

**La distribution verticale quantitative des foraminifères
du Diestien, du Scaldisien et du Poederlien au Kruisschans,
près d'Anvers (*),**

par J.-H. VAN VOORTHUYSEN,
avec la collaboration de A.-J. PANNEKOEK.
(Deux diagrammes.)

INTRODUCTION.

Dans un pays comme les Pays-Bas, où les dépôts marins du Tertiaire et du Pléistocène ancien sont surtout, ou exclusivement, connus par des sondages et où, par conséquent, on ne dispose que de faibles échantillons, l'étude des foraminifères a donné lieu à des conclusions stratigraphiques assez satisfaisantes.

Il était jusqu'ici, impossible d'obtenir des échantillons des localités types, lesquels sont cependant indispensables pour établir une stratigraphie basée sur les foraminifères. Aussi, le creusement du bassin Pétrofina près d'Anvers vers la fin de 1949, qui a donné de bonnes coupes dans le Diestien et le Scaldisien, nous a fourni l'occasion d'étendre nos études à cette localité type. Nous avons, de plus, pu étudier plusieurs échantillons du Plio-Pléistocène de l'East-Anglia. Comme ces études pourront modifier quelques limites stratigraphiques dans les dépôts des Pays-Bas, nous avons jugé utile de publier cette note en préliminaire à des études définitives sur les foraminifères du bassin plio-pléistocène de la mer du Nord.

Nous tenons à remercier chaleureusement M. A. Grosjean, directeur du Service Géologique de Belgique, et M. R. Tavernier, professeur de géologie à Gand, pour l'assistance et la bienveillance qu'ils nous ont témoignées.

MÉTHODE DE TRAVAIL.

Nous avons pris 19 échantillons, dont 7 dans le Diestien, 10 dans le Scaldisien et 2 dans le Poederlien, suivant une même verticale dans la coupe d'Anvers et à des distances d'un mètre

(*) Texte remis en séance.

ou moins. Les faunes de ces échantillons ont été séparées en 3 fractions :

Fraction 1 : >1,00 mm, ne contenant pas de foraminifères;

Fraction 2 : 1,00-0,30 mm; c'est la fraction la plus riche dans le cas de la zone à *Ditrupa*;

Fraction 3 : 0,30-0,15 mm; la fraction la plus riche du Diestien supérieur, du Scaldisien et du Poederlien.

On s'est efforcé de compter jusqu'à 300 foraminifères par fraction, mais ce nombre n'a été atteint que dans deux cas. Aussi, nous avons pris 3 cuvettes (6 × 4 cm) de chaque échantillon et en avons compté tous les individus.

Les diagrammes ci-joints sont divisés en deux parties, dont celle de gauche ne représente que les pourcentages de *Streblus* (*Rotalia*) *beccarii*, d'*Elphidiella* cf. *arctica*, d'*Elphidium* spec. div. et d'autres espèces réunies. La composition en pour-cent de ce dernier groupe est représentée sur la partie droite, où sont indiqués, soit des espèces, soit des genres ou des familles.

LA MICROSTRATIGRAPHIE DU DIESTIEN, DU SCALDISIEN ET DU POEDERLIEN AU KRISSCHANS (ANVERS).

(Avec diagramme n° 1.)

En examinant le diagramme, on constate à première vue une différence marquée entre la faune de foraminifères de la zone à *Ditrupa*, qui présente des affinités avec celle du Miocène supérieur (indiqué comme Diestien inférieur dans le compte rendu de l'excursion) ⁽¹⁾, d'une part, et celle de la zone à *Isocardia cor* (considérée comme Diestien supérieur) et du Scaldisien, d'autre part. Le Scaldisien, au surplus, semble différer quelque peu du Scaldisien typique. Malgré ces différences, nous avons, pour ne pas compliquer la terminologie, appliqué les termes « Diestien inférieur et supérieur » et « Scaldisien » dans le sens qu'on leur attribue dans le compte rendu mentionné ci-dessus. La faune diestienne inférieure (zone à *Ditrupa*) est caractérisée par une prépondérance du genre *Nonion* (surtout *N. boueanum*) et par un pourcentage assez élevé des Polymorphinidés, des Lagénidés et des formes arénacées. Dans le Diestien supérieur (zone à *Isocardia cor*) et le « Scaldisien », par contre, les Nonions, les

(1) TAVERNIER, R. et GULINCK, M., *Bull. Soc. belge de Géol., etc.*, t. LVIII, fasc. 3, pp. 389-399; 1950

Polymorphinidés et les Lagénidés sont réduits à un pourcentage insignifiant, tandis que les Cibicidés constituent la majorité des foraminifères et qu'apparaissent plusieurs autres genres et espèces, tels *Discorbis*, *Cassidulina*, *Eponides frigidus*, etc. De plus, on remarque depuis le commencement de la zone à *Isocardia cor* une augmentation très régulière d'*Elphidiella* cf. *arctica*, de *Strebus beccarii* et du genre *Elphidium*. Aussi croyons-nous qu'il faut admettre une interruption de la sédimentation après le Diestien inférieur et une émergence de ces sédiments avant la sédimentation de la zone à *Isocardia cor* (Diestien supérieur).

Les grandes différences entre les faunes des zones à *Ditrupa* et à *Isocardia cor* sont en partie dues à des différences dans les conditions écologiques sous lesquelles elles ont vécu; jusqu'à présent il est difficile d'indiquer dans quelle mesure ces différences ont une valeur vraiment stratigraphique.

En considérant les conditions écologiques sous lesquelles la faune foraminifère du Diestien inférieur doit avoir vécu, il semble que la mer, en ce temps-là, ait eu une plus grande profondeur que celle de la zone à *Isocardia cor*. Il est vrai que les connaissances sur l'écologie des foraminifères sont encore très restreintes, mais d'après les travaux sur des foraminifères récents de Natland ⁽²⁾, de Phleger ⁽³⁾, de Parker ⁽⁴⁾ et d'autres, et d'après notre propre expérience, on tend à admettre que les sédiments du Diestien inférieur ont été déposés sous une profondeur d'eau de 100 à 200 m. Cette profondeur correspond plus ou moins avec celle de la zone néritique (moins de 200 m), dans laquelle se forme la glauconie, celle-ci ne se formant probablement pas dans la zone des marées.

Les foraminifères de la zone à *Ditrupa* ne montrent aucune forme typique ayant vécu dans une mer froide, et qui indique que la mer ne semble pas s'être refroidie considérablement en ce temps-là.

(2) NATLAND, M. L., The temperature and depth distribution of some recent and fossil Foraminifera in the Southern California Region. Scripps Inst. Océanogr. (Univ. Calif. Bull., Techn. Ser., vol. 3, n° 10, pp. 225-230; 1933).

(3) PHLEGER, F. B. Jr, Foraminifera of submarine cores from the continental slope. Part 2 (Geol. Soc. America Bull., vol. 53, pp. 1073-1098; 1942).

(4) PARKER, F. L., Foraminifera of the continental shelf from the Gulf of Maine to Maryland (Harvard College Mus. Comp. Zool. Bull., vol. 100, n° 2, pp. 214-241; 1948).

DISTRIBUTION QUANTITATIVE DES FORAMINIFÈRES DU SCALDISIEN ET DU DIESTIEN DU PORT D'ANVERS

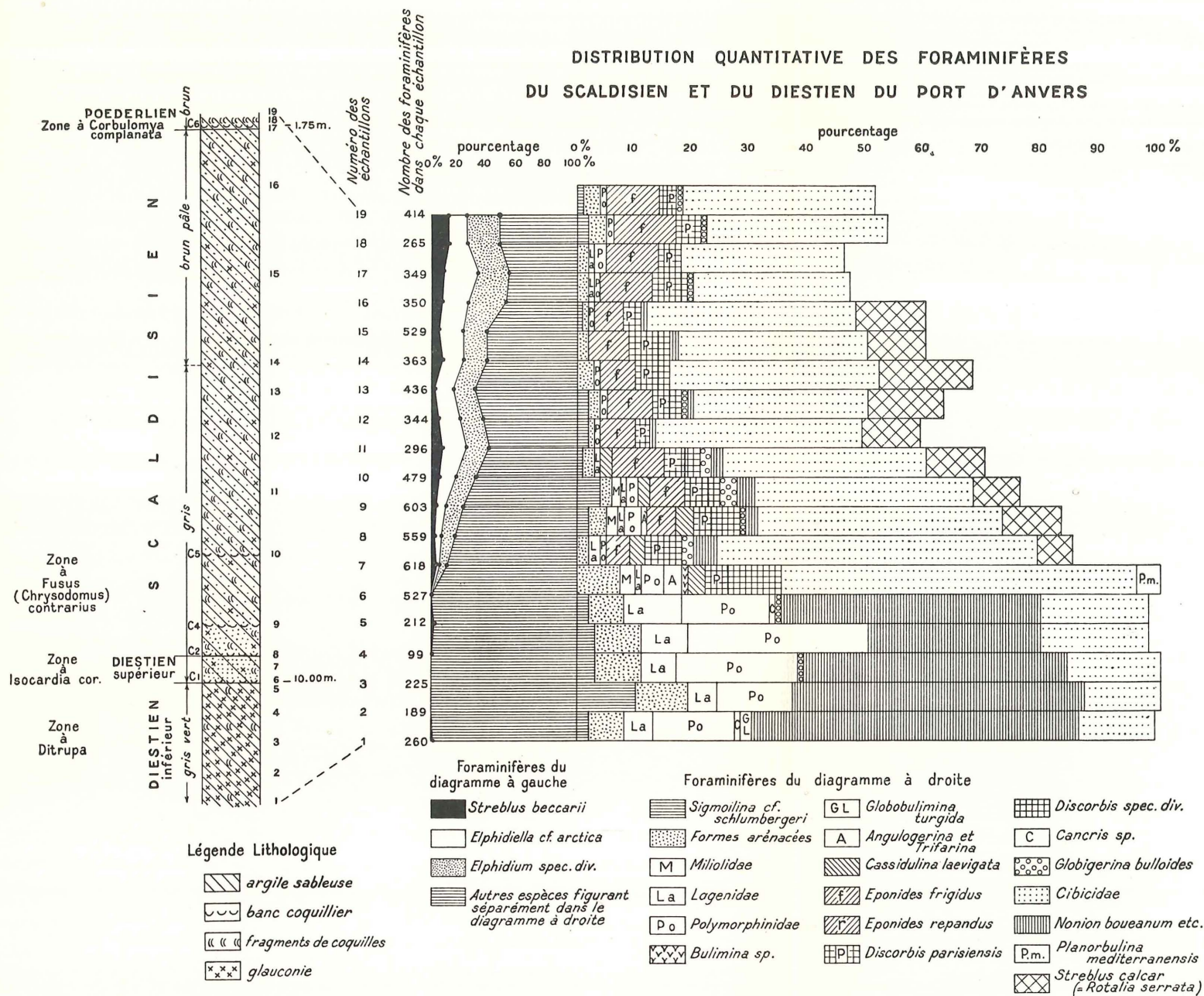


DIAGRAMME N° 1.

Par contre, après la sédimentation des couches à *Ditrupa*, la mer était non seulement moins profonde, mais les conditions écologiques étaient en outre moins favorables aux foraminifères, ce qui est démontré, entre autres, par le fait que les individus y sont en moyenne deux fois plus petits que ceux du Diestien inférieur (zone à *Ditrupa*). Surtout dans la faune foraminifère du Scaldisien et du Poederlien, il faut en premier lieu attirer l'attention sur les formes suivantes :

Streblus beccarii, vivant surtout dans les zones littorales et sublittorales, ainsi que dans les eaux saumâtres.

Genre *Elphidium*, qui préfère les eaux marines peu profondes et dont quelques espèces peuvent se maintenir dans une eau saumâtre.

Ephidiella cf. *arctica*, forme arctique, dont le pourcentage augmente de 0 à la base jusqu'à 23 m au sommet du dépôt considéré comme scaldisien.

Eponides frigidus, également une espèce préférant une mer froide, augmentant de 4 à 9 %.

Vu ce pourcentage élevé de formes froides, on pourrait discuter s'il ne s'agit d'un dépôt datant de la fin du Scaldisien. Il faudrait, pour se prononcer sur cette question, étudier des échantillons de plusieurs coupes dans le Scaldisien.

Cependant, on aurait tort de conclure de la présence de ces deux espèces à une mer nettement froide, parce que *Streblus calcar* (= *Rotalia serrata* ten Dam), par exemple, est une espèce littorale que Brady (1884) mentionne comme vivant dans la Méditerranée, la mer Rouge et même dans les Indes orientales et occidentales.

L'échantillon le plus profond du Diestien supérieur (n° 6), dans la première couche coquillière à la base, ne contient pas encore *Streblus beccarii*, *Elphidium* spec. div., *Elphidium* cf. *arctica* et *Eponides frigidus*, ni *Streblus calcar*, ce qui indique que le refroidissement n'avait pas encore commencé et que la mer était alors un peu plus profonde que peu après.

La présence de *Bulimina* sp. dans l'échantillon n° 6 et de *Cassidulina leavigata* dans les échantillons n°s 6-10 indique également que les couches inférieures ont été déposées avec leurs bancs coquilliers dans une mer un peu plus profonde que les couches supérieures (échantillons n°s 11-19). Si ces deux espèces paraissent en quantités plus grandes, et surtout si elles sont accompagnées des genres *Bolivina* et *Loxostoma*, ainsi

que cela se présente aux Pays-Bas ⁽⁵⁾, elles indiquent un faciès plus profond, qui existe seulement au centre du bassin de sédimentation.

Tandis que l'augmentation d'*Elphidiella* cf. *arctica* et d'*Eponides frigidus* prouve un refroidissement à partir du bas vers le haut, l'accroissement de *Streblus beccarii*, espèce de la zone littorale et des eaux saumâtres, indique une régression. En même temps *Cassidulina leavigata*, *Nonion* spec. div., les *Miliolides*, ainsi que *Globigerina bulloides*, qui est une forme planctonique, diminuent. Jones ⁽⁶⁾ (p. 285) a déjà remarqué : « It seems that the Crag Sea was not favorable for the existence of this species » (*G. bulloides*). Quant à la profondeur de la mer diestienne supérieure et scaldisienne, on peut l'évaluer à 75-25 m.

Les deux échantillons supérieurs du Scaldisien, les n^{os} 16 et 17, ne contiennent plus de *Streblus calcar* et les pourcentages d'*Elphidiella* cf. *arctica* et d'*Eponides frigidus* y sont plus élevés. Ceci démontre que pendant la sédimentation de ces couches, les conditions écologiques n'étaient plus favorables à l'existence de *Streblus calcar*, forme préférant une température plus élevée de l'eau.

Quant au banc coquillier supérieur (C 6) à *Corbulomya complanata* (Poederlien ?), dont nous n'avons étudié que deux échantillons, la seule différence avec le Scaldisien sous-jacent consiste en une diminution du pourcentage d'*Elphidiella* cf. *arctica* de 23 à 13 %. On pourrait expliquer ce fait par une montée légère de la température de l'eau marine, mais cette conclusion nous semble trop prématurée quand on considère que dans le Poederlien et dans les couches supérieures du Scaldisien les espèces *Streblus calcar*, *Nonion boueanum* et *Nonion crassesutura* spec. nov. font défaut. Pour des conclusions plus définitives il faudrait étudier une coupe plus complète du Poederlien que celle du Kruisschans.

La superposition d'un Diestien littoral (zone à *Isocardia cor*) sur un Diestien néritique (zone à *Ditrupa*) peut donner quelques indications sur les mouvements du sol à la transition de

(5) VAN VOORTHUYSEN, J. H., The Plio-Pleistocene boundary in the Netherlands based on the ecology of Foraminifera (*Geologie en Mijnbouw*, 12^e jaargang, n^o 1, Januari 1950, pp. 26-30).

(6) JONES, T. P., A Monograph of the Foraminifera of the Crag. Part II, III, IV (*Paleontogr. Soc. London, Monogr.*, 1895-1897).

ces deux zones. Toutefois, ces considérations resteront assez hypothétiques jusqu'au temps où nos connaissances sur l'écologie des foraminifères récents seront plus complètes.

La transition entre les deux faunes du Diestien supérieur et inférieur est tellement brusque, que nous inclinons à admettre un « faunal break », c'est-à-dire une lacune stratigraphique entre les deux assises. Il est même possible qu'il y ait eu une émergence du fond de la mer diestienne inférieure suivie d'une transgression de la mer diestienne supérieure. Les couches transitaires du Diestien, c'est-à-dire celles qui auraient indiqué une décroissance de la profondeur de la mer, auraient alors disparu pendant la régression. En tout cas, nous n'avons trouvé aucune trace d'un faciès littoral de la zone à *Ditrupa*. Après un affaissement nouveau, la mer diestienne supérieure (zone à *Iso-cardia cor*) paraît avoir envahi la région assez rapidement et le premier banc coquillier de cette zone s'est déposé dans une mer ayant déjà une profondeur assez considérable. Ensuite, la mer scaldisienne semble devenir de moins en moins profonde.

**COMPARAISON MICROSTRATIGRAPHIQUE
DES COUCHES PLIOCÈNES DE LA BELGIQUE
AVEC LES CRAGS DE L'EAST ANGLIA.**

(Avec diagramme n° 2.)

Il est intéressant de comparer la composition des microfaunes d'Anvers avec celles des Crag's plio-pléistocènes de l'East-Anglia, dont nous possédions plusieurs échantillons pris par le second auteur de cet article, lors de l'excursion du Congrès International de Géologie en 1948. Toutefois, notre étude du Crag ne pouvait être que bien préliminaire et superficielle. Aussi faut-il attendre l'étude approfondie entamée par le Prof^r Alan Wood et le Dr D. J. Carter.

Nos résultats sont représentés dans un diagramme pareil à celui d'Anvers. Les faunes des différents dépôts, c'est-à-dire celles du Coralline Crag (Diestien ?), du Red Crag inférieur ou Waltonien (Scaldisien), du Red Crag supérieur ou Butleyien (Amstélien) et du Norwich Crag, avec les Chillesford Beds (Icénien), y sont représentées superposées les unes aux autres. En vérité, ce n'est que dans le Waltonien et dans le Norwich Crag que les échantillons ont été pris dans des couches superposées au même endroit; dans les autres dépôts, les échantillons ont été prélevés à d'assez grandes distances les uns des autres, de sorte qu'on ne connaît pas exactement leur succession verticale.

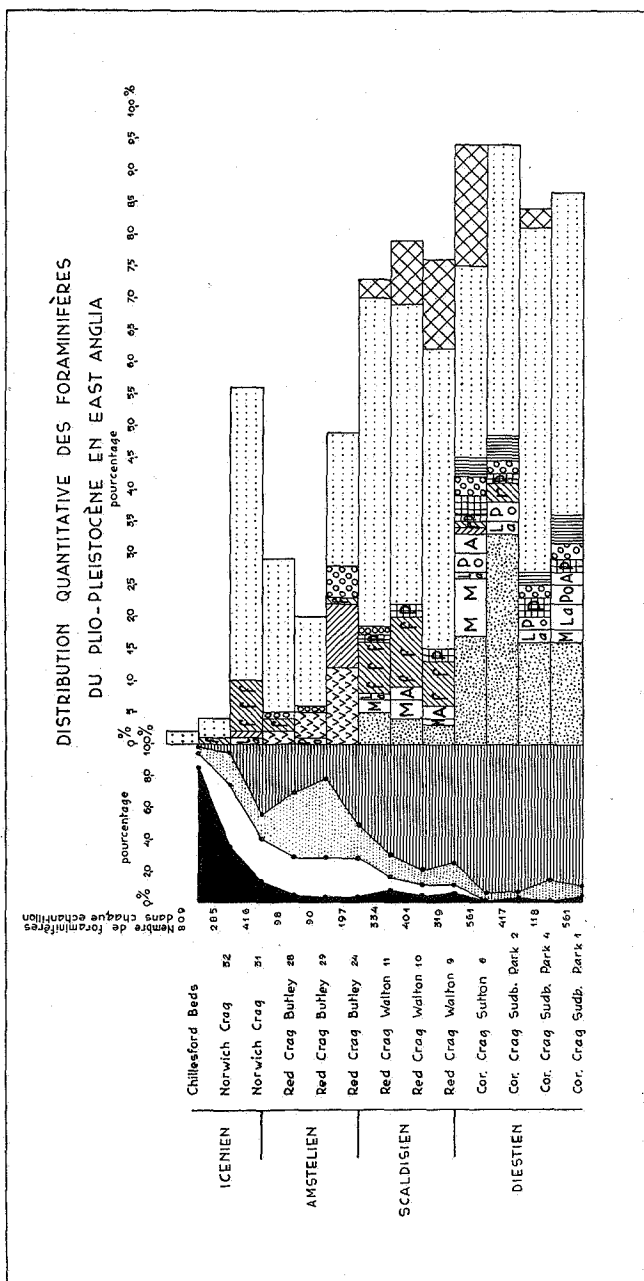


DIAGRAMME N° 2. — Pour la légende : voir diagramme n° 1.

Néanmoins, le diagramme de l'East-Anglia correspond assez bien avec celui de la coupe d'Anvers. La différence principale consiste en ce que le Coralline Crag est différent du Diestien inférieur (zone à *Ditrupa*). Ce dernier présente un faciès néritique à glauconie, tandis que le Coralline Crag est un dépôt littoral composé en partie de fragments de coquilles, de bryozoaires et d'échinodermes. Aussi on ne peut déduire de la faune foraminifère des conclusions définitives sur l'âge relatif des deux dépôts.

Le « Older Red Crag » de Walton, par contre, ne diffère guère du Scadisien du bassin Pétrofina. Tous les deux ont été déposés près de la côte de la mer du Nord.

Dans l'Amstélien, le « Newer Red Crag » de Butley, le pourcentage de l'espèce arctique *Elphidiella* cf. *arctica* s'accroît considérablement, tandis que *Streblus calcar* (*Rotalia serrata*), espèce dont nous avons mentionné qu'elle habite à présent la Méditerranée et d'autres mers chaudes, a disparu. Les conditions écologiques indiquent donc un climat plus froid pendant l'Amstélien. Toutefois, il faut attirer l'attention sur l'échantillon 24 d'un dépôt du Butleyien, qui semble avoir été déposé dans une mer un peu plus profonde, vu le rôle qu'y jouent les genres *Bulimina* et *Cassidulina*, et le pourcentage assez élevé de l'espèce planctonique *Globigerina bulloides*.

L'Icénien, enfin, représenté par des échantillons du Norwich Crag et des Chillesford Beds, se distingue en premier lieu par une augmentation considérable de l'espèce lagunaire *Streblus* (*Rotalia*) *beccarii*, qui est capable de s'adapter à une eau saumâtre. Surtout les Chillesford Beds présentent un faciès lagunaire à eau saumâtre très accentué, ce qui est démontré par le pourcentage extrêmement élevé (84 %) de *Streblus beccarii*, tandis que les formes littorales caractéristiques ont disparu.

COMPARAISON MICROSTRATIGRAPHIQUE DES COUCHES PLIOCÈNES DE LA BELGIQUE ET DE L'ANGLETERRE AVEC CELLES DES PAYS-BAS.

Nous avons, dans une notice préliminaire sur la limite stratigraphique entre le Pliocène et le Pléistocène marin aux Pays-Bas, examiné la distribution quantitative des foraminifères dans trois sondages (voir p. 3) et nous y supposons que la base du Pléistocène était caractérisée par l'apparition d'espèces indiquant un refroidissement du climat. Selon ce raisonnement,

qui à première vue semble logique, les dépôts dans lesquels *Elphidiella* cf. *arctica* apparaît et augmente en quantité appartiendraient au quaternaire le plus ancien, c'est-à-dire l'Amstélien, tandis que les dépôts sous-jacents sans *E. cf. arctica* étaient rangés par nous dans le Scaldisien.

L'étude des foraminifères du Scaldisien d'Anvers n'est pas en accord avec la détermination stratigraphique des couches de ces trois sondages. Si les couches d'Anvers, contenant un pourcentage d'*E. cf. arctica* augmentant de 1 à 23 %, sont du vrai Scaldisien, il faut admettre que les couches aux Pays-Bas, renfermant le même pourcentage de cette espèce, appartiennent au Scaldisien et non à l'Amstélien.

Tandis que les dépôts du Scaldisien d'Anvers et de la partie occidentale des Pays-Bas appartiennent au même facies littoral, les couches sous-jacentes présentent des différences de facies considérables. Ce sont, d'une part, les couches à *Ditrupa* à Anvers. D'autre part, dans le sondage de Bréda, où elles ont d'abord été rangées dans le Scaldisien, elles constituent une brèche de coquilles, de bryozoaires et de fragments d'échinodermes, tout comme pour le Coralline Crag de l'East-Anglia. Notre étude des foraminifères a démontré qu'il s'agit en effet de dépôts synchrones.

Cette conclusion est confirmée par l'étude préliminaire des bryozoaires par M. Lagaay, attaché au Musée de Géologie de Leyde.

Plus au Nord des Pays-Bas, dans les sondages de La Haye et de Zaandam, le Pliocène présente un facies plus néritique, dont la microfaune n'est pas tout à fait comparable à celle du facies littoral de Bréda et de l'East-Anglia.

Nous avons essayé dans cette notice de présenter quelques données provisoires sur les relations stratigraphiques du bassin de la mer du Nord pliocène, basées sur la microfaune. Il faudra, pour une étude plus approfondie du Pliocène de ce bassin, combiner les résultats des recherches dans tous les domaines de la paléontologie et même de la minéralogie. Quant à la paléontologie des mollusques, les résultats de l'admirable travail de M. Glibert, de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, et de ses collaborateurs seront, dès leur achèvement, de la plus haute importance.

Harlem, printemps 1950.

Service Géologique des Pays-Bas.