela est d'autant plus digne d'attention que la comparaison se trouve établie entre des dépôts, non seulement d'âges différents, mais aussi de valeur bathymétrique bien distincte, point important qu'il ne faut pas perdre de vue.

Il en est de même pour la faune du crag corallin en Angleterre, qui

renferme plus d'une centaine d'espèces (109) de nos sables inférieurs, c'est à dire 47 p. c. de la faune de ceux-ci. Étant données, et la différence d'âge qui sépare les deux dépôts, et les différences de profondeur, de climat et autres circonstances qui ont dû influencer diversement leur faune, on ne peut conserver le moindre doute sur ce fait qu'ils doivent tous deux appartenir à la même période géologique. Le *crag corallin* en Angleterre, de même que les *sables moyens* d'Anvers en Belgique, appartenant incontestablement à la période pliocène, on ne peut donc, à ce point de vue comme à tous les autres déjà exposés, séparer de celle-ci les sables inférieurs d'Anvers.

Nous ajouterons encore que sur les 230 espèces de la faune malacologique des sables inférieurs, il y en a 119, c'est à dire 51 p. c., qui se retrouvent dans l'ensemble des dépôts du crag anglais.

L'examen des listes de nos sables inférieurs va maintenant nous permettre d'ajouter quelques mots sur les relations mutuelles des deux zones dont il a été question jusqu'ici. L'intimité de ces relations s'affirme d'une façon remarquable par l'importance du second groupe de nos deux listes, celui qui comprend les espèces communes aux deux dépôts. De plus, c'est dans ce groupe que nous trouvons réunies les espèces les plus abondantes et les plus répandues dans les sables inférieurs d'Anvers, ce qui donne une signification plus importante encore aux étroites relations que nous constatons entre les deux zones. Sur 88 espèces en commun aux deux zones, il y a à peu près la moitié qui sont indiquées comme abondantes ou très abondantes dans toutes deux.

Si, passant ensuite aux différences que présentent les deux dépôts, nous examinons le premier groupe de chacune de nos deux listes, nous remarquons qu'il ne s'y trouve généralement que des espèces rares et, par conséquent, n'influant guère le facies général de la faune.

Ainsi, dans la liste des espèces spéciales aux sables à Pétoncles[1], sur 55 espèces citées, il n'y en a que trois seulement qui se trouvent indiquées comme abondantes! Et dans la liste des espèces spéciales aux sables à Panopées, sur 87 espèces citées, il y en a 70, ou les quatre cinquièmes, qui sont signalées comme rares dans ce dépôt.

De plus, un grand nombre de formes mentionnées dans ces deux groupes sous la désignation spécifique, ne constituent en réalité, comme nous l'avons dit déjà, que des *variétés* plus ou moins caractérisées, ce qui diminue encore la signification de ces différences.

De ce qui précède, il résulte que les analogies qui unissent la faune des deux zones de nos sables inférieurs d'Anvers sont très accentuées,

[1] Nous entendons ici par espèces spéciales aux sables à Pétoncles celles qui ne sont pas communes aux deux horizons : sables à Pétoncles et sables à Panopées.

tandis que les différences sont au contraire peu sensibles, relativement au facies général de la faune.

Examinons maintenant, d'une manière générale, en quoi consistent ces différences.

Dans le premier groupe de la liste des sables à Panopées, nous voyons que les deux tiers des espèces citées sont des gastéropodes et un tiers seulement des lamellibranches. Dans le premier groupe de la liste des sables à Pétoncles, il y a au contraire un tiers de gastéropodes et deux tiers de lamellibranches.

Or, il faut se souvenir qu'en thèse générale, les lamellibranches sont surtout caractéristiques de la zone littorale, tandis que les gastéropodes abondent surtout dans les eaux un peu plus éloignées du rivage. Les différences fauniques générales qui s'observent entre les deux dépôts s'expliqueraient donc par la différence des conditions bathymétriques où ils se trouvaient, la zone à Panopées représentant un dépôt un peu plus profond que la zone à Pétoncles [1]. Or, ce sont précisément là les conclusions auxquelles nous étions arrivé tantôt!

Pour compléter autant que possible la liste des invertébrés observés dans les sables à Pétoncles, nous signalerons, d'après une liste dressée par M. Nyst et publiée dans le Prodrome de M. Dewalque, les espèces suivantes :

Parmi les Bryozoaires : le *Lunulites rhomboidalis* von Munster, qui y est fort répandu, ainsi qu'une autre forme plus petite, encore indéterminée. Parmi les Annélides : le *Serpula tubularia*? Mont; (r) parmi les Echinodermes: le *Temnechinus globosus* Forbes (r), et parmi les Actinozoaires : le *Caryophyllia granulata* von Munst. (r) le *Trochocyathus plicatus* [2] Ed. et H. (r) le *Flabellum appendiculatum* Nyst (c) le *Sphenotrochus Roemeri*

[1] La proportion ci-dessus indiquée dans les éléments de la faune des sables à Panopées d'Edeghem se retrouve identiquement la même au Kiel; toutefois, au point de vue de l'abondance *numérique* des exemplaires, les lamellibranches l'emportent sur les gastéropodes. Cette circonstance indique au Kiel une modification dans les conditions qui se présentaient à Edeghem pour la même faune, et montre que le facies bathymétrique de ce dépôt se rapprochait davantage de celui que caractérisaient les sables à Pétoncles; se serait un argument de plus à invoquer en faveur de la manière de voir, précédemment exposée, d'après laquelle le relèvement graduel, donnant lieu à des dépôts de plus en plus littoraux fit insensiblement succéder ceux-ci aux sédiments plus profonds, si bien développés à Édeghem.

Cette moindre profondeur des dépôts du Kiel nous permet d'autre part de comprendre très aisément le fait de la distance peu considérable qui les sépare des sables plus côtiers à Pétoncles, si l'on admet que ces deux zones aient été pendant un certain temps contemporaines.

[2] Le *Trochocyathus pyramidalis* s'y trouve également d'après, M. Paul Cogels, mais peut-être ces deux noms se rapportent-ils à la même espèce?

Edw. et H. (r) le *Stephanophyllia Nysti* Edw. et H. (r) et le *Balanophyllia prælonga* Edw. et H. (r).

M. P. Cogels cite également, mais sans les nommer, deux espèces de Balanes qui sont, croyons-nous, *Balanus sulcatinus* Nyst et *B. tintinnabulum* L.

Voici maintenant, d'après le Dr George Brady, la liste des entomostracés qui s'observent dans les sables à *Pectunculus pilosus* :

Paracypris polita, Sars.
Cythere Tarentina, Baird.
» *latimarginata*, Speyer.
» *Wetherellii*, Jones.
» *Jonesi*, Baird.
» *polytrema*, nov. sp.
» *Jurinci*, von Münst.
» *acuticosta*, Egger.
» *œdichilus*, nov. sp.
» *scabropapulosa*, Jones.
» *subcoronata*, Speyer.
Cytheridea pinguis, Jones.
» *Mulleri*, Bosquet.
Loxoconcha latissima, nov. sp.
» *variolata*, nov. sp.
» *Gratcloupiana*, (Bosq.).
Cytherura Broeckiana, nov. sp.
Cytheropteron gradatum, (Bosq.)
Cytherideis lithodomoïdes, (Bosquet).
Cytherella parallela, Reuss.
» *leioptycha*, (Reuss).

De ces 21 espèces, 17 se retrouvent parmi les 26 espèces que contiennent les sables à Panopées du Kiel et d'Edeghem réunis, et 16 se retrouvent dans la faune des dépôts plus récents d'Anvers.

La distribution des entomostracés ne fournit aucune indication supplémentaire, relativement aux différences que nous avons signalées dans le facies bathymétrique des deux zones fossilifères des sables inférieurs d'Anvers; mais cela provient de cette circonstance que les entomostracés, étant des êtres essentiellement nageurs et par conséquent d'une distribution géographique étendue, ne peuvent servir à déterminer, aussi exactement que les mollusques, les Foraminifères, etc., la profondeur approximative des dépôts où l'on retrouve leurs coquilles.

M. Brady nous fait remarquer que la faune des entomostracés des sables à Pétoncles paraît montrer fort peu de différences avec celle des sables à Panopées, différences qui eussent encore paru moins sensibles si la quantité de matériaux étudiés avait été plus considérable.

La répartition géographique, comme la distribution géologique des entomostracés, nous semblent soumises à des lois complexes et variables, dont l'étude n'a pas encore été approfondie.

On remarque le plus souvent qu'un certain nombre d'espèces sont très localisées et caractérisent assez nettement des dépôts mêmes très voisins, tandis que, d'un autre côté, certaines formes ont une distribution et une vie spécifique des plus étendues. Ainsi, il y en a qui, apparaissant dès la craie inférieure, traversent toute la période tertiaire pour continuer à se

développer, sans modifications bien sensibles, jusque dans les mers actuelles.

Parmi les 30 espèces d'entomostracés signalés dans l'ensemble des sables inférieurs d'Anvers, 20 se retrouvent dans les dépôts plus récents du même bassin; 9 appartiennent à la faune actuelle, sans compter 5 formes qui peuvent être considérées comme des variétés des types vivants. Parmi ces 30 espèces il y en par contre quelques unes qui se retrouvent, soit dans la craie ou dans les couches éocènes et oligocènes de diverses contrées, soit dans le miocène et le pliocène du nord de l'Allemagne ainsi que dans le crag anglais. Toutefois, il n'est actuellement possible d'établir aucune espèce de comparaison, le nombre d'espèces en commun étant trop restreint. Sur les 18 espèces d'entomostracés signalées dans le *coralline crag,* il n'y en a que deux qui se trouvent dans nos listes des sables inférieurs d'Anvers.

Pour achever l'exposé de la faune des sables inférieurs d'Anvers, il nous restera maintenant à dire quelques mots d'une classe de fossiles des plus intéressants, mais dont il a été fort peu question jusqu'ici dans les travaux publiés sur la géologie des environs d'Anvers. Nous voulons parler des vertébrés, dont les ossements se sont trouvés dans cette localité en quantité prodigieuse, presque inimaginable.

On verra plus loin que ce sont surtout les sables moyens qui contiennent le plus d'ossements de cétacés. C'est à ce niveau seulement que doivent se rapporter les grands mysticètes ou baleines à fanons, dont les squelettes et les ossements forment la plus grande partie des débris recueillis à Anvers. Certains cétacés, voisins des phoques et d'innombrables poissons du groupe des sélaciens, formaient avec les grandes baleines, la faune des sables moyens.

Les vertébrés des sables inférieurs constituent un ensemble faunique d'un facies bien différent. Ils se rapportent principalement à deux groupes bien caractérisés : celui des delphinides et celui des cétacés zyphioïdes. Ceux-ci composent dans l'ordre des cétacés une famille distincte, proposée par M. Paul Gervais pour désigner un groupe intermédiaire entre les cachalots et les dauphins.

M. Du Bus, dans sa *Notice sur différents Ziphiides nouveaux du crag d'Anvers*, attire l'attention sur le fait de l'extrême rareté, dans la faune actuelle, des représentants de cette famille. Il ajoute d'autre part qu'il n'y a jusqu'à ce jour que quatre ou cinq *Ziphius* fossiles connus, tandis que, à Anvers, on a déjà distingué plus d'une vingtaine d'espèces, dont aucune ne se rapporte à un genre vivant. Toutes ces espèces ont été déterminées d'après les caractères du crâne et surtout du rostre, parties du squelette habituellement bien conservées.

Les grandes baleines à fanons manquent dans les sables inférieurs, ou plutôt n'y sont représentées que par deux ou trois formes distinctes et en tout cas peu répandues, et les poissons n'y semblent représentés que par quelques formes n'appartenant pas au même groupe que les sélaciens qui caractérisent les sables moyens.

Il est intéressant de noter que la plus grande partie des vertébrés des sables inférieurs, comme aussi de ceux des sables moyens, sont des espèces spéciales à ces dépôts.

MM. Du Bus et Van Beneden ont publié dans les Bulletins et dans les Mémoires de l'Académie royale de Belgique[1] la description de la plupart

[1] 1835. *Quelques observations sur les fossiles de la province d'Anvers*, par M. P.-J. Van Beneden. Bull. Acad. Belg., t. II, p. 67.

1846. *Note sur deux cétacés fossiles provenant du bassin d'Anvers*, par P.-J. Van Beneden. *Ibid.*, t. XIII, 1re part., p. 257.

1853. *Note sur une dent de phoque fossile du crag d'Anvers*, par P.-J. Van Beneden. *Ibid.*, t. XX, 2e part., pp. 255-257.

1859. *Sur la découverte d'ossements fossiles faite à Saint-Nicolas.* Rapport de M. Nyst. *Ibid.*, 2e sie, t. VIII, n° 11, pp. 107-109. — Rapport de M. De Koninck, pp. 109-123. — Rapport de M. Van Beneden, pp. 123-146.

1859. *Sur la découverte d'ossements fossiles faite à Saint-Nicolas.* Lettre de M. le Dr Van Raemdonck, communiquée par M. Siret. *Ibid.*, 2e sie, t. VIII, n° 11, pp. 197-199.

1860. *Sur des ossements fossiles trouvés dans les environs de Saint-Nicolas.* Communication de M. le Dr Van Raemdonck. — Rapport de M. Nyst. *Ibid.*, t. X, nos 9 et 10, pp. 401-402. — Rapport de M. Van Beneden. *Ibid.*, pp. 403 à 410.

1861. *Un mammifère nouveau du crag d'Anvers*, par P.-J. Van Beneden. *Ibid.*, t. XII, n° 7, pp. 22-28.

1861. *La côte d'Ostende et les fouilles d'Anvers*, par P.-J. Van Beneden. *Ibid.*, t. XII, n° 12, pp. 453-483.

1865. *Recherches sur les ossements provenant du crag d'Anvers. — Les Squalodons*, par P.-J. Van Beneden. Mém. Acad. Belg., t. XXXV, 85 pages, 4 planches.

1867. *Sur quelques mammifères du crag d'Anvers*, par le vicomte Du Bus. Bull. Acad. Belg., t. XXIV, n° 12, pp. 562-577.

1868. *Recherches sur les Squalodons, Supplément*, par P.-J. Van Beneden. Mém. Acad. Belg., t. XXXVII, 13 pages, 1 planche.

1868. *Sur différents Ziphiides nouveaux du crag d'Anvers*, par le vicomte Du Bus. Bull. Acad. Belg., t. XXV, n° 6, pp. 621-630.

1869. *Sur un nouveau genre de Ziphioïde fossile* (Placozyphius) *trouvé à Edeghem*, par P.-J. Van Beneden. Mém. Acad. Belg., vol. XXXVII, 13 pages, 2 planches.

1871. *Les reptiles fossiles en Belgique*, par P.-J. Van Beneden. Bull. Acad. Belg., t. XXXI, n° 1, pp. 9-16.

1871. *Recherches sur quelques poissons fossiles de Belgique*, par P.-J. Van Beneden. *Ibid.*, t. XXXI, n° 6, pp. 493-517.

1871. *Les phoques de la mer scaldisienne*, par P.-J. Van Beneden. *Ibid.*, t. XXXII, n° 7, pp. 5-19.

1871. *Les oiseaux de l'argile rupélienne et du crag*, par P.-J. Van Beneden. *Ibid.*, t. XXXII, n° 11, pp. 256-261.

1872. *Les baleines fossiles d'Anvers*, par P.-J. Van Beneden. *Ibid.*, t. XXXIV, n° 7, pp. 6-20.

1872. *Mammifères nouveaux du crag d'Anvers*, par le vicomte Du Bus. *Ibid.*, t. XXXIV, n° 12, pp. 491-509.

des espèces et des genres nouveaux qu'il a fallu établir pour classer les nombreux débris recueillis dans les sables d'Anvers. Dans certains cas, ces descriptions sont forcément restreintes à cause de l'état incomplet des débris du squelette; mais la distinction de cette multitude d'espèces nouvelles a cependant été établie avec toute la prudence qu'exigeait cette étude.

Les ossements des vertébrés des sables inférieurs ont généralement été recueillis du côté de Vieux-Dieu et près du canal d'Hérenthals dans les « sables noirs », c'est à dire dans la zone à *Pectunculus pilosus* rencontrée lors du creusement occasionné par les travaux militaires exécutés autour d'Anvers, de 1860 à 1867. On en a également trouvé dans les *sables verts*, qui ne constituent à vrai dire que la partie supérieure des sables à Pétoncles, comme nous le verrons plus loin. M. le vicomte Du Bus, alors directeur du Musée de Bruxelles, fit recueillir d'énormes quantités d'ossements, et l'accumulation de ceux qui se trouvèrent ainsi réunis au Musée de Bruxelles lui fit dire à bon droit dans l'un de ses mémoires, que « la collection des Thalassothériens du musée sera non seulement la plus riche de l'Europe, mais probablement plus riche à elle seule que toutes les collections de l'Europe réunies. »

Si une certaine obscurité a régné jusqu'à présent dans la question du gisement des cétacés des sables d'Anvers et si bien peu de renseignements ont été publiés à ce sujet, cela provient surtout de cette circonstance regrettable que beaucoup d'ossements ont été recueillis dans des couches remaniées, et, d'autre part, que fort peu d'indications ont été conservées avec les ossements réunis au Musée de Bruxelles sous la direction de M. Du Bus.

Toutefois, M. E. Dupont, le directeur actuel, est parvenu à combler jusqu'à un certain point cette dernière lacune, en faisant exposer à côté des ossements, les échantillons de sables qui les accompagnaient et dont

Nous compléterons ces renseignements bibliographiques en citant diverses autres publications, où il est également question d'ossements recueillis à Anvers.

1569. Goropius Becanus. *Origines Antwerpianae*. In-fol.

1774. Von Hupsch. *Beschreibung einiger neu entdeckten versteinten Theile grosser Seethiere*. Der Naturförscher. Drittes Stuck, pp. 178-183.

1819. Arnault. *Sur des ossements fossiles découverts dans les environs d'Anvers*. Annales des sciences physiques, t. II, pp. 126-127.

1824. Cuvier. *Recherches sur les ossements fossiles*, 2e édition, t. V, Paris, édition in-4°, 1re part., pp. 352 à 357.

1836. Fohmann et Cauchy. *Rapport sur un os fossile trouvé au Stuyvenberg*. Bulletins Acad. Belgique, 1re série, t. III, p, 40.

1868. Van Beneden et P. Gervais. *Ostéographie des Cétacés vivants et fossiles*. Paris, in-4°, Atlas, planches in-fol.

1873. P.-J. Van Beneden. *Paléontologie des Vertébrés* dans : Patria Belgica, 6e livraison, pp. 353-388.

on les a débarrassés par un nettoyage soigneux, lors de la mise en ordre de ces nombreux débris.

Les coquilles et les Foraminifères qui s'observent dans ces sables, et où nous avons à certaines reprises remarqué des formes bien caractéristiques de tel ou tel niveau, constituent de précieux renseignements sur l'âge des couches d'où proviennent ces ossements. C'est une étude qui, conduite avec prudence, pourra rendre certains services dans la détermination du gisement des vertébrés d'Anvers.

Ce qui est toutefois certain, c'est que les indications manuscrites ou autres que l'on a pu retrouver, celles qui, inscrites sur les ossements eux-mêmes au moment de leur entrée au Musée, s'y observent encore aujourd'hui; une partie des renseignements qui ont été publiés par MM. Van Beneden et Du Bus (qui toutefois n'ont pas toujours tenu compte des couches remaniées), et par dessus tout, les données qui nous ont été communiquées par MM. Vincent, Cogels et d'autres observateurs, s'accordent amplement pour nous permettre d'indiquer en toute certitude les deux grands niveaux géologiques occupés par les cétacés d'Anvers, ainsi que la répartition des espèces dans chacun d'eux.

Par ce qui précède, on a déjà vu que la faune des vertébrés des sables inférieurs est surtout représentée par les delphinides et les ziphioïdes.

Il ne peut exister de doute quant à la concordance de l'âge des débris recueillis dans les sables inférieurs avec celui de ces dépôts eux-mêmes. La plupart des cétacés ziphioïdes et des dauphins recueillis dans les sables inférieurs de Vieux-Dieu et des environs s'y trouvaient représentés par des séries de vertèbres et d'os d'un même squelette placés bout à bout dans leur position respective. MM. G. Vincent et Depauw, préparateurs au Musée d'histoire naturelle de Bruxelles, observateurs très habiles et fort expérimentés, avaient été chargés à plusieurs reprises, lors des travaux d'Anvers, de recueillir les séries les plus intéressantes ainsi découvertes par les ouvriers, et qui, appartenant à un même squelette, montraient clairement que ni le dépôt ni les débris en question n'avaient été remaniés. Ils ont donc pu nous confirmer la présence de ces séries ou squelettes dans l'épaisseur des sables noirs d'où eux-mêmes les ont retirés; nous disons dans l'*épaisseur de ces sables* et non à *la surface de ceux-ci*, où cependant il se rencontrait aussi des ossements épars. Bien plus encore, les observations de M. Vincent lui ont permis de nous affirmer, conjointement du reste avec ce qu'en dit M. Du Bus dans une de ses notices, que « plus les excavations creusées dans les sables noirs ou inférieurs s'approfondissaient par suite de l'avancement des travaux, plus le nombre des ossements, des rostres et des séries devenait considérable ».

Depuis la réouverture du Musée, qui vient d'être complétement réorganisé par les soins de son directeur M. E. Dupont, on peut admirer, dans la Salle d'Anvers, une collection parfaitement classée et unique dans son genre, des remarquables débris de vertébrés recueillis dans cette localité. Tandis que de nombreuses séries de vertèbres gigantesques représentent la faune des grandes baleines des sables moyens, les ziphioïdes et les dauphins des sables inférieurs et quelques uns des phoques des sables moyens se trouvent surtout bien représentés au Musée par des crânes, des rostres et parfois aussi par des séries vertébrales presque complètes. Les têtes sont souvent aussi bien conservées dans toutes leurs parties que s'il s'agissait de crânes d'animaux vivants et on s'aperçoit aisément par l'inspection des séries, ou parties de squelettes, que ces ossements n'ont été ni remaniés ni roulés. La fossilisation a toutefois altéré un certain nombre d'ossements, de même qu'elle a dû en détruire beaucoup d'autres. C'est suivant les conditions diverses du terrain, son exposition, etc., c'est enfin selon la différence de structure des diverses parties du squelette que les ossements ont parfois disparu, ont été minéralisés, décomposés ou bien préservés ; mais, en tout cas, ces altérations sont toujours aisément reconnaissables de celles que présentent des débris roulés, usés ou bien remaniés.

Nos listes de vertébrés sont basées non seulement sur les résultats déjà publiés dans les mémoires de MM. Van Beneden et Du Bus, mais encore sur les renseignements que nous a fournis l'examen de la collection du Musée, où se trouvent certaines espèces qui n'ont pas encore été signalées. Ces noms représentent donc des espèces inédites ; ce sont ceux que nous avons relevés sur l'étiquette accompagnant ces espèces. Ce sont des noms de collection, donnés par M. le professeur Van Beneden, et qui pourraient être modifiés ou remplacés lorsque paraîtra la publication monographique que ce savant naturaliste prépare en ce moment ; mais comme notre but ici est principalement de donner une idée de l'abondance des formes recueillies à Anvers, nous croyons qu'il n'y a guère d'inconvénient à signaler ces dénominations, dont le plus grand nombre du reste, si pas toutes, seront définitivement maintenues. Ce que nous disons ici s'applique toutefois plus particulièrement à la liste des sables moyens, tandis que dans celle qui suit il n'y a guère que les trois mysticètes qui soient encore inédits.

Presque toutes les espèces énumérées ci-dessous sont représentées dans la collection du Musée ; quant à l'astérisque qui accompagne un certain nombre de dénominations, il indique que les espèces ainsi désignées se trouvent représentées dans la susdite collection par des parties de squelette très complètes ou des séries vertébrales souvent entières.

LISTE DES VERTÉBRÉS DES SABLES INFÉRIEURS D'ANVERS.

Cétacés Mysticètes [1].

* *Herpetocetus Scaldiensis*, Van Ben.
* *Mesocetus Depauwi*, Van Ben.
* » *pinguis*, Van Ben.

Cétacés Ziphioïdes.

Hyperoodon insignis, Van Ben.
Placoziphius Duboisii, Van Ben [2].
* *Ziphirostrum Hemixemii*, Van Ben.
Ziphiola clepsydra, Van Ben.
Homocetus Villersii, Du Bus.
* *Ziphirostrum Turninense*, Du Bus.
» *tumidum*, Du Bus.
» *marginatum*, Du Bus.
* » *lævigatum*, Du Bus.
» *affinis*, Du Bus.
* » *gracile*, Du Bus.
* » *dicyrtum*, Du Bus.
» *recurvirostrum*, Du Bus.
Ziphiopsis phymatodes, Du Bus.
» *servatus*, Du Bus.
* *Ziphius longirostris*, Cuv.
* » *planirostris*, Cuv.
Rhinostodes Antwerpiensis, Du Bus.
Belemnoziphius recurvus, Du Bus.
Dinoziphius Raemdonckii, Van Ben.

Delphinides.

* *Eurinodelphis longirostris*, Du Bus.
» *Cocheteuxii*, Du Bus.
» *ambiguus*, Du Bus.
Priscodelphinus productus, Du Bus.
* » *robustus*, Du Bus.
» *validus*, Du Bus.
» *crassus*, Du Bus.
» *teres*, Du Bus.
» *declivus*, Du Bus.
* » *Morckhoviensis*, Du Bus
» *elegans*, Du Bus.
» *pulvinatus*, Du Bus.
» *cristatus*, Du Bus.
Physeterula Dubusii, Van Ben.
Platydelphis canaliculatus, Du Bus.
Champsodelphis Scaldensis, Du Bus.
Phocænopsis Scheynensis, Du Bus [3].
* » *cornutus*, Du Bus.
Delphinus Delannoyi, Van Ben.
* » *Wasii*, Van Ben.
* » *De Waeli*, Van Ben.
Eudelphis Mortselensis, Du Bus [4].
Hoplocetus Borgerhoutensis, Du Bus.
» *crassidens*, Du Bus.
Palæodelphis grandis, Du Bus.

[1] Les cétacés mysticètes ou « baleines à fanons » des dépôts d'Anvers appartiennent presque tous à la faune des sables moyens, ainsi qu'on le verra plus loin. Les trois espèces qui se trouvent ici indiquées dans la faune des sables inférieurs, paraissent seules faire exception. Elles appartiennent à deux genres : *Herpetocetus* et *Mesocetus*, qui n'ont aucun représentant dans la faune des sables moyens. Les renseignements que nous a communiqués M. De Pauw, préparateur au Musée de Bruxelles, qui a lui-même recueilli la plupart des ossements de ces trois cétacés, et d'autre part, les indications qui accompagnent les échantillons exposés au Musée de Bruxelles, ne peuvent laisser de doutes sur le gisement de ces trois mysticètes.

[2] Ce cétacé, dont les ossements ont été recueillis à Edeghem, dans les sables inférieurs, mais reposant à la surface de l'argile rupélienne, pourrait bien se rapporter à la faune oligocène plutôt qu'à la faune pliocène. En tout cas, tandis que toutes les autres espèces ci-dessus énumérées appartiennent à la zone à *Pectunculus pilosus*, le *Placoziphius Duboisi* se rapporte, s'il est réellement pliocène, à la zone des sables à *Panopæa Menardi*.

[3] Nous avons cru devoir respecter, dans cette dénomination, l'orthographe indiquée par M. Du Bus; mais nous ferons toutefois remarquer que l'on écrit : le *Schyn* (ruisseau près d'Anvers).

[4] Bien que les listes publiées indiquent comme nom spécifique *Mortezelensis*, on doit écrire *Mortselensis*, ainsi que le portent les étiquettes manuscrites, appliquées par M. Du Bus lui-même sur les ossements de ce cétacé. (Voir la collection du Musée de Bruxelles.)

Palæodelphis annulatus, Du Bus.
» *minutus*, Du Bus.
» *coronatus*, Du Bus.
» *arcuatus*, Du Bus.
» *fusiformis*, Du Bus.
» *zonatus*, Du Bus.
» *pachyodon*, Du Bus.
* *Squalodon Antwerpiensis*, Van Ben.
» *Ehrlichi*, Van Ben.
* *Trispondylus Kleini*, Van Ben.
Scaldicetus Antwerpiensis, Du Bus [1].
» *Caretti*, Du Bus.
Eucetus amblyodon, Du Bus.
Synostodon, sp.

CHELONIENS [2].

Pachychelys robusta, Van Ben.
Macrochelys Scaldii, Van Ben.

POISSONS [3].

Trigloides Dejardinii, Van Ben.
* *Carcharodon megalodon*, Ag.
Oxyrrhina. Otodus. Anotodus, etc.

OISEAUX [4]

Fulica Dejardinii, Van Ben.
Anser Scaldii, Van Ben.
Cygnus Herenthalsii, Van Ben.

Ainsi que nous l'avons déjà annoncé précédemment, la riche faune de vertébrés dont l'énumération ci-dessus ne donne qu'une idée incomplète, appartient à l'horizon des sables à *Pectunculus pilosus* et à celui des

[1] Ce n'est que sous toutes réserves que nous comprenons cette espèce et les deux suivantes parmi les delphinides des sables inférieurs. Les indications exactes de gisement font défaut et, d'autre part, nous avons remarqué dans la cavité que présentent les énormes dents de ces *Scaldicetus*, tous deux représentés au Musée de Bruxelles, un dépôt sableux, qui paraît se rapporter à nos sables moyens d'Anvers plutôt qu'aux sables inférieurs. Quant à l'*Eucetus amblyodon*, une phrase d'un article de M. Du Bus, disant que cette espèce ne se trouve « que dans le crag gris seulement », nous impose les mêmes réserves que pour les deux espèces précédentes.

[2] Le *Pachychelys robusta* est représenté au Musée de Bruxelles par neuf rostres et par divers ossements provenant des sables inférieurs. Quant au *Macrochelys Scaldii*, dont le gisement exact n'a pu être retrouvé, il n'est connu jusqu'ici que par un seul humérus. Le chélonien auquel cet os a appartenu devait être d'une taille considérable, car l'humérus en question a un demi-mètre de longueur sur 0m25 de largeur.

[3] La faune des sables inférieurs comprend un certain nombre de poissons; mais la liste n'en a pas encore été dressée. Il est en tout cas certain que le gigantesque *Carcharodon megalodon* appartient à la faune des sables inférieurs. Outre plusieurs espèces de dents de sélaciens, généralement peu répandues, on trouve plus fréquemment dans les sables inférieurs, et en particulier dans les sables à *Pectunculus pilosus*, des otolithes du *Trigloides Dejardinii* et d'une espèce plus petite, ainsi que divers autres débris, indéterminables.

[4] Le gisement des ossements d'oiseaux qui se trouvent au Musée de Bruxelles n'a pas été bien déterminé. Le *Fulica*, ainsi que le *Cygnus Herenthalsii*, appartiennent cependant, sans aucun doute, à la faune des sables inférieurs. L'*Anser Scaldii*, qui a probablement accompagné les deux précédents dans le même dépôt, appartiendrait également à la faune des sables moyens, d'après les renseignements que nous devons à l'obligeance de M. Cogels. D'autres ossements d'oiseaux, recueillis comme ceux du précédent par M. Cogels, proviennent de la partie supérieure des sables inférieurs d'Anvers, c'est-à-dire de la zone littorale, dite des « sables verts ». Appartiennent-ils réellement à la faune des sables inférieurs, ou bien ont-ils été enfouis dans les sables verts lorsque ce dépôt a formé plus tard la plage scaldisienne? C'est ce qu'il est impossible d'élucider actuellement.

En tout cas, M. Cogels possède deux ossements d'oiseaux provenant positivement des sables à *Isocardia cor.*, c'est-à-dire de l'horizon des sables moyens.

sables verts, qui s'y rattache. Or, on pourra trouver étrange que les vertébrés, si abondants ici, manquent presque complétement dans les sables à *Panopæa Menardi*, ou du moins n'y paraissent représentés que par de rares ossements.

Le motif qui nous fait aujourd'hui retrouver, si nombreux, ces vestiges accumulés dans les sables à *Pectunculus pilosus,* serait tout simplement dû, pensons-nous, à la situation plus littorale de ces derniers. Il faut assurément tenir compte de ce fait que les cétacés, si bien représentés dans les sables inférieurs, étaient pourvus, non de fanons comme les grandes baleines des sables moyens, mais de mâchoires armées de dents nombreuses et solides. Cette organisation spéciale dénote des appétits carnassiers, que ces cétacés ne pouvaient assouvir qu'en fréquentant, comme le font leurs proches parents, les dauphins actuels, les régions les plus voisines des côtes, où les poissons sont habituellement abondants.

Les sables à *Pectunculus pilosus*, d'un facies plus littoral que les sédiments à *Panopæa Menardi*, se trouvent donc ainsi désignés d'avance comme l'habitat normal de ces grands vertébrés marins.

Mais ce qui, croyons-nous, a encore plus contribué à accumuler dans ces dépôts les squelettes et les ossements en question, c'est qu'il est bien certain que, comme pendant le reste de la période pliocène, le golfe d'Anvers servait alors de refuge à ces gigantesques habitants des mers. Soit qu'ils y vinssent parfois d'eux-mêmes pour y mourir, soit que leurs corps y fussent transportés par les courants et la marée, soit enfin que beaucoup d'entre eux aient pu s'échouer accidentellement sur ces côtes peu profondes, parsemées de hauts-fonds, il n'en est pas moins certain que la baie d'Anvers constituait un vaste cimetière naturel, analogue à ceux que les voyageurs ont parfois signalés sur les côtes des mers actuelles.

Cette seule circonstance peut expliquer l'accumulation considérable des ossements qui se trouvent ainsi réunis sur une surface relativement très restreinte.

Cela fait aussi comprendre pourquoi, en opposition avec l'abondance des débris observés dans les sables littoraux à Pétoncles, on se trouve forcé de constater la pauvreté du dépôt, à facies bathymétrique plus profond, des sables à Panopées.

L'étude de la faune si remarquable des vertébrés des sables à *Pectunculus pilosus* nous a entraîné quelque peu hors de notre sujet. Avant de reprendre l'étude systématique des diverses couches qui surmontent les sables à Pétoncles, nous ferons encore remarquer que si la faune des vertébrés, des mollusques et des entomostracés de ce dépôt s'est montrée riche et variée, celle des Foraminifères, que nous étudierons tantôt, n'est pas moins remarquable.

L'obligeance de M. le docteur Fromont nous a pourvu d'une assez grande quantité de Foraminifères de cette zone. Ils se trouvaient en fort grande abondance et mélangés avec très peu de sable, dans l'intérieur d'une série de Pétoncles bivalves, recueillis à notre intention par M. Fromont. De plus, nous avons reçu de M. Nyst une quantité considérable de Foraminifères isolés, provenant des sables à Pétoncles. Ils avaient été recueillis par M. le major Henne sur les bords du fossé principal de l'enceinte d'Anvers, vers la porte de Berchem. La disposition du terrain est telle en cette localité, qu'il ne peut y avoir à craindre aucun mélange ni remaniement : c'est, du reste, ce que l'étude de cette riche collection a confirmé.

Notre collègue et ami M. Paul Cogels nous a également fourni une bonne série de Foraminifères triés, provenant des sables à *Pectunculus pilosus*, de la porte de Borsbeek.

Nous ajouterons que nos recherches personnelles nous ont permis de rassembler une grande quantité de sables de ce même niveau, et qu'enfin le temps seul nous a manqué pour mettre en œuvre la plus grande partie de ces derniers éléments d'étude.

Au dessus des sables caractérisés par la présence du *Pectunculus pilosus*, on peut encore distinguer, mais au point de vue purement paléontologique, divers autres dépôts, variables suivant la localité et qui forment la continuation des sables à Pétoncles. Minéralogiquement, c'est le même dépôt, sauf en ce sens qu'il est souvent très altéré, et la faune reste à peu près identique à ce qu'elle est vers le bas ; la différence consiste en ce que les Pétoncles, devenus moins abondants, se trouvent en certains points accompagnés d'un grand nombre d'*Ostrea cochlear* Poli. Un beau polypier, le *Flabellum appendiculatum* Brongn., est également très fréquent à ce niveau.

La distinction de la zone, plus ou moins locale du reste, à *Ostrea cochlear* n'offrant guère d'utilité, nous croyons qu'on peut sans inconvénient se borner à rattacher ce dépôt à la zone des sables à *Pectunculus pilosus;* toutefois, on aura soin de noter que la présence de l'*Ostrea cochlear*, bien localisé à la partie supérieure du dépôt, annonce la dernière période de sédimentation des sables à Pétoncles.

Les sables graveleux d'Anvers et de Diest, ou les sables verts d'Anvers et les sables ferrugineux diestiens.

Sable vert, Dejardin (1862), Mourlon (1873), Cogels (1874).
Système diestien. Sable glauconifère diestien. Sables et grès ferrugineux, Dumont (1839).
Sables de Diest, d'Omalius d'Halloy (1842), d'Archiac (1849), Lyell (1852), Dewalque (1868), Mourlon (1873).

Au dessus des sables inférieurs à *Pectunculus pilosus*, on observe, sur une étendue considérable des environs d'Anvers, un dépôt glauconieux verdâtre, ordinairement dépourvu de fossiles. Cette couche est généralement connue sous la dénomination de *sable vert,* qui lui a été donnée, en 1862, par le capitaine Dejardin.

Ce dépôt, rarement argileux, est presque toujours constitué par des grains de quartz blanc ou translucide, mélangés, dans une forte proportion, de grains volumineux de glauconie. Ces sables contiennent, presque constamment vers le haut, de nombreux graviers noirs, des concrétions irrégulières, des noyaux plus ou moins solides de glauconie ou de sable agglutiné, ainsi que des moules durcis de coquilles, etc.

M. le capitaine Dejardin, qui le premier a fait connaître ce dépôt, le mentionne comme n'étant presque jamais fossilifère.

M. Cogels a cependant signalé la présence, dans ces sables, d'un petit nombre de coquilles, etc.; de plus, il a fait connaître l'existence, à ce niveau, de dépôts fossilifères très localisés, mais parfois représentés par un nombre assez considérable de *Terebratula grandis* Blum [1].

Se basant sur le fait de la présence des Térébratules dans le sable vert, M. Cogels a conclu que c'est à ce niveau qu'il faudrait rapporter le véritable gisement de cette espèce — question qui n'avait pas encore été bien éclaircie précédemment.

Ces conclusions ont conduit M. Cogels à considérer, comme fossiles

[1] Avec les *Terebratula grandis*, M. Cogels a recueilli de nombreuses Lingules (*Lingula Dumortieri*). Il a également signalé dans les sables verts la présence d'une valve de *Balanus* et d'un fragment de *Turritella incrassata*. Il y a trouvé une *Anomia*, des *Pecten tigrinus* et *Caillaudi*, une *Lucina* et des *Astarte*, des *Lunulites*, des pointes d'Oursins et une proportion assez considérable de restes de poissons, tels que des otolithes de *Trigloides*, des dents de *Lamna*, etc., ainsi qu'une plaque dentaire de *Myliobates*, des vertèbres, des arêtes, etc. Comme on verra plus loin que le sable vert de la porte de Borsbeek et des environs constituait, pendant le dépôt des sables à Pétoncles comme pendant la sédimentation des sables moyens, une plage où vinrent successivement s'échouer et se disperser des débris de la faune de ces deux mers, on comprend que l'on ne peut admettre que sous toutes réserves la présence réelle, dans l'horizon des sables verts, des fossiles énumérés ci-dessus. En thèse générale, on peut continuer à considérer les sables verts comme très rarement fossilifères et nous verrons plus loin quelles sont les causes auxquelles il faut attribuer cette pauvreté de débris organiques.

diestiens remaniés, les Térébratules, qui jusqu'ici avaient été généralement indiquées par MM. Nyst et Mourlon comme provenant des sables moyens (crag gris en place).

Nous exposerons plus loin, et en détail, les raisons qui nous empêchent d'adopter la manière de voir de notre collègue M. Cogels, et l'on verra aussi pourquoi, à l'exemple de MM. Nyst et Mourlon, nous considérons les sables moyens d'Anvers comme le seul niveau bien défini de la *Terebratula grandis*.

Il nous restera encore quelques mots à dire au sujet d'autres fossiles, qui ont également été rapportés à tort à la faune des sables verts diestiens.

Dans un résumé de la communication récemment faite par M. Mourlon au Congrès de Lille, résumé qui vient d'être publié par la *Revue scientifique* [1], nous trouvons cette phrase : « Ces sables verts renferment une faune toute particulière et des plus intéressantes, caractérisée par la présence des *Cetotherium*, genre de cétacé qui fait complétement défaut dans le crag. »

Or, il est difficile de concilier cette affirmation avec ce que dit M. Mourlon dans l'article *Géologie* de *Patria Belgica*, où nous lisons que « l'on trouve *surtout à la partie supérieure du système scaldisien*... des vertèbres de baleines... et surtout du genre *Cetotherium*, dont les différentes espèces constituent pour ainsi dire le caractère propre de notre pliocène ». Il y a là une contradiction évidente et nous croyons qu'elle est due à la généralisation, non justifiée, d'une observation toute locale. On rencontre, en effet, dans les sables verts de la porte de Borsbeek, des ossements et même des squelettes entiers de *Cetotherium*, ou plutôt d'*Heterocetus*, suivant la nouvelle dénomination que vient de leur donner M. Van Beneden.

Mais il ne faut pas perdre de vue que, de même que les autres débris remaniés, les coquilles, les bryozoaires triturés, les térébratules, etc., qui s'y observent dans les mêmes conditions, ces ossements ne sont pas en place. On verra plus loin que, pendant la période de sédimentation qui donna naissance au dépôt des sables moyens, le sable vert de la porte de Borsbeck constituait encore, sous forme de plage, les bords du bassin de la mer des sables moyens. Il est donc assez naturel que les cadavres des cétacés qui habitaient cette mer vinssent s'échouer sur ces sables verts. On a donc pu trouver aujourd'hui, déposés sur ces sables ou même enfouis dans leur masse, des squelettes tout entiers de cétacés qui, cependant, appartenaient à la faune d'un dépôt postérieur au sable vert diestien. Nous

[1] *Revue scientifique*, 2me série, 4me année, nº 27, janvier 1875. Compte rendu du Congrès tenu à Lille par l'Association française pour l'avancement des sciences. — Séance du 27 août 1874.

avons déjà annoncé, du reste, que les cétacés mysticètes appartiennent à la faune des sables moyens. Jamais on n'a recueilli un seul ossement d'*Heterocetus* dans les dépôts des sables inférieurs d'Anvers, tels que les sables à Pétoncles, qui sont complétement exempts de remaniements ou de mélanges fauniques analogues à ceux que nous venons d'indiquer pour les sables verts.

Nous avons dit tantôt que la zone des sables verts paraît recouvrir presque partout les sables « noirs » ou à *Pectunculus pilosus*. Dans les deux coupes publiées par M. le capitaine Dejardin, c'est-à-dire le long de sections ayant respectivement 14 et 17 kilomètres de longueur, la présence des sables verts est signalée sur les quatre cinquièmes de cette immense étendue.

La position et les relations stratigraphiques de ces sables, jointes à l'absence ou à la rareté des coquilles, etc.; d'autre part, la nature des sédiments, ainsi que la présence constante des graviers et des petits cailloux qui s'observent à ce niveau, nous font reconnaître que cette couche des sables verts a été formée après une certaine élévation de la région dans laquelle s'étaient auparavant déposés les sables à *Pectunculus pilosus*. Il est du reste impossible de distinguer une séparation réelle entre ces deux couches, qui passent insensiblement de l'une à l'autre et ne forment, en réalité, qu'un seul et même dépôt, opéré il est vrai dans des conditions bathymétriques différentes. La partie supérieure du sable vert indique l'arrêt de sédimentation ou l'exhaussement, peu durable du reste, qui marqua, dans le bassin d'Anvers, la fin de la première période de sédimentation pliocène. Cet exhaussement, indiqué par la nature même de ce dépôt graveleux, était d'ailleurs l'inévitable conséquence du mouvement général déjà signalé dans l'ensemble du bassin, et ensuite duquel les grands fonds se déplaçaient constamment vers l'ouest, tandis que, à mesure que la mer se retirait de ce côté, des plages nouvelles s'étendaient aux points précédemment couverts par les eaux.

Il est incontestable que les *sables verts* présentent, surtout dans la partie supérieure de la couche, un facies littoral beaucoup plus marqué que les sables à Pétoncles sur lesquels ils reposent, et nous les considérons comme se reliant latéralement à un autre dépôt, d'un caractère littoral encore plus accentué : les *sables ferrugineux diestiens* ou *sables de Diest*.

Nous avons annoncé, en commençant ce travail, que nous laisserions de côté l'étude du sable ferrugineux diestien, dans lequel, disions-nous, on n'observe généralement pas de fossiles et jamais de Foraminifères.

Nous ne pouvons cependant le passer entièrement sous silence, ne fût-ce que pour établir sommairement ses rapports avec les dépôts d'Anvers. Ces rapports ont souvent donné lieu à discussion et, bien que l'on

paraisse maintenant d'accord avec Dumont, M. Dewalque et d'autres géologues, pour reconnaître que ces sables ferrugineux correspondent aux sables inférieurs d'Anvers, la nature de ces relations n'a pas encore été nettement établie et l'on a même tout récemment élevé des doutes à ce sujet.

On sait que les sables grossiers diestiens se retrouvent dans une grande partie de la contrée qui entoure le golfe pliocène d'Anvers, et que bien développés au sud et à l'est de cette région, ils s'observent, toujours sous forme de sables ferrugineux, à l'intérieur des terres et à des distances considérables du bassin d'Anvers. Comme ils se retrouvent alors en lambeaux isolés et au sommet des collines qui ont échappé aux dénudations ultérieures, on doit admettre que le dépôt des sables graveleux diestiens a présenté une extension considérable.

La coloration jaune ou rougeâtre que présentent ces sables dans nos collines tertiaires provient d'une altération de la glauconie qui, en se décomposant, a donné naissance à un hydrate ferrique, ayant coloré toute la masse des sables. On peut s'assurer qu'en se rapprochant du bassin d'Anvers, le sable diestien, généralement plus protégé, se montre parfois moins profondément altéré, et, en beaucoup de points, il a conservé une coloration plus normale : un gris verdâtre, parfois assez foncé, à cause de l'abondance de la glauconie. Il rappelle alors assez exactement les sables verts d'Anvers et consiste, comme ces derniers, en un dépôt glauconieux verdâtre, sans fossiles et à sédiments grossiers, souvent graveleux.

Pour nous résumer, les sables de Diest forment autour du bassin d'Anvers et à une altitude plus élevée que le fond de celui-ci, une large ceinture composée de sédiments grossiers ou graveleux, non fossilifères, ayant en un mot tous les caractères d'un dépôt de plage. Vers l'intérieur du bassin, ils se relient insensiblement par leur composition et leur aspect, à la partie supérieure des sables inférieurs d'Anvers (les sables verts) qui, eux aussi, dénotent, par leur nature foncièrement littorale, un exhaussement du fond et un retrait des eaux. Les sables de Diest indiquent donc les plages de la mer des sables inférieurs et ont la même signification bathymétrique que les sables verts d'Anvers. Ils ne diffèrent de ceux-ci que par un facies littoral encore plus accentué [1], à cause de leur position plus excentrique dans l'ensemble du bassin.

[1] Le sable vert renferme des sédiments grossiers, de petits graviers, etc., tandis que le sable ferrugineux diestien contient, non seulement un gravier plus abondant et en grains plus gros, mais des galets bien caractérisés et quantité de cailloux arrondis, souvent très nombreux, et assez volumineux vers la base du dépôt. De plus, on y observe parfois, comme au Bolderberg, des amas de coquilles « diestiennes » triturées et brisées, mélangées avec ces galets. Tous ces caractères assurément constituent bien un facies littoral, très nettement caractérisé.

De plus, tandis que les sables de Diest accompagnaient déjà l'horizon le plus ancien de la mer pliocène en Belgique, les sables verts d'Anvers ne correspondent, stratigraphiquement, qu'à la partie la plus récente des sables de Diest — puisqu'ils ne se sont déposés qu'après les sables à Pétoncles.

Nous ne pouvons parler des sables de Diest sans rapporter ici une opinion récemment émise par M. le professeur J. Gosselet et d'après laquelle ces sables représenteraient un dépôt parallèle, non aux sables inférieurs d'Anvers, comme cela est généralement admis, mais aux sables supérieurs. Cette opinion est fondée sur l'observation d'une coupe située à Rupelmonde où, au dessus de l'argile oligocène rupélienne et sous des sables, rapportés au dépôt diestien, on observe une couche roulée, renfermant des graviers noirs, de nombreuses dents de poissons et des débris d'ossements de cétacés, que M. Gosselet a cru pouvoir rapporter au genre *Cetotherium* ou *Heterocetus*.

Tout d'abord, l'assimilation du dépôt grisâtre, glauconifère et sans fossiles, de Rupelmonde, aux sables de Diest n'est nullement prouvée. Il y a là une simple analogie d'aspect, à laquelle pourrait également donner lieu la présence de sédiments, soit appartenant à l'horizon des sables moyens, soit dérivant du dépôt des sables à *Pectunculus pilosus*.

Admettons toutefois que, comme le pense M. Gosselet, le sable grisâtre de Rupelmonde représente bien l'horizon des sables de Diest.

Nous venons de dire qu'une couche roulée existe à la base de ce dépôt sableux. C'est cette couche qui est rapportée par M. Gosselet à certain niveau de dénudation qui a été observé par lui aux environs d'Anvers, au dessus des sables inférieurs et qui représente l'horizon des sables moyens. Il en résulterait que les sables de Diest observés à Rupelmonde au dessus de la couche roulée correspondraient donc aux sables supérieurs d'Anvers. Telle est du moins l'opinion récemment exprimée par M. Gosselet, à la suite d'une excursion que nous avons eu le plaisir de faire avec lui à Anvers et à Rupelmonde.

Nous devons faire remarquer que c'est une interprétation inexacte de la coupe observée qui a donné lieu à cette hypothèse. La couche roulée de Rupelmonde ne correspond nullement au dépôt de la porte de Borsbeek, auquel M. Gosselet l'a rapportée, mais bien à la grande ligne de démarcation qui s'observe presque partout dans la contrée environnante entre l'argile oligocène et la base du pliocène, c'est-à-dire à celle qui existe sous les sables inférieurs. Les galets noirs, les dents de sélaciens, les ossements observés à Rupelmonde, tous les caractères enfin de cette couche roulée se présentent à Rupelmonde tels qu'on les observe *partout ailleurs à la surface de l'argile, et ces débris proviennent de la dénudation qui accom-*

pagna la rentrée des eaux pliocènes. Quant à ces ossements, dont nous avons, en même temps que M. Gosselet, recueilli des échantillons, l'état de ceux-ci ne permet de les déterminer en aucune façon ; ce sont des débris, des esquilles, rappelant certainement comme aspect quelques ossements observés à Anvers, à la porte de Borsbeek, mais dont la forme ou les caractères sont tellement oblitérés, qu'il est presque impossible d'en déterminer la nature, et bien plus encore de les rapporter au genre *Heterocetus* (Cetotherium).

En résumé, les sables pliocènes de Rupelmonde reposent sur une couche roulée se rapportant, non pas à un dépôt de l'horizon des sables moyens, tel que celui qui a été observé à la porte de Borsbeek, au dessus des sables inférieurs d'Anvers, mais à la dénudation qui s'observe partout en Belgique à la surface de l'argile oligocène et à la base du pliocène. Si les sables pliocènes de Rupelmonde correspondent réellement à l'horizon des sables de Diest, ils s'y trouvent représentés dans les mêmes conditions que partout ailleurs dans la contrée. Si, au contraire, les sables pliocènes de Rupelmonde appartiennent à l'horizon des sables moyens, il n'est plus possible d'en tirer aucune argumentation relativement à l'âge des sables de Diest.

Une autre circonstance qui, d'après M. Gosselet, montrerait encore que les sables de Diest seraient postérieurs au dépôt des sables inférieurs d'Anvers, c'est la présence, au Bolderberg, sous une puissante couche de sable diestien, d'un dépôt fossilifère appartenant à l'horizon des sables inférieurs.

Les sables diestiens qui surmontent ce dépôt seraient, d'après M. Gosselet, d'un âge différent et beaucoup plus récent. Mais il faut tenir compte de cette circonstance importante que la couche fossilifère du Bolderberg est uniquement composée de coquilles brisées et triturées, accumulées en ce point avec une grande quantité de galets et de graviers, indices certains d'un amas littoral. La couche fossilifère du Bolderberg représente incontestablement un niveau supérieur de balancement des marées, un fragment de cordon littoral, dont les matériaux provenaient de la mer diestienne qui s'étendait aux environs [1].

La formation de ces amas côtiers n'a pu être antérieure à la période de sédimentation des sables inférieurs, par cela même que ce dépôt est constitué par l'accumulation de débris se rapportant à la faune de cet horizon; mais, d'autre part, les sables diestiens qui surmontent ce banc ne peuvent appartenir à une époque postérieure au dépôt de la couche fossilifère, parce que le passage graduel qui, au point de vue de l'abondance des

[1] *Rapport sur une excursion au Bolderberg*, par Ernest Vanden Broeck.— Annales de la Société Malacologique de Belgique, t. IX, 1874. Bulletin, pp. 161-180.

galets et des graviers comme à celui de la nature et de l'aspect des sables, les relie aux sédiments diestiens qui les surmontent, montre clairement qu'aucune ligne de démarcation n'existe entre eux.

Il n'y a au Bolderberg qu'un seul et même dépôt, caractérisé par des débris grossiers (coquilles, galets et graviers) vers le bas, et par des sédiments devenant successivement plus fins vers le haut. Cette modification graduelle du dépôt diestien s'explique aisément par le phénomène déjà signalé du retrait successif de la mer pliocène vers l'ouest. On comprend que, par suite de la largeur toujours croissante ainsi donnée aux plages, des sables purs continuèrent seuls à être accumulés sur ces rivages que la mer abandonnait peu à peu et qu'elle avait précédemment recouverts de débris coquilliers, de galets, etc.

Pour que le dépôt sableux du Bolderberg pût être considéré comme représentant l'horizon des sables supérieurs ou à *Trophon antiquum*, comme le voudrait M. Gosselet, il faudrait que l'on pût constater, au lieu du passage insensible qui relie la couche fossilifère de la base aux sables ferrugineux, l'existence entre ces dépôts, d'un niveau de dénudation ou d'une lacune, représentant la période de sédimentation très importante que nous avons désignée sous le nom de *sables moyens d'Anvers*. Or, rien de cela n'existe au Bolderberg, puisque l'étude des couches qui composent cette colline montre clairement que le banc fossilifère de la base et les sables ferrugineux qui le surmontent ne forment qu'un seul et même dépôt.

Les sables ferrugineux de Diest appartiennent donc bien au même horizon géologique que le banc fossilifère de la base, lequel représente incontestablement la faune des sables inférieurs d'Anvers.

Si brièvement que nous ayons dû exposer les faits, nous croyons avoir suffisamment établi, par les considérations qui précèdent, que le dépôt des sables de Diest s'est effectué pendant cette première période de sédimentation de la mer pliocène dont nous avons désigné le produit sous le nom de *sables inférieurs d'Anvers*, et, d'autre part, nous avons été conduits à considérer ces dépôts sableux diestiens comme représentant, aux environs d'Anvers, les plages que la mer des sables inférieurs laissa derrière elle en se retirant vers l'ouest.

A cette occasion, nous ajouterons que les grandes plages diestiennes des plaines du sud et de l'ouest, dont l'existence en France et en Angleterre est prouvée par la présence de lambeaux encore bien reconnaissables aujourd'hui, indiquaient la rive opposée de la mer pliocène. Ces plages s'étendirent dans ces contrées, par suite de l'extension méridionale et occidentale de la mer pliocène, qui s'avançait continuellement, refoulée dans cette direction par suite de l'exhaussement qui affectait le bord oriental du bassin.

Comme nous avons été amené à dire quelques mots du Bolderberg, nous ajouterons encore certaines indications relatives aux sables de cette intéressante colline.

Nous n'avons pas cru devoir énumérer les fossiles qui s'observent à la base des sables diestiens du Bolderberg, mais nous croyons bien faire toutefois en signalant un certain nombre d'espèces qui n'ont pas encore été rencontrées à Anvers ou à Edeghem dans les sables inférieurs et qui se trouvent au Bolderberg, en compagnie — il importe de ne pas l'oublier — d'une cinquantaine d'espèces pliocènes, déjà signalées dans les listes précédentes des sables inférieurs. Ce sont :

Murex Poelmanni, Nyst.
* *Cancellaria Bonellii?* Bell.
Cancellaria cassidea, Broc.
* *Cancellarra contorta*, Bast.
Cancellaria Dewalquei, Nyst.
Cancellaria planospira, Nyst.
* *Trophon gracile*, Da Costa.
Pseudoliva Bengadina, Bronn.
* *Nassa granulata*, J. Sow.
Columbella subulata, Broc.
* *Pleurotoma denticula*, Bast.
Pleurotoma filosa, Nyst.
Pleurotoma flexuosa, v. Munst.
Pleurotoma reticulata, Ren.
Pleurotoma Stoffelsi, Nyst.
Cerithium crassum? Duj.
Turritella attrita, Nyst.
Turritella crenulata, Nyst.
* *Vermetus intortus*, L.
Solarium simplex, Bronn.
Donax Stoffelsi, Nyst.
Cythere erycinoides, Bast.
* *Cardium echinatum?* L.
* *Diplodonta trigonula*, Bronn [1].
Nucula Ryckholtana, Nyst.
Leda interrupta, Poli.
Ostrea Nysti, d'Orb.

Toutes ces espèces indistinctement sont indiquées comme *rares* ou *très rares* au Bolderberg et ne peuvent, par conséquent, servir à caractériser la faune du dépôt. Les formes les plus abondantes se trouvent parmi les cinquante espèces qui appartiennent à la faune des sables inférieurs d'Edeghem et d'Anvers. Nous avons cru pouvoir nous borner à énumérer les espèces précédentes, parce que, tout en appartenant à la faune des sables inférieurs, elles n'ont pas encore été signalées dans nos listes. Il est à noter que huit de ces espèces, marquées d'un astérisque dans la liste qui précède, se retrouvent aussi dans le crag anglais.

La situation plus orientale du Bolderberg, dans le bassin d'Anvers, ainsi que la présence des formes particulières ci-dessus énumérées, pourraient faire croire que les sédiments pliocènes qui ont donné naissance à la couche triturée du Bolderberg, étaient un peu plus anciens que l'horizon des sables à Panopées d'Edeghem ; cependant, il se peut aussi que les légères différences fauniques qui caractérisent les deux dépôts aient pu

[1] Cette espèce, qui n'a pas encore été rencontrée dans les sables inférieurs d'Anvers et d'Edeghem, est cependant abondante dans les sables moyens et dans les sables supérieurs.

provenir de courants marins, de différences de profondeur ou d'autres causes influant sur la distribution géographique des mollusques.

On sait que les débris fossilifères sont, en général, extrêmement rares dans les sables ferrugineux diestiens; le Bolderberg et les environs de Louvain étant à peu près les seules localités qui en présentent.

Cette circonstance s'explique par la nature du dépôt, éminemment littoral; mais il est toutefois probable que ces amas sableux, rejetés par la marée sur les plages que la mer abandonnait peu à peu, ont dû contenir un plus grand nombre de débris que celui que nous y retrouvons maintenant. Si des éléments organiques ne s'observent que fort exceptionnellement dans les sables de Diest, cela provient surtout des *altérations* qu'ont eu à subir ces sédiments, par suite de leur position vers le haut des autres dépôts tertiaires et de l'influence prolongée des intempéries climatériques. C'est l'action dissolvante des eaux superficielles, souvent chargées d'acide carbonique, qui, pendant les périodes quaternaire et actuelle, a peu à peu amené la décomposition du carbonate de chaux qui constituait les débris organiques contenus dans ces sables. Comme nous l'avons déjà fait remarquer, c'est par suite de la décomposition de la glauconie contenue dans les sédiments en question que ceux-ci ont acquis cette teinte jaune ou rougeâtre qui les caractérise presque partout. Au Bolderberg, où les sables diestiens sont extrêmement épais et où ils sont colorés comme d'habitude vers le haut du dépôt, on les observe vers la base de la couche avec leur coloration foncée ou verdâtre primitive.

La glauconie se présente alors en grains peu ou point altérés. Nous avons observé une fort belle coupe du sable diestien dans un chemin creux vers le haut de la colline, où l'on voit une transition insensible entre les sables verdâtres peu altérés de la base et les sédiments jaunes ou rougeâtres qui s'observent vers le haut. Quant à la conservation des débris organiques à la base de ces sables, elle s'explique précisément par la non-altération ou par le peu d'intensité de ce phénomène vers la base du dépôt diestien si épais, qui s'observe au Bolderberg. Il est probable que si en d'autres points les sables diestiens avaient été conservés en un dépôt aussi épais qu'au Bolderberg, les altérations dues aux infiltrations des eaux superficielles auraient plus souvent respecté la partie inférieure des sables et protégé les coquilles.

Si, d'une part, la nature absolument littorale des *sables graveleux de Diest* et, de l'autre, les altérations qu'ils ont subies, ont doublement contribué à restreindre considérablement dans ces sédiments la proportion des débris organiques, il en est absolument de même pour les *sables verts*, qui se sont trouvés dans des conditions analogues.

De même que les premiers, les sédiments grossiers et souvent grave-

leux du sable vert indiquent un dépôt exclusivement littoral, et, en certains points même, ils dénotent une plage bien caractérisée. Cette circonstance suffirait déjà pour expliquer l'extrême rareté des fossiles à ce niveau; mais il en est une autre encore, bien différente, qui doit être mise en lumière, car jamais encore elle n'a été indiquée.

Nous avons tantôt signalé les effets curieux que produit l'infiltration des eaux superficielles dans les sables à Panopées du Kiel. Nous avons vu que le carbonate de chaux dont sont composées les coquilles a entièrement disparu dans la zone d'infiltration, et cela au point même de ne plus laisser un atome de calcaire dans le dépôt. Nous avons vu que, de son côté, la glauconie avait commencé à présenter des signes de décomposition.

Nous venons de retrouver ces mêmes phénomènes, mais bien plus accentués, dans les sables de Diest, et au Bolderberg enfin, nous avons brièvement signalé une coupe montrant un même dépôt de sable diestien, altéré au sommet et presque intact vers la base, que les infiltrations n'avaient pu atteindre.

Or, les sables à *Pectunculus pilosus* s'étendent sur une surface considérable aux environs d'Anvers et ils ne sont généralement recouverts que par des dépôts peu développés, souvent constitués par les sables meubles et perméables du Campinien.

Ces conditions permettent d'annoncer *a priori* que des phénomènes d'infiltration et de décomposition, analogues à ceux que nous venons de rappeler, ont dû s'opérer à loisir, et sur une étendue considérable, dans les sables inférieurs d'Anvers.

Or, nous retrouvons précisément dans le « sable vert » tous les caractères d'un dépôt altéré : décoloration et signes de décomposition des grains de glauconie, surtout vers le haut du dépôt — ainsi que le capitaine Dejardin l'a fait remarquer déjà; — absence généralement constatée d'éléments calcaires et de débris organiques; extension considérable du dépôt relativement à sa faible épaisseur; développement variable et absence totale même des sables verts suivant que les conditions sont favorables ou non aux infiltrations [1].

[1] Aux Bassins, où M. Cogels a rencontré les sables noirs à Pétoncles recouverts par environ quatre mètres de sables moyens non altérés, les infiltrations n'ont pu atteindre les sables noirs. Aussi, les sables verts sont-ils complétement absents en ce point, comme partout du reste où la surface des sables noirs à Pétoncles a été protégée contre les infiltrations superficielles.

Les deux coupes publiées par le capitaine Dejardin (*loc. cit.*) permettent de bien se rendre compte des relations auxquelles nous faisons allusion. Sur la coupe n° 1, qui représente une section suivant le fossé capital de l'enceinte, le sable vert est représenté sur toute la longueur du diagramme, soit 14 kilomètres; or, en certains points, il n'atteint pas $0^{m}25$ d'épaisseur! Dans la partie de la coupe représentant la région basse qui avoisine l'Escaut, et où les eaux d'infiltration doivent évidemment être plus abondantes, l'épaisseur

La coloration jaune ou rougeâtre qui caractérise habituellement les sables graveleux de Diest et qui est le signe d'une décomposition plus complète des grains de glauconie, ne se présente pas, du moins d'une façon accentuée, dans les sables inférieurs altérés d'Anvers, parce que ces dépôts, presque toujours recouverts par d'autres plus récents, ont été moins exposés aux intempéries que les sables graveleux de Diest qui, presque partout où ils se trouvent, forment le couronnement de nos collines tertiaires.

Le sable vert, qui s'observe si constamment à la surface des sables à *Pectunculus pilosus*, représentant la partie supérieure altérée de ceux-ci, il en résulte que cette coloration verdâtre, d'où le dépôt tire son nom, et qui est l'indice d'un commencement de décomposition de la glauconie, n'a aucune importance, aucune signification au point de vue géologique. Ce nom de *sable vert*, assez regrettable du reste, au point de vue général de la nomenclature géologique, a l'inconvénient très grave de rappeler une division établie sur des caractères de nulle valeur.

Mais il ne faut pas perdre de vue ce que nous avons montré tantôt : à savoir que la partie supérieure des sables à Pectunculus qui, *par altération, est presque toujours devenue un sable vert*, indique, d'autre part, un facies particulier de ces sables à Pétoncles, caractérisé, comme nous l'avons dit, par des sédiments grossiers et plus graveleux que le reste du dépôt. Cette zone, à sédiments plus grossiers, des sables à Pétoncles pourrait, à la rigueur, conserver le nom de *sable vert*, à cause de la coïncidence qui existe généralement entre la partie altérée des sables inférieurs et le niveau en question; mais il est certain que le nom de *zone des sables graveleux*, que nous proposons, serait infiniment plus convenable et empêcherait tout malentendu.

Comme on peut s'y attendre, la zone verte d'altération, due à des causes qui n'ont aucun rapport avec les phénomènes géologiques, se présente à Anvers dans des conditions très variables.

Lorsque les sables noirs se trouvent protégés contre les infiltrations, etc., la zone d'altération (ou du *sable vert*) n'apparaît pas; ce qui n'empêche

de la zone altérée, c'est-à dire des sables verts, s'accroît graduellement et, au bord de l'Escaut, elle atteint environ 4 mètres!

Dans la seconde coupe, qui représente une section passant par les forts détachés, le sable vert est bien développé, partout où il n'est recouvert que par le sable campinien ou par quelques lambeaux se rapportant aux sables supérieurs d'Anvers (dépôt souvent altéré lui-même comme on le verra plus tard); mais aussitôt que les sédiments constituant les sables moyens d'Anvers (que M. Dejardin appelle sables gris) viennent à apparaître, en recouvrant d'un manteau protecteur les sables noirs inférieurs, aussitôt l'on constate la disparition absolue du sable vert. L'absence continue de ce dépôt sur une longueur de 6 kilomètres, coïncidant avec la présence des sables moyens, indique bien que les infiltrations superficielles n'ont pu traverser ceux-ci pour agir sur les couches qu'ils recouvrent.

pas que la *zone des sables graveleux*, qui termine la série des sables inférieurs, puisse être parfaitement présente, comme aux Bassins, etc., où l'on retrouve à la surface des sables noirs, les graviers et les débris littoraux — bois percés de tarets, etc. — qui caractérisent la zone des *sables graveleux*.

Lorsque les infiltrations, peu accentuées, n'ont pas fait entièrement disparaître les fossiles qui pouvaient se trouver dans la zone graveleuse, on trouvera celle-ci plus ou moins altérée, changée en sable vert et contenant encore certains débris organiques plus ou moins décomposés ou altérés (comme à la porte de Borsbeek, etc.).

Si les infiltrations ont agi avec plus d'intensité, et c'est le cas habituel à Anvers, où les sables inférieurs sont généralement peu protégés, on trouvera la zone des sables graveleux changée en sable vert bien caractérisé et absolument privée d'éléments calcaires.

Parfois les phénomènes d'altération gagnent des couches inférieures, et l'on voit alors les sables fossilifères à *Pectunculus pilosus* attaqués à leur tour et changés eux-mêmes en *sables verts*, aussi bien que les sables graveleux qui les surmontent.

Nous avons vu les altérations se présenter dans ces conditions dans le talus du fossé de l'enceinte principale, entre les portes Léopold et de Borsbeek. Certaines parties du dépôt fossilifère à Pétoncles étaient littéralement changées en sable vert, privé d'éléments calcaires; d'autres points, moins affectés, contenaient des fossiles à demi décomposés et tombant en bouillie au moindre contact; enfin, certains points du dépôt, d'où les débris organiques avaient entièrement disparu, étaient devenus rougeâtres et comme ferrugineux, par suite d'une oxydation plus complète de la glauconie, oxydation rappelant alors en tous points celle qui caractérise généralement les sables diestiens.

Les sables graveleux étant généralement plus perméables que les sédiments fins et plus compactes (à Pétoncles) qui s'observent en dessous, il n'y aurait rien d'étonnant à ce que, dans certains cas, les eaux superficielles se rassemblassent à la surface de ce dernier dépôt et donnassent lieu à des phénomènes d'altération (décomposition des coquilles, etc.), encore plus accentués qu'au niveau des sables graveleux.

On se rappelle que nous avons encore signalé des altérations analogues dans la partie supérieure des sables à Panopées du Kiel. C'est là un phénomène général, sur lequel nous ne saurions trop attirer l'attention, car il est beaucoup plus fréquent qu'on ne pourrait le croire dans les dépôts sableux des couches tertiaires de la Belgique et probablement d'autres contrées [1].

[1] Les altérations provenant de l'infiltration des eaux superficielles donnent parfois lieu à des modifications si profondes dans l'aspect des sédiments atteints qu'elles peuvent aisé-

La plupart des ossements qui ont été recueillis dans les sables inférieurs, aussi bien dans la zone à *Pectunculus pilosus* que dans celle des *sables graveleux* ou *sables verts* qui surmonte la première, sont fortement décomposés. Il est incontestable que, outre l'action ordinaire de la fossilisation sur les ossements, les phénomènes d'altération qui ont fait disparaître le test des coquilles ont également agi sur ces débris pour en activer la décomposition. Nous en voyons la preuve dans ce fait que tous les ossements indistinctement, qui se trouvent dans la zone d'altération, c'est-à-dire qui ont été recueillis dans le *sable vert*, sont toujours profondément corrodés et décomposés. Cette circonstance remarquable fournit donc une preuve nouvelle de l'exactitude de notre opinion au sujet de la véritable signification des sables verts.

Des diverses considérations qui précèdent il résulte que, si l'on veut continuer à désigner sous le nom de *sable vert* le dépôt graveleux et généralement verdâtre qui recouvre les sédiments plus fins à *Pectunculus pilosus*, il est indispensable de bien indiquer que l'on n'entend nullement mettre en ligne de compte la coloration du dépôt, qui par elle-même n'a aucune signification; ce nom devant être uniquement réservé aux sédiments grossiers et graveleux — presque toujours verdâtres par altération, il est vrai — qui forment la partie supérieure des sables noirs à Pétoncles. La présence constante des petits graviers noirs et des sédiments plus grossiers permettra de toujours aisément reconnaître la présence des *sables graveleux* ou partie supérieure des sables à Pétoncles. Mais l'expression de *sables graveleux*, que nous proposons, une fois adoptée, il n'y aura plus aucun malentendu possible.

Il faut encore remarquer que la dénomination de *sable vert*, appliquée aux *sables graveleux*, devient un non-sens lorsque ceux-ci n'ont pas subi d'altération, comme aux Bassins, par exemple, où ils ont conservé leur coloration noire primitive.

Dans l'un comme dans l'autre cas, on devrait appeler : *zone altérée des sables à Pétoncles*, *zone altérée des sables à Panopées* et *sables graveleux altérés* les divers dépôts plus ou moins complétement privés de fossiles et rendus verdâtres par altération de la glauconie.

ment faire croire à l'existence de dépôts distincts et bien différents des couches aux dépens desquelles ces zones d'altération sont formées.

Dans les sables calcareux de l'éocène moyen en Belgique et dans le nord de la France, l'aspect sous lequel se présentent ces altérations rappelle à un tel point ce que l'on observe à un niveau de dénudation, que tout le monde s'y est trompé jusqu'à ce jour.

Nous aurons bientôt l'occasion de démontrer que les sables verts, sans fossiles, qui, aux environs de Bruxelles, etc., paraissent raviner profondément les sables calcareux sur lesquels ils reposent, représentent tout simplement la partie supérieure altérée de ceux-ci. Or, il en est absolument de même à Anvers, et il est probable que d'autres dépôts montreront encore des phénomènes analogues.

Dans la seconde partie de ce travail, on verra que toutes les zones indistinctement que nous avons établies dans les dépôts d'Anvers, sont remarquablement caractérisées par des faunes rhizopodiques riches et variées, et ayant chacune un facies spécial, nettement caractérisé. Or, lorsque, avec notre collaborateur M. Miller, nous avons voulu entreprendre l'étude des Foraminifères du sable vert, nous nous sommes trouvés devant des résultats bien différents, et peu en rapport avec les richesses que nous étions habitués à rencontrer partout ailleurs.

Pour tout dire en un mot, la plupart des échantillons de sable que nous avons examinés ne contenaient absolument rien, ou bien ne nous ont fourni qu'une quantité réellement insignifiante de matériaux.

Cette circonstance, qui nous paraissait fort extraordinaire au premier abord, s'explique aujourd'hui clairement. Cette absence de Foraminifères est une conséquence rationnelle, inévitable, des phénomènes de décomposition qui ont fait disparaître le test des coquilles, ainsi que la plupart des éléments calcaires contenus dans le dépôt.

Non seulement il n'y a là rien qui doive étonner, mais cette circonstance confirme entièrement l'opinion que nous avons exprimée au sujet de la nature réelle des « sables verts ».

Il importe de noter que la coloration verdâtre — due à un commencement de décomposition de la glauconie — n'implique pas *toujours* des phénomènes d'altération assez intenses pour avoir amené la disparition du test des coquilles et surtout des Foraminifères, qui résistent souvent mieux aux causes de décomposition [1]. Les débris organiques peuvent donc parfois être conservés au sein des sables verts; mais, tout imprégnés d'humidité, ils sont alors d'une très grande fragilité et montrent des signes certains d'un commencement de décomposition; ce qui s'observe surtout pour les coquilles des mollusques gastéropodes et lamellibranches.

Certains échantillons de « sable vert » qui se trouvaient dans les conditions que nous venons d'indiquer, nous ont offert un petit nombre de Foraminifères. Or, nous n'avons pu reconnaître parmi ceux-ci aucune forme spéciale ou caractéristique. Des doutes assez graves s'élevaient parfois dans notre esprit au sujet de la contemporanéité des espèces observées. Les unes paraissaient se rapporter à la faune des sables inférieurs, les autres à la faune de dépôts plus récents [2].

La rareté des échantillons s'explique aisément par ce fait que la zone des sables graveleux — et verts par altération — au niveau de laquelle avaient été recueillis ces échantillons, constituait un dépôt littoral à

[1] Annales de la Société Malacologique de Belgique. Tome VII, 1872. Mémoires, p. 28.
[2] Annales de la Société Malacologique de Belgique. Tome IX, 1874. Bulletins, pp. XLV à XLVI.

sédiments grossiers, une plage sous-marine en un mot, absolument défavorable à l'existence et au développement des Foraminifères.

Quant au mélange faunique observé à ce niveau, il s'explique par cette circonstance que les sables graveleux d'Anvers, après avoir constitué les plages sous-marines de la mer des sables inférieurs, furent ensuite recouverts par les eaux de la mer des sables moyens. Or, la région représentée à la porte de Borsbeek et aux environs a marqué le rivage ou plutôt le niveau de balancement des marées de cette mer. Il en résulte que de nombreux débris — cétacés, coquilles, térébratules, bryozoaires et foraminifères — vinrent s'échouer sur cette côte. Les cadavres des cétacés s'y enfouirent parfois profondément; tandis que les débris plus légers, tels que les bryozoaires, térébratules, etc., formèrent à la surface de ces sables graveleux, des dépôts ou cordons littoraux, analogues à ceux que l'on observe sur l'estran des mers actuelles. On comprend aisément que l'agitation des vagues et le mouvement des marées durent occasionner de nombreux mélanges entre les débris plus anciens que contenaient les sables graveleux, et ceux qui furent amenés plus tard à la surface de ce même dépôt.

Pour en revenir aux Foraminifères des sables verts graveleux, on conçoit que leur absence habituellement constatée d'une part, et les mélanges fauniques observés de l'autre, nous aient engagé à abandonner une étude qui, jusqu'ici, n'a donné lieu qu'à des résultats négatifs ou peu fructueux.

Toutefois, nous ferons en sorte de pouvoir exposer, dans la seconde partie de ce travail, les résultats de nouvelles recherches que nous nous proposons d'entreprendre sur la faune rhizopodique des sables graveleux non altérés. Quels que soient les mélanges qui ont pu s'opérer au sein de ce dépôt, il est utile d'en connaître la faune, afin de signaler les particularités intéressantes ou les espèces caractéristiques qui pourraient être observées à ce niveau.

En terminant la description des couches qui constituent l'horizon des sables inférieurs d'Anvers, il ne sera pas inutile de faire remarquer que toutes celles dont il a été question jusqu'ici, sauf précisément le dépôt littoral des sables graveleux d'Anvers et de Diest, présentent un caractère spécial, sur l'importance duquel on ne saurait trop insister : à savoir que ces dépôts sont restés parfaitement en place et n'ont subi aucun remaniement.

Il est bien rare que l'on observe des exceptions à cette règle, et elles sont dues alors à des causes souvent récentes et en tout cas facilement reconnaissables.

Les sédiments fossilifères de l'horizon des sables inférieurs d'Anvers se sont déposés tranquillement, dans une mer de profondeur moyenne ou

plutôt assez faible, protégée contre des courants violents ou toute autre cause de trouble, et on conçoit aisément que, dans ces conditions, la vie devait atteindre un développement et une exubérance considérables. Dans toutes les parties de ces couches qui n'ont pas subi les effets d'altérations ultérieures et surtout dans les zones inférieures, les coquilles les plus frêles, les plus délicates se retrouvent dans un état parfait de conservation; et les lamellibranches, qui le plus souvent ont conservé leurs valves réunies, parfois même le ligament de leur charnière, s'observent dans la position verticale qu'ils avaient de leur vivant.

Les coquilles brisées, que l'on observe quelquefois en certaine quantité, mais toujours éparses, au milieu des sables inférieurs d'Anvers, n'indiquent nullement des remaniements; elles représentent les vestiges de bancs coquillers sous-marins tour à tour modifiés, dispersés et reconstruits par la marée et les courants, dont l'influence se faisait plus fortement sentir en certains endroits. Ces phénomènes s'observent encore tous les jours dans des dépôts de moyenne et de faible profondeur.

Il est certain que l'on peut accepter en toute confiance les résultats fournis par l'étude de chacun des horizons des sables inférieurs et l'on ne doit craindre de voir s'introduire, dans les listes de Foraminifères qui s'y rapportent, le moindre élément étranger, c'est-à-dire provenant d'autres couches.

Si nous insistons sur ce point, c'est que dans un grand nombre de couches des sables moyens et supérieurs d'Anvers, de même que dans le crag anglais du reste — il en est tout autrement. On s'y heurte à chaque pas contre les difficultés produites par le remaniement considérable de la plupart de ces dépôts.

COUP D'ŒIL GÉNÉRAL SUR LE BASSIN PLIOCÈNE

PENDANT LE DÉPOT DES SABLES INFÉRIEURS D'ANVERS.

En jetant un coup d'œil rétrospectif sur les trois zones que nous venons de signaler dans les sables inférieurs d'Anvers, nous voyons que les sables à *Panopæa Menardi*, qui se sont déposés en premier lieu au dessus de l'argile oligocène, indiquent une sédimentation opérée sous des eaux d'une profondeur moyenne.

Le relèvement oriental des parois du bassin d'Anvers donna bientôt lieu à un dépôt de sédiments plus littoraux que les sables à Panopées, sédiments qui, pendant un certain temps, purent se déposer simultanément avec ces derniers.

Les nouvelles couches ainsi formées, qui ne sont autre chose que les sables à *Pectunculus pilosus*, prirent bientôt une grande extension, surtout dans la région située un peu plus au nord-ouest, devenue un golfe étendu mais très peu profond[1].

L'exhaussement général du bassin s'accentuant de plus en plus, surtout vers le sud et vers l'est, d'où la mer se retirait peu à peu, il se forma des dépôts plus littoraux encore et enfin de vastes plages, que la mer abandonna ensuite complétement.

C'étaient, dans les parties les plus excentriques du bassin, des sédiments grossiers, tantôt graveleux, tantôt parsemés de galets; en un mot, des dépôts de plage bien caractérisés. Par suite de la faible altitude des plaines environnantes, ces dépôts, généralement connus aujourd'hui sous le nom de *sables de Diest* ou de *sables ferrugineux diestiens*, couvrirent bientôt une surface considérable, tant du côté vers lequel la mer s'avançait que dans la région qu'elle abandonnait. Ces dépôts de plage accompagnèrent du reste toute la durée de la sédimentation des sables inférieurs d'Anvers, et bien que fort peu développés pendant le dépôt des sables à Panopées, qui étaient entourés de plages peu étendues, ils existaient déjà en même temps que ceux-ci, ainsi que le montre la faune qui s'observe à la base des sables diestiens du Bolderberg.

Vers le centre du golfe pliocène, c'est-à-dire aux environs immédiats d'Anvers, s'étendirent au dessus des sables fossilifères à Pétoncles, des sédiments analogues à ceux qui viennent d'être signalés, sauf en ce qu'ils étaient un peu moins grossiers que ceux-ci. Ils s'y reliaient insensiblement et représentaient, de même que les sables de Diest, les plages qu'abandonnaient peu à peu les eaux de la mer pliocène.

C'est dans le but de bien distinguer ce dépôt littoral, qui termina aux environs immédiats d'Anvers la sédimentation des sables inférieurs, que nous avons proposé la dénomination de *zone des sables graveleux*.

Tout en correspondant d'une manière générale aux sables de Diest, ces sables graveleux ne sont réellement synchroniques que de la partie supérieure de ce dépôt, puisqu'ils ne commencèrent à se montrer qu'après les sédiments à *Pectunculus pilosus;* tandis que les sables de Diest avaient

[1] Il ne faut pas perdre de vue que les situations respectives de la mer et du golfe d'Anvers étaient tout autres au commencement de la période pliocène que plus tard, lorsque se déposèrent les sables moyens et supérieurs. Pendant la période de sédimentation qui donna naissance aux sables inférieurs, la mer pliocène s'étendait dans la région au nord et à l'est d'Anvers. Le golfe s'ouvrait alors dans cette direction et la terre ferme s'étendait au sud et à l'est. La région que couvre actuellement la mer du Nord vers le sud, était émergée. Plus tard, lorsque la mer pliocène se déplaça en s'avançant vers la région de l'ouest et du nord, Anvers continua à former une baie, mais ouverte dans cette nouvelle direction, tandis que toute la région du sud et de l'est était émergée à son tour.

déjà commencé à se déposer dès les premières phases de l'arrivée de la mer pliocène dans nos contrées.

Nous avons vu que les sables diestiens qui entouraient la baie d'Anvers, de même que les sables graveleux qui couvrirent celle-ci, lorsque les eaux pliocènes se retirèrent après le dépôt des sables inférieurs, ont presque partout été soumis à certains phénomènes d'altération qui non seulement ont profondément modifié l'aspect et la coloration des sédiments, mais ont souvent fait disparaître les débris organiques : coquilles, foraminifères, etc., que ces sables contenaient.

C'est là un point très important, sur lequel nous ne saurions trop attirer l'attention; car ces altérations ont généralement empêché les géologues de reconnaître les relations que nous avons indiquées entre les sables de Diest (presque toujours profondément altérés et rendus ferrugineux par la décomposition de la glauconie) et les autres dépôts des sables d'Anvers qui appartiennent au même horizon géologique. De plus, la constance de ces phénomènes au niveau des *sables graveleux d'Anvers* a donné lieu à la création d'une zone des *sables verts*, où se trouvaient confondues les parties altérées des sables graveleux, des sables à Pétoncles et même des sables à Panopées.

Les *sables verts* représentent une zone d'altération qui a identifié en apparence des dépôts primitivement bien distincts. Cette dénomination de *sables verts,* n'ayant aucune signification stratigraphique, doit donc disparaître de la nomenclature.

On comprend que, dans les conditions défavorables où la plaçait la décroissance graduelle de profondeur des eaux, la faune des sables inférieurs ne pouvait guère prospérer. Aussi s'éteignit-elle rapidement à Anvers lorsque les dépôts littoraux et de plage firent leur apparition. C'est pour ce motif que les sables grossiers qui constituaient les sédiments diestiens et les sables graveleux d'Anvers se montrent si pauvres en débris organiques, même dans les points respectés par les phénomènes d'altération. La position exclusivement littorale de ces dépôts se trouve confirmée, d'autre part, par la nature même des débris organiques qui y ont été observés. C'est ainsi que lorsque les fossiles ont été préservés, on constate (comme dans les sables diestiens du Bolderberg) la présence d'amas coquilliers, composés de fragments brisés, triturés, etc., ou bien (comme dans les sables graveleux altérés de la porte de Borsbeek) de cordons littoraux amenés par flottaison et contenant non seulement des débris de la faune des sables inférieurs, mais encore de celle des sables moyens.

Des considérations qui précèdent il résulte que des dépôts de plage s'étendirent non seulement à Anvers, aux lieux mêmes où s'était développée auparavant la faune riche et variée des sables inférieurs, mais encore bien loin au sud et à l'ouest de cette baie.

L'exhaussement qui donna naissance à la formation de ces dépôts littoraux mit fin à la sédimentation des sables inférieurs. Un arrêt dans la sédimentation eut donc lieu, du moins en certains points du bassin d'Anvers, et cette circonstance contribua évidemment à amener certaines modifications dans la faune lorsque, peu après, les eaux de la mer pliocène reparurent pour déposer les sables moyens.

C'est au niveau dont il est ici question que plusieurs géologues croient pouvoir placer la séparation entre le miocène et le pliocène en Belgique. Nous ferons remarquer que si l'on essayait de réunir les sables inférieurs d'Anvers à la série miocène proprement dite (ce qui ne s'accorde du reste nullement avec la proportion de 51 p. c. d'espèces vivantes constatée pour les sables à Pétoncles), il faudrait également y joindre les sables moyens avec leurs équivalents à l'étranger, tels que le crag corallin, etc. En effet, la puissante dénudation que nous signalerons tantôt entre les sables moyens et les sables supérieurs, et qui se retrouve aussi en Angleterre, implique des phénomènes généraux autrement importants que ceux qui, après le dépôt des sables inférieurs, donnèrent lieu à l'arrêt de sédimentation que nous venons de signaler.

Ce serait donc au niveau de cette dénudation, et non au dessus du dépôt des sables inférieurs d'Anvers, qu'il faudrait alors placer une ligne de démarcation bien tranchée, d'autant plus que le contact des sables inférieurs avec les sables moyens a été bien observé aux bassins par M. Cogels[1], et il est incontestable qu'aucun indice de ravinement ou de dénudation, comparable à celui qui s'observe plus haut, n'a été signalé à ce niveau.

Nous ajouterons enfin que les relations fauniques générales qui rattachent les sables moyens d'Anvers et le crag corallin d'Angleterre, à nos sables inférieurs sont telles, qu'il n'est pas possible d'admettre que ces trois termes puissent appartenir à des périodes géologiques distinctes.

Or, comme les premiers appartiennent incontestablement à la période pliocène, on ne peut rapporter à une autre époque le dépôt des sables inférieurs.

Avant d'en finir avec les sables inférieurs d'Anvers, nous ajouterons que peu après leur émergence du fond sud-est du golfe, ils s'enfoncèrent de nouveau sous les eaux dans toute la région du nord et de l'ouest, où s'étendit bientôt une mer largement ouverte, dans laquelle se déposèrent les sédiments que nous avons désignés sous le nom de *sables moyens d'Anvers*.

[1] *Observations géologiques et paléontologiques sur les différents dépôts rencontrés à Anvers lors du creusement des nouveaux bassins*, par M. P. Cogels. Annales de la Société Malacologique de Belgique, t. IX, 1874, pp. 7 à 32.

On remarquera que toutes ces oscillations, ces déplacements successifs de la mer pliocène s'opéraient constamment, dans le sens du mouvement général de translation que nous avons indiqué comme caractérisant l'histoire de la période pliocène dans toute la contrée située au nord du massif des Alpes.

Nous allons maintenant nous éloigner d'Anvers et signaler ce qui se passait dans les autres parties du bassin pliocène, pendant que les sables inférieurs se déposaient en Belgique.

Nous avons vu qu'aux environs immédiats de la baie d'Anvers s'étendait un vaste dépôt sableux, qui a dû s'avancer fort avant dans les terres, sous forme de plages et de sédiments littoraux. C'est le sable diestien, qui présente ceci de particulier, que ses vestiges s'observent actuellement à un niveau d'autant plus élevé qu'on s'éloigne davantage du bassin pliocène d'Anvers.

Au cap Blanc-Nez, en France, on retrouve le sable diestien à 150 mètres au dessus du niveau de la mer. Cette altitude considérable n'existait certes pas au moment du dépôt des sables diestiens : elle est due à un exhaussement général du sol, qui se releva vers le sud, suivant une direction à peu près perpendiculaire aux collines de l'Artois, et en s'abaissant vers le nord, ainsi que le démontrent les sondages opérés dans le nord de la Belgique et en Hollande.

Les sables diestiens, généralement enlevés de la plaine, par suite de dénudations postérieures, ne s'observent plus actuellement qu'au sommet de quelques collines tertiaires près de Diest, Hasselt, Louvain, Aerschot et Bruxelles. On en retrouve des vestiges dans la Flandre, à Grammont, Renaix, Ypres et même à Tournai. Dans le nord de la France, ils s'étendent jusqu'à Cassel et encore plus à l'ouest, le long d'une chaîne de collines ayant échappé aux dénudations postérieures.

Dans cette immense région, on ne retrouve aucun autre vestige de la période pliocène ; les sédiments fossilifères d'Anvers n'y sont nulle part représentés.

Si nous traversons ensuite le détroit, nous pouvons nous assurer que les sables inférieurs fossilifères d'Anvers manquent également dans la série pliocène en Angleterre.

Comme dans le nord de la France et comme dans les plaines belges dont nous venons de parler, on n'y retrouve absolument que les sables graveleux diestiens.

Ce sont des sédiments à éléments grossiers, toujours altérés, dont la glauconie est changée en limonite, et qui s'y observent dans les mêmes conditions et avec le même facies que dans le reste du bassin.

Ce dépôt paraît très localisé, car on ne l'a signalé que dans le Kent, où

il couronne les Downs du Nord, entre Folkestone et Dorking, à Padlesworth, à Lenham près de Maidstone, etc. Nous l'avons observé nous-même près de Folkestone, au sommet des falaises qui s'étendent dans la direction de Douvres.

C'est un sable ferrugineux, souvent meuble, mais parfois agglutiné, contenant des plaques de limonite et des grès ferrugineux plus ou moins volumineux. Il nous serait impossible de signaler aucune différence entre ces sables diestiens de Folkestone et ceux que nous avons observés en divers points du bassin pliocène belge, si ce n'est qu'à Folkestone, le dépôt paraît encore un peu plus graveleux qu'aux environs de Diest ou de Hasselt, par exemple. Cela tient au plus grand éloignement, ce qui implique des sédiments un peu plus grossiers que vers le centre du bassin.

La rareté des fossiles et la coloration rougeâtre du sable diestien d'Angleterre sont dues à la même cause (infiltration des eaux superficielles) que celle que nous avons signalée comme ayant donné lieu à l'altération des sables diestiens en Belgique.

Nous voyons donc que la région qui, aujourd'hui, forme la côte orientale du sud de l'Angleterre, commençait à cette époque, à subir l'influence du mouvement général de dépression qui, arrivant de l'est, devait s'accentuer plus tard au commencement de la sédimentation du crag. Cette région n'était pas encore suffisamment immergée pendant le dépôt de nos sables inférieurs d'Anvers pour donner lieu à la formation de sédiments fins, à faune riche et variée, tels que ceux qui se déposaient à Anvers; mais, de niveau probablement avec le sol — encore non relevé alors — des plaines de la Belgique moyenne et du nord de la France, elle se trouvait déjà à demi submergée par les eaux qui arrivaient de l'est et il a dû se former alors, dans ces plaines, des dépôts étendus, entourant d'une large ceinture de plages la baie d'Anvers et les eaux de la mer qui s'étendait au nord.

Sur ces plages s'accumulèrent des sables graveleux, grossiers, contenant parfois des amas coquilliers, des débris roulés et triturés, que la marée et les courants rejetaient sur les bords du bassin.

Si fort peu de ces débris organiques ont été conservés dans les sables diestiens, en Angleterre, en France et même en Belgique, cela tient uniquement à la généralité des phénomènes d'altération subis par ces sables, particulièrement soumis, par le fait de leur position dans la série tertiaire, aux intempéries climatériques et à l'action dissolvante des eaux superficielles.

Nous avons dit plus haut que les sables inférieurs fossilifères d'Anvers ne sont pas représentés dans le bassin pliocène anglais.

En effet, tout le monde est aujourd'hui d'accord pour reconnaître dans

les couches les plus anciennes du crag anglais, des dépôts plus récents que nos sables inférieurs; mais certains indices ont cependant pu faire croire à quelques géologues qu'un horizon plus ancien a été représenté en Angleterre et aurait pu être enlevé ensuite par dénudation, etc.

Il est certain que l'on a observé à la base du crag corallin certains débris pliocènes remaniés : ossements de vertébrés marins, coquilles, etc., qui paraissaient appartenir à des couches d'un âge un peu plus reculé que le crag corallin.

On pourrait à la rigueur admettre que les profondeurs atteintes en Angleterre, au commencement de la période pliocène, aient pu en certains points être suffisantes pour permettre aux sédiments coquilliers d'Anvers de s'étendre vers l'ouest, en même temps que les sables littoraux diestiens dont la présence a été constatée; mais il est beaucoup plus vraisemblable que les débris observés à la base du crag corallin auront été entraînés dans ces parages, par suite des phénomènes de transport qui ont nécessairement accompagné le déplacement occidental des eaux pliocènes, après le dépôt des sables inférieurs. Ces débris roulés et ces ossements du crag corallin dériveraient donc directement de nos sables inférieurs d'Anvers [1].

Nous venons de reconnaître, dans la région méridionale du bassin d'Anvers, les dépôts de plage qui entouraient la baie où se déposaient les sables inférieurs.

Nous allons maintenant étudier la disposition générale de la mer pliocène à laquelle se rattachait le golfe d'Anvers.

On verra plus loin que les couches pliocènes qui suivirent nos sables inférieurs se trouvent successivement disposées de plus en plus vers l'ouest. D'autre part, il est facile de constater qu'en s'avançant vers l'est, on rencontre au contraire des dépôts pliocènes de plus en plus anciens.

Nos sables inférieurs d'Anvers se retrouvent dans la Gueldre et dans

[1] Le *bone-bed* avec débris pliocènes anciens ne s'observe nullement dans le Kent, avec les sables graveleux diestiens, mais beaucoup plus au nord, dans le Suffolk et à la base du crag corallin.

Or, comme pendant le dépôt des sables inférieurs d'Anvers, les plages de la mer pliocène s'étendirent seulement dans la région du sud-ouest, et comme, d'autre part, il est certain que le Suffolk, de même que toute la contrée du Nord, était alors encore émergé, il en résulte que ces débris pliocènes, à facies anciens, du Suffolk, ne peuvent être considérés comme originaires de la région où ils se retrouvent aujourd'hui. Comme les espèces auxquelles se rapportent ces débris — toujours très roulés et fortement triturés — ne se retrouvent en place qu'à Anvers, et comme, d'autre part, on ne peut nier les phénomènes de transport auxquels a donné lieu le déplacement occidental de la mer pliocène, il en résulte que les débris roulés de la base du crag corallin proviennent vraisemblablement de la région d'Anvers.

d'autres provinces centrales de la Hollande, avec tous leurs caractères minéralogiques et paléontologiques, tels, en un mot, que nous les observons à Anvers. L'épais manteau quaternaire qui les recouvre les rend souvent très difficiles à observer et ce n'est guère qu'au moyen de sondages que l'on parvient à constater leur présence.

Nous avons vu au Musée Royal d'histoire naturelle de Bruxelles une série de fossiles, recueillis à Rekken et à Giffel, parmi lesquels on retrouve tous les types de nos sables inférieurs d'Anvers. Quelques Foraminifères, qui accompagnent ces fossiles, sont identiques à ceux qui caractérisent si bien nos sables inférieurs.

En s'avançant vers l'est, on arrive bientôt aux environs de Dingden, en Westphalie, où les mêmes sables apparaissent encore, mais en devenant un peu plus marneux. Au point de vue paléontologique, c'est toujours l'horizon de nos sables inférieurs d'Anvers. On y observe toutefois un petit nombre de types, indiquant un facies un peu plus ancien.

Le professeur A.-E. Reuss a décrit la faune des Foraminifères de ces couches[1]; toutes les espèces, indistinctement, qu'il a mentionnées se retrouvent dans nos sables inférieurs.

Plus loin, au nord-ouest, près de Bersenbrück et au nord d'Osnabrück, la même faune se représente toujours et sans modification sensible. Il en est de même jusqu'à Lünebourg.

Il est bien certain qu'une grande étendue de la Hollande méridionale et de l'Allemagne du Nord, comprise entre les divers points que nous venons d'indiquer, a dû être recouverte par des eaux pliocènes de l'horizon de nos sables inférieurs, et si l'on ne connaît que quelques localités où la présence de ces couches pliocènes soit bien constatée, cela tient uniquement à l'étendue comme à l'épaisseur considérable du manteau quaternaire, qui recouvre presque partout le sol de ces contrées.

Certains dépôts du nord-ouest de l'Allemagne, généralement considérés comme miocènes, d'autres même comme oligocènes, présentent d'étroites affinités avec les précédents et plusieurs d'entre eux doivent, comme ceux-ci, être considérés comme les représentants les plus anciens du vieux pliocène.

Sans vouloir réunir, comme l'a cependant fait un géologue d'une grande autorité, M. Godwin-Austen[2], toutes ces couches à la période pliocène, nous croyons toutefois devoir exprimer des doutes sérieux sur

[1] A. E. Reuss. *Beiträge zur Kenntniss der tertiären Foraminiferen-Fauna. Die Foraminiferen von Dingden in Wesphalie.* Sitzungsb. d. K. K. Acad. Wissensch. Wien, XLII. B^de^. 1860, pp. 364-370, pl. 1.

[2] R. A. C. Godwin-Austen. *On the Kainozoic Formations of Belgium.* Quart. Jour. Geol. Soc. Vol. XXII, part. III. August 1, 1866, n° 87, pp. 228-254.

la position généralement accordée à certaines d'entre elles dans la série tertiaire.

Il n'y aurait du reste rien d'étonnant à ce que là, comme à Anvers, l'intérêt des recherches paléontologiques eût pu faire négliger quelque peu l'étude stratigraphique. Plus tard, lorsque ces couches seront mieux étudiées, on y reconnaîtra sans doute divers horizons géologiques distincts et l'on arrivera ainsi, pensons-nous, à étendre davantage vers l'est, l'aire géographique du bassin septentrional européen de la mer pliocène.

On opposera probablement à cette manière de voir les relations intimes qui unissent la faune de ces dépôts à celle du bassin miocène de Vienne ; mais nos listes montrent, d'autre part, les relations tout aussi intimes qui unissent nos sables inférieurs — presque identiques aux couches d'Allemagne en question — au bassin anglais, franchement pliocène.

De plus, il est à remarquer qu'il n'y a rien que de très naturel dans ces relations fauniques entre le vieux pliocène de l'Allemagne du Nord et le bassin miocène de Vienne ; car il faut tenir compte de cette circonstance, qu'entre deux formations qui se suivent, il y a toujours une certaine proportion d'espèces communes, surtout lorsque la comparaison se trouve établie entre la faune des couches les plus élevées de l'une de ces formations et celle des couches les plus anciennes de l'autre, qui lui a succédé.

Il est encore un autre ordre de considérations, déjà indiquées à la page 89 du présent travail, et qui nous paraissent pouvoir être utilement rappelées ici, parce qu'elles nous permettront d'établir nettement la valeur qu'il faut attribuer au caractère paléontologique dans l'histoire du bassin pliocène de l'Europe septentrionale.

Lorsque nous avons esquissé à grands traits les modifications successives apportées dans la configuration des terres et des mers de l'époque tertiaire, nous avons vu que c'est par suite d'un mouvement général d'abaissement vers l'est, s'opérant pendant la période oligocène, que les eaux de la mer tertiaire se sont trouvées localisées, pendant la période miocène, dans la partie orientale de l'Europe centrale ; de même, nous avons reconnu que c'est par suite d'un mouvement opéré en sens inverse que les eaux se sont peu à peu retirées vers l'ouest en donnant lieu aux dépôts pliocènes. Ce mouvement rétrograde paraît avoir été occasionné par l'une des dernières phases du soulèvement des Alpes, ce qui, exhaussant peu à peu le sol de l'Europe centrale, fit successivement reculer les eaux vers les parties basses qui, dans nos contrées, se localisèrent de plus en plus vers l'ouest ; tandis que, dans l'Europe méridionale, soumise, en certaines régions du moins, aux mêmes influences, elles se localisèrent graduellement vers le sud. Ce déplacement graduel des eaux de la mer tertiaire paraît avoir été continu pendant toute la période pliocène.

Cette oscillation, si bien caractérisée, constitue, selon nous, une excellente base de division dans la période tertiaire; et c'est avec l'origine de ce mouvement rétrograde que nous faisons coïncider, en Europe, le commencement de la période pliocène.

Puisque les premiers horizons pliocènes du nord de l'Allemagne furent constitués par le refoulement des eaux du bassin miocène de Vienne, il en résulta que la faune de ce bassin miocène émigra dans ces premiers horizons pliocènes. Cette faune continua à s'y développer, en se modifiant ensuite peu à peu, par suite des lois de l'évolution, de l'influence du temps écoulé, de l'introduction de nouvelles formes venues d'autres latitudes et enfin à cause des modifications successives des conditions d'existence, amenées par suite du déplacement géographique et de l'arrivée de nouveaux éléments sédimentaires. A certaines époques, comme après le dépôt des sables inférieurs d'Anvers, après celui de nos sables moyens et du crag corallin, il y eut quelques arrêts partiels dans la sédimentation du bassin pliocène; arrêts correspondant chaque fois à des modifications plus sensibles dans les éléments fauniques des régions soumises à ces influences.

Pour en revenir aux relations indiquées plus haut entre les premiers horizons du bassin pliocène d'Allemagne et le bassin miocène de Vienne, il est certain que ces analogies fauniques dénotent une origine commune et annoncent l'existence d'une communication entre les deux bassins.

Il est actuellement démontré que les dépôts miocènes du bassin de Vienne, etc., s'étendirent au nord, dans la Silésie. L'extension que nous avons indiquée, d'autre part, dans le bassin pliocène, nous permet d'admettre que la communication dut sans doute se faire dans la région située au nord-est de la Silésie. Mais ce sont là des questions qu'il importe peu d'élucider, au point de vue des résultats que le présent travail est destiné à mettre en lumière; et leur discussion nécessiterait, du reste, des matériaux plus nombreux que ceux dont nous pouvons actuellement disposer.

Si nous nous transportons maintenant dans les bassins tertiaires de la Bohême, de Vienne, de la Galicie, de la Hongrie, etc., nous constaterons sans peine que pendant l'extension des premiers horizons de la mer pliocène dans les contrées occidentales, les eaux se retiraient de plus en plus des régions orientales de l'Europe centrale. En effet, nous voyons qu'aux dépôts marins miocènes, si bien caractérisés dans ces divers bassins, succèdent des dépôts moins profonds ou littoraux (couches Sarmatiques), puis d'estuaire ou saumâtre (couches à Congéries) et enfin d'eau douce et terrestres (couches du Belvédère. Calcaires lacustres).

Les parties les plus élevées de cette série de dépôts représentent évidem-

ment les plages et le continent pliocène qui correspondaient aux couches marines refoulées vers le nord-ouest, c'est à dire en Allemagne, en Hollande, puis en Belgique et, plus tard même, jusqu'en Angleterre.

Ces dépôts pliocènes se retrouvent encore, sous forme de calcaires marins et lacustres, dans le sud de la Russie, où ils sont recouverts comme on le sait, par d'autres couches, encore plus récentes et exclusivement lacustres. Ces dernières représentent également le continent pliocène, mais à une époque un peu moins reculée que les premiers horizons qui nous occupent actuellement.

Le bassin tertiaire de la péninsule italique nous montre une succession fort intéressante de couches pliocènes, dont quelques unes, d'âge fort reculé, pourraient être signalées comme correspondant à peu près aux premiers horizons pliocènes que nous venons de passer en revue. Toutefois, nous ne croyons pas que les éléments dont on peut actuellement disposer permettent de synchroniser couche par couche les dépôts pliocènes de l'Europe méridionale avec ceux de l'Europe septentrionale. Nous croyons même que si l'on pouvait se baser sur des données beaucoup plus complètes, un tel synchronisme ne laisserait pas que d'offrir de grandes difficultés.

Afin de bien faire saisir notre pensée sur ce point, nous croyons devoir émettre ici quelques considérations générales, résumant notre manière de voir au sujet des conditions dans lesquelles doivent se faire les études de comparaison entre deux bassins, synchroniques dans leur ensemble, mais relativement éloignés l'un de l'autre ou bien complétement distincts.

Supposons un bassin géologique quelconque, se trouvant soumis, soit par suite du voisinage de certains centres de soulèvement, soit même par sa situation géographique, à ces phénomènes d'oscillation, etc., qui ont généralement donné lieu à des changements dans les conditions bathymétriques des dépôts, à des modifications dans la ligne des côtes, et qui, en déplaçant parfois les mers elles-mêmes, ont produit des arrêts partiels ou même des lacunes dans la sédimentation.

Il est bien certain que les divisions principales que les géologues établiront dans la série des couches sédimentaires qui composent ce bassin, seront précisément fondées sur les grandes lignes de démarcation, à la fois stratigraphiques et paléontologiques, auxquelles auront donné lieu les oscillations ayant influencé la région étudiée.

Or, il importe de remarquer que ces divisions et ces zones, si bien caractérisées dans la région à laquelle nous venons de faire allusion, perdent absolument toute valeur, toute signification, dès que l'on essaye de les appliquer à d'autres régions différemment influencées, soit dans le même bassin, soit en d'autres contrées plus éloignées.

En effet, les phénomènes d'exhaussement ou d'affaissement qui ont pu influencer en une région les continents et les mers, pouvaient n'avoir aucune relation avec d'autres phénomènes de même nature, agissant, pendant la même période géologique, mais en d'autres points et à des intervalles de temps bien différents.

Il se formait ainsi, en d'autres régions, des lignes de démarcation, aussi distinctes peut-être que les premières, mais souvent bien différentes et indiquant des phases de sédimentation qui ne présentaient aucune concordance synchronique avec celles du bassin mentionné plus haut.

L'absence, en certaines régions d'un bassin, de causes modificatrices pouvait encore donner lieu aux mêmes résultats.

Ainsi, tandis que l'étude de la série sédimentaire de telle région d'un bassin géologique montrera à l'évidence des modifications bathymétriques, des arrêts dans la sédimentation, des dénudations même, comme aussi des changements brusques et répétés dans les éléments fauniques, il arrivera parfois que l'étude des couches d'autres parties du même bassin — couches parfaitement synchroniques, dans leur ensemble, aux premières — montrera les preuves d'une sédimentation continue, opérée dans des conditions partout identiques et montrant, soit une évolution lente et graduelle, soit une persistance absolue dans les éléments fauniques qui caractérisent cette seconde série de dépôts.

Ces divergences radicales, et en apparence si extraordinaires, dans la composition de séries sédimentaires, synchroniques dans leur ensemble, sont dues le plus souvent à la présence d'oscillations peu étendues, ayant affecté en certains points les rivages et les régions peu profondes et ayant ailleurs respecté les grands fonds, dont la faune et les conditions de sédimentation n'auront subi alors aucune modification bien sensible.

On comprend, dans ce cas, comme dans le précédent, qu'un synchronisme, couche par couche, ne peut être convenablement établi entre des séries de dépôts contemporains, mais diversement influencés pendant les différentes phases de leur histoire, surtout lorsqu'à ces différences de conditions il y a encore à ajouter des différences de latitude de climat et de constitution sédimentaire : la nature minéralogique des dépôts et les conditions bathymétriques ayant aussi — il ne faut pas l'oublier — une influence considérable sur la faune.

Les progrès les plus récents de la géologie nous montrent que l'étude de certaines couches-types — quelque bien développées qu'elles soient — comme l'étude des superpositions locales, ne peuvent à elles seules nous permettre de retracer l'histoire d'un horizon géologique.

Un bassin géologique ne peut être considéré comme parfaitement connu que lorsqu'on sera parvenu à retrouver les régions profondes, littorales et

côtières de la mer qui l'occupait et lorsque l'on sera arrivé à pouvoir synchroniser les faunes à facies différents qui ont caractérisé ces diverses régions pendant une même période sédimentaire. Une faune profonde peut avoir été contemporaine de deux ou trois facies littoraux et successifs, si les conditions bathymétriques, toujours uniformes dans la première région, se modifiaient vers les bords du bassin. De même, une sédimentation continue et uniforme en un point peut, en un autre, correspondre à des lacunes, à des renouvellements et à des dénudations. Ce que nous venons de dire au sujet des diverses zones d'un même bassin, d'une même mer, s'applique d'une manière bien plus frappante encore à l'étude comparative des diverses mers d'un même horizon géologique, d'autant plus qu'il faut alors tenir compte des différences de latitude, de climat, etc., qui ont une grande influence lorsqu'il s'agit de la comparaison des faunes. Ce sont là des points de la plus haute importance en géologie et cependant, tant en stratigraphie qu'en paléontologie, on ne semble pas toujours y accorder toute l'attention que le sujet mérite.

En résumé, tout ce qui précède revient à dire qu'une étude préliminaire détaillée des diverses régions ou zones d'un même bassin et des divers bassins d'un même horizon géologique, doit absolument précéder tout essai de synchronisme, si l'on veut arriver à des résultats bien fondés.

Ces réserves faites, nous pouvons essayer de voir quels sont, dans la série tertiaire d'Italie, les dépôts qui paraissent avoir le plus de relations avec nos sables inférieurs d'Anvers.

La période miocène supérieure est représentée dans la région méridionale de la péninsule italique par des dépôts généralement bien développés. C'est le *Tortonien*, de Mayer.

Cet étage se compose, à la base, d'éléments remaniés, constitués le plus souvent par un conglomérat de cailloux cristallins, puis, d'argiles marines et lacustres, de sables et de grès, et aussi en certains points, de couches mollassiques plus localisées. Les mollusques gastéropodes et les lamellibranches sont très abondants dans le tortonien, ce qui, concurremment avec la présence d'argiles lacustres, indique que l'ensemble de ces couches s'est déposé sous de faibles profondeurs. D'après Seguenza, le tortonien ne contiendrait que 14 p. c. d'espèces vivantes; mais cette proportion est, en réalité, un peu plus élevée. Toutefois, elle ne dépasse certainement pas 20 p. c., ainsi qu'on peut s'en assurer par l'examen des listes publiées par Seguenza en 1862 [1].

D'une part, la comparaison de la faune tortonienne avec celle des sables

[1] Notizie succinte intorno alla costituzione geologica dei terreni terziarii del distretto di Messina. 1862, in-4°, 84 p., 2 pl. par G. Seguenza.

inférieurs d'Anvers, et de l'autre, la différence considérable du pourcentage des espèces vivantes (14 à 20 p. c. d'un côté et 47 à 51 p. c. de l'autre) mettent complétement hors de doute que le tortonien représente un horizon géologique plus ancien que les sables inférieurs d'Anvers.

Au dessus de ces couches miocènes, se montre, particulièrement bien développé dans la partie méridionale de l'Italie, l'intéressant dépôt, décrit en 1862 par Seguenza, sous le nom de *Zancléen*.

Cet horizon, auquel pourrait s'appliquer assez exactement la dénomination de mio-pliocène, en ce sens qu'il établit en quelque sorte un passage insensible entre les deux périodes, est toutefois assez nettement caractérisé au point de vue minéralogique et paléontologique. Il repose généralement en stratification concordante sur le miocène (tortonien) et, d'autre part, il passe insensiblement aux couches, franchement pliocènes, du plaisancien qui le recouvrent. L'étage zancléen se compose généralement de couches calcareo-marneuses ou de marnes blanches, atteignant parfois 40 à 50 mètres d'épaisseur, comme dans les Calabres. Il possède une faune spéciale et très caractéristique, composée en grande partie de brachiopodes, de polypiers et de Foraminifères. Cette circonstance, à laquelle il faut ajouter la pauvreté relative des mollusques gastéropodes et lamellibranches, indique une sédimentation opérée sous des profondeurs plus considérables que pendant le dépôt des couches tortoniennes.

Les données qui précèdent nous permettent déjà d'entrevoir une différence bien tranchée entre les conditions de sédimentation des premiers horizons du bassin pliocène italien et celles qui caractérisèrent la sédimentation de nos sables inférieurs d'Anvers.

En Italie, le passage du miocène au pliocène est presque insensible ; il a été marqué par une évolution lente et progressive : les changements fauniques observés à divers niveaux étant principalement dus aux modifications bathymétriques et à celles de la composition minéralogique des sédiments, qui en furent la conséquence.

A Anvers, il n'y eut pas de mer miocène, et les eaux pliocènes arrivèrent de l'est, après une lacune continentale miocène qui fit succéder les dépôts pliocènes aux couches oligocènes, qui s'étaient auparavant déposées dans cette région.

En Italie, l'apparition des premiers horizons pliocènes (zancléens) fut marquée par une dépression générale du bassin qui, pendant un certain temps, fit succéder aux dépôts peu profonds du tortonien, les sédiments de grand fond de l'étage zancléen.

A Anvers, au contraire, nous trouvons dans les sables inférieurs un dépôt de profondeur moyenne, subissant un relèvement graduel et se terminant par un arrêt partiel de sédimentation. D'autre part, on verra

que le plaisancien et l'astien, qui succédèrent au zancléen, indiquent un relèvement général du fond des mers, tandis qu'à Anvers, nous trouverons dans certains dépôts des sables moyens (les sables à bryozoaires) les vestiges d'une faune profonde, indiquant une dépression bien accentuée, et ayant succédé au dépôt des sables inférieurs.

Ces différences, si considérables, entre l'histoire des deux bassins, montrent combien il serait difficile d'établir un synchronisme détaillé entre ces deux séries de couches, formées dans des conditions de sédimentation si différentes, et subissant l'influence d'oscillations distinctes.

Le zancléen, bien développé dans les provinces de Messines et des Calabres, est également représenté dans les régions moyenne et septentrionale de l'Italie. Ce sont alors des marnes blanches, ou peu colorées, qui se distinguent parfois très difficilement des dépôts plus récents (plaisanciens) qui les recouvrent souvent en stratification concordante.

Seguenza indique une proportion de 16 p. c. de mollusques récents dans le zancléen ; mais cette proportion doit être plus élevée, ainsi que l'indique d'ailleurs le passage insensible que l'on constate parfois entre le zancléen et les couches supérieures ou plaisanciennes, lesquelles contiennent plus de 50 p. c. d'espèces récentes.

Sur les 127 espèces de mollusques signalées par Seguenza dans le zancléen, il n'y en a guère qu'une trentaine qui se retrouvent dans nos sables inférieurs d'Anvers; par contre, on observe dans ceux-ci la plupart des nombreux Foraminifères du zancléen.

Les relations stratigraphiques qui, en Italie, unissent si étroitement les dépôts du tortonien (miocène), du zancléen (mio-pliocène) et du plaisancien (pliocène inférieur) font comprendre combien il serait puéril de s'attacher à rechercher, dans cette région, des divisions équivalentes à celles qui s'observent dans nos dépôts tertiaires, formés dans des conditions et sous des influences si différentes.

Tout ce que l'on peut avancer, pour le moment, c'est que le dépôt de nos sables inférieurs a dû s'effectuer pendant une période comprise entre le dépôt du tortonien et celui des premières couches plaisanciennes; et si une approximation plus grande était exigée, on pourrait peut-être considérer nos sables inférieurs comme correspondant plus spécialement aux dépôts zancléens.

Il existe encore, en d'autres régions de l'Europe méridionale, divers dépôts pliocènes, parmi lesquels il s'en trouve qui pourraient être synchronisés avec nos sables inférieurs ; mais ce que nous avons dit plus haut, relativement au peu d'utilité que présenterait actuellement une telle étude, nous dispensera de nous étendre davantage sur ce sujet.

LES SABLES MOYENS D'ANVERS.

Système scaldisien (partim.), Dumont (1849), Dewalque (1868).
Crag gris ou moyen, Lyell (1852), Dewael (1853).
Sables gris (partim.), Nyst (1861), d'Omalius (1862), Dejardin (1862), Mourlon (1873).

Les sables moyens et les sables supérieurs d'Anvers, ayant presque toujours été réunis et désignés sous le nom commun de *crag d'Anvers* ou *système scaldisien*, nous croyons utile, avant de commencer l'étude plus détaillée de chacun de ces deux horizons, de jeter un coup d'œil sur le groupe, pris dans son ensemble et tel qu'on se le représente généralement. Les dépôts qui, aux environs d'Anvers, recouvrent les sables noirs glauconifères ou inférieurs, sont d'une nature beaucoup plus variable que ceux-ci. Ils sont parfois composés de sédiments argileux, le plus souvent de sables meubles, quartzeux, mais rarement grossiers ou graveleux. Ils contiennent, surtout vers le haut, beaucoup moins de glauconie que les sables inférieurs, et cette substance s'y observe d'habitude en grains plus petits. Ces sables sont stratifiés en couches irrégulières et discontinues. Les phénomènes d'altération y sont très fréquents; ce qui, s'ajoutant aux remaniements qui se présentent très souvent dans ces dépôts, a toujours rendu l'étude de ceux-ci fort difficile. Les nombreux bancs fossilifères que l'on y observe consistent assez souvent en coquilles brisées, triturées et en débris remaniés. On y rencontre toutefois, mais plus localisés, des dépôts non remaniés, contenant des fossiles en place et en parfait état de conservation.

Depuis longtemps, on avait distingué dans ces dépôts deux horizons, qui ont été désignés sous les noms de *crag gris* et de *crag jaune*, d'après la coloration des sables, caractère que l'on croyait suffisant pour séparer ces deux niveaux. Le crag gris était rapporté au crag blanc ou corallin d'Angleterre (White or Coralline Crag), tandis que le crag jaune était assimilé au crag rouge (Red Crag), qui surmonte le précédent.

La base de distinction que nous venons de mentionner a été la cause première de nombreuses et regrettables erreurs. La coloration des sables n'a aucune signification propre, ni aucun rapport constant avec l'âge des couches. Ainsi, il est avéré maintenant que la teinte jaune ou rougeâtre de ces sédiments n'est autre chose que le résultat d'une altération chimique, due principalement à l'influence de certains phénomènes atmosphériques, produisant la décomposition de la glauconie et sa transformation en hydrate ferrique. Or, les sédiments qui appartiennent à l'horizon des sables moyens contiennent habituellement une forte proportion de glauconie; et, lorsqu'ils sont altérés, ils présentent, avec une très

grande intensité, ces phénomènes de coloration rougeâtre ou jaunâtre. Il en est très souvent résulté que, trompé par les apparences, on a confondu ces dépôts, artificiellement colorés, avec les sédiments, également jaunâtres, qui constituent généralement l'horizon des sables supérieurs. Tel est le cas pour les localités de Wyneghem et du Stuyvenberg par exemple.

D'un autre côté, certains dépôts des sables supérieurs sont restés gris ; d'autres, altérés et rougis, mais remaniés et lavés par les eaux quaternaires ou modernes, se sont alors trouvés débarrassés de la matière argileuse à laquelle ils devaient leur coloration rougeâtre; restant dans ce cas uniquement composés de grains quartzeux et de débris coquilliers grisâtres, ces dépôts, d'ailleurs très locaux, ont été pris pour des couches appartenant à l'horizon des *sables gris*, ou sables moyens d'Anvers.

On comprend dès lors, que la distinction des dépôts d'Anvers en sables gris et en sables jaunes, n'a pu résister aux investigations scientifiques. Aussi, M. Dewalque, dans son Prodrome d'une description géologique de la Belgique, n'adopte-t-il pas la division du scaldisien en crag gris et en crag jaune. Bien plus encore, l'auteur ajoute, qu'en thèse générale, on ne peut admettre de subdivisions dans ce système, et fait remarquer que les observations les plus récentes de M. Nyst le conduisaient alors (en 1868) au même résultat[1].

Il n'y a rien de bien surprenant dans cette déclaration, qui montre les indécisions qui ont existé pendant longtemps, sur la valeur des deux divisions établies dans le système scaldisien de Dumont.

Qu'advenait-il en effet, lorsque se basant sur la distinction qui avait été établie, on voulait étudier, au point de vue paléontologique, les deux horizons en question? C'est que les listes de fossiles que l'on avait dressées pour chacun d'eux, se montraient si peu distinctes et contenaient si peu de fossiles spéciaux ou caractéristiques, que l'on croyait réellement s'être trompé en indiquant dans le système scaldisien deux niveaux distincts. Mais ce dont on semblait ne pas se douter, c'est que cette confusion provenait tout simplement de ce que l'*on avait à tort signalé comme provenant de l'étage inférieur, tout ce qui avait été recueilli dans les sables à coloration grise, et que l'on rapportait à l'étage supérieur, tout ce qui avait été trouvé dans les sédiments à coloration jaune ou rougeâtre.* Dans sa *Nouvelle note sur le gisement de la Terebratula grandis,* lue à la séance du 12 avril 1874 de la Société Malacologique, M. Cogels a déjà fait remarquer cette confusion, qui, d'autre part, s'était encore augmentée par le manque de coupes et de superpositions.

Il résulte de ces circonstances, que les listes publiées jusque dans ces

[1] Nous croyons savoir que, actuellement, M. Dewalque admet parfaitement deux divisions, dans les dépôts qui surmontent les sables inférieurs d'Anvers.

derniers temps sur les couches « scaldisiennes » d'Anvers, doivent être complétement refaites ou bien considérées comme non avenues, du moins en ce qui concerne la distinction des deux étages.

Mais il y a loin de rejeter la division primitivement proposée, à repousser toute espèce de distinction, comme on a voulu le faire; et il ressortira au contraire des considérations qui seront développées dans ce travail, qu'il y a lieu de maintenir une distinction des plus importantes entre l'horizon des sables moyens et celui des sables supérieurs.

Il existe, cela est maintenant indiscutable, deux horizons, bien distincts et très nettement caractérisés, dans ce que l'on appelait le système scaldisien; et, dans leur ensemble, ils se rapportent plus ou moins bien aux deux divisions, généralement connues sous les noms de crag gris et de crag jaune.

C'est tout au plus, si l'on peut tenir compte de la couleur pour signaler que la coloration grise a été habituellement conservée au niveau des sables moyens, tandis que la coloration jaune ou rougeâtre, qui résulte presque toujours de certains phénomènes d'altération, paraît très générale dans les sables supérieurs, plus exposés d'ailleurs aux phénomènes en question.

Pour établir les bases d'une bonne classification, dans des terrains tels que ceux que nous avons à étudier, il ne faut pas perdre de vue la distinction qu'il faut établir entre les couches remaniées et les dépôts en place. Si les observations ne sont pas faites avec toutes les précautions nécessaires, il peut en résulter, tant au point de vue stratigraphique que paléontologique, de très graves inconvénients. De plus, il faut tenir compte de cette circonstance, que, dans des dépôts littoraux, comme le sont la plupart de ceux qui vont nous occuper, on ne peut guère s'attendre à une grande continuité dans les couches; les dépôts sont locaux, souvent peu développés et toujours très variables dans leur composition, comme dans leur faune.

Il faut donc se défier des généralisations basées sur des coupes locales, et une bonne étude stratigraphique de ces dépôts réclamerait des recherches longues et assidues sur tous les points du bassin. C'est là un des motifs qui, dans le travail que nous présentons aujourd'hui, nous ont engagé à supprimer entièrement les coupes, qu'il eût d'ailleurs fallu donner trop nombreuses et trop détaillées, pour être publiées dans les Annales de la Société Malacologique. Elles seront du reste mieux à leur place dans un véritable travail stratigraphique que dans cette esquisse sommaire, qui n'a d'autre but que de servir d'introduction à nos recherches sur les Foraminifères d'Anvers.

Parmi les difficultés que présente l'étude géologique du bassin

d'Anvers, nous signalerons celle que l'on éprouve parfois à distinguer les couches de formation quaternaire, — où les coquilles ont été triturées par des remaniements postérieurs au dépôt des sédiments, — d'entre certains bancs littoraux, également composés de coquilles brisées, mais qui s'amoncelaient sur les côtes, pendant la sédimentation pliocène, sous l'action des courants et de la marée. Parfois, des dépôts quaternaires, presque uniquement composés de sables et de débris de coquilles pliocènes, ressemblent si étonnamment à certains bancs coquilliers en place, qu'il est souvent très difficile de les distinguer de ceux-ci.

Si nous signalons ainsi les difficultés qu'offre l'étude des sables moyens et supérieurs d'Anvers, c'est afin de montrer par là que nous avons essayé de les résoudre et que dans les recherches qui font l'objet de ce travail, nous avons soigneusement tenu note de toutes ces circonstances.

Au risque de ne pas accorder à cette partie du mémoire l'importance que la richesse et la diversité des matériaux nous auraient permis de lui donner, nous avons préféré ne présenter que des résultats absolument certains et des listes bien établies, caractérisant nettement chaque horizon, sans crainte de mélanges ou d'erreurs.

Nous allons maintenant nous occuper des dépôts qui constituent les sables moyens proprement dits. Ces dépôts, fort peu étudiés et rarement observés en place aux environs d'Anvers, constituaient jusqu'à présent l'étage inférieur du système scaldisien de Dumont.

Si l'on pouvait trouver quelque utilité à conserver, dans les dépôts d'Anvers, la distinction des deux systèmes primitivement signalés, en même temps que celle des trois étages que nous proposons, nous serions forcé de rapporter nos sables moyens d'Anvers à l'étage supérieur du système diestien, et non au scaldisien, qui serait, suivant nous, uniquement constitué par nos sables supérieurs.

Un mémoire de M. Paul Cogels, publié tout récemment dans les Annales de la Société Malacologique de Belgique [1], sous le titre de : *Observations géologiques et paléontologiques sur les différents dépôts rencontrés à Anvers, lors du creusement des nouveaux bassins*, a jeté un grand jour sur la connaissance de certains dépôts des sables moyens d'Anvers. Le contact entre les sables inférieurs et les dépôts plus récents était fort peu connu, n'ayant été observé que très rarement. M. Cogels montre qu'aux nouveaux bassins, les sables noirs à *Pectunculus pilosus* se trouvent surmontés de la zone de graviers et de petits cailloux, (le sable graveleux) qui termine généralement la série inférieure. Au niveau immédiatement supérieur au sable graveleux, on observe encore l'*Ostrea cochlear*, le *Turbinolia* des sables inférieurs et une Cardite fort abondante et tou-

[1] *Voir* la note de la page 109.

jours bivalve, désignée dans le mémoire de M. Cogels sous le nom de *Cardita intermedia*, Broc. Ce nom avait été donné à la coquille en question, par suite d'indications inexactes, qui avaient induit notre collègue en erreur; mais M. Cogels vient de nous informer que la Cardite de la base des sables à *I. cor*, n'est pas la *C. intermedia*, mais bien la *C. senilis*, espèce du Crag corallin d'Angleterre. M. Cogels nous a obligeamment autorisé à faire connaître cette rectification. M. Nyst, consulté à ce sujet, nous a confirmé l'opinion de M. Cogels, de sorte que le nom de *C. senilis* doit positivement remplacer celui de *C. intermedia*. Toutes les coquilles de la zone à Cardites sont bien en place, ce que dénote non seulement leur aspect, mais aussi le lit à Pétoncles, qui se trouve en dessous, parfaitement intact, non remanié et composé de coquilles toujours bivalves.

La *Cardita senilis*, si abondante et localisée à la base des sables à *I. cor* des Bassins, ne se retrouve pas dans l'horizon des sables inférieurs. M. Cogels qui, en 1874, rapportait cette coquille à la *C. intermedia* — espèce des sables inférieurs — s'appuyait évidemment sur cette identification, pour attribuer à la faune de la couche à Cardites un caractère de transition, qu'elle ne possède pas en réalité à un degré aussi accentué qu'on pourrait le croire d'après le mémoire de notre collègue. L'*Ostrea cochlear*, autre espèce des sables inférieurs, signalée au même niveau, est en réalité très rare dans ce dépôt. Or, ce sont surtout ces trois fossiles : la *Cardita intermedia*, l'*Ostrea cochlear* et le *Turbinolia*, ainsi que les dents de poissons, dont la présence avait engagé M. Cogels à créer le nom de *zone intermédiaire*, dénomination qu'il serait peut-être désirable d'abandonner, ou tout ou moins de modifier.

Les sables à Isocardia cor.

Sables à Isocardia cor, P. Cogels (1874).

M. Cogels a donné le nom de sables à *Isocardia cor*, à l'horizon qui est représenté aux nouveaux bassins par un dépôt bien caractérisé, se reliant à la zone à Cardites dont il vient d'être question, et qui est recouvert par les dépôts plus récents, de l'horizon des sables supérieurs.

Le nom de sables à *Isocardia cor* doit également s'appliquer à la zone caractérisée par les Cardites, qui se relie d'une façon insensible aux dépôts qui la surmontent, non seulement au point de vue minéralogique, mais aussi au point de vue du facies de la faune. Au dessus du niveau à Cardites, les espèces des sables inférieurs disparaissent peu à peu, ainsi que la glauconie grossière, si caractéristique de la série inférieure. Au niveau des Cardites, on voit se développer rapidement les espèces de l'horizon des sables moyens, telles que : *Cyprina rustica*, *Astarte Omalii*,

Astarte corbuloïdes, *Isocardia cor*, *Cardita orbicularis*, *Ditrupa subulata*, etc. Toutes ces coquilles sont parfaitement en place ; les lamellibranches ont leurs valves réunies, et les gastéropodes les plus délicats s'y trouvent bien intacts, ce qui dénote l'absence de tout remaniement.

La présence, bien en place, d'un certain nombre d'espèces des sables inférieurs, dans la zone plus glauconieuse qui forme la base des sables à *I. cor*, l'absence d'éléments roulés, d'amas de coquilles brisées et de tout remaniement dans cette zone intermédiaire, dénotent que le niveau de graviers, qui termine la série inférieure et qui indique une certaine modification dans le régime des eaux, est loin d'avoir l'importance et la valeur stratigraphique de la ligne de démarcation si tranchée, que nous trouverons tantôt entre l'horizon des sables moyens et celui des sables supérieurs.

Revenons maintenant à la description des sables à *Isocardia cor* proprement dits. Ces sables, dit M. Cogels, vus en masse, sont d'un gris très foncé, à la base. Ils paraissent parfois contenir un peu de calcaire ; d'autres fois ils sont verdâtres, légèrement argileux et assez fins. Vers le bas, ils renferment une forte proportion de glauconie ; mais cette substance diminue peu à peu vers le haut, ce qui rend les sables moins foncés. En même temps ils deviennent plus fins et plus meubles. Parfois, dans l'épaisseur de ces sables, le calcaire devient assez abondant pour donner lieu à la formation de petits bancs ou lits non continus, d'une roche friable, d'un gris blanchâtre plus ou moins prononcé.

La partie supérieure de ces sables est presque toujours altérée, et présente alors une légère teinte ferrugineuse ou brunâtre.

Ces couches à *Isocardia cor* ont une épaisseur très variable et qui dépend surtout des dénudations subies par leur surface. On peut l'évaluer en moyenne à trois ou quatre mètres. Dans toute l'épaisseur des sables à *Isocardia cor*, il n'y a ni cailloux, ni graviers, ni aucun autre indice de remaniement, ce qu'il importe de noter. Les fossiles ne s'y trouvent pas rassemblés en couches, comme dans les sables inférieurs ; ils se trouvent épars dans toute la masse du dépôt, quoique parfois très abondants. M. Cogels a indiqué, sans toutefois y attacher grande importance, quatre niveaux minéralogiques et paléontologiques dans les sables à *Isocardia cor* des nouveaux bassins. Sans nous y arrêter, nous allons passer à l'étude des débris organiques contenus dans l'ensemble du dépôt.

Mollusques. — Le tableau suivant comprend la liste des coquilles recueillies en 1873 par M. P. Cogels dans les sables à *Isocardia cor* des nouveaux Bassins. Nous n'avons pas cru devoir tenir compte de la distinction des quatre niveaux indiqués par notre collègue ; mais nous avons placé, en regard de la liste, diverses colonnes de renseignements supplémentaires.

La première colonne du tableau renferme, d'après M. Cogels, les indications relatives au degré d'abondance des espèces; l'absence de tout signe indiquant simplement le fait de la présence. Il est à remarquer que les espèces abondantes ou caractéristiques sont indiquées dans la liste en caractères plus accentués. Dans la seconde colonne se trouvent désignées les espèces appartenant à la faune des sables inférieurs. La troisième indique les coquilles observées dans les sables supérieurs par MM. Nyst, Dewael et Cogels. Nous n'avons utilisé, pour établir ces indications, que les listes des sables supérieurs qui seront données plus loin, et au sujet desquelles il n'y a pas d'erreur à craindre. Cependant l'astérisque * indique que l'espèce n'a été signalée que dans les listes dressées pour Wyneghem, où il y a certainement quelques mélanges fauniques, mais heureusement faciles à reconnaître. Les espèces en question proviennent, non des sables supérieurs de Wyneghem, mais de la *partie supérieure, altérée et rougie* des sables moyens, sur lesquels reposent les sédiments de l'horizon plus récent et avec lesquels on a confondu, par suite de la similitude de coloration, cette partie altérée des sables moyens. En confirmation de ceci, nous ferons remarquer que ces mêmes espèces, qui appartiennent aussi à la faune du Coralline Crag, ne se retrouvent *jamais en place* dans le Red Crag.

Dans les additions de la troisième colonne, nous ne comprendrons donc, comme appartenant à la faune des sables supérieurs, que les espèces marquées S. La quatrième colonne de notre tableau indique, au moyen des lettres C et R, la proportion des espèces qui appartiennent aux faunes du Coralline Crag et du Red Crag. L'astérisque*, qui parfois remplace la lettre R, permet de noter les espèces qui, bien que recueillies dans le Red Crag, sont considérées par les paléontologues anglais comme remaniées et provenant du Coralline Crag. Ces espèces ne doivent donc pas être comptées au nombre de celles qui appartiennent réellement à la faune du Red Crag. Enfin, dans la cinquième et dernière colonne de notre tableau, on trouvera la notation (A) des espèces qui se retrouvent encore vivantes dans les mers actuelles.

Ces diverses indications et, en particulier, celles relatives à la faune du crag anglais, ont été fournies par des recherches patientes et soigneuses dans les listes les plus récentes, publiées en Angleterre, et surtout dans le beau travail de M. Wood, intitulé : *Supplement to the Crag Mollusca.* (Voir Part. II. London, 1874. *Synoptical List*, page 203.) Enfin, MM. Wood et Gwyn Jeffreys ont bien voulu tous deux revoir nos listes, et ils nous ont communiqué diverses indications et observations, pour lesquelles nous sommes heureux de témoigner toute notre reconnaissance à ces savants spécialistes.

LISTE DES MOLLUSQUES

DE LA ZONE DES SABLES A *ISOCARDIA COR*

ÉNUMÉRATION DES ESPÈCES.	Degré d'abondance ou de rareté.	Sables inférieurs.	Sables supérieurs.	Crag corallin Crag rouge.	Mers actuelles.
Cancellaria varicosa, *Broc.* (C. scalaroïdes, *Wood*). .	r	I	*	C	
Ficula condita, *Brongn.* (Pyrula reticulata, *Lmk.*) . .	r	I		C *	A?
Trophon alveolatum, *Sow.*	.		S	C *	
Buccinum Dalei, *Sow.* (G. Buccinopsis)	.		S	C R	A
Pleurotoma turrifera, *Nyst.* (T. turricula, *Broc.*) . .	.	I	S	*	
Ringicula buccinea, *Broc.* (R. auriculata, *Menard.*).	c c	I		C *	A
Cassidaria bicatenata, *Sow.*	c	I	S	C *	A
Cypræa Europæa, *Mont.*	r	I	S	C R	A
Natica cirriformis, *Sow.*	c		S	C	A
» **varians**, *Dujard.* (N. hemiclausa, *Nyst.* non *Sow.*)	c	I	S	C *	
» **multipunctata**, *Wood.* (N. multipunctata, var. *Lamk.*)	c	I	S	C R	A
Adeorbis subcarinatus, *Mont.*	.			C R	A
Turritella incrassata, *Sow.* (Turbo triplicata, *Broc.*).	c c	I	S	C R	A
Scalaria frondicula, *Wood.*	c	I	S	C	
» subulata, *Sow.*	.			C R?	A?
Margarita monilifera, *Nyst.* (M. maculata, *Wood.*) . .	.	I		C R	
Trochus zizyphinus, *L.*	.			C R	A
Dentalium costatum, *Sow.* (D. dentalis, *L.*) . . .	c	I		C *	A
» entalis, *L.*	.	I		C	A
Bulla cylindracea, *Penn.* (G : Cylichna)	.	I	S	C *	A
Scaphander lignarius, *L.* (G : Bulla)	.	I	S	C	A
Glycimeris angusta, *N.* et *W.* (v. de siliqua, *Chemn.*).	c	I	S	C *	A
Corbula striata, *Walk.* (C. gibba, *Olivi*)	c	I	S	C R	A
Neœra cuspidata, *Olivi.*	r	I		C	A
Scrobicularia prismatica, *Mont.* (G : Abra) (G : Ligula).	r	I		C R	A
Tellina balaustina, *L.*	r			C	A
» compressa, *Br.* (T. donacilla, *Wood.*) . . .	r			C	A
Venus ovata, *Penn.*	r		*	C R	A
» Chione, *L.* (G : Cytherea)	r	I	*	C *	A
» multilamella, *Lmk.*	r	I			A
» rudis, *Poli.* (Cytherea cycladiformis, *Nyst.*) . .	r	I	S	C R	A
Woodia digitaria, *L.* (G : Astarte) (G : Tellina) . .	c		S	C R	A
Cyprina Islandica, *L.*	c	I	S	C R	A
» **rustica**, *Sow.*	c	I	S	C *	
Cardium Norvegicum, *Spengl.* (C. interruptum, *Wood.*).	r r		S	R	A
Isocardia cor, *L.*	c c			C *	A
Axinus sinuosus, *Don.* (A. flexuosus, *Mont.*) (G : Lucina) (G : Cryptodon)	r	I		C R	A
Lucina borealis, *L.*.	c c	I	S	C R	A
Diplodonta Woodi, *Nyst.* (D. dilatata, *Wood.*) . . .	r		*	C *	
Astarte Basteroti, *Lajonk.*.	r r		S	C R	A
» **Burtini**, *Lajonk.*	c		S	C *	

ÉNUMÉRATION DES ESPÈCES.	Degré d'abondance ou de rareté	Sables inférieurs.	Sables supérieurs.	Crag corallin Crag rouge.	Mers actuelles.
Astarte corbuloïdes, *Lajonk.*	c		S		
» obliquata, *Sow.*	r		S	R	
» **Omalii**, *Lajonk.*	c	I	S	C *	A
» gracilis, *v. Münst.* (A. Galeottii, *Nyst.*)	r		S	C *	A
Circe minima, *Mont.* (Cytherea trigona, *Nyst.*)(G:Venus).	r		S	C *	A
Cardita orbicularis, *Sow.*	c	I	S	C *	
» **scalaris**, *Sow.*	c		S	C R	A
» **senilis**, *Lam.*	c			C *	A
Limopsis aurita, *Broc.* (L. sublævigata, *Nyst.*)	r	I		C *	A
Nucula lævigata, *Sow.*	r	I	S	C R	
Crenella scricea, *Bronn.* (G : Modiola)	.	I		C	
Lima subauriculata, *Mont.*	.	I		C	A
Pecten dubius, *Broc.* (P. radians, *Nyst.*)	c		S	C R	
» **Gerardii**, *Nyst.*	c		S	C	A
» **lineatus**, *Da Costa.* (var. de opercularis, *L.*).	c	I	S	R	A
» **maximus**, *L.* (var. **grandis**, *Sow.*)	c		S?	C *	
» **pusio**, *L.*	c	I	S	C R	A
» **tigrinus**, *Müll.*	c	I	S	C R	A
» **Westendorpi**, *Nyst.*	c			*	
Ostrea cochlear, *Poli.* (Ostrea navicularis, *Broc.*)	.	I		C *	A
» **edulis**, *L.*	c	I	S	C R	A
Anomia ephippium, *L.*	c	I	S	C R	A
Lingula Dumortieri, *Nyst.*	c		S?	C	A

A ces fossiles, il faut encore ajouter une douzaine d'espèces indéterminées, dont la présence a été signalée par M. Cogels. De plus, le *Ditrupa subulata* Desh. se rencontre aussi vers le bas de la couche, et une valve isolée de *Terebratula grandis* a également été observée à ce niveau.

M. Cogels signale, sans les déterminer, quelques *Bryozoaires* isolés, des *Foraminifères*, des *Balanes*, des otolithes de *Trigles* et enfin des piquants de *Cidaris*.

Voyons maintenant quels renseignements peuvent nous fournir les indications de la faune malacologique.

Nous avons signalé, d'après M. Cogels, le peu d'importance de la ligne de démarcation qui existe entre les sables inférieurs et les sables à *Isocardia cor*. Les relations de ces dépôts se trouvent confirmées par les indications de la liste, qui nous apprend que 38 espèces sur 64, c'est à dire 60 p. c. des fossiles mentionnés, se retrouvent dans les sables inférieurs, ce qui est d'autant plus remarquable, que des différences bathymétriques, assez considérables, existent entre ces deux dépôts, et tendent à différencier le facies de leurs éléments fauniques.

Nous voyons ensuite, que sur 64 espèces, 57 se retrouvent — et la

plupart abondamment — dans le Coralline Crag, et parmi les 7 seules espèces faisant exception, 2 se trouvent signalées comme *dérivées* dans le Red Crag. Cette proportion considérable d'espèces en commun avec le Coralline Crag suffit à elle seule pour montrer les affinités étroites qui unissent ce dernier dépôt à nos sables à *Isocardia cor*.

D'ailleurs, il est à remarquer que 27 seulement de nos espèces se retrouvent *bien en place* dans le Red Crag; et encore, plusieurs coquilles indiquées dans nos colonnes comme se trouvant dans ce cas, n'ont-elles été trouvées que dans les sables de Chillesford, et dans d'autres dépôts, distincts du véritable Red Crag.

Nous avons signalé plus haut ce fait, que 38 espèces de la liste se retrouvent dans les sables inférieurs. Or, il n'y a que 38 espèces également, sur les 64 énumérées, qui se retrouvent signalées en toute certitude dans nos sables supérieurs [1].

On voit donc que la faune des sables moyens, presque identique à celle du Coralline Crag, diffère de celle du Red Crag et de nos sables supérieurs, et qu'enfin cet horizon constitue un terme moyen, bien distinct, entre les sables inférieurs et les sables supérieurs.

Nous ajouterons encore, que les recherches de M. Jeffreys sur la faune du Coralline Crag, le conduisent à admettre que 88 p. c. des mollusques de ce dépôt se retrouvent encore vivants. Dans le sable à *Isocardia cor* nous en trouvons 73 p. c.[2], ce qui s'accorde précisément avec la liaison que nous avons signalée entre ce dépôt et nos sables inférieurs, et ce qui confirme l'opinion, déjà exprimée par divers auteurs, que nos sables moyens seraient un peu plus anciens que le Coralline Crag.

Entomostracés. — Les recherches que M. le Dr G. Brady a bien voulu entreprendre à notre demande, nous permettent d'ajouter aux renseigne-

[1] Les quatre espèces marquées d'un astérisque dans la troisième colonne de la liste, provenant, comme nous l'avons dit, des sables moyens altérés et *jaunis* de Wyneghem, ont été mentionnées à tort comme appartenant à la faune des sables supérieurs. Nous n'en tenons donc aucun compte dans les additions de la troisième colonne.

[2] Quelques espèces de la liste précédente, indiquées d'après l'autorité de M. G. Jeffreys, comme habitant les mers actuelles, s'y rencontrent en réalité avec un facies quelque peu différent et y sont connues sous un autre nom que celui qu'elles portent généralement à l'état fossile. Par suite de certaines différences de vues dans l'interprétation des caractères spécifiques, l'auteur du *Crag Mollusca*, M. Wood, n'adopte pas les identifications proposées par M. Jeffreys et considère conséquemment les espèces en question comme éteintes.

Nous croyons utile d'énumérer ces espèces, en y joignant l'indication des formes encore vivantes, auxquelles les identifie M. Gwyn Jeffreys.

Cassidaria bicatenata, *Sow.* (C. tyrrhena, *Chem.*); Natica cirriformis, *Sow.* (N. heros, *Say*); Natica multipunctata, *Wood.* (N. millepunctata, *Lamk*); Glycimeris angusta, *Nyst.* (G. siliqua, *Chem.*); Astarte Basteroti, *Lajonk.* (A. sulcata. *Da Costa*); Astarte Omalii, *Lajonk.* (A. undata, *Gould*); Astarte gracilis, *v. Münst.* (A. compressa, *Mont.*); Pecten Gerardi, *Nyst.* (P. Groenlandicus, *Chem.*)

ments qui précèdent, la liste des Entomostracés des sables à *Isocardia cor*. Ce sont :

Bairdia oviformis, Speyer.
Cythere latimarginata, Speyer.
» *macropora*, Bosq.
» *plicata*, v. Munster.
» *Jonesi*, Baird.
» *polytrema*, nov. sp.
» *Dawsoni*, B. et C.
» *cicatricosa*, (Reuss).
» *plicatula*, Reuss.
Cythere subcoronata, Speyer.
» *ellipsoïdea*, Brady.
» *cribrosa* B. C. et R.
» *limicola*, (Norman).
Cytheridea pinguis, Jones.
Loxoconcha Grateloupiana (Bosq.)
» *bitruncata*, nov. sp.
Cytherella parallela, Reuss.

Parmi ces 17 espèces, 6 seront signalées plus loin dans les sables à bryozoaires ; 9 se retrouvent dans les sables inférieurs et 7 dans les sables supérieurs.

Quatre de ces espèces ont été mentionnées dans le Coralline Crag, et six au moins sont encore actuellement vivantes.

Vertébrés. — Les restes de vertébrés sont très abondants dans les sables à *Isocardia cor*. D'après les observations de M. Cogels, on trouve, localisés vers la base de ce dépôt, et toujours au dessus des sables inférieurs, des vertèbres et des dents de *Carcharodon*, des dents d'*Oxyrhina* et de *Lamna ;* dans toute l'épaisseur de ces sables, on observe des débris de divers autres poissons, parmi lesquels des arêtes de *Hannovera aurata*, Van Ben. Dans toute la masse des sables, et surtout vers le bas, M. Cogels a trouvé en grande abondance des ossements de cétacés. Il est à remarquer que les vertèbres se trouvaient en *séries* et non roulées, et s'observaient souvent couvertes de Balanes. Malgré l'apparente bonne conservation de ces pièces, il était difficile de les retirer en bon état du sable qui les enveloppait, par suite de leur état friable et cassant. Ces ossements n'ayant pu être transportés au Musée de Bruxelles et n'ayant jamais été étudiés, nous n'en pouvons donner la liste. Le Musée de la Société paléontologique d'Anvers, et M. Cogels, ont toutefois pu recueillir un certain nombre d'ossements, dont il serait fort désirable de connaître les déterminations. Notre collègue possède également quelques ossements d'oiseaux du même dépôt, et provenant de deux localités différentes.

Nous reviendrons plus loin sur la faune des vertébrés des sables moyens et nous nous contenterons de signaler, d'après M. Cogels, que les débris de *Carcharadon*, d'*Oxyrhina* et de *Lamna*, localisés vers la base du sable à *Isocardia cor*, ne se retrouvent pas vers le haut, comme les représentants des autres genres, ni répandus dans toute la masse, comme les ossements de cétacés.

Le nom de zone à *Isocardia cor* a été donné, par M. Cogels, aux sables dont nous venons d'étudier la faune, moins à cause de l'abondance de ce fossile — qui se trouve cependant répandu dans toute leur masse et souvent en très grande quantité — que parce qu'il est réellement caractéristique de ces dépôts et ne se retrouve en place dans aucun autre.

Notons qu'il en est absolument de même dans le crag anglais, où l'*Isocardia cor* se retrouve également dans le Coralline Crag, tandis qu'il n'a été mentionné jusqu'ici qu'une seule fois pour une localité du Red Crag, où il était évidemment remanié. Ce dernier point se trouve en effet confirmé par la présence, assez souvent constatée dans le Red Crag, de débris remaniés, consistant en nodules ou concrétions, contenant des moules ou même des valves d'*Isocardia cor*.

La zone des sables à *Isocardia cor* peut être considérée comme représentant l'un des facies en place des sables moyens, ce qu'annonce du reste, l'ensemble de la faune qu'elle contient, comme l'état de conservation des coquilles et l'absence de graviers ou de cailloux.

Il y a lieu de tenir compte également de cette circonstance, déjà signalée tantôt, que les ossements de cétacés rencontrés dans les sables à *Isocardia cor*, s'y présentent toujours parfaitement intacts, non roulés et formant des séries entières non déplacées.

Les sables à *Isocardia cor* sont en ce moment difficiles à observer sur la rive droite, à cause de l'absence de coupes ou de tranchées convenables.

Les matériaux que nous avons employés pour l'étude de la faune de ce dépôt, ont été soigneusement recueillis par nous dans une puissante masse de déblais, située à côté même du bassin de la Campine d'où ils avaient été extraits. C'est en ce lieu, lors du creusement des bassins, que les sables à *Isocardia cor* ont pu être observés en place par M. Cogels.

Nous devons encore à l'obligeance de notre confrère une certaine quantité de sable recueilli par lui à l'époque des travaux maritimes.

Il serait actuellement assez difficile de délimiter exactement l'aire occupée par le dépôt des sables à *Isocardia cor*. Cette couche est surtout représentée dans la région du Nord d'Anvers et s'étend jusqu'à Deurne.

Les sables à *Isocardia cor* se retrouvent encore en place, et assez bien développés, sur la rive gauche de l'Escaut, où ils s'étendent jusqu'à six ou sept kilomètres dans les terres, au sud de Calloo.

Il existe en plusieurs points des environs d'Anvers, de nombreux bancs fossilifères, souvent peu épais et à éléments remaniés, contenant des coquilles et des sables colorés en gris. C'est à des dépôts de ce genre, d'origines diverses, et d'âge parfois quaternaire, que se rapportent le plus souvent les indications des auteurs : « sables gris, crag gris », et c'est par suite de leur coloration que les éléments si hétérogènes de ces

couches ont été introduits dans les listes des sables moyens d'Anvers.

Il ne serait pas impossible que quelques unes de ces couches coquillières fussent en réalité contemporaines du dépôt des sables moyens ; ce seraient alors des bancs littoraux, composés de débris, alternativement déplacés puis reconstruits par l'action des marées et des courants, et analogues aux couches de ce genre, qui, précisément, s'observent très fréquemment en Angleterre au même niveau, c'est à dire dans le Coralline Crag ; mais, à Anvers, la plupart de ces couches remaniées sont incontestablement d'une date postérieure à la sédimentation des sables moyens. Elles indiquent la dénudation qui, ici comme en Angleterre, a séparé le dépôt des sables moyens de celui des sables supérieurs, et elles contiennent alors une faune à éléments complexes, dont les matériaux n'ont aucune signification propre, ou bien encore elles indiquent des remaniements plus récents, se rapportant aux époques quaternaire et moderne.

Dans tous les cas, ces couches remaniées ne peuvent offrir aucun intérêt faunique et ne servent au contraire qu'à fausser les interprétations, ainsi qu'à altérer le facies véritable des dépôts typiques, auxquels on les a souvent rapportées.

Il nous a donc paru préférable de ne pas nous en occuper, du moins pour le moment; nous en remettrons l'étude à plus tard, en supposant toutefois, qu'il y ait quelque utilité à l'entreprendre, au point de vue qui nous occupe.

Afin de donner une idée de l'importance des remaniements qui se sont effectués dans certains dépôts pliocènes des environs d'Anvers, nous signalerons ce fait : qu'à diverses reprises et en plusieurs endroits, nous avons observé des coquilles terrestres et fluviatiles — incontestablement quaternaires — ainsi que des ossements de mammifères, de même âge, dans des couches principalement composées de fossiles scaldisiens et de sables colorés en gris, qu'à première vue on aurait certainement pu rapporter aux sables moyens pliocènes. Et combien d'inexactitudes introduites dans les listes publiées sur la faune d'Anvers sont ainsi dues à des erreurs d'interprétation de ce genre et à de fausses assimilations, basées sur la coloration des sables!

Il ne sera pas inutile de faire remarquer que ces dépôts quaternaires de sables gris, avec fossiles remaniés, peuvent le plus souvent se reconnaître, non seulement à la quantité considérable de fossiles brisés qu'ils renferment, ainsi qu'aux coquilles fluviatiles, et aux ossements qui les accompagnent, mais encore à la nature minéralogique des sédiments. Tandis que les vrais sables « gris » en place, des deux zones des sables moyens, sont généralement fins et argileux, les dépôts « gris » non *in*

situ, qui résultent de remaniements postérieurs à la période pliocène, sont composés de grains grossiers quartzeux, lavés et débarrassés d'argile et souvent accompagnés de petits graviers et de cailloux roulés.

Les sables à bryozoaires.

Sables gris mouvants, Nyst (1861), d'Omalius (1862), Mourlon (1873).
Sables gris (partim), Dejardin (1862).
Roche à bryozoaires, Cogels (1874).

Les coupes du capitaine Dejardin et divers renseignements publiés de côté et d'autre, nous apprennent qu'il existe aux environs d'Anvers un dépôt spécial, particulièrement riche en bryozoaires, qui paraît s'étendre sous toute la région comprise entre les villages de Deurne, Wyneghem, Wommelghem, Borsbeek et Berchem, et même un peu plus loin au nord, comme au sud. Ce dépôt se retrouve aussi sur la rive gauche de l'Escaut, au sud de Calloo, où l'on a également recueilli une grande quantité de bryozoaires.

Ces couches ont été confondues avec d'autres, par M. Dejardin, sous le nom général de « sables gris ». Nous les désignons sous la dénomination de sables à bryozoaires.

C'est surtout au fort n° 2, à Wommelghem, aux environs de Wyneghem, etc., que ces sables paraissent le mieux développés. M. Nyst les a signalés dans une notice publiée en 1861; il y a découvert un grand nombre d'échinodermes et de bryozoaires, des agglomérations de *Terebratula grandis*, des *Lingula Dumortieri*, des *Ditrupa subulata* et quelques Foraminifères bien caractérisés. Ce facies si intéressant des sables moyens n'a jamais été convenablement décrit, ce qui provient, non seulement de la localisation de ce dépôt sur une aire relativement restreinte, mais aussi de la difficulté de l'observer en place, là où il se trouve.

Ces sables sont généralement assez fins ou argileux; ils sont le plus souvent colorés en gris, mais renferment parfois vers le bas — en même temps que des grains quartzeux assez grossiers — une grande quantité de glauconie, identique à celle des sables inférieurs, sur lesquels ils reposent. Cette matière leur donne alors une coloration noirâtre, qui pourrait presque les faire confondre avec ces derniers [1].

Rappelons-nous qu'il en était de même dans les sables à *Isocardia cor* qui, vers le bas, contenaient une forte proportion de glauconie.

La faune des sables à bryozoaires est toujours bien caractérisée, non

[1] En plusieurs localités, les sables à bryozoaires diffèrent parfois très peu, au point de vue minéralogique, des sables inférieurs. Pour s'en assurer, il suffit de débarrasser, soit par le lavage ou le tamisage, les sables à bryozoaires des nombreux débris organiques calcaires qu'ils renferment, débris auxquels ils doivent le plus souvent leur coloration claire ou grisâtre. Il reste, après cette opération, un dépôt glauconieux verdâtre ou foncé, tout à fait identique aux sédiments des sables inférieurs.

seulement par l'abondance remarquable des bryozoaires, qui ne se rencontrent bien en place qu'à ce seul niveau, mais aussi par la présence de divers brachiopodes, parmi lesquels on remarque surtout la *Terebratula grandis*. La *Lingula Dumortieri* y est toujours très abondante. On peut encore citer l'*Echinocyamus pusillus*, un *Cidaris* et quelques autres échinodermes. Ces sables sont encore nettement caractérisés par un nombreux groupe d'Entomostracés, qui seront énumérés plus loin, et par une remarquable série de Foraminifères, renfermant des espèces très intéressantes.

Vertébrés. — En réunissant les quelques observations publiées, aux renseignements fournis par diverses collections privées et par celle du Musée royal de Bruxelles, et surtout en tenant compte des indications qui nous ont été communiquées par les personnes qui ont assisté aux fouilles d'Anvers, nous avons pu nous assurer que, concurremment avec les sables à *Isocardia cor*, les sables à bryozoaires représentent l'horizon des grands cétacés Mysticètes d'Anvers. De nombreuses séries de vertèbres ont été trouvées presque intactes dans les sables à bryozoaires, ainsi que quelques squelettes presque entiers. Les débris, et particulièrement les dents de poissons, se retrouvent avec la même abondance dans ces sables, que dans la base des sables à *I. cor*. Les couches que nous réunissons sous le nom de sables moyens d'Anvers, constituent donc l'un des principaux gisements de cétacés. Toutefois, on ne rencontre ici que les cétacés Mysticètes ou baleines à fanons, tandis que nous avons vu que les sables inférieurs sont caractérisés par les cétacés Zyphioïdes, ou à rostre armé de dents.

Les nombreux représentants de la famille des Delphinides, que nous avons signalés dans les sables inférieurs, paraissent jusqu'ici manquer dans les sables moyens, où se trouvent localisés par contre, plusieurs types de Pinnigrades, voisins des Phoques, et qui ne s'observent pas dans les sables inférieurs.

Il est important de noter que si l'on a aussi rencontré beaucoup d'ossements de cétacés dans les sables supérieurs, ils y étaient presque toujours roulés, brisés et à l'état remanié. On peut affirmer que *presque tous les ossements recueillis dans les sables supérieurs, proviennent de remaniements des sables moyens*, remaniements qui sont du reste manifestes sur un grand nombre de points. D'autre part, il est à remarquer que c'est le plus souvent la coloration des os et celle des sédiments enveloppants qui a servi de guide dans le classement des ossements, et, l'on sait quelle valeur il faut attribuer à ces caractères! Nous ne croyons nullement hasardé d'émettre l'opinion que les ossements non roulés et en place, qui ont été rapportés à la faune des « sables jaunes d'Anvers », c'est à dire

des sables supérieurs, doivent être réellement attribués, ainsi que le dépôt où ils se trouvaient, à l'horizon des sables moyens (sables gris); la coloration jaune ayant alors été produite par les phénomènes d'altération et d'oxydation dont il a été question précédemment [1].

Lorsque nous étudierons plus loin la faune des sables supérieurs, nous verrons que son facies littoral très accentué, s'accordant avec d'autres caractères, indique que cet horizon tout entier était constitué par des plages marines peu profondes, par des baies très étendues, en un mot par des dépôts exclusivement littoraux; ce qui n'est guère conciliable avec le volume d'eau nécessaire aux évolutions de ces gigantesques habitants des mers. On voit donc de toute façon, qu'il ne reste guère de probabilités en faveur de l'opinion qui voudrait rattacher certains cétacés Mysticètes, à la faune des sables supérieurs d'Anvers.

En Angleterre, des ossements de cétacés ont été signalés dans la division supérieure du crag, mais, de même qu'ici, toujours roulés, brisés et souvent méconnaissables. Depuis quelques années, on en a également trouvé à la base du crag corallin, mais également en mauvais état. Sauf quelques rares exceptions, où l'on aurait rencontré des séries de vertèbres, la plupart de ces ossements paraissaient provenir d'un dépôt un peu antérieur au Coralline Crag, mais dont il ne subsiste cependant aucun vestige de l'autre côté du détroit.

La présence, bien en place cette fois, de ces mêmes ossements dans les deux zones qui constituent nos sables moyens, vient confirmer ce que nous avons rappelé tantôt : que ceux-ci seraient un peu plus anciens que le Coralline Crag.

On a constaté dans le crag anglais la présence d'ossements roulés, appartenant aux mêmes espèces de cétacés que celles d'Anvers, et de nombreuses concrétions roulées, contenant le *Pectunculus glycimeris*, l'*Isocardia cor*, etc. D'après Lankester [2] cela indiquerait l'existence d'un dépôt

[1] On a signalé, à Wyneghem, dans un dépôt rapporté à l'horizon des sables supérieurs, un certain nombre d'ossements de cétacés, qui paraissaient être en place et non roulés. Au nombre de ces ossements se trouvent quelques vertèbres réellement gigantesques, parmi lesquelles il y en avait du *Balœna primigenius* et du *Plesiocetus giganteus*. Or, nous avons déjà fait remarquer (page 186) que, avec les coquilles recueillies à Wyneghem, dans le même dépôt, il s'en trouve un certain nombre qui appartiennent incontestablement à l'horizon des sables moyens.

Il est bien certain qu'à Wyneghem, où les sables supérieurs jaunes ou rougeâtres reposent directement sur un dépôt appartenant aux sables moyens (gris), des phénomènes d'altération et d'oxydation sont survenus. Il en est résulté que la partie altérée et *rougie* des sables gris ou moyens, qui contenait ces ossements et ces coquilles non roulés, a été considérée à tort, comme faisant partie du dépôt supérieur, de même coloration. C'est un point qu'il sera du reste facile d'élucider, dès qu'une coupe ou une tranchée favorable pourra être étudiée.

[2] *On the Crags of Suffolk and Antwerp*, by Ray Lankester (*Geological Magazine*. N° X, vol. II, n° 4, april, 1865, p. 149).

identique à ceux, plus anciens, d'Anvers et formant peut-être même la continuation de ceux-ci. Le même auteur ajoute que ce dépôt, qui aurait ainsi précédé le Coralline Crag, a dû être entièrement balayé.

Bien que ce soit là une simple hypothèse, il n'en est pas moins fort probable que ces débris pourraient tout au moins indiquer les limites de l'extension occidentale de notre mer des sables moyens. Du reste, les sables ferrugineux du Kent — la continuation, nous l'avons vu, des sables « diestiens » de Louvain, de Diest, etc. — rendent cette supposition des plus vraisemblables, en montrant que cette extension occidentale des bords du golfe d'Anvers avait déjà commencé à s'effectuer à une époque antérieure, mais en une région plus méridionale.

Nous allons maintenant donner la liste des Cétacés, des Pinnigrades et des Poissons des sables moyens. Les indications que l'on possède sur le gisement de ces divers ossements, ne sont pas suffisantes pour permettre de rapporter ces vertébrés à la faune des sables à bryozoaires, plus spécialement qu'à celle des sables à *Isocardia cor*. La plupart des espèces signalées se retrouveront probablement dans les deux dépôts, qui appartiennent d'ailleurs au même horizon géologique. En un mot, c'est la liste des vertébrés des sables moyens, bien différente de la liste des vertébrés des sables inférieurs. On remarquera le nombre considérable des poissons qui se trouvent cités, et dont l'immense majorité est formée par les représentants de l'ordre des *Sélaciens*. Ces poissons cartilagineux n'ont laissé, en fait de débris, que leurs dents et des vertèbres ; mais les premières se trouvent à Anvers en nombre si considérable, que M. le major le Hon, qui pendant les dernières années de sa vie s'était voué à leur étude, évaluait à 30,000 le nombre des dents soumises à son examen pour le classement et la description de la série pliocène du Musée de Bruxelles ! Ce chiffre, des plus éloquents, nous dispensera d'en dire davantage sur l'abondance des vertébrés de cette classe à Anvers.

Toutefois, nous rappellerons ce que dit M. Van Beneden dans *Patria Belgica*[1], au sujet de l'abondance des dents de poissons à Anvers. Il fait remarquer que ces restes, se rapportant pour la plupart aux poissons les plus voraces de toute la classe, il devait y avoir dans la mer scaldisienne une extrême abondance de pâture, consistant en poissons osseux et qui nous sont, pour la plupart, restés inconnus.

Si fort peu de ces dernières espèces se sont conservées, c'est, d'après M. Van Beneden, que le golfe dans lequel s'est déposé le « crag d'Anvers » n'était pas assez tranquille pour que ces os délicats eussent

[1] *Patria Belgica*. Encyclopédie méthodique, etc., publiée sous la direction de E. Van Bemmel. Bruxelles, 1873-75. *Paléontologie des Vertébrés*, par P.-J. Van Beneden, p. 353.

pu s'y conserver. La présence de nombreux bryozoaires dans ces dépôts annonce en effet, des eaux agitées et renouvelées par les courants.

M. le major Le Hon, que la mort a trop tôt enlevé à ses travaux et à la science, se proposait d'étudier et de décrire tous les poissons tertiaires de la Belgique. Déjà, les dents des espèces nouvelles, que ce naturaliste avait commencé à étudier, se trouvent décrites et figurées dans une notice qu'il a publiée, à Bruxelles, en 1871, sous le titre de : *Préliminaires d'un mémoire sur les poissons tertiaires de Belgique.*

En parcourant l'énumération, ci-dessous exposée, des vertébrés des sables moyens, on sera frappé du grand nombre des baleines à fanons, ou grands cétacés, qui en font partie, et dont il n'a été signalé que trois espèces dans les sables inférieurs.

Mais ce que l'on ne pourra se figurer, d'après le simple exposé de cette liste, c'est la prodigieuse quantité de ces cétacés, dont les squelettes se trouvent aujourd'hui réunis dans les sables d'Anvers.

Pour donner une idée approximative de l'abondance extraordinaire de ces gigantesques habitants de la mer des sables moyens, il nous suffira de signaler le nombre des séries vertébrales qui représentent certaines de ces espèces dans la partie exposée des collections du Musée de Bruxelles. Nous entendons ici par *série,* une suite de vertébres ayant appartenu à un même animal.

Deux espèces encore non décrites, mais désignées par M. Van Beneden sous les noms de *Plesiocetus intermedius* et *Plesiocetus tertius*, sont chacune représentée au Musée de Bruxelles par environ *quarante* séries vertébrales, dont quelques unes se montrent presque complètes. Beaucoup d'autres espèces ont fourni un nombre de séries un peu moindre, mais toujours considérable. Quelques squelettes sont presque entiers, et les espèces qu'ils représentent seront décrites par M. Van Beneden, presque aussi complètement que s'il s'agissait, non de débris fossiles, mais d'espèces actuelles. D'énormes grillages, adossés aux murailles de certains vestibules du Musée, contiennent plus de deux cents mètres cubes d'ossements de cétacés, provenant du déchet des doubles, et qui ont été ainsi réunis afin de donner au visiteur étonné, une idée de l'incroyable quantité de baleines, qui hantaient le golfe d'Anvers, à l'époque des sables moyens. Si nous ajoutons encore, que l'on peut évaluer à 50,000 le nombre des échantillons choisis d'ossements de vertébrés qui se trouvent actuellement exposés au Musée de Bruxelles, et méthodiquement classés dans la salle dite des vertébrés d'Anvers, il ne nous restera, croyons-nous, plus rien à ajouter à ce sujet.

Presque toutes les espèces signalées dans la liste ci-dessous, se trouvent représentées dans les collections du Musée de Bruxelles. L'astérisque qui

accompagne un grand nombre de ces espèces, indique : pour les cétacés, qu'ils s'y trouvent représentés par de belles séries vertébrales ou des squelettes plus ou moins complets; pour les poissons, qu'ils sont représentés dans ces collections par des formules dentaires complètes, reconstituées par M. le major Le Hon.

Parmi les cétacés Mysticètes de la liste ci-dessous, il n'y a que les deux premiers, le sixième et le septième qui aient été décrits par M. le professeur Van Beneden. Toutes les autres espèces le seront prochainement, et les noms que nous indiquons ici pour ces espèces inédites, sont ceux que le savant naturaliste leur a attribués dans les collections exposées au Musée de Bruxelles, noms qui seront vraisemblablement conservés dans le travail monographique actuellement en préparation. Toutefois, certains changements sont encore possibles dans plusieurs de ces dénominations. En indiquant celles-ci, nous n'avons du reste eu pour but que de donner une idée aussi complète que possible de la richesse et de la diversité de la faune cétologique des sables moyens d'Anvers.

LISTE DES VERTÉBRÉS DES SABLES MOYENS D'ANVERS.

Cétacés Mysticètes.

Balœna primigenius, Van Ben.[1]
» *Briàlmonti*, Van Ben.
Probalœna Dubusii, Van Ben.
* *Balœnula balœnopsis*, Van Ben.
* *Balœnotus insignis*, Van Ben.
Megapteropsis robusta, Van Ben.
* *Plesiocetus giganteus*, Van Ben.[1]
* » *intermedius*, Van Ben.
* » *tertius*, Van Ben.
* *Plesiocetus rostratus*, Van Ben.
* » *minor*, Van Ben.
* *Heterocetus Hupschii*, Van Ben.
* » *Burtinii*, Van Ben,
* » *brevifrons*, Van Ben.
* » *dubius*, Van Ben.
* » *affinis*, Van Ben.
* » *scriptus*, Van Ben.

Pinnigrades[2].

Trichechus rosmarus, Linné.

[1] Ce sont les deux Mysticètes qui ont été signalés comme se trouvant en place, à Wyneghem, dans un dépôt de coloration jaunâtre, rapporté à l'horizon des sables supérieurs, mais qui, nous l'avons déjà dit, n'est autre chose que la partie supérieure altérée et oxydée du dépôt des sables moyens.

[2] Les ossements de phoques exposés au Musée de Bruxelles sont diversement colorés : tantôt en gris, tantôt en jaune, tantôt en noir, et paraissent ainsi au premier abord, se rapporter aux trois horizons des sables d'Anvers. Mais la coloration ne pouvant servir de guide, par suite des phénomènes d'altération, si souvent rappelés dans le cours du présent travail, il sera inutile de nous appesantir sur ces caractères. Nous nous bornerons à faire remarquer que la plupart des ossements teintés en jaune ou en rouge, proviennent de Wommelghem et de Wyneghem, c'est à dire de localités où les *sables moyens* sont précisément bien développés, et où la partie supérieure, très altérée et oxydée, de ces

* *Trichecodon Koninckii*, Van Ben.
Alachtherium Cretsii, Du Bus.
Mesotaria ambigua, Van Ben.
Palæophoca Nystii, Van Ben.
Callophoca obscura, Van Ben.
Platyphoca vulgaris, Van Ben.
Gryphoca similis, Van Ben.
Phocanella pumila, Van Ben.
» *minor*, Van Ben.
* *Phoca vitulinoides*, Van Ben.
Monatherium Delognii, Van Ben.
» *affinis*, Van Ben.
» *aberratum*, Van Ben.
* *Prophoca Rousseaui*, Van Ben.
» *proxima*, Van Ben.

OISEAUX.

Anser Scaldii, Van Ben.
Ossements indéterminés.

POISSONS OSSEUX.

Sphærodus insignis, Van Ben.
Chrysophris Hennii, Van Ben.
Trigloides, sp. [1]
Brachyrhynchus teretirostris, Van Ben.
Tetrapterus longicaudus, Ow.
» *alatus*, Ow.

POISSONS CARTILAGINEUX.

Lamna cuspidata, Ag.
* *Lamna vorax*, Le Hon.
» *lupus*, Le Hon.
Otodus apiculatus, Ag.
* *Oxyrhina trigonodon*, Ag.
* » *hastalis*, Ag.
* » *crassa*, Ag.
» *Benedenii*, Le Hon.
* » *xiphodon*, Ag.
» *Desorii*, Ag.
* » *Wilsonii*, Gibbes.
* *Carcharodon megalodon*, Ag. [2]
» *brevis*, Le Hon.
» *angustidens*, Ag.
» *sulcidens*, Ag.
* » *Escheri*, Ag.
» *leptodon*, Ag.
» *polygyrus*, Ag.
» *microdon*, Le Hon.
Scaldia biforis, Le Hon.
Anotodus Agassizii, Le Hon.
* *Notidanus primigenius*, Ag.
Galeocerdo acanthodon, Le Hon.
» *aduncus*, Ag.
Goniobatis Omaliusi, Le Hon.
Zygobatis, *sp.*
Palanarrhichas crassus, Ow.
Squatina angeloides, Van Ben.
Prionodon glaucina, Van Ben.
Hannovera aurata, Van Ben.

dépôts a été confondue avec les *sables supérieurs* qui les surmontent. Seul, le *Phoca vitulinoides* pourrait peut-être se rapporter à l'horizon des sables supérieurs. Si nous n'admettons aucune autre espèce de *Phocidæ* comme se trouvant en place à ce dernier niveau, nous ne croyons toutefois pas pouvoir affirmer qu'il en soit de même pour les dépôts plus anciens. Les *Prophoca Rousseaui* et *proxima* pourraient peut-être bien se rapporter à la faune des sables inférieurs. M. Mourlon croit que les trois *Monatherium* appartiennent au niveau des sables verts graveleux. D'après nous, ces ossements, pas plus que ceux des *Heterocètes*, n'appartiennent à la faune de ces sables, où ils ne se trouvent qu'à l'état d'épaves littorales. En attendant des renseignements plus précis, nous croyons devoir rapporter tous les Pinnigrades indistinctement, à la faune des sables moyens.

Aucun Delphinide ne se trouve cité ici dans nos listes. Nous rappellerons toutefois ce que nous disions dans la note 1 de la page 147, relativement à trois espèces : *Scaldicetus Antwerpiensis*, *S. Caretti* et *Eucetus amblyodon*, qui semblent pouvoir se rapporter à l'horizon des sables moyens.

[1] D'après M. Cogels, ce Trigle, dont il a recueilli beaucoup d'otolithes dans les sables à *I. cor*, devait être plus grand que le *T. Dejardinii* des sables inférieurs.

[2] Ce puissant Sélacien devait avoir une taille formidable, à en juger par les dimensions de ses dents. D'après la formule dentaire, rétablie par M. Le Hon, la mâchoire aurait eu quatorze pieds de circonférence ! M. Van Beneden évalue la taille de ce monstre marin à soixante-dix pieds de long.

Bryozoaires. — Si, des ossements, nous passons aux autres restes organiques de la zone que nous étudions ici, nous constatons que la faune des bryozoaires de ce dépôt est fort peu connue, et n'a jamais été mise suffisamment en lumière, alors qu'elle constitue cependant l'un des traits les plus saillants, et les plus caractéristiques de ces couches.

Dans la septième édition (1862) de son « Abrégé de géologie », d'Omalius d'Halloy mentionne neuf espèces de bryozoaires, provenant des « sables gris des environs d'Anvers. » Ces espèces avaient déjà été signalées précédemment par M. Nyst.

Dans le Prodrome d'une description géologique de la Belgique, publié en 1868 par M. le professeur Dewalque, nous trouvons, dans une liste communiquée à l'auteur par M. Nyst, trente-neuf bryozoaires, indiqués comme appartenant à la forme du « crag gris », plus quatre autres espèces, mentionnées à d'autres niveaux des sables d'Anvers.

Dans le parallélisme que l'on a signalé, à diverses reprises, entre le « crag gris » d'Anvers et le Coralline Crag, on ne s'est jamais appuyé sur les analogies de la faune bryozoïque de ces deux dépôts, pour la raison bien simple que les noms mentionnés dans la liste à laquelle nous faisons ici allusion, ne se représentent nullement dans la liste du Coralline Crag.

A l'époque où M. Nyst détermina les bryozoaires d'Anvers, il n'eut pas l'occasion de les identifier avec les espèces décrites dans la monographie de M. Busk, et il les rapporta à certaines espèces, très imparfaitement décrites et figurées par Philippi et par Roemer.

Ces bryozoaires, provenant des couches tertiaires du nord de l'Allemagne, paraissent réellement identiques à ceux d'Anvers ; mais ils se trouvent figurés d'une manière si peu distincte que la détermination reste souvent très douteuse.

Les choses en étaient restées à ce point, lorsque, ayant recueilli nous-même des échantillons de la roche à bryozoaires aux environs de la porte de Borsbeek, et ayant observé un grand nombre d'exemplaires, très bien conservés, dans les sables de Deurne, de Wommelghem, etc., que nous avons analysés pour nos études sur les Foraminifères, nous envoyâmes ces échantillons à notre collègue et ami M. A. Houzeau de Lehaie, qui s'occupe spécialement de l'étude des bryozoaires, tant vivants que fossiles. A notre entière satisfaction, les résultats de l'examen auquel se livra M. Houzeau confirmèrent en tout point ce que les vertébrés, les brachiopodes, les mollusques, les foraminifères, ce que la faune tout entière avait annoncé : qu'il y avait là d'incontestables affinités fauniques avec le Coralline Crag et un facies spécial, nettement caractérisé.

Étonné du contraste inexplicable que présentaient ces résultats avec ceux auxquels conduisait l'examen de la liste du Prodrome, nous fîmes

part de notre perplexité à M. Nyst qui, avec son obligeance habituelle, voulut bien mettre à la disposition de M. Houzeau les échantillons d'après lesquels avaient été établies les déterminations publiées dans le Prodrome. Toutefois, quelques espèces n'ont pu être retrouvées.

Or, il ressort des recherches auxquelles s'est livré M. Houzeau, que l'auteur de la Monographie des bryozoaires du crag anglais, M. Busk, se basant sans doute sur l'insuffisance des descriptions et de l'imperfection des figures de Philippi et de Roemer, n'a pas cru devoir tenir compte des travaux de ces auteurs.

Il en résulte qu'un certain nombre d'espèces se trouvent décrites, figurées et nommées à nouveau dans la Monographie de M. Busk, alors que, d'après l'application stricte des lois de la priorité, quelques unes d'entre elles, au moins, eussent pu conserver les dénominations de Philippi et de Roemer, employées par M. Nyst.

Nous nous bornons à signaler cette circonstance, tout en reconnaissant que l'adoption pure et simple des noms proposés par M. Busk, noms qui sont maintenant consacrés par l'usage, nous paraît préférable à toute modification nouvelle. M. Houzeau a pu, à l'aide des échantillons originaux, identifier la plupart des espèces citées dans le Prodrome, avec les descriptions et les figures du naturaliste anglais, ce qui nous permettra d'indiquer, dans les colonnes qui vont suivre, à quels types se rapportent réellement les dénominations du Prodrome.

Les déterminations des bryozoaires d'Anvers ont été faites par M. Houzeau, avec un soin minutieux et ont été confirmées ensuite par M. Busk lui-même, qui a reçu en communication toutes les espèces qui figurent dans la liste ci-contre.

Deux espèces nouvelles (les n^{os} 23 et 30 de la liste) portent des noms manuscrits, que vient de leur attribuer M. Busk. Après examen des échantillons, le savant spécialiste a cru devoir les distinguer spécifiquement de formes voisines, appartenant à la faune du Coralline Crag, et auxquelles M. Houzeau les avait rapportées.

Les n^{os} 9, 19, 62, 71, 82 et 94 représentent également des formes non décrites; ce sont des noms manuscrits, imposés par MM. Nyst et Houzeau, et qui, suivant l'avis de M. Busk, pourront être maintenus, après description.

Ces divers bryozoaires, ainsi que quelques autres espèces et variétés inédites des sables d'Anvers, seront prochainement décrits et figurés par M. Houzeau, dans un travail spécial.

LISTE DES BRYOZOAIRES

(Zone des sables à Bryozoaires.)

N^os^ d'ordre.	ÉNUMÉRATION DES ESPÉCES ET VARIÉTÉS.	MUSÉE DE BRUXELLES. Fort, n° 3, Berchem. Wommelghem.	Wommelghem ?	Deurne, Wommelghem, Porte de Borsbeek.	COLLECTION A. HENNE. Calloo, Deurne, Wommelghem, Wyneghem, Berchem, Bassin du canal.
	CYCLOSTOMATA.				
1	Crisia eburnea, *Linné*	B	....	....	.....
2	» denticulata, *M. Edw.*	B	....	....	.....
3	» eburneo-denticulata, *Smitt.*. . . .	....	....	—	.....
4	Diastopora (Alecto) repens, *S. Wood.* . .	B W	....	....	.....
5	» simplex, *Busk.*	B	....	—	.....
6	Mesenteripora meandrina, *S. Wood.* . . .	B	—	—	.....
7	Patinella proligera, *Busk.*	B W	—	—	.....
8	Idmonea delicatula, *Busk*	B W	—	—	.....
9	» Reussi, *Nyst*..	B	....	....	C
10	» Atlantica *E. Forbes*	W	—	—	.....
11	Tubulipora (Idmonea) serpens, *Linné.* . .	B W	—	—	.....
12	» (Alecto) palmata, *S. Wood.* . .	W	....	....	C
13	» flabellaris, *Fabr.*	B W	—	....	.....
14	» penicillata, *Fabr.*	W	....	....	.....
15	Hornera reteporacea, *M. Edw*	....	....	....	C Wy.
16	» infundibulata, *Busk.*	....	....	....	C Bs.
17	» canaliculata, *Busk.*	....	....	....	C
18	» frondiculata, *Lam.*	B	—	....	C B Bs.
19	» plana, *Nyst*	B W	—	—	.....
20	» rhomboidalis, *Busk.*	W	....	....	B
21	» striata, *M. Edw.*	B	—	....	C
22	» humilis, *Busk.*	....	....	....	C
23	Heteropora monodon, *Busk.* (spec. nova). .	....	....	....	C
24	Discoporella verrucaria, *Linné.*	W	....	....	.....
25	» crassiuscula, *Smitt.*	B W	....	....	.....
26	» hispida, *Johnston.*	B W	—	....	.....
27	Radiopora Goldfussi, *Reuss.*	W	....	....	.....
28	» (Buskia) tabulifera, *Reuss.* . .	B W	....	....	.....
29	Heteroporella radiata, *Busk.*	B	....	....	.....
30	» incrustans, *Busk.* (spec. nova).	W	....	....	.....
31	» parasitica, *Busk.*	B W	—	—	.....
32	Pustulopora subverticillata, *Busk*.. . . .	B W	—	....	C
33	» clavata, *Busk.*	B W	—	—	.....
34	» proboscidea, *E. Forbes* . . .		....	—	.....
35	Defrancia rugosa, *Busk.*	B	....	—	.....
36	Fascicularia tubipora, *Busk.*	....	....	....	C
	CHILOSTOMATA.				
37	Flustra? dubia, *Busk.*	W	—	—	.....
38	Salicornaria rhombifera, *v. Munster* . . .	B W	....	—	C B Wo. Bs.
39	» marginata, *Goldf*..	W	....	—	C
40	» sinuosa, *Hassal*	B W	....	—	C

DES SABLES MOYENS D'ANVERS

Dressée par M. A. HOUZEAU DE LEHAIE.

N°s d'ordre.	Angleterre, Crag corallin.	Allemagne du Nord.	Italie, pliocène.	Mers actuelles.	Zones de profondeur.	OBSERVATIONS. Dénominations employées en 1868 par M. Nyst dans le Prodrome de M. Dewalque.
1	..	..	..	A	a m l	
2	—	—	..	A N	a m l	
3	..	..	..	A At	a m	
4	—	..	..	A	a	Pustulipora ramosa ? *Rœmer*.
5	—	..	..	A N	a m	
6	—	..	..	A	a	Tubulipora foliacea, *Reuss*.
7	—	..	..	.....	.....	» stelliformis ? *Michelin*.
8	—	—	..	.....	.....	Hornera seriatopora, *Rœmer*.
9	..	..	..	.....	.....	Idmonea Reussi, *Nyst*.
10	..	..	..	A N	a m l	
11	..	..	—	A N	m l	Idmonea disticha ? *Goldf*.
12	—	..	..	A	a m l	
13	—	..	..	A	m l	= **Tubulipora phalangea**, Busk.
14	—	..	..	A	a m	= **Defrancia striatula**, Busk.
15	—	—	..	.....	.....	
16	—	..	..	.....	.....	
17	—	..	..	.....	.....	
18	—	..	..	M	.....	Hornera gracilis, *Phil*.
19	..	..	..	.....	.....	» plana, *Nyst*.
20	—	..	..	.....	.....	
21	—	..	..	.....	.....	
22	—	..	..	.....	.....	
23	..	..	..	.....	.....	
24	..	..	—	A	m l	
25	..	..	..	A	a	= **Tubulipora Grignonensis**, Busk.
26	—	..	..	A N	a m	
27	..	..	..	.....	.....	
28	..	—	..	.....	.....	Buskia tabulifera, *Reuss*.
29	—	..	..	.....	.....	Defrancia socialis, *Reuss*.
30	..	..	..	.....	.....	
31	—	..	..	.....	.....	Polytrema spongiosa, *Phill*.
32	—	..	..	.....	.....	Pustulipora sparsa, *Rœmer*.
33	—	..	..	.....	.....	» anomala, *Rœmer*.
34	..	..	..	M At	a m	
35	—	..	..	.....	.....	
36	—	..	..	.....	.....	
37	—	..	..	.....	.....	
38	—	—	..	M ?	.....	Vincularia rhombifera, *v. Munster*.
39	—	—	..	M ?	.....	» marginata, *Goldf*.
40	—	—	..	N M At	.....	

N°s d'ordre.	ÉNUMÉRATION DES ESPÈCES ET VARIÉTÉS.	MUSÉE DE BRUXELLES. Port. n° 3, Berchem. Wommelghem.	Wommelghem	Deurne, Wommelghem, Porte de Borsbeek.	COLLECTION A. HENNE. Calloo, Deurne, Wommelghem, Wyneghem, Berchem, Bassin du canal.
41	Membranipora Lacroixii, *Savigny*	W	....	....	.....
42	» tuberculata, *Bosc.*	W	....	....	C
43	» monostachys? *Busk.*	W	....	....	.....
44	» oblonga, *Busk.*	....	....	....	C
45	» bidens, *Hagenow*	W	—	....	.....
46	» trifolium, *S. Wood.*	B W	—	—	C
47	» Pouilletii, *Audouin*	....	....	....	C
48	» holostoma, *S. Wood.*	....	....	....	C
49	» rhynchota, *Busk.*	....	....	....	C
50	» aperta, *Busk.*	W	....	....	.....
51	Biflustra delicatula, *Busk.*	....	....	....	Wo.
52	Lepralia innominata, *Couch.*	B W	—	—	.....
53	» puncturata, *S. Wood.*	B	....	....	.....
54	» punctata, *Hassal*	....	....	....	C
55	» violacea, *Johnston*	....	....	....	C
56	» ansata, *Johnston.*	B W	....	....	C
57	» mammillata, *S. Wood.*	B W	....	....	C Wo.
58	» bicornis, *Busk*	B W	—	—	C
59	» ciliata, *Linné.*	....	....	....	C
60	» reticulata, *Mc Gillivray*	....	....	....	C
61	» Peachii, *Johnston.*	B W	....	....	C Wo.
62	» ventricosa, *Hassal*, var. tubulosa, *Houz.*	W	....	....	.....
63	» Bowerbankiana, *Busk.*	B W	....	—	.....
64	» megastoma, *S. Wood.*	....	....	....	C
65	» trispinosa, *Busk*	B W	....	....	.....
66	» Woodiana, *Busk.*	W	....	....	.....
67	» papillata, *Busk.*	....	....	....	C
68	Lunulites Edwarsii, *Nyst.*	B	....	....	B D
69	» conica, *Defrance.*	....	....	....	C D
70	Cupularia denticulata, *Conrad.*	B	....	....	C B D Bs.
71	» denticulata, var. Antwerpiensis, *Houz.*	....	....	....	B
72	» umbellata, *Defr.*	....	....	....	D
73	» Canariensis, *Busk.*	....	....	....	C Bs. Wo. Wy.
74	Anarthropora, *sp. nova.*	B W	....	—	.....
75	Eschara monilifera, *M. Edw.*	B W	—	—	C D
76	» Segdwickii, *Busk.*	B W	—	—	B
77	» porosa, *M. Edw.*	B	....	....	.....
78	» pertusa, *Busk.*	B	....	....	.....
79	» sinuosa, *Busk.*	B	....	....	.....
80	» polyomma, *Reuss.*	W	—	....	B
81	» cervicornis, *Pallas*	W	—	....	.....
82	» Nystii, *Houzeau*	....	—	....	.....
83	Melicerites Charlesworthii, *M. Edw.*	....	....	....	C
84	Cellepora coronopus, *Busk.*	B W	....	....	C D B Wo.
85	» pumicosa, *Linné.*	B W	....	—	.....
86	» ramulosa, *Linné.*	B W	—	—	C
87	» compressa, *Busk.*	B	....	....	C
88	» cœspitosa, *Busk.*	....	....	....	C
89	» tubigera, *Busk.*	B	....	....	C
90	» edax, *Busk.*	....	....	....	C
91	» parasitica, *Busk.*	B W	....	....	.....

N° d'ordre.	Angleterre. Crag corallin.	Allemagne.	Italie, pliocène.	Mers actuelles.	Zones de profondeur.	OBSERVATIONS. Dénominations employées en 1868 par M. Nyst dans le Prodrome de M. Dewalque.
41	—	—	—	M At	.....	
42	—	..	..	A At	a	
43	—	..	..	At	.....	
44	—	..	..	.....	.....	
45	—	—	..	.....	.....	Se trouve dans la craie.
46	—	..	..	A	a m l	
47	—	..	..	M	.....	
48	—	—	..	.....	.....	
49	—	..	..	.....	.....	
50	—	..	..	.....	.....	
51	—	..	—	N	.....	
52	—	..	—	N M	.....	Escharina circumcincta, *Phil.*
53	—	..	..	.....	.....	
54	—	..	..	A N	m l	
55	—	..	—	N M	.....	
56	—	..	—	A M	a	
57	—	..	—	.....	.....	Escharella celleporacea, *v. Munster.*
58	—	..	..	.....	.....	
59	—	..	—	A M	a	
60	..	..	..	A M	a	
61	—	..	..	A N	a m l	Cellepora tenella, *Rœmer.*
62	—	..	..	A M	a	
63	—	—	—	.....	.....	
64	—	..	..	.....	.....	
65	..	..	..	A N M	a m	Escharella caudata, *Rœmer.*
66	—	..	..	At	.....	
67	..	..	..	A N	a	
68	..	..	..	.....	.....	Lunulites Edwardsii, *Nyst.*
69	—	..	..	.....	.....	
70	—	..	..	At	.....	
71	..	..	..	.....	.....	Lunulites rhomboidalis, *v. Munster.*
72	..	..	—	.....	.....	
73	—	..	—	M At	.....	
74	..	..	..	.....	.....	Heteropora gracilis, *Phil.*
75	—	—	—	.....	.....	Porellina Rœmeri, *Nyst.* Eschara punctata, *Phil.*
76	—	..	..	.....	.....	Cellepora protuberum ? *Rœmer.*
77	—	..	..	.....	.....	Reteporellina plana, *Rœmer.*
78	—	..	..	.....	.....	
79	—	..	..	.....	.....	Eschara porosa, *Phil.*
80	..	—	..	.....	.....	
81	..	..	..	A	.....	
82	..	—	..	.....	.....	Eschara diplostoma, *Phil.*
83	—	..	..	.....	.....	
84	—	..	—	.....	.....	Les Cellepores étaient mêlés sous les noms :
85	..	..	—	A N M	.....	Cellepora globularis, *Bronn.*
86	—	..	—	A	a	» conglomerata, *Goldf.*
87	—	..	..	.....	.....	» millepunctata ? *Rœmer.*
88	—	..	..	.....	.....	
89	—	..	—	N At	.....	
90	—	..	..	.....	.....	
91	—	..	..	.....	.....	

N°s d'ordre.	ÉNUMÉRATION DES ESPÈCES ET VARIÉTÉS.	MUSÉE DE BRUXELLES. Fort n° 3, Berchem. Wommelghem.	Wommelghem!	Deurne, Wommelghem, Porte de Borsbeek.	COLLECTION A. HENNE Calloo, Deurne, Wommelghem, Wyneghem, Berchem, Bassin du canal.
92	Cellepora scruposa ? *Busk*..	....	....	....	C
93	» dentata, *Busk*.	....	....	....	C
94	» Broeckii, *Houzeau* (sp. nov.) . .	....	....	—	.....
95	Celleporaria Hassalii, *Johnston*.	B	....	....	.....
96	» incrassata, *d'Orbigny*. . . .	W	....	....	W
97	Retepora cellulosa, *Linné*	B W	—	—	C B W
98	» Beaniana, *King*, var. borcalis, *Smitt*.	B W	—	—	C D W
99	» notopachys, *Busk*. var. elongata, *Smitt*.	B	....	....	.....
100	» simplex, *Busk*.	B W	....	....	.....

Les matériaux employés par M. Houzeau, pour dresser la liste des bryozoaires d'Anvers, ayant diverses origines, nous croyons utile de donner quelques renseignements à ce sujet.

Dans la première colonne qui suit celle des noms, se trouvent indiquées les espèces qui font partie des collections du Musée de Bruxelles et parmi lesquelles sont comprises celles qui ont été signalées en 1868 par M. Nyst, dans les listes du Prodrome de M. Dewalque.

La plupart des échantillons du Musée sont étiquetés : « Wommelghem » et « Berchem, Fortin n° 3 ». Ces derniers ont été recueillis près de Berchem, en un point situé un peu à l'est de l'enceinte actuelle, non loin de la porte de Borsbeek.

Les bryozoaires de Wommelghem sont ceux qui accompagnaient les Térébratules, et ils sont d'une beauté et d'une fraîcheur remarquables; les extrémités des rameaux les plus délicats sont parfaitement conservées. Dans plusieurs cas, les échantillons de Wommelghem sont mieux conservés que ceux du Coralline Crag, figurés dans la Monographie de M. Busk.

Les échantillons de l'ancien Fortin n° 3, à Berchem, sont loin d'avoir la même fraîcheur; la plupart des rameaux sont brisés et un peu usés. La coloration noirâtre que présentent les échantillons du Fortin n° 3, pourrait faire croire, au premier abord, qu'il s'agit d'un gîte se rapportant aux sables inférieurs à Pétoncles. Il n'en est rien cependant; cette coloration foncée se présente encore en d'autres localités, au sein des sables à bryozoaires, comme aux environs de Deurne, par exemple.

La deuxième colonne du tableau contient l'énumération des espèces observées par M. Houzeau dans un échantillon de sable, provenant probablement de Wommelghem et marqué « Crag gris, Wommelghem ? » Ce sable contenait des débris de coquilles, d'oursins et de crustacés.

N°s d'ordre.	Angleterre, Crag corallin.	Allemagne.	Italie, pliocène.	Mers actuelles.	Zones de profondeur.	OBSERVATIONS. Dénominations employées en 1868 par M. Nyst ; dans le Prodrome de M. Dewalque.
92	—	..	—	.....	.....	
93	—	..	..	.....	.....	
94	..	..	..	.....	.....	
95	..	..	—	A N	m	
96	..	..	..	A	a m	Reteporella plana, *Rœmer*.
97	—	..	—	A N M	a m	
98	—	..	..	A N	a m	
99	..	..	..	A	m	
100	—	..	..	.....	.....	

M. Houzeau y a remarqué des fragments de *Lingula Dumortieri* et de *Terebratula grandis*.

Dans la colonne suivante, se trouvent indiquées les espèces que nous avons rencontrées dans les sables de Deurne, Wommelghem et dans les blocs calcaires du talus du fossé de l'enceinte, à la porte de Borsbeek.

Enfin la quatrième colonne des localités comprend l'ensemble des espèces notées par M. Houzeau, dans une riche collection de bryozoaires recueillis par M. le colonel A. Henne, en différents points des environs d'Anvers. Diverses indications accompagnent les échantillons de la collection de M. Henne, mais plusieurs d'entre elles nous semblent assez discutables; et, d'autre part, nous ne pouvons attacher d'importance aux différences de coloration, qui, dans ces indications, paraissent avoir servi de base de caractérisation. Toutefois, il est important de noter que beaucoup d'espèces se trouvent indiquées comme provenant du « crag gris », à Calloo, sur la rive gauche[1] et enfin, que quelques espèces marquées « crag noir » sont étiquetées *Berchem*. Ces dernières proviennent vraisemblablement de l'ancien Fortin n° 3, où nous avons signalé plus haut la coloration foncée des sables moyens. Une dizaine d'espèces de la collection de M. Henne sont marquées *Wommelghem, Wyneghem* et *Deurne,* ce qui s'accorde avec

[1] Il est probable qu'il s'agit ici d'une localité de la rive gauche, *au sud* de Calloo, région dans laquelle s'observent, parfaitement en place, des dépôts de l'horizon des sables moyens.

Il est à remarquer qu'à peu près une vingtaine d'espèces, de celles qui se trouvent indiquées comme provenant de « Calloo », paraissent spéciales à ce dépôt. Il y aurait donc lieu d'étudier avec soin, les couches à bryozoaires que l'on pourrait observer sur la rive gauche, et nous croyons utile d'attirer l'attention des géologues sur cette région, dont les dépôts pliocènes sont encore moins connus et moins explorés que ceux de la rive droite.

nos observations. Laissant de côté tout ce qui concerne la question de coloration, nous indiquerons, sous toute réserve et à l'aide des abréviations suivantes, les indications de localité de la collection de M. Henne : B = Berchem, D = Deurne, C = Calloo, Wo. = Wommelghem, Wy. = Wyneghem, BS = Bassin du Canal.

La colonne suivante indique les espèces qui appartiennent à la faune du Coralline Crag et qui y sont, comme on le sait, remarquablement localisées.

Deux colonnes sont ensuite consacrées à l'indication des espèces qui se retrouvent dans les couches tertiaires du nord-ouest de l'Allemagne, ainsi que dans le pliocène d'Italie.

Il importe de noter que ces dernières indications sont encore incomplètes.

Dans la colonne intitulée : Mers actuelles, où se trouvent indiquées les espèces encore vivantes, les lettres A, N, At et M signifient respectivement *mers Arctiques*, *mers du Nord* (côtes d'Angleterre, etc.), *Atlantique* (Angleterre au Cap) et *Méditerranée*.

Les lettres *a*, *m* et *l* qui accompagnent les premières, signifient respectivement : habitant les profondeurs *abyssales* (250 mètres et plus), les régions de profondeur *moyenne* (50 mètres et plus) et la région *littorale*.

Enfin, la dernière colonne du tableau renvoie aux dénominations du Prodrome de M. Dewalque, sauf en ce qui concerne quelques espèces représentées en caractères gras, qui indiquent les dénominations employées dans la Monographie de M. Busk, mais qui doivent céder le pas à celles, antérieures, qui sont indiquées dans la première colonne du tableau.

Avant de passer à l'examen de la liste, qu'il nous soit permis d'exprimer à notre excellent collègue et ami, M. Houzeau, notre vive gratitude pour les soins et les peines qu'il a bien voulu prendre et qui nous ont permis de mettre en lumière, d'une façon bien plus complète que nous n'osions l'espérer, cette faune bryozoïque si riche et si intéressante, dont on ne soupçonnait jusqu'ici nullement l'importance.

L'examen de cette liste fait découvrir, entre le Coralline Crag et nos sables à bryozoaires, des affinités fauniques très remarquables. Le Coralline Crag contient, d'après M. Busk, 117 espèces de bryozoaires, dont 40 sont encore vivantes et 77 éteintes. Nos sables à bryozoaires en contiennent de 110 à 120 formes bien distinctes, comprenant diverses variétés et un certain nombre de types spécifiques nouveaux, encore indéterminés. Laissant de côté les espèces encore douteuses et quelques formes nouvelles, que M. Houzeau se propose d'étudier à loisir et, ne nous occupant que des bryozoaires énumérés dans ce tableau, nous trouvons que sur les 100 numéros qui composent celui-ci, 47 se trouvent indiqués comme vivant encore dans les mers actuelles, et 72 comme faisant partie de

la faune du Coralline Crag. Les genres les plus abondants et les mieux représentés dans la faune du Coralline Crag se retrouvent dans nos sables à bryozoaires. Nous citerons particulièrement les *Idmonea*, les *Retepora*, les *Lepralia*, ainsi que l'*Eschara monilifera*, l'une des plus caractéristiques du Coralline Crag. Nous retrouvons à Anvers le curieux genre éteint *Fascicularia*, que l'on considérait comme propre au Coralline Crag.

En un mot, l'analogie est complète, et paraît d'autant plus frappante qu'elle n'avait jamais été mise en lumière.

Voyons maintenant si, en l'absence de renseignements stratigraphiques suffisants sur les sables à bryozoaires, l'étude de ces éléments fauniques ne pourra rien nous apprendre.

Dans le travail si remarquable de M. Prestwich sur le crag anglais, nous remarquons qu'il est rappelé, au sujet des bryozoaires du Coralline Crag, que « l'une des conditions les plus essentielles pour la croissance des bryozoaires est une profondeur considérable de l'eau, qui doit en même temps être claire et limpide et constamment agitée par les vagues et les courants du fond de la mer. » Plus de la moitié des espèces britanniques actuelles se retrouvent dans le Coralline Crag, et il est établi que le plus grand nombre de ces espèces habitent l'eau profonde.

Les *Idmonea* et les *Retepora*, si communs dans le Coralline Crag, peuvent être considérés, dit M. Prestwich, comme essentiellement caractéristiques des mers assez profondes. Les *Eschara* vivent dans l'eau profonde et au milieu de forts courants. M. Prestwich ajoute enfin, que les genres et espèces de bryozoaires habitant les eaux peu profondes, font absolument défaut dans le Coralline Crag. Or, nous venons de signaler les liens étroits qui relient la faune du Coralline Crag à celle de nos sables à bryozoaires; 72 formes se retrouvent des deux côtés. Les mêmes espèces, les mêmes genres, sont les plus communs, les plus caractéristiques en Angleterre, comme à Anvers. Les formes propres aux eaux profondes signalées par M. Prestwich, telles que *Idmonea*, *Retepora*, *Eschara*, etc., se retrouvent abondamment à Anvers. Le dernier de ces genres s'y trouve même représenté par un assez grand nombre d'espèces, bien distinctes.

Cette identité d'éléments fauniques nous permet donc d'affirmer que les sables à bryozoaires représentent un dépôt formé sous une profondeur relativement considérable et d'une signification bathymétrique différente par conséquent, de celle des sables à *Isocardia cor*, que nous avons vu contenir une faune à facies incontestablement moins profond.

L'étude des bryozoaires d'Anvers a suggéré à M. Houzeau quelques réflexions intéressantes, qui s'accordent parfaitement avec notre manière de voir sur l'âge de certaines couches tertiaires du nord de l'Allemagne, et que nous rapporterons ici avant de passer à d'autres considérations.

Il résulte des observations de M. Houzeau, faites sans la moindre idée préconçue, qu'un certain nombre de bryozoaires d'Anvers, tout en se rapportant incontestablement aux espèces du pliocène anglais, peuvent à peine se distinguer des nombreuses formes tertiaires du nord de l'Allemagne, qui ont été décrites par Rœmer, Philippi et Reuss. Un grand nombre des espèces d'Anvers, et en particulier de celles qui ne sont pas encore nommées, constituent de véritables passages, des formes de transition entre les espèces plus anciennes de la région de l'est, en Allemagne et celles plus récentes, de la région de l'ouest, en Angleterre.

Cette observation importante, qui sera appuyée, dans la deuxième partie de ce travail, par les résultats obtenus par l'étude des Foraminifères, constitue une confirmation des plus intéressantes en faveur de l'extension qu'il faut, selon nous, accorder à l'aire des dépôts pliocènes dans l'Allemagne du Nord.

De plus, les conclusions de M. Houzeau s'accordent avec les nôtres pour établir qu'il y eut, pendant la sédimentation pliocène, un déplacement du bassin de l'est à l'ouest et, comme corollaire, une émigration correspondante dans la faune.

Enfin, les modifications graduelles et successives, dûment observées dans le facies des êtres, au fur et à mesure qu'ils s'élèvent *obliquement* dans la succession des couches de plus en plus récentes, constituent, au point de vue de la théorie de l'évolution, un fait des plus intéressants et dont l'importance n'échappera à personne.

Entomostracés. — Nous avons remis à M. le Dr George Brady les Entomostracés que nous avons recueillis dans les sables à bryozoaires.

Ces échantillons, assez nombreux et fort bien conservés, provenaient de sables recueillis à Deurne, à Wommelghem, etc., ainsi qu'à la porte de Borsbeek. Ils accompagnaient les bryozoaires indiqués dans la troisième colonne du tableau précédent, ainsi que les Foraminifères de cet horizon, qui seront décrits dans la seconde partie de ce travail.

Cette série d'entomostracés, soigneusement étudiée par le savant spécialiste anglais, a fourni une liste très intéressante, comprenant vingt-quatre formes bien distinctes. Il est à remarquer que *neuf de ces espèces, dont plusieurs très abondantes, n'ont été observées dans aucun autre dépôt du bassin d'Anvers;* cinq d'entre elles sont nouvelles pour la science.

On voit donc, quels que soient les éléments fauniques que l'on a en vue dans l'étude des sables à bryozoaires, que l'on se trouve toujours en présence d'un facies spécial et bien caractérisé.

Voici l'énumération des espèces observées par M. G. Brady :

Pontocypris faba (Reuss).
» *propinqua*, nov. sp.
Cythere ellipsoidea, nov. sp.
» *plicata*, von Münst.
» *cicatricosa* (Reuss).
» *œdichilus*, nov. sp.
» *petrosa*, nov. sp.
» *latimarginata*, Speyer.
» *macropora*, Bosq.
» *mucronata*, Sars.
» *Jonesii* (Baird).
Cytheridea cypridioides, nov. sp.
Cytheridea Mulleri, von Münst.
Loxoconcha latissima, nov. sp.
» *variolata*, nov. sp.
Cestoleberis depressa, Sars.
Cytherura cornuta, Brady.
Cytheropteron latissimum, Norman.
» *gradatum* (Bosquet).
» *pipistrella*, nov. sp.
Bythocythere constricta, Sars.
Cytherideis lithodomoides (Bosquet).
» *recta*, nov. sp.
Paradoxostoma ensiforme, Brady.

Les entomostracés paraissent soumis à des lois toutes spéciales de distribution, car, lorsqu'en regard des résultats obtenus par l'étude des bryozoaires, nous mettons ceux que fournit la comparaison de la liste ci-dessus avec la faune du Coralline Crag, nous constatons, avec quelque étonnement, que sur les 18 espèces signalées dans ce dernier, 2 seulement se retrouvent dans nos sables à bryozoaires [1].

Sur les 24 espèces des sables à bryozoaires, 6 ont déjà été signalées dans les sables à *Isocardia cor*. Il est à remarquer que 13 espèces, soit plus de la moitié de la faune, se retrouvent dans les sables inférieurs, tandis que 6 seulement ont été observées par M. Brady dans les sables supérieurs. C'est encore là un fait à noter en faveur de l'opinion, déjà exprimée, que les sables moyens à bryozoaires se rattachent fort intimement aux dépôts de la série inférieure.

Onze espèces de la liste ci-dessus sont encore actuellement vivantes et six autres se rapprochent beaucoup de formes vivantes, décrites sous d'autres noms.

Sur les 18 espèces du Coralline Crag, 3 seulement appartiennent à la faune actuelle.

Il résulte de ce qui précède, que les entomostracés, très utiles pour reconnaître et caractériser des sédiments appartenant à des dépôts locaux, ne peuvent guère être consultés dans un sens plus général, c'est à dire dans les recherches de synchronisme, d'identification de dépôts parallèles, etc.

Les connaissances acquises sur la distribution bathymétrique des espèces vivantes ne sont pas suffisamment étendues pour permettre d'examiner à ce point de vue la liste ci-dessus; toutefois, nous ferons

[1] Ce sont : *Cythere Jonesi*, Baird. (espèce qui a été décrite par M. Bosquet sous le nom de *C. ceratoptera* et par le prof. Rupert Jones sous la désignation de *Cythereis cornuta*) et *Cythere macropora*, Bosquet.

remarquer, d'après Sars, que le *Bythocythere constricta* ne paraît jamais habiter des profondeurs inférieures à 35 ou 40 mètres.

Mollusques. — Passant à la faune malacologique de nos sables à bryozoaires, nous sommes forcé de constater qu'elle est encore fort peu connue.

En effet, les coquilles recueillies aux environs d'Anvers, au sein des dépôts très localisés qui contiennent les bryozoaires, n'ont pas été l'objet de recherches spéciales, les couches qui les contenaient n'ayant pas été suffisamment distinguées des autres dépôts de l'horizon des sables moyens. Les listes publiées sur la faune des « sables gris d'Anvers » renferment, outre les éléments hétérogènes précédemment signalés, à la fois des coquilles des sables à *Isocardia cor* et d'autres des sables à bryozoaires.

Nous ne pourrons donc donner, sur la faune malacologique des sables à bryozoaires, des indications aussi précises que celles que nous avons pu fournir sur les autres dépôts d'Anvers.

Voici les seuls renseignements qu'il nous a été possible de recueillir :

L'Abrégé de géologie de M. d'Omalius d'Halloy contient, dans la 7e édition (celle de 1862), quelques indications, communiquées à l'auteur par M. H. Nyst, sur les divisions à établir dans les sables d'Anvers. En regard de l'étage des « sables gris mouvants », nous trouvons l'observation suivante : Contenant beaucoup de bryozoaires, encore indéterminés, ainsi que quelques coquilles *analogues à celles des sables noirs*. Ces « sables gris mouvants » avec bryozoaires se rapportent incontestablement aux dépôts que nous étudions en ce moment et, d'après le passage ci-dessus mentionné, il paraît ressortir que la faune malacologique des sables à bryozoaires présente, comme celle des sables à *Isocardia cor*, beaucoup d'affinités avec la faune des sables inférieurs. C'est un renseignement de plus à mettre à l'actif du rapprochement sur lequel nous avons déjà insisté plusieurs fois.

Il n'est toutefois pas douteux que la faune malacologique des sables à bryozoaires ne diffère guère, dans son ensemble, de celle des sables à *Isocardia cor*. C'est également ce qui résulte des matériaux que M. Cogels a pu réunir.

En attendant des renseignements plus détaillés, nous reproduisons ci-après une petite liste de gastéropodes et de lamellibranches, observés par M. Cogels, en même temps que les Térébratules et les *Ditrupa subulata*, soit dans les blocs calcaires, soit dans d'autres couches de l'horizon des sables à bryozoaires :

* *Ringicula buccinea*, Broc.
* *Turritella incrassata*, Sow.
Dentalium Badense? Partsch.
* » *costatum*, Sow.
* *Bulla cylindracea*, Penn.
* *Scaphander lignarius*, Linné.
Pholas sp.
Solen sp.

* *Scrobicularia prismatica*, Mont.
Saxicava sp.
* *Isocardia cor*, L.
* *Lucina borealis*, L.
* *Astarte Omalii*, Lajonk.
* *Lima subauriculata*, Mont.
* *Pecten Gerardi*, Nyst.
» *Caillaudi*, Nyst.
» *pes-lutræ*, L.

Les coquilles marquées d'un astérisque se retrouvent dans les sables à *I. cor* ainsi que dans le Coralline Crag, et presque toutes les espèces énumérées dans cette petite liste font également partie de la faune des sables inférieurs.

Dans les échantillons de sables à bryozoaires que nous avons triés pour la recherche des Foraminifères, et qui proviennent de Wommelghem, de Deurne et de Wyneghem, nous avons observé un nombre restreint de petites coquilles, très fraîches et parfaitement conservées, se rapportant aux genres : *Turbo*, *Ditrupa*, *Pecten*, *Lima*, *Saxicava*, *Spirialis*, *Terebratula*, *Lingula* et *Rynchonella*. Ces coquilles n'ont pas encore été déterminées et ne sont malheureusement plus en notre possession.

Dans le gîte de la porte de Borsbeek, dont il sera parlé plus loin, M. Cogels a observé en très grande abondance, — dans une grosse concrétion, qui en était presque uniquement composée — une petite coquille fort curieuse et encore peu connue, que nous croyons pouvoir rapporter à une espèce du Crag corallin de Sutton, et qui a été récemment signalée par M. Wood, sous le nom de *Homalogyra atomus*, Phil.

Le *Spirialis rostralis* Eyd. et Soul. se montrait particulièrement abondant dans presque tous les échantillons de sables à bryozoaires que nous avons examinés.

Nous citerons encore des débris de spongiaires, d'échinides, etc.[1]. Les Foraminifères, variés et abondants, représentent, comme on le verra dans la seconde partie du travail, une faune d'eaux profondes, nettement caractérisée et très variée.

On sait que les brachiopodes habitent généralement à d'assez grandes profondeurs. Or, ce groupe abyssal est particulièrement bien représenté

[1] Dans les listes dressées par M. Nyst pour le Prodrome de M. Dewalque, nous remarquons six espèces d'échinodermes, signalées comme se trouvant dans le « Crag gris. »

Ce sont : *Echinus Lamarcki*, Mont. ; *Echinus sphæroideus*, Nyst ; *Spatangus Desmaresti*, Gold. ; *Echinocyamus (Spatangus) pusillus*, Mull. ; *Temnechinus globosus*, Forbes ; et *Asterias propinqua*, von Münst.

Il appert de certaines publications de M. Nyst que la plupart de ces espèces, sinon toutes, ont été recueillies en même temps que les bryozoaires ; ces échinodermes appartiennent donc bien à la faune des sables à bryozoaires. A diverses reprises, nous avons d'ailleurs remarqué dans les échantillons de sables à bryozoaires que nous avons triés, des débris de diverses espèces d'échinodermes.

Tout en habitant de préférence les eaux généralement profondes de la zone à bryozoaires, diverses espèces d'échinodermes se trouvaient également dans la zone des sables à *I. cor*, car nous avons presque toujours constaté dans ces dépôts la présence de nombreux piquants se rapportant surtout au genre *Spatangus*.

dans les sables à bryozoaires par une grande et belle espèce, très abondante dans le Coralline Crag : la *Terebratula grandis*, Blum., ainsi que par les espèces suivantes, observées par M. Nyst, et en partie par nous-même, dans le dépôt en question :

Lingula Dumortieri, Nyst.; *Terebratulina caput-serpentis*, L.; *Mannia Nysti*, Dew.; *Rynchonella Nysti*, Davids.; et *Rynchonella psittacea* L. [1].

On a objecté, dans une discussion relative au gisement de la *Terebratula grandis* dans les sables d'Anvers, que cette espèce n'avait pu être trouvée en place dans les sables à bryozoaires de Wommelghem et de Deurne. On pouvait croire en effet, d'après certaines indications données autrefois par M. Nyst, que cette coquille ne s'y trouvait que brisée et à l'état remanié. C'est là une grave erreur, comme nous le montrerons plus loin, dans un chapitre spécial, consacré au gisement de cette intéressante coquille.

Si l'on réunit les données qui précèdent, on s'aperçoit que toutes s'accordent pour confirmer ce que la liste des bryozoaires nous avait annoncé : c'est à dire, que le dépôt que nous avons désigné sous le nom de sables à bryozoaires, a dû se former sous une assez grande profondeur, et que, par conséquent, un certain abaissement du sol a dû s'opérer, au moins dans une partie de la baie d'Anvers, après le dépôt des sédiments littoraux qui terminèrent la série des sables inférieurs.

Relations des sables à bryozoaires avec les sables à Isocardia cor.

Si nous étudions maintenant les sables à bryozoaires au point de vue purement géologique ou stratigraphique, et si nous nous demandons quelles sont leurs relations avec les sables à *Isocardia cor*, nous constaterons tout d'abord qu'aucun cas de superposition n'a été observé jusqu'ici entre ces deux dépôts.

Les liens minéralogiques et paléontologiques qui, aux Bassins, unissent le sable noir à Pétoncles aux sables à *I. cor*, la présence dans ce dernier dépôt de 60 p. c. d'espèces — toutes bien en place — qui appartiennent également à la faune des sables inférieurs, l'absence de dénudation ou de remaniement à la surface des sables à Pétoncles des Bassins ; tout enfin, s'accorde pour écarter l'hypothèse que les sables à bryozoaires, avec leur faune si spéciale, constitueraient un horizon d'âge intermédiaire, devant s'intercaler entre les deux couches représentées aux Bassins. D'autre part, on ne pourrait signaler aucune raison permettant de supposer que les sables à bryozoaires auraient été postérieurs aux sables à *Isocardia cor*.

[1] Deux de ces espèces ont été signalées dans les sables inférieurs. Ce sont : *Mannia Nysti*, Dewalque et *Terebratulina caput-serpentis*, L. Une d'entre elles : la *Lingula Dumortieri*, Nyst, a été mentionnée en divers points dans les sables supérieurs.

Cette supposition serait même peu d'accord avec le fait de la présence, dans les sables à bryozoaires, d'une proportion considérable de grains glauconieux, de très grande taille, rappelant absolument ceux des sables inférieurs. En effet, si, par la lévigation, on enlève les débris organiques calcaires, si nombreux, qui donnent lieu à la coloration grise des sables à bryozoaires, on obtient un résidu presque identique, comme éléments glauconieux, aux sédiments des sables à Pétoncles. Cette glauconie dérive évidemment des sables noirs ou inférieurs, sur lesquels reposent directement les sables à bryozoaires, et elle dénote les relations qui existent entre les deux dépôts.

Dans le sable à *Isocardia cor*, les grains glauconieux sont également plus nombreux et plus volumineux vers la base, au dessus des sables inférieurs.

Dans l'un comme dans l'autre cas, il y a d'ailleurs superposition directe sur les sables inférieurs, et liaison intime des éléments minéralogiques et paléontologiques.

D'autre part, nous avons vu que la faune malacologique des sables à *Isocardia cor*, comparée à celle du bassin pliocène anglais, indique de remarquables affinités avec le Coralline Crag. Or, la faune de nos sables à bryozoaires, encore peu connue au point de vue malacologique, n'en est pas moins nettement caractérisée par les bryozoaires, les Foraminifères, les Térébratules, etc., et se montre identique à celle du Coralline Crag.

Comme conclusion: d'une part, l'absence actuelle, l'improbabilité même de toute superposition, et, d'autre part, les relations fauniques constatées, nous conduisent inévitablement à admettre le synchronisme des sables à *Isocardia cor* avec les sables à bryozoaires.

Ce seraient donc deux facies différents d'une même mer, ou appartenant tout au moins à un même horizon géologique; l'un de ces facies, les sables à *Isocardia cor*, indiquerait un dépôt côtier ou de faible profondeur, tandis que l'autre, les sables à bryozoaires, représenterait une zone plus profonde, un dépôt formé dans des dépressions plus accentuées.

Tous les caractères des deux dépôts, les différences du facies bathymétrique de leur faune, leur orientation et leur situation relative dans le bassin d'Anvers, tout cela s'accorde parfaitement avec cette manière de voir [1].

[1] Dans la comparaison des zones à bryozoaires et à *Isocardia cor*, nous employons ici les termes de dépôts côtiers et de dépôts profonds. Il importe de bien préciser la signification que nous attribuons à cette dernière expression, car on pourrait croire qu'il s'agit de profondeurs considérables; d'autant plus que M. Prestwich assigne une profondeur de 200 à 300 mètres aux grandes dépressions atteintes en Angleterre lors du dépôt du Coralline Crag, si intimement lié à nos sables à bryozoaires.

Les sables à bryozoaires se sont incontestablement déposés dans les dépressions les plus accentuées de la mer des sables moyens; mais cela ne veut nullement dire que

Certains gisements de « sables gris » signalés à Anvers paraissent pouvoir servir de passage entre ces deux zones, et il est d'ailleurs tout naturel que les diverses zones de profondeur d'une même mer soient reliées d'une façon insensible, tant au point de vue des éléments fauniques, qu'à celui de la nature des sédiments au sein desquels ces éléments sont distribués.

Nous ne pouvons jusqu'ici fournir de preuve *stratigraphique* certaine, indiscutable, du synchronisme que nous venons d'établir; mais il est à noter, de l'aveu même de géologues qui n'adoptent pas nos vues sur ce synchronisme, qu'aucune preuve, aucune présomption sérieuse ne peut, jusqu'ici, être invoquée en faveur de l'opinion qui consisterait à considérer l'une de ces couches comme ayant été déposée avant l'autre.

Toutefois, comme nous désirons exposer la question aussi sincèrement que possible, nous rapporterons ici une objection qui nous a été faite, relativement au synchronisme des deux dépôts.

M. Cogels nous a dit avoir observé, près de Deurne, des déblais à faune très pure, annonçant la présence des sables à *Isocardia cor*, et cela à quelques centaines de mètres d'un point où l'on constate l'existence de dépôts qui se rapportent à notre zone des sables à bryozoaires. Cette observation semble difficilement se concilier avec la distance moyenne que l'on est accoutumé à admettre entre des dépôts profonds et des dépôts côtiers, ou moins éloignés des rivages.

De plus, M. Cogels, auquel nous exposions notre manière de voir, relativement aux relations des dépôts de l'horizon des sables moyens, nous faisait remarquer que les sables à *I. cor* descendaient jusqu'à la cote — 4, aux Bassins, tandis que les sables et surtout la roche à bryozoaires n'ont été observés qu'en quelques points situés au dessus du niveau de l'Escaut, et dans des localités peu éloignées du gisement des sables à *I. cor*. Les couches à bryozoaires se trouvant ainsi assez rapprochées des sables

ces dépressions aient été considérables et puissent être regardées comme analogues à celles que signale M. Prestwich.

Non seulement la disposition générale, comme la marche graduelle vers l'ouest, des dépôts pliocènes, annonce *à priori* que la mer des sables moyens ne put avoir à Anvers la profondeur et le développement atteints plus tard et plus à l'ouest dans le bassin Anglais, mais il paraît même, d'après des observations récentes, que le maximum de dépression admis par M. Prestwich pour la mer du Coralline Crag n'atteignit probablement pas les chiffres cités plus haut.

Ainsi, M. Wood estime que la profondeur moyenne des eaux du Coralline Crag, indiquée par le facies de la faune, ne s'élèverait pas au dessus du chiffre de 65 à 75 mètres.

D'après ce paléontologue, les plus grandes profondeurs du Coralline Crag n'auraient pas dépassé une centaine de mètres. A Anvers, par conséquent, les sables à bryozoaires, tout en constituant, relativement au dépôt côtier à *Isocardia cor*, un dépôt profond, doivent être considérés comme ayant été déposés sous une profondeur encore moindre que celle indiquée par M. Wood pour le Coralline Crag.

à *I. cor* et à un niveau plus élevé, M. Cogels ne pouvait admettre, nous disait-il, que ce fût là un dépôt d'eaux profondes, dont le sable à *Isocardia cor* représenterait la zone littorale.

L'étude des éléments fauniques des deux zones de nos sables moyens nous a fourni des renseignements fort précis, à la suite desquels l'assimilation de ces deux dépôts aux couches de la période du Coralline Crag n'est plus discutable. Ils appartiennent donc tous deux à une même phase de sédimentation, et s'il existe réellement une différence dans leur âge, elle serait comprise entre des limites fort étroites. M. Cogels est d'accord avec nous pour le reconnaître.

Laissant de côté les arguments si favorables, fournis par l'absence de toute superposition et par les relations fauniques et minéralogiques constatées des deux côtés avec les dépôts de la série inférieure, nous n'hésitons pas à reconnaître que la distance qui sépare les divers facies zoologiques et bathymétriques d'une même mer, est généralement plus considérable que celle qui, aux environs d'Anvers et tout particulièrement à Deurne, sépare les sables à bryozoaires des sables à *I. cor.*

Mais on ne doit pas perdre de vue que lorsque nous qualifions les sables à bryozoaires de dépôt profond, nous entendons appliquer à cette expression le sens restrictif qui se trouve indiqué dans la note de la page 215.

D'autre part, nous n'avons pas prétendu que les sables à *I. cor* fussent un dépôt littoral; nous les avons considérés comme un dépôt côtier, et nous avons vu que les coquilles et les squelettes de cétacés y sont restés intacts et bien en place.

Or, dans ces conditions, qui n'impliquent nullement un littoral, la distance moyenne de 4 ou 5 kilomètres qui, aux environs d'Anvers, sépare généralement les sables à bryozoaires des sables à *I. cor,* est amplement suffisante pour justifier les différences bathymétriques et fauniques de ces deux dépôts.

Reste la localité de Deurne, où les deux zones ne paraissent distantes que de quelques centaines de mètres. Mais ici, comme précédemment (page 133), il faut tenir compte de l'influence des bancs sous-marins, des inégalités du fond des mers, qui peuvent donner lieu à la réunion, sur un espace restreint, de faunes et de sédiments à facies parfois bien différents[1]. Les résultats des dragages entrepris dans ces dernières années, ne doivent pas être oubliés.

[1] On verra plus loin, qu'à la porte de Borsbeek, près de Berchem, s'étendait dans la direction du nord, un cordon littoral, composé d'une accumulation de débris rejetés par la mer des sables moyens. Mais ce n'était pas là une côte proprement dite, car les sédiments profonds à bryozoaires entourent de trois côtés, ou tout au moins de deux, le dépôt

Enfin, il ne faut pas perdre de vue que l'on connaît des pentes sous-marines d'environ 40 p. c., ce qui permet à des ensembles fauniques de valeurs bathymétriques différentes de prospérer à des distances parfois très minimes.

La curieuse fosse de Cap-Breton, dans le fond du golfe de Gascogne, en est un exemple fort intéressant. C'est un chenal sous-marin, assez étroit, qui s'avance vers la côte, perpendiculairement au rivage, et qui, jusqu'à une faible distance de celui-ci, s'enfonce assez brusquement à de grandes profondeurs (près de 500 mètres). Or, dans ce chenal, prospère une faune abyssale nettement caractérisée et bien différente de celle qui habite aux environs, dans les plages sous-marines du golfe.

Les cartes marines montrent qu'en un point situé à 600 mètres environ au large de l'embouchure de l'Adour, la fosse atteint encore 100 mètres de profondeur, alors qu'à un kilomètre plus au sud ou au nord, et à la même distance de la côte, il n'y a que 5 ou 6 mètres d'eau.

De ce qui précède, et de beaucoup d'autres exemples qu'il serait facile de citer, il résulte que de grandes différences de profondeur et de grandes modifications fauniques peuvent s'observer dans les dépôts marins, à des distances parfois très rapprochées.

La température de l'eau, les courants et d'autres causes peuvent également donner lieu à des facies fauniques différents, sur une aire restreinte. Comme exemple pris dans nos régions, nous rappellerons que la faune du courant tempéré de la côte ouest de l'Écosse est très différente de celle du courant froid de la côte orientale.

Pour combattre la thèse du synchronisme des deux dépôts de nos sables moyens, on ne peut invoquer les conditions actuelles de leur altitude, car l'altitude actuelle n'est pas un argument suffisant. Des mouvements d'exhaussement et d'affaissement ont eu lieu dans le bassin et ont considérablement modifié les altitudes respectives des dépôts. Non seulement

en question. Ils s'étendent dans la région de l'est, à Wommelghem, à Wyneghem, etc., et dans la région de l'ouest, sur la rive gauche de l'Escaut. La plage de la porte de Borsbeek était donc formée par l'émergence d'une langue de terre, sans doute assez étroite, qui s'avançait au milieu du golfe, lequel présentait ainsi, à l'est et à l'ouest, deux centres de dépression distincts et éloignés l'un de l'autre. On comprend que la région située dans le prolongement de cette crête ou saillie émergée, surtout à une faible distance de celle-ci, devait se ressentir de la diminution de profondeur et devait se trouver moins favorable que les régions de l'est et de l'ouest au développement de la faune profonde des sables à bryozoaires. Or, c'est précisément Deurne qui se trouve dans cette région, ainsi qu'il est facile de s'en assurer sur la carte. C'est donc en ce point que les sables à bryozoaires, déposés sous de faibles profondeurs, doivent se trouver le plus rapprochés des sables à *I. cor.* et cette circonstance explique parfaitement le fait signalé, en 1861, par M. Nyst, que les Térébratules de Deurne sont plus petites et moins développées que celles de Wommelghem et des environs, où ces coquilles se trouvaient dans des conditions bien plus favorables, par suite de l'augmentation de la profondeur.

l'intensité de ces phénomènes a varié en différents points du bassin, mais cette action s'est positivement exercée en sens contraires. De véritables oscillations ont eu lieu pendant et depuis le dépôt des sédiments pliocènes. Ainsi, tandis qu'à Anvers les sables moyens s'observent en certains points à quelques mètres au dessus du niveau de la mer, ils s'enfoncent profondément sous le sol, vers le nord. On ne peut nier l'inclinaison considérable que présente actuellement, dans cette dernière direction, le bassin pliocène, inclinaison qui se retrouve, du reste, dans les couches éocènes sous-jacentes. Ainsi, en Hollande, et cela à une distance peu considérable de la région d'Anvers, des couches pliocènes, se reliant incontestablement à l'horizon des sables d'Anvers, disparaissent sous une masse épaisse de dépôts quaternaires. Il y a donc eu un affaissement considérable vers le nord, après le dépôt des couches pliocènes. A Goes, on a trouvé le « crag d'Anvers » à 44^{m}80 sous le niveau de la mer[1], et, à 61^{m}70, on constatait encore la présence de couches rapportées au « crag gris » c'est à dire à nos sables moyens, qui affleurent à Anvers. Des renseignements récents, obtenus pendant l'impression de ce travail[2], nous permettent d'appuyer d'une remarquable confirmation ce qui précède : les sables pliocènes d'Anvers viennent d'être retrouvés dans un sondage à Utrecht, à la profondeur d'environ 250 mètres, et l'horizon des sables moyens, bien caractérisé, se continuait encore lorsque la sonde atteignait 368 mètres.

En thèse générale, il est d'ailleurs évident que les altitudes actuelles des dépôts ne peuvent servir de guide dans l'appréciation des profondeurs respectives sous lesquelles ces dépôts se sont formés. Le Coralline Crag, dont les sédiments occupaient les grandes profondeurs de cette même mer pliocène qui déposa nos sables à bryozoaires, se trouve aujourd'hui élevé de 3 à 6 mètres au dessus du niveau de l'océan et se montre parfois à une altitude supérieure à celle qu'occupe le dépôt littoral du Red Crag, qui lui succéda.

Nos sables à bryozoaires, qui se déposèrent dans les profondeurs de la mer des sables moyens, ont incontestablement subi un exhaussement considérable, puisqu'ils se trouvent aujourd'hui un peu au dessus du niveau de la surface de la mer. Si, en d'autres points de la même région, les sables à *Isocardia cor* s'observent à 2 ou 3 mètres plus bas, ce n'est nullement une raison pour croire que, auparavant, les deux dépôts présentaient les mêmes différences d'altitude, et que l'exhaussement général

[1] *Annales de la Société Géologique du Nord (France)*. Tome II, 1874-75. Lille, 1875, pp. 134-137. (Lettre de M. Neyt sur les Alluvions de la Zélande.)

[2] *Annales de la Société Géologique de Belgique*. Tome III, 1876. Bulletins des séances, p. XCI. Communication de M. G. Dewalque sur le sondage d'Utrecht.

des couches s'est fait partout dans les mêmes conditions et avec la même intensité. Nous pouvons affirmer le contraire, et la meilleure preuve consiste dans les observations rapportées plus haut, d'après lesquelles il est bien établi que si le dépôt des sables moyens a subi un certain exhaussement à Anvers, il en a éprouvé un plus considérable dans la région de l'ouest, en Angleterre, et qu'enfin il a au contraire subi une dépression très forte dans la région du nord, où on le retrouve à des profondeurs qu'il n'avait évidemment pas à l'époque de sa sédimentation.

Les considérations développées dans les pages qui précèdent montrent que les objections au synchronisme des deux dépôts, basées sur la distance et l'altitude actuelle n'ont nullement l'importance qu'on aurait cru pouvoir leur accorder. Les relations des sables à bryozoaires et des sables à *I. cor* dans l'ensemble du bassin d'Anvers sont parfaitement d'accord avec la thèse du synchronisme; et, d'autre part, les explications précédentes nous paraissent résoudre fort bien le cas particulier constaté près de Deurne. De toute façon, nous ferons remarquer que le gisement des sables à bryozoaires de cette dernière localité n'a pas été suffisamment étudié, surtout dans ses relations avec les sables à *I. cor*, pour que l'on puisse se baser sur ce cas particulier pour renverser une thèse à laquelle tant d'autres considérations, dont plusieurs fort importantes, apportent un appui entièrement favorable. Nous avons également vu que le gisement des sables à bryozoaires, signalé près de Deurne, n'a pas précisément la même valeur bathymétrique que ceux de Wommelghem et des environs.

N'oublions pas enfin que les sables à *I. cor* de Deurne, observés par M. Cogels, consistaient, non en une couche en place, mais en déblais.

Si, au risque de nous laisser entraîner dans quelques longueurs, nous avons cru utile d'exposer la seule objection sérieuse qu'ait soulevée l'hypothèse du synchronisme des deux dépôts de l'horizon des sables moyens, c'est qu'il était nécessaire de réduire cette objection à sa véritable valeur. D'autre part, nous espérons aussi que l'attention de nos confrères, attirée sur ce point, engagera l'un ou l'autre d'entre eux à faire de nouvelles recherches, qui peut-être élucideront mieux encore le problème si intéressant que nous avons essayé de résoudre.

Réunissant ensuite les diverses observations déjà mentionnées jusqu'ici, afin de préciser les rapports des deux zones de nos sables moyens d'Anvers avec le Coralline Crag, nous voyons que les éléments fauniques de ces deux séries de couches montrent d'étroites et d'incontestables affinités. Toutefois, les vertébrés, les entomostracés, les mollusques, les bryozoaires et enfin les Foraminifères, dénotent que la faune des sables moyens d'Anvers est certainement un peu plus ancienne

que celle du Coralline Crag et que l'on aurait tort, par conséquent, de considérer ces deux dépôts comme parfaitement synchroniques. Il est à remarquer que ce résultat est conforme en tout point à ce que faisait prévoir le mouvement graduel d'abaissement, et par suite d'extension vers l'ouest, signalé dans l'ensemble du bassin, dès les premières pages de ce travail.

Le Suffolk et la contrée environnante se trouvaient donc encore émergés, tandis que la région d'Anvers et la Hollande étaient déjà sous les eaux pliocènes, venues de l'est. Rien ne s'oppose toutefois à ce qu'un synchronisme partiel ait eu lieu, ni à ce que la mer pliocène ait recouvert peu après, et même pendant un certain temps, tout l'ensemble du bassin ; mais il paraît certain que, tandis que les sédiments supérieurs du Coralline Crag continuaient encore à se déposer en Angleterre, le sol de la région d'Anvers se trouvait déjà émergé. La division supérieure du Coralline Crag forme une zone spéciale, qui paraît manquer à Anvers, et qui s'est déposée à de faibles profondeurs dans le Suffolk, précisément à cause de l'influence des premières phases du relèvement qui devait bientôt interrompre en Angleterre, comme il l'avait fait à Anvers, la sédimentation pliocène.

Les sables moyens ayant commencé à se déposer un peu avant le Coralline Crag et se trouvant déjà émergés pendant la dernière phase de sédimentation du dépôt anglais, il est clair que ces deux séries de dépôts ne peuvent être considérées comme réellement synchroniques, du moins dans le sens rigoureux de cette expression.

La roche à bryozoaires de la porte de Borsbeek.

Avant d'aller plus loin, nous aurons quelques mots à dire au sujet d'une localité, signalée en 1874 dans les Annales de la Société Malacologique de Belgique [1], et où une coupe intéressante a fait retrouver un dépôt particulier, n'ayant pas l'aspect ordinaire des sables à bryozoaires, mais dont la faune est incontestablement la même.

Cette coupe, qui n'est déjà plus visible en ce moment, par suite des travaux militaires, se montrait alors sur le talus, empierré depuis peu, du fossé principal de l'enceinte, entre la porte de Borsbeek et la porte Louise.

Au dessus des sables inférieurs, — représentés en ce point par la zone des sables à *Pectunculus pilosus*, altérée et *verdie* vers le haut — se montrait le sable vert graveleux.

Dans le sable verdi qui surmontait les bancs à Pétoncles, M. Cogels a observé des amas de Térébratules intactes et paraissant en place.

[1] P. Cogels. — *Note sur un gisement de Térébratules aux environs d'Anvers.* Annales de la Société Malacologique de Belgique. Tome IX, 1874. Bulletin des séances, p. 20.

Plus haut, et au milieu des sables verts graveleux, on remarquait une quantité assez considérable de *Terebratula grandis*, dont la plupart se trouvaient brisées. Avec ces Térébratules, mais encore un peu plus haut dans la couche, on observait un niveau bien marqué de débris roulés et remaniés, des galets, des concrétions et des nodules grisâtres, des coquilles brisées et quelques débris de crustacés, etc.

Au dessus du sable glauconifère, et moulé en quelque sorte sur les inégalités de sa surface, on remarquait un banc mince, grisâtre ou jaunâtre, calcaréo-marneux, parfois dédoublé en deux zones, séparées par un très mince dépôt de « sable vert ». Lorsqu'on examinait à la loupe cette roche jaune et friable, on reconnaissait aisément qu'elle était presque uniquement composée de débris de bryozoaires, parfois encore déterminables, quoique usés et à l'état fragmentaire; le plus souvent, les bryozoaires étaient décomposés au point de former par leur accumulation une roche tendre et friable, tombant même en bouillie, et au sein de laquelle s'observaient de place en place quelques débris coquilliers. Un certain nombre de *Terebratula grandis* se remarquaient dans cette couche, mais plus rarement qu'en dessous, dans les sables glauconifères.

Ayant soumis à des lavages soigneux de nombreux échantillons bien choisis de cette roche jaunâtre, nous y avons toujours retrouvé, en grande abondance, tous les éléments si bien caractérisés de la faune des sables à bryozoaires de Deurne, Wommelghem, Wyneghem, etc.; ce qui est d'autant plus remarquable, que la roche en question ne dépassait généralement pas 8 à 10 centimètres d'épaisseur. Outre la série remarquable et tout à fait spéciale des bryozoaires, le lavage de ce dépôt nous a fait retrouver les entomostracés et les Foraminifères caractéristiques et si reconnaissables des couches typiques à bryozoaires. L'identité complète des éléments fauniques de ces dernières avec le niveau en question, ne peut être mise en doute; les listes détaillées des Foraminifères recueillis dans la roche de la porte de Borsbeek seront du reste publiées plus loin, dans la seconde partie de ce travail. Outre des échantillons assez rares de *Terebratula grandis* adultes, nous avons observé dans la roche de la porte de Borsbeek un certain nombre d'exemplaires très jeunes, ayant à peine de 4 à 6 millimètres; des *Lingula Dumortieri* en abondance, des *Ditrupa subulata* très communes, des fragments d'échinodermes; en un mot, toute la série des habitants d'eaux profondes, mentionnés précédemment dans l'exposé de la faune des sables à bryozoaires.

Cette couche s'étendait à quelque distance, car nous l'avons retrouvée à deux ou trois cents mètres plus loin au N. E., dans la direction de Deurne, en un point où elle est encore actuellement visible.

M. Cogels, de son côté, a observé qu'en certaines places la roche à

bryozoaires se trouve remplacée au même niveau, c'est à dire immédiatement au dessus de la surface des sables verts graveleux, par des amas peu développés de débris coquilliers de l'horizon des sables moyens, tels que des fragments d'*Isocardia cor*, de *Pecten Gerardi*, etc. Il y a presque partout retrouvé les nodules, les moules de coquilles et les diverses concrétions qui, à la porte de Borsbeek, accompagnent les bryozoaires.

Lors de la discussion qui s'est engagée entre MM. Cogels et Mourlon dans les Bulletins de la Société Malacologique de Belgique, sur l'âge des Térébratules de la porte de Borsbeek, nos collègues considéraient le lit de bryozoaires signalé en cette localité, comme représentant le niveau réel et en place de ces bryozoaires. Or, ces derniers, usés, roulés, triturés et réduits à l'état fragmentaire, montrent à l'évidence qu'ils n'ont pas vécu sur place, comme ceux de Wommelghem et de Wyneghem par exemple, dont les rameaux, intacts et bien développés, sont généralement d'une fraîcheur remarquable. De plus, la richesse et la diversité de la faune microscopique de la roche à bryozoaires nous empêchent absolument d'admettre qu'un horizon si bien caractérisé par ses éléments fauniques, n'aurait laissé, pour tout vestige de sa présence, qu'un dépôt ayant quelques centimètres d'épaisseur. Enfin, les amas divers, débris coquilliers, etc., qui s'observent un peu plus loin au même niveau, montrent que cet horizon n'est en réalité constitué que par une accumulation de débris, ayant tous les caractères d'un dépôt littoral. L'étude des éléments dont est formé ce dépôt nous fait arriver aux mêmes conclusions. Qu'y voyons-nous en effet? Des coquilles triturées et brisées, parmi lesquelles domine la dépouille de la *Terebratula grandis*, des mollusques lithophages, des galets, des nodules et des concrétions arrondies, des ossements, dont quelques uns d'oiseaux, des fragments de bois, des carapaces de crustacés, des balanes, des bryozoaires triturés en grande abondance; en un mot, des éléments analogues à ceux que l'on voit, sur les côtes de nos mers actuelles, former ces rubans littoraux qui marquent le niveau supérieur de balancement des marées.

De ce qui précède il résulte en toute évidence que la roche à bryozoaires de la porte de Borsbeek ne représente nullement un dépôt en place, et qu'elle doit être considérée comme représentant les vestiges d'un ancien cordon littoral ou dépôt de plage de la mer des sables moyens à bryozoaires.

Cette interprétation est parfaitement d'accord avec la disposition du bassin, et il est facile de reconstituer, par la pensée, les conditions dans lesquelles s'opéra ce dépôt littoral.

Nous avons exposé, dans la note de la page 217, les conditions spéciales dans lesquelles eut lieu la formation de l'amas littoral de la

porte de Borsbeek. On a vu qu'il ne fallait pas considérer celui-ci comme un rivage proprement dit, indiquant le fond du golfe, mais comme une langue de terre, étroite et allongée, ou plutôt comme un banc en partie émergé, partant sans doute du fond sud du golfe et s'éteignant vers le nord dans la direction et aux environs de Deurne.

Les sables moyens reposent directement, nous l'avons vu, sur les sables glauconieux de la série inférieure, dépôts qui formaient par conséquent le fond et les parois du bassin dans lequel s'étendait la mer des sables moyens. Sur le rivage et sur les bancs de la côte, formés par les sables graveleux, venaient à la fois s'accumuler les coquilles du dépôt littoral à *Isocardia cor* et les débris divers (Térébratules, bryozoaires) de la région plus profonde des sables à bryozoaires. Des cétacés (Hétérocètes et Phoques) de la mer des sables moyens vinrent également échouer et mourir sur le sable de la plage.

Ceux qui furent rejetés assez avant sur le rivage y laissèrent leurs squelettes qui, ensevelis peu à peu sous des dépôts meubles, comme cela se voit parfois de nos jours, se conservèrent alors intacts au milieu du sable glauconifère, comme s'ils y étaient réellement en place.

M. Mourlon nous a dit avoir observé dans les sables graveleux de la porte de Borsbeek, outre de nombreux ossements, un squelette complet d'Hétérocète, et cette circonstance a, croyons-nous, porté notre confrère à admettre que le sable vert graveleux représenterait le niveau réel des Hétérocètes : opinion que nous ne pouvons partager.

Pour en revenir aux éléments de notre cordon littoral, il est clair que les débris les plus lourds : ossements, coquilles, Térébratules, etc., s'enfoncèrent plus profondément dans le sable graveleux de la série inférieure, tandis que les débris menus et légers : Foraminifères, entomostracés, bryozoaires, etc., se déposèrent au dessus, en lits irréguliers et discontinus, suivant qu'ils étaient poussés par les courants et la marée. La localisation de ces détritus : nodules, coquilles, bryozoaires, et leur arrangement en petits bancs minces, est un phénomène qui se produit tous les jours sur les côtes de l'océan, sous l'influence des courants littoraux et suivant les anfractuosités du rivage.

Ce gisement de la porte de Borsbeek est surtout important par rapport à la question du gisement des Térébratules, question qui a suscité de longues controverses.

Nous y reviendrons plus loin, lorsque nous traiterons cette question dans un chapitre spécial.

Comme l'altitude de la roche à bryozoaires de la porte de Borsbeek est plus élevée que celle des sables à *I. cor* des Bassins, et que l'on pourrait, au premier abord, trouver anormale cette situation d'un dépôt qui

contient surtout les espèces de la zone profonde, nous ferons remarquer que c'est précisément parce que la roche à bryozoaires de la porte de Borsbeek représente une ceinture littorale, qu'elle se trouve à une altitude supérieure à celle des autres dépôts; en un mot, elle représente les bords les plus élevés du bassin. Les débris qui constituent ce niveau, pour se trouver ainsi réunis en amas le long de cette côte, ont forcément dû être entraînés par dessus les dépôts profonds et par dessus le dépôt littoral ou côtier des sables à *I. cor.* Il en résulte évidemment que ces amas doivent se trouver à une altitude plus élevée que tous les autres dépôts du même horizon. La circonstance qu'il importe en tout ceci de ne pas perdre de vue, c'est que les bryozoaires, les Térébratules, ainsi que les autres habitants des profondeurs, n'ont jamais vécu là où se trouvent amassées leurs dépouilles, sur la plage de la porte de Borsbeek.

La zone des sables à *Isocardia cor*, constituant la continuation latérale des dépôts plus profonds caractérisés par la présence des bryozoaires, on pourrait se demander pourquoi l'on n'a pas également signalé dans le premier de ces dépôts de nombreux débris de bryozoaires, comme nous venons d'en trouver sur la plage des sables graveleux de la porte de Borsbeek.

Quiconque a observé l'action des courants sur la formation des bancs et des cordons littoraux, a pu s'assurer que la localisation de ceux-ci dépend d'une foule de circonstances qui peuvent donner lieu à la formation d'amas considérables en un point, et à l'absence complète de tout apport en un autre, souvent peu éloigné du premier.

Mais est-il bien certain qu'aucun amas de bryozoaires n'ait jamais été observé dans les sables à *Isocardia cor* ? M. Cogels a signalé de petits bancs marneux, disposés en lits peu épais et discontinus, irrégulièrement distribués dans la masse des sables à *Isocardia cor* des nouveaux Bassins et particulièrement abondants vers la partie supérieure du dépôt. Or, ce sont là, suivant nous, des couches analogues, comme composition, à la roche tendre et friable à bryozoaires, de la porte de Borsbeek. Ce seraient également de petits amas de bryozoaires, provenant des profondeurs plus au large et rejetés sur ces dépôts côtiers à *Isocardia cor*. Seulement, ces amas seraient ici plus altérés et plus décomposés qu'à la porte de Borsbeek, et ils le seraient même au point de ne plus former qu'une bouillie méconnaissable.

Il est à remarquer qu'en Angleterre, de petites couches irrégulières et discontinues, formées d'une marne jaune ou de calcaire, s'observent vers le haut de la zone sableuse inférieure du Coralline Crag. De même qu'à

la porte de Borsbeek et ainsi qu'aux nouveaux Bassins, ces petites couches marneuses contiennent des débris remaniés et usés de bryozoaires, de Foraminifères, etc.

D'autre part, on ne peut avancer que les sables à *Isocardia cor* soient privés de bryozoaires, puisque M. Cogels lui-même a signalé la présence de quelques échantillons dans le dépôt qu'il a étudié aux Bassins. Dans les collections du Musée de Bruxelles on peut voir des bryozoaires bien développés, fixés sur des valves d'*Isocardia cor*.

De plus, dans les sables à *Isocardia cor* des nouveaux Bassins, que nous avons triés pour la recherche des Foraminifères, nous avons rencontré quelques débris non roulés de bryozoaires, appartenant aux espèces suivantes : *Salicornaria crassa*, *Cupularia Canariensis* et *Eschara monilifera*.

Il n'est pas douteux que si nous avions pu trier une plus grande quantité de sable, nous eussions encore rencontré d'autres espèces, identiques à celles des sables à bryozoaires.

La dénudation des sables moyens d'Anvers.

Nous avons maintenant à éclaircir une question que l'on doit se poser, relativement à l'extension des sables moyens, et particulièrement des sables à bryozoaires, dans la région qui entoure Anvers. Nous savons que les dépôts bien en place qui se rattachent à l'horizon des sables moyens, sont extrêmement rares et peu développés dans notre bassin pliocène ; il serait donc utile de rechercher à quelle cause est due cette localisation si prononcée.

Pour cela, reportons-nous aux dernières phases de la sédimentation des sables inférieurs, c'est à dire à l'époque où se déposaient les sables graveleux. Or, la disposition, comme les caractères de ce dernier dépôt dénotent très clairement l'exhaussement qui mit fin à la sédimentation des sables inférieurs. De vastes plages sous-marines couvraient toute la contrée, et il est probable qu'en beaucoup de points l'émergence fut complète. Les fragments de bois, souvent percés par des tarets, les rostres de chéloniens, les ossements d'oiseaux, etc., ainsi que les autres débris littoraux que l'on retrouve aujourd'hui dans les sables graveleux, confirment pleinement cette manière de voir.

C'est à cause de ce relèvement du bassin, que les sables à *Isocardia cor*, qui vinrent ensuite, ne purent se déposer qu'à de faibles profondeurs, constituant ainsi un dépôt côtier de moyenne largeur et habituellement peu épais. C'est aussi à la généralité du phénomène d'exhaussement, que l'on pourrait en partie attribuer le faible développement que paraissent

présenter, aux environs d'Anvers, les sables à bryozoaires, qui indiquent les points les plus profonds de la mer des sables moyens.

Toutefois, l'on ne peut s'empêcher de remarquer que le facies si spécial et si bien caractérisé de la faune de ces sables à bryozoaires ne concorde nullement, non plus que le remarquable développement spécifique et numérique des éléments de cette faune, avec le peu d'étendue et la faible épaisseur que présentent ces couches.

Cette observation conduit à se demander si des dénudations, ou d'autres phénomènes physiques analogues, n'auraient pas emporté une grande partie de la masse primitive des sables moyens et particulièrement des sables à bryozoaires. Avant de résoudre cette question, voyons ce qui s'est passé à la même époque dans une autre partie du bassin pliocène, dans le Suffolk par exemple.

Il est très facile de s'assurer, à l'aide de coupes et de superpositions indiscutables, et il est du reste admis par tous les géologues, que les sédiments du Coralline Crag — qui correspondent à nos sables moyens d'Anvers — après avoir été lentement élevés au dessus des eaux, ont été fortement dénudés ensuite. L'affouillement de ces couches fut principalement opéré par les vagues et les courants de la mer du Red Crag, qui s'étendit dans toute la région par suite du mouvement d'affaissement qui affecta le sol précédemment émergé. Par suite de cette dénudation, le Coralline Crag se trouve actuellement réduit à quelques lambeaux ou îlots, parfois complétement entourés par les sédiments du Red Crag, comme à Sutton par exemple.

Il suffirait donc, pour lever les difficultés signalées plus haut, et pour se rendre parfaitement compte des relations des couches dans le Bassin d'Anvers, d'accorder aux phénomènes physiques, constatés dans la partie occidentale du bassin pliocène, une extension plus considérable que celle qu'on leur attribuait. En d'autres termes, il suffirait d'admettre que la dénudation constatée en Angleterre se soit étendue jusqu'ici : conséquence d'ailleurs assez naturelle de la similitude des oscillations dans ces deux parties du bassin pliocène. Or, l'étude des dépôts d'Anvers justifie complétement la supposition que nous venons de faire. Il est regrettable que la rareté des coupes et des superpositions bien visibles à Anvers ne nous permette pas, actuellement, de donner une démonstration stratigraphique complète de l'exactitude de ces vues ; toutefois, *l'importante couche à éléments roulés et remaniés qui, presque partout aux environs d'Anvers, constitue la base de l'horizon des sables supérieurs, est une preuve amplement suffisante de l'action dénudatrice que nous invoquons ici.*

D'autre part, nous verrons plus loin que *cette couche à éléments roulés*

forme une démarcation paléontologique très nette, rappelant précisément celle qui, en Angleterre, sépare le Red Crag du Coralline Crag.

Cette couche de coquilles brisées et triturées, où se retrouvent en abondance des éléments remaniés des sables moyens, est parfaitement reconnaissable, partout où les sables supérieurs reposent sur les sables moyens; et on l'observe encore, avec les mêmes éléments fauniques étrangers, lorsque les sables supérieurs surmontant directement les sables inférieurs, les couches intermédiaires se trouvent entièrement balayées.

On trouve dans cette couche à coquilles brisées des débris de coquilles, de bryozoaires, de poissons, etc., lesquels ne se retrouvent en place et bien conservés que dans les sables moyens, ou parfois dans les sables inférieurs. Il s'y rencontre aussi fréquemment une immense quantité d'ossements roulés et usés, appartenant à des cétacés dont les squelettes entiers et intacts s'observent dans l'horizon des sables moyens, et ne se trouvent nulle part en place dans les sables supérieurs.

La base des sables supérieurs nous montre donc la preuve incontestable d'une dénudation importante qui, après avoir balayé, comme en Angleterre, les dépôts immédiatement antérieurs, nous empêche aujourd'hui de reconnaitre l'extension primitive et le développement réel de ces dernières couches.

Les phénomènes signalés en Angleterre se sont donc étendus jusqu'à Anvers, et la dénudation constatée entre l'horizon des sables moyens et celui des sables supérieurs explique parfaitement — et elle seule pouvait le faire — le contraste étonnant, signalé plus haut, entre le développement considérable de la faune, aussi riche que caractéristique, des sables moyens, et l'étendue si restreinte des dépôts qui renferment cette faune. De plus, les différences fauniques très sensibles qui, nous le verrons dans le chapitre suivant, distinguent les sables supérieurs des sables moyens, s'expliquent tout naturellement, si l'on reconnaît l'existence d'une lacune dans la sédimentation. Ces différences eussent été fort difficiles à comprendre dans l'hypothèse d'un dépôt non interrompu, comme l'entendent généralement les géologues qui, surtout depuis quelques années, en sont arrivés à réunir les deux horizons sous une même dénomination.

C'est encore par suite de ce phénomène de dénudation, que l'on retrouve quelquefois à Anvers des dépôts de l'horizon des sables moyens transformés en couches remaniées et à coquilles brisées; c'est pour cette raison que certaines couches renferment souvent des débris roulés d'origine et d'âge différents; et c'est pour ce motif enfin qu'ici, comme en Angleterre, tous ces dépôts locaux, variables et si hétérogènes, ont offert tant de difficultés aux géologues et causé tant de perplexité aux paléontologues.

Dans son mémoire sur les formations tertiaires des environs d'Anvers, publié en 1853, M. Dewael signala qu'en certaines localités, comme au Stuyvenberg, par exemple, les dépôts coquilliers des sables supérieurs contiennent des coquilles roulées et usées, provenant de l'horizon des sables moyens. Sans s'être arrêté à l'idée d'une dénudation, le fait du mélange faunique l'avait frappé et il dit que ces coquilles, provenant effectivement de dépôts antérieurs, « n'auront été enfouies (dans les sables supérieurs) qu'après avoir longtemps roulé sur la plage ».

M. Godwin-Austen avait parfaitement raison, en 1866, lorsqu'il annonçait l'existence à Anvers d'une puissante dénudation, analogue à celle qui s'observe en Angleterre. Toutefois, le faible développement des couches restées en place de l'horizon des sables moyens n'ayant pas permis au géologue anglais de constater la présence de ces couches, il plaça à tort la dénudation à la base du Scaldisien (crag gris et crag jaune) et immédiatement au dessus des sables inférieurs.

En réalité, cette dénudation sépare au contraire nettement l'horizon des sables supérieurs de l'horizon des sables moyens; elle se trouve, par conséquent, au même niveau que la dénudation qui sépare le Coralline Crag du Red Crag.

Lorsque nous nous occuperons dans un chapitre ultérieur, de la composition des dépôts représentant l'horizon des sables supérieurs, nous verrons que tous les caractères de la couche à coquilles brisées confirment absolument la thèse que nous venons d'exposer.

Cette couche à coquilles brisées s'étend sur une surface considérable au sud et à l'est de la ville d'Anvers. Les travaux de la nouvelle enceinte l'ont mise à découvert, il y a quelques années, sur une longueur continue d'environ dix kilomètres, et ont montré l'importance du phénomène qui a donné naissance au dépôt en question.

Cette couche remaniée, à coquilles brisées, se retrouve également bien développée sur la rive gauche de l'Escaut; elle y est accompagnée de toute une série de faits dénotant la dénudation générale des sables moyens. De même que les autres dépôts pliocènes de cette région, la couche à coquilles brisées a été fort peu étudiée sur la rive gauche; mais, actuellement, on peut bien l'observer dans les travaux du fort de Zwyndrecht, où elle forme un dépôt puissant, très nettement caractérisé, ravinant les sables moyens à *Isocardia cor*[1].

[1] Depuis l'impression des pages relatives à la description des sables à *I. cor* et à celle de leur faune (voir p. 187), nous avons eu l'occasion d'explorer quelques dépôts pliocènes de la rive gauche. Nous avons retrouvé la zone des sables à *I. cor*, aux travaux du fort de Zwyndrecht, et nous en avons soigneusement étudié la faune; *elle est absolument identique à celle qui a été observée par M. Cogels dans les sables à I. cor des nouveaux*

Outre les coquilles et les ossements remaniés qui s'observaient dans la couche à coquilles brisées de Zwyndrecht, nous y avons recueilli une assez forte proportion de bryozoaires généralement roulés et triturés, ou tout au moins réduits à l'état fragmentaire. Il est clair que ces débris indiquent, comme ceux que l'on trouve dans des conditions identiques sur la rive droite, la présence, non loin de là, de la zone des sables à bryozoaires. Ceux-ci, qui devaient s'étendre aux environs, auront été en grande partie balayés par les phénomènes de dénudation.

Nous disons « en grande partie », car il paraîtrait, d'après les renseignements fournis par la collection de bryozoaires de M. le colonel Henne, que quelques vestiges au moins des sables à bryozoaires auraient été rencontrés au nord de Zwyndrecht, dans la direction de Calloo. C'est là un point que de nouvelles recherches éclairciront bientôt.

Nous venons de constater, sur les deux rives de l'Escaut, l'existence d'un puissant dépôt à éléments remaniés ; l'enlèvement, total en certains points, partiel en d'autres, d'un ensemble de dépôts formant l'horizon des sables moyens ; nous avons enfin reconnu l'existence d'une discordance stratigraphique générale dans le golfe d'Anvers, se reliant à celle qui a été signalée en d'autres points du bassin, comme en Angleterre.

De plus, entre les couches dénudées et le dépôt à éléments remaniés qui les surmonte et qui sera étudié plus loin, nous pourrons signaler des conditions de sédimentation très différentes.

Ce sont certes là des caractères importants ; ils justifient entièrement la séparation bien tranchée que nous avons établie entre les sables moyens et les sables supérieurs.

Mais ce qui donne une portée plus grande encore à ces observations, c'est que la démarcation stratigraphique se trouve accompagnée d'une démarcation paléontologique tout aussi considérable.

Les recherches de notre collègue M. Paul Cogels ont déjà montré très clairement que dans les dépôts autrefois réunis sous le nom de Crag d'Anvers, il y avait deux horizons paléontologiques distincts. Ces deux hori-

Bassins, sur la rive droite. Au point de vue minéralogique également, les deux dépôts sont absolument identiques.

On voit donc que la zone des sables à *I. cor*, établie par M. Cogels, et qui forme l'un des deux termes de notre horizon des sables moyens, a une importance réelle et présente des caractères constants dans les divers points du bassin où elle est représentée. De plus, à Zwyndrecht, comme aux Bassins, les rapports des sables à *I. cor* avec la couche à coquilles brisées à *Trophon antiquum* sont absolument les mêmes, et les éléments fauniques de cette dernière couche ont, des deux côtés, leur facies spécial bien caractérisé. Il est à noter que le fort de Zwyndrecht est situé à plus de 8 kilomètres à l'ouest des Bassins et à plus de 10 kilomètres du village de Deurne, où le sable à *I. cor* se présente encore sous le même aspect.

zons, qui ne correspondent nullement aux divisions arbitraires et inexactes de « Crag gris » et de « Crag jaune », ont été complétés et nettement définis dans le présent travail, où ils se trouvent désignés sous les noms de sables moyens et de sables supérieurs d'Anvers.

Lorsque nous aurons terminé la description de ces derniers, on verra que, par leurs éléments fauniques, les sables supérieurs diffèrent très sensiblement des sables moyens que nous venons d'étudier.

Or, cette démarcation paléontologique coïncide précisément avec la couche à coquilles brisées qui forme la base et parfois la masse entière des sables supérieurs; de plus, cette démarcation est générale dans le bassin pliocène. Si des faits aussi importants ont jusqu'ici échappé à l'attention des observateurs, M. Cogels excepté, c'est surtout par suite des idées erronées qui sont généralement répandues sur la signification du caractère de la coloration des dépôts, caractère qui n'a aucun rapport avec la séparation des deux horizons en question. La plupart des listes publiées ont cependant été dressées et divisées suivant la coloration des dépôts.

Les différences que présentent les éléments fauniques des deux horizons supérieurs des sables d'Anvers, ne portent pas seulement sur l'abondance ou la rareté relative de certaines espèces, ni sur la distribution et la localisation d'un grand nombre d'entre elles à divers niveaux déterminés; ces différences ne sont pas seulement dues à l'influence de conditions bathymétriques distinctes, mais elles ont une signification bien plus importante. En effet, si nos connaissances, jusqu'ici bien incomplètes, sur la faune des sables moyens, ne nous permettent pas encore de prouver que la proportion des espèces vivantes est sensiblement plus forte dans l'horizon des sables supérieurs que dans celui des sables moyens, nous pouvons tout au moins reconnaître que le facies général de la faune de chacun de ces deux horizons est bien distinct et indique des *conditions climatériques différentes;* or, cette observation implique, entre le dépôt des deux séries de couches, l'existence d'un laps de temps assez considérable et d'une véritable lacune dans la sédimentation.

La seule liste que nous ayons pu donner (page 187) de la faune des sables moyens est trop incomplète, relativement à celles des sables supérieurs, pour permettre une comparaison sérieuse entre la proportion des espèces vivantes des deux horizons. Il sera cependant facile de s'assurer que, si la faune des sables moyens — comme celle du Coralline Crag — indique une influence méridionale prononcée, due aux relations du bassin anglo-belge avec les mers du Sud, la faune des sables supérieurs — comme celle du Red Crag — dénote par contre une influence septentrionale incontestable, due, non seulement aux relations plus directes qui s'établirent à cette époque avec les eaux glacées du Nord, par suite de l'abaissement du

sol dans cette direction, mais encore à l'interruption des communications avec les eaux des régions méridionales.

Le dépôt des sables supérieurs fut donc séparé de celui des sables moyens d'Anvers par un temps d'arrêt ou d'émergence, pendant lequel s'opérèrent des modifications considérables dans la disposition et les relations des mers. Ici, comme en Angleterre, les dépôts de l'horizon des sables pliocènes moyens restèrent pendant un certain temps émergés, et lorsque les eaux revinrent plus tard affouiller les couches précédentes, ces eaux contenaient déjà une faune bien distincte de celle qui avait caractérisé ces couches dénudées.

C'est en nous basant sur ces données, reposant sur des faits indiscutables, que nous avons pu, dès les premières pages de ce travail, annoncer que la distinction à établir entre les sables moyens et les sables supérieurs est au moins aussi importante que celle qui existe entre les sables inférieurs et les sables moyens. C'est pour ce motif enfin que nous avons proposé de remplacer les systèmes diestien et scaldisien, du pliocène d'Anvers par trois horizons également bien définis, que nous avons signalés sous les noms de : sables inférieurs, sables moyens et sables supérieurs d'Anvers.

En Angleterre, on a reconnu, dans le Coralline Crag, une division supérieure, caractérisée principalement par un mode de stratification tout particulier et par une agglomération de bancs plus ou moins cohérents, souvent réunis vers le bas en une roche compacte, composée presque uniquement de coquilles brisées et de fragments de bryozoaires. Ces couches, atteignant jusqu'à 10 mètres d'épaisseur, indiquent, comme l'a fait remarquer M. Prestwich, que l'élévation du lit de la mer, qui s'opéra vers la fin du dépôt du Coralline Crag, exposa les couches déjà formées à l'action des marées et des courants, et amena ainsi l'usure et la dénudation des couches inférieures et le tassement en bancs des débris de ces couches, c'est à dire des restes des bryozoaires et des mollusques qu'elles avaient contenus.

Si, comme cela est possible, des couches analogues s'étaient également déposées à Anvers, par suite de l'action identique des mêmes causes, elles auront vraisemblablement été enlevées par le fait de la dénudation subséquente. Jusqu'ici, aucune des couches restées intactes, actuellement connues à Anvers, ne paraît pouvoir se rapporter à cette division supérieure du Coralline Crag.

LA QUESTION DU GISEMENT DE LA TEREBRATULA GRANDIS.

Nous terminerons l'étude des sables moyens en jetant un coup d'œil sur l'ensemble du bassin pliocène à l'époque du dépôt de ces sables; mais auparavant, il sera nécessaire d'élucider une question qui, malgré les longues et intéressantes discussions qu'elle a soulevées récemment entre MM. Cogels et Mourlon, n'est pas encore actuellement résolue. Nous voulons parler de la détermination du gisement de la *Terebratula grandis*.

Nous croyons d'autant plus utile d'exposer notre opinion sur cette question, que les recherches et les observations fort précises auxquelles nous nous sommes livré, ont donné lieu à des résultats très concluants, qui diffèrent notablement de ceux auxquels était arrivé notre collègue M. Cogels, et qui ont été exposés par lui dans la Note clôturant la discussion engagée au sein de la Société Malacologique.

En toute justice, nous devons ajouter qu'à l'époque de la discussion du gisement de la *Terebratula grandis*, M. Cogels n'avait pas eu connaissance de plusieurs faits et renseignements importants qui, dans le présent chapitre, vont nous permettre de reprendre la question dans des conditions plus favorables que celles qui se présentaient il y a trois ans. Aussi, les développements qui vont suivre ne doivent-ils nullement être considérés comme une réponse à l'argumentation de M. Cogels qui, en 1874, ne pouvait se baser que sur les données connues alors, mais bien comme l'exposé complet et détaillé de la question telle qu'elle se présente actuellement, par suite de nos recherches.

Si le nom de M. Cogels revient souvent dans le cours du présent chapitre, c'est parce que notre collègue, s'étant beaucoup occupé de la question, a donné dans ses articles de nombreux détails qu'il sera indispensable de rappeler, soit pour les compléter et leur donner leur véritable signification, soit pour bien établir les conditions spéciales de chaque observation.

Nos conclusions, tout en se rapprochant, sous certains rapports, de l'opinion formulée à la fin de la discussion par M. Mourlon, sont bien plus affirmatives et ont une portée beaucoup plus considérable que les siennes; d'autre part, elles diffèrent notablement de celles de notre confrère au point de vue de l'interprétation donnée à certaines couches à Térébratules.

Il sera inutile d'exposer ici les diverses phases de l'argumentation

présentée de part et d'autre par M. Cogels et Mourlon [1]; il nous suffira de rappeler les conclusions de nos confrères.

En résumé, M. Cogels, guidé par des renseignements incomplets, se refusait à admettre l'origine « scaldisienne » de la *Terebratula grandis*, qu'il ne croyait nulle part en place dans l'horizon des sables « gris » ou moyens. Il ne l'admettait comme fossile en place, que dans une zone prétendûment spéciale des sables inférieurs : celle des « sables verts ».

M. Mourlon, après avoir défendu d'abord la thèse du gisement exclusivement scaldisien de la Térébratule, a paru ensuite admettre la possibilité d'un niveau « diestien »; de sorte que la *Terebratula grandis* occuperait à Anvers deux niveaux géologiques distincts.

Des considérations qui vont suivre et qui résument les résultats de nos recherches, il ressortira : 1° que la *Terebratula grandis* est parfaitement en place dans l'horizon des sables moyens d'Anvers, et que c'est une des coquilles les plus abondantes et les plus caractéristiques de la zone des sables à bryozoaires; 2° que, parmi les dépôts réunis sous le nom impropre de « sables verts », ceux qui représentent réellement un dépôt géologique distinct (les sables graveleux), ne constituent nullement un niveau en place de la *Terebratula grandis;* 3° que c'est la partie supérieure, presque toujours altérée et *verdie,* des sables noirs à Pétoncles qui — réunie à tort aux sables graveleux, à cause de la similitude de la coloration — paraît constituer un premier horizon à Térébratules. Nous disons « qui paraît constituer », parce que les observations relatives au gisement des Térébratules dans les sables inférieurs sont fort peu nombreuses et ne sont pas encore aussi concluantes qu'on pourrait le désirer. C'est le seul point qui demande encore quelques éclaircissements.

L'un des gisements « scaldisiens » dont il a été le plus souvent question dans la discussion de l'âge des Térébratules, est celui de Wommelghem. Il a été signalé en 1861 par M. Nyst, dans une notice où il fit connaître la présence, en cette localité, d'une zone fossilifère très intéressante. Il y recueillit une quantité de *Ditrupa subulata* (espèce très caractéristique de l'étage des sables moyens) des lingules, des bryozoaires nombreux et variés, quelques grands Foraminifères et des Térébratules en grande abondance. L'une des phrases du rapport de M. Nyst sur cette découverte, nous apprend que ces Térébratules étaient presque toutes brisées. D'après la communication que fit également M. Nyst à la Société paléontologique d'Anvers en séance du 28 juillet 1861, on pourrait même croire que l'on n'a rencontré à Wommelghem que peu de fragments de la *T. grandis;* mais cela est en tout cas controuvé par les nombreux échantillons intacts qui,

[1] *Loc. cit.* Voir la note 2 de la page 108.

peu après ces premières observations, furent recueillis dans le même dépôt. Il est à remarquer que ce sont ces renseignements incomplets, signalés dans les premiers jours de la découverte — les seuls qui aient été publiés d'ailleurs — qui ont fait croire à M. Cogels, et non sans apparence de raison, que les Térébratules recueillies à Wommelghem et aux environs dans les sables à bryozoaires, ne s'y trouvaient qu'à l'état fragmentaire et non en place.

Il suffit, pour se convaincre à l'évidence de la grande quantité des Térébratules entières qui ont été recueillies dans les sables à bryozoaires de Wommelghem et des environs, de jeter un coup d'œil sur les splendides séries de cette provenance, qui se trouvent depuis peu exposées dans les galeries du Musée d'Histoire Naturelle, à Bruxelles.

Que l'on ait trouvé, à Wommelghem ou ailleurs, un certain nombre de coquilles brisées, il n'y a là rien d'étonnant, vu l'extrême fragilité de ces coquilles qui, de toutes celles que l'on peut recueillir à Anvers, comptent certainement parmi les plus minces et les plus délicates. A ce sujet, nous rappellerons même une observation que nous nous souvenons avoir faite en examinant la collection des doubles du Musée, où se trouvent réunies une grande quantité de belles Térébratules, étiquetées comme provenant des sables à bryozoaires. Côte à côte avec des Térébratules entières, et des exemplaires endommagés, il en est d'autres recueillies en même temps, mais en fragments. Le test s'y trouve représenté par des morceaux recueillis sur place et au moyen desquels il serait le plus souvent possible de reconstituer des échantillons assez complets.

Cette observation dénote que le bris de ces coquilles a été postérieur au dépôt des sédiments qui les entouraient, et elle montre que cet état fragmentaire des échantillons est dû à un tassement ou à une pression des sables sur ces coquilles délicates, et nullement à des phénomènes de transport ou de remaniement. D'ailleurs, ces mêmes sables de Wommelghem contenaient des squelettes entiers de cétacés et des séries vertébrales intactes, ce qui exclut toute idée de remaniement. Il est également à remarquer qu'après la mort de l'animal, sa coquille, privée du pédoncule qui la maintenait fixée, se détachait du point d'appui; ballottée alors par les vagues et transportée par les courants, cette coquille mince et fragile devait souvent se briser contre les coraux et les grands bryozoaires à test calcaire, qui tapissaient les profondeurs où habitaient ces brachiopodes. Il n'y aurait donc rien d'étonnant à ce que l'on retrouvât, même au sein de sédiments bien en place de la mer des sables moyens, des fragments et des amas de débris de la *Terebratula grandis*.

Dans un autre ordre d'idées, on peut aussi considérer comme fort probable que, dans la partie supérieure du dépôt des sables moyens — qui

a incontestablement été ravinée et dénudée par les sables supérieurs — il y ait des parties affouillées avec fossiles triturés, où les Térébratules soient généralement brisées. On pourrait alors admettre que les premières investigations de M. Nyst, qui ont dû porter sur les fossés non entièrement approfondis, et par conséquent sur la partie supérieure des sables à bryozoaires, lui auront fait rencontrer ces amas de coquilles brisées qu'il a signalés tout d'abord ; plus tard, lorsque les excavations s'approfondirent davantage, elles mirent à découvert les coquilles entières et intactes qui s'observent aujourd'hui dans les collections du Musée de Bruxelles.

Quoi qu'il en soit, il est certain que l'examen des belles séries de Térébratules exposées au Musée d'Histoire Naturelle de Bruxelles suffit pour faire cesser toute incertitude sur la signification du gisement de la Térébratule, soit à Wommelghem ou à Deurne, soit partout ailleurs au niveau des sables à bryozoaires.

Non seulement ces coquilles sont presque toutes intactes et d'une extrême fraîcheur, mais leurs parties les plus délicates, telles que les arcs brachiaux — si remarquables et si développés dans cette espèce — sont admirablement bien conservées.

La provenance exacte de certaines Térébratules du Musée n'a pu être retrouvée ; mais presque toutes ont été recueillies en divers points de la région comprise entre Wommelghem, Wyneghem, Borsbeek et Deurne. En tout cas, un certificat d'origine, autrement certain que l'étiquette d'une collection, montre clairement dans quelle couche ont été trouvées ces Térébratules, et c'est là le point capital de la question. M. Nyst a eu non seulement l'excellente idée de conserver soigneusement les sables remplis de bryozoaires qui accompagnaient ces fossiles, mais il a respecté les sédiments contenus à l'intérieur de la plupart de ces échantillons ; de plus, il a laissé bien en évidence et fixés sur la coquille, les nombreux bryozoaires de divers genres, dont les colonies délicates se sont développées sur le test même d'un certain nombre de Térébratules.

Désireux de ne plus laisser planer le moindre doute au sujet de l'origine de ces Térébratules, nous avons demandé l'autorisation — que nous a gracieusement accordée M. Nyst — d'étudier la faune microscopique, non seulement des sables à bryozoaires qui avaient contenu les Térébratules, mais aussi du sable qui se trouvait renfermé à l'intérieur des Térébratules fermées et intactes de Wommelghem et des environs.

Afin d'effectuer aussi consciencieusement que possible cette expérience, nous avons vidé deux ou trois Térébratules qui renfermaient des sables meubles d'un gris jaunâtre, deux échantillons contenant un dépôt argileux un peu durci d'un gris foncé et enfin trois Térébratules contenant un sable glauconifère presque entièrement noir.

Toutes ces Térébratules étaient bivalves et fermées, et le sable qu'elles contenaient se trouvait comme dans une boîte bien close et était, par conséquent, exempt de tout mélange.

D'abord, l'étude de ces divers matériaux, identiques dans leurs éléments fauniques, a confirmé une fois de plus l'opinion, déjà exprimée, que les différences de couleur — si souvent invoquées dans la discussion de l'âge des Térébratules — n'ont nullement la signification qui leur a été attribuée.

Ce qu'il importe surtout de noter, c'est que les résultats paléontologiques de cet examen ont largement répondu à notre attente; car tous les échantillons de sable indistinctement, recueillis à l'intérieur de ces Térébratules fermées et intactes, ne contenaient absolument que les éléments si riches et si caractéristiques de la faune des sables à bryozoaires.

Outre une série splendide de Foraminifères de cet horizon et dont plusieurs sont spéciaux à ce niveau, nous avons observé dans l'intérieur des Térébratules une grande quantité de bryozoaires, des lingules, beaucoup d'entomostracés caractéristiques, un nombre limité de très jeunes *Terebratula grandis* d'une grande fraîcheur, beaucoup de *Spirialis rostralis*, des *Ditrupa subulata*, des *Mannia Nysti* et quelques petits lamellibranches très délicats, encore indéterminés, mais qui ne paraissent pas avoir été retrouvés, ailleurs, à Anvers, qu'au sein des sables moyens.

Les observations qui précèdent nous montrent clairement que dans les riches gisements à *Terebratula grandis* de Wommelghem et des environs, ces brachiopodes étaient bien en place et non remaniés; qu'ils accompagnaient toujours les bryozoaires, et qu'enfin ils se trouvaient dans un dépôt précisément caractérisé par ces bryozoaires et appartenant à l'horizon des sables moyens.

La coloration foncée des sables qui remplissaient certaines Térébratules mentionnées dans la discussion a été, à plusieurs reprises, signalée comme une preuve contraire à l'origine scaldisienne de ces exemplaires. Nous croyons avoir mis hors de doute, qu'en thèse générale, il faut laisser absolument de côté la question de coloration, qui n'a guère de valeur. Nos observations, mentionnées plus haut, sur l'identité des éléments fauniques recueillis dans les sables, diversement colorés, que nous avons examinés dans les Térébratules, ont d'ailleurs entièrement confirmé cette appréciation.

La coloration plus foncée de certains sables grisâtres observés près de Deurne, mais sur le territoire de Borgerhout, pouvait faire croire que les Térébratules, très nombreuses et presque toutes entières, qui les accompagnaient, devaient probablement se rapporter à la série inférieure. Ces sables foncés, agglutinés par un ciment calcaire en une roche assez dure, renfermaient parmi d'autres débris, les restes complets d'un cétacé

de grande taille : le *Plesiocetus intermedius*. « Au fur et à mesure que « l'on parvenait à dégager les sables gris qui encroûtaient ce squelette, « on était étonné, dit le Bulletin du 18 juillet 1861 de l'ancienne Société « Paléontologique de Belgique, de la grande quantité de Térébratules qui « paraissaient avoir recouvert l'animal après sa mort. Avec ce mollusque « brachiopode, se trouvaient aussi associés des bryozoaires. »

Ces objets furent expédiés au Musée de Bruxelles et on peut y voir aujourd'hui, dans la salle d'Anvers, les énormes blocs durcis qui renferment les ossements du cétacé en question. Ces blocs montrent encore un grand nombre de Térébratules.

La présence de cette espèce de cétacé Mysticète, comme celle des bryozoaires, suffit, nous semble-t-il, pour démontrer que ce gisement appartient à l'horizon des sables moyens et ne peut se rapporter aux sables inférieurs. M. Cogels n'a pas, du reste, laissé s'accréditer cette erreur ; mais il dit, dans une de ses notices consacrées au gisement de la Térébratule, que les coquilles de ce brachiopode, qui entouraient le bloc en question, auraient pu provenir d'un remaniement du « sable vert », seul dépôt où notre collègue croyait ces coquilles en place.

Afin d'élucider entièrement cette question et pour ne plus laisser planer aucun doute sur la signification du gisement et sur la nature des sédiments qui remplissaient les Térébratules de Deurne, nous avons recueilli et examiné le sable contenu dans quelques unes de ces Térébratules, aujourd'hui exposées dans les collections du Musée de Bruxelles.

Nous avons également examiné des sédiments provenant d'échantillons restés engagés dans un fragment de la roche en question. Ces derniers matériaux sont dus à l'obligeance de M. J. Colbeau, qui possède un fragment de cette roche, encore pétri de Térébratules bivalves entières et parfaitement conservées.

L'étude de ces sédiments recueillis à l'intérieur des Térébratules de Deurne nous a permis de reconnaître, de la façon la plus évidente, que le dépôt foncé qui contenait le cétacé ainsi que ces brachiopodes, n'est autre chose que le sable à bryozoaires, quelque peu modifié dans sa coloration. Les Térébratules que nous avons vidées nous ont procuré plusieurs centaines de Foraminifères, répartis en une trentaine d'espèces et appartenant incontestablement à la faune si bien caractérisée des sables à bryozoaires. Il est à noter qu'un certain nombre de ces Foraminifères ne se rencontrent qu'à ce seul niveau.

Outre ces Foraminifères, nous avons également rencontré les nombreux bryozoaires et entomostracés caractéristiques du dépôt, ainsi qu'une quantité de *Lingula Dumortieri*, *Ditrupa subulata*, *Spirialis rostralis* et d'autres petites coquilles de l'horizon des sables moyens.

Il est donc bien établi que les *Terebratula grandis* de Deurne ou plutôt de Borgerhout qui, tout entières et bien conservées s'observaient dans les blocs ci-dessus mentionnés *au nombre de plusieurs centaines d'échantillons*, s'y trouvaient bien en place et dans un dépôt de l'étage des sables moyens se rapportant à la zone des sables à bryozoaires.

Des observations qui précèdent, comme de celles que nous avons faites au sujet des Térébratules de Wommelghem, etc., il résulte que la *Terebratula grandis* habitait, en compagnie des bryozoaires, les régions les plus profondes de la mer des sables moyens; circonstance qui s'accorde d'ailleurs parfaitement avec les habitudes des brachiopodes et avec la distribution de ce brachiopode dans les dépôts du Crag anglais.

Les Térébratules des sables à bryozoaires de Deurne ont été signalées comme étant plus petites et moins développées que celles de Wommelghem; ce fait est vraisemblablement dû à la situation particulière de la localité de Deurne, plus voisine de la côte; circonstance qui n'aura pas permis à ces brachiopodes d'acquérir la taille qu'ils atteignaient à Wommelghem, où ils se trouvaient dans des conditions plus favorables à leur développement.

Quant à l'absence des Térébratules dans certains dépôts de la mer des sables moyens, comme dans les sables à *Isocardia cor*, elle s'explique aisément, de même que la grande rareté des bryozoaires en place, par la situation plus littorale de ces dépôts, où aucun représentant de la faune des eaux profondes n'aurait pu prospérer ou même subsister dans des conditions favorables.

Quelques valves dépareillées de la *T. grandis* ont cependant été observées par M. Cogels dans les sables à *I. cor.* de Deurne; mais ces coquilles auront sans doute été rejetées des profondeurs voisines où florissaient les bryozoaires et les Térébratules.

Il nous reste maintenant à signaler l'intéressant gisement de la porte de Borsbeek, où les Térébratules s'observaient dans des conditions tout autres que dans les localités précitées.

Nous avons vu qu'à la porte de Borsbeek, les sables inférieurs à *Pectunculus pilosus* sont surmontés par le dépôt glauconieux, généralement désigné sous le nom de *sable vert* et à la partie supérieure duquel s'observe, bien caractérisée, la zone graveleuse qui termine habituellement la série inférieure. A la surface de ces sables graveleux, on trouve un niveau de concrétions roulées, de débris coquilliers, d'ossements et de nodules remaniés, ainsi qu'une roche friable, composée de bryozoaires triturés et agglutinés en amas ou en blocs irrégulièrement distribués à la surface du sable graveleux.

Nous avons fait remarquer, dans un chapitre précédent, que ces amas,

qui reposent sur le sable vert graveleux, représentent incontestablement un cordon littoral, un dépôt de plage de la mer des sables moyens, et nous avons reconnu que les éléments fauniques (Térébratules, bryozoaires, etc.) de ce niveau, *n'ont pas vécu sur place*, mais proviennent des profondeurs de la mer des sables moyens, qui s'étendait surtout vers l'est, dans la direction de Wommelghem, Wyneghem, etc.

Les Térébratules, d'ailleurs généralement brisées et en mauvais état, qui se trouvaient, soit empâtées dans la roche à bryozoaires, soit dispersées parmi les débris divers du même niveau, ont donc une origine incontestablement scaldisienne.

Plus bas que le niveau des blocs à bryozoaires, et sous le lit des concrétions roulées sur lequel ces blocs reposaient, on trouvait encore, disséminées dans toute l'épaisseur des *sables verts graveleux*, une certaine quantité de Térébratules. En certains points elles s'observaient même en amas assez nombreux. Conformément à ce qu'a fait observer M. Cogels, nous avons remarqué qu'un certain nombre d'entre elles paraissent en assez bon état, mais la plupart étaient cependant plus ou moins brisées. Elles avaient le plus souvent leurs deux valves réunies; circonstance qui n'a cependant pas d'importance, puisque les valves de beaucoup de brachiopodes ne peuvent que très rarement se séparer, par suite de la conformation de la charnière.

Les Térébratules étaient généralement brisées dans le sable graveleux, ce qui porte à croire qu'elles ne s'y trouvaient pas en place. Mais ce qui est plus important, c'est la présence des sables grossiers, des graviers et des petits cailloux qui les accompagnaient, et qui se trouvaient aussi à l'intérieur des coquilles. Cette circonstance, qui nous rappelle la nature exclusivement *littorale* du sable graveleux, doit suffire pour exclure l'idée que les Térébratules — habitants ordinaires des eaux profondes — auraient pu vivre en cet endroit. En effet, comment admettre que des brachiopodes, toujours fixés par leur pédoncule aux corps sous-marins, eussent pu vivre et se développer dans ces dépôts meubles et uniformes, dans ces sédiments littoraux, où les surfaces propres à l'adhérence manquaient complétement. Comment admettre enfin des conditions d'existence si différentes de l'habitat ordinaire de ces brachiopodes!

Ayant reconnu que les Térébratules qui s'observent à quelques centimètres plus haut, à la surface même des sables graveleux et parmi les débris de bryozoaires, ne pouvaient provenir que de la faune des régions profondes de la mer des sables moyens, d'où elles avaient été rejetées sur ce littoral, on pourrait, sans grandes difficultés, admettre que celles qui se remarquaient un peu plus bas, eussent la même origine. Un léger enfouissement d'une partie des Térébratules dans les sables du rivage sur lequel

elles étaient amenées, expliquerait cette petite différence de niveau, et cette circonstance montrerait aussi pourquoi les échantillons ensevelis sous une faible couche de ce sable littoral apparaissent en meilleur état que les autres qui, avec les bryozoaires et les débris roulés, sont restés pendant longtemps le jouet des flots.

Comme confirmation de l'hypothèse d'un enfouissement des Térébratules, nous rappellerons une observation isolée, mais assez concluante, que nous avons faite à la porte de Borsbeek et que nous croyons même avoir signalée sur place à MM. Cogels et Purves, qui nous accompagnaient. C'est la découverte, vers le haut et dans la masse du sable vert graveleux, d'une Térébratule qui, au lieu des graviers habituels, ne contenait qu'une masse compacte, uniquement constituée par ces mêmes débris de bryozoaires qui s'observaient en lit à un niveau plus élevé. Cette Térébratule, enfouie dans la masse du sable graveleux, provenait évidemment du niveau supérieur à bryozoaires, et avait incontestablement la même origine que celles, également remplies de bryozoaires, qui se trouvaient à ce dernier niveau.

C'est à un niveau un peu plus inférieur, quoique très rapproché, que M. Cogels a remarqué des amas de *Terebratula grandis* en bon état de conservation et pour la plupart absolument intactes. Ce serait encore au sein des « sables verts », mais à un niveau où les graviers ne se rencontrent plus, ou du moins deviennent très rares.

Nous n'avons malheureusement pu observer ce niveau ; mais M. Cogels a fait remarquer qu'il n'y avait plus, avec ces Térébratules entières, aucun des débris qui accompagnaient les Térébratules brisées des niveaux supérieurs et il a également constaté l'absence des bryozoaires.

Telles sont, en résumé, les conditions du gisement « diestien » signalé par notre collègue comme représentant le seul et vrai niveau « en place » de la *Terebratula grandis*.

Voyons maintenant les conséquences qui ont été tirées de ces observations.

De ce que des Térébratules intactes, paraissant bien en place, ont été observées dans des *sables verts* à la porte de Borsbeek, il en est résulté que la zone dite *des sables verts* se trouve actuellement considérée comme représentant le véritable niveau, ou tout au moins comme l'un des vrais niveaux de la Térébratule. Mais, en cette occasion encore, on a confondu sous le nom de *sables verts*, des dépôts très différents, qui n'ont d'autres relations que l'absence ou la rareté des fossiles et une coloration verdâtre uniforme : deux caractères « artificiels » produits par les phénomènes d'altération[1].

[1] M. Cogels a déjà signalé en 1874 que certains autres dépôts de la porte de Borsbeek,

En réalité, il n'y a pas de zone définie à laquelle on puisse appliquer le nom de « sables verts, » comme le faisait M. Dejardin ; mais il existe à Anvers un horizon géologique de sables *graveleux* (souvent altérés et verdis), lequel consiste en un dépôt littoral, originairement pauvre en débris organiques et caractérisé par de nombreux graviers et de petits cailloux roulés. Si ce dépôt a été plus généralement altéré et *verdi* que les autres couches de la série inférieure, c'est précisément parce qu'il termine celle-ci et se trouve plus exposé que les autres couches aux infiltrations superficielles et aux altérations chimiques qui en résultent.

C'est cette partie des « sables verts » qui, à la porte de Borsbeek, contient de nombreux graviers et dans laquelle les Térébratules sont généralement brisées. Elles ne pourraient en aucune façon s'y trouver en place, à cause de la nature même de ce dépôt, qui est exclusivement littoral.

Mais à la porte de Borsbeek, comme en beaucoup d'autres points à Anvers, le *sable vert comprend à la fois, outre le cordon littoral représentant l'horizon des sables moyens, la partie supérieure, altérée et verdie, des sables noirs à Pétoncles et le dépôt, également altéré et verdi, des sables graveleux, qui s'observe au dessus.* L'expression de *sable vert* ne peut donc s'appliquer à aucun dépôt normal et intact, formant un horizon défini dans le bassin d'Anvers.

La partie inférieure et dépourvue de gravier des « sables verts » de la porte de Borsbeek, où des amas de térébratules entières et en place ont été observés par M. Cogels, représente incontestablement la partie supérieure altérée et verdie des sables noirs à Pétoncles. En effet, cette dernière zone se montre profondément altérée et dépourvue de fossiles vers sa surface dans tous les points environnants ; nous avons pu nous en assurer à diverses reprises [1].

rapportés à cette époque à l'horizon des « sables verts » représentaient un niveau bien distinct, postérieur à la sédimentation des sables inférieurs. Cette observation détruisait une première fois déjà l'homogénéité des sables verts, car le niveau de dénudation reconnu dans ceux-ci par M. Cogels n'est autre chose que le cordon littoral, signalé plus haut, qui représente l'horizon des sables moyens.

[1] L'altération de la partie supérieure des sables à Pétoncles de la porte de Borsbeek est évidente et ne saurait être contestée. Si, partant de la partie inférieure de la coupe, où les fossiles sont généralement intacts et en bon état, on remonte vers le haut, on constate l'altération de plus en plus prononcée du test calcaire des coquilles, qui se changent bientôt en une bouillie informe et disparaissent ensuite complétement, par dissolution chimique.

Les ossements de cétacés que l'on observe dans les « sables verts » qu'ils soient en place dans la partie supérieure verdie des sables à Pétoncles, ou remaniés en niveau des sables graveleux, sont *toujours profondément corrodés* et ont un aspect particulier, dénotant clairement les phénomènes d'altération auxquels ils ont été soumis.

Les grains glauconieux foncés du bas de la coupe verdissent rapidement vers le haut, et, en certains points, l'altération est si prononcée, que l'oxydation des grains glauconieux est

En résumé, il est absolument inexact de placer le niveau géologique de la *Terebratula grandis* dans un dépôt spécial et normal de *sables verts*, surmontant les sables à Pétoncles.

Ces conclusions doivent évidemment s'étendre aux autres débris organiques, tels que les ossements de cétacés, etc., qui s'observent dans la zone verte d'altération.

Les seuls « sables verts » où la Térébratule, les ossements, etc., puissent se trouver en place, sont ceux qui représentent la partie altérée des sables inférieurs à *Pectunculus pilosus;* ils ne constituent par conséquent, en aucune façon, un horizon distinct de « sables verts ».

Toutefois, les Térébratules, se trouvant localisées à la partie supérieure des sables à Pétoncles, paraissent constituer une zone paléontologique spéciale, qu'il sera utile de distinguer de la masse de ces sables à Pétoncles, où l'on n'a jamais signalé la Térébratule.

Les sédiments de ce premier horizon à Térébratules sont normalement noirs ou foncés, et ils ne deviennent verts que lorsque le dépôt est altéré, comme à la porte de Borsbeek.

Nous avons dit plus haut que les Térébratules, en partie brisées, qui ont été recueillies dans le sable vert graveleux de la porte de Borsbeek, avaient sans doute été enfouies dans ce dépôt, comme épaves de la mer

presque complète. Des zones irrégulières, ocreuses ou jaunâtres, apparaissent alors, en même temps que certains phénomènes de concrétionnement rappelant ceux de la limonite. On remarque parfois des empreintes extérieures de coquilles dont le test calcaire a disparu. L'ensemble de la zone altérée se présente sous la forme d'une couche de sables verts, généralement dépourvus de fossiles, ou bien contenant quelques débris, très altérés, des espèces qui ont le mieux résisté.

La présence de Térébratules nombreuses et bien conservées dans un dépôt profondément altéré comme celui des « sables verts » de la porte de Borsbeek paraît, au premier abord, se concilier difficilement avec ce qui précède. Mais il ne faut pas perdre de vue que la structure du test des brachiopodes est bien différente de celle des gastéropodes et des lamellibranches. Le Dr Carpenter a depuis longtemps mis ce fait en évidence. D'autre part, la résistance particulière que présentent les coquilles des brachiopodes aux actions chimiques qui amènent la disparition des autres débris organisés, est amplement prouvée par le remarquable état de conservation que présentent habituellement ces coquilles dans les terrains les plus anciens, où elles se trouvent si abondamment.

D'ailleurs, les Térébratules, même bien conservées, de la porte de Borsbeek sont devenues très friables, et ne peuvent être retirées intactes qu'avec de grandes précautions.

A ce propos, nous ferons remarquer que parmi les lamellibranches, c'est le genre *Pecten* qui paraît résister le mieux aux causes de décomposition. C'est un fait dont il est facile de s'assurer un peu partout. A Anvers, on a parfois rencontré plusieurs espèces de *Pecten*, dans les dépôts, profondément altérés et généralement privés de fossiles, qui ont été réunis sous le nom de « sables verts ».

L'influence des altérations se trahit cependant visiblement dans les rares coquilles conservées dans les « sables verts ». M. Cogels a fait remarquer que les *Pecten Caillaudi* recueillis à ce niveau avaient généralement perdu toutes leurs aspérités.

des sables moyens. M. Cogels, dans sa Notice finale sur le gisement des Térébratules, est d'avis que *toutes* les Térébratules brisées qui se trouvent au dessus du niveau des échantillons intacts, proviennent des remaniements qu'a subis ce dernier niveau.

Nous avons montré que les Térébratules brisées du niveau des blocs à bryozoaires provenaient — de même que les autres débris qui les accompagnaient — de la mer des sables moyens, dont les profondeurs étaient situées vers l'est. Nous avons ajouté que les coquilles observées au sein des sables graveleux pouvaient avoir la même origine, et nous avons cité un fait intéressant à l'appui de cette opinion. Toutefois, nous admettons parfaitement qu'une partie des Térébratules plus ou moins brisées des sables graveleux, puisse également provenir de l'affouillement du banc à Térébratules intactes, observé immédiatement en dessous par M. Cogels, dans les sédiments altérés et verdis des sables à Pétoncles.

Nos recherches personnelles, qui ne nous ont jamais fait trouver de Térébratules dans les sables de la série inférieure, et qui ne nous ont pas permis d'observer à la porte de Borsbeek le gisement inférieur en place signalé par M. Cogels, ne nous eussent guère porté à croire à l'existence d'un niveau aussi inférieur comme gisement de la *T. grandis*. Toutefois, l'opinion exprimée au cours de la discussion de 1874, par M. G. Dewalque, et les observations très précises de M. Cogels, nous engagent à admettre pour la *T. grandis* un gisement se rapportant à l'horizon des sables inférieurs et se rattachant, comme nous l'avons dit plus haut, à la zone des sables à *Pectunculus pilosus*.

On peut s'étonner cependant de ce que jamais jusqu'ici, malgré les nombreuses explorations entreprises par tant de paléontologues, à Anvers, à Edeghem, au Kiel, etc., aussi bien dans les sables à Pétoncles que dans les sables à Panopées, on n'ait signalé dans ces dépôts si fossilifères, un seul échantillon de la *Terebratula grandis*. Les sables à Panopées représentent cependant un facies d'eaux profondes, favorable au développement des brachiopodes. Peut-être faut-il attribuer à la position spéciale du niveau « diestien » à Térébratules — qui serait uniquement situé à la partie la plus élevée des sables à Pétoncles — la rareté des points où la série inférieure, restée intacte et exempte de toute dénudation, peut encore montrer le niveau en question.

On a encore signalé la présence de la *Terebratula grandis* dans les sables inférieurs de Mortsel, où elle a été trouvée dans les « sables verts ». Se trouvait-elle en place dans la partie altérée des sables à Pétoncles, ou bien était-elle remaniée, dans les sables verts graveleux? C'est ce qu'il serait difficile de décider, en l'absence de renseignements plus détaillés; toutefois, la seconde hypothèse nous paraît la plus vraisemblable.

Pendant l'impression de ces lignes, nous avons eu l'occasion d'examiner, dans la collection de M. J. Colbeau, des échantillons intacts de *Terebratula grandis*, provenant de Mortsel. Ces coquilles sont remplies d'un sable concrétionné, d'un gris clair, rappelant l'aspect des sédiments observés dans certaines Térébratules de Wommelghem, etc., provenant des sables moyens. De plus, des colonies de bryozoaires se trouvent fixées sur le test de ces Térébratules.

Ainsi se trouveraient réunis à Mortsel les deux niveaux à Térébratules : l'un dans les sables glauconieux inférieurs, l'autre dans les sables moyens à bryozoaires, lesquels devaient donc s'étendre jusque dans cette région.

Cette opinion se trouve confirmée par un passage du Bulletin de l'ancienne Société Paléontologique de Belgique. On lit en effet, dans le procès-verbal de la séance du 26 août 1860, qu'à cette époque, M. Nyst reçut, des environs de Mortsel, un superbe exemplaire de la *Terebratula Sowerby* (*grandis*), provenant du *crag gris*.

Nous ne pouvons terminer cette étude sans signaler certaines localités, aux environs desquelles les sables moyens manquent complétement, mais où la *Terebratula grandis* a cependant été observée dans les sables inférieurs. Ainsi, ce brachiopode a été rencontré à plusieurs reprises dans les sables ferrugineux diestiens des environs de Louvain. Cette observation constitue, on ne peut le nier, une preuve assez concluante en faveur de la contemporanéité de la *Terebratula grandis* et des sables inférieurs d'Anvers.

Nous avons éclairci précédemment la signification stratigraphique des sables ferrugineux diestiens, qui s'étendent depuis Anvers jusque bien loin dans les plaines de la moyenne Belgique, et nous avons trouvé qu'ils représentaient, dès les premières phases du dépôt des sables inférieurs, une vaste plage, une large ceinture littorale qui entourait le golfe d'Anvers. Cette conclusion nous montre que les Térébratules de Louvain n'ont pas vécu là où elles ont été observées; car il est clair qu'accepter toute interprétation faisant de ces Térébratules des coquilles en place et non remaniées, reviendrait à admettre — contre toute vraisemblance — que ces habitants des régions profondes, que ces êtres sédentaires, toujours attachés aux corps sous-marins, eussent pu vivre et se développer dans les dépôts meubles et graveleux d'un littoral. Mais, d'autre part, on ne saurait méconnaître que si ces Térébratules de Louvain ont été rejetées par les vagues et la marée sur les dépôts de plage où on les a rencontrées, elles devaient vivre dans d'autres dépôts contemporains, plus profonds et appartenant à l'horizon des sables inférieurs d'Anvers.

Nous ne pouvons nous arrêter à discuter les autres renseignements, de

moindre importance, qui ont été signalés pour le gisement de la *Terebratula grandis;* d'autant plus que les données stratigraphiques si incertaines, si contradictoires même, qui ont été rappelées à ce sujet, se ressentent singulièrement de la confusion qu existait dans les esprits au sujet de la distinction des couches et particulièrement de celle des dépôts altérés, dont on n'avait jamais compris la véritable signification.

En résumé, le gisement des Térébratules au niveau des sables moyens est maintenant mis hors de doute. La *T. grandis* et les bryozoaires sont incontestablement les fossiles les plus caractéristiques de la région profonde de la mer des sables moyens. Quant au gisement de la Térébratule dans les sables inférieurs, observé par M. Cogels, il peut être admis comme représentant un premier niveau de la Térébratule dans le bassin d'Anvers, si toutefois il se confirme que les Térébratules intactes de la porte de Borsbeek se trouvaient, non dans les sables graveleux littoraux, mais bien dans la partie supérieure altérée et verdie, des sables noirs à Pétoncles. Ce gisement n'a, en tout cas, nullement l'importance de celui des sables moyens.

Afin de compléter ce chapitre, il ne sera pas inutile de jeter un coup d'œil sur la distribution de la *Terebratula grandis* dans les terrains tertiaires de l'étranger, ce qui nous permettra de rechercher si ces renseignements concordent avec les résultats obtenus à Anvers.

M. Cogels a cité, d'après Davidson, divers dépôts oligocènes et miocènes d'Allemagne, où la *Terebratula grandis* aurait été rencontrée. Nous ignorons si l'on peut avoir tout apaisement au sujet de l'identification de ces Térébratules avec notre *T. grandis*, bien que absolument rien ne s'oppose à ce que cette espèce descende jusque dans l'oligocène. Il est à remarquer cependant que l'âge de certaines couches tertiaires du nord de l'Allemagne, généralement rattachées à l'oligocène ou au miocène, est encore fort discutable; plusieurs d'entre ces couches se rapportent certainement au commencement de la période pliocène, c'est à dire au mio-pliocène.

En Belgique, la *Terebratula grandis* avait également été signalée autrefois dans l'oligocène inférieur (dans notre Tongrien inférieur) ; mais il est actuellement établi que cette allégation était absolument erronée.

Un autre point sur lequel nous désirons encore appeler l'attention, c'est que dans la discussion qui s'est élevée entre nos collègues au sujet du gisement de ce fossile à l'étranger, il n'a presque pas été tenu compte de son abondance remarquable en Angleterre, dans le Coralline Crag.

Il est cependant parfaitement établi que la *Terebratula grandis* est très abondante dans certaines couches du Coralline Crag, c'est à dire dans des dépôts plus récents que nos sables inférieurs et qui représentent ces mêmes

sables moyens d'Anvers, où nous avons démontré la présence en place du brachiopode en question.

Dans un travail de MM. A. et R. Bell, publié dans le Geological Magazine [1], nous trouvons un passage intéressant, où les auteurs disent avoir examiné plus de cinq cents exemplaires de la *Terebratula grandis*, presque toujours parfaits, même dans la conservation de l'appareil brachial interne.

Les auteurs disent que la preuve la plus frappante de la non-dérivation de ces brachiopodes était fournie par leur situation dans le Coralline Crag. Ils se trouvaient en groupes, engagés dans du sable fin et entourant presque toujours de grandes pierres arrondies; seule, l'attache musculaire manquait pour représenter ces groupes tels qu'ils se trouvaient à l'état vivant. C'est là une observation intéressante à mettre en regard du fait, signalé tantôt, de l'agglomération de centaines de Térébratules, recouvrant, près de Deurne, le squelette complet d'un cétacé, dans des sédiments de l'horizon des sables à bryozoaires.

Nous rappellerons encore que la *T. grandis* est abondante dans les couches pliocènes de Monte-Mario, ainsi que dans de nombreux dépôts subapennins, incontestablement plus récents que nos sables inférieurs.

La *Terebratula grandis* se trouve également dans des marnes bleuâtres des environs d'Alger, avec plusieurs autres espèces pliocènes, qui se présentent à Anvers au dessus de l'horizon des sables inférieurs.

La *Terebratula grandis* a été signalée récemment par MM. Vieillard et Dollfus, dans des couches pliocènes du Cotentin, que ces géologues ont synchronisées avec le Coralline Crag ainsi qu'avec les sables moyens d'Anvers.

Bien des exemples analogues pourraient encore être cités; mais ceux-ci suffisent, croyons-nous, pour montrer que la *Terebratula grandis* des sables moyens d'Anvers occupe bien en Belgique le même niveau géologique que dans la plupart des autres dépôts tertiaires de l'Europe.

De ce qui précède il résulte que si l'on est en droit de conserver quelques doutes au sujet des divers niveaux oligocènes et miocènes indiqués pour la *Terebratula grandis* à l'étranger, on ne peut se refuser à reconnaître que cette espèce se trouve bien en place et très développée, en Angleterre, en France, en Algérie et en Italie, dans des dépôts du même horizon géologique que celui auquel se rapportent nos sables moyens d'Anvers.

[1] *The English Crags, and their Stratigraphical Divisions indicated by their Invertebrate Fauna*, by A. and R. Bell. — Geological Magazine. Vol. VIII, n° 84. June 1871, p. 256 to 263.

Si nous nous sommes aussi longuement étendu sur la question du gisement de la *Terebratula grandis*, c'est que nous avons cru nécessaire de ne pas laisser s'accréditer plus longtemps une opinion inexacte, qui consiste: 1° à rapporter cette espèce à un horizon artificiel de sables verts, comprenant en réalité plusieurs niveaux distincts; 2° à rejeter, ou tout au moins à considérer comme remanié, le gisement le plus caractéristique et le plus important de la Térébratule.

On comprendra enfin que nous ayons tenu à restituer à la faune encore si peu étudiée des sables moyens, son fossile le plus caractéristique; celui qui, avec les bryozoaires, indique le mieux les relations de ce dépôt avec ceux de même âge, de l'étranger. A nos yeux, la présence de ce brachiopode dans les sédiments profonds de la mer des sables moyens a une importance telle, que s'il avait pu être établi que la *T. grandis* ne se trouvât pas en place dans les sables inférieurs, nous eussions proposé, au lieu du nom de *sables à bryozoaires*, le nom de *sables à Terebratula grandis*. La nomenclature y eût gagné un cachet d'uniformité qui n'aurait pas été à dédaigner, chaque couche du bassin pliocène d'Anvers se trouvant alors désignée par une appellation indiquant le fossile le plus caractéristique.

COUP D'ŒIL GÉNÉRAL SUR LE BASSIN PLIOCÈNE

PENDANT LE DÉPOT DES SABLES MOYENS D'ANVERS.

Les nombreux détails incidemment exposés dans les pages précédentes sur la faune du Coralline Crag, nous dispenseront de nous étendre davantage sur les liens qui rattachent ce dépôt à nos sables moyens d'Anvers. Il est d'ailleurs parfaitement établi que tous deux faisaient partie du même horizon géologique; nos listes de mollusques et de bryozoaires sont à elles seules suffisantes pour le prouver.

Toutefois, on aurait tort de croire à un synchronisme réel, absolu. Divers faits nous ont d'ailleurs montré que les sables moyens d'Anvers ont dû commencer à se déposer dans nos contrées un peu avant l'extension de la mer pliocène dans la région, plus occidentale, où se développa bientôt la faune du Coralline Crag. Les deux dépôts furent peut-être contemporains pendant un certain temps; mais, de toute façon, la région d'Anvers devait déjà se trouver émergée alors qu'en Angleterre le lit de la mer commençait seulement à se relever, et donnait naissance à la division supérieure du Coralline Crag.

Les sables moyens d'Anvers sont donc en réalité plus anciens que le Coralline Crag, et c'est d'ailleurs une conséquence naturelle du mouve-

ment de translation du sud-est au nord-ouest, qui caractérise toute l'histoire du grand bassin pliocène septentrional.

L'aire actuelle occupée en Angleterre par les sédiments du Coralline Crag est extrêmement restreinte. Elle consiste en une bande assez étroite, et longue d'un peu plus de 8 milles; elle s'étend le long des côtes du Suffolk, depuis Aldborough jusqu'à Gedgrave et occupe environ 8 milles carrés. A Sutton, plus au sud, on en trouve encore un lambeau isolé, mais bien caractérisé.

Le Coralline Crag a dû recouvrir une surface beaucoup plus étendue, car on a observé à Tattingstone, c'est à dire à 16 milles plus au sud-ouest que la masse principale du Coralline Crag, des sédiments qui se rapportent au même horizon. Il est d'ailleurs bien établi que le Coralline Crag ne se trouve plus représenté aujourd'hui que par quelques vestiges ayant échappé à la dénudation générale de toute la contrée, dénudation qui s'est produite après l'émersion de ces dépôts. Nous avons reconnu le même cas à Anvers, dans l'horizon dénudé des sables moyens, dont les couches en place ont été réduites à quelques vestiges encore fort peu connus.

Si nous nous reportons maintenant vers le continent européen, nous constaterons que l'on y observe peu de couches se rapportant exactement à l'horizon de nos sables moyens et du Coralline Crag. Les sables d'Anvers s'étendent au loin vers le nord, mais en s'enfonçant profondément dans le sous-sol de la Hollande. Cette circonstance, jointe aux difficultés d'observation auxquelles donne lieu l'épais manteau de dépôts quaternaires et modernes qui recouvre la plus grande partie de la Hollande, ne permet pas d'étudier, ni même de reconnaître facilement la présence des dépôts pliocènes dans cette région. Dans la Gueldre, l'Over-Yssel et aux environs de Dordrecht, on a signalé la présence de quelques coquilles du « Crag », de dents de *Charcharodon megalodon*, d'*Oxyrhina xiphodon*, d'*Oxyrhina hastalis*, etc., et de débris de cétacés, ce qui annonce certainement un dépôt se rapportant à l'horizon de nos sables moyens. Le sondage de Goes, mentionné tantôt, rencontrant les sables d'Anvers à 44 mètres sous le niveau de la mer et traversant encore le « Crag gris » à 61m70, laisse supposer pour ces couches une épaisseur bien plus considérable en Hollande qu'à Anvers. Nous croyons pouvoir les rapporter, à cause même de leur développement remarquable, à l'étage de nos sables moyens en place.

Jusqu'où s'étendait vers le nord cette mer des sables moyens ou du Coralline Crag? C'est un point difficile à bien préciser, à cause de l'insuffisance des renseignements publiés sur la constitution du sous-sol d'une partie de la Hollande et de l'Allemagne. Il paraît en tout cas assez probable que, si la région sud-est de la Hollande renferme des dépôts pliocènes du même facies que nos sables inférieurs d'Anvers, la plus

grande partie des plaines du Nord et de l'Ouest recouvrent des dépôts qui peuvent se rapporter à nos sables moyens. La limite septentrionale de cette mer paraît indiquée par les dépôts pliocènes de la côte du Schleswig, de la partie orientale du Holstein et enfin par ceux de l'île de Sylt [1].

Les eaux pliocènes étaient arrêtées vers le nord par la barrière formée par la péninsule Scandinave; mais elles communiquaient avec l'Océan, vers le nord-ouest. L'extension de la mer pliocène dans cette direction est du reste prouvée par l'existence, en Islande, de dépôts pliocènes bien caractérisés, de l'horizon des sables moyens .

Passant ensuite à la région du Sud, nous signalerons d'abord un dépôt très localisé, situé sur les côtes du Cotentin. Ce dépôt est, depuis longtemps, connu sous le nom de Crag de Normandie.

Il existe dans cette région des couches miocènes bien caractérisées; mais d'autres dépôts, comme ceux de Saint-Georges de Bohon, etc., rapportés d'abord à la période miocène, viennent tout récemment d'être étudiés par MM. Vieillard et Dollfus[3], qui y ont parfaitement reconnu un facies pliocène bien caractérisé. Ces observateurs consciencieux ont

[1] (*Note ajoutée pendant l'impression.*) L'opinion ci-dessus exprimée sur l'extension considérable vers le nord, des dépôts se rattachant à l'horizon des sables moyens d'Anvers, vient de recevoir une remarquable confirmation qui, en même temps, donne à cet horizon une importance et une valeur bien plus considérables que l'on aurait jamais pu le supposer. Dans le courant de juillet 1876, nous avons reçu de M. le professeur Dewalque une série d'échantillons de sables, privés de coquilles et au sujet desquels aucun renseignement ne nous avait été fourni, si ce n'est qu'ils étaient probablement pliocènes. L'étude de la faune microscopique de ces sables, entreprise à la demande de M. Dewalque, nous fit, sans aucune hésitation, acquérir la conviction que tous ces échantillons appartenaient à l'horizon de nos *sables moyens d'Anvers*, bien en place et représentant une zone de profondeur moyenne. Ces conclusions s'accordèrent, nous l'apprîmes plus tard, avec celles que M. Dewalque avait tirées de l'examen des coquilles qui accompagnaient ces sables. Or, ces sables et ces coquilles provenaient d'un sondage effectué à Utrecht, ainsi que M. G. Dewalque l'annonça à la séance du 23 juillet 1876 de la Société Géologique de Belgique; et ce qu'il y a de particulièrement remarquable, c'est que les sables moyens y avaient été rencontrés à 238 mètres de profondeur et se continuaient encore, en une masse homogène jusqu'à la profondeur de 368^{m}50. Le dépôt des sables moyens a donc à Utrecht une épaisseur de plus de *cent trente mètres!* Une seconde série d'échantillons, très complète et très détaillée, qui nous a été envoyée depuis peu par M. Dewalque, est venue confirmer entièrement notre appréciation primitive. Ces sables d'Utrecht contiennent, outre la faune bien caractérisée des Foraminifères de nos sables moyens d'Anvers, des entomostracés et quelques débris de bryozoaires, identiques à ceux, si caractéristiques, des sables moyens d'Anvers. Ces sables atteignant plus de 130 mètres à Utrecht, on comprend qu'ils doivent s'étendre sur une aire très étendue dans le sous-sol de la Hollande et qu'ils se relient incontestablement aux couches de même âge qui affleurent au sud, à l'ouest et au nord: c'est à dire à Anvers, dans le Suffolk et sur les bords de la Baltique.

[2] *On the Mollusca of the Crag-Formation of Iceland*, by D^{r} O. Mörch. — Geological Magazine. Vol. VIII, n^{o} 87, September 1871, pp. 391-400.

[3] *Étude géologique sur les terrains crétacés et tertiaires du Cotentin*, par E. Vieillard et G. Dollfus. — Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie. 2^{e} S^{ie}, tome IX. Caen, 1875.

constaté là deux niveaux distincts: le *Conglomérat* à *Térébratules* de Saint-Georges de Bohon et les *Marnes à Nassa* du Bosq et de Saint-Martin d'Aubigny. Ils font synchroniser ces dépôts respectivement avec nos *sables moyens* d'Anvers et avec nos *sables supérieurs*, et par conséquent aussi avec le *Coralline Crag* et les dépôts qui le surmontent. Aux observations de MM. Vieillard et Dollfus, nous ajouterons que tous les bryozoaires qu'ils signalent dans leur conglomérat à Térébratules se retrouvent à Anvers dans nos sables moyens.

Ce conglomérat à Térébratules de Saint-Georges de Bohon n'est pas, comme on pourrait le croire, un dépôt avec coquilles en place, indiquant une certaine profondeur dans la sédimentation; c'est, suivant nous, un banc littoral, formé de graviers et de débris coquilliers amenés de la pleine mer, c'est à dire de l'aire en place du Coralline Crag, qui s'étendait jusque dans ces environs. Aussi le conglomérat en question peut-il servir à indiquer le rivage ou la limite orientale de la baie formée dans cette région par la mer du Coralline Crag.

La plus grande partie des terres comprises entre cette région le pays au sud d'Anvers et les rivages actuels de la mer, était déjà émergée et le resta définitivement; de sorte que les collines de l'Artois s'élevaient comme un promontoire, séparant la baie d'Anvers de celle de Normandie. Ces golfes marquaient la limite orientale de la mer du Crag à cette époque, de même que les dépôts du Coralline Crag dans le bassin anglais en marquaient à peu près la limite occidentale.

Vers le sud-ouest s'étendaient librement, et en communication avec nos bassins limités, les eaux de la zone méridionale de l'Atlantique, dont la température élevée influença sensiblement la faune de nos contrées.

Les îles Britanniques, sauf les comtés de l'Est, en l'Angleterre, la péninsule Ibérique, excepté peut-être un ou deux points littoraux très localisés, toute l'Europe centrale, y compris l'Autriche et les contrées du Nord (la Suède, la Norvége et la Russie septentrionale), sauf l'Islande, paraissent entièrement dépourvues de représentants marins de la période pliocène; ce qui dénote que, pendant tout ce temps, les régions ci-dessus énumérées se trouvaient déjà émergées.

Dans l'Europe méridionale, nous voyons au contraire un grand nombre de dépôts pliocènes, peu étendus il est vrai, mais dispersés assez abondamment le long du littoral méditerranéen. Nous les observons en France, en Italie, où ils atteignent un développement remarquable, en Sardaigne, en Sicile, en Grèce et dans la plupart des îles environnantes, dans l'Asie Mineure et à l'île de Chypre. On les retrouve encore en Égypte (aux bouches du Nil), en Algérie, dans la province d'Oran, etc., de sorte qu'ils forment ainsi autour de la Méditerranée une ceinture de dépôts pliocènes

qui, toutefois, ne s'étend jamais bien loin dans l'intérieur des terres. Cette disposition montre qu'à l'époque pliocène un certain nombre d'oscillations locales ont eu lieu dans toute cette région. Les sédiments marins se sont déposés dans les échancrures formées par les aires d'abaissement, mais il est à peu près certain que les grandes lignes de la disposition générale des terres et des mers du bassin méditerranéen ne différaient guère de ce qu'elles sont aujourd'hui.

Si nous nous reportons ensuite dans les plaines du sud-est de l'Europe, nous remarquerons que les couches à Cérithes et les couches à Congéries — qui pendant les premiers temps de la période pliocène constituèrent un horizon bien caractérisé dans le bassin de Vienne, en Hongrie et dans le sud de la Russie — firent place, surtout dans la région de l'est, à des dépôts marins, lacustres et d'eau douce, qui ne présentent aucune analogie avec ceux du bassin méditerranéen proprement dit.

Ces dépôts, d'abord marins et assez localisés, devinrent ensuite saumâtres et s'étendirent bientôt sur une aire immense. Comme ces couches lacustres paraissent avoir pris ce développement remarquable à une époque plus récente que celle du dépôt de nos sables moyens d'Anvers, nous y reviendrons plus tard, à la fin de ce travail.

Nous croyons que les indications qui précèdent sont suffisantes pour donner une idée générale de la configuration des terres et des mers de l'Europe, pendant la partie de la période pliocène qui vit se déposer nos sables moyens. Il ne serait pas difficile d'entrer dans plus de détails sur quelques uns de ces dépôts de l'Europe méridionale, qui paraissent se rapporter plus spécialement à l'horizon de nos sables moyens ; mais nous croyons, pour les raisons exposées pp. 175-177, que ces recherches de synchronisme à distance ne peuvent guère être fructueuses, dans l'état actuel de nos connaissances.

D'ailleurs, après la description des sables supérieurs d'Anvers, nous signalerons d'une manière plus complète ces couches pliocènes de l'Europe méridionale, en ayant soin d'indiquer avec lequel des deux horizons supérieurs des sables d'Anvers, elles paraissent avoir le plus d'affinités.

LES SABLES SUPÉRIEURS D'ANVERS.

Système campinien (partim.), Dumont (1839).
Sables rouges (*de Calloo et du Stuyvenberg*), Nyst (1843).
Système scaldisien (partim.), Dumont, (1849, 1851), Dewalque (1868).
Crag jaune ou supérieur, Lyell (1852), Dewael (1853).
Crag rouge (*de Wyneghem*), Nyst (1861).
Sables jaunes (partim.), d'Omalius (1862), Mourlon (1873).
Sables argileux. Sable jaune coquillier (partim.), Dejardin (1862).
Sables à Trophon antiquum, Cogels (1874).

Dans son « Rapport sur les travaux de la Carte géologique pendant 1839 »[1], Dumont rattachait au système campinien, alors considéré comme tertiaire, les sables jaunâtres fossilifères des environs d'Anvers.

Dans son Rapport de 1849 [2], l'illustre stratigraphe reconnut la nature quaternaire des sables de la Campine, et créa le système scaldisien, pour y placer les sables fossilifères d'Anvers qui surmontent les sables glauconieux inférieurs. Il est à remarquer que, ni dans ce rapport, ni dans la carte au 1/160,000 publiée deux ans plus tard, on ne trouve la moindre indication de subdivisions à établir dans le système scaldisien. Dumont, dans aucune de ses publications, n'a signalé de distinction entre l'horizon des sables moyens et celui des sables supérieurs.

Dans sa *Description des coquilles et polypiers fossiles tertiaires de la Belgique*, M. Nyst avait cependant, dès 1843, reconnu l'existence de trois niveaux fossilifères : les *sables noirs* du fort d'Hérenthals, les *sables gris* des glacis d'Anvers et les *sables rouges* de Calloo et du Stuyvenberg. C'étaient toutefois plutôt des divisions paléontologiques que stratigraphiques.

Pendant le voyage que fit en 1851 sir Ch. Lyell, en Belgique et dans la Flandre française, le célèbre géologue, guidé par M. Dewael, explora les couches pliocènes des environs d'Anvers. Ces deux observateurs mirent pour la première fois bien en évidence que le système scaldisien de Dumont devait se subdiviser en deux étages bien distincts, auxquels ils donnèrent les noms de crag gris ou moyen et de crag jaune ou supérieur.

Depuis lors, la dénomination de crag ou sable jaune a été généralement employée dans le but d'indiquer les couches de l'étage le plus récent, celui que nous désignons sous le nom de sables supérieurs d'Anvers. Il ne faudra

[1] Bull. Acad. roy. des sciences de Belgique. Bruxelles, 1840. Tome VI, 2e partie, pp. 464-485. (N° 11. Séance du 7 décembre 1839.)

[2] *Rapport sur la carte géologique du royaume.* Bull. Acad. roy. de Belgique. Bruxelles, 1850. Tome XVI, 2e partie, pp. 351-373. (Séance du 10 novembre 1849.)

cependant pas perdre de vue que l'on a jusqu'ici compris sous ce nom de Crag jaune ou supérieur une quantité de dépôts hétérogènes, qui ne correspondent nullement à l'horizon bien défini que nous appelons : les sables supérieurs d'Anvers. Cette fausse interprétation, basée sur la couleur des dépôts, a donné lieu, surtout dans ces dernières années, à une confusion telle que l'on a fini par ne plus s'y reconnaître, et que plusieurs géologues ont cru et croient encore qu'il n'y a en somme aucune distinction sérieuse à établir dans les dépôts du Crag d'Anvers !

Pour expliquer alors certaines différences fauniques que l'on ne peut méconnaître, on invoque les influences locales, etc., ce qui est absolument insuffisant. Notre étude de l'horizon si bien défini des sables moyens, et la découverte du niveau de dénudation qui le surmonte, ont montré combien ces explications sont peu fondées.

Revenons maintenant aux sables supérieurs.

Cet étage forme, au nord d'Anvers et autour du lit de l'Escaut, un golfe d'environ 20 kilomètres de largeur, et de longueur équivalente. La limite sud de ce dépôt ne dépasse Anvers que de 3 à 4 kilomètres.

Dans la région est-sud-est, on a signalé quelques amas coquilliers épars, renfermant les espèces que l'on trouve ordinairement dans les sables supérieurs. Ces dépôts isolés s'étendent jusqu'à une grande distance d'Anvers et paraissent disposés le long d'une zone assez étroite, laquelle passe par Pulderbosch, Sandhoven, les environs d'Hérenthals et s'étend encore plus à l'est. On en a même signalé jusqu'à Turnhout.

Toutefois, nous ne pouvons jusqu'à présent considérer tous ces dépôts coquilliers comme ayant été déposés par la mer des sables supérieurs, qui probablement ne s'étendait pas autant vers l'est. Nous croyons qu'une partie au moins de ces amas consiste en éléments remaniés, provenant de phénomènes de transport de l'époque post-pliocène. Nous pouvons citer, comme se trouvant dans ce cas, des amas coquilliers — composés de débris pliocènes usés, triturés et agglutinés par suite d'infiltrations ferrugineuses — que l'on peut observer à la base du sable campinien, à Genck en Campine.

Il est bien possible toutefois que certains de ces dépôts épars dans la région de l'Est soient réellement en place ; ils seraient alors plus récents que les sables supérieurs qui s'observent aux environs immédiats d'Anvers, car il faudrait admettre, pour expliquer leur formation, un retour momentané de la mer vers l'est, après le dépôt des sédiments supérieurs disposés autour d'Anvers. Ce mouvement temporaire de recul pourrait être identifié alors avec celui qui, après le dépôt du Red Crag, a fait déposer en Angleterre les sables et argiles de Chillesford, dans des conditions entièrement analogues à celles qui se seraient présentées à Anvers.

Les sables supérieurs s'enfoncent sous le sol au nord et vers l'ouest, où ils sont cachés sous les dépôts quaternaires. En Hollande, ils ont, à diverses reprises, été rencontrés à d'assez grandes profondeurs.

Vers l'ouest, ils vont évidemment rejoindre, sous la mer du Nord, les dépôts de même âge, des côtes orientales d'Angleterre. Un affleurement sous-marin a été signalé au large du littoral belge, devant Heyst [1]. La baie d'Anvers et celle des comtés de l'Est en Angleterre appartenaient à la grande mer pliocène qui, à l'époque de la sédimentation des sables supérieurs, s'étendait au loin vers le nord.

Les sables supérieurs atteignent rarement une grande épaisseur à Anvers. Jamais ils ne dépassent 3 ou 4 mètres. Ce dépôt qui, en thèse générale, indique la phase de retrait des eaux pliocènes dans la baie d'Anvers, présente, bien accentués, tous les caractères d'une formation littorale. Les éléments fauniques le démontrent très clairement, ainsi que l'abondance remarquable des bancs coquilliers remaniés et des débris usés et roulés, qui s'observent même dans les points restés intacts depuis la sédimentation pliocène. Les coquilles des sables supérieurs ont plus rarement vécu là où on les trouve, que celles des autres dépôts ; cela rappelle précisément ce que l'on observe, mais à un degré encore bien plus accentué, dans le crag supérieur d'Angleterre.

Les sables supérieurs contiennent souvent des galets, des graviers et du sable quartzeux grossier. Les grains glauconieux sont généralement moins abondants que dans les dépôts inférieurs ; les grains quartzeux sont, au contraire, plus gros et en plus forte proportion que partout ailleurs. On observe souvent une forte proportion de matières marneuses ou argileuses, jaunâtres ou rougeâtres; c'est le plus souvent le résultat des phénomènes d'altération qui, dissolvant le calcaire et décomposant la glauconie, ont donné lieu à cette imprégnation des sédiments par l'hydrate ferrique.

C'est la coloration généralement jaunâtre ou rougeâtre des sables supérieurs, qui leur a fait donner le nom sous lequel ils sont habituellement désignés; mais les phénomènes d'altération, causés par les infiltrations superficielles, ayant de même coloré en jaune ou en rouge les sédiments grisâtres de l'horizon des sables moyens, on comprend que le nom de crag ou sable jaune n'a aucune signification propre ; d'autant plus que *la coloration naturelle des sables supérieurs*, QUI EST GRISE, COMME CELLE DES SABLES MOYENS, *subsiste sur beaucoup de points où le dépôt des sables supérieurs a été protégé contre les phénomènes d'altération.*

[1] Des coquilles roulées et brisées, appartenant à l'horizon des sables supérieurs et provenant de l'affouillement de ces couches sous-marines, s'observent parfois sur la plage de cette localité, ainsi que l'a constaté M. Nyst.

M. Cogels a récemment remplacé le nom de crag jaune, sous lequel était connue la majeure partie des dépôts que nous appelons sables supérieurs d'Anvers, par celui de *sables à Trophon antiquum*, dénomination basée sur des données paléontologiques de réelle importance. L'expression : sables à *Trophon antiquum* ne doit toutefois pas être interprétée, dans le sens étendu que comportait l'ancienne expression de crag jaune ; et cela non seulement parce que l'on réunissait aux sables supérieurs les couches *jaunies* des sables moyens, mais encore parce qu'il existe, aux environs d'Anvers, certains dépôts encore peu connus qui, tout en se rattachant à l'horizon des sables supérieurs, devront être distingués des sables à Trophon et auxquels devra être attribué un nom différent.

Il n'est pas possible actuellement d'entrer dans des détails précis sur ces dépôts, faute d'observations ou de documents suffisants. Nous nous bornerons, dans ce travail, à mettre surtout en lumière l'état actuel des connaissances acquises sur la zone des sables à *Trophon antiquum ;* c'est la seule d'ailleurs qui soit bien développée aux environs d'Anvers, et nous ferons connaître les divers facies sous lesquels cette couche se présente dans notre bassin pliocène.

Les sables à Trophon antiquum.

Sables à Trophon antiquum, P. Cogels (1874)[1].

Le dépôt auquel M. Cogels a donné, en 1874, le nom de sables à *Trophon antiquum*, se trouve représenté aux nouveaux Bassins, au nord d'Anvers, par une couche d'aspect, de nature et d'épaisseur très variables, surmontant les sables à *Isocardia cor*. Cette couche est surtout caractérisée par une immense quantité de coquilles brisées de Cyprines, d'Astartes et de Peignes. Les fossiles se trouvent confusément distribués dans toute la masse du dépôt, et les coquilles sont tantôt roulées et brisées, tantôt entières ; les lamellibranches sont assez rarement bivalves. M. Cogels a toutefois remarqué aux Bassins des bancs lenticulaires de *Pecten Gerardi*, généralement bivalves, formant des groupes compactes, réunis en amas au sein des sables.

Cette disposition a également été rencontrée sur d'autres points, dans les sables supérieurs. M. Cogels l'a notée, moins bien caractérisée, pour le *Pecten pusio*, entre les portes de Turnhout et d'Hérenthals. M. Nyst a vu, non loin de là, à Deurne ainsi qu'à Wommelghem, de grands amas de *Pecten Gerardi* et d'autres, d'*Ostrea edulis*, dans lesquels presque toutes

[1] Paul Cogels. *Observations géologiques et paléontologiques sur les différents dépôts rencontrés à Anvers lors du creusement des nouveaux Bassins.* (Annales de la Société Malacologique de Belgique, tome IX, 1874, pp. 7-32.)

les coquilles, serrées les unes contre les autres, étaient bivalves et dans leur position naturelle.

Au fort de Zwyndrecht, sur la rive gauche, c'est à dire à 8 kilomètres de distance des Bassins, les sables à Trophon se présentent avec à peu près les mêmes caractères qu'en ce dernier point. L'*Ostrea edulis*, le *Pecten Gerardi* et d'autres espèces de Pecten, s'y observent très souvent bivalves; les coquilles du *Pecten Gerardi* forment parfois de véritables accumulations au milieu du dépôt.

Les sables supérieurs présentent des différences minéralogiques assez tranchées avec les sédiments à *Isocardia cor*, et la proportion des matières argileuses est généralement beaucoup plus grande. Le dépôt des nouveaux Bassins, observé par M. Cogels, se montrait souvent imprégné d'une argile verdâtre, irrégulièrement distribuée. Les cailloux, les galets et les graviers étaient assez abondants et formaient parfois, avec l'argile, les coquilles et les os roulés, une espèce de conglomérat assez bien caractérisé, surtout aux environs immédiats de la ville.

La coloration des sables à Trophon est souvent jaunâtre, parce que le dépôt superficiel est généralement altéré; parfois même les sédiments, plus fins et très argileux, prennent une teinte rougeâtre bien accentuée. L'hydrate ferrique, résultant de la décomposition de la glauconie, colore alors toute la masse des sédiments qui, toutefois, deviennent rarement cohérents.

Lorsque le dépôt n'est pas altéré, les sédiments ont gardé leur coloration primitive, qui est grise, absolument comme celle des sables moyens. Il est fort important de ne pas perdre de vue cette circonstance, car c'est l'une des causes qui ont presque toujours fait prendre des couches non altérées appartenant à l'horizon des sables supérieurs, pour des dépôts de l'horizon des sables moyens (*sables gris* des auteurs).

Aux nouveaux Bassins, le dépôt des sables supérieurs présentait diverses colorations particulières, qui ont été signalées par M. Cogels. La coloration jaunâtre ou ferrugineuse était, en cette région, la moins commune. Aux points où le dépôt des sables à Trophon était assez pur et non altéré, la coloration était restée grisâtre. Mais la plus grande partie du dépôt était imprégnée par l'argile verdâtre, signalée plus haut, qui formait un lit continu vers le haut de la couche à Trophon, qu'elle surmontait et pénétrait en même temps. Des dépôts marneux, blanchâtres, empâtant des coquilles bivalves, ainsi que des plantes marines, ont également été signalés par M. Cogels dans les sables à Trophon des nouveaux Bassins.

Ces dépôts marneux nous paraissent constitués par des amas décomposés de bryozoaires et de menus débris, rejetés sur ces plages sous-

marines des sables supérieurs, par suite de l'affouillement de certains dépôts des sables moyens.

A Zwyndrecht, les sables à Trophon, protégés par les zones argileuses qui s'observent en ce lieu à la base du quaternaire, ont généralement conservé leur coloration grise naturelle. En certains points cependant, apparaît la zone rougeâtre ou jaunâtre d'altération qui, parfois, atteint même les sables moyens à *I. cor*.

Nous avons remarqué, dans les sables à Trophon de Zwyndrecht, des lits plus ou moins distincts, épars dans la masse du dépôt, contenant une forte proportion de matières marneuses blanchâtres ou grisâtres, empâtant les coquilles du dépôt et résultant, suivant toute apparence, du remaniement des sables à bryozoaires. Nous avons retrouvé au sein de cette marne blanchâtre de nombreux débris de bryozoaires. Cette observation confirme notre opinion sur l'origine des dépôts marneux blanchâtres, observés aux Bassins, par M. Cogels.

Au point de vue paléontologique, les sables à *Trophon antiquum* sont nettement caractérisés par la présence de certains fossiles, généralement abondants à ce niveau et qui manquent complétement dans les sables moyens. Tels sont notamment : *Trophon antiquum* Mull., *Trophon gracile* Da Costa, *Nassa labiosa* Sow., *Purpura lapillus* L., *Purpura tetragona* Sow. *Terebra inversa Nyst* et *Pecten maximus* L., *var. complanatus* Sow. D'autres espèces, telles que *Nassa reticosa* et *Voluta Lamberti*, etc., sont encore, par leur grande abondance, caractéristiques de ce niveau.

Parmi ces espèces, le *Trophon antiquum*, souvent l'une des plus abondantes, est du moins toujours la plus caractéristique. Il est à noter que cette coquille, qui n'a jamais été rencontrée dans le Coralline Crag en Angleterre, ni nulle part dans nos sables moyens, est spéciale au Red Crag, ainsi qu'aux dépôts plus récents de Norwich, de Chillesford, etc.

Par contre, l'*Isocardia cor* et d'autres espèces de nos sables moyens et du Coralline Crag ne se retrouvent jamais, en place du moins, dans nos sables à Trophon ni dans le Red Crag anglais. Le *Trophon antiquum* et l'*Isocardia cor* sont donc nettement caractéristiques des horizons où on les trouve représentés ; et c'est ce qui a engagé M. Cogels à s'en servir pour la dénomination des couches où ces espèces s'observent.

Avant de passer à la description sommaire des divers points des environs d'Anvers où l'on a signalé la présence de dépôts appartenant à l'horizon des sables à Trophon, nous allons reproduire ici la liste des coquilles recueillies par M. Cogels aux nouveaux Bassins, au nord de la ville d'Anvers.

De même que pour les listes précédentes, nous y introduirons certains

changements et diverses indications supplémentaires. Dans l'énumération des lamellibranches, M. Cogels a indiqué avec précision l'état dans lequel s'observaient les coquilles recueillies. Ne pouvant reproduire ici ces détails, nous nous contenterons de faire remarquer que les coquilles entières se trouvaient en grande abondance; elles étaient accompagnées d'un certain nombre de valves brisées et roulées, et d'une proportion assez minime de coquilles encore bivalves, sauf dans les bancs lenticulaires à Pecten, où la proportion de ces dernières était plus considérable.

Ainsi que dans les listes précédentes, les espèces les plus abondantes et les plus caractéristiques du dépôt sont indiquées en caractères plus forts. La première colonne qui suit l'énumération des espèces, renferme, d'après les observations de M. Cogels, l'indication du degré d'abondance ou de rareté; la présence du signe + signifie qu'il n'a été fait aucune observation particulière. La deuxième colonne contient l'énumération des espèces qui se retrouvent dans les sables inférieurs d'Anvers; la troisième, celle des coquilles qui ont été signalées dans les sables à *Isocardia cor*. La quatrième colonne montre la distribution des espèces dans les couches pliocènes d'Angleterre. Il importe de noter que l'astérisque, qui suit ou qui remplace parfois la lettre R (Red Crag), signifie que l'espèce ainsi désignée est considérée comme ne se trouvant dans le Red Crag qu'à l'état remanié [1]. Enfin, la dernière colonne est consacrée à l'indication des espèces encore vivantes actuellement.

[1] Parmi les espèces du Red Crag, considérées par les géologues anglais comme provenant de remaniements du Coralline Crag, il en est un certain nombre au sujet desquelles les avis sont très partagés.

On verra plus loin les raisons pour lesquelles nous croyons pouvoir établir un classement parmi ces espèces douteuses, et pourquoi nous en considérons une partie comme appartenant à un premier horizon, dénudé, du Red Crag.

Ces espèces se trouveront indiquées dans la colonne du Red Crag du tableau ci-contre, non par un astérisque remplaçant la lettre R, mais par un plus petit astérisque placé après cette lettre. Dans les divers relevés fauniques que nous aurons l'occasion d'établir, ces espèces seront comptées comme faisant partie de la faune du Red Crag, ce qui ne sera pas le cas pour les espèces simplement marquées d'un astérisque, c'est à dire qui ne paraissent réellement se trouver dans le Red Crag que comme débris remaniés du Coralline Crag.

Cette distinction, qui n'avait guère d'importance dans les listes précédentes des sables inférieurs et des sables moyens, devient ici très nécessaire. Aussi en tiendrons-nous compte dans toutes les listes qui vont suivre.

LISTE DES MOLLUSQUES RECUEILLIS AUX NOUVEAUX BASSINS

DANS LES SABLES A *TROPHON ANTIQUUM*.

ÉNUMÉRATION DES ESPÈCES.	Degré d'abondance ou de rareté.	Sables inférieurs d'Anvers.	Sables moyens à Isocardia cor.	Coralline Crag, Red Crag, etc.	Mers actuelles.
Trophon alveolatum, *Sow.*	r		M	C R	
» **antiquum**, *L.*	c			R	A
» gracile, *Da Costa.*	r			C?R	A
Buccinum Dalei, *Sow.* (G : Buccinopsis)	r		M	C R	A
» undatum, *L.*	r			C R	A
Terebra inversa, *Nyst.*	+			C R	
Nassa labiosa, *Sow.*	c			C R*	A
» granulata, *Sow*	r r			C R	A
» **reticosa**, *Sow.*	+			R	A
» » var. **elongata**, *Sow.*	+			R	
» » var. **rugosa**, *Sow.*	+			R	
Purpura lapillus, *L*	+			R	A
» **tetragona**, *Sow.*	+			R	
Cassidaria bicatenata, *Sow.* (var. de C. Tyrrhena, *Chem.*).	r	I	M	C R*	A
Columbella scripta, *L*	r r	I		R	A
Pleurotoma modiola, *Jan.* (P. carinata, *Bivon*)	r r			C R	A
» intorta? *Br.*	r r	I		*	A
» **turrifera**, *Nyst.* (P. turricula, *Broc.*)	c	I	M	R*	
Voluta Lamberti, *Sow.*	c			C R	A
Cypræa Europæa, *Mont.*	r r	I	M	C R	A
Natica catena, *Da Costa.*	r			R	A
» cirriformis, *Sow.*	r		M	C	A
» **varians**, *Dujard.* (N. hemiclausa, *Nyst* non *Sow.*).	c	I	M	C R*	
» **multipunctata**, *Wood.* (N. millepunctata, *Lmk*).	c	I	M	C R	A
Eulima subulata, *Donov.*	r r	I		C	A
Chenopus pes-pelicani, *L.* (G : Aporrhais)	+	I		C R	A
Turritella incrassata, *Sow.*	c c	I	M	C R	A
Scalaria frondicula, *Wood*	r r	I	M	C	
Littorina suboperta, *Sow.* (G : Lacuna).	r r			R	
Trochus multigranus, *Wood.*	r			C R	A
Emarginula crassa, *Sow.*	r			C R	A
» fissura, *L.*	r	I		C R	A
Calyptræa Sinensis, *L.* (C. Chinensis, *L.*).	r r	I		C R	A
Pileopsis Ungaricus, *L.* (G : Capulus)	r r			C R	A
Scaphander lignarius, *L.*	r	I	M	C R*	A
Glycimeris angusta, *Nyst et W.* (var. de siliqua, *Chemn.*).	r r	I	M	C R*	A
Corbula striata, *Walk.* (C. gibba, *Olivi.*)	+	I	M	C R	A
Tellina Benedeni, *Nyst et W.*	c			R*	
Gastrana laminosa, *Sow.* (G : Petricola)	r r			C R	A
Venus casina, *L.*	c			C *	A
» » var. turgida? *Sow.*	+				
Cytherea rudis, *Poli.* (C. cycladiformis, *Nyst*) (G : Venus).	+	I	M	C R	A
Artemis exoleta, *L.* (Venus lentiformis, *Sow.*).	r			R	A

ÉNUMÉRATION DES ESPÈCES.	Degré d'abondance ou de rareté.	Sables inférieurs d'Anvers.	Sables moyens à Isocardia cor.	Coralline Crag, Red Crag, etc.	Mers actuelles.
Woodia digitaria, *L.*	+		M	C R	A
Cyprina Islandica, *L.*	+	I	M	C R	A
» rustica, *Sow.*	c	I	M	C *	
Cardium edule, *L.* (var. edulinum, *Sow.*)	r			C R	A
» Norvegicum, *Spengl* [1]. (C. oblongum, *Nyst*).	c		M	R	A
Lucina borealis, *L.*	+	I	M	C R	A
Diplodonta astartea, *Nyst.* (D. trigonula, *Bronn.*)	+			C R	A
Astarte Basteroti, *Lajonk.*	c		M	C R	A ?
» Burtini, *Lajonk*	c		M	C *	
» gracilis, *v. Munst.* (A. Galeottii, *Nyst*)	r		M	C *	A
» incerta, *Wood.* (A. plana, *Nyst* non *Sow.*)	+			C	
» obliquata, *Sow.*	+		M	R	
» Omalii, *Lajonk.*	+	I	M	C R*	A
Circe minima, *Mont.* (Cythere trigona, *Nyst*). (G: Venus).	+		M	C *	A
Cardita chamæformis, *Sow.* (*Leathes*)	c			C R*	
» orbicularis, *Sow.* (*Leath.*)	+	I	M	C *	
» scalaris, *Sow.* (*Leath.*)	+		M	C R	A
Pectunculus glycimeris, *L.*	c			C R	A
Pecten dubius, *Broc.* (P. radians, *Nyst*).	c		M	C R	
» Gerardi, *Nyst.*	c c		M	C	A
» opercularis, *L.*	c c			C R	A
» lineatus, *Da Costa.* (var. de opercularis, *L.*)	+	I	M	R	A
» maximus, *L.* var. complanatus, *Sow.*	c			C R?	A
» » var. grandis, *Sow.*	c		M	C *	
» pusio, *L.*	c c	I	M	C R	A
» tigrinus, *Mull*	r	I	M	C R	A
Ostrea edulis, *L.*	c	I	M	C R	A
» princeps, *Wood.*	r			C R	
Anomia ephippium, *L.*	+	I	M	C R	A
» striata, *Broc.* (A. rugosa, *Nyst*).	c			C R	A

Outre ces espèces, M. Cogels a recueilli aux nouveaux Bassins une dizaine de coquilles, encore indéterminées, se rapportant aux genres : *Solarium*, *Pileopsis*, *Pinna*, *Mytilus*, *Pectunculus*, *Nucula*, *Mactra*, *Mya* et *Saxicava*. Il a encore signalé quelques débris de poissons, de crustacés, etc., un *Lunulites*, un *Retepora* et quelques autres bryozoaires. Il y avait aussi une espèce de polypier, enveloppant souvent la coquille du *Buccinum Dalei* et celle du *Cassidaria bicatenata*.

En triant des échantillons de sable à Trophon pour nos études sur les Foraminifères, nous avons quelquefois rencontré des fragments de bryozoaires. Ils étaient généralement brisés et roulés, et provenaient, sui-

[1] Cette coquille, généralement désignée en Belgique sous le nom de *C. Norvegicum*, paraît devoir être le *C. decorticatum*, Wood.

vant toute apparence, de remaniements des sables moyens. Cependant, quelques espèces paraissent avoir vécu à Anvers dans la mer des sables supérieurs. Il en est de même en Angleterre, où plusieurs formes sont caractéristiques du Red Crag.

Si nous jetons un coup d'œil rapide sur les résultats de la liste précédente, nous voyons que 27 espèces sur 71, soit 38 p. c., se retrouvent dans les sables inférieurs, et 35, soit 50 p. c., dans les sables moyens.

Ces chiffres — qui ne comprennent que les formes *spécifiques* énumérées dans la liste ci-dessus — ne peuvent être considérés que comme approximatifs. Sur une aussi minime quantité d'espèces, il suffit du déplacement de quelques unités, c'est à dire de l'adjonction ou du retrait de quelques numéros, pour donner lieu à une modification parfois considérable dans les résultats du pourcentage.

C'est là une observation importante, qu'il ne faudra jamais perdre de vue dans la suite de ce travail, lorsque nous exposerons les résultats de la comparaison des autres listes des sables supérieurs.

Ces réserves faites, nous pouvons continuer l'examen des résultats fournis par la liste des Bassins, qui nous montre que 53 espèces, soit 75 p. c., de la faune, se retrouvent dans le Coralline Crag, et 57, soit 80 p. c., dansle Red Crag.

Pour ce qui concerne la proportion des espèces en commun avec le Red Crag, il est à remarquer que les 8 espèces marquées d'un astérisque dans la quatrième colonne du tableau n'ont pas été comptées comme appartenant à la faune du Red Crag. Il est cependant possible que sur ces 8 espèces, considérées par les géologues anglais comme dérivées du Coralline Crag, il y en ait quelques-unes appartenant réellement à la faune du Red Crag. Ces espèces seraient encore à ajouter à celles que nous avons marquées R* dans la colonne du Red Crag. (Voir page 259, note 1.)

La question de savoir quelles sont les espèces propres au Red Crag et quelles sont les espèces « dérivées » a été l'objet, en Angleterre, de longues discussions, non encore terminées. Nous croyons que nos listes des sables supérieurs d'Anvers seront appelées à jeter beaucoup de lumière dans le débat; d'autant plus que, lorsqu'on tient compte, non de la couleur, mais des véritables caractères des couches, il est plus facile de reconnaître les débris remaniés, à Anvers, que dans le bassin anglais, où ils paraissent d'ailleurs plus nombreux, et où les coquilles intactes et en place de l'horizon supérieur sont au contraire plus rares qu'à Anvers.

Nous croyons pouvoir établir que les coquilles, considérées comme « remaniées » dans le Red Crag, mais qui se retrouvent abondamment *et en place* dans nos sables supérieurs d'Anvers, — surtout dans ceux qui,

comme à Calloo et à Austruweel, ne contiennent qu'exceptionnellement quelques coquilles remaniées — peuvent être admises en toute confiance comme appartenant à la faune du Red Crag.

Quelques mots d'explication seront cependant nécessaires, afin de bien déterminer ce que nous entendons par « appartenant à la faune du Red Crag. »

Un certain nombre de coquilles roulées et brisées, observées dans le Red Crag, proviennent incontestablement de la dénudation du Coralline Crag : la nature de ces fossiles et celle des sédiments que parfois ils renferment encore, le démontrent suffisamment.

Mais beaucoup de coquilles recueillies en fragments dans le Red Crag ne sont roulées et brisées que par suite d'une trituration prolongée, survenue après la mort du mollusque, et causée par l'agitation des vagues et des courants, dans les baies peu profondes qui couvraient toute la région immergée sous les eaux de la mer du Red Crag. D'autre part, la présence constante à l'état de débris, dans le Red Crag, d'un grand nombre de coquilles nettement caractéristiques de nos sables supérieurs, et toujours bien en place à ce niveau, dénote que des couches identiques en tout point à nos sables supérieurs ont dû exister dans le bassin anglais, avant le dépôt des sédiments qui constituent la masse principale du Red Crag.

Ces coquilles, tout en ne se trouvant dans les couches existantes du Red Crag qu'à l'état remanié, ont vécu et se trouvaient en place dans les dépôts les plus anciens du Red Crag; elles ne peuvent donc être confondues avec les coquilles provenant des remaniements du Coralline Crag. Des vestiges, encore intacts, de ces couches plus anciennes du Red Crag ont d'ailleurs été signalés en Angleterre. Ainsi, M. Wood a reconnu qu'à Walton, le Red Crag est représenté par un horizon plus ancien que tous les autres connus de cet étage, et dans lequel la plupart des coquilles sont bien en place. Parmi les dépôts du bassin anglais, c'est avec celui de Walton que nos sables à Trophon présentent le plus d'affinités.

L'opinion que nous émettons ici sur ce rapprochement se trouve encore confirmée par le relevé de la proportion des espèces récentes, qui montre que le Red Crag proprement dit est effectivement un peu plus récent que nos sables à *Trophon antiquum*, c'est à dire que la majeure partie des couches qui forment l'horizon des sables supérieurs d'Anvers [1].

[1] Lorsque nous établirons le pourcentage des espèces récentes dans l'ensemble de la faune des sables supérieurs d'Anvers, on verra qu'il ne s'élève qu'à environ 70 p. c., tandis que, dans les couches en place du Red Crag, la proportion des espèces récentes s'élève, d'après M. Gwyn Jeffreys, à environ 90 p. c. Ces chiffres étant, des deux côtés, basés sur

Les coquilles roulées ou brisées, observées dans le Red Crag, qui se retrouvent nombreuses et bien en place dans nos sables supérieurs et qui ne proviennent pas authentiquement du Coralline Crag, peuvent donc être considérées comme représentant les vestiges de ce premier horizon disparu du Red Crag ; c'est pour ce motif que nous considérons ces espèces — marquées R* dans la colonne du Red Crag de nos diverses listes des sables supérieurs d'Anvers — comme se rapportant à la faune du Red Crag et non à celle du Coralline Crag.

Il est encore à remarquer qu'un certain nombre d'espèces, qui étaient considérées comme remaniées dans le Red Crag de Suffolk (qui repose sur le Coralline Crag), ont été retrouvées dans le Crag de Norwich, aux environs duquel manque le Coralline Crag, et où la faune peut être considérée comme pure.

Notons, d'autre part, que parmi les espèces de la liste précédente, M. Cogels en signale quelques unes comme n'ayant été recueillies qu'à l'état de débris seulement, dans les sables à Trophon des Bassins. Parmi ces coquilles triturées, il en est certainement de remaniées, qui proviennent des sables sous-jacents, à *Isocordia cor*.

Si ces quelques espèces, non en place dans les sables à Trophon des Bassins, pouvaient être éliminées, nous verrions incontestablement des affinités plus étroites encore que celles que nous avons indiquées, apparaître entre le dépôt supérieur des Bassins et les couches les plus anciennes du Red Crag.

Il serait difficile de signaler exactement quelles sont les quelques espèces remaniées qui se trouvent comprises dans la liste précédente; mais on peut en tout cas considérer comme appartenant *incontestablement* à la faune des sables supérieurs, les espèces indiquées dans la colonne du Red Crag et qui se retrouveront plus loin dans nos autres listes de fossiles se rapportant à des couches bien en place de l'horizon des sables supérieurs.

Sur les 71 espèces énumérées dans la liste ci-dessus, 51 seulement, soit

des listes très complètes, peuvent être considérés comme suffisamment exacts pour montrer que les couches-types du Red Crag ont dû se déposer un peu après nos sables supérieurs. Si, à Anvers, ces couches plus anciennes sont restées intactes et bien en place (comme à Austruweel, à Calloo, etc.), c'est qu'elles n'ont pas été, comme en Angleterre, dénudées par des dépôts pliocènes plus récents. Il en est sans doute de même dans la partie méridionale du bassin anglais, pour les couches de Walton, où les dépôts de l'horizon plus ancien sont restés intacts et avec leurs fossiles bien en place.

Ces différences d'âge, etc., ne sont d'ailleurs que les conséquences naturelles du mouvement graduel de translation du bassin pliocène, sur lequel nous avons déjà si souvent insisté, et par suite duquel les dépôts les plus récents se trouvent, en thèse générale, localisés vers le nord-ouest et en stratification transgressive, relativement aux couches plus anciennes, échelonnées vers le sud-est.

72 p. c. se retrouvent encore dans les mers actuelles, alors que dans les sables à *Isocardia cor*, nous avons trouvé 73 p. c. d'espèces récentes.

Voilà assurément un résultat peu en harmonie avec les différences qui existent réellement entre l'âge des deux dépôts. Mais c'est là une anomalie toute apparente, qui résulte simplement de l'état incomplet de nos connaissances. En effet, remarquons tout d'abord que l'on ne connaît jusqu'ici, de la faune malacologique de nos sables moyens à *I. cor*, que les 64 espèces énumérées page 187, d'après M. Cogels. Supposons que nous n'eussions connu, par exemple, que 50 de ces espèces, et que plusieurs des formes reconnues comme éteintes eussent échappé à nos recherches. Qu'en serait-il advenu? La proportion apparente des espèces récentes dans les sables moyens aurait atteint, on ne pourra le nier, un chiffre encore plus élevé que celui que nous avons trouvé. Nous aurions probablement obtenu 80 ou 90 p. c.

Or, toutes les listes réunies des sables supérieurs donnant, on le verra plus loin, environ 70 p. c.; il faudrait alors considérer les sables supérieurs comme déposés avant les sables moyens!

Des calculs très exacts, mais basés sur ces éléments incomplets, nous conduisent donc à un résultat qui, mis en regard de la superposition des sables supérieurs sur les sables moyens et de la dénudation indéniable qui les sépare, constitue une profonde absurdité.

C'est d'ailleurs ce que nous venons de constater, mais à un degré moins accentué, en trouvant qu'il y aurait 73 p. c. d'espèces récentes dans les sables moyens à *I. cor* des Bassins, tandis qu'il n'y en a que 72 p. c. dans les sables supérieurs de la même localité, c'est à dire dans un dépôt qui se trouve directement superposé aux premiers.

C'est assez dire que cette similitude dans la proportion des espèces récentes dans les deux horizons n'est nullement l'expression de la réalité.

Il est clair que c'est précisément aux lacunes considérables de nos connaissances sur la faune, qu'est dû le résultat que nous avons obtenu, puisque le pourcentage des espèces récentes dans l'horizon des sables supérieurs a été établi d'après l'ensemble de nos listes, comprenant environ 150 espèces, tandis que de toute la faune des sables moyens, qui paraît être assez riche, nous n'avons pu signaler que les 64 espèces énumérées par M. Cogels. Toute comparaison des deux dépôts basée sur les données numériques actuelles de la faune, doit donc infailliblement conduire à des résultats inexacts.

On verra d'ailleurs, dans la seconde partie de ce travail, que les Foraminifères des deux horizons, qui ont pu être comparés dans des conditions plus normales que les Mollusques, dénotent, pour la faune rhizopodique des sables supérieurs, une proportion d'espèces vivantes bien différente de celle que montre la faune des sables moyens.

Il est incontestable que lorsque la faune malacologique des sables moyens sera bien connue, elle conduira au même résultat.

Zwyndrecht.

Au fort de Zwyndrecht, sur la rive gauche de l'Escaut, les sables à *Trophon antiquum* se présentent sous forme d'un dépôt atteignant environ deux mètres d'épaisseur. La partie inférieure est constituée par un banc coquillier très compact, contenant de nombreuses coquilles brisées, mélangées avec une proportion plus faible de coquilles entières, bivalves, etc. Au-dessus, le dépôt devient plus sableux et renferme les mêmes coquilles éparses et en plus petit nombre.

Le banc coquillier du fort de Zwyndrecht, tout en présentant un aspect très voisin de celui des sables à Trophon des Bassins, peut être rapporté au facies particulier des sables à Trophon qui est si bien caractérisé sur la rive droite, à l'enceinte, et que l'on peut désigner sous le nom de couche à coquilles brisées. C'est la base de l'horizon des sables supérieurs. Ce banc coquillier de Zwyndrecht a visiblement dénudé les sables à *I. cor* qui reposent en dessous, et il contient une assez forte proportion d'éléments remaniés provenant de cet horizon.

Nous donnons ci-après, à titre de simple renseignement, la liste des coquilles que nous avons recueillies dans le banc coquillier. Cette liste est, dans ses données essentielles, la reproduction de celle des sables à Trophon des Bassins, publiée par M. Cogels et reproduite plus haut. Cette petite énumération peut être considérée comme représentant assez exactement la faune ordinaire de la couche à coquilles brisées, qui constitue la base de l'horizon des sables supérieurs. Il est bien entendu que, au point de vue paléontologique, cette liste, comme toutes celles que l'on pourrait dresser du même niveau, n'a pas la même valeur que celles des dépôts non remaniés des sables supérieurs, qui seront données plus loin.

Voici l'énumération des coquilles observées dans la couche à coquilles brisées de Zwyndrecht, abstraction faite de quelques débris et fragments roulés, provenant manifestement des sables moyens sous-jacents, et qu'il est inutile de mentionner.

Trophon antiquum, Mull.
» *gracile*, Da Costa.
Nassa labiosa, Sow.
» *reticosa*, Sow.
» *var. elongata*, Sow.
Purpura tetragona, Sow.
Pleurotoma turrifera, Nyst.
Voluta Lamberti, Sow.
Natica catena, Da Costa.
» *varians*, Dujard.
» *multipunctata*, Wood.
» *cirriformis?* Sow.
Chenopus pes-pelicani, L.
Turritella incrassata, Sow.

Rissoa vitrea, Mont.
Adeorbis subcarinatus, Mont.
Bulla acuminata, Brug.
Emarginula fissura, L.
Ostrea edulis, L.
» *princeps*, Wood.
Anomia ephippium, L.
Pecten dubius, Broc.
» *Gerardi*, Nyst.
» *maximus*, L. var. *complanatus*, Sow.
Pecten operularis, L.
» *pusio*, L.
Pectunculus glycimeris, L.
Cardium Norvegicum, Spengl.
Lucina borealis, L.
Diplodonta astartea, Nyst.
Cyprina Islandica, L.
» *rustica*, Sow.
Astarte Basteroti, Lajonk.
» *Omalii*, Lajonk.
» *obliquata*, Sow.
» *incerta*, Wood.
» *gracilis?* v. Munst.
» *corbuloides*, Lajonk.
Cardita chamæformis, Sow.
» *scalaris*, Sow.
Cytherea rudis, Poli.
Tellina Benedeni, Nyst et W.
Corbula striata, Walk.
Nucula nucleus? L.
Glycimeris angusta, Nyst et W.

Quelques-unes de ces coquilles sont entières et en bon état, et une petite partie des lamellibranches sont restés bivalves; mais beaucoup de ces coquilles sont brisées, de sorte qu'il n'est pas toujours facile de reconnaître celles qui proviennent de la dénudation des sables moyens sous-jacents.

Parmi les espèces de cette énumération que l'on pourrait considérer comme remaniées, nous citerons : *Cyprina rustica, Astarte corbuloïdes, Astarte Omalii*, *Glycimeris angusta* et peut-être la *Natica cirriformis*.

Les autres sont bien à leur niveau dans les sables à Trophon, bien qu'un certain nombre d'entre elles, qui se retrouvent également en place dans les sables à *I. cor.*, paraissent se trouver ici à la fois en place et à l'état remanié.

Nous aurions pu étendre davantage cette liste, en continuant nos recherches dans ce dépôt; mais nous avons préféré n'indiquer que les espèces les plus abondantes et les plus caractéristiques de cette couche, celles qui se trouvent ici à leur véritable niveau.

Les débris de bryozoaires, assez nombreux, qui s'observent dans les petits lits marneux blanchâtres du banc coquillier, proviennent sans doute en grande partie de remaniements des sables moyens à bryozoaires.

La présence abondante, dans le banc coquillier du fort de Zwyndrecht, des espèces les plus caractérisques des sables supérieurs, indique clairement que ce dépôt, malgré sa coloration grise bien accentuée, n'a pas le moindre rapport avec l'étage moyen ou Crag « gris ». Et cependant, — nous ne pourrions le répéter trop souvent — la coloration seule servait autrefois de guide dans l'établissement des divisions du « Crag d'Anvers. » Cela explique suffisamment la confusion qui s'ensuivit,

ainsi que les incertitudes et les erreurs qui en sont résultées au point de vue de la distinction des dépôts d'Anvers.

Le Stuyvenberg.

Revenant de nouveau aux dépôts de la rive droite de l'Escaut, nous signalerons, à un kilomètre environ à l'est des Bassins, le gisement du Stuyvenberg, souvent cité par les auteurs. On y observait fort bien, autrefois, un dépôt assez puissant et très fossilifère, appartenant au même horizon géologique que celui qui vient d'être signalé aux Bassins et à Zwyndrecht. Cette couche se montrait composée d'un conglomérat d'épaisseur très variable, ne dépassant jamais deux mètres, et constitué par des coquilles presque toujours brisées, des cailloux et quelques ossements roulés.

La proportion des coquilles entières et non roulées était assez faible ; les lamellibranches se montraient particulièrement abondants, tandis que les gastéropodes ne s'observaient qu'en très minime proportion.

M. N. Dewael [1] a signalé un certain nombre d'espèces de cette couche. Nous citerons les plus caractéristiques, qui sont :

Trophon antiquum, Mull.
Voluta Lamberti, Sow.
Turritella incrassata, Sow.
* *Solen ensis*, L. *var. minor*, Nyst.
* *Mactra arcuata*, Sow.
Corbula striata, Walk.
* *Corbulomya complanata*, Sow.
Tellina Benedeni, Nyst et W.
Artemis exoleta, L.
Cardium edule, L.
Pectunculus glycimeris, L.
* *Mytilus edulis*, L.
Pecten maximus, L.var. *complanatus*, Sow.
Pecten operculatis, L.
Ostrea edulis, L.

Ce sont presque toutes espèces caractéristiques de l'horizon des sables supérieurs à *Trophon antiquum*. Les quatre noms précédés d'un astérisque désignent des coquilles non signalées par M. Cogels dans les sables à Trophon des nouveaux Bassins ; toutefois, ces espèces se retrouveront plus loin, dans les listes de Calloo, d'Austruweel ou de Wyneghem.

Le dépôt du Stuyvenberg contenait de nombreux fragments de coquilles brisées et roulées, ainsi qu'un certain nombre d'espèces remaniées de l'horizon des sables moyens. Cette circonstance n'a pas échappé à la sagacité de M. Dewael, car il fait remarquer que « plusieurs fragments de coquilles étaient fort usés, mais cependant assez reconnaissables pour pouvoir être rapportés aux espèces et variétés qui ont été enfouies vivantes et intactes dans d'autres dépôts. »

M. Dewael ajoute que ces coquilles, appartenant à une formation antérieure, auront longtemps roulé sur la plage et se seront ainsi mélangées

[1] *Observations sur les formations tertiaires des environs d'Anvers*, par N. Dewael. (Bull. Acad. roy. Belg., 2e série, 1853. Tome XX, n° 1, pp. 30-64.)

aux espèces propres à la formation du Stuyvenberg. Ni cet auteur, ni Sir Ch. Lyell, qui tous deux ont exploré ce gisement, ne se sont rendu compte de ce fait que le mélange des coquilles est le plus souvent dû aux remaniements qui ont accompagné la dénudation des sables moyens.

En dessous du conglomérat, si bien observé par M. Dewael au Stuyvenberg, se présentait une couche sableuse jaunâtre, irrégulièrement nuancée de parties foncées de nature plus consistante. Ce dépôt, épais de 1m50 à 3m50, suivant les points observés, se désagrégeait très facilement en sables plus ou moins meubles, et contenait une faune assez riche, rapportée par M. Dewael à l'horizon du crag supérieur. L'âge exact de cette couche nous paraît difficile à bien préciser. D'après nous, c'est le conglomérat, à coquilles brisées et à ossements roulés, surmontant ces sables, qui devrait, comme partout ailleurs dans le bassin, représenter la base des sables supérieurs.

M. Dewael donne une liste d'environ 65 espèces de coquilles, toutes fort fragiles, dit-il, recueillies dans la couche sableuse du Stuyvenberg.

Cette liste ne présente aucun facies bien défini. On n'y observe ni l'*Isocardia cor*, ni le *Trophon antiquum*. Elle contient les espèces suivantes, non signalées jusqu'ici dans les sables à *I. cor*, et dont plusieurs sont parfois très communes dans les sables à *Trophon* : *Artemis exoleta* L., *Cardium edule* L., *Pectunculus glycimeris* L., *Mytilus edulis* L., *Pecten opercularis* L., *Tellina Benedeni* Nyst., *Tellina donacina* L., *Emarginula crassa* Sow., *Auricula pyramidalis* Sow., *Nassa elongata* Sow., *Nassa labiosa* Sow., *Terebra inversa* Nyst. et *Chenopus pes-pelicani* L.

Cependant, on constate l'absence d'espèces souvent abondantes dans les sables supérieurs, telles que : *Trophon antiquum* L., *Trophon gracile* Da Costa, *Purpura lapillus* L., *P. tetragona* Sow., *Cardium Norvegicum* Spengl., *Venus casina* S., *Astarte Burtini* Lajonk., *Pecten complanatus* Sow., *Pecten Gerardi* Nyst et *Pecten pusio* L.

Par contre, les espèces les plus caractéristiques des sables moyens, telles que : *Isocardia cor* L., *Cyprina rustica* Sow., *Astarte Omalii* Laj., *Astarte corbuloides* Lajonk., *Pecten grandis* Sow. et *P. Westendorpi* Nyst, y manquent également.

En résumé, ces incertitudes et l'absence d'indications plus précises nous engagent à ne pas reproduire la liste de M. Dewael et à nous abstenir de porter un jugement définitif sur l'âge de la couche sableuse du Stuyvenberg. Ce dépôt exigera de plus amples recherches, lorsqu'il sera possible de l'observer de nouveau dans de bonnes conditions.

Notons encore l'*Helix Haesendoncki* Nyst : la seule espèce de mollusque terrestre qui ait été signalée dans les couches pliocènes du bassin d'Anvers. Elle a été trouvée au Stuyvenberg, avec les coquilles marines de

zone inférieure sableuse. Cette espèce n'est pas citée dans la liste de M. Dewael, mais elle se trouve décrite dans la *Description des coquilles et des polypiers tertiaires de la Belgique* de M. H. Nyst.

Austruweel.

En continuant de descendre la rive droite, on trouve, à deux kilomètres environ des Bassins, près de la citadelle du Nord et un peu en deçà du village d'Austruweel, un dépôt, bien connu, de sables supérieurs. Les sédiments sont meubles et le dépôt paraît fort homogène. Il est difficile de l'observer en place, mais on remarque, non loin de la digue de l'Escaut, un remblai gazonné très fossilifère, provenant du creusement d'un fossé des fortifications et où, au point de vue paléontologique, on peut considérer les sables comme un bon type, exempt de tout mélange.

Les oscillations du sol, cause de la dénudation des sables moyens, sont antérieures au dépôt des sables d'Austruweel. D'autre part, l'une des coupes du capitaine Dejardin nous montre que les sables supérieurs d'Austruweel reposent directement (à la citadelle du Nord) sur le sable glauconifère à Pétoncles (altéré et changé en sable vert) ; ce qui dénote l'absence des sables moyens dans cette localité. Ces circonstances nous expliquent la pureté de la faune des sables à Trophon d'Austruweel, qui ne contiennent pas, comme ceux des Bassins, des éléments remaniés de l'horizon des sables moyens, ou qui du moins n'en peuvent contenir qu'une proportion fort minime.

Les sédiments d'Austruweel consistent généralement en un sable quartzeux assez meuble, mélangé de glauconie, de débris calcaires fort nombreux et d'une légère proportion de matières argileuses. Cependant, en certains points, cette proportion s'augmente et le dépôt devient cohérent, parfois même très compact. On ne trouve à Austruweel ni ossements, ni galets, mais seulement de petits graviers peu abondants. Les grains quartzeux sont gros et nombreux, comme dans la plupart des dépôts littoraux ; la glauconie est rare et en grains de grosseur moyenne.

La coloration du dépôt est généralement jaunâtre ou rougeâtre. Toutefois, lorsque l'on creuse profondément le talus, on observe parfois les sédiments restés gris, qui représentent la partie non altérée du dépôt. Il suffit de jeter un coup d'œil sur ces sables gris pour s'assurer qu'ils ne diffèrent absolument que par leur coloration des sédiments jaunâtres environnants. C'est d'ailleurs ce que confirme surabondamment l'étude des débris organiques qu'ils contiennent (coquilles, foraminifères, entomostracés, etc.). Un même bloc de sable, légèrement agglutiné, est parfois intact et gris d'un côté, altéré et jauni de l'autre.

La liste des coquilles du dépôt d'Austruweel n'a jamais été dressée, bien que la faune de cette localité soit remarquable par la pureté de ses éléments constitutifs, ainsi que par la richesse spécifique et numérique de ceux-ci.

C'est pourquoi nous allons présenter l'énumération des coquilles que nous avons recueillies dans ce dépôt ; et, aux résultats de nos propres recherches, nous ajouterons quelques renseignements supplémentaires dus à MM. Mourlon et Cogels, qui ont exploré le gîte d'Austruweel et qui y ont recueilli quelques espèces ayant échappé à nos observations.

La disposition et les signes conventionnels de cette liste sont les mêmes que dans les listes précédentes. Nous avons indiqué, au moyen d'un astérisque, un certain nombre de coquilles d'Austruweel qui n'ont pas été observées aux Bassins par M. Cogels. La plupart de ces espèces avaient cependant déjà été signalées à Calloo ou ailleurs, ainsi qu'on le verra plus loin. Il est toutefois à noter que quelques unes des espèces que nous avons recueillies à Austruweel ne se trouvent signalées dans aucune autre liste des sables supérieurs; nos recherches ont même donné lieu à quelques acquisitions nouvelles pour la faune du bassin pliocène d'Anvers.

LISTE DES MOLLUSQUES RECUEILLIS A AUSTRUWEEL

DANS LES SABLES A *TROPHON ANTIQUUM.*

Non citées dans la liste précédente des s. supérieurs.	ÉNUMÉRATION DES ESPÈCES.	Degré d'abondance ou de rareté.	Sables inférieurs d'Anvers.	Sables moyens à Isocardia cor.	Coralline Crag, Red Crag, etc.	Mers actuelles.
*	Cancellaria umbilicaris, *Broc.*	r			R*	
	Trophon antiquum, *L.*	cc			R	A
	» **gracile**, *Da Costa*	cc			C?R	A
*	» propinquum, *Alder.*	ar			C R	A
	Buccinum Dalei, *Sow.* (G : Buccinopsis)	ac			C R	A
	» undatum, *L.*	r			C R	A
	Terebra inversa, *Nyst.*	cc			C R	
*	» » var. dextrorsa, *Nyst.* (T. canalis, *Wood*).	r			C R	
*	Nassa prismatica, *Broc.*	r			C *	A
*	» **propinqua**, *Sow.* (N. trivittata, *Say*)?	ac			R	A
	» **labiosa**, *Sow.*	cc			C R*	A
	» **reticosa**, *Sow.*	cc			R	
	» » var. **elongata**, *Sow.*	cc			R	
	» » var. **rugosa**, *Sow.*	c			R	
*	» **elegans**, *Leath.*	c			R	
*	» lamellilabra, *Nyst*[1].	ar				
	Purpura tetragona, *Sow.*	ac			R	
	» lapillus, *L.*	r			R	A
	Cassidaria bicatenata, *Sow.* (v. de C. Tyrrhena, *Ch.*)	ac	I	M	C R*	A
	Pleurotoma turrifera, *Nyst.* (P. turricula, *Broc.*).	c	I	M	R*	
*	» brachystoma, *Phil.* (G : Clavatula).	r			C	A
*	» **costata**, *Da Costa.* (G : Clavatula).	ar			C R	A
	Voluta Lamberti, *Sow.*	c			C R	A
	Cypræa Europæa, *Mont.*	rr	I	M	C R	A
	Natica catena, *Da Costa.*	cc			R	A
	» **multipunctata**, *Wood.* (var. de N. millepunctata, *Lamk.*).	cc	I	M	C R	A
	» **varians**, *Dujard.* (N. hemiclausa, *Nyst* non *Sow.*).	c	I	M	C R*	
*	Odostomia conoidea, *Broc.* (O. plicata, *Nyst* non *Mont.*).	ar			C R?	A
*	Chemnitzia internodula, *Wood.*	rr			C R	A
	Eulima subulata, *Donov.*	ar	I		C	A
*	» polita, *L.*	rr			C R	A
*	Cerithium tricinctum, *Broc.* (C. Woodwardi, *Nyst*)	ar			C R	
	Chenopus pes-pelicani, *L.* (G : Aporrhais).	c	I		C R	A
	Turritella incrassata, *Sow.*	ar	I	M	C R	A
	Scalaria frondicula, *Wood.*	r	I	M	C	

[1] Cette coquille, très voisine de la *Nassa flexuosa* Broc., en diffère cependant par certains caractères, qui ont engagé M. Nyst à la décrire dans son nouvel ouvrage, actuellement sous presse, sous le nom nouveau de *Nassa subflexuosa*.

Non citées dans la liste précédente des s. supérieurs.	ÉNUMÉRATION DES ESPÈCES.	Degré d'abondance ou de rareté.	Sables inférieurs d'Anvers.	Sables moyens à Isocardia cor.	Coralline Crag Red Crag, etc.	Mers actuelles.
	Littorina suboperta *Sow.* (G : Lacuna)	r			R	
*	**Rissoa vitrea,** *Mont.*	cc			C	A
*	**Paludestrina terebellata,** *Nyst.* (G : Eulimene) .	ac			R	
*	Trochus Adansoni, *Payr.* (T. octosuleatus, *Nyst*) .	r r			C R*	A
*	» zizyphinus, *L.*	r r			C R	A
*	Adeorbis subcarinatus, *Montf.*	a r			C R	A
	Calyptræa Sinensis, *L.* (C. Chinensis, *L.*). . .	a c	I		C R	A
*	Pileopsis recurvatus, *Wood* (Capulus militaris, *Mont.*)	r r			C R	A
	» Ungaricus, *L.* (G : Capulus)	r r			C R	A
*	**Auricula pyramidalis,** *Sow.* (G : Melampus) . .	a c			R	
*	Actæon Noæ, *Sow.* (A. pusillus, *Forbes*). . . .	r r			R	A
	Scaphander lignarius. *L.* (G : Bulla)	a r	I	M	C R*	A
*	**Bulla cylindracea,** *Penn.* (G : Cylichna) . . .	a c	I	M	C R*	A
*	» conuloidea, *Wood*	r			C	A
*	» acuminata, *Brug.*	r			C	A
*	**Solen gladiolus,** *Gray*	a c			R	A
*	» **ensis,** *L.* var. **minor,** *Nyst.* (S. Rollei, *Hornes*[1])	a c	I		C R	A
	Glycimeris angusta, *N. et W.* (var. de siliqua, *Chemn.*)	r r	I	M	C R*	A
*	Mya truncata, *L.*	a r			C R	A
	Corbula striata, *Walk.* (C. gibba, *Olivi.*) . . .	c c	I	M	C R	A
*	**Corbulomya complanata,** *Sow.*	c c			R	
*	Scrobicularia alba, *Wood.* (G : Ligula) (G : Abra) .	a r	I		C R	A
	Tellina Benedeni, *Nyst et W.*	c c			R*	
*	» donacina, *L.* (Donax striatella, *Nyst.*) . .	r			C *	A
*	» compressa, *Broc.* (T. donacilla, *Wood*). .	r		M	C	A
*	Venus Chione, *L.* (G : Cytherea)	r		M	C *	A
	Cytherea rudis, *Poli* (C. cycladiformis, *Nyst*) (G : Venus)	r	I	M	C R	A
	Artemis exoleta, *L.* (Venus lentiformis, *Sow.*). .	a c			R	A
*	**Montacuta bidentata,** *Mont.* (Erycina faba, *Nyst*).	a c			C R	A
*	Lasæa pumila, *ood.* (G : Kellia).	a r			C	A?
	Woodia digitaria, *L.*	r		M	C R	A
	Cyprina Islandica, *L.*	r	I	M	C R	A
	Cardium edule, *L.* (var. edulinum, *Sow.*) . . .	c c			C R	A
	» **Norvegicum,** *Spengl.* (C. oblongum, *Nyst*)	c c		M	R	A
*	» Parkinsoni, *Sow.*	r			R	
	Lucina borcalis, *L.*	r r	I	M	C R	A
	Diplodonta astartea, *Nyst.* (D. trigonula, *Bronn.*) .	r			C R	A
	Astarte Basteroti, *Lajonk*	a r		M	C R	A?
	» **obliquata,** *Sow.*	a r		M	R	
	» **incerta,** *Wood.* (A. plana, *Nyst* non *Sow.*) .	c c			C	
	» corbuloides, *Lajonk*	a r		M		
	» mutabilis, *Wood.* (A. planata, *Nyst* non *Sow.*)	r			C R*	
	» pygmæa, *v. Munst.* (A. Wacli, *Nyst*). . .	r r	I		C	
	Cardita orbicularis, *Sow.* (*Leath.*).	r	I	M	C *	
	» **scalaris,** *Sow.* (*Leath.*)	c		M	C R	A
	» chamæformis. *Sow.* (*Leath.*).	a r			C R	
	Pectunculus glycimeris, *L.*	a r			C R	A

[1] Indiqué sous ce dernier nom dans nos listes précédentes.

Non citées dans la liste précédente des s. supérieurs.	ÉNUMÉRATION DES ESPÈCES.	Degré d'abondance ou de rareté.	Sables inférieurs d'Anvers.	Sables moyens à Isocardia cor.	Coralline Crag Red Crag, etc.	Mers actuelles.
*?	Pectunculus pilosus, *L.* [1].	r r	I		C *	A
*	**Nucula nucleus**, *L.*	a c	I		C R	A
*	Leda semistriata, *Wood.*	r			C	
*	Pinna pectinata, *L.*	r r	I	M	C R	A
*	Mytilus edulis, *L.*	r			R	A
*	Pecten maximus, *L.* var. complanatus, *Sow.* . .	r			C R?	A
	» opercularis, *L.*	a r			C R	A
	» **dubius**, *Broc.* (P. radians, *Nyst.*). . . .	a c		M	C R	
	» pusio, *L.*	r	I	M	C R	A
	Ostrea edulis, *L.*	r	I	M	C R	A
	Anomia ephippium, *L.*	c	I	M	C R	A
	» striata, *Broc.* (A. rugosa, *Nyst.*) . . .	r			C R	A
*	Lingula Dumortieri, *Nyst.*	a r		M	C	A

Outre ces coquilles, nous avons encore recueilli à Austruweel divers autres organismes, parmi lesquels nous citerons de grosses boucles de Raies, assez nombreuses, des osselets de Trigloides, des fragments et des piquants de *Spatangus*, le *Balanus crassus*, Sow., ainsi qu'une autre espèce, plus petite, très abondante; des fragments, non roulés, de divers bryozoaires, rapportés par M. A. Houzeau aux espèces suivantes :

Salicornaria rhombifera, v. Munst., var. *crassa*, Busk.; *Lunulites conica*, Defrance; *Cupularia Canariensis*, Busk.; *Eschara monilifera*, M. Edw., et *Cellepora parasitica*, Busk.

Quatre-vingt-douze espèces de mollusques se trouvent énumérées dans notre liste d'Austruweel.

Décomposant les éléments de cette faune, nous trouvons que 27 espèces, soit 29 p. c., se retrouvent dans les sables inférieurs et 29 espèces, soit 31 p. c., dans les sables moyens à *I. cor.*

Comparant ces résultats avec ceux obtenus pour la liste des Bassins, nous voyons que le dépôt d'Austruweel contient une proportion sensiblement moins forte d'espèces appartenant à des horizons antérieurs. Aussi, la faune des sables supérieurs d'Austruweel est-elle beaucoup plus pure que celle des dépôts signalés antérieurement.

Tandis que dans le banc coquillier de Zwyndrecht, et même dans les sables à Trophon des Bassins, on observe une proportion considérable

[1] Cette coquille, qui n'avait été signalée, à Anvers, qu'au niveau des sables inférieurs, n'est sans doute pas en place dans les sables à Trophon, d'Austruweel.

de débris de coquilles, à Austruweel, l'aspect du dépôt est totalement différent. Les coquilles, quoique abondantes, sont disséminées au milieu du sable. Elles sont généralement entières et en bon état de conservation.

Nulle part dans le dépôt, on n'observe la moindre trace de remaniement; la faune est pure et ne contient que tout à fait accidentellement quelques éléments étrangers [1].

Un certain nombre de coquilles sont cependant ou roulées ou brisées, mais cela tient à la nature du dépôt, qui est franchement littoral. C'est ce qui résulte, non seulement de la constitution minéralogique du dépôt et de son emplacement dans le bassin, mais encore de l'examen des éléments fauniques, qui montre clairement la signification bathymétrique de ces sédiments. L'abondance des *Balanus*, dont les colonies nombreuses recouvrent parfois certaines coquilles, la présence de nombreux *Cardium* et d'autres coquilles littorales, et enfin l'*Auricula pyramidalis* et la *Paludestrina terebellata*, également assez abondantes à Austruweel, ne peuvent laisser de doute à cet égard. Dans la seconde partie de ce travail, on verra que la faune des Foraminifères confirme absolument cette appréciation.

Sur les 92 espèces signalées pour le gîte d'Austruweel, 67 se retrouvent dans le Coralline Crag et 72 dans le Red Crag ; ce qui correspond respectivement à 73 et à 78 p. c. de la faune. Enfin, 65 espèces, soit 70 p. c., se retrouvent encore dans nos mers. Ces divers résultats correspondent à ceux que nous avons obtenus pour la faune des sables à Trophon des Bassins.

Merxem et Eeckeren.

A Merxem et à Eeckeren, les sables supérieurs sont généralement bien développés et, de même que dans toute la région intermédiaire, ils sont représentés par les sables à Trophon. Les dépôts quaternaires ou modernes qui recouvrent toute cette contrée, en rendent l'étude très difficile, et les affleurements y sont toujours rares.

M. Dewael a fait remarquer que les coquilles des couches fossilifères de Merxem et d'Eeckeren, qui sont à peu près les mêmes que celles de Calloo (voir plus loin), sont généralement très solides et bien conservées. On y trouve, dit M. Dewael, les *Tellina prætenuis* et *balaustina*, parfai-

[1] Les seules espèces, recueillies à Austruweel, qui ne paraissent pas en place dans ce dépôt sont : *Pectunculus pilosus* et *Mytilus edulis*. Le *Mytilus edulis*, tout en appartenant bien à la faune des sables à Trophon, ne s'est trouvé représenté à Austruweel que par un fragment roulé. M. P. Cogels a recueilli à Austruweel un échantillon de *Natica cirriformis*, espèce non citée dans notre liste, parce que la nature des sédiments que contient cette coquille dénote clairement qu'elle provient d'une partie spéciale du dépôt.

tement conservées, ainsi que les Lucines les plus fragiles. Cet auteur cite encore le *Cardium edule* et fait remarquer l'abondance du *Trophon gracile*, de l'*Astarte incerta*, et de la *Tellina Benedeni*. Il y a rencontré des *Auricula pyramidalis*, espèce rare dans les autres dépôts. On commence à trouver à Eeckeren les grosses vertèbres, qui deviennent si abondantes vers le sud, dans la couche à éléments remaniés.

Les sables à Corbula striata.—Pendant l'impression de ce mémoire, nous avons visité, en compagnie de M. Paul Cogels, les travaux du nouveau fort de Merxem, situé à environ 3 kilomètres au nord du village de ce nom [1].

Nous y avons découvert un facies très curieux, et non encore signalé jusqu'ici, des sables à *Trophon antiquum*. Ces sables y sont représentés par un dépôt meuble, de coloration variable, contenant une forte proportion de menus débris calcaires, provenant principalement de la destruction de petites coquilles. Parmi ces débris, l'on remarque un grand nombre de Foraminifères un peu roulés, des entomostracés, des piquants et des débris d'échinodermes, etc. Dans la masse du dépôt se trouvent disséminées une grande quantité de *Corbula striata;* l'abondance remarquable de cette espèce constitue l'un des traits les plus saillants de la couche. Aussi pourrait-on nommer ce facies particulier des sables à Trophon : zone à *Corbula striata*.

Les Foraminifères, assez nombreux, sont absolument identiques à ceux des sables à Trophon, d'Austruweel.

Diverses coquilles, caractérisant nettement l'horizon des sables supérieurs d'Anvers, s'observent encore au sein de ce dépôt, mais elles y sont toujoursrares.

Nous citerons :

Trophon antiquum, L.
Natica sp.
Chenopus pes-pelicani, L.
Turritella incrassata, Sow.
Scalaria frondicula, Wood.
Scalaria sp.
Rissoa vitrea, Mont.
Bulla cylindracea, Penn.
Solen ensis, L, *v. minor*, Nyst.
Panopæa ou *Mya?*
Mactra sp.
Corbula striata, Walk.
Tellina Benedeni, Nyst et W.
Saxicava sp.
Artemis exoleta, L.
Woodia digitaria, L.
Cardium Norvegicum, Spengl.
Lucina borealis, L.
Diplodonta astartea, Nyst.
Cardita sp.
Pectunculus glycimeris, L
Nucula nucleus, L.
Leda semistriata, Wood.
Pecten pusio, L.
Anomia ephippium, L.
Lingula Dumortieri, Nyst.

[1] Voir : Annales de la Société Malacologique de Belgique, tome XII, 1877. Bulletin. — Séance du 2 septembre 1877. — *Observations sur les couches quaternaires et pliocènes de Merxem, près d'Anvers*, par E. Vanden Broeck et P. Cogels.

Le dépôt est très pur, exempt de remaniements et entièrement homogène.

A l'exception de la *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 bien conservés y sont rares.

Cela tient non seulement à la nature très mouvante du terrain et à la fragilité des coquilles, mais encore et surtout aux conditions dans lesquelles a dû se former le dépôt de Merxem, que nous considérons comme une ancienne plage sous-marine, très exposée à l'action des vagues, et constamment battue par les flots.

L'étude microscopique des sédiments de Merxem montre que les nombreux débris calcaires, les Foraminifères et autres organismes qui s'y trouvent, sont fortement usés et roulés ; cela se remarque ordinairement dans les dépôts très littoraux, soumis à l'agitation des vagues. En outre, les Foraminifères les plus nombreux dans ce dépôt sont précisément des espèces propres aux dépôts littoraux.

Les divers caractères qui viennent d'être énumérés établissent que les sables à *Corbula striata* de Merxem représentent un facies particulier de l'horizon des sables supérieurs d'Anvers, et qu'ils se relient latéralement aux sables à *Trophon antiquum* d'Austruweel. Enfin, ils constituent, comme ces derniers, un dépôt littoral bien caractérisé, qui fut probablement très exposé à l'agitation des eaux. La grande rareté des mollusques dans ce dépôt est sans doute due en partie à cette dernière circonstance, qui a également donné lieu à l'état fragmentaire dans lequel se trouvent généralement les coquilles observées. Ce qui montre bien que les coquilles ont été roulées et triturées sur place, c'est la forte proportion de débris coquilliers très ténus, qui s'observent dans les sables de Merxem.

La coloration de ce dépôt est d'un gris clair, nettement caractérisé lorsque le sable est sec ; lorsqu'il est mouillé, le dépôt devient très foncé et, au premier abord, il rappelle quelque peu l'aspect des sables inférieurs d'Anvers.

La partie supérieure de la zone à *Corbula striata* du fort de Merxem se montrait, en certains points, atteinte par les phénomènes d'altération dus à l'infiltration des eaux superficielles. Si la plus grande partie du dépôt est restée intacte, cela tient uniquement à la présence d'une couche puissante d'argile quaternaire, qui s'observe en cette localité, au-dessus des dépôts pliocènes.

L'argile intercalée dans le quaternaire ou campinien est parfois très compacte ; sa présence a été, dans beaucoup de points, un obstacle suffisant aux infiltrations superficielles et par suite à l'altération et à l'oxydation des dépôts pliocènes que cette argile recouvre.

Quant aux parties altérées de la zone à *Corbula striata*, elles sont devenues jaunâtres ou rougeâtres, suivant l'intensité du phénomène d'altération.

Cette coloration jaunâtre est très accentuée; elle contraste vivement avec les parties du dépôt, restées intactes et parfaitement grises.

Il est fort intéressant de constater la différence d'aspect, réellement considérable, au point de vue de la couleur, qui se montre ainsi entre la zone altérée et les parties intactes d'un même dépôt. La couche à *Corbula striata* de *Merxem* est l'un des meilleurs exemples que l'on puisse signaler de l'influence des phénomènes d'altération, ainsi que de l'exactitude de notre thèse à cet égard; c'est en même temps une zone des plus intéressantes, représentant un facies spécial des sables à Trophon, resté inconnu jusqu'à ce jour.

Calloo.

En traversant de nouveau le fleuve, nous trouvons au village de Calloo, situé sur la rive gauche de l'Escaut et à environ dix kilomètres au nord-ouest d'Anvers, un sable jaune coquillier, très fossilifère, constituant la continuation des dépôts d'Austruweel. Ce dépôt n'affleure pas et n'est visible que dans les excavations creusées à environ 2 mètres de profondeur.

On remarque que le caractère littoral du dépôt s'accentue encore davantage. M. Dewael l'avait déjà observé à Calloo il y a longtemps, et il a même reconnu, comme nous l'avons déjà rappelé, que, parmi les espèces propres à la formation supérieure, quelques coquilles roulées et fortement usées des sables moyens se trouvent également rejetées sur cette plage.

La dénudation qui, aux environs immédiats d'Anvers et surtout vers le sud-est, a si souvent remanié les sables moyens et dispersé leurs débris coquilliers, ossements, etc., ne paraît pas avoir exercé les mêmes bouleversements vers le nord.

Les sables moyens sont, en effet, assez bien développés et non remaniés en divers points de cette région, non loin de la ville et sur les deux rives de l'Escaut. Il est aussi à remarquer que les sables supérieurs de Calloo, d'Austruweel et des environs ne renferment pas les ossements roulés de l'horizon des sables moyens, qui s'observent en si grande abondance dans les sables supérieurs du Stuyvenberg, de Borgerhout, Deurne, Wommelghem, etc.

On trouvera ci-après, basée sur les listes de M. Dewael, l'énumération des fossiles recueillis dans les sables supérieurs de Calloo. Nous avons complétement modifié, au point de vue de la nomenclature, la liste originale, comprenant 74 espèces de mollusques. Plus de la moitié des noms

usités à l'époque des recherches de M. Dewael ont dû être remplacés par d'autres, généralement adoptés aujourd'hui.

La liste, telle qu'elle est dressée ci-après, peut être considérée comme représentant fort exactement la faune des sables à Trophon, de Calloo.

La disposition de cette liste est la même que celle du tableau précédent et les divers signes employés dans les colonnes ont la même signification. Toutefois, nous avons fait précéder d'un astérisque toutes les espèces de Calloo qui n'ont pas été recueillies par M. Cogels aux nouveaux Bassins, ni par nous à Austruweel.

LISTE DES MOLLUSQUES RECUEILLIS A CALLOO

DANS LES SABLES A *TROPHON ANTIQUUM*.

Non citées dans la liste précédente des s. supérieurs.	ÉNUMÉRATION DES ESPÈCES.	Degré d'abondance ou de rareté.	Sables inférieurs d'Anvers.	Sables moyens à Isocardia cor.	Coralline Crag, Red Crag, etc.	Mers actuelles.
	Trophon antiquum, *L.*	c			R	A
	» alveolatum, *Sow.*	r		M	C R	
	» **gracile**, *Da Costa.*	c			C? R	A
	Buccinum undatum, *L.*	r			C R	A
	Terebra inversa, *Nyst.*	r			C R	
	Nassa reticosa, *Sow.*	c			R	
	» » var. **elongata**, *Sow.*	c			R	
	» » » **rugosa**, *Sow.*	c			R	
	» labiosa, *Sow.*	r			C R*	A
	» propinqua, *Sow.*	r			R	A
	Purpura lapillus, *L.*	+			R	A
*	» » var. incrassata, *Sow.*	+			R	A
	Pleurotoma turrifera, *Nyst.* (P. turricula, *Broc.*).	+	I	M	R*	
	» **costata**, *Da Costa.* (G : Clavatula.)	c			C R	A
	Voluta Lamberti, *Sow.*	r			C R	A
	Cypræa Europæa, *Mont.*	+	I	M	C R	A
	Natica multipunctata, *W.* (N. millepunctata, *Lmk.*).	c	I	M	C R	A
	» **catena**, *Da Costa.*	c			R	A
	Paludestrina terebellata, *Nyst.* (G : Eulimene.)	+			R	
	Cerithium tricinctum, *Broc.* (C. Woodwardi, *Nyst.*).	+			C R	
	Chenopus pes-pelicani, *L.* (G : Aporrhais.)	r	I		C R	A
	Turritella incrassata, *Sow.*	r	I	M	C R	A
	Littorina suboperta, *Sow.* (G : Lacuna.)	r			R	
	Trochus Adansoni, *Payr.* (T. octosulcatus, *Nyst.*).	r			C R*	A
*	Fissurella Græca, *L.*	r			C R	A
	Emarginula crassa, *Sow.*	r			C R	A
	» fissura, *L.*	r	I		C R	A
	Calyptræa Sinensis, *L.* (C. Chinensis, *L.*).	r	I		C R	A
	Actæon Noæ, *Sow.* (A. pusillus, *Forbes*).	r			R	A
	Bulla cylindracea, *Penn.* (G : Cylichna.)	c	I	M	C R*	A
	Solen ensis, *L.* var. minor, *Nyst.* (S. Rollei, *Hörn.*)[1].	r	I		C R	A
*	**Solecurtus coarctatus**, *Gm.*	c				A
*	Panopæa Faujasi, *Men. de la Groye.*	r			C *	A
	Glycimeris angusta, *Nyst* et *W.* (v. de siliqua, *Chemn.*)	r	I	M	C R*	A
*	Mya arenaria, *L.*	+			R	A
*	Lutraria elliptica, *L.*	+			C *	A
*	Mactra solida, *L.*	+			C R	A
*	» arcuata. *Sow.* (var. de glauca, *Born.*).	+			C R	A
*	**Mactra deaurata**, *Turt.*	c			R	A
	Corbula striata, *Walk.* (C. gibba, *Olivi.*).	c	I	M	C R	A
	Corbulómya complanata, *Sow.*	r			R	
	Scrobicularia alba, *Wood.* (G : Ligula.) (G : Abra.).	r	I		C R	A
	Tellina Benedeni, *Nyst.* et *W.*	c			R*	
*	» **prœtenuis**, *Leath.*	c			R	

[1] Indiqué sous ce dernier nom dans nos listes des sables inférieurs.

Non citées dans la liste précédente des s. supérieurs.	ÉNUMÉRATION DES ESPÈCES.	Degré d'abondance ou de rareté.	Sables inférieurs d'Anvers.	Sables moyens à Isocardia cor.	Coralline Crag Red Crag, etc.	Mers actuelles.
*	**Tellina crassa**, *Penn.* var. **obliqua**, *Sow.* . .	c			C R	A
*	» **crassa**, *Penn.*	r			C R	A
	» donacina, *L.*	r			C *	A
	Gastrana laminosa, *Sow.* (G : Petricola.). . . .	r			C R	A
*	Psammobia Feroensis, *Chemn.*	r			C	A
*	Tapes striatella, *Nyst.* (G : Venus.)	r				
	Artemis exoleta, *L.* (Venus lentiformis, *Sow.*) .	r			R	A
	Woodia digitaria, *L.*	r		M	C R	A
*	**Lepton depressum**, *Nyst.*	c			C	A?
	Cyprina rustica, *Sow.*	r	I	M	C *	
	Cardium Parkinsoni, *Sow.*	c			R	
	» **Norvegicum**, *Spengl.* (C. oblongum, *Nyst*).	c		M	R	A
	» **edule**, *L.* (var. edulinum, *Sow.*). . .	c			C R	A
	Lucina borealis, *L.*	r	I	M	C R	A
*	Lucinopsis Lajonkairei, *Payr.* (L. lupinoides, *Nyst.*).	r			C *	A
	Diplodonda astartea, *Nyst.* (D. trigonula, *Bronn.*).	r			C R	A
	Astarte incerta, *Wood.* (A. plana, *Nyst.* non *Sow.*).	c			C	
	» Basteroti, *Lajonk.*	r		M	C R	A?
	» corbuloides, *Lajonk.*	r		M		
	Cardita scalaris, *Sow.* (*Leath.*).	r			C R	A
	Pectunculus glycimeris, *L.*	c			C R	A
*	**Nucula lævigata**, *Sow.*	c	I	M	C R	
	Pecten maximus, *L.* var. **complanatus**, *Sow.* . .	c			C R?	A
	» **opercularis**, *L.*	c			C R	A
	» **lineatus**, *Da Costa* (v. de opercularis, *L.*).	c	I	M	R	A
	» dubius, *Broc.* (P. radians, *Nyst.*) . . .	r		M	C R	
	» pusio, *L.*	+	I	M	C R	A
	Ostrea edulis, *L.*	c	I	M	C R	A
	Anomia ephippium, *L.*	r	I	M	C R	A

A cette énumération il faut encore ajouter trois cirrhipèdes cités par M. Dewael. Ce sont : *Balanus tintinnabulum*, Lk., *B. sulcatus?* Brug., et *Lepas balanoides*, Chemn., tous trois rares.

Sur 70 espèces de mollusques cités dans la liste ci-dessus, nous voyons que 19 seulement, soit 27 p. c., appartiennent également à la faune des sables inférieurs, et 20, soit 29 p. c., à celle des sables moyens. La faune des sables à Trophon de Calloo est donc encore plus distincte et plus nettement caractérisée que celle des dépôts similaires des Bassins et même d'Austruweel. Aussi ne retrouve-t-on, dans ce dépôt de Calloo, presque aucune trace d'éléments étrangers. En comparant cette faune avec celle du bassin anglais, nous voyons que sur nos 70 espèces, 46, soit 65 p. c., se retrouvent dans le Coralline Crag, et 58, soit 83 p. c., dans le Red Crag. La faune des sables à Trophon de Calloo se rapproche donc encore plus de celle du Red Crag que les dépôts d'Austruweel et

des Bassins. Ajoutons, que de tous les dépôts pliocènes étudiés dans le bassin d'Anvers, celui de Calloo est le seul qui atteigne cette proportion de 83 p. c. d'espèces en commun avec le Red Crag.

La faune de Calloo dénote, d'après la liste ci-dessus, la présence de 51 espèces récentes, ce qui représente 73 p. c. Cette proportion d'espèces récentes est également la plus forte qu'il nous soit donné de constater dans les dépôts pliocènes de notre bassin.

Les données qui précèdent confirment l'opinion, déjà exprimée, que les sables à Trophon de Calloo contiennent une faune pure et généralement exempte d'éléments étrangers plus anciens ; elles indiquent aussi que ce dépôt représente bien l'un des termes les plus élevés de l'horizon des sables supérieurs dans le bassin d'Anvers.

On n'oubliera pas, toutefois, que les indications fournies, ici comme dans nos autres listes, par les résultats du pourcentage, ne sont qu'approximatives, par suite de l'état encore incomplet de nos connaissances sur la faune de ces divers dépôts.

Wyneghem.

Nous avons maintenant à signaler, dans la région de l'est et sur la rive droite de l'Escaut, la localité de Wyneghem, dont la faune a été étudiée en 1861 par M. H. Nyst[1].

La faune des sables supérieurs de cette localité présente certaines différences avec celle des dépôts de Calloo, d'Austruweel, du Stuyvenberg et des nouveaux Bassins; car, sur 73 espèces, il y en a à peu près une vingtaine qui ne se trouvent pas mentionnées dans les listes des localités précitées.

La présence des espèces les plus caractéristiques des sables à *Trophon antiquum* indique toutefois que le dépôt des sables supérieurs de Wyneghem ne peut être séparé de ceux dont la description précède.

Deux faits semblent cependant, au premier abord, s'opposer à cette identification.

C'est, d'une part, la présence, dans la liste publiée par M. Nyst, d'un certain nombre d'espèces des sables moyens, qui ne s'observent généralement pas dans les sables supérieurs. Telles sont : *Cancellaria varicosa* Broc, *Venus ovata* Penn, *Venus Chione* L., *Diplodonta Woodi* Nyst.

D'autre part, Wyneghem est la seule localité où l'on ait trouvé en place et non roulés, au sein d'un dépôt de sables jaunes ou rouges, des osse-

[1] *Liste des coquilles et polypiers fossiles observés en* 1861 *au fort avancé de Wyneghem, dans le crag rouge*, par M. H. Nyst. (Bulletin de la Société paléontologique de Belgique. Anvers, 1861. Tome I, p. 189.)

ments de cétacés Mysticètes. Or, le gisement de ceux-ci est constitué, comme nous l'avons vu, par les sables moyens.

Mais ces faits s'expliquent fort aisément. Les sables supérieurs reposent, à Wyneghem, sur les sédiments des sables moyens, qui sont gris à l'état normal. Or, il suffit que les infiltrations superficielles aient traversé le dépôt des sables supérieurs pour que les phénomènes d'altération, qui en sont la conséquence ordinaire, se soient montrés au sein des sables gris. La partie supérieure de ceux-ci, se trouvant alors colorée en jaune ou en rouge, par suite de la décomposition de la glauconie, aura été confondue avec le dépôt supérieur, auquel on a cru qu'elle appartenait. Il en est résulté que des cétacés et quelques coquilles des sables moyens, *altérés et rougis*, de Wyneghem ont été catalogués parmi les organismes propres à la couche supérieure.

L'explication qui précède n'est nullement une hypothèse; non seulement elle rend compte d'un phénomène très fréquent à Anvers, mais il nous a été donné, tout récemment, de vérifier l'exactitude complète de ces vues.

Un premier fait prouve que des phénomènes d'altération se sont produits à Wyneghem : parmi les échantillons de sables supérieurs de cette localité, qui ont été mis à notre disposition pour le triage des Foraminifères, il y en avait de rouges, et d'autres absolument gris. Or, au point de vue paléontologique, ces divers échantillons étaient absolument identiques; dans les deux cas, la faune rhizopodique, nettement caractérisée, rappelait absolument celle des dépôts de Calloo et d'Austruweel et ne se rattachait par aucun lien à celle des sables moyens.

D'autre part, nous avons vu des blocs de sables, provenant de Wyneghem, représentant un dépôt bien homogène, mais colorés en gris dans une partie de leur masse et colorés en rouge dans l'autre. Le sable contenu à l'intérieur de divers grands lamellibranches de la même localité était parfois intact et gris à une extrémité, altéré et rouge à l'extrémité opposée. Des phénomènes d'altération ont donc incontestablement eu lieu dans les dépôts de Wyneghem, et ils auront affecté les sédiments des sables moyens aussi bien que ceux des sables supérieurs.

Le dépôt des sables supérieurs de Wyneghem semble indiquer une sédimentation moins littorale que ceux de Calloo et d'Austruweel.

Les sables sont fins, très argileux et dépourvus de graviers. Les coquilles des mollusques, de même que celles des foraminifères et des entomostracés, sont généralement en bon état, et les lamellibranches sont souvent représentées par les deux valves réunies; la proportion des débris roulés et remaniés — si considérable en d'autres points, comme à l'enceinte, par exemple — est ici extrêmement minime.

Nous reproduisons ci-après, mais avec de grandes modifications au

point de vue de la nomenclature, la liste des espèces recueillies en 1861 par M. Nyst, au fort avancé de Wyneghem, dans le « crag rouge » de cette localité et énumérées par lui dans le Bulletin de la Société paléontologique de Belgique.

L'absence d'indications relatives à l'abondance, etc., des espèces ne nous permet pas d'établir, comme précédemment, une colonne destinée à ces renseignements.

Les astérisques qui précèdent certains noms indiquent les coquilles non encore énumérées dans les listes précédentes de l'horizon des sables supérieurs. Les deux premières colonnes qui suivent l'énumération des espèces indiquent la distribution dans les sables inférieurs et dans les sables moyens d'Anvers. La colonne suivante montre les espèces citées dans nos trois listes précédentes des sables supérieurs ; la lettre A se rapportant aux espèces citées dans la liste d'Austruweel, la lettre B indiquant les espèces recueillies par M. Cogels aux nouveaux Bassins, et la lettre C indiquant celles observées à Calloo par M. Dewael.

Nous avons introduit ces indications dans la liste de Wyneghem, afin d'écarter les doutes qui auraient pu planer sur les relations de ce dépôt avec les autres couches de l'horizon des sables supérieurs.

La quatrième colonne est consacrée, comme dans les listes antérieures, à l'indication de la distribution des espèces dans le pliocène anglais. L'astérisque qui, dans cette quatrième colonne, remplace parfois la lettre R, indique, comme précédemment, les espèces probablement dérivées du Coralline Crag. Un plus petit astérisque placé après la lettre R, indique les espèces observées à l'état roulé dans le Red Crag, mais qui représentent les vestiges de l'horizon disparu, que nous avons signalé comme appartenant à l'étage du Red Crag.

Enfin la cinquième colonne du tableau montre la proportion des espèces encore vivantes dans les mers actuelles.

LISTE DES MOLLUSQUES RECUEILLIS A WYNEGHEM

DANS LES SABLES A *TROPHON ANTIQUUM.*

Non citées dans la liste précédente des ss. supérieurs.	ÉNUMÉRATION DES ESPÈCES.	Degré d'abondance ou de rareté.	Sables inférieurs d'Anvers.	Sables moyens à Isocardia cor.	Coralline Crag. Red Crag, etc.	Mers actuelles.
*	Cancellaria varicosa, *Broc.*	I	M		C	
	Trophon antiquum, *L.*			A B	R	A
	» gracile, *Da Costa.*			A B C	C? R	A
	Terebra inversa, *Nyst.*			A B C	C R	
	Nassa reticosa, *Sow.* var. elongata, *Sow.*			A B C	R	
	» var. rugosa, *Sow.*			A B	R	
	» labiosa, *Sow.*			A B C	C R*	A
	Pleurotoma turrifera, *Nyst.* (V. turricula, *Broc.*).	I	M	A B C	R*	
	Voluta Lamberti, *Sow.*			A B C	C R	A
	Natica multipunctata, *Wood.*(N. millepunctata *Lmk.*).	I	M	A B C	C R	A
*	Cerithium variculosum, *Nyst.*(C. punctulum, *Wood.*).				R	
	» tricinctum, *Broc.* (C. Woodwardi, *Nyst.*).			A C	C R	
	Chenopus pes-pelicani, *L.* (G : Aporrhais.)	I		A B C	C R	A
	Turritella incrassata, *Sow.*	I	M	A B C	C R	A
	Scalaria frondicula, *Wood.*	I	M	A B	C	
*	Trochus solarium, *Nyst.* (T cineroides, *Wood.*)				R	
	Calyptræa Sinensis, *L.* (C. Chinensis, *L.*)	I		A B C	C R	A
	Pileopsis Ungaricus, *L.* (G : Capulus).			B	C R	A
	Auricula pyramidalis, *Sow.* (G : Melampus.).			A	R	
	Actæon Noæ, *Sow.* (A. pusillus, *Forbes.*).			A C	R	A
	Scaphander lignarius, *L.* (G : Bulla.).	I	M	A B	C R*	A
	Bulla cylindracea, *Penn.* (G : Cylichna.).	I	M	A C	C R*	A
	Solen gladiolus. (*Gray.*)			A	R	A
	» ensis, *L.* var. minor, *Nyst.* (S. Rollei, *Hörnes.*).	I		A C	C R	A
*	Cultellus cultellatus (C. tenuis, *Phil.*)				R	A
*	Solecurtus strigillatus, *L.* (G : Macha.)	I			C ?	A
	Panopæa Faujasi. *M. de la Groye*			C	C *	A
	Glycimeris angusta, *Nyst.* et *W.*(v. de siliqua, *Chemn.*)	I	M	A B C	C R*	A
	Mya truncata, *L.*			A	C R	A
	Mactra arcuata, *Sow.*			C	C R	A
*	» ovalis, *Sow.*				R	A
	Corbula striata, *Walk.*	I	M	A B C	C R	A
	Corbulomya complanata, *Sow.*			A C	R	
*	Thracia pubescens, *Pult.*				C	A
*	» papyracea, *Poli.* (T. phaseolina, *Lmk.*).				C R	A
	Tellina crassa, *Penn.*			C	C R	A
	» prætenuis. *Leath.*			C	R	
	» Benedeni, *Nyst* et *W.*			A B C	R*	
	» donacina, *L.*			A C	C *	A
*	» obliqua, *Sow.*				C R	
	Gastrana laminosa. *Sow.* (G : Petricola.)			B C	C R	A
	Psammobia Feroensis, *Chemn.*			C	C	A
*	» vespertina, *Chemn.*				C	A

Non citées dans la liste précédente des s. supérieurs.	ÉNUMÉRATION DES ESPÈCES.	Degré d'abondance ou de rareté.	Sables inférieurs d'Anvers.	Sables moyens à Isocardia cor.	Coralline Crag, Red Crag, etc.	Mers actuelles.
*	Donax politus, *Poli*.				C R	A
*	Saxicava fragilis, *Nyst.* (Panopæa plicata, *Montf.*) .				C	A
*	» arctica. *L.* (var. de rugosa, *L.*). . . .				C R	A
	Tapes striatella, *Nyst.* (G : Venus).			C		A
*	Venus texturata? *Lamk.* (G : Tapes)				R	A
	» casina, *L.*			B	C *	A
*	» ovata, *Penn.*		M		C R	A
	» Chione, *L.* (G : Cytherea.).	I	M	A	C *	A
	Artemis exoleta, *L.* (Venus lentiformis, *Sow.*) . .			A B C	R	A
*	Kellia ambigua, *Nyst.* (G : Scintilla.).	I			C R	A
	Woodia digitaria. *L.*		M	A B C	C R	A
	Cyprina Islandica, *L.*	I	M	B	C R	A
	Cardium Parkinsoni, *Sow.*			A C	R	
	» Norvegicum, *Spengl.* (C. oblongum, *Nyst.*).		M	A C	R	A
	» edule. *L.* (var. edulinum, *Sow.*). . . .			A B C	C R	A
	Diplodonta astartea, *Nyst.* (D. trigonula, *Bronn.*) .			A B C	C R	A
*	» Woodi, *Nyst.* (D. dilatata, *Wood.*) . . .		M		C *	
	Astarte incerta, *Wood.* (A. plana, *Nyst.* non *Sow.*).			A B C	C	
	» Burtini, *Lajonk.*		M	B	C *	
	» obliquata, *Sow.*		M	A B	R	
	Pectunculus glycimeris, *L.*			A B C	C R	A
	Nucula lævigata, *Sow.*	I	M	C	C R	
	» nucleus, *L.*	I		A	C R	A
	Mytilus edulis. *L.*			A	R	A
	Pecten opercularis, *L.*			A B C	C R	A
	» maximus, *L.* var. complanatus, *Sow.* . .			A B C	C R?	A
	» » var. grandis, *Sow.*		M	B	C *	
	» pusio, *L.*	I	M	A B C	C R	A
	» dubius, *Broc.* (P. radians, *Nyst*) . . .		M	A B C	C R	
	» lineatus, *Da Costa* (var. de opercularis, *L.*).	I	M	B C	R	A
	Ostrea edulis, *L.*	I	M	A B C	C R	A
	Anomia ephippium, *L.*	I	M	A B C	C R	A
	Lingula Dumortieri, *Nyst.*		M	A	C	A

En jetant un rapide coup d'œil sur les résultats de cette liste, nous voyons que sur 73 formes bien distinctes, il y en a 22, soit 31 p. c., dans les sables inférieurs, et 25, soit 34 p. c., dans les sables moyens d'Anvers; 53 s'observent en Angleterre dans le Coralline Crag et 57 dans le Red Crag [1]. Enfin, le nombre des espèces encore vivantes s'élève à 53, ou à 72 p. c. du total. Ces résultats sont à peu près identiques à ceux que nous avons trouvés pour la faune des sables à Trophon d'Austruweel.

[1] Comme dans les listes précédentes, nous n'avons pas tenu compte des espèces marquées d'un astérisque dans la colonne du Red Crag. Toutefois, nous avons compté comme appartenant à la faune du Red Crag les espèces marquées R*.

LOCALITÉS DIVERSES.

Les sables supérieurs se retrouvent encore à l'est et au sud-est d'Anvers, mais avec un développement moins considérable que dans les régions du nord et de l'ouest.

Ils consistent généralement en dépôts peu épais, contenant principalement des coquilles brisées, mélangées avec des débris roulés et remaniés, provenant de la dénudation des sables moyens. Parfois cependant, les couches sont plus argileuses et contiennent des coquilles entières et encore bivalves.

Nous avons déjà signalé, d'après MM. Cogels et Nyst, les amas, ou bancs en place, de Pecten et d'Ostrea bivalves, notés à l'enceinte, à Deurne et à Wommelghem.

Dans certains travaux de fortification de Deurne (à l'enceinte), on peut encore observer ce facies spécial des sables supérieurs; ces sables y sont représentés par un dépôt ferrugineux rougeâtre, contenant des lamellibranches et d'immenses accumulations de *Pecten pusio* et d'autres espèces du même genre. Il est à noter que le cordon littoral des sables moyens, c'est à dire la roche à bryozoaires de la porte de Borsbeek, est visible non loin de là, et il est possible que l'on puisse découvrir dans ces parages une bonne superposition des deux dépôts.

Les sables supérieurs s'observent avec des facies presque partout différents, à Borgerhout, Wommelghem, Wyneghem, Merxem, Borsbeek et Ranst. Dans toutes ces localités, sauf à Ranst et au fort de Merxem, ils contiennent beaucoup de débris remaniés des sables moyens, ainsi que de nombreux ossements provenant du même horizon.

Les localités de Berchem et de Borsbeek, sur la rive droite, et le village de Burght, sur la rive gauche, paraissent indiquer à peu près la limite méridionale de l'aire occupée par les dépôts de l'horizon des sables supérieurs.

RÉSUMÉ SUR LA FAUNE DES SABLES SUPÉRIEURS D'ANVERS.

Les dépôts de Calloo, d'Austruweel, du Stuyvenberg, des nouveaux Bassins et de Wyneghem, quoique renfermant chacun un certain nombre d'espèces particulières, comme cela se présente souvent dans des dépôts littoraux, présentent entre eux d'étroites affinités zoologiques, qui permettent de les réunir, non-seulement dans l'étage des sables supérieurs, mais encore dans la zone des sables à *Trophon antiquum*, la seule division des sables supérieurs qui soit d'ailleurs bien connue.

Pour nous faire une idée exacte de la faune des sables supérieurs, il nous faudra jeter un coup d'œil sur l'ensemble des espèces de ces dépôts

locaux. Pour cela, il suffira d'ajouter à la liste des sables à Trophon des Bassins les espèces marquées d'un astérisque dans la première colonne des listes d'Austruweel, de Calloo et de Wyneghem.

Nous obtenons ainsi, pour l'ensemble de la faune des sables supérieurs, un total de 143 espèces de mollusques [1].

Il importe cependant de ne pas perdre de vue que dans la liste de Wyneghem il peut s'être glissé quelques coquilles de l'horizon des sables moyens, et que dans la liste des nouveaux Bassins il y a probablement à tenir compte de quelques espèces remaniées, recueillies à l'état de fragments et dérivées des sables à *I. cor.* qui reposent en dessous.

Quant aux listes de Calloo et d'Austruweel, elles peuvent être considérées comme à peu près exemptes de tout mélange.

Le nombre des espèces dérivées, qui pourraient se trouver dans nos listes est en somme fort insignifiant; nous pouvons donc accepter avec assurance le chiffre de 143 espèces, obtenu plus haut.

Ce chiffre est loin de représenter la faune complète des sables supérieurs d'Anvers, car on verra plus loin qu'un grand nombre de coquilles (environ 80 espèces et variétés) du « Crag d'Anvers » devront encore être ajoutées à nos listes des sables moyens et à celles des sables supérieurs d'Anvers; elles ne peuvent l'être actuellement, faute de renseignements suffisants sur la distribution de ces espèces dans les couches du bassin d'Anvers.

On admettra toutefois que le chiffre de 143 espèces est déjà suffisant pour permettre de porter un jugement définitif sur le facies de la faune des sables à *Trophon antiquum* et sur ses relations avec d'autres, soit dans le même bassin, soit à l'étranger.

Parmi ces 143 espèces, nous en avons noté 37 comme se trouvant également dans les sables inférieurs. Une certaine partie des espèces observées dans les sables à Trophon peuvent donc être considérées comme les descendants directs des mollusques qui habitaient nos premières mers pliocènes.

Cette descendance a été accompagnée de certaines modifications dans le facies spécifique, ainsi que cela peut aisément s'observer chez plusieurs des coquilles communes aux deux horizons.

Outre les 37 espèces dont l'identification est incontestable, il en est un certain nombre d'autres, dans les sables supérieurs, qui peuvent être considérées comme les descendants plus profondément modifiés de mollusques des sables inférieurs. La plupart des coquilles qui se trouvent dans ce cas ont reçu dans les sables supérieurs un nom spécifique différent de celui

[1] A ces 143 espèces de mollusques de l'horizon des sables supérieurs on pourrait ajouter l'*Helix Haesendoncki* Nyst, non compris dans nos quatre tableaux, mais qui a été recueilli au Stuyvenberg. (Voir page 269.)

qu'elles portent dans l'horizon des sables inférieurs. Dans certains cas, un nom de variété eût mieux convenu et eût mieux rendu compte des affinités réelles qui existent entre les faunes des deux horizons.

Nous ne connaissons jusqu'ici que 64 espèces de mollusques des sables moyens à *I. cor*. De ces 64 espèces, 45 seulement se retrouvent dans les sables à Trophon, ce qui dénote la localisation assez prononcée d'un certain nombre de formes.

Nos connaissances sur la faune des sables moyens sont actuellement trop restreintes pour qu'il nous soit permis de rechercher la proportion réelle des coquilles de cet horizon qui se retrouvent dans les sables supérieurs. Nous nous contenterons de rappeler la localisation très nette de certaines formes dans les deux horizons, les différences des conditions bathymétriques et surtout climatériques, indiquées par le facies général des deux faunes, la dénudation qui sépare les sables moyens des dépôts plus récents, et enfin les affinités étroites qui relient nos sables moyens aux dépôts du Coralline Crag dans le bassin anglais. Ces caractères suffisent pour séparer nettement l'horizon des sables moyens de celui des sables supérieurs, et, plus tard, lorsque la faune malacologique des sables moyens sera mieux connue, nous la trouverons certainement aussi spéciale et aussi caractéristique que la faune des bryozoaires, des entomostracés et des Foraminifères de cet horizon.

Passant à la comparaison de la faune des sables à Trophon avec celle des dépôts pliocènes du bassin anglais, nous trouvons qu'une même proportion d'espèces relie nos dépôts supérieurs d'Anvers à la faune du Coralline Crag et à celle du Red Crag. Des deux côtés il y a, en effet, un peu plus d'une centaine de coquilles en commun avec nos sables à Trophon. Ceux-ci représenteraient donc un terme moyen entre les deux étages pliocènes du bassin anglais et seraient alors intermédiaires entre le Coralline Crag et le Red Crag. Or, c'est précisément là le résultat auquel nous étions déjà arrivé précédemment (p. 263), en trouvant que les sables à *Trophon antiquum* devaient représenter un premier horizon disparu du Red Crag : celui qui, balayé dans la plus grande partie du bassin anglais par des phénomènes de dénudation, n'a laissé pour toute trace de sa présence que des débris coquilliers brisés et remaniés, mélangés aux sédiments et aux coquilles des couches plus récentes du Red Crag. Les couches de Walton, avons-nous dit, peuvent être considérées comme représentant l'un des rares vestiges restés en place de cet horizon plus ancien, si bien développé à Anvers.

Une centaine de mollusques des sables à Trophon se retrouvent encore vivants dans les mers actuelles ; ce qui représente 70 p. c. de la faune. Ce chiffre, tout provisoire, sera modifié lorsque la faune entière des

sables supérieurs nous sera connue. Nous en trouvons la preuve dans ce fait que le *Coralline Crag*, incontestablement plus ancien que nos sables supérieurs d'Anvers, contient une proportion de 80 p. c. de coquilles récentes.

Éléments non classés de la faune du « Crag d'Anvers ».

Outre les espèces énumérées dans les divers gisements bien déterminés qui se trouvent décrits dans le présent travail, on a signalé dans les « sables gris » et dans les « sables jaunes » d'Anvers un certain nombre d'autres coquilles, dont l'horizon exact n'est pas encore bien déterminé. Ces espèces se trouvent énumérées parmi celles du « Crag » d'Anvers, dans les listes dressées par M. Nyst dans le Prodrome de M. Dewalque [1].

Les espèces citées dans ces listes ont été groupées en grande partie d'après la couleur des dépôts, et aucun renseignement de localité ne les accompagne.

A diverses reprises, nous avons insisté sur les inconvénients qui doivent nécessairement résulter, à Anvers, de l'emploi de caractères basés sur la coloration des sédiments. Nous ne pourrions trop le répéter : sous le nom de *sables gris*, on a confondu, avec les sédiments en place des sables moyens ceux, non altérés ni oxydés, des sables supérieurs ; on y a également réuni des dépôts quaternaires, formés d'amas de fossiles pliocènes remaniés, et enfin des dépôts, lavés et débarrassés d'argile, de l'horizon des sables supérieurs. Sous le nom de *sables jaunes*, on a réuni aux sables supérieurs, généralement altérés et jaunis, des amas coquilliers d'âges différents et surtout divers dépôts de l'horizon des sables moyens, également jaunis et altérés par les phénomènes d'infiltration superficielle. De plus, on n'a jamais tenu compte des fossiles remaniés provenant des sables moyens. A Anvers comme en Angleterre, ces fossiles se trouvent parfois en grand nombre dans l'amas coquillier qui constitue généralement la base du dépôt des sables supérieurs, surtout lorsque les deux dépôts se trouvent en superposition immédiate.

Les listes dressées dans le Prodrome n'étant accompagnées d'aucune indication spéciale de provenance ou de gisement, nous voyons, par ce qui précède, que la répartition de ces coquilles en deux groupes, correspondant aux sables gris et aux sables jaunes, ne peut être admise comme représentant les véritables horizons des sables moyens et des sables supérieurs.

Nous nous bornerons donc, en reproduisant ci-après l'énumération des espèces non encore signalées dans nos listes précédentes, à faire remarquer que ces espèces devront se rapporter soit à la faune des sables moyens, soit à celle des sables supérieurs, ou bien aux deux horizons à la

[1] *Prodrome d'une description géologique de la Belgique*, par G. Dewalque. Liége, 1868. *Liste des fossiles du système diestien et du système scaldisien*, pp. 418-435.

fois. Il est d'ailleurs utile de signaler clairement les doutes qui règnent actuellement sur la distribution géologique de ces espèces dans le bassin d'Anvers. La publication de cette liste engagera, nous l'espérons, quelques-uns de nos collègues des Sociétés Malacologique et Géologique de Belgique à faire des recherches, en vue de parvenir à connaître le gisement exact des espèces en question.

Il est fort probable qu'un assez grand nombre de ces coquilles appartiennent à l'horizon des sables moyens, car la liste des sables à *I. cor*, donnée p. 187, ne représente assurément qu'une partie de la faune des sables moyens [1].

A l'appui de cette opinion, nous ferons remarquer que, parmi les espèces énumérées plus loin, une soixantaine se retrouvent en Angleterre, dans le Coralline Crag.

Nous avons indiqué dans le tableau suivant les espèces qui s'observent en même temps dans les sables inférieurs d'Anvers. Il est bien possible que quelques-unes de ces formes se trouvent dans les sables moyens ou supérieurs comme fossiles remaniés, provenant de l'horizon des sables inférieurs. C'est encore une observation dont il faudra tenir compte dans les recherches ultérieures [2].

Dans la première colonne qui suit l'énumération des espèces, nous avons indiqué les formes se retrouvant en Angleterre dans le Coralline Crag; la colonne suivante contient les espèces observées dans le Red Crag, dans les couches de Chillesford, etc. [3]. La troisième colonne du tableau montre la proportion des espèces encore actuellement vivantes.

Il est à remarquer que sur les 80 espèces de mollusques, énumérées ci-après, il y en a 12 seulement dont la présence n'a pas été signalée dans le pliocène anglais.

[1] (*Note ajoutée pendant l'impression.*) On verra, en effet, dans une liste supplémentaire de mollusques des sables à *Isocardia cor*, donnée comme annexe à la fin de ce travail, que plusieurs des coquilles énumérées dans la liste ci-contre appartiennent à la faune des sables à *Isocardia cor*. Telles sont les espèces suivantes : *Scalaria Woodiana*, Nyst., *Trochus conulus*, L., *Tornatella tornatilis*, L., *Tornatella levidensis*, Wood.

[2] Le *Xenophorus Deshayesi*, Mich., mentionné dans la liste, se trouve incontestablement dans ce cas. C'est une espèce des sables inférieurs, qui n'a pu être recueillie dans le scaldisien que comme fossile remanié.

Il en est probablement de même pour le *Nassa flexuosa*, Broc.

[3] Parmi les espèces énumérées ci-après, il en est un certain nombre, marquées R? dans la colonne du Red Crag, qui ne s'observent pas *in situ* à ce niveau. Nous ne pouvons, comme nous l'avons fait pour les listes précédentes, déterminer l'horizon exact de ces fossiles remaniés et cela surtout par suite de l'absence de renseignements sur la distribution de ces espèces dans nos couches scaldisiennes.

Nous avons donc dû nous borner à indiquer simplement le doute qui s'attache à la mention de ces espèces dans la colonne du Red Crag.

LISTE DES MOLLUSQUES RECUEILLIS A ANVERS

DANS DES DÉPOTS « SCALDISIENS » NON CLASSÉS NI DÉTERMINÉS.

ÉNUMÉRATION DES ESPÈCES.	Sables inférieurs d'Anvers	Coralline Crag.	Red Crag, etc.	Mers actuelles.
Murex tortuosus, *Sow.*		C	R	
Cancellaria viridula, *Fab.* (C. costellifera, *Sow.*)			R	A
Trophon antiquum, *L.* var. carinatum, *Wood* [1]			R	A
» » var. jugosum, *Wood*			R	
» elegans, *Charlesw.*		C	R?	
» muricatum, *Montf.*			R	A
» scalariforme, *Gould.*			R	A
Nassa consociata, *S. Wood.*		C	R?	
» flexuosa? *Broc.*	I			
» incrassata, *Mull.*	I	C	R	A
» pygmæa, *L.*		C?	R?	A
Cassis saburon, *Bast.*	I		R?	A
Columbella sulcata, *Sow.*		C	R	
Pleurotoma elegans? *Scac.* (Pleurotoma incrassata, *Duj.*)				A
» gracilis, *Mont.*				A
» hystrix, *Jan.*		C	R	A
» Leufroyi, *Michaud.*			R	A
» subulata, *Nyst.*				
Ovula spelta, *L.* (O. Leathesi, *Sow.*)		C	R	A
Natica proxima, *S. Wood*		C	R	A?
Turbonilla filosa, *S. Wood* (G : Chemnitzia)		C		A?
» similis, *S. Wood* (G : Chemnitzia)	I	C		
Cerithium perversum, *L.* (C. adversum, *Mont.*)		C		A
» sinistratum, *Nyst* (C. granosum, *Wood*)	I	C	R	
Scalaria clathratula, *Turt.*		C		A
» fimbriosa, *Wood*		C		
» foliacea, *Sow.*		C	R	
» Groenlandica, *Chemn.*			R	A
» Trevellyana, *Leach.*			R	A
» Woodiana, *Nyst* (= S. delicatula, *H. Adams?*)				A?
Xenophorus Deshayesi, ? *Mich.*	I			
Trochus conulus, *L.*		C	R	A
» Kickxi, *Nyst* (et var. Robynsi, *Nyst*).		C	R?	
» occidentalis, *Migh.*		C	R	A
» subexcavatus, *S. Wood*			R	
Adeorbis supranitidus, *S. Wood*	I	C		
Capulus obliquus, *Wood* (G : Pileopsis)		C	R	
» sinuosus, *Broc.* (G : Pileopsis)		C		
Tectura virginea, *Mull.*		C	R	A
Dentalium semiclausum, *Nyst* (D. sexangulare, *Broc.*)				

[1] Cette variété et la suivante appartiennent incontestablement à l'horizon des sables à Trophon, où se trouve localisé le type de l'espèce.

ÉNUMÉRATION DES ESPÈCES.	Sables Inférieurs d'Anvers.	Coralline Crag.	Red Crag, etc.	Mers actuelles.
Helix Haesendoncki, *Nyst*[1].				
Tornatella levidensis, *Wood* (G : Actæon)	I	C		
» tornatilis, *L.* (G : Actæon)		C	R	A
Bulla nitidula, *Loven.* (G : Cylichna)				A
Gastrochæna dubia, *Penn*		C	R?	A
Teredo Norvegica, *Spengl.*		C	R?	A
Pholas parva, *Penn.*			R	A
Solen siliqua, *L.*			R	A
Mactra triangula, *Ren.* (M. subtruncata, *Mont.*)	I	C		A
Poromya granulata, *Nyst et W.*	I	C		A
Thracia distorta, *Mont.*		C?		A
» inflata? *J. Sow.*		C	R?	
» ventricosa, *Phil.*		C		
Lyonsia granulata, *Nyst.*	I			
Tellina Benedeni, *Nyst et W.*, var. fallax, *Beyr.*	I			
» subfragilis, *d'Orb.*	I			
Saxicava rugosa, *L.*	I	C	R	A
Coralliophaga cyprinoides, *Wood*		C		A?
Tapes virginea, *L.*		C	R	A
Artemis lincta, *Pult.* (G : Dosinia)		C	R	A
Montacuta donacina, *Wood* (G : Sphenalia)		C		A
» ferruginosa, *Mont.*	I	C		A
» substriata, *Mont.* (G : Sphenalia)	I	C	R	A
Kellia compressa, *Phil.* (Scinetilla coarctata, *Wood*)	I	C		
» cycladia, *Wood* (G : Scacchia)		C		A
» elliptica, *L.* (G : Scacchia)	I	C		A
» orbicularis, *Wood* (G : Scacchia)		C		A
Lepton deltoideum, *S. Wood*	I	C	R	
Cardium rusticum, *Chemn.*, (var. de C. edulis, *L.*)		C	R	A
Lucinopsis undata, *Penn*			R	A
Astarte crebrilirata, *Wood*			R	
» incrassata, *Broc.*		C	R	A
Nucula proxima, *Say* (N. trigonula, *Wood*)	I	C		A
Nucinella ovalis, *Wood* (N. miliaris, *Desh.*)	I	C		
Modiola modiolus, *L.* (G : Mytilus)	I	C?	R	A
» phascolina, *Phil.* (G : Mytilus)		C		A
Lima exilis, *Wood*		C	R	
» Loscombi, *Sow.*		C	R	A
Pecten pes-lutræ, *L.* (P. septenradiatus, *Mull.*) (P. danicus, *Chemn.*)	I		R	A
Pecten princeps, *Sow.*		C		
» similis, *Laskey.*		C		A

[1] Cette coquille, non comprise dans nos quatre tableaux de la faune des sables supérieurs d'Anvers, a cependant été signalée au Stuyvenberg, où elle se trouvait dans la couche sableuse, qui appartient vraisemblablement à l'horizon des sables à Trophon.

NOTES SUPPLÉMENTAIRES SUR LES ALTÉRATIONS.

En plusieurs points des environs d'Anvers, on a constaté la présence, au-dessus des dépôts fossilifères des sables supérieurs, de couches jaunâtres ou rougeâtres, sableuses, et entièrement dépourvues de fossiles. On a cru qu'il s'agissait de zones distinctes, bien que l'attention des géologues n'ait jamais été attirée d'une façon spéciale sur ces dépôts, en somme peu développés.

Il est probable que, dans certains cas, des sables quaternaires campiniens ont pu — par suite du faible développement que présente parfois le niveau de cailloux roulés qui forme leur base — être confondus et réunis à tort aux sables pliocènes sous-jacents; mais, souvent aussi, les sables jaunes ou rougeâtres privés de fossiles, observés aux environs d'Anvers, au-dessus des sables supérieurs fossilifères, doivent être considérés, ainsi que nous avons pu nous en assurer, comme représentant une zone superficielle d'altération de ces derniers. Ces *sables jaunes sans fossiles* sont aux sables supérieurs coquilliers, ce que le *sable vert sans fossiles* est aux sables inférieurs coquilliers : c'est le résidu quartzeux, oxydé et privé d'éléments calcaires, du dépôt fossilifère, plus profondément altéré qu'ailleurs, par les infiltrations des eaux superficielles.

Il est aisé de comprendre pourquoi les sables inférieurs altérés deviennent généralement *verts*, tandis que les sables moyens et les sables supérieurs altérés deviennent ordinairement *jaunes* ou *rougeâtres*.

Il faut noter que la glauconie forme le principal élément constitutif des sables inférieurs, tandis que dans les dépôts plus récents, la glauconie est plus rare et disséminée entre les grains qnartzeux. Or, on sait que la coloration verdâtre indique une première phase d'altération, un commencement de décomposition de la glauconie, tandis que la couleur jaunâtre ou rougeâtre des sédiments dénote une oxydation plus prononcée des éléments glauconieux et leur transformation en hydrate ferrique. Cette matière, s'infiltrant peu à peu dans toute la masse du dépôt, incruste bientôt chaque grain quartzeux, qu'elle colore en jaune ou en rouge [1].

Les dépôts les plus promptement et les plus radicalement atteints par les

[1] Lorsque l'altération est très prononcée, elle donne lieu à la dissolution du carbonate de chaux des coquilles, et celle-ci s'opère toujours — cela est maintenant reconnu — en laissant un résidu rougeâtre, qui ajoute encore à la coloration du dépôt.

Les sables supérieurs sont — ainsi que les sables moyens — parfois oxydés et *rougis* sans que les débris coquilliers soient dissous. C'est même le cas le plus ordinaire. C'est parce que, si l'oxydation de la glauconie peut se faire au simple contact de l'air, il n'en est pas de même de la dissolution du calcaire, qui est produite par l'acide carbonique contenu dans les eaux superficielles. Il faut donc, pour que les débris coquilliers puissent être attaqués et le calcaire dissous, que l'eau séjourne pendant un temps assez long dans

phénomènes d'altération dus aux infiltrations superficielles, sont les plus perméables : ceux chez lesquels la glauconie, rare et disséminée entre les grains quartzeux, est rapidement oxydée; et ceux qui, par leur situation superficielle, sont plus exposés aux intempéries atmosphériques. Ces diverses conditions, précisément réunies dans les sables supérieurs d'Anvers, les font donc devenir jaunâtres ou rougeâtres, lorsqu'ils sont altérés.

Quant aux sables glauconieux inférieurs, non seulement peu quartzeux, mais plus compacts ou plus argileux, et en même temps peu exposés, par suite de leur situation sous les dépôts précédents, il est tout naturel qu'ils soient altérés d'une manière moins constante et surtout moins profonde. De là, la couleur généralement verdâtre de leurs parties altérées.

Il est évident d'ailleurs que plus les dépôts sont superficiels et exposés aux intempéries, plus l'altération devient générale et intense[1].

Les bancs reconstruits des sables supérieurs.

Nous avons signalé l'abondance, aux environs d'Anvers, des couches remaniées contenant des coquilles brisées et usées; elles représentent généralement, ou la base de l'horizon des sables supérieurs, ou des accumulations de débris pliocènes, formées à l'époque quaternaire.

Toutefois, il importe de ne pas perdre de vue que certaines de ces couches à coquilles brisées sont, géologiquement parlant, bien en place; elles ont été déposées pendant la sédimentation pliocène, dans l'état où nous les retrouvons aujourd'hui.

les dépôts traversés par les infiltrations. Or, les sables supérieurs, où la proportion d'éléments quartzeux est généralement considérable, sont très perméables, et les eaux d'infiltration s'évaporent plus rapidement, ou bien descendent et s'arrêtent à un niveau inférieur. C'est précisément parce qu'elles s'arrêtent le plus souvent au niveau du dépôt, plus compact, des sables glauconieux inférieurs, que la partie altérée de ce dépôt (le sable vert) est presque toujours entièrement privée d'éléments calcaires, c'est à dire de débris coquilliers. D'autre part, la glauconie de ces sables inférieurs, en relation moins directe avec l'oxygène de l'air que la glauconie des dépôts qui les recouvrent, s'oxyde moins facilement, et c'est pour ce motif que la coloration verte est plus fréquente dans les sables inférieurs, tandis que la coloration jaune ou rougeâtre est plus générale dans les sables moyens et supérieurs, où l'oxydation est naturellement plus prononcée.

[1] Dès l'année 1874, nous avons annoncé que les sables verts et jaunâtres sans fossiles, qui, dans les plaines du Brabant, paraissent raviner les dépôts fossilifères laekeniens, ne représentent autre chose que la partie superficielle altérée de ceux-ci. Depuis lors, nous avons observé de nombreuses et curieuses applications de ces phénomènes d'altération dans la plupart des couches tertiaires de la Belgique, notamment à Anvers, comme l'indiquent divers passages de ce travail. Pendant l'impression de l'Esquisse, nous avons appris que MM. Whitaker, Wood et Harmer ont, de leur côté, défini certains sables sans fossiles (*unfossiliferous sands*) recouvrant le Red Crag, qu'ils paraissent raviner comme une zone distincte, comme n'étant autre chose que la partie supérieure altérée du dépôt fossilifère, traversée par les infiltrations des eaux superficielles, chargées d'acide carbonique, ayant amené la dissolution du calcaire.

Cela provient de ce que le dépôt de nos sables supérieurs s'est effectué dans une aire exclusivement littorale ; il s'est alors formé, dans ces baies et dans ces plages sous-marines, des accumulations de coquilles et de débris, disposées en bancs sans cesse remaniés, déplacés, puis reconstruits par la marée et les courants. C'est ce qui s'observe de nos jours dans des conditions analogues. Les oscillations de la ligne de rivage, fréquentes dans l'histoire de ces dépôt littoraux, ont également donné naissance aux bancs reconstruits. La formation de ces couches à coquilles brisées étant contemporaine du dépôt des sables supérieurs, les renseignements fournis par la faune de ces dépôts à coquilles triturées peuvent donc être considérés comme aussi exacts que s'il s'agissait de couches avec coquilles en place et non brisées.

Dans le Crag supérieur anglais, des couches reconstruites, composées de fragments et de débris coquilliers, forment la plus grande partie des dépôts de cet horizon, et ce sont elles qui en constituent l'un des traits les plus saillants.

Toutefois, il est à remarquer que dans presque toutes les couches supérieures du bassin anglais, on trouve généralement un plus grand nombre de débris remaniés provenant de dépôts plus anciens.

A Anvers, les « bancs reconstruits », dont nous venons de parler, se distinguent de la couche remaniée,— qui forme partout dans les environs la base des sables supérieurs, — en ce qu'ils ne renferment pas, comme cette couche, une forte proportion d'ossements et de fossiles provenant de la dénudation des sables moyens. Les « bancs reconstruits » diffèrent enfin de certaines couches remaniées quaternaires et modernes, également composées de coquilles pliocènes brisées et triturées, en ce qu'ils ne contiennent jamais, comme celles-ci, des ossements de mammifères ou de vertébrés quelconques de la période post-pliocène, ou des coquilles terrestres et fluviatiles identiques aux espèces de la faune actuelle.

C'est, nous ne saurions trop le répéter, parce que l'on n'a jamais tenu compte de toutes ces distinctions, très importantes, et parce que l'on s'est généralement basé sur la coloration des sables, que tant d'erreurs et de contradictions ont été introduites dans les listes représentant la faune des deux horizons supérieurs des sables d'Anvers.

Classement des dépôts formant l'horizon des sables supérieurs.

Les dépôts des sables supérieurs que nous avons étudiés jusqu'ici représentent incontestablement un même horizon géologique ; ils sont reliés entre eux par un groupe d'espèces caractéristiques, en tête desquelles nous pouvons placer le *Trophon antiquum*. Certains d'entre ces dépôts paraissent s'être déposés en premier lieu : ce sont ceux des nouveaux Bassins,

étudiés par M. Cogels, ceux de Zwyndrecht et d'une partie de l'enceinte; d'autres paraissent plus récents et représentent une sédimentation plus littorale : tels sont les dépôts de Calloo, d'Austruweel, du fort de Merxem, etc. D'autres enfin, comme ceux de Wyneghem, paraissent de même âge, mais indiquent un éloignement plus grand de la ligne des côtes.

Les dépôts de sables supérieurs de Deurne, Borgerhout, Wommelghem, etc., et surtout ceux de l'enceinte présentent, suivant les localités, des caractères extrêmement variables, qui rendent le classement de ces couches très difficile. Parmi de grands amas de coquilles brisées, avec éléments remaniés et ossements roulés, on observe des couches non remaniées, avec coquilles intactes, et des bancs coquilliers bien en place, tels que les amas de *Pecten* et d'*Ostrea* que nous avons signalés précédemment dans différentes localités.

Parfois, la couche à coquilles brisées et à ossements roulés se relie insensiblement aux gisements où les débris deviennent rares et où les coquilles, bien conservées, dénotent une faune très pure . Ainsi, M. Cogels nous fait remarquer que les sables à Trophon du Bassin aux Bois se relient à la couche de coquilles brisées des Bassins de la Jonction et du Kattendyck. Cette couche correspond assez exactement aussi à celle à coquilles brisées de l'enceinte, dont elle ne diffère que par la présence de la marne et de l'argile verte, infiltrées dans sa masse.

La présence des ossements roulés et des débris de toute nature dans les sables à Trophon des Bassins, comme dans la couche à coquilles brisées de l'enceinte, nous conduit également à réunir ces dépôts; car nous croyons, avec M. Cogels, que la proportion des débris et des éléments remaniés dans les sables supérieurs, est en raison directe de l'ancienneté de ceux-ci.

Les courants qui ont été capables d'affouiller, de balayer même les sables moyens, et de remanier les grosses vertèbres, ainsi que les débris qui les accompagnent, n'auraient pu laisser intacts et sans mélange les dépôts meubles d'Austruweel, de Merxem et de Calloo, par exemple. Ceux-ci ont donc dû se déposer après la couche à ossements roulés et, par conséquent, après le phénomène de dénudation qui a accompagné la première phase de sédimentation de l'horizon des sables supérieurs d'Anvers.

En dehors de cette distinction dans l'âge des couches des sables supérieurs, il est difficile d'arriver à un classement plus détaillé, d'autant plus que les oscillations du sol, ayant déplacé à diverses reprises les dépôts littoraux, les ont souvent changés en bancs reconstruits, ou bien ont occasionné de nombreux remaniements. Cette circonstance explique la quantité d'amas de coquilles brisées que l'on observe dans les sables supérieurs d'Anvers, et qui empêcheront toujours un classement rigoureux des dépôts locaux et variables constituant cet horizon.

Vers l'est d'Anvers, à l'intérieur des terres et le long du bord oriental de l'ancien golfe pliocène, du côté de Ranst par exemple, il existe des dépôts encore peu connus, qui paraissent être d'un âge un peu différent des précédents. Ce sont des couches où l'on ne trouve plus le *Trophon antiquum ;* elles contiennent surtout de grandes quantités de coquilles littorales, encore abondantes sur nos côtes, telles que le *Cardium edule* et le *Mytilus edulis*.

Plus à l'est encore, on a signalé des dépôts coquilliers, contenant une faune qui se rapporte certainement à l'horizon des sables supérieurs d'Anvers. Mais ces dépôts sont-ils réellement pliocènes, ou bien ne sont-ils que des amas remaniés formant la base du terrain quaternaire? Telle est la question posée et que nous ne considérons nullement comme résolue.

Si l'on parvient à prouver que ces dépôts coquilliers, éparpillés vers l'est, à Pulderbosch, Sandhoven, Hérenthals, Poederlé, Lichtaert, etc., représentent réellement l'horizon des sables supérieurs en place, ils pourraient peut-être bien, par le fait même de leur disposition anormale dans l'ensemble du bassin, représenter une phase de sédimentation plus récente que celle qui a donné naissance aux sables à Trophon.

On pourrait, en effet, se demander si, après le dépôt des couches que nous avons jusqu'ici passées en revue, il n'y aurait pas eu un léger mouvement d'affaissement, ayant permis à la mer de reculer momentanément vers la région de l'est et d'y déposer les couches de Ranst d'abord, puis les dépôts situés encore plus vers l'est, et signalés par nous plus haut.

Cette supposition rencontre un appui favorable si l'on observe le bassin anglais; car il est à noter qu'en Angleterre il s'est produit, après la sédimentation du Red Crag, un affaissement peu considérable du même genre, et qui a donné naissance, dans une aire en partie différente de celle du Red Crag, aux sables et aux argiles de Chillesford.

Les dépôts de l'est, dans le bassin d'Anvers, seraient alors aux sables à Trophon ce que les sables et argiles de Chillesford sont à la masse principale et typique du Red Crag.

Entomostracés.

Nous reproduisons ci-après, d'après M. George Brady, la liste des Entomostracés observés dans les sables supérieurs à *Trophon antiquum :*

Cythere cribrosa, B. C. et R.
» *Woodiana*, Jones.
» *Jurinei*, v. Munst.
» *plicata*, v. Munst.
Cythere Belgica, nov. spec.
» *cicatricosa*, Brady.
» *œdichilus*, nov. sp.
» *latimarginata*, Speyer.

Cythere trapezia, nov. sp.
» *Dawsoni*, B. et C.
Cytheridea pinguis, Jones.
Cytheridea Mulleri, v. Munst.
» *bitruncata*, nov. sp.
Cytherideis lithodomoides, Bosq.

De ces quatorze espèces, sept se retrouvent dans les sables inférieurs et dix dans les sables moyens; trois d'entre elles sont signalées dans le pliocène anglais (Cor. Crag) et trois sont encore vivantes dans les mers actuelles; trois autres enfin pourraient être considérées comme des variétés de types encore vivants.

ANNEXE.

RÉPARTITION DES ENTOMOSTRACÉS

DANS LES DIVERS DÉPOTS

DES SABLES D'ANVERS.

Nos listes détachées des entomostracés des sables d'Anvers ne permettent que difficilement de se rendre compte de la distribution générale des espèces dans les divers horizons; ces listes ne contiennent d'ailleurs aucune indication relativement au degré d'abondance des espèces.

Les matériaux que nous avons soumis à M. le Dr George Brady ont permis à ce savant spécialiste d'entreprendre une monographie détaillée des entomostracés des sables d'Anvers.

Ce travail, accompagné de dix superbes planches in-4°, admirablement dessinées par l'auteur, et où se trouvent décrites et figurées toutes les espèces énumérées dans nos listes, ce travail, disons-nous, est terminé et sera bientôt publié par la Société Zoologique de Londres.

M. Brady ayant bien voulu nous autoriser à puiser dans ce mémoire inédit les données qui nous étaient nécessaires, nous profitons de son obligeance pour reproduire ci-après le tableau général de la distribution des entomostracés dans les sables d'Anvers, tableau qui contient aussi l'indi-

cation du degré d'abondance des espèces dans chacun des niveaux étudiés.

Les noms indiqués en caractères gras représentent les espèces nouvelles observées par M. Brady; celles-ci seront décrites et publiées dans le mémoire de ce naturaliste.

Les six premières colonnes qui suivent l'énumération des espèces montrent la distribution des entomostracés dans les divers niveaux des sables d'Anvers; l'abondance plus ou moins grande des espèces dans chacun de ces niveaux est indiquée par les lettres *r*, *c* et *cc*.

La septième colonne indique les quelques espèces d'Anvers qui se retrouvent parmi les dix-huit observées dans le Coralline Crag.

Les astérisques de la huitième colonne du tableau indiquent les espèces encore vivantes dans les mers actuelles; le signe +, qui remplace parfois l'astérisque, signifie que l'espèce désignée est si intimement alliée à une autre forme encore vivante, que la distinction, quoique préférable, n'est pas toujours certaine. Ces espèces vivantes, si rapprochées des formes observées à Anvers, se trouvent signalées, d'après M. Brady, dans la dernière colonne du tableau.

LISTE DES ENTOMOSTRACÉS DES SABLES D'ANVERS

dressée d'après un mémoire inédit de M. le Dr GEORGE BRADY.

ÉNUMÉRATION des espèces.	Sables inférieurs.			S. moyens.		Sables sup.	Plio-angl	Faune récente.	
	Sables à *Panopæa Menardi*, d'Edeghem	Sables à *Panopæa Menardi*, du Kiel.	Sabl. à *Pectunculus pilosus* à Anvers	Sables à Bryozoaires Wommelghem, Beurne, etc.	Sables à *Isocardia cor.* des Bassins.	S. à *Trophon antiq.* d'Austruweel, Wyneghem, etc.	Coralline Crag.	Espèces représentées dans les mers actuelles.	Espèces récentes très voisines des formes observées à Anvers.
Paracypris polita, *Sars*	...	r	r	...	...	...	...	*	
Pontocypris faba, *(Reuss)*	r	...	...	c	...	...	...	+	P. mytiloides *(Nor.)* P. angustata *Brad.*
» propinqua, *Brady*	...	...	...	c	...	...	...	+	P. trigonella *Sars.*
Bairdia oviformis, *Speyer*	...	...	...	...	r	...	...	...	
Cythere cribrosa, *B. C. et R.*	...	...	...	...	r	r	...	...	
» Woodiana, *Jones*	...	...	...	...	...	r	...	...	
» ellipsoidea, *Brady*	...	...	...	r	r	r	...	...	
» Jurinei, *von Munst.*	...	cc	cc	...	...	r	...	*	
» plicata, *v. Munst.*	r	...	...	c	c	c	...	...	
» Belgica, *Brady*	...	...	...	...	...	r	...	+	C. plicatula *Reuss.*
» plicatula, *(Reuss.)*	...	...	...	...	r	...	*	*	
» cicatricosa, *(Reuss)*	...	...	...	r	r	c	...	+	C. convexa *Baird.*
» œdichilus, *Brady*	...	...	c	r	...	r	...	...	
» petrosa, *Brady*	...	...	...	r	...	...	...	...	
» limicola, *(Norman)*	...	...	...	...	r	...	...	*	
» latimarginata, *Speyer*	cc	cc	cc	c	r	r	...	*	
» Wetherelli, *Jones*	c	c	c	...	...	...	...	...	
» Tarentina, *Baird*	c	c	c	...	...	...	...	*	
» acuticosta, *Egger*	r	...	c	...	...	...	...	...	
» trapezia, *Brady*	...	...	...	...	...	r	...	...	
» macropora, *Bosquet*	cc	cc	...	cc	r	...	*	+	C. lactea *Brady,*
» polytrema, *Brady*	r	r	c	...	cc	...	*	*	
» scabropapulosa, *Jones*	...	...	r	...	...	...	...	...	
» Dawsoni? *Brad. et Crosk.*	...	r	...	...	r	c	...	...	
» subcoronata, *Speyer*	...	...	r	...	r	...	...	?	
» mucronata, *Sars*	...	...	...	r	...	...	...	*	
» Jonesi, *(Baird)*	r	r	c	r	cc	...	*	*	
» lima, *(Reuss)*	...	r	...	...	...	...	...	...	
Cytheridea papillosa, *Bosq.*, var. lævis, *Brady*	...	...	...	...	...	...	...	*	
Cytheridea pinguis, *Jones*	c	cc	cc	...	...	r	*	...	
Cytheridea cypridioides, *Brad.*	...	...	...	c	...	...	...	+	C. Zetlandica *Brad.*
» Mulleri, *v. Munst.*	cc	cc	cc	cc	...	r	...	*	
Loxoconcha latissima, *Brady*	c	...	c	cc	...	...	...	...	
» bitruncata, *Brady*	...	...	...	...	c	cc	...	...	
» Gratcloupiana, *(Bosq.)*	r	...	r	...	r	...	...	...	
» variolata, *Brady*	r	r	c	cc	...	...	...	+	L. alata *Brady.*
Xestoleberis depressa, *Sars*	...	...	...	cc	...	...	...	*	
Cytherura Broeckiana, *Brady.*	r	r	r	...	...	...	...	+	C. fulva *Brady et Roberts.*
» cornuta, *Brady*	r	...	...	r	...	...	...	*	

ÉNUMÉRATION des espèces.	Sables inférieurs.			S. moyens.		Sables sup.	Plio. angl.	Faune récente.	
	Sables à *Panopæa Menardi*, d'Edeghem	Sables à *Panopæa Menardi*, du Kiel.	Sabl. à *Pectunculus pilosus* à Anvers.	Sables à Bryozoaires Wommelghem, Beurne, etc.	Sables à *Isocardia cor*, des Bassins.	S. à *Trophon antiq.* d'Austruweel, Wyneghem, etc.	Coralline Crag.	Espèces représentées dans les mers actuelles.	Espèces récentes très voisines des formes observées à Anvers.
Cytheropteron latissimum, (*Norm.*)	r	r	...	r	...	...	...	*	
» **intermedium**, *Brad.*	r	...	...	...	...	...	...	...	
» gradatum, (*Bosq.*)....	...	...	r	r	...	...	...	...	
» **pipistrella**, *Brady.*	...	...	...	cc	...	...	...	...	
Bythocythere constricta, *Sars*....	...	...	...	r	...	...	...	*	
Cytheridcis lithodomoides, (*Bosq.*)	...	c	cc	cc	...	cc	...	+	Cytheridea elongata *Brady.*
» **recta**, *Brady*.....	...	...	...	c	...	...	...	...	
Paradoxostoma ensiforme, *Brady.*	...	...	...	r	...	...	...	*	
Cytherella parallela, (*Reuss*).....	c	...	r	...	r	...	...	*	
» **elliptica**, *Brady*.....	...	r	...	...	...	...	...	...	
» leioptycha, (*Reuss*)...	r	c	c	...	...	...	...	...	

Parmi les espèces énumérées dans cette liste, quelques unes méritent une attention toute particulière.

Le *Cythere Woodiana*, qui paraît rare à Anvers, est l'une des formes les plus abondantes et les plus caractéristiques du Coralline Crag.

Le *Cythere plicata*, abondant dans les sables moyens et supérieurs d'Anvers, est l'une des formes les plus répandues et les plus communes dans le tertiaire, depuis l'éocène moyen.

Le *Cythere plicatula* Reuss., de nos sables à *I. cor*, est signalé dans le Coralline Crag sous le nom de *C. retifastigiata* Jones.

Il est curieux de constater, fait remarquer M. Brady, que le *Cythere latimarginata*, si abondant dans le bassin d'Anvers et s'y retrouvant à tous les niveaux, manque complétement dans le tertiaire anglais.

Le *Cythere Tarentina*, espèce de la Méditerranée, n'avait pas encore été trouvé fossile nulle part.

Le *Cythere macropora*, le plus remarquable des entomostracés fossiles, diffère peu de l'espèce vivante australienne : le *C. lactea* Brady. Le *C. macropora* se retrouve en France dans l'éocène moyen, et en Angleterre dans le Coralline Crag de Sutton.

Au moment de l'impression des présentes lignes, nous recevons de M. le Dr G. Brady l'avis que le *Cythere polytrema*, espèce nouvelle des sables inférieurs et des sables à *I. cor*, a été rencontré vivant dans l'océan Indien par l'expédition du *Challenger*.

Le *Cythere Jonesi* (Baird), bien connu également sous le nom de *C. ceratoptera* Bosquet, est signalé dans le Coralline Crag sous le nom de *Cythereis cornuta* Jones.

Le *Cytheridea papillosa*, var. *lævis*, fait partie de la faune des sables d'Anvers, mais nous ne pouvons indiquer au juste son niveau.

Le *Cytheridea Mulleri*, l'une des espèces les plus abondantes à Anvers, se trouve dans la plupart des couches tertiaires d'Europe, depuis l'éocène jusqu'au pliocène.

Le *Xestoleberis depressa*, répandu dans les mers froides du Nord, se retrouve dans la craie de Lemberg, où Reuss l'a désigné sous le nom de *Cytherina impressa*.

Les *Cytherella parallela* et *leioptycha* se retrouvent également dans la craie de Lemberg.

Un certain nombre d'espèces sont répandues dans l'éocène de diverses contrées. Telles sont : *Cythere plicata*, *C. cicatricosa*, *C. scabropapulosa*, *Cytheridea Mulleri*, *Cytheropteron gradatum*.

Le *Cytheropteron pipistrella*, entièrement spécial aux sables à bryozoaires, est très abondant à ce niveau. C'est une espèce nouvelle, très remarquable et facile à distinguer de toutes les autres, à cause de sa forme générale. La coquille, vue de dos, présente deux énormes expansions latérales, en forme d'ailes étendues.

Il est à remarquer que le *Bythocythere constricta*, également caractéristique des sables à bryozoaires, ne s'observe, sur les côtes de Norvége et d'Angleterre, qu'à des profondeurs de plus de 30 à 40 mètres.

On voit par ces renseignements, ainsi que par les relations constatées avec les entomostracés du Crag anglais, que la distribution de ces petits êtres, soumise à des lois complexes et peu connues, ne peut servir de guide dans l'étude du synchronisme des dépôts d'un même horizon géologique. Cela ressort particulièrement de la persistance de certains types depuis le crétacé jusqu'à nos jours, de l'abondance de certaines formes éocènes et oligocènes dans la faune des sables d'Anvers, et surtout des différences sensibles de la faune des entomostracés du Coralline Crag d'avec celle de nos sables moyens.

La localisation de certaines espèces dans chacun des niveaux énumérés dans nos colonnes, permet cependant de déterminer facilement le facies spécial de chacune de ces petites faunules, et la présence de ces entomostracés dans le moindre échantillon de sable permet de déterminer avec beaucoup de sûreté le niveau géologique exact auquel l'échantillon appartient. C'est ainsi que les sables inférieurs sont nettement caractérisés par la présence de : *Cythere Wetherelli*, *Cythere Tarentina*, *Cytherella leioptycha* et *Cythere acuticosta*, et par l'abondance de *Cythere Jurinei*, *Cythere marginata*, *Cytheridea pinguis* et *Cytheridea Mulleri*.

Les sables moyens sont caractérisés par la présence de *Pontocypris propinqua*, *Cytheridea cypridioides*, *Xestoleberis depressa*, *Cytheropteron*

pipistrella et *Cytherideis recta*, ainsi que par l'abondance de : *Cythere macropora*, *Cythere Jonesi*, *Cytheridea pinguis*, *Cytheridea Mulleri* et *Loxoconcha variolata*.

Quant aux sables supérieurs, dont la faune est moins bien connue, ils sont caractérisés par : *Cythere Woodiana*, *Cythere Belgica*, *Cythere trapezia*, ainsi que par l'abondance de : *Loxoconcha bitruncata*, *Cytherideis lithodomoides*, *Cythere Dawsoni* et *Cythere cicatricosa*.

COUP D'ŒIL GÉNÉRAL SUR LE BASSIN PLIOCÈNE

PENDANT LE DÉPOT DES SABLES SUPÉRIEURS D'ANVERS.

La description que nous avons donnée des sables supérieurs d'Anvers montre que le mouvement d'exhaussement du sol, qui refoulait constamment les eaux pliocènes vers le nord-ouest, s'accentua de plus en plus pendant cette dernière phase de sédimentation dans nos contrées. C'est à cette circonstance, en effet, qu'est dû le caractère exclusivement littoral des sables supérieurs ; c'est pour cela qu'aux zones parfois assez profondes de la mer des sables moyens succédèrent les larges baies, les dépôts côtiers et littoraux, les plages sous-marines de l'horizon des sables supérieurs.

Pendant que le sol se relevait au sud et à l'est, les eaux pliocènes s'avançaient vers l'ouest et surtout vers le nord, où elles s'étendirent au loin en une mer largement ouverte, qui couvrait toute la région au nord d'Anvers et d'où émergeaient seulement la Grande-Bretagne, le massif montagneux de la péninsule scandinave et l'Islande, un peu moins exhaussés toutefois qu'aujourd'hui.

Une partie de la côte orientale de l'Angleterre, toute la région située au nord d'Anvers, c'est à dire la Hollande et une partie de la zone Baltique de l'Allemagne du Nord et de la péninsule cimbrique, se trouvaient sous les eaux. Les dépôts pliocènes supérieurs de cette vaste région représentaient, comme ceux d'Anvers, d'immenses plages sous-marines, qui bordaient les eaux plus profondes du golfe compris entre les montagnes de l'Écosse et celles de la péninsule scandinave.

Le relèvement des terres dans la région du sud empêcha, à cette époque, toute communication entre les eaux de cette région et celles des mers plus méridionales. D'autre part, une libre communication existait avec les eaux des régions boréales et arctiques, qui commençaient déjà à subir les effets du refroidissement considérable qui devait, un peu plus tard, amener la période glaciaire. Nos contrées éprouvèrent bientôt

les effets de ce refroidissement. Les formes méridionales, qui avaient prospéré dans les eaux plus chaudes du Coralline Crag et des sables moyens d'Anvers, s'éteignirent peu à peu sous la double influence du froid et de la modification des conditions bathymétriques ; certaines espèces résistèrent, quelques-unes se modifièrent, et enfin un assez grand nombre d'espèces boréales et arctiques descendirent, avec le froid, dans nos latitudes et donnèrent lieu à ce facies septentrional, bien caractérisé qui, ici comme en Angleterre, a été observé, dans la faune de l'horizon pliocène que nous venons d'étudier.

Ceci établi, nous allons passer rapidement en revue les dépôts de l'étranger qui appartiennent à l'horizon des sables supérieurs d'Anvers. Ceux-ci s'étendent, à l'ouest, jusqu'au rivage actuel de la mer et affleurent à une certaine distance de nos côtes, devant Heyst. Malheureusement, ils sont recouverts partout, sauf aux environs immédiats d'Anvers, d'un assez épais manteau de dépôts plus récents : l'argile des polders ou les alluvions récentes, qui rendent l'observation de ces couches pliocènes extrêmement difficile.

Les sables supérieurs d'Anvers se continuent de l'autre côté de la mer du Nord, dans le sud-est de l'Angleterre, où ils sont bien développés et représentés par les dépôts du Red Crag.

On a reconnu, en Angleterre, plusieurs horizons distincts dans les dépôts qui surmontent le Coralline Crag. L'une de ces divisions, le Red Crag proprement dit, indique un dépôt côtier littoral, contenant des fossiles, souvent roulés et brisés, qui lui sont propres, et des débris remaniés provenant surtout du Coralline Crag. Les bancs reconstruits, à stratification oblique, de ce dépôt inférieur s'accordent avec les données paléontologiques et lithologiques pour confirmer la nature exclusivement littorale de cet horizon inférieur. L'autre division, formée par les sables et les argiles de Chillesford, recouvre parfois la première ; mais le plus souvent la série se trouve disposée en stratification transgressive. Ces derniers dépôts paraissent s'être produits après un certain affaissement du sol et indiquent un dépôt moins littoral que le Red Crag. Les mollusques de cette division supérieure sont le plus souvent en place, non roulés, et ont vécu là où on les trouve ; d'ailleurs, les lamellibranches, s'y observant généralement bivalves, en sont une preuve évidente.

La faune de ces dépôts supérieurs témoigne d'une certaine modification dans les conditions climatériques ; elle a un facies plus septentrional, plus arctique même que celle de la division inférieure. Plus on s'approche d'ailleurs de la fin de la période pliocène, mieux on observe l'influence croissante des grands froids qui, peu après, ont produit la période glaciaire.

Quelques géologues ont cru pouvoir identifier les sables supérieurs

d'Anvers à ceux de Chillesford, plutôt qu'au Red Crag proprement dit. C'est là une grave erreur : l'absence en Belgique d'un équivalent du Red Crag — corollaire inévitable de l'opinion que nous venons de rapporter— et, en même temps, la présence à Anvers de ces seuls dépôts plus récents, seraient absolument contraires à toutes les données acquises sur le déplacement successif de l'est vers l'ouest, signalé dans le bassin pliocène. En outre, l'étude des éléments fauniques des sables supérieurs d'Anvers nous a démontré que ces derniers sont incontestablement plus anciens que le Red Crag proprement dit. La composition de la faune, la proportion des espèces récentes, la présence des dépôts à éléments anciens remaniés, les bancs reconstruits, la nature absolument littorale de la plupart des couches, tout en un mot s'accorde pour démontrer que nos sables supérieurs d'Anvers offrent la plupart des caractères qui distinguent les couches les plus anciennes du Crag supérieur anglais.

Nous ajouterons même que si l'on veut arriver à une entière précision dans l'identification des dépôts des deux bassins, on reconnaîtra sans peine que nos sables à *Trophon antiquum* représentent un premier horizon, généralement disparu, du Red Crag ; horizon dont quelques vestiges en place paraissent représentés par les couches de Walton par exemple : les plus anciennes de l'étage du Red Crag.

Il est probable cependant qu'il existe dans le bassin d'Anvers, outre les dépôts que nous avons étudiés, d'autres couches un peu plus récentes, se rapportant davantage au véritable Red Crag ; de même, il ne serait pas impossible que l'on découvrît des dépôts pouvant être identifiés avec les sables et les argiles de Chillesford.

Les recherches que l'on voudrait effectuer dans le but de découvrir ces couches plus récentes pourraient être dirigées avec quelque chance de réussite dans la région à l'est d'Anvers, ou plutôt vers le nord-est.

L'invasion temporaire de la mer dans cette direction, qui ne peut être admise comme s'étant opérée avant ou pendant le dépôt des sables à Trophon et des couches les plus anciennes du Red Crag, est au contraire parfaitement constatée en Angleterre comme s'étant effectuée pendant les dernières phases de la sédimentation du Crag. Il n'y aurait rien d'impossible à ce que des dépôts plus récents que les sables à Trophon, contemporains des dernières couches du Red Crag et même de celles de Chillesford, se fussent alors déposés à l'est et au nord d'Anvers, par suite du recul momentané de la mer dans cette direction.

Les sables supérieurs d'Anvers s'étendent, comme les sables moyens, dans une grande partie du sous-sol de la Hollande. Malheureusement, les dépôts post-pliocènes ont pris un tel développement dans cette contrée,

qu'il est presque impossible de constater la présence des couches tertiaires autrement que par des sondages.

Ainsi, à Utrecht, il a fallu traverser plus de 200 mètres d'alluvions et de dépôts quaternaires, avant d'atteindre la surface du pliocène. Cet épais manteau quaternaire recouvre également la plus grande partie de l'immense plaine Baltique, et rend les observations rares et difficiles.

Dans le Danemark et le Holstein, dans la partie centrale du Jutland et dans l'île de Sylt, ainsi qu'en d'autres points voisins, qui ne paraissent pas avoir subi l'influence de ce mouvement d'affaissement du sol pendant la période quaternaire, quelques affleurements reparaissent, et plusieurs d'entre eux représentent incontestablement l'horizon de nos sables supérieurs.

En Islande, il est probable que les dépôts pliocènes de la côte occidentale, signalés précédemment comme se rapportant à l'horizon des sables moyens, ont été suivis d'autres couches plus récentes. Les renseignements stratigraphiques font défaut, mais la présence de certaines coquilles, parmi les 61 espèces signalées en ce point, laisserait croire que l'horizon des sables supérieurs a dû y être représenté.

Si nous nous reportons maintenant vers le sud-est, nous voyons que, pendant le dépôt des sables supérieurs d'Anvers, la plus grande partie de l'Europe se trouvait déjà émergée et offrait une configuration générale peu différente de celle qu'elle présente aujourd'hui.

Du côté de l'Atlantique surtout, on n'observe généralement pas de dépôts pliocènes le long de la région littorale.

Toutefois, les côtes de la Normandie, où nous avons noté précédemment des couches pliocènes correspondant à nos sables moyens, nous présentent un dépôt très localisé, appartenant à l'horizon des sables supérieurs d'Anvers. Ce sont les *Marnes à Nassa*, du Bosq. Ces dépôts, soigneusement étudiés par MM. Vieillard et Dollfus, recouvrent les couches ou plutôt le conglomérat à *Terebratula grandis*, dont il a été question dans un chapitre précédent.

Les éléments fauniques de ce dépôt dénotent clairement qu'il appartient à l'horizon du Red Crag et de nos sables supérieurs d'Anvers. Cependant, MM. Vieillard et Dollfus le considèrent, ainsi que nos sables à Trophon d'Anvers, comme se rapportant plutôt au niveau des couches de Chillesford.

Parmi les 43 espèces de ce dépôt, déterminées par MM. Vieillard et Dollfus, 30 se retrouvent dans les couches subapennines d'Italie et 20 sont encore vivantes dans la Méditerranée. La présence de ce groupe nombreux d'espèces franchement méridionales s'accorde avec l'opinion, exprimée plus haut, que le grand golfe pliocène d'Anvers était à cette

époque entièrement fermé au sud. Le Crag de Normandie ne communiquait donc plus alors avec le bassin pliocène des comtés de l'est en Angleterre, ni avec celui d'Anvers, comme c'était certainement le cas pendant le dépôt du conglomérat à Térébratules. L'Angleterre était alors rattachée au continent par un isthme, dont l'affaissement, à une époque ultérieure, a donné naissance au Pas de Calais.

Comme preuve des faibles oscillations du littoral occidental de cette partie du continent européen, nous ferons remarquer, d'après MM. Vieillard et Dollfus, que le dépôt des marnes à Nassa du Cotentin n'a dû exiger, pour s'opérer dans cette région, qu'une dépression de 2 à 3 mètres sous le niveau actuel de la mer.

Il faut descendre beaucoup plus au sud, dans le golfe de Gascogne, pour trouver quelque autre vestige de sédiments pliocènes. Toutefois, les dépôts coquilliers marins font alors entièrement défaut. Toute la plaine qui s'étend, comme un immense triangle, entre le littoral du golfe, les premiers contreforts des Pyrénées et la vallée de la Garonne, est couverte d'un manteau sableux, connu sous le nom de sables des Landes, et qui représente un dépôt de dunes, parallèle aux couches marines du Cotentin et à celles du golfe pliocène anglo-belge.

Ce dépôt sableux, dont le mode de formation explique l'absence de fossiles, s'avance encore fort avant dans les terres, à l'est de la Garonne; et, vers le sud, il s'étend jusqu'au pied des Pyrénées, où les éléments sableux sont remplacés par des galets et des graviers, marquant la limite extrême atteinte par le littoral.

Quelques géologues ont supposé que, pendant la période pliocène, l'Océan communiquait avec la Méditerranée dans la région située au nord des Pyrénées. L'Espagne, dont les contours étaient pendant le dépôt de nos sables supérieurs d'Anvers les mêmes qu'aujourd'hui, aurait cependant été rattachée à l'Afrique et aurait été entièrement séparée du continent européen par un étroit bras de mer.

Cette opinion paraît peu fondée, et il est beaucoup plus probable que la péninsule ibérique se rattachait, comme maintenant, à l'Europe, et que deux golfes, profondément échancrés, s'étendaient à l'est et à l'ouest de l'isthme.

Si nous passons maintenant au bassin méditerranéen, nous constatons que l'aire occupée par la Méditerranée, pendant l'époque qui nous occupe, était généralement plus étendue qu'aujourd'hui, sans toutefois que la configuration générale eût été bien différente de ce qu'elle est encore aujourd'hui.

Dans notre esquisse de la région méditerranéenne pendant le dépôt des sables moyens, nous avons dit que l'énumération des localités

pliocènes de cette région serait présentée en même temps que celle des dépôts plus récents, dont nous allons parler. Nous avons agi ainsi parce que ces deux séries de dépôts s'obervent presque partout réunies dans les mêmes régions et souvent en superposition immédiate. De plus, les dépôts plaisanciens, astiens, ou même plus récents, se relient souvent entre eux d'une manière très intime, tant au point de vue stratigraphique que paléontologique. Il serait donc extrêmement difficile de les diviser en deux horizons distincts, se rapportant, l'un à nos sables moyens, l'autre à nos sables supérieurs. Notre but n'est d'ailleurs pas de chercher à synchroniser ces dépôts méridionaux avec ceux du bassin septentrional; nous voulons tout simplement chercher à reconstituer la configuration générale des terres et des mers pendant les dernières phases de la sédimentation pliocène.

Le Roussillon, le Languedoc, le Dauphiné et la Provence présentent, sur une étendue assez considérable, des lambeaux de couches pliocènes, encore peu étudiées; on y retrouve parfois, comme aux environs de Perpignan, par exemple, les sables jaunes astiens, qui caractérisent, en Italie, les dépôts pliocènes les plus récents et se rapportant à l'horizon de nos sables supérieurs d'Anvers.

Nous ne parlerons pas des dépôts terrestres, à ossements de mammifères, qui s'observent en certains points plus avancés dans les terres, ni de ceux des régions plus centrales de la France : l'Auvergne, la Bourgogne, etc. Ces dépôts n'ont été étudiés jusqu'ici qu'au point de vue paléontologique et ne sauraient être comparés à nos dépôts marins, de sorte que la détermination exacte de leur horizon géologique ne peut être donnée actuellement. Quelques uns d'entre eux se rattachent au miocène supérieur, d'autres au pliocène. Des gisements quaternaires sont également bien représentés dans cette partie de la France.

L'étude du pliocène italien fait aisément reconnaître que, presque partout, les argiles bleues plaisanciennes — lesquelles peuvent être considérées comme correspondant à nos sables moyens et au Coralline Crag — sont recouvertes par les sables jaunes astiens, dépôt plus récent, représentant, suivant toute apparence, l'horizon de nos sables supérieurs.

Les marnes ou argiles bleues, presque toujours recouvertes par les sables jaunes [1], s'observent dans le nord de l'Italie, dans la Ligurie, au pied des

[1] (*Note ajoutée pendant l'impression.*) Pendant un voyage que nous venons de faire dans le midi de la France et dans l'Italie septentrionale, nous avons, à diverses reprises, eu l'occasion de faire quelques observations assez intéressantes sur les dépôts pliocènes de ces contrées. Nous y avons constaté des applications curieuses de l'altération des couches par les agents atmosphériques; infiltrations superficielles, oxydation des sédiments, dissolution du calcaire, etc. Dans beaucoup de carrières, de coupes et de tuilleries, les argiles bleues se trouvent surmontées d'une zone irrégulière, jaunâtre ou roussâtre, finement

Alpes, dans l'Astésan, le Plaisantin, le Modénais, le Bolonais et au val d'Arno.

La même série de couches se retrouve dans l'Italie méridionale, où elle s'étend le long des Apennins, surtout le long de la côte orientale de l'Italie. Les collines de Rome, le Monte Mario, etc., sont des localités bien connues, où se retrouvent encore ces dépôts. En Toscane, ces couches prennent un grand développement, et c'est même dans cette région que l'on retrouve les dépôts présentant le plus d'affinités avec le Coralline Crag et avec nos sables moyens d'Anvers.

En Sicile, les marnes bleues et les sables jaunes se trouvent remplacés, sur le versant oriental des montagnes de Palerme, par une roche calcaire contenant une abondance remarquable de brachiopodes. D'autres couches, caractérisées, comme aux environs de Messine, par exemple, par une grande quantité de lamellibranches du genre Pecten, peuvent être considérées comme plus récentes que nos sables supérieurs.

Les dépôts pliocènes astiens recouvrent généralement partout, dans la péninsule italique, les dépôts plaisanciens, auxquels ils se relient parfois d'une manière insensible. Il en résulte que la configuration des terres et des mers dans cette partie de l'Europe n'a guère été modifiée pendant les dernières phases de la sédimentation pliocène. Aussi, ne retrouvons-nous nulle part, en Italie, les phénomènes de stratification transgressive, observés sous nos latitudes plus septentrionales, soumises, il est vrai, à des influences toutes différentes. Si, à ces motifs, on joint les différences de latitude, de climat, etc., on comprendra aisément qu'il n'est guère possible d'établir un synchronisme exact entre ces deux séries de couches si distinctes. Il ne faut pas oublier toutefois qu'une grande partie des coquilles du pliocène d'Italie se retrouvent dans les couches d'Anvers, dans celles du bassin anglais, etc., et permettent une évaluation approximative de l'âge comparatif des dépôts.

Nous ne pouvons parler des couches pliocènes de l'Italie sans mentionner l'intensité des oscillations qui se sont opérées dans le sol de ces régions, après le dépôt du pliocène.

sableuse au toucher, paraissant au premier abord bien distincte de l'argile bleue qu'elle recouvre. Il est cependant aisé de reconnaître que ce dépôt jaunâtre sableux — qui ne représente nullement l'horizon des sables jaunes astiens — n'est autre chose que la partie superficielle altérée de l'argile bleue. Les fossiles de la zone jaunâtre sont souvent friables et décomposés, ou bien ils ne sont parfois représentés que par des moules creux; le carbonate de chaux des coquilles est alors dissous et a entièrement disparu. Il est à noter que les *Ostrea* et quelques autres coquilles résistent parfois assez bien à la dissolution des éléments calcaires. La zone roussâtre, altérée, qui surmonte les parties restées ntactes des argiles bleues a très souvent été considérée comme représentant un dépôt spécial et distinct. C'est pourquoi nous croyons utile d'attirer l'attention des géologues sur cette intéressante application de la thèse des altérations par les agents atmosphériques.

Tandis que le sol ne s'est guère élevé, dans nos contrées, que de quelques mètres au dessus de la mer, on constate, en Italie et surtout en Sicile, des relèvements ayant porté les couches pliocènes à plusieurs centaines de mètres d'altitude. Ainsi, en Sicile, le nouveau pliocène s'observe à 900 mètres au dessus du niveau de la mer.

Certaines couches de cet horizon sont représentées par des roches aussi dures et aussi compactes que le marbre, et atteignant une épaisseur de plusieurs centaines de mètres.

Dans l'île d'Ischia, des dépôts marins, qui se sont incontestablement formés longtemps après le dépôt de nos sables supérieurs d'Anvers, et qui sont même probablement quaternaires, ont été relevés peu à peu au dessus du niveau de la mer et se retrouvent aujourd'hui à 800 mètres d'altitude.

Cette amplitude considérable des oscillations du sol est principalement due à l'influence des phénomènes volcauiques, qui ont agi, dans les contrées méridionales dont nous venons de parler, avec une énergie et une intensité considérables. On peut déjà s'en rendre compte par les phénomènes analogues, signalés depuis les temps historiques.

La Corse, la Sardaigne, l'île de Malte, le littoral turc de l'Adriatique et les îles de Corfou, Céphalonie, Zante, Cerigo, Milo et Negrepont, ainsi que la Morée, montrent, au dessus des argiles bleues subapennines, qui constituent dans la région méditerranéenne un horizon constant, des dépôts plus récents se rapportant, tantôt au terme le plus élevé de la série pliocène, tantôt à l'époque quaternaire. Il est souvent très difficile de distinguer ces deux horizons, tous deux représentés par des dépôts marins et qui, tous deux aussi, s'observent fort avant dans les terres et parfois à des altitudes considérables. Il est bien certain que, parmi ces nombreux dépôts, il s'en trouve un grand nombre représentant fort exactement l'horizon de nos sables supérieurs d'Anvers.

En certains points de la région méditerranéenne, l'émersion des dépôts pliocènes paraît due à des mouvements brusques et répétés, à des dislocations produites par les influences volcaniques, etc.; mais, en d'autres points, on constate une émersion lente, graduelle, un mouvement vertical d'exhaussement ayant affecté des régions étendues. Ainsi, la Morée est entourée d'une ceinture horizontale de dépôts pliocènes, s'étendant régulièrement tout autour de la presqu'île, à une hauteur de trois ou quatre cents mètres. Cette disposition permet de retrouver exactement la configuration de cette région à l'époque pliocène ; la crête centrale était alors seule émergée.

Nous avons déjà exposé précédemment les raisons pour lesquelles nous ne croyons pas devoir rechercher au loin des équivalents exacts de nos divers horizons d'Anvers. L'énumération que nous venons de présenter

des diverses régions de l'étranger, où l'on observe les dépôts pliocènes les plus récents, n'a d'autre but que d'indiquer l'extension et les contours des mers dans ces contrées.

Nous pouvons ainsi retrouver la configuration générale des terres et des mers du système européen pendant cette phase de la sédimentation pliocène.

Si, pour compléter notre esquisse de la région méditerranéenne vers la fin de la période pliocène, nous jetons un coup d'œil sur la rive méridionale, nous constaterons qu'elle ne différait guère alors de ce qu'elle est aujourd'hui. Les mouvements du sol ayant donné lieu à la formation puis à l'émergence des dépôts que nous venons de passer en revue, ont donc été localisés le long de la côte septentrionale de la Méditerranée.

Des dépôts pliocènes très récents et quaternaires s'observent cependant dans la Basse-Égypte, à l'embouchure du Nil, etc.; mais les oscillations ont été insignifiantes dans ces régions.

Si maintenant, nous nous transportons plus à l'ouest, aux environs d'Alger et surtout d'Oran, nous retrouvons, au dessus des argiles bleues à *Terebratula grandis*, signalées dans le chapitre précédent, des calcaires marins et d'autres dépôts pliocènes très récents, contenant beaucoup de coquilles de l'horizon pliocène supérieur. Des oscillations locales ont donc eu lieu en ce point. On a d'ailleurs signalé aux environs de Maccura des couches pliocènes redressées verticalement.

Tous ces dépôts pliocènes de la région méditerranéenne nous ont montré une identité de caractères minéralogiques et paléontologiques fort intéressante à noter. Depuis les Pyrénées jusqu'aux Alpes maritimes, depuis les Alpes occidentales jusqu'à l'extrémité méridionale des Apennins; de même en Corse, en Sicile, en Sardaigne, en Grèce et dans les îles voisines; enfin jusque dans les provinces d'Algérie et d'Oran, nous avons partout trouvé des couches marines, bien caractérisées par une faune riche et variée, et composées d'un horizon inférieur d'argiles ou de marnes bleuâtres, généralement surmontées de sables jaunes, parfois difficiles à séparer stratigraphiquement de l'horizon inférieur.

Ces dépôts pliocènes de l'aire méditerranéenne se présentent donc avec un facies uniforme, assez différent de celui qui caractérise les couches pliocènes du même âge, dans l'Europe occidentale.

Mais il existe encore un troisième facies des couches pliocènes du même horizon; on l'observe sur une surface immense en Asie Mineure, dans le sud de la Russie et en Asie, où il s'étend à des distances considérables. C'est le calcaire des steppes, formation lacustre, dont la faune n'est nullement en rapport avec l'étendue du dépôt. Cette faune consiste en quelques gastéropodes d'eau douce et en quelques représentants des

genres *Mytilus* et *Cardium*. Le calcaire des steppes s'étend autour de la mer Noire et de la mer d'Azof. Il se prolonge dans la direction de la mer Caspienne. Très développé sur la rive orientale de celle-ci, il entoure le lac d'Aral et s'étend encore beaucoup plus à l'est, dans le Turkestan.

La mer Caspienne et le lac d'Aral sont, avec la mer Noire et la mer d'Azof, des vestiges d'une vaste nappe intérieure qui s'étendait sur toute cette contrée et qui se trouvait, à l'époque pliocène, séparée du bassin méditerranéen, qu'elle dépassait probablement en étendue. Le calcaire des steppes s'observe assez souvent à plusieurs centaines de mètres au dessus du niveau de la mer. Il est prouvé que pendant la formation des couches subapennines du bassin de la Méditerranée, du Crag anglais et des couches les plus récentes des sables d'Anvers, les oscillations du sol modifièrent à plusieurs reprises la configuration de la vaste mer intérieure dont nous venons de parler. Ces mouvements paraissent s'être continués pendant la période post-tertiaire, et c'est alors sans doute que la mer Noire entra en communication avec la Méditerranée.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

ET RÉSUMÉ.

Bien que notre tâche soit maintenant accomplie, nous croyons utile de jeter un coup d'œil rétrospectif sur l'ensemble des considérations exposées dans ce travail. Cette revue rapide nous permettra, non seulement de bien coordonner les résultats auxquels nous a conduit l'étude des couches pliocènes du bassin d'Anvers, mais encore d'attirer plus particulièrement l'attention sur les points nouveaux ou les plus importants de nos recherches.

Tout en rappelant les résultats de nos études sur les relations mutuelles des divers dépôts de la région d'Anvers, ainsi que sur les éléments fauniques de ceux-ci, nous nous attacherons à relier ces observations locales aux phénomènes généraux qui ont affecté l'ensemble du bassin ; nous pourrons ainsi retracer avec assez de précision les diverses phases de la période pliocène dans nos contrées.

Nous croyons aussi utile d'insister tout spécialement sur l'importance de certaines observations que, le premier, nous avons faites au sujet des phénomènes d'altération des couches superficielles du bassin d'Anvers par les agents atmosphériques. Ces altérations, dues à des causes très simples, mais encore peu étudiées, ont parfois rendu les couches si méconnaissables, qu'il en est résulté de graves erreurs dans l'interprétation des dépôts altérés [1].

[1] Si nous avons été le premier à exposer la nature et les causes de ces phénomènes d'altération dans le bassin d'Anvers et à montrer toute l'importance qu'il faut leur attribuer dans l'étude de nos couches pliocènes, il est juste de reconnaître que déjà, avant nous, on avait constaté l'un des principaux effets de ce phénomène, du moins en ce qui concerne les « sables gris » et les « sables jaunes. »

L'insuffisance absolue du caractère de la coloration avait déjà été reconnue en 1868 par M. le prof. Dewalque, qui l'a signalée dans son *Prodrome d'une description géologique de la Belgique*. Dans un mémoire publié en 1874, dans les Annales de la Société Malacologique de Belgique (tome IX, pp. 7-32), M. P. Cogels a constaté que des altérations avaient souvent modifié la couleur des dépôts scaldisiens, et il a clairement fait ressortir la confusion produite par la distinction du Crag en deux couches, indiquées par la coloration des sédiments.

Cette question de l'altération et même d'un véritable métamorphisme des couches par les agents atmosphériques, avait déjà été traitée par nous auparavant et avec d'autres applications; elle est certainement appelée à prendre une grande importance dans l'étude de la géologie et elle tend à écarter, dans un grand nombre de cas, les hypothèses encombrantes auxquelles les géologues avaient été forcés de recourir.

Quand on considère, dans son ensemble, le bassin pliocène du nord-ouest de l'Europe, on remarque, avons-nous dit dès les premières pages de l'Esquisse, que les dépôts d'âges différents composant ce bassin se trouvent, non directement superposés, mais plutôt échelonnés suivant un axe orienté de manière que les couches les plus anciennes soient localisées dans la partie orientale du bassin, tandis que les dépôts plus récents débordent les uns au dessus des autres dans les régions occidentale et septentrionale.

Cette disposition indique clairement que le dépôt de ces sédiments pliocènes a été accompagné d'un affaissement graduel vers l'ouest et puis vers le nord ; les terres situées dans cette direction ont été envahies peu à peu par le flot pliocène venant de l'est. En même temps, les sédiments déposés émergeaient successivement dans cette dernière direction, au fur et à mesure que les eaux se rassemblaient dans la région du nord-ouest.

Ce mouvement de bascule, caractérisant si nettement l'évolution du bassin pliocène qui nous occupe, et rendant si bien compte des diverses phases de son histoire, est fort important à noter. Cette disposition en stratification transgressive se retrouve, bien marquée, non seulement dans les diverses parties du bassin d'Anvers, mais encore dans le bassin pliocène anglais, où MM. Prestwich et Wood l'ont également reconnue.

Afin de nous rendre exactement compte de l'origine et de la signification de cette oscillation si bien caractérisée, nous pourrions rechercher les grands mouvements de l'écorce terrestre auxquels elle se rattache dans l'histoire générale des couches tertiaires de nos contrées.

Il est assez facile de se rendre compte des relations respectives du continent et des mers européennes pendant les premières phases de sédimentation des dépôts de la période tertiaire. Le London Clay et les dépôts de grands fonds de l'éocène inférieur, tels que l'argile yprésienne, etc., se trouvaient localisés dans nos contrées, occupant les profondeurs d'une vaste mer intérieure ou à circulation fermée, limitée à l'est par l'Ardenne et le Condroz, et à l'ouest par les bords relevés de la cuvette crayeuse du sud-est de l'Angleterre. La masse principale du continent européen se trouvait, comme actuellement, émergée dans la direction de l'est.

Après un exhaussement général du lit de la mer, qui donna naissance, dans les mêmes régions, aux dépôts, habituellement littoraux ou côtiers,

de l'éocène moyen, il se produisit, en beaucoup de points, un relèvement plus accentué, donnant lieu à une émergence partielle et par conséquent à une localisation plus grande des dépôts de l'éocène supérieur.

Les sédiments oligocènes et miocènes furent le résultat de nouveaux affaissements de l'écorce terrestre; deux centres de dépression, partant de l'ouest, s'avancèrent peu à peu au travers du continent européen et l'envahirent, entraînant les eaux à leur suite dans deux directions différentes.

C'étaient 1°, vers le sud, la dépression qui fit successivement se déposer dans les bassins actuels de la Loire et de la Garonne, les couches oligocènes et miocènes, si bien développées dans ces régions méridionales; 2°, vers l'est, la dépression, plus importante, qui fit se déposer dans nos contrées, en Hollande et principalement en Allemagne, les sédiments de la série oligocène.

En suivant l'extension de ces dernières couches dans les vastes plaines de l'Allemagne du Nord, nous les trouvons bientôt suivies de dépôts miocènes, qui s'étendirent de plus en plus vers l'est.

C'est alors que le bassin tertiaire de l'Allemagne du Nord entra, suivant toute apparence, en communication avec le bassin miocène de Vienne et des contrées voisines.

Pendant ce temps, le sol de nos contrées occidentales, c'est à dire de l'Angleterre, de la Belgique, du nord de la France et d'une partie de la Hollande, s'était relevé, et il resta émergé pendant toute la période miocène.

Bientôt après, d'importants soulèvements du sol eurent lieu dans une partie de l'Europe centrale; des sédiments miocènes furent mis à sec et élevés, en certains points, jusqu'à 3,000 mètres d'altitude.

C'est à l'une des phases nombreuses et successives de cette période de soulèvement qu'est sans doute due la formation des Alpes occidentales ; il s'ensuivit alors un exhaussement général des plaines de l'Europe centrale. Tandis que les eaux reculaient graduellement, en abandonnant les régions soumises aux influences du phénomène de soulèvement, les dépôts marins miocènes du bassin de Vienne furent peu à peu remplacés par des couches d'estuaires, saumâtres, puis enfin par des dépôts terrestres.

Les eaux, refoulées, vinrent de nouveau envahir vers l'ouest les contrées que la mer avait abandonnées depuis la sédimentation oligocène. C'est à partir de l'origine de ce mouvement rétrograde vers l'ouest — qui s'accentua de plus en plus en s'étendant ensuite vers le nord, — que nous plaçons le commencement de la période pliocène; la disposition en stratification transgressive, constatée dans l'ensemble du bassin pliocène, est la conséquence naturelle du mouvement rétrograde dont nous venons de rechercher l'origine.

Reportons-nous maintenant dans les plaines de l'Allemagne du Nord et reprenons, dès ses débuts, l'histoire du bassin pliocène. Les relations fauniques du bassin pliocène oriental avec le bassin miocène de Vienne nous montrent que le déplacement du lit des mers n'a pas été brusque, mais qu'il s'est au contraire opéré assez lentement.

La faune miocène a émigré vers l'ouest et a ainsi suivi le déplacement des mers, en se modifiant peu à peu. Un grand nombre d'espèces se sont éteintes; beaucoup ont survécu et paraissent n'avoir été guère influencées par les changements de milieu et de latitude ; une partie enfin de ces espèces se sont modifiées et ont donné lieu à des formes qui ont bientôt caractérisé nos dépôts pliocènes anciens. Plus tard seulement, des éléments fauniques, d'origine septentrionale, se fusionnèrent avec ces formes anciennes pour constituer la faune des dépôts pliocènes plus récents.

Le premier horizon pliocène, ou mio-pliocène comme on pourrait encore l'appeler, est caractérisé par l'absence des éléments fauniques nouveaux auxquels nous venons de faire allusion; on n'y observe, en effet, que la descendance des types miocènes des régions de l'est, descendance qui, au point de vue des modifications dues à l'évolution, présente un champ d'étude des plus intéressants.

Ces dépôts anciens s'étendirent en Allemagne sur une surface assez considérable. En Westphalie, dans la Gueldre et surtout dans nos contrées, le facies faunique de ces premiers dépôts pliocènes dénote une ancienneté un peu moins grande, ce qui était d'ailleurs à prévoir.

Ces dépôts s'étendirent jusqu'à Anvers et ne dépassèrent guère, vers l'ouest, la contrée avoisinante. Ce sont eux qui constituent le premier horizon pliocène bien défini que nous avons signalé dans notre bassin tertiaire, celui dont nous avons désigné les représentants sous le nom de *Sables inférieurs d'Anvers*.

Nous avons établi dans cet étage trois horizons ou sous-étages distincts : les sables à *Panopæa Menardi*, les sables à *Pectunculus pilosus* et les *sables graveleux*.

Les premiers sédiments pliocènes amenés par les eaux de l'est dans la région d'Anvers, se déposèrent dans des dépressions de profondeur moyenne (de 30 à 60 mètres). C'étaient des sables fins, très glauconifères, au sein desquels se développa une faune riche et variée. Ces sédiments s'observent à Edeghem, gîte qu'ils ont rendu célèbre, ainsi qu'aux environs plus immédiats d'Anvers : à Burght, à Hoboken et au Kiel. Ce sont les sables à *Panopæa Menardi*. Nous avons vu ces dépôts partout bien en place et contenant des coquilles toujours *in situ*.

Nous avons reproduit, d'après M. Nyst, la liste complète des coquilles

observées dans les sables à Panopées d'Edeghem, et nous avons accompagné cette énumération d'un grand nombre de renseignements supplémentaires dont on aura apprécié, espérons-nous, l'utilité.

Nous avons également donné quelques détails sur la faune malacologique des sables à Panopées du Kiel, ce qui nous a permis d'identifier les deux dépôts.

La proportion des espèces vivantes de cet horizon inférieur du bassin d'Anvers, s'est montrée suffisamment élevée pour confirmer notre appréciation sur l'âge de nos sables inférieurs et sur leurs relations avec les autres dépôts pliocènes du bassin.

L'obligeance de M. le Dr G. Brady, de Sunderland, nous a permis de mettre en lumière certains éléments de la faune des sables d'Anvers, qui n'avaient pas encore fait l'objet de recherches spéciales. Nous voulons parler des Entomostracés, dont l'énumération détaillée se trouve exposée dans l'Esquisse, à la suite de la description des différents dépôts que nous avons étudiés.

Nous avons retrouvé au Kiel, la lacune miocène qui, dans tout le bassin d'Anvers, sépare les argiles oligocènes des sables pliocènes.

Le contact des deux dépôts nous a montré les traces visibles de la dénudation qui a accompagné l'envahissement de la région d'Anvers par les eaux pliocènes.

Nous avons également pu observer, au Kiel, certains faits très intéressants, relatifs aux phénomènes d'altération des couches par l'influence des agents atmosphériques. Nous avons reconnu que le dépôt glauconieux verdâtre, privé de fossiles, qui surmonte dans cette localité les sables à Panopées, ne constitue nullement un dépôt géologique distinct, ni même une zone spéciale. Nous avons montré que ces sables verdâtres représententt out simplement la partie superficielle, altérée, des sables à Panopées.

Passant ensuite à l'horizon des sables à *Pectunculus pilosus*, nous avons vu qu'il correspond à ce que l'on nommait auparavant : *les sables noirs d'Anvers*.

Ce dépôt, bien développé autour de la ville, dont il constitue en partie le substratum, sert généralement de soubassement, dans toute cette région, aux dépôts pliocènes plus récents. Ses caractères lithologiques et paléontologiques dénotent clairement un dépôt plus côtier et moins profond que les sables à Panopées. Les sédiments sont généralement restés en place depuis leur formation; les bancs, composés de Pétoncles encore bivalves, que l'on observe presque partout à ce niveau, en témoignent suffisamment. On ne peut donc considérer les sables à Pétoncles comme un véritable dépôt de rivage ou de plage, analogue à ceux qui caractérisent les sables supérieurs, par exemple.

Aucun cas de superposition n'a été constaté jusqu'ici entre les sables à Panopées et les sables à Pétoncles, dépôts que nous considérons d'ailleurs comme reliés en série horizontale ou oblique, mais non verticale.

Nous avons reconnu, il est vrai, que les sables à Pétoncles commencèrent seulement à se déposer vers la fin de la première période de sédimentation pliocène, c'est à dire lorsque l'exhaussement du bassin, continuant à s'opérer et à refouler les eaux vers le nord-ouest, amena une certaine diminution de profondeur.

Les sables à Panopées sont donc en réalité un peu plus anciens que les sables à Pétoncles ; ce qui n'empêche pas que, pendant un certain temps, les deux dépôts aient pu se former côte à côte.

Nous avons reproduit, d'après M. Nyst, le tableau de la faune malacologique des sables à Pétoncles. Notre liste comprend en outre un grand nombre d'indications supplémentaires, facilitant la comparaison avec la faune des autres horizons d'Anvers, avec celle du pliocène anglais et avec la faune récente. Ces renseignements, comme ceux qui accompagnent toutes nos autres listes malacologiques, ont été relevés avec le plus grand soin.

Nous avons noté que plus de la moitié (51 p. c.) des espèces composant la faune des sables à Pétoncles se retrouvent encore dans les mers actuelles.

Le mode particulier de groupement adopté pour nos listes des sables à Panopées et des sables à Pétoncles nous a permis d'étudier avec beaucoup de précision les relations fauniques des deux dépôts. Nous avons reconnu que ces relations sont beaucoup plus intimes qu'on aurait pu le croire tout d'abord : les espèces localisées dans l'un seulement des deux dépôts sont invariablement des formes rares et peu importantes, tandis que les espèces se trouvant à la fois dans les deux couches sont les plus abondantes ou représentent les types les mieux caractérisés.

Dans les différences fauniques des deux dépôts, nous avons retrouvé l'influence inévitable des conditions bathymétriques dissemblables que nous avons signalées.

Sur les 230 espèces de mollusques signalées dans l'ensemble de la faune des sables inférieurs d'Anvers, — y compris les couches très anciennes d'Edeghem, — nous en avons noté 110 au moins, soit 47 p. c., comme habitant encore les mers actuelles.

Après avoir donné quelques détails sur les entomostracés, les actinozoaires, etc., des sables à Pétoncles, nous sommes entré dans des considérations assez étendues sur la faune des vertébrés de cet horizon. Un relevé soigneux des collections du Musée d'Histoire Naturelle de Bruxelles nous a permis de dresser une liste d'environ soixante espèces,

comprenant quelques oiseaux, poissons et chéloniens, un petit groupe tout spécial de cétacés mysticètes et enfin une remarquable série de delphinides et de cétacés ziphioïdes.

Par suite de certaines circonstances, que nous avons expliquées, il régnait beaucoup d'incertitude sur la provenance exacte de la plupart des ossements de vertébrés, dans la collection du Musée. Nous avons fait remarquer la localisation remarquable des delphinides et des cétacés ziphioïdes dans l'horizon des sables inférieurs d'Anvers. Dans un autre chapitre, nous avons vu que les phocidés et les cétacés mysticètes caractérisent nettement les sables moyens.

On a voulu, tout récemment, dans les collections du Musée, classer les ossements d'Anvers en se basant surtout sur leur aspect, leur coloration et sur la couleur des sédiments qui les accompagnent. Tout ce que nous avons dit au sujet des altérations des dépôts et des changements de couleur qui en sont la conséquence, montre à quelles erreurs d'interprétation on s'expose infailliblement par l'emploi d'un criterium de cette nature.

Nous avons indiqué l'une au moins des causes qui nous font aujourd'hui constater la grande rareté des ossements de cétacés dans les sables à Panopées, et leur abondance si extraordinaire dans les sables à Pétoncles.

Nous avons enfin noté qu'en certains points du bassin d'Anvers, les sables à Pétoncles présentent, vers la partie supérieure du dépôt, une zone particulière, caractérisée par la présence abondante de l'*Ostrea cochlear* Poli (*O. navicularis* Broc.).

Si nous nous reportons maintenant au chapitre de notre Esquisse spécialement consacré au gisement de la *Terebratula grandis* des sables moyens, nous voyons que la partie la plus supérieure des sables à Pétoncles paraît renfermer un premier niveau en place de cette Térébratule.

Lorsque nous reconnûmes qu'il pouvait en être ainsi, les pages de l'Esquisse relatives à la description des sables inférieurs étaient déjà imprimées. Or, ces pages sont fort peu explicites à l'égard de ce premier niveau à Térébratules, et nous étions plutôt disposé à le rejeter qu'à l'adopter. Il est nécessaire, pour obtenir dans son entier la description des diverses zones des sables inférieurs d'Anvers, de se reporter aux explications supplémentaires, exposées (pp. 239-243) dans le chapitre du gisement de la *Terebratula grandis*.

Nous arrivons maintenant à l'un des points les plus intéressants de l'étude du bassin d'Anvers : l'un de ceux où les opinions les plus contradictoires sont en présence, et aussi l'un de ceux où nous espérons que les résultats de nos recherches auront apporté le plus de lumière.

Nous voulons parler des *sables verts :* dépôts glauconieux, de coloration verdâtre, généralement privés de fossiles, et qui recouvrent, sur une sur-

face considérable autour d'Anvers, les sables glauconifères plus foncés de la série inférieure. Ces sables verts comprennent très souvent le dépôt spécial que nous avons distingué sous le nom de *sables graveleux*, et qui forme le dernier des trois sous-étages établis par nous dans les sables inférieurs d'Anvers.

Le chapitre de notre Esquisse qui termine la description des sables inférieurs d'Anvers, détermine nettement la nature des dépôts si différents qui ont été réunis à tort sous le nom de *sables verts*, et met surtout en relief l'un des éléments de cette couche hétérogène : les *sables (verts) graveleux*.

Dans d'autres chapitres de ce travail, nous avons encore repris la question des *sables verts*. Ainsi, dans l'étude que nous avons faite des données relatives au gisement de la *Terebratula grandis*, on trouvera (pp. 241-243) des détails supplémentaires constituant la confirmation plus précise de certaines considérations exposées à propos des sables verts, dans le chapitre des sables graveleux.

Pendant l'impression de la présente Esquisse, M. M. Mourlon a publié un travail [1] contenant beaucoup de détails locaux fort intéressants, et dont le but principal est d'attirer tout spécialement l'attention des géologues sur cette couche si curieuse des sables verts. Sous peine de devoir modifier et remanier complétement notre texte, nous ne pouvons analyser ici le mémoire de M. Mourlon, qui a d'ailleurs paru après la publication du premier fascicule de notre travail, comprenant la description des sables inférieurs d'Anvers.

Tout en réservant pour un supplément l'analyse des divers travaux parus depuis l'impression de notre mémoire, nous croyons cependant nécessaire de signaler en deux mots l'opinion de M. Mourlon sur le *sable vert*.

Ce dépôt constituerait, d'après notre confrère, une *couche de passage* entre les sables glauconieux inférieurs et les couches, plus récentes, du « crag d'Anvers. » Ce serait un dépôt spécial et bien défini, géologiquement et paléontologiquement distinct des sables glauconieux foncés sur lesquels il repose. Ce serait enfin le niveau des hétérocètes et de la *Terebratula grandis* dans notre bassin pliocène. M. Mourlon rapporte au même horizon quelques débris de zyphius, de dauphins et de phoques.

Il cite encore cinq ou six espèces de coquilles, des bryozoaires, quelques

[1] *Études stratigraphiques sur les dépôts miocènes supérieurs et pliocènes de Belgique. Sur les dépôts qui, aux environs d'Anvers, séparent les sables noirs miocènes des couches pliocènes scaldisiennes*, par M. Mourlon.—Bull. Acad. roy. de Belg. 2e série, tome XLII, pp. 760-790. 1876.

dents de poissons, etc. De plus, la roche à bryozoaires de la Porte de Borsbeek serait comprise dans le même niveau.

Or, il résulte des considérations exposées (pp. 159-162) dans le chapitre relatif aux sables graveleux, de celles énoncées (pp. 222-225) dans le chapitre traitant de la roche à bryozoaires de la Porte de Borsbeek et enfin (pp. 239-243) des passages relatifs au gisement de la *Terebratula grandis*, qu'adopter la thèse exposée par notre honorable confrère nous est tout à fait impossible.

Comment, en effet, pourrions-nous admettre ces vues, alors que nous nous sommes attaché à démontrer 1° que tous les sables verts du bassin d'Anvers ne représentent autre chose que la partie superficielle altérée et devenue méconnaissable de différents dépôts glauconifères de la série inférieure ; 2° que le nom de sables verts ayant été donné à des dépôts primitivement distincts, les débris organiques parfois conservés au sein de ces sables ont des origines différentes : fait de la plus haute importance, dont il faut absolument tenir compte ; 3° que les sables verts représentent la partie altérée, oxydée et plus ou moins privée d'éléments calcaires, tantôt des sables à Panopées, tantôt des sables à Pétoncles, tantôt encore des sables graveleux ; 4° qu'enfin la roche à bryozoaires de la Porte de Borsbeek représente un dépôt de plage, un cordon littoral de la mer des sables moyens. Cette roche étant de beaucoup postérieure au dépôt des sables graveleux, n'a par conséquent aucune connexion avec cette couche, qui seule présente une signification propre et définie dans l'ensemble si hétérogène des « sables verts. »

Il suffit d'observer attentivement les faits et de se dégager de toute idée préconçue, pour se convaincre aisément de l'exactitude des vues que nous avons exposées sur l'altération et le métamorphisme des dépôts d'Anvers, sous l'influence des agents atmosphériques. Ces vues ne peuvent — sous peine d'être inexactes dans leur essence même—être spéciales aux seuls dépôts que nous venons de passer en revue; elles s'appliquent en effet à toutes les autres couches sableuses du bassin d'Anvers. Bien plus, dans presque tous les dépôts tertiaires de la Belgique que nous avons étudiés, nous avons eu l'occasion d'observer des phénomènes analogues, plus ou moins localisés. Dans certaines circonstances spéciales, nous sommes arrivé à une solution si simple et si claire de diverses questions, paraissant auparavant des plus ardues, que notre thèse a rallié tous les suffrages [1].

[1] *Observations sur les sables verts sans fossiles du système laekenien*, par E. Vanden Broeck. — Annales Soc. Géol. de Belgique, tome I, 1874. Bulletins des séances, pp. LXVIII-LXX. (Séance du 21 juin 1874.) Voir aussi : Annales Soc. Géolog. du Nord. Lille, 1874. tome I, 1870-1874, p. 81. (Séance du 15 juillet 1874.)

Fédération des sociétés scientifiques de Belgique. Congrès de 1876. Compte-rendu du *Moniteur Industriel Belge.* Vol. III, n° 13 (10 août 1876), p. 354. Voir aussi : Annales de

Certains dépôts quaternaires nous ont également fourni, dans le même ordre d'idées, un champ d'observation fort intéressant [1].

Nous croyons que l'étude du métamorphisme actuel des dépôts superficiels par les agents atmosphériques sera appelée à prendre une extension considérable, surtout lorsque l'attention des géologues, dirigée de ce côté, les engagera à examiner, sous ce nouveau point de vue, les nombreux cas pouvant se résoudre et se simplifier de la même façon que ceux dont nous avons déjà parlé.

Pour en revenir aux diverses zones altérées dont l'ensemble hétérogène constitue ce que l'on a appelé les sables verts, nous avons vu que la seule d'entre elles qui représente un niveau spécial et bien défini est précisément un dépôt sur lequel l'attention des géologues n'a jamais été attirée jusqu'ici : c'est notre zone des *sables graveleux*.

Ces sables, avons-nous dit, représentent le littoral et les plages qui s'étendirent dans la région d'Anvers, lorsque l'exhaussement du bassin, s'accentuant de plus en plus, vint mettre fin à la première phase de sédimentation, représentée par nos sables inférieurs. La situation, ainsi que les caractères lithologiques et paléontologiques de ce dépôt confirment cette opinion.

Si les sables graveleux n'ont pas été remarqués jusqu'ici, c'est parce qu'ils font généralement partie de la zone artificielle altérée des sables à Pétoncles et qu'ils sont devenus des sables verts. Les sables graveleux, formant la partie supérieure des sables à Pétoncles, ont été fréquemment atteints par les phénomènes d'infiltration et d'altération.

Nous avons fait remarquer que lorsque les sables à Pétoncles se trouvent surmontés d'une épaisse couche de dépôts peu perméables, comme aux Bassins, ou bien comme à Wyneghem et à Wommelghem, les altérations n'ont pu les atteindre.

la Société Belge de Microscopie, tome II, 1875-76. Bulletins. (Séance du 29 juillet 1876), pp. LVII-LX.

Aperçu sur la géologie des environs de Bruxelles (*Lettre à M. le professeur Gosselet*), par E. Vanden Broeck. — Annales Soc. Géol. du Nord. Lille, 1876, tome III, pp. 174-183. (Séance du 9 août 1876.)

Seconde lettre sur quelques points de la géologie de Bruxelles, par E. Vanden Broeck. Annales Soc. Géol. du Nord. Lille, 1877, tome IV, pp. 106-120. (Séance du 17 janvier 1877.)

[1] *Sur les altérations des dépôts quaternaires par les agents atmosphériques*, par E. Vanden Broeck. — Comptes-rendus Acad. Sciences. Paris, 1877. (Séance du 3 janvier 1877.)

Note sur l'altération des roches quaternaires des environs de Paris par les agents atmosphériques, par E. Vanden Broeck. — Bull. Soc. Géol. de France. 3e série, tome V, 1877, n° 5 (séance du 5 février 1877), pp. 298-301.

Seconde note sur le quaternaire des environs de Paris, par E. Vanden Broeck. — Idem, n° 6 (séance du 5 mars 1877), pp. 326-328.

Or, c'est précisément dans ces localités privilégiées — et là seulement — que l'on constate l'absence totale des *sables verts*. Les *sables graveleux* sont alors restés intacts et noirs, comme les sables à Pétoncles.

La faune de ce dépôt ne peut être ni riche ni variée; la nature, exclusivement littorale, du sable graveleux s'y oppose.

Les points non altérés, qui seuls permettent l'observation de cette faune, sont rares et très localisés ; nous n'avons donc pu signaler jusqu'ici que les caractères bathymétriques et lithologiques de cet intéressant dépôt, réservant pour plus tard les observations paléontologiques.

Nous avons cependant fait remarquer que, parmi les débris organiques contenus dans les sables graveleux, il doit inévitablement se trouver de nombreux éléments remaniés étrangers, provenant, soit des sables inférieurs, soit des sables moyens. On se rappelle qu'à la Porte de Borsbeek, par exemple, les sables graveleux formaient le substratum de la plage de la mer des sables moyens, et que d'inévitables affouillements en furent la conséquence.

En résumé, non seulement les rares débris organiques des *sables graveleux* ne peuvent avoir qu'une très minime importance au point de vue paléontologique, mais les phénomènes d'altération, si constants à ce niveau, ont presque partout privé le dépôt — changé en *sable vert* — des organismes qu'il contenait.

Nous avons vu que les sables graveleux des environs d'Anvers se relient latéralement à un autre dépôt, d'un caractère littoral encore plus accentué: les *sables de Diest* ou les *sables ferrugineux diestiens*.

Ceux-ci forment autour du bassin d'Anvers une large ceinture, composée de sédiments grossiers ou graveleux, présentant très distinctement tous les caractères d'un dépôt de plage.

Les sables de Diest diffèrent des sables graveleux d'Anvers en ce qu'au lieu de représenter seulement les derniers sédiments littoraux du bassin, presque émergé, ils représentent également les plages plus anciennes, qui s'étendirent autour des premiers dépôts des sables inférieurs d'Anvers.

L'absence générale de fossiles dans les sables diestiens a donné lieu, pendant longtemps, à beaucoup de controverses dans la détermination de l'âge de ce dépôt. Nous avons montré que cette absence de fossiles est due, comme pour les sables graveleux, en partie au caractère littoral du dépôt, en partie aux phénomènes d'altération qui ont si profondément modifié les sables de Diest.

Ce dépôt, primitivement noir ou foncé, comme tous les sables inférieurs d'Anvers, est parfois devenu verdâtre (en certains points assez localisés); mais il est généralement jaunâtre ou rougeâtre, ce qui dénote une intensité remarquable des phénomènes d'altération.

Nous avons fait remarquer que cette circonstance découle tout naturellement de la situation des sables diestiens qui, dans le bassin d'Anvers et partout dans nos plaines, forment la tête des autres dépôts tertiaires. Ces sables reposent immédiatement sous le diluvium quaternaire, lorsqu'ils ne sont pas directement exposés aux intempéries atmosphériques.

Nous avons noté qu'en certains points, comme au Bolderberg, l'épaisseur considérable du dépôt diestien a protégé, contre les infiltrations et contre les altérations qui en sont la conséquence, le bas de la couche, où la glauconie est restée noire ou verte, et où l'on observe des amas coquilliers, conservés presque intacts.

On a vu que ces amas sont composés de coquilles brisées et triturées, mélangées avec de nombreux galets, etc.; c'est là une preuve suffisante du caractère purement littoral du dépôt. Les coquilles fossiles du Bolderberg n'ont pas vécu sur place; elles ont été amenées sur cette plage après avoir vécu dans d'autres régions plus profondes de la mer des sables inférieurs. Les dépôts contenant ces fossiles en place ne paraissent pas avoir été observés jusqu'ici dans le bassin d'Anvers.

La situation des sables diestiens, leur extension dans le sud de la Belgique, dans le nord de la France et jusque dans le Kent, de l'autre côté du détroit, l'altitude d'environ 150 mètres à laquelle ils arrivent dans ces régions plus méridionales, démontrent clairement que ces sables diestiens durent se déposer avant l'exhaussement de la contrée et par conséquent *avant* la sédimentation des sables moyens et supérieurs; ceux-ci n'ayant été localisés vers le nord-ouest que précisément par suite du relèvement méridional et oriental des bords du bassin pliocène.

Pour M. le professeur Gosselet, les sables de Diest représentent au contraire un dépôt parallèle aux sables à Trophon. Nous avons exposé dans l'Esquisse diverses considérations qui s'opposent à cette manière de voir, en contradiction d'ailleurs avec tout ce que l'on observe, ici comme en Angleterre, au sujet de l'extension et du déplacement successif du bassin pliocène vers l'ouest et vers le nord.

Nous avons terminé l'étude des sables inférieurs d'Anvers en jetant un coup d'œil sur l'ensemble des mers européennes pendant cette première phase de sédimentation pliocène; et, à ce propos, nous sommes entré (pp. 175-177) dans quelques considérations d'application générale qu'il nous a semblé utile d'exposer.

Avant de résumer les principaux résultats fournis par l'étude des dépôts que nous avons décrits sous le nom de *sables moyens*, nous rappellerons en quelques mots l'historique de la question.

Nous avons vu que le « système scaldisien » c'est à dire l'ensemble des

dépôts pliocènes surmontant les sables inférieurs d'Anvers, a été divisé en deux étages : les *sables gris*, d'une part, et les *sables jaunes* ou *sables rouges*, de l'autre.

Pendant longtemps, les paléontologues ont considéré ces dépôts comme caractérisés par des éléments fauniques différents, et ils ont cru pouvoir les placer en regard du Coralline Crag et du Red Crag, dans le bassin anglais.

Certains doutes s'élevèrent peu à peu sur la justesse de ces vues, et quelques géologues, parmi lesquels M. le professeur G. Dewalque, reconnurent que la coloration des dépôts scaldisiens n'avait nullement la valeur distinctive qu'on lui avait attribuée.

La conclusion — trop hâtive — de ces nouvelles observations fit croire que l'on s'était trompé en établissant deux divisions au sein des dépôts scaldisiens. Cette opinion commençait déjà à être généralement reçue, lorsque parut, en 1874, un travail de notre collègue et ami M. Paul Cogels, dans lequel ce géologue montra clairement que dans les sables scaldisiens des nouveaux Bassins, à Anvers, on pouvait reconnaître deux dépôts bien distincts et nettement définis, non par leur couleur, mais par leurs caractères lithologiques, ainsi que par leurs éléments fauniques bien différents.

C'étaient les sables à *Isocardia cor* et les sables à *Trophon antiquum*.

On n'apprécia guère à leur valeur, nous semble-t-il, les judicieuses remarques de M. Cogels et l'on ne comprit pas la portée de ses observations. Ce sont cependant celles-ci, étendues par nous à l'ensemble du bassin d'Anvers et reconnues exactes partout, qui nous ont permis de mettre en relief la distinction très importante qu'il y a lieu d'établir partout dans les dépôts pliocènes qui recouvrent les sables inférieurs d'Anvers.

Reprenant la question au point où l'avait laissée M. Cogels, nous avons reconnu pour l'ensemble du bassin : 1° que la coloration, tantôt grise, tantôt jaune ou rougeâtre, qui jusqu'alors avait servi de critérium dans la distinction des dépôts scaldisiens, est tout simplement le résultat de l'absence ou de la présence de phénomènes d'altération, dus aux infiltrations superficielles, etc. ; 2° que généralement tous les dépôts scaldisiens ont dû être gris primitivement ; 3° que si les sables colorés en jaune ou en rouge contiennent le plus souvent une faune à facies plus récent, cela résulte de ce que les dépôts les plus récents se trouvent naturellement plus exposés aux altérations que les couches plus anciennes, recouvertes par eux ; 4° qu'au sein des dépôts scaldisiens, il existe, dans tout le bassin d'Anvers, un niveau de dénudation et une lacune de sédimentation, correspondant à une démarcation paléontologique très nette ; 5° que ce niveau de dénudation divise le « crag d'Anvers » en deux étages

bien caractérisés et très distincts, correspondant précisément aux divisions établies par M. Cogels dans les dépôts scaldisiens des nouveaux Bassins; 6° qu'enfin ces deux étages, qui n'ont aucun rapport avec les « sables gris » et les « sables jaunes », correspondent dans une certaine mesure au Coralline Crag et au Red Crag du bassin anglais.

Nous avons désigné l'étage inférieur sous le nom de *sables moyens d'Anvers*, et l'étage le plus récent sous celui de *sables supérieurs d'Anvers*.

Nos sables moyens d'Anvers comprennent, outre la zone des sables à *Isocardia cor* de M. Cogels — à laquelle une extension considérable doit être attribuée — notre zone des *sables à bryozoaires :* dépôt resté presque entièrement inconnu jusqu'ici et dont nous avons essayé d'esquisser le facies si curieux.

Les détails que nous avons donnés sur la composition des éléments hétérogènes constitutifs des anciens *sables gris* et des *sables jaunes* ont montré la différence radicale qui existe entre cette division et celle que nous proposons aujourd'hui. Ces détails ont aussi démontré que les listes publiées jusque dans ces derniers temps sur les couches « scaldisiennes » d'Anvers doivent être, sauf celles de M. Cogels, complétement redressées et doivent être considérées comme non avenues, du moins en ce qui concerne la distinction des deux étages.

Abordant ensuite l'étude des diverses zones que nous avons établies dans l'horizon des sables moyens, nous avons rappelé les observations faites par M. Cogels, aux nouveaux Bassins.

Nous avons vu que les sables à *Isocardia cor* constituent un dépôt bien en place, à faune variée et bien caractérisée, se reliant assez intimement aux sables glauconieux de la série inférieure, sur lesquels les couches à *Isocardia cor* paraissent reposer en parfaite concordance.

Aucun ravinement, aucune trace de dénudation n'a jusqu'ici été observée au contact des sables inférieurs avec les sables moyens.

Nos diverses observations montrent que le niveau des sables graveleux, tout en terminant la série inférieure et en indiquant une certaine modification dans le régime des eaux, est loin d'avoir l'importance stratigraphique de la ligne de démarcation, si tranchée, qui existe plus haut entre l'horizon des sables moyens et celui des sables supérieurs.

Nous avons reproduit, d'après M. Cogels, la liste des mollusques des sables à *Isocardia cor* des nouveaux Bassins, en l'enrichissant de renseignements supplémentaires. Sur 64 espèces, 38, soit 60 p. c., se retrouvent dans les sables inférieurs; la même proportion d'espèces se retrouve aussi dans les sables supérieurs.

Presque toutes les coquilles des sables à *Isocardia cor* font partie de la faune du Coralline Crag, ce qui dénote les affinités étroites existant entre

ces dépôts. Les sables à *Isocardia cor* paraissent cependant un peu plus anciens que le dépôt inférieur du bassin pliocène anglais.

Après avoir dressé, d'après des renseignements inédits, communiqués par M. George Brady, la liste des entomostracés des sables à *Isocardia cor*, et après avoir donné quelques détails sur les ossements de cétacés qui s'observent, bien en place et en séries entières, à ce niveau, nous avons noté l'extension des sables à *Isocardia cor* dans le bassin d'Anvers sur les deux rives de l'Escaut. Puis, nous avons signalé les bancs remaniés et à coquilles brisées, d'âges divers, qui pendant si longtemps ont été réunis aux véritables couches en place et non altérées des sables moyens, et dont l'ensemble formait le soi-disant étage du *crag gris d'Anvers*.

Les renseignements épars qui se trouvent dans les publications de divers auteurs, l'étude des nombreux matériaux réunis au Musée d'Histoire Naturelle de Bruxelles, ou recueillis par nous-même, et enfin les observations que nous avons pu faire en diverses circonstances nous ont fait reconnaître l'existence, dans notre bassin pliocène, d'un niveau spécial et bien caractérisé se rapportant à l'horizon des sables moyens d'Anvers et bien différent du dépôt à *Isocardia cor*.

Ce dépôt présente avec le Coralline Crag des affinités remarquables ; il a jusqu'ici échappé à l'attention des observateurs, non seulement parce qu'il a été confondu parmi les couches hétérogènes du « Crag gris » et que des couches plus récentes le recouvrent et le dérobent souvent aux recherches, mais aussi parce qu'une dénudation considérable l'a généralement balayé. On en trouve cependant encore des vestiges en quelques points très localisés.

Nous avons eu suffisamment de matériaux à notre disposition, et nous en avons recueilli nous-même d'assez nombreux pour nous permettre d'étudier et de déterminer avec une précision suffisante les caractères paléontologiques de ce dépôt.

Au point de vue stratigraphique, il n'en est pas encore de même.

Parmi les éléments les plus intéressants de la faune du dépôt en question, nous citerons les bryozoaires, dont la variété et dont l'abondance remarquable constituent l'un des traits les plus caractéristiques du dépôt. C'est pour ce motif d'ailleurs que nous l'avons désigné sous le nom de *sable à bryozoaires*.

Notre excellent collègue et ami, M. A. Houzeau de Lehaye, qui s'occupe spécialement de l'étude des bryozoaires vivants et fossiles, a bien voulu, à notre prière, entreprendre la détermination des bryozoaires recueillis dans cette zone spéciale des sables moyens. Les riches matériaux du Musée de Bruxelles ont également été mis à la disposition de M. Houzeau, qui est ainsi parvenu à dresser le remarquable tableau que nous

avons eu l'avantage de pouvoir joindre à notre travail. Les déterminations de M. Houzeau ont été faites avec le plus grand soin, et M. Busk, qui a examiné tous les échantillons ayant servi à dresser notre liste, a confirmé toutes ces déterminations.

Nous avons ainsi pu mettre en lumière les affinités si étroites qui unissent cette partie de la faune de nos sables moyens à bryozoaires à celle du Coralline Crag. Non seulement 72 numéros de notre liste se retrouvent dans le Coralline Crag, mais les espèces et les genres les plus abondants et les plus caractéristiques sont communs aux deux dépôts.

Ce sont là des résultats tout nouveaux, que nous sommes d'autant plus heureux d'avoir pu mettre en lumière qu'ils sont encore confirmés par les autres éléments de la faune.

Nous avons expliqué pourquoi les coquilles des sables à bryozoaires sont encore peu connues. Toutefois, les renseignements que nous avons pu réunir indiquent, comme pour les bryozoaires, des affinités étroites, indiscutables, avec le Coralline Crag.

La *Terebratula grandis*, l'un des fossiles les plus caractéristiques des sables à bryozoaires, se retrouve, en Angleterre, localisée dans le Coralline Crag.

Les entomostracés des sables à bryozoaires ont fourni à M. George Brady 24 formes, généralement abondantes, et dont 9 ne se retrouvent dans aucun autre dépôt du bassin d'Anvers.

Les Foraminifères, qui seront étudiés dans la seconde partie de ce travail, nous montreront également une faune spéciale des plus riches et très nettement caractérisée.

Tout en entrant dans des considérations assez étendues sur la faune des vertébrés des sables moyens, nous n'avons pu dresser séparément la liste des espèces des sables à *I. cor* et celle des espèces recueillies dans les sables à bryozoaires. S'il existe quelques différences entre la distribution des vertébrés dans ces deux dépôts, ces différences, toutes de détail, n'influeront assurément pas sur le fait capital et bien établi, que les deux zones de nos sables moyens représentent le véritable horizon des grands cétacés mysticètes d'Anvers. Cela est d'ailleurs démontré par l'état des squelettes, parfois presque entiers, qui ont été recueillis ou observés dans les deux dépôts.

Un certain nombre de pinnipèdes, voisins des phoques, accompagnent également les mysticètes des sables moyens. Quelques ossements d'oiseaux et un grand nombre de débris de poissons complètent la faune des vertébrés de cet horizon géologique. Notre liste, dressée principalement d'après les collections du Musée d'Histoire Naturelle de Bruxelles, comprend 70 espèces ; cette énumération est accompagnée de renseignements

montrant la prodigieuse quantité d'ossements, de dents, etc., qui ont été recueillis.

Il importe de noter que les delphinides et les cétacés zyphioïdes, si caractéristiques de l'horizon des sables inférieurs d'Anvers, manquent complétement dans les sables moyens.

On avait signalé la présence de cétacés mysticètes dans l'étage supérieur du « crag d'Anvers ». Nous avons fait remarquer le rôle joué dans cette circonstance par les phénomènes d'altération, qui ont fait confondre les dépôts du « crag »; nous avons aussi rappelé que les ossements observés dans certains dépôts des sables supérieurs sont ordinairement brisés et usés, et proviennent de remaniements ou de la dénudation des sables moyens.

La présence bien en place, dans les sables moyens d'Anvers, d'ossements de cétacés et d'autres organismes, qui se retrouvent brisés et usés dans les dépôts pliocènes, même les plus anciens, du bassin anglais, confirme nos vues sur l'antériorité de nos sables moyens. En réunissant les renseignements très explicites fournis par l'étude des divers éléments fauniques des sables à bryozoaires, nous avons pu nous convaincre que, de même que le Coralline Crag en Angleterre, les sables à bryozoaires sont le résultat d'une sédimentation opérée sous une profondeur relativement considérable. Les sables à bryozoaires présentent donc des caractères bathymétriques tout autres que les sables à *Isocardia cor*, où rien n'indique ce facies particulier de dépôt profond.

Ensuite, lorsque nous avons étudié les relations des deux zones de nos sables moyens, nous avons reconnu qu'aucun cas de superposition n'a été observé jusqu'ici, et que l'on ne pourrait trouver de bonnes raisons pour considérer l'un de ces dépôts comme étant plus ancien que l'autre.

Si, en regard de cette conclusion, nous notons les relations, en tous points pareilles, unissant ces deux zones aux dépôts qui les précèdent et à ceux qui les suivent; si nous remarquons les affinités si étroites qui les relient à un même horizon du bassin anglais, le Coralline Crag; si nous tenons compte enfin des ressemblances lithologiques et surtout fauniques — abstraction faite de l'influence incidente due aux conditions bathymétriques différentes — nous nous trouvons inévitablement conduit à reconnaître le synchronisme des sables à *Isocardia cor* et des sables à bryozoaires.

Ce sont, avons-nous dit, deux facies différents d'une même mer ou appartenant tout au moins à un même horizon géologique. Les sables à *Isocardia cor* indiquent un dépôt de moyenne profondeur, ou éloigné en tous cas des agitations du rivage; les sables à bryozoaires représentent un dépôt formé dans des dépressions sensiblement plus accentuées;

c'est la zone la plus profonde de la mer des sables moyens. Ces conclusions sont confirmées, non seulement par les caractères lithologiques et paléontologiques des deux dépôts, mais encore par leur orientation et par leur situation respective dans le bassin.

Nous avons eu soin toutefois de faire remarquer que ce synchronisme n'est point forcément absolu, l'un des dépôts ayant pu commencer à se former seul pendant un certain temps. Il en est d'ailleurs de même en ce qui concerne les relations de nos sables moyens avec le Coralline Crag. Il est fort probable que les premiers avaient déjà commencé à se déposer, alors que la région de l'est, en Angleterre, n'était pas encore submergée sous le flot pliocène. D'autre part, les sables moyens d'Anvers se trouvaient déjà émergés pendant que s'opérait la dernière phase de sédimentation du Coralline Crag dans le bassin anglais.

Cette circonstance ne nous empêche évidemment pas de considérer l'horizon des sables moyens d'Anvers comme synchronique avec le Coralline Crag.

On retrouve dans ces relations en série oblique l'influence, toujours présente, des phénomènes généraux de stratification transgressive qui ont présidé à l'histoire entière du grand bassin pliocène, auquel appartient la région d'Anvers.

Nous avons consacré un chapitre spécial à la roche à bryozoaires de la Porte de Borsbeek, localité où une coupe intéressante a fait retrouver un dépôt particulier, n'ayant pas l'aspect ordinaire des sables à bryozoaires, mais dont la faune est incontestablement la même.

La découverte de ce dépôt ayant donné lieu à des interprétations qui nous ont paru inexactes à divers points de vue, nous avons entrepris l'étude de la roche à bryozoaires de la Porte de Borsbeek, et nous n'avons pas tardé à reconnaître : 1° que ce dépôt doit se rapporter à l'horizon des sables moyens ; 2° que tout en contenant, nombreux et bien caractérisés, tous les organismes des sables à bryozoaires, ce dépôt ne peut être assimilé aux autres gisements, tels que celui de Wommelghem, etc.; 3° qu'il représente les vestiges d'un ancien cordon littoral ou dépôt de plage de la mer des sables moyens ; 4° qu'il faut séparer entièrement la roche à bryozoaires des sables verts glauconieux sous-jacents, qui se rattachent à l'horizon inférieur des sables d'Anvers.

Il importe de noter que les coquilles, les térébratules, les bryozoaires et les autres habitants des eaux profondes, qu'on observe au sein même du banc formant la roche à bryozoaires, n'ont pas vécu là où ils se retrouvent aujourd'hui, à la Porte de Borsbeek. L'état dans lequel on recueille ces fossiles le dénote d'ailleurs clairement : les coquilles sont brisées, les bryozoaires sont triturés, agglutinés en une pâte friable, etc.

Nous avons vu que le gisement de la Porte de Borsbeek présente encore beaucoup d'intérêt au point de vue de l'étude des altérations, de la constitution des « sables verts » et des sables graveleux. Ces derniers ont été réunis bien à tort, et en même temps que les sables à Pétoncles altérés, à la roche à bryozoaires. Les dépôts de la Porte de Borsbeek ont également offert quelque intérêt au point de vue du gisement de la *Terebratula grandis,* du niveau des hétérocètes, etc.

Nous avons remarqué que la localisation si étonnante des sables à bryozoaires dans le bassin d'Anvers est l'une des conséquences de l'important phénomène de dénudation que nous avons reconnu entre l'horizon des sables moyens et celui des sables supérieurs.

Cette dénudation, qui a balayé une grande partie du dépôt des sables moyens et qui en a dispersé les débris, en les mélangeant avec des éléments fauniques plus récents, a donné naissance à un dépôt de coquilles brisées et usées, dépôt qui forme l'un des traits les plus caractéristiques de l'histoire de cette partie du bassin d'Anvers. La couche à coquilles brisées constitue presque partout, dans cette région, la base des sables supérieurs.

L'étendue et l'épaisseur de ce dépôt, la nature hétérogène de ses éléments fauniques, l'état des organismes qu'il contient, ses caractères lithologiques, la ligne de démarcation si nette qu'il présente avec les dépôts affouillés par lui, tout cela dénote clairement l'importance du phénomène de dénudation qui lui a donné naissance.

Nous avons vu que, malgré son importance capitale, ce niveau de dénudation a jusqu'ici échappé à l'attention des géologues, dont la plupart, trompés d'ailleurs par la division du crag d'Anvers en sables gris et en sables jaunes, paraissent avoir abandonné dans ces dernières années l'étude des divisions du « scaldisien. » La dénudation que nous avons signalée dans le bassin d'Anvers se rattache à d'autres phénomènes généraux, parfaitement établis, dont elle n'est que la conséquence.

On sait, et nous l'avons rappelé, que les sédiments du Coralline Crag, après avoir été soulevés au-dessus des eaux, s'affaissèrent de nouveau pendant la période de sédimentation qui donna naissance au Red Crag. C'est alors que les dépôts du Coralline Crag furent affouillés et dénudés par les vagues et les courants de la mer du Red Crag. C'est par suite de ce phénomène de dénudation que le Coralline Crag se trouve actuellement réduit à quelques lambeaux, et que les sédiments du Red Crag contiennent tant de coquilles non *in situ*, provenant de la désagrégation des dépôts du Coralline Crag.

Or, ce sont les mêmes phénomènes que nous retrouvons, encore un peu plus accentués, dans le bassin d'Anvers. Il suffit donc, pour résoudre

toutes les difficultés que présentait l'étude de ce dernier, d'accorder aux phénomènes physiques, dûment constatés dans le bassin anglais, une extension plus considérable vers l'est que celle qui leur était généralement attribuée. Comment pourrait-il d'ailleurs en être autrement, étant donnée la similitude remarquable qui existe entre les oscillations auxquelles ont été soumises les deux régions, si voisines et si dépendantes l'une de l'autre.

A la discordance stratigraphique générale notée en ce point de l'histoire du bassin d'Anvers se rattache, nous l'avons vu, une démarcation paléontologique bien tranchée, dénotant la durée de la lacune de sédimentation qui a nécessairement accompagné le premier phénomène.

Il résulte de nos recherches, étendues à l'ensemble du bassin d'Anvers, et conformément à ce qu'avait montré M. Cogels pour les dépôts des nouveaux Bassins, qu'il existe incontestablement deux horizons géologiques distincts dans le « crag d'Anvers » ou système scaldisien. Nous avons démontré enfin qu'entre ces deux horizons, différenciés par des éléments fauniques distincts et séparés par une lacune de sédimentation, il existe un niveau de dénudation bien caractérisé.

Nous avons consacré un chapitre spécial au gisement de la *Terebratula grandis* dans le bassin d'Anvers. On a, dans ces dernières années, attaché une certaine importance à cette question ; de plus, elle est entourée de tant d'incertitudes et de tant d'erreurs, que nous avons été conduit, ayant pu disposer de nombreux éléments nouveaux, à l'étudier avec la plus sérieuse attention et d'une façon assez étendue.

Il est résulté de nos recherches certains faits bien établis, savoir : 1° que la *Terebratula grandis* est parfaitement en place dans l'horizon des sables moyens d'Anvers, et que c'est même une des coquilles les plus abondantes et les plus caractéristiques des sables à bryozoaires ; 2° que parmi les dépôts réunis à tort sous le nom impropre de sables verts, ceux qui représentent réellement un dépôt géologique distinct, les sables graveleux, ne constituent nullement un niveau en place de la *Terebratula grandis;* 3° que la partie supérieure des sables noirs à Pétoncles, presque toujours altérée et verdie, paraît constituer le premier horizon à Térébratules.

Sans entrer ici dans plus de détails, ajoutons que nous avons successivement rappelé les gisements de Wommelghem et des environs, ceux de Deurne, de Borgerhout, de la Porte de Borsbeek, de Mortsel et de Louvain. Nous espérons que les nombreux détails et renseignements nouveaux que nous avons fait connaître auront élucidé ou tout au moins beaucoup avancé la question.

Nous avons ensuite présenté quelques remarques sur la distribution

de la *T. grandis* dans les terrains tertiaires de l'étranger ; ces considérations ont confirmé nos vues sur le gisement de la Térébratule dans le bassin d'Anvers.

La discussion du gisement des Térébratules nous a fourni l'occasion de reparler des « sables verts » de la Porte de Borsbeek et de montrer qu'en ce point on a réuni, dans un même étage de « sables verts », le cordon littoral représentant l'horizon des sables moyens, le dépôt altéré et verdi des sables graveleux et enfin la partie supérieure, également altérée, des sables noirs à Pétoncles.

Les observations présentées dans la note de la page 242, ont également une certaine importance au point de vue de la question des altérations, de la présence et de l'absence des fossiles, etc.

Nous avons terminé l'étude des sables moyens d'Anvers en jetant un coup d'œil rapide sur les mers européennes pliocènes, pendant le dépôt des sables moyens dans nos régions.

On aura remarqué l'importance considérable qu'atteint, au nord d'Anvers, notre étage des sables moyens. Un sondage exécuté récemment à Utrecht a fait rencontrer ce dépôt à 238^{m} de profondeur et l'a montré se continuant en une masse homogène jusqu'à 368^{m}, *atteignant ainsi* 130 *mètres d'épaisseur*.

Ce témoignage si éclatant de l'importance de notre horizon des sables moyens montre l'exactitude de nos vues sur les divisions du « crag d'Anvers. »

Nous n'avons plus à faire ressortir la différence radicale qui existe entre la distinction ordinaire du « Crag d'Anvers » en *sables gris* et en *sables jaunes* et la division en *sables moyens* et en *sables supérieurs*, proposée par nous.

Nous avons indiqué les véritables caractères distinctifs des deux étages du « Crag d'Anvers » qui, l'un comme l'autre, étaient gris primitivement. Nous avons vu aussi que si les dépôts supérieurs sont généralement colorés en jaune ou en rouge, c'est par suite de certains phénomènes d'oxydation et d'altération, dus aux infiltrations superficielles, qui, parfois aussi, ont atteint l'étage inférieur. Partout où le dépôt des sables supérieurs a été protégé contre les causes d'altération, nous avons retrouvé sa coloration naturelle, qui est grise, comme celle des sables moyens.

Les sables supérieurs diffèrent, en thèse générale, des sables moyens, par leur caractère littoral très accentué, et par le facies bien différent et plus récent de leur faune. De plus, un important phénomène de dénudation a séparé la sédimentation de ces deux séries de dépôts, et un niveau

très constant de débris remaniés et de coquilles brisées indique avec netteté la base de l'horizon des sables supérieurs.

Nous avons étendu à un grand nombre de dépôts pliocènes du bassin d'Anvers le nom de sables à Trophon, donné en 1874 par M. Cogels aux dépôts des sables supérieurs étudiés par lui, et nous avons vu que cette zone constitue la majeure partie des dépôts connus formant l'horizon des sables supérieurs.

Nous avons ajouté qu'il existe encore aux environs d'Anvers d'autres dépôts, moins bien étudiés, qui, tout en se rattachant à l'horizon géologique des sables supérieurs, paraissent plus récents que les sables à Trophon et exigeront sans doute une dénomination distincte.

En reprenant, d'après M. Cogels, la description des sables à Trophon des nouveaux Bassins, nous nous sommes particulièrement attaché à mettre en relief la variabilité de la coloration de ce dépôt, que nous avons aussi comparé à d'autres similaires, dans des localités différentes.

Après avoir indiqué sommairement les caractères paléontologiques, si constants et si remarquables, qui permettent de différencier nettement les sables à Trophon des divers dépôts des sables moyens, nous avons reproduit, en l'enrichissant de données supplémentaires, la liste des mollusques recueillis par M. Cogels aux nouveaux Bassins.

Nous avons montré ensuite, pp. 262-264, que nos listes de coquilles de l'horizon des sables à Trophon peuvent fournir des indications fort utiles pour la détermination du niveau exact d'un grand nombre de fossiles recueillis à l'état remanié dans le Red Crag, et dont l'origine est encore actuellement très discutée.

Nous avons conclu que des couches identiques en tout point à nos sables à Trophon ont dû exister dans le bassin anglais, avant le dépôt de la masse principale ou typique du Red Crag.

La majeure partie des coquilles observées non *in situ* dans le Red Crag, et ne provenant pas manifestement des dénudations du Coralline Crag, sont dérivées de cet horizon plus ancien du Red Crag, dont le dépôt de Walton pourrait peut-être bien représenter l'un des rares vestiges restés en place.

Nous avons constaté que la présence d'un certain nombre de coquilles remaniées, dans les sables à Trophon des nouveaux Bassins, s'oppose à la détermination de la proportion exacte des espèces récentes dans ce dépôt.

De même, la disproportion qui existe entre nos renseignements restreints sur la faune des sables moyens et nos connaissances sur celle des sables supérieurs, ne nous a pas permis d'établir nettement la différence du pourcentage des espèces récentes dans ces deux horizons si distincts.

La localité de Zwyndrecht, située sur la rive gauche de l'Escaut, nous a fourni quelques renseignements intéressants.

Les sables à Trophon y présentent à peu près les mêmes caractères qu'aux nouveaux Bassins. Le banc coquillier, indiquant la base des sables supérieurs, y est bien caractérisé. Il contient de nombreux éléments remaniés, provenant des sables moyens à *I. cor*, sur lesquels il repose, et qu'il a visiblement dénudés.

Après avoir énuméré les coquilles les plus abondantes et les plus caractéristiques du dépôt, nous avons fait remarquer sa coloration grise; il n'a été altéré et « jauni » qu'en certains points assez localisés. La préservation de la couleur des sables à Trophon de Zwyndrecht est principalement due à la présence, dans les dépôts quaternaires qui les recouvrent, de lits argileux et imperméables.

Le gisement du Stuyvenberg, étudié autrefois par M. N. Dewael, a disparu aujourd'hui. L'analyse des observations recueillies par cet auteur nous a permis de signaler les caractères assez anormaux d'une couche sableuse fossilifère, observée autrefois dans cette localité. Nous l'avons rangée provisoirement parmi les dépôts de l'horizon des sables supérieurs, bien que cette couche soit indiquée comme inférieure au conglomérat fossilifère qui, partout ailleurs, forme la base de l'horizon des sables supérieurs.

Les dépôts d'Austruweel, situés, comme le précédent, sur la rive droite de l'Escaut, n'avaient jamais fait l'objet de recherches spéciales. Les sables à Trophon s'y présentent cependant avec un facies différent de celui des dépôts précédents.

Les éléments remaniés y sont extrêmement rares. Les coquilles brisées ont été triturées sur place, et non par suite de transport ou de remaniement. Les coquilles entières et intactes y sont très abondantes.

Nous avons vu que les sables d'Austruweel représentent un dépôt littoral, bien caractérisé, non remanié, et d'âge un peu plus récent que les bancs à coquilles brisées des Bassins, de Zwyndrecht, etc.

Généralement altérés et colorés en jaune rougeâtre, les sédiments d'Austruweel nous ont cependant fourni quelques vestiges intacts, et restés entièrement gris.

Nous avons fait connaître la faune de ce dépôt, faune riche et variée, comprenant plusieurs espèces intéressantes, dont quelques unes n'avaient pas encore été citées dans l'horizon des sables supérieurs.

Sur 92 espèces de mollusques que nous avons énumérées pour le gîte d'Austruweel, 72 se retrouvent dans le Red Crag et 65 habitent encore les mers actuelles.

Nous n'avons pu, faute d'explorations suffisantes, donner d'indications précises sur les sables supérieurs de Merxem et d'Eeckeren; mais des observations toutes récentes, faites avec M. Cogels au fort (en construc-

tion) de Merxem, nous ont permis de donner quelques détails assez intéressants sur un dépôt spécial de sables à Trophon, qui s'observe en cette localité : la zone des sables à *Corbula striata*.

C'est un dépôt d'un caractère littoral très accentué, qui a dû être fort exposé à l'agitation des vagues. Les mollusques y sont rares; leurs restes consistent en un nombre restreint de coquilles de petite taille et en débris très menus, indiquant une trituration prolongée, opérée sur place. La *Corbula striata* se trouve en abondance extraordinaire dans ce dépôt.

Il faut citer, parmi les particularités les plus intéressantes du dépôt à *Corbula striata*, l'intensité de sa coloration grise. Cette circonstance est d'autant plus remarquable que la faune malacologique et rhizopodique de cette couche la fait classer parmi les sables supérieurs les plus nettement caractérisés.

En certains points, et en particulier dans sa partie supérieure, le dépôt a été atteint par les phénomènes d'altération dus aux infiltrations superficielles. La couleur s'est alors complétement modifiée et elle est devenue d'un rouge foncé.

Nous avons observé des blocs sableux, absolument homogènes dans toute leur masse, au point de vue minéralogique et paléontologique, mais dont une moitié était grise et l'autre rouge.

C'est, avons-nous dit, l'un des meilleurs exemples à citer de l'influence des phénomènes d'altération, ainsi que de l'exactitude de nos vues à cet égard.

Il importe de remarquer que si les sables de Merxem sont généralement restés gris, c'est que, comme ceux de Zwyndrecht, ils sont protégés par un lit d'argile très épais, et intercalé dans les dépôts quaternaires qui les recouvrent.

La localité bien connue de Calloo, située en aval d'Anvers, sur la rive gauche, nous a montré un dépôt de sables supérieurs rappelant assez exactement celui d'Austruweel, auquel il se relie d'ailleurs latéralement. C'est, comme ce dernier, une formation littorale à faune très pure; les coquilles y sont généralement en bon état.

M. Dewael a publié une liste des fossiles de Calloo. Nous l'avons reproduite, en la modifiant beaucoup au point de vue de la nomenclature et en l'enrichissant de renseignements supplémentaires.

D'après l'examen de cette liste, 29 p. c. seulement des mollusques de Calloo se retrouvent dans nos sables moyens, 83 p. c. de ces espèces font partie de la faune du Red Crag et enfin 73 p. c. d'entre elles sont encore vivantes aujourd'hui. Ces chiffres montrent que les sables de Calloo peuvent être placés parmi les dépôts les plus récents des couches à *Trophon antiquum*.

Le dépôt de Wyneghem a été étudié en 1861 par M. Nyst. La liste des espèces qu'il y a recueillies nous a permis de classer ce dépôt parmi les sables à Trophon ; mais l'introduction, dans cette liste, de quelques coquilles des sables moyens dénote que les « sables rouges » de Wyneghem ne comprennent pas seulement des sables supérieurs.

Les phénomènes d'altération et de coloration, dus aux infiltrations superficielles, nous ont donné la clef de certaines difficultés soulevées par l'étude des sables supérieurs de Wyneghem.

Les sables à Trophon de Wyneghem nous ont paru avoir un caractère moins littoral que tous ceux cités précédemment.

Nous avons cité, sans les décrire, les dépôts si variables des sables supérieurs de l'enceinte, de Deurne, Borgerhout, Wommelghem, Wyneghem et Borsbeek.

La plupart de ces dépôts représentent la couche à coquilles brisées et remaniées; mais on y observe, de place en place, des amas de coquilles entières et non remaniées. La grande variabilité de ces couches en rend le classement très difficile.

En réunissant les données fournies par nos diverses listes de la faune des sables à Trophon, nous avons vu que, sur les 143 espèces énumérées, 37 se retrouvent dans les sables inférieurs d'Anvers et 45 dans les sables moyens. (On n'oubliera pas cependant que la faune de ces derniers n'est pas entièrement connue[1].)

Le Coralline Crag et le Red Crag ont chacun une centaine d'espèces en commun avec nos sables supérieurs.

Ces relations similaires viennent soutenir notre opinion au sujet de l'âge de nos sables supérieurs ; nous les regardons comme étant plus anciens que le Red Crag proprement dit et représentant un premier dépôt de cet horizon.

Les renseignements fournis par quelques unes des listes publiées sur la faune des dépôts « scaldisiens » d'Anvers, les recherches consciencieuses de M. Cogels et enfin les résultats de nos études sur les divers gisements des sables moyens et des sables supérieurs, nous ont permis de déterminer exactement l'horizon et la répartition de la plus grande partie des fossiles « scaldisiens » du bassin d'Anvers. Cependant, beaucoup d'espèces, divisées jusqu'ici en « coquilles des sables gris » et en « coquilles des sables jaunes », n'ont pas été rencontrées dans le cours de nos recherches

[1] (*Note ajoutée pendant l'impression.*) Voir plus loin, dans le chapitre intitulé : NOTES, ADDITIONS ET CORRECTIONS, les données supplémentaires qui nous permettent maintenant de préciser mieux encore les relations des sables supérieurs avec les autres dépôts du bassin d'Anvers.

ou parmi nos listes; il nous a donc été impossible de déterminer leur niveau réel.

Nous avons cru utile d'énumérer ces espèces non classées, qui sont au nombre de 80, et nous espérons que cette liste attirera l'attention des paléontologues qui s'occupent de la faune de nos dépôts pliocènes.

Parmi les 80 espèces du « Crag d'Anvers » dont le niveau reste à déterminer, 68 se retrouvent dans le Crag anglais ; 51 d'entre elles appartiennent à la faune du Coralline Crag et 37 à celle du Red Crag. Ces chiffres n'indiquent que les espèces dont la présence est positivement constatée dans l'un ou l'autre des deux horizons du Crag anglais.

Les sables supérieurs d'Anvers nous ont fourni l'occasion de revenir sur la question si importante des altérations. Après avoir signalé certains sables jaunes, sans fossiles, du bassin d'Anvers comme n'étant que le résidu quartzeux, oxydé et privé d'éléments calcaires, de dépôts fossilifères profondément altérés, nous avons montré pourquoi les sables inférieurs altérés deviennent généralement verts, tandis que les sables moyens ou supérieurs altérés deviennent ordinairement jaunes ou rougeâtres. Nous avons aussi expliqué (p. 292, note 1) pourquoi les coquilles et les autres débris organiques sont généralement conservés au sein des sables moyens et supérieurs altérés, et pourquoi ils ont presque toujours été dissous dans les sables inférieurs altérés.

Ce sont les conséquences toutes naturelles et bien faciles à comprendre, des phénomènes que nous avons mis en lumière.

Nous avons signalé l'existence, à Anvers, de bancs reconstruits, identiques à ceux qui s'observent dans le Crag supérieur du bassin anglais.

Les amas de ce genre, très fréquents à Anvers, n'avaient jamais été signalés jusqu'ici; pourtant la distinction de ces dépôts a une importance capitale dans l'étude des sables supérieurs.

Ces bancs reconstruits représentent des accumulations de coquilles et de débris, irrégulièrement disposées dans les baies et les plages sous-marines de la région, exclusivement littorale, que couvrait la mer des sables supérieurs. Beaucoup de ces bancs reconstruits sont dus aux modifications continuelles de la ligne des rivages. Ces accumulations, semblables à celles qui s'observent encore de nos jours, dans des conditions analogues, étaient sans cesse remaniées, déplacées, puis reconstruites par les vagues et les courants. Les coquilles brisées et triturées qui en forment les éléments constitutifs sont géologiquement bien en place. La couche à coquilles brisées et remaniées, qui forme la base de l'horizon des sables supérieurs, diffère radicalement, à ce point de vue, de ces bancs reconstruits, et la présence abondante d'éléments remaniés, provenant des sables moyens, permet de reconnaître aisément cette couche et de la distinguer des bancs reconstruits.

D'autre part, certaines couches quaternaires et même modernes, presque entièrement composées de coquilles pliocènes brisées et remaniées, se distinguent des bancs reconstruits, par la présence d'ossements de mammouth, de rhinocéros, etc., ou bien par celle de coquilles terrestres ou fluviatiles de la faune récente.

Nous avons insisté sur ces distinctions; car c'est pour les avoir négligées ou plutôt méconnues, que l'on s'est si souvent trompé dans l'appréciation de l'âge des couches et, par conséquent, au sujet de la répartition des fossiles dans les étages du « Crag d'Anvers ».

En arrivant au classement des dépôts constituant l'horizon des sables supérieurs d'Anvers, nous avons vu que la variabilité des dépôts, la présence de nombreuses couches à coquilles brisées d'origines diverses, les mélanges et les bouleversements résultant de fréquents déplacements de ces couches littorales rendront toujours très difficile, sinon impossible, un classement rigoureux et détaillé des nombreux dépôts de l'horizon des sables supérieurs.

Toutefois, nous pouvons aisément reconnaître que la couche à éléments brisés et remaniés, qui s'observe à Zwyndrecht, aux Bassins et dans la plus grande partie de l'enceinte fortifiée de la ville d'Anvers, représente l'horizon le plus ancien des sables supérieurs.

Les dépôts de Calloo, d'Austruweel, du fort de Merxem, et de Wyneghem, représentent un niveau un peu plus récent. Le caractère littoral des trois premiers est nettement accentué; quant au dépôt de Wyneghem, il doit s'être formé plus loin du rivage.

Les sables à Trophon de Deurne, de Borgerhout, de Wommelghem, etc., dépôts très variables et d'ailleurs peu étudiés, paraissent se relier entre eux, ainsi qu'aux autres dépôts à coquilles brisées, de l'enceinte.

Les sables coquilliers de Ranst, au sujet desquels nous n'avons pu reproduire que quelques renseignements fort incomplets, paraissent appartenir à un horizon un peu plus récent que les sables supérieurs signalés jusqu'ici. Le *Trophon antiquum* n'y a pas été observé.

D'autres dépôts coquilliers ont été signalés dans la région de l'est, jusqu'aux environs d'Hérenthals.

Avant de décider si ces dépôts coquilliers sont réellement des couches pliocènes en place, il faudra, suivant nous, attendre de nouvelles recherches. Si ces vues se confirment, les dépôts en question représenteraient alors une phase de sédimentation plus récente que celle indiquée par les sables à Trophon. On pourrait ainsi admettre une période temporaire d'affaissement et de recul vers la partie orientale du bassin; ce mouvement serait, dans ce cas, analogue à celui qui a fait déposer les sables et les argiles de Chillesford après le Red Crag, et dans une aire différente.

TABLEAU SYNOPTIQUE ET CHRONOLOGIQUE

DES COUCHES PLIOCÈNES ET QUATERNAIRES DU BASSIN D'ANVERS.

PÉRIODES ET PHASES GÉOLOGIQUES.		DÉPOTS DE DUNES, ET PLAGES ÉMERGÉES.	DÉPOTS LITTORAUX ET DE PLAGE.	DÉPOTS CÔTIERS OU VOISINS DU RIVAGE.	DÉPOTS PROFONDS OU ÉLOIGNÉS DE LA CÔTE.
QUATERNAIRE.	Campinien	Sables meubles du Campinien supér.	Argiles et sables stratifiés du Campinien inférieur, au Kiel, à Merxem, à Zwyndrecht, etc.		
	Diluvien		Couches avec coq. pliocènes brisées et remaniées, et avec ossements de Mammouth et de Rhinocéros. Diluvium caillouteux.		
PLIOCÈNE.		*Emergence totale du bassin pliocène d'Anvers.*			
	Sables supérieurs d'Anvers	Dernière phase de la période pliocène, représentée par des dépôts encore non reconnus dans le Bassin d'Anvers.			
			Dépôts coquilliers de Ranst et de la région de l'est.		
			Sables à *Trophon antiquum* de Calloo, d'Austruweel, de Merxem.	Sables argileux à *T. antiquum* de Wyneghem.	
			Couche à éléments remaniés et à coquilles brisées, de l'Enceinte, des Bassins de Zwyndrecht, etc. (premier dépôt des sables à *T. antiquum.*)		
		Emergence, suivie de dénudation, des sables moyens d'Anvers.			
	Sables moyens d'Anvers		Cordon littoral de la Porte de Borsbeek (roche à bryozoaires).	Sables à *Isocardia cor* des Bassins, de Deurne, de Zwyndrecht.	Sables à bryozoaires de Wyneghem, Wommelghem, Deurne, du sud de Calloo, etc.
		Emergence partielle des sables inférieurs d'Anvers.			
	Sables inférieurs d'Anvers	Sables de Diest ou sables ferrugineux diestiens du bassin d'Anvers, du Bolderberg et de la Campine.	Sables graveleux d'Anvers.		
				Sables à *Pectunculus pilosus* des environs d'Anvers.	Sables à *Panopæa Menardi* d'Edeghem, du Kiel, de Burght, etc.
			Amas coquillier du Bolderberg.		
MIOCÈNE ET OLIGOC. SUPÉRIEUR.		*Emergence, suivie de dénudation, des dépôts oligocènes.*			
OLIGOCÈNE MOYEN.	Rupélien supérieur	Sables « boldériens » du Bolderberg.		Argile sableuse à Nucules, de Bergh, etc.	Argile rupélienne de Boom, Schelle, Tamise, etc.

Les entomostracés paraissent moins abondants et moins variés dans les sables supérieurs d'Anvers que dans les autres étages de notre bassin pliocène. M. G. Brady n'a observé à ce niveau que les 14 espèces énumérées par nous.

Nous avons présenté, comme annexe à cette liste, un tableau complet de la répartition des entomostracés dans les divers dépôts des sables d'Anvers. Ce tableau, contenant diverses indications, dont on aura apprécié l'utilité, est suivi de quelques détails empruntés à un mémoire inédit de M. le Dr G. Brady, et relatifs aux espèces les plus intéressantes observées dans le bassin d'Anvers.

Nous y avons ajouté quelques observations sur le rôle qu'il faut attribuer aux entomostracés dans l'étude des terrains et des couches géologiques.

Le chapitre des sables supérieurs a été clôturé par un coup d'œil sur l'ensemble des mers pliocènes européennes pendant le dépôt des sables supérieurs d'Anvers.

Afin de permettre au lecteur d'embrasser d'un seul coup d'œil le champ que nous venons d'explorer, nous croyons utile, en terminant, de dresser un tableau synoptique et chronologique des couches que nous avons successivement passées en revue.

Ce tableau, synthèse des recherches exposées dans ce mémoire, a pour but d'indiquer nettement la succession et les relations des divers dépôts pliocènes du bassin d'Anvers.

L'ordre de succession et les rapports chronologiques des couches se trouvent indiqués par les données de la distribution *verticale*, qui représente, avec une grande précision, l'échelle des temps.

Quant aux relations latérales des dépôts appartenant à une même phase de sédimentation ou à une même mer, elles se trouvent indiquées par la distribution *horizontale* dans les diverses colonnes du tableau. Nous croyons inutile d'adjoindre à celui-ci un texte explicatif. Il suffit de bien en comprendre la disposition et de le lire avec attention, pour reconstituer dans ses principaux détails l'histoire des dépôts qui se sont succédé dans notre bassin pliocène.

Arrivé maintenant à la fin de notre tâche, il nous reste un devoir bien doux à remplir : celui de remercier cordialement notre collègue et ami M. Paul Cogels de sa bienveillante coopération, ainsi que des peines qu'il s'est données pour contribuer à rendre notre travail aussi complet et aussi exact que possible.

Notre obligeant confrère, habitant Anvers et ayant fait depuis longtemps de nombreuses observations dans toute la région avoisinante, a pu

nous fournir — et il l'a fait avec une grande libéralité — bon nombre de renseignements et de données fort utiles. De plus, il a examiné et discuté avec nous, non seulement plusieurs questions importantes, mais encore un grand nombre de faits et de détails locaux, qui ont ainsi été élucidés de commun accord. La volumineuse correspondance échangée à cette occasion entre M. Cogels et nous, a été la source de notables améliorations et perfectionnements apportés à notre travail.

Si certaines divergences d'opinion — signalées pour la plupart dans notre Esquisse — persistent encore au sujet de quelques détails de la géologie d'Anvers, elles montrent les points nécessitant des recherches nouvelles; elles prouvent en même temps que les points nombreux et si importants où il y a unité de vues entre M. Cogels et nous, ont été l'objet de recherches sincères et de discussions approfondies.

Nous prions M. P. Cogels de recevoir ici l'expression de notre profonde reconnaissance.

Notre excellent ami M. A. Houzeau de Lehaye a bien voulu, à notre demande, se charger d'entreprendre l'étude des bryozoaires des terrains d'Anvers. Ses recherches consciencieuses, confirmées en tous points par le savant spécialiste anglais, M. Busk, ont mis en pleine lumière la faune bryozoïque si riche et si intéressante de nos dépôts pliocènes. Les résultats des études de M. Houzeau, d'accord avec ceux fournis par d'autres éléments de la faune de nos sables moyens à bryozoaires, nous ont permis de montrer, sous l'une de leurs faces les plus intéressantes, les remarquables analogies qui unissent ces sables au Coralline Crag.

Nous nous plaisons à témoigner ici à M. Houzeau toute notre reconnaissance, pour la part qu'il a prise dans l'établissement de ces brillants résultats.

M. le Dr George Brady, le savant spécialiste de Sunderland a bien voulu, à notre prière, se charger d'étudier les entomostracés des diverses couches du bassin d'Anvers et il a ainsi fourni un précieux élément d'intérêt et de nouveauté à notre travail. M. Brady nous a autorisé à puiser, dans un mémoire encore inédit, un grand nombre de renseignements du plus vif intérêt relatifs à nos entomostracés pliocènes; nous sommes heureux de lui exprimer ici les sentiments reconnaissants que nous inspire sa bienveillante coopération.

MM. S.-V. Wood et G. Jeffreys ont bien voulu, à diverses reprises, nous aider de leurs lumières dans la révision de nos listes malacologiques et dans certaines recherches de synonymie et de nomenclature. Tout en nous maintenant dans une voie indépendante et personnelle, en ce qui concerne la nomenclature et l'établissement de nos listes malacologiques, nous avons pu profiter très utilement des indications qui nous ont été communiquées par ces deux savants naturalistes.

Nous avons eu recours bien souvent à l'inépuisable obligeance de M. H. Nyst, conservateur au Musée d'Histoire Naturelle, lequel a non seulement bien voulu mettre à notre disposition de précieux matériaux d'étude (bryozoaires, sables, etc.), mais a constamment accueilli, avec son affabilité ordinaire, toutes nos demandes de renseignements, et nous a aidé de ses lumières pour certaines déterminations difficiles de nos coquilles pliocènes.

D autres personnes encore nous ont facilité notre tâche de diverses manières et ont coopéré, directement ou indirectement, à l'amélioration de notre travail. Nous les remercions toutes de leur bienveillant concours et nous ne voulons pas terminer l'Esquisse sans les assurer de notre vive gratitude.

NOTES, ADDITIONS ET CORRECTIONS.

Le mémoire primitivement présenté, en décembre 1874, à la Société Malacologique de Belgique, sous le titre : *Esquisse géologique et paléontologique des dépôts pliocènes des environs d'Anvers*, consistait en une notice assez succincte, résumant à grands traits l'état des connaissances acquises à cette époque sur la constitution du bassin d'Anvers et faisant connaître un certain nombre de faits nouveaux, mis en lumière par suite de nos études. Cette notice devait servir d'introduction à la description des Foraminifères de nos terrains pliocènes.

Guidé par diverses considérations, qui se trouvent exposées dans l'avant-propos de ce mémoire, nous avons cru utile de retirer notre travail, afin de lui donner toute l'extension que de nombreuses observations nouvelles nous permirent bientôt d'y apporter.

Ayant obtenu du Conseil de la Société Malacologique l'autorisation que nous demandions, nous consacrâmes l'année 1875 et une partie de l'année 1876 à remanier et à amplifier considérablement le travail primitif.

Les rapports des Commissaires, désignés par la Société pour examiner le nouveau mémoire qui lui était présenté, furent lus à la séance du 5 mars 1876. A la suite de ces rapports, l'impression de l'*Esquisse* dans les Mémoires de la Société fut décidée.

L'introduction historique et la description des sables inférieurs se trouvèrent imprimées vers la fin de l'année 1876. Elles furent distribuées sous la forme d'un premier fascicule du tiré à part, dans les derniers jours de 1876.

Le second fascicule, comprenant la description des sables moyens et celle des sables supérieurs, aurait dû suivre de près ; mais des circonstances indépendantes de notre volonté vinrent en retarder l'impression pendant longtemps.

Diverses excursions, faites à Anvers pendant les années 1876-77, nous ayant permis, en effet, de réunir encore des observations nouvelles et intéressantes, nous crûmes qu'il y avait tout avantage à en faire profiter notre travail, malgré le nouveau délai qui devait en résulter.

Tels sont les motifs qui nous ont forcé de retarder jusqu'à ce jour la publication du second fascicule de notre tiré à part et celle de l'Esquisse entière dans les Annales de la Société.

Nous espérons que les amplifications et les remaniements successifs dont ce travail a été l'objet n'auront pas nui sensiblement au plan d'ensemble, également développé dans toutes ses parties. Toutefois, des idées exprimées avec une certaine réserve dans les premières pages de l'Esquisse, ont reçu, depuis lors, une confirmation complète; notre opinion sur certains points, encore obscurs au début, s'est vérifiée et solidement assise par suite d'observations complémentaires, exposées dans la seconde moitié de notre travail.

Cette circonstance est la principale cause du développement donné à notre chapitre final ou résumé général, dont nous avons profité pour bien coordonner ces observations et ces résultats successifs, afin d'arriver à un ensemble homogène résumant, aussi clairement et aussi complétement que possible, nos vues sur les diverses questions traitées dans le cours du travail.

Le résumé historique dont nous avons fait précéder notre description du bassin d'Anvers comprend l'analyse sommaire des travaux publiés jusqu'au 1er janvier 1875.

Depuis cette époque, l'attention des géologues paraît avoir été attirée plus spécialement qu'auparavant sur l'étude de notre bassin pliocène, et un certain nombre de travaux ont été publiés pendant ces dernières années. L'analyse de ces travaux nous mènerait trop loin pour être présentée ici; elle sera d'ailleurs mieux à sa place dans un supplément que nous publierons plus tard et qui pourra comprendre, en même temps que des observations nouvelles, l'examen et la discussion des appréciations et opinions contradictoires que soulèvera la publication de notre mémoire.

Pour le moment, nous nous bornerons à énumérer les titres des travaux publiés sur le bassin d'Anvers depuis le 1er janvier 1875, en faisant toutefois remarquer que l'examen sommaire, mais consciencieux et sincère, de ces divers travaux n'a pu modifier en rien les conclusions de notre étude. Certains de ces travaux contiennent des vues originales; d'autres fournissent des renseignements nouveaux et intéressants, des détails locaux, etc., utiles pour la connaissance du bassin d'Anvers; mais les idées exposées sur les questions générales ou d'interprétation diffèrent

assez souvent de celles développées dans ce travail, et nous montrerons plus tard les motifs qui, nous forcent à conserver les vues émises ou bien défendues par nous.

Avant de passer à l'énumération des travaux publiés depuis le 1er janvier 1875 sur le bassin d'Anvers, nous croyons utile de signaler quelques livres et mémoires ayant paru antérieurement, et qui ont été omis dans les indications bibliographiques de notre introduction.

Nous citerons :

Dictionnaire géographique de la province d'Anvers, par Ph. Vander Maelen. — Bruxelles, 1834.

Voir : le chapitre du « sol », pp. 31-44; celui des « secondes argiles », pp. 45-46, et enfin celui des « sables coquilliers », pp. 47-51.

*

De la plaine maritime depuis Boulogne jusqu'au Danemark. 1re partie : *Anvers jusqu'à Boulogne,* par Antoine Belpaire; 2e partie : *Boulogne jusqu'au Danemark,* par Alphonse Belpaire. — Anvers, 1855. 242 pages in-8°, avec carte.

*

De Bodem van Nederland. De Zamenstelling en het ontstaan der gronden in Nederland ten behoeve van het algemeen beschreven, door W.-C.-H. Staring. — Harlem, 1856-60. 2 vol. in-8°, ensemble 932 pages, avec 11 planches, coupes, cartes, etc.

Voir : vol. II, pp. 263-271, les détails relatifs au « Crag d'Anvers », au « sable de Diest » et au « sable du Bolderberg ».

*

On the Belgian Equivalents of the Upper and Lower Drift of the Eastern Counties by S.-W. Wood jun^r^. — Annals and Mag. of Natural History 3rd S^ies^. Vol. XIII, N° 77, May 1864, pp. 393-406.

*

Note sur les dépôts post-pliocènes du Kiel, près d'Anvers, par G. Vincent. — Annales Soc. Malac. Belgique. Tome IX, 1874. Bulletin des séances, pp. XVI-XIX (11 janvier 1874.)

Voici maintenant l'énumération des travaux publiés depuis le 1er janvier 1875 et n'ayant, par conséquent, pu être cités dans notre résumé historique :

Observations sur les sables d'Anvers, par J. Gosselet. — Annales Soc. Géol. du Nord. Lille. Tome II. 1874-75, pp. 129-134. (Séance du 19 mai 1875.)

*

Note sur les dépôts scaldisiens des environs d'Hérenthals, par G. Dewalque. — Annales Soc. Géol. de Belgique. Liége. Tome III, 1876, pp. 7-11. (Séance du 20 février 1876.)

*

Note sur quelques localités pliocènes de la rive gauche de l'Escaut, par G. Dewalque. — Annales Soc. Géol. de Belgique. Liége. Tome II, 1876, pp. 12-20. (Séance du 20 février 1876.)

*

Rapports de MM. Dewalque, Rutot et Cogels *sur l'Esquisse géologique et paléontologique des dépôts pliocènes des environs d'Anvers, par E. Vanden Broeck.* — Annales Soc. Malac. de Belgique. Bruxelles. Tome XI, 1876. Bulletins des séances, pp. XVII-XXIX (Séance du 5 mars 1876.)

*

Esquisse géologique et paléontologique des dépôts pliocènes des environs d'Anvers, par E. Vanden Broeck. — Annales Soc. Malac. de Belg. Tome IX, 1874, 2e partie. (Séance du 5 mars 1876.)

Le fascicule I du tiré à part, comprenant l'Introduction historique et la description des sables inférieurs d'Anvers (pp. 1-101), a paru en décembre 1876.

*

Les Phoques fossiles du bassin d'Anvers, par P.-J. Van Beneden. — Bulletin Acad. roy. de Belgique, 2e série, tome XLI, 1876, pp. 783-802. (Séance du 1er avril 1876.)

*

Esquisse géologique du département du Nord et des contrées voisines, par J. Gosselet. Terrain néogène. — Bulletin scientifique hist. et litt. du département du Nord. Lille, 1876. Numéro d'Avril 1876.

*

Les alluvions du Rhin et les sédiments du système diestien dans le nord de la France et en Belgique, par J. Ortlieb. — Annales Soc. Géol. du Nord. Tome III, 1875-76, pp. 94-105, avec pl. (Séance du 2 mai 1876.)

*

Renseignements sur le forage d'un puits artésien à Utrecht, par G. Dewalque. — Annales Soc. Géol. de Belgique. Liége. Tome III, 1876. Bulletin des séances, pp. 90-91. (Séance du 23 juillet 1876.)

*

Un mot sur le Sélache (Hannovera aurata) *du Crag d'Anvers*, par P.-J. Van Beneden. — Bull. Acad. roy. de Belgique, 2e série. Tome XLII, 1876, pp. 294-299, avec pl. (Séance du 5 août 1876.)

*

Relations des sables d'Anvers avec les systèmes diestien et boldérien, par J. Gosselet. — Annales Soc. Géol. du Nord. Tome IV, 1876-77, pp. 1-14. (Séance du 8 novembre 1876.)

*

Rapports de MM. Van Beneden et Dupont *sur le travail de M. Mourlon, intitulé : Sur les dépôts qui, aux environs d'Anvers*, etc. — Bull. Acad. roy. de Belgique, 2e série, tome XLII, 1876. N° 11, pp. 666-674. (Séance du 11 novembre 1876.)

*

Sur les dépôts qui, aux environs d'Anvers, séparent les sables miocènes des couches pliocènes scaldisiennes, par M. Mourlon. — Bull. Acad. roy. de Belgique. 2e série, tome XLII, 1876, pp. 760-790, avec planche. (Séance du 11 novembre 1876[1].)

*

Note sur l'argile des polders, suivie d'une liste de fossiles qui y ont été observés dans la Flandre occidentale, par J. Deby. — Annales Soc. Malac. de Belgique. Tome XI, 1876, Mémoires, pp. 69-90. (Séance du 5 mars 1876.)

*

Considérations nouvelles sur les systèmes boldérien et diestien, par P. Cogels. — Annales Soc. Malac. de Belgique. Tome XII, 1877, pp. 1-24. (Séance du 7 février 1877.)

*

Liste des diatomées fossiles trouvées dans l'argile des polders, par J. Deby. — Annales Soc. Belge de Microscopie. Bruxelles. Tome III, 1876-77. Bulletin des séances, pp. LXVI-LXIX. (Séance du 24 février 1877.)

*

Rapports de MM. Van Beneden et Dupont *sur le travail de M. Mourlon, intitulé : Sur le classement stratigraphique des Phoques*, etc. — Bull. Acad. roy. de Belgique. 2e série, tome XLIII, 1877, pp. 473-475. (Séance du 15 mai 1877.)

*

[1] Tiré à part, distribué le 31 décembre 1876, sous le titre de : *Études stratigraphiques sur les dépôts miocènes supérieurs et pliocènes de Belgique*, fascicule I.

Sur le classement stratigraphique des Phoques fossiles recueillis dans les terrains d'Anvers, par M. Mourlon[1]. — Bull. Acad. roy. de Belgique, 2e série, tome XLIII, 1877, pp. 603-609. (Séance du 15 mai 1877.)

*

Note sur les Foraminifères de l'argile des polders, par E. Vanden Broeck. — Annales Soc. Belge de Microscopie. Tome III, 1876-77. Bulletin des séances, pp. CXIII-CXXII. (Séance du 7 juin 1877.)

*

Description des ossements fossiles des environs d'Anvers. 1re partie. *Pinnipèdes ou Amphithériens*, par P.-J. Van Beneden. Bruxelles 1877. Grand in-4°, 88 pages, avec atlas, 18 planches in-plano. — Annales du Musée royal d'Histoire Naturelle de Belgique. Tome Ier. (17 juin 1877, date de l'annonce dans l'*Indépendance*.)

*

Observations sur les couches quaternaires et pliocènes de Merxem, près d'Anvers, par E. Vanden Broeck et P. Cogels. — Annales Soc. Malac. de Belgique. Tome XII, 1877. Bulletin des séances, pp. LXVIII-LXXIII. (Séance du 2 septembre 1877.)

*

Note sur un Cachalot nain du Crag d'Anvers (*Physeterula Dubusii*), par P.-J. Van Beneden. — Bull. Acad. roy. de Belgique, 2e série. Tome XLIV. 1877, n° 12, pp. 851-856, pl. (Séance du 14 décembre 1877.)

*

Sur le gisement du Cachalot nain (*Physeterula Dubusii. Van Beneden*); par M. Mourlon. — Bull. Acad. roy. de Belgique, 2e série. Tome XLV. 1878, n° 3, pp 178-182. (Séance du 2 mars 1878.)

[1] Tiré à part formant suite à celui indiqué par la note de la page précédente.

NOTES DIVERSES.

Pages 118-121. Liste des mollusques observés a Edeghem dans les sables a *Panopæa Menardi.*

Depuis l'impression de cette liste, nous avons trouvé quelques légères modifications à y introduire. Ainsi, il est à noter que *Cassis Saburon* et *Scalaria torulosa* ne se trouvent dans le Red Crag qu'à l'état de fossiles remaniés. *Pecten lineatus* et *Scrobicularia prismatica* doivent figurer dans la colonne du Crag supérieur anglais; la dernière de ces deux espèces n'a cependant été observée que dans les couches de Chillesford. *Bulla acuminata*, *Tornatella levidensis*, *Natica catena* et *Limopsis anomala* doivent être notés dans la colonne du Scaldisien.

Au lieu de lire, page 120 :

Natica millepunctata, Lmk. (var. *multipunctata*, Wood),
Odostomia conoidea, Broc. (*O. plicata?* Mont.),

Il faut lire :

Natica multipunctata, Wood. (*N. millepunctata*, Lmk.),
Odostomia conoidea, Broc. (*O. plicata*, Nyst non Mont.).

***

Page 124, paragraphe 2.—Depuis l'impression de ces lignes, nous avons visité le gîte de Burght. Les sables à Panopées, représentés par une couche peu épaisse, y reposent sur l'argile (oligocène) de Boom. Le dépôt est en tous points semblable à celui du Kiel, sur la rive droite. En certains endroits, très localisés, les fo siles sont nombreux, généralement *in situ*, et les lamellibranches toujours bivalves. Les espèces les plus abondantes sont :

Panopæa Menardi, Desh.; *Tellina Benedeni*, Nyst et West. var. *fallax* Beyr.; *Venus multilamella*, Lmk.; *Lucina borealis*, L.; *Nucula Haesendoncki*, Nyst, et *Pecten tigrinus*, Mull.

Nous avons également noté un *Turbo* (représenté par son opercule), une *Natica* (indéterminable), la *Cyprina Islandica*,? L. un *Balanus* et un *Polypier* indéterminé.

Les eaux superficielles, arrêtées par les argiles de Boom, ont fortement altéré les sables à Panopées. Ceux-ci ont rarement conservé leur coloration primitive; ils sont verts, jaunâtres ou rougeâtres. Les fossiles n'ont été préservés que dans les parties intactes ou les moins altérées (dans la

zone verte), mais ils sont extrêmement friables, et la plupart d'entre eux tombent en bouillie au moindre contact.

La *Lucina borealis* et le *Pecten tigrinus* paraissent avoir mieux résisté que les autres espèces.

Dans les points où les phénomènes d'altération ont agi avec le plus d'intensité, les fossiles ont disparu et le dépôt s'est entièrement oxydé ; les sables sont alors jaunâtres ou rougeâtres. La partie la plus altérée simule parfois des poches au sein des sables verdâtres ou fossilifères.

Nous avons été frappé de l'analogie que présentent ces sables avec ceux, sans fossiles et toujours altérés, qui s'observent aux environs, sur la rive gauche, et qui reposent également sur l'argile oligocène.

Il n'y aurait rien d'impossible à ce que les sables sans fossiles et généralement altérés qui, aux environs de Tamise, de Rupelmonde, etc., reposent sur l'argile oligocène et dont l'âge est encore en discussion, ne fussent autre chose que le prolongement vers l'ouest de la zone des sables à Panopées. D'après leurs caractères lithologiques, on pourrait même les considérer comme représentant les sédiments de la région littorale de cet horizon.

***

Page 125, paragraphe 2. — Ayant procédé tout récemment au triage minutieux d'une grande quantité de sables à Panopées du Kiel, nous avons obtenu une série de bryozoaires de petite taille.

Ils ont fourni à M. A. Houzeau de Lehaye, qui les a examinés, la liste suivante : *Idmonea serpens?* Linné ; *Salicornaria crassa*, Busk.; *Cupularia denticulata*, Conr., et *Hornera frondiculata*, Lam. Toutes ces espèces étaient rares, sauf la dernière, représentée par des fragments très abondants, et non roulés.

***

Page 127, paragraphes 3 à 6. — La première phase de l'arrivée des eaux pliocènes au dessus des argiles oligocènes a dû être marquée par une sédimentation littorale. Mais les sédiments pliocènes du Kiel et des environs ne représentent pas forcément ces premiers dépôts littoraux, qui ont pu être balayés et qui ne sont peut-être indiqués que par les quelques graviers restés sur place.

Les sables à Panopées du Kiel, de Burght, etc., se sont en tous cas déposés *sous une certaine profondeur d'eau* et à l'abri de l'agitation des vagues.

Les mollusques perforants et les annélides signalés pages 126-127, n'indiquent pas, comme nous l'avons avancé à tort (page 127, paragraphe 6), une sédimentation *exclusivement* littorale. Nous en citerons

comme exemple le passage suivant, extrait d'un « Chapitre sur des recherches bathométriques dans la fosse du Cap-Breton (golfe de Gascogne), » publié dans : *Les Fonds de la Mer*. Paris, 1875. Tome II, p. 32.

« A la profondeur de 40 à 90 brasses, dit ce rapport, apparaissent des « espèces qu'on n'avait pas recueillies dans les eaux supérieures. Les « roches sont creusées par des mollusques, et l'on recueille dans les excavations le *Gastrochena modiolina*, le Saxicava rugosa, le *Kellia suborbicularis* et enfin le Pholadidea papyracea, qui habite presque toutes « les roches du large dans le golfe de Gascogne. »

Ce rapport cite aussi des Annélides, représentées par divers genres.

***

Pages 134-137. Liste des mollusques observés a Anvers dans les sables a *Pectunculus pilosus*.

Une révision attentive des indications exposées dans cette liste nous permet de proposer les modifications suivantes :

Montacuta substriata et *Scrobicularia prismatica*, ayant été observées dans les couches de Chillesford, peuvent être marquées R dans la colonne du Crag supérieur anglais. *Natica varians* (ou *hemiclausa*) ne se trouve, au contraire, qu'à l'état remaniée dans les dépôts postérieurs au Coralline Crag.

Natica catena, *Tornatella levidensis*, *Bulla acuminata*, *Limopsis anomala*, *Cucullaea pectunculoides*, *Astarte pygmæa* et *Pecten Caillaudi* doivent être indiqués dans la colonne du Scaldisien.

Pour *Natica millepunctata* et *Odostomia conoidea*, voir les observations signalées précédemment (page 351) pour la liste d'Edeghem.

Au lieu de lire, pages 134 et 135 :

Natica hemiclausa, Sow. (*Natica varians*, *Duj.*).
Cerithium sinistratum, Nyst. (*C. granosum*, Wood.).
Kellia coarctata, Wood. (G : *Scinctilla*.)
Astarte Waeli, Nyst. (*A. pygmaea*, v. Munst.).
Mytilus modiolus, L. (G : *Modiola*.).

Il faut lire :

Natica varians, Duj. (*N. hemiclausa*, Sow.).
Cerithium granosum, Wood. (*C. sinistratum*, Nyst.).
Kellia compressa, Phil. (*K. coarctata*, Wood.)
Astarte pygmaea, v, Munst. (*A. Waeli*, Nyst).
Modiola modiolus, L. (G : *Mytilus*.).

***

Page 138, parag. 3. — Sur les 230 espèces de mollusques des sables

inférieurs, nous en connaissons maintenant 121, c'est à dire, de 52 p. c. appartenant à la faune du Crag anglais.

***

Page 146. Liste des vertébrés des sables inférieurs d'Anvers.

Le *Physeterula Dubusii*, Van Beneden (14e ligne de la colonne de droite) vient d'être étudié et décrit par le Prof. Van Beneden, dans sa *Note sur un cachalot nain du Crag d'Anvers*. Le savant professeur de Louvain nous apprend que ce cétacé doit être rangé parmi les ziphioïdes, dans le groupe des cachalots. Le *Physeterula Dubusii* n'est donc pas à sa place dans notre liste : il doit passer dans la colonne de gauche, parmi les ziphioïdes.

D'autre part, la même notice de M. Van Beneden fait remarquer que l'*Homocetus Villersii*, Dubus (cité dans la première colonne de notre liste) fait double emploi avec le *Physeterula Dubusii* et doit disparaître de la nomenclature. Le genre *Homocetus* avait été établi sur une région cervicale, reconnue après comme appartenant à un Balénide, et l'on avait aussi rapporté à l'*Homocetus Villersii* la mandibule de cachalot d'après laquelle M. Van Beneden a établi son *Physeterula Dubusii*.

***

Pages 150 à 152. — Dans les considérations exposées dans ces trois pages, nous avons fait usage de l'expression usuelle de *sable vert* pour désigner les *sables graveleux* verdâtres qui surmontent les sables à Pétoncles. Il importe de noter que c'est dans ce sens restreint que nous avons employé l'expression de *sable vert*.

Comme on l'a vu ailleurs, divers autres dépôts des sables inférieurs sont aussi devenus des *sables verts* par suite de certains phénomènes d'altération.

Il faut se reporter aux considérations exposées pages 159-164 pour se faire une idée exacte de la nature du dépôt, qu'avec tout le monde et pour plus de facilité, nous avons désigné, dans les premières pages du chapitre, sous le nom de *sable vert*, mais pour lequel nous avons ensuite proposé le nom de *sable graveleux*.

***

Page 151, paragraphe 2, ligne 3. — Dans ses derniers travaux, M. Mourlon a modifié sa manière de voir au sujet du gisement de la *Terebratula grandis*, de sorte que notre phrase est maintenant devenue inexacte.

Au lieu de rattacher la *Terebratula grandis* à l'horizon des *sables gris*

ou des *sables moyens d'Anvers*, M. Mourlon la rapporte actuellement à la faune des *sables verts*.

Considérant ceux-ci comme un dépôt géologique distinct, M. Mourlon y rattache la roche à bryozoaires de la porte de Borsbeek, avec ses Térébratules, ses bryozoaires, etc. On verra plus loin que nous ne pouvons partager cette opinion.

Nous avons dit, ligne 4 du même paragraphe, que nous considérons les sables moyens comme le *seul niveau bien défini* de la Térébratule.

Nous devons ajouter maintenant que les observations exposées ultérieurement (p. 244) nous engagent à admettre l'existence d'un premier niveau à Térébratules dans les sables inférieurs d'Anvers.

***

Page 187. Liste des mollusques de la zone des sables a *Isocardia cor*.

Cette liste, dressée d'après les recherches de M. Cogels, comprend l'énumération des coquilles recueillies dans les sables à *Isocardia cor* des nouveaux Bassins, sur la rive droite de l'Escaut.

Nous avons eu récemment l'occasion de faire des recherches au fort de Zwyndrecht, situé sur la rive gauche, et distant d'environ 8 kilomètres des Bassins. (*Voir* à ce sujet la note de la page 229.)

Nous y avons retrouvé les sables à *Isocardia cor*, avec tous leurs caractères lithologiques et paléontologiques.

La plupart des mollusques que nous avons recueillis dans ces sables ont été observés par M. Cogels aux nouveaux Bassins; mais nous avons cependant à signaler un certain nombre d'espèces qui ne se trouvent pas dans la liste de M. Cogels, et qu'il y a lieu, par conséquent, d'ajouter à la faune des sables à *Isocardia cor*.

Dans l'énumération suivante, les espèces précédées d'un astérisque sont celles non mentionnées dans la liste des sables à *Isocardia cor* des nouveaux Bassins.

Les lettres placées en regard de ces espèces ont la même signification que les lettres correspondantes dans la liste des coquilles observées aux Bassins (*voir* page 187).

Les noms imprimés en caractères gras indiquent, comme précédemment, les espèces les plus abondantes. Il est à noter que ce sont presque toutes les mêmes qu'aux nouveaux Bassins. Ce sont surtout ces espèces qui contribuent à donner au dépôt des sables à *Isocardia cor* son facies si spécial. On remarquera, d'autre part, que presque toutes les espèces signalées comme nouvelles pour la faune de ce dépôt sont indiquées comme rares

ou très rares. Aussi le facies général de la faune de Zwyndrecht est-il absolument identique à celui du gîte des nouveaux Bassins.

Voici maintenant l'énumération des espèces observées par nous, ainsi que par M. Cogels, dans ce dépôt de Zwyndrecht :

LISTE

DES MOLLUSQUES RECUEILLIS A ZWYNDRECHT

DANS LES SABLES A *ISOCARDIA COR*.

	Cancellaria varicosa, *Broc*.....	RR		**Venus ovata**, *Penn*.....	AC
	Pleurotoma turrifera, *Nyst*.....	R	*	Kellia ambigua, *Nyst et W.* I.S.C.R.A.	R
	Cypræa Europæa, *Mont*.....	RR		**Woodia digitaria**, *L*.....	AC
	Natica varians, *Duj*.....	CC		**Cyprina Islandica**, *L*.....	C
	» cirriformis, *Sow*.....	R		» **rustica**, *Sow*.....	CC
	» multipunctata, *Wood*.....	RR		**Isocardia cor**, *L*.....	CC
*	Chemnitzia elegantissima, *Mont.* C.A.	RR		**Axinus sinuosus**, *Don*.....	CC
*	**Odostomia conoidea**, *Br.* S.C.R?A.	C		**Lucina borealis**, *L*.....	CC
*	Eulima polita, *L*..... S.C.R.A.	RR	*	Lucinopsis Lajonkairei, *Pay.* S.C.R?A	R
*	**Eulima subulata**, *Donov.* I.S.C.A.	C		Diplodonta Woodi, *Nyst*.....	R
*	Cerithium tuberculare, *Mont*...C.A.	RR		Astarte Basteroti, *Lajonk*.....	AR
*	Cerithium granosum, *Wood.* I.C.R.	RR		» **Burtini**, *Lajonk*.....	C
	Turritella incrassata, *Sow*.....	CC	*	» » var. pisiformis, *Wood.* C.	RR
	Scalaria subulata, *Sow*.....	AR		» **corbuloides**, *Lajonk*.....	CC
	» **frondicula**, *Wood*.....	AC	*	» incerta, *Wood*.....S.C.	AR
*	» Woodiana, *Nyst*..... A?	RR		» **obliquata**, *Sow*.....	AC
*	Rissoa confinis, *Wood*.....C.	AR		» **Omalii**, *Lajonk*.....	CC
*	» **vitrea**, *Mont*.....S.C.A.	C		**Cardita scalaris**, *Sow*.....	C
*	Trochus conulus, *L*.....C.A.	RR		» **orbicularis**, *Sow*.....	CC
	» zizyphinus, *L*.....	RR	*	Cucullæa pectunculoides, *Scac.* I.C.A.	RR
	Margarita monilifera, *Nyst*.....	AC	*	Limopsis anomala, *d'Eichw.* I.C.R.A.	RR
*	? Dentalium entalis, *L*.....I.C.A.	AR	*	Nucula nucleus, *L*.....I.S.C.R.A.	R
*	Tornatella tornatilis, *L*..... I.C.R.A	AR		**Leda semistriata** [1], *Wood*.....	AC
*	» levidensis, *Wood*...I.C.	AR	*	Pinna pectinata, *L*.....I.S.C.R.A.	AR
	Ringicula buccinea, *Broc*.....	CC		**Lima subauriculata**, *Mont*.....	CC
	Scaphander lignarius, *L*.....	AC		**Pecten dubius**, *Broc*.....	CC
*	**Bulla conuloidea**, *Wood.* S.C.A..	AC		» **Gerardi**, *Nyst*.....	AC
	Bulla cylindracea, *Penn*.....	AC		» **lineatus**, *Da Costa*.....	CC
*	**Solen ensis v. minor**, *Nyst.* I.S.C.R.A	CC		» **tigrinus**, *Mull*.....	AC
	Glycimeris angusta, *N. et W.*..	AC		» Westendorpi, *Nyst*.....	RR
	Corbula striata, *Walk*.....	AC		**Ostrea edulis**, *L*.....	AC
	Tellina compressa, *Broc*.....	AR		**Anomia ephippium**, *L*.....	C
	Scrobicularia prismatica, *Mont.*	CC	*	Terebratula grandis, *Blum*....C.R.	RR
*	Saxicava fragilis, *Nyst*....I.S.C.A.	R		**Lingula Dumortieri**, *Nyst*.....	C

[1] Indiquée sous le nom erroné de *Nucula lævigata*, Sow., dans notre liste des sables à *Isocardiacor* des nouveaux Bassins.

Parmi les autres débris organiques recueillis dans les sables à *Isocardia cor* de Zwyndrecht, nous citerons le *Ditrupa subulata*, Desh., qui s'y trouve avec une abondance réellement extraordinaire; le *Cellepora coronopus*, l'*Eschara monilifera* et deux autres espèces de bryozoaires.

Nous avons recueilli des fragments de *Spatangus*, de *Cidaris*, ainsi que de nombreux échantillons de *Balanus;* ces derniers appartenant à deux espèces bien distinctes.

Notons encore une pince appartenant à un crustacé de la famille des *Cancéridæ*, des dents, des otolithes et des vertèbres de poissons, ainsi que des ossements de cétacés.

Quant aux Foraminifères, assez nombreux, ils seront l'objet d'études spéciales et ils nous feront retrouver, ainsi que le reste de la faune, le facies si caractéristique observé dans les sables à *Isocardia cor* des nouveaux Bassins.

Lorsque nous avons donné, dans le cours de ce travail, la description des sables moyens à *Isocardia cor*, nous n'avons pu énumérer pour la faune de ce dépôt que les 64 espèces de mollusques notées aux Bassins par M. Cogels. Chaque fois que nous avons fait allusion aux éléments fauniques de ce dépôt, soit pour les mettre en regard de la faune d'autres couches pliocènes, soit pour les comparer à la faune actuelle, nous avons rappelé l'insuffisance des données qui nous servaient de base pour l'étude de la faune de nos sables moyens à *Isocardia cor*. Nous disions que lorsque cette faune serait mieux connue, les caractères distinctifs du dépôt apparaîtraient plus saillants et que ses relations se définiraient plus nettement encore dans le sens indiqué.

Nos recherches dans les sables à *I. cor* de Zwyndrecht nous ayant permis d'ajouter 24 espèces aux 64 précédemment indiquées, voyons si nos prévisions se sont réalisées? Cela est facile à vérifier à l'aide des indications accompagnant, dans la liste ci-dessus, les espèces marquées d'un astérisque, c'est à dire nouvelles pour la faune des sables à *I. cor*. Il suffit d'ajouter ces indications supplémentaires à celles de la liste des sables à *I. cor* des Bassins.

Nous avions noté (pp. 188-189) que 60 p. c. des coquilles des sables à *I. cor* se retrouvent dans les sables inférieurs, et que la même proportion d'espèces reparaît aussi dans les sables supérieurs. Or, sur les 88 espèces que nous pouvons actuellement mettre en ligne de compte, 50 se trouvent dans les sables inférieurs et 50 également dans les sables supérieurs d'Anvers, soit, de part et d'autre, 57 p. c. d'espèces en commun.

Cette proportion, moindre que celle obtenue primitivement, tout en spécialisant davantage la faune des sables à *I. cor*, confirme entièrement

notre appréciation sur l'horizon des sables moyens, qui « constitue, disions-nous, un moyen terme bien distinct entre les sables inférieurs et les sables supérieurs. »

Sur les 64 espèces de notre première liste, 57, soit 89 p. c., sont notées comme se trouvant dans le Coralline Crag ; 25 (et non 27, comme le texte de la page 189 l'indique par erreur), soit 39 p. c., font partie de la faune du Red Crag.

Or, sur les 88 espèces de nos deux listes réunies, nous en trouvons 80, soit 91 p. c., dans le Coralline Crag et 33, soit 37 p. c., dans le Red Crag. Ces chiffres sont bien plus significatifs que ceux obtenus précédemment, et les affinités étroites que nous avons signalées entre la faune du Coralline Crag et celle des sables à *Isocardia cor* se trouvent donc non seulement confirmées, mais rendues plus évidentes encore.

Quant à la proportion des espèces récentes dans les sables à *I. cor*, elle n'a guère subi de variation depuis nos recherches à Zwyndrecht.

Sur les 88 espèces des deux listes réunies, 63, soit 71 p. c., appartiennent à la faune des mers actuelles. Précédemment nous avions trouvé que sur 64 espèces il s'en trouvait 45 de vivantes, soit 70 p. c. (c'est par suite d'une erreur matérielle que le texte des pages 189 et 265 porte 73 p. c.).

Comme le Coralline Crag contient, d'après M. Jeffreys, 84 p. c. d'espèces récentes, la proportion obtenue de 71 p. c. de formes encore vivantes dans les sables moyens à *I. cor* montre, comme nous le disions, que « nos sables moyens seraient un peu plus anciens que le Coralline « Crag. »

Des considérations qui précèdent il résulte que cette première addition de 24 espèces à la faune des sables à *Isocardia cor* nous permet de différencier plus nettement encore qu'auparavant l'horizon géologique auquel appartient ce dépôt ; de plus, les considérations exposées pages 188-189 se trouvent confirmées en tous points et sont renforcées d'une manière très sensible.

Il n'est pas douteux que lorsque la faune des sables moyens d'Anvers sera mieux connue encore, des éléments nouveaux viendront s'ajouter à ceux que nous venons d'exposer en faveur de la thèse que nous défendons.

***

Page 188, ligne 10 de la liste. — C'est par suite d'une erreur de synonymie que *Nucula lævigata* se trouve signalée ici comme ayant été recueillie par M. Cogels dans les sables à *Isocardia cor* des nouveaux Bassins. C'est *Leda semistriata*, Wood., que M. Cogels a recueillie, espèce qu'il a mentionnée dans sa liste sous le nom de *Leda lævigata*, Nyst et West.

Il est à noter que *Leda semistriata* n'appartient pas à la faune des sables inférieurs. Nous l'avons retrouvée dans les sables supérieurs d'Austruweel. Elle s'observe dans le Coralline Crag et ne fait pas partie de la faune du Red Crag, ni de celle des mers actuelles.

Il y a donc lieu de modifier, suivant ces renseignements, les indications de la ligne 10, dans la liste de la page 188.

Par suite de cette rectification, il y a lieu d'indiquer, dans la liste des coquilles d'Austruweel, la présence de *Leda semistriata* dans la colonne des sables moyens à *Isocardia cor* (page 274, ligne 3).

Dans la liste des coquilles de Calloo, au contraire, il faut éliminer, en regard du nom *Nucula lævigata*, la lettre M de la troisième colonne (page 281, ligne 22).

Il en est de même pour la liste des coquilles de Wyneghem (page 286, ligne 22).

***

Page 213. A l'énumération des coquilles observées dans les sables à bryozoaires, ajoutez : *Corbula striata* Walk.

Même page, paragraphe 3 après la liste. — *Homalogyra atomus.*

Il est à noter que, dans les mers actuelles, cette coquille habite plus particulièrement les eaux profondes.

Sa découverte, dans nos sables à bryozoaires, s'accorde donc avec les renseignements fournis par la présence des autres éléments de la faune de ce dépôt.

***

Page 239, paragraphes 4 et 5.— Depuis l'impression de ces lignes, nous avons recueilli la *Terebratula grandis* dans les sables à *Isocardia cor* de Zwyndrecht. Cette observation confirme notre opinion sur le niveau de la Térébratule; mais il ne faut pas perdre de vue que, comme pour les échantillons recueillis dans les sables à *Isocardia cor* de Deurne, la Térébratule de Zwyndrecht a pu être rejetée dans les sables à *I. cor* des profondeurs voisines, où s'épanouissait la faune des sables à bryozoaires.

Il est en tout cas certain que la Térébratule de Zwyndrecht ne peut provenir d'autres dépôts que de ceux des sables moyens, et c'est là le point capital de notre observation.

***

Page 260. — Liste des mollusques recueillis dans les sables a Trophon des nouveaux Bassins.

Natica catena doit être indiquée dans la colonne des sables inférieurs d'Anvers.

Par suite de la liste additionnelle que nous avons donnée (p. 354) pour

la faune malacologique des sables à *Isocardia cor*, il y a lieu de compléter les indications de la colonne des « sables moyens » dans nos diverses listes des sables supérieurs. Dans la liste des nouveaux Bassins, *Eulima subulata* et *Astarte incerta* doivent être indiquées comme faisant partie de la faune des sables moyens à *Isocardia cor*.

***

Page 265. — Voir, pour tous les passages de cette page, relatifs à la faune des sables moyens, les considérations supplémentaires que nous venons d'exposer à la suite de la liste des mollusques des sables à *Isocardia cor* de Zwyndrecht.

Voir aussi l'*Errata* pour le chiffre de la proportion des espèces récentes dans les sables à *I. cor* des Bassins et pour celui de la proportion des espèces récentes dans l'ensemble des sables supérieurs d'Anvers.

***

Pages 272 et 273. — Liste des mollusques recueillis dans les sables a Trophon d'Austruweel.

Natica catena, Odostomia conoidea et *Bulla acuminata* doivent être indiquées comme appartenant à la faune des sables inférieurs d'Anvers.

La lettre C, indiquant la présence, dans le Coralline Crag, de *Rissoa vitrea*, doit être reportée vers la gauche de la colonne.

Pour la même raison que celle mentionnée plus haut, *Odostomia conoidea, Eulima subulata, Eulima polita, Rissoa vitrea, Bulla conuloidea, Solen ensis var. minor, Astarte incerta* et *Nucula nucleus* doivent être indiquées comme appartenant à la faune des sables moyens à *Isocardia cor*.

***

Page 280. — Liste des mollusques recueillis dans les sables a Trophon de Calloo.

Pour cette liste de Calloo, comme pour celle de Wyneghem (p. 286), l'astérisque de la première colonne de gauche indique les espèces non citées dans *les deux listes précédentes* des sables supérieurs (et non dans *la liste précédente*, ainsi que cela se trouve imprimé par erreur en tête de cette première colonne).

Natica catena doit être indiquée dans la colonne des sables inférieurs d'Anvers.

Par suite de la liste additionnelle, donnée p. 354, il y a lieu d'indiquer *Solen ensis* var. *minor*, *Lucinopsis Lajonkaireï* et *Astarte incerta* comme faisant partie de la faune des sables à *Isocardia cor*.

Nucula lævigata, que nous avons indiquée comme appartenant à la

faune du Coralline Crag, ne se trouve en réalité représentée dans cet horizon que par une variété distincte : la var. *calva*, Wood.

***

Page 286. — Liste des mollusques recueillis dans les sables a Trophon de Wyneghem.

L'entête des trois premières colonnes suivant l'énumération des espèces est fautif. L'entête de la colonne 2 doit se reporter à la colonne 1 ; celui de la colonne 3 doit se rapporter à la colonne 2. Pour la colonne 3 il faut : Sables supérieurs d'Austruweel, des Bassins et de Calloo.

Saxicava fragilis doit être indiquée dans la colonne des sables inférieurs d'Anvers.

Pour la même raison que précédemment, *Solen ensis* var. *minor*, *Saxicava fragilis*, *Kellia ambigua*, *Astarte incerta* et *Nucula nucleus* doivent être notés dans la colonne des sables moyens à *Isocardia cor*.

Pour la présence de *Nucula lævigata* dans le Coralline Crag, voir l'observation faite plus haut à propos de la liste de Calloo.

***

Page 287, paragraphe 5, ligne 2. — *Wommelghem*. Nous n'avons pas exploré les dépôts des sables supérieurs de cette localité, mais nous possédons des coquilles recueillies au fort de Wommelghem, dans des couches représentant cet horizon. Cette circonstance nous permet de nous faire une idée du facies des sables à Trophon en cet endroit, où les coquilles paraissent peu remaniées et en assez bon état. Nous possédons les espèces suivantes : *Voluta Lambertii*, Sow. *Natica multipunctata*, Wood. *Cyprina rustica*, Sow. *Cardium edule*, L. var *edulinum*, Sow. *Astarte incerta*, Wood. *Astarte obliquata*, Sow. *Astarte Omalii*, Lajonk. *Astarte Basteroti*, Lajonk. *Pectunculus glycimeris*, L. *Pecten opercularis*, L. *Pecten pusio*, L. *et Ostrea edulis*, L.

Le *Pecten pusio* et l'*Ostrea edulis* sont représentés par un grand nombre d'échantillons en très bon état; plusieurs Astartes sont bivalves.

***

Page 187. — Résumé sur la faune des sables supérieurs d'Anvers.

En analysant tour à tour les données numériques fournies par nos quatre listes de la faune des sables supérieurs d'Anvers, nous avons eu soin de faire remarquer que l'exiguïté de ces listes ne permettait guère que des évaluations approximatives.

Sur d'aussi minimes quantités d'espèces, disions-nous p. 262, il suffit du déplacement de quelques unités, c'est à dire de l'adjonction ou du retrait de quelques numéros, pour donner lieu à une modification parfois très grande dans les résultats du pourcentage. Or, l'adjonction des élé-

ments nouveaux contenus dans notre liste des mollusques de Zwyndrecht et certains changements indiqués dans le chapitre des « Additions et Corrections » exigeraient un remaniement de quelques unités dans certains résultats partiels du pourcentage de nos listes des Bassins, d'Austruweel, de Calloo et de Wyneghem.

Mais comme nous avons fait remarquer (p. 262) que les chiffres obtenus ne pouvaient être considérés que comme approximatifs, il ne nous paraît nullement nécessaire de nous arrêter à ces détails, en somme insignifiants.

Nous nous bornerons à noter que les éléments actuellement connus comme composant la faune des sables supérieurs d'Anvers se décomposent comme suit :

Sur 143 espèces énumérées dans nos quatre listes principales, 39, soit 27 p. c., se trouvent également dans les sables inférieurs; 54, soit 37 p. c., font partie de la faune des sables moyens; 106, soit 74 p. c., se retrouvent dans le Coralline Crag, et 100, soit 70 p. c., appartiennent à l'horizon du Red Crag. (On ne perdra pas de vue que les espèces remaniées ou douteuses du Red Crag ont été laissées de côté dans nos relevés.)

Enfin 106 espèces, soit 74 p. c., de la faune des sables supérieurs, sont encore représentées dans les mers actuelles.

A propos de ce dernier résultat, nous ferons remarquer que si le chiffre de 70 p. c. se trouve imprimé page 265, 3e paragraphe, et aussi au bas de la page 289, comme représentant la proportion des espèces vivantes dans les sables supérieurs d'Anvers, c'est par suite d'une erreur matérielle, corrigée d'ailleurs dans l'*Errata*.

En somme, les divers résultats que nous venons d'exposer ne diffèrent guère de ceux que nous avions obtenus précédemment, et nous ne sommes entré dans ces détails que parce que notre *Résumé sur la faune des sables supérieurs d'Anvers* ne donne qu'une partie seulement des chiffres cités ci-dessus.

***

Page 291, note 1, ligne 5. — Il y a lieu d'ajouter encore à cette énumération le *Cerithium granosum*, Wood.

***

Pages 292, ligne 24 de la liste. — Au lieu de lire : *Cerithium sinistratum*, Nyst (*C. granosum*, Wood), il faut lire : *Cerithium granosum*, Wood. (*C. sinistratum*, Nyst).

Page 293, ligne 3 de la liste. — *Tornatella tornatilis* doit être notée dans la colonne des sables inférieurs.

R. Y. ACADE

AVIS AU LECTEUR.

En clôturant la série des NOTES, ADDITIONS ET CORRECTIONS, nous croyons devoir nous excuser auprès de nos lecteurs de l'extension donnée à ce chapitre, qui occasionnera un travail de révision et d'annotations assez peu attrayant.

Nous avons cru que cet inconvénient serait suffisamment compensé par l'intérêt des documents et des données nouvelles, exposés dans ce chapitre supplémentaire, contenant d'ailleurs des notes rectificatives qu'il importe de ne pas perdre de vue.

Notre travail, simple introduction à l'étude de la faune rhizopodique du bassin d'Anvers, n'est, comme l'indique d'ailleurs son titre, qu'une *Esquisse;* c'est à dire un exposé, forcément incomplet, qui appelle, loin de les éviter, les retouches et les additions successives, sans lesquelles il ne pourrait se transformer en un tableau fidèle et complet.

Ayant eu pour but, non seulement de rassembler et de classer méthodiquement tous les matériaux acquis, relatifs à l'histoire de notre bassin pliocène, mais encore d'exposer les résultats de nos études et de nos recherches, et enfin de mettre en lumière toute une série de documents et de faits nouveaux, il eût été regrettable de nous arrêter avant l'accomplissement complet de cette tâche. C'est pourquoi nous n'avons pas hésité à ajouter à

notre travail les données supplémentaires que nous avons recueillies jusque pendant l'impression des dernières pages du mémoire, et nous espérons que l'extension donnée au chapitre des Notes, Additions et Corrections sera bien accueillie par nos lecteurs, qui trouveront ainsi réunis dans notre travail des éléments d'étude plus complets et plus exacts.

Nous avons dit plus haut qu'il importe de tenir compte de certaines corrections indiquées dans ce chapitre supplémentaire; nous ajouterons que diverses corrections de l'*Errata* ont également une importance réelle au point de vue scientifique, notamment celles indiquées pour les pages 152, 157, 255, 280 et 281, 285 et 286 et plus particulièrement encore celles, très importantes, indiquées pour les pages 137, 189, 263, 265, 289 et 290.

CROQUIS TOPOGRAPHIQUE

DES ENVIRONS D'ANVERS.

En décrivant les couches pliocènes de la région d'Anvers, nous avons mentionné de nombreuses localités où des travaux anciens et récents de défense de la ville ont permis l'observation de ces couches; nous avons également signalé, décrit même les divers gîtes où affleurent les dépôts fossilifères.

D'autre part, nous nous sommes attaché, dans le cours de ce travail, à reconstituer les diverses phases de la configuration de notre bassin pliocène; nous avons, autant que possible, indiqué, pour chacun de nos horizons pliocènes, les situations successives et les relations mutuelles de la région émergée, de la ligne de rivage et des zones littorale, côtière et profonde.

Le lecteur non familiarisé avec les situations respectives des localités citées, aura quelque peine à se faire une idée exacte des rapports et des relations mutuelles existant entre les divers dépôts de notre bassin pliocène. C'est pourquoi, désireux de remédier à cet inconvénient, nous avons cru bien faire en complétant les données du texte par un croquis topographique, indiquant toutes les localités mentionnées dans le cours de ce travail et permettant ainsi de suivre avec facilité les explications données.

La carte que nous présentons, dressée spécialement pour notre travail, comprend l'indication de toutes les localités des environs d'Anvers où des dépôts pliocènes ont été signalés, ainsi que le tracé des travaux de défense, anciens et nouveaux, si souvent cités comme gisements ou comme points d'observation.

La région ombrée, traversée dans notre Croquis par le mot *Anvers*, sur la rive droite, indique le territoire compris dans l'ancienne enceinte, actuellement démolie. Au nord de l'ancienne enceinte, on remarque les Bassins, et en particulier les nouveaux Bassins, rassemblés vers la lettre K. On sait que le creusement des bassins a fourni à notre collègue, M. Cogels, des observations importantes.

Vers le sud-est des Bassins, en H, on remarque l'emplacement du Stuyvenberg, gîte aujourd'hui disparu, et où M. N. Dewael a fait des observations fort intéressantes.

Au sud-ouest du Stuyvenberg, et non loin de l'ancienne enceinte, on trouve l'emplacement de l'ancienne lunette d'Hérenthals. M. Nyst a observé en ce point un bon gîte fossilifère des sables inférieurs à *Pectunculus pilosus*. Sur l'emplacement de l'ancienne lunette d'Hérenthals s'élève aujourd'hui un parc public.

Un canal de dérivation, indiqué dans notre Croquis, amène en ce point les eaux du Grand Schyn. Ce canal, qui se dirige à l'est vers la nouvelle enceinte, qu'il traverse pour rejoindre le Schyn vers Wyneghem, est l'ancien *Canal d'Hérenthals*. Lors des travaux exécutés au canal au point de sa jonction avec la nouvelle enceinte, on y a trouvé, dans les sables inférieurs à Pétoncles, un grand nombre d'ossements de cétacés, etc., aujourd'hui exposés dans les collections du Musée de Bruxelles.

Au sud de l'ancienne enceinte s'élevait autrefois, en L, la citadelle du Sud, récemment démolie.

Des travaux tout récents ont mis à jour, en ce point, les sables inférieurs à Pétoncles, représentés, vers la partie supérieure du dépôt, par une couche très fossilifère.

La nouvelle enceinte s'étend à une distance considérable de la ville, ainsi que l'indique le tracé que nous en avons donné. Elle comprend, outre le territoire entier de la ville d'Anvers, les villages de Borgerhout, de Berchem, etc.

On n'aura pas oublié que le capitaine Dejardin a publié, en 1862, la coupe géologique complète de l'enceinte (14 kilomètres de longueur), dans un travail fort intéressant, inséré dans les Bulletins de l'Académie de Belgique.

Nous avons fait figurer sur notre Croquis, les portes de l'enceinte, souvent citées comme points de repère, etc., dans des mémoires récents; nous n'avons pas cru devoir faire mention de celles qui s'observent entre Berchem et l'Escaut, dans la partie sud de l'enceinte.

La nouvelle enceinte est divisée en cinq sections militaires, non indiquées sur notre carte afin d'éviter l'encombrement, mais dont il est utile de connaître les situations respectives. En effet, la plus grande partie des

ossements de cétacés, etc., actuellement exposés au Musée de Bruxelles, ne portent d'autre indication que le numéro de la section de l'enceinte dans laquelle ils ont été trouvés pendant les travaux de construction de celle-ci.

La première section part de la rive droite de l'Escaut au nord d'Anvers et contourne les travaux de défense de la citadelle du Nord. La deuxième section s'étend jusqu'en deçà du village de Deurne. La troisième section va à peu près jusqu'à la porte de Borsbeek. Enfin la quatrième section s'étend jusqu'à la partie de l'enceinte qui sépare le village de Berchem du saillant voisin (n° 9), et la cinquième section comprend le reste de l'enceinte jusqu'à l'Escaut, au sud d'Anvers.

La partie de l'enceinte avoisinant le fleuve et placée en aval de la lunette du Kiel (indiquée sur la carte) représente le *gisement du Kiel*, localité intéressante, où des observations faites dans ces derniers temps ont fait découvrir l'extension des sables inférieurs à *Panopæa Menardi*, d'Edeghem.

La partie du fossé extérieur de l'enceinte, comprise entre la porte Louise et la porte de Borsbeek, représente un ancien gîte à Térébratules, mentionné autrefois par M. Nyst, ainsi que le gisement dit « de la porte de Borsbeck », étudié récemment par M. Mourlon et qui a fait l'objet d'un chapitre spécial de l'Esquisse.

Les anciens forts, qui défendaient la région sud-est de l'ancienne enceinte, ont été démolis pour la plupart. Les forts 1, 3, 5, 6 et 7 s'élevaient sur l'emplacement actuellement couvert par la nouvelle enceinte. Nous avons indiqué la position des trois premiers, ainsi que celle des anciens forts 2 et 4. Les forts 6 et 7 s'élevaient sur l'emplacement de la nouvelle enceinte, dans la région sud, entre Berchem et l'Escaut. Le fort 2 (ou fortin de Deurne) et l'ancienne lunette de Deurne ont été conservés, mais ne font plus partie du système actuel de défense.

Notre carte montre encore les huit nouveaux forts détachés, formant au sud-est d'Anvers un immense arc de cercle d'environ 17 kilomètres de développement. Une coupe géologique synthétique, reliant les coupes réelles, mises à jour lors du creusement du fossé principal de chacun de ces forts, a été publié par M. le capitaine Dejardin, en même temps que la coupe citée plus haut.

La carte montre encore, au nord d'Anvers, le fort en construction de Merxem, où l'on observe le facies si intéressant des sables supérieurs que nous avons désigné, avec M. Cogels, sous le nom de zone des sables à *Corbula striata*.

Sur la rive gauche, on remarque la nouvelle digue défensive, ainsi que les forts en construction de Zwyndrecht et de Cruybeke. On se rappelle

que c'est au fort de Zwyndrecht que nous avons retrouvé les sables à *Isocardia cor* des nouveaux Bassins, avec tous leurs caractères lithologiques et paléontologiques.

L'ancien gîte « d'Edeghem » où M. Nyst a découvert pour la première fois, en 1861, les sables inférieurs à *Panopæa Menardi*, bien qu'appartenant au territoire de la commune d'Edeghem, est situé près de Wilryck, non loin du fort 6. Nous en avons indiqué l'emplacement exact au moyen de la lettre M.

Les autres indications de la carte sont : les chemins de fer, les routes de premier ordre, les cours d'eau principaux et enfin les cotes d'altitude du terrain, représentées par des courbes de niveau, à l'équidistance de 5 mètres.

Nous espérons que ces diverses indications de notre Croquis topographique faciliteront l'intelligence du texte, et nous remercions cordialement M. le capitaine d'état-major Hennequin de la bienveillante coopération qu'il a bien voulu nous accorder en dirigeant lui-même l'exécution graphique de la carte, dressée et gravée au Dépôt de la guerre. Nous remercions aussi M. le major Adan, directeur du Dépôt, qui a bien voulu mettre à notre disposition les documents nécessaires pour faciliter ce travail et lui assurer toute l'exactitude désirable.

FIN.

TABLE DES MATIÈRES.

AVANT-PROPOS 83

Coup d'œil général sur les sables d'Anvers et résumé historique des travaux auxquels ils ont donné lieu 87

Notions générales sur le bassin pliocène d'Anvers 87

Travaux publiés de 1823 à 1849 : Cuvier, de la Jonkaire, Nyst et Dumont . 91

Travaux publiés de 1852 à 1862 : Lyell, Dewael, Nyst, Dejardin et d'Omalius. 93

Travaux publiés de 1865 à 1867 : Ray Lankester, Godwin-Austen et von Koenen. 99

Travaux publiés en 1868 : Dewalque 103

Considérations sur les caractères paléontologique et stratigraphique . . . 104

Travaux publiés de 1871 à 1874 : Prestwich, Mourlon et Cogels 107

Description des couches pliocènes des environs d'Anvers 111

LES SABLES INFÉRIEURS D'ANVERS. 113

Les sables à Panopæa Menardi 114

Liste des mollusques observés, à Edeghem, dans ces sables 118

Liste des entomostracés observés à Edeghem, dans le même dépôt . . . 123

Les sables à *Panopæa Menardi* du Kiel, près d'Anvers. 123

Liste des mollusques recueillis dans ces sables. 124

Liste des entomostracés observés dans le même dépôt. 125

Contact des sables pliocènes avec l'argile oligocène, au Kiel 126

Les « sables verts » du Kiel 128

Les sables à Pectunculus pilosus. 130

Liste des mollusques observés dans ces sables 134

La faune des sables à Pétoncles comparée à celle des sables à Panopées. . 138

Liste des entomostracés des sables à *Pectunculus pilosus* 140

Considérations sur les vertébrés des sables inférieurs d'Anvers 141

Liste des vertébrés des sables inférieurs d'Anvers 146

La zone des sables à *Ostrea cochlear* (O. navicularis) 149

Les sables graveleux d'Anvers et de Diest, ou les sables verts d'Anvers et les sables ferrugineux diestiens. 150
Observations sur les sables pliocènes de Rupelmonde 154
Observations sur l'amas coquillier du Bolderberg 155
Liste des mollusques du Bolderberg, non observés dans les autres dépôts des sables inférieurs 157
Remarques sur les altérations des sables inférieurs d'Anvers 158
Coup d'œil général sur le bassin pliocène pendant le dépôt des sables inférieurs d'Anvers. 165
Les origines de la période pliocène dans le bassin septentrional européen. . 173
Considérations sur l'étude du synchronisme à distance. 175
Le bassin pliocène de l'Europe méridionale 177
LES SABLES MOYENS D'ANVERS 180
Les sables à Isocardia cor. 184
Liste des mollusques recueillis dans ces sables, aux nouveaux Bassins . . 187
Liste des entomostracés du même dépôt 190
Observations sur les vertébrés des sables à *I. cor* des nouveaux Bassins . . 190
Observations sur les sables à *I. cor*, et sur leur extension dans le bassin d'Anvers. 191
Les bancs reconstruits et les couches remaniées, confondus parmi les « sables gris d'Anvers » 192
Les sables à bryozoaires 193
Considérations sur les vertébrés des sables moyens 194
Liste des vertébrés des sables moyens d'Anvers. 198
Liste des bryozoaires des sables moyens 202
Les affinités du Coralline Crag et des sables à bryozoaires. 208
Liste des entomostracés des sables à bryozoaires 211
Les mollusques des sables à bryozoaires 212
Relations des sables à bryozoaires avec les sables à Isocardia cor. 214
La roche à bryozoaires de la Porte de Borsbeek 221
La dénudation des sables moyens d'Anvers 226
La question du gisement de la Terebratula grandis 233
Observations sur les « sables verts » de la Porte de Borsbeek 241
La *Terebratula grandis* dans les dépôts tertiaires de l'étranger 246
Coup d'œil général sur le bassin pliocène, pendant le dépôt des sables moyens d'Anvers 248
LES SABLES SUPÉRIEURS D'ANVERS. 253
Les sables à Trophon antiquum 256
Liste des mollusques recueillis aux nouveaux Bassins, dans ces sables . . 260
Observations sur certains fossiles remaniés du Red Crag, appartenant à l'horizon des sables à Trophon 262
Les sables à *Trophon antiquum* de Zwyndrecht 266
» » » du Stuyvenberg 268
» » » d'Austruweel 270
Liste des mollusques recueillis dans le dépôt d'Austruweel. 272

Les sables supérieurs de Merxem et Eeckeren 275
Les sables à *Corbula striata* du fort de Merxem 276
Les sables à *Trophon antiquum* de Calloo 278
Liste des mollusques recueillis dans le dépôt de Calloo 280
Les sables à *Trophon antiquum* de Wyneghem 282
Liste des mollusques recueillis dans le dépôt de Wyneghem 285
Localités diverses avec gisements de sables supérieurs. 287
Résumé sur la faune des sables supérieurs d'Anvers 287
Observations sur les éléments non classés de la faune du « Crag d'Anvers ». . . 290
Liste des mollusques scaldisiens de dépôts non classés du bassin d'Anvers . 292
Notes supplémentaires sur les altérations. 294
Les bancs reconstruits des sables supérieurs. 295
Classement des dépôts formant l'horizon des sables supérieurs 296
Liste des entomostracés des sables à *Trophon antiquum* 298
ANNEXE : Répartition des entomostracés dans les divers dépôts des sables d'Anvers 299
Liste générale des entomostracés des sables d'Anvers 301
Coup d'œil général sur le bassin pliocène pendant le dépôt des sables supérieurs d'Anvers. 304
CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES ET RÉSUMÉ. 314
Tableau synoptique et chronologique des couches pliocènes et quaternaires du bassin d'Anvers. . . . . . en regard de la page 341
NOTES, ADDITIONS ET CORRECTIONS 344
Indications bibliographiques supplémentaires 347
Notes diverses 351
Liste des mollusques recueillis dans les sables à *Isocardia cor* de Zwyndrecht. 356
Considérations supplémentaires sur la faune malacologique des sables moyens à *Isocardia cor* 357
AVIS AU LECTEUR 363
Croquis topographique des environs d'Anvers. 365

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

ERRATA.

PAGES.					
94	5e paragraphe, ligne 2,	*au lieu de :*	coquiller,	*lisez :*	coquillier.
95	Note 1, ligne 2,	»	p. 1 à 36,	»	p 30 à 60.
97	6e parag., ligne 1,	»	Dujardin,	»	Dejardin.
98	2e et 4e parag., ligne 1,	»	Dujardin,	»	Dejardin.
98	Note 1, ligne 1,	»	Dujardin,	»	Dejardin.
99	9e parag., ligne 1,	»	1685,	»	1865.
101	4e parag., ligne 4,	»	collarin,	»	corallin.
122	5e parag., ligne 1,	»	extrêmement rares,	»	assez rares.
123	2e parag., ligne 5,	»	une douzaine de,	»	dix-sept.
125	Dans la liste (2e colonne),	»	*Cytherura latissimum*,	»	*Cytheropteron latissimum*.
129	4e parag., ligne 7,	»	humidité et	»	humidité, et
130	Sous le titre,	*après :*	Mourlon (1873),	*ajoutez :*	Cogels (1874).
137	2e parag., lignes 9 et 10,	*au lieu de :*	39, c'est-à-dire 61 p. c.,	*lisez :*	38, c'est-à-dire 60 p. c.
139	Note 1, parag. 2, ligne 3,	»	si l'on admet,	»	en admettant.
141	2e parag., ligne 4,	»	des types,	»	de types.
147	Note 4, ligne 8,	*après :*	littorale,	*ajoutez :*	graveleuse.
151	6e parag., ligne 5,	»	sable vert,	»	graveleux.
152	4e parag., ligne 1,	»	*sables verts*,	»	*graveleux*.
157	Dans la liste, 2e col., ligne 14,	*au lieu de :*	*Turritella crenulata*, Nyst,	*lisez :*	*T. Renieri*, Mich.
161	5e parag., ligne 2,	»	Porte Léopold,	»	Porte Louise.
181	1er parag., ligne 5,	»	du Stuyvenberg, par exemple,	»	peut-être du Stuyvenberg.
187	Au titre de la liste,	*après :*	Liste des mollusques, etc.	*ajoutez :*	des nouveaux Bassins.

PAGES.				
189	2° parag., ligne 1,	*au lieu de :*	27 p. c.,	*lisez :* 25 p. c.
189	5e parag., ligne 2,	»	88 p. c.,	» 84 p. c.
189	5e parag., ligne 2 et 4,	»	73 p. c.,	» 70 p. c.
198	Parmi les divis. de la liste,	»	Pinnigrades,	» Pinnipèdes.
199	10e ligne de la 1re note,	»	Pinnigrades,	» Pinnipèdes.
200	7e parag., ligne 6,	»	Houzeau de Lehaie,	» Houzeau de Lehaye.
204	Dans la liste, au N° 88,	*après :*	Eschara Nystii, *Houzeau, ajoutez :* (spec. nov.).	
255	3e parag., ligne 2.	*au lieu de :*	3 ou 4 mètres,	*lisez :* 4 ou 5 mètres.
263	Note 1, ligne 2,	»	70 p. c.,	» 74 p. c.
265	1er et 5e parag., ligne 1,	»	73 p. c.,	» 70 p. c.
265	3e parag., ligne 2,	»	70 p. c.,	» 74 p. c.
273	dans la liste, ligne 30,	»	*ood*,	» *Wood*.
280 et 281	Dans l'entête de la 1re colonne,	»	la liste précédente,	» les listes précédentes.
285 et 286	Dans l'entête de la 1re colonne,	»	la liste précédente,	» les listes précédentes.
289	5e parag., ligne 1,	»	Une centaine de,	» 106 espèces
289	5e parag., ligne 2,	»	70 p. c.,	» 74 p. c.
290	1er parag., ligne 3,	»	80 p. c.,	» 84 p. c.

FIN DE L'ERRATA.

CROQUIS TOPOGRAPHIQUE AU 1:160,000 DES ENVIRONS D'ANVERS.

Légende.

A	*Ancienne lunette d'Hérenthals.*	L	*Citadelle du Sud (démolie).*
B	*Emplacement de l'ancien Fort 5.*	M	*Ancienne Briqueterie d'Edeghem.*
C	*Emplacement de l'ancien Fort 4.*	a	*Porte de Berchem.*
D	*Emplacement de l'ancien Fort 3.*	b	*„ de Borsbeek.*
E	*Lunette de Deurne.*	c	*„ Louise.*
F	*Fortin de Deurne. (Ancien Fort 2).*	d	*„ Léopold.*
G	*Emplacement de l'ancien Fort 1.*	e	*„ d'Hérenthals.*
H	*Emplacement de l'ancien Fort de Stuyvenberg.*	f	*„ de Turnhout.*
K	*Nouveaux Bassins.*	g	*„ de Breda.*

Courbes de niveau à l'équidistance de 5 mètres.