

# LES DÉPÔTS TERTIAIRES SUPÉRIEURS

DU

## BASSIN ANGLO-BELGE

PAR

**F. W. Harmer**

Membre de la Société géologique de Londres.

PLANCHE VIII

---

### PREMIÈRE PARTIE

#### **Les couches pliocènes de la Hollande et leurs rapports avec celles de la Belgique et de l'Angleterre.**

Mon ami, le Dr J. Lorié, d'Utrecht, a, en 1885 (1) et en 1889 (2), publié d'importants articles dans lesquels il a décrit des strates fossilifères découvertes en Hollande d'après des forages profonds à Goes, à Gorkum, à Utrecht et à Amsterdam, démontrant le fait remarquable que les dépôts souterrains pliocènes de cette contrée atteignent la grande épaisseur de plus de 200 mètres, peut-être même de 300 mètres.

Au mois de mai 1896, dans une communication à la Société Géologique de Londres (3), j'ai essayé de démontrer que la partie supérieure de ces dépôts est considérablement plus récente, non seulement que celle du Scaldisien de Belgique, à laquelle elle est généralement rattachée, mais aussi que la zone poederlienne de M. Vincent, car sa faune de mollusques est certainement plus boréale que celle de ces deux autres dépôts, et j'ai proposé pour ces couches hollandaises le nom d'Amstélien (4) d'après le fleuve Amstel, près de la ville d'Amsterdam, où elles atteignent leur plus grand développement.

(1) *Contributions a la Géologie des Pays-Bas*, n° 1, Extr. des Archives du Musée Teyler. Sér. II, tome II (1885), Haarlem.

(2) *Bull. Soc. Belge Géol.* Tome III, p. 409 (1889).

(3) *Quarterly Journal of the Geol. Society*, tome LII, p. 748 (1896), London.

(4) J'ai adopté ce nom, proposé par M. le Dr Lorié, après avoir consulté M. Van den Broeck.

Dans l'article précité, j'ai proposé la classification suivante des couches pliocènes de l'Angleterre, de la Belgique, et de la Hollande.

*Tableau synoptique des Couches Pliocènes.*

ANGLETERRE.	BELGIQUE.	HOLLANDE.
Cromer Beds. (Forest Bed Series).		
Weybourn & Bure Valley Crag.		
Chillesford Clay.		
Norwich Crag.		
Red Crag.		Amstélien.
Walton Crag : Couche supérieure. » inférieure.	Poederlien. Scaldisien.	Scaldisien.
Coralline Crag. Lenham Crag.	Zone à <i>Isocardia cor.</i> Sables de Diest, Louvain, etc.	Diestien.

Le rapport entre les couches pliocènes anglaises et belges a pendant longtemps occupé l'attention des géologues. Grâce aux travaux de Searles Wood, Kendall, et autres en Angleterre, et à ceux de mon ami Van den Broeck, et de ses collègues de Belgique, la faune malacologique des dépôts pliocènes a été étudiée avec tant de soin qu'aujourd'hui nous avons des matériaux suffisants pour une détermination très approximative de la corrélation entre les divers horizons de ces pays. D'abord il est universellement admis que le *Coralline Crag* de l'Angleterre est à peu près équivalent à la partie supérieure de la formation diestienne de la Belgique et probablement à la zone à *Isocardia cor*, attendu que 86 % des mollusques et 73 % des polyzoaires trouvés dans ce dernier horizon sont aussi présents dans le *Coralline Crag*.

Il y a cependant une différence notable entre le *Coralline Crag* et les sables à *Isocardia cor* : les mollusques dans ce dernier dépôt existent *in situ*, avec les deux valves réunies, tandis que dans le premier ce ne

sont, sauf de rares exceptions, que des coquilles d'animaux morts, dont peu sont bivalves, les plus grands et les plus petits exemplaires ayant été *triés* par l'action des courants, et disposés en couches, de la même manière que la distribution des cailloux de différentes grosseurs dans les dépôts de gravier. Dans un cas il s'agit du fond de la mer où vivaient les mollusques, dans l'autre d'une série de bancs sous-marins, constitués principalement des restes *pulvérisés* de polyzoaires et de mollusques, avec amas de nombreux exemplaires de coquilles de mollusques. Pourtant beaucoup de polyzoaires vivaient sur ces bancs coquilliers, et leurs restes se trouvent dans leur position normale de croissance. M. le professeur Herdman (1) déclare que dans la Mer d'Irlande l'*Isocardia cor* est caractéristique seulement des lieux les plus profonds. Cette coquille s'y trouve à environ une vingtaine de kilomètres de la côte, à des profondeurs de 128 à 146 mètres avec un fond argileux, mais on ne trouve que rarement cette espèce dans le Coralline Crag. Cette dernière formation est généralement caractérisée par des stratifications plus ou moins entrecroisées, et le dépôt a probablement eu lieu dans une mer moins profonde que celle du Diestien belge.

A Lenham, petit village situé à 64 kilomètres environ à l'est-sud-est de Londres, près du sommet d'une chaîne de collines connue sous le nom de *North Downs*, à 185 mètres au-dessus du niveau de la mer, on trouve des couches pliocènes un peu plus anciennes que le Coralline Crag, dont la corrélation avec les sables de Louvain et de Diest a été démontrée par M. Van den Broeck et par M. Clément Reid. Elles contiennent une plus grande proportion d'espèces éteintes de mollusques (43 %), et de formes miocènes (75 %), que ne contient le Coralline Crag ou les sables à *Isocardia cor*.

La faune malacologique du Coralline Crag indique que, en ce temps, le climat de l'Europe septentrionale était plus chaud qu'à présent et ceci est démontré encore plus clairement si nous limitons notre étude aux espèces les plus abondantes. L'usage, en comparant les différentes couches de la période pliocène, a été de prendre — au point de vue comparatif — toutes les espèces qu'elles contiennent, sans tenir compte de leur quantité plus ou moins abondante; mais cela peut donner lieu à des erreurs si l'on attache trop d'importance à la présence d'une forme dont un, ou tout au plus quelques exemplaires, ont été rencontrés, en comparaison avec des formes qui existent en très grande quantité. D'environ 440 espèces de mollusques trouvés dans le Coralline Crag et décrites par M. Searles Wood dans sa Monographie (2), près de 90

(1) *Reports British Association*, 1893, p. 526. 1894, p. 330.

(2) *Paleontographical Society. Supplement to the Crag Mollusca*, 1874, 1879, 1882. London.

lui étaient connues par des échantillons *uniques* seulement, tandis que plus de 100 espèces ne se rencontrent que *très rarement*. De 220 espèces, plus ou moins abondantes, qui peuvent être considérées comme formes typiques du Coralline Crag, 38 ou 39 % sont éteintes et, des autres, une grande partie (près d'un tiers) est exclusivement méridionale, et, sauf une exception, les deux autres tiers habitent toutes les mers situées au sud de la Grande Bretagne. Donc, les mollusques abondants du Coralline Crag sont en effet tous méridionaux, et si nous pouvions compter les coquilles au lieu des espèces, nous trouverions mille exemplaires de mollusques méridionaux pour un mollusque boréal (1). Le principe, qu'il est plus important de considérer *le facies général* de la faune que d'analyser toutes les espèces qu'elle contient, pourrait aussi être appliqué à l'étude des couches anglaises groupées jusqu'ici sous le nom de « Red Crag » ; et l'on peut ainsi démontrer qu'elles ne sont pas toutes de la même période, mais, au contraire, qu'elles représentent un espace de temps considérable, pendant lequel le climat de ces latitudes s'est refroidi, petit à petit, presque sans interruption, jusqu'à l'époque quaternaire, pendant laquelle un climat arctique, semblable à celui du Groënland, sévit sur toute l'Europe septentrionale.

Nous voyons dans des couches du Crag à Walton-on-the-Naze, à 8 kilomètres au sud de Harwich, le premier signe de ce changement de climat en Angleterre ; là quelques espèces de mollusques éteints, typiques du Coralline Crag, sont inconnues, ou tout au plus très rares, tandis qu'apparaissent pour la première fois quelques formes boréales, qu'on ne rencontre pas dans les plus anciens dépôts pliocènes, mais qui abondent ensuite dans la mer du Crag supérieur.

En considérant les dépôts pliocènes situés à l'est de la Mer du Nord, on trouve que la faune des zones scaldisiennes et poederliennes des géologues belges correspond approximativement à celle du Crag de Walton. Je vois une très grande similitude entre le Scaldisien et le Poederlien, la plupart des espèces trouvées dans ces deux horizons étant communes à l'un et à l'autre. J'estime qu'elles représentent non pas toutes les couches connues jusqu'ici sous le nom de « Red crag », mais plutôt les plus anciennes seulement, c'est-à-dire celles de Walton.

Il y a, parmi les mollusques de Walton, 120 espèces plus ou moins abondantes à cet endroit, qui peuvent être considérées comme espèces typiques, et on verra, d'après le tableau suivant, que parmi ces 120 espèces il y en a 90 qui appartiennent soit au Scaldisien soit au Poederlien.

(1) J'ai traité cette question d'une manière plus détaillée dans un article publié dans le *Geological Magazine*. London (1896), p. 27.

LISTE DES MOLLUSQUES TROUVÉS EN ABONDANCE  
A WALTON, QUI SE PRÉSENTENT AUSSI DANS LE SCALDISIEN  
ET DANS LE POEDERLIEN DE LA BELGIQUE :

NOMS DES ESPÈCES	Scaldisien.	Poederlien.	Non connues vivantes.	Méridionales	NOMS DES ESPÈCES	Scaldisien.	Poederlien.	Non connues vivantes.	Méridionales
<b>GASTÉROPODES.</b>					<b>PÉLÉCYPODES.</b>				
<i>Cypræa avellana</i> , Sow. . .	+	+	+		<i>Anomia ephippium</i> , Linn. . .	+	+		
<i>europæa</i> , Mont. . .	+	+			<i>striata</i> , Broc. . .	+	+		
<i>Voluta Lamberti</i> , Sow. . .	+	+	+		<i>Ostrea edulis</i> , Linn. . .	+	+		
<i>Columbella sulcata</i> , Sow. . .	+	+	+		<i>Pecten pusio</i> , Linn. . .	+	+		
<i>Nassa elegans</i> , Leathes . . .	+	+	+		<i>opercularis</i> , Linn. . .	+	+		
<i>labiosa</i> , Sow. . .	+	+	+		<i>maximus</i> , Linn. . .	+	+		
<i>prismatica</i> , Broc. . .	+	+	...	+	<i>tigrinus</i> , Müll. . .	+	+		
<i>granulata</i> , Sow. . .	+	...	...	+	<i>Mytilus edulis</i> , Linn. . .	+	+		
<i>propinqua</i> , Sow. . .	+	+	?		<i>Pectunculus glycimeris</i> , Lin. . .	+	+		
<i>reticosa</i> , Sow. . .	+	+	+		var. <i>subobliquus</i> , Wood . . .	+	...		
<i>Buccinopsis Dalei</i> , Sow. . .	+	+			<i>Nucula lævigata</i> , Sow. . .	+	+	+	
<i>Buccinum undatum</i> , Linn. . .	+	+			<i>nucleus</i> , Linn. . .	+	+		
<i>Purpura lapillus</i> , Linn. . .	+	+			<i>Montacuta bidentata</i> , Mont. . .	+	+		
<i>incrassata</i> , Sow. . .	...	+			<i>Scintilla ambigua</i> , Nyst . . .	+	+	+	
<i>tetragona</i> , Sow. . .	+	+	+		<i>Lucina borealis</i> , Linn. . .	+	+		
<i>Trochon contrarius</i> , Linn. . .	+	+	...	+	<i>Cardita corbis</i> , Phil. . .	+	+	...	+
<i>gracilis</i> , Da Costa. . .	+	+			<i>scalaris</i> , Leathes . . .	+	+		+
<i>muricatus</i> , Mont. . .	+	+	...	+	<i>Cardium edule</i> , Linn. . .	+	+		
<i>Pleurotoma lævigata</i> , Phil. . .	...	...	...	+	<i>nodosum</i> , Turt. . .	+	+		
<i>brachystoma</i> , Phil. . .	+	+			<i>Parkinsoni</i> , Sow. . .	+	+	+	
<i>Cerithium tricinctum</i> , Broc. . .	+	+	+		<i>decorticatum</i> , Wood . . .	+	+	+	
<i>varicosum</i> , Nyst . . .	+	+	+		<i>Cyprina islandica</i> , Linn. . .	+	+		
<i>Aporrhais pes-pelecani</i> , Lin. . .	+	+			<i>Astarte obliquata</i> , Sow. . .	+	+	+	
<i>Turritella incrassata</i> , Sow. . .	+	+	...	+	<i>Burtinii</i> , de Laj. . .	+	+	+	
<i>Chemnitzia elegantior</i> , Wood . . .	+	...	+		<i>Omali</i> , de Laj. . .	+	+	+	
<i>internodula</i> , Wood . . .	+	+	...	+	<i>Basterotii</i> , de Laj. . .	+	+	+	
<i>Lacuna suboperta</i> , Sow. . .	...	+	+		<i>Woodia digitaria</i> , Linn. . .	+	+	...	+
<i>Natica catenoides</i> , Wood . . .	+	+	+		<i>Venus casina</i> , Linn. . .	+	+		
<i>hemicausa</i> , Sow. . .	+	+	+		<i>Cytherea rudis</i> , Poli . . .	+	+	...	+
<i>millepunctata</i> , Lam. . .	+	+	+		<i>Artemis lentiformis</i> , Sow. . .	+	+		
<i>Trochus noduliferens</i> , Wood . . .	+	+	+		<i>lincta</i> , Pult. . .	+	+		
<i>Adansoni</i> , Payr. . .	+	...	...	+	<i>Gastrana laminosa</i> , Sow. . .	+	+	...	+
<i>Montacuti</i> , W. Wood . . .	+	...	...	+	<i>Tapes virgineus</i> , Linn. . .	+	+		
<i>zizyphinus</i> , Linn. . .	+	+			<i>Tellina crassa</i> , Penn. . .	+	+		
<i>Fissurella græca</i> , Phil. . .	...	...	...	+	<i>donacina</i> , Linn. . .	+	+	...	+
<i>Emarginula fissura</i> , Linn. . .	+	+			<i>Abra alba</i> , Wood . . .	+	+		
<i>Calyptrea chinensis</i> , Linn. . .	+	+	...	+	<i>Mactra arcuata</i> , Sow. . .	+	+	+	
<i>Capulus ungaricus</i> , Linn. . .	+	+			<i>subtruncata</i> , Da Costa . . .	+	+		
<i>Tectura virginea</i> , Müll. . .	+	+	...	Bor.	<i>Pandora inæquivalvis</i> , Linn. . .	+	+		
<i>Actæon Noë</i> , Sow. . .	+	+	...	+	<i>Solen ensis</i> , Linn. . .	+	+		
<i>Bulla cylindracea</i> , Penn. . .	+	+			<i>gladiolus</i> , Gray . . .	+	+	...	Bor.
<i>Conovulus pyramidalis</i> , Sow . . .	...	+	+		<i>Corbula gibba</i> , Nyst . . .	+	+		
<i>Dentalium dentatis</i> , Linn. . .	+	+	...	+	<i>Corbulomya complanata</i> , Sow. . .	+	+	+	
					<i>Saxicava rugosa</i> , Linn. . .	+	+		
					<i>Panopæa Faujasii</i> , de la G. . .	+	+	...	+
					<i>Mya arenaria</i> , Linn. . .	+	+		
					<i>truncata</i> , Linn. . .	+	+		
					<i>Cochlod. complanata</i> , Wood . . .	+	...	+	

Les espèces **les plus abondantes** sont indiquées par **une croix en caractères gras** dans toutes les listes de cette esquisse.

Il est à noter, comme démontrant le caractère méridional de la faune, que des 90 espèces précitées, il y en a 21 exclusivement méridionales, et de toutes celles qui existent aujourd'hui, il n'y en a que deux qui ne se trouvent pas dans les mers méridionales. La plupart des espèces caractéristiques de la faune de Walton abondent aussi dans les couches belges.

Ces trois zones sont caractérisées par la première apparition et par la grande abondance de la variété sénestre de *Trophon* (*Chrysodomus antiquus*).

Cependant, M. Kendall a démontré qu'il y a deux zones à Walton, et il a découvert dans la zone supérieure un seul échantillon de la forme dextre de cette espèce, ainsi qu'un petit nombre de spécimens de coquilles boréales; mais ces espèces sont inconnues dans la couche inférieure. De même, la variété dextre de *Trophon* paraît, quoique rarement, dans le Poederlien, ainsi que l'espèce boréale *Chrysodomus despectus*; mais on ne trouve ni l'une ni l'autre dans le Scaldisien.

Il est donc plus que probable, je pense, que le Scaldisien et le Poederlien peuvent représenter les couches inférieures et supérieures, respectivement, du Crag de Walton.

Tandis que la faune de ces dépôts présente un facies méridional, sans être aussi distinctive que celui du Diestien ou du Coralline Crag, les couches pour lesquelles j'ai proposé le nom d'Amstélien, et le Crag rouge du Suffolk, dont les dépôts de Sutton et de Butley sont caractéristiques, possèdent une faune d'une nature franchement boréale.

Non seulement il y a absence, dans ces couches, d'un nombre d'espèces méridionales ou éteintes qui existent dans le Scaldisien et dans le Poederlien, mais ces couches contiennent une abondance de formes boréales et même arctiques qu'on ne rencontre pas dans ces premiers.

Voir, page suivante, un tableau de ces espèces.

J'estime que les faits allégués plus haut justifient la séparation du Crag rouge supérieur de l'Angleterre des dépôts inférieurs de Walton d'un côté, et la séparation de l'Amstélien de la Hollande, du Scaldisien et du Poederlien de la Belgique, de l'autre côté. Non seulement le Crag rouge supérieur et l'Amstélien appartiennent à la partie de l'époque pliocène pendant laquelle le climat était devenu comparativement froid, mais leur sédimentation était accompagnée, comme je m'efforcerai de le démontrer dans la seconde partie de cet article, d'un changement important dans les conditions géographiques du bassin pliocène.

ESPÈCES MÉRIDIONALES OU ÉTEINTES DE MOLLUSQUES TROUVÉES DANS LE SCALDISIEN ET DANS LE POEDERLIEN DE LA BELGIQUE, MAIS QUI NE PARAISSENT PAS DANS L'AMSTELIEN OU DANS L'HORIZON DE BUTLEY DU CRAG ROUGE.

ÉNUMÉRATION DES ESPÈCES	Scaldisien.	Poederlien.	Coralline Crag.	Diestien.	Walton Crag.	Non connues vivantes.	Méridionales.
GASTÉROPODES.							
<i>Trophon alveolatus</i> , Sow.	+	+	+	+	+	+	..
<i>Cancellaria mitraformis</i> , Broc.	+	+	+	+	+	+	..
<i>Nassa prismatica</i> , Broc.	+	+	+	+	+	+	+
<i>lamellilabra</i> , Nyst.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Murex Duponti</i> , Nyst.	+	+	+	+	+	+	+
<i>vicinus</i> , Nyst.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cancellaria Lajonkairei</i> , Nyst.	+	+	+	+	+	+	+
<i>umbilicaris</i> , Broc.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Columbella subulata</i> , Broc.	+	+	+	+	+	+	+
<i>sulcata</i> , Sow.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pleurotoma festiva</i> , Hörnes.	+	+	+	+	+	+	+
<i>gracilis</i> , Mont.	+	+	+	+	+	+	+
<i>hystrix</i> , Jan.	+	+	+	+	+	+	+
<i>incrassata</i> , Duj.	+	+	+	+	+	+	+
<i>perpulchra</i> , Wood.	+	+	+	+	+	+	+
<i>similis</i> , Nyst.	+	+	+	+	+	+	+
<i>subulata</i> , Nyst.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Drillia crassa</i> , A. Bell.	+	+	+	+	+	+	+
<i>crispata</i> , Jan.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Hædropleura Delheidi</i> , Vin.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Natica cirriformis</i> , Sow.	+	+	+	+	+	+	+
<i>intermedia</i> , Phil.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Turbonilla similis</i> , Wood.	+	+	+	+	+	+	+
<i>semistriata</i> , Wood.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Eulima subulata</i> , Don.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pyramidella plicosa</i> , Bronn.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cerithium punctulum</i> , Wood.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cæcum trachea</i> , Mont.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Scalaria fimbriosa</i> , Wood.	+	+	+	+	+	+	+
<i>frondicula</i> , Wood.	+	+	+	+	+	+	+
<i>subulata</i> , Sow.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Fossarus lineolatus</i> , Wood.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Rissoa proxima</i> , Alder.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Xenophorus Deshayesi</i> , Mich.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Trochus obconicus</i> , Wood.	+	+	+	+	+	+	+
<i>turbinoides</i> , Nyst.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Capulus obliquus</i> , Wood.	+	+	+	+	+	+	+
PÉLÉCYPODES.							
<i>Pecten lineatus</i> , Da Costa.	+	+	..	+	..	+	..
<i>Limopsis pygmæa</i> , Phil.	+	..	+	+	+	..	+
<i>Nucinella ovalis</i> , Wood.	+	..	+	+	+	..	..
<i>Leda semistriata</i> , Wood.	+	+	+	+	+	+	..
<i>Lucina crenulata</i> , Ald.	..	..	+	..	..	..	..

ÉNUMÉRATION DES ESPÈCES	Scaldisien.	Poederlien.	Coralline Crag.	Diestien.	Walton Crag.	Non connues vivantes.	Méridionales.
PÉLÉCYPODES (suite)							
<i>Lucina decorata</i> , Wood . . . . .	..	+	+	..	+	+	..
<i>Kellia coarctata</i> , Wood . . . . .	..	+	+	+	..	+	..
" <i>pumila</i> , Wood . . . . .	..	+	+	..	..	Atl.	..
<i>Montacuta truncata</i> , Wood . . . . .	..	+	+	..	..	+	..
<i>Lepton depressum</i> , Nyst . . . . .	..	+	+	+	..	+	..
<i>Astarte incerta</i> , Wood . . . . .	..	+	+	+	..	+	..
" <i>corbuloïdes</i> , de Laj. . . . .	..	+	+	..	..	+	..
<i>Astarte parvula</i> , Wood . . . . .	..	+	+	+	..	+	..
" <i>triangularis</i> , Mont. . . . .	..	+	+	..	..	+	..
<i>Tapes striatella</i> , Nyst . . . . .	..	+	+	..	..	+	..
<i>Coralliophagu cyprinoides</i> , Wood . . . . .	..	+	+	..	..	+	..
<i>Tellina compressa</i> , Broc. . . . .	..	+	+	+	..	+	..
" <i>donacina</i> , Linn. . . . .	..	+	+	..	..	+	..
<i>Donax subfragilis</i> , d'Orb. . . . .	..	+	+	..	..	+	..
<i>Cultellus tenuis</i> , Phil. . . . .	..	+	+	..	..	+	..
<i>Solenocurtus strigillatus</i> , Linn. . . . .	..	+	+	+	..	+	..
<i>Thracia ventricosa</i> , Phil. . . . .	..	+	+	..	..	+	..
<i>Cochlodesma complanatum</i> , Wood . . . . .	..	+	+	..	..	+	..
<i>Pandora pinna</i> , Mont. . . . .	..	+	+	..	..	+	..

ESPÈCES SEPTENTRIONALES OU RÉCENTES QUI SE TROUVENT DANS L'AMSTELIEN OU DANS LE RED CRAG SUPÉRIEUR, MAIS NON A WALTON NI DANS LE SCALDISIEN DE BELGIQUE.

ÉNUMÉRATION DES ESPÈCES	Amsteliën.	Crag rouge supérieur.	Arctique.	Scandinaviën.	ÉNUMÉRATION DES ESPÈCES	Amsteliën.	Crag rouge supérieur.	Arctique.	Scandinaviën.
GASTÉROPODES.					PÉLÉCYPODES.				
<i>Buccinum grænlandicum</i> , Chem. . . . .	..	+	+	+	<i>Modiola modiolus</i> , Linn. . . . .	..	+	..	+
<sup>1 2</sup> <i>Trophon antiquus</i> , Linn. . . . .	..	+	+	..	<i>Leda lanceolata</i> , Sow. . . . .	..	+	..	+
" <i>despectus</i> , Linn. . . . .	..	+	+	..	" <i>myalis</i> , Couth. . . . .	..	+	..	A. N.
" <i>Sarsii</i> , Jeffr. . . . .	..	+	+	..	" <i>minuta</i> , Mont. . . . .	..	+	..	+
" <i>Turtoni</i> , Bean . . . . .	..	+	+	..	" <i>hyperborea</i> , Lovén . . . . .	..	+	..	+
<sup>2</sup> " <i>scalariformis</i> , Gould . . . . .	..	+	+	..	<i>Loripes divaricatus</i> , Linn. . . . .	..	+	..	+
<i>Pleurotoma pyramidalis</i> , Ström. . . . .	..	+	+	..	<i>Cardium grænlandicum</i> , Chem. . . . .	..	+	..	+
" <i>violacea</i> , M. et A. . . . .	..	+	+	..	<sup>2</sup> <i>Astarte compressa</i> , Mont. . . . .	..	+	..	+
<i>Cancellaria viridula</i> , Fabr. . . . .	..	+	+	..	<i>Tellina lata</i> , Gmel. . . . .	..	+	..	+
<i>Scalaria grænlandica</i> , Chem. . . . .	..	+	+	..	<sup>1</sup> " <i>obliqua</i> , Sow. . . . .	..	+	..	+
<i>Littorina littorea</i> , Linn. . . . .	..	+	+	..	" <i>pratensis</i> , Leathes . . . . .	..	+	..	+
<i>Amaura candida</i> , Möll. . . . .	..	+	+	..	<sup>1</sup> <i>Solen siliqua</i> , Linn. . . . .	..	+	..	+
<sup>2</sup> <i>Natica clausa</i> , B. et S. . . . .	..	+	+	..	BRACHIOPODES.				
" <i>grænlandica</i> , Beck . . . . .	..	+	+	..	<i>Rhynchonella psittacea</i> , Chem. . . . .	..	+	+	+
" <i>helicoïdes</i> , Johns. . . . .	..	+	+	..					
" <i>occlusa</i> , Wood. . . . .	..	+	+	..					

La notation A. N. signifie Amérique du Nord.

(1) Trouvés dans le Poederlien, mais pas dans le Scaldisien

(2) M. Kendall a recueilli quelques exemplaires de ces espèces à Walton après des semaines de travail. Au contraire, un grand nombre des espèces dans cette liste se trouvent parmi les formes les plus abondantes du Crag rouge supérieur et de l'Amsteliën.

Le Dr Lorié a décrit, dans les ouvrages mentionnés plus haut, les couches rencontrées dans les forages en Hollande, avec une liste circonstanciée des fossiles, et indiqué la profondeur à laquelle on les a découverts. Il y reconnaît, outre l'alluvion récente d'un côté, et le Rupélien, atteint à Goes de l'autre, la présence de trois formations, c'est-à-dire le Quaternaire, le Scaldisien, et le Diestien. Je me suis permis de proposer une classification de ces dépôts quelque peu différente de celle adoptée par le Dr Lorié, tout en lui offrant mes excuses bien respectueuses de ne pas le suivre dans ses conclusions. En même temps les divisions du Dr Lorié et les miennes s'accordent également pour démontrer que la formation pliocène de la Hollande non seulement augmente progressivement en épaisseur, mais s'incline rapidement vers le nord (voir la coupe, fig. 1).

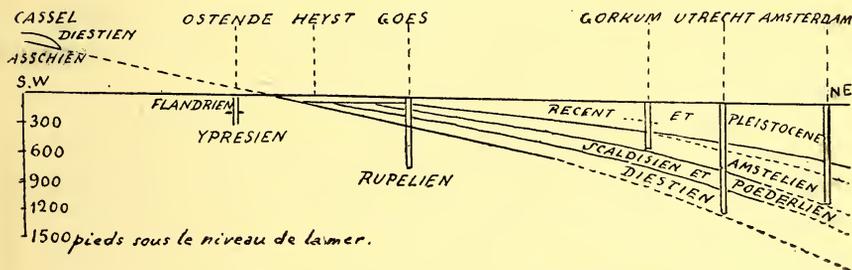


FIG. 1. — Coupe de Cassel à Amsterdam.

Le sondage le plus méridional décrit par le Dr Lorié a été fait à Goes (Beveland sud). A cet endroit on arriva à la couche scaldisienne à une profondeur de 39 mètres (128 pieds) et à la formation diestienne à 60 mètres (197 pieds)(1). A cette profondeur on y découvrit 20 espèces d'échinodermes et de bryozoaires et 35 espèces de mollusques, toutes formes caractéristiques du Crag corallin. On trouva des dépôts oligocènes (rupéliens) à une profondeur de 97 mètres (318 pieds) montrant que l'épaisseur du Diestien y est de 39 mètres. Entre 33 mètres (108 pieds) et 39 mètres (128 pieds) on put observer une espèce arctique, *Cardium groenlandicum*, dans un dépôt que le Dr Lorié considère comme quaternaire, mais que j'estime être analogue aux couches qui atteignent une si grande épaisseur dans les autres forages et que je crois représenter une division supérieure du Crag anglais. Le Dr Lorié dit qu'à Goes on ne peut faire une division satisfaisante, fondée sur la lithologie, entre les dépôts pliocènes et ceux qu'il regarde comme quaternaires.

(1) Le sol de Goes se trouve à 4.21 mètres au-dessus de A. P. (*Amsterd. Peil.*)

Au forage de Gorkum, ou Goringhém (1), 80 kilomètres à peu près est-nord-est de Goes on n'est pas arrivé au Diestien, même à une profondeur de 182 mètres (597 pieds). Entre 92 mètres (302 pieds) et 120 mètres (393 pieds) on a trouvé une couche contenant des coquilles terrestres et d'eau douce que le D<sup>r</sup> Lorié considère comme quaternaires. Des espèces semblables ont été trouvées à Utrecht et à Amsterdam avec des mollusques marins de l'époque pliocène, telles que *Nucula Cobboldix* et *Tellina prætenuis*. Dans la coupe (fig. 1) j'ai établi la base du Quaternaire là où le D<sup>r</sup> Lorié l'a placée, mais j'ai aussi indiqué par des lignes pointillées les limites des espèces terrestres et d'eau douce. Le D<sup>r</sup> Lorié a classé comme Scaldisiennes les couches trouvées à Gorkum au-dessous de 120 mètres (393 pieds). Elles contiennent cependant la forme boréale *Leda lanceolata* et d'autres espèces inconnues de Walton ou du Scaldisien en Belgique, et qui n'ont pas été trouvées dans les forages hollandais parmi les dépôts que j'estime être incontestablement scaldisiens. Il me semble que toutes les couches de Gorkum sont de date plus récente que le Scaldisien.

Le forage d'Utrecht (2) a été poussé jusqu'à la grande profondeur de 369 mètres (1210 pieds). A cet endroit le D<sup>r</sup> Lorié a conclu, principalement sur des considérations lithologiques, que les strates diestiennes existaient à 240 mètres (787 pieds). Il démontre qu'à cette profondeur il y a un brusque changement d'apparence et de caractère du dépôt, des sables jaunes sans glauconie étant remplacés par des sables gris contenant ce minéral (3). Mais comme les couches scaldisiennes d'Anvers et de Goes contiennent aussi de la glauconie (4), ce fait ne semble pas avoir assez d'importance pour contredire l'évidence paléontologique ; ce qui me fait penser que la division entre le Scaldisien et le Diestien devrait être placée un peu plus bas, c'est-à-dire à 272 mètres (892 pieds) et que la ligne de 240 mètres (787 pieds) devrait être considérée comme la limite entre le Scaldisien et les couches plus récentes. La similitude de composition n'est pas toujours une preuve concluante d'âge. Les dépôts qui couvrent aujourd'hui le fond des mers voisines ne sont pas du tout uniformément répartis sur de grandes étendues, tandis que des couches qui se ressemblent beaucoup peuvent appartenir à des époques différentes. La partie principale du sédiment dont les couches hollandaises sont composées a été déposée par le Rhin et ses affluents.

(1) 3<sup>m</sup>.5 au-dessus A. P. (Amsterdamsche Peil).

(2) 3<sup>m</sup>.73 au-dessus A. P.

(3) Il se peut que cette couleur jaune soit due à la décomposition de la glauconie.

(4) Les sables diestiens et scaldisiens sont quelquefois presque identiques au point de vue lithologique.

La nature de ces différents dépôts pouvait rester plus ou moins la même pendant de longues périodes, mais ces dépôts auraient pu être déposés tantôt en un point tantôt en un autre (1).

A Utrecht une coquille terrestre, *Succinea elegans*, a été trouvée entre 162 mètres (531 pieds) et 169 mètres (554 pieds) (2), à un niveau équivalent, quoiqu'un peu plus haut que celui de la couche d'Amsterdam contenant des coquilles terrestres et d'eau douce dont je parlerai plus tard. A Utrecht, entre 160 mètres (525 pieds) et 240 mètres (787 pieds), on a rencontré des couches qui contiennent *Nucula Cobboldiæ*, *Tellina prætenuis*, les formes arctiques *Leda lanceolata*, *Cardium grænlandicum* et *Natica clausa*, ainsi que d'autres coquilles caractéristiques du Crag supérieur de l'Angleterre, et il me semble que ces dépôts sont aussi récents que l'horizon du Crag rouge de Sutton ou de Butley. A partir de 240 mètres (787 pieds) jusqu'à 272 mètres (892 pieds) on a trouvé ce qui, à mon avis, constitue une vraie couche scaldisienne, contenant des espèces caractéristiques de ces dépôts et du Crag de Walton, et surtout la forme typique *Trophon (Chrysodomus) contrarius*, inconnue dans le Diestien ou dans le Crag corallin. A partir de 272 mètres (892 pieds), le sondage a pénétré des couches contenant les fossiles diestiens ordinaires jusqu'à 97 mètres plus bas, soit à une profondeur totale de 369 mètres (1210 pieds) sans atteindre la base de la formation diestienne.

Les forages d'Amsterdam, qui ont été portés à une profondeur de 335 mètres (1099 pieds) au-dessous de A. P., montrent que l'inclinaison des couches pliocènes et pleistocènes continue vers le nord jusqu'à cette ville. La couche contenant des coquilles terrestres existe donc à un niveau inférieur à celui d'Utrecht, c'est-à-dire à 234 mètres (768 pieds) environ.

Je suis d'avis que toute la formation au-dessous du Pleistocène rencontrée ici (sauf peut-être les 15 derniers mètres, qui ne contiennent pas de fossiles) représente une zone supérieure du Crag anglais, et que le Scaldisien n'a pas encore été atteint. Outre la plupart des espèces boréales propres à cet horizon, et découvertes en d'autres endroits, ce sondage a donné *Leda myalis*, coquille septentrionale caractéristique du Pliocène anglais le plus récent, *Leda minuta*, et *Fusus scalariformis*. Des coquilles boréales existent à toutes profondeurs, quoiqu'elles deviennent moins abondantes dans les couches inférieures, et

(1) Quelques-unes des couches décrites par le D<sup>r</sup> Lorié paraissent être d'un caractère analogue au Chillesford Clay de l'Angleterre orientale, quoiqu'elles appartiennent à une époque tout à fait différente.

(2) Un seul spécimen a été trouvé à 200 mètres (656 pieds).

il y a un manque appréciable de plusieurs formes du Crag corallin et du Crag de Walton, qui sont présentes dans le Scaldisien (1).

J'ai été entièrement guidé par des considérations paléontologiques en tâchant de séparer dans ces forages les horizons différents du Crag hollandais. Les démarcations que j'ai établies pouvant être exactes ou inexactes, je suis tout disposé à les rectifier si cela est nécessaire ; même si l'on doit les placer plus haut ou plus bas, je suis persuadé que trois divisions, plutôt que deux, pouvant être signalées dans ces strates, ce fait n'aura aucune influence sur ces conclusions générales : que les coquilles arctiques sont limitées à la zone supérieure et qu'il y a absence, dans cette dernière, de beaucoup de formes éteintes ou méridionales que l'on trouve dans les dépôts scaldisiens, et dans les dépôts de Walton également, mais que l'on ne trouve pas dans les horizons supérieurs du Crag anglais.

La différence entre les trois divisions du Crag hollandais est beaucoup plus accentuée si nous limitons notre attention aux espèces les plus abondantes ou les plus caractéristiques. Je joins ici des listes de celles-ci, tirées du tableau établi par le Dr Lorié.

LISTE DES ESPÈCES LES PLUS ABONDANTES DE MOLLUSQUES  
DES COUCHES PLIOCÈNES DE LA HOLLANDE.

A. Dans les couches qui sont, selon moi, diestiennes.

<i>Terebratula grandis</i> , Blum.	<i>Astarte Omalii</i> , de Laj.
<i>Anomia ehippium</i> , Linn.	» <i>triangularis</i> , Mont.
<i>Pecten opercularis</i> , Linn.	<i>Woodia digitaria</i> , Linn.
» <i>ventilabrum</i> , Goldf.	<i>Venus ovata</i> , Penn.
<i>Limopsis pygmæa</i> , Wood	<i>Corbula gibba</i> , Olivi
<i>Cardita orbicularis</i> , Leathes	<i>Dentalium entalis</i> , Linn.
» <i>chamæformis</i> , Leathes	<i>Cyprina islandica</i> , Linn.
» <i>scalaris</i> , Leathes	

Toutes ces coquilles proviennent du Crag corallin et abondent dans cette formation. De plus, on a trouvé dans ces couches, trente-cinq espèces de mollusques, onze espèces de polyzoaires et trois espèces d'échinodermes, formes caractéristiques du Crag corallin.

(1) On a cependant trouvé dans l'Amstelien quelques espèces typiques de ces couches anciennes, telles que *Pecten Gerardii*, *Nucula lævigata*, *Cardita orbicularis*, *Fusus consocialis* et *Chemnitzia densicostata*, mais seulement dans la partie inférieure.

## B. Dans les couches, selon moi, scaldisiennes.

<i>Anomia ephippium</i> , Linn.	<i>Cyprina islandica</i> , Linn.
<i>Pecten opercularis</i> , Linn.	<i>Venus ovata</i> , Penn.
» <i>similis</i> , Laskey	<i>Mactra deaurata</i> , Turt.
» <i>ventilabrum</i> , Goldf.	<i>Corbula gibba</i> , Olivi
<i>Mytilus edulis</i> , Linn.	<i>Dentalium entalis</i> , Linn.
<i>Cardita chamæformis</i> , Leathes	<i>Turritella terebra</i> , Linn.
» <i>scalaris</i> , Leathes	» <i>incrassata</i> , Sow.
» <i>orbicularis</i> , Leathes	<i>Fusus gracilis</i> , Da Costa
<i>Astarte Galeottii</i> , Nyst	» <i>contrarius</i> , Linn.
» <i>Omaliï</i> , de Laj.	» <i>alveolatus</i> , Sow.
<i>Woodia digitaria</i> , Linn.	<i>Nassa reticosa</i> , Sow.

*Tellina compressa*, *Natica helicina*, *Nassa elegans*, *Fusus antiquus* (dextre) et *Nucula Cobboldiæ*, formes du Crag rouge ou du Scaldisien, mais non du Crag corallin, sont trouvées dans cet horizon ; sauf une exception ; les espèces contenues dans cette liste sont toutes représentées, soit dans le Scaldisien, soit dans le Crag de Walton.

## C. Dans les couches, selon moi, amsteliennes.

<i>Anomia ephippium</i> , Linn.	<i>Donax vittatus</i> , Da Costa
<i>Pecten opercularis</i> , Linn.	<i>Tellina obliqua</i> , Sow.
» <i>ventilabrum</i> , Goldf.	» <i>prætenuis</i> , Leathes
<i>Mytilus edulis</i> , Linn.	<i>Semele alba</i> , Wood
<i>Nucula Cobboldiæ</i> , Sow.	<i>Mactra solida</i> , Linn.
» <i>lævigata</i> , Sow.	» <i>deaurata</i> , Turt.
<i>Leda lanceolata</i> , Sow.	» <i>subtruncata</i> , Linn.
» <i>myalis</i> , Wood	<i>Mya arenaria</i> , Linn.
<i>Cardium edule</i> , Linn.	» <i>truncata</i> , Linn.
» <i>subturgidum</i> , D'Orb.	» <i>Binghami</i> , Turt.
» <i>grœnlandicum</i> , Chem.	<i>Corbula gibba</i> , Olivi
<i>Lucina divaricata</i> , Linn.	<i>Turritella terebra</i> , Linn.
<i>Cyprina islandica</i> , Linn.	<i>Littorina littorea</i> , Linn.
<i>Venus ovata</i> , Penn.	<i>Ringicula ventricosa</i> , Sow.

Sauf quelques exceptions, ces espèces sont parmi les plus abondantes et les plus caractéristiques des horizons supérieurs du Crag

anglais. De plus, les espèces suivantes ont été trouvées dans l'Amstelien, quoiqu'en petites quantités : *Leda minuta*, *Natica clausa*, et *Fusus scalariformis*, coquilles arctiques et *Scrobicularia piperata*, forme du Crag supérieur d'Angleterre.

Les fossiles désignés dans la liste A sont évidemment diestiens, tandis que la liste B contient le même mélange de formes coralliennes et de formes du Crag rouge, caractéristique de la couche de Walton, avec laquelle elle a plus de rapport qu'aucun autre horizon du Crag.

Il y a une différence très accentuée entre les listes B et C. La première contient quatre coquilles méridionales typiques, et seulement une coquille exclusivement boréale (trouvée aussi à Walton) ; l'autre contient deux coquilles méridionales (espèces aussi du Crag supérieur), et quatre formes boréales, dont deux sont arctiques. La faune de la liste C présente un faciès plus récent, ressemblant au Crag rouge de Butley, non seulement à cause des coquilles boréales présentes, mais aussi à cause de l'absence de beaucoup d'espèces types de Walton. Personne au courant du Crag anglais ne considérerait cette liste de mollusques (liste C) comme typique de la zone de Walton, et elle ne ressemble aucunement à la faune typique scaldisienne.

L'analyse suivante de toutes les espèces de mollusques trouvées à Walton, dans le Scaldisien et dans le Poederlien de la Belgique, et dans l'Amstelien de la Hollande, indiquera une grande ressemblance entre les trois premières, ainsi qu'une grande différence entre elles et celles de l'Amstelien.

	Non connus vivants.	Trouvés dans le Crag corallin ou diestien.	Formes méridionales.	Formes boréales.
Walton	35 %	70 %	22 %	6.5 %
Scaldisien	37 %	75 %	21 %	2.8 %
Poederlien	42 %	73 %	17 %	4.6 %
Amstelien	30 %	63 %	7,9 %	11,3 %

Cette différence entre les trois premières et la dernière serait encore plus notable si l'on se tenait seulement à l'examen, dans chaque cas, des espèces les plus abondantes.

Parmi les nombreux affleurements du Crag, tant en Angleterre que sur le continent, il peut se présenter des dépôts caractéristiques d'une partie quelconque de l'époque pliocène supérieure, et pourtant on ne peut pas dire qu'une couche fossilifère située à tel endroit, soit exactement analogue à une autre couche située ailleurs, et il n'est pas toujours

possible de déterminer l'ordre exact de la superposition des différents dépôts ; mais quand on compare des horizons anglais, tels que les Crag de Walton et de Butley, la distinction apparaît clairement. Or, il existe la même différence entre les dépôts scaldisiens de la Belgique, et ceux pour lesquels je propose le nom d'Amstelien. On peut dire, en envisageant la question largement, que les couches du Crag supérieur de l'Angleterre se présentent dans l'ordre suivant : Walton, Sutton, Butley et Norwich. Il n'est pas possible de dire avec exactitude qu'une zone belge ou hollandaise soit précisément analogue à une partie quelconque du Crag anglais, mais la faune du Scaldisien et du Poederlien ressemble plus à celle des couches de Walton, tandis que celle de l'Amstelien montre plus d'affinités avec celle de Sutton ou de Butley.

Les tableaux suivants, contenant les noms de toutes les espèces connues actuellement appartenant aux couches pliocènes de la Hollande, sont arrangés de manière à montrer au premier coup d'œil que l'Amstelien ressemble plutôt au Crag supérieur qu'au Scaldisien ou qu'à la couche de Walton. Deux listes sont données : la première contenant les espèces trouvées dans l'Amstelien, la présence de quelques-unes d'elles dans les couches inférieures étant aussi marquée ; et la deuxième contenant les espèces qui sont limitées aux couches inférieures. Les formes les plus abondantes sont indiquées par une croix en caractère gras ; celles qui paraissent surtout indiquer l'Amstelien portent l'indice A. On verra que la plupart de ces formes sont abondantes, et qu'elles sont communes aussi au Crag supérieur, tandis qu'elles sont ou absentes de la couche de Walton, ou bien qu'on ne les y trouve qu'en très petit nombre.

## FAUNE DES DÉPÔTS PLOCIÈNES DES PAYS-BAS.

N. = Norwich Crag seulement. A. = Arctique.

Tableau I. Faune de l'Amstélien.	RÉFÉRENCES.											
	SYNONYMIES.	Eteinte.	Septentrional	Méridional.	Amstélien.	Red Crag.	Scaldisten, Pays-Bas.	Scaldis, Poed., Belg.	Walton Crag.	Diestien, Pays-Bas.	Diestien, Belgique.	Coralline Crag.
ECHINODERMES.												
<i>Echinus Lamarckii</i> , Forbes . . . . .		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
" <i>Iyellii</i> , Forbes . . . . .		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
<i>Echinocyamus pusillus</i> , Müll. . . . .		..	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..
<i>Echinocardium cordatum</i> , Penn. . . . .	<i>Amphidetus cordatus.</i>	..	..	..	+	+	..	..	+	+	..	+
POLYZOAIRES.												
	Busk's " Crag Polyzoa. "											
<i>Salicornaria sinuosa</i> , Hass. . . . .		..	..	..	+	..	..	..	..	..	..	..
<i>Hippothoa abstersa</i> , Wood . . . . .		..	..	..	+	+	..	..	..	..	..	..
<i>Membranipora tuberculata</i> , Bosc. . . . .		..	..	..	+	+	..	..	..	..	..	..
<i>Biflustra delicatula</i> , Busk . . . . .		..	..	..	+	+	..	..	..	..	..	..
<i>Diastopora meandrina</i> , Wood . . . . .	<i>Mesenteropora.</i>	..	..	..	..	..	..	..	..	+	+	+
<i>Entalophora subverticillata</i> , Busk . . . . .	<i>Pustulopora.</i>	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
<i>Hornera frondiculata</i> , Lamour. . . . .		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
<i>Salicornaria crassa</i> , Wood . . . . .		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
<i>Membranipora trifolium</i> , Wood . . . . .		..	..	..	..	..	..	+	+	+	+	+
<i>Lepralia innominata</i> , Couch . . . . .		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
<i>Eschara monilifera</i> , M.-Ed. . . . .		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
" <i>porosa</i> , M.-Ed. . . . .		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
<i>Melicerita Charlesworthii</i> , M.-Ed. . . . .		..	..	..	..	..	..	..	+	+	+	+
<i>Retepora simplex</i> , Busk . . . . .		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
<i>Cupularia denticulata</i> , Cour. . . . .		..	..	..	..	..	..	..	+	+	+	+
<i>Cellepora coronopus</i> , Wood . . . . .		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
" <i>pumicosa</i> , Linn. . . . .		..	..	..	..	..	..	..	+	+	+	+
<i>Lunulites conica</i> , DeFr. . . . .		..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..
MOLLUSQUES terrestres et d'eau douce.												
<i>Pisidium amnicum</i> , Müll. . . . .	A.	..	..	..	+	+						
<i>Paludina lenta</i> , Brand . . . . .	A.	..	..	..	+	+						
<i>Hydrobia similis</i> , Drap. . . . .	A.	..	..	..	+	+						
<i>Planorbis vortex</i> , Linn. . . . .	A.	..	..	..	+	+						



Tableau I (suite). Faune de l'Amstélien.	RÉFÉRENCES.		Eteinte.	Septentrional.	Mérional.	Amstélien.	Red Crag.	Scaldisien, Pays-Bas.	Scaldis, Poed., Belg.	Walton Crag.	Diestien, Pays-Bas.	Diestien, Belgique.	Coralline Crag.
	Wood's " Crag Mollusca. "	SYNONYMIES.											
Pélécytopes (suite).													
<i>Tellina obliqua</i> , Sow. . . . .	A.		+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
" <i>prætenuis</i> , Leathes . . . . .			+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
<i>Semele alba</i> , Wood . . . . .	( <i>Abra</i> )		+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
" <i>fabalis</i> , Wood . . . . .	"		+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
" <i>prismatica</i> , Mont. . . . .	"		+	...	...	+	N.	+	+	+	...	...	+
<i>Scrobicularia piperata</i> , Bellardi . . . . .	A.		+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
<i>Solen siliqua</i> , Linn. . . . .			+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
<i>Ensis ensis</i> , Linn. . . . .	( <i>Solen</i> )		+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
<i>Glycimeris angusta</i> , Nyst . . . . .			+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
<i>Thracia inflata</i> , Sow. . . . .			+	...	...	+	?	...	+	+	...	...	+
" <i>papyracea</i> , Poli . . . . .			+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
<i>Mactra deaurata</i> , Turt. . . . .			+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
" <i>solida</i> , Linn. . . . .			+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
" <i>stultorum</i> , Linn. . . . .			+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
" <i>subtruncata</i> , Mont. . . . .			+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
<i>Mya arenaria</i> , Linn. . . . .			+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
" <i>Binghami</i> , Turt. . . . .			+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
" <i>truncata</i> , Linn. . . . .			+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
<i>Saxicava rugosa</i> , Linn. . . . .			+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
<i>Corbula gibba</i> , Olivi . . . . .	<i>C. striata</i> , W. et B.		+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
" <i>contracta</i> , Say. . . . .			+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
Gastéropodes.													
<i>Turritella terebra</i> , Linn. . . . .			+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
<i>Calyptrea sinensis</i> , Linn. . . . .			+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
<i>Natica Alderi</i> , Forbes . . . . .			+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
" <i>clausa</i> , Sow. . . . .	A.		+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
" <i>helicina</i> , Broc. . . . .			+	...	...	+	?	...	+	+	...	...	+
" <i>millepunctata</i> , Lam. . . . .			+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
<i>Hydrobia ulvæ</i> , Penn. . . . .	A.		+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
<i>Paludestrina terebellata</i> , Nyst . . . . .	( <i>Eulimene</i> )		+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
<i>Littorina littorea</i> , Linn. . . . .	A.		+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
<i>Rissoa reticulata</i> , Mont. . . . .			+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
<i>Chemnitzia densicostata</i> , Phil. . . . .			+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
" <i>elegantissima</i> , Mont. . . . .	<i>C. elegantior</i> Wood.		+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
" <i>indistincta</i> , Mont. . . . .			+	...	...	+	?	...	+	+	...	...	+
" <i>similis</i> , Wood . . . . .			+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
<i>Cassidaria bicatenata</i> , Sow. . . . .			+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
<i>Buccinum undatum</i> , Linn. . . . .			+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
<i>Nassa reticosa</i> , Sow. . . . .			+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
<i>Purpura lapillus</i> , Linn. . . . .			+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
<i>Fusus elegans</i> , Charl. . . . .	( <i>Trophon</i> )		+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
" <i>gracilis</i> , D. et C. . . . .			+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
" <i>consocialis</i> , Wood . . . . .			+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+



Tableau II (suite). Faune des couches inférieures à l'Amstélien.	RÉFÉRENCES	SYNONYMIES.										
	Wood's " Crag Mollusca. "	Eteinte.	Septentrional.	Méridional.	Amstélien.	Red Crag.	Scaldisten, Pays-Bas.	Scaldis, Poed., Belg.	Walton Crag.	Diestien, Pays-Bas.	Diestien, Belgique.	Coralline Crag.
Gastéropodes.												
<i>Emarginula fissura</i> , Linn. . . . .	. . . . .		+			+		+			+	
<i>Trochus cineroides</i> , Wood . . . . .	. . . . .											
" cf. <i>zizyphinus</i> , Linn. . . . .	. . . . .											
<i>Scalaria clathratula</i> , Adams . . . . .	. . . . .											
<i>Turritella incrassata</i> , Sow. . . . .	. . . . .											
" <i>turris</i> , Bast. . . . .	. . . . .	<i>T. tripliicata</i> , Broc.										
<i>Vermetus intortus</i> , Lam. . . . .	. . . . .	. . . . .										
<i>Capulus ungaricus</i> , Linn. . . . .	. . . . .	. . . . .										
" <i>recurratus</i> , Wood . . . . .	. . . . .	. . . . .										
<i>Natica hemiclausa</i> , Sow. . . . .	. . . . .											
" <i>Sowerbyii</i> , Nyst . . . . .	. . . . .	<i>N. catenoides</i> , Wood										
<i>Rissoa</i> cf. <i>semicostata</i> , Woodw. . . . .	. . . . .	<i>R. curticostata</i> , Wood										
" <i>zetlandica</i> , Mont. . . . .	. . . . .	. . . . .										
<i>Aporrhais pes-pelecani</i> , Linn. . . . .	. . . . .	. . . . .										
<i>Buccinum Dalei</i> , Sow. . . . .	. . . . .	. . . . .										
<i>Nassa elegans</i> , Leathes . . . . .	. . . . .	. . . . .										
<i>Purpura tetragona</i> , Sow. . . . .	. . . . .	. . . . .										
<i>Fusus alveolatus</i> , Sow. . . . .	. . . . .	( <i>Trophon</i> )										
" <i>antiquus</i> , Linn. . . . .	. . . . .	" . . . . .										
" <i>contrarius</i> , Linn. . . . .	. . . . .	" . . . . .										
<i>Pleurotoma cancellata</i> , Sow. . . . .	. . . . .	. . . . .										
" <i>costata</i> , Da Costa . . . . .	. . . . .	. . . . .										
<i>Ringicula buccinea</i> , Sow. . . . .	. . . . .	. . . . .										
<i>Bulla umbilicata</i> , Mont. . . . .	. . . . .	<i>B. conuloidea</i> , Wood										

On trouve dans l'Amstélien quelques espèces communes dans une zone de Pliocène anglais plus récente que le Red Crag, c'est-à-dire dans le Norwich Crag, mais les formes les plus typiques de ces dépôts : *Astarte borealis* et *Tellina lata (calcareo)*, ne sont pas présentes. La liste des espèces de l'Amstélien est néanmoins incomplète, et il pourra se faire qu'on trouve ces mollusques dans de futurs forages.

En même temps, les espèces ci-dessous, typiques du Diestien ou du Crag corallin, se trouvent dans la partie inférieure et médiane de l'Amstélien, mais non pas dans le Crag de Norwich.

<i>Pecten ventilabrum.</i>	<i>Thracia inflata.</i>
» <i>Gerardii.</i>	<i>Natica millepunctata.</i>
<i>Nucula lævigata.</i>	» <i>helicina.</i>
<i>Cardita orbicularis.</i>	<i>Chemnitzia densicostata.</i>
<i>Cardium decorticatum.</i>	» <i>elegantissima.</i>
<i>Astarte Galeottii.</i>	» <i>indistincta.</i>
<i>Cyprina rustica.</i>	<i>Cassidaria bicatenata.</i>
<i>Tellina Benedenii.</i>	<i>Fusus consocialis.</i>
<i>Glycimeris angusta.</i>	

L'absence de ces espèces dans le Norwich Crag me fait penser que les parties inférieures et médianes de l'Amstélien, ou moins, sont plus anciennes que cette formation, tandis que l'absence dans l'Amstélien de *Astarte borealis* et *Tellina lata*, formes caractérisées du Norwich Crag, paraît rendre douteux que cette zone du Crag anglais soit représentée par quelques parties des couches que l'on a rencontrées dans les forages des Pays-Bas.

## DEUXIÈME PARTIE

### Les conditions géographiques du terrain anglo-belge pendant les différentes périodes de l'époque pliocène.

Le bassin pliocène de l'Europe septentrionale a été affecté par un grand déplacement tectonique qui a soulevé la partie méridionale du pays, en Angleterre, jusqu'à une hauteur d'environ 190 mètres, et la région du nord de la France et de la Belgique à 60 à 160 mètres au-dessus du niveau de la mer, tandis que vers le nord de la Hollande, une dépression analogue a eu lieu, qui a plus de 300 et peut-être même de 400 mètres à Amsterdam.

Ces mouvements de soulèvement et d'affaissement ont ceci en commun qu'ils n'étaient pas restreints à une période, mais qu'ils ont continué, quoique d'une façon intermittente, depuis l'époque pliocène jusque vers la fin de l'époque pléistocène. La partie centrale de ce territoire n'a pas été dérangée, mais il semble qu'elle ait formé le point central du mouvement, tandis que la dépression a augmenté progressivement vers le nord et que le soulèvement a été maximum au sud. La plupart de ces mouvements ont agi dans leur direction initiale avec un arrêt très accentué vers la fin de la période pliocène, et on peut voir par la coupe (fig. 1) que l'élévation totale de la couche de la mer pliocène au sud correspond approximativement à sa profondeur maximum au

nord. La perturbation maximum selon nos données paraît avoir pris une direction du sud-ouest au nord-est, de la Manche jusqu'à la côte de la Hollande. Le terrain du Crag anglais a été affecté de la même manière (voir fig. 2), quoiqu'à un moindre degré; le mouvement paraît s'être éteint vers les côtés du bassin pliocène.

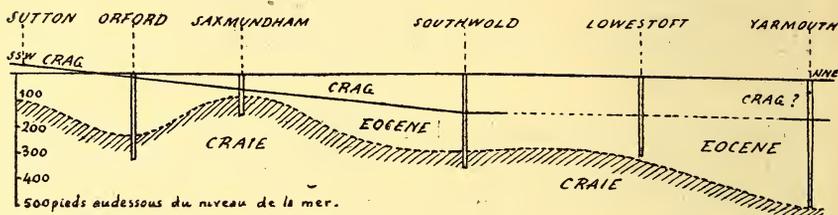


FIG. 2. — Coupe entre Sutton et Yarmouth.

La coupe (fig. 1) part de Cassel, petite ville au nord-est de la France, à environ 40 kilomètres au nord-ouest de Lille, et se dirige vers Amsterdam sur une distance d'environ 240 kilomètres. A Cassel, on a trouvé des couches diestiennes reposant sur des couches éocènes (Asschien), couronnant le sommet d'une colline s'élevant à près de 160 mètres au-dessus du niveau de la mer. De là, vers le nord-est, on trouve, à Ostende, des couches éocènes, couvertes par 33 mètres de dépôts récents et pléistocènes, ces derniers contenant *Cyrena fluminalis*, espèce méridionale d'eau douce, trouvée quelquefois dans le Crag supérieur de l'Angleterre, mais qui est très caractéristique de l'un des horizons postglaciaires anglais. Il n'y a pas de couches diestiennes à Ostende et aucun des sondages en Hollande n'a donné *Cyrena fluminalis* (1).

Chaque horizon des dépôts pliocènes hollandais augmente régulièrement en épaisseur dans la direction nord. Les couches diestiennes, qui ont 37 mètres de profondeur à Goes, ont plus de 96 mètres de profondeur à Utrecht, à 100 kilomètres vers le nord-est. Le Scaldisien augmente de 21 mètres à 32 mètres sur la même distance, tandis que l'Amstelien a 80 mètres à Utrecht et plus de 130 mètres à Amsterdam. A ce point, le plus septentrional des forages, cet accroissement ne donne aucun signe de diminution prochaine.

La dépression dans laquelle reposent les couches pliocènes de la

(1) M. Mourlon m'a dit que *Cyrena fluminalis* existe à tous les niveaux du Flandrien (Pléistocène supérieur) de la Belgique, les sondages ayant démontré que ces dépôts atteignent à certains endroits une épaisseur de 45 mètres.

Hollande prend la forme d'un bassin peu profond, dont les bords s'élèvent vers l'ouest, l'est et le sud, soit vers l'Angleterre, l'Allemagne et la Belgique respectivement. Les deux coupes (fig. 3 et 1) d'ouest-est, et de sud-ouest à nord-est, le démontrent; mais en traçant une troisième coupe du sud-est au nord-ouest, c'est-à-dire de Diest vers

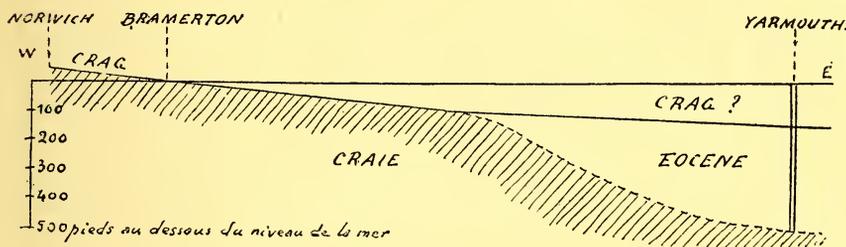


FIG. 3. — Coupe de Norwich à Yarmouth.

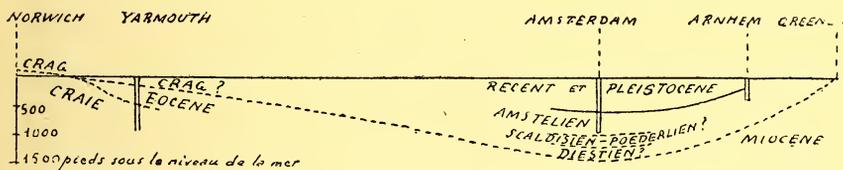


FIG. 4. — Coupe de Norwich à Greenlo.

Anvers, on verrait également, comme M. Van den Broeck l'a démontré, que les strates s'inclinent aussi dans cette direction, vers la partie la plus profonde du bassin (1). Naturellement, leur épaisseur est plus grande à cet endroit, mais nous n'avons aucun indice d'une origine en eau profonde; la présence dans l'Amstélien de coquilles telles que *Mytilus edulis*, *Cardium edule*, *Donax vittatus*, *Maetra solida*, *Mya arenaria*, *Solen siliqua*, *Scrobicularia piperata*, *Purpura lapillus* et *Littorina littorea*, indiquent clairement le contraire. Il ne s'agit pas ici d'un cas où le sédiment a rempli une profonde dépression préexistante, mais d'un cas où le fond d'une mer peu profonde s'est affaissé, *pari passu*, avec l'amoncellement des sédiments y apportés.

Le dit mouvement de soulèvement et d'affaissement a fait reculer le

(1) En établissant ces coupes, j'ai été aussi surpris qu'intéressé de voir l'exactitude avec laquelle les détails des divers forages s'accordaient entre eux, et correspondaient aux vues exposées dans cet article.

bord méridional de la mer pliocène de temps en temps vers le nord, comme l'indique la carte.

Commençant par les dépôts pliocènes inférieurs, nous voyons que les couches de Lenham sont réunies aux sables de Diest, comme MM. Van den Broeck et Reid l'ont démontré, par une série de *contours* qui, selon M. Van den Broeck, représentent approximativement les limites sud de la mer diestienne. M. Dollfus maintient que cette mer était close vers le sud, mais la ressemblance marquée, à laquelle j'ai déjà fait allusion, entre la faune malacologique du Crag corallin et la formation diestienne et celle de la région méditerranéenne d'aujourd'hui, ainsi que ses facies distinctement méridionaux, me portent à insister sur l'hypothèse qu'il existait durant la période en question, une communication directe entre le bassin anglo-hollandais et l'Atlantique. Si le tracé de Louvain à Lenham, indiqué par cette chaîne de dépôts, formait la limite continue de la mer diestienne, il se peut qu'elle ait été unie au sud-ouest par un détroit sur une partie des comtés méridionaux de l'Angleterre. Que la mer diestienne et du Crag corallin fût barrée ou non vers le nord, c'est une question à résoudre, mais l'absence presque complète de coquilles boréales dans ces formations porterait à croire à une barrière. Si cela est, le mouvement combiné d'élévation et de dépression qui a suivi le dépôt du Pliocène inférieur a probablement créé un autre barrage terrestre, c'est-à-dire au sud, qui a obstrué l'accès des courants chauds, tandis qu'une communication avec les mers septentrionales a été ouverte, et il se peut que cela fût une des causes du changement graduel dans les facies de la faune malacologique typique des couches du Pliocène supérieur. M. Van den Broeck a démontré que pendant le dépôt du Scaldisien, qui est une formation « tout entière côtière et littorale », comme il le dit, la limite méridionale de la mer pliocène était située à environ 40 kilomètres au nord de celle de la période diestienne, et il paraît qu'avant l'époque amstélienne la mer s'est retirée complètement de la Belgique, aucune trace de faune boréale des dépôts supérieurs de la Hollande n'ayant été trouvée parmi les couches tertiaires de la Belgique. Les mouvements combinés de soulèvement et de dépression, auxquels ces faits sont dus, ont affecté le dépôt du Crag de l'Angleterre orientale de la même manière, et nous trouvons par conséquent que les différents dépôts du Pliocène supérieur de l'Angleterre, savoir ceux de Walton, de Sutton, de Butley et de Norwich, occupent des positions successives de plus en plus septentrionales. La carte montre ce que je considère comme ayant pu être la répartition des mers et des terres pendant les périodes diestiennes, scaldisiennes et

amsteliennes. Il est intéressant de noter que les limites supposées des dépôts hollando-belges déterminées par des raisonnements indépendants s'accordent parfaitement. Dans ce cas, les témoignages paléontologiques et physiques sont strictement d'accord.

Comme je l'ai déjà dit, il n'est pas probable que les forages hollandais contiennent un équivalent du Crag de Norwich, ou des autres dépôts de Pliocène supérieur d'Angleterre, et il paraît que le territoire hollandais, au moins jusqu'à la latitude d'Amsterdam, est devenu terre vers la fin de la période amsteliennne, restant émergée jusqu'à la fin de l'époque quaternaire. Cependant on n'a pas fait de profonds forages au nord d'Amsterdam, et il se peut qu'on découvre à l'avenir des couches analogues aux dépôts du Crag supérieur dans cette direction.

Des affleurements de l'époque du Crag de Norwich existent en Angleterre, de Chillesford, en Suffolk, jusqu'à Burgh, petit village à 15 kilomètres au nord de Norwich. Malgré la continuité probable de ces couches, tout au moins sur la partie méridionale de ce territoire, elles sont généralement couvertes par des dépôts glaciaires d'une épaisseur considérable, et on ne les rencontre que le long des vallées riveraines, où la dénudation a remanié les couches supérieures. Elles sont principalement composées de sable fin, de temps en temps avec des veines d'argile ou de petits cailloux et contenant une quantité de coquilles *entassées* et plus ou moins brisées, pour la plupart des espèces marines, mais quelquefois aussi des exemplaires d'espèces terrestres et d'eau douce.

Selon nous, le Crag de Norwich fut déposé à l'embouchure d'un estuaire ou dans une baie peu profonde, près de la bouche d'un fleuve. Le facies général de sa faune malacologique est décidément boréal, et quelques-unes des espèces ne se trouvent plus au sud du cercle arctique; néanmoins, sa présence, jointe à celles du *Cyrena fluminalis*, une forme plus méridionale, qui existe actuellement dans le Nil, dans la Chine et l'Asie centrale, ainsi que le mica et les cailloux apparemment d'origine rhénane, paraissent démontrer que le fleuve qui se jetait dans la baie du Crag de Norwich venait du sud. La limite occidentale de la mer pliocène à cette époque peut être établie très approximativement, mais la limite orientale ne peut pas être définie.

Les sables du Crag de Norwich, criblés de coquilles, sont en certains endroits couverts de dépôts d'estuaires d'argile laminée, qui ne sont observables que le long d'une bande de terre comparativement étroite, de Walton au sud jusqu'à Mundesley sur la côte du nord du Norfolk. Cela semble indiquer une élévation du Norfolk, pendant laquelle la baie sablonneuse où s'est déposé le Crag de Norwich serait

devenue terre ; et ainsi un estuaire boueux — semblable à ceux que présentent de nos jours la Hollande et l'est de l'Angleterre mais plus grands — s'est établi dans l'Est de l'Angleterre. M. Searles Wood et moi, nous croyions antérieurement que cet estuaire s'ouvrait vers le sud, mais je suis d'avis contraire maintenant. Le mica, qui forme le trait le plus caractéristique et le plus constant de ces dépôts, est assez commun dans les couches hollandaises, où il est amené par le Rhin et la Meuse, provenant des schistes et psammites devoniens et houillers qui se trouvent dans la région drainée par ces fleuves. Des cailloux de quartz blanc et d'autres roches, semblables à ceux des drifts rhénans et moséens de la Hollande, se trouvent parfois dans l'argile de Chillesford, comme du reste dans d'autres couches pliocènes de l'Angleterre orientale.

Quoique de ce temps-là la mer se fût retirée de la Hollande et de l'Angleterre orientale, le Rhin a dû continuer à se déverser dans la mer du Nord, et l'estuaire de l'argile de Chillesford a formé peut-être un des canaux par lequel le déversement s'est fait (1). Il ne paraît pas improbable que le Rhin se soit écarté vers le côté occidental du bassin pliocène, un affaissement léger du Suffolk ayant eu lieu à cette époque, qui porta les couches de Chillesford vers une région qui était terre ferme pendant le dépôt précédent du crag de Norwich.

Postérieurement à l'argile de Chillesford, il s'est déposé quelques couches fossilifères de sable et de gravier caillouteux, composées principalement de silice, mais qui contiennent, comme Sir J. Prestwich (2) l'a démontré, beaucoup de drift méridional. On les trouve à Weybourn, sur la côte de Norfolk, à Wroxham et à Belaugh dans la vallée de la Bure, à Crostwick et autre part près de Norwich. Ici on trouve pour la première fois, et en grande abondance, *Tellina balthica*, coquille inconnue dans les plus anciens dépôts du Pliocène supérieur. On doit particulièrement remarquer l'apparition soudaine de cette espèce en grande profusion à ce moment, ce qui semble indiquer le commencement de communication entre la mer du Nord et une région quelconque plus septentrionale, la Baltique peut-être, dans laquelle ce mollusque s'était déjà établi. S'il en est ainsi, c'est peut-être le résultat de la continuation de l'affaissement septentrional à laquelle on a déjà fait allusion.

Les dépôts où se trouve *Tellina balthica* ont été déjà décrits par M. Searles Wood et par moi, sous le nom de *Bure Valley beds*, et, avec quelques graviers non fossilifères, qui ont un développement consi-

(1) Chaque fois que le Rhin est mentionné dans cet article, il est bien entendu que ses affluents y sont compris, surtout la Meuse d'où une grande partie du drift méridional de la Hollande paraît être dérivé.

(2) *Op. cit.*, p. 477.

dérable en Norfolk et en Suffolk, ils sont indiqués sur notre carte de la région du Crag comme base de la formation glaciaire inférieure (1). Plus tard Sir J. Prestwich les nomma *Westleton shingle*.

Aucune couche analogue au crag de Weybourn et de la vallée de la Bure n'a été trouvée dans les sondages hollandais. *Tellina balthica* se trouve dans la partie supérieure, mais dans des couches considérées par le Dr Lorié comme post-glaciaires (2).

Le dépôt de ces couches a été suivi par la formation de ceux si admirablement décrits par M. Clement Reid, connus en général sous le nom peu heureux de « Forest Bed Series », mais qui, je pense, devraient être nommé plus à propos « The Cromer beds. »

Les couches de Cromer dont on a retiré tant de restes de grands mammifères ne sont visibles que le long de la côte et ne s'étendent pas à une grande distance dans le pays. Composées de dépôts d'estuaire, marins et d'eau douce, elles représentent une phase avancée de l'époque pliocène, pendant laquelle presque toute l'Angleterre orientale a surgi définitivement de la mer pliocène. Il est peut-être digne de remarque que la limite sud-ouest de l'étendue de ces couches est presque parallèle à celle de l'argile de Chillesford et il se peut que les conditions dans lesquelles leurs portions inférieures ont été déposées, aient été analogues. De la Hollande jusqu'au Norfolk, au moins, le bassin de la Mer du Nord fut transformé en terre, tandis qu'un estuaire occupait une position analogue à celle de l'argile de Chillesford, mais un peu plus à l'est. Le fleuve qui se jetait dans cet estuaire venait du sud, ainsi que celui de l'argile de Chillesford (3) et apportait non seulement des portions roulées et fragmentaires de squelettes et de dents de mammifères (surtout d'éléphants), ainsi que l'hippopotame, et d'autres formes caractéristiques d'un climat plus chaud que celui qui régnait en Angleterre pendant la période pliocène supérieure, mais il apportait aussi des coquilles méridionales : *Cyrena fluminalis*, *Hydrobia marginata* et *Lithoglyphus fuscus* (4). Des ossements de *Ovibos moschatus* et du

(1) *Paleontographical Society*, Supplement to the Crag Mollusca, 1872, London.

(2) Cette espèce est comprise dans la liste des fossiles d'Utrecht du Dr Lorié, mais M. Reid aussi bien que moi nous avons examiné les spécimens et nous pensons qu'il y a une erreur.

(3) Voir aussi REID, *Mem. Geol. Survey Cromer*, p. 57. Ce fleuve devait passer sur l'une ou l'autre partie de la Hollande et on trouvera peut-être plus tard dans ce pays l'équivalent des couches à mammifères de la côte de Cromer.

(4) Il n'y a pas de squelettes intacts dans les couches de Cromer, mais seulement des dents ou des ossements désunis. Sauf quelques exceptions (dont une est considérée par M. Reid comme s'appliquant à une forme remaniée) les restes des plus grands mammifères sont limités à la partie d'estuaire de ces dépôts.

*Carcajou* : animaux à présent relégués aux latitudes boréales, sont aussi présents, ce qui indique peut-être plus précisément la température qui régnait alors en Norfolk. Beaucoup de souches d'arbres indigènes de la Grande Bretagne actuelle se retrouvent dans le soi-disant Forest-bed, mais ils ont tous probablement été amenés de loin et peut-être du sud<sup>(1)</sup>.

Plus d'une fois pendant le dépôt des couches de Cromer, l'estuaire a été déplacé vers l'est, et les plaines basses, d'où l'eau salée s'est retirée, furent couverts par des dépôts fluviatiles, et occupés par une flore identique, selon M. Reid, à celle de l'est de l'Angleterre de nos jours. Encore une fois la mer s'est avancée vers la limite nord-est du Norfolk, laissant en se retirant des sables marins avec les restes des mollusques septentrionaux : *Leda myalis* et *Astarte borealis*. Ces sables furent à leur tour couverts de couches d'eau douce où l'on a trouvé des feuilles des formes arctiques : *Betula nana* et *Salix polaris* ; ce dépôt arctique, le dernier des couches pliocènes de l'Angleterre, formant une liaison entre la période pliocène et la période pleistocène.

Pendant la période pleistocène, un nouvel affaissement eut lieu en Hollande, affaissement presque aussi important que celui de l'époque pliocène, car l'Amstelien à Amsterdam est couvert de dépôts récents et quaternaires d'une épaisseur de 200 mètres. Le rapport des couches glaciaires des Pays-Bas à celles de l'Angleterre est une question aussi importante qu'elle est intéressante, mais que nous ne pouvons pas toucher dans cet article. Pourtant il faudra peut-être noter que des dépôts semblables au *Till* ou au *Contorted Drift* de Norfolk n'ont pas été trouvés dans les sondages ici décrits. A Drenthe, au nord-est du Zuyderzée, à l'île de Texel sur la côte, ainsi qu'à Urk, on trouve des couches de « till » dur que je n'ai pas vues, mais dont le Dr Lorié ne conteste pas le caractère glaciaire. S'étendant un peu plus au sud, à quelques lieues d'Utrecht, il y a des collines escarpées de sable et de gravier qui paraissent être la moraine terminale de la nappe de glace de la Scandinavie. Dans une tranchée profonde de chemin de fer, que j'ai visitée avec le Dr Lorié, on voyait des contournements ressemblant de beaucoup à ceux des falaises du Norfolk, et dans l'espace de quelques centaines de mètres une grande quantité de blocs erratiques de roches cristallins. Les limites sud-ouest du drift de la Scandinavie sont indiquées sur la carte de la planche VIII par une ligne pointillée.

Les nappes de glace qui ont couvert la Drenthe et les provinces de l'est de la Hollande provenaient de la Baltique, et non pas de la Nor-

(1) M. Reid a cependant trouvé des feuilles de chêne, etc., qui n'ont certainement pas été charriées, dans quelques-unes des couches d'eau douce de Cromer.

vège. Le Dr Lorié me dit que les blocs erratiques qu'on y trouve sont d'origine suédoise, et non pas d'origine norvégienne. Il ne paraît donc pas probable que les courants glaciaires scandinaves aient pénétré jusqu'à la côte hollandaise, sauf au nord, comme je l'ai déjà dit, les dépôts pleistocènes des forages d'Utrecht et d'Amsterdam étant composés de graviers et de sables stratifiés.

En faisant une reconstitution hypothétique des conditions physiques de l'ère pliocène dans l'Europe septentrionale nous trouvons trois traits bien distincts qui nous sautent aux yeux : le fleuve du Rhin, le bassin de la mer du Nord et le refroidissement graduel du climat qui, à partir des premiers temps du Pliocène supérieur, paraît annoncer l'approche de l'ère glaciaire.

On a souvent dit que la Hollande est l'ancien delta du Rhin, mais les forages indiquent que la formation de ce delta avait commencé dès l'époque diestienne. Pendant toute la période pliocène et même jusqu'à ce jour, les fleuves de l'Europe septentrionale ont continué à décharger et à amonceler leurs sédiments au fond de la mer du Nord, fond qui s'abaissa progressivement. Le bassin de la mer du Nord aussi, borné d'abord à l'est par les dépôts miocènes de l'Allemagne, au sud et à l'ouest par les roches tertiaires et crétacées de la Belgique et de l'Angleterre orientale, existait de même avant le dépôt du Diestien et du Crag corallin. Il a été affecté depuis par les grands mouvements d'affaissement et d'élévation, qui ont eu lieu pendant les périodes glaciaires et post-glaciaires. Quant aux changements de niveau qui ont eu lieu pendant l'époque glaciaire, les géologues ne sont pas d'accord, mais ces mouvements ont sans doute affecté la surface en question, et probablement la région de Scandinavie aussi, tandis que pendant l'époque post-glaciaire le bassin de la mer du Nord formait à un certain moment une vaste plaine, parcourue par des troupeaux d'éléphants, dont les ossements et les dents sont encore dragués par les pêcheurs de Norfolk. Pendant la sédimentation des couches pliocènes supérieures, ce bassin était rempli par les eaux d'une mer peu profonde dont les limites méridionales se sont déplacées, d'époque en époque, vers le nord. Sa position actuelle est presque identique à celle qu'elle occupait pendant la période scaldisienne, sauf qu'elle communique à présent avec le sud-ouest par la Manche et que les couches glaciaires du Norfolk et du Suffolk se sont accumulées près de sa limite occidentale, tandis que les sédiments apportés par le Rhin et les glaces scandinaves se sont accumulés sur sa limite orientale.

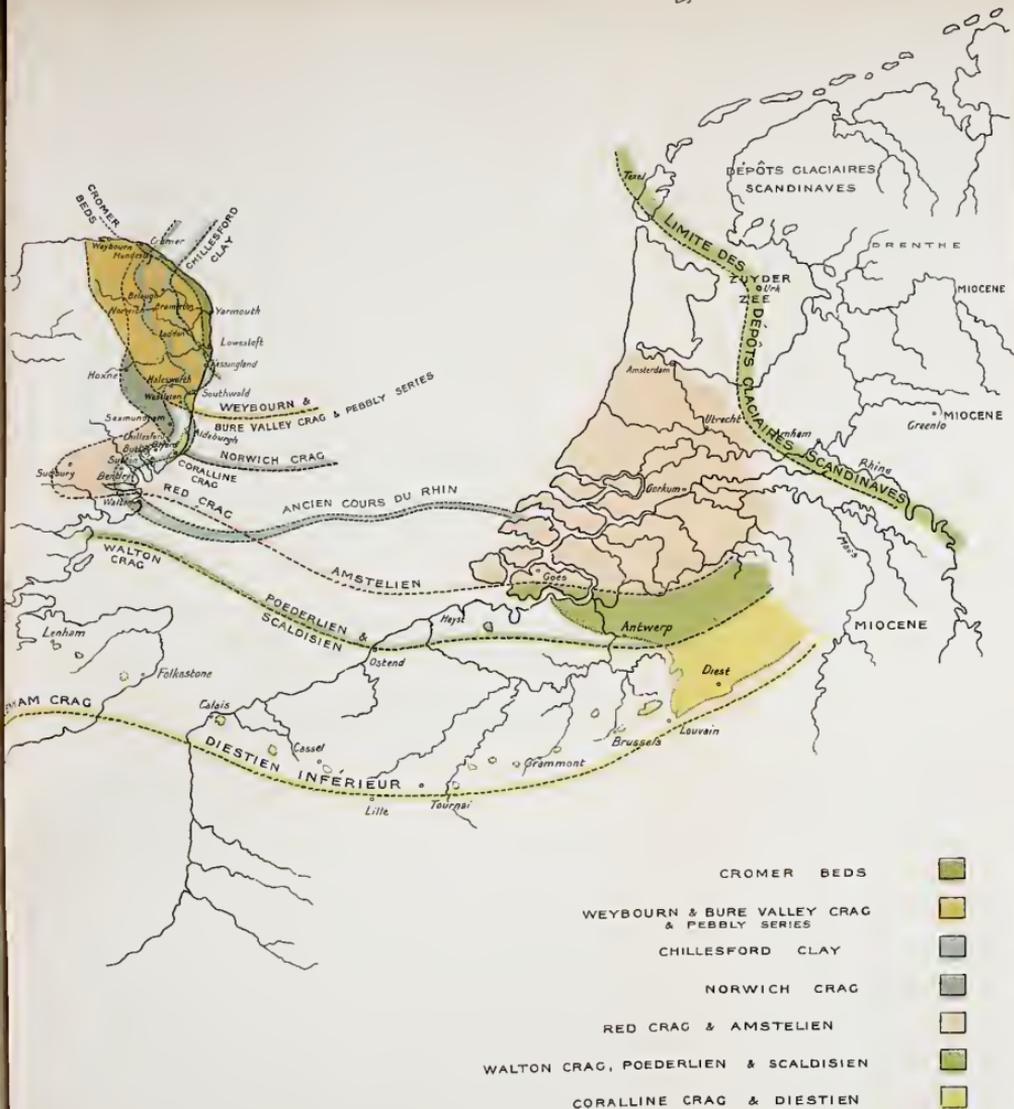
L'hypothèse d'un bassin permanent avec des lignes de côte à contours changeants paraît être d'accord avec tous les faits connus. Elle

offre une explication vraisemblable du caractère et de la disposition des différentes couches pliocènes de l'Angleterre, de la Belgique et de la Hollande, nous facilitant la disposition schématique de celles-ci comme membres d'une série continue et intimement liée. La côte occidentale du golfe du Pliocène supérieur ne s'est jamais étendue beaucoup au delà de la côte de l'Angleterre d'aujourd'hui : de là les couches d'eau peu profondes du Norfolk et du Suffolk, provenant à peu de distance de la côte, de temps en temps suivant le bord changeant de la mer, nous donnent des renseignements quant aux changements variés qui ont eu lieu dans la répartition des terres et des eaux. Les couches révélées par les forages hollandais, au contraire, ont été déposées plus loin de la côte, et dans un terrain affaissé, et pour cette raison, tout en ne jetant pas de lumière sur les conditions géographiques de la partie orientale du bassin, elles offrent une série verticale de couches représentant continuellement une partie considérable de l'époque pliocène. Il faut espérer que l'on obtiendra à l'avenir des résultats importants dans ce champ presque inexploré.

Les lignes que j'ai tracées pour démontrer la répartition probable des terres et des mers pendant les périodes successives de l'époque pliocène doivent être regardées comme simplement hypothétiques, mais si mes appréciations n'offrent pas de points d'appui solide et permanent, elles pourront néanmoins ouvrir la voie à des recherches plus complètes qui peut-être permettront de résoudre quelques-uns des problèmes de la géologie tertiaire supérieure de l'Europe septentrionale.

Je tiens, en terminant, à offrir mes remerciements les plus profonds à mes bons amis et honorés confrères : M. Ernest Vanden Broeck, et M. le Dr Lorie, qui m'ont donné toujours, et si gracieusement, tant d'informations à propos des couches de la Belgique et des Pays-Bas.





Carte montrant la distribution approximative des terres et des mers dans le Bassin Anglo-Hollandais pendant les époques successives de la période Pliocène.