INS
3482

HARVARD UNIVERSITY.

LIBRARY

OF THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOÖLOGY.

14792.
Exchange.

Mar. 25, 1901 – Mar. 15, 1904.

Binder
CAMBRIDGE MASS.

MAR 28 1901

14,792

EXTRAIT DES MÉMOIRES

DU

MUSÉE ROYAL D'HISTOIRE NATURELLE DE BELGIQUE

T. I

LA FLORE WEALDIENNE DE BERNISSART

PAR

A.-C. SEWARD

University Lecturer a Cambridge et Membre de la Société royale de Londres

ANNÉE 1900

BRUXELLES

POLLEUNIS & CEUTERICK, IMPRIMEURS

37, RUE DES URSULINES, 37

37, RUE DES URSULINES, 37

EXTRAIT DES MÉMOIRES

DU

MUSÉE ROYAL D'HISTOIRE NATURELLE DE BELGIQUE

T. I

LA FLORE WEALDIENNE DE BERNISSART

PAR

A.-C. SEWARD

UNIVERSITY LECTURER A CAMBRIDGE ET MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1900

BRUXELLES

POLLEUNIS & CEUTERICK, IMPRIMEURS

37, RUE DES URSULINES, 37

Aq. S
3 capillis mixt.

TABLE DES MATIÈRES

PAGES

INTRODUTION, *fig. 1* du texte et *pl. IV, fig. 67 et 69* 5

Description des spécimens :

THALLOPHYTÆ.

Genre *Algites, fig. 2 et 3* du texte; *pl. IV, fig. 72a et 72b.* 7

Algites sp. 7

PTERIDOPHYTÆ.

Lycopodinae.

Lycopodites sp., pl. IV, fig. 59 8

Equisetinae.

Equisetites sp., pl. IV, fig. 63 8

Filicales.

Genre *Sagenopteris.* 9

Sagenopteris Mantelli (Dunk.), *pl. III, fig. 55* 9

Filices.

Matoninaceae.

Genre *Matonidium.* 10

Matonidium Goepperti (Ettingsh.), *pl. I, fig. 1 et 2* 10

Laccopteris Dunkeri Schenk, *pl. II, fig. 22-32* 13

Polypodiaceae.

Genre *Onychiopsis.*

Onychiopsis Mantelli (Brongn.), *pl. I, fig. 17-19; pl. II, fig. 20 et 21* . 15

Dipteridinae.

Genre *Protorhipis.*

Protorhipis Roemeri (Schenk), *pl. III, fig. 34.* 17

? Schizaeaceae.

Genre *Ruffordia.*

Ruffordia Goepperti (Dunk.), *pl. III, fig. 33* 18

PAGES

Filices d'affinités douteuses.

Genre *Weichselia*.

Weichselia Mantelli (Brongn.), *fig. 1 du texte; pl. I, fig. 3-16; pl. III, fig. 41, 42, 47 et 56.* 20

Genre *Sphenopteris*.

Sphenopteris Fittoni Seward, *pl. III, fig. 48.* 23

— *delicatissima* Schenk, *pl. III, fig. 49 et 50* 23

Fragments de Filices *d'affinités douteuses.*

Cladophlebis Dunkeri (Schimper) et *Leckenbya valdensis* Seward, *pl. III, fig. 35-40, 43-46, 51 et 52.* 24

Gleichenites sp., etc., *pl. IV, fig. 58, 70, 79* 26

Genre *Adiantites*.

Adiantites sp., pl. III, fig. 53, 54, 57 26

Gymnospermæ.

? *Pinites Solmsi* Seward, *pl. IV, fig. 66* 27

Pinites sp. Cf. *P. Solmsi, pl. IV, fig. 68, 75-77* 27

Conites minuta, sp. nov., *pl. IV, fig. 60-62, 64* 28

Graines, fig. 4 et 5 du texte; *pl. IV, fig. 73 et 78* 28

Fossiles indéterminés :

A. Cf. *Taeniopteris sp., fig. 6 et 7* du texte 29

B. Empreinte ferrugineuse, *pl. IV, fig. 74* 30

C. Fragments de bois, *pl. IV, fig. 65 et 71* 30

D. *fig. 8* du texte 30

Conclusion 31

Distribution géographique des espèces végétales de Bernissart 33

Bibliographie 35

Explication des planches 39

MAR 28 1901

LA FLORE WEALDIENNE DE BERNISSART

par **A. C. SEWARD** (1)

University Lecturer à Cambridge et Membre de la Société royale de Londres.

INTRODUCTION

Les plantes, décrites dans ce mémoire, sont les restes fragmentaires d'une flore rencontrée dans les dépôts wealdiens de Bernissart, localité située près de la frontière française entre Mons et Tournay.

Bernissart devint célèbre par la découverte en 1877 de la nombreuse série de squelettes d'Iguanodons dont plusieurs, actuellement exposés, comptent parmi les fossiles les plus remarquables du Musée de Bruxelles.

Les couches, renfermant ces plantes, occupent le fond d'une gorge étroite ou crevasse, profonde de plus de 250 mètres, bordée d'un côté par un précipice vertical et de l'autre côté par des roches moins inclinées du terrain houiller. Les couches argileuses dans lesquelles les plantes se trouvent, sont des sédiments d'eau douce amenés par une rivière et dont l'âge correspond à celui des dépôts wealdiens d'Angleterre, de l'Allemagne septentrionale et d'autres pays.

Les spécimens, étudiés dans les pages suivantes, font partie des collections de plantes fossiles du Musée de Bruxelles (2).

En 1878, M. Dupont (3) a publié une courte liste de plantes de Bernissart dans le *Bulletin de l'Académie royale de Belgique;* l'identification des spécimens avait été confiée à feu le marquis de Saporta.

Quelques années plus tard, le professeur Newberry (4) y fit observer l'absence d'Angiospermes.

---

(1) Je désire exprimer tous mes remerciements à M. Dupont pour sa constante courtoisie et le concours qu'il m'a prêté pendant mes visites au Musée de Bruxelles, non moins que pour le soin avec lequel il a traduit le présent mémoire.

(2) Voir *Guide dans les collections du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique.* Bruxelles, 1897.

(3) *Dupont* (*78*). Le chiffre, placé entre parenthèses après le nom de l'auteur, indique l'année de la publication. Ainsi (*78*) = 1878 et le titre sera cité dans la Bibliographie ci-après.

(4) *Newberry* (*91*).

L'étude de ces plantes n'avait pas été poussée plus loin, quand la direction du Musée de Bruxelles m'a confié leur description.

Les deux traits les plus saillants de la flore de Bernissart sont la nature réduite et fragmentaire des spécimens et la prépondérance marquée des Fougères sur toute autre classe de plantes.

L'échantillon de *Laccopteris*, représenté *pl. II, fig. 23*, est l'un des plus complets de la collection. Le plus souvent, nous avons affaire à des petits fragments de frondes ou même à des pinnules isolées, conservés à l'état d'empreintes charbonneuses dans une roche argileuse gris foncé.

Beaucoup d'exemplaires se présentent sur la surface durcie d'une ancienne couche boueuse qui était restée, avant d'être recouverte par d'autres sédiments, exposée à l'air assez de temps pour être capable de retenir les traces de gouttes de pluie. Celles-ci ont laissé leurs empreintes sous la forme de petits creux à la surface de la roche. Le morceau de couche, dessiné *pl. IV, fig. 67*, montre ce qui me paraît être une surface entamée de cette manière par la pluie, en même temps que quelques fragments de la Fougère la plus commune de Bernissart, la *Weichselia Mantelli*.

Fig. 1. Fragments de la *Weichselia Mantelli* (Brongn.).
(Grand. nat.)

La figure ci-dessus montre un état fréquent des fragments de Fougères. La disposition des frondes annonce que leur dépôt a eu lieu dans la boue fine déposée par les eaux d'une rivière à cours peu rapide.

Les débris de plantes, dessinés *pl. IV, fig. 69*, donnent un autre exemple du mode ordinaire de conservation des restes de Fougères dans les sédiments fluviaux de Bernissart.

A l'exception de quelques morceaux de bois fossiles conservés à l'état de jayet ou de

lignite, les plantes se présentent sous la forme de petits fragments légers, comme si elles avaient été transportées à quelque distance par une rivière.

Un ou deux morceaux d'ambre ont aussi été trouvés au milieu des plantes, ainsi que quelques coprolithes et des tendons ossifiés d'Iguanodons. Ces tendons ont quelquefois une ressemblance déconcertante avec des tiges végétales, mais une coupe en révèle immédiatement la nature animale.

DESCRIPTION DES SPÉCIMENS [1]

THALLOPHYTÆ

Genre *Algites*.

Fig. 2 et *3* du texte. *Pl. IV, fig. 72a* et *fig. 72b*.

Le terme d'*Algites* a été attribué à des fossiles qui, selon toute probabilité, appartiennent à la classe des Algues, mais qui, à raison d'absence d'organes reproducteurs, de structure interne ou de caractères formels pour déterminer leurs affinités, ne peuvent être rapportés avec quelque certitude ni à un genre ni à une famille spéciale [2].

De tels fossiles sont, au point de vue pratique, sans valeur pour les botanistes. S'ils doivent cependant être mentionnés, il vaut mieux éviter de leur appliquer une désignation quelconque qui impliquerait une relation avec un genre ou même une famille récente.

? *Algites* sp.

Fig. 2. — *Algites* sp.
(Grand. nat.)

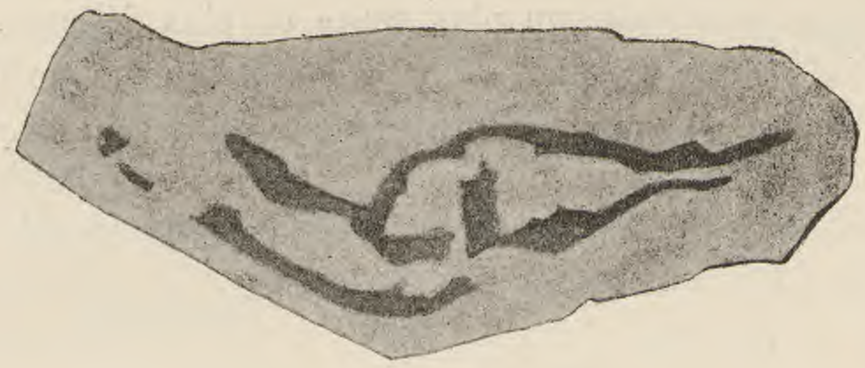


Fig. 3. — *Algites* sp.
(Grand. nat.)

---

[1] Des listes plus complètes de la flore wealdienne et la discussion de la synonymie de plusieurs des espèces décrites dans ce mémoire peuvent être trouvées dans le *Catalogue des plantes wealdiennes du British Museum (vol. I et II)* publié en 1894 et 1895 (Voir ci-après *Seward* (*94*) et (*95*)).

[2] *Seward* (*94*), p. 4.

Fig. 2 du texte. — Ce spécimen présente une touffe de filaments charbonneux paraissant converger vers un axe commun. Il pourrait se rapporter à une Algue imparfaitement conservée, mais il est trop douteux pour être ainsi classé avec quelque certitude.

Fig. 3 du texte. — Fragment d'une faible empreinte d'une plante en forme de ruban et pouvant être, à la rigueur, rapporté à une Algue. L'apparence de cette empreinte charbonneuse indique une structure de plante plutôt mince et délicate que robuste.

Pl. IV, fig. 72ª et 72ᵇ. — Il est pratiquement impossible de reconnaître si le spécimen, représenté dans la *fig. 72ᵇ*, est une Algue délicate ou la trace de quelque animal. Il n'y a pas de substance charbonneuse et rien n'indique la nature réelle du fossile.

Les filaments charbonneux ramifiés que montre la *fig. 72ª*, peuvent être les fragments brisés d'une Algue délicate.

La nature fragmentaire de ces spécimens exclut donc toute détermination satisfaisante. Il est cependant préférable, me paraît-il, de mentionner de semblables fossiles plutôt que de laisser ignorer leur existence, surtout que l'ensemble de la flore de Bernissart est représenté par des documents fort incomplets.

PTERIDOPHYTÆ

LYCOPODINAE

Lycopodites sp.

Pl. IV, fig. 59.

Le spécimen figuré consiste en un mince axe fourchu, de 1 centimètre de long, portant de petites feuilles arquées, disposées en spirale. Cette disposition est celle de *Lycopodites falcatus* Lind. et Hutt. (1), de l'Oolithe inférieure d'Angleterre. Mais la plante wealdienne est beaucoup plus petite et plus délicate. Il n'est néanmoins pas possible de déterminer avec quelque certitude les fragments de Bernissart, qui pourraient, du reste, aussi bien être des restes de Bryophytes que des tronçons de Lycopodinées.

EQUISETINAE

Equisetites.

Pl. IV, fig. 63.

Le genre *Equisetites* n'est représenté par aucun exemplaire satisfaisant.

Le spécimen, dessiné *pl. IV, fig. 63,* peut être un diaphragme nodal imparfait d'une tige d'Équisétacée; il a la forme d'un disque circulaire en relief, de 8 millimètres de

(1) *Lindley* et *Hutton* (*31*), *Pl. LXI.*

diamètre, portant à la périphérie des traces de bandes radiales. Il peut être comparé avec les diaphragmes nodaux de l'espèce jurassique *Equisetites columnaris* Brongn.

Les minces tiges d'Équisétacées, primitivement décrites par Phillips comme *Equisetites lateralis* (1) et qui sont probablement spécifiquement identiques à *E. columnaris,* sont caractérisées par la présence d'un disque circulaire sur la surface internodale, que certains auteurs regardent comme une cicatrice de rameau.

On rencontre assez souvent, à l'état de fossiles isolés, des disques semblables associés dans le dépôt à des tiges d'Équisétacées jurassiques, et la présence occasionnelle de ces disques au centre d'une couronne foliaire aplatie démontre qu'ils pourront réellement être regardés comme des diaphragmes nodaux (2).

FILICALES

Genre *Sagenopteris*.

La position systématique du genre *Sagenopteris* de Presl n'est pas encore suffisamment établie. Beaucoup d'auteurs le placent tout près du genre récent *Marsilia,* mais la preuve sur laquelle repose cet anachronisme, est loin d'être concluante et nous devons continuer à regarder *Sagenopteris* comme un Ptéridophyte de position douteuse.

SAGENOPTERIS MANTELLI (Dunker).

Pl. III, fig. 55.

1846.	Cyclopteris Mantelli.	Dunker, *Wealdenbildung*, p. 10, pl. IX, fig. 4 et 5.
1849.	Adiantites Mantelli.	Brongniart, *Tableau des genres de vég. foss.*, p. 107.
1869.	Aneimidium Mantelli.	Schimper, *Traité de Paléont. vég.*, t. I, p. 486.
1871.	Sagenopteris Mantelli.	Schenk, *Paleontographica*, t. XIX, p. 222, pl. XXXI, fig. 5.
1886.	?Thinnfeldia variabilis.	Valenovsky, *Gymn. böhm. Kreid.*, p. 6, pl. II, fig. 1-5.
1890.	?Sagenopteris sp.	Yokoyama, *Journ. Coll. Sci. Japan.*, t. III, p. 38, pl. X, fig. 3 et 3*a*.
1894.	Sagenopteris Mantelli.	Seward, *Wealden Flora*, t. I, p. 130, pl. IX, fig. 4 et 5.

L'espèce wealdienne a été ainsi définie :

« Feuille consistant en quatre folioles sessiles placées sur le sommet d'un pétiole, disposées à la manière des Palmiers, variables de formes et de dimensions ; les deux folioles supérieures ou folioles terminales plus grandes que la paire inférieure, spatulées ou elliptiques, à bord entier ou avec un ou deux lobes largement arrondis. Nervation réticulée à mailles arrondies dans la direction du grand axe de la feuille. Dans quelques folioles, il y a une nervure centrale assez distincte près du point d'attache, mais elle se perd rapidement

---

(1) *Phillips* (29), *Pl. X, p. 13.*
(2) *Seward* (98), *p. 275-279.*

vers le sommet ; dans quelques spécimens, il n'y a pas de trace de nervure centrale. Fructification inconnue » (1).

Selon toute probabilité, le nombre des folioles variait et la même forme ne persistait pas toujours. L'espèce jurassique, *Sagenopteris Phillipsi* Brongn., et la forme plus ancienne, *S. rhoifolia* Stern., sont toutes deux caractérisées par des variations considérables dans la dimension, le nombre et la forme des folioles.

Pl. III, fig. 55. — Ce spécimen est l'un des deux représentants de *Sagenopteris* dans la collection de Bernissart. Il possède deux folioles oblongues attachées à la même tige ; le bord des folioles est entier et le limbe montre des traces de nervures anastomosées. Il y a une grande ressemblance entre ce fossile et la forme à deux feuilles de l'espèce jurassique, décrite par Lindley et Hutton sous le nom d'*Otopteris cuneata* (2), mais étant, selon toute probabilité, simplement une forme de l'espèce variable *Sagenopteris Phillipsi*.

FILICES

Famille des Matoninaceae

Genre *Matonidium*.

La famille des Matoninaceae comprend le seul genre récent *Matonia* et quelques genres éteints du Mésozoïque qui diffèrent par certains caractères des familles de Fougères leptosporangiées. Il n'y a pas de doute que le genre malais *Matonia*, représenté par deux espèces vivantes, *M. pectinata* R. Br. (3) et *M. sarmentosa* Baker (4), à distribution géographique limitée, puisse être regardé comme le survivant d'une famille qui avait une vaste distribution pendant les périodes triasique et jurassique.

Le genre *Matonidium* fut fondé par Schenk (5) en 1871 pour des frondes fossiles possédant la disposition caractéristique de l'espèce récente, *Matonia pectinata*.

MATONIDIUM GOEPPERTI (Ettingshausen).

Pl. I, fig. 1 et 2.

1843.	Cycadites Althausii.	Dunker, *Ueber den norddeutschen sogen. Wäldenthon*, p. 7.
1846.	Pecopteris Althausii.	Dunker, *Wealdenbildung*, p. 6, pl. II, fig. 2.
	— polydactyla.	*Ibid.*, p. 5, pl. VII, fig. 4.
	— Conybeari.	*Ibid.*, p. 7, pl. IX, fig. 8.
	Alethopteris elegans.	*Ibid.*, p. 8, pl. VII, fig. 7.
1849.	Pecopteris elegans.	Brongniart, *Tableau*, p. 7.

(1) *Seward (94), p. 131.*
(2) *Lindley et Hutton (35), pl. CLV.*
(3) *Seward (99).*
(4) *Baker, (91), p. 191, pl. XIV.*
(5) *Schenk, (71), p. 219.*

1852.	Alethopteris Goepperti.	Ettingshausen, *Abh. K.-K. geol. Reichs.*, t. I, Abth. III, p. 16, pl. V.
1864.	Pecopteris polydactyla.	Leckenby, *Quat. Jour. Geol. Soc. London*, t. XX, p. 80, pl. XI, fig. 1.
1869.	Laccopteris Goepperti.	Schimper, *Traité pal. vég.*, t. I, p. 582, pl. XXX, fig. 5-8.
1871.	Matonidium Goepperti.	Schenk, *Palæontographica*, t. XIX, p. 219, pl. XXVII, fig. 5; pl. XXIII, fig. 1 et 2; pl. XXX, fig. 5-8.
1878.	Pecopteris Conybeari.	Saporta in Dupont, *Bull. Acad. roy. Belg.*, t. XLVI, p. 396.
1894.	Matonidium Goepperti.	Seward, *Wealden Flora*, t. I, p. 63.
1899.	Matonidium Althausii.	Fontaine, in Ward, *Ann. Rep. U. S. Geol. Surv.*, p. 664, pl. CLXII, fig. 6-8.

L'espèce wealdienne *Matonidium Goepperti* et la fougère de l'Oolithe inférieure, rangée par Leckenby (1) parmi le *Pecopteris polydactyla* de Dunker, correspondent fort bien à *Matonia pectinata* R. Br.

Il est difficile de décider si l'espèce wealdienne et l'espèce jurassique sont identiques. Je les ai cependant comprises ailleurs (2) sous le même nom de *Matonidium Goepperti* et Leckenby les considérait aussi précédemment comme appartenant à une seule espèce.

L'examen de plusieurs exemplaires de la forme jurassique me porte à parler avec quelque circonspection de l'identité spécifique des deux formes. Mais il n'est pas contestable qu'elles ont une intime parenté et qu'elles ne se distinguent pas l'une de l'autre par des caractères essentiels. Devant l'impossibilité d'indiquer des traits différentiels évidents ou de pouvoir toujours les distinguer, il est préférable de continuer, du moins pour le moment, à employer à leur égard une seule désignation spécifique. Il y a chez plusieurs paléontologistes tendance à adopter vis-à-vis des espèces fossiles une méthode plus rationnelle que celle qui fut longtemps en usage. Le désir d'essayer de limiter les espèces dans des bornes étroites et de s'en rapporter à de légères et insignifiantes variations à titre de caractères spécifiques importants, a été récemment envisagé dans un sens plus large. Il est plus logique et dès lors plus scientifique de se servir d'une même désignation spécifique pour un ensemble de fossiles qui, tout en possédant des caractères établissant entre eux des traits communs, pourraient néanmoins présenter diverses formes dignes d'un rang spécifique indépendant, si on avait des informations plus complètes sur leur structure et leur mode de croissance.

L'espèce *Matonidium Goepperti* peut être définie ainsi :

Feuilles palmées dont le pétiole se divise en nombreuses pennes divisées en pinnules avec segments terminaux linéaires et d'ordinaire légèrement arqués. Chaque segment terminal est traversé par une nervure centrale bien marquée avec veinules latérales simples ou fourchues. Vers la partie inférieure de chaque penne, les pinnules sont courtes et plus ou moins de forme deltoïde. Toutes les pinnules peuvent être fertiles; les sores sont nombreux, ovales ou circulaires. Chaque sore consiste en un petit nombre de

(1) *Leckenby (64), p. 80.*
(2) *Seward (94), p. 63.*

sporanges avec un anneau oblique attaché à un réceptacle central proéminent qui porte une indusie circulaire.

Nous possédons des données insuffisantes sur certains points d'organisation : aucun spécimen bien conservé de pinnules fertiles ne permet de déterminer la nature des sporanges d'une manière satisfaisante; la nervation n'a pas non plus été étudiée en détail.

Les meilleurs spécimens fertiles de la forme wealdienne sont ceux de l'Allemagne septentrionale décrits par Schenk, mais la conservation des sores y laisse beaucoup à désirer.

Les caractères les plus frappants du *Matonidium Goepperti* sont la disposition de la fronde et les nombreux sores dont la forme est en réalité identique à celle de l'espèce récente *Matonia*, mais qui diffèrent par leur nombre plus grand sur chaque segment. Il est probable que la forme ovale des sores dans les frondes fossiles est le résultat de la multiplicité de ces sores.

Une espèce, étroitement alliée à *Matonidium*, a été récemment décrite par Krasser (1). Elle provient des couches cénomaniennes de la Moravie et correspond à l'espèce récente *Matonia pectinata*, tout en ayant moins de sores.

Suivant les strictes règles de priorité, le nom spécifique d'*Althausi* devrait être adopté. Mais les spécimens, décrits par Etthingshausen, sont beaucoup plus parfaits que ceux décrits par Dunker, et le nom spécifique de *Goepperti* a été généralement accepté.

Les quelques exemplaires de *Matonidium* de la flore de Bernissart semblent appartenir à une espèce à frondes plus petites que le *Matonidium Goepperti* typique, figuré par Schenk et par d'autres auteurs. Cette différence de taille peut être distinguée sous le nom de *M. Goepperti*, var. *minor*.

Pl. I, fig. 1 et 2. — La disposition de la fronde, telle qu'elle est réprésentée *fig. 1*, concorde bien avec celle de quelques espèces de *Gleichenia*, notamment *G. Cunninghausi* Hew. et autres. Sans la preuve fournie par des spécimens plus complets, on ne saurait décider si les pennes de la fronde fossile émanent simplement du pétiole suivant un mode scorpioïde, comme dans *Matonia pectinata*, ou bien si elles étaient fourchues, comme dans les feuilles flabellées de quelques espèces de *Gleichenia* et d'autres Fougères.

Les pinnules arrondies, dessinées *pl. 1, fig. 2*, correspondent complètement à celles de *Matonidium Goepperti;* il est donc probable que le spécimen se rapporte au genre *Matonidium* plutôt qu'au genre *Gleichenia*.

Le meilleur exemplaire de Bernissart, *pl. I, fig. 1*, consiste en six pennes étroites, convergeant clairement vers un point commun. Chaque penne porte de nombreux segments légèrement arqués avec extrémités arrondies et chaque pinnule est traversée par une nervure centrale distincte qui n'est pas représentée dans la figure. Vers la base de chaque

---

(1) *Krasser (96), p. 119, pl. XI, XII et XVII.*

penne, les pinnules sont plus fortes et deltoïdes. La plus grande penne a 4,5 centimètres de long et 5 millimètres de large.

Dans les trois pinnules agrandies, *pl. 1, fig. 2,* la nervation est indiquée et les tissus de la feuille sont représentés par une forte couche de matières charbonneuses.

La collection renferme un ou deux autres spécimens de cette espèce en plus de ceux représentés dans ces figures.

LACCOPTERIS DUNKERI Schenk [1].

Pl. II, fig. 22-32.

1870. ? Pecopteris decipiens. Trautschold, *Nouv. Mém. Soc. nat. Moscou*, t. III, p. 29, pl. XIX, fig. 5.
1871. Laccopteris Dunkeri. Schenk, *Palæontographica*, t. XIX, p. 219, pl. XXIX, fig. 3-5.
1875. Phlebopteris Dunkeri. Schenk, *ibid.*, t. XXIII, p. 161, pl. XXVII, fig. 10.
Microdictyon Dunkeri. *Ibid.*
1878. Laccopteris Dunkeri. Hosius et von der Marck, *Palæontographica*, t. XXVI, p. 208, pl. XLIV, fig. 192 et 193.
1888. Laccopteris Dunkeri. Velenovsky, *Abh. K. Böhm. Gess. Wiss.*, p. 12, pl. II, fig. 3-7.
1894. Microdictyon Dunkeri. Seward, *Wealden Flora*, t. I, p. 135.

Le spécimen, décrit par Trautschold, appartient probablement à cette espèce ; il y a cependant trop d'incertitude pour pouvoir garantir que ce nom spécifique doive se substituer à la désignation proposée par Schenk et généralement adoptée.

Le genre liasique *Andriana* de Braun [2] et le genre crétacé *Carolopteris* de Debey et Ettingshausen [3] se rapprochent beaucoup par leur disposition de la forme wealdienne et doivent probablement correspondre à des formes étroitement alliées.

Laccopteris Dunkeri peut être défini ainsi :

Feuilles palmées, consistant en pennes pinniformes à disposition flabellaire, portant des segments linéaires attachés à l'axe des pennes presque à angle droit. Chaque pinnule est traversée par une nervure centrale d'où partent des nervures secondaires ; celles-ci s'anastomosent et forment une série d'arcades ou mailles de chaque côté de la nervure principale. Du bord central de chacune de ces mailles, partent des veinules qui peuvent s'anastomoser de côté. Les plus grandes mailles, près de la nervure centrale, sont occupées par des veinules plus fines qui s'anastomosent aussi. Les sores sont circulaires, sur deux rangées, une de chaque côté de la nervure centrale et chacun consistant en quelques sporanges attachés à un réceptacle central avec anneau oblique. Une indusie existait probablement. Les spores sont tétraédriques.

Il est difficile d'accorder quelque confiance à la présence ou à l'absence d'une indusie

---

[1] Dans un ouvrage intitulé *Einige neue Pflanzen der Perucer Kreideschichten in Böhmen,* qui a paru après la rédaction du présent travail, l'auteur, E. Bayer, rapporte quelques fragments de feuilles de *Laccopteris* au genre *Drynaria* (Polypodiaceæ). Voir *Bayer* (*99*).

[2] *Braun* (*43*), *pl. X,*

[3] *Debey* et *Ettingshausen* (*59*), *p. 26, pl. III.*

en traitant des Fougères fossiles. Dans celles-ci, les sores ont été ordinairement décrits comme n'en étant pas pourvus, mais la forme, uniformément arrondie de la ceinture des sores circulaires dans beaucoup de fragments de Bernissart, annonce la présence d'une indusie circulaire attachée à un réceptacle central comme dans *Matonidium*.

On peut se demander jusqu'à quel point la création du genre *Microdictyon* par Saporta (1) répondait à un besoin réel. L'examen de quelques spécimens bien conservés de l'espèce jurassique de Brongniart, *Phlebopteris polypodioïdes,* qui se trouvent au British Museum et ailleurs, me porte à adopter l'opinion que les Fougères, rangées par Saporta dans *Microdictyon,* ne sont pas génériquement distinctes du genre *Phlebopteris*.

Il est également fort probable, ainsi que je l'ai déjà indiqué ailleurs, que le genre *Laccopteris* de Presl n'est pas distinct du genre *Phlebopteris*. Mais cette question de nomenclature n'a pas besoin d'être discutée ici complètement, puisque les fossiles de Bernissart ne fournissent pas de données spéciales pour nous aider à faire la comparaison de ces genres. Il est du moins plus probable que les Fougères mésozoïques du type de l'espèce rhétique *Laccopteris Munsteri* Schenk, *Laccopteris polypodioïdes* Brongn., *Laccopteris Dunkeri,* etc., appartiennent toutes aux Matonineae et représentent des alliés éteints du genre récent *Matonia*.

Pl. II, fig. 23. — Le spécimen, ici figuré, est un des plus grands débris végétaux de la collection de Bernissart. Il consiste en portions de quatre pennes, dont deux convergent nettement vers un point commun d'attache et suggèrent l'idée d'une fronde à disposition semblable à celle de *Matonia pectinata*. L'axe de chaque penne est assez fort et porte d'étroits segments linéaires fertiles, le plus grand mesurant 2,8 centimètres de long et 3,5 de large. Il y a deux rangs de sores circulaires, les sores ayant une disposition alterne sur les deux côtés de la nervure centrale.

Pl. II, fig. 28. — Partie d'une penne simple, de 9,5 centimètres de long, avec segments fertiles linéaires. La plus grande pinnule est longue de 2,4 centimètres environ et large de 2 millimètres. Les sores se présentent comme des mamelons arrondis et quelques-uns montrent une dépression centrale; leur aspect correspond étroitement à celui des sores indusiés de *Matonia,* le point central de chaque sore présentant l'empreinte d'un réceptacle court et proéminent. En quelques places, on voit des traces de veines réticulaires. La Fougère de Bernissart est plus petite que celle de l'Allemagne et d'ailleurs, mais les raisons qui portent à lui donner un nom spécifique distinct, ne sont pas suffisantes.

Pl. II, fig. 22. — Ce spécimen de pauvre apparence montre assez clairement l'anastomose des veines marginales externes aux sores.

Pl. II, fig. 24.—Petites pinnules attachées à angle aigu à un axe de la penne et appartenant sans aucun doute à la partie apicale d'une penne. La conservation de ce fragment est loin d'être bonne; il est possible qu'il se rapporte à *Weichselia Mantelli*.

---

(1) *Saporta* (73), *p. 306*.

Pl. II, fig. 25. — Ce spécimen peut aussi appartenir à *Weichselia,* mais il est plus probable que c'est un fragment de la partie apicale d'une penne de *Laccopteris.*

Pl. II, fig. 26. — Ce fragment montre clairement les sores à l'état de bosses semi-circulaires en saillie; la surface charbonneuse de chaque sore porte quelques lignes radiaires qui indiquaient probablement la position de chacun des sporanges.

Pl. II, fig. 27. — Partie d'une penne avec des pinnules plus étroites. Elle appartient probablement aussi à *Laccopteris Dunkeri.*

Pl. II, fig. 29. — Les fragments, *fig. 29^a*, expliquent la manière dont se rencontrent les sores circulaires pressés les uns contre les autres. Dans *fig. 29^b*, une pinnule simple d'un autre spécimen a été agrandie pour montrer plus clairement les cavités circulaires représentant les sores. Les spécimens de cette sorte sont très communs dans les couches de Bernissart.

Pl. II, fig. 30. — Fragment d'une penne portant des pinnules arquées et acuminées. Les veines sont assez bien indiquées et, aux endroits où l'enveloppe charbonneuse a été brisée, il y a des traces de sores. La longueur des pinnules est de 1,3 centimètres.

Pl. II, fig. 31. — Ce fragment, de 2,5 millimètres de large, montre l'aspect des sores, vus en creux. Les trois sores agrandis apparaissent comme des dépressions circulaires avec une petite bosse centrale représentant le réceptacle dans chacun; le fond de ces dépressions circulaires est marqué de petites rides rayonnantes indiquant l'arrangement des sores.

Pl. II, fig. 32. — Petit morceau d'une penne avec des pinnules un peu plus larges que précédemment; 3,2 centimètres de long et 3 millimètres de large.

Les restes de *Laccopteris Dunkeri* sont assez communs dans les sédiments argileux de Bernissart. Un spécimen montre le même arrangement de trois pennes associées que dans celui représenté *fig. 23,* et il indique clairement une fronde à disposition palmée; les pinnules y varient beaucoup en longueur, quelques-unes des plus grandes ayant 4 millimètres de largeur, mais la plupart ont seulement de 3 à 4 millimètres.

Famille des Polypodiaceae.

Genre *Onychiopsis.*

ONYCHIOPSIS MANTELLI (Brongn.)

Pl. I, fig. 17-19. Pl. II, fig. 20-21.

1824. Hymenopteris psilotoïdes. Stokes et Webb, *Trans. geol. Soc.*, (2), t. I, p. 423, pl. XLVI, fig. 7.
1828. Sphenopteris Mantelli. Brongniart, *Prodrome*, p. 50 et *Histoire vég. foss.*, p. 170, pl. XLV, fig. 3-7.
1836. Cheilanthites Mantelli. Goeppert, *Foss. Farrnk.*, p. 231.

1839.	Cheilanthites denticulatus.	Roemer, *Verstein. Ool. Geb.*, p. 9, pl. XVII, fig. 1.
1846.	Sphenopteris Roemeri.	Dunker, *Wealdenbildung*, p. 3, pl. I, fig. 3-5.
	— tenera.	*Ibid.*, pl. VIII, fig. 5.
	Confervites fissus.	*Ibid.*, pl. I, fig. 1.
1865.	Microlepia Mantelli.	Ettingshausen, *Farrnk. Jetzwelt*, p. 216.
1867.	Sphenopteris antipodum.	Tate, *Quart. Journ. Geol. Soc.*, t. XXIII, p. 139.
1871.	Sphenopteris kurriana.	Schenk, *Palæontographica*, pl. XXV, fig. 6, p. 243; pl. XXXVIII, fig. 2.
	Sphenopteris Goepperti (pars).	*Ibid.*, pl. XXV, fig. 3 et 3a.
1878.	Sphenopteris Roemeri.	Saporta in Dupont, *Bull. Acad. R. Belg.*, t. XLVI (2), p. 396.
1881.	Sphenopteris valdensis.	Heer, *Secc. Trab. Geol. Portugal*, p. 14, pl. XV, fig. 9, 10 et 13; pl. XVI, fig. 5b.
1883.	? Trichomanites laxum.	Tenison-Woods, *Proc. Linn. Soc. N. S. Wales*, t. VIII, pl. I, p. 95; pl. X, fig. 2.
	? — spinifolium.	*Ibid.*, p. 95, pl. III, fig. 7.
1894.	Onychiopsis Mantelli.	Seward, *Wealden Flora*, t. I, p. 41, pl. II et III.

Le genre *Onychiopsis* fut proposé par Yokoyama (1) en 1890 pour une espèce jurassique japonaise antérieurement décrite par Geyler sous le nom de *Thyrsopteris elongata* (2). La découverte de pennes fertiles dans l'espèce wealdienne commune que Brongniart a nommée *Sphenopteris Mantelli,* me porte à adopter le nom générique de Yokoyama.

L'étroite ressemblance des segments fertiles linéaires et ovales de la Fougère wealdienne avec les segments fertiles de l'espèce récente d'*Onychium* laisse peu de doute sur la place à assigner à la plante wealdienne non loin de ce genre actuel des Polypodiaceae.

Dans la flore de Bernissart, *Onychiopsis* est pauvrement représenté, mais des fragments, comme ceux de la *pl. I, fig. 17-19* et de la *pl. II, fig. 20 et 21*, peuvent sérieusement être rapportés à *Onychiopsis Mantelli*. Ils n'ajoutent rien à notre connaissance de l'espèce établie sur des matériaux plus parfaits que fournissent d'autres localités.

La diagnose de l'espèce peut être établie ainsi :

Fronde tripennée, lancéolaire. Rachis ailé et proéminent. Pennes lancéolées, alternes, rapprochées, partant du rachis à angle aigu. Pinnules alternes, étroites, lancéolées et acuminées, chaque segment terminal ayant une seule nervure. Les grands segments sont serrés et se transforment graduellement en pennes à segments terminaux étroits. Fructification sous la forme de segments sessiles ou à pédicelle court, linéaires, ovales avec surface rugueuse, et se terminant en une très courte prolongation apicale, ressemblant à une arête.

Feu le marquis de Saporta (3), dans sa monographie des plantes jurassiques et crétacées du Portugal, publiée un peu avant sa mort, compara cette espèce à *Davallia gibberosa* Sw. et à *D. concinna* Schrad. Mais l'examen de bons exemplaires de pennes fertiles me porte à regarder le genre récent *Onychium* comme plus étroitement apparenté.

---

(1) *Yokoyama (90), p. 26.*
(2) *Geyler (76), p. 224.*
(3) *Saporta (94), p. 72.*

Pl. I, fig. 17. — Petit fragment appartenant probablement à cette espèce. Il se trouve sur le même morceau de sédiment que les pennes de *Weichselia Mantelli* de la *fig. 1* du texte.

Pl. I, fig. 18. — Empreinte d'un plus grand spécimen, montrant les branches de la fronde.

Pl. I, fig. 19. — Spécimen imparfait, consistant en une partie déchirée de pennes et montrant la forme complètement lobée d'*Onychiopsis Mantelli*.

Pl. II, fig. 20. — Fragment de 3,8 centimètres de long, avec segments assez forts, peut-être fertiles. Ceux-ci ressemblent à des exemplaires plus parfaits provenant des couches wealdiennes anglaises et décrits en 1894 (1).

Pl. II, fig. 21. — Fragment, de 1 centimètre de long, de la partie apicale d'une penne.

Famille des Dipteridinae (2).

Genre *Protorhipis*.

Ce genre a été créé par Andrae en 1853 pour quelques feuilles provenant des couches liasiques de Steierdorf et caractérisées par un limbe large avec bord crénelé d'une manière obtuse et nervation flabellaire. Le genre fut ainsi défini :

« Frons semiorbiculata; venae primariae flabellatae, pluris dichotomae; venae secundariae transversales cum prioribus maculas parallelogrammas formantes; veinulae in areolas subquadratas confluentes (3). »

Le professeur Zeiller a récemment figuré quelques bons spécimens de l'espèce type d'Andrae, *Protorhipis Buchi* qu'il compare à une plante de Bornholm décrite par Bartholin sous le nom de *Hausmannia Forchammeri* et à la Fougère récente *Dipteris conjugata* Kaulf (4) (= *Polypodium Horsfieldi* R. Br.). Il y a certes une remarquable ressemblance entre les frondes mésozoïques rangées dans les *Protorhipis* et genres voisins et l'espèce récente malaise; le plus probable est que *Dipteris*, comme *Matonia* auquel il ressemble par plusieurs traits, représente un ancien type de Fougère qui, pendant la période mésozoïque, fut largement réparti dans les régions européennes.

Dans mon catalogue des plantes wealdiennes du British Museum, je suivis l'opinion de Schenk en adoptant le genre *Dictyophyllum* pour quelques fragments de feuilles identiques à celles que cet auteur a décrites du Wealdien de l'Allemagne septentrionale sous le

---

(1) *Seward (94), pl. III, fig. 2 et 4.*

(2) Je place *Protorhipis* dans la famille des *Dipteridiniae*, représentée par le genre récent *Dipteris*, à cause des différences qui existent entre *Dipteris* et ses alliés fossiles et les *Polypodiaceae* types.

(3) *Andrae (53), p. 35.*

(4) *Zeiller (97), p. 51.* On peut trouver des figures de *Dipteris* dans Horsfield, Brown et Bennett, *Plantae javanicae rariores* (London, 1832-1858) et aussi dans Christ, *Die Farnkranter der Erde*, p. 123 (Iéna, 1897). Voir aussi Diels dans *Die natürlichen Pflanzen-Familien* (Engler et Prantl), 1899, p. 202.

nom de *Dictyophyllum Roemeri*. Les feuilles, obtenues jusqu'ici des couches wealdiennes, sont trop imparfaites pour arriver à un diagnostic satisfaisant, mais il peut sembler probable que le genre *Protorhipis* d'Andrae est pour elles une désignation plus appropriée que le genre *Dictyophyllum* de Lindley et Hutton. Il est cependant probable que ces deux genres sont étroitement alliés et ne se distinguent par aucun caractère réellement important.

PROTORHIPIS ROEMERI Schenk.

Pl. III, fig. 34.

1871. Dictyophyllum Roemeri. Schenk, *Palæontographica*, t. XIX, p. 224, pl. XXXI, fig. 3.
1874. Dictyophyllum Roemeri. Seward, *Wealden Flora*, t. I, p. 140.

Cette espèce peut être définie ainsi :

Feuilles probablement palmées ; chaque grand segment de la fronde traversé par une nervure fortement marquée d'où partent des branches plus petites anastomosées ; les sores, consistant en quelques sporanges disposés par groupes de quatre au plus autour d'un centre commun, sont dispersés sur la face inférieure de la fronde.

Cette espèce wealdienne peut être comparée à la plante décrite par Bartholin sous le nom de *Hausmannia Forchammeri* et provenant de Bornholm (1) et au type un peu plus ancien *Protorhipis Buchi* d'Andrae. Les spécimens de Bernissart sont trop imparfaits pour fournir la preuve complète de leur identité spécifique avec les espèces de l'Angleterre ou de l'Allemagne, mais ils appartiennent probablement à *Protorhipis Roemeri* et peuvent être rangés, au moins provisoirement, dans cette espèce.

Pl. III, fig. 34. — Ce spécimen représente un petit fragment — 1,8 centimètres sur 1,5 centimètres — d'une feuille montrant des traces de la nervation caractéristique de *Protorhipis*. Il y a dans la collection de Bernissart un second fragment un peu plus grand qui a des traces distinctes de nervures principales se divisant en branches.

Famille ? des Schizaeaceae.

Genre *Ruffordia*.

RUFFORDIA GOEPPERTI (Dunker).

Pl. III, fig. 33.

1833. Sphenopteris Phillipsi. Mantell, *Geol. S.-E. England*, p. 239, fig. 2.
1844. Cheilanthites Goepperti. Dunker, *Progr.*, p. 6.
1846. Sphenopteris Goepperti. Dunker, *Wealdenbildung*, p. 4, pl. I, fig. 6 ; pl. IX, fig. 1-3.
— Hartlebeni. *Ibid.*, p. 4, pl. IX, fig. 9.

(1) *Bartholin (92), p. 26, pl. XI et XII.*

1846.	Sphenopteris	longifolia.	*Ibid.*, p. 4, pl. VIII, fig. 6.
1851.	—	adiantifrons.	Ettingshausen, *Jahrb. K-K geol. Reichs.*, Jahrg. II, p. 156.
1852.	—	jugleri.	Ettingshausen, *Abh. K.-K. geol. Reichs.*, Bd. I, Abth. III, pl. IV, fig. 5.
1870.	—	Auerbachi.	Trautschold, *Nouv. Mém. Soc. nat. Moscou*, t. XIII, p. 19, pl. XVIII, fig. 5.
1878.	—	Goepperti.	Saporta in Dupont, *Bull. Acad. R. Belg.* (2), t. XLVI, p. 396.
1881.	—	valdensis.	Heer, *Secc. Trab. Geol. Portugal*, p. 14, pl. XV, fig. 11.
1890.	—	sp.	Yokoyama, *Journ. Coll. Sci. Japan.*, t. III, p. 34, pl. XIV, fig. 13.
1894.	Ruffordia Goepperti.		Seward, *Wealden Flora*, t. 1, p. 76, pl. III. fig. 5 et 6; pl. IV, pl. V et pl. X, fig. 1 et 2.

La découverte d'une excellente série de spécimens de l'espèce de Dunker, *Sphenopteris Goepperti*, dans les couches wealdiennes de la côte du Sussex, a beaucoup ajouté à notre connaissance de cette Fougère et a fourni la preuve qu'il y avait sans doute lieu de créer un nouveau genre, au lieu de continuer à lui appliquer le nom provisoire de *Sphenopteris* [1].

Les exemplaires fertiles de cette espèce ont beaucoup d'analogie avec *Anemia* et le caractère des frondes stériles confirme cette appréciation, mais, comme on n'y a pas rencontré jusqu'ici de sporanges bien conservés, l'assimilation à la famille des Schizaeacées ne doit pas être regardée comme définitive.

Le diagnostic suivant indique les caractères connus de l'espèce de Dunker :

Fronde tri-quadripennée, deltoïde ou rhomboïdale, rachis souvent flexueux; pennes alternes, deltoïdes et ovato-lancéolaires; pinnules délicates, décurrentes sur le rachis; segments terminaux linéaires, acuminés ou ovato-cunéiforme; nervation comme dans les Coenoptéridés et les Sphénoptéridés; fructification sous la forme de sporanges dispersés sur des pennes fertiles dont le limbe est considérablement réduit.

Le nom de *Sphenopteris Phillipsi* de Mantell n'a pas été maintenu à cause de l'identité incertaine du fragment ainsi nommé. Les premières figures et descriptions satisfaisantes sont celles de Dunker en 1846. Les couches wealdiennes des environs de Hastings sur la côte sud de l'Angleterre ont fourni les meilleurs exemplaires de cette espèce.

Pl. III, fig. 33. — Assez bon spécimen, qui correspond tout à fait aux exemplaires anglais. Outre l'exemplaire figuré, il y a encore sur le même morceau d'argile quelques empreintes qui appartiennent probablement à cette espèce; leur aspect semble dénoter que les feuilles étaient minces et délicates.

La collection de Bernissart renferme aussi quelques autres spécimens assez bons de la même espèce.

---

[1] *Seward (94), p. 75.*

FILICES D'AFFINITÉS INCERTAINES

Genre *Weichselia.*

WEICHSELIA MANTELLI (Brongn.)

Fig. 1 du texte ; pl. I, fig. 3-16 ; pl. III, fig. 41, 42, 47 et 56.

1824.	Pecopteris reticulata.	Stokes et Webb, *Trans. geol. Soc.*, t. I (2), p. 423, pl. XLVI, fig. 5 ; pl. XLVII, fig. 3.
1828.	Lonchopteris Mantelli.	Brongniart, *Prod.*, p. 6 et *Hist. vég. foss.*, p. 369, pl CXXXI, fig. 4 et 5.
1836.	Polypodites Mantelli.	Goeppert, *Foss. Farrnk.*, p. 341.
1845.	Pterophyllum Murchisonianum.	Goeppert, in *Murchison's Geol. Russia,* t. II, p. 801, pl. G, fig. 4-6.
	— filicum,	*Ibid.*, pl. G, fig. 4.
1846.	Pecopteris Murchisoniana.	Auerbach et Freas, *Bull. Soc. impér. nat. Moscou*, t. XIX, p. 495, pl. IX.
1847.	— Auerbachiana.	Rouiller, *Bull. Soc. impér. nat. Moscou,* t. XX, p. 445.
1855.	Anomopteris Ludovicae.	Stiehler, *Ber. Nat. Ver. Harz,* p. 14.
1857.	Weichselia Ludovicae.	Stiehler, *Palæontographica*, t. V, p. 75, pl. XII et XIII.
1865.	Pteris reticulata.	Ettingshausen, *Farrnkrt. Jetztweld*, p. 116.
1870.	Asplenites klinensis (pars).	Trautschold, *Nouv. Mém. Soc. nat. Moscou*, t. XIII, p. 21, pl. XX, fig. 1 et 5-8.
1871.	Lonchopteris recentior.	Schenk, *Palæontographica*, t. XIX, p. 4, pl. I, fig. 2-6.
1883.	Cladophlebis nebbensis.	Geinitz, *Arch. Ver. Freunde Nat. Mecklenb.*, Jahrg. XXXVI, p. 50.
1890.	Weichselia erratica.	Nathorst, *Arch. Ver. Freunde Nat. Mecklenb*, Jahrg. XLIV, p. 1, pl. I, fig. 1-2.
1890.	Pecopteris Geyleriana (pars).	Nathorst, *Denkschr. K. Ak. Wiss. Wien,* t. LVII, p. 49, pl. IV, fig. 3.
1894.	Weichselia Mantelli.	Seward, *Wealden Flora*, t. I, p. 114, pl. X, fig. 3.
1899.	— reticulata.	Fontaine, in Ward, *Ann. Rep. U. S. Geol. Surv.,* p. 651, pl. CLX, fig. 2-4.

Le nom générique *Weichselia* fut proposé en 1857 par Stiehler (1) pour une plante qui est sans doute génériquement identique à *Lonchopteris Mantelli* de Brongniart. Nathorst (2) remarqua en 1890 qu'il valait mieux restreindre le terme générique *Lonchopteris* de Brongniart à des espèces paléozoïques et faire emploi du nom de Stiehler pour la plante wealdienne.

Cette espèce, l'un des végétaux wealdiens le plus commun et le mieux connu, est de

(1) *Stiehler (57)*, p. 74.
(2) *Nathorst (90)*, p. 20.

beaucoup le plus abondant qui soit représenté dans les anciennes boues de Bernissart. Les spécimens belges, bien que en général très fragmentaires, fournissent quelques faits additionnels à la connaissance de cette Fougère caractéristique de l'étage wealdien.

Nous pouvons définir l'espèce ainsi :

Fronde bipennée ; rachis large et rigide, portant de longues pennes étroites, de largeur uniforme avec de forts axes proéminents. Chaque penne porte de nombreuses et fortes pinnules, de forme courte et linéaire et ordinairement plus ou moins à angle droit par rapport à l'axe des pennes, mais elles sont cependant quelquefois inclinées en avant avec un apex arrondi et obtus ; une nervure centrale bien marquée donne lieu à des veinules anastomosées. Dans la partie apicale de la fronde, le rachis porte quelques pinnules terminales, étroites, linéaires, de 9 millimètres environ de long ; ces segments entiers passent graduellement à des pinnules lobées et, un peu plus loin du sommet de la fronde, les pinnules lobées affectent une disposition pennée avec de petits segments terminaux deltoïdes à extrémités pointues. Les pinnules terminales d'une penne ont la même terminaison et sont plus ou moins deltoïdes ou triangulaires. A l'état jeune, les pinnules sont imbriquées. Les pinnules sont inclinées vers l'axe des pennes, de façon que les deux rangs forment un V largement ouvert avec l'axe de la penne, au lieu d'être couchés horizontalement.

Les caractères les plus intéressants des spécimens de Bernissart, sont : 1° la nature de la partie apicale de la fronde ; 2° la forme imbriquée de la nervation des pinnules ; 3° la forme occasionnellement arquée ; 4° les extrémités pointues dans quelques-unes des pinnules. Malheureusement les spécimens, quoique nombreux, sont petits et fragmentaires et ne donnent qu'une faible idée de la taille de la fronde complète.

Les figures, publiées par Stiehler, Hosius et von der Marck, et le dessin d'un spécimen anglais, paru dans le premier volume de la *Wealden Flora,* démontrent que *Weichselia Mantelli* portait des feuilles de grande dimension, les pennes atteignant séparément une longueur de plus de 20 centimètres. Il semble évident, d'après l'épaisseur de la couche charbonneuse fournie par le tissu des pinnules, qu'elles doivent avoir été épaisses et succulentes, et l'aspect général de la fronde indique un type de structure xérophytique.

Nathorst a émis l'opinion que le caractère particulier et constant de la disposition des pinnules en forme de V peut avoir été en rapport avec une adaptation propre à l'écoulement de la pluie, mais cette vue correspond difficilement avec le caractère nettement xérophytique des segments.

C'est un fait remarquable que, malgré l'abondance de cette espèce dans les couches wealdiennes de Belgique, d'Angleterre, d'Allemagne et d'autres pays, on n'ait pas découvert jusqu'ici de pinnules fertiles suffisamment caractérisées. Il n'est pas impossible à la rigueur que *Weichselia* appartienne aux Cycadées plutôt qu'aux Fougères, mais nous ne serons toutefois en mesure de fixer définitivement sa position que lorsqu'on aura recueilli de plus amples documents.

Fig. 1 du texte, p. 4. — La série de fragments brisés, représentés dans cette figure, reproduit un aspect fréquent de l'état de conservation de *Weichselia Mantelli* et elle suggère l'idée d'un dépôt par un faible courant chargé de menus débris de plantes.

Pl. I, fig. 3. — Portions de deux pennes étroites attachées au rachis. Les pennes ont une largeur uniforme et portent de petites pinnules contiguës semblables à celles de différentes espèces de *Gleichenia*.

Pl. I, fig. 4. — Ce fragment représente sans doute la partie apicale d'une penne avec segments fortement pointus, portés sur un fort axe.

Pl. I, fig. 5. — Ce spécimen montre très clairement le caractère vigoureux des pinnules. Quelques-unes de celles-ci sont couvertes d'une forte couche d'une substance charbonneuse à surface unie, tandis que le carbone des autres a partiellement conservé le réticule caractéristique des nervures, comme on le voit dans la pinnule agrandie.

Pl. I, fig. 6. — C'est un des plus grands spécimens : 8,3 centimètres de long et 9 millimètres de large. Quelques-unes des pinnules sont légèrement courbées ; d'autres sont droites. Les deux rangs de pinnules sont inclinés en forme de V vers l'axe de la penne ; la nervation est bien conservée.

Pl. I, fig. 7. — Fragment du sommet d'une fronde. Les pinnules les plus élevées sont étroites et linéaires avec nervures anastomosées et, près de la base de leur bord inférieur, le limbe montre des traces de lobes. Ceux-ci deviennent plus prononcés dans les segments inférieurs qui passent graduellement à l'état de petites pennes munies de forts segments terminaux. Les dessins agrandis montrent la nervation anastomosée de ces deux sortes de pinnules.

Pl. I, fig. 8. Cf. *Pl. I, fig. 16.* — Fragment avec segments à pointes aiguës.

Pl. I, fig. 9. — Fragment d'un large rachis avec parties des axes de deux pennes. Des spécimens analogues sont fréquents.

Pl. I, fig. 10. — Portion d'une penne avec l'indication des pinnules en forme de V et la nervation caractéristique.

Pl. I, fig. 11. — Petit fragment d'une penne large de 6 millimètres. L'arrangement distinctement imbriqué des segments indique que la penne n'a pas atteint la maturité et permet un rapprochement avec le caractère de la nervation de feuilles de Cycadées.

Pl. I, fig. 12. — Ce spécimen, comme celui de la *fig. 3*, suggère un rapprochement avec le genre récent *Gleichenia,* mais les pinnules montrent la nervation caractéristique de *Weichselia*. Les pinnules, près de l'extrémité de la plus grande penne, sont inclinées vers l'axe et à pointes plus aiguës que celles qui sont plus rapprochées du principal rachis. (Cf. *Pl. I, fig. 8.*)

Pl. I, fig. 13. — Les pinnules de ce spécimen montrent très clairement le réticule dense formé par les nervures anastomosées latérales.

Pl. I, fig. 14. — Cette penne repliée en spirale représente un état fréquent de conservation. La forme courbée peut être due à un mouvement de remous dans l'eau.

Pl. I, fig. 15. — Partie de rachis, de 8 centimètres de long, portant les axes vigoureux de plusieurs pennes. C'est un bon exemple de la force du rachis.

Pl. I, fig. 16. — Fragment montrant le caractère habituellement pointu des pinnules et aussi les nervures anastomosées latérales.

Pl. III, fig. 41. — Fragment d'une penne avec pinnules paraissant plus ouvertes que d'ordinaire dans leur disposition.

Pl. III, fig. 42 et 47. — Pennes étroites avec petites pinnules, ayant une étroite ressemblance avec quelques espèces de *Gleichenia*, comme *G. dicarpa* Br. et *G. semivestita* Leb., mais elles sont sans doute des fragments de *Weichselia*, comme l'établissent leurs nervures anastomosées. (Cf. *pl. I, fig. 12.*)

Pl. III, fig. 56. — C'est probablement l'axe replié d'une penne de *Weichselia*.

Genre *Sphenopteris*.

SPHENOPTERIS FITTONI Seward.

Pl. III, fig. 48.

1836. Sphenopteris gracilis. Fitton, *Trans. Geol. Soc. London*, t. IV (2), p. 103.
1849. Pachypteris gracilis. Brongniart, *Tableau*, p. 107.
1864. Asplenium palaeopteris. Unger, *Reise Fregatte Novara*, t. I, Abth. II, p. 3, pl. I, fig. 4.
1892. Sphenopteris latiloba? Dawson, *Trans. R. Soc. Canada*, 1893, p. 86.
1894. Sphenopteris Fittoni. Seward, *Wealden Flora*, t. I, p. 107, pl. VI, fig. 2; pl. VII fig. 1.

Ce nom spécifique de *Sphenopteris Fittoni* fut proposé pour une plante du Wealdien anglais, anciennement décrite par Fitton sous le nom de *S. gracilis*. Mais le nom de *gracilis* avait déjà été employé par Brongniart pour un spécimen carbonifère du même genre.

L'espèce de Fitton fut plus tard appelée par le savant français *Pachypteris gracilis*, mais l'exemplaire type de Fitton, qui est au British Museum, correspond plus étroitement aux caractères génériques de *Sphenopteris ;* de là, le nom spécifique de *Fittoni* proposé en remplacement de *gracilis.*

La fronde de *Sphenopteris Fittoni* est oblongue-lancéolaire, bi-pennée; les pennes linéaires sont acuminées, alternes; les pinnules oblongues-acuminées et deltoïdes.

SPHENOPTERIS DELICATISSIMA Schenk.

Pl. III, fig. 49 et 50.

1871. Sphenopteris delicatissima. Schenk, *Palæontographica*, t. XIX, p. 211, pl. VI, fig. 3.

Les fragments, figurés pl. III, ressemblent à un petit spécimen décrit par Schenk sous le nom de *Sphenopteris delicatissima* et provenant du Wealdien du nord de l'Allemagne.

Cet auteur définit ainsi l'espèce :

« Folia? Segmenta pinnatifida; laciniae ovatae vel ovato-rotundatae, integrae alternae; nervi in ramulos simplices soluti (1). »

L'examen de quelques-uns des spécimens de Schenk, dans la Bergakademie de Berlin, a confirmé mon opinion que ce petit *Sphenopteris* est représenté dans la flore de Bernissart.

Pl. III, fig. 49. — Petit fragment montrant la forme arrondie des pinnules et fort semblable au type de Schenk. La légère trace des nervures paraît correspondre à la nervation des spécimens allemands, tels que ceux que Schenk a figurés.

Pl. III, fig. 50. — Plus grand fragment avec nervation un peu plus clairement conservée.

FRAGMENTS DE FOUGÈRES D'AFFINITÉS DOUTEUSES

CLADOPHLEBIS DUNKERI (Schimper).

(et **Leckenbya valdensis** Seward.)

Pl. III, fig. 35-40; 43-46; 51 et 52.

1846.	Pecopteris polymorpha.	Dunker, *Wealdenbildung*, p. 6, pl. VII, fig. 5.
	— Ungeri.	» *Ibid.*, p. 6, pl. IX, fig. 10.
1869.	Pecopteris Dunkeri.	Schimper, *Traité Pal. vég.*, t. I, p. 539.
1871.	Pecopteris Dunkeri.	Schenk, *Palæontographica*, t. XIX, p. 214, pl. XXVI, fig. 1; pl. XXXI, fig. 1.
1878.	Pecopteris polymorpha.	Saporta in Dupont, *Bull. Ac. R. Belg.* (2), t. XLVI, p. 387.
1889.	Aspidium Dunkeri.	Fontaine, *Potomac Flora*, p. 101, pl. XXII, fig. 9; pl. XXV, fig. 11 et 12; pl. XXVI, fig. 2, 8, 9, 18; pl. LIV, fig. 3 et 9.
1890.	Pecopteris Geyleriana.	Nathorst, *Denkschr. K. Ak. Wiss.*, t. LVII, p. 48, pl. IV, fig. 2-6.
1894.	Cladophlebis Dunkeri.	Sewart, *Wealden Flora*, t. I, p. 100, pl. VII, fig. 3.
1894.	Leckenbya valdensis =	*Nathorstia valdensis* Seward, *ibid.*, p. 145, pl. VII, fig. 5 et pl. IX, fig. 2. Voir aussi *ibid.*, t. II, p. 225.
1894.	Pecopteris Dunkeri.	Saporta, *Flore foss. Portugal*, p. 106 et 169, pl. XIX, fig. 10 et 11; pl. XXVIII, fig. 15 et 16.

Je n'ai pas essayé de renfermer dans la synonymie précédente toutes les espèces qui pourraient être regardées comme s'identifiant avec la Fougère primitivement appelée par Dunker *Pecopteris polymorpha* et plus tard par Schimper *Pecopteris Dunkeri*. Une discussion de la synonymie et de la distribution de cette espèce peut être trouvée dans le premier volume du catalogue des plantes wealdiennes du British Museum.

L'insuffisance de petits fragments isolés de frondes *Cladophlebis* pour une détermination exacte est bien démontrée par les spécimens de Bernissart. On y rencontre quelques

(1) *Schenk (71), p. 9, pl. VI, fig. 3.*

portions de pennes qui sont sans doute spécifiquement identiques à *Cladophlebis Browniana* Dunker, mais il est presque impossible de tracer des limites satisfaisantes entre ces espèces, quand on n'a que des débris à sa disposition. Le spécimen du Japon, figuré par Nathorst comme *Pecopteris* cf. *Browniana* (1), est à peine susceptible d'être distingué de *Cladophlebis Dunkeri* et d'autres exemples de la difficulté d'identification pourraient encore être cités.

Les fragments, représentés *pl. III, fig. 35-40, fig. 43-46* et *fig. 51 et 52,* sont, en partie du moins, identiques à *Cladophlebis Dunkeri* du Wealdien de l'Allemagne septentrionale. Ce rapprochement est confirmé par l'examen des spécimens de la Bergakademie de Berlin, décrits par Schenk et provenant d'Osterwald.

D'autre part, les fossiles que j'ai appelés moi-même *Leckenbya valdensis* (2) et provenant des couches wealdiennes anglaises, ont une ressemblance frappante avec des fragments comme ceux des *figures 43, 44, 45 et 46.* Un rapprochement peut également être fait avec la Fougère figurée par Schenk (3) sous le nom de *Pecopteris Geinitzi* Dunker.

Quelques-uns des fragments ressemblent aussi aux pennes de certaines espèces de *Gleichenia* et il n'est pas improbable que ce type générique soit représenté dans la flore de Bernissart.

Le morceau de rachis fourchu, *pl. IV, fig. 79,* suggère aussi un rapprochement avec une fronde à division dichotomique de *Gleichenia.* Ce rapprochement est même rendu probable par la découverte de spécimens de *Gleichenia* par le Dr Bommer dans les couches wealdiennes de Bracquegnies, localité voisine de Bernissart.

Sans essayer de nommer chacun des fragments figurés ici, on peut être certain que les espèces *Cladophlebis Dunkeri* et *Leckenbya valdensis* sont toutes deux représentées dans la flore de Bernissart.

L'insuccès dans les essais d'identification de menus fragments de frondes de Fougères, comme ceux représentés *pl. III, fig. 35-46,* est encore plus marqué, si on se reporte aux mémoires de Heer (4) et de Saporta (5) sur les plantes fossiles du Portugal; les espèces suivantes, décrites et figurées par ces auteurs, peuvent être comparées aux débris de Bernissart :

Thyrsopteris minuta.	Heer, *Flore foss. Portugal*, 1881, pl. VIII, fig. 7-13. Cf. les spécimens de Bernissart, *pl. III, fig. 43, 45, 51, 52.*
Sphenopteris plurinervia.	Heer, *ibid.*, pl. XV, fig. 8. Cf. les spécimens de Bernissart, *pl. III, fig. 51 et 52.*
Pecopteris Browniana.	Saporta, *Flore foss. Portugal*, 1894, pl. IV, fig. 12. Cf. les spécimens de Bernissart, *pl. III, fig. 35.*

(1) *Nathorst (90), p. 12, pl. V, fig. 5.*
(2) *Seward (94), pl. VII, fig. 5.*
(3) *Schenk (71), pl. XXIX, fig. 2.*
(4) *Heer (81).*
(5) *Saporta (94).*

Stachypteris litophylla.	Saporta, *ibid.*, pl. VI, fig. 14; pl. VII, fig. 4. Cf. les spécimens de Bernissart, *pl. III, fig. 40 et autres.*
Cladophlebis micromorpha.	Saporta, *ibid.*, pl. VII, fig. 2. Cf. les spécimens de Bernissart, *pl. III, fig. 40, 42, etc.*
Pecopteris acutiloba.	Saporta, *ibid.*, pl, XI, fig. 11. Cf. les spécimens de Bernissart, *pl. III, fig. 43 et 47.*
Pecopteris Dunkeri.	Saporta, *ibid.*, pl. XIX, fig. 11; pl. XXVIII, fig. 15 et 16. Cf. les spécimens de Bernissart, *pl. III, fig. 40, etc.*
Cladophlebis confusior.	Saporta, *ibid.*, pl. XXX, fig. 6; pl. XXXI, fig. 8 et 9. Cf. les spécimens de Bernissart, *pl. III, fig. 59.*

GLEICHENITES sp., etc.

Pl. IV, fig. 58. — Ce spécimen est probablement un débris de rhizome de Fougère, dont la surface porte de nombreux points irréguliers indiquant les points d'attache des *écailles* ou des *ramules* qui couvrent souvent d'une couche épaisse les racines des Fougères actuelles. La partie agrandie de la figure 58 montre plus clairement l'empreinte de ces poils écailleux.

Pl. IV, fig. 70. — Ce spécimen, figuré à la fois comme empreinte et comme moule, peut être comparé à un rachis fourchu de *Gleichenia*. Il ressemble également quelque peu à une espèce de *Brachyphyllum* du Wealdien anglais, *B. spinosum* Sew.

Pl. IV, fig. 79. — Il est possible que ce soit un fragment de rachis à branche dichotomée d'une fronde de Fougère du type *Gleichenia*. On peut le mentionner provisoirement comme *Gleichenia sp.*, sans pouvoir être déterminé avec quelque certitude.

Il y a du reste, parmi les plantes de Bernissart, plusieurs fragments de pennes de Fougères qui ressemblent beaucoup aux pennes des espèces de *Gleichenia* et la découverte, par le Dr Bommer, dans les couches de Bracquegnies, de plusieurs exemplaires de *Gleichenia*, confirme l'opinion émise plus haut qu'une espèce de *Gleichenia* ou mieux de *Gleichenites* se trouve dans la flore de Bernissart.

Genre *Adiantites.*

ADIANTITES sp.

Pl. III, fig. 53, 54, 57.

Pl. III, fig. 53. — Foliole simple à bord largement crénelé; limbe traversé par des veines dichotomées qui, en certains endroits, paraissent anastomosées. Il est possible que la feuille appartienne à *Sagenopteris* ou à *Marsilidium* [1], mais elle peut être réunie provisoirement au genre *Adiantites*.

Pl. III, fig. 54. — Fragment semblable attaché à une forte tige.

Pl. III, fig. 57. — Feuille plus petite, montrant un bord distinctement crénelé.

---

[1] *Schenk (71), pl. XXVI, fig. 3.*

GYMNOSPERMÆ

? PINITES SOLMSI Seward.

Pl. IV, fig. 66.

1895. Pinites Solmsi. Seward, *Wealden Flora*, t. II, p. 198, pl. XVIII, fig. 2 et 3 et pl. XIX.
1897. Pinites, cf. Solmsi. Nathorst, *Zur mesoz. Flora Spitzbergens*, p. 40 et 66, pl. V, fig. 1-10.

Les Conifères sont pauvrement représentés à Bernissart. A l'exception d'un ou de deux fragments de tronc et de quelques graines, il n'y a pas d'exemplaires satisfaisants de Conifères ni de Cycadées.

Le morceau de tige, figuré *Pl. IV, fig. 66*, est trop petit et incomplet pour être déterminé suffisamment, mais, par sa ressemblance avec une espèce des couches wealdiennes de l'Angleterre, j'ai cru pouvoir lui donner, quoique avec doute, le même nom.

Des matériaux beaucoup plus parfaits, appartenant selon toute probabilité au *Pinites Solmsi*, ont été recueillis à Bracquegnies par le Dr Bommer.

La définition suivante de cette espèce est fondée sur des cônes, des feuilles et des branches provenant du Wealdien anglais :

Courtes branches latérales, portant des traces d'écailles allongées et bien marquées et à l'aisselle desquelles se trouvent des rameaux courts à longues feuilles semblables à des aiguilles. Cônes oblongs avec de larges écailles semblables à celles de la section *Strobus* du genre récent *Pinus*.

Pl. IV, fig. 66. — Empreinte d'une branche montrant des dépressions étroites qui représentent des coussinets disposés en spirale. A deux endroits, la branche est un peu plus large et les cicatrices plus rapprochées indiquant probablement les limites de croissance annuelle. La partie agrandie montre à son tour l'aspect de la branche en moule.

La collection renferme encore quelques autres spécimens semblables à celui-là et fort rapprochés des exemplaires anglais de *Pinites Solmsi*.

PINITES cf. P. SOLMSI.

Pl. IV, fig. 68, 75, 76, 77.

Pl. IV, fig. 68. — Ce spécimen représente le moule d'un cône de 2 centimètres de long et de 1 centimètre de large. Chaque écaille a environ 1 centimètre de long avec extrémités arrondies et proéminentes. C'est problablement un petit cône à caractères d'Abiétinées, mais les détails ne sont pas suffisamment clairs pour permettre une détermination précise; il est cependant possible que ce soit un cône de *Pinites Solmsi*.

Pl. IV, fig. 75. — C'est probablement une graine isolée de *Pinites*.

Pl. IV, fig. 76. — Graine isolée, ailée, longue de 7 milimètres. Il est possible qu'elle soit spécifiquement identique à l'écaille dessinée *fig. 77*.

Pl. IV, fig. 77. — Écaille isolée ovulifère probablement d'un cône de *Pinites Solmsi*. Elle est longue de 1,3 centimètres et porte deux petites graines.

CONITES MINUTA, Sp. nov.

Pl. IV, fig. 60, 61, 62, 64.

Je proposai en 1895 de rétablir le terme générique *Conites* de Sternberg pour désigner des cônes d'affinités botaniques douteuses (1).

Les spécimens, ici figurés, peuvent être appelés *Conites minuta*.

Ce petit cône de Bernissart, de 4 millimètres de diamètre, a la forme d'un corps presque sphérique, divisé en surfaces assez régulières et à contours tétragonaux ou pentagonaux.

Le cône consiste en un axe central portant des écailles centrales inclinées obliquement, ainsi que le montre la *fig. 62;* les écailles sont relativement larges et plates, ressemblant plutôt à celles d'une fleur femelle de Conifère qu'aux sporophylles d'un *Equisetum*.

Les caractères extérieurs sont indiqués par la figure inférieure *61* et la figure supérieure explique la structure de la surface.

Le petit dessin, *fig. 61a,* donne le spécimen en grandeur naturelle.

Pl. IV, fig. 60. — Elle représente deux petits cônes ; l'axe, posé près de ceux-ci, est probablement en relation organique avec eux.

Pl. IV, fig, 61, 61a et 62. — La *fig. 61a* montre un cône isolé, de grandeur naturelle, brisé transversalement ; cet aspect est reproduit à échelle amplifiée dans le dessin supérieur de la *fig. 61,* tandis que le dessin inférieur de cette dernière montre les traits de la surface.

Pl. IV, fig. 64. — Elle montre la section d'un cône et une partie du moule dont un autre cône est tombé.

GRAINES

Fig. 4 et 5 du texte et pl. IV, fig. 73 et 78.

Fig. 4 (Grand nat.)

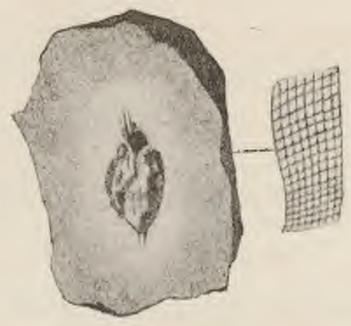


Fig. 5 (Grand. nat.)

(1) *Seward* (95), *p. 113.*

Les fossiles, représentés dans ces figures et dans celles de la *planche IV, fig. 73 et 78,* sont probablement des graines de Gymnospermes, mais il ne serait pas impossible que quelques-uns au moins, — plusieurs autres analogues se trouvent dans la collection, — aient une origine animale plutôt que végétale.

La surface du spécimen *fig. 5* du texte consiste en une partie de pellicule charbonneuse marquée de fines lignes entrecoupées, comme l'indique le dessin agrandi; les petites surfaces, renfermées entre ces lignes, peuvent dénoter les limites de cellules distinctes. La nature précise du fossile est cependant fort douteuse.

FOSSILES INDÉTERMINÉS

A. Cf. *Tæniopteris sp.*

Fig. 6 et 7 du texte.

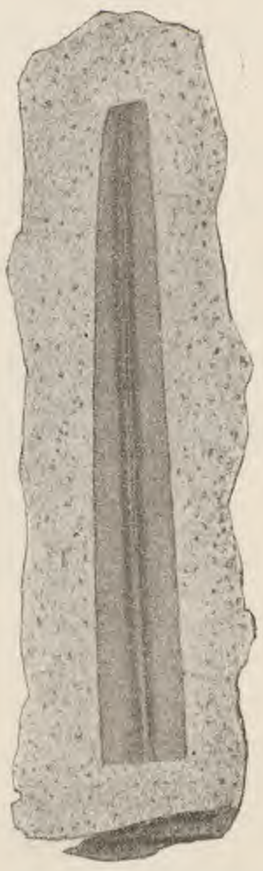


Fig. 6.
Cf. *Tæniopteris sp.*
(Grand. nat.)

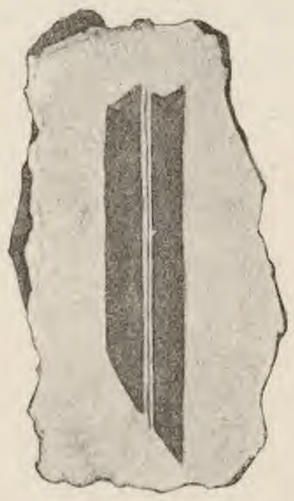


Fig. 7.
Cf. *Tæniopteris sp.*
(Grand. nat.)

Les deux spécimens ci-dessus figurés peuvent être des parties imparfaitement conservées de *Tæniopteris*, mais on n'y voit pas de traces des veines latérales qui existent dans les feuilles de ce genre de Fougères.

Le spécimen, *fig. 7*, a 3,8 centimètres de long et 7 millimètres de large; il a une nervure centrale distincte, mais peu proéminente, et la surface du limbe est recouverte d'une mince pellicule charbonneuse.

L'exemplaire plus grand, *fig. 6,* a 6 centimètres de long et 8 millimètres de large et s'effile graduellement vers une extrémité.

Les deux spécimens peuvent être comparés à la Fougère wealdienne *Tæniopteris Beyrichi* Schenk (1), mais il n'est nullement certain qu'ils ne soient pas des fragments de feuilles de *Cycadites* ou peut-être même des parties de feuilles de Conifères appartenant à quelque espèce du genre récent *Podocarpus*.

Un spécimen de *Tæniopteris Beyrichi* du Hanovre, figurant dans les collections de la Bergakademie de Berlin et dans lequel les nervures latérales sont faiblement marquées, a une grande ressemblance avec les spécimens de Bernissart.

B. *Pl. IV, fig. 74.*

Empreinte ferrugineuse non déterminée.

C. FRAGMENTS DE BOIS.

Pl. IV, fig. 65 et 71.

Ces deux fossiles sont probablement des fragments d'un bois carbonisé. La surface côtelée suggère un rapprochement avec *Equisetum,* mais il est cependant plus vraisemblable que les sillons y sont le résultat d'actions atmosphériques inégales ou d'un délabrement de morceaux de bois de Conifères ou de Cycadées dans lesquels les tissus des rayons médullaires plus délicats ont été détruits plus rapidement que les bandes plus résistantes d'éléments ligneux.

D. *Fig. 8 du texte.*
(Grand. nat.)

Ce spécimen consiste en une courte tige supportant un corps de structure convexe, de 1 centimètre de diamètre. Il offre quelque ressemblance avec ce que l'on a nommé « Organes turbinés » dans une Algue que l'on suppose provenir du Kimméridgien inférieur et que Saporta a décrite sous le nom de *Itieria Brongniarti* (2). Pratiquement le fossile belge est indéterminable.

---

(1) *Schenk* (*71*), *p. 221, pl. XXIX, fig. 6 et 7; Seward* (*94*), *p. 125, pl. IX, fig. 3 et 3a.*
(2) *Saporta* (*73*), *p. 122, pl. IV.*

CONCLUSION

Malgré leur état essentiellement fragmentaire, les plantes fossiles de Bernissart indiquent, sans que l'on puisse craindre une méprise, un horizon géologique caractérisé par la même flore que celle décrite par Dunker, Ettingshausen et Schenk des dépôts wealdiens de l'Allemagne septentrionale. Le même type de flore se présente dans le Wealdien de l'Angleterre, du Portugal et d'autres localités encore. Quant à la Belgique elle-même, des plantes wealdiennes sont depuis longtemps connues à Baume dans le Hainaut et ont été décrites par Coemans en 1867 (1); le Dr Bommer est, de son côté, occupé en ce moment à un mémoire sur une collection extrêmement intéressante de plantes wealdiennes découvertes, il y a quelques années, à Bracquegnies, localité voisine de Baume.

Je dois des remerciements au Dr Bommer pour l'obligeance qu'il a eue de me montrer ses spécimens et de me remettre une note sur quelques-unes des conclusions auxquelles il est arrivé.

La liste suivante indique les spécimens identifiés des sédiments de Bernissart.

? *Algites* sp.
Lycopodites sp.
Equisetites sp.
Sagenopteris Mantelli (Dunker).
Matonidium Goepperti (Ettingshausen).
Laccopteris Dunkeri Schenk.
Onychiopsis Mantelli (Brongniart).
Protorhipis Roemeri (Schenk).
Ruffordia Goepperti (Dunker).
Weichselia Mantelli (Brongniart).
Sphenopteris Fittoni Seward.
Sphenopteris delicatissima Schenk.
Cladophlebis Dunkeri (Schimper).
Cf. *Cladophlebis Browniana* (Dunker).
Leckenbya valdensis Seward.
Gleichenites sp.
Adiantites sp.
? *Pinites Solmsi* Seward.
Conites minuta sp. nov.
Cf. *Tæniopteris sp.*

Il a été mentionné dans la description des spécimens que quelques-unes de ces déterminations sont plus ou moins douteuses. Mais une preuve suffisante est néanmoins fournie pour démontrer que les plantes de Bernissart ressemblent au facies wealdien plus étroitement qu'à tout autre type de végétation mésozoïque.

J'ai fait remarquer ailleurs (2) qu'il existe, au point de vue botanique, une intime ressemblance entre la flore type wealdienne, là où elle est bien développée comme en Angleterre et dans l'Allemagne septentrionale, et la flore de l'Oolithe inférieure. Il n'y a pas en effet de solution de continuité paléo-botanique bien nette entre les flores jurassique et wealdienne, en se servant du terme wealdien comme s'appliquant à des couches à végétaux,

(1) *Coemans* (67).
(2) *Seward* (95) .Voir également " *Nature* „, *t. 53, p. 462, 1896.*

telles que celles d'Hastings sur la côte du Sussex, lesquelles sont comprises dans la partie inférieure des dépôts wealdiens par les géologues anglais.

La composition de la flore de Bernissart est intéressante par la prépondérance marquée des Fougères, par l'absence apparemment totale de Cycadées et par la rareté des Conifères.

Dans d'autres régions, par exemple en Angleterre, en Portugal et en Allemagne, les Cycadées et les Conifères jouent un rôle prééminent dans la végétation wealdienne. Le Dr Bommer a aussi recueilli une nombreuse collection de Conifères et quelques Fougères dans les couches wealdiennes de Bracquegnies situées à 30 kilomètres à l'est de Bernissart, tandis que les spécimens de Coemans, provenant de Baume, c'est-à-dire de 8 kilomètres à l'est de Bracquegnies, consistent principalement en Conifères.

Il est aussi remarquable que les spécimens de *Weichselia Mantelli* et de *Laccopteris Dunkeri* sont plus nombreux dans les sédiments de Bernissart que tout autre espèce.

On peut en déduire que les terres, drainées par la rivière qui déposa les débris de plantes dans les boues du gisement de Bernissart, étaient sur une grande étendue couvertes par ces deux espèces, et que leur végétation était du reste principalement composée de Fougères.

L'aspect des spécimens et cette abondance de Fougères suggèrent aussi l'idée que les sédiments à végétaux dérivaient de terrains assez bas qui étaient principalement occupés par des Fougères, à l'exclusion relative de plus grandes plantes ou d'arbres. Ceux-ci prospéraient probablement à des niveaux plus élevés ou dans des endroits hors de l'atteinte du cours d'eau qui déposa les couches de Bernissart.

Il est encore intéressant de remarquer que les débris de plantes, renfermés dans ces couches, ne fournissent pas de données en faveur de l'existence d'espèces angiospermes. Par ce que nous savons des flores plus riches de même âge, il semble au surplus probable que la classe la plus élevée des Phanérogames n'était pas représentée ou du moins occupait une place fort secondaire dans la végétation des périodes jurassique et wealdienne.

Le tableau suivant montre la distribution géographique des espèces de Bernissart. Les renseignements sur les diverses flores wealdiennes sont donnés dans la synonymie qui accompagne chaque espèce dans la partie descriptive de ce mémoire (1).

---

(1) On devra aussi consulter l'important mémoire du professeur Lester Ward, *Some Analogies in the Lower Cretaceous of Europe and America* (*Geol. Survey U. S. A. 16 th. Ann. Report. Washington, 1896*).

Depuis que le présent travail a été rédigé, un important mémoire a été publié sur la Flore crétacée de Black Hills du Dakota et Wyomings. Plusieurs espèces wealdiennes y sont mentionnées (Voir *Ward* (*99*).

Distribution géographique des espèces végétales de Bernissart.

	Bernissart.	Angleterre.	Allemagne.	France.	Portugal.	Autriche.	Russie.	Bornholm (Danemark).	Amérique du Nord.	Spitzberg.	Japon.	Afrique.	Australie	Nouvelle Zélande
Algites sp.	×													
Lycopodites sp	×													
? *Equisetites* sp	×													
Sagenopteris Mantelli	×	×	×			×		×			×			
Matonidium Goepperti.	×	×	×		×	×	×		×					
Laccopteris Dunkeri	×	×	×			×	×	×						
Onychiopsis Mantelli	×	×	×			×	×		×			×	×	
Ruffordia Goepperti	×	×	×		×	×	×				×			
Weichselia Mantelli.	×	×	×	×		×	×	×	×		×			
Sphenopteris Fittoni	×	×	×	×	×				×					×
Sphenopteris delicatissima.	×		×											
Protorhipis Roemeri	×	×	×					×						
Cladophlebis Dunkeri	×	×	×		×	×		×	×		×			
Cladophlebis Browniana	×	×	×		×	×					×			
Leckenbya valdensis	×	×	×?											
Gleichenites sp	×													
Adiantites sp.	×													
Pinites Solmsi	×	×									×			
Conites minuta	×													
Cf. *Tæniopteris* sp.	×													

BIBLIOGRAPHIE

(Les chiffres, placés entre des parenthèses à la suite du nom des auteurs, indiquent l'année des publications de ceux-ci.)

ANDRAE, K. J. (53). Fossile Flora Siebenbürgens und des Banates. *Abh. K. K. geol. Reichs. Wien,* t. II, Abth. III, 1853.

AUERBACH, J. et FREAS, H. (46). Notiz über einige Pflanzen-Versteinerungen aus einem Sandstein des Moskwischen Gouvernements. *Bull. Soc. imp. nat. Moscou,* t. XVII, pt. I, p. 145, 1844.

BAKER, J. G. (91). A Summary of the new Ferns which have been discovered or described since 1874. *Annals of Botany,* t. V, p. 181, 1891.

BARTHOLIN, C. T. (92). Nogle i den bornholmske Juraformation forekommende Planteforsteninger. *Bot. Tidssk. Bot. For. Copenhagen*, t. XVIII, p. 12, 1892.

BAYER, E. (99). Einige neue Pflanzen der Perucer Kreideschichten in Böhmen. *Sitzber. K. böhm. Ges. Wiss.,* 1899.

BOMMER, CH. (92). Nouveau gîte de végétaux découvert dans l'argile wealdienne de Bracquegnies (Hainaut). *Bull. Soc. belge de Géol., de Paléont. et d'Hydr.,* t. VI, p. 160.

BRAUN, C. F. W. (43). Beiträge zur Urgeschichte der Pflanzen. *Graf zu G. Munster. Beitr. z. Petrefactenkunde*, etc. Heft. VI, 1843.

BRONGNIART, A. (28[1]). Prodrome d'une histoire des végétaux fossiles. Paris, 1828.

— (28[2]). Histoire des végétaux fossiles. Paris, 1828.

— (49). Tableau des genres des végétaux fossiles. Paris, 1849.

COEMANS, E. (67). Description de la flore fossile du premier étage du terrain crétacé du Hainaut. *Mém. Acad. R. Belg.,* t. XXXVI. 1867.

DAWSON, J. W. (93). On the Correlation of Early Cretaceous Floras in Canada and the United States. *Trans. R. Soc. Canada,* t. X, p. 79, 1892.

DEBEY, M. H. UND ETTINGSHAUSEN, C. VON (59). Die vorweltlichen Acrobyen des Kreidegebirges von Aachen and Maestricht. *Denkschr. Akad. Wiss. Wien,* t. XVII, p. 185, 1859.

DUNKER, W. (46). Monographie d. nordd. Wealdenbildung. Braunschweig, 1846.

DUPONT, E. (78). Sur la découverte d'ossements d'Iguanodon, de poissons et de végétaux dans la fosse Sainte-Barbe du charbonnage de Bernissart. *Bull. Acad. R. Belg.,* t. XLVI (2), p. 387, 1878.

ETTINGSHAUSSEN, C. VON (52). Beitrag zur naheren Kenntniss der Flora der Wealdenperiode. *Abh. K. K. geol. Reichs. Wien,* t. I, Abth. III, p. 1, 1852.

— (65). Die Farrnkräuter der Jetzwelt. Wien, 1865.

FITTON, W. H. (36). Observations on some of the strata between the chalk and the Oxford oolite in the south-east of England. *Trans. Geol. Soc.* (2), t. IV, p. 103, 1836.

FONTAINE, W. M. (89). The Potomac or Younger Mesozoic Flora. *U. S. Geolog. Surv. Monographs,* XV, Washington, 1889.

GEINITZ, E. (82). Beitrag zur Geologie Mecklenburgs. *Archiv Ver. Freunde Nat. Mecklenburg, Jahr.* XXXVI, p. 49, 1882.

GEYLER, H. T. (77). Ueber fossile Pflanzen aus der Juraformation Japans. *Palæontographica,* t. XXIV, p. 221, 1877.

GOEPPERT, H. R. (36). Die fossilen Farrnkräuter. *Nova Acta Acad. Caes. Leop. Car.,* t. XVII, suppl. 1836.

— (45). Extr. Geology of Russia in Europa and the Ural mountains. By Murchison, Verneuil and Keyserling. London, 1845.

HEER, O. (81). Contributions à la flore fossile du Portugal. *Secc. Trab. Geol. Portugal,* 1881.

HOSIUS, A. et VON DER MARCK, H. (80). Die Flora der westfälischen Kreideformation. *Palæontographica,* t. XXVI, p. 127, 1879-80.

KRASSER, F. (96). Die fossile Kreideflora von Kunstadt in Mähren. *Beitr. Paläont. and Geol. Ost-Ungar. Wien,* 1896.

LECKENBY, J. (64). On the sandstones and shales of the oolites of Scarborough. *Quart. Journ. Geol. Soc.,* t. XX, p. 74, 1864.

LINDLEY, J. AND HUTTON, W. (31-37). The fossil flora of Great Britain. London.

MANTELL, G. A. (33). The geology of the South East of England. London.

NATHORST, A. G. (90). Beiträge zur mesozoischen Flora Japan's. *Denkschr. Akad. Wiss. Wien,* t. LVII, p. 43, 1890.

— (97). Zur Fossilen Flora der Polarländer. — I. Zur Mesozoischen Flora Spitzbergens. *Kongl. Svensk. Vetens. Akad., Handl.,* t. XXX. 1897.

NEWBERRY, J. S. (91). The Flora of the Great Falls Coal-Field, Montana. *Am. Journ. Sc.* t. XLI, p. 191, 1891.

PHILLIPS, J. (29). Illustrations of the Geology of Yorkshire. York, 1829-36.

ROEMER, F. A. (35). Die Versteinerungen des nordd. Oolithen-Gebirges. Hannover, 1835-36.

ROUILLIER, CH. (47). Études progressives sur la Paléontologie des environs de Moscou. *Bull. Soc. impér. nat. Moscou,* t. XX, pt. I, p. 446, 1847.

SAPORTA, G. DE (73). Plantes jurassiques. *Pal. Française* (2), t. I. Paris, 1873.

— (54). Flore fossile du Portugal. *Direct. trav. géol. Portugal.* Lisbonne, 1894.

SCHENK, A. (71). Beiträge zur Flora der Vorwelt. *Palæontographica,* t. XIX, p. 203, 1871.

SCHIMPER, W. P. (69). Traité de paléontologie végétale, t. I. 1869.

SEWARD, A. C. (94). Catalogue of the Mesozoic Plants in the British Museum. The Wealden Flora, t. I. London, 1894.

— (95). Ibid., t. II. 1895.

— (98). Fossil Plants, t. I. Cambridge, 1898.

— (99). On the Structure and Affinites of Matonia pectinata R. Br. *Philos. Trans. Roy. Soc. London,* B., t. 191, p. 171, 1899.

STIEHLER, A. W. (54). Ueber fossile Pflanzen aus der Kreideformation von Quedlinburg. *Zeit. d. Deutsch. geol. Ges.*, t. VI, p. 659, 1854.

STOKES AND WEBB (24). Description of some Fossil Vegetables of the Tilgate Forest in Sussex. *Trans. Geol. Soc.* (2), t. I, p. 421, 1824.

TATE, R. (67). On some Secundary Fossils from South Afrika. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, t. XXIII, p. 139, 1867.

TENISON-WOODS, J. E. (83). On the fossil flora of the coal deposits of Australia. *Proc. Linn. Soc. N. S. Wales*, t. VIII, pt. I, 1883.

TRAUTSCHOLD, H. (70). Der Klin'sche sandstein. *Nouveaux mém. Soc. imp. nat. Moscou*, t. XIII, p. 191, 1876.

UNGER, F. (64). Reise der österreichischen Fregatte Novara um die Erde. Wien, 1864-74.

VELENOVSKY, J. (88). Die Farne der böhm. Kreideformation. *Abh. K. böhm. Ges. Wiss.*, t. VIII, Prag, 1888.

WARD, L. F. (96). Some Analogies in the Lower Cretaceous of Europe and America. *16th Ann. Rep. Geol. Surv. U. S. A.*, 1896.

— (99). The Cretaceous Formation of the Black Hills as indicated by the fossil Plants. *19th Ann. Rep. Geol. Surv. U. S. A.*, 1899.

YOKOYAMA, M. (90). Jurassic Plants from Kaga, Hida, and Echizen. *Journ. coll. sci. Japan.*, t. III. 1890.

ZEILLER, R. (97). Revue des Travaux de paléontologie végétale. *Rev. gén. Bot.*, t. IX, p. 324, 1897.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE I. Fig. 1 et 2, p. 10, *Matonidium Goepperti*
Fig. 3 à 16, p. 20, *Weichselia Mantelli*
Fig. 17 à 19, p. 15, *Onychiopsis Mantelli*

PLANCHE II. Fig. 20 et 21, p. 15, *Onychiopsis Mantelli*
Fig. 22 à 32, p. 13, *Laccopteris Dunkeri*

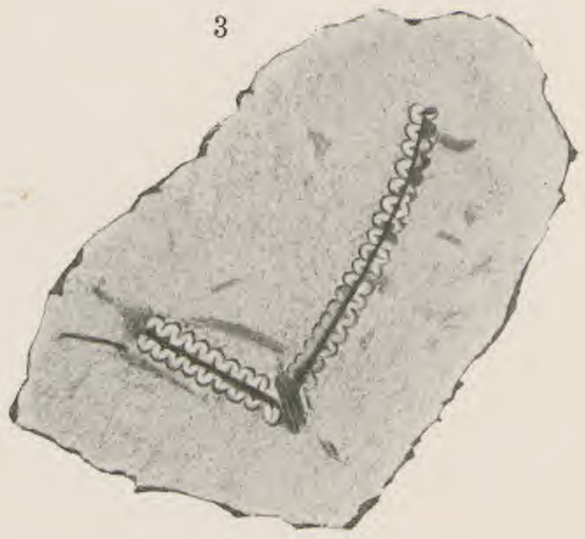
PLANCHE III. Fig. 33, p. 18, *Ruffordia Goepperti*
Fig. 34, p. 18, *Protorhipis Roemeri*
Fig. 35 à 40, p. 24, *Cladophlebis Dunkeri et Leckenbya valdensis*
Fig. 41 et 42, p. 20, *Weichselia Mantelli*
Fig. 43 à 46, p. 24, *Cladophlebis Dunkeri et Leckenbya valdensis*
Fig. 47, p. 20, *Weichselia Mantelli*
Fig. 48, p. 23, *Sphenopteris Fittoni*
Fig. 49 et 50, p. 23, *Sphenopteris delicatissima*
Fig. 51 et 52, p. 24, *Cladophlebis Dunkeri et Leckenbya valdensis*
Fig. 53 et 54, p. 26, *Adiantites sp.*
Fig. 55, p. 9, *Sagenopteris Mantelli*
Fig. 56, p. 20, *Weichselia Mantelli*
Fig. 57, p. 26, *Adiantites sp.*

PLANCHE IV. Fig. 58, p. 26, *Gleichenites sp.*
Fig. 59, p. 8, *Lycopodites sp.*
Fig. 60 à 62, p. 28, *Conites minuta*
Fig. 63, p. 8, *Equisetites*
Fig. 64, p. 28, *Conites minuta*
Fig. 65, p. 30, Fragments de bois.
Fig. 66, p. 27, ? *Pinites Solmsi*
Fig. 67, p. 6, Traces de gouttes de pluie et *Weichselia Mantelli*
Fig. 68, p. 27, *Pinites* cf. *P. Solmsi.*
Fig. 69, p. 6, Débris de plantes.
Fig. 70, p. 26, *Gleichenites sp.*
Fig. 71, p. 30, Fragments de bois.
Fig. 72, p. 7, ? *Algites sp.*
Fig. 73, p. 28, Graine.
Fig. 74, p. 30, Empreinte ferrugineuse non déterminée.
Fig. 75 à 77, p. 27, *Pinites cf. P. Solmsi.*
Fig. 78, p. 28, Graine.
Fig. 79, p. 26, *Gleichenites sp.*

PLANCHE I.

1

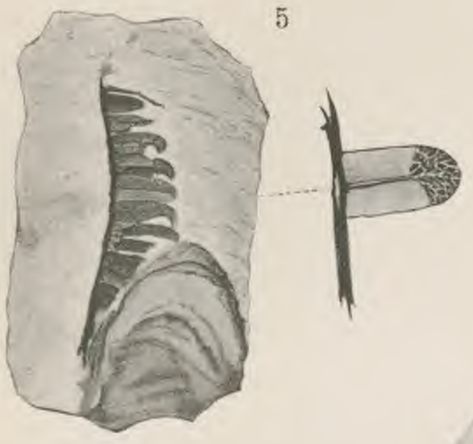
2



3

4

8



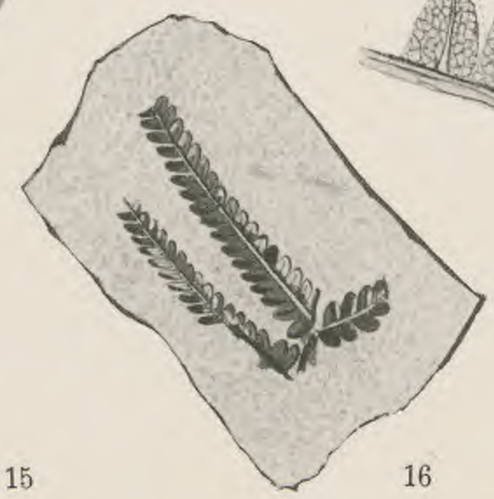
5

6

7

9

12



13

10

11

15

16

17

18

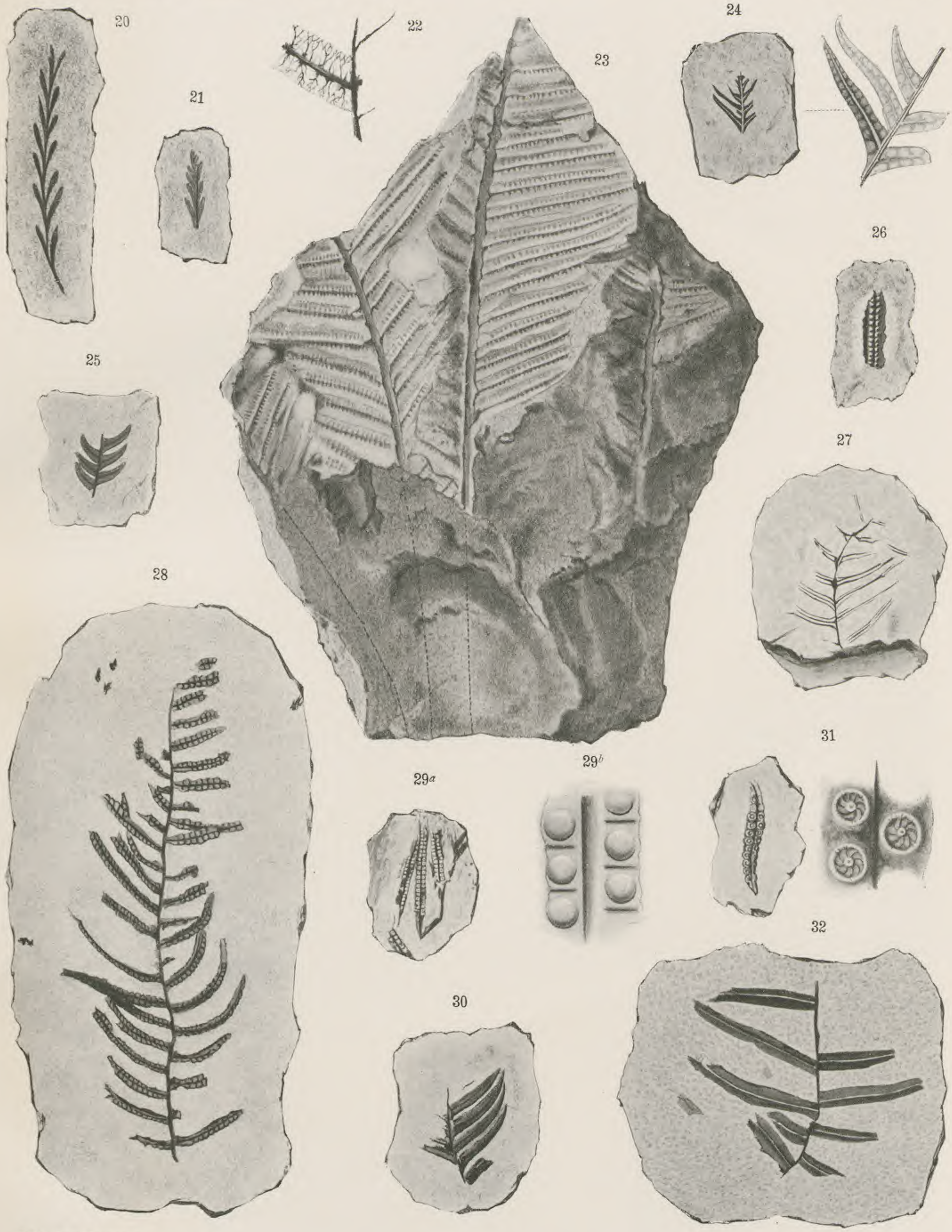
19

Etabl. Jean Malvaux, Sc.

Victor Lefebvre ad. nat. del.

A. C. Seward. — Flore Wealdienne de Bernissart.

PLANCHE II.



Etabl. Jean Malvaux, Sc.

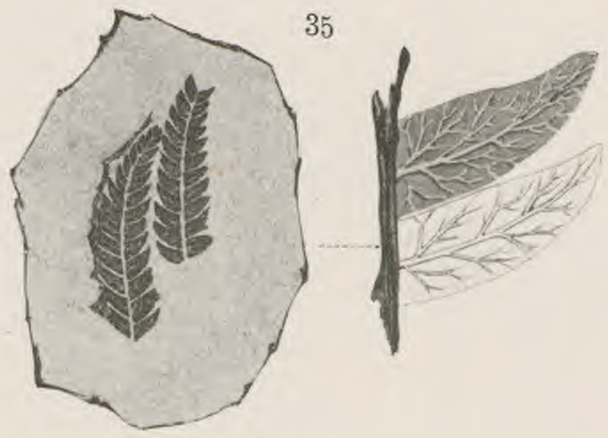
Victor Lefebvre ad. nat. del.

A. C. Seward. — Flore Wealdienne de Bernissart.

PLANCHE III.

33

34



35

36

37

38

39

40

41

46

43

44

45

47

42

48

49

50

55

51

53

54

56

57

52

Etabl. Jean Malvaux, Sc.

Victor Lefebvre ad. nat. del.

A. C. Seward. — Flore Wealdienne de Bernissart.

Etabl. Jean Malvaux, Sc.

Victor Lefebvre ad. nat. del.

A. C. Seward. — Flore Wealdienne de Bernissart.

MAR 28 1901

14.792.

EXTRAIT DES MÉMOIRES

DU

MUSÉE ROYAL D'HISTOIRE NATURELLE DE BELGIQUE

T. I

EXPLORATION DE LA MER

sur les côtes de la Belgique

EN 1899

PAR

Gustave GILSON

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE LOUVAIN

3 plates

ANNÉE 1900

BRUXELLES

POLLEUNIS & CEUTERICK, IMPRIMEURS

37, RUE DES URSULINES, 37

EXTRAIT DES MÉMOIRES

DU

MUSÉE ROYAL D'HISTOIRE NATURELLE DE BELGIQUE

T. I

EXPLORATION DE LA MER

sur les côtes de la Belgique

EN 1899

PAR

Gustave GILSON

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE LOUVAIN

ANNÉE 1900

BRUXELLES

POLLEUNIS & CEUTERICK, IMPRIMEURS

37, RUE DES URSULINES, 37

MAR 28 1901

TABLE DES MATIÈRES

PAGES

INTRODUCTION 7
Caractère et objet précis de l'exploration 8
Limites du champ d'exploration 9
Plan général du travail 9

RECHERCHES EFFECTUÉES EN 1899

I. EXPLORATION DE LA BANDE LITTORALE

1° *Marche du travail.* Réseau littoral 12
Détermination de la position réelle des stations *(Planche I)* 12
Observations faites à chaque station normale 16
Consignation de ces observations. 16
Modèle du livre de navigation 18
" " de mer des points normaux. 19
" " " du plankton 20
" " " de l'eau 20
" " " des sédiments 21
" " " des dragages 21

Instruments et leur emploi 22
A. Dragues 22
Drague à anses. 22
Drague à large cadre 23
Panier à drague 24
Sûretés 24
Câble 25
Tamis 26
B. Sondeurs 26
Sondeur à coupe fermée 26
Maniement et fonctionnement 28
C. Prises d'eau 29
D. Filets à plankton 29

PAGES

2° *Dragages effectués* 29
Traitement des matériaux dragués 29
Classement de ces matériaux 30
Spécimen d'une feuille de dragage 31
Surface draguée en 1899 32
Objets recueillis 32
Listes des espèces. 33

3° *Plankton recueilli* 35
Remarque préliminaire. 35
Liste des espèces 36

4° *Étude du fond.* 36
Aspect général du fond dans l'aire explorée en 1899 36
Deux éléments : le sable, la vase.
1° Coup d'œil sur le sable 37
2° Coup d'œil sur la vase 38
A. Deux vases : la noire, la grise.
B. Remarques sur les rapports mutuels de ces deux vases 39
1° Elles ne sont pas deux éléments sédimentaires distincts :
Transformation de la vase noire en vase grise 39
Transformation de la vase grise en vase noire 39
2° La vase noire se forme de la vase grise par sulfuration . . . 40
3° La vase grise se forme de la vase noire par oxydation . . . 40
4° La vase grise doit être considérée comme la matière première d'où dérive la vase noire 40
Origine de la vase 41
La mer est un appareil de lévigation 41
La question du calcaire de la vase 41

5° *Méthode suivie dans l'étude des sédiments* 42
Récolte des échantillons. 42
Etude des échantillons. — Technique 43
Triage mécanique 43
Appareil de lévigation 44
Terminologie 47

Remarques sur l'analyse des sédiments 48
Spécimens des tableaux d'analyse :
Analyses de sable 49
Analyses de vase 51
Trois analyses chimiques de sédiments 52
Résumé de ces trois analyses et remarques 58

II. ÉTUDE DE LA DÉRIVE DES CORPS FLOTTANTS

PAGES

Remarques préliminaires 59
Notre champ d'étude 60
Désignation de la portion de la mer que nous étudions 61
Conditions dynamiques de la Mer flamande 61
Méthode 64
Publicité 64
Consignation des expériences et de leurs résultats 66
Valeur des résultats 66

1re expérience : West-Hinder, 2 mai 1899.

Table chronologique des résultats, des vents et des marées 68
Carte de la Mer du Nord indiquant les lieux où les flotteurs ont été recueillis *(Planche II)* . 74
Remarques au sujet des résultats 74
Tracé graphique des vents au West-Hinder et au Helder *(Planche III)* 75
Remarques au sujet de l'action du vent sur l'eau de surface 77

INTRODUCTION

L'exploration détaillée d'une portion restreinte des mers, quelle que soit la région choisie, ne peut manquer de donner des résultats intéressants, pourvu qu'elle soit menée avec méthode et précision.

Des travaux de ce genre sont même impérieusement réclamés par diverses branches de la science.

L'*Océanographie*, avant toute autre, en ressent la nécessité. " Au point où la science en est arrivée, » dit Thoulet, « il y aurait avantage à étudier d'une manière complète un coin de mer, si petit qu'il soit, car, en agissant autrement, on risque d'éparpiller ses efforts ; les explorations futures ne devraient désormais s'attaquer qu'à des localités circonscrites(1). »

La *Biologie*, de son côté, n'attend pas moins de la recherche minutieuse et répétée dans une aire peu étendue que de l'exploration des vastes océans et de leurs abîmes. Sans doute, les grandes croisières, dont quelques-unes font époque dans la science, ont rendu des services immenses. Mais il n'en est pas moins vrai que c'est à l'exploration détaillée des côtes et des mers peu profondes qu'il faut demander la solution de bien des problèmes que les travaux en mer abyssale ne font qu'effleurer ou n'abordent même pas.

L'*étude de l'adaptation* des espèces à leur milieu, par exemple, branche qui réclame des observations multiples et des hécatombes d'individus, trouve aujourd'hui son principal champ de recherche dans des aires marines facilement accessibles.

Il en est de même pour plusieurs autres branches de science pure ou appliquée.

Parmi les dernières, il en est une qui présente un intérêt primordial au point de vue de la protection et du progrès de l'industrie si importante de la pêche maritime. C'est l'étude des conditions de la *nutrition* et de la *reproduction* des poissons.

Or les poissons trouvent des aliments et aussi des concurrents et des ennemis dans la

---

(1) *Thoulet. Océanographie.* Paris. Librairie militaire. S. Baudouin et Cie, 30, rue du Passage Dauphine. 1890.

foule des animaux inférieurs qui rampent sur le fond ou flottent dans les eaux emportés par les courants. L'étude de tous ces êtres et de leurs conditions de vie est donc étroitement liée à celle de l'ichthyologie, dans son sens le plus large, et à la science des pêcheries en général; et elle réclame elle-même une exploration systématique, des recherches sur la nature du fond et certaines données sur les courants.

A ce point de vue partiellement utilitaire, l'investigation des faunes abyssales n'a que fort peu d'importance. Celle des régions plus accessibles doit être favorisée.

C'est ce qui a été compris par les naturalistes et par les gouvernements de toutes les nations maritimes d'Europe, d'Amérique et d'Australie.

Il est naturel que la Belgique, dont les pêcheries sont si importantes, contribue pour sa part au progrès de la science dans cette voie.

On comprend donc que le Musée royal d'Histoire naturelle de Bruxelles, envisageant uniquement le côté scientifique de ces études, ait pris l'initiative d'une exploration détaillée de la portion de la Mer du Nord qui baigne la côte belge.

A la demande du directeur du Musée royal, nous avons accepté d'exécuter ce travail. Ce n'a pas été sans de longues hésitations que nous avons pu nous résoudre à en assumer la responsabilité, car la difficulté et la grandeur de la tâche ne nous échappent nullement. Nous n'entreprenons ces travaux que préparé par une série déjà longue de recherches marines, faites en particulier sur nos côtes et ailleurs, et après avoir pratiqué la drague sur les fonds les plus variés, depuis les vases de notre littoral jusqu'aux récifs de corail, et sous les latitudes les plus diverses, depuis Vancouver jusqu'à la Nouvelle-Zélande et l'Australie.

Mais jamais nous n'eussions abordé cette tâche, si nous n'avions pu nous assurer l'assistance d'éminents zoologistes spécialistes et le concours de plusieurs techniciens d'une haute compétence. Grâce à leur bienveillante coopération, nous pouvons nourrir l'espoir de mener l'entreprise à bonne fin.

Il importe en effet que la Mer belge soit explorée en détail, comme l'a été et l'est encore en ce moment le territoire lui-même. Depuis plus d'un siècle, l'activité scientifique des Belges, en matière d'histoire naturelle, s'est essentiellement concentrée sur l'exploration de la Belgique elle-même. Nos recherches, provoquées par le Musée royal qui a la mission de conserver les résultats de cette exploration et de la stimuler dans toutes ses parties, ne seront qu'un chapitre du grand ensemble de travaux qui ont déjà porté à un haut degré la connaissance scientifique de notre patrie.

Caractère et objet précis de l'exploration.

Bien qu'étroitement liée à des questions d'application, cette exploration revêtira un caractère exclusivement scientifique. Elle sera avant tout biologique et embrassera l'étude des espèces vivantes qui habitent nos eaux et des conditions de vie qu'elles y rencontrent.

Elle comprendra forcément aussi des recherches sur les fonds marins et sur le régime des courants qui règnent dans la portion de la mer que nous désignons sous le nom de Mer flamande. (Voir plus loin.)

Notre tâche est donc double; elle consiste :

1° A recueillir les espèces qui habitent ou hantent nos parages, et à en dresser l'inventaire;

2° A noter minutieusement toutes les circonstances de leur capture, afin de reconstituer plus tard un tableau, aussi exact que possible, des conditions de leur existence.

On le voit, il ne s'agit pas simplement de faire en mer des excursions de pêche, puis d'identifier les spécimens recueillis pour les placer ensuite au Musée. Ce n'est là que la partie la plus facile du travail; l'étude des conditions biologiques en est la plus laborieuse et la plus délicate.

Limites du champ d'exploration.

Il semble naturel d'attribuer à la faune belge tout ce qui habite une zone s'étendant depuis la côte jusqu'à la ligne des plus grandes profondeurs du bras de mer qui nous sépare de l'Angleterre, et d'abandonner à la faune britannique tout ce qui vit au delà. Du moins, c'est là une manière de voir que l'on peut accepter provisoirement, en se plaçant à un point de vue plutôt national que scientifique.

Mais ce serait, nous semble-t-il, une utopie que de vouloir, dès le début, soumettre à une exploration détaillée, telle que celle dont nous allons exposer le plan, une surface de cette étendue.

A la suite d'une série d'investigations préliminaires, nous nous sommes décidé à restreindre notre champ d'exploration aux deux aires que voici :

1° Une bande parallèle à la côte et s'étendant jusqu'à 10 milles nautiques sur le méridien. Elle dépassera au Nord-Est la frontière hollando-belge et s'avancera jusqu'aux côtes de Walcheren afin d'embrasser l'estuaire de l'Escaut occidental (Pl. I).

2° La surface de divers bancs dont les plus importants sont les Hinders, longues croupes assez abruptes qui se dressent en barrière à une vingtaine de milles au large. La faune présente, en effet, sur ces bancs et dans les vallées qui les séparent, un intérêt particulier.

Ajoutons toutefois que nous n'entendons pas nous interdire de sortir de ces limites ; nous le ferons, dès que des résultats obtenus en montreront l'opportunité.

Plan général des travaux.

Les surfaces choisies seront explorées en un grand nombre de points régulièrement espacés. En chacun de ces points, il sera fait une série d'observations qui seront soigneu-

sement annotées. Elles consisteront en dragages, pêches de plankton, pêches au filet, prises de fond, mesures de densité et de température, observations météorologiques, etc.

Les matériaux recueillis sont conservés dans leur intégrité pour être ensuite étudiés au laboratoire.

D'autre part, on tâchera de compléter les données que l'hydrographie marine nous fournit sur les courants, ou, plus exactement, on cherchera à déterminer expérimentalement les conditions de la dérive des corps flottants charriés par les eaux superficielles. Cette étude est nécessaire à celle de la faune flottante, plankton et nekton. Elle tendra à établir les rapports que présentent les eaux baignant nos côtes, d'une part avec les eaux méridionales ou de la Manche et de l'autre avec celles de l'Océan septentrional.

RECHERCHES EFFECTUÉES EN 1899

Le plan d'exploration que nous venons d'exposer, a été adopté, d'accord avec la direction du Musée, à la suite d'une série de reconnaissances préliminaires menées, depuis plusieurs années, avec divers bateaux loués à Ostende, et d'une croisière dans la partie méridionale de la Mer du Nord sur l'aviso « Ville d'Anvers » de la marine de l'État.

Durant les mois d'été de 1899, M. J. Vandenpeereboom, ministre des chemins de fer et de la marine, ayant mis à notre disposition l'un des remorqueurs du service d'Ostende, nous avons pu entamer sérieusement le travail lui-même.

Les débuts d'une exploration comprennent toujours une longue période de tâtonnements. Nous sommes à peine sorti de cette période.

Néanmoins il nous paraît utile de livrer à la publicité le mémoire que nous adressons à la direction du Musée sur les efforts tentés cette année ; nous y exposons surtout notre méthode et notre organisation, ainsi qu'un certain nombre de faits obtenus, parfois commentés et consignés sur des cartes qui sont des ébauches de la carte du fond, que l'on pourra dresser plus tard.

Notre désir est de recueillir ainsi le plus tôt possible les effets utiles de la critique qui attend toute œuvre de science et dont celui qui désire bien faire, s'empresse de tirer profit pour ses travaux ultérieurs. La critique est un mode de coopération qui, en exploration, produit en général de meilleurs fruits que le système toujours boiteux de la collaboration directe.

Le travail de cette année a porté sur l'exploration de la bande côtière et sur la dérive des corps flottants.

Avant d'exposer la marche et les premiers résultats de ces recherches, nous avons un devoir à remplir ; c'est d'exprimer nos vifs remerciements à toutes les personnes, à la faveur ou à l'assistance desquelles nous devons d'avoir pu les entreprendre et les poursuivre.

Nous devons placer en première ligne MM. les ministres Schollaert, de Trooz et

Vandenpeereboom qui, dès le début, ont bien voulu s'intéresser à l'exploration de la côte et sous le haut patronage desquels elle s'est ouverte.

M. Allo, directeur général, MM. Verbrugghe et Roger, directeurs à l'administration de la marine, ont droit à notre gratitude pour l'intérêt qu'ils ont témoigné à nos travaux et la bienveillance avec laquelle ils ont pris les dispositions qui nous ont permis d'utiliser les navires de l'État.

Dans le service technique de la marine, nous avons à remercier cordialement M. l'ingénieur en chef Lecointe qui nous a puissamment secondé dans l'organisation de notre outillage et dont les avis nous ont été d'un grand secours.

Il en est de même de M. l'ingénieur hydrographe Rochet qui a mis à notre disposition sa profonde connaissance de la côte et qui, à plusieurs reprises, nous a permis de travailler à bord du navire hydrographe « La Belgique » pendant ses opérations de sondage.

Nous ne saurions exprimer toutes les obligations que nous avons contractées envers M. Mersch, inspecteur du pilotage, auquel fut dévolue la mission de concilier les nécessités du service avec les besoins de nos expéditions en mer.

Nous n'oublierons pas non plus le cordial accueil et l'assistance dévouée que nous avons reçus de M. le commandant Fourcault et de ses officiers à bord de la « Ville d'Anvers ».

M. le premier-lieutenant de marine Bultinck, professeur à l'École de navigation d'Ostende, et M. le lieutenant Cuvelier ont mis à notre service, avec une inaltérable complaisance, leurs connaissances nautiques.

M. Ch. Verstraete, patron du remorqueur n° 1, premier lieutenant au long cours, le compagnon constant de nos voyages en mer, nous a rendu d'inestimables services non seulement en dirigeant la navigation parfois bien difficile, mais encore en prenant une part active à nos travaux eux-mêmes.

Enfin notre excellent ami, M. l'abbé Pype, aumônier de la marine, nous a permis de profiter de son navire « École de pêche » et d'une des salles de son « École professionnelle de pêche » où nous avons installé un laboratoire. Il nous a rendu les services les plus signalés par sa grande connaissance des choses de la mer et de la pêche et par son étonnant ascendant sur le monde si spécial des pêcheurs.

On le voit, le personnel si éclairé de la marine de l'État a pris une large part à nos travaux et nous devons à l'esprit de progrès qui l'anime d'avoir pu leur donner, dès la première année, une organisation solide qui nous permet d'espérer le succès.

EXPLORATION DE LA BANDE COTIÈRE

1° Marche du travail — Réseau côtier.

Nos études préliminaires nous ont conduit à donner à cette partie du travail la marche suivante :

La carte de la bande côtière a été divisée en un réseau formé par l'intersection des minutes géographiques (Pl. I). Les mailles de ce réseau sont par conséquent des trapèzes très voisins d'un rectangle, dont le grand côté a juste un mille nautique.

La différence de longueur de deux minutes de longitude, mesurées sur des minutes de latitude voisines, est trop faible pour qu'il soit nécessaire d'en tenir compte ; nous considérons les mailles du réseau comme des rectangles dont le grand côté a donc 1852 mètres, valeur constante de la minute en latitude, et le petit 1163 mètres, valeur de la minute de longitude sur le 51e degré de parallèle, qui correspond à la latitude d'Ostende.

Les points d'intersection de ce réseau sont choisis comme points d'exploration normaux.

La longueur de la bande côtière, depuis la frontière franco-belge à La Panne jusqu'au phare de Breskens, est juste d'un degré de longitude : de 2°33'E. à 3°33'E. de Greenwich. Les points normaux sont donc au nombre de six cents.

La drague, ainsi que des filets à plankton, de surface et de fond, sont traînés d'un point normal à l'autre, suivant le méridien.

De plus, un échantillon du fond est pris régulièrement à mi-chemin entre deux points voisins.

Dans certains cas seulement, des dragages transverses sont pratiqués suivant le parallèle.

Les prises de fond, faites aux points normaux et entre eux, indiquent donc, à un demi-mille près, les limites des aires de fond différent. Ces limites seront recherchées avec plus de précision à l'aide de nombreux levers d'échantillons faits dans ce but spécial.

Les aires de fond semblable étant bien délimitées, il sera possible de pratiquer des dragages non empiétants, et l'on obtiendra ainsi des données certaines sur la faune spéciale des différents fonds.

Détermination de la position réelle des stations d'observation.

Nous venons de dire que nous choisissons, comme points normaux, les intersections des minutes de longitude et de latitude.

Mais quiconque est au fait des difficultés de la navigation dans la Mer du Nord, et surtout en connaît les courants de marée si intenses pendant les vives-eaux, ne manquera

pas de nous demander avec quel degré de précision nous entendons indiquer la position de nos points d'observation.

Il est facile de pointer une intersection sur une carte marine, de déterminer un alignement ou de mesurer des angles ayant leur sommet au point désiré.

Mais, en mer, on a bien vite reconnu combien il est malaisé de s'établir au point marqué, si l'on cherche l'exactitude et non l'approximation.

Aussi croyons-nous utile, dans un mémoire destiné à des naturalistes plutôt qu'à des navigateurs ou des hydrographes, d'exposer avec quelques détails les moyens simples qui nous servent en mer, et d'indiquer les difficultés pratiques que nous y rencontrons, ainsi que la méthode qui nous permet néanmoins de déterminer la position de nos stations avec une grande précision.

Recherche du point. — On gagne d'abord les environs du point où l'on désire jeter l'ancre et travailler. Là, on se met à viser au sextant les objets de la côte que l'on a choisis d'avance et à mesurer les angles que font entre elles les droites passant par ces points et par l'endroit où l'on se tient sur le navire. Si on a pu trouver deux repères fixes A et B, *fig. 1*, visibles en mer et dans l'alignement desquels se rencontre le point C que l'on veut atteindre, il suffit d'un seul angle pour déterminer sur cet alignement la position de ce point. On choisit donc un troisième repère D et on mesure sur la carte l'angle B C D.

Cela fait, on marche à petite vitesse suivant l'alignement des objets A B, en tenant l'œil au sextant, jusqu'à ce que l'angle, se fermant ou s'ouvrant, ait atteint l'amplitude mesurée d'avance, soit, par exemple, 45°. Il ne s'agit plus alors que de stopper aussi brusquement que possible.

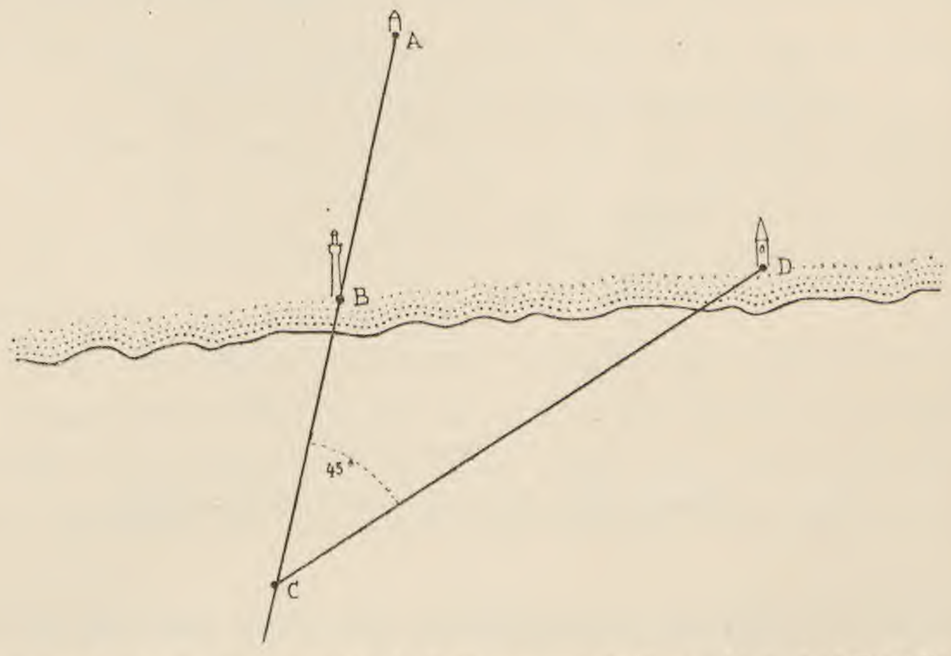


Fig. 1. — Détermination du point C à l'aide de l'alignement de deux objets A et B et d'un angle B C D.

Mais il est plutôt rare, surtout à quelque distance au large, de trouver des objets alignés sur une droite passant exactement par le point cherché.

Dans le cas d'absence d'un alignement convenable, un seul angle ne suffit plus, car tous les points d'un cercle, passant par les deux objets relevés, peuvent être au sommet d'un même angle formé par l'intersection de deux droites passant par ces objets, ainsi que le montre la fig. 2, BCD = BC'D = BC''D = 45°.

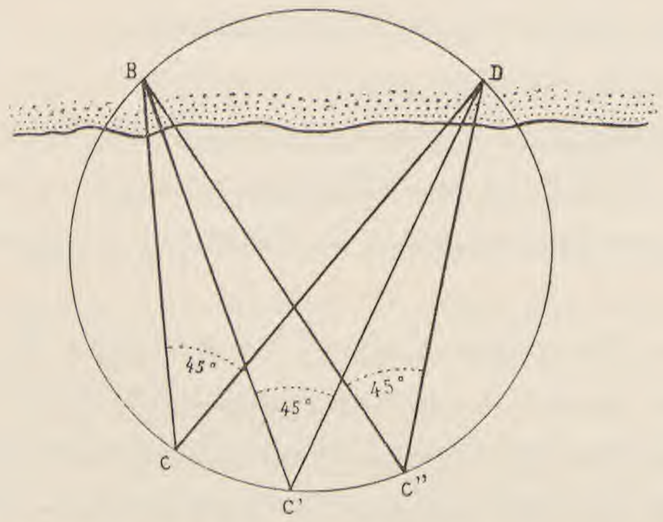


Fig. 2. — Impossibilité de déterminer un point à l'aide d'un seul angle sans alignement.

Il faut dans ces conditions deux angles et au moins trois objets relevés.
Le point C se trouve alors à l'intersection des deux cercles inscripteurs (fig. 3).

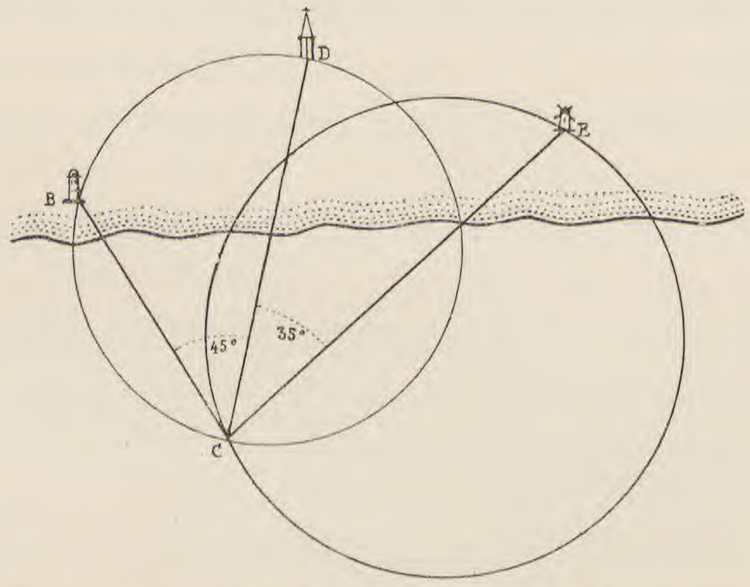


Fig. 3. — Détermination du point à l'aide de deux angles.

On est donc obligé de viser ces trois repères avec deux sextants et de marcher avant, arrière, bâbord ou tribord, suivant qu'on voit ces deux angles se fermer ou s'ouvrir, et seul un marin expérimenté est capable de commander la manœuvre.

Ce n'est pas tout. Lorsque le point est atteint, la difficulté est de s'y maintenir. Le navire ne s'arrête pas à l'instant même où le commandement de jeter l'ancre est donné,

quelques secondes s'écoulent avant qu'elle ait touché le fond; entre temps, le navire marche en vertu de sa force acquise et aussi sous l'action du courant à moins que la mer ne soit étale.

En outre, l'ancre ne mord pas toujours instantanément et le navire peut la traîner sur une certaine distance, même si sa position permet d'employer immédiatement la machine pour combattre le courant.

On se trouve donc mouillé à une certaine distance du point cherché et il faut alors se résoudre à lever l'ancre et à faire une nouvelle tentative qui peut encore échouer. Ajoutons à cela que la moindre houle rend ce travail encore plus pénible.

Aussi avons-nous trouvé plus pratique de renoncer aux tâtonnements que demande souvent la réussite d'un mouillage juste au point d'intersection des minutes géographiques.

En fait, nous opérons régulièrement comme suit :

Un observateur vise avec deux sextants les objets choisis. Il se tient près du porte-voix qui commande la machine et la timonerie. Un homme est posté près du mouilleur de l'ancre, prêt à le déclancher au commandement. Lorsque les deux angles visés ont l'ouverture désirée, on ne stoppe point encore. On dépasse le point, ou bien au contraire on « cule » d'une certaine distance dans une direction opposée à celle du courant ou à celle du vent, si celui-ci est intense et si la mer est étale. Puis on mouille.

Le succès dépend alors de l'expérience et du coup d'œil de celui qui commande. Si la manœuvre a été bien conduite, les angles sont ce qu'ils doivent être et le mouillage est réussi. Mais, dans le cas contraire, à moins que l'erreur ne dépasse de beaucoup la longueur du navire, soit 40 mètres, nous ne recommençons pas les opérations, mais nous nous bornons à noter très exactement la position du mouillage, en mesurant deux ou même trois angles et en notant des objets alignés, s'il y a lieu. Puis nous faisons nos observations en ce point.

De cette façon, le réseau d'exploration n'aura pas des mailles parfaitement régulières; les points d'observation normaux n'occuperont pas toujours exactement l'intersection des minutes de longitude et de latitude, mais, au moins, leur position réelle sera déterminée avec une grande précision.

En opérant ainsi, nous évitons encore l'erreur des cartes. Le point qui, d'après la carte, occupe l'intersection de trois ou de quatre droites formant des angles adjacents, empiétants ou séparés, d'une amplitude donnée, n'est peut-être pas le point réel d'intersection des droites passant par les objets eux-mêmes. Cela dépend de l'exactitude de la carte.

Au contraire, en donnant l'indication de la position du navire à l'ancre, d'après l'amplitude d'un angle et un alignement ou de deux angles mesurés au sextant, on fixe, avec une exactitude absolue, la position réelle du point de la surface du globe où l'observation se fait, et, plus tard, il sera toujours possible, à l'aide de ces données, de retrouver très exactement ce point.

En fait, l'écart de distance entre nos points normaux réels et l'intersection des minutes géographiques n'excède nulle part une encâblure, soit 185 mètres.

Nous avons renoncé, pour l'exploration de la bande côtière, aux relèvements au compas, le sextant donnant des résultats beaucoup plus précis et plus sûrs.

Il va de soi que la détermination des positions est plus aisée près de la côte, où les objets saillants sont si nombreux qu'ils fournissent souvent des alignements fort utiles. Cependant, par un temps clair, on travaille encore très bien à dix milles de la côte. Plus loin, on éprouve souvent des difficultés, et si nous avons fixé à dix milles l'étendue de notre bande côtière, c'est non seulement parce que son exploration constitue une tâche suffisante, mais encore parce que c'est la limite qu'il convient d'assigner à des relèvements au sextant sur les côtes basses de notre pays. La brume constitue un grand obstacle à ce genre d'observations. On en souffre beaucoup sur nos côtes. Des semaines entières se passent sans qu'il soit possible de viser au sextant les points convenables à plus de trois milles. Nous avons parfois paré à cet obstacle, en balisant notre méridien à l'aide de bouées qu'on mouillait sur un poids suffisant avant de quitter les stations d'observations voisines de la côte. Nous obtenions ainsi un alignement très exact qui nous permettait de travailler sur un seul angle.

Observations faites à chaque station normale.

Il importe que les observations, faites aux points choisis, soient toutes comparables entre elles. C'est pourquoi nous avons adopté une série d'opérations qui sont toujours exécutées dans le même ordre et de la même manière à chacun des points normaux.

Ces opérations consistent en sondages, lever des filets à plankton et de la drague, triage, conservation et étiquetage de leur contenu, observations météorologiques, prises d'échantillons d'eau, prises d'échantillons du fond, puis jet des filets à plankton et de la drague, enfin parfois jet d'un chalut et visite des nasses.

Consignation des observations.

Des dispositions ont été prises en vue de rendre le travail aussi uniforme que possible et surtout d'éviter l'oubli des annotations requises. Il est plus difficile qu'on ne pourrait le croire de n'oublier aucune des multiples observations à faire et surtout des nombreuses annotations à prendre, au milieu du mouvement, du travail des engins et de la manœuvre du navire, surtout si la houle est forte.

Outre les observations dont nous venons d'indiquer la série, il faut prendre les notes nécessaires pour fixer la position du navire, noter l'heure exacte afin de pouvoir réduire les indications de profondeur au niveau moyen, étiqueter les matériaux, vérifier l'état des

instruments et enfin penser, examiner, réfléchir. Il suffit parfois d'une annotation oubliée pour compromettre le travail de toute une station.

Nous nous sommes bien trouvé de faire usage de formules imprimées dans lesquelles toutes les notes à prendre trouvent une place indiquée d'avance et dans l'ordre de l'exécution des diverses opérations.

Une série d'annotations est confiée au commandant du navire et est consignée par lui dans un registre à formules spéciales ou *livre de navigation*.

Les autres notes sont inscrites par nous-même dans un premier registre ou *livre de mer des points normaux*, dont une page entière est consacrée à chacune des stations du réseau.

En outre, toute observation est consignée dans un registre spécial réservé à chaque espèce d'opérations, le *livre de mer du plankton, de l'eau, des sédiments, des dragages, de la pêche*. On y inscrit toutes les annotations nécessaires pour fixer exactement les circonstances de l'observation.

Pour faciliter l'indication des localités, nous avons donné à chaque station normale une dénomination conventionnelle. Les 60 lignes méridiennes qui coupent, de minute en minute, la bande côtière, ont reçu un numéro d'ordre à partir de 2° 33′ E. Les parallèles, au contraire, sont désignées par une lettre, en appelant *A* la première intersection tombant en mer ou sur l'estran et dénommant les autres dans l'ordre alphabétique jusqu'à J qui indique la 10e intersection.

Toute station d'intersection ou normale est donc désignée par un chiffre indiquant sa longitude et une lettre correspondant à sa latitude. Exemples : 18A, 25H.

Quant aux opérations rentrant sous l'un des cinq titres indiqués, chacune d'elles porte un numéro d'ordre, appartenant à une seule série commencée au numéro 1 au début de l'exploration.

Les feuilles des différents livres de mer dont nous donnerons plus loin un spécimen, montrent que certaines annotations sont prises en double. Elles se répètent, avec d'autres, dans les divers cahiers de dragage, sédiments, plankton, etc. Cette répétition est fort utile ; en cas d'omission dans un des registres ou de doute, on peut retrouver les données manquantes dans les autres qui en sont ainsi le contrôle.

L'étiquetage des objets recueillis est une opération fort importante qui a reçu tous nos soins. Chaque flacon, boîte ou sac de matériaux reçoit un numéro intérieur imprimé sur papier-parchemin, — ou bien inscrit au crayon rouge, suivant le cas, — et un numéro extérieur peint à la laque au minium qui sèche rapidement.

Un répertoire des numéros d'ordre indique immédiatement la catégorie d'un échantillon ou d'une opération, ainsi que sa localité.

Il est tenu aussi un répertoire des espèces où une page est réservée à chaque espèce pour recevoir l'indication de toutes les localités où elle a été observée.

SPÉCIMEN DU LIVRE DE NAVIGATION

EXPLORATION ZOOLOGIQUE DE LA CÔTE

Opérations et annotations confiées au commandant du navire

Nom du navire .....

Date .....

LOCALITÉ (notation conventionnelle) .....

1° **Jeter l'ancre.**

2° **Noter l'heure et la minute** .....

3° **Sonder.** . . . . . { Profondeur ..... / Nature du fond .....

4° **Noter exactement la position du navire :**

POINTS DE LA CÔTE EN ALIGNEMENT { ..... / ..... / ..... / .....

ANGLES MESURÉS AU SEXTANT.

Objets relevés	Angle inscrit
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....

LONGITUDE et LATITUDE .....

Carte employée .....

5° **Faire et noter les observations ci-contre** (Beaufort's scale) .

1. Flot ou jusant. .....
2. Direction du courant. .....
3. Direction du vent. .....
4. Intensité du vent. .....
5. État de la mer. .....
6. État du ciel. .....
7. Pression barométrique. .....
8. Température de l'air. .....
9. Température de l'eau de surface .....
10. Couleur de la mer .....

6° **Lever l'ancre** .....

7° **Noter l'heure et la minute** .....

8° **Indiquer la course du navire** { Direction. ..... / Vitesse. .....

9° **Indiquer les instruments mis en action pendant la marche** .....

OBSERVATIONS : .....

SPÉCIMEN DU LIVRE DE MER DES POINTS NORMAUX

OBSERVATIONS N° .....

Date

LOCALITÉ .....

OPÉRATIONS		Numéro des Observations	ANNOTATIONS
1. Vérifier les relèvements			
2. Jeter l'ancre			
3. Noter l'heure et la minute			
4. Sonder . . .	Profondeur.		
5. Lever le filet de surface	Température de l'eau. Densité.		
6. Lever le filet de fond			
7. Lever la dragues			
8. Faire et noter les observations ci-contre.	1. Flot ou jusant. 2. Direction du courant. 3. Direction du vent. 4. Intensité du vent. 5. Etat de la mer. 6. Couleur de la mer. 7. Etat du ciel. 8. Pression barométrique. 9. Température de l'air. 10. Température de l'eau de surface.		
9. Prendre de l'eau de fond . . .	Instrument employé. Température. Densité.		
10. Prendre un échantillon de fond . .	Sondeur n° Nature du fond. Température du sédiment.		
11. Trier et tamiser le contenu de la drague .			
12. Jeter la drague avec un filet de fond .	Drague n°		
13. Jeter un filet de surface.			
14. Jeter une bouée			
15. Lever l'ancre			
16. Noter l'heure et la minute			
17. Marcher vers le point suivant . . .	Direction du navire. Vitesse.		
18. Entre les deux points sonder et prendre du fond . . .	Position. Profondeur. Temps exact. Nature du fond. Température du sédiment.		
19. A la fin de la journée, chaluter en revenant sur le méridien vers le point de départ . .			
20. Lever le chalut une ou plusieurs fois en notant la position du navire. . . .			

SPÉCIMEN DU LIVRE DE MER DU PLANKTON

PLANKTON

Observation N° . *Date*

Localité initiale.	
Temps exact initial.	
Instrument.	
Niveau.	
Flot ou jusant.	
Direction du courant.	
Direction du navire.	
État et aspect de la mer.	
Couleur et transparence de l'eau.	
Température de l'eau de surface.	
Température de l'eau de fond.	
Température de l'air.	
Pression barométrique.	
Densité de l'eau.	
Localité finale.	
Temps exact final.	

SPÉCIMEN DU LIVRE DE MER DE L'EAU

EAU

Observation N° . *Date*

Localité.	
Instrument.	
Niveau du prélèvement.	
Temps exact.	
Flot ou jusant.	
Direction du courant.	
État et aspect de la mer.	
Couleur et transparence de l'eau.	
Profondeur de la mer.	
Température de l'eau.	
Température de l'air.	
Densité de l'eau.	

SPÉCIMEN DU LIVRE DE MER DES SÉDIMENTS

SÉDIMENT

Observation N° *Date*

Localité.	
Profondeur.	
Instrument.	
Temps exact.	
Flot ou jusant.	
Direction du courant.	
État et aspect de la mer.	
Couleur et transparence de l'eau.	
Température du sédiment.	
Caractères de l'échantillon.	

SPÉCIMEN DU LIVRE DE MER DES DRAGAGES

DRAGAGE

Observation N° *Date*

Localité initiale.	
Temps exact initial.	
Instrument.	
Flot ou jusant.	
Direction du courant.	
Direction du navire.	
État et aspect de la mer.	
Profondeurs traversées.	
Nature du fond rapporté.	
Localité finale.	
Temps exact final.	

Instruments et leur emploi.

A. — LES DRAGUES

Après une série d'essais avec des dragues triangulaires et quadrangulaires fort diverses de forme et de grandeur, nous nous sommes arrêté à deux instruments qui nous ont paru les mieux adaptés aux fonds que l'on rencontre dans notre bande côtière.

1° *Drague à anses.*

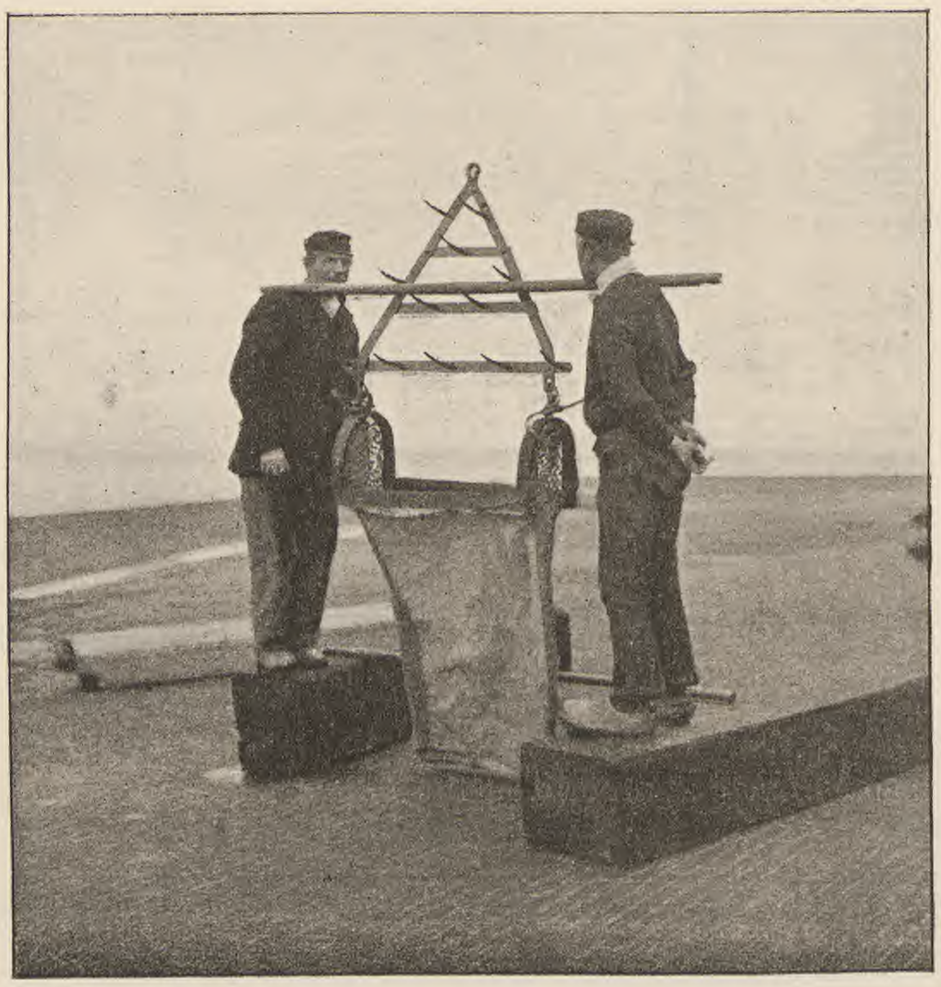


Fig. 4. — Drague à anses.

Ainsi que l'indique la fig. 4, le cadre de cette drague est en fer plat large de six centimètres. Il est muni à chaque extrémité d'une anse du même fer, dont le sommet convexe porte un anneau qui donne attache soit directement au câble, soit à une herse dont nous parlerons plus loin.

Le sac de la drague est formé, sur ses deux faces larges, d'une bande de toile-à-voile très solide. Les faces latérales étroites sont en filet à mailles assez larges. Ce sac présente ceci de particulier qu'il s'ouvre par le fond, disposition très avantageuse qui permet de vider

la drague directement dans un bac en bois qu'on place sous elle, tandis qu'elle est suspendue au davier.

Sa fermeture est assurée par l'une des bandes de toile qui est plus longue que l'autre et qui se rabat, de manière à constituer le fond du sac, sur la bande courte de l'autre face. Elle est fixée par un bout de grelin qu'on passe dans un système d'œillets et d'agrafes en cuivre.

En vidant ainsi le sac directement et tout d'une fois, on évite à son contenu les secousses et les pressions qu'il subit toujours dans les dragues ordinaires pendant l'opération malaisée du vidage par renversement.

Cette drague doit constamment tomber sur le fond par la même face, celle qui est formée par le long pan de toile. Ce résultat est assuré par une disposition que nous indiquerons plus loin et qui a, du reste, une autre raison d'être.

2° *Drague à large cadre.*

L'armature de cette drague comprend un cadre en tôle large de 20 centimètres et soutenu par une bande en fer plat. M. Holt de Plymouth nous dit qu'un cadre analogue a été employé par M. Marion de Marseille pour les dragages sur fond vaseux.

Fig. 5. — Drague à large cadre, herse, panier de drague et tamis.

Nous y avons adapté deux tringles mobiles sur deux axes boulonnés dans les faces latérales, et reliées, à l'autre bout, par une traverse ; cette disposition a pour but de laisser toujours le cadre couché à plat sur le fond, et d'éviter de le faire mordre inégalement suivant le plus ou moins de touée qu'on lui donne.

Le sac est semblable à celui de la drague à anses.

La première de ces deux dragues est employée surtout sur les fonds durs ; la seconde sur les fonds vaseux. On remarquera que l'une et l'autre sont destinées à raser simplement la surface du fond, sans y mordre trop fort. La première pose sur ses anses comme la perche d'un chalut sur ses patins, et la seconde sur son large cadre. Nous pensons, en effet, que c'est là la seule manière de draguer méthodiquement sur fond plat. Une drague qui mord trop fort, se remplit dès son premier contact — à moins que le fond ne soit pierreux — ; et, une fois pleine, elle ne recueille plus rien, la traînat-on sur plusieurs milles. Il faut qu'elle rase et n'emporte guère que ce qui est superficiel et saillant. Mais alors, si l'on veut recueillir des animaux vivants dans le sol lui-même, il faut user d'un artifice pour les en extraire. Tel est le but d'un appareil que nous attachons devant la drague et qui sert en même temps à en assurer le traînage rasant ou horizontal. Notons d'ailleurs qu'une drague est toujours plutôt trop mordante que trop rasante, à moins qu'elle ne soit très légère.

La herse.

La fig. 4 montre cet instrument attaché devant la drague à anses et la fig. 5 le fait voir fixé à la drague à large cadre.

C'est un triangle en fer plat portant quatre rangées de crochets et analogue à la herse agricole. On attache la drague soit directement aux anneaux de ses angles postérieurs (fig. 4), soit en intercalant entre les deux une tige de fer, comme le montre la fig. 5.

Nous nous trouvons fort bien de l'usage de cet instrument sur les fonds unis de notre bande côtière.

Le panier à drague.

C'est une cage en treillis galvanisé supportée par une armature en fer que l'on place dans le cadre des dragues (fig. 5). Il arrête les gros animaux et les pierres. Ses parois rigides empêchent les premiers d'être écrasés ou heurtés pendant la remonte des engins et le vidage. Il s'enlève par le dessus du cadre, dans lequel il est simplement posé.

Les sûretés.

On prend diverses dispositions pour éviter la perte des instruments en cas d'accrochage à une saillie du fond ou à une épave. La drague n'est attachée à la herse par un anneau de fer que d'un seul côté ; de l'autre, on la fixe par un bout de corde modérément solide. En cas d'accroc, cette corde se brise et la drague dérape en glissant sur le côté. De même,

pendant la marche du navire, la traction ne s'exerce pas par le câble d'acier directement sur le treuil, mais bien sur un point fixe quelconque, tel que le bas d'un davier, par l'intermédiaire d'une corde plus faible brassée sur le câble.

Lors d'un accroc, c'est celle-ci qui reçoit le premier choc et, si elle saute, il y a une chance pour que la drague se décroche.

Sur un fond très accrochant, nous prenons une disposition que nous avons vue appliquée par des pêcheurs de requins sur les côtes d'Australie. Le bout du câble, dégagé du treuil pendant la traîne, est fixé à une bouée. En cas d'accroc et de rupture de la sûreté, cette bouée est entraînée par-dessus bord et flotte avec le câble. On évite ainsi une violente secousse et peut-être la perte des instruments.

Nous nous passons souvent de cette dernière disposition, mais nous employons constamment la suivante qui a un double but :

Une corde *AB* (fig. 6) est fixée, d'une part, au bord supérieur du cadre de la drague et,

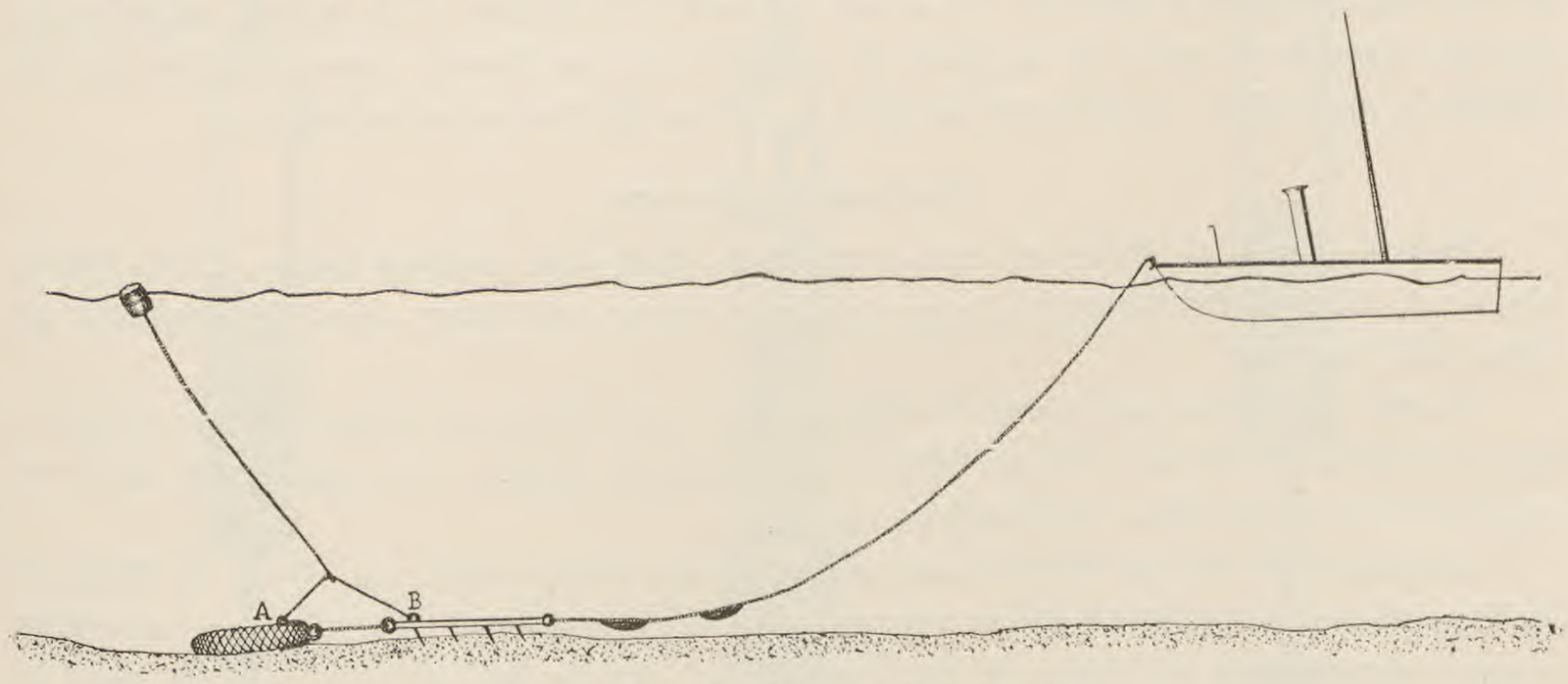


Fig. 6. — Disposition des appareils de dragage.

de l'autre, à la herse; elle est assez longue pour décrire une anse. Au milieu de cette anse, on attache une longue ligne dont l'autre bout se fixe à une bouée en bois. Celle-ci est toujours jetée à la mer avant la drague. Entraînée en sens contraire de la marche du navire, elle tire sur l'anse, tandis que la drague et la herse s'enfoncent, et elle maintient celles-ci dans la position voulue. Cette bouée a donc pour effet de diriger la descente de la drague; mais, en même temps, elle permet de repêcher celle-ci en cas de rupture du câble.

Le câble.

Nous employons toujours un câble d'acier de 0,02 de diamètre. Outre sa grande solidité, il présente l'avantage d'être fort lourd, et d'avoir par suite peu de tendance à relever

le bec de la herse. N'étant jamais raidi à cause de son poids, il tend plutôt à appuyer l'outil contre le fond qu'il doit fouiller. On obtient cet effet en lui donnant une longue touée, environ trois fois la profondeur. Il nous arrive cependant d'attacher encore un poids à quelques mètres de la herse, lorsque le dragage se fait contre un courant violent.

Les tamis.

Il est impossible de recueillir complètement et méthodiquement le contenu d'une drague sans le tamiser. Nous avons donné à nos tamis la forme de ceux du *Challenger*. La dimension des mailles est respectivement de 12, 10, 3 et $1\frac{1}{2}$ millimètres.

On les manie dans des cuves en bois.

B. — LES SONDEURS

La simple détermination de la profondeur est une opération fort élémentaire; la ligne et le plomb ordinaire y suffisent. On a soin de confier l'opération à un matelot expérimenté que l'on surveille de près. On se garde de négliger de noter l'heure exacte, afin de pouvoir réduire la profondeur, donnée par la ligne, au niveau de la mer basse moyenne.

Sondeurs rapporteurs.

Mais le nom de sondeurs est encore appliqué, faute d'un meilleur terme, à des instruments qui, tout en fonctionnant comme poids de sonde, ont pour objet de rapporter un échantillon du fond.

Il était important pour nous de disposer d'un engin de ce genre qui fût bien adapté à nos conditions de travail. Il nous fallait un instrument simple, d'un maniement facile et rapportant un échantillon volumineux et inaltéré.

L'appareil de Brooke rapporte une trop faible quantité de sédiment. Ceux du *Blake* et du *Travailleur* ont un inconvénient qui nous les a fait abandonner : les sédiments introduits y sont complètement mélangés par leur passage au travers des soupapes dont est garni le tube de ces instruments. Au contraire, dans les sondeurs à coupe, le mélange est très faible; la substance des différentes couches superficielles, bien que dérangée, n'est pas mêlée et nous avons pu y reconnaître jusqu'à quatre couches encore distinctes. Or la connaissance de la stratification des éléments du fond est une donnée importante pour nos recherches.

C'est pourquoi nous nous sommes attaché tout d'abord à perfectionner les sondeurs à coupe. Cependant nous avons construit aussi un sondeur à tube qui déjà donne de bons résultats, mais qui doit encore être amélioré; nous le décrirons dans un mémoire ultérieur.

Sondeur à coupe fermée.

Le sondeur à coupe que nous employons, a été construit sur nos dessins par M. Fournier, mécanicien-constructeur à Louvain. Il comprend les parties suivantes (fig. 7, 8, 9) :

1° Une tige en fer forgé terminée par une coupe en acier. Cette tige porte vers son tiers inférieur un entablement fixe *E*.

2° Un poids percuteur *P*, cylindre en plomb muni d'un soubassement en fer et traversé par un tube également en fer. Il est pourvu d'une anse s'articulant avec deux œillets coulés dans la masse de plomb.

Cette anse porte un anneau qui donne attache à une ligne de 2 cent. de diamètre. C'est donc par le cylindre percuteur que l'appareil est suspendu.

3° Un poids obturateur *O*, cylindre en plomb muni également d'une âme en fer dans laquelle glisse la tige de la coupe.

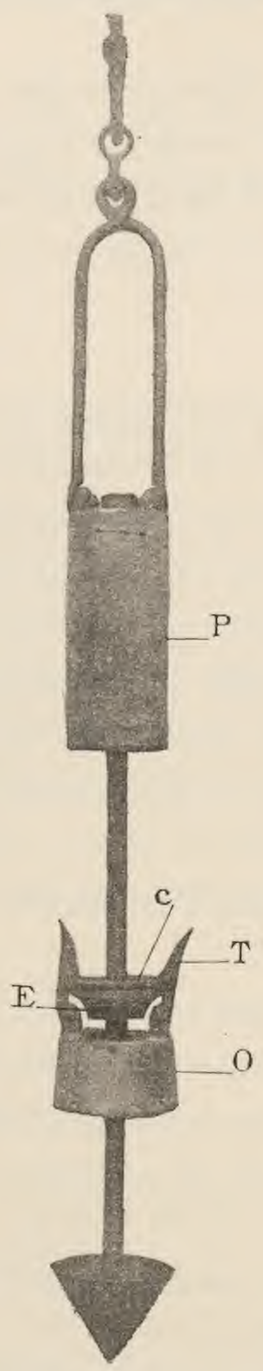


Fig. 7.
L'instrument armé, à la descente.

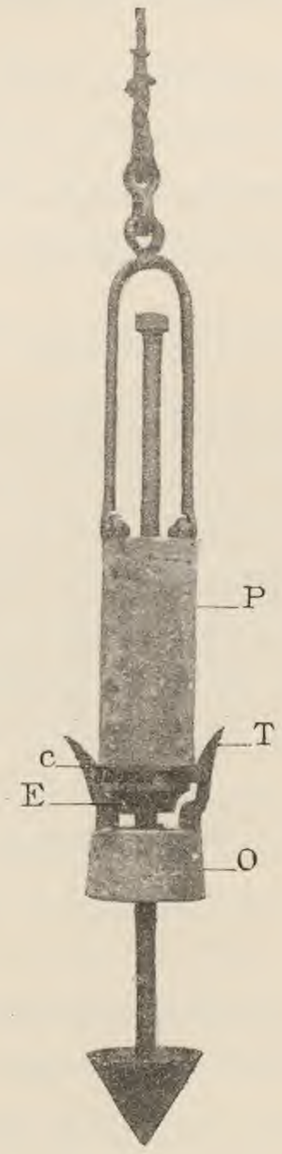


Fig. 8.
La coupe a touché le fond ; le poids percuteur est descendu, mais retient le poids obturateur.

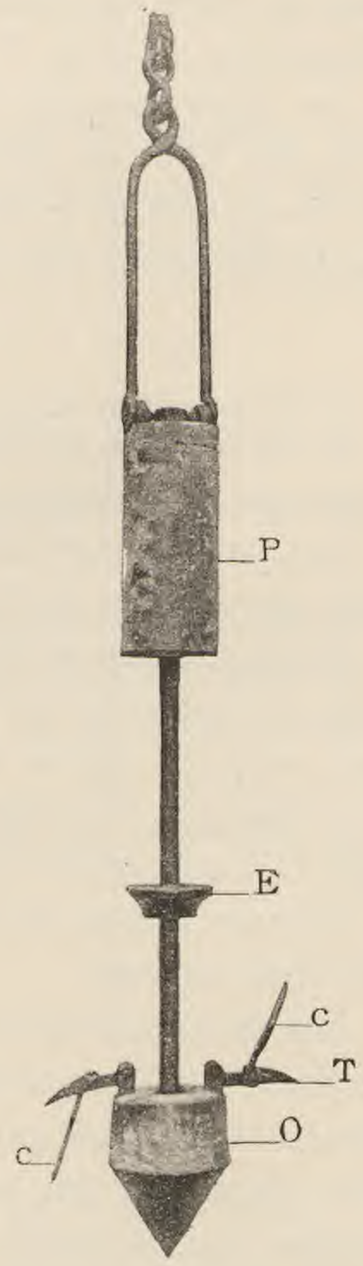


Fig. 9.
On hale sur la corde ; le poids percuteur est remonté, lâchant les clapets et le poids obturateur est tombé sur la coupe.

Sa face inférieure est un peu évidée.

Sa face supérieure porte deux appareils d'accrochage composés chacun d'un tenon *T* s'articulant avec un œillet enchâssé dans le plomb. En outre, chaque tenon porte un clapet *C* mobile sur un axe transverse, fixé lui-même à la base du tenon et dont nous allons indiquer l'usage.

Maniement de l'instrument.

L'appareil étant suspendu à un davier, on commence par l'armer. Ceci consiste à relever le poids obturateur *O* jusqu'à l'entablement *E*, et à l'y accrocher par les tenons *T*. On a soin, en outre, de rabattre sur l'entablemeut les deux clapets *C*. L'ensemble présente alors la disposition de la fig. 7.

On laisse descendre le tout assez rapidement jusqu'à ce qu'on s'aperçoive que le fond est touché. Alors on tire deux ou trois fois sur la corde, de façon à soulever l'appareil de 25 à 30 centimètres, en le laissant retomber chaque fois; puis on le hale à bord. On relève le poids obturateur *O* et on trouve la coupe pleine de sédiment.

Fonctionnement.

Il est expliqué par les fig. 7, 8 et 9 qui représentent l'appareil à trois temps successifs. Au moment de la descente, il est armé comme l'indique la fig. 7.

Lorsque la coupe touche le fond, elle s'y enfonce plus ou moins suivant la consistance du sol, sous l'action de la pesanteur agissant sur la tige et sur le poids obturateur *O*.

Pendant ce temps, le poids percuteur *P* continue son chemin vers le bas, et, à un moment donné, il vient buter sur l'entablement *E* et fait pénétrer la coupe plus profondément. En même temps, il rejette en dehors les deux tenons *T* qui, dès lors, ne mordent plus sur cet entablement. Cependant le poids obturateur *O* ne tombe pas encore; il est retenu par les clapets *C* pincés entre le percuteur *P* et l'entablement *E* (fig. 8).

Lorsque le fond est dur, l'instrument se couche alors dans le sens du courant, si celui-ci est assez intense.

Les tractions légères que nous faisons exercer sur la ligne, quand le fond est dur, ont pour but de soulever un peu la tige couchée, sans faire tomber l'obturateur *O*, pour forcer la coupe à mordre le sol par son bord et à se remplir; par un fond mou, cette précaution est inutile. Lorsqu'on fait haler sur la ligne pour rentrer l'instrument, il commence par se redresser; puis le percuteur *P* est soulevé et lâche les clapets *C*.

Aussitôt l'obturateur *O* tombe et emprisonne dans la coupe une masse de sédiment qui se trouve ainsi protégée contre le lavage pendant la remonte (fig. 9).

Ce sondeur pèse 41 kil. On voit qu'il évite toute altération du sédiment recueilli, tandis que le sondeur à coupe ouverte et surtout la drague fournissent des échantillons inutilisables pour des recherches précises, parce qu'ils ont subi une lévigation plus ou moins forte pendant la remonte.

Mainte fois, cet appareil nous a rapporté des animaux vivants, — fait qui a toujours été soigneusement noté, car il fournit des données absolument certaines sur la nature du fond habité par les espèces ainsi capturées.

La drague peut laisser des doutes sur ce point, puisqu'elle traîne toujours sur une étendue considérable.

Prises d'eau.

Nous avons employé la bouteille de Mill, construite par Fraser à Édimbourg. Outre son prix élevé — 200 fr., — elle a l'inconvénient de rapporter du sable ou de la vase, lorsqu'on lui laisse toucher un fond mou. L'ayant perdue récemment, nous cherchons à combiner un engin plus simple et suffisant pour nos travaux.

Filets à plankton.

Nous employons des sacs en calicot et toile-à-voile de 0,50 cent. de diamètre, munis d'un récipient en zinc facile à détacher. Parfois nous avons placé à l'intérieur un cône de soie. Nous comptons même appliquer constamment à l'avenir cette utile diposition.

2° Dragages effectués.

Nous avons dit que la délimitation des aires de même fond devrait précéder l'étude de la répartition des espèces constituant le *benthos* ou faune du fond.

Il s'ensuit que nous ne pouvons songer à dresser, en ce moment, même un simple fragment de la carte zoologique du fond de notre zone littorale.

Cependant les dragages réguliers, exécutés, pendant la saison passée, entre les points normaux de notre réseau, fournissent déjà d'utiles indications sur la composition de la faune dans cette zone et la répartition des espèces qui y vivent ou de leurs restes qui jonchent le fond ou s'y trouvent ensevelis.

Nous avons recueilli soigneusement tous les objets rapportés par la drague. Ils se répartissent en trois catégories :

les organismes vivants,
les organismes morts,
les minéraux et débris divers.

Traitement des matériaux dragués.

Le contenu de la drague, nous l'avons dit plus haut, est vidé par le fond du sac dans un bac en bois. On en retire d'abord tous les objets volumineux; puis on le passe successivement par les quatre tamis, que l'on agite verticalement dans une cuve. Ce qui reste sur chaque tamis est versé dans de grands plats émaillés et trié.

On y cherche d'abord tous les objets vivants, pour les examiner dans des cristallisoirs, remplis d'eau de mer s'il y a lieu, ou bien pour les fixer immédiatement au formol ou par d'autres agents.

Les objets morts, coquilles, débris, pierres, sont mis en sacs ou en boites et expédiés au laboratoire, dûment étiquetés. Là ils sont soumis à un travail de triage et de numération, opérations souvent longues et laborieuses, qui ont pour but de déterminer les espèces dont les débris gisent sur le fond ou dans le sédiment sur l'espace dragué, et de fixer la proportion relative de chacune d'entre elles.

Toute la masse est d'abord pesée et passée par une série de six tamis en zinc perforé dont les trous ont respectivement :

I — 20 millimètres.	II — 13 millimètres.	III — 10 millimètres.
IV — 8 millimètres.	V — 5 millimètres.	VI — 3 millimètres.

Cette manipulation facilite beaucoup le triage des espèces. Le contenu de chaque tamis est trié à la main.

Si la masse est peu importante, on se borne à compter les pièces de chaque espèce. Mais, si elle est volumineuse, on sépare simplement chaque espèce sans en compter les individus; puis on en pèse la masse et on évalue très approximativement le nombre de pièces en prenant comme base le chiffre moyen de dix numérations faites chacune sur un poids donné, 100 grammes ordinairement.

Toutefois les trois derniers numéros de tamisage IV, V et VI sont souvent trop volumineux et formés d'objets très petits et trop nombreux pour être triés. Ils comprennent surtout des débris, de jeunes individus et quelques petites espèces (*Montacuta, Adeorbis,* etc). On pèse alors 100 grammes de ces numéros de tamisage non triés et l'on y compte les individus de chaque espèce. Cette opération est renouvelée un certain nombre de fois et fournit un chiffre moyen, d'après lequel on évalue le nombre total de pièces.

Quant à la substance qui passe au travers du tamis n° VI et qui porte le n° VII, elle ne comprend que des débris et de jeunes individus dont il n'est d'ordinaire pas tenu note. Les Foraminifères pourraient y être recherchés, ainsi que dans la masse qui traverse le tamis de mer n° IV. Mais nous préférons les recueillir dans les échantillons du fond, recueillis sans traînage et non altérés, que nous apportent les sondeurs.

Classement de ces matériaux.

Il a été dressé, pour chaque dragage, un tableau d'analyse sur une feuille imprimée spéciale où l'on répète, d'après le livre de mer, toutes les conditions du travail. La liste des objets vivants y est inscrite. On y ajoute toutes les remarques auxquelles l'étude de ces objets a donné lieu à bord, et, plus tard, au laboratoire.

Nous donnons plus bas un exemple de ces feuilles de dragage qui constituent nos archives et que nous présentons simplement en guise de spécimen.

Tous ces matériaux, triés, inventoriés et accompagnés d'annotations nombreuses et détaillées, constituent un fond précieux pour des études qui pourront se faire, quand viendra le moment du travail de synthèse, c'est-à-dire lorsqu'une bonne partie de l'exploration côtière sera terminée.

Spécimen d'une feuille de dragage.

OBSERVATION N° 399 Dragage

Date : 21 août 1899. Heure : de 12 h. à 12,35 h.

LOCALITÉ			MODE de RECHERCHE	COURSE DU NAVIRE		COURANTS	PROFONDEURS	NATURE du FOND		État et aspect de la mer
Latitude	Longitude	Relèvements		Direction	Vitesse	Flot ou jusant Direction	traversées			
Du point initial 17 H. au point final 17 I.			Drague n° 4 Herse	Du Sud au Nord	1 mille à l'heure	Flot	17 H. 15 m. à 11,5 h.	395	sable pur (1) coquilles	Calme (S, échelle de Beaufort).
							Entre 17 H et 17 I. 21 m. à 12,15 h.	396	Sable vaseux	
							17 I. 22,50 m. à 12,35 h.	400	Sable vaseux	

Objets recueillis et Remarques

OBJETS VIVANTS

Hydractinia echinata	1	colonie
Cereus pedunculatus	8	individus
Asteracanthion rubens	1	—
Ophioglypha lacertosa	2	—
Aphrodita aculeata	1	—
Nereis longispina	1	—
Nephthys Hombergii	2	—
Natica Alderi	2	—
Gobius minutus	1	—
Callionymus lyra	1	—

Pas de pierres.
Pas de Nummulites.

OBJETS NON VIVANTS

POIDS DE LA MASSE NON TRIÉE : 18940 GRAMMES.

POIDS DE CHAQUE NUMÉRO DE TAMISAGE

I	II	III	IV	V	VI	VII
285 gr.	7402 gr.	2195 gr.	1785 gr.	1905 gr.	4170 gr.	1198 gr.

NOMBRE DES OBJETS TRIÉS

Désignation des objets	Nombre de pièces	PIÈCES ATTAQUÉES	
		Agent	Nombre
Antennularia sp	1		
Echinocyamus	3		
Echinocardium	7 fragm.		
Arca lactea	9		
Montacuta bidentata	2.095	*Natica Alderi*	285
Tellina solidula	395	„	31
— *tenuis*	25	„	1
— *fabula*	184	„	7
Syndosmia alba	10.742	„	623
Scrobicularia sp	2		
Donax venustus	44	„	1
Mactra stultorum	10		
— *subtruncata*	63 448	*Cliona celata*	1
		Natica Alderi	1 316
Cardium edule	738		
— *echinatum*	1		
Panopaea plicata	134	*Natica Alderi*	2
Natica Alderi	235		
Scalaria communis	5		
Purpura lapillus	2		
Helcyon pellucidum	1		
Bela turricula	1		
Trochus cinerarius	3		
Adeorbis subcarinatus	333		
Paludestrina ulvae	1 793		
1 vertèbre de téléostéen			
Fragments du squelette d'ophiurides	4.420 (en poids = 0,17 % dans le n° VII)		

(1) Les chiffres 395, 396 et 400 sont les numéros des échantillons prélevés respectivement au point initial, près du point médian et au point final.

Surface draguée.

Les travaux de cette année se sont étendus sur neuf lignes méridiennes, dont cinq sont entièrement explorées suivant le plan indiqué plus haut, et dont les quatre restantes sont déjà fort avancées.

Les dragages effectués sont au nombre de 67, dont 64 ont été faits suivant le méridien et 3 seulement suivant le parallèle.

La drague a donc été traînée au fond de la mer sur une longueur de 122 kilomètres. Les points étudiés ont été portés pendant les travaux sur une carte à grande échelle dont la planche I est une réduction (Pl. I).

Objets recueillis.

Le résultat de ces dragages montre que le *benthos* ou faune du fond n'est ni très riche, ni très varié dans la partie explorée de cette zone de dix milles. Cette faune y est non seulement plus pauvre que celle des côtes rocheuses, — on devait s'y attendre, — mais même que celles de certains bancs sableux et pierreux, situés plus au large, et où les dragages, effectués par E. Van Beneden en 1883 (1) et ceux que nous y avons faits depuis, révèlent un benthos plus abondant.

Mais cela n'empêche pas cette partie de notre exploration de soulever d'intéressantes questions. Les faunes riches sont celles qui ont été le plus fouillées. L'étude des faunes pauvres laisse probablement beaucoup à faire.

Il existe dans la zone littorale des stations très importantes pour différentes espèces. Ces points sont comme des centres actifs de production. Autour d'eux, on voit l'espèce s'irradier sur une aire plus ou moins étendue où on la trouve, en s'éloignant, de moins en moins abondante. Les restes morts de ces espèces jonchent le fond sur de vastes espaces et se montrent de plus en plus altérés, à mesure qu'ils s'éloignent de leur centre de production sous l'action de la mer. Cette remarque est de nature à faire comprendre l'intérêt qui s'attache à la détermination des stations ou centres de production des espèces dont les restes solides se retrouvent aisément, tels que les bivalves, non seulement au point de vue de la connaissance faunistique de notre côte, mais encore à celui de l'étude des courants et de leur action sur le fond.

Mais cette délimitation des stations, plus encore que celle des aires de même fond, est un travail long et difficile. C'est le désir d'introduire l'ordre et la méthode dans les tâtonnements, qui nous a fait concevoir le plan d'une exploration réticulaire du fond pour servir de base à une étude des conditions zoologiques de notre mer.

Cette marche toute empirique du travail a peut-être le défaut de faire attendre

---

(1) *E. Van Beneden,* Bull. de l'Acad. roy. de Belgique, 1883, 3e sér., t, 6, p. 458.

longtemps les conclusions et les vues d'ensemble. Mais, d'autre part, elle a l'immense avantage d'écarter l'écueil de l'idée préconçue et de restreindre l'influence égarante de l'imagination toujours prompte à découvrir des rapports entre les faits et à diriger ensuite l'observation dans un sens ou dans un autre, en vue de confirmer des conceptions *a priori*.

En ce moment, nous devons nous borner à dresser la liste des espèces recueillies pendant la campagne de 1899.

Les endroits où des individus vivants, ou bien des restes ou des traces quelconques ont été rencontrés, sont indiqués sur des cartes spéciales, pour chaque espèce séparément. Ces cartes seront publiées plus tard.

Liste des espèces.

Nous n'énumérerons ici que les espèces *draguées* dans l'aire d'exploration de 1899 indiquée sur la carte Pl. I et qui ont pu être identifiées jusqu'à présent. Nous y ajoutons quelques espèces recueillies à la côte. Les animaux, trouvés dans les instruments à sonder, ainsi qu'une partie de ceux qui ont été rapportés par les filets à plankton, seront énumérés plus loin.

Les déterminations ont été faites par

MM. A. Walker, Crustacés.
Horst, Annélides.
Sykes, Mollusques.
Smith, »
Hornell, Coelentérés.
MM. Howes, Coelentérés.
Herdman, »
Chapman, Foraminifères.
Rutot, Nummulites, Mollusques fossiles.
Nordgaard, Bryozoaires.

Nous présentons à ces savants nos remerciements pour la précieuse collaboration qu'ils ont bien voulu nous accorder.

Un certain nombre d'espèces ont été déterminées par nous-même, et nous tenons à déclarer que, dans cette partie de nos recherches, la *Faune de Belgique* de M. A. Lameere (1) nous a été d'un grand secours.

Protozoaires

Tentaculates.

1. *Ephelota.*

Foraminifères

1. *Rotalia Beccarii* L.
2. *Rotalia calcar* d'Orb.
3. *Polystomella crispa* L.
4. *Miliolina seminulum* L.
5. *Orbulina universa.*
6. *Nummulites planulata* (2).

Porifères

1. *Cliona celata* Grant.
2. *Siphochalina oculata* L.

(1) *Manuel de la Faune de Belgique.* Bruxelles, Lamertin, t. I, 1895.

(2) Les caractères d'un des individus portent M. Chapman à le considérer comme un *N. variolaria ?*

COELENTÉRÉS

Hydrozoaires.

a) Gymnoblastiques.

1. *Clava multicornis* Forsk.
2. *Hydractinia echinata* Flem.
3. *Bougainvillia muscus* Allman.
4. *Bougainvillia ramosa* P. J. v. Ben.
5. *Ectopleura Dumortieri* P. J. v. Ben.
6. *Tubularia coronata* Abildgaard.

b) Calyptoblastiques.

1. *Clytia Johnstonii* Ald.
2. *Obelia geniculata* L.
3. *Gonothyrea Loveni* Allman.
4. *Sertularia cupressina* L.
5. *Hydrallmania falcata* L.
6. *Antennularia antennina* L.

SCYPHOZOAIRES

Anthozoaires.

1. *Alcyonium digitatum* L.
2. *Actinia equina* L.
3. *Cereus pedunculatus* Pennant.

Cténophores.

1. *Pleurobrachia pileus* Flem.

ECHINODERMES

1. *Ophioglypha lacertosa* Sinck.
2. *Asteracanthion rubens*.
3. *Echinus miliaris* O. F. Mull.
4. *Echinocyamus pusillus* O. F. Mull.
5. *Echinocardium cordatum* Pennant.

BRYOZOAIRES.

1. *Alcyonidium gelatinosum* L.
2. *Alcyonidium hirsutum* Flem.
3. *Bowerbankia imbricata* Adams.
4. *Farrella repens* Farre.
5. *Membranipora membranacea* L.
6. *Flustra foliacea* L.
7. *Triticella pedicellata*.

ENDOPROCTES

1. *Pedicellina belgica* P. J. v. Ben.

ANNÉLIDES

1. *Aphrodita aculeata* L.
2. *Lepidonotus squamatus* L.
3. *Nereis longispina*.
4. *Nereis fucata* Sav.
5. *Nephthys Hombergii* Aud. et M. Edw.
6. *Ophelia limacina* Rathke.
7. *Arenicola marina* L.
8. *Terebella conchilega* Pall.
9. *Pectinaria belgica* Pall.
10. *Sabellaria alveolata* Sav.
11. *Lanice conchilega* Pall.
12. *Serpula contortuplicata* L.
13. *Serpula triquetra* L.
14. *Spirorbis borealis* Daud.

CRUSTACÉS

1. *Lernea branchialis* L.
2. *Balanus balanoïdes* L.
3. *Balanus crenatus* Brug.
4. *Peltogaster paguri* Rathke.
5. *Sacculina carcini* Rathke.
6. *Gastrosaccus spinifer* Goes.
7. *Diastylis Rathkei* Kroyer.
8. *Pandalus annulicornis* Leach.
9. *Crangon vulgaris* L.
10. *Eupagurus Bernhardus* L.
11. *Portunus holsatus* Fab.
12. *Portunus latipes* Penn.
13. *Carcinus mœnas* L.
14. *Pinnotheres pisum* L.
15. *Hyas coarctata* Leach.
16. *Thia polita* Leach.
17. *Corophium grossipes* L.
18. *Gammarus locusta* L.
19. *Bathysporeia Norvegica* S. O. Sars.
20. *Atylus Swammerdami* M. Edw.
21. *Talitrus locusta* Pall.
22. *Caprella linearis* L.
23. *Sphæroma serratum* Fab.
24. *Idotea linearis* L.
25. *Ligia oceanica* L.

MOLLUSQUES

Acéphales.

1. *Nucula nucleus*.
2. *Anomia* sp.
3. *Barbatia lactea* L. (Arca).

4. *Pectunculus glycimeris* L.
5. *Pecten varius* L.
6. *Modiola barbata* L.
7. *Mytilus edulis* L.
8. *Ostrea edulis* L.
9. *Montacuta bidentata* Mont.
10. *Sphærium corneum* L. (1).
11. *Tellina solidula* Pultn.
12. *Tellina tenuis* Da Costa.
13. *Tellina fabula* Gruel.
14. *Syndosmia alba* S. Wood.
15. *Scrobicularia piperata* Gruel.
16. *Donax venustus* Poli.
17. *Mactra stultorum* L.
18. *Mactra solida* L.
19. *Mactra subtruncata* Da Costa.
20. *Tapes pullaster* Mont.
21. *Cardium edule* L.
22. *Cardium echinatum* L.
23. *Cardita planicosta.*
24. *Solen vagina* Penn.
25. *Pholas dactylus* L.
26. *Pholas crispata* L.
27. *Pholas candida* L.
28. *Mya truncata* L.
29. *Mya arenaria* L.
30. *Abra prismatica.*
31. *Diplodonta rotundata* Mont.
32. *Panopæa plicata* Mont.
33. *Divaricella divaricata* L.

Gastéropodes.

1. *Fissurella græca* L.
2. *Helcyon pellucidum.*
3. *Trochus cinerarius* L.
4. *Littorina rudis* Maton.
5. *Littorina littorea* L.
6. *Paludestrina ulvae.*
7. *Natica Alderi* Forbes.
8. *Natica monilifera* Lamarck.
9. *Scalaria communis* Lamarch.
10. *Turritella communis* Risso.
11. *Bela turricula.*
12. *Nassa reticulata* L.
13. *Buccinum undatum* L.
14. *Purpura lapillus* L.
15. *Adeorbis subcarinatus* Mont.
16. *Alvania lactea* Mich.
17. *Doris bilamellata* L.

Scaphopodes.

1. *Dentalium entale* L.

Céphalopodes.

1. *Sepiola atlantica* d'Orb.

Poissons

1. *Raja batis* L. jeune.
2. *Gobius minutus* L.
3. *Callionymus lyra* L.
4. *Trachinus vipera* Cuv.
5. *Motella mustela* L.
6. *Liparis vulgaris* Flem.
7. *Solea vulgaris* Cuv.

3° Plankton.

L'étude du plankton, recueilli l'an dernier, n'est pas encore assez avancée pour que nous puissions avec fruit en consigner les résultats dans ce premier mémoire.

D'autre part, il est désirable que les recherches sur le plankton, faites dans toutes les mers, soient comparables entre elles. Or ceci ne sera possible que lorsqu'une méthode uniforme de pêche et d'étude aura été définitivement adoptée par le Bureau central dont la Conférence internationale pour l'Étude de la Mer, réunie à Stockholm en 1899, a proposé la création.

---

(1) Espèce d'eau douce — une valve isolée.

Nous remettons donc à plus tard l'exposé des résultats de cette partie de nos travaux.

Le matériel, actuellement à l'étude, comprend le produit de 131 coups de filet, dont 66 superficiels et 65 profonds. Dans ces derniers, l'appareil était attaché au câble de la drague, à environ trois mètres au-dessus de cette dernière. Les filets ont toujours été lancés au moment du départ d'une station (voir le modèle du Livre de mer des points normaux, p. 19).

Le filet de surface était levé une minute avant l'arrivée à la station suivante, tandis que le filet de fond n'était remonté qu'avec la drague.

Le modèle du Livre de mer du plankton, p. 20, montre qu'il a toujours été tenu bonne note de toutes les conditions de la pêche. La localité initiale et finale, le temps initial et final, l'instrument, le niveau, le temps de la marée, la direction du courant et celle du navire, l'état et l'aspect de la mer, les observations météorologiques, la densité de l'eau ont toujours été soigneusement consignés au registre.

La durée des diverses pêches a varié notablement, parce que des causes multiples font varier, dans de larges limites, le temps nécessaire pour parcourir un mille. Mais la distance, parcourue par chaque filet à plankton, a toujours été d'un mille nautique, sauf dans les quelques trajets transverses où drague et filets ont été traînés sur l'espace d'une minute de longitude, soit 1163 mètres.

ESPÈCES DU PLANKTON DÉTERMINÉES JUSQU'ICI.

Noctiluca miliaris.
Aurelia aurita Linn.
Rhizostoma octopus Gruel.
Cyanea capillata Esch.
Chrysaora hyoscella Esch.
Pleurobrachia pileus Flem.
Sagitta bipunctata Quoy et Gaimard.
Hyperia medusarum O. F. Müll.
Portunus holsatus Fab. 2 jeunes ind. dans un Rhizostome.
Gastrosaccus spinifer Goes.
Sepiola atlantica d'Orb.
Caranx trachurus (plusieurs dans les cavités sous-génitales du *Rhizostoma octopus*).

4° Étude du fond.

Le fond de la mer, dans la partie explorée de notre zone littorale, est formé de sable ;
Ce sable, en certains endroits, se montre à nu ;
En d'autres endroits, il est recouvert par une couche de vase d'épaisseur variable.

Tel est, en résumé et abstraction faite de certaines particularités locales, l'aspect sous lequel ce fond nous apparaîtrait, si les eaux de la Mer flamande venaient à se retirer.

Deux sédiments principaux sont donc accessibles à nos sondes : le sable et la vase.

Une foule de questions intéressantes se posent au sujet de la composition et de l'origine de ces deux éléments, ainsi qu'au sujet des phénomènes physiques et chimiques dont ils sont le siège et qui peuvent influencer le développement de la vie.

Sable.

La composition du sable est complexe et l'origine de ses éléments est si multiple qu'on pourrait à peine espérer d'en faire l'histoire complète. Les couches tertiaires de la côte lui ont fourni, par simple désagrégation, beaucoup d'éléments déjà fort variés. Mais, en outre, la mer peut lui avoir apporté du sud, de l'ouest et du nord des particules arrachées aux couches mésozoïques et même directement aux roches paléozoïques de Bretagne, d'Écosse et de Norvège.

Les fleuves aussi viennent y mélanger des échantillons de la plupart des couches qu'ils traversent dans l'intérieur du pays.

En certains points, la surface du sable est jonchée de pierres. Il est intéressant pour le géologue d'en connaître la nature, car leur accumulation sur une aire limitée peut indiquer l'existence d'un affleurement, ou du moins le voisinage de certaines couches sous la surface.

En d'autres endroits, la drague ramène constamment des blocs de tourbe, parfois roulés, d'autres fois anguleux. Leur présence aussi est liée à l'étude de questions pleines d'intérêt.

Enfin, des restes d'êtres vivants, actuels ou fossiles, s'y trouvent inclus.

L'analyse complète et l'étude approfondie de cet élément serait une œuvre de longue haleine, et quiconque a eu sous les yeux les travaux de Sorby (1), de Dick (2) et d'autres auteurs, comprend qu'il y a, dans l'étude du sable, une matière suffisante pour occuper à elle seule toute l'activité d'un chercheur.

Aussi devons-nous, dans une exploration du genre de la nôtre, nous borner à en faire une étude partielle, en nous plaçant à certains points de vue bien définis.

Nous estimons que nous pourrons, en étudiant un sable, nous contenter de porter notre attention sur les points suivants :

1° La nature des corps volumineux qui y sont inclus ou en jonchent la surface ;

2° La grosseur moyenne de ses grains ; leur aspect ;

3° La proportion de certains corps, faciles à extraire, qu'il contient. Nous nous arrêtons surtout :

a) A l'évaluation de la masse des corps solubles dans l'acide chlorhydrique à 2 % ;

b) A celle des traces de magnétite, qui s'extraient à l'aide d'un aimant ;

c) A celle de la quantité de vase fine qui y est mêlée ;

---

(1) *Sorby., Address, Q. J. Geol. Soc.* XXXVI, 1880, et autres travaux.

(2) *Dick, Nature.* XXXVI, 1887.

4° La nature et la quantité approximative des restes d'êtres vivants qu'on en peut extraire, soit à l'œil nu, soit avec l'aide d'une loupe. Ces restes sont surtout :

Des coques de Foraminifères ;
Des piquants ou des fragments de la coque d'Echinoïdes et de Spatangoïdes ;
Des pièces du squelette d'Ophiuroïdes et d'Astéroïdes ;
Des fragments de Bryozoaires ;
Des coquilles de Mollusques acéphales et gastéropodes ;
Des tubes d'Annélides ou leurs débris ;
Enfin des spicules d'Éponges et des Diatomées.

On voit que la presque totalité de ces restes est calcaire. D'autre part, les grains calcaires de nature minérale sont très rares dans les sables de la région explorée en 1899.

Aussi la proportion de substances solubles dans l'acide chlorhydrique donne-t-elle approximativement la proportion de restes organisés que ces sables contiennent, car les parties solubles non calcaires y représentent un poids minime.

Vase.

Nous attribuons à ce terme, assez vague par lui-même, une signification précise. Il signifiera toujours dans ces pages : *portion d'un sédiment dont les particules sont si ténues qu'elles traversent le siphon de l'appareil à lévigation* qui nous sert dans nos analyses.

Une description de cet appareil et de son emploi sera donnée plus loin.

Notre *vase* correspond à peu près aux « fine washings » de MM. Murray et Renard(1).

Les sédiments vaseux que les sondeurs rapportent dans tout notre champ d'exploration, rentrent dans la catégorie des *vases littorales*.

Ils se présentent sous deux aspects : la vase noire et la vase grise.

a) La *vase noire*, examinée au moment où le sondeur est ouvert, est une pâte d'un noir plus ou moins grisâtre, avec un reflet violacé souvent très marqué. Elle est assez consistante et onctueuse au toucher. Cependant on y sent presque toujours quelques grains de sable et, lorsque ceux-ci sont très nombreux, l'échantillon reçoit le nom de *vase noire sableuse*.

Elle répand le plus souvent une odeur sulfhydrique bien nette et parfois assez forte.

b) La *vase grise* présente les mêmes caractères extérieurs que la vase noire, à part sa couleur qui est d'un gris plus ou moins clair et l'absence ordinaire de l'odeur sulfhydrique.

---

(1) Voyage of *H. M. S. Challenger, John Murray* and *A. F. Renard. Report on Deep Sea Deposits.* 1891, p. 24.

Remarques découlant de nos recherches sur la vase dans leur état actuel.

La vase noire ne s'observe jamais seule dans la coupe du sondeur. Elle y est *toujours* accompagnée d'une couche de vase grise. Celle-ci gît, au fond de la mer, au-dessus de la vase noire.

La vase grise, au contraire, peut exister sans vase noire, mais c'est seulement dans les cas où le sable sous-jacent n'est recouvert que d'une mince couche de sédiment vaseux.

Ces remarques, faites en mer, et certaines recherches, effectuées plus tard au laboratoire, nous font entrevoir la nature des relations mutuelles de ces deux couches. Nous allons exposer brièvement, sous la forme de propositions distinctes, quelques conclusions qui nous paraissent découler naturellement des faits recueillis.

1° *La vase noire et la vase grise, rapportées par le sondeur, ne sont pas deux éléments sédimentaires distincts*, deux couches géologiques d'origine différente. Ce sont deux manières d'être d'un même sédiment.

La démonstration expérimentale de cette manière de voir se fait avec la plus grande facilité.

En effet, ces deux vases se transforment aisément l'une dans l'autre.

a) Transformation de la vase noire en vase grise.

Elle se fait spontanément au contact de l'air ou de l'eau chargée d'oxygène.

Si l'on examine un bocal de vase noire quelques heures après son remplissage, on constate que la couche superficielle est devenue grise et tout à fait semblable à la vase grise naturelle. Cette couche grise se forme partout où il y a contact entre la vase noire et l'air. Les bulles qui se trouvent enfermées entre le verre et la masse pâteuse, sont bientôt entourées d'une couche grise semblable à celle de la surface.

Si on étale sur un plat une couche mince de vase noire et si on l'abandonne à l'air, on trouve, cinq ou six heures après, toute la masse transformée en vase grise.

b) Transformation de la vase grise en vase noire.

Tout d'abord, il suffit d'ajouter à une masse de vase grise un peu de sulfure d'ammonium pour la faire passer immédiatement à l'état de vase noire.

Mais on peut obtenir la même transformation dans des conditions non artificielles, réalisables et réalisées au fond de la mer. Il suffit d'en charger les bactéries que renferme la vase noire elle-même.

On introduit, dans un tube à réaction, de la vase grise, naturelle ou obtenue par l'action de l'air sur la vase noire. On y mélange un peu de vase noire fraîche afin d'inoculer à la masse les bactéries de celle-ci. Puis on ferme hermétiquement le tube pour y créer des conditions favorables au développement des anaérobies, et on l'abandonne à la température ordinaire.

Après quelques jours, on remarque dans la masse grise, vers le fond du tube, des taches noires de forme souvent dendritiques. Ces taches grandissent, se fusionnent, et la coloration noire finit par envahir toute la substance, à part une couche mince, voisine de la surface qui demeure grise.

La réaction est plus rapide et marche mieux, si on prend soin de mélanger à la vase noire des substances nutritives, telles que de l'albumine, et si on place le tube à l'étuve à 38°.

2° *La vase noire se forme de la vase grise par sulfuration.*

L'odeur sulfhydrique de la vase noire l'indique déjà. La réaction du sulfure d'ammonium et le noircissement qui accompagne le développement des anaérobies, le confirment.

3° *La vase grise se forme de la vase noire par oxydation.*

Le fait que les parties de la vase noire qui sont au contact de l'air, passent rapidement à l'état de vase grise, le prouve suffisamment.

L'action des autres agents oxydants conduit à la même conclusion. L'eau oxygénée, par exemple, fait passer instantanément la vase noire à l'état de vase grise, et même elle donne un produit très clair, parce que toute trace de sulfure est oxydée. Ces sulfures passent à l'état de sulfates. Il est à peine nécessaire de dire que c'est au sulfure de fer principalement, sinon exclusivement, que la vase doit sa coloration noire.

4° *La vase grise doit être considérée comme la matière première* d'où dérive la vase noire qui gît sur le sable au fond de la mer en certains endroits.

En effet, l'eau de la mer contient de l'oxygène.

Si on y jette de la vase noire sulfurée, celle-ci s'oxyde rapidement et passe au gris. Ses particules, étant très ténues, n'arrivent, du reste, au fond qu'après avoir été ballottées par les vagues pendant un temps plus ou moins long et entraînées au loin par les courants de marée. Le sulfure ferreux ne résiste pas à pareil traitement; il ne peut exister longtemps dans l'eau de la mer. Une vase, même noire et sulfurée d'avance, n'arrivera au fond qu'à l'état de vase oxydée grise. C'est assez dire que la vase noire ne se dépose nulle part comme telle dans les eaux oxygénées de la Mer du Nord; ce qui tombe au fond, en fait de sédiment fin, c'est de la vase grise.

C'est du reste la couleur de la vase grise que prend la mer, lorsque ses flots agités ont remué les fonds vaseux (1).

Mais, lorsque ce sédiment gris atteint une certaine épaisseur, ses parties inférieures se trouvent bientôt suffisamment à l'abri de l'oxygène pour que les anaérobies puissent s'y développer et dégager du sulfhydrate ammonique. Celui-ci agit sur les composés de fer que contient la vase grise, et la vase noire apparaît.

---

(1) Ce phénomène des *eaux limoneuses* et de leur clarification ultérieure au voisinage de nos côtes est de ceux qui devraient y faire l'objet d'observations suivies.

Le fait de la présence constante d'une couche de vase grise à la surface de la vase noire est en concordance parfaite avec notre interprétation de la genèse de cette dernière.

Nous avons dit que la vase grise existe parfois sans vase noire, et que, dans ce cas, elle forme toujours une couche mince reposant sur le sable.

Elle reste grise, parce qu'elle est mince et entièrement perméable à l'oxygène. Si elle se montrait assez épaisse, il faudrait en conclure que les bactéries n'ont pas pu s'y développer et que très probablement son dépôt dans cet endroit est de date récente.

Origine de la vase.

Ses éléments qui sont les plus ténus de tous les produits sédimentaires, ont, comme ceux du sable, une origine multiple.

La simple désagrégation des couches argileuses qui affleurent sous les eaux, lui fournit peut-être une certaine partie de sa substance.

Les fleuves en apportent de grandes quantités.

Enfin les courants de marées peuvent charrier de loin les produits les plus fins de la trituration qui s'opère incessamment au fond d'une mer peu profonde et surtout sur ses côtes.

La mer est un appareil de lévigation.

Dans les parties peu profondes où règnent des courants, les eaux agissent sur le fond, d'autant plus énergiquement qu'elles sont plus rapides. Elles y peuvent charrier le sable, le gravier et même les pierres, mais c'est pour les laisser en repos, dès que le moindre obstacle vient ralentir leur course. Ainsi se forment les bancs de sable, les barres littorales surtout.

Quant à la substance à particules excessivement ténues que nous appelons la vase, les eaux la conservent en suspension bien plus longtemps. La chute de ses particules est lente, même dans une eau en repos. Dans un liquide agité, elles demeurent indéfiniment en suspension. Aussi tout le monde admet que là où de la vase se dépose en mer, il doit régner, au moins périodiquement, un calme relatif.

Soulevée en certains endroits et mise en suspension, la vase se dépose en d'autres. C'est ce qui se produit dans tout appareil de lévigation.

Il est important de tenir compte de ces données dans une étude du fond et des conditions que les animaux peuvent y rencontrer.

La question du calcaire de la vase.

Nous verrons plus loin que la vase est riche en calcaire : la proportion de carbonate calcique peut s'y élever jusqu'à 28 % dans les analyses que nous avons faites jusqu'ici.

De Lapparent signale des vases littorales riches en calcaire dans la baie du Mont-Saint-Michel. L'une d'elles, appelée *tangue*, contient parfois jusqu'à 50 % de carbonates.

Cependant le savant géologue, se basant sur un travail de Besnou, ne se refuse pas, malgré cette énorme proportion, à rapporter l'origine de cette substance à la trituration des coquilles apportées par le flot (1). Nous pourrions donc accepter la même théorie au sujet de la vase de notre côte dont certains endroits sont très riches en coquilles.

Mais, en présence des conditions particulières de l'appareil lévigateur de la Mer du Nord, on ne peut s'empêcher de se demander s'il ne faut accorder aucune influence, sur la composition de nos vases, aux côtes crayeuses des deux rives du détroit. Ces masses friables doivent donner à la mer beaucoup d'éléments très fins et par conséquent très transportables par les eaux, et celles-ci nous arrivent de cette direction deux fois par jour sous la forme d'un puissant courant de flot.

Nous ne pouvons en ce moment que poser cette intéressante et difficile question dont l'étude est du reste subordonnée à celle des courants.

5° Méthode suivie dans l'étude des sédiments.

Nous avons dit plus haut qu'un échantillon du fond est prélevé à chacune des stations nodales du réseau. Un autre a toujours été pris en un point très voisin du milieu de la distance séparant deux stations normales voisines, soit à un demi-mille de chacune.

Les sédiments ainsi recueillis fournissent déjà d'utiles indications sur l'étendue des aires de nature diverse qui constituent le fond de la bande côtière. Toutefois la délimitation exacte de ces aires exige des sondages supplémentaires plus rapprochés et très nombreux sur les zones limites.

Nous en avons déjà pratiqué un certain nombre ; mais cette recherche qui demande des arrêts multipliés, est incompatible avec le bon fonctionnement d'une drague. Elle devra faire l'objet d'expéditions spéciales affectées exclusivement aux opérations de sondage.

Récolte des échantillons.

Nous avons décrit plus haut le sondeur-collecteur qui nous a généralement servi pendant la saison passée (fig. 7, 8 et 9, p. 27), et nous avons dit qu'un engin d'un autre type, un sondeur à tube, est à l'étude.

Mais, dans l'exploration complète d'un fond, il importe de ne pas négliger les données fournies par la drague. Si, à elle seule, la drague ne fournit que des indications peu précises et incomplètes, d'autre part, il est des matériaux que les sondeurs ne rapportent pas : ce sont les pierres isolées, les blocs de tourbe ou d'autres objets d'un volume dépassant ce que nous avons appelé *gravier grossier* et qui jonchent le fond en certains endroits. Aussi avons-nous toujours examiné le contenu de la drague à ce point de vue et la nature des sédiments dragués a été notée à chaque station nodale.

---

(1) *de Lapparent, Traité de Géologie*, Paris, Masson, 1893. Troisième édition, p. 246.

Les échantillons des sédiments ont été conservés dans des flacons en verre et additionnés d'une petite quantité de formol pur. Parfois cependant le formol a été remplacé par l'alcool. Dans les cas où l'on se propose d'en faire une étude bactériologique, on se garde d'y ajouter quoi que ce soit.

Étude des échantillons.

Il a été dit plus haut que le fond de la mer, dans la partie explorée de la zone côtière, est recouvert d'un dépôt dont la constitution varie, mais qui demeure toujours une roche fragmentaire meuble.

Les éléments constituants de ce dépôt présentent de grandes variations de volume et de composition. Les fragments isolés y peuvent avoir toutes les dimensions possibles, depuis le bloc de pierre jusqu'au granule excessivement ténu de la vase onctueuse. Les uns sont organiques, les autres minéraux.

Tout échantillon de sédiment est donc un mélange. Il est nécessaire, en en abordant l'étude, de procéder à un certain triage de ses éléments et il est rationnel, même indispensable de commencer par un triage mécanique permettant de les classer par ordre de grandeur.

Triage mécanique.

Nous avons trouvé commode la méthode de triage mécanique adoptée par Thoulet (1) et par Allen (2). Toutefois nous l'avons modifiée notablement pour l'adapter à nos objets et à notre but.

Elle consiste dans un simple tamisage ayant pour résultat la séparation de sept numéros de grandeur ; elle se complète par une opération de lévigation qui a pour but d'en séparer un huitième d'avec le septième, et par une manipulation qui permet de recueillir des Diatomées, des Foraminifères et d'autres objets plus légers que le sable, mais plus lourds ou plus volumineux que les particules de la vase.

Nos tamis sont exactement ceux d'Allen. Ils sont en zinc perforé provenant de chez les mêmes fournisseurs, MM. Staniar et C°, à Manchester (3). Les trous ont les dimensions suivantes dans chacun des six appareils :

I.	—	15	millimètres.	IV.	—	1,5	millimètre.
II.	—	5	»	V.	—	1	»
III.	—	2,5	»	VI.	—	0,5	»

(1) *Thoulet, op. cit.*

(2) *Allen, On the Fauna and Bottom-Deposits near the Thirty Fathom line from the Eddystone Grounds to Start Point.* Journal of the Marine Biological Association. Plymouth, vol. V, n° 4, juin 1899.

(3) Nous nous sommes procuré depuis lors des zincs perforés absolument identiques chez MM. Delrée et Ophoven, fabriquants de métaux perforés, à Liége.

La séparation du sable fin n° VII, qui passe à travers le tamis n° VI, d'avec les particules ténues constituant la vase onctueuse, est la partie la plus longue et la plus difficile de tout ce travail.

Appareil de lévigation.

La nature de nos sédiments vaseux nous a conduit à modifier cette dernière partie du procédé ordinaire de Thoulet et Allen.

En effet, la séparation de la vase d'avec le sable fin s'obtient dans ce procédé par la décantation, après une minute de repos, de l'eau chaude dans laquelle on a agité la substance. Or, nos échantillons étant souvent formés d'une vase extrêmement fine et collante, il n'est pas possible d'éliminer complètement ce qui correspond à la grosseur de grains n° VIII, sans recommencer un grand nombre de fois l'opération de la décantation. Outre sa lenteur, le procédé présente alors l'inconvénient de donner, à la fin de l'opération, un volume d'eau énorme dont il faut extraire la vase par de nouvelles décantations séparées par de longs repos.

Après avoir essayé le dispositif de Nobel, usité surtout dans l'analyse agricole des terres, et fait d'autres tentatives, nous nous sommes arrêté à l'emploi de l'appareil représenté fig. 10.

On voit que c'est un simple siphon dont la courte branche est formée d'un gros tube large de 4 centimètres et long d'un mètre. Il est fermé en haut par un bouchon en caoutchouc percé d'un trou qui livre passage à un tube de 1 centimètre de diamètre; celui-ci constitue la longue branche du siphon.

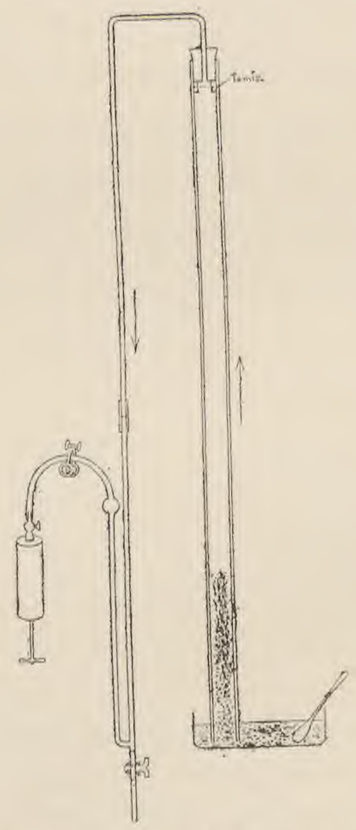


Fig. 10. — Schéma du lévigateur à siphon.

Cette branche porte en bas un tube amorceur et un robinet. On amorce à l'aide d'une seringue en métal qu'on adapte au tube par un caoutchouc muni d'une pince.

L'extrémité inférieure du gros tube plonge dans un cristallisoir assez large dans lequel on place la substance. Le siphon étant amorcé avec de l'eau pure, on verse dans le cristallisoir un litre d'eau bouillante et on y délaye le sédiment avec une spatule. Puis on ouvre le robinet de la longue branche. Un courant s'établit, entraînant dans le gros tube le liquide limoneux du cristallisoir qu'on a soin d'agiter souvent. Toutefois, grâce à la lenteur de ce courant provenant de la différence de calibre des deux branches du siphon, les particules de sable ne s'élèvent guère dans le gros tube; elles y montent d'autant moins qu'elles sont plus grosses ou que leur poids spécifique est plus élevé. Seuls les fins granules de vase arrivent jusqu'en haut et sont emportés par le courant plus rapide de la longue branche mince.

Le liquide, chargé de vase ténue, est reçu dans des éprouvettes allongées où un premier dépôt s'opère rapidement. Dans le cas d'un échantillon très vaseux, l'eau opalescente qui surnage dans ces éprouvettes après un repos d'un quart d'heure environ, est reversée dans le cristallisoir sur le sédiment, pour s'y recharger de particules fines. Le dépôt, au contraire, est rassemblé dans une même éprouvette.

Après avoir fait repasser la même eau décantée à travers le siphon un nombre de fois qui varie suivant la nature de l'échantillon, on constate à un moment donné que la colonne liquide du gros tube a cessé d'être plus chargée que l'eau fournie par les éprouvettes après un quart d'heure de repos. Alors on cesse d'utiliser cette eau et on verse de l'eau bouillante pure dans le cristallisoir, en agitant toujours, jusqu'à ce que le liquide passe clair dans tout le système.

On obtient ainsi, beaucoup plus rapidement que par les autres méthodes, toute la vase d'un sédiment répartie dans un volume d'eau de lévigation qui est réduit à son minimum. Ce résultat est dû à la régularité du procédé et à ce fait que les premières eaux servent plusieurs fois, du moins dans le cas d'un échantillon très vaseux.

Il est important de conserver au courant qui parcourt le siphon, une vitesse constante. Cela s'obtient en maintenant l'extrémité inférieure de la longue branche mince au même niveau pour conserver à la colonne motrice toujours la même longueur, soit 12 centimètres, avec un siphon dont le robinet présente un pertuis de 3 millimètres de diamètre. On a donc soin de verser continuellement de l'eau chaude dans le cristallisoir, tandis que le siphon est en marche pour que le niveau y baisse le moins possible.

On pourrait même faire usage à cet effet d'un appareil à débit constant, réglé comme le siphon. Mais, dans la pratique, on peut s'abstenir de cette précaution, car nous avons constaté qu'une différence de niveau de 3 centimètres ne change pas la nature du produit qui passe. Cet accident ne serait à craindre que si le gros tube était trop court.

A l'appareil ainsi construit, nous avons ajouté récemment une disposition qui a pour but spécial la récolte de certains corps microscopiques que l'on peut rechercher dans la vase,

mais qu'il y a tout avantage à réunir et à obtenir aussi peu mélangés que possible aux particules de la vase ou du sable. C'est un simple tamis extrêmement fin, que nous interposons sur le trajet du courant siphoné tout au bout du gros tube. Nous avons choisi le numéro 210 des tamis en fil de bronze phosphoreux fabriqués pour la meunerie par la maison Franck et Cie de Schlestadt (Alsace). Ses mailles ont 1/8 de millimètre.

Un disque de cette toile est emprisonné entre deux anneaux de caoutchouc serrant à l'intérieur du gros tube.

Ce tamis a pour effet d'arrêter certains objets volumineux mais aussi entraînables que la vase, tels que des fibres végétales, des soies d'Annélides, des Diatomées, des Foraminifères et de petits Nématodes que l'on peut ainsi recueillir en masse, tandis que le hasard seul ferait mettre la main dessus, si on les cherchait dans le sédiment naturel ou dans la vase pure n° VIII.

Voici comment ces objets se recueillent.

On s'occupe d'abord de la vase qui s'élimine ainsi que nous l'avons indiqué. Vers la fin de l'opération, le liquide, contenu dans le gros tube vertical, n'est plus opaque ; il n'est qu'opalescent. Puis il cesse de l'être, mais on y voit encore flotter une infinité de corpuscules. A ce moment, on ferme le robinet du siphon et on ajoute sous lui, à l'aide d'un bout de caoutchouc, un tube de verre dont l'extrémité se trouvera à 15 centimètres plus bas que le bout du siphon, c'est-à-dire qu'on ajoute au siphon 15 centimètres de colonne motrice et qu'ainsi on double à peu près son débit. Ce qui reste dans le cristallisoir, c'est-à-dire le sable, est donc soumis à l'action d'un courant, beaucoup plus rapide que précédemment. Certains corps, entre autres des Diatomées et des Foraminifères, s'en trouvent alors séparés et entraînés dans le tube, mais ils sont en grande partie arrêtés par le tamis. Nous faisons passer ainsi un litre d'eau, puis nous arrêtons. Le contenu du gros tube est amené dans un récipient cylindrique de 15 centimètres de diamètre. Il y est laissé en repos pendant 1 minute, puis décanté à l'aide d'un siphon. On en sépare ainsi le peu de sable qui s'était engagé dans le gros tube. Puis il est additionné du dernier litre siphoné qu'on avait tenu à part et tout ce liquide est laissé en repos jusqu'au lendemain. Le dépôt que l'on trouve alors au fond, contient beaucoup de corps du genre de ceux que nous avons indiqués. Il est conservé à l'alcool.

Il est évident que l'on ne rassemble pas ainsi tous les Foraminifères jusqu'au dernier, ni toutes les Diatomées, etc. Les individus de très petite taille passent à travers le tamis et vont dans la vase. Les formes très grosses restent au contraire dans le sable ; on en trouve dans le dépôt qui se fait pendant la minute d'attente et qu'on a soin de conserver. Mais on obtient cependant un bon nombre de ces objets plus rassemblés que par les autres méthodes connues de nous.

Disons toutefois que les sédiments très vaseux bouchent rapidement les mailles de la toile métallique. On ne peut faire usage de celle-ci que vers la fin de l'opération, lorque le gros de la vase est passé. Néanmoins on recueille alors encore un bon nombre de corps légers.

La vase, obtenue par ce procédé de lévigation, est très analogue à celle que fournit la décantation après une minute de repos ; peut-être est-elle un peu plus fine. Elle a l'avantage d'être toujours identique à elle-même. Au toucher, elle est onctueuse et dépourvue de grains affectant individuellement la sensibilité tactile de la pulpe du doigt.

De son côté, le sable fin qui reste dans le cristallisoir, contient des particules un peu plus fines que celui qui se dépose d'une eau chaude agitée après une minute de calme, mais la différence est légère.

Terminologie.

Nous adoptons, pour désigner les différents numéros de la série du triage mécanique, des termes correspondant, à peu de chose près, à ceux d'Allen.

Pierres indiquera donc tous les corps restant dans le tamis de 15 millimètres, à moins qu'ils ne soient de nature organique.

Gravier s'appliquera dans les limites de 15 millimètres à un peu plus de 1,5 mm.

Sable signifiera sédiment meuble dont les particules varient depuis 1,5 mm. jusqu'au volume minimum de celles qui ne sont pas entraînées par le siphon, lorsqu'il fonctionne dans les conditions que nous venons d'indiquer.

Vase comprendra la substance entraînée par le courant d'eau chaude qui traverse ce siphon.

Si ce dernier produit contenait des grains d'un volume approchant de 0,5 mm., ceux-ci ne pourraient être que des particules organiques entraînées grâce à leur légèreté.

En fait, ces corps sont arrêtés par le tamis en bronze phosphoreux, quand on peut l'appliquer.

Ces quatre termes sont insuffisants, car les graviers et les sables comprennent divers numéros de grosseur dont la séparation par le tamis est fort utile.

Voici donc, en un tableau, la série complète des termes dont nous ferons usage, avec la signification précise que nous leur donnons :

Pierres	= n°	I	restant dans le tamis		n° 1	à trous de	15 mm.
Gravier grossier	= n°	II	—	—	n° 2	—	5 mm.
Gravier moyen	= n°	III	—	—	n° 3	—	2,5 mm.
Gravier fin	= n°	IV	—	—	n° 4	—	1,5 mm.
Sable grossier	= n°	V	—	—	n° 5	—	1 mm.
Sable moyen	= n°	VI	—	—	n° 6	—	0,5 mm.

Sable fin = n° VII passant à travers le tamis n° 6, mais restant dans le récipient sous la courte branche du siphon.

Vase = n° VIII passe à travers le siphon et se recueille par décantation dans des éprouvettes.

Corps légers = n° IX restant en suspension dans l'eau du siphon après accélération du courant et repos de 1 minute.

Les mélanges sédimentaires que l'on recueille en mer, sont appelés *gravier*, *sable* ou *vase*, suivant l'élément qui y prédomine.

Les termes *gravier sableux*, *sable vaseux*, *vase sableuse* et d'autres servent à dénommer provisoirement des échantillons à caractères intermédiaires.

Tout échantillon de fond peut être soumis au travail de triage que nous venons de décrire, et ses éléments constitutifs se rangeront toujours dans l'une des catégories indiquées. Remarquons toutefois que les dénominations employées ne s'appliquent pas bien aux corps organiques, tels que les coquilles, les tubes d'Annélides et d'autres.

Il arrive que certains numéros de triage sont formés exclusivement de ces productions. Ainsi, dans certains sables et dans certaines vases, les seuls objets qui restent dans les premiers tamis, sont des coquilles d'Acéphales. Dans ces cas, il nous a paru commode de faire usage du terme « néritique », créé par Haeckel et proposé par Herdman (1) pour désigner un sédiment de nature organique, par opposition au terme « terrigène » qui désigne les dépôts minéraux. Le n° I sera néritique ou minéral, *coquilles ou pierres*. Les n°s 2, 3 et 4 sont des *graviers* sans qualificatif ou des *graviers néritiques*. Les n°s 5, 6 et 7 sont des sables, tout court, ou des *sables néritiques*.

Remarque sur l'analyse des sédiments.

Le triage mécanique n'est que la première phase de l'étude d'un sédiment. Chaque numéro peut être soumis à des recherches ayant pour but de fixer la nature lithologique ou organique de ses éléments, ou bien l'ensemble pourra même être soumis à l'analyse chimique.

On ne peut indiquer un procédé unique auquel on s'astreindrait rigoureusement pour l'étude de tous les fonds. « L'analyse complète d'un sédiment, dit Thoulet, est longue et » délicate; les procédés différeront suivant la nature de l'échantillon. » Ces procédés varieront encore suivant les circonstances du prélèvement et de la conservation et surtout suivant le but que l'on se propose. Ainsi, si l'on veut rechercher l'acide sulfhydrique ou les sulfures dans un échantillon, on ne l'additionnera d'aucun antiseptique; on fera la recherche sans retard et on se gardera de procéder à la lévigation au contact de l'air.

Dans tel cas, on ne recherchera que les restes organiques; dans d'autres, on n'aura en vue que telle ou telle substance en particulier, ou bien les conditions bactériologiques seules seront étudiées, et, dans toutes ces éventualités, on se laissera guider par le but spécial de la recherche.

Nos analyses, pour la partie explorée en 1899, ne sont pas terminées; mais, si elles l'étaient, nous ne pensons pas que nous pourrions déjà tirer des conclusions autres que les propositions très générales que nous avons énoncées en commençant.

C'est pourquoi nous nous bornerons à donner ici, à titre de spécimens, les tableaux

---

(1) *Herdman. Report on Marine Zoology of the Irish Sea British Ass. Reports.* 1895. Ipswich.

d'analyse de quelques échantillons de fonds sableux et de fonds vaseux, laissant pour des mémoires ultérieurs l'étude de certaines questions qu'à la rigueur, nous pourrions déjà ébaucher d'après l'ensemble des faits recueillis.

SPÉCIMENS DES TABLEAUX D'ANALYSE.

Sable.

I

Numéro de l'échantillon : 236 (1).

Date de la prise : 4 août 1899.

Localité : mi-chemin entre 24 D et 24 E (2).

Instrument : Sondeur n° 1.

Caractères de l'échantillon au moment de la prise : sable fin ; quelques débris de coquilles ; pas de vase visible.

Objets volumineux recueillis dans le voisinage : le dragage n° 239 qui a passé par le point 236 en cheminant du Sud au Nord, a fourni des fragments plats de tourbe roulée et quelques cailloux de silex de la grosseur d'un œuf, roulés également. Peu de coquilles dans la drague, mais assez bien d'animaux vivants.

TRIAGE MÉCANIQUE

Poids total de la masse triée : 418,3 gr.

POIDS DE CHAQUE NUMÉRO :

Tamisage						Lévigation				
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Pierres ou coquilles	*Gravier grossier*	*Gravier moyen*	*Gravier fin*	*Sable grossier*	*Sable moyen*	*Sable fin*	*Vase*	*Corps légers*	*Proportion de magnétite*	*Proportion de substances solubles dans* HCL
GLOBAL 0	GLOBAL 1 gr.	GLOBAL 1,6 gr.	GLOBAL 1,4 gr.	GLOBAL 0,7 gr.	GLOBAL 3,2 gr.	GLOBAL 409,5 gr.	GLOBAL 0,9 gr.	Fibres. Diatomées. Foraminifères.	0,015 gr. ds 100 gr. de VII	1,4 gr. dans 20 gr. de VII
pour 100 0	pour 100 0,23	pour 100 0,38	pour 100 0,33	pour 100 0,016	pour 100 0,76	pour 100 97,8	pour 100 0,021			pour 100 7

REMARQUES

Néritique. *Donax. Mactra. Syndosmia.*	Néritique.	Néritique.	Néritique.	Néritique. 8 Foraminifères dans 1 gr. *Rotalia.*			*Coscinodiscus. Rotalia. Miliolina.*			

Ce tableau montre que ce sédiment est un type de sable fin contenant très peu de sables et de graviers néritiques (II, III, IV, V, VI) et seulement des traces de vase.

(1) Le Livre de mer des stations normales indique toutes les circonstancces de la prise de l'échantillon.

(2) Le Livre de navigation renseigne la localité avec précision, à l'aide de mesures d'angles et de relèvements.

II

Numéro de l'échantillon : 182.

Date : 1er août 1899.
Localité : 24 J.
Instrument : Sondeur n° 1.
Caractère de l'échantillon au moment de la prise : Sable plutôt grossier, coquillier.
Objets volumineux recueillis dans le voisinage : le dragage n° 181, ayant pour point final 24 J et mené du Sud au Nord, a fourni deux grosses pierres plates et 345 grammes de pierrailles. Parmi celles-ci, nous trouvons quelques fragments de silex roulés couverts d'une patine blanche, même sur leurs faces de brisure. Le reste est formé de fragments d'un grès identique aux deux grandes pierres plates. M. Rutot, conservateur au Musée de Bruxelles, a bien voulu examiner ces pierres et y a reconnu le grès paniselien à grains très fins. Un fait qui confirme cette détermination, est la présence, dans le même coup de drague, de 23 valves de *Cardita planicosta,* les unes intactes, les autres brisées ou perforées par la *Cliona celata;* or ce bivalve est très caractéristique du Paniselien (Éocène).

Des *Nummulites planulata* ont été recueillies dans les stations voisines.

La rencontre constante du grès paniselien et de la *Cardita planicosta* avec des *Nummulites,* au point 24J et en plusieurs points voisins où il est impossible de donner un coup de drague sans rapporter de ces pierres, conduit à la conclusion qu'il y a dans cette région, située à environ 15 kilomètres de la côte — 18 kilomètres au nord d'Ostende, — un ou plusieurs affleurements de cette couche éocène.

Nous continuerons à porter notre attention sur ces faits.

Plusieurs de ces pierres étaient perforées par les Pholades.

Presque toutes, y compris les grosses, sont recouvertes d'une croûte blanche réticulée dans laquelle on reconnaît aisément des *Membranipora.*

Outre ces fragments paniseliens et ces quelques silex, nous avons recueilli dans la drague une dizaine de morceaux d'une pierre blanche tendre et poreuse dont l'aspect nous intrigua d'abord. Ayant examiné ces morceaux à la loupe, nous en déterminâmes sans peine la nature : c'étaient des incrustations de Membranipores, formées par la superposition d'un grand nombre de générations de ce Bryozoaire dans lequel M. le Dr Pergens reconnaît le *Membranipora reticulum* L. — forme *typica* et forme *Savartii* Aud. Elles atteignaient jusqu'à 3 centimètres d'épaisseur. Leur légèreté, après dessiccation, est si grande que leurs fragments flottent sur l'eau, comme le font certains coraux (1). Ces fragments semblaient récemment brisés. Sans doute les dents de la herse les avaient arrachés à quelque saillie pierreuse du fond où ils formaient une sorte de récif bryozoïque en miniature.

(1) Voir *Saville Kent. The great barrier of Australia....* London. W. H. Allen & Co, 1893.

Outre ces diverses productions, la drague contenait encore au delà de 4 1/2 kilos de coquilles mortes dont le plus grand nombre étaient colorées en roux par l'oxyde de fer. Beaucoup, — entre autres des *Ostrea* — étaient perforées par la *Cliona celata*.

Enfin notons que la drague contenait également beaucoup d'animaux vivants.

TRIAGE MÉCANIQUE

Poids total de la masse triée : 407,35 gr.

POIDS DE CHAQUE NUMÉRO :

Tamisage						Lévigation				
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Pierres ou coquilles	*Gravier grossier*	*Gravier moyen*	*Gravier fin*	*Sable grossier*	*Sable moyen*	*Sable fin*	*Vase*	*Corps légers*	*Proportion de magnétite*	*Proportion de substances solubles dans* HCL
GLOBAL 3 gr.	GLOBAL 6,25 gr.	GLOBAL 5,90 gr.	GLOBAL 2,4 gr.	GLOBAL 4,6 gr.	GLOBAL 53,5 gr.	GLOBAL 331 gr.	GLOBAL 0,7 gr.	Fibres. Diatomées. Foraminifères.	0,002 gr. ds 100 gr. de VII	1,35 gr. dans 20 gr. de VII
pour 100 0,73	pour 100 1,53	pour 100 1,45	pour 100 0,59	pour 100 1,13	pour 100 13,13	p. 100 81,26	p. 100 0,02			pour 100 26,75

REMARQUES

Néritique.	Néritique.	*Adeorbis subcarinatus.*	13 Foraminifères dans 1 gr.					
Pholas dact.	*Pholas dact.*		*Rotalia.*					
Mactra subtr.	*Syndosmia.*		Piquants de Spatangoïdes et d'Échinoïdes					
	Tellina sol.							
	Natica Alderi.							
	Echinocardium.							
	Cardita planicosta.							
	Arca lactaea.							

Vase.

III

Numéro de l'échantillon : 389.

Date : 16 août 1899.

Localité : 17 C.

Instrument employé : Sondeur n° 1.

Caractères de l'échantillon au moment de la prise : Vase noire-bleuâtre avec une couche de vase grise ; un peu de grains de sable.

Remarque. Une prise, faite au même endroit le 11 août, avait donné exactement le même fond.

Les deux dragages 346 et 388, voisins de cet endroit, n'ont rapporté que fort peu de pierres très petites, des scories, un fragment de poterie ancienne et des tubes de *Pectinaria.*

TRIAGE MÉCANIQUE

Poids total de la masse triée : 226,3 gr.

POIDS DE CHAQUE NUMÉRO :

Tamisage						Lévigation				
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Pierres ou Coquilles	*Gravier grossier*	*Gravier moyen*	*Gravier fin*	*Sable Grossier*	*Sable moyen*	*Sable fin*	*Vase*	*Corps légers*	*Proportion de magnétite*	*Proportion de substances solubles dans* HCL
GLOBAL 0	GLOBAL 0,4 gr.	GLOBAL 0,4 gr.	GLOBAL 0,5 gr.	GLOBAL 0,5 gr.	GLOBAL 1,2 gr.	GLOBAL 39,2 gr.	GLOBAL 184,1gr.	Fibres. Diatomées. Foraminifères.	0,002 gr. dans 20 gr. de VII.	17,7 gr. dans 20 gr. de VII.
pour 100 0	pour 100 0,17	pour 100 0,17	pour 100 0,22	pour 100 0,22	pour 100 0,53	p. 100 17,32	p. 100 81,35			pour 100 11,5

REMARQUES

Néritique. *Donax.* *Syndosmia.*	Néritique. Jeunes *Donax.* *Syndosmia.*	Néritique.	Néritique.	4 Foraminifères dans 1 gr. *Rotalia.* *Orbulina.*					

Exemples d'analyse chimique des sédiments.

Les échantillons ont été confiés à M. Eugène Gilson, professeur à l'Université de Gand, qui en a fait l'analyse dans le but de fixer la proportion

1° de substance soluble dans l'acide chlorhydrique.
2° de carbonate calcique,
3° de matières organiques,
4° et d'acide sulfhydrique.

Pour la recherche des deux premières substances, les échantillons ont été traités par la méthode de Thoulet. Un tamisage préalable en avait séparé quelques débris de coquilles.

On a obtenu ainsi un produit très ténu, semblable à la vase VIII que nous dégageons aujourd'hui à l'aide de notre lévigateur à siphon, ainsi qu'un sable correspondant au sable fin n° VII, mélangé de très faibles quantités des numéros VI, sable moyen et V, sable grossier.

Voici, exposés par leur auteur, les résultats de l'analyse de ces deux éléments.

IV

Numéro de l'échantillon : 431.

Date : 11 octobre 1899.

Localité : échantillon prélevé en dehors des stations normales.

Relèvements : Eglise de Mariakerke / Eglise de Middelkerke } angle de 36° 30′

Eglise de Mariakerke / Phare d'Ostende } angle de 94° 30′

Ce point se trouve dans la petite rade d'Ostende, en dedans du Stroombank, à environ 1 kilomètre de la côte.

Triage par décantation. Sable : 21,217 gr.
Vase : 78,783 gr.
100,000

A. — Analyse de la vase.

1° *Détermination de la proportion de substance soluble dans l'acide chlorhydrique à 20 °/₀.*

Un poids déterminé de vase, séchée à 110°, est chauffé légèrement dans de l'acide chlorhydrique à 20 °/₀. Le résidu insoluble est amené sur un filtre, complètement lavé à l'eau distillée, séché à 110° et pesé. La différence entre la première pesée et la seconde donne le poids de la substance soluble dans l'acide chlorhydrique

Résultats.

	1er Essai.	2e Essai.	Moyenne.
Substance soluble	38,019	37,797	37,908
» insoluble	61,981	62,203	62,092
	100,000	100,000	100,000

2° *Dosage de l'anhydride carbonique et des carbonates.*

Nous avons employé l'appareil de Classen qui permet la pesée directe de l'anhydride carbonique et donne des résultats plus exacts que ceux que l'on a préconisés pour le dosage par différence.

La quantité de carbonate calcique a été calculée comme si l'anhydride carbonique était exclusivement combiné au calcium (1).

Résultats.

Anhydride carbonique.			Carbonate calcique correspondant.
1er Essai.	2e Essai.	Moyenne.	
12,392 °/₀	12,341 °/₀	12,366 °/₀	28,104 °/₀

On voit que cette vase est riche en calcaire.

(1) Voir à ce sujet *Thoulet. Océanographie*, p. 140.

3° *Dosage des matières organiques.*

Ce dosage présente des difficultés assez sérieuses, notamment à cause de la présence des carbonates et des sulfures. Nous avons employé la méthode la plus rigoureuse, celle dont on se sert pour le dosage du carbone dans les matières organiques, la combustion.

Mais, avant de brûler la substance, il est indispensable d'éliminer l'hydrogène sulfuré et l'anhydride carbonique. Dans cette opération, il faut éviter l'emploi d'un excès d'acide.

Voici le mode opératoire auquel nous nous sommes arrêté.

Nous déterminons d'abord, par un essai alcalimétrique, la quantité d'acide chlorhydrique nécessaire pour neutraliser les carbonates contenus dans l'échantillon à analyser. Ensuite nous prenons de celui-ci un certain poids, — environ 6 grammes, — nous l'introduisons dans une capsule et nous ajoutons la quantité requise d'acide chlorhydrique. Puis nous chauffons au bain-marie jusqu'à ce que la substance soit sèche.

Le résidu est alors mélangé avec de l'oxyde de cuivre en poudre. Le mélange est introduit dans le tube à combustion et brûlé dans un courant d'oxygène. On termine la combustion comme à l'ordinaire, en évitant toutefois de chauffer trop fort.

Après avoir pesé l'appareil à potasse, nous nous assurons qu'il ne contient pas d'acide chlorhydrique — celui-ci ayant pu se produire par l'action de la chaleur sur les chlorures, en présence de la vapeur d'eau.

Résultats.

Les quantités obtenues sont renseignées comme *carbone organique*. Cette donnée suffit en effet pour les besoins de cette étude, puisque les résultats, exprimés en carbone, sont rigoureusement comparables.

Carbone organique.		
1er essai.	2e essai.	Moyenne.
2,674 %	2,608 %	2,641 %

B. — Analyse du sable.

1° *Proportion de substance soluble dans l'acide chlorhydrique.*

	1er essai.	2e essai.	Moyenne.
Substance soluble	25,864	25,900	25,882
„ insoluble	74,136	74,100	74,118
	100,000	100,000	100,000

2° *Dosage de l'anhydride carbonique et des carbonates.*

Anhydride carbonique.			Carbonate calcique correspondant.
1er essai.	2e essai.	Moyenne.	
9,889 %	9,624 %	9,757 %	22,175 %

C. — Dosage de l'acide sulfhydrique dans le sédiment non trié.

Cet acide, dans les sédiments analysés, se trouve presque complètement à l'état de sulfure ferreux. Celui-ci s'oxydant rapidement à l'air, il ne fallait pas songer à effectuer le dosage dans la substance séchée ni même dans la vase fine séparée du sable par lévigation, car l'oxydation se produit énergiquement au cours de cette opération. C'est pourquoi nous avons opéré sur le sédiment naturel.

Voici la méthode qui a été suivie : on a pris, au même moment et exactement de la même façon, quatre échantillons différents dans le même bocal. Les deux premiers sont utilisés pour le dosage de l'humidité, et les deux autres pour le dosage de l'acide sulfhydrique. La quantité de ce corps trouvée est rapportée à la substance sèche.

Résultats.

1er essai.	2e essai.	Moyenne.
0,1635 %	0,1561 %	0,1598 %

V

Numéro de l'échantillon : 428.

Date : 11 octobre 1899.

Localité : en dehors des stations normales, vers le centre du rectangle compris entre
les latitudes 51°20′N et 51°21′N
et les longitudes 2°55′E et 2°56′E,
à 5 milles nautiques (9 kil. 260 m.) de la côte. Ce point est situé au nord d'Ostende, de l'autre côté du grand banc de Wenduyne.

Caractères au moment de la prise : Sable vaseux, noirâtre.

Triage par décantation :

Sable . . .	85,466
Vase . . .	14,534
	100,000

A. — Analyse de la vase.

1° *Proportion de substance soluble dans l'acide chlorhydrique à 20 %.*

Résultats.

	1er essai.	2e essai.	Moyenne.
Substance soluble	37,865	37,093	37,229
» insoluble	62,135	62,907	62,771
	100,000	100,000	100,000

2° *Dosage de l'anhydride carbonique et des carbonates.*

Résultats.

Anhydride carbonique.			Carbonate calcique correspondant.
1er essai.	2e essai.	Moyenne.	
11,445 %	11,514 %	11,479 %	26,088 %

3° *Dosage des matières organiques.*

Carbone organique.		
1er essai.	2e essai.	Moyenne.
2,526 %	2,634 %	2,580 %

B. — Analyse du sable.

1° *Proportion de substance soluble dans l'acide chlorhydrique à 20 %.*

	1er essai.	2e essai.	Moyenne.
Substance soluble	8,986	8,889	8,937
» insoluble	91,014	91,111	91,063
	100,000	100,000	100,000

2° *Dosage de l'anhydride carbonique et des carbonates.*

Anhydride carbonique.			Carbonate calcique correspondant.
1er essai.	2e essai.	Moyenne.	
3,707 %	3,509 %	3,608 %	8,200 %

C. — Dosage de l'acide sulfhydrique.

Résultats.

1er essai.	2e essai.	Moyenne.
0,2876 %	0,2566 %	0,2721 %

VI

Numéro de l'échantillon : 426.

Date : 11 octobre 1899.

Localité : en dehors des stations normales.

Alignement : Église d'Ostende par le feu rouge de l'estacade Est.

Angles : Phare d'Ostende / Église d'Ostende } 11°

Phare d'Ostende / Église de Bredene } 31°

Ce point est situé entre le Stroombank et le banc de Wenduyne, au Nord d'Ostende, à 2 milles (3 kilom. 704 mètres) de la côte.

Caractères au moment de la prise : vase noire violacée, très collante, avec une faible couche de vase grise.

Triage par décantation :

Sable . . .	11,663
Vase. . . .	88,337
	100,000

A. — Analyse de la vase.

1° *Proportion de substance soluble dans l'acide chlorhydrique à 20 °/₀.*

	1er essai.	2e essai.	Moyenne.
Substance soluble . . .	35,193	35,477	35,335
» insoluble . . .	64,807	64,523	64,665
	100,000	100,000	100,000

2° *Dosage de l'anhydride carbonique et des carbonates.*

Anhydride carbonique.			Carbonate calcique correspondant.
1er essai.	2e essai.	Moyenne.	
11,060 °/₀	11,216 °/₀	11,138 °/₀	25,313 °/₀

3° *Dosage des matières organiques.*

Carbone organique.		
1er essai.	2e essai.	Moyenne.
2,573 °/₀	2,707 °/₀	2,640 °/₀

B. — Analyse du sable.

1° *Proportion de substance soluble dans l'acide chlorhydrique à 20 °/₀.*

	1er essai.	2e essai.	Moyenne.
Substance soluble . . .	27,669	27,895	27,782
» insoluble . . .	72,331	72,105	72,218
	100,000	100,000	100,000

2° *Dosage de l'anhydride carbonique et des carbonates.*

Anhydride carbonique.			Carbonate calcique correspondant.
1er essai.	2e essai.	Moyenne.	
9,991 °/₀	10,181 °/₀	10,086 °/₀	22,900 °/₀

C. Dosage de l'acide sulfhydrique.

1er essai.	2e essai.	Moyenne.
0,2347	0,2749	0,2548

Tableau-résumé de ces trois analyses.

Les trois sédiments, après l'extraction des fragments de coquilles, contenaient les proportions suivantes de sable et de vase :

	N° 431	N° 428	N° 426
Sable	21,217	85,466	11,663
Vase	78,783	14,534	88,337
	100,000	100,000	100,000

Analyse des vases.

	N° 431	N° 428	N° 426
Substance soluble dans HCl	37,908 %	37,229 %	35,335 %
» insoluble dans HCl. . . .	62,092 %	62,771 %	64,665 %
Carbonate calcique	28,104 %	26,088 %	25,313 %
Carbone organique	2,642 %	2,580 %	2,640 %

Analyse des sables.

	N° 431	N° 428	N° 426
Substance soluble dans HCl	25,882 %	8,937 %	27,782 %
» insoluble dans HCl. . . .	74,118 %	91,063 %	72,218 %
Carbonate calcique	22,175 %	8,200 %	22,900 %

Recherche de l'acide sulfhydrique dans le sédiment complet.

N° 431	N° 428	N° 426
0,1598 %	0,2721 %	0,2548 %

Résultats rapportés aux sédiments complets.

	N° 431	N. 428	N° 426
Substance soluble dans HCl	35,356 %	13,050 %	34,454 %
» insoluble dans HCl . . .	64,644 %	86,950 %	65,546 %
Carbonate calcique.	26,757 %	10,808 %	25,032 %
Carbone organique.	2,082 %	0,374 %	2,332 %
Acide sulfhydrique.	0,1598 %	0,2721 %	0,2548 %

Remarques au sujet des résultats de ces analyses.

1° Le numéro 426 est très riche en vase, — 88,337 % — et très pauvre en sable, — 11,663 %.

Son sable est très riche en calcaire — 22,9 %. — En effet, c'est un sable très néritique.

Même remarque pour le n° 431 qui est un peu plus riche en sable.

Au contraire, le sable du n° 428, qui est pauvre en vase, est aussi très pauvre en calcaire — 8,20 %. — C'est qu'ici c'est du sable peu néritique.

Aux endroits de la mer où la vase ténue peut se déposer, les eaux amènent peu de sable, peu de particules lourdes. Cependant il peut y en arriver de faibles quantités à certains moments où les eaux superficielles sont agitées. Ce sont surtout des particules d'un poids spécifique peu élevé, tels que des fragments de coquilles. Voilà pourquoi ce sable trié se révèle très néritique, très calcaire ; c'est ce sable précipité sur la vase que contiennent les numéros 426 et 431, lesquels sont des échantillons provenant d'une couche de vase épaisse que le sondeur n'a pas traversée entièrement ; il n'a pas touché le substratum sableux.

Au contraire, le fond du n° 428 était un sable recouvert d'une couche de vase peu épaisse qui a été traversée par le sondeur. Celui-ci contenait donc de la vase et un sable qui s'était déposé à une époque antérieure à la formation de cette vase, alors qu'il régnait à cet endroit des courants assez intenses. C'est du sable de fond, riche en quartz et pauvre en calcaire, minéral et peu néritique.

2° La proportion de carbone organique est remarquablement égale dans les vases de ces trois sédiments dont l'un est un sable vaseux recueilli à plus de 9 kilomètres au large et dont les deux autres sont des vases très peu sableuses provenant respectivement de 1 et de 3 kilomètres de la côte. Le sédiment n° 428, complet, contient une proportion de carbone organique très faible, parce que sa vase est peu abondante ; mais la composition de celle-ci est très semblable à celle des deux autres.

Ces faits sont intéressants, mais nos analyses sont encore trop peu nombreuses pour que nous nous permettions d'en conclure quoi que ce soit.

2° Étude de la dérive des corps flottants.

L'importance de la connaissance des courants est évidente pour quiconque s'occupe de zoologie marine. Ce sont les courants qui disséminent la matière vivante produite par la mer. Ils amènent, dans un endroit donné, des êtres nés à de grandes distances et qui peuvent s'y fixer ou servir d'aliment à d'autres espèces. Leur influence sur les conditions physiques de la mer, — température, salinité, — en un endroit donné, est très marquée. Aussi leur étude a-t-elle beaucoup attiré l'attention des naturalistes, surtout dans ces dernières années. Une branche d'application, la science des pêcheries, lui a fait faire de sérieux progrès. Non contents de profiter des beaux travaux publiés par les services hydrographiques des nations maritimes, les zoologistes, occupés des multiples questions qui se rattachent à l'étude de la reproduction et de la capture des poissons de marché, ont entrepris eux-mêmes des investigations sur les courants. Leurs recherches tendent surtout à déter-

miner la route que suit le plankton dans une aire et à une époque données, ainsi que le cheminement des couches d'eau de température et de salinité diverses.

Les moyens de recherche ont été variés, suivant le but et le point de vue spécial de chacun. La méthode des flotteurs se recommande surtout au zoologiste. Elle a déjà rendu beaucoup de services, malgré les défauts qu'on lui reproche et dont il faut savoir tenir compte. Citons simplement, parmi les travaux les plus remarquables auxquels elle a servi en Europe, les expériences de Herdman et du Liverpool Marine Biology Committee, dans la Mer d'Irlande, celles du laboratoire de Plymouth (Allen), les importantes recherches du Fishery Board for Scotland (Mac Intosh Fulton) dans la Mer du Nord, celles du Prince de Monaco dans l'Atlantique, de Cronander dans la Baltique, de l'Ingolf-Expédition (Wandel) dans l'Océan du Nord et enfin celles de la Deutsche Seewarte de Hambourg. Le service hydrographique des États-Unis met également cette méthode en œuvre d'une façon régulière sur les côtes américaines.

Notre champ d'étude.

Rien n'a été tenté en ce sens dans la partie méridionale de la Mer du Nord, c'est-à-dire dans cette aire étroite qui est comprise entre les côtes de Norfolk, de Suffolk, d'Essex et de Kent d'une part, et celles de Hollande, de Belgique et de France de l'autre.

Nous possédons sur ses courants des notions fort complexes résultant des patientes et minutieuses investigations des services hydrographiques et météorologiques anglais, hollandais, français et belge et surtout des remarquables travaux du commandant Petit (1). Résumées dans les 24 cartes horaires publiées par l'Amirauté anglaise sous la direction de l'amiral Wharton, toutes ces données fournissent à la navigation des indications très utiles.

Néanmoins tout n'est point connu dans la dynamique de ces eaux, et les hommes de mer sont unanimes à déclarer que celui qui naviguerait en se fiant à ces données et en rectifiant sa route exclusivement d'après elles, ferait preuve de témérité. Cela tient non pas à l'inexactitude de ces recherches auxquelles on ne trouve rien à reprocher, mais à la complexité du problème et à la grande variabilité qui caractérise les courants dans cette partie de la mer. L'action des vents y est, en effet, très marquée, très variable, et il est fort difficile d'en calculer l'effet.

Le zoologiste ne pourra donc pas se borner à tenir compte des données que lui fournissent les beaux travaux des hydrographes sur le système des courants et sur les lois qui les régissent. Ce qui lui manque le plus, en définitive, ce sont des données de fait, établissant expérimentalement les rapports qui *peuvent exister* entre un endroit et un autre au triple point de vue de la température, de la salinité et du plankton.

Ces considérations nous ont déterminé à entreprendre nous-même quelques recherches

(1) *M. Petit. Étude sur les courants de la Mer du Nord.* Bruxelles. Monnom, 1892.

dans la partie de la Mer du Nord qui avoisine nos côtes, afin de contribuer à l'acquisition des notions que réclame notre plan d'exploration zoologique.

Désignation de la portion de la mer que nous étudions.

On s'étonne de constater que cette partie de mer dont nous venons d'indiquer les limites si nettes, ne porte aucun nom. Il faut, pour la désigner avec précision, recourir à d'incommodes périphrases. Obligé d'en parler souvent, nous l'appellerons simplement « Mer flamande », les pays de cette langue, Hollande et Flandres belge et française, en formant toute la côte orientale. Ce nom, qui fait pendant à celui de « Mer allemande » appliqué souvent à la partie enclavée entre le Schleswig-Holstein et la Frise, semble d'autant mieux approprié que les navigateurs, surtout les Anglais, désignent déjà sous le nom de *Bancs de Flandre, Flemish Banks, Vlaamsche banken*, une bonne partie de ce bras de mer. D'autre part, les pêcheurs de notre littoral n'appellent jamais « Noordzee » que la vaste expansion qui commence au Nord de la Hollande et qui comprend les grands bancs de pêche, le Dogger Bank et le Great Fisher Bank, à l'exclusion de la partie sud rétrécie (voir la carte Pl. II).

« Mer flamande, Vlaamsche Zee, Flemish Sea » désigneront donc pour nous la partie du détroit qui s'étend depuis le 51e jusqu'au 53e degré de latitude Nord ou un peu au delà de ce dernier du côté du continent.

Conditions dynamiques de la Mer flamande.

Nous nous garderons bien d'entamer ici la discussion de ce difficile problème qui n'est pas de notre compétence. Toutefois, il nous paraît nécessaire de faire connaître ou du moins de remémorer au lecteur certaines données dont une recherche, même faite au seul point de vue zoologique, ne saurait se désintéresser.

Chacun sait que la surface de la mer subit deux fois par jour une élévation suivie d'un abaissement. Ce double mouvement occupe en réalité un peu plus de 24 heures, puisque la marée retarde, comme la lune, d'environ 50 minutes par jour. Il est dû à l'action combinée du soleil et de la lune, avec prédominance de cette dernière. D'après la théorie, l'amplitude de ce mouvement en pleine mer ne doit pas atteindre un mètre (76 centimètres). Il n'est pas nécessairement accompagné d'un mouvement de translation horizontale. Mais sur les côtes il se produit, contre l'obstacle du rivage, une accumulation de l'eau dont l'équilibre a été rompu; l'amplitude du dénivellement s'accroît alors énormément et des courants peuvent se former. Ce sont les courants de marée, dont l'un, accompagnant la marée montante, s'appelle courant de *flot* et l'autre, consécutif au premier, courant de *jusant*.

Le terme *vague-marée* désigne le premier choc du courant de flot ou de jusant, lorsqu'il vient rompre l'immobilité relative qui règne en un endroit donné pendant la

période plus ou moins longue qu'on appelle *mer étale*. Celle-ci s'étend depuis la cessation d'un courant et la reprise de l'autre : *étale de flot, étale de jusant*.

Dans notre détroit, les eaux, resserrées entre deux côtes, s'élèvent beaucoup ; les marées sont fortes. Les courants de marée aussi y sont intenses. En outre, les phénomènes s'y compliquent par la rencontre de deux vagues-marées dont l'une, sortant de la Manche, passe le détroit et marche dans la Mer flamande vers le N-E. et l'autre, venant de l'Atlantique du Nord, pénètre dans la Mer du Nord en longeant l'Écosse, et descend vers le Sud.

Si la rencontre de ces deux vagues-marée était directe, il se produirait peut-être un phénomène de neutralisation semblable à celui qu'on observe entre l'île de Man et l'Irlande, où, sur une surface elliptique d'environ 20 milles de diamètre, il n'y a aucun courant, mais seulement un mouvement d'élévation et d'abaissement (1).

Mais cette rencontre dans la Mer flamande, au lieu d'être directe, est oblique et croisée. Les deux vagues-marée, au lieu de buter l'une contre l'autre, se croisent de telle manière que, pendant le flot, celle du Nord domine le long de la côte anglaise et celle du Sud le long de la côte continentale. Pendant un certain temps, les courants marchent donc dans une direction opposée le long des deux côtes, orientale et occidentale, ainsi que le fait remarquer Whewell (2).

Aussi les courants, au moment du passage du flot au jusant ou vice-versa, ne subissent pas une simple réversion, chacun s'en allant de son côté dans une direction contraire à celle qu'il venait de suivre. Les mouvements des eaux, pendant une période intermédiaire entre le flot régulier et le jusant régulier, sont beaucoup plus compliqués. Le commandant Petit l'appelle « période des mouvements giratoires ». La direction des courants y varie continuellement et, en plusieurs points, on constate qu'elle décrit un demi-cercle à chaque fluctuation et un cercle complet en une journée. Cette période est d'une assez longue durée. Au West-Hinder, M. Petit a trouvé que le flot ne dure en moyenne que 4 h. 20 à l'époque des quadratures et 4 h. 45 à celle des syzygies; et ce courant ne conserve sa rapidité, et la régularité de direction qui en est connexe, que pendant 2 h. 30.

Mais, outre cet entrecroisement des deux vagues-marée d'où résulte un tourbillonnement et sans doute un certain mélange des eaux du Nord et du Sud, d'autres agents viennent encore compliquer le mouvement de ces eaux : ce sont les vents. Leur action, d'après M. Petit, n'a guère d'autre effet, sur le flot et le jusant bien établis, que d'en retarder ou d'en accélérer la course et d'en raccourcir ou d'en allonger la durée, parce que les vents dominants dans la Mer flamande sont soit directement contraires, soit directement favorables à la marche de ces courants. Mais leur influence sur la marche et la vitesse

---

(1) *Herdman. Report on the Investigations carried on in 1898 in connection with the Lancashire Sea Fisheries Laboratory.* Dans les Reports on the Lancashire Sea-Fisheries Laboratory, Liverpool, 1896. D'après les observations de l'amiral Beechey

(2) *Whewell. Essay towards a first approximation to a map of cotidal tides.* Cité par le commandant Petit.

des courants de la période giratoire doit être extrêmement variée, et il n'est guère possible d'en calculer l'effet.

On le voit, il est encore fort difficile de s'orienter dans le dédale des faits recueillis, et les savants travaux des hydrographes laissent encore sans réponse bien des questions que doit se poser le zoologiste. Qui lui répondra, lorsque, parti en mer pour y pêcher à quelques milles de la côte, il demandera d'où vient le plankton que contient ses filets fins ? Quel hydrographe lui dira si l'eau dans laquelle il pêche, lui arrive de la Manche ou du Nord, ou bien si c'est une eau qui ne fait guère que tourbillonner dans la Mer flamande et qui a son plankton propre ?

D'autre part, l'hydrographe demandera peut-être au zoologiste si le plankton, recueilli en un point donné et à un instant donné de la marée, a le caractère du plankton de la Manche ou de celui de la région du Nord.

Ces remarques étaient nécessaires pour exposer la complexité des questions que soulève l'étude du plankton, l'insuffisance des données acquises jusqu'ici sur le cheminement des eaux, la nécessité qu'il y a de recueillir de nouveaux faits et d'étudier *la dérive* elle-même. Ce terme, pris dans un sens un peu plus large que celui que lui attribue le langage technique de la navigation, signifiera dans ce mémoire : la *résultante de toutes les actions qui peuvent influencer le mouvement des eaux de surface :* les marées, les vents et même la pression atmosphérique, bien qu'au sujet de cette dernière les données de la théorie n'aient pu jusqu'ici être vérifiées par l'observation, tant son effet est minime.

Sans doute, il est à désirer que l'œuvre du commandant Petit soit continuée et que les recherches si exactes, si consciencieuses, dont il a été le promoteur et l'ouvrier infatigable soient reprises simultanément sur différents bateaux-feu bien choisis parmi ceux qu'entretiennent les diverses nations riveraines. L'amirauté anglaise poursuit des travaux analogues et l'Institut météorologique royal néerlandais vient d'apporter une sérieuse contribution à cette étude par la publication du remarquable mémoire de M. le lieutenant J. M. Phaff (1) sur les courants au Nord-Hinder.

Mais l'entrée en scène de la Biologie dans l'étude des courants introduit dans le problème général des points de vue nouveaux et des questions nouvelles dont la solution pourra être utile à ceux qui envisagent les phénomènes sous un autre aspect et en abordent l'étude avec d'autres moyens. La Biologie demande surtout l'étude de la *dérive,* c'est-à-dire celle des résultantes. L'étude des composantes est plutôt l'affaire des services hydrographiques et météorologiques ; mais il est indéniable que l'acquisition de données positives sur la dérive résultante est de nature à devenir pour ceux-ci utile et suggestive.

---

(1) *J.-M. Phaff. Institut météorologique royal néerlandais,* 1899. Imprimerie Mouton et Cie, La Haye.

Méthode.

A l'exemple de nos prédécesseurs, nous avons adopté la méthode des flotteurs jetés en un point et recueillis en un autre.

Nous employons la bouteille à soda en forme d'œuf, modèle très solide, qui a servi aussi aux recherches de Plymouth.

Chaque bouteille reçoit une carte numérotée portant une notice imprimée en cinq langues — Français, Néerlandais, Anglais, Allemand et Norvégien — dont ci-contre le texte et le modèle.

Ces bouteilles sont lestées avec du sable, de telle façon que le goulot seul émerge d'environ 3 centimètres. Le bouchon est protégé contre l'action de l'eau de mer par une couche de paraffine. Dans nos premiers essais, la partie qui émerge, lorsque la bouteille nage dans une eau calme, était seule peinte en rouge avec du minium à l'huile de lin. Mais, plus tard, nous avons peint la bouteille toute entière, à l'exception d'une fenêtre permettant de lire le numéro de la carte incluse. C'est sur l'avis des marins que nous avons donné à nos flotteurs cette toilette voyante qui a pour but d'attirer l'attention des navigateurs et des habitants des côtes.

On voit que le succès de ces expériences dépend entièrement de la complaisance des gens de mer. Nous aimons à reconnaître qu'ils ont fait preuve jusqu'ici des meilleures dispositions à l'égard de notre entreprise. Les indications demandées ont toujours été données avec un soin remarquable et les cartes ont été expédiées sans retard. Désireux de récompenser dans une certaine mesure nos nombreux collaborateurs inconnus et de soutenir leur zèle dans l'avenir, nous avons institué une prime annuelle de 50 francs. Elle sera décernée chaque année, au commencement de Mai, par un tirage au sort effectué devant témoins entre les numéros des cartes retournées pendant les 12 mois écoulés.

Publicité.

Ces investigations ont été annoncées et leur mécanisme expliqué dans une série de journaux maritimes anglais, français, hollandais et belges. Elles le seront sous peu dans des feuilles allemandes et norvégiennes.

En outre, une notice, également en cinq langues, a été affichée dans différents ports de France, de Belgique, d'Angleterre, de Hollande, d'Allemagne, de Danemark et de Norvège.

Enfin la Société des Naturalistes de Grimsby a bien voulu s'y intéresser, et M. A. Smith, son secrétaire, les a fait connaître dans les grands ports de pêche de Grimsby et de Yarmouth qui lancent dans la Mer du Nord d'immenses flottes de chalutiers à vapeur et à voile.

(EXTÉRIEUR)

Numéro

Prof. G. Gilson

INSTITUT ZOOLOGIQUE

LOUVAIN

Belgique

On ne demande pas d'affranchir.
Postage not requested to be prepaid.
Het is niet vereischt te frankeeren.
Frankirung nicht erfordert.
Frankering unödvendig.

Recherches sur la dérive des corps flottants dans la Mer du Nord.
Researches on the drift in the North Sea.
Opzoekingen over de richting der drijvende voorwerpen in de Noordzee.
Untersuchungen über die Treibrichtung schwimmender Körper in der Nordsee.
Efterforskning hefter hvilken retning de flydende gjenstande tager i Nordsöen.

Numéro

Une prime de **50 fr.** sera décernée chaque année par voie de tirage au sort entre les numéros des cartes renvoyées.
Le résultat de ce tirage sera annoncé dans les journaux maritimes.

Eene premie van **50 fr.** zal jaarlijks uitgeloot worden tusschen de nummers der ingezonden kaarten.
De uitslag dier loting zal in de zeevaartdagbladen worden bekend gemaakt.

A reward of **£ 2** will be drawn for by lot every year from among the numbers of the cards returned.

The result will be published in the shipping newspapers.

Een belönning af **36 kr.** (50 francs) vil hvert aar blive udloddet mellem de tilbagesendte kort og det vindende nummer, bliver bekjendtgjordt gjennen Söfarts-Aviserne.

Eine praemie von **50 fr.** wird jedes jahr durch Ziehung des Loses zwischen den Numeros der eingesandten karten zur verteilung kommen.
Das Resultat der Ziehung wird in den Seezeitungen bekannt gemacht werden.

(INTÉRIEUR)

Lieu de la trouvaille
Place where found
Plaats der vinding
Ort des Fundes
Sted hvor det blev fundet

Date de la trouvaille
Date when found
Datum der vinding
Datum des Fundes
Naar det blev fundet.

Nom et adresse de l'expéditeur
Name and address of sender
Naam en adres van den verzender
Nahme und Adresse des Absenders
Afsenderens navn og adresse

Veuillez avoir l'obligeance d'inscrire dans les espaces réservés *le lieu* et *la date* de la trouvaille de cette feuille, puis de la mettre à la poste. Inutile d'expédier la bouteille.

Please write, in the space reserved for the purpose, the *place* where and the *date* when this card was found and put it in the nearest Post Office. Bottle not wanted.

Gelief in de daartoe bestemde openingen, de *plaats* en de *datum* in te vullen, waarop dit blad gevonden is, vervolgens het ten postbureele te bestemmen. Onnoodig de flesch te verzenden.

Sie sind höfllichst gebeten die vorbehaltenen Räume dieses Blattes, *Ort* und *Datum* ausfüllen zu wollen und selbiges alsdann der Post über zu geben. Betreffende Flasche braucht nicht zurückgeschikt zu werden.

De bedes höfligst at utfylde paa den aabne plads i dette blad: *sted* og *datum* det blev fundet og sende samme pr post. Flasken behöves ikke at sendes.

Consignation des expériences et de leurs résultats.

Il est tenu un registre où sont consignées toutes les circonstances du jet des flotteurs : le lieu, la date, le numéro d'ordre de chaque bouteille, les observations météorologiques usuelles.

Trois colonnes y sont réservées à l'indication éventuelle du lieu et de la date de la trouvaille, ainsi que du nom et de l'adresse de l'expéditeur de chaque carte renvoyée. Nous y inscrivons ces indications à mesure que de complaisants correspondants nous expédient, après en avoir rempli les blancs, les cartes que la « Poste de Neptune » a fait tomber entre leurs mains. Ces cartes elles-mêmes sont classées et conservées.

Valeur des résultats.

L'arrivée d'un flotteur en un point quelconque est un fait qui a sa valeur pour le zoologiste comme pour l'hydrographe. Elle atteste que l'eau de surface en suivant *un cours qui n'est pas déterminé,* se trouve amenée au point d'arrivée.

Le plankton — larves, crustacés, protozoaires, œufs de poissons, etc. — qui s'est formé ou qui a passé au point où les flotteurs ont été jetés, peut être charrié au point où ils sont pêchés ou jetés à la plage.

Cette conclusion est inattaquable.

De plus, si, à la suite de l'immersion d'un grand nombre de flotteurs à des époques variées en un point donné, on constate l'arrivée d'une proportion considérable d'entre eux en un autre point, on pourra en conclure que le cheminement de l'eau de surface, dans le régime moyen des vents et des marées, établit *des rapports fréquents* entre ces deux points.

Enfin, en face de certaines données bien établies, on pourra se trouver amené à rechercher quelles sont les circonstances qui peuvent influencer ces rapports en faisant varier la direction du transport des eaux superficielles.

Nous ne prévoyons pas que nos conclusions puissent aller bien loin au delà de ces données positives intéressant directement la biologie.

Recherches effectuées en 1899-1900.

Cinq cents flotteurs, répartis en neuf lots, ont été jetés à la mer jusqu'à ce jour.

A. Au bateau-feu du West-Hinder.

1° Le 2 mai 1899, 100 flotteurs, n° 1 à 100, dont les 50 premiers au commencement du flot et les 50 derniers au commencement du jusant suivant.

2° Le 1er décembre 1899, 50 flotteurs, nos 200 à 250.
3° Le 2 janvier 1900, » nos 251 à 300.
4° Le 2 février 1900, » nos 301 à 350.
5° Le 3 mars 1900, » nos 351 à 400.
6° Le 1er avril 1900, » nos 151 à 200.
7° Le 2 mai 1900, » nos 401 à 450.
8° Le 1er juin 1900, » nos 451 à 500.

B. A Flessingue, au milieu du fleuve, au commencement du jusant, le 19 juillet 1899, 50 flotteurs, nos 101 à 150.

Nous ne rendrons compte ici que des résultats de la première expérience du West-Hinder. Ceux des expériences suivantes seront présentés dans un mémoire ultérieur, afin qu'un espace de temps d'au moins six mois soit compris pour chacune entre le moment du jet des flotteurs et celui de l'étude des résultats obtenus.

Première expérience : West-Hinder, le 2 mai 1899.

Les 100 flotteurs ont été immergés en deux lots ; le 1er, nos 1 à 50, à 3 h. 50, commencement du flot, et le 2e, nos 51 à 100, à 9 h. 50, commencement du jusant suivant.

Les résultats, c'est-à-dire le lieu et la date de la trouvaille de chacun des numéros récupérés, sont indiqués ci-après sous la forme d'une table chronologique qui porte encore d'autres indications et sur une carte de la Mer du Nord.

La table chronologique montre d'abord que, sur les 100 flotteurs immergés, 53 ont été récupérés. C'est là une proportion très considérable et que nous n'avions pas espérée en commençant.

En outre, elle fait voir que quelques flotteurs, pendant les premiers jours, échouèrent au Sud, sur la côte de France, puis que quelques-uns furent recueillis en mer depuis le 15 mai jusqu'au 27 juillet. Après cela, 5 furent renvoyés des côtes et des îles de la Hollande septentrionale. Enfin, pendant la quinzaine moyenne de septembre, 16 flotteurs de flot et 17 de jusant se montrèrent presque subitement sur les côtes et les îles de la Hollande septentrionale, entre Ymuiden et l'île de Schiermonnikoog. Après cela, 3 flotteurs seulement furent trouvés dans le Zuiderzée et 2 sur les côtes de Schleswig-Holstein, à Husum et aux îles Halligen. Un dernier flotteur fut trouvé à Workum, sur la côte orientale du Zuiderzée le 4 décembre 1899.

Depuis cette date jusqu'à ce jour, nous sommes demeurés sans nouvelles des 47 flotteurs restants (31 mai 1900).

TABLE CHRONOLOGIQUE

RÉSULTATS — VENTS — AGE DE LA LUNE ET MARÉES

1re EXPÉRIENCE

West-Hinder, 2 Mai 1899

100 flotteurs sont jetés à la mer au bateau-feu par le patron M. J. Defer : Nos 1 à 100.
Les numéros 1 à 50 sont jetés à 3,50 h., commencement du *Flot*.
Les numéros 51 à 100 sont jetés à 9,50 h., commencement du *Jusant* suivant.

Flotteurs récupérés à la date du 1er novembre 1899.					**VENTS**		**Age de la lune et marées.**
Flotteurs jetés au début du *Jusant*.		DATE de la trouvaille.	Flotteurs jetés au début du *Flot*.		Résultante efficace de certaines périodes.		
Numéros.	Localités d'atterrissement ou de pêche en mer.		Numéros.	Localités d'atterrissement ou de pêche en mer.	Direction et intensité. West-Hinder.	Helder.	
		Mai 1899					
		2	. .	. . . . .	. . . .	. . . .	☋
		3					
		4	. .	. . . . .	. . . .	. . . .	Mortes eaux.
		5					
79	Calais.	6			NE 44 unités.	NEqN 43 unités.	
		7					
		8	32 / 38	Sangatte. / Wissant.	———		
		9	. .	. . . . .	. . . .	———	●
		10					
		11			*O*		
		12	. .	. . . . .	(pas de vent efficace).	. . . .	Vives eaux.
		13				*O*	
		14	. .	. . . . .	———		
57 / 100	12 milles N. des Goodwin Sands / " " " "	15					
		16	. .	. . . . .	. . . .	———	☽ D
		17			WSW		
		18			58 unités.	SWqS	
		19	. .	. . . . .	. . . .	. . . .	Mortes eaux.
		20	. .	. . . . .	———	———	
		21					
		22					
		23					
		24			NNE	N	
		25	. .	. . . . .	. . . .	. . . .	☌ O
		26			62 unités.	58 unités.	
		27	. .	. . . . .	. . . .	. . . .	Vives eaux.
		28	. .	. . . . .	———	———	
		29					
		30					
		31	. .	. . . . .	. . . .	. . . .	☋

Remarque. Nous adoptons la notation anglaise des vents dans le but d'éviter, dans nos rapports avec les marins Flamands et Hollandais, les méprises auxquelles les notations françaises O. SO. NO. donnent lieu très souvent, parce que O est l'initiale du mot néerlandais Oost. (Oost = Est ; West = Ouest.)

Flotteurs récupérés à la date du 1er novembre 1899.				VENTS		Age de la lune et marées.
Flotteurs jetés au début du *Jusant.*		DATE	Flotteurs jetés au début du *Flot.*			
Numéros.	Localités d'atterrissement ou de pêche en mer.	de la trouvaille.	Numéros.	Localités d'atterrissement ou de pêche en mer.	Direction et intensité. West-Hinder.	Direction et intensité. Helder.	
		Juin 1899					
		1					
		2					
		3	. .	. . . . .	. . . .	. . . .	Mortes eaux.
60	Nord du Nord-Hinder. 51° 49′ N — 2° 40′ E.	4					
		5					
		6					
		7					
		8	. .	. . . . .	. . . .	. . . .	●
		9					
		10	. .	. . . . .	. . . .	. . . .	Vives eaux.
		11					
69	Schouwen.	12			NNE 14 unités.	N 43 unités.	
		13					
		14					
		15					
		16	. .	. . . . .	. . . .	. . . .	D
		17					
		18	10	Nord-Hinder - 8 milles S.			
		19	. .	. . . . .	. . . .	. . . .	Mortes eaux.
		20					
		21					
		22					
		23	. .	. . . . .	. . . .	. . . .	O
		24					
		25	. .	. . . . .	. . . .	. . . .	Vives eaux.
		26					
		27					
		28					
		29			WSW 34 unités.		
		30	. .	. . . . .	. . . .	. . . .	D

Flotteurs récupérés à la date du 1er novembre 1899.						VENTS		Age de la lune et marées
Flotteurs jetés au début du *Jusant.*		DATE de la trouvaille.	Flotteurs jetés au début du *Flot.*			Résultante efficace de certaines périodes.		
Numéros.	Localités d'atterrissement ou de pêche en mer.		Numéros.	Localités d'atterrissement ou de pêche en mer.		Direction et intensité. West-Hinder.	Helder.	
		Juillet 1899						
		1						
		2	. .	. . . . .		———	. . . .	Mortes eaux.
		3						
		4						
		5						
		6						
		7	. .	. . . . .		. . . .	. . . .	
		8				NWqW	NW	
		9				52 unités.	28 unités.	
		10	. .	. . . . .		. . . .	. . . .	Vives eaux.
		11						
		12						
		13						
		14						
		15	. .	. . . . .		. . . .	. . . .	D
		16						
		17						
		18	. .	. . . . .		. . . .	. . . .	Mortes eaux.
		19						
		20						
		21						
		22	. .	. . . . .		. . . .	. . . .	O
		23						
		24						
		25	. .	. . . . .		. . . .	. . . .	Vives eaux.
		26	. .	. . . . .		———		
82	Noordwyk.	27						
		28						
		29	. .	. . . . .		. . . .	———	D
		30						
		31				0	0	

Flotteurs récupérés à la date du 1er novembre 1899.					VENTS		Age de la lune et marées.
Flotteurs jetés au début du *Jusant.*		DATE de la trouvaille.	Flotteurs jetés au début du *Flot.*		Résultante efficace de certaines périodes.		
Numéros.	Localités d'atterrissement ou de pêche en mer.		Numéros.	Localités d'atterrissement ou de pêche en mer.	Direction et intensité. West-Hinder.	Helder.	
		Août 1899					
		1	. .	. . . . .	. . . .	———	Mortes eaux.
		2	. .	. . . . .	———		
		3				NE 23 unités.	
91	Ameland.	4	44	Ameland.			
		5	. .	. . . . .	. . . .	———	
		6	. .	. . . . .	. . . .	. . . .	
		7	4	Terschelling.			
		8	. .	. . . . .	. . . .	. . . .	Vives eaux.
		9			NE 56 unités.		
		10					
		11				NWqN 55 unités.	
		12					
		13	41	Vlieland.			
		14	. .	. . . . .	. . . .	. . . .	D
		15					
		16					
		17	. .	. . . . .	———	. . . .	Mortes eaux.
		18	. .	. . . . .	NWqN 9 unités.		
		19					
		20					
		21	. .	. . . . .	. . . .	. . . .	O
		22					
		23	. .	. . . . .	. . . .	. . . .	Vives eaux.
		24					
		25					
		26	. .	. . . . .	———		
		27	. .	. . . . .	. . . .	———	D
		28					
		29			WSW 35 unités.	SWqW	
		30	. .	. . . . .	. . . .	. . . . 15 unités.	Mortes eaux.
		31	. .	. . . . .	———	———	

Flotteurs récupérés à la date du 1er novembre 1899.					VENTS		Age de la lune et marées.
Flotteurs jetés au début du *Jusant*.		DATE de la trouvaille.	Flotteurs jetés au début du *Flot*.		Résultante efficace de certaines périodes.		
Numéros.	Localités d'atterrissement ou de pêche en mer.		Numéros.	Localités d'atterrissement ou de pêche en mer.	Direction et intensité. West-Hinder.	Helder.	
		Septemb. 1899					
78	Texel.	1					
		2	8	Texel.			
72	Camperduin.	3					
		4	. .	. . . . .	. . . .	. . . .	●
		5					
		6					
96	Vlieland.	7	. .	. . . . .	. . . .	. . . .	Vives eaux.
74	Vlieland.	8					
75	Vlieland.						
76	Vlieland.	9	22	Vlieland.			
86	Terschelling.						
94	Texel.	10	42	Vlieland.			
			3	Egmond aan Zee.			
			27	Egmond aan Zee.			
		11	16	Castricum.			
			24	Ymuiden.	NWqW	WqNW	
			49	Texel.	256 unités.	197 unités.	
67	Terschelling.	12	23 25	Egmond aan Zee Texel	. .	. . . .	D
		13					
		14					
53	Helder.						
92	Castricum.	15	5 45	Schiermonnikoog Egmond aan Zee	. .	. . . .	Mortes eaux.
99	Texel.						
63	Vlieland.	16	7	Helder.			
90	Vlieland.		43	Helder.			
87	Wieringen.	17	6	Texel.			
			12	Texel.			
97	Texel.	18	14	Texel.			
71	Terschelling.	19	2	Helder . . .	. . . .	. . . .	O
		20					
		21	. .	. . . . .	. . . .	. . . .	Equinoxe.
64	Texel.	22	34	Texel . . .	. . . .	. . . .	Vives eaux.
		23					
		24					
		25					
		26	.	. . . . .	. . . .	. . . .	☐
		27	. .	. . . . .	———	———	
		28					
		29	. .	. . . . .	O	O	Mortes eaux.
77	Hindeloopen.	30	. .	. . . . .	———	———	

Flotteurs récupérés à la date du 1er novembre 1899.					VENTS		Age de la lune et marées.
Flotteurs jetés au début du *Jusant.*		DATE	Flotteurs jetés au début du *Flot.*		Résultante efficace de certaines périodes.		
Numéros.	Localités d'atterrissement ou de pêche en mer.	de la trouvaille.	Numéros.	Localités d'atterrissement ou de pêche en mer.	Direction et intensité. West-Hinder.	Direction et intensité. Helder.	
		Octobre 1899.					
		1					
		2					
		3					
		4	. .	. . . . .	. . . .	. . . .	◉
		5					
		6					
		7	. .	. . . . .	. . . .	. . . .	Vives eaux.
		8					
		9					
		10					
		11					
		12	. .	. . . . .	. . . .	. . . .	D
		13					
		14	. .	. . . . .	. . . .	. . . .	Mortes eaux.
		15					
		16					
		17					
		18	33	Husum.	SWqW 73 unités.	WqSW 73 unités.	O
		19					
		20					
		21	. .	. . . . .	. . . .	. . . .	Vives eaux.
		22					
		23					
		24					
55	Iles Halligen . . .	25	. .	. . . . .	. . . .	. . . .	☋
		26					
		27					
		28	. .	. . . . .	. . . .	. . . .	Mortes eaux.
		29					
		30					
		31	. .	. . . . .	———	———	

La carte de la Mer du Nord, pl. II, indique, outre la situation du West-Hinder, point de départ des flotteurs, tous les points où certains d'entre eux ont été recueillis, soit en mer, soit à la côte. Les lignes rouges n'ont pour but que de relier le point de départ au point d'arrivée et de donner ainsi une représentation optique des relations établies par les flotteurs entre ces deux points. Elles ne figurent nullement le trajet suivi par eux dans leur long voyage, car les fluctuations des marées et les variations du vent leur ont fait suivre un sentier indubitablement plus tortueux et plus long.

Elles indiquent surtout que des rapports planktoniques ont existé entre les deux points qu'elles unissent.

Remarques au sujet de ces résultats.

Le plus grand nombre des flotteurs ayant été recueillis en des points situés dans le Nord-Est du West-Hinder, on est conduit à admettre qu'ils ont été plus influencés par le courant qui vient de la Manche, c'est-à-dire par le courant de flot que par celui qui suit une direction inverse, ou courant de jusant, et l'on est tenté d'attribuer au courant du flot une prépondérance marquée sur celui du jusant. Cette conclusion, si elle était bien établie, serait fort importante, car, de cette prépondérance, il résulterait ce fait qu'un courant, peut-être intermittent comme les fluctuations de ces marées mais très efficace, pénètre dans la Mer flamande par le Pas-de-Calais pour s'unir aux courants de l'Est de la Mer du Nord, si bien étudiés dans le rapport de M. Wemyss Fulton sur les travaux du « Fishery Board for Scotland ».

Mais il faut se garder de toute conclusion hâtive. Aussi nous nous demanderons d'abord si d'autres causes que les courants du flot et du jusant n'ont pas eu d'action sur la dérive de nos flotteurs.

L'action des vents sur le cheminement des eaux de surface est généralement admise ; elle a été scientifiquement démontrée, entre autres par les travaux du commandant Petit, du lieutenant Phaff, de Cronander, du Fishery Board for Scotland et d'autres.

Est-ce cette influence éolienne, indépendante des fluctuations opposées du flot et du jusant, qui a transporté le plus grand nombre de nos flotteurs, c'est-à-dire l'eau de surface, vers le Nord-Est ?

Nous nous sommes efforcé de trouver la réponse qu'il convient de faire à cette intéressante question dans l'étude du régime des vents qui ont régné sur la Mer flamande pendant la durée de l'expérience.

A cet effet, nous avons consulté les cahiers des observations météorologiques faites journellement en deux points bien choisis de la Mer flamande.

L'un de ces points n'est autre que le bateau-feu du West-Hinder lui-même, situé par

51°21′30 de latitude N.
et 2°25′ de longitude E.

Il est placé à peu près devant le milieu du Pas-de-Calais qu'il relève dans le WSW 1/2 S et n'est pas loin de la limite méridionale de notre champ d'étude.

L'autre est la station météorologique du Helder, située sur la côte de la Hollande septentrionale près du 53° parallèle, c'est-à-dire près de la limite nord de la Mer flamande.

C'est à l'obligeance de M. Lancaster, directeur du Service météorologique de l'Observatoire royal de Belgique, que nous devons d'avoir pu consulter les cahiers d'observations de ces deux stations. Nous saisissons avec plaisir l'occasion d'exprimer à ce savant notre gratitude pour l'intérêt qu'il a bien voulu prendre à nos recherches et les bons avis qu'il a bien voulu nous donner.

Les observations, faites en ces deux points extrêmes, donnent une idée suffisante du régime des vents dans la Mer flamande.

A l'exemple de M. W. Fulton, nous avons cherché à représenter graphiquement l'action des vents pendant les six mois qui ont suivi le jet des flotteurs (pl. III).

Cette action est figurée par une ligne que nous orientons, par rapport à une rose des vents, suivant la direction du vent fournie par l'observation faite à un instant donné dans l'une des deux stations. La longueur de cette ligne indique l'intensité du vent à ce même moment. Celle-ci est notée dans les cahiers d'observation, d'après l'échelle de Beaufort qui comprend douze numéros embrassant douze degrés d'intensité, depuis la brise légère jusqu'à l'ouragan.

Dans la construction de nos graphiques, l'unité de longueur a été fixée à deux millimètres (1). Une ligne donnée y présente donc une longueur égale à cette quantité multipliée par le chiffre de l'échelle de Beaufort qui a été assigné comme mesure d'intensité au vent soufflant au moment de l'observation.

Toutefois nous avons, à l'exemple encore de M. Fulton, négligé les brises faibles, nos 1 et 2, de l'échelle de Beaufort, parce que leur action sur l'eau de surface, charriée par les courants de marée, doit être considérée comme nulle.

En construisant sur le tracé anguleux, formé par ces lignes placées bout-à-bout, un polygone des forces, on obtient une ligne droite qui représente en direction et en intensité la résultante des diverses actions composantes pour une période donnée.

Nous appelons cette ligne la *Résultante efficace*.

Dans la planche III, les lignes rouges représentent des *résultantes efficaces mensuelles* (2).

Munis de cette représentation graphique de l'action des vents, recherchons d'abord si

---

(1) Le tracé, figuré sur la planche III, est réduit au 1/3.

(2) Par suite d'une erreur du dessinateur, les extrémités inférieures des tracés du Helder et du West-Hinder se rejoignent. On a dû pour les réunir prolonger la résultante octobre du Helder. Malgré cette erreur, nous n'avons pas fait recommencer la gravure, parce qu'elle ne fausse en rien les conclusions que nous tirons de son étude.

Les tracés, correspondant aux expériences ultérieures, seront, dans nos prochains mémoires, un peu différents de ce premier essai.

leur influence a été favorable au courant du flot dont la direction moyenne est NE 1/2 E ou à celui du jusant qui marche vers le SW 1/2 W.

Voici, avec leur intensité et leur direction, le bilan des vents qui ont favorisé ou contrarié le courant de flot depuis le 2 mai jusqu'au 1er septembre 1899.

VENTS CONTRAIRES						VENTS FAVORABLES					
Du 4 mai	au 7 mai	NE	44	unités	West-Hinder.	Du 15 mai	au 20 juin	SW	58	unités	West-Hinder.
Du 20 mai	au 19 juin	NNE	76	„	West-Hinder.	Du 29 juin	au 3 juillet	WSW	34	„	West-Hinder.
Du 3 juillet	au 27 juillet	NNW	52	„	West-Hinder.	Du 28 août	au 1er septembre	WSW	16	„	Helder.
Du 28 juillet	au 5 août	NE	23	„	Helder.						
Du 6 août	au 28 août	NNW	56	„	Helder.						
Soit . . . . 251 unités contraires dont 143 directement et 108 un peu plus obliquement opposées au courant de flot.						Soit . . . . 108 unités favorables au courant de flot.					

Retranchant les 108 unités favorables des 251 unités contraires, nous obtenons comme reste un excédent de 143 unités contrariant le courant de flot.

On voit donc clairement que ce n'est pas l'action du vent qui, du West-Hinder, a porté les flotteurs dans le *Nord-Est* jusqu'à la latitude de 53°30′ et probablement bien au delà. La résultante générale des vents qui ont soufflé dans la Mer flamande pendant la durée de l'expérience, était favorable au courant de jusant et devait tendre à les diriger vers le *Sud-Est*.

Il faut en conclure qu'une autre cause a combattu cette influence éolienne. Elle ne peut être que neptunienne.

On peut, en se basant sur les données recueillies jusqu'ici, se représenter comme suit le jeu des forces qui ont agi sur les flotteurs pendant les six mois que comprend l'expérience :

Un courant d'eau de la Manche a pénétré dans la Mer flamande avec le flot; il a été parfois favorisé par des vents S et SW, dont la résultante est représentée par 108 unités qui contrariaient le jusant et agissaient dans le sens du flot.

Après chaque flot, survenait un jusant qui refoulait, vers le détroit, l'eau qui y était entrée. Ce courant de jusant a été le plus souvent favorisé par des vents N et NE dont la résultante mesure 251 unités et qui contrariaient le flot.

Si, malgré l'opposition que le flot rencontrait dans l'action des vents et l'assistance qu'en recevait au contraire le jusant, l'eau de surface avec les flotteurs a été entraînée vers le NE, *c'est que le courant du flot l'emporte considérablement sur le courant du jusant*.

La progression de l'eau de la Manche vers la Mer du Nord serait donc comparable à la marche d'un homme qui ferait d'abord 4 pas en avant, puis 3 pas en arrière, puis encore 4 pas en avant et ainsi de suite. C'est vers l'avant que la résultante de ces deux mouvements contraires, mais inégaux, le dirigerait. Toutefois cette comparaison fait abstraction des déplacements en boucles que les mouvements giratoires font décrire à nos eaux.

L'étude de l'action du vent, pendant la durée de cette première expérience, appuie donc la conclusion que l'on est tenté de tirer du simple fait — mis en lumière par notre carte, pl. II — de la marche du plus grand nombre de flotteurs vers le NE.

Mais, malgré cette confirmation, nous tenons à conserver à cette conclusion un caractère de simple probabilité, parce qu'il reste encore trop d'inconnu dans l'étude des relations mutuelles des deux vagues-marée opposées de la Mer flamande et des mouvements giratoires qui résultent de leur rencontre d'abord et de leur séparation ensuite.

Nos mémoires ultérieurs diront si les autres expériences entreprises confirment ou infirment cet intéressant résultat de la première.

Notons que les expériences instituées dans la Mer du Nord par le « Fishery Board for Scotland », portent M. W. Fulton à penser que « le courant qui marche vers le Nord le long de la côte de Danemark » n'est pas associé avec « un mouvement venant de la Manche et marchant vers le Nord ». C'est-à-dire qu'il incline vers une conclusion contraire à celle que nous devons tirer de notre première expérience. Mais ce savant a soin de déclarer avec une sage circonspection que sa conclusion ne doit être considérée que comme une simple tentative, parce que ses expériences ont été limitées aux mois de novembre et de janvier et que ce temps n'a peut-être pas été suffisant pour en faire connaître le résultat complet.

Remarques au sujet de l'action du vent sur l'eau de surface.

Si les influences éoliennes dans la Mer flamande ne sont pas toutes puissantes sur les eaux de surface, et si elles sont généralement vaincues par les influences neptuniennes, grâce à la constance de celles-ci, il n'en est pas moins certain cependant que les vents jouent un rôle important dans le mécanisme du cheminement de ces eaux.

On ne peut leur refuser une action générale considérable. Cette action ressort bien nettement des travaux du commandant Petit, du lieutenant Phaff et d'autres.

Les observations du commandant Petit nous apprennent que les vents ont une influence très grande sur les courants de flot et de jusant.

En effet, un vent de NE peut quintupler la vitesse du jusant et plus que doubler sa durée (1), tandis qu'un vent du SW peut le ralentir, au point de l'annuler presque complètement.

Le flot est modifié notablement en sens inverse, mais moins profondément que le jusant.

D'autre part, le mémoire de M. W. Fulton montre, à la suite d'importantes expériences faites dans la Mer du Nord, que l'action des vents peut aller jusqu'à renverser la direction de ce courant qui habituellement longe la côte occidentale ou britannique en

---

(1) *M. Petit*, loc. cit.

marchant vers le Sud, jusque près du 54e degré de latitude, puis devient transverse et remonte ensuite vers le Nord en longeant cette fois la côte orientale, le Danemark et la Norvège.

Enfin cette influence des vents est encore attestée par les résultats de l'expérience du 2 mai 1899 que nous venons de relater et de discuter.

L'examen du tracé des vents du West-Hinder et du Helder, Pl. III, fournit de bonnes indications à ce sujet.

Le tracé du West-Hinder, dans cette planche, est accompagné de remarques hypothétiques sur l'effet des vents pendant certaines périodes. Elles reproduisent la marche que nous avons suivie dans l'analyse de ce tracé. En l'abordant, nous avons fait l'hypothèse simplement directrice et provisoire que voici : les flotteurs ont cheminé comme si le vent seul les poussait. Nous avons signalé le long du tracé lui-même, le lieu et la date de la trouvaille des flotteurs en y ajoutant nos réflexions sur la cause, supposée éolienne, de leur apparition aux endroits indiqués.

C'est en étudiant ultérieurement ce tracé et ce tableau de remarques que nous avons constaté la nécessité d'admettre l'intervention d'un autre facteur et l'inexactitude de notre hypothèse provisoire.

Suivons d'abord le tracé du West-Hinder, en le prenant à son extrémité supérieure qui correspond au début de l'expérience le 2 mai 1899.

Un premier tronçon de ce tracé, s'étendant jusqu'au 7 mai, a une direction résultante NE et une intensité représentée par 44 unités.

D'après l'hypothèse, les flotteurs ont dû, sous l'action de ces vents, se porter vers le Pas-de-Calais.

Et, en effet, trois d'entre eux échouent sur la côte française, le 6 et le 8 mai, à Calais, à Sangatte et à Wissant, près du Cap Gris-Nez.

Du 7 au 15, le vent est très faible et n'a pas d'action. Les flotteurs ont dû rester dans les parages méridionaux où les vents précédents les avaient portés.

Aussi, deux d'entre eux sont pêchés en mer encore dans le Sud, à 10 ou 12 milles dans l'Est des Goodwin Sands. Mais, à partir du 15, le vent change et souffle avec assez d'intensité dans une direction opposée à celle de la première quinzaine, c'est-à-dire du WSW, à 58 unités. Les flotteurs doivent être emportés vers le Nord.

En effet, on n'en signale plus un seul dans le Sud, ni en mer, ni à la côte de France.

Tout ceci est conforme à l'hypothèse et établit sûrement que les vents *ont une action* sur les eaux superficielles.

Mais, aujourd'hui, si nous admettons une action neptunienne, nous devons dire, en outre, que les vents NE ont pu avoir, pendant ce temps, une action suffisante pour faire rétrograder l'eau vers la Manche, malgré l'action du flot.

Pendant cette période, le flot n'a sûrement pas été prépondérant. Ceci n'est nullement en opposition avec ce que nous avons dit de la prépondérance *générale* du courant de flot

sur le courant de jusant. Il est très possible, il est même certain que des vents NE assez intenses contrarient le flot au point d'établir temporairement un transport de l'eau du Nord vers le Sud. Mais cet effet ne dure pas ; il est intermittent comme le vent lui-même, et non constant.

C'est pourquoi le courant de flot qui est sans doute prépondérant par suite de causes constantes, doit l'emporter tôt ou tard, d'autant plus que, lorsqu'il cesse d'être contrarié par des vents N, NE ou NW, il est le plus souvent aidé par des vents favorables de direction opposée.

Reprenons notre tracé au 15 mai.

Les vents WSW, du 15 se font sentir, avec de légères variations et des interruptions, jusqu'après le 20 mai. Il est impossible de juger de la distance qu'ils ont fait parcourir aux flotteurs entraînés vers le Nord-Est.

Dans l'hypothèse d'une action éolienne agissant seule, il faudrait leur attribuer une influence énorme et inexplicable. En effet, le 25 mai, commence une période de vents assez forts dont la résultante est NNE 76 unités. Elle dure jusqu'au 13 juin inclus et est suivie de 7 jours de calme.

Si le vent agissait seul ou, ce qui revient au même, si l'action du flot et celle du jusant étaient égales, les flotteurs auraient été ramenés bien loin dans le SSW et probablement quelques-uns auraient encore échoué sur la côte de France, puisque la résultante de cette période est représentée par une ligne *plus longue* que celle du vent qui, du 15 au 20, les a emportés vers le NE.

Cependant aucun flotteur n'est plus signalé de France.

La capture de trois d'entre eux, 60, 69 et 10, au Nord du West-Hinder, près de Schouwen et non loin du Nord-Hinder à des dates où l'action de ce vent NNE était presque complète, est une circonstance à noter. Elle indique que, malgré son intensité plus grande que celle du vent NE des premiers jours de mai, cette résultante n'a pas même pu reporter les flotteurs plus bas que leur point de départ, le West-Hinder, si même elle a pu leur en faire atteindre la latitude, ce qui est très douteux. On ne peut expliquer ces faits qu'en admettant que le courant du flot, quoique plus contrarié que le jusant par les vents, a eu plus d'action que lui.

Après cela, le vent change et souffle pendant 4 jours W et WSW. Sa résultante est faible : 39 unités, et il faut noter qu'au Helder, il n'a pas même atteint l'intensité efficace. Or, ici encore, il faudrait, comme le dit la remarque hypothétique inscrite sur le tracé (pl. III), leur attribuer une action très considérable sur les courants de surface, puisque la période qui suit comprenant 6 jours de vent, dont la résultante est NNW et représente 52 unités, n'a pas pour effet de les ramener au Sud : le jour de sa clôture, 27 juillet, un flotteur échoue à Noordwyk par 52° 30′ de latitude N.

Mais ce résultat s'explique aisément, si l'on admet le courant de prépondérance

marchant vers le NE comme le flot, et surmontant le jusant, tout assisté qu'est celui-ci, parce que les vents composants de cette résultante NNW ont été interrompus et intermittents.

L'action du courant prépondérant a même été plus efficace encore, car peu de jours après, le 4, le 7 et le 13 août, par des vents toujours contraires au flot, quatre flotteurs se montrent bien plus au Nord encore, aux îles Vlieland, Terschelling et Ameland.

Du 27 au 31 août, un faible vent SW au Helder pousse à la côte 2 flotteurs non loin de là, au Texel et à Camperduin.

Puis survient l'épisode curieux de l'arrivée de 33 flotteurs à la côte de la Hollande septentrionale et sur les îles de la Frise, par un vent WqNW au Helder soufflant en bourrasques. Ici l'action du vent est évidente; elle ne fait que pousser vers le continent les flotteurs qui se trouvaient au large.

En résumé :

1° L'action du vent sur les flotteurs est attestée

a) Par l'échouage de 3 flotteurs à la côte française et la pêche de 2 autres aux Goodwin-Sands, après les 4 jours de vent NE qui signalent les débuts de l'expérience.

b) Par leur disparition des régions du Sud, sous l'influence du vent contraire SW qui les chasse vers le Nord.

c) Par l'échouage de 33 flotteurs dans le Nord de la Hollande, entre les latitudes 52°28′ N (Ymuiden) et 53°30′ N (île de Schiermonnikoog) sous l'influence des bourrasques équinoxiales WSW de la quinzaine moyenne de septembre.

2° L'action d'un courant de prépondérance dirigé du SSW au NNE est indiquée

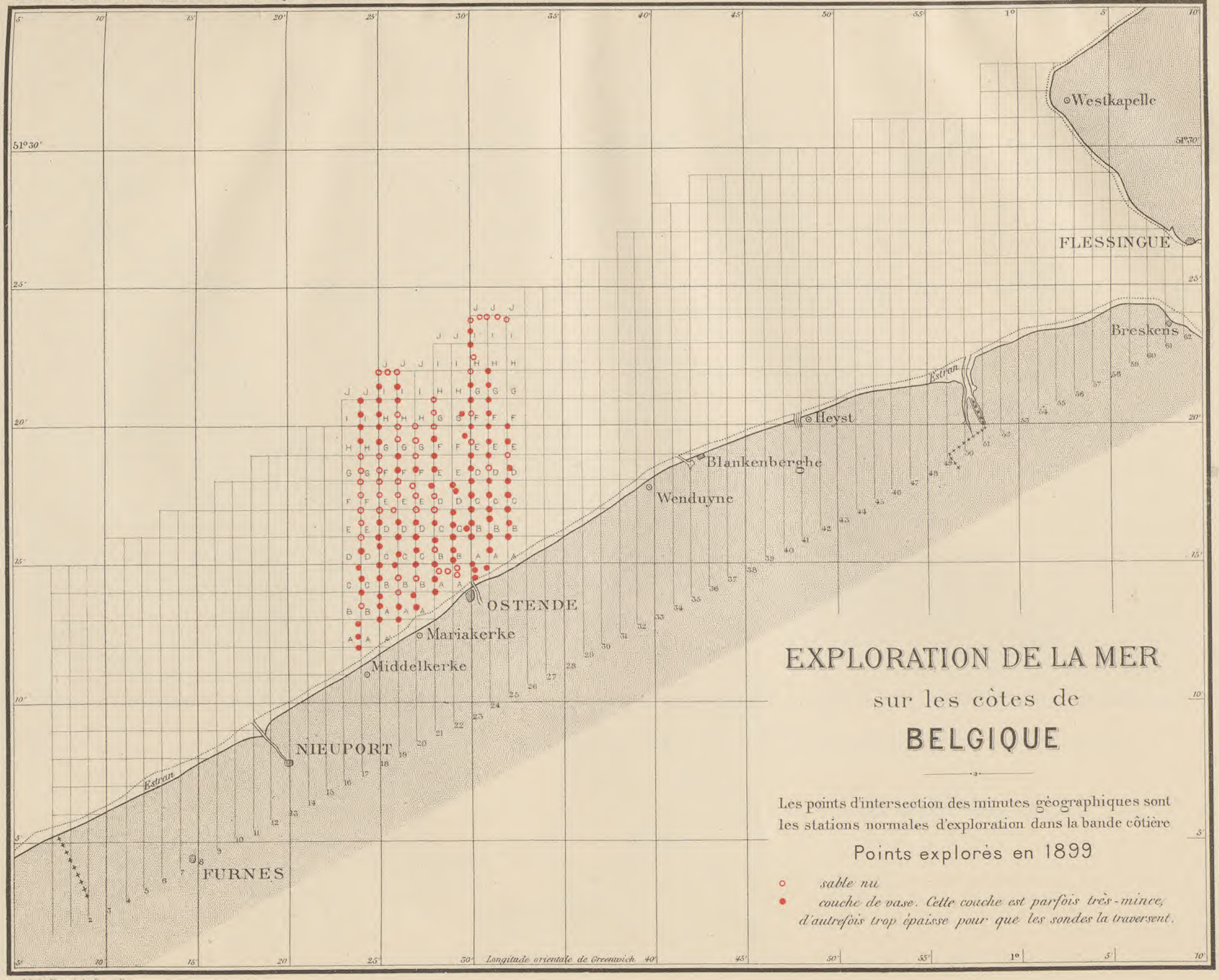
a) Par l'incapacité de la résultante NNE, 76 unités, du 20 mai au 19 juillet, à ramener les flotteurs aussi loin dans le Sud qu'avant l'action moins puissante de la résultante SW, 58 unités, du 15 mai au 20 juin, qui les avait portés dans le NE.

b) Par l'incapacité encore plus frappante de la résultante NNW, 52 unités, du 3 juillet au 27 juillet, à ramener les flotteurs dans le Sud après l'action plus faible de la résultante WSW, 34 unités, qui les avait emportés dans le NNE.

c) Par le résultat général de l'expérience, puisque l'immense majorité des flotteurs a été portée vers le NE, alors que la force résultante NE, dépassant de 143 unités la résultante SW, devait les porter vers le Pas-de-Calais.

La force qui a fait cheminer les eaux de surface paraît donc être la résultante d'une influence éolienne et d'une influence neptunienne, celle-ci étant la plus efficace.

Nous tenons à déclarer, en finissant, que toutes les remarques et réflexions de ce chapitre demandent confirmation. Nous les énonçons, parce qu'elles ressortent des faits que nous possédons et qu'elles nous paraissent de nature à poser quelques jalons dans la difficile étude des courants de notre Mer. Les faits nouveaux qu'apporteront les expériences ultérieures montreront si ces jalons sont bien placés ou s'il faut les enlever et en considérer la pose comme un simple tâtonnement de début.



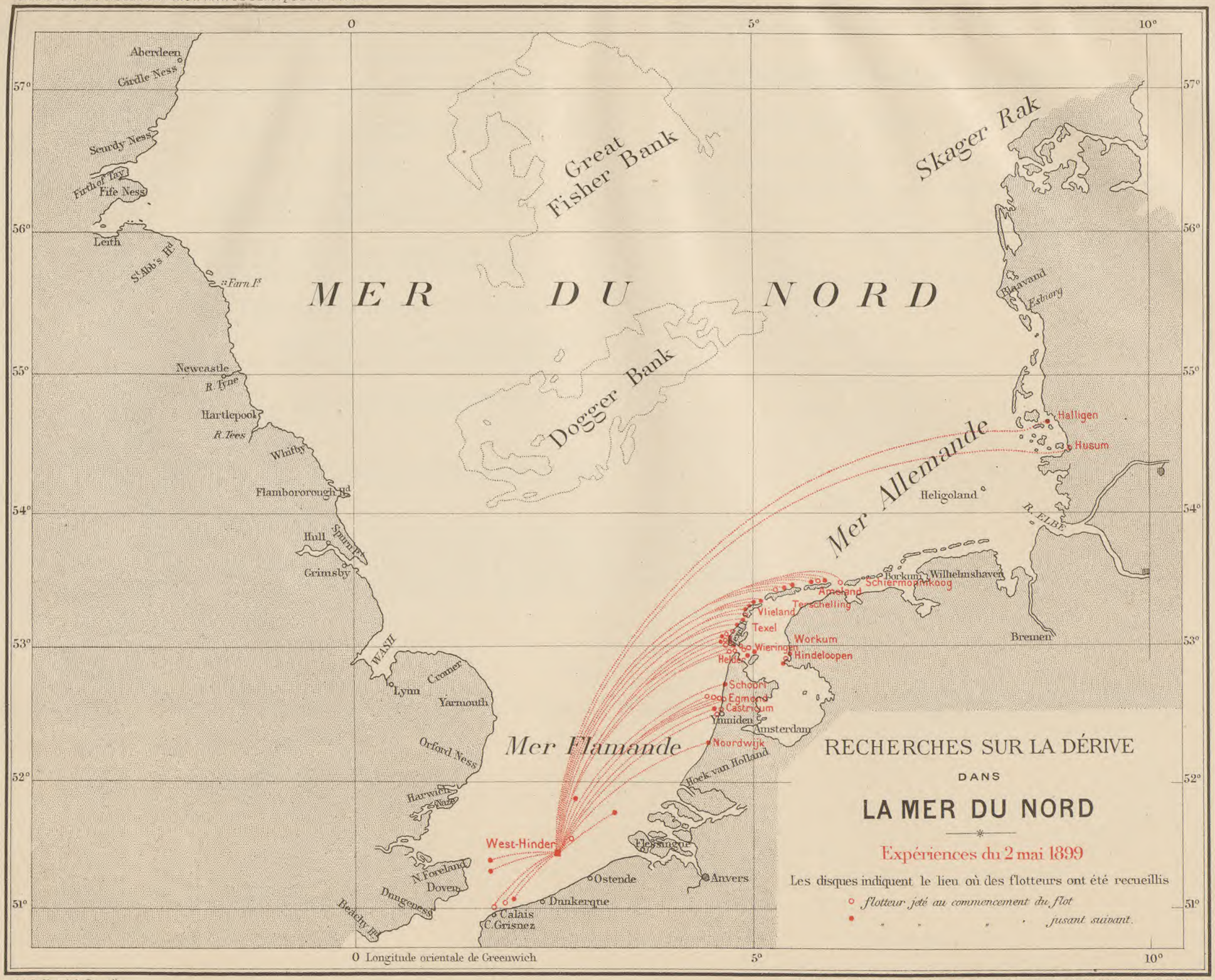
EXPLORATION DE LA MER
sur les côtes de
BELGIQUE

Les points d'intersection des minutes géographiques sont les stations normales d'exploration dans la bande côtière

Points explorés en 1899

- ○ *sable nu*
- ● *couche de vase. Cette couche est parfois très-mince, d'autrefois trop épaisse pour que les sondes la traversent.*

J. L. Ceffart, lith. Bruxelles



J. L. Goffart, lith. Bruxelles

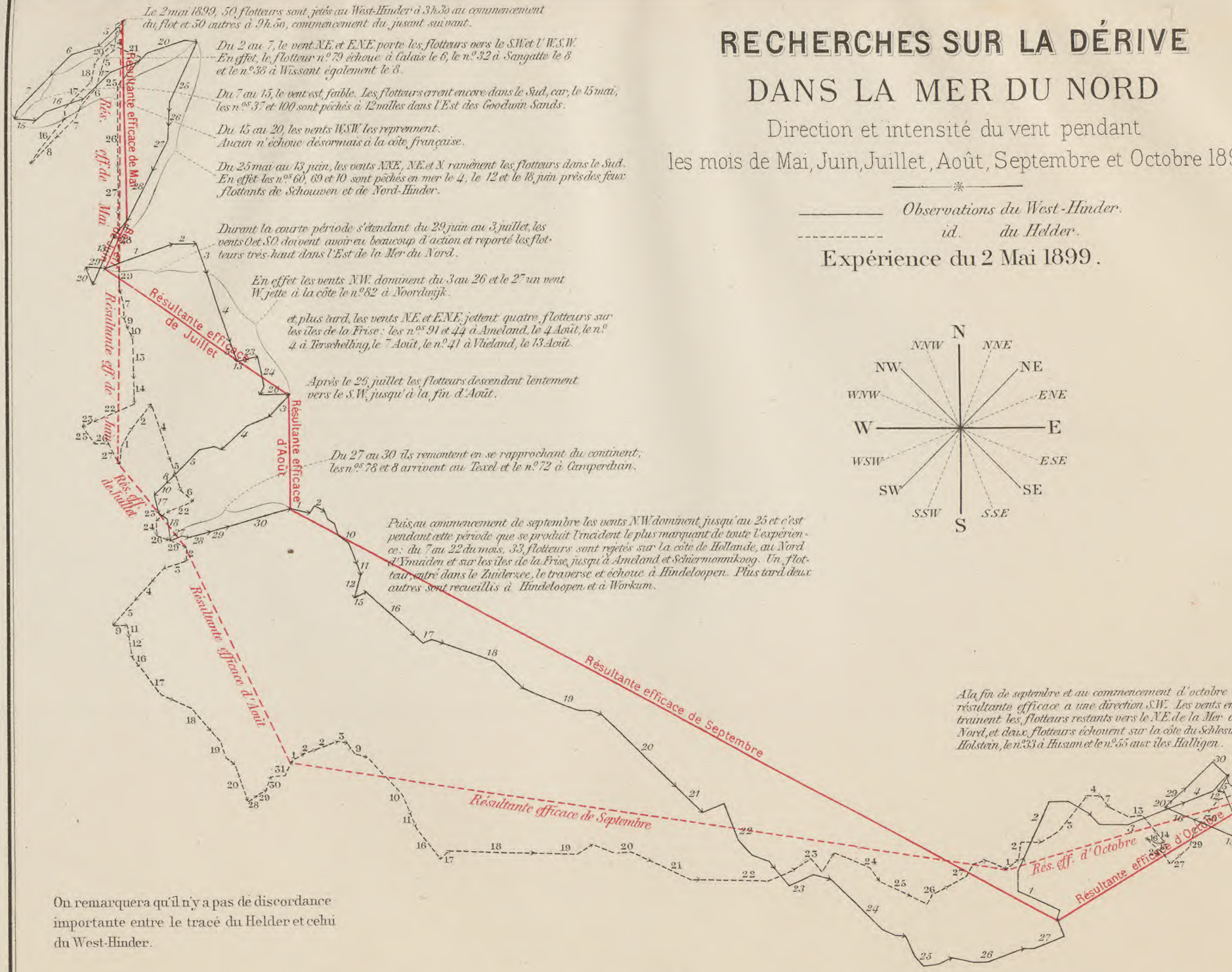
D'après la carte de l'Amirauté anglaise publiée sous la Direction de l'Amiral Sir W. J. L. Wharton.

RECHERCHES SUR LA DÉRIVE
DANS LA MER DU NORD
Direction et intensité du vent pendant les mois de Mai, Juin, Juillet, Août, Septembre et Octobre 1899.

———— *Observations du West-Hinder.*

---------- *id. du Helder.*

Expérience du 2 Mai 1899.



On remarquera qu'il n'y a pas de discordance importante entre le tracé du Helder et celui du West-Hinder.

Lith. J.L.Goffart. Bruxelles.

SEP 16 1901

14.7.92

EXTRAIT DES MÉMOIRES

DU

MUSÉE ROYAL D'HISTOIRE NATURELLE DE BELGIQUE

T. I

LES DAUPHINS LONGIROSTRES DU BOLDÉRIEN

(MIOCÈNE SUPÉRIEUR)

DES ENVIRONS D'ANVERS

PAR

O. ABEL

DOCTEUR EN PHILOSOPHIE,

ASSISTANT A L'INSTITUT I. R. GÉOLOGIQUE D'AUTRICHE, A VIENNE

10 plates

ANNÉE 1901

BRUXELLES

POLLEUNIS & CEUTERICK, IMPRIMEURS

37, RUE DES URSULINES, 37

EXTRAIT DES MÉMOIRES

DU

MUSÉE ROYAL D'HISTOIRE NATURELLE DE BELGIQUE

T. I

LES DAUPHINS LONGIROSTRES DU BOLDÉRIEN

(MIOCÈNE SUPÉRIEUR)

DES ENVIRONS D'ANVERS

PAR

O. ABEL

DOCTEUR EN PHILOSOPHIE,
ASSISTANT A L'INSTITUT I. R. GÉOLOGIQUE D'AUTRICHE, A VIENNE

ANNÉE 1901

BRUXELLES

POLLEUNIS & CEUTERICK, IMPRIMEURS

37, RUE DES URSULINES, 37

PREMIÈRE PARTIE

SEP 16 1901

TABLE DES MATIÈRES

PAGES

INTRODUCTION 5

OBSERVATIONS SUR LA PHYLOGÉNIE DES ODONTOCÈTES

I. — LA DENTITION, EN GÉNÉRAL 7

1. — *Zeuglodon,* Owen, 1839 8
2. — *Squalodon,* Grateloup, 1840 9
3. — *Saurodelphis,* Burmeister, 1891 10
4. — *Phocœna,* Cuvier, 1817 12
5. — *Eurhinodelphis,* du Bus, 1867 13

II. — LA DENTITION DES PRÉMAXILLAIRES 15

III. — L'ARMURE DERMIQUE 17

1. — *Delphinopsis Freyeri,* Müller 21
2. — *Zeuglodon cetoides,* Owen 24

IV. — CARACTÈRES GÉNÉRAUX DU CRANE 32

LE GISEMENT DES CÉTACÉS DES ENVIRONS D'ANVERS 41

DESCRIPTION DES CRANES DES DAUPHINS LONGIROSTRES D'ANVERS

I. — CYRTODELPHIS SULCATUS, Gervais, 1853.

1. — **Caractères du genre** 47
2. — **Caractères de l'espèce** 48
3. — **Description des individus.**

Individu I 49
Individu II 52
Individu III 57
Individu IV 57
Individu V 58
Individu VI 58
Individu VII 58

TABLE DES MATIÈRES

PAGES

II. — EURHINODELPHIS COCHETEUXI, du Bus, 1867.

1. — **Caractères du genre** 60

2. — **Caractères de l'espèce** 64

1. — Susmaxillaire. 65
2. — Prémaxillaire. 66
3. — Nasal 68
4. — Frontal. 69
5. — Jugal 70
6. — Interpariétal 70
7. — Pariétal 70
8. — Squamosal 71
9. — Susoccipital 72
10. — Exoccipital 74
11. — Vomer 74
12. — Mésethmoïde et Présphénoïde 75
13. — Basisphénoïde et Basioccipital 77
14. — Alisphénoïde 77
15. — Orbitosphénoïde 77
16. — Palatin. 77
17. — Ptérygoïde 79
18. — Mandibule 80

3. — **Description des individus.**

Individu I 81
Individu II 83
Individu III 84
Individu IV 86
Individu V 87
Individu VI 88
Individu VII 89
Individu VIII 91
Individu IX 92
Individu X 92
Individu XI 93
Individu XII 93
Individu XIII 94
Individu XIV 94
Individu XV 94

INTRODUCTION

A la suite de la publication de mon Mémoire sur les Platanistides du Bassin de Vienne (1), j'ai reçu, l'automne dernier, de la Direction du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique, l'offre, si honorable pour moi, d'entreprendre l'étude approfondie des riches collections de Dauphins longirostres du Boldérien des environs d'Anvers conservées dans l'Établissement.

Ayant accepté cette mission, je viens, aujourd'hui, faire connaître la première partie des résultats de mes recherches, par la description du crâne de *Cyrtodelphis sulcatus*, P. Gervais, et par celle du crâne d'*Eurhinodelphis Cocheteuxi*, du Bus.

En tout, les crânes, plus ou moins complets, de quarante individus, environ, ont été examinés.

Ils n'avaient encore été décrits que sommairement, et en partie, par le vicomte du Bus de Ghisignies (2), qui en provoqua la réunion et en assura la préservation, lorsqu'il était Directeur du Musée.

Quelques-uns de ces crânes furent figurés, par P. Gervais et P. J. Van Beneden (3) (sous les noms d'*Eurhinodelphis Cocheteuxi*, *Eurhinodelphis longirostris*, *Priscodelphinus productus* et *Platydelphis canaliculatus*), mais les figures en question laissent à désirer sous le rapport de la clarté, et, entr'autres choses, on ne saurait y retrouver plusieurs des caractères les plus importants.

Dans l'élaboration de ces matériaux, j'ai joui de l'appui le plus efficace de la part de la Direction de l'Établissement, qui ne se borna pas à me faire profiter de sa longue expérience, mais qui assura, dans la plus large mesure, le succès de mes investigations, en permettant à M. Louis Dollo, Conservateur au Musée, de se mettre à ma disposition, ce

(1) O. Abel. *Untersuchungen über die fossilen Platanistiden des Wiener Beckens.* Denkschrift. d. k. Akad. d. Wiss. Wien, 1899. Vol. LXVIII, p. 839.

(2) B. du Bus. *Sur quelques Mammifères du crag d'Anvers.* Bull. Acad. roy. Belg. 1867. Vol. XXIV, p. 568. — B. du Bus. *Mammifères nouveaux du crag d'Anvers.* Bull. Acad. roy. Belg. 1872. Vol. XXXIV, p. 491.

(3) P. J. Van Beneden et P. Gervais, *Ostéographie des Cétacés vivants et fossiles.* Paris, 1880. Pl. LVIII.

que M. Dollo fit avec un empressement et un dévouement dont je ne puis assez lui témoigner ma gratitude. Il m'aurait été impossible de conduire mon travail à bonne fin dans le temps, très mesuré, de mon séjour à Bruxelles si cet éminent paléontologiste ne s'était constamment tenu à mes côtés. Il m'a obligeamment aidé de ses conseils, et a, notamment, appelé mon attention sur l'importance des Cétacés ziphioïdes pour les études auxquelles je me livrais. Il m'a procuré, également, au moment opportun, toute la bibliographie, et m'a épargné ainsi des instants précieux. Il a encore collaboré à la préparation, à la composition et à la correction des planches de ce mémoire. Enfin, il a dirigé la traduction et l'impression du texte.

Afin de compléter mes observations et d'arriver, alors, à des conclusions plus générales, je me suis rendu à Haarlem, en quittant Bruxelles. Là, grâce à l'autorisation de M. le Professeur Eugène Dubois, j'ai examiné les célèbres restes de *Zeuglodon*, ce qui m'a donné une connaissance plus parfaite de la carapace du fameux Archéocète. Par l'entremise du savant Conservateur des collections paléontologiques du Musée Teyler, j'ai obtenu, en outre, sept excellentes photographies (avec leurs négatifs) des plaques de l'armure dermique du Cétacé de l'Alabama. Je suis heureux de signaler, en cet endroit, la libéralité de M. le Professeur Dubois et des Directeurs de la fondation Teyler, et de leur offrir mes sincères remerciements.

Je suis aussi très reconnaissant à M. le Professeur G. Capellini, de l'Université de Bologne, de ce qu'il a bien voulu me permettre, de la manière la plus aimable, d'étudier les belles collections de Cétacés de son Musée géologique, et de la complaisance avec laquelle il m'a donné les explications désirées sur les pièces les plus intéressantes. De même, pour M. le Professeur P. Longhi, de l'Ecole polytechnique de Padoue.

Vienne, le 15 janvier 1901.

OBSERVATIONS

SUR LA

PHYLOGÉNIE DES ODONTOCÈTES

I. — LA DENTITION, EN GÉNÉRAL

Nous avons vu paraître, dans ces dernières années, tout une série de travaux ayant pour objet l'origine de la dentition des Cétacés. Max Weber (1) et W. Kükenthal (2), notamment, ont, par leurs recherches sur le développement des dents chez les Odontocètes et chez les Mystycètes, jeté une lumière inattendue sur le sujet qui nous occupe, et nous ont rapprochés beaucoup de la solution du problème de l'origine des Cétacés et de la position phylogénique de leurs diverses formes.

Les caractères remarquables de la dentition d'*Eurhinodelphis* m'ont conduit à examiner, personnellement, la question de plus près, et je crois être en état, aujourd'hui, de combler, par des documents paléontologiques, quelques unes des lacunes laissées par les études embryologiques.

C'est un fait établi, actuellement, que les Odontocètes homodontes et polyodontes proviennent d'Odontocètes hétérodontes et oligodontes. Les Cétacés géologiquement les plus anciens, *Zeuglodon* et *Squalodon* en particulier, sont des Hétérodontes typiques, tandis que les Odontocètes homodontes appartiennent à des époques plus récentes de l'Histoire de la Terre. Des opinions telles que celles de O. C. Marsh (3), qui regardent

---

(1) M. Weber. *Studien über Säugethiere. Ein Beitrag zur Frage nach dem Ursprung der Cetaceen.* Iéna, 1886.

(2) W. Kükenthal. *Einige Bemerkungen über die Säugethierbezahnung.* Anatomischer Anzeiger. 1891, p. 466.

— W. Kükenthal. *Ueber den Ursprung und die Entwicklung der Säugethierzähne.* Jenaische Zeitschr. f. Medic. u. Naturw. 1892, p. 469.

— W. Kükenthal. *Vergleichend-anatomische und entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen an Walthieren.* II. Theil. Denkschr. d. med. naturw. Ges. z. Jena. 1893. Vol. III.

(3) O. C. Marsh. *Introduction and Succession of Vertebrate Life in America.* Proc. Amer. Assoc. Adv. Sc. (Nashville). 1877.

les Odontocètes homodontes comme montrant l'état primitif conique des dents des Mammifères, et les Odontocètes hétérodontes (à l'exception de *Zeuglodon*) comme les plus spécialisés, ont été écartées depuis longtemps (1), de sorte qu'il n'est pas nécessaire d'en tenir compte ici.

1. — **Zeuglodon,** Owen, 1839.

Le type d'Odontocète le plus ancien est représenté par le genre éocène *Zeuglodon*. L'idée que cet animal appartiendrait aux Pinnipèdes, idée qui a été récemment mise en avant par d'Arcy W. Thompson (2), a été réfutée d'une manière détaillée par W. Dames (3). Le développement normal des Nasaux, des Frontaux et des Pariétaux rapproche certainement *Zeuglodon* des Mammifères terrestres, mais déjà commence ici la transformation et l'allongement du museau en un véritable rostre. En outre, d'indiscutables adaptations à la vie aquatique se montrent aussi : les extrémités sont raccourcies, la caisse tympanique est bien développée; enfin, l'existence d'une nageoire dorsale pourvue d'une armure dermique prouve même que l'adaptation à la vie aquatique était très avancée.

Dans la dentition, il y a, pourtant, encore un très grand contraste entre *Zeuglodon* et les Odontocètes plus récents. *Zeuglodon* est typiquement hétérodonte et oligodonte. La formule dentaire est: pour *Zeuglodon brachyspondylus*, $\frac{3.\ 1.\ 5}{3.\ 1.\ 5}$; pour *Zeuglodon Osiris* $\frac{4.\ 1.\ 6}{4.\ 1.\ 6}$ (4). D'après Dames (5), on remarque cependant déjà une tendance vers l'Homodontie et la Polyodontie. L'utilité d'une dentition homodonte à dents nombreuses pour les Vertébrés marins carnivores est évidente : tandis que, chez les Mammifères terrestres, les dents de devant ont pour fonction de saisir, et celles de derrière, de triturer la nourriture, — chez les Mammifères marins « la proie est saisie et tuée par les dents, ou avalée vivante, mais en tout cas, elle n'est pas triturée ». (W. Dames, *l. c.*, p. 212).

« Le commencement de l'Homodontie », dit Dames, « se marque dans le fait que les Incisives et les Canines ont adopté la même forme et la même grandeur, et même, si l'interprétation, indiquée plus haut comme possible, de la dernière dent uniradiculée en qualité de première Prémolaire, était exacte, cette dent serait également déjà comprise dans l'uniformisation morphologique. En outre, les trois premières dents biradiculées sont à peu près pareilles entre elles, et aussi les trois dernières, et quoique, pour celles-ci, plusieurs caractères des Molaires des Mammifères terrestres soient encore retenus dans le

---

(1) H. F. Osborn. *The Rise of the Mammalia in North America.* Proc. Amer. Assoc. Adv. Sc. (Madison). 1893.

(2) d'Arcy W. Thompson. *On the Systematic Position of Zeuglodon.* Studies from the Museum of Zoology, Univ. Coll. Dundee, 1890.

(3) W. Dames. *Ueber Zeuglodonten aus Ægypten.* Pal. Abh. Vol. V, 1894.

(4) W. Dames, *l. c.*, p. 203.

(5) W. Dames, *l. c.*, p. 213.

cingulum et dans l'épaississement antérieur, comme il a été expliqué plus haut, on ne peut pas nier, d'autre part, qu'elles sont déjà devenues très semblables aux dents qui les précèdent par la compression latérale et par les dentelures du bord supérieur, de sorte que toute la dentition ne présente, en définitive, que deux formes dentaires. »

Par ce qui précède, nous voyons que les Incisives adoptent d'abord la forme de dents coniques unicuspides, donc le type des Canines, et qu'ensuite, la distinction entre les Prémolaires et les Molaires tend à disparaître. Les Molaires ont conservé le type le plus primitif, tandis que dans la partie antérieure de la série dentaire la transformation est déjà plus avancée.

2. — **Squalodon,** Grateloup, 1840.

Tandis que *Zeuglodon* se distingue encore, par beaucoup de caractères, des Odontocètes actuels si spécialisés, la transformation du crâne et de la dentition est bien plus accusée chez *Squalodon*. Tout d'abord, le recul des narines a eu lieu et, comme conséquence, la métamorphose des Nasaux en petits os noduleux. Cependant, les Pariétaux ne sont pas encore refoulés sur le côté par le Susoccipital et par les os de la face, mais ils participent toujours, quoique sur une faible étendue seulement, à la composition du sommet du crâne, structure qui manque à presque tous les Odontocètes plus récents.

Zittel (1) donne la formule dentaire suivante pour le genre *Squalodon :*

$$\frac{\text{Incis. 3. — Canin. 1. — Prém. 5-4. — Mol. 7.}}{\text{Incis. 3. — Canin. 1. — Prém. 4. — Mol. 7.}}$$

Le nombre total des dents y est donc de 60 à 62, tandis que *Zeuglodon* ne possède que 36 à 44 dents. Le nombre des dents a, ainsi, presque doublé. Chez *Squalodon*, on peut donc déjà parler de Polyodontie.

Nous avons vu comment, chez *Zeuglodon*, les Incisives et les Canines, d'une part, les Prémolaires et les Molaires, d'autre part, se sont développées en deux types dentaires différents, bien que les Prémolaires et les Molaires puissent encore être nettement distinguées. Chez *Squalodon*, ce contraste entre les Prémolaires et les Molaires a disparu. Les Prémolaires ont pris la forme des Incisives et des Canines, modification qui paraît déjà préparée chez *Zeuglodon* par la transformation des premières Prémolaires, et les Molaires sont absolument semblables entre elles.

Dames (*l. c.*, p. 217) insiste particulièrement sur ce que le type des Prémolaires chez *Zeuglodon* s'est transmis aux Molaires de *Squalodon*. « Ici se confirme donc, de la

(1) K. A. v. Zittel. *Ueber Squalodon Bariensis aus Niederbayern.* Palaeontographica. Vol. XXIV, 1876-77, p. 243.

manière la plus claire, que l'Homodontie progresse de devant derrière (fait déjà mentionné chez *Zeuglodon*), et de telle façon qu'en quelque sorte un groupe antérieur de dents lègue toujours ses caractères à celui qui le suit dans une forme géologiquement plus récente. » Chez *Squalodon,* par conséquent, l'Homodontie progresse aussi d'avant en arrière, et les dents de derrière ont conservé le plus longtemps le type primitif.

3. — **Saurodelphis,** Burmeister, 1891.

La lacune entre les Squalodontes, hétérodontes polyodontes typiques, et les Odontocètes homodontes polyodontes d'âge plus récent est comblée par une forme, qui n'a pas attiré l'attention autant qu'elle le méritait dans les études sur la dentition des Odontocètes. C'est le genre *Saurodelphis,* Burm., 1891 = *Saurocetes,* Burm., 1871 (*nec* Agass.) = *Pontoplanodes,* Amegh., 1891.

Ce genre se rapproche des Squalodontides dans la manière dont les Pariétaux participent à la composition du sommet du crâne. Ils sont intercalés entre les Frontaux et le Susoccipital sous forme d'une bande étroite, évasée, par devant, vers les Frontaux. Une autre ressemblance concerne les dents postérieures de la Mandibule, qui se terminent en

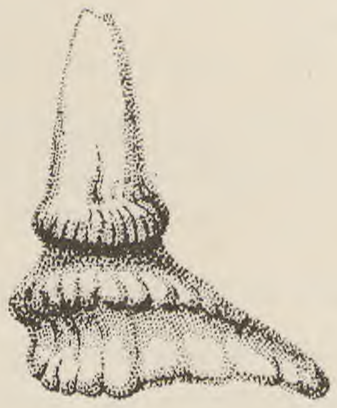


Fig. 1. — **Saurodelphis argentinus,** Burmeister. — **Paranien (Pliocène).**

Localité : Parana (République Argentine). — D'après H. Burmeister (An. d. Mus. d. Buenos Aires. III. 1891. Pl. VIII. Fig. 7). — Grandeur naturelle.

Dent antérieure du Susmaxillaire. — Pour montrer le caractère uniradiculé.

Fig. 2. — **Saurodelphis argentinus,** Burmeister. — **Paranien (Pliocène).**

Localité : Parana (République Argentine). — D'après H. Burmeister (An. d. Mus. d. Buenos Aires. III. 1891. Pl. VIII. Fig. 8.) — Grandeur naturelle.

Dernière dent mandibulaire. — Pour montrer le caractère pluriradiculé.

trois pointes radiciformes allongées, tandis que les dents antérieures sont uniradiculées. Chaque mâchoire supérieure a 17 dents, d'où il résulte que le nombre total des dents

(soixante-huit) correspond presque à celui de *Squalodon*, puisque, chez ce dernier genre, il est de soixante-deux.

Mais, tandis que l'Hétérodontie est encore indiquée par la diversité des racines, la forme de la couronne est pareille pour toutes les dents. La couronne des dents antérieures est, toutefois, un peu plus comprimée et un peu plus allongée ; pourtant, elle est, comme celle des dents postérieures, conique, avec un épaississement, par derrière, à la base et avec une pointe recourbée en arrière, quoique ces caractères soient surtout très marqués dans les dents postérieures.

La forme des alvéoles dans la partie antérieure de la mâchoire est, en outre, très remarquable.

L'extrémité libre du rostre du crâne magnifiquement conservé a été très bien figurée par Burmeister. On y remarque, immédiatement, la singulière forme des alvéoles les plus antérieures de la mâchoire supérieure; elles ne sont pas, comme c'est ordinairement le cas chez les autres Odontocètes, rondes ou ovales, mais elles sont étranglées. Cette

Fig. 3. — **Saurodelphis argentinus**, Burmeister. — **Paranien (Pliocène)**.

Localité : Parana (République Argentine). — D'après H. Burmeister (An. d. Mus. d. Buenos Aires. III. 1891. Pl. VIII. Fig. 2). — Echelle : $\frac{1}{2}$.

Extrémité libre du rostre, vue par la face inférieure. — Pour montrer les alvéoles en voie de division.

forme provient de ce que l'alvéole ovale, allongée, s'est pincée au milieu; ceci se voit particulièrement bien à la première alvéole de la mâchoire supérieure droite. On peut suivre nettement cet étranglement des alvéoles jusqu'à la huitième; celles de derrière ont une forme ovale allongée, sans inflexion latérale.

Si on considère une dent antérieure, on comprend aisément cette structure singulière. Sur la couronne, à peu près au milieu de chaque côté, se trouve une cannelure longitudinale, qui s'accuse vers la base. La racine est élargie, étirée en arrière en une pointe plus longue; par devant, en une plus courte.

On peut difficilement concevoir cette structure autrement que comme un commencement de division des dents antérieures, ce qui expliquerait la cannelure longitudinale sur le côté de la couronne, la tendance à la séparation de la racine en deux larges racines secondaires et la singulière forme étranglée des alvéoles.

Mais ce mode de division ne correspond pas, cependant, aux résultats obtenus dans les recherches odontologiques de Kükenthal sur les Cétacés. Kükenthal a montré que l'Homodontie des Odontocètes provient : d'une part, de la division des molaires, et, d'autre part,

du prolongement, en arrière, de la crête dentaire. Kükenthal trouva les preuves de ceci en particulier chez les Mysticètes, et, selon le savant professeur de Breslau, on peut voir également dans les « dents doubles », qui se rencontrent de temps à autre chez les Dauphins, les dernières traces d'une dentition primitivement hétérodonte.

Or, chez *Saurodelphis,* nous sommes en présence d'un cas de division dentaire qui ne peut pas être ramené à la division de molaires jadis pluriradiculées, puisque cette division est limitée aux dents de l'extrémité antérieure de la mâchoire.

On ne peut pas penser, non plus, à deux dents en voie de se souder. D'ailleurs, nous savons que les Odontocètes homodontes polyodontes proviennent d'Odontocètes hétérodontes oligodontes, et non l'inverse. La multiplication des dents (chez *Pontoporia*, par exemple) pourrait difficilement s'expliquer par la division des molaires et par le prolongement de la crête dentaire seulement. Non, cette multiplication tire probablement son origine de la division de dents uniradiculées chez tous les ancêtres des Odontocètes polyodontes.

En tout cas, *Saurodelphis argentinus,* Burm. doit être considéré comme une forme intermédiaire entre les Odontocètes hétérodontes typiques et les Odontocètes homodontes typiques. On peut parler, ici, d'Hétérodontie par rapport à la différence entre les racines des dents de la partie antérieure et celles de la partie postérieure des mâchoires. L'Homodontie, elle, est indiquée par le caractère uniforme des couronnes dentaires. Il serait convenable de désigner la dentition de *Saurodelphis* comme pseudohomodonte et polyodonte.

4. — **Phocæna,** Cuvier, 1817.

La dentition du Marsouin, *Phocæna communis*, diffère considérablement de celle des autres genres de Delphinides. *Neomeris phocænoides,* seul, offre une grande ressemblance dans sa structure dentaire avec les espèces de *Phocæna,* de même que ce type se rapproche aussi sous beaucoup d'autres rapports du Marsouin, et s'écarte des autres Odontocètes.

Dans ces dernières années, Kükenthal a étudié, d'une manière approfondie, la dentition de *Phocæna communis*, et il a publié les très remarquables résultats de ses études (1).

Des vingt-cinq dents enfoncées dans chaque demi-mâchoire, Kükenthal trouva les dix-huit antérieures uniformément terminées en pointe, mais les sept postérieures étaient, par contre, arrondies, et quelques-unes avaient même deux ou trois tubercules distinctement visibles (2). Le spécimen examiné était un fœtus presque à terme.

---

(1) W. Kükenthal. *Ueber den Ursprung und die Entwickelung der Säugethierzähne.* Jenaische Zeitschrift. Vol. XXVI, 1892, p. 469.

(2) W. Kükenthal, *l. c.*, p. 471.

La diversité des dents est, sans aucun doute, la dernière trace d'une dentition hétérodonte, jadis beaucoup plus prononcée, — qui était du même type que la dentition de *Squalodon,* — de sorte que, encore aujourd'hui, les dents antérieures sont uniradiculées et coniques, tandis que les postérieures se distinguent par une compression latérale, ainsi que par des pointes et par des dentelures accessoires.

Kükenthal (1) considère également les « dents doubles » comme des vestiges d'une dentition hétérodonte passée.

Cet anatomiste a observé de belles « dents doubles », qui ne sont pas précisément rares parmi les Delphinides, chez *Delphinus delphis, Delphinus major,* dans cinq crânes de *Prodelphinus doris,* chez *Prodelphinus obscurus,* chez *Prodelphinus microps,* chez *Prodelphinus attenuatus,* chez *Steno frontatus,* dans trois crânes de *Steno rostratus,* chez *Lagenorhynchus thicolea,* chez *Lagenorhynchus clanculus,* chez *Feresa intermedia,* chez *Tursiops tursio,* chez *Sotalia gadamu* et chez *Tursiops melis.* Kükenthal ne les regarde, ni comme de simples variations individuelles non fixées, ni comme une disposition nouvelle en voie de s'établir, mais il les interprète comme le reste de la dentition hétérodonte, que possédaient normalement les plus anciens Odontocètes, tels que *Zeuglodon* ou *Squalodon.*

Il y a, dans chaque moitié de la mâchoire supérieure de *Phocæna,* vingt-cinq à trente et une dents, dont deux ou trois pour le Prémaxillaire, et les autres pour le Susmaxillaire ; la mâchoire inférieure compte un peu moins de dents, ordinairement vingt-deux ou vingt-trois.

Phocæna doit donc être mentionné comme une forme polyodonte hétérodonte ; il en est de même pour le genre *Neomeris,* Gray, son proche parent.

5. — **Eurhinodelphis,** du Bus, 1867.

Nous avons, jusqu'à présent, appris à connaître, dans *Zeuglodon, Squalodon* et *Phocæna,* des types chez lesquels l'extrémité antérieure du rostre est formée par des Prémaxillaires qui portent plusieurs dents de chaque côté.

Dans le Boldérien d'Anvers, on a trouvé une série d'Odontocètes qui ont également les Prémaxillaires excessivement allongés, de sorte qu'une grande partie de la moitié antérieure du museau est constituée par ces os. Mais une différence importante sépare ces Odontocètes de ceux précédemment décrits, et elle consiste en ce que *Zeuglodon, Squalodon* et *Phocæna* sont, tous trois, hétérodontes, tandis qu'*Eurhinodelphis* est homodonte.

Dans la mâchoire supérieure de celui-ci, il y a, à droite et à gauche, à peu près

(1) W. Kükenthal. *Vergleichend-anatomische und entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen an Walthieren.* Denkschrift. d. med. nat. Ges. z. Jena. Vol. III, 1893, p. 419 à 422, et p. 387 et suiv.

quarante dents, qui avaient une forme conique, pour autant qu'on peut en juger par le caractère des alvéoles et par la nature des quelques dents conservées, dents qui sont déjà entièrement du modèle de celles de *Delphinus*. Les racines sont simples, longues et pointues.

Le Prémaxillaire est parcouru, comme nous le verrons plus loin d'une manière détaillée, par un sillon très étroit, ouvert vers le bas, qui rejoint en arrière la gouttière alvéolaire de la mâchoire supérieure et qui en forme la continuation antérieure immédiate, de même qu'il accompagne le canal dentaire, lequel se poursuit sur tout le rostre jusqu'à son extrémité libre.

Mais le Prémaxillaire n'avait plus de dents, du moins implantées dans l'os même, puisque les bords du sillon, qui n'a en moyenne qu'un millimètre de large, sont parfaitement rectilignes et ne permettent de reconnaître aucune trace d'alvéoles.

Il serait difficile d'expliquer la présence d'un sillon en connexion avec le canal dentaire et l'absence de dents dans ce sillon, si l'on ne connaissait un Cétacé actuel, le *Mesoplodon Grayi*, qui offre les particularités suivantes dans sa dentition.

Comme chez la plupart des *Ziphiinæ*, l'extrémité antérieure du rostre est formée, chez ce *Mesoplodon*, par les Prémaxillaires fortement étirés en avant. En outre, nous observons, ici, une profonde gouttière, qui commence dans la région préorbitaire, s'enfonce dans le Susmaxillaire et se dirige parallèlement à sa face externe, se prolongeant sur le Prémaxillaire, pour se terminer à l'extrémité antérieure du rostre.

Cette gouttière est absolument dépourvue de dents et ses bords sont rectilignes sur le Susmaxillaire de *Mesoplodon*, exactement de la même manière que sur le Prémaxillaire d'*Eurhinodelphis* (Pl. II, fig. 8-9).

Flower (1), qui a étudié le genre *Mesoplodon* d'une manière approfondie, nous a fait connaître, par le cas du *Mesoplodon Grayi*, la signification des gouttières de la mâchoire supérieure.

Dans la gencive de ce *Mesoplodon* se trouvent implantées un grand nombre de dents rudimentaires, très petites, dont la pointe seule dépasse, et qui ne sont pas en connexion avec la gouttière du rostre (Pl. II, fig. 9).

Ceci prouve que les dents fonctionnelles étaient jadis plus nombreuses chez ce *Mesoplodon;* que les dents rudimentaires d'aujourd'hui furent, un jour, implantées dans une gouttière alvéolaire, comme chez les Delphinides ; et qu'avec la réduction progressive de la dentition, les dents cessèrent d'être enfoncées dans la mâchoire, mais restèrent implantées dans les gencives, pour finir, plus tard, par disparaître complètement. La gouttière alvéolaire a, cependant, été conservée, et les cloisons interalvéolaires ont, seules, disparu.

Nous remarquons, en outre, chez le *Mesoplodon Grayi*, que les dents rudimentaires

---

(1) W. H. Flower. Trans. Zool. Soc. London. Vol. X, 1879, p. 415 et Pl. 71, fig. 2, Pl. 72, fig. 2.

n'existent que jusqu'à la suture prémaxillo-susmaxillaire, et que, par conséquent, la gencive est entièrement dépourvue de dents atrophiées au niveau du Prémaxillaire, quoique, pourtant, la profonde gouttière se continue sur cet os.

Chez *Eurhinodelphis*, le Prémaxillaire ne se distingue pas moins nettement du Susmaxillaire, puisque les alvéoles s'arrêtent avec l'extrémité antérieure de celui-ci, et qu'on ne trouve pas une seule alvéole, ou même la trace d'une alvéole, dans le sillon qui prolonge la gouttière alvéolaire sur le Prémaxillaire.

Il est donc probable que *la dentition du Prémaxillaire* d'Eurhinodelphis *se présentait sous l'aspect que montre, actuellement, la dentition du Susmaxillaire de* Mesoplodon. Nous devons nous figurer que les gencives qui correspondaient au Prémaxillaire d'*Eurhinodelphis* renfermaient un grand nombre de petites dents rudimentaires, pendant que le Susmaxillaire comptait beaucoup de dents fonctionnelles, quarante de chaque côté, qui étaient déjà devenues homodontes.

En d'autres termes : *De même que l'Homodontie des Odontocètes commence à l'extrémité antérieure du rostre, et progresse vers l'arrière, comme nous l'avons vu chez* Zeuglodon, Squalodon, Saurodelphis *et* Phocæna, — *de même la disparition des dents commence dans la partie antérieure du rostre et intéresse d'abord exclusivement le Prémaxillaire, et, ensuite seulement, le Susmaxillaire, la gouttière alvéolaire persistant, au surplus, sur toute sa longueur, sous forme d'un sillon à bords rectilignes, d'ailleurs sans fonctions, mais encore en connexion avec le canal dentaire.*

II. — LA DENTITION DES PRÉMAXILLAIRES

On cite ordinairement, comme caractère distinctif entre les Squalodontides et les Euodontocètes, l'absence de dents dans le Prémaxillaire de ceux-ci. Tout récemment, W. Dames (1) insistait encore sur cette différence entre ses Mésocètes et les Euodontocètes, et cette assertion est, aussi, répandue dans les Manuels, dans celui de Zittel, par exemple. Zittel (2), en effet, dit expréssément : « Chez les autres Odontocètes (c'est-à-dire chez tous, sauf *Zeuglodon* et *Squalodon*) *le Prémaxillaire ne se prolonge pas, en avant, au delà du Susmaxillaire et ne porte jamais de dents* ».

Cependant cette affirmation n'est pas exacte. Car le Dauphin le plus commun et le mieux connu de tous les Odontocètes, *Phocæna communis*, a, de chaque côté, deux ou trois dents dans le Prémaxillaire, qui forme l'extrémité du museau (3). Nous trouvons la même chose chez son proche parent *Neomeris phocænoides*, qui habite les fleuves du Japon.

---

(1) W. Dames. Palæontol. Abhandl. Iéna, 1894. Vol. V, p. 32.

(2) K. A. v. Zittel. *Handbuch der Palæontologie.* Vol. IV, p. 169.

(3) P. J. Van Beneden et P. Gervais. *Ostéographie,* etc. — *Phocæna communis,* Pl. LVI, fig. 8 et 11; *Neomeris phocænoides,* Pl. LVI, fig. 1 à 4.

Il y a peu de temps on découvrait encore un autre cas analogue. *Physodon patagonicus*, Lyd. (1) a également plusieurs dents dans chaque Prémaxillaire.

Mais les exemples sont bien plus nombreux où le Prémaxillaire dépasse le Susmaxillaire et constitue la pointe du rostre, tout en étant dépourvu de dents.

On pourrait, d'abord, citer *Eurhinodelphis*, chez lequel le Prémaxillaire occupe, de beaucoup, la plus grande partie de la région antérieure du rostre, sans, d'ailleurs, avoir de dents. Mais toute la longueur de ce Prémaxillaire est parcourue par un profond sillon, prolongement de la gouttière alvéolaire du Susmaxillaire, et ce sillon est en rapport avec le canal dentaire qui se prolonge également dans le Prémaxillaire.

Nous observons encore que le Prémaxillaire forme l'extrémité antérieure du rostre chez les espèces du genre *Mesoplodon* (2). Ici, comme pour *Eurhinodelphis*, on ne peut plus parler d'un Prémaxillaire denté, mais il n'y a pas le moindre doute que *Mesoplodon* provient d'une forme qui possédait des dents, aussi bien dans le Prémaxillaire que dans le Susmaxillaire, puisque les deux os sont munis d'une profonde gouttière jusqu'à l'extrémité antérieure du museau, ce qui démontre que les ancêtres du *Mesoplodon* ont eu, à cet endroit même, une gouttière alvéolaire. On sait, d'ailleurs, que, chez *Mesoplodon*, plusieurs très petites dents se trouvent encore dans les gencives, mais seulement sous le Susmaxillaire ; la gencive qui correspond au Prémaxillaire étant complètement dépourvue de semblables dents rudimentaires.

Les riches collections du Musée de Bruxelles contiennent, en outre, un type de passage qui permet de reconnaître que le stade *Mesoplodon* est sorti du stade *Eurhinodelphis*. Ce type porte le nom de *Ziphirostrum Hemixemi* et a été sommairement décrit par P. J. Van Beneden (3), sans que, toutefois, la gouttière alvéolaire ait été mentionnnée dans ce travail.

Sur les crânes 3845, 3846 et 3847 (du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique), on voit, des deux côtés du Susmaxillaire, une profonde gouttière dentaire, dont la forme ressemble à celle de *Champsodelphis Christoli*, Gerv. Entre les alvéoles, très resserrées, se trouvent de petites cloisons osseuses, fort délicates. Le Prémaxillaire forme la partie antérieure du museau et n'a pas de dents. Le rostre et les autres parties du crâne correspondent, au surplus, absolument aux caractères distinctifs de la famille des *Ziphiinæ*.

Chez *Mesoplodon Layardi* (4), les Prémaxillaires constituent aussi l'extrémité du

---

(1) R. Lydekker. *Paleontologia Argentina*. Vol. II, 1893, p. 4 et Pl. II.

(2) W. H. Flower. *A further Contribution to the Knowledge of the existing Ziphioid Whales. Genus Mesoplodon*. Trans. Zool. Soc. London. Vol. X, 1879, p. 415 et Pl. 71 à 73.

(3) P. J. Van Beneden. *Bull. Acad. roy. Belg.* Vol. X, 1860, p. 406. Van Beneden parle, ici, d'un *Dioplodon* d'Hemixem ; les crânes portent, cependant, des étiquettes avec l'inscription : *Ziphirostrum Hemixemi*, van Ben. sp.

(4) R. Owen. *Monograph on the British Fossil Cetacea from the Red Crag*. Palæontographical Society London, 1870, p. 12 et Pl. I.

museau, de sorte qu'il existe tout une série de formes pour lesquelles les Prémaxillaires dépassent les Susmaxillaires : ce caractère n'appartient donc pas exclusivement aux Zeuglodontides et aux Squalodontides.

On ne peut pas plus se servir de la présence de dents dans les Prémaxillaires comme d'un caractère distinctif important entre les Archéocètes et les Mesocètes (c'est-à-dire entre les Zeuglodontides et les Squalodontides, d'une part, et les Euodontocètes, d'autre part), dans la Systématique, puisque nous connaissons également un Prémaxillaire denté chez *Phocæna* et chez *Neomeris*, genres qui ont, jusqu'ici, toujours été réunis aux Delphinides. Il en est de même pour *Physodon patagonicus*, Lydekker. Enfin, chez *Physeter macrocephalus*, le Prémaxillaire atteint l'extrémité antérieure du rostre (1), et, de plus, les Susmaxillaires se terminent en biseau, tout à fait de la même manière que chez les *Eurhinodelphis* du Boldérien d'Anvers.

III. — L'ARMURE DERMIQUE

Depuis longtemps on connaît des restes d'Odontocètes fossiles associés à des débris de carapace. Mais la détermination de la nature exacte de ces débris est de date récente, bien que des interprétations les concernant aient déjà été publiées depuis de nombreuses années. Ainsi, A. Koch (2) déclarait que les plaques dermiques trouvées dans le Calcaire à Zeuglodontes de l'Alabama étaient les restes de l'armure osseuse de *Zeuglodon*, tandis que les deux autres savants qui ont étudié le *Zeuglodon cetoides* ne se sont exprimés, à cet égard, qu'avec beaucoup de réserve. J. Müller (3) considérait comme incertain que les plaques dermiques fussent de *Zeuglodon*, et C. G. Carus (4) faisait remarquer que rien ne démontrait même qu'elles lui appartinssent, excepté l'association dans le gisement.

Ultérieurement, s'introduisit dans plusieurs Manuels, notamment dans celui de Zittel (5), l'assertion que Müller aurait pris les plaques dermiques de l'Alabama pour des restes de Tortues, mais c'est là une erreur due à la fausse interprétation d'une note du travail du grand naturaliste de Berlin. Enfin, récemment, W. Dames (6) et O. Jaekel (7)

---

(1) W. H. Flower. *On the Osteology of the Cachalot or Sperm Whale (Physeter macrocephalus)*. Trans. Zool. Soc. London. Vol. VI, 1867, p. 309, Pl. 55 à 57, particulièrement Pl. 56, fig. 1.

(2) A. Koch. *Das Skelet des Zeuglodon macrospondylus*. Haidinger' s Naturwiss. Abhandl. Vienne, 1851. Vol. IV, p. 63.

(3) J. Müller. *Ueber die fossilen Reste der Zeuglodonten von Nordamerika, mit Rücksicht auf die europäischen Reste aus dieser Familie*. Berlin, 1849, p. 34 et Pl. XXVII, fig. 7.

(4) C. G. Carus. *Das Kopfskelet von Zeuglodon Hydrarchos*. Nova Acta Acad. Caes. Leop. Carol. 1850. Vol. XXII. Pt. 2, p. 382 et Pl. XXXIX A, fig. V.

(5) K. A. v. Zittel. *Handbuch der Palæontologie*. Vol. III, p. 521.

(6) W. Dames. *Ueber Zeuglodonten aus Aegypten und die Beziehungen der Archaeoceten zu den übrigen Cetaceen*. Palæont. Abhandl. Vol. V. Iéna, 1894, p. 189.

(7) O. Jaekel, communication épistolaire à W. Dames, *l. c.*, p. 220.

se sont occupés, à nouveau, de cette question, et Dames considère comme très probable que les plaques dermiques sont bien réellement de *Zeuglodon*, quoiqu'une preuve absolument décisive n'ait pas encore été fournie jusqu'à présent.

C'étaient les importantes recherches de Kükenthal (1), sur l'Embryologie des Cétacés, qui avaient engagé Dames à reprendre la question de la carapace. Kükenthal, en effet, en examinant des embryons de *Phocæna communis* et de *Neomeris phocænoides*, ainsi que des exemplaires adultes de ces espèces, arriva à la conclusion que les tubercules du dos et du bord antérieur des nageoires étaient les derniers restes d'une armure dermique, autrefois très développée.

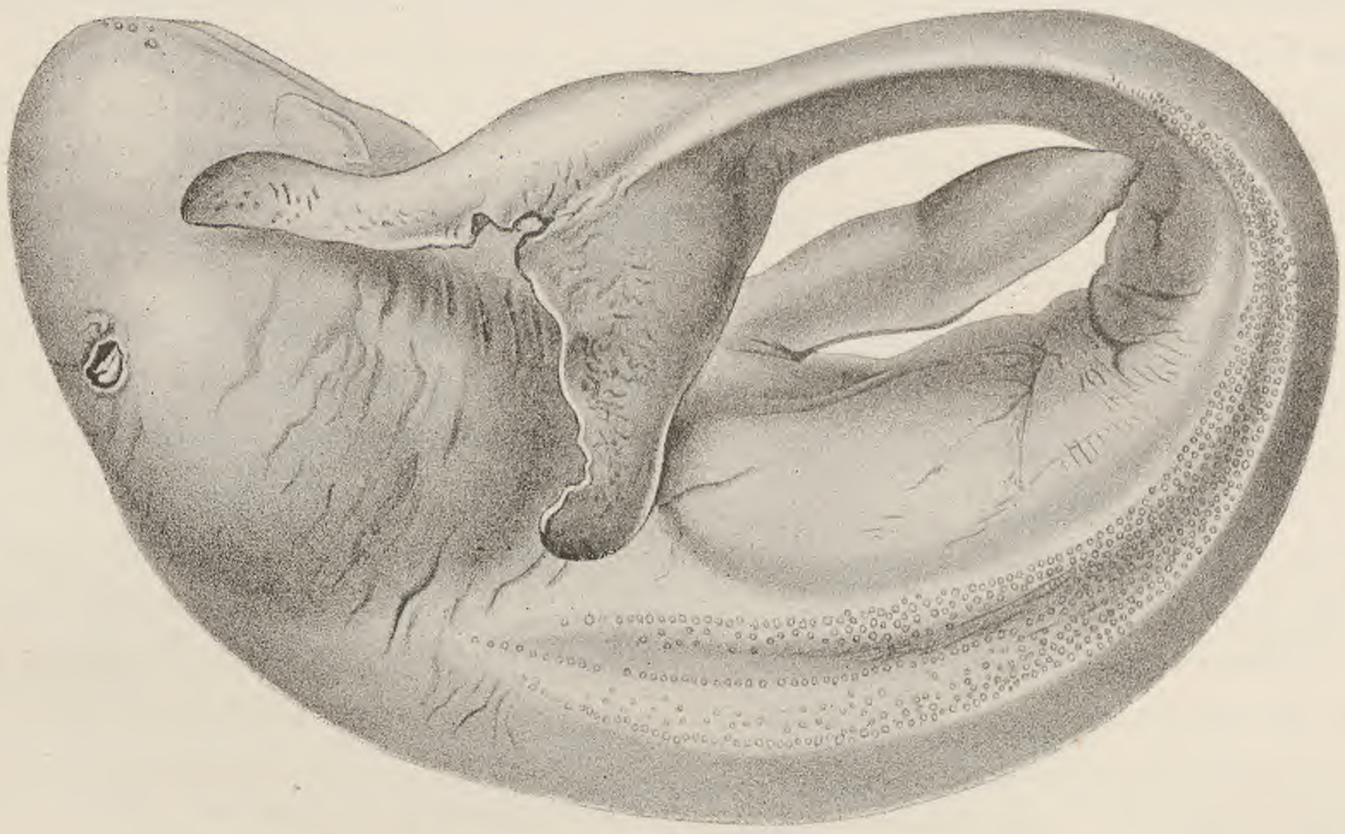


Fig. 4. — **Neomeris phocænoides**, Cuvier. — **Holocène.**

Habitat : Fleuves du Japon. — D'après W. Kükenthal (Denkschr. med.-nat. Ges. Jena. III. 2. 1893. Pl. XVI, Fig. 24). — Grandeur naturelle.

Embryon, vu par la face dorsale du tronc et de la queue. — Pour montrer : que la nageoire dorsale manque, — que le dos est recouvert de tubercules bien développés, arrangés en séries, — et que quelques-uns des ces tubercules existent dans la région des évents.

Je puis confirmer les résultats des études de Kükenthal, de la manière la plus positive, grâce aux observations que j'ai faites sur les débris d'armure dermique du Calcaire à Zeuglodontes de l'Alabama conservés au Musée Teyler, à Haarlem, ainsi que sur

(1) W. Kükenthal. *Ueber Reste eines Hautpanzers an Zahnwalen*. Anatom. Anzeig., 1890. Vol. V.
— W. Kükenthal. *Vergleichend-anatomische und entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen an Walthieren* Denkschr. d. med. nat. Ges. z. Jena. Vol. III, 1889-1893.

l'original du *Delphinopsis Freyeri* (1) de Müller, qui se trouve au Musée communal de Trieste.

Les formes actuelles chez lesquelles on a noté des traces d'une armure dermique appartiennent à des genres proches parents, *Neomeris* et *Phocæna*. *Neomeris phocænoides*, qui habite les fleuves du Japon, n'a pas de nageoire dorsale, mais seulement, pendant la vie embryonnaire, une crête cutanée dorsale, qui disparaît plus tard. Cependant, sur le dos, ce Dauphin fluviatile a, d'autre part, plusieurs rangées de plaques dermiques, bien développées, rectangulaires, qui ont été représentées, pour la première fois, dans la « Fauna japonica » de Temminck (1850, vue d'ensemble de *Delphinus melas*, Pl. 25 et 26). Kükenthal donne aussi un excellent dessin d'une partie de l'armure dorsale d'un *Neomeris* adulte, ainsi que de l'embryon de cet animal (2). On y voit également des tubercules dans le voisinage des évents.

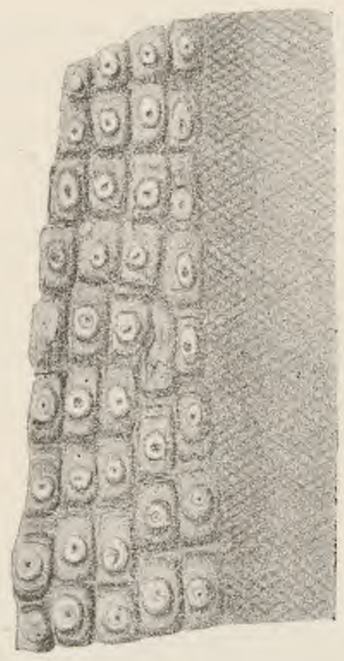


Fig. 5.
Neomeris phocænoides.
Cuvier. — **Holocène.**

Habitat : Fleuves du Japon. — D'après W. Kükenthal (Denkschr. med.-nat. Ges. Jena. III. 2. 1893. Pl. XVI. Fig. 25). — Grandeur naturelle.

Fragment de la peau du dos d'un adulte, vue externe. — Pour montrer que cette peau est divisée en écussons rectangulaires, dont chacun porte un tubercule, au centre.

Dans l'embryon de *Neomeris phocænoides*, la plus grande partie du dos est couverte de tubercules arrondis, au lieu des plaques. Chez *Neomeris Kurrhachiensis* (selon F. W. True (3), = *Neomeris phocænoides*), la peau montre, d'après J. A. Murray (4), les caractères suivants :

« Dos avec une bande longitudinale de tubercules épineux dans la région de la colonne vertébrale, bande commençant à peu près en face de la base de la nageoire pectorale, s'élargissant jusqu'à 1,5 pouces vers le milieu, se contractant de nouveau et finissant, très étroite, au niveau de la verticale de l'anus. »

On a observé des structures analogues chez différentes espèces du genre *Phocæna*. Les figures que H. Burmeister (5) donne de *Phocæna spinipinnis* sont particulièrement nettes. Ces

---

(1) J. Müller. *Bericht über ein neu entdecktes Cetaceum aus Radoboj, Delphinopsis Freyeri.* Sitzungsb. k. Akad. d. Wiss. Wien. 1853. Vol. X, Pt. 1, p. 84 ; planche dans le vol. XV, 1855, Pt. 2, p. 345.

— H. v. Meyer. *Delphinopsis Freyeri, Müll., aus dem Tertiärgebilde von Radoboj in Croatien.* Palæontographica. Vol. XI, 1863-64, p. 226 et Pl. XXXIV.

— J. F. Brandt. *Untersuchungen über die fossilen und subfossilen Cetacecen Europas.* Mém. Acad. St Pétersb. VIIe sér. Vol. XX, no 1, 1873, p. 281.

(2) W. Kükenthal. *Untersuchungen an Walthieren.* Vol. II, Pl. XVI, fig. 24 et 25.

(3) F. W. True. *Contrib. to the Nat. Histor. of the Cetaceans, a review of the family Delphinidæ.* Bull. U. S. Nat Mus. Washington, 1889, no 36, p. 115.

(4) J. A. Murray. *A Contribution to the Knowledge of the Marine Fauna of Kurrhachee.* Ann. Mag. Nat. Hist. Londres, 1884. Vol. XIII, p. 352.

(5) H. Burmeister. *Descripcion de cuatro especies de Delfinides de la costa argentina en el Océano Atlantico.* Anales del Museo publico de Buenos Aires. Vol. I. Entr. 6. p. 380. Pl. XXIII, fig. 2 et 5.

figures montrent que la nageoire dorsale de cette espèce porte, sur le bord antérieur, des tubercules répondant à des écussons cutanés polygonaux et disposés en séries. La peau est, en outre, ornée de lignes transversales, parallèles entre elles, et se

Fig. 6. — **Phocæna spinipinnis**, Burmeister. — **Holocène.**

Habitat : Embouchure du Rio de la Plata. — D'après H. Burmeister (An. d. Mus. d. Buenos Aires. I. 1869. Pl. XXIII. Fig. 2). — Echelle : $\frac{1}{6}$.

Nageoire dorsale, profil gauche. — Pour montrer : que la crête de cette nageoire est garnie de tubercules bien développées.

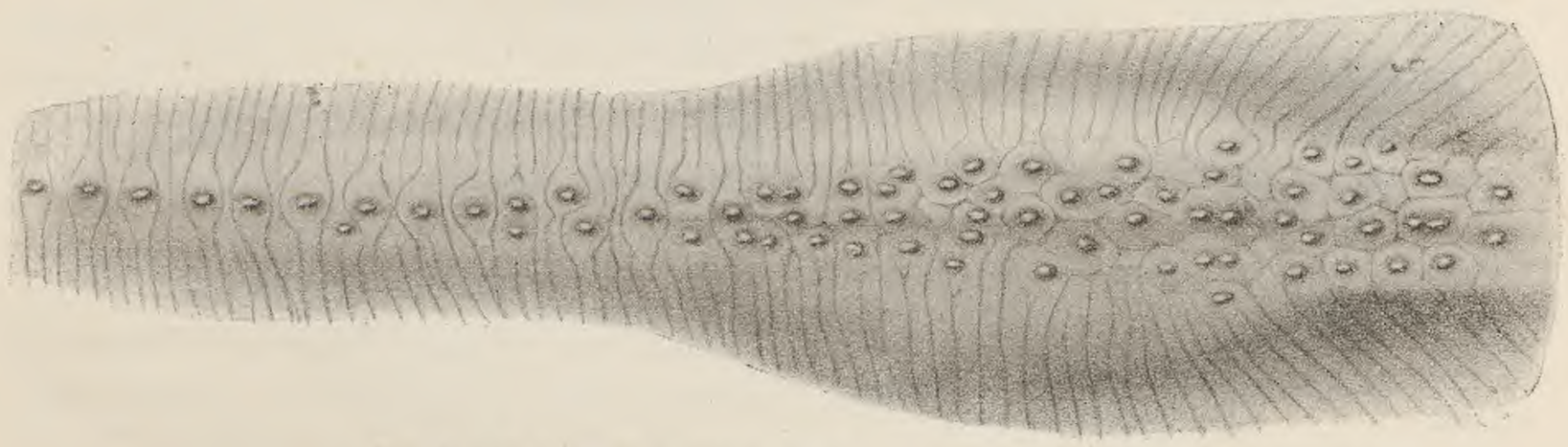


Fig. 7. — **Phocæna spinipinnis**, Burmeister. — **Holocène.**

Habitat : Embouchure du Rio de la Plata. — D'après H. Burmeister (An. d. Mus. d. Buenos Aires. I. 1869. Pl. XXIII. Fig. 5). — Echelle : $\frac{1}{2}$.

Nageoire dorsale, vue de dessus. — Pour montrer : que la peau est ornée de stries qui vont du dos vers le ventre, — et qu'en son milieu, elle est divisée par ces stries, en champs irréguliers, sur lesquels se trouvent un ou deux tubercules.

dirigeant du dos vers le ventre. Les tubercules sont parfois encore au centre d'écussons cutanés polygonaux ; pourtant, les tubercules latéraux et ceux du bord antérieur de la nageoire ne se trouvent plus sur des écussons cutanés exactement limités, car ceux-ci se réunissent, là, en de longues bandes transversales. Gray (1) a rencontré les mêmes structures chez le très voisin *Phocæna tuberculifera* (= *Phocæna communis*). Mais c'est Kükenthal qui nous a le mieux fait connaître cette question (2). Il découvrit, dans

(1) J. E. Gray. *Notice of a New Species of Porpoise* (*Phocæna tuberculifera*) *inhabiting the mouth of the Thames.* Proc. Zool. Soc. Lond. 1865, p. 518.

(2) W. Kükenthal. *Untersuchungen an Walthieren.* Vol. II, p. 252 et Pl. XVI, fig. 26 à 32.

un fœtus de *Phocæna communis*, de 55,9 cm. de long, sur le bord antérieur de la nageoire dorsale, à peu près 25 tubercules, bien développés, et placés en série, qui se détachaient déjà de la peau sombre voisine par une pigmentation plus faible. En outre, Kükenthal put compter, de chaque côté, au bord antérieur des lobes de la nageoire caudale, environ 30 tubercules, et on peut encore les observer, bien qu'indistinctement, sur le bord antérieur des nageoires pectorales. Un second embryon de la même espèce, mais un peu plus grand, montra les mêmes structures aux mêmes endroits.

Kükenthal réussit, de plus, à établir la nature calcaire de ces tubercules au moyen d'une expérience simple avec de l'acide chlorhydrique. L'examen d'une coupe verticale de la peau montra qu'au contact de cet acide, le derme seul dégageait du gaz; on acquit ainsi la preuve importante que le calcaire est exclusivement placé dans le derme (*l. c.*, p. 253).

Et Kükenthal conclut :

« En tous cas, il est clair que le derme participe à la formation des tubercules sur le bord antérieur de la nageoire dorsale de *Phocæna communis*, et qu'on peut, par conséquent, parfaitement parler ici de plaques dermiques. Un autre argument démontrant que les tubercules en question sont les derniers restes d'une carapace osseuse, c'est le dépôt calcaire qui se trouve dans ces tubercules chez l'animal adulte. »

Outre les tubercules du bord antérieur des nageoires dorsale, caudale et pectorales, il y en a encore d'autres irrégulièrement dispersés sur le dos et sur le ventre, et qui sont ordinairement à contour hexagonal. Chez *Phocæna* et chez *Neomeris*, il y avait, en plus, de fines lignes parallèles, qui se dirigeaient du dos vers le ventre.

Les mêmes tubercules se rencontrent aussi chez *Phocæna Dallii* [1], au bord antérieur de la nageoire dorsale, vers l'extrémité libre.

Tous ces tubercules sont, sans aucun doute, les vestiges d'une carapace autrefois plus parfaite et plus développée. Or, parmi les Odontocètes fossiles, il y a, en effet, deux types qui montrent cette carapace plus parfaite. Ce sont : *Delphinopsis Freyeri,* des couches sarmatiennes de Radoboj, en Croatie ; et *Zeuglodon cetoides*, de l'Éocène de l'Alabama.

1. — **Delphinopsis Freyeri,** Müller.

Les restes connus de cet Odontocète extrêmement petit se réduisent à l'extrémité antérieure gauche, à plusieurs côtes et à quelques fragments de vertèbres. Ces restes se trouvent, en partie, sur une plaque assez bien conservée, en partie, sur une contre-

(1) F. W. True. Proc. U. S. Nat Mus. Vol. VIII. 1885, p. 95 et Pl. 2 à 6.
— F. W. True. Bull. U. S. Nat. Mus. Vol. 36, 1889, pp. 123 et 181, et Pl. 37, fig. 1 et 2.

empreinte brisée en trois morceaux ; ils sont encore plus ou moins enveloppés de marne dure, d'un gris-clair, qui constitue la gangue. Ce qui rend ces restes si précieux, c'est l'excellent état de conservation de la peau, dans laquelle on peut distinguer deux couches :

1° Une couche supérieure, blanchâtre ou jaune-clair, avec de très fines lignes parallèles. Les lambeaux de peau se trouvent sur les côtes, et les lignes se continuent par dessus celles-ci en les croisant. En beaucoup d'endroits, de petits fragments sont, cependant, arrachés, et, sur ceux-ci, les lignes se dirigent dans toutes les directions, de sorte qu'on ne peut supposer que ces lignes seraient dues à des surfaces, ou miroirs, de glissement.

2° Une couche inférieure, noire, comme carbonisée.

Kükenthal croit que la première couche correspond au Stratum corneum, la seconde au Rete Malpighii.

En outre, on voit, dans la région des nageoires, des plaques que l'on doit considérer comme étant les restes d'une armure dermique osseuse. Ces plaques sont très petites, ordinairement ovales, ou plus ou moins arrondies, quelquefois aussi polygonales. Elles mesurent, en moyenne, un millimètre de long. Au-dessous, elles sont plates ou faiblement concaves ; au-dessus, elles sont convexes. Par la chute de petites plaques hors de la roche, celle-ci acquiert, à cause des nombreuses empreintes du côté supérieur convexe, un aspect oolithique.

Les petites plaques sont ordinairement d'un brun-foncé, qui peut aller jusqu'au noir. A certains endroits, il y en a aussi de plus claires, qui ont la même couleur que les os.

La face inférieure des plaques porte une ornementation très régulière. Sur toute la surface, se trouvent, à intervalles équidistants, des lignes parallèles, qui sont formées par des granulations allongées. Parfois ces petites granulations se fondent les unes dans les autres, de telle sorte que leur alignement paraît alors être une sorte de crête longitudinale.

Les distances de ces rangées de nœuds sont, sur toutes les plaques, absolument de la même grandeur. Aux endroits où plusieurs petits disques se trouvent dans leur position naturelle, les séries de granulations sont, sur toutes les plaques aussi, parallèles entre elles et parallèles à l'axe longitudinal de la nageoire. On ne peut absolument pas penser ici à une structure anorganique, comme l'a soutenu H. v. Meyer, mais les petites plaques sont bien réellement des sortes d'écailles osseuses, qui formaient l'ancienne enveloppe de la nageoire pectorale.

Outre ces petites plaques, très caractéristiques, grâce au dessin de leur surface, il y a encore d'autres structures, que J. Müller prit aussi pour des plaques de l'armure dermique, mais qui ont porté H. v. Meyer à considérer les véritables plaques osseuses elles-mêmes comme des concrétions minérales.

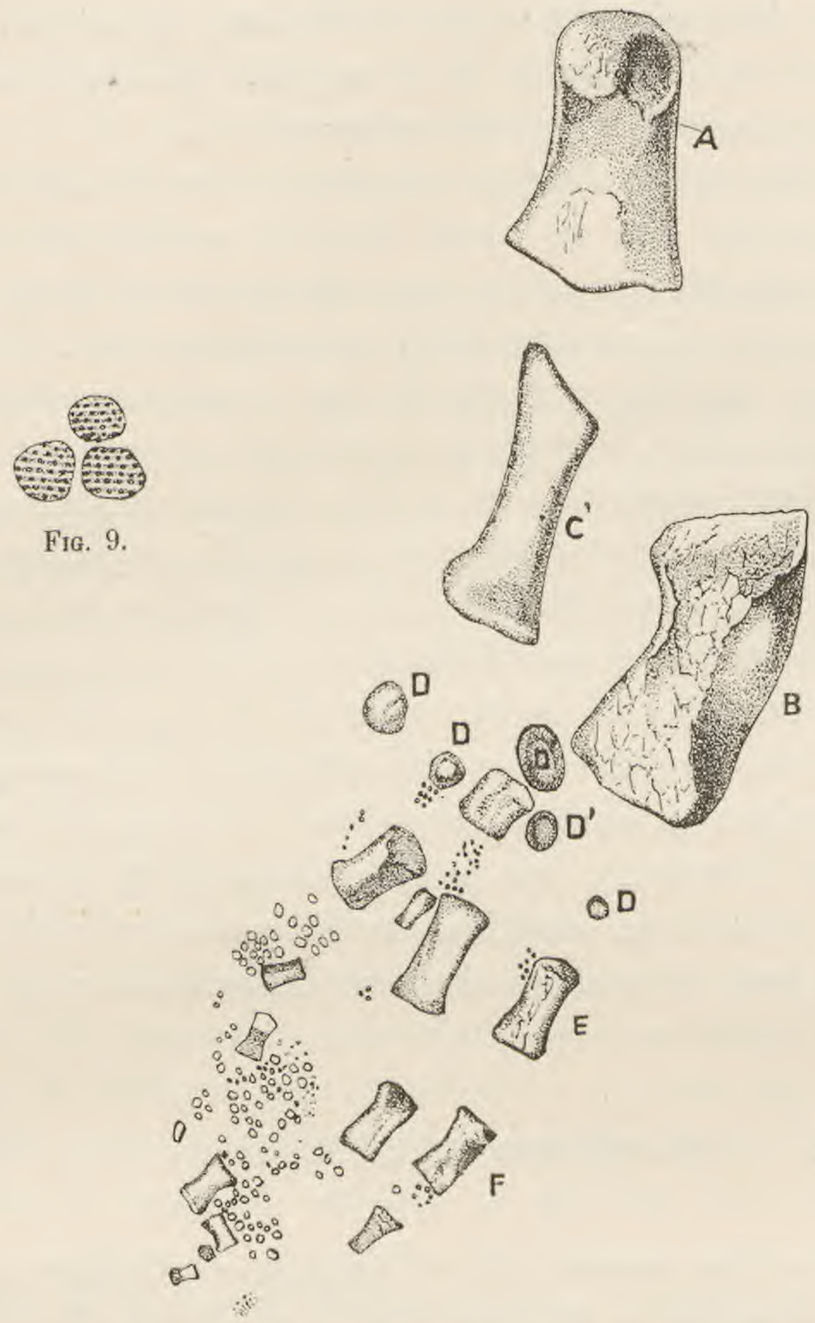


Fig. 9.

Fig. 8. — **Delphinopsis Freyeri**, Müller. — **Sarmatien (Miocène supérieur).**

Localité : Radoboj (Croatie). — D'après H. v. Meyer (Palaeontographica. XI. 1863. Pl. XXXIV. Fig. 1). — Grandeur naturelle.

Nageoire pectorale gauche, vue interne. — Pour montrer : les petites plaques dermiques (placées, ici, entre les os de la main), qui recouvraient la face externe de la nageoire, et dont on aperçoit, donc, dans la figure, la face interne (plane et ornée de rangées régulières de granulations, — tandis que la face externe, invisible, sauf, en certains endroits, sur l'original, était hémisphérique et lisse).

Explication des lettres, d'après J. Müller (Sitzgsber. k. Akad. Wiss. Wien. XV. 1855. p. 345) :

A. — Humérus. B. — Radius. C. — Cubitus. D. — Carpe.

D.' — Moule des os du carpe de la contre-empreinte. E. — Métacarpiens. F. — Phalanges.

Fig. 9. — **Delphinopsis Freyeri**, Müller. — **Sarmatien (Miocène supérieur).**

Localité : Radoboj (Croatie). — D'après H. v. Meyer (Palaeontographica. XI. 1863. Pl. XXXIV. Fig. 2 (ex parte). — Echelle : $\frac{5}{1}$.

Trois plaques dermiques de la région des phalanges, vues par la face interne. — Pour montrer : les rangées régulières de granulations.

Comparer, en outre : O. Abel. Ueber die Hautbepanzerung fossiler Zahnwale (Beitr. z. Palaeont. u. Geol. Oest.-Ung. u. d. Orients. XII. 1901. Pl. I).

Ces autres structures sont très petites, très brillantes, sphériques ou en forme de grappe, et se trouvent tant dans la région de la nageoire qu'à d'autres endroits de la roche, près des apophyses épineuses et près des métacarpiens.

C'est parce que J. Müller et H. v. Meyer croyaient à l'identité des véritables plaques dermiques avec ces concrétions que ces deux illustres naturalistes arrivèrent à des résultats opposés dans leurs recherches sur la nature des petites plaques en question.

Une expérience faite dans le laboratoire du Service géologique I. R. de Vienne, par M. le Conseiller d'État, C. v. John, sur une de ces concrétions montre qu'elle était composée de carbonate de calcium. On ne put y démontrer la présence de phosphate.

La difficulté d'interpréter exactement les petites plaques dermiques de la nageoire pectorale venait, jusqu'ici, du fait que les concrétions que l'on croyait leur être identiques (parce qu'elles leur ressemblent si parfaitement comme grandeur et comme couleur) se trouvent immédiatement au-dessus des os. Mais ces concrétions ne présentent jamais la striation régulière des petites plaques de la région de la nageoire pectorale; et nous savons, maintenant, que ces dernières sont des éléments entièrement différents des concrétions. L'armure dermique se limitait, sans doute, à la nageoire pectorale. On ne peut juger, d'après l'état de conservation des pièces, si la nageoire dorsale était soutenue par un revêtement osseux à son bord antérieur, ou s'il y manquait entièrement, comme chez *Neomeris phocænoides,* mais, en tous cas, les faces latérales du corps étaient dépourvues de carapace.

2. — Zeuglodon cetoides, Owen.

Le Musée Teyler, à Haarlem, conserve deux fragments de Calcaire éocène à Zeuglodontes de l'Alabama, sur lesquels on distingue encore plusieurs plaques dermiques en connexion, provenant d'un Vertébré cuirassé. Ces plaques furent découvertes avec les magnifiques restes de crâne, d'abord décrits par J. Müller, qui sont également au Musée de Haarlem, et qui forment la base de la reconstitution qu'on trouve dans les Manuels. A. Koch (1) a formellement déclaré qu'il avait trouvé les plaques dermiques en relation immédiate avec les os de *Zeuglodon.* Malgré cela, l'opinion, que la carapace et les restes du crâne appartiendraient à un seul et même animal, inspira plutôt de la défiance. J. Müller (2), et aussi C. G. Carus (3), firent leurs réserves, et ce ne fut que W. Dames (4) qui considéra comme fort probable que *Zeuglodon* aurait eu une carapace, sans cependant trancher la question d'une manière définitive.

---

(1) A. Koch, *l. c.*, p. 63.
(2) J. Müller, *l. c.*, p. 34.
(3) C. G. Carus, *l. c.*, p. 382.
(4) W. Dames, *l. c.*, p. 189.

O. Jaekel (1), ayant examiné, d'une manière approfondie, la structure histologique des plaques dermiques dont il s'agit, arriva à ce résultat que ces plaques ont une structure entièrement différente de celles de *Psephoderma* et de *Dermochelys*, et que, par conséquent, l'opinion, si répandue, que les plaques de l'Alabama appartiendraient à un genre de *Dermochelydidæ*, était inexacte.

Les plaques de *Zeuglodon*, polygonales, quelques-unes très irrégulières, ont deux à cinq centimètres de large, se réunissent très intimement et sont separées par des sutures. Leur surface est lisse ; au centre de la plaque se trouve une fossette. A certains endroits, ces plaques sont recouvertes d'une mince couche blanchâtre, qui représente peut-être les restes de l'épiderme. Elles ont un centimètre d'épaisseur. Les cassures ne suivent pas les sutures, mais traversent les plaques par le milieu, les découpant en fragments. Macroscopiquement, la plaque dermique tout entière montre la même structure. Dans une coupe transversale, on peut observer, immédiatement sous la surface, des canaux irréguliers, qui, d'après O. Jaekel, doivent être considérés comme des galeries percées par un Champignon (*Mycelytes ossifragus*). Là ou les plaques ont été enlevées de la roche, on voit à la place des sutures des bourrelets en relief, de sorte qu'on peut, à ces endroits aussi, déterminer facilement les contours des plaques disparues.

Les plaques dermiques des *Dermochelydidæ,* auxquelles on a ordinairement réuni jusqu'ici les plaques de l'Alabama (notamment dans le Manuel de Zittel, vol. III, p. 521) ne ressemblent pas aux plaques de *Zeuglodon*, même en faisant abstraction de la structure microscopique. En les étudiant superficiellement, on peut être tenté de les rapprocher, mais un examen plus approfondi fait voir, d'abord, que, chez *Psephophorus* (2), les plaques se séparent toujours le long des sutures, et qu'il est très rare que des cassures les traversent.

En second lieu, les plaques de *Psephophorus* se composent de deux couches distinctes. La couche supérieure est très compacte et à cassure conchoïde ; elle rappelle fortement les os d'*Halitherium ;* elle est d'un brun-foncé, qui peut aller jusqu'au brun-violet (d'après les restes de Neudörfl a. d. March, pris pour termes de comparaison). La couche inférieure est, par contre, spongieuse, à grandes mailles, et se distingue nettement de la couche supérieure par sa couleur jaune-clair ou rougeâtre.

En troisième lieu, la surface des plaques de *Psephophorus* porte une ornementation

---

(1) O. Jaekel, *in* W. Dames, *l. c.*, p. 220.

(2) F. v. Hauer. *Psephophorus polygonus aus dem Sandstein von Neudörfl.* Verh. k. k. geol. Reichsanstalt. 1870, p. 342.

— H. v. Meyer. Neues Jahrb. f. Min. 1847, p. 579.

— H. G. Seeley. *Note on Psephophorus polygonus, v. Meyer, a new Type of Chelonian Reptile allied to the Leathery Turtle.* Quart. Journ. Geol. Soc. Vol. XXXVI. Londres, 1880, p. 406.

L'original se trouve dans le Musée du Service I. R. Géologique d'Autriche, à Vienne.

— L. Dollo. *Première Note sur les Chéloniens oligocènes et néogènes de la Belgique.* Bull. Mus. roy. Hist. nat. Belg. 1888. Vol. V, p. 59.

spéciale. Au centre, se trouve une fossette, comme dans les plaques du Calcaire à Zeuglodontes. Mais, tandis que celles-ci sont, à part cela, tout à fait lisses, les plaques de *Psephophorus* montrent des sillons rayonnants, qui partent de la fossette et qui se ramifient vers le bord, donnant à l'ensemble un aspect qui rappelle les empreintes d'*Orbitoides variecostata*, Gümbel.

Enfin, les éléments de la carapace de *Psephophorus* ne possèdent pas la couche blanche particulière aux plaques de l'Alabama.

La carapace de l'Alabama ne ressemble pas, non plus, au *Psephoderma* du Trias alpin, qui, d'après les recherches récentes de Jaekel (1), n'était certainement pas un Chélonien, mais plutôt un Nothosaurien.

D'ailleurs, que *Zeuglodon*, quoique ce fût un véritable Odontocète, ait réellement eu une carapace, cela résulte de l'examen d'un des deux fragments qui se trouvent au Musée de Haarlem, lequel fragment ne peut être interprété que comme une crête cutanée dorsale, ou, mieux, une véritable nageoire dorsale.

Le fragment en question, qui mesure 187 millimètres de long, a la forme d'un toit. Du côté gauche, il est revêtu d'éléments dermiques ; du côté droit, on n'en voit plus que les empreintes. Les deux faces sont faiblement concaves en coupe transversale, et se rencontrent sous un angle aigu.

Le fragment de roche, qui représente, pour ainsi dire, un moule de la nageoire, montre, sur la face inférieure, deux sections osseuses, dans lesquelles un examen plus approfondi fait voir les coupes de plaques dermiques isolées.

J'ai expliqué ailleurs (2) pourquoi la pièce de Haarlem ne peut être comprise autrement que comme la nageoire dorsale d'un Cétacé. Je ferai seulement remarquer ici qu'il ne saurait s'agir, en ce moment, de restes de Chéloniens, à cause des faces latérales concaves ; il est, au surplus, déjà impossible qu'une carapace et un plastron de Tortue aient eu pareille forme le long de leur ligne de jonction. Or, si la pièce appartient à une nageoire de Cétacé, il n'y a plus de motif de douter que les plaques dermiques de l'Alabama proviennent bien de *Zeuglodon*, qui fut, comme on le sait aujourd'hui, un véritable Odontocète. Il est, en outre, très remarquable que l'adaptation à la vie aquatique fût déjà si avancée, même dans cette direction, chez cet animal.

Depuis que nous avons appris que les genres actuels *Phocæna* et *Neomeris* ont encore des traces d'une armure dermique en voie de disparaître, nous ne pouvons plus nous étonner de la présence d'une forte carapace chez *Zeuglodon*. Nous avons constaté, en outre, que, chez un Odontocète sarmatien, *Delphinopsis Freyeri*, la nageoire pectorale

---

(1) O. JAEKEL, *in* W. DAMES. *Die Chelonier der norddeutschen Tertiärformation*. PALAEONT. ABH. Iéna, 1894. Vol. VI, Fasc. 4, p. 218.

(2) O. ABEL. *Ueber die Hautbepanzerung fossiler Zahnwale*. BEITRÄGE Z. PALAEONTOLOGIE U. GEOLOGIE OESTERREICH-UNGARNS U. D. ORIENTS. Vol. XIII. 1901.

était indubitablement protégée par un revêtement osseux, et que ce revêtement était plus complet que celui observé chez les Odontocètes actuels.

Mais c'est presque toujours dans l'axe de la face dorsale et sur le bord antérieur des nageoires que se trouve la protection la plus solide. Nous notons la même chose chez les Ichthyosaures (1), dont on a recueilli deux cas de traces d'armure dermique sur le bord antérieur des nageoires, tandis que le reste du corps était recouvert d'une peau lisse, seulement très finement striée. Quelque chose d'analogue existe chez les Crocodiles et chez les Tortues marines dans le renforcement des écussons cutanés sur le bord antérieur des membres, et nous trouvons encore une disposition parallèle dans le développement plus puissant du premier rayon des nageoires chez certains Poissons : *Loricaria uracantha*, Kner et Steind. (2), par exemple.

C'est toujours du côté qui fend l'eau que se rencontre le renforcement des nageoires, et il a pour but, évidemment, de donner de la rigidité aux organes en question. Remarquables cas de convergence chez des Organismes très différents vivant dans les mêmes conditions d'existence.

La différence entre la carapace de *Phocæna*, de *Neomeris* et de *Delphinopsis*, et celle de *Zeuglodon* est, cependant, très grande.

Zeuglodon a, comme armure dermique, un système de plaques osseuses lisses, très fortes et irrégulièrement limitées.

Delphinopsis porte, sur la nageoire pectorale, des écailles osseuses minuscules, ornées de rangées de granulations très régulières. Ces écailles sont, ordinairement, arrondies, rarement polygonales. Les rangées de granulations sont parallèles entre elles, et parallèles à l'axe de la nageoire.

Neomeris montre, à l'état embryonnaire, une zone couverte de tubercules sur la face dorsale. Dans l'animal adulte, les plaques sont disposées en séries régulières, et elles sont rectangulaires.

Enfin, chez *Phocæna*, les plaques dermiques sont également distribuées en séries *(Phocæna spinipinnis)*.

Zeuglodon est, par conséquent, le seul Odontocète, pour lequel toute régularité manque dans la carapace, et chez lequel, donc, les plaques sont placées sans système apparent.

Quoi qu'il en soit, la Paléontologie nous offre, ici, une belle preuve de l'exactitude des prévisions de l'Embryologie, puisque nous voyons que, conformément à ces prévisions, les deux représentants fossiles connus des Odontocètes cuirassés possèdent une armure plus forte que les types actuels, et encore de cette manière que le plus ancien Odontocète

---

(1) R. Owen. *A description of some of the Softs Parts, with the Integument, of the Hind Fin of the Ichthyosaurus, indicating the Shape of the Fin when recent.* Trans. Geol. Soc. London. Vol. VI, 1842, p. 199 et Pl. XX.

— E. Fraas. *Ueber die Finne von Ichthyosaurus.* Württemberg. Jahresheft. 44 Jahrg. 1888, p. 302. L'auteur décrit, ici, une consolidation des nageoires pectorales au moyen de plaques tégumentaires.

(2) R. Kner et F. Steindachner. Abh. k. bayr. Akad. d. Wiss. Vol. XXXVII, Munich, 1866, p. 56 et Pl. VI, fig. 3.

cuirassé, celui de l'Éocène, avait la carapace la plus puissante (qui lui recouvrait peut-être même tout le corps), tandis que chez le Dauphin sarmatien, la nageoire pectorale seule était encore garnie d'écailles osseuses.

L. Reh (1), qui s'est occupé d'une manière approfondie des écailles des Mammifères, a fourni, tout récemment, une contribution intéressante, et importante, sur la question de l'Origine de ces animaux. Sous le nom d'écaille, Reh entend, comme Weber, une papille plate du derme, recourbée en arrière, symétrique bilatéralement, et dans laquelle on distingue une surface dorsale pigmentée et une surface ventrale non pigmentée. Cette papille est recouverte par l'épiderme, duquel naît l'écaille proprement dite, ou écaille cornée. *Par conséquent, les écailles des Mammifères sont d'aussi véritables écailles que celles des Reptiles, ou que celles du tarse des Oiseaux.* (Reh, *l. c.*, p. 159).

De Meijerie (2) fut le premier qui montra combien sont répandues les écailles chez les Mammifères, mais la liste de Reh surpasse de beaucoup celle donnée par lui.

Reh cite deux genres de Monotrèmes, trente-deux de Marsupiaux, trois d'Édentés (en dehors des *Dasypodidæ*, *Glyptodontidæ* et *Manidæ*), quatre d'Odontocètes, un d'Ongulés, quatre-vingt-seize de Rongeurs, deux de Carnivores, vingt-neuf d'Insectivores, un de Lémuriens, et il mentionne que de nombreux Singes montrent des traces de structures analogues.

Dans tous ces Mammifères, des écailles se trouvent sur les *extrémités*. En outre, sur la *queue*, chez les Marsupiaux, les Édentés, les Rongeurs, les Insectivores et les Lémuriens ; sur le *museau*, chez les Marsupiaux, les Édentés (?), les Odontocètes (près des évents chez *Neomeris*), les Carnivores et les Insectivores ; sur la *face dorsale du corps*, chez les Odontocètes ; *sur les points tournés vers la lumière*, chez les Pangolins ; *sur tout le corps*, seulement chez les Glyptodontes et les Tatous.

La forme des écailles est ordinairement polygonale, le plus souvent hexagonale ou rhombique, mais fréquemment aussi triangulaire ou pentagonale, semi-circulaire, circulaire ou elliptique. La nature écailleuse est, habituellement, caractérisée par une forte sécrétion cornée ; plus rarement, on a affaire à une véritable armure osseuse comme chez les Glyptodontes et les Dasypodides. Ces ossifications du derme sont immobiles chez les premiers, mobiles chez les derniers.

Aux plaques dermiques des Édentés il convient de réunir celles des Odontocètes.

D'après les recherches de F. Römer (3), il faut considérer le développement de l'armure dermique des Tatous comme de nature secondaire.

---

(1) L. Reh. *Die Schuppen der Säugethiere.* Jenaische Zeitschrift. Vol. XXIX, 1895, p. 157, Pl. I. Pour la bibliographie jusqu'en 1895, consulter ce travail.

(2) De Meijerie. *Over de haren der Zoogdieren.* Leyde, 1893.

(3) F. Römer. *Ueber den Bau und die Entwickelung des Panzers der Gürtelthiere.* Jenaische Zeitschrift, Vol. XXVII, 1892, p. 513. Pl. XXIV et XXV.

Par l'étude du *Dasypus novemcinctus*, L., cet auteur conclut « que, dans le développement de la carapace, il se produit d'abord un fort soulèvement papillaire du derme, dont le revêtement épidermique donne lieu graduellement à la formation des écailles cornées proprement dites. Les plaques osseuses sont formées par une ossification secondaire des papilles du derme, ossification qui se poursuit par le moyen de points isolés, lesquels se réunissent plus tard en une carapace unique » (p. 531). Et, plus loin : « La carapace provient donc d'une ossification secondaire du derme. Elle représente, dès lors, une disposition nouvelle due à l'adaptation au milieu ambiant » (p. 548).

L. Reh se place à un point de vue un peu différent. Il fait ressortir que la carapace des Tatous se compose de deux parties, de valeur absolument différente phylogéniquement, et de telle sorte qu'on doit regarder les écailles cornées comme primordiales, les plaques dermiques sous-jacentes comme secondaires.

Les écailles cornées auraient seules, jadis, recouvert le corps en rangées transversales et longitudinales imbriquées. Par adaptation au fouissement, donc par la pression de la terre agissant extérieurement, combinée à l'excitation due au frottement, le derme se serait ensuite ossifié sous les écailles. Et quand, par suite d'une augmentation excessive de la taille, le corps fut devenu presque indéplaçable, les noyaux osseux rayonnèrent autour de leur centre et, finissant par se souder, produisirent la carapace rigide des Glyptodontes, dont des fentes latérales indiquent encore le mode de formation.

Dans une autre direction, grâce à la taille moindre, la mobilité du corps demeura intacte, et l'ossification se poursuivit latéralement sous les rangées transversales d'écailles, ce qui fit naître les « bandes ». Cependant, ici aussi, dans les régions immobiles de la tête, de la ceinture scapulaire et du bassin, les noyaux osseux purent s'étendre en rayonnant comme chez les Glyptodontes. Et, de cette façon, se forma la carapace des Dasypodides.

Secondairement, avec la naissance de la classe des Mammifères, les poils paraissent s'être développés simultanément avec une régression partielle des écailles (Reh., *l. c.* p. 206).

D'après les recherches approfondies de Römer et de Reh, il paraît donc hors de doute que les plaques dermiques des Glyptodontes et des Dasypodides ne doivent pas être considérées comme des structures héritées des ancêtres des Mammifères, mais que les *écailles cornées seules représentent des caractères primitifs*. Il est vrai qu'ici les opinions de Reh et de Römer diffèrent; tandis que Römer (p. 535) considère comme uniquement héritée par la peau des Mammifères, la faculté de développer des papilles dermiques et des écailles, Reh est d'avis (p. 205) qu'autrefois ces animaux avaient tous une armure d'écailles épidermiques, opinion que Weber [1] avait déjà énoncée auparavant.

---

[1] M. Weber, *Bemerkungen über den Ursprung der Haare und über Schuppen bei Säugethieren.* Anatom. Anz. 1893. Vol. VIII.

Nous connaissons donc, jusqu'à présent, les phases suivantes du développement de la carapace chez les Odontocètes :

1. *Zeuglodon* (Éocène) : plaques dermiques très fortes et irrégulièrement polygonales, qui recouvraient toute la nageoire dorsale, et probablement aussi une grande partie du corps.

2. *Delphinopsis* (Miocène : Étage sarmatien) : très petites plaques arrondies, à face supérieure hémisphérique et à face inférieure aplatie. Ces petites plaques sont lisses extérieurement, et couvertes de rangées régulières et parallèles de granulations intérieurement. Le revêtement osseux s'étend sur la nageoire pectorale tout entière.

3. *Neomeris* (Holocène) : rangées régulières de plaques osseuses rectangulaires dans la zone centrale du dos ; quelques-unes, près des évents.

4. *Phocæna* (Holocène) : rangées de tubercules sur le bord antérieur des nageoires pectorales, dorsale et caudale ; en outre, des petites plaques isolées, dispersées sur tout le corps.

Globiocephalus, avec ses tubercules au bord antérieur de la nageoire dorsale, appartient au même type.

Il a déjà été dit pourquoi les Odontocètes avaient perdu leur carapace au cours du développement phylogénique, et il a été démontré, notamment, que c'est là un résultat de l'adaptation à la vie pélagique, phénomène que nous pouvons observer aussi chez les Ichthyosaures, qui échangèrent également leur carapace contre une peau lisse.

Il reste, toutefois, à répondre à la question : Pourquoi *Zeuglodon* avait-il une armure dermique aussi fortement développée ? On ne peut expliquer cette cuirasse comme une adaptation à la vie pélagique, puisque nous venons de voir que c'est précisément chez les formes devenues pélagiques qu'elle a disparu.

On ne peut pas considérer, non plus, l'armure dermique comme un caractère primitif, parce que nous avons constaté que la carapace des Édentés n'est qu'une disposition secondaire résultant de l'adaptation à leur manière de vivre en creusant. Les écailles cornées des Édentés sont seules d'origine ancestrale, mais non pas le revêtement osseux.

Nous n'avons pas de raison de supposer que *Zeuglodon* provienne d'un groupe de Mammifères dont la manière de vivre aurait été analogue à celle des Tatous ou à celle des Glyptodontes. Il est très possible que la cuirasse de *Zeuglodon* ne se soit formée que dans l'eau, non pas en pleine mer, mais à une époque où les Zeuglodontes habitaient encore les côtes. Dans ce cas, nous devrions considérer le séjour dans des eaux littorales comme la cause de l'ossification du derme du Cétacé de l'Alabama.

Il n'est, en tout cas, pas prouvé que les Zeuglodontes proviennent de Mammifères

terrestres à carapace, comme l'ont supposé Kükenthal (1) et Dames (2). L'existence de poils fœtaux chez les Odontocètes et la présence de poils sur les lèvres d'*Inia Geoffroyensis*, à l'état adulte, conduisent plutôt à admettre la descendance de Mammifères poilus. L'armure dermique des Zeuglodontes paraît s'être développée, secondairement, par suite de causes qui échappent aujourd'hui à notre jugement. Mais, encore une fois, rien ne prouve, en ce moment, que les précurseurs terrestres de *Zeuglodon* aient déjà eu une cuirasse osseuse, et c'est même improbable si on pense aux conditions d'existence qui ont provoqué la formation, secondaire, de la carapace des Glyptodontes.

Cette interprétation, — de la naissance de l'armure dermique dans la vie littorale et de sa disparition dans la vie pélagique, — trouve une autre confirmation dans un remarquable mémoire de L. Dollo (3), qui traite de l'origine de *Dermochelys coriacea*.

L. Dollo, par l'étude de la carapace, arrive à l'Évolution éthologique suivante (*l. c.*, p. 14) :

Vie pélagique secondaire	Athèque pélagique
Vie littorale secondaire	Athèque littoral
Vie pélagique primaire	Thécophore pélagique
Vie littorale primaire	Thécophore littoral

D'après les déductions de l'auteur, il est évident, d'ailleurs, que la série commence par un Thécophore terrestre (tableau de la p. 4). Celui-ci avait une carapace et un plastron fonctionnels. De ce Thécophore terrestre est, naturellement, sorti le Thécophore littoral, qui avait encore une carapace et un plastron fonctionnels, avec tous leurs éléments et sans fontanelles. Devenu pélagique, ce Thécophore, dans le cas de l'adaptation la plus parfaite, perdit sa carapace (réduite à la plaque nuchale) et vit son plastron se restreindre de plus en plus (au point de prendre la forme annulaire et d'être privé d'interclavicule).

Mais, maintenant, se présente un phénomène remarquable. Ce Thécophore pélagique retourne vers le rivage et y acquiert une nouvelle armure dermique : l'ancienne carapace

---

(1) W. Kükenthal. *Ueber Reste eines Hautpanzers bei Zahnwalen.* Anatom. Anz., 1890. Vol. V, p. 237.
— W. Kükenthal. *Vergleichend-anatomische und entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen an Walthieren.* Jenaische Denkschr. Vol. III, 2 Abth. 1893, p. 251.

(2) W. Dames. Palaeont. Abhandl. Vol. V. Iéna, 1894, p. 221.

(3) L. Dollo. *Sur l'Origine de la Tortue Luth.* Bull. Soc. roy. Sc. méd. et nat. Bruxelles. 1901.

reste réduite à l'état de plaque nuchale, et la nouvelle se trouve être constituée par une ossification en mosaïque et épaisse; l'ancien plastron reste réduit à l'état annulaire (sans interclavicule), et le nouveau est formé d'une mosaïque ossifiée ininterrompue.

Puis, l'Athèque littoral, ainsi construit, se réadapte à la vie pélagique, et, aussitôt, pour la deuxième fois, il tend à perdre son armure dermique. La carapace secondaire s'amincit (réduction) et la régression va même plus loin pour le plastron secondaire, qui se trouve atrophié au point de ne plus retenir que quelques tubercules osseux isolés. Nous voyons donc encore, ici, comment une armure dermique en voie de disparition peut être limitée à des tubercules irrégulièrement dispersés, — comme nous l'avions constaté, parmi les Odontocètes, chez *Phocæna* et chez *Neomeris*.

Je suis tout à fait d'accord avec Dollo, qui fait commencer la série des Cétacés cuirassés avec *Zeuglodon* et la termine par *Phocæna :* « Les Cétacés cuirassés de jadis, » — dit ce paléontologiste (p. 21), — « avaient obtenu leur armure en mosaïque, — comme *Ostracion* et comme *Dermochelys*, — non à terre, — mais dans la zone littorale, — et ils l'ont perdue dans l'adaptation à la vie pélagique. »

Je crois que les deux séries phylogéniques des Cétacés et des Chéloniens se confirment mutuellement. En tous cas, encore une fois, il n'y a aucune raison d'admettre que *Zeuglodon* descend de Mammifères, qui, dans la vie terrestre, auraient déjà possédé une armure dermique, — mais il est bien plus vraisemblable de placer la formation de la carapace au temps de la vie littorale, — et sa disparition à l'époque de l'adaptation à la vie pélagique.

IV. — CARACTÈRES GÉNÉRAUX DU CRANE

Le trait le plus caractéristique du crâne des Odontocètes, est, certainement, avec le museau fortement étiré, la situation singulière des fosses nasales. Chez toutes les formes actuelles, elles ne passent pas au-dessus du plafond de la cavité buccale, mais s'inclinent en arrière et vers le haut, prenant la direction du sommet du crâne.

Il ne saurait y avoir de doute que cette disposition a été acquise au cours du développement phylogénique, puisque, chez le plus ancien des Odontocètes, dont on a trouvé des restes dans les dépôts éocènes, c'est-à-dire chez *Zeuglodon*, les narines ont bien commencé à reculer, mais elles se trouvent, néanmoins, encore très en avant, sur le museau, et, par suite de cela, les Nasaux sont aussi très longs et très grêles.

Le développement embryologique du crâne des Odontocètes parle dans le même sens, car le recul des narines ne se montre que tardivement chez l'embryon. On trouvera, d'ailleurs, plus de détails sur ce sujet dans les beaux travaux de Kükenthal (1).

(1) W. Kükenthal, Jenaische Denkschriften. Vol. III, p. 231.

Examinons, maintenant, comment les os du crâne se modifient sous l'influence du recul des narines vers son sommet.

Si on considère les relations des os du crâne d'un Dauphin, on remarque, immédiatement, que plusieurs d'entre eux ont été transformés en lames minces imbriquées les unes sur les autres.

Cela se voit le mieux dans la région orbitaire et dans la région frontale.

Le Susmaxillaire est énormément élargi au-dessus des orbites ; il suit le bord extérieur de la narine et s'appuie vers le haut contre le Frontal, qui descend en pente raide. Celui-ci se glisse en outre, comme une large écaille osseuse, sous le Susmaxillaire, pour former le plafond de l'orbite.

Maintenant, par dessus le Susmaxillaire, s'étale, d'avant en arrière, le Prémaxillaire, aussi fortement élargi postérieurement, qui s'élève également le long de la paroi verticale formée par la région moyenne du Frontal, et qui, parfois, entourant la limite postérieure des narines, se pose sur le Nasal et sur le Frontal lui-même.

Nous avons donc à distinguer trois os écailleux, placés les uns au-dessus des autres : tout au-dessous, la région orbitaire (la plus élargie) du Frontal ; par dessus, la région orbitaire du Susmaxillaire ; et, enfin, par dessus encore, la région la plus élargie du Prémaxillaire.

A présent, si nous dépassons le bourrelet qui traverse le sommet du crâne et qui est formé par la portion la plus élevée des Frontaux, nous voyons que, au delà de ce bourrelet, on observe un chevauchement des os en sens inverse, c'est-à-dire d'arrière en avant.

Le Susoccipital, considérable, occupe la plus grande partie de la région postérieure de la boîte cranienne. Il s'intercale de telle manière entre les Frontaux et les Pariétaux, que ceux-ci, qui se rencontrent d'ordinaire sur la ligne médiane, sont chassés du sommet du crâne et refoulés sur le côté. L'Interpariétal perd, ainsi, ses connexions avec les Pariétaux. Dans quelques cas, comme chez *Cyrtodelphis sulcatus,* Gerv., d'Eggenburg, et *Eurhinodelphis Cocheteuxi,* du Bus, d'Anvers, il conserve encore son indépendance et est placé entre les Frontaux et le Susoccipital. Tandis que, habituellement, il est synostosé avec le Susoccipital.

Les Frontaux constituent donc une sorte de digue, contre laquelle s'arrêtent, par devant, les Susmaxillaires et les Prémaxillaires, par derrière, le Susoccipital. Cette poussée, dans les deux sens, a pour conséquence l'existence commune, chez tous les Odontocètes à narines refoulées très haut vers le sommet du crâne, d'un renflement des Nasaux et des Frontaux, ainsi que du bord antérieur du Susoccipital.

Les Nasaux sont, ordinairement, réduits à l'état de petits os noduleux, qui se trouvent dans une fosse limitée par les Prémaxillaires, les Susmaxillaires et les Frontaux (Pl. V, fig. 2), et qui se détachent très facilement lors de la fossilisation.

Les crânes de *Zeuglodon, Squalodon, Saurodelphis* et *Phocæna* montrent bien que le

refoulement latéral des Pariétaux et la formation d'un bourrelet transversal au sommet du crâne ne sont que la conséquence immédiate du recul des narines. Dans tous ces genres, les Pariétaux participent encore à la constitution du sommet du crâne sous forme d'une bande plus ou moins étroite. Ils occupent le plus grand espace chez *Zeuglodon*, et sont déjà considérablement plus étroits chez *Squalodon* et chez *Saurodelphis*. *Phocæna*, *Neomeris* et *Sotalia* sont des genres actuels chez lesquels les Pariétaux sont encore en contact avec l'Interpariétal (1). Toutes ces formes, à l'exception de *Saurodelphis*, ont le sommet du crâne très plat. Quant à *Saurodelphis*, il montre une disposition très singulière : tandis que, d'habitude, le plan vertical du bourrelet occipital transverse tombe dans la cavité cranienne, ce plan passe, ici, par le bord supérieur du grand trou occipital (Pl. II, fig. 1).

Nous avons vu que le recul des narines a entraîné de profondes modifications dans la situation des principaux os de la tête, et, par conséquent, dans la structure cranienne. Il s'agirait, maintenant, de savoir si ces modifications, acquises au cours du développement phylogénique, sont de nature à constituer la base d'une classification systématique plus précise, et si les divers types des Nasaux, de la région frontale et de la région occipitale sont propres à servir à la séparation des genres et des espèces.

Pour résoudre ce problème, nous allons examiner les parties en question chez un Odontocète absolument isolé, le Narval.

Il existe à peine deux exemplaires du *Monodon monoceros* qui aient une région frontale absolument identique. L'asymétrie du crâne leur est commune, de telle sorte que le déplacement des os, notamment dans la région nasale et dans la région frontale, se fait vers la gauche. La narine osseuse gauche se trouve plus basse que la droite, le prolongement du Prémaxillaire est beaucoup plus court à gauche. Le déplacement de cette partie du crâne vers la gauche, commun à presque tous les Odontocètes, varie assez considérablement chez le Narval. Les modifications de taille et de forme des Nasaux et des Frontaux sont en relation intime avec les modifications du déplacement vers la gauche.

Les mêmes parties du crâne varient aussi extrêmement chez un autre Dauphin, également isolé, le Sousou (*Platanista Gangetica*).

Si on devait accorder de l'importance à la forme, ou à la taille, des Nasaux, ou des Frontaux, dans la région du bourrelet transversal, on serait forcé de considérer chaque individu de Narval ou de Sousou comme une espèce distincte.

Ce que nous venons de dire s'applique aussi aux Dauphins longirostres du Boldérien d'Anvers. Les Nasaux et les Frontaux y varient tellement qu'on serait amené à fonder une espèce particulière pour chaque crâne, ce qui ne serait certes pas conforme à la vérité et ne

---

(1) E. Van Beneden. *Mémoire sur un Dauphin nouveau, désigné sous le nom de Sotalia Brasiliensis.* Mém. Acad. roy. Belg., 1875. Vol. XLI. Pl. 2, fig. 2.

constituerait qu'un éparpillement stérile. Non, ce ne sont que des variations individuelles, qui sont insuffisantes à justifier la création d'espèces multiples.

Un des grands groupes des Odontocètes se fait remarquer par son rostre très allongé. Comme les Cétacés du Boldérien d'Anvers que j'ai à décrire ci-après sont dans ce cas, nous allons examiner ce caractère d'un peu plus près.

Dans le Manuel de Zittel (Vol. IV, p. 171), nous trouvons les Dauphins longirostres réunis à la famille des Platanistides, définie dans le sens de Flower. Zittel donne, pour cette famille, la diagnose suivante :

« Museau très allongé, grêle ; mâchoires supérieure et inférieure à dents nombreuses, coniques et uniradiculées. Prémaxillaire édenté. Symphyse mandibulaire occupant au moins la moitié de la longueur de chaque rameau. Orbites très petites. Vertèbres cervicales, toutes libres. Côtes bicipitales, les postérieures unicipitales, cependant, par la réunion du tubercule et de la tête de la côte. Nageoires pectorales, longues. Pas de nageoire dorsale. »

En ce qui concerne les côtes, Zittel a indiqué lui-même les caractères des côtes des *Platanistidæ* également pour les côtes des *Delphinidæ,* et ces caractères existent, en effet, chez tous les Odontocètes, à l'exception des *Physeteridæ,* y compris *Hyperoodon* et les différentes formes de *Ziphius*. Chez celles-ci, presque toutes les côtes sont bicipitales (1).

De même, les vertèbres cervicales libres n'existent pas seulement chez les Platanistides, car le Narval (*Monodon monoceros*) et le *Delphinapterus leucas* ont également toutes les vertèbres cervicales libres (2).

En outre, il est inexact que les Platanistides n'aient pas de nageoire dorsale, car *Inia*, comme *Platanista* et *Pontoporia*, en a une. Chez le dernier, elle est relativement élevée (3), et on ne peut l'appeler basse que chez les genres cités en premier lieu, tout en constatant qu'elle est distinctement développée.

Zittel cite aussi, parmi les Platanistides, le genre *Pontoplanodes*, Amegh. (*Saurodelphis*, Burm.), qui a des dents biradiculées dans la partie postérieure de la mâchoire, et, cependant, cet auteur fait ressortir que les dents des Platanistides sont uniradiculées.

La dentition des mâchoires supérieure et inférieure à dents nombreuses et coniques est également propre aux Delphinides, de sorte qu'il ne reste comme caractères essentiels des Platanistides que la longueur du museau et celle de la symphyse.

Il faudrait encore y joindre l'existence des sillons mentonniers qui se trouvent dans les genres *Inia*, *Pontoporia*, *Platanista*, *Cyrtodelphis* et *Acrodelphis*. Ce point, que Gervais note comme caractère principal de son genre *Schizodelphis*, est, cependant, une simple con-

---

(1) W. H. Flower. *Einleitung in die Osteologie der Säugethiere.* Leipzig, 1888, p. 105.

(2) W. H. Flower. *l. c.*, p. 41.

(3) H. Burmeister. *An. d. Mus. publ. d. Buenos Ayres.* Vol. I. Entr. 6. 1869. Pl. XXIII, fig. 3.

séquence de la longueur de la mâchoire et de celle de la symphyse, comme on peut le démontrer à l'aide d'autres Vertébrés à longue symphyse (1).

Cependant l'allongement du museau ne paraît pas être autre chose qu'une adaptation à la vie aquatique, particulièrement à la vie fluviatile ; nous rencontrons ce long museau chez tout une série de Vertébrés fluviatiles, comme *Lepidosteus*, *Champsosaurus*, *Gavialis*, *Tomistoma*, etc. (2).

C'est, en tous cas, une singulière coïncidence qu'*Inia*, *Pontoporia* (3) et *Platanista* habitent les fleuves, et que ce sont précisément ces genres d'Odontocètes qui ont les plus longs museaux de tous les Cétacés actuels.

Il est fort peu probable que les Platanistides représentent les plus archaïques des Odontocètes, puisque les trois genres de cette famille sont déjà devenus homodontes et polyodontes.

Si nous considérons, pris ensemble, les résultats obtenus sur la Dentition, sur l'Armure dermique, sur le Prémaxillaire et sur les Pariétaux, nous voyons que ce sont, parmi les Odontocètes actuels, les deux genres *Neomeris* et *Phocæna* qui doivent se rapprocher le plus des formes les plus primitives du groupe, lesquelles sont représentées par *Zeuglodon* et *Squalodon*. Nous trouvons, chez *Phocæna* et chez *Neomeris*, les dernières traces de l'ancienne dentition hétérodonte ; les Prémaxillaires ont encore quelques dents de chaque côté, et dépassent la mâchoire supérieure, de sorte qu'ils forment l'extrémité antérieure du rostre ; au bord antérieur des nageoires, près des évents et sur le dos, se trouvent, chez ces genres seuls, les dernières traces de l'armure dermique ; et les narines n'ont pas encore trop reculé vers le sommet du crâne, de sorte que les Pariétaux participent, comme une bandelette étroite, en arrière des Frontaux, à la constitution de la voûte cranienne, et ils touchent encore l'Interpariétal. Ces types sont donc, sans aucun doute, beaucoup plus archaïques que les Platanistides, qui sont fortement spécialisés.

Ainsi disparaissent, aussi, les limites tranchées que l'on avait, jusqu'ici, l'habitude d'établir entre les Squalodontides, les Mésocètes (Dames) et les Euodontocètes, d'autant plus que nous avons appris à connaître un autre type intermédiaire entre les Odontocètes hétérodontes oligodontes et les formes homodontes polyodontes, dans le *Saurodelphis argentinus*, Burm.

Nous avons vu, en outre, comment, chez *Eurhinodelphis*, la réduction des dents commence snr le Prémaxillaire, tandis que le Susmaxillaire compte encore un grand

---

(1) O. Abel. Denkschr. d. k. Akad. d. Wiss. Wien. 1899. Vol. LXVIII, pp. 839 et 848.

(2) L. Dollo. *Nouvelle note sur le Champsosaure, Rhynchocéphalien adapté à la vie fluviatile.* Bull. Soc. belg. Géol. Vol. V, 1891, p. 153.

(3) Je dois à la bienveillante intervention de M. É. Dupont, Directeur du Musée de Bruxelles, et à l'obligeance de M. E. Ray Lankester, Directeur du British Museum, d'avoir pu étudier les crânes d'*Inia* et de *Pontoporia* décrits par W. H. Flower. Qu'ils veuillent bien recevoir tous deux, ici, l'expression de ma reconnaissance.

nombre de dents en fonctions ; que la réduction a progressé vers l'arrière chez *Ziphirostrum Hemixemi;* que, chez *Mesoplodon*. elle a déjà pour conséquence que la gouttière alvéolaire du Susmaxillaire s'est transformée en un sillon rudimentaire à parois lisses, tandis que les dents sont implantées dans les gencives et sont tout à fait atrophiées; et que *Ziphius*, enfin, ne permet de reconnaître sa descendance des Odontocètes homodontes polyodontes que par l'existence d'un sillon peu profond de la mâchoire, tandis que, ni le Susmaxillaire, ni le Prémaxillaire, ne montrent plus de traces de dents.

La série du développement phylogénique des Odontocètes commence par la phase oligodonte hétérodonte (*Zeuglodon*) et continue, en passant par la phase polyodonte hétérodonte (*Squalodon*) et la phase polyodonte pseudohomodonte (*Saurodelphis*), jusqu'aux Odontocètes polyodontes homodontes, qui sont caractérisés par la famille des Delphinides, aujourd'hui prédominante (1).

Les Saurodelphides longirostres et les Phocénides brévirostres représentent deux rameaux latéraux de la famille des Odontocètes, mais qui, par certains caractères archaïques, nous font connaître la manière suivant laquelle le développement a progressé.

De même que la multiplication des dents et l'uniformisation de celles-ci a eu lieu d'avant en arrière, par la division en dents coniques uniradiculées, ainsi en fut-il de la réduction de la dentition, qui commence à l'extrémité libre de la mâchoire (*Eurhinodelphis*), s'étend graduellement du Prémaxillaire sur le Susmaxillaire (*Ziphirostrum Hemixemi*), de sorte que les dents ont complètement disparu dans la partie antérieure du rostre et n'existent plus dans les gencives de la partie postérieure que comme rudiments sans fonctions (*Mesoplodon*), jusqu'à ce qu'enfin il y ait perte totale de la dentition et qu'un sillon peu profond de la mâchoire indique seul encore la descendance des Odontocètes homodontes polyodontes (*Ziphius*).

Je ne partage donc pas l'opinion de Weber (2), qui voit dans les Ziphioides un groupe d'Odontocètes qui s'est séparé du tronc principal avant que la dentition fût devenue

---

(1) Sous le nom de *Schizodelphis* (*Squalodontoides*) *Capellinii*, P. Longhi (Atti d. Soc. Veneto-Trentina. Padoue, 1897. Sér. 2. Vol. III. Fasc. 1, p. 41 et 3 pl.), a décrit un Dauphin longirostre, qui réunit particulièrement bien les caractères de *Squalodon* et ceux du genre miocène *Cyrtodelphis*, Abel (= *Schizodelphis*, Gervais, p. p.). Les dents antérieures en sont comprimées bilatéralement et ne possèdent point de tubercules accessoires sur les bords, tandis que les dents postérieures rappellent tout à fait celles de *Squalodon*, mais avec des dentelures plus régulières.

Depuis que ces lignes ont été écrites, je me suis trouvé dans l'heureuse situation de pouvoir étudier l'original du *Schizodelphis* (*Squalodontoides*) *Capellinii*, Longhi, au Musée géologique de l'Université de Bologne, grâce à l'obligeance de M. le Professeur G. Capellini. Ce crâne, extrêmement intéressant, paraît, en effet, avoir appartenu à un Dauphin dont la dentition aurait été intermédiaire entre la dentition hétérodonte des Squalodontides et la dentition homodonte des Odontocètes plus récents. Il serait très désirable que la dentition de ce *Schizodelphis* pût être mieux figurée qu'il n'a été possible à M. le Professeur Longhi de le faire. En tous cas, son identification avec le *Schizodelphis* de P. Gervais ne saurait être considérée comme justifiée par la simple présence des sillons latéraux de la mandibule, ainsi que je l'ai indiqué ailleurs (O. Abel. *l. c.*, p. 847).

(2) M. Weber. *Studien über Säugethiere. Ein Beitrag zur Frage nach dem Ursprung der Cetaceen.* Iéna, 1886, p. 197.

homodonte, car les relations de la dentition chez *Eurhinodelphis* et chez *Mesoplodon* sont une preuve convaincante du contraire.

La présence de la forte canine de la mandibule d'*Hyperoodon* donne, toutefois, à la dentition de celui-ci un caractère, au moins en apparence, hétérodonte. Il doit, cependant, paraître très bizarre que, précisément la canine inférieure soit tellement développée et transformée, tandis que nous avons vu que l'Homodontie commence à l'extrémité libre des mâchoires et progresse de là en arrière. « Mais, précisément, dans les organes qui subissent de profondes modifications, nous pouvons nous attendre à trouver, à côté de cas d'atrophie, des cas de croissance véritablement monstrueuse. » (Max Weber, *l. c.*, p. 192.)

La canine fortement saillante de *Mesoplodon* et des autres genres des *Ziphiinæ* ne paraît être due qu'à un développement monstrueux héréditaire, et elle ne semble pas représenter, du tout, les dernières traces d'une dentition primitivement hétérodonte, traces qui, chez tous les autres Odontocètes, ne se trouvent que dans les parties postérieures de la mâchoire.

Les genres cités plus haut, que nous considérons comme les preuves du développement phylogénique de la dentition des Odontocètes, de telle sorte que cette dentition commence par la phase hétérodonte oligodonte (*Zeuglodon*), progresse par les formes homodontes polyodontes (*Delphinidæ*), et finit par des formes oligodontes (*Ziphiinæ*), ne doivent naturellement pas être considérées comme une descendance en ligne directe, mais ils représentent seulement les différentes phases du développement.

La série : *Eurhinodelphis, — Ziphirostrum, — Mesoplodon, — Ziphius,* — pourrait, tout au plus, être regardée comme une partie de l'arbre phylogénique véritable, tandis que les autres termes qui conduisent aux Odontocètes oligodontes hétérodontes ne marquent que des étapes et ne constituent pas les formes ancestrales elles-mêmes (1).

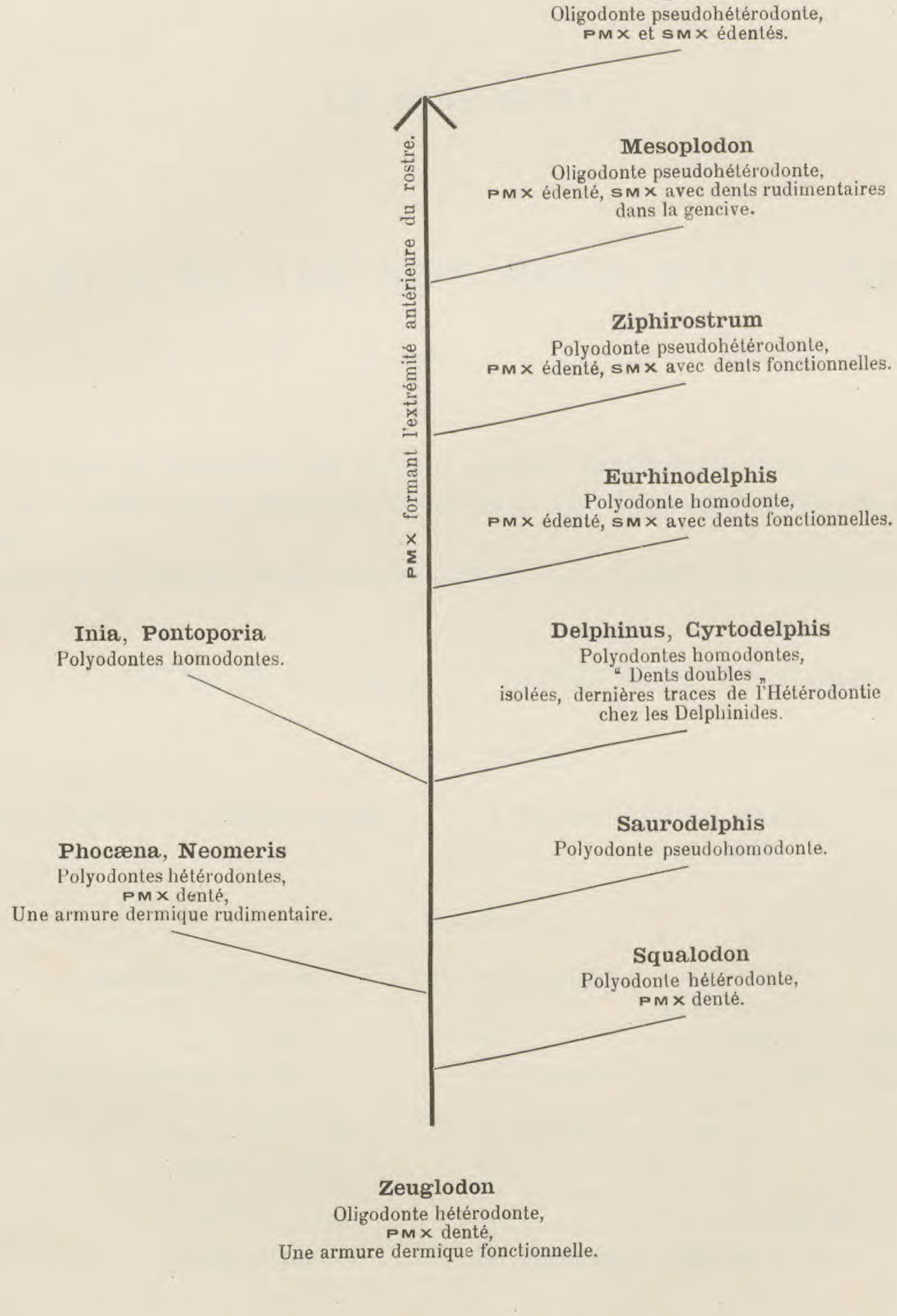
Ces réserves faites, les divers *stades* du développement phylogénique des Odontocètes peuvent être représentés ainsi :

---

(1) Comme, par exemple, dans : L. Dollo. *Sur la Phylogénie des Dipneustes.* Bull. Soc. belg. Géol. Vol. IX. 1895, p. 89.

Les planches du présent mémoire sur les Dauphins longirostres du Boldérien des environs d'Anvers, — avec explication complète, pour chaque figure, sur la planche même, — sont imitées de celles du mémoire de M. Dollo sur les Dipneustes, que l'auteur avait précisément composées ainsi en vue d'en faciliter l'usage par le lecteur, et surtout par le lecteur non-spécialiste.

PHYLOGÉNIE DES ODONTOCETES



LE GISEMENT

DES

CÉTACÉS DES ENVIRONS D'ANVERS

Les restes d'Odontocètes des environs d'Anvers appartiennent tous aux « Sables inférieurs », tandis que les Mysticètes se rencontrent dans ces couches et dans les « Sables moyens ».

Les Cétacés d'Anvers décrits jusqu'aujourd'hui sont, d'ailleurs, les suivants :

I. — CÉTACÉS DES SABLES INFÉRIEURS D'ANVERS

I. — MYSTICÈTES

1. Herpetocetus Scaldiensis, van Ben.
2. Mesocetus Depauwi, van Ben.
3. » pinguis, van Ben.

II. — ZIPHIOIDES

1. Hyperoodon insignis, van Ben.
2. Placoziphius Duboisi, van Ben.
3. Ziphiola clepsydra, van Ben.
4. Homocetus Villersi, du Bus.
5. Ziphirostrum Hemixemi, van Ben.
6. » Turninense, du Bus.
7. » tumidum, du Bus.
8. » marginatum, du Bus.
9. » lævigatum, du Bus.
10. » affinis, du Bus.
11. Ziphirostrum gracile, du Bus.
12. » dicyrtum, du Bus.
13. » recurvirostrum, du Bus.
14. Ziphiopsis phymatodes, du Bus.
15. » servatus, du Bus.
16. Ziphius longirostris, Cuv.
17. » planirostris, Cuv.
18. Rhinostodes Antwerpiensis, du Bus.
19. Belemnoziphius recurvus, du Bus.
20. Dinoziphius raemdoncki, van Ben.

III. — DELPHINIDES

1. Eurhinodelphis Cocheteuxi, du Bus.
2. » longirostris, du Bus.
3. » ambiguus, du Bus.
4. Priscodelphinus productus, du Bus.
5. » robustus, du Bus.
6. » validus, du Bus.
7. » crassus, du Bus.
8. » teres, du Bus.
9. » declivus, du Bus.
10. » Morckhoviensis, du Bus.
11. » elegans, du Bus.
12. » pulvinatus, du Bus.
13. » cristatus, du Bus.
14. Platydelphis canaliculatus, H. v. Meyer.
15. Physeterula Dubusi, van Ben.
16. Champsodelphis Scaldensis, du Bus.
17. Phocænopsis Scheynensis, du Bus.
18. » cornutus, du Bus.
19. Delphinus Delannoyi, van Ben.
20. » Waesi, van Ben.
21. Delphinus Dewaeli, van Ben.
22. Eudelphis Mortselensis, du Bus.
23. Hoplocetus Borgerhoutensis, du Bus.
24. » crassidens, du Bus.
25. Palæodelphis grandis, du Bus.
26. » annulatus, du Bus.
27. » minutus, du Bus.
28. » coronatus, du Bus.
29. » arcuatus, du Bus.
30. » fusiformis, du Bus.
31. » zonatus, du Bus.
32. » pachyodon, du Bus.
33. Squalodon Antwerpiensis, van Ben.
34. » Ehrlichi, van Ben.
35. Trispondylus Kleini, van Ben.
36. Scaldicetus Antwerpiensis, van Ben.
37. » Caretti, du Bus.
38. Eucetus amblyodon, du Bus.
39. Synostodon sp.

II. — CÉTACÉS DES SABLES MOYENS D'ANVERS

MYSTICÈTES

1. Balæna primigenius, van Ben.
2. » Brialmonti, van Ben.
3. Probalæna Dubusii, van Ben.
4. Balænula balænopsis, van Ben.
5. Balænotus insignis, van Ben.
6. Megapteropsis robusta, van Ben.
7. Plesiocetus giganteus, van Ben.
8. » intermedius, van Ben.
9. » tertius, van Ben.
10. Plesiocetus rostratus, van Ben.
11. » minor, van Ben.
12. Heterocetus Hupschi, van Ben.
13. » Burtini, van Ben.
14. » brevifrons, van Ben.
15. » dubius, van Ben.
16. » affinis, van Ben.
17. » scriptus, van Ben.

E. Van den Broeck, auquel j'emprunte cette liste, qui se trouve dans son travail sur les dépôts pliocènes des environs d'Anvers (1), distingue trois divisions dans les sables de cette région : 1° les Sables inférieurs ; 2° les Sables moyens ; 3° les Sables supérieurs.

---

(1) E. Van den Broeck. *Esquisse géologique et paléontologique des dépôts pliocènes des environs d'Anvers.* Mém. Soc. malac. Belg. Vol. IX. 1874, pp. 83,146 et 198.

Les SABLES INFÉRIEURS (Van den Broeck, 1874) = Anversien = Boldérien (aujourd'hui), sont connus dans la bibliographie sous les noms ci-après :

1. Système Diestien.	Dumont (1839) ; Dejardin (1862) ; Dewalque (1868).
2. Crag inférieur, ou Crag noir.	Lyell (1852) ; Dewael (1853).
3. Sables diestiens.	Dewalque (1868) ; Mourlon (1873) ; Cogels (1874).
4. Sables noirs d'Anvers et d'Edeghem.	d'Omalius d'Halloy (1862).
5. Anversien.	Cogels (1889).
6. Boldérien.	Gosselet (1883) ; Van den Broeck (1884) ; Dollfus (1895) ; Légende de la Carte géologique de la Belgique (1900).

Les SABLES MOYENS d'Anvers (Van den Broeck, 1874), qui sont caractérisés par la présence des *Isocardia cor*, sont désignés, maintenant, comme Étage diestien.

D'après la nouvelle Légende de la Carte géologique de la Belgique (1), le Pliocène et le Miocène sont divisés comme suit :

I PLIOCÈNE	1. **Pliocène supérieur** :	*Etage Poederlien* (Sables à Corbula gibba, var. rotundata [Corbula striata]).
	2. **Pliocène moyen** :	*Etage Scaldisien* (Sables à Fusus contrarius).
	3. **Pliocène inférieur** :	*Etage Diestien* (Sables à Isocardia cor).
II MIOCÈNE	1. **Miocène supérieur** :	*Etage Boldérien.* 1. Sables noirs d'Anvers, à Pectunculus pilosus. 2. Sables argileux d'Edeghem, à Glycimeris gentilis (Panopæa Menardi?).

Les restes d'Odontocètes des fortifications d'Anvers appartiennent donc, d'après ceci, exclusivement au Miocène supérieur, tandis que les restes de Mysticètes se partagent entre le Miocène supérieur (Sables noirs d'Anvers), et le Pliocène inférieur (Sables à Isocardia cor).

L'endroit où l'on a découvert le plus de restes d'Odontocètes du Boldérien d'Anvers est le fort n° 4 (Vieux-Dieu), situé tout près de la ligne de chemin de fer qui se dirige vers Bruxelles. Il se trouve dans la partie Sud de la ceinture de forts qui entoure la ville d'Anvers. Cette ceinture commence, sur la rive droite de l'Escaut, au fort n° 8 (Hoboken),

---

(1) *Légende de la Carte géologique de la Belgique, à l'échelle du 40.000e, dressée par ordre du Gouvernement.* Bull. Soc. belg. Géol. Vol. XIV. 1900, p. 24 (Traductions et Reproductions). La bibliographie, jusqu'en 1874, se trouve dans E. Van den Broeck. *l. c.*, p. 83. Celle, jusqu'en 1892, dans : E. Van den Broeck. *Matériaux pour la connaissance des dépôts pliocènes supérieurs.* Bull. Soc. belg. Géol. Vol. VI. 1892.

v. Koenen (*Neues Jahrb.* 1886. I, 81) place le Boldérien dans le Miocène moyen.

se dirige ensuite vers l'Est, par les forts n° 7 (entre Hoboken et Wilryck), n° 6 (Wilryck), n° 5 (Edeghem), pour remonter de là vers le Nord-Est, par le fort n° 4 (Vieux-Dieu), n° 3 (Borsbeck), n° 2 (Wommelghem) et n° 1 (Wyneghem). Comme utiles à la topographie du gîsement, citons encore les affluents et sous-affluents de la rive droite de l'Escaut : le Diepe Beck, dont le cours se dirige du Sud au Nord et se jette dans le Grand Schyn, qui coule vers le Nord-Ouest et qui, au Nord-Est d'Anvers, se réunit au Petit Schyn, pour rejoindre ensuite l'Escaut, au Sud de la Citadelle du Nord. Le canal d'Herenthals est, pendant quelque temps, parallèle au Grand Schijn et croise le Diepe Beck. Le capitaine (depuis, général) Dejardin (1), du Génie belge, a publié, en 1862, une carte géologique des fortifications d'Anvers, et les explications que je viens de donner sont empruntées à sa description.

Par la coupe, qui traverse la ligne des fortifications, de l'Escaut jusqu'au Canal de la Campine (DEJARDIN, Pl. II, n° 2), on voit que, près du fort n° 4 (Vieux-Dieu), le fond du fossé, à 9.30 mètres au-dessus du niveau de la mer, est formé par les *Sables noirs à Pectunculus pilosus*. Au-dessus d'eux, se trouvent les *Sables verts*, que Dejardin désigne comme l'étage supérieur du Diestien ; ces Sables verts sont presque toujours dépourvus de fossiles (p. 483). Viennent ensuite, au Nord-Est, les *Sables argileux*, enclavés entre les Sables campiniens et les Sables verts ; au Sud-Ouest, le *Sable campinien* se trouve directement au-dessus du Sable vert, près du fort de Vieux-Dieu. Le tout se termine, vers le haut, par l'*Humus*. La surface du sol est, à cet endroit, à 11 mètres environ au-dessus du niveau de la mer (Mer basse, à Ostende).

Le Sable noir, rempli de *Pectunculus pilosus*, qui contenait les crânes des Dauphins longirostres des environs d'Anvers, constitue une gangue de nature telle que le dégagement de ces crânes n'a pas dû offrir trop de difficultés. Cependant, il faut faire observer que ce n'est que grâce aux soins extrêmes apportés dans les ateliers du Musée de Bruxelles qu'il a été possible de préparer des parties aussi délicates que l'extrémité libre du rostre ou que la base du crâne, lesquelles, pourtant, sont si bien conservées.

Les os sont ordinairement noirs, rarement d'un brun-rougeâtre ou plus clairs. A certains endroits, il y a, parfois, un dépôt de pyrite. Les crânes sont rarement déformés, ce qui favorise d'une manière remarquable la reproduction de leurs contours naturels.

Il est très curieux qu'on ait trouvé un si grand nombre de crânes, tandis qu'il n'y a presque pas de restes de mâchoires inférieures, ou qu'on n'en possède que des fragments en mauvais état. Il y a, de même, très peu de restes du squelette du tronc, de la queue ou des membres des Odontocètes d'Anvers, à l'exception d'un spécimen assez complet d'*Eurhinodelphis Cocheteuxi* (n° 3252 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique). On peut s'étonner de la rareté de ces pièces, étant donnée

---

(1) A. DEJARDIN. *Description de deux coupes, faites à travers les couches du système scaldisien, ainsi que les couches supérieures, près de la ville d'Anvers.* BULL. ACAD. ROY. BELG. 2e sér., vol. XIII, 1862, p. 470 et 2 pl.

la grande attention que le capitaine (depuis, général) Cocheteux, du Génie belge, a accordée à ces restes d'Odontocètes, lors de leur découverte.

Il serait, peut-être, possible d'expliquer la faible quantité de mandibules par le fait que cet os se détache d'abord du crâne de l'animal en décomposition, et tombe, isolé, au fond de l'eau. En tous cas, des circonstances particulières paraissent avoir favorisé la préservation des crânes, mais nous ne sommes pas en état d'en déterminer la nature exacte en ce moment.

DESCRIPTION DES CRÂNES

DES

DAUPHINS LONGIROSTRES D'ANVERS

ARGYROCETINÆ, Lydekker, 1893.

CYRTODELPHIS, Abel, 1899.

O. Abel, *Untersuchungen über die fossilen Platanistiden des Wiener Beckens*. Denkschr. d. k. Akad. d. Wissensch. in Wien, vol. LXVIII, 1899, p. 839, Pl. I-IV.

Le genre *Cyrtodelphis* a été établi, vu la position et la délimitation incertaine des genres *Schizodelphis*, Gerv. et *Champsodelphis*, Gerv., pour ces formes qui se distinguent par un raccordement curviligne des rameaux mandibulaires le long de leur bord interne, une symphyse ayant plus des deux tiers de la longueur de la mâchoire inférieure, et par de petites dents renflées à la base, uniradiculées et à couronne pointue et recourbée en arrière. Les dents s'avancent jusque sur la partie libre des rameaux mandibulaires, comme chez *Inia*. Sur la face externe, la mâchoire inférieure porte, de chaque côté, un sillon longitudinal, plus ou moins profond, produit par l'empreinte des vaisseaux qui sortent des trous mentonniers, et qui, pour cette raison, mérite le nom de sillon mentonnier.

Le type du genre fut, avant tout, un crâne extrêmement bien conservé, découvert dans les couches de Loibersdorf (I Mediterranstufe de Suess, ou Burdigalien de la terminologie française), près d'Eggenburg, dans la Basse-Autriche. Puis, un crâne décrit par Gervais et provenant de la Molasse miocène de Cournonsec (Hérault). Enfin, un fragment de crâne décrit par Paquier et extrait de la Molasse de Chamaret (Drôme). Tous ces restes furent réunis en une seule espèce, *Cyrtodelphis sulcatus*, Gerv., avec plusieurs autres fragments de crânes, publiés sous différents noms, mais ne formant pourtant qu'une même espèce.

La seconde espèce, réunie provisoirement au genre *Cyrtodelphis*, n'est connue que par des débris de mâchoires inférieures et n'est, par conséquent, que très insuffisamment

caractérisée. C'est le *Cyrtodelphis Christoli*, Gerv., qu'on connaît de la Molasse de Poussan et du Miocène de Léognan. On l'a réunie au genre *Cyrtodelphis*, à cause du raccordement curviligne de la face interne des rameaux mandibulaires et de la ressemblance générale avec la mâchoire inférieure du *Cyrtodelphis sulcatus*, Gerv. Il y a lieu, néanmoins, de faire remarquer que le faible développement des cloisons interalvéolaires est bien spécial et donne à penser qu'il s'agit ici d'une forme chez laquelle commence la transformation d'une série d'alvéoles en gouttière. La réunion du *Cetorhynchus Christoli*, Gerv., au genre *Cyrtodelphis* ne peut donc être regardée que comme provisoire.

CYRTODELPHIS SULCATUS, Gervais, 1853.

1. Delphinus sulcatus.	P. Gervais, *Bull. d. l. Soc. géol. de France*, 1853, X, p. 311.
2. Delphinorhynchus sulcatus.	P. Gervais, *Mém. d. l'Ac. d. Sciences de Montpellier*, t. II, p. 310, pl. VII, fig. 1-7.
3. Schizodelphis sulcatus.	P. Gervais, *Mém. d. l'Ac. d. Sc. de Montpellier*, t. V, 1861, p. 126, pl. IV, fig. 1-3.
4. Delphinus pseudodelphis.	P. Gervais, *Bull. d. l'Ac. d. Sc. de Montpellier*, 1840, p. 11.
5. Delphinorhynchus de Salles.	P. Gervais, *Mém. d. l'Ac. d. Sc. de Montpellier*, t. II, p. 313, pl. VII, fig. 4.
6. Delphinus canaliculatus.	H. v. Meyer, *N. Jahrb. f. Mineralogie*, 1853, p. 163. — Idem, *Palaeontographica*, VI, 1856, p. 44, pl. VII, fig. 1-7, 11-13.
7. Platydelphis canaliculatus.	Du Bus, *Bull. d. l'Ac. roy. d. Sc. de Belgique*, 41e ann., IIe sér., t. XXXIV, 1872, p. 498.
8. Schizodelphis canaliculatus.	J. F. Brandt, *Mém. d. l'Ac. imp. d. Sc. d. Saint-Pétersbourg*, VIIe sér., t. XX, 1873, p. 255, pl. XXVI, fig. 27-29.
9. Platyrhynchus canaliculatus.	Van Beneden, *Bull. d. l'Ac. roy. d. Sc. de Belg.*, 45e ann., IIe sér., t. XLI, 1876, p. 488.
10. Delphinus planus.	P. Gervais, *Zool. et Pal. franç.*, 2e éd., p. 305, pl. XX, fig. 13.
11. Schizodelphis planus.	P. Gervais et P. J. Van Beneden, *Ostéographie des Cétacés*, p. 507, pl. LX, fig. 21.
12. Schizodelphis Depereti.	V. Paquier, *Mém. d. l. Soc. géol. de France* (Paléont.), t. IV, fasc. 4, n° 12, 1894, p. 7-12, pl. XVII.
13. Delphinus Dationum, e.p.	P. Gervais, *Zool. et Pal. franç.*, 2e éd., p. 306, pl. LXXXIII, fig. 1-2.
14. Champsodelphis Dationum, e. p.	P. Gervais et P. J. Van Beneden, *Ostéographie*, p. 489, pl. LVII, fig. 11.
15. Cyrtodelphis sulcatus.	O. Abel, *Denkschr. k. Akad. d. Wissensch. in Wien*, t. LXVIII, 1899, p. 850, pl. I-IV. Consulter ce dernier travail pour le reste de la bibliographie.

Symphyse plus longue que les deux tiers de la mandibule complète. Sillons mentonniers très développés. Face interne du rameau mandibulaire à raccordement curviligne. Dents nombreuses, à sommet recourbé en arrière, coniques, mais à couronne renflée au-dessus de la

base, uniradiculées. Nasaux petits. Interpariétal, parfois visible, parfois synostosé avec les Frontaux. Orbites recouvertes par de larges lames des Frontaux et des Susmaxillaires. Frontaux formant la plus grande partie de la voûte cranienne.

Cette espèce, fort répandue, a été trouvée également dans les Sables noirs d'Anvers, où on en a découvert de multiples restes lors de la construction du fort n° 4 (Vieux-Dieu). Ceux-ci, à l'exception d'un fragment de rostre, n'ont pas encore été décrits. Et ce fragment sert de type aux genres *Platydelphis*, du Bus, et *Platyrhynchus*, Van Beneden (1). Mais ces deux savants naturalistes paraissent ignorer que Gervais avait déjà proposé, en 1861, pour le *Delphinus sulcatus*, le nom générique de *Schizodelphis;* et que, comme H. v. Meyer avait fait ressortir la grande ressemblance de son *Delphinus canaliculatus* avec l'espèce de Gervais, il n'était pas nécessaire de proposer un nouveau nom générique pour le *Delphinus canaliculatus*, ce qui est seulement maintenant devenu opportun par suite de la délimitation incertaine du genre de Gervais.

Individu I.

N° 3246 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique. — Pl. V, fig. 1.

Localité : Fort n° 4, Vieux-Dieu, Anvers.

1. Platydelphis canaliculatus. Du Bus, *Bull. d. l'Acad. Roy. d. Sciences de Belgique*, 41e ann., IIe sér., t. XXXIV, 1872, p. 498.
   Du Bus, *Journ. d. Zool.*, Paris, t. II, 1873, p. 103.
   Gervais et Van Beneden, *Ostéographie*, p. 506, pl. LVIII, fig. 4.
2. Platyrhynchus canaliculatus. Van Beneden, *Bulletin d. l'Acad. roy. d. Sciences de Belgique*, 45e ann., IIe sér., t. XLI, 1876, p. 488.

Le dessin que Gervais et Van Beneden donnent de ce reste de crâne, dans l'Ostéographie, est non seulement peu clair, mais incorrect. D'après la fig. 4, on serait porté à croire que les Prémaxillaires s'appliquent étroitement l'un contre l'autre dans leur partie supérieure, et que celui de droite seulement est percé, dans sa région élargie, de deux trous sous-orbitaires, tandis que celui de gauche manquerait du grand foramen qui se trouve constamment en cet endroit. Ensuite, sur la même planche, fig. 4 *a*, le bord extérieur du Prémaxillaire est représenté comme s'il descendait suivant une courbe vers le bord externe du Susmaxillaire et se repliait en angle aigu vers l'avant, pour se diriger

(1) P.-J. Van Beneden écrit (Bull. Acad. Belg., t. XLI, 1876, p. 488) : " Le vicomte Du Bus a proposé pour ce Dauphin le nom générique de *Platyrhynchus*. „ Mais, en réalité, du Bus avait proposé le nom de *Platydelphis*.

après vers l'extrémité du rostre, presque parallèlement au bord externe du Susmaxillaire. A tout cela, il faut ajouter encore une coupe complètement incompréhensible à travers le rostre, pl. LVIII, fig. 4 *c.*, alors que la vue inférieure d'une portion du rostre, choisie arbitrairement, n'en montre que des caractères sans importance.

Mais ces soi-disant particularités de l'original de *Platydelphis canaliculatus*, que P. Gervais et P.-J. Van Beneden représentent dans l'Ostéographie, n'existent pas en réalité et il n'y a ni cassures, ni autres accidents qui pourraient excuser cette reproduction inexacte ; ceci prouve que la Lithographie d'originaux importants ne pourra jamais atteindre à la même valeur scientifique que la Photographie, et c'est pourquoi le Musée de Bruxelles a décidé l'exécution des planches de mon mémoire par ce dernier procédé. Ces défectuosités n'ont pourtant pas une importance considérable dans l'appréciation de l'espèce, *Cyrtodelphis sulcatus*, Gerv., (O. ABEL, *l. c.*, p. 847), mais elles sont de nature à faire croire que les variations individuelles sont plus grandes que ce n'est véritablement le cas.

Les ressemblances entre notre pièce et les restes du crâne de *Cyrtodelphis sulcatus*, Gerv. (*Schizodelphis Depereti*, Paq.). de Chamaret (Drôme), ainsi qu'avec le crâne de la même espèce d'Eggenburg (Basse-Autriche), sont très fortes et on ne peut douter qu'ils appartiennent à une seule espèce, ou à des espèces extrêmement voisines.

La large fente située à l'extrémité supérieure du rostre, entre les Prémaxillaires, laisse voir, dans la profondeur, le Vomer extraordinairement développé. Le Mésethmoïde est perdu, et on constate seulement qu'il était placé dans une gouttière assez faible du Vomer. Dans la partie antérieure du rostre, les Prémaxillaires ne sont pas non plus étroitement appliqués l'un contre l'autre, mais il existe une fissure entre eux, bien qu'elle soit très étroite. Ceci est important à remarquer, parce que, en général, à un âge avancé, les Prémaxillaires se rapprochent toujours davantage et se soudent finalement tout à fait (O. ABEL, *l. c.*, p. 847). A 37 centimètres du bord antérieur fracturé du rostre, les Prémaxillaires se rapprochent très fort, mais sans se confondre. D'autre part, peut-être l'espace entre les Prémaxillaires est-il si visible parce que la réunion artificielle de parties brisées du rostre est très difficile et qu'elle modifie toujours, plus ou moins, l'assemblage primitif des pièces de la mâchoire.

La partie postérieure élargie des Prémaxillaires, représentée par Gervais, suit le même trajet que chez le *Cyrtodelphis sulcatus* d'Eggenburg (O. ABEL, *l. c.* Pl. I, fig. 1). Sur le Prémaxillaire gauche, on reconnaît le trou sous-orbitaire ; sur le droit, la région correspondante est perdue ; comme il a été dit plus haut, on a représenté deux trous sous-orbitaires sur le Prémaxillaire droit dans la figure donnée par Gervais.

Les bords externes des Susmaxillaires sont fort usés dans la partie postérieure du rostre, et leur trajet ne peut, dès lors, être sûrement suivi. Dans le Susmaxillaire droit, il y a encore quarante-sept alvéoles ; dans celui de gauche, quarante-neuf. Du Bus donne, pour les deux moitiés de la mâchoire, le nombre quarante-sept. Ces alvéoles sont beaucoup plus rapprochées dans la partie postérieure de la gouttière alvéolaire que dans

sa partie antérieure, de sorte qu'on pourrait croire à une expansion des racines comme chez *Inia ;* il n'est, malheureusement, pas possible d'acquérir de certitude à cet égard avec le fragment que nous avons devant nous.

La face inférieure du rostre se distingue par plusieurs particularités qui n'ont pas pu être observées sur les autres restes connus jusqu'ici, à cause de leur état de conservation. Sur toute la longueur de cette face inférieure, il y a un sillon large et profond, qui commence aux Palatins, qui se rétrécit un peu dans la partie moyenne du rostre et qui s'élargit de nouveau graduellement en avant. Le fond de ce sillon est formé, dans la partie postérieure du rostre, par les deux Susmaxillaires, qui laissent entre eux une fente étroite, dans laquelle on voit la crête du Vomer ; les deux Palatins ne se touchent pas entièrement, non plus, mais laissent, également, entre eux une étroite fente pour la crête du Vomer. Encore avant que la fente entre les deux moitiés de la mâchoire supérieure ne se ferme par devant, les Prémaxillaires viennent s'interposer par en-haut entre les Susmaxillaires, et restent visibles jusqu'à l'extrémité antérieure du fragment, vraisemblablement aussi jusqu'à l'extrémité du rostre, sur la face inférieure, en formant le fond du sillon médian.

Les Prémaxillaires sont séparés des Susmaxillaires par une suture fine et nette, et se rapprochent étroitement l'un de l'autre sur la ligne médiane ; vers l'extrémité antérieure, fracturée, du rostre les sutures prémaxillo-susmaxillaires divergent, de telle sorte que le

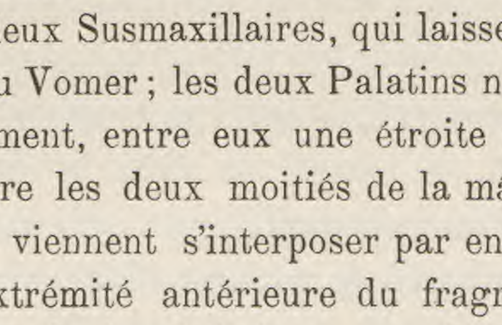


Fig. 10. — **Cyrtodelphis sulcatus**, Gervais. — **Boldérien** (**Miocène supérieur**).

Localité : Vieux-Dieu (Anvers). — Figure originale (n° 3246 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique). — Grandeur naturelle.

Coupe transversale dans la région antérieure du rostre. — Pour montrer l'enfoncement des alvéoles dans le Prémaxillaire.

PMX. — Prémaxillaire. SMX. — Susmaxillaire.

sillon de la face inférieure du rostre atteint, dans sa partie la plus antérieure, à peu près une largeur double de celle de sa partie moyenne.

Par conséquent, les gouttières alvéolaires se trouvent, dans la partie postérieure du rostre, exclusivement dans le Susmaxillaire, tandis que, dans la partie antérieure, les racines des dents s'enfoncent jusque dans le Prémaxillaire, qui, à cet endroit, est un os comprimé, très étroit, lamelliforme (Fig. 10).

La circonstance que les Prémaxillaires divergent, dans le sillon, sur la face inférieure

du rostre, vers son bord antérieur brisé, paraît indiquer que ce bord fracturé n'est pas très éloigné de la véritable extrémité du rostre, car c'est justement ce qu'on observe chez tous les Odontocètes dans lesquels les Prémaxillaires n'occupent que la pointe extrême du rostre.

Il n'est pas possible de délimiter exactement la suture susmaxillo-palatine, mais on peut voir que cette suture, qui commence, en avant, au Vomer, et qui s'étend, de là, obliquement en arrière et vers le haut, forme une ligne presque droite. On ne peut rien dire des relations des Ptérygoïdes avec les Palatins, puisqu'on n'a, en tout, qu'un petit fragment d'un os lamelleux qui pourrait être une partie du Ptérygoïde droit, mais qu'on ne saurait fixer ses limites d'une manière certaine.

Vers l'extrémité postérieure du rostre, près de la suture prémaxillo-susmaxillaire, les Susmaxillaires sont percés, des deux côtés, dans leur partie fort élargie, par un grand trou sous-orbitaire.

On peut se rendre compte des dimensions de notre pièce par sa reproduction photographique, qui est la réduction exacte de l'original à mi-grandeur.

Individu II.

N° 3247 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique. — Pl. V, fig. 2-4.

Localité : Fort n° 4, Vieux-Dieu, Anvers, 20 novembre 1863.

Le second groupe de débris de crânes appartenant au *Cyrtodelphis sulcatus* n'a pas encore été décrit. Outre un plus grand fragment de la région symphysienne de la mandibule, il y a encore un morceau fort abîmé des deux Susmaxillaires, provenant de la partie postérieure du rostre, mais seulement de la face palatine ; ensuite, les restes des larges ailes orbitaires des Susmaxillaires ; puis, un plus grand fragment des deux Frontaux ; puis, de menus débris du Prémaxillaire gauche ; puis, la partie supérieure du Mésethmoïde ; enfin, une partie du Susoccipital.

Le fragment qui comprend la région palatine postérieure des Susmaxillaires est brisé, à droite, au niveau de la suture susmaxillo-palatine, dont le trajet peut bien avoir été le même que celui précédemment décrit. Par contre, la fente entre les Susmaxillaires, sur la face inférieure, n'est pas aussi large que sur le fragment n° 3246, ni, non plus, si régulièrement délimitée. C'est cette fente au fond de laquelle on voit le Vomer sur la pièce étudiée plus haut. Les Susmaxillaires sont, ici, étroitement réunis, en avant des Palatins, et ne se séparent graduellement que plus antérieurement, pour laisser voir une mince portion de la crête du Vomer.

Sur le Susmaxillaire droit, on observe l'extrémité de la rangée alvéolaire, qui s'avance très obliquement, d'avant en arrière, dans la mâchoire, mais les cloisons interalvéolaires

ont presque entièrement disparu, de sorte qu'on ne peut se faire une idée exacte de la forme des racines des dents. Ici, cependant, on est également porté à supposer l'existence de larges racines comprimées bilatéralement, pour les dents placées en arrière, comme c'est le cas chez *Inia, Platanista* ou *Pontoporia*. J'ai, d'ailleurs, pu observer cette forme élargie et comprimée bilatéralement des racines sur une dent de *Cyrtodelphis sulcatus* en place, dans une Mandibule qui a été découverte récemment à Eggenburg. Cette pièce, qui n'a pas été décrite dans ma Monographie des Platanistides du bassin de Vienne, le sera, sous peu, dans une publication spéciale. Je dois, toutefois, faire remarquer que l'hypothèse d'une large racine, comprimée bilatéralement, pour les dents de la partie postérieure du Susmaxillaire, n'a guère pour appui que la dent d'Eggenburg, car il se pourrait que l'état de conservation ait quelque peu influencé la véritable forme des alvéoles.

Dans le groupe d'ossements n° 3247 du Musée de Bruxelles, la région frontale s'écarte assez sensiblement de celle du crâne d'Eggenburg (O. Abel, *l. c.*, Pl. I, fig. 1) et se rapproche davantage du *Cyrtodelphis sulcatus* de Cournonsec (Hérault) (P. Gervais. *Zool. et Pal. franç.*, 2e éd., pl. 83, fig. 3 et 6). Tandis que le crâne d'Eggenburg n'a presque pas de bourrelet occipital, et que la voûte cranienne y est très faiblement arquée, comme chez l'*Argyrocetus patagonicus* (R. Lydekker, *An. d. Mus. de la Plata, Paleontol. Argentina*, II, pl. V, p. 10), on peut observer la formation d'un bourrelet occipital distinct sur le crâne de Cournonsec et sur celui d'Anvers. Mais, ainsi que nous le verrons en détail en parlant de l'*Eurhinodelphis longirostris*, du Bus, la forme de la région frontale varie beaucoup avec l'âge et dépend uniquement de la position plus ou moins élevée des narines.

Le recul des os de la face marche de pair avec celui des narines, tandis que le Susoccipital se glisse d'arrière en avant et arrête, ainsi, la poussée de ces os. Cette résistance que le Susoccipital oppose au recul excessif des os de la face est, en même temps, la cause de l'écartement latéral des Pariétaux vers les fosses temporales et de l'isolement de l'Interpariétal. Chez les types phylogéniquement les plus anciens, les narines se trouvent encore très loin en avant sur le museau, le bourrelet occipital manque et les Pariétaux sont en contact avec l'Interpariétal au sommet du crâne. On constate la même chose dans les embryons des Odontocètes très spécialisés. Mais, chez les Odontocètes phylogéniquement les plus récents, à l'état adulte, les narines se trouvent tout en haut, au sommet du crâne, et la conséquence en est l'écartement latéral des Pariétaux vers les fosses temporales, ainsi que le refoulement, contre le Susoccipital, des os de la face disposés en lames les uns au-dessus des autres, ce qui donne naissance au bourrelet occipital, lequel est souvent renversé en arrière.

L'angle occipital plus ou moins grand est donc important dans l'appréciation de l'âge de l'individu, et, en général, aussi pour la détermination de la position phylogénique d'un Odontocète ; mais il n'est pas propre à servir de caractère distinctif pour les espèces ou pour les genres, et, si nous faisons ressortir les différences entre le crâne du *Cyrtodelphis*

sulcatus d'Anvers et de Cournonsec, d'une part, et celui du *Cyrtodelphis sulcatus* d'Eggenburg, d'autre part, à ce point de vue, il est nécessaire d'en faire remarquer aussi la faible valeur systématique.

L'angle occipital du crâne d'Anvers n'est pas tout à fait aussi fort que celui du crâne de Cournonsec, et il occupe une position intermédiaire entre celui-ci et celui du crâne d'Eggenburg.

Le développement des Nasaux et des Frontaux est, naturellement, en relation immédiate avec les variations de l'angle occipital. Les premiers sont les moins influencés parce que, chez les Odontocètes supérieurs, ils sont, quand même, déjà toujours réduits à l'état de petits os noduleux. Mais la forme des Frontaux est sujette à de nombreuses modifications.

Là où le bourrelet occipital n'existe pas, ou n'est que faiblement développé, en d'autres termes, lorsque les narines ne se trouvent pas situées très haut sur le crâne, les Frontaux peuvent s'étendre davantage et se présentent, alors, comme des os assez faiblement arqués entre les Susmaxillaires et le Susoccipital. Tandis que, par le recul excessif des narines, les Frontaux sont resserrés entre les Susmaxillaires et le Susoccipital, et transformés en un bourrelet osseux, irrégulier, ordinairement très asymétrique, dans la partie visible au sommet du crâne ; toutefois, les ailes orbitaires et les parties descendantes des Frontaux dans la région du Mésethmoïde, ne sont pas influencées par ces modifications.

Sur le crâne d'Anvers, les Frontaux ne sont pas aussi larges que sur le crâne d'Eggenburg ; la région frontale du crâne de Cournonsec ne peut, malheureusement, pas servir à la comparaison, puisque, là, les Frontaux sont perdus, pour autant qu'on peut en juger par la figure de Gervais (*Zool. et Paléont. franç.*, 2e éd., pl. LXXXIII).

Les Nasaux d'Anvers ont disparu, mais ils étaient certainement transformés en petits os noduleux comme dans le crâne d'Eggenburg, puisqu'on peut retracer exactement leurs limites entre les Frontaux et le Mésethmoïde, ainsi que les Susmaxillaires, et qu'on peut, par conséquent, reconstituer leur forme.

Les Susmaxillaires sont recourbés des deux côtés des Nasaux en une paroi raide, surplombant, vers l'extérieur, et sont percés, chacun, dans la région orbitaire, d'un grand trou sous-orbitaire. Les Frontaux ne sont que partiellement recouverts par les larges ailes des Susmaxillaires, parce que la plus grande partie de ces ailes s'est détachée de la région orbitaire des Frontaux et manque aujourd'hui.

L'Interpariétal est synostosé avec les Frontaux et avec le Susoccipital, dont un petit morceau seulement a été conservé sur la ligne médiane du crâne. A l'intérieur de la cavité cranienne, on voit une plus grande partie du Susoccipital.

Comme dans le crâne d'Eggenburg, on observe un Interpariétal nettement isolé des Frontaux et du Susoccipital (O. Abel, *l. c.*, p. 864) ; j'étais, jadis, porté à croire que la séparation de l'Interpariétal était un caractère spécifique du *Cyrtodelphis sulcatus*, mais je ne suis plus de cet avis aujourd'hui. L'Interpariétal est sujet à de fortes variations indivi-

duelles chez les Odontocètes, ainsi que j'ai pu m'en assurer, notamment, sur les crânes d'*Eurhinodelphis Cocheteuxi* du Musée de Bruxelles. On ne peut pas même conclure à une différence d'âge d'après le degré de soudure de l'Interpariétal avec les Frontaux, car il arrive que, même de vieux animaux, possèdent encore un Interpariétal isolé, tandis que, chez des individus assez jeunes, le contraire se présente souvent.

Le fragment de la Mandibule n° 3247, assez grand, puisqu'il mesure 0m.48 de long, est plus important; il fut découvert en même temps que les autres restes du crâne. Il offre des divergences assez considérables avec la mâchoire inférieure du crâne d'Eggenburg (des couches de Loibersdorf), ainsi qu'avec celle de Gauderndorf (Basse-Autriche), mais il se rapproche, par contre, beaucoup du fragment de Mandibule d'Othmarsingen (Aargau, Suisse), figuré par H. v. Meyer dans *Palaeontographica* (t. VI, pl. VII, fig. 1). Il est encore fort voisin de la Mandibule du *Delphinus sulcatus* de Gervais, représenté par celui-ci (*Mém. d. l'Ac. d. Montpellier*, t. V, 1861, pl. IV, fig. 1); la forme de l'angle de la symphyse correspond absolument à celui de la Mandibule d'Anvers, et la seule différence entre les deux mâchoires est que celle d'Anvers est beaucoup plus plate. Sous ce rapport, la pièce d'Anvers rappelle la mâchoire de Heiligenstadt, près de Vienne, et des formes connues sous le nom de *Schizodelphis planus*, Gerv., qui ne sont pas autre chose que des mâchoires de type plat du *Cyrtodelphis sulcatus*.

Eu égard à l'énorme variation des fragments de mâchoire qui ont été découverts en si grand nombre dans la Molasse du Wurtemberg (J. Probst, *Württemberg. Jahreshefte, Stuttgart*, 1886), j'ai renoncé à prendre comme caractère spécifique la convexité diverse des fragments de Mandibule. Si on se décidait à considérer comme espèces distinctes les termes extrêmes de cette série de mâchoires, qui sont reliés par d'innombrables transitions, on pourrait, avec la même raison, élever tous les spécimens intermédiaires au rang d'espèces, ce qui conduirait finalement à une multiplication de noms compliquée et stérile. Pour ce motif, j'ai considéré les formes du *Cyrtodelphis sulcatus* à rostre fortement recourbé et celles à rostre très plat, comme de simples variétés, et j'ai appelé la première : *var. incurvata*, la seconde : *var. planata*.

La preuve que cette appréciation était appropriée aux circonstances m'a été fournie récemment par la découverte, à Eggenburg, d'une nouvelle mâchoire inférieure de *Cyrtodelphis sulcatus* absolument plate sur la face supérieure et, par contre, fortement recourbée sur la face inférieure, et qui montrait ainsi nettement que la courbure plus ou moins forte n'a pas assez d'importance pour servir de caractère spécifique. Il est très curieux de voir à quelles variations considérables les Mandibules sont soumises, de telle sorte que nous avons, d'une part, des mâchoires entièrement plates comme celle de Heiligenstadt (près de Vienne, dans le Tegel sarmatien), et, d'autre part, des formes fortement voûtées comme les restes de mâchoire d'Eggenburg, dans la Basse-Autriche. Il est donc nécessaire, avant tout, d'éviter la distinction d'espèces artificielles, et cela d'autant plus que ce procédé pourrait conduire aussi à des erreurs phylogéniques.

On a découvert des mâchoires recourbées dans les couches de Loibersdorf et de Gauderndorf, une plate dans les couches d'Eggenburg (I Mediterranstufe, Suess = Burdigalien), près d'Eggenburg, une très plate dans le Tegel sarmatien de Heiligenstadt, près de Vienne, et aussi une plate dans le Boldérien d'Anvers. Si, en Souabe, on n'avait pas recueilli, pêle-mêle, des mâchoires plates et des mâchoires recourbées, on serait tenté de désigner les formes à mâchoire plus plate comme étant phylogéniquement plus récentes, ce qui nous éloignerait très fort de la réalité. J'ai choisi cet exemple pour montrer combien il peut être dangereux de se servir de variations insignifiantes comme caractères distinctifs importants de « bonnes espèces ».

Ce qui distingue surtout le fragment de mandibule d'Anvers dont nous nous occupons, c'est l'existence d'une arête vive au bord interne de la partie libre du rameau, disposition qui sépare nettement la face supérieure de la face inférieure, tandis que ces faces passent graduellement l'une dans l'autre sur les restes de mâchoire provenant de la région extra-alpine du bassin de Vienne, parce que, chez ces derniers, la face interne des rameaux est arrondie.

On voit, en outre, que, à en juger d'après la rainure visible sur la moitié gauche de la mâchoire inférieure, les sillons mentonniers commencent déjà sur les branches libres de la mâchoire, mais qu'ils ne s'approfondissent que dans la région symphysienne, absolument comme dans la Mandibule de la Molasse d'Othmarsingen (Aargau).

Sur la face supérieure de la région alvéolaire interne, il y a un sillon longitudinal, au milieu duquel une forte crête indique la place de la symphyse. On peut observer le même sillon, mais avec des dimensions plus faibles, sur le fragment de mâchoire d'Heiligenstadt, qui fait partie des collections du K. K. Naturhist. Hofmuseum, à Vienne, et dont j'ai, récemment, donné une figure (J. F. Brandt, *Mém. d. l'Ac. d. Saint-Pétersbourg,* t. XX, 1873, pl. XXVI, fig. 29; O. Abel, *l. c.*, pl. III, fig. 5, 6).

Il n'est pas possible d'émettre une appréciation sur la conformation des alvéoles de la pièce d'Anvers, parce que les bords de la gouttière alvéolaire sont trop abîmés.

Une circonstance qui mérite d'être mentionnée, c'est la grandeur de l'angle symphysien. Tandis que les restes de Mandibule des Horner Schichten ressemblent, sous ce rapport, à celui de la Molasse d'Othmarsingen (qui a été décrit et représenté par v. Meyer), chez lequel l'angle symphysien atteint une valeur d'environ 30°, ce chiffre s'élève à peu près au double pour la mâchoire d'Anvers.

Mais ce n'est pas une raison pour que ces mâchoires n'appartiennent pas à la même espèce. Car on peut d'abord objecter, contre une séparation spécifique, que la mâchoire inférieure représentée par Gervais (*Mém. Acad. Montpellier*, t. V, pl. IV, fig. 1) a aussi un angle symphysien très grand. On doit, ensuite, faire ressortir que, sur les exemplaires d'Eggenburg, l'angle symphysien est beaucoup plus grand, pris directement derrière la symphyse, que si nous en jugeons d'après la forme générale des rameaux de la Mandibule dans leur partie libre. Or, dans la mâchoire inférieure d'Anvers, les branches sont brisées

immédiatement en arrière de la symphyse. Nous avons donc le droit de supposer que la face interne des branches de la mâchoire était incurvée pour la pièce du Musée de Bruxelles, comme pour le *Cyrtodelphis sulcatus* des couches de Loibersdorf, près d'Eggenburg.

Je ne puis donc admettre dans la différence entre l'angle symphysien du Dauphin d'Anvers et celui du Cétacé d'Eggenburg un caractère qui autoriserait une séparation spécifique. D'abord, les autres formes réunies jusqu'ici sous le nom de *Cyrtodelphis sulcatus* varient dans d'assez larges limites en ce qui concerne les caractères de la Mandibule, et, ensuite, la forme de l'angle symphysien, immédiatement en arrière de la symphyse, n'est pas concluante, puisque nous pouvons penser que les branches de la mâchoire étaient recourbées en dedans, comme à Eggenburg, ce qui diminue aussitôt l'angle en question.

Individu III.

N° 3565 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique.

Localité : Fort n° 4, Vieux-Dieu, Anvers, septembre 1862.

Au *Cyrtodelphis sulcatus*, appartient très probablement encore un fragment de rostre, long de 27 centimètres, mais dont il n'y a que la portion droite du Susmaxillaire. Dans celle-ci, se trouvent 29 alvéoles rondes très rapprochées. La face inférieure du Susmaxillaire est fort aplatie.

Individu IV.

N° 3566 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique.

Localité : Fort n° 4, Vieux-Dieu, Anvers, août 1862.

Un fragment de rostre provenant d'un quatrième individu doit également être rapporté au *Cyrtodelphis sulcatus*. Le Susmaxillaire gauche, qui nous est conservé, mesure 29 centimètres de long. Les alvéoles n'y étaient pas arrondies, mais ovales, ce qui permet de conclure à une implantation plus oblique des dents (Cf. *Cyrtodelphis sulcatus, var. planata*, de Heiligenstadt, près de Vienne, O. Abel, *l. c.*, p. 855, pl. III, fig. 5). Et, en vérité, les alvéoles s'enfoncent obliquement en arrière, de telle sorte que les dents devaient être inclinées en avant. Elles sont assez éloignées les unes des autres et sont seulement un peu plus rapprochées dans la partie antérieure : la distance des centres des deux premières alvéoles est de 8 millimètres; dans la partie postérieure, elles sont à une distance presque double : de la 20e à la 21e alvéole, il y a 16 millimètres.

Individu V.

N° 3567 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique.

Localité : Fort n° 4, Vieux-Dieu, Anvers, août 1862.

Un fragment, long de 14 centimètres et très mal conservé, du Susmaxillaire droit d'un individu plus petit appartient, peut-être encore, au *Cyrtodelphis sulcatus;* du moins, il ressemble plus à cette espèce qu'à nul autre Dauphin longirostre.

Individu VI.

N° 3568 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique.

Localité : Fort n° 4, Vieux-Dieu, Anvers, mars 1863.

On peut placer ici un fragment, de 11 centimètres de long, également très mal conservé, et appartenant au Susmaxillaire droit d'un Odontocète longirostre. On y voit 10 alvéoles arrondies.

Individu VII.

N° 3453 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique.

Localité : ?Quatrième section, Anvers, 1861-63.

On a découvert, avec six petits fragments de rostre, très mal conservés et qu'on ne peut attribuer à un genre ou à une espèce déterminés, une caisse tympanique droite. Elle ressemble beaucoup à la caisse tympanique trouvée à Eggenburg, avec le crâne du *Cyrtodelphis sulcatus* (O. Abel, *l. c.* Pl. III, fig. 2 à 4), ainsi qu'à celle que H. v. Meyer (*l. c.* Pl. VII, fig. 11 à 13) a représentée, et elle concorde également très bien avec la figure de l'Ostéographie (P. Gervais et P. J. Van Beneden, *l. c.*, pl. 57, fig. 8). Ces coïncidences nous permettent d'attribuer la caisse tympanique d'Anvers au *Cyrtodelphis sulcatus*.

L'os est pyriforme et divisé en deux régions par un sillon qui descend sur sa face inférieure.

De ces deux régions, celle en contact avec le Basioccipital est la plus étroite et la plus déprimée; celle tournée vers le dehors, est plus large, plus bombée.

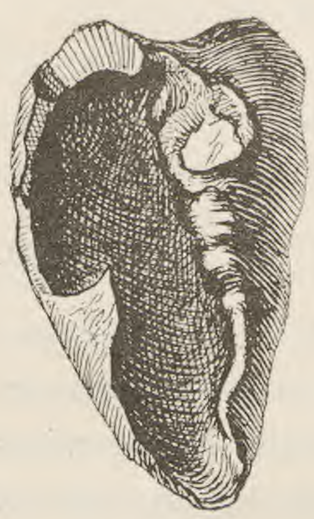


Fig. 11.
Vue de dessus.

Fig. 12.
Vue de dedans.

Fig. 13.
Vue de dessous.

Fig. 14.
Vue de derrière.

Fig. 11-14. — **Cyrtodelphis sulcatus**, Gervais. — **Boldérien** (**Miocène supérieur**).

Localité : Anvers. — Figure originale (n° 3453 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique). — Caisse tympanique droite. — Grandeur naturelle.

Les faces latérales qui s'élèvent vers le crâne, sont plates, déprimées, et séparées des régions bombées de la face inférieure par des arêtes arrondies.

Entre les deux saillies postérieures arrondies dans lesquelles viennent mourir les régions bombées de la face inférieure, pour se recourber d'ici vers le haut et vers le dedans, le sillon longitudinal de la face inférieure est le plus profond.

La trompe d'Eustache débouche près de l'extrémité rétrécie de la caisse tympanique sur la face interne. Le canal demi-cylindrique, qui parcourt l'os, et qui, chez l'animal vivant, est fermé par la membrane du tympan, se termine près de l'ouverture triangulaire dont le bord se déverse vers l'intérieur en forme de lèvre.

Je dois faire remarquer que la caisse tympanique de *Platanista gangetica*, dont j'ai pu étudier un crâne parfaitement préparé au Musée de Bruxelles, a une forme très analogue. Les différences consistent en ce que l'extrémité bombée de la moitié externe, plus grande, est fort étirée, et en ce que l'extrémité de la moitié interne dépasse la pointe externe à peu près de 6 millimètres. Chez *Cyrtodelphis sulcatus*, les pointes sont égales.

En outre, chez *Platanista*, le sillon de la face inférieure de la caisse tympanique est rempli de tissu osseux lamelleux, structure qui manque à la caisse tympanique de *Cyrtodelphis sulcatus*.

Les dimensions de la caisse tympanique d'Anvers correspondent parfaitement à celles de la caisse tympanique du crâne d'Eggenburg, et dépassent très peu celles de la caisse d'Othmarsingen représentée par v. Meyer. Les deux premières ont 29 millimètres de long; la dernière, 27 millimètres.

EURHINODELPHIDÆ, Abel, 1901.

EURHINODELPHIS, du Bus, 1867.

B. du Bus. *Sur quelques mammifères du crag d'Anvers*. Bull. Acad. roy. Bel. 1867, vol. XXIV, p. 569.

Lors de la construction des fortifications d'Anvers, en 1861-1863, on a découvert, dans le Boldérien, au fort n° 4 (Vieux-Dieu), de nombreux crânes, très bien conservés, ainsi que plusieurs parties de squelette d'un nouvel Odontocète longirostre. Les premiers ont été nommés et décrits brièvement par du Bus; les figures de quelques-uns se trouvent dans l'Ostéographie de P. Gervais et P. J. van Beneden, dans laquelle il est également dit un mot des vertèbres cervicales. L'espèce fut appelée : *Eurhinodelphis Cocheteuxi*. Et voici la diagnose donnée par du Bus lui-même (*l. c.*, p. 569) :

« Museau excessivement allongé et mince; sa longueur égale trois fois et demie celle du crâne, prise entre les condyles occipitaux et la base du rostre. Le maxillaire supérieur ne s'étend que jusqu'aux trois cinquièmes de la longueur du rostre, et il porte des dents dans toute sa longueur; tandis que les deux cinquièmes antérieurs sont exclusivement formés par les os incisifs ou intermaxillaires, qui n'ont pas de dents, comme cela arrive presque toujours chez les Dauphins. Le canal dentaire supérieur persiste néanmoins dans toute la longueur du rostre, et la série des alvéoles se continue également à la surface palatine jusqu'au bout sans interruption, en un simple sillon alvéolaire. Le canal vomérien est large, les incisifs et les maxillaires réunis forment une espèce de trompe dans toute leur partie rostrale, et ils sont si intimement soudés qu'il est très difficile de bien distinguer leurs connexions. »

P. Gervais (*Ostéographie*, p. 492) y ajoute encore : « Les vertèbres cervicales restaient disjointes et celles des différentes régions du corps étaient de forme relativement allongée. »

Comme on poursuivait les travaux des fortifications, on recueillit un grand nombre de restes d'autres Dauphins longirostres, qui parurent assez différents à du Bus pour qu'il y distinguât treize espèces nouvelles, qui, toutes, se faisaient remarquer par la grande longueur du museau, et qui doivent donc, d'après Flower, être comptées au nombre des Platanistides. Ces espèces sont les suivantes :

1. Eurhinodelphis longirostris, du Bus.
2. » ambiguus, du Bus.
3. Priscodelphinus productus, du Bus.
4. » robustus, du Bus.
5. » validus, du Bus.
6. » crassus, du Bus.
7. » teres, du Bus.
8. Priscodelphinus declivus, du Bus.
9. » Morckhoviensis, du Bus.
10. » elegans, du Bus.
11. » pulvinatus, du Bus.
12. » cristatus, du Bus.
13. Platydelphis canaliculatus, H. v. Meyer.

Il n'y a pas de figures dans le travail de du Bus; les crânes d'*Eurhinodelphis Cocheteuxi, E. longirostris*, *Priscodelphinus productus* et *Platydelphis canaliculatus* ne furent représentés que plus tard, dans l'*Ostéographie* de Gervais et Van Beneden (Pl. 58). Sur les autres espèces, très sommairement décrites par du Bus, rien ne fut publié depuis.

Maintenant, nous devons, avant tout, chercher les motifs qui ont porté du Bus à placer dix de ses espèces dans le genre *Priscodelphinus* de l'Amérique du Nord. Leidy [1] avait proposé le nom de *Priscodelphinus*, en 1851, pour quelques vertèbres isolées. Outre les espèces du Boldérien d'Anvers, on connaît, aujourd'hui [2], les espèces suivantes du genre *Priscodelphinus* :

1. Priscodelphinus Harlani, Leidy (*Synopsis*, p. 433) : 6 vertèbres du New-Jersey, Shilot, Cumberland Co., sont le type du genre et de l'espèce.
2. Priscodelphinus Conradi, Leidy (*Synopsis*, p. 433) : Vertèbres de la Virginie et de Charles Co. [Maryland].
3. Priscodelphinus acutidens, Cope (*Synopsis*, p. 433) : 1 dent de Charles Co. [Maryland].
4. Priscodelphinus spinosus, Cope (*Synopsis*, p. 433) : Plusieurs vertèbres de Charles Co. [Maryland].
5. Priscodelphinus atropius, Cope (*Synopsis*, p. 433) : Plusieurs vertèbres de Charles Co. [Maryland].
6. Priscodelphinus stenuus, Cope (*Synopsis*, p 433) : Plusieurs vertèbres de Charles Co. [Maryland].
7. Priscodelphinus (Tetrosphys, Cope, 1869) grandævus, Leidy (Cope, *Amer. Naturalist.*, 1890, p. 605, fig. 2, p. 606, fig. 3).
8. Priscodelphinus (Tetrosphys) lacertosus, Cope (*Amer. Naturalist.*, p. 614).
9. Priscodelphinus (Tetrosphys) Gabbii, Cope (*Amer. Naturalist.*, p. 614).
10. Priscodelphinus (Tetrosphys) uræus, Cope (*Amer. Naturalist* , p, 614).
11. Priscodelphinus (Tetrosphys) Ruschenbergeri, Cope (*Amer. Naturalist.*, p. 614).

D'après la nature de ces matériaux, les caractères des vertèbres pouvaient, *seuls*, séparer les espèces de *Priscodelphinus* de du Bus d'avec celles d'*Eurhinodelphis* et déterminer la réunion des premières au genre *Priscodelphinus*, Leidy. Mais du Bus ne nous dit rien des caractères des vertèbres des Dauphins longirostres d'Anvers; les raisons qui l'ont porté à séparer ses espèces de *Priscodelphinus* de celles d'*Eurhinodelphis*, se rapportent uniquement à des caractères craniens [3] : « ... il est probable que les incisifs ne dépassaient pas notablement l'extrémité des maxillaires. » Bien que l'extrémité libre du rostre de *Priscodelphinus productus* (n° 3243 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal de Belgique; Gervais et Van Beneden, *Ostéographie*, Pl. 58, fig. 3) ne nous ait pas été conservée, on voit cependant très nettement que la suture prémaxillo-susmaxillaire ne s'étend pas jusqu'à l'extrémité antérieure du rostre dans la profonde rainure latérale (qui, chez d'autres formes, marque ordinairement la limite entre le Prémaxillaire et le Susmaxil-

(1) J. Leidy. Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia. Vol. V. 1850-51, p. 326.

(2) J. Leidy. *Synopsis of Extinct Mammalia of North America.* Journ. Acad. Nat. Sc. Philadelphia. Sér. II. Vol. VII. 1869, p. 433.

(3) B. du Bus. Bull. Acad. roy. Belg. 1872, p. 492.

laire), mais qu'elle se dirige, absolument comme chez *Eurhinodelphis Cocheteuxi*, de cette rainure vers le bas et qu'elle rampe sur la face externe du rostre, vers la gouttière alvéolaire. Il ne peut donc y avoir de doute que le *Priscodelphinus productus* se rapproche beaucoup de l'*Eurhinodelphis Cocheteuxi* en ce qui concerne les mâchoires, et que, pour cette raison, on doit le faire rentrer dans le genre *Eurhinodelphis*. Il en est de même pour *Priscodelphinus Morckhoviensis*, *P. elegans*, *P. pulvinatus* et *P. cristatus*, qui forment un groupe naturel avec *Priscodelphinus productus*.

On ne peut identifier, cependant, le *Priscodelphinus productus* avec l'*Eurhinodelphis Cocheteuxi :* d'abord, parce qu'il est moins grand; puis, à cause des Palatins, qui sont autrement conformés; puis, aussi, parce que la crête occipitale interne est beaucoup plus longue. Mais on peut réunir ce *Priscodelphinus productus* à l'*Eurhinodelphis longirostris*, comme on le verra plus loin en détail.

Par contre, les espèces ci-après : *Priscodelphinus robustus*, *P. validus*, *P. crassus*, *P. teres* et *P. declivus*, ne sont pas autre chose que des formes de l'*Eurhinodelphis Cocheteuxi*, avec lequel elles concordent, tant pour la taille que pour les caractères importants. Les divergences sont dues : en partie, à des variations individuelles; en partie, à des différences d'âge.

L'*Eurhinodelphis ambiguus*, enfin, a été joint à l'*Eurhinodelphis longirostris*. Ici, aussi, les discordances, peu importantes, paraissent provenir de variations individuelles, de différences d'âge ou de sexe, mais, en tous cas, il n'y a pas de raisons suffisantes pour la séparation d'une espèce particulière.

Par conséquent, deux grands groupes subsistent, dont le premier comprend toutes les formes qui doivent être réunies dans une même espèce, l'*Eurhinodelphis Cocheteuxi;* et dont le second a pour type l'*Eurhinodelphis longirostris ;* de sorte que les trois espèces d'*Eurhinodelphis* et les dix espèces de *Priscodelphinus* du Boldérien d'Anvers se réduisent à deux espèces, qui se distinguent l'une de l'autre, d'abord, par la taille, et ensuite par d'importants caractères craniens.

On a découvert à Sassari (Sardaigne), dans le Calcaire grossier du Miocène, un fragment de museau d'un Odontocète, avec plusieurs dents très bien conservées, fragment qui a été décrit par Capellini (1), qui l'a appelé *Eurhinodelphis Sassariensis*. Les preuves fournies pour rapporter cette pièce au genre *Eurhinodelphis* ne me paraissent pas convaincantes ; le caractère le plus important du rostre du genre *Eurhinodelphis*, du Bus, est l'amincissement en coin des Susmaxillaires au contact des Prémaxillaires, ainsi que le prolongement édenté, limité par des bords osseux tranchants, de la gouttière alvéolaire sur le Prémaxillaire, qui, à lui seul, forme une grande partie de la région antérieure du rostre. Sur

(1) G. Capellini. *Cetacei e Sirenii fossili scoperti in Sardegna*. Rendiconti d. R. Accad. d. Lincei. Sér. 4. Vol. II. 1886, p. 79.
— G. Capellini. *Delfinorinco fossile dei dintorni di Sassari*. Mem. d. R. Accad. d. Sc. d. Bologna. Sér. 4. Vol. VIII. 1887 p. 103, et 1 pl.

le fragment de mâchoire de Sassari, on ne voit aucun de ces caractères, et la partie conservée du Susoccipital n'est pas suffisante pour permettre de conclure.

Il est difficile de déterminer à quel genre appartient le fragment découvert en Sardaigne. On peut seulement dire qu'il provient d'un Dauphin longirostre, qui avait de nombreuses dents du type de *Cyrtodelphis*, mais qui montrent une courbure en avant de la couronne dentaire. Quoi qu'il en soit, il ne peut pas être question de comparer davantage cette pièce à l'*Eurhinodelphis* d'Anvers (1).

On ne connaît donc le genre *Eurhinodelphis* que du Boldérien d'Anvers. Ce qui doit surtout nous frapper dans ce genre est la nature particulière de la dentition. Nous avons déjà montré, plus haut, que, dans l'évolution de la phase hétérodonte oligodonte vers la phase homodonte polyodonte, il y a non seulement augmentation du nombre des dents, mais, finalement, aussi, disparition des dents, d'avant en arrière. C'est ainsi que nous avons vu comment, chez *Squalodon*, les Prémolaires prennent l'aspect des Incisives et des Canines, et comment le type des Prémolaires de *Zeuglodon* s'est transmis aux Molaires.

Nous avons vu également comment, chez *Saurodelphis*, les dents antérieures sont coniques et en voie de division, tandis que les dents postérieures sont encore pluriradiculées. De la sorte, la transition à la dentition homodonte polyodonte s'opère lentement.

Il n'y a pas de doute, non plus, qu'*Eurhinodelphis* ne provienne d'un genre qui avait beaucoup plus de dents, et chez lequel le Prémaxillaire était lui-même denté. Nous voyons que le Prémaxillaire entier, pour autant qu'il participe à la formation du bord externe du rostre, est parcouru par un sillon, qui est la suite de la gouttière alvéolaire du Susmaxillaire. Et le canal dentaire se continue tel quel, du Susmaxillaire sur le Prémaxillaire. Cette disposition ne doit pas être interprétée comme le commencement de la multiplication des dents, car celle-ci se manifeste d'une tout autre manière. Mais l'existence du sillon et du canal dentaire est une preuve décisive que la dentition était en régression chez *Eurhinodelphis*.

Nous en trouvons, d'ailleurs, d'autres indices chez *Ziphirostrum Hemixemi*, Van Ben., du Boldérien d'Anvers, et chez les espèces actuelles de *Mesoplodon*.

Pour le premier, le Susmaxillaire est muni d'une gouttière dentaire qui a de très minces cloisons interalvéolaires, rappelant ce qu'on observe dans le *Champsodelphis Christoli*, Gerv. ; les dents sont en régression et une petite portion des racines est seulement encore enfoncée dans la mâchoire ; de là une tendance à la disparition des cloisons interalvéolaires, qui ne sont plus des séparations entre les racines réduites ; tandis que la profonde gouttière alvéolaire persiste.

Mesoplodon est encore plus avancé dans cette direction. Chez lui, les dents supérieures

---

(1) Capellini a encore décrit un atlas incomplet de Galatone (Terre d'Otrante), qui ne saurait entrer en ligne de compte dans la comparaison des différentes espèces belges d'*Eurhinodelphis* (G. Capellini. *Balenottere fossili e Pachyacanthus dell' Italia meridionale.* Atti d. R. Accad. d. Lincei. 1876-77. Vol. I, p. 170; *Pachyacanthus* vel *Priscodelphinus*, id. 1878. Vol. II, p. 49).

sont devenues toutes petites et ne sont plus enveloppées que par les gencives, alors que le Susmaxillaire et le Prémaxillaire sont toujours garnis d'une forte rainure, qui représente la trace de la gouttière alvéolaire primitive.

Jusqu'ici on a réuni *Eurhinodelphis*, du Bus, aux Platanistides (1). Ce qui précède établit clairement que le genre boldérien doit être placé, pourtant, dans une tout autre série évolutive que celle qui contient *Inia*, ou *Pontoporia*, ou *Platanista*, et qu'il est, en outre, quelque chose de tout différent de *Saurodelphis*, Burm.

C'est, maintenant, une question de savoir s'il y a lieu de continuer à laisser dans une même famille tous les Dauphins longirostres. Ou s'il ne vaudrait pas mieux exprimer, par des divisions systématiques, l'origine polyphylétique de leurs divers genres.

Bien que tout naturaliste sache que la meilleure classification taxonomique ne peut être qu'artificielle, il faut, pourtant, tâcher de mettre cette classification d'accord avec les affinités naturelles des types qu'elle embrasse. Pour cette raison, la famille des Platanistides, telle que la concevait Flower, ne saurait être maintenue plus longtemps, et on doit isoler les quelques genres qui la composaient.

D'autre part, le genre *Saurodelphis*, Burm. représente une famille entièrement distincte, pour laquelle on pourrait adopter le nom de *Saurodelphidæ*.

De même, le nom d'*Eurhinodelphidæ* conviendrait pour le genre *Eurhinodelphis*, du Bus, qui est aussi tout à fait différent des autres Dauphins longirostres.

Je me réserve de reprendre cette question, d'une manière détaillée, à la fin de la seconde partie de ce travail, qui aura pour objet la description du reste du squelette des Dauphins longirostres du Boldérien des environs d'Anvers.

EURHINODELPHIS COCHETEUXI, du Bus, 1867.

1. EURHINODELPHIS COCHETEUXI.	Du Bus, *Bull. d. l'Ac. roy. d. Sciences de Belgique*, 37e ann., 2e sér., t. XXIV, 1867, p. 569.
	J. F. Brandt, *Mém. d. l'Ac. imp. d. Sciences de Saint-Pétersbourg*, VIIe sér., t. XX, 1873, p. 284.
	P. Gervais et P. J. Van Beneden, *Ostéographie des Cétacés*, pl. 58, fig. 1, p. 493.
2. PRISCODELPHINUS ROBUSTUS.	du Bus, *Bull. d. l'Ac. roy. d. Sciences de Belgique*, 41e ann., 2e sér., t. XXXIV, 1872, p. 493.
	du Bus, *Journal de Zoologie*, t. XII, 1873, p. 99.
	Gervais et Van Beneden, *Ostéographie*, p. 494.

(1) Grâce à l'amabilité de M. le Professeur G. Capellini, j'ai pu examiner en détail l'original de l'*Eurhinodelphis Sassariensis*, qui se trouve à Bologne. Cet examen a confirmé ma conviction que les restes en question sont insuffisants pour permettre une détermination, même générique; et que, notamment, il ne saurait s'agir, ici, de se décider pour *Eurhinodelphis*, puisque la partie antérieure, si caractéristique, des Prémaxillaires, manque complètement.

La pièce de Capellini provient bien d'un Dauphin longirostre homodonte, mais c'est tout ce qu'on en peut dire.

3. Priscodelphinus validus.	du Bus, *l. c.*, 1872, p. 493 ; *l. c.*, 1873, p. 99. Gervais et Van Beneden, *Ostéographie*, p. 494.
4. Priscodelphinus crassus.	du Bus, *l. c.*, 1872, p. 494 ; *l. c.*, 1873, p. 99. Gervais et Van Beneden, *Ostéographie*, p. 494.
5. Priscodelphinus teres.	du Bus, *l. c.*, 1872, p. 494 ; *l. c.*, 1873, p. 100. Gervais et Van Beneden, *Ostéographie*, p. 494.
6. Priscodelphinus declivus.	du Bus, *l. c.*, 1872, p. 495 ; *l. c.*, 1873, p. 100. Gervais et Van Beneden, *Ostéographie*, p. 495.

1. — Susmaxillaire.

Comme, de beaucoup, la plus grande partie du rostre est constituée par les Prémaxillaires, contre lesquels viennent s'appuyer les Susmaxillaires en forme de coin, ceux-ci paraissent, en quelque sorte, refoulés vers le crâne. A l'endroit où le Susmaxillaire est remplacé par le Prémaxillaire, sur le bord externe du rostre, sa face externe est verticale ; mais, bientôt, l'os se tord, le long de la suture prémaxillo-susmaxillaire, et, au voisinage de l'échancrure préorbitaire, il s'applique, par une lame presque horizontale, sur les ailes orbitaires des Frontaux. Cette région quasi horizontale du Susmaxillaire est séparée par une arête vive de la région verticale placée au bord externe du rostre. L'arête en question commence à l'échancrure préorbitaire et tourne, de là, assez rapidement vers le point de la suture prémaxillo-susmaxillaire situé au bord externe du rostre, de sorte que la région horizontale du Susmaxillaire est nettement isolée de sa région verticale.

Et comme, des deux côtés de l'arête, le Susmaxillaire est légèrement excavé par un enfoncement longitudinal, la démarcation de la région rostrale et de la région orbitaire est encore mieux accusée. La concavité de la région orbitaire atteint son maximum à l'endroit où le Susmaxillaire s'étale en une lame au-dessus du Jugal et du Frontal ; et, à l'endroit où, le Prémaxillaire, le Nasal et le Frontal se réunissant sur la face supérieure du crâne, la région orbitaire du Susmaxillaire s'incurve complètement, pour recouvrir les trois os précités comme une paroi se dressant verticalement.

Dans la région orbitaire, le Susmaxillaire est percé de plusieurs trous dirigés en avant et en dedans, qui varient déjà quant à leur nombre et à leur situation sur les deux moitiés d'un même crâne, et plus encore, naturellement, d'individu à individu. Il y a, ordinairement, deux à quatre de ces trous sous-orbitaires. Cependant, dans un cas, leur nombre s'élève à huit d'un seul côté. Ils marquent les endroits par où sortent les rameaux du Trijumeau.

La limite postérieure de la région orbitaire du Susmaxillaire ne déborde, ni ne recouvre même le Frontal, qui, ainsi, reste libre. On peut donc le suivre, sans interruption, depuis le Prémaxillaire, tout le long du bord externe du Susmaxillaire jusqu'au Jugal.

L'extrémité antérieure de la région rostrale cunéiforme du Susmaxillaire, qui se glisse sous le Prémaxillaire, marque, autant qu'on peut en juger par les restes conservés, la moitié de la longueur du rostre. La gouttière alvéolaire, qui commence à peu de distance de l'échancrure préorbitaire, devient très étroite en passant sur le Prémaxillaire, où elle se présente comme une rainure très profonde, à bords vifs, dans laquelle on ne peut pas constater de traces d'alvéoles. La pointe extrême du Susmaxillaire se trouve sur la face inférieure du rostre, en dehors de la rainure du Prémaxillaire. De cette pointe extrême la suture prémaxillo-susmaxillaire se dirige en arrière, pour rejoindre, sous un angle qui varie de 3° à 5°, le sillon qui, chez les Odontocètes, sépare habituellement le Prémaxillaire du Susmaxillaire sur la face supérieure du rostre.

De plus, ici, ce sillon, entièrement indépendant de la suture prémaxillo-susmaxillaire, se dirige parallèlement au bord externe du rostre, jusqu'à l'extrémité antérieure du crâne. Il est, en outre, le plus profond en avant du point où la suture prémaxillo-susmaxillaire s'en détache pour courir obliquement vers le bas. Sur la face inférieure du rostre, la suture prémaxillo-susmaxillaire s'étend, d'abord, sur une petite distance, le long du bord interne de la gouttière alvéolaire qui appartient au Prémaxillaire ; elle s'en écarte, ensuite, pour se rapprocher de la suture interprémaxillaire. Elle reste, pendant quelque temps, parallèle à cette suture jusqu'à ce que les Prémaxillaires disparaissent, sous forme de coins très effilés, entre le Vomer et les deux Susmaxillaires disjoints, tandis que, justement alors, la large crête du Vomer devient visible entre les deux Susmaxillaires. Puis, les deux Susmaxillaires se rapprochent de nouveau, et ne tardent pas à se réunir en une suture intersusmaxillaire, pour aller rejoindre les Palatins.

A partir de ce point, la limite du Susmaxillaire, le long de la suture susmaxillo-palatine, se dirige vers le haut et vers le dehors, le long du Palatin, dans l'intervalle situé entre le Ptérygoïde, le Frontal et le Jugal ; la partie du Susmaxillaire qui était visible sur la face inférieure du crâne disparaît.

Le Susmaxillaire porte trente-neuf ou quarante alvéoles arrondies, dans lesquelles se trouvaient des dents coniques uniradiculées, qui ont disparu pendant la fossilisation.

2. — Prémaxillaire.

Comme je l'ai déjà dit en parlant du Susmaxillaire, le Prémaxillaire occupe une grande partie du rostre. Il en forme presque seul la face supérieure, tandis que le Susmaxillaire, placé au-dessous, domine sur la face inférieure. Tout le long du bord externe du rostre, il y a une rainure profonde et large ; il en a été question plus haut. Cette rainure divise le Prémaxillaire, dans la partie antérieure du rostre, en deux régions fortement convexes, qui ont à peu près la même importance vers l'extrémité du museau. Mais, tandis que la gouttière alvéolaire devient plus forte et plus profonde près de l'échancrure préor-

bitaire, la rainure prémaxillaire, qui en est le prolongement, s'enfonce de moins en moins vers l'extrémité antérieure du rostre, de sorte que, près de la pointe, on ne peut plus suivre ses traces que dans une faible concavité de la face externe verticale du Prémaxillaire.

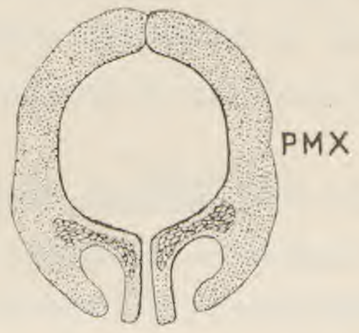


Fig. 15. — **Eurhinodelphis Cocheteuxi**, du Bus. — **Boldérien (Miocène supérieur)**.

Localité : Vieux-Dieu (Anvers). — Figure originale (n°.3253 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique). — Grandeur naturelle.

Coupe transversale dans la région antérieure du rostre. — Pour montrer : que cette région est uniquement constituée par le Prémaxillaire, — qui contient le prolongement de la gouttière alvéolaire du Susmaxillaire, sous forme d'un canal profond, ouvert vers le bas, véritable canal dentaire, quoiqu'il ne correspondît pas à des dents fonctionnelles, mais, tout au plus, à des dents rudimentaires, comme celles implantées dans la gencive de Mesoplodon, — et la légère concavité latérale du Prémaxillaire, dernière trace du sillon qui parcourt le rostre d'arrière en avant.

PMX. — Prémaxillaire.

Comme le Susmaxillaire, le Prémaxillaire est fortement élargi dans la région frontale. L'espace que les deux Prémaxillaires embrassent forme, à l'endroit le plus large, plus de la moitié de la largeur du crâne. Les Prémaxillaires laissent une large fente entre eux : au fond de celle-ci, on aperçoit le Mésethmoïde. De plus, comme le Mésethmoïde n'est pas osseux sur toute sa longueur, mais restait en partie cartilagineux, pendant la vie entière de l'animal, on aperçoit, dans la profondeur, par la large fente interprémaxillaire, le Vomer creusé comme une barque.

Le Prémaxillaire porte, sur la face supérieure du crâne, un trou sous-orbitaire. Ce grand foramen perce obliquement l'os, en avant de l'échancrure préorbitaire, de haut en bas et d'arrière en avant. Il se trouve dans un sillon peu profond, à bords nettement marqués, qui commence près de l'endroit où le Prémaxillaire, le Susmaxillaire, le Frontal et le Nasal se réunissent. De cette face presque verticale du Prémaxillaire, le sillon en question se dirige vers le dehors et vers le bas, suivant un trajet curviligne, se rapprochant, d'abord, de la suture prémaxillo-susmaxillaire, puis s'en éloignant de nouveau, et atteignant le grand trou sous-orbitaire presqu'au milieu de la largeur du Prémaxillaire. Depuis son origine jusqu'à l'endroit où il rejoint le trou sous-orbitaire, le sillon est convexe vers l'extérieur, mais, à partir de ce dernier endroit, il se dirige obliquement, en une ligne faiblement concave, vers le dehors, sur la face supérieure du Prémaxillaire, vers la grande fente interprémaxillaire, où il disparaît.

La région du Prémaxillaire qui se trouve entre le grand trou sous-orbitaire, le sillon et la fente interprémaxillaire se fait remarquer par une surface extrêmement rugueuse. Elle se distingue encore de la région du Prémaxillaire située plus haut et plus en arrière, en ce qu'elle est en saillie sur les parties voisines.

La portion du Prémaxillaire située entre le trou sous-orbitaire, la fente interprémaxillaire, le Nasal et le Frontal et la suture prémaxillo-susmaxillaire présente une surface excavée, dont la concavité maximum se trouve immédiatement en arrière du trou sous-orbitaire.

Les points les plus élevés du Prémaxillaire sont caractérisés par des renflements noueux irréguliers. Quant au Prémaxillaire lui-même, il s'introduit, comme un coin, entre le Nasal, le Frontal et le Susmaxillaire; il touche, à l'intérieur, le Mésethmoïde, qui forme la paroi postérieure des narines; et il disparaît sous un épanouissement lamelleux du Susmaxillaire.

Les fig. 1 b. et 2 b., pl. LVIII de l'*Ostéographie des Cétacés*, de Gervais et Van Beneden, supposées représenter des coupes à travers les rostres d'*Eurhinodelphis Cocheteuxi* et d'*Eurhinodelphis longirostris* sont tout à fait incompréhensibles.

3. — Nasal.

Les Nasaux sont réduits, chez les Dauphins dont nous nous occupons, comme chez presque tous les Cétacés, à l'état de petits os noduleux, mais leur régression n'est pas encore très avancée dans l'*Eurhinodelphis Cocheteuxi*. Malgré cela, leur forme est soumise à d'assez grandes variations individuelles. J'ai fait représenter deux types différents de la région frontale, Pl. X, fig. 3-6, pour montrer ces variations.

Le premier type (n° 3252 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique) montre les dispositions suivantes : La face antérieure, à pente raide, des Nasaux, qui est recouverte par le Mésethmoïde, est faiblement échancrée par devant; la face postérieure, vers les Frontaux, est convexe. La suture internasale est rejetée à gauche, en dehors du plan médian du crâne, dont l'asymétrie se trouve, ainsi, mise en évidence. Les deux Nasaux ont néanmoins, ici, presque la même taille, contrairement à ce qu'on voit chez la plupart des Odontocètes. Le Nasal est séparé du Prémaxillaire par une suture rectiligne se dirigeant obliquement d'avant en arrière et de dedans en dehors. Les Nasaux forment, avec les Frontaux et l'Interpariétal, une surface qui est seulement très légèrement convexe, au point qu'on peut presque l'appeler plane.

Le deuxième type (n° 3257 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique) a des Nasaux beaucoup plus forts. Ici, aussi, ils sont presque de même grandeur; seulement, ils n'ont pas la forme trapézoïdale, mais une forme presque sphérique. Il n'est pas possible de dire si la suture internasale se trouve dans le plan médian du crâne, parce que la région frontale, seule, est conservée.

La face antérieure des Nasaux descend en pente raide vers les narines. Leur courbure sur la face supérieure du crâne est très régulière. Comme il y a, dans ce cas, beaucoup de place entre les Prémaxillaires, ceux-ci n'ont pas empêché le développement des Nasaux. La crête occipitale transverse est formée, en partie, par les Nasaux, en arrière ; ces derniers sont en contact avec les Frontaux, le long d'une suture irrégulière. L'Interpariétal est complètement soudé avec les Frontaux.

4. — Frontal.

Sur la face supérieure du crâne, les Frontaux n'occupent, comme chez la plupart des Odontocètes, qu'un tout petit espace, parce que la plus grande partie en est couverte par les larges ailes orbitaires des Susmaxillaires, qui chevauchent très loin vers le haut. Au sommet du crâne, notamment, les Frontaux ne forment qu'une étroite bande. Ils sont limités : en arrière, par le Susoccipital; vers le plan médian, par l'Interpariétal (encore isolé dans un cas) ; devant, par les Nasaux, les Prémaxillaires et les Susmaxillaires.

Déjà, en parlant des caractères généraux du crâne des Odontocètes, nous avons traité la question de savoir si les variations du sommet du crâne avaient une importance systématique. Nous pûmes répondre alors négativement, en nous basant sur la grande variabilité des parties correspondantes chez *Monodon monoceros* et chez *Platanista gangetica*. De même qu'on ne peut pas accorder chez ces dernières espèces plus d'importance que celle qui leur est due à de simples variations individuelles, de même il n'est pas possible de se servir des modifications du sommet du crâne chez *Eurhinodelphis Cocheteuxi* pour isoler de multiples espèces.

Les Frontaux, eux-mêmes, varient beaucoup dans la région du sommet du crâne, selon les exemplaires, de même que les Nasaux. Comme nous l'avons dit antérieurement, ces variations sont dues à la diversité de situation des narines externes. Si celles-ci remontent seulement de quelques millimètres vers le sommet de la tête, il en résulte, de suite, chez les exemplaires en question, de notables modifications dans les os du crâne, qui se trouvent, alors, refoulés dans le moindre espace, pressés par les Prémaxillaires, les Susmaxillaires et les Nasaux (qui exercent leur poussée par devant), tandis que le Susoccipital résiste à un refoulement en arrière. La forme de la crête transversale du crâne est aussi sujette à bien des changements. Aucune autre partie n'est soumise à d'aussi grandes variations.

Vus du dehors, les Frontaux sont intercalés entre le Susoccipital et les Susmaxillaires, et longent ces derniers sous forme d'une bande étroite, qui ne s'élargit que près de la forte apophyse postorbitaire, laquelle n'est éloignée que de quelques millimètres de la solide apophyse zygomatique du Squamosal. Entre le Frontal et le Susoccipital s'intercale, latéralement, le Pariétal, refoulé sur le côté, d'une part, par le Susoccipital lui-même, et,

de l'autre, par les os de la face; cet os participe à la délimitation inférieure et postérieure du Frontal.

Le Jugal glisse, au-dessous de la grande apophyse préorbitaire du Susmaxillaire, entre celui-ci et le Frontal; la partie de ce dernier, située à cet endroit, où l'os est assez épais, en marque, en même temps, l'extrémité antérieure.

Sur la face inférieure du crâne, les Frontaux constituent le plafond des orbites; ils atteignent les apophyses palatines des Ptérygoïdes, forment une petite partie de la paroi externe des fosses nasales et se dirigent, ensuite, vers le haut, le long de la limite antérieure des Pariétaux, pour rejoindre l'Interpariétal, ou se rencontrer entre les Nasaux et le Susoccipital. Ils participent donc au contour antérieur des fosses temporales.

5. — Jugal.

Sur la face supérieure du crâne, le Jugal n'est pas visible, parce qu'il est complètement caché par l'extrémité antérieure renflée de l'apophyse préorbitaire. Il se loge, comme un coin, entre le Frontal et le Susmaxillaire, et contribue encore, sur un tout petit espace, à la formation du rostre. L'arcade zygomatique doit avoir été très faible.

6. — Interpariétal.

En général, cet os est si étroitement uni au Susoccipital, que ses limites ne peuvent être déterminées. Sur le crâne I (n° 3252 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique), il est, néanmoins, possible de suivre exactement ses contours. Il a la forme d'un triangle, dont la base constitue la suture interpariéto-susoccipitale et dont le sommet est placé au point où se rencontrent les sutures naso-frontales et la suture internasale, dans le plan médian du sommet du crâne. Ce plan est un peu différent du plan médian du crâne lui-même, à cause de la légère asymétrie de ce dernier; comme chez la plupart des Odontocètes, la voûte cranienne est, ici, un peu déjetée vers la gauche, sans, pour cela, perdre de sa symétrie dans sa partie antérieure.

La base et la hauteur du triangle formé par l'Interpariétal sont assez exactement dans le rapport de 3 à 4.

7. — Pariétal.

Les Pariétaux, étant deux des os du crâne les plus faibles, sont rarement préservés chez les Odontocètes fossiles. L'excellent état de conservation et la préparation si soignée des crânes découverts à Anvers nous permettent, cependant, de déterminer avec certitude les contours de ces os, d'après les diverses pièces du Musée de Bruxelles.

Les Pariétaux sont complètement refoulés hors de la région du sommet du crâne; ils ne touchent plus l'Interpariétal; et ils sont descendus vers les fosses temporales. Nous avons déjà parlé, à plusieurs reprises, de la cause de ce refoulement; il est provoqué par le recul des narines externes vers le sommet du crâne. Un petit triangle seulement s'intercale entre la large aile orbitaire du Frontal et le Susoccipital; la suture pariéto-susoccipitale se dirige ensuite vers le bas et en dedans, où le Squamosal et l'Exoccipital recouvrent, squameux, la partie postérieure du Pariétal. Celui-ci se dirige ensuite en avant, vers le haut et en dehors, et s'appuie contre le Frontal, qui le recouvre, lui aussi.

8. — Squamosal.

Cet os est délimité par l'Exoccipital, les Pariétaux et l'Alisphénoïde. Le Susoccipital ne touche pas le Squamosal, pour autant du moins qu'on peut l'observer sur la face extérieure du crâne. La partie du Squamosal la plus caractéristique est, sans aucun doute, cette région arquée, fortement épaissie, qui se termine, en avant, dans l'apophyse zygomatique et, en arrière, dans l'apophyse postglénoïde. La première est en relation avec le Jugal et avec l'apophyse postorbitaire du Frontal, et n'est éloignée de l'apophyse postglénoïde que de quelques centimètres.

La face inférieure de toute cette région arquée du Squamosal porte une fosse ovale profonde, destinée à recevoir le condyle mandibulaire.

L'apophyse postglénoïde, extrémité postérieure de la même région, se termine en une pointe recourbée.

Sur la face supérieure et sur la face externe, il y a une profonde gouttière pour le conduit auditif externe. Celui-ci sort en un arc très accusé de la profonde fosse qui contient les osselets de l'ouïe, et se dirige, entre l'apophyse paroccipitale de l'Exoccipital et le Squamosal, vers le haut, vers l'extérieur et vers l'avant. En dessous de la suture squamoso-exoccipitale, toujours ouverte, se trouve une série de dépressions en forme de fosses, qui s'étendent sur la face supérieure et sur la face extérieure de la partie arquée du Squamosal. Elles forment, dans leur ensemble, la paroi interne du conduit auditif externe. On voit, d'abord, dans la région postérieure du Squamosal, une fosse profonde, laquelle est suivie, par devant, de deux fosses successivement plus petites; puis, s'avance une paroi osseuse, très variable dans sa direction, à laquelle succède, encore devant, une dernière fosse, qui est ordinairement la plus grande et la plus profonde.

Ces rapports des différentes fosses sont très variables au point de vue de leurs dimensions et de leur position. Tantôt les trois dernières se réunissent en une seule, et la différence de grandeur, entre celle-ci et la seconde, située devant, disparaît presque complètement. D'autres fois, la différence entre les trois dernières fosses confondues et la fosse antérieure reste si considérable que celle-ci paraît presque double de l'autre.

De même que les fosses en question sont soumises à de grandes variations, de même varie aussi le rapport de volume entre l'apophyse zygomatique et l'apophyse postglénoïde.

Chez *Eurhinodelphis Cocheteuxi*, l'apophyse zygomatique est toujours plus forte que l'apophyse postglénoïde. Sur le crâne IX (n° 3451 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique), l'apophyse zygomatique du Squamosal a, en tout, une longueur de 126 millimètres avec une largeur maximum de 48 millimètres, dans la partie antérieure ; les dimensions du même os sont, sur le plus grand des crânes, III (n° 3253 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique), de 107 millimètres pour la longueur et de 41 millimètres pour la largeur maximum.

La forme spéciale de l'apophyse zygomatique sur le crâne IX (n° 3451 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique; Pl. V, Fig. 5), eu égard à laquelle du Bus a établi l'espèce *Priscodelphinus validus*, est insuffisante pour justifier cette séparation. Car il est facile de voir que l'importance de l'apophyse zygomatique augmente avec les dimensions du crâne, tandis que celle de l'apophyse postglénoïde reste moindre. Avec la croissance de l'animal, le condyle, la longueur, et le poids de la Mandibule croissent aussi, ce qui exige un développement plus considérable de la cavité glénoïde et du muscle masséter, donc de l'apophyse zygomatique. Par contre, il n'y a nulle nécessité que l'apophyse postglénoïde se fortifie dans la même mesure. C'est ainsi qu'on peut expliquer la différence de volume des apophyses zygomatiques du Squamosal chez *Eurhinodelphis Cocheteuxi* par les différences d'âge des divers individus.

Relations du Squamosal avec les os voisins : l'Exoccipital se glisse au-dessus du Squamosal, ce qui fait que celui-ci n'est, pour ainsi dire, visible que sur le côté, tandis qu'il recouvre, d'autre part, les portions inférieures du Pariétal et de l'Alisphénoïde. L'épanouissement du Squamosal dans la fosse temporale se fait presqu'entièrement aux dépens du Pariétal, qui est refoulé sur le côté.

9. — Susoccipital.

Ce grand os, qui est faiblement bombé, est en contact, par devant, avec l'Interpariétal [et, habituellement, synostosé avec lui (voir Interpariétal)], avec les Frontaux, avec les Pariétaux et avec les Exoccipitaux. Sa surface est couverte de dépressions nombreuses, plus ou moins fortes, et de grandeurs différentes, dépressions qui sont soumises à de grandes variations. Dans les deux angles antéro-supérieurs du Susoccipital, il y a, cependant, régulièrement, deux fosses profondes, de forme irrégulière, qui sont limitées, vers la face interne, par un épaississement parallèle à l'axe cranio-facial. Entre ces deux épaississements, qui sont reliés, devant, par un arc, le Susoccipital est faiblement excavé, mais cette excavation est parfois si peu accusée que l'os paraît presque plan sur la ligne médiane. Le Susoccipital, qui se glisse sur les Frontaux d'arrière en avant, et résiste ainsi au recul des os de

la face (voir plus haut, p. 33), est sujet, dans sa portion antérieure, à de grandes variations, lesquelles n'ont pourtant qu'une importance individuelle. Nous aurons l'occasion d'exposer à quel point le Susoccipital peut être modifié en parlant d'*Eurhinodelphis longirostris;* chez une forme de cette espèce, cet os est véritablement renversé en arrière, conséquence de la position extraordinairement élevée des narines dans ce cas. Il a déjà été dit plus haut que les Pariétaux sont refoulés latéralement par le Susoccipital, de sorte qu'ils ne participent plus à la constitution du sommet du crâne, contrairement à ce qui a lieu chez les types plus archaïques d'Odontocètes. On peut très bien distinguer, dans la vue postérieure du crâne I (n° 3252 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique), le petit triangle que les Pariétaux forment entre le Susoccipital et le Frontal.

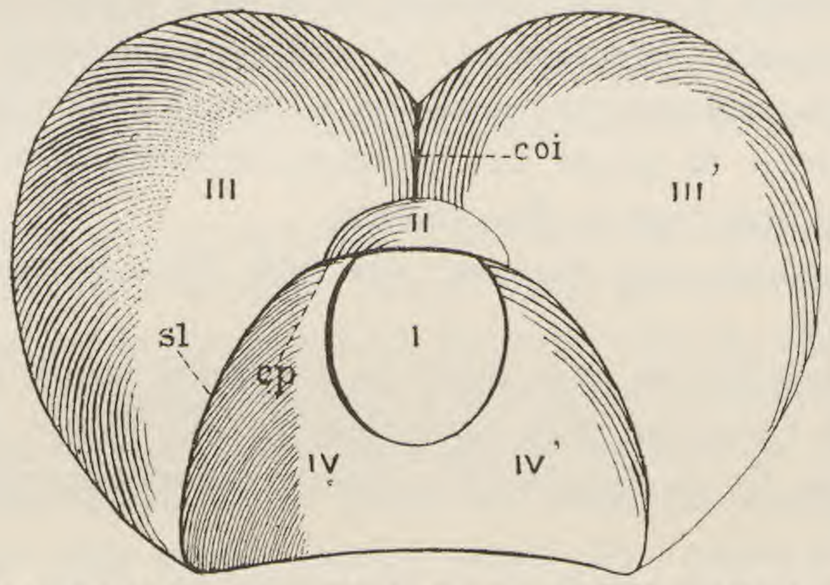


Fig. 16. — **Eurhinodelphis Cocheteuxi**, du Bus. — **Boldérien** (**Miocène supérieur**).

Localité : Vieux-Dieu (Anvers). — Figure schématique, Crâne VI (n° 3255 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique). — Echelle : $\frac{1}{2}$.

Région postérieure de la cavité cranienne, vue de devant. — Pour montrer ses subdivisions.

I. — Grand trou occipital.
II. — Fossette vermienne.
III. — Fosse cérébrale droite.
III'. — Fosse cérébrale gauche.
IV. — Fosse cérébelleuse droite.
IV'. — Fosse cérébelleuse gauche.
coi. — Crête occipitale interne.
cp. — Crête paravermienne.
sl. — Sinus latéral.

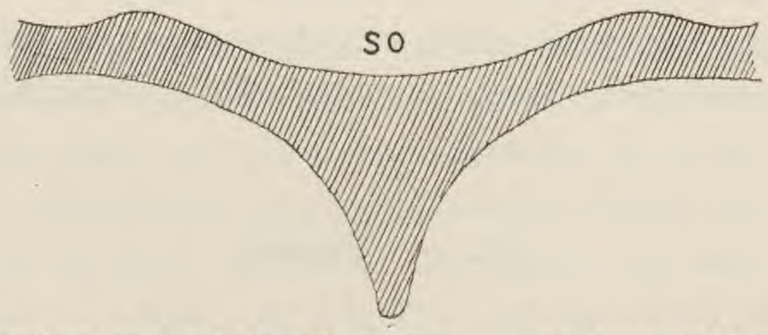


Fig. 17. — **Eurhinodelphis Cocheteuxi**, du Bus. — **Boldérien** (**Miocène supérieur**).

Localité : Vieux-Dieu (Anvers). — Crâne VI (n° 3255 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique). — Grandeur naturelle.

Coupe à travers la crête occipitale interne. — Pour montrer qu'elle forme une saillie de base large et de médiocre hauteur.

Sur la face interne du Susoccipital, une crête, triangulaire en coupe transversale, à large base et à faible hauteur, s'enfonce dans l'intérieur de la cavité cranienne. Cette crête occipitale interne, qui commence au-dessus de la fossette vermienne, forme la séparation des deux hémisphères cérébraux. Par devant, la crête en question atteint la fosse ovale qui est fermée par la large plaque verticale du Mésethmoïde, et que je considère comme étant la dernière trace de la fosse rhinencéphalique, autrefois bien développée (Pl. IX, Fig. 1).

10. — Exoccipital.

Ces deux os forment la partie inférieure de la paroi postérieure du crâne. En haut, ils touchent le Susoccipital ; latéralement, les portions postérieures des Pariétaux ; ils se placent au-dessus des Squamosaux et rencontrent, en bas, le Basioccipital, qui prend encore une petite part au contour du grand trou occipital, extraordinairement développé, et qui est presqu'entièrement limité par les Exoccipitaux.

Les condyles occipitaux sont énormes ; des deux côtés de ceux-ci, les Exoccipitaux sont faiblement excavés.

L'apophyse paroccipitale est aussi très forte et cuculliforme, l'ouverture étant tournée vers le haut et vers l'intérieur. Mais l'enroulement n'enlève pas à cette apophyse son caractère condyliforme. Et cet enroulement s'observe encore beaucoup plus nettement chez certains Delphinides.

L'apophyse paroccipitale sert de paroi protectrice, en arrière, à la Caisse tympanique et au Périotique. Ceci se voit fort bien, par exemple, sur un jeune exemplaire de *Phocæna communis* que j'ai pu examiner au Musée de Bruxelles.

L'enroulement a donc été acquis phylogéniquement assez tard, puisque l'apophyse paroccipitale s'était élargie, d'abord, en vue de servir d'organe protecteur pour l'appareil auditif. Ce ne fut que, lorsque la position des os de l'ouïe se fut modifiée, que l'épanouissement de l'apophyse paroccipitale n'eut plus de raison d'être, et qu'un enroulement s'ensuivit. Cet enroulement est même si avancé dans quelques types que l'apophyse paroccipitale semble n'y être plus qu'un très petit corps cylindrique, ayant, vers le haut, la forme d'un bouton. Mais je reviendrai sur ce sujet en parlant d'*Eurhinodelphis longirostris*, du Bus.

11. — Vomer.

Lorsque le crâne est intact, on ne voit le Vomer que sur sa face inférieure. Il se prolonge vers la région antérieure du rostre jusque près de l'endroit où les Prémaxillaires remplacent complètement les Susmaxillaires, et où commence le sillon qui fait suite à la gouttière alvéolaire du Susmaxillaire. Dans cette partie, il est pris, des deux côtés, entre

les Prémaxillaires, d'où il s'échappe par une fente assez large, pour disparaître ensuite vers l'extrémité postérieure de cette fente, sous les Susmaxillaires, qui se rejoignent par dessus lùi.

En arrière, le Vomer ne redevient visible qu'à l'endroit où les Palatins se séparent pour remonter latéralement vers les Ptérygoïdes. Le Vomer sort d'entre les Palatins comme une carène terminée par un bouton très caractéristique, lequel se prolonge en arrière par une forte crête, qui forme la cloison des choanes.

Au delà des choanes, le Vomer s'élargit et se transforme graduellement en une plaque horizontale plane, qui devient concave dans sa partie postérieure par l'inflexion latérale des bords externes. Cette plaque se trouve sous le Mésethmoïde et le Présphénoïde, et recouvre, en outre, encore une partie du Basiphénoïde. Latéralement, la plaque du Vomer est limitée par les apophyses basisphénoïdales des Ptérygoïdes. En arrière du Vomer, qui se termine en une lame mince sous le Basisphénoïde, celui-ci et le Basioccipital viennent au jour.

Dans certains crânes, on remarque que le Mésethmoïde, ordinairement posé dans une gouttière du Vomer, est perdu en partie, ou qu'il n'était pas entièrement ossifié. Alors, on aperçoit aussi le Vomer sur la face supérieure du crâne, plus bas que le Mésethmoïde, sur une certaine longueur. C'est justement le cas pour le crâne I (n° 3252 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique) où l'on voit, de dessus, le Vomer, large, en forme de barque, au devant de l'extrémité antérieure du Mésethmoïde ossifié, et cela sur une assez grande étendue, tandis que l'espace par lequel il se montre était rempli, dans l'animal vivant, par la portion cartilagineuse du Mésethmoïde.

12. — Mésethmoïde et Présphénoïde.

Le Présphénoïde, qui est toujours uni au Mésethmoïde, n'est pas visible sur la face inférieure du crâne, parce qu'il est complètement recouvert par la région postérieure, élargie, du Vomer.

La plus grande partie du Mésethmoïde offre le caractère d'une plaque osseuse verticale embrassée par le Vomer. Le Mésethmoïde forme la moitié supérieure de la cloison des narines et constitue aussi, au moins partiellement, la paroi postérieure des fosses nasales, où il se place en avant d'une grande ouverture arrondie située entre les Frontaux.

Cette ouverture de la paroi antérieure du crâne correspond absolument à celle de *Squalodon Bariensis,* Jourdan, de Bleichenbach-sur-Rott, dans la Basse-Bavière. Zittel écrit au sujet de celle-ci (1) :

---

(1) K.-A. v. Zittel. *Ueber Squalodon Bariensis aus Niederbayern.* Palaeontographica. Vol. XXIV, 1876-77, pp. 233-248 et Pl. XXXV.

« Au-dessus de la selle turcique, dont on n'aperçoit ordinairement rien chez les » Dauphins, on remarque une grande ouverture arrondie dans la paroi antérieure de la » capsule cranienne. Les bords de cette ouverture, qui conduit dans la partie supérieure » de la cavité nasale, ne portent pas de traces de cassure : je crois, pour ce motif, que » l'Ethmoïde était probablement non pas ossifié, à cet endroit, mais seulement cartilagi- » neux. Ce qui confirme cette hypothèse, c'est que l'espace situé en arrière des narines, » et qui est rempli chez les Dauphins actuels par le tissu osseux grossièrement celluleux » de l'Ethmoïde, cet espace est complètement vide dans notre crâne de *Squalodon*. La » masse cartilagineuse de l'Ethmoïde, qui, chez *Squalodon* et chez les Dauphins actuels, » remplit le profond canal du museau, pourrait donc s'être prolongée, dans le crâne de » Bleichenbach, jusque sous les Nasaux noduleux. Si mon interprétation est juste, il en » résulterait que notre crâne provient, sans doute, d'un jeune individu. »

Bien que je n'aie pu étudier l'ouverture en question que sur le moulage du crâne de Bleichenbach, qui se trouve au Musée de Bruxelles, je suis, cependant, tout à fait convaincu, d'après la description et la figure qu'en donne Zittel, que cette ouverture de la paroi antérieure du crâne du *Squalodon Bariensis* correspond absolument à l'ouverture de l'*Eurhinodelphis Cocheteuxi* (Pl. IX, fig. 1).

Cette ouverture, qui était probablement fermée chez l'*Eurhinodelphis* vivant par la lame criblée, répond évidemment à la fosse rhinencéphalique. A ce propos, il convient de rappeler ici que Kükenthal (1) a démontré l'existence de lobes olfactifs et de nerfs olfactifs bien développés chez les jeunes embryons de Dauphins.

Il est difficile de décider si les lames transverses de l'Ethmoïde d'*Eurhinodelphis* étaient cartilagineuses, comme Zittel l'admet pour *Squalodon*, mais il me paraît que les apophyses latérales de la plaque verticale du Mésethmoïde étaient déjà ossifiées, et que, par conséquent, l'ouverture de la paroi antérieure du crâne était, ici, complètement fermée par le Mésethmoïde.

Les divisions de la cavité cranienne sont donc les suivantes :

1° Par devant, entre les Frontaux, la *fosse rhinencéphalique*, qui est entourée de bourrelets latéraux, lesquels se réunissent, vers le haut, en un arc ogival et passent dans la crête occipitale interne, qui divise le reste de la cavité cranienne en deux moitiés.

2° Les *fosses cérébrales*, pour les hémisphères cérébraux, entre lesquels la crête occipitale interne forme une saillie de base large et de médiocre hauteur.

3° La *fossette vermienne* (2) [dont la hauteur sur le crâne VI (n° 3255 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique) est de 17 millimètres, et la base de 40 millimètres], qui est séparée des fosses cérébelleuses par les crêtes paravermiennes presque horizontales.

---

(1) W. Kükenthal. *Untersuchungen an Walthieren*, etc., *l. c.* Vol. II, pp. 322 et 328.

(2) P. Albrecht. *Sur la fossette vermienne du crâne des Mammifères*. Bull. Soc. Anthrop. Bruxelles. 1884.

4° Les *fosses cérébelleuses*. L'isolement des fosses cérébelleuses de la fossette vermienne devient encore plus net grâce à une inflexion des sinus latéraux à l'endroit où les crêtes paravermiennes se séparent vers l'intérieur (voir fig. 16).

13. — Basisphénoïde et Basioccipital.

Le Basioccipital, synostosé avec le Basisphénoïde, participe encore un peu à la délimitation du grand trou occipital.

Les sutures basioccipito-exoccipitales sont presque toujours fermées par l'âge, de façon qu'il est très difficile d'en marquer le trajet.

La plus grande partie du Basisphénoïde est recouverte, devant, par le Vomer, dont la région postérieure, étalée en une très mince lame horizontale, se glisse sous le Présphénoïde et le Basisphénoïde. Antérieurement, le Basisphénoïde est en contact, par une suture transversale, avec le Présphénoïde. Cette suture basisphénoïdo-présphénoïdale est bien conservée sur le crâne VI (n° 3255 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire nationale de Belgique; Pl. IX, fig. 2, **BS**).

14. — Alisphénoïde.

Les Alisphénoïdes, qui s'élèvent en forme de crochets, de chaque côté du Basisphénoïde, ne sont pas complètement conservés, bien qu'ils existent sur plusieurs crânes, par suite des circonstances favorables de la fossilisation des Dauphins d'Anvers; même sur le meilleur, crâne I (n° 3252 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique), on ne peut en restituer les contours.

15. — Orbitosphénoïde.

Quelques petits restes osseux, qui se trouvent au devant des Alisphénoïdes et qui s'élèvent de chaque côté du Présphénoïde, pourraient représenter les Orbitosphénoïdes. On ne peut, cependant, en déterminer les limites avec certitude dans aucun des exemplaires d'Anvers, parce que ces os, situés entre le Présphénoïde et les Ptérygoïdes, sont très fragiles et sont ordinairement perdus.

16. — Palatin.

Les Palatins, qui s'intercalent, des deux côtés du Vomer, entre les Susmaxillaires, se distinguent, chez *Eurhinodelphis*, par une forme très remarquable, qui diffère de celle des

mêmes os de tous les autres Odontocètes. Tandis que, chez ceux-ci (1), on voit, généralement, très nettement, les sutures susmaxillo-palatines suivre un contour en forme de ʍ (quand on regarde le crâne par dessous, le museau tourné vers le haut), on observe, au contraire, chez *Eurhinodelphis Cocheteuxi* que les jambages centraux de l'ʍ se sont tellement réduits que cette lettre se trouve presque transformée en un Λ.

Ce contour lambdiforme des sutures susmaxillo-palatines est, cependant, sujet à des modifications remarquables (Pl. X, Fig. 1 et 2).

Sur le crâne III (n° 3253 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique), les limites antérieures des deux Palatins prennent d'abord, vers le Susmaxillaire, la forme d'un petit V, très ouvert par devant. Ensuite, le bord externe du Palatin se courbe brusquement à angle aigu et se dirige, presque en ligne droite, en arrière et en dehors. Puis, vient une seconde et forte inflexion de la suture susmaxillo-palatine; elle se retourne vers le dehors, perpendiculairement au plan médian du rostre, de sorte qu'il y a ici un véritable ressaut. Après une légère déviation vers la suture interpalatine, la suture susmaxillo-palatine se poursuit alors en arrière, en adoptant un trajet assez rectiligne. La déviation dont il vient d'être question est surtout prononcée sur le Palatin droit du crâne III. Mais, comme elle existe, cependant, plus ou moins accusée, dans tous les exemplaires, on doit la considérer comme un des caractères distinctifs du Palatin chez *Eurhinodelphis Cocheteuxi*.

Dans leur région antérieure, les Palatins se rejoignent, et il y a donc une suture interpalatine. Mais, dans leur moitié postérieure, ils s'écartent et laissent voir le Vomer, se prolongeant jusqu'à l'endroit où celui-ci porte un épaississement en forme de bouton. Ils prennent, alors, une direction latérale, pour rejoindre cette partie des Ptérygoïdes qui porte le sinus postpalatin.

Les parois internes et supérieures de ces sinus postpalatins des Ptérygoïdes sont formées par les Palatins. On peut très nettement en suivre les contours.

La surface des Palatins ne présente point une courbure uniforme, mais on doit y distinguer deux régions.

La première, située au voisinage de la suture interpalatine, est presque plane et passe graduellement dans la partie voisine des Susmaxillaires.

La seconde comprend la portion latérale et la portion postérieure des Palatins, et elle est séparée de la première par une ligne arquée, qui commence au milieu de la limite antérieure des choanes, et qui se dirige, de là, vers le haut et vers le dehors, recoupant la suture susmaxillo-palatine en avant de la déviation dont il a été question plus haut.

La région postérieure du Palatin est partagée en deux sections par une seconde ligne

---

(1) W. H. Flower. *On the Characters and Divisions of the Family Delphinidæ*. Proc. Zool. Soc. London. 1883, p. 466. Les crânes sont représentés, ici, avec le museau tourné vers le bas.

arquée, et celle de derrière, en contact direct avec les choanes, est la plus petite. Ces deux sections sont excavées, celle de derrière beaucoup plus fort que l'autre. L'excavation se continue, d'ailleurs, en avant, sur les Palatins ; en arrière, sur les Ptérygoïdes, qui marquent la limite des Palatins de ce côté. La surface de l'excavation, tant sur les Susmaxillaires que sur les Palatins et les Ptérygoïdes, est lisse et brillante, tandis que celle de la partie plane des Palatins, qui passe dans les Susmaxillaires, est rugueuse.

Ces parties lisses réprésentent les parois internes et supérieures des sinus postpalatins, remplis d'air, qui, chez les autres Dauphins, ne dépassent jamais le bord externe des Palatins, mais comme ceux-ci eux-mêmes, ont un contour en forme de ᗰ, de sorte que, en dedans de la suture susmaxillo-palatine, une bande étroite du Palatin reste visible (Flower, *Proc. Zool. Soc. London*, 1883, p. 466, 9 fig. texte).

Par cette délimitation des sinus postpalatins, *Eurhinodelphis Cocheteuxi* se distingue catégoriquement de tous les autres Odontocètes décrits jusqu'à présent. Et, comme *Eurhinodelphis longirostris* se trouve dans des conditions pareilles, on doit regarder ce caractère comme propre au genre *Eurhinodelphis*.

Je dois encore faire remarquer que les dispositions que je viens de signaler se voient extrêmement bien sur l'excellente photographie du crâne I (n° 3252 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique ; Pl. VIII). La ligne blanche qui limite, dans la partie postérieure des Palatins, la section latérale arquée a été prolongée jusqu'au Vomer, parce qu'il semble que, dans cet exemplaire, les Ptérygoïdes aient envoyé une mince lamelle jusqu'à cet os, et qu'ils ne s'étendaient pas jusqu'à la moitié de la limite antérieure des choanes. On a omis cette ligne blanche sur le schéma (Pl. IX, fig. 1) pour ne pas porter préjudice à la netteté des contours du sinus postpalatin.

17. — Ptérygoïde.

Les Ptérygoïdes sont les os les plus délicats du crâne des Odontocètes, et ils sont, à cause de cela, presque toujours perdus dans les formes fossiles. Mais l'excellent état de conservation des crânes d'Anvers, notamment du crâne I (n° 3252 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique), permet de fixer avec assez de certitude les contours des Ptérygoïdes de l'*Eurhinodelphis Cocheteuxi*.

Ces os commencent, en arrière, à l'extrémité antérieure du Basiphénoïde et se placent, latéralement, contre la plaque postérieure du Vomer. De là, ils se dirigent en avant, autour de la partie inférieure de la paroi externe des fosses nasales, et s'intercalent, antérieurement, entre les Frontaux, les Susmaxillaires et les Palatins.

Chacun d'eux envoie, entre le Vomer et l'Orbitosphénoïde, une plaque qui descend presque verticalement et qui entoure les choanes. Les Ptérygoïdes ne s'étendent généralement pas tout à fait jusqu'au Vomer ; pourtant, ceci ne paraît pas avoir été le cas pour le

crâne I (n° 3252 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique), où une suture voméro-ptérygoïdienne prolonge la suture voméro-palatine.

Le contour des sinus postpalatins, remplis d'air, qui s'étendent sur le Susmaxillaire, le Palatin et le Ptérygoïde, est indiqué Pl. X, fig. 1 et 2 par la lettre ✕.

Il est très curieux que le sinus postpalatin soit divisé en deux parties par une crête du Palatin dirigée d'avant en arrière, vers le haut et vers le dehors : l'une, plus petite, plus profondément excavée, située postérieurement; l'autre, plus grande, s'allongeant vers le Susmaxillaire.

Des fragments de ces lames des Ptérygoïdes transformées en sinus remplis d'air s'observent encore (outre celles qu'on voit sur le rostre) dans la région qui descend verticalement entre le Vomer et l'Orbitosphénoïde.

L'os lamelliforme, irrégulièrement délimité, dont les contours varient chez les différents exemplaires, et qui se trouve situé latéralement aux Palatins et constitue le plafond du grand sinus antérieur, s'étend jusque près du Jugal.

Sur le côté gauche du crâne I (n° 3252 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique), il atteint, par devant, le Frontal du même côté, tandis qu'à droite, le Susmaxillaire envoie un prolongement cunéiforme entre le Ptérygoïde et le Frontal.

18. — Mandibule.

Nous ne possédons que trois fragments mal conservés du maxillaire inférieur, qui montrent que la série dentaire se prolongeait jusque sur les branches libres des rameaux.

Le premier fragment est un morceau de la portion libre d'un rameau droit (Individu XIV, n° 3380 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique; Pl. V, fig. 6), avec treize alvéoles, qui sont rondes et destinées à des dents uniradiculées. Le diamètre de ces alvéoles est de 7 millimètres; la distance de deux alvéoles, mesurée de centre en centre, de 12 à 13 millimètres. La largeur des cloisons interalvéolaires est de 7 millimètres.

Un point important de la structure mandibulaire, c'est la présence d'un grand trou mentonnier sur la face externe; ce trou part du canal dentaire et se dirige obliquement vers le dehors. A partir de cette ouverture, commence un sillon, qui se trouve chez tous les Vertébrés à longue symphyse (donc, aussi, chez tous les Dauphins longirostres) et qui doit être désigné sous le nom de sillon mentonnier (O. Abel, *Denkschr. k. Akad. d. Wiss.*, Vienne, 1899, p. 848).

Bien que le maxillaire inférieur dont il s'agit ait été rencontré isolément, il est, cependant, très probable qu'il appartient à l'*Eurhinodelphis Cocheteuxi*. Les restes de Mandibule qui ont été recueillis avec des débris du crâne de l'*Eurhinodelphis longirostris* sont très semblables par leur structure et ne se distinguent que par leurs dimensions beaucoup

plus petites. Le maxillaire inférieur dont il est question ici atteint des dimensions presque doubles de celles de la même pièce chez *Eurhinodelphis longirostris*, et correspond, par contre, parfaitement, comme grandeur des alvéoles, aux différents Susmaxillaires d'*Eurhinodelphis Cocheteuxi*.

Le deuxième fragment de Mandibule (Individu XV, n° 3400 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique) est une branche libre de gauche, avec dix-sept alvéoles. Les racines s'y enfonçaient obliquement en arrière, comme on le voit par la direction de ces alvéoles.

Sur la face externe, on aperçoit deux trous mentonniers, plus petits que ceux observés sur l'Individu XIV.

L'angle symphysien est arrondi, et les branches libres ne se rencontrent pas brusquement contre la symphyse (comme, par exemple, chez *Platanista*, ou chez *Pontoporia*), mais les faces internes se raccordent comme chez *Cyrtodelphis*. La taille correspond parfaitement à celle de l'Individu XIV.

Le troisième fragment (Individu IV, n° 3232 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique), qui fut trouvé avec des restes de crâne, est un peu moins bien conservé. Il faisait partie de la portion libre du rameau droit et contient la fin de la série alvéolaire. La dernière alvéole est la plus petite, tandis que le diamètre des alvéoles suivantes augmente vers le devant. La dernière alvéole a 5 millimètres de diamètre, alors que la première des dix alvéoles présentes en a 8. La taille correspond aux deux premiers fragments mandibulaires, de sorte qu'on ne peut douter que cette troisième pièce n'appartienne à l'*Eurhinodelphis Cocheteuxi*.

Individu I.

N° 3252 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique. — Pl. VI, VII, VIII, IX (fig. 1), X (fig. 1, 3, 4). — Type de l'*Eurhinodelphis Cocheteuxi*.

Localité : Fort n° 4, Vieux-Dieu, Anvers, 13 septembre 1861.

DIMENSIONS

Longueur totale (crâne incomplet)	110	centimètres.
Longueur du rostre (incomplet)	87	»
Largeur du rostre (ligne préorbitaire)	16	»
Diamètre bizygomatique	28	»
Hauteur du crâne	22	»
Longueur du Susmaxillaire (complet)	75	»
Longueur du Prémaxillaire (incomplet)	103	»
Nombre des alvéoles du Susmaxillaire droit	37	
Nombre des alvéoles du Susmaxillaire gauche	37	

Ce crâne est presque complet; c'est le type de l'espèce. Il y manque l'extrême bout du rostre, mais le morceau disparu pouvait difficilement avoir plus de 15 centimètres de long ; ensuite, quelques parties de la région des fosses temporales et de la paroi postérieure du crâne ; les Ptérygoïdes, les Orbitosphénoïdes et quelques menus fragments de divers autres os. Les Caisses tympaniques ne sont pas conservées non plus ; enfin toutes les Dents manquent également.

La structure du sommet du crâne est importante ici, parce que l'Interpariétal n'est pas encore soudé avec les Frontaux, ainsi que cela a lieu habituellement. Mais ce caractère n'a pas de valeur spécifique. Il est seulement curieux en ce que, généralement, l'Interpariétal n'existe, chez les Cétacés, qu'à l'état fœtal, parfois encore dans le jeune animal (1), et très rarement chez l'adulte (2).

La région frontale de ce crâne mérite aussi notre attention.

L'Interpariétal forme, avec les Nasaux et les Frontaux, une bande transversale, de 5 centimètres de large et de 12,5 centimètres de long, qui est à peine convexe, presque plate, ce qui manque à tous les autres crânes. Ailleurs, les Frontaux et les Nasaux constituent un bourrelet plus ou moins saillant. Ces différences ne sont, au surplus, pas autre chose que des variations individuelles ; la variabilité de la partie correspondante du crâne du Narval montre qu'on ne doit pas leur attribuer plus d'importance.

La fente interprémaxillaire, sur la face supérieure du crâne, est très large et atteint un maximum de 28 millimètres. Au fond, à son extrémité antérieure, le Vomer y est visible, attendu que le Mésethmoïde n'était que partiellement ossifié et qu'une grande partie, cartilagineuse, a disparu. La fente intersusmaxillaire sur la face inférieure du rostre n'a que 18 millimètres de large.

Dans chacun des deux Susmaxillaires, il y a 37 alvéoles, qui deviennent moins profondes et plus étroites vers l'extrémité antérieure comme vers l'extrémité postérieure de la série. Les plus grandes dents ne se trouvaient donc pas près de l'échancrure préorbitaire, comme c'est le cas chez la plupart des Odontocètes ; mais, comme les alvéoles, elles se trouvaient à peu près au milieu de la partie rostrale du Susmaxillaire. On peut très facilement suivre, sur toute son étendue, la limite entre le Susmaxillaire et le Prémaxillaire, de même qu'on peut aussi clairement observer le passage de la série alvéolaire au sillon édenté, fort, mais étroit, du Prémaxillaire. Les alvéoles étaient destinées à des dents coniques uniradiculées. Les racines s'enfonçaient d'avant en arrière dans le Susmaxillaire.

---

(1) GIEBEL et LECHE. *Säugethiere.* Vol. I, p. 38. BRONN. CLASSEN UND ORDNUNGEN DES THIERREICHS.

Comparer aussi le crâne d'un fœtus d'*Hyperoodon Butzkopf* (GERVAIS et VAN BENEDEN. *Ostéographie,* Pl. 63, fig. 4) et celui de *Phocæna communis* (*ibid.*, Pl. 55, fig. 12 et 17).

(2) Ainsi, par exemple, chez *Berardius Arnuxii* (GERVAIS et VAN BENEDEN. *Ostéographie*, Pl. 21 bis, fig. 3) : dans le crâne de cet exemplaire adulte, l'Interpariétal est nettement séparé des Frontaux.

En outre, chez *Cyrtodelphis sulcatus* (O. ABEL. *Untersuchungen*, etc. Pl. I. Fig. 1). Ici, l'Interpariétal a une forme rhomboïdale et est franchement distinct des os voisins. Voir, d'ailleurs, la Pl. I, Fig. 3 du présent mémoire.

Sur les larges ailes orbitaires des Susmaxillaires, il y a, de chaque côté, de la largeur maximum des Prémaxillaires, un grand trou sous-orbitaire qui traverse l'os obliquement, d'arrière en avant et vers le bas. A celui-ci se rattachent, par devant, à droite, un, et, à gauche, deux trous sous-orbitaires plus petits, qui percent le Susmaxillaire dans une direction opposée à celle du grand, donc d'avant en arrière et vers le bas, et qui tombent presque exactement dans la ligne préorbitaire, sur laquelle se trouvent aussi les grands trous sous-orbitaires. Ces derniers percent les Prémaxillaires d'arrière en avant et vers le bas.

Ces trous sous-orbitaires sont importants pour l'étude des Prémaxillaires, parce qu'ils se trouvent dans de profondes rainures qui descendent vers l'avant de la partie verticale de ces os dans la région nasale. Plus antérieurement, des deux côtés, au niveau de la suture prémaxillo-susmaxillaire, un trou sort dans le Susmaxillaire. Ce trou est dirigé d'avant en arrière et vers le bas, et il a une certaine signification, parce que le bord externe du Prémaxillaire subit, ainsi, une échancrure vers l'intérieur. Nous avons appris à connaître la même modification du bord externe du Prémaxillaire sur le crâne de *Cyrtodelphis sulcatus*, Gerv., d'Eggenburg.

Individu II.

N° 3256 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique.

Localité : Fort n° 4, Vieux-Dieu, Anvers, 1er octobre 1861.

DIMENSIONS

Longueur totale (crâne incomplet)	100	centimètres.
Longueur du rostre (incomplet)	75	»
Largeur du rostre (ligne préorbitaire)	15	»
Diamètre bizygomatique	26	»
Hauteur du crâne	28.5	»
Longueur du Susmaxillaire (complet)	67	»
Longueur du Prémaxillaire (incomplet)	90	»
Nombre d'alvéoles du Susmaxillaire droit	39	
Nombre d'alvéoles du Susmaxillaire gauche	40	

Ce crâne est beaucoup moins bien conservé que le précédent. Une grande partie du rostre manque, notamment la région moyenne des Prémaxillaires. Les sutures ne peuvent pas y être aussi distinctement suivies que sur le premier exemplaire. Mais, dans ses caractères les plus importants, ce crâne correspond, pourtant, absolument, au premier, et les divergences sont limitées à la région frontale. Bien que les Nasaux ne se trouvent plus dans l'espace entouré par les Susmaxillaires, les Prémaxillaires et les

Frontaux, on peut, cependant, établir exactement leurs contours, et leur forme ne paraît pas avoir différé beaucoup de celle des mêmes os sur le premier crâne.

Les Frontaux sont, par contre, en contact, par une suture interfrontale, et refoulés vers le haut, de sorte qu'ils constituent un véritable bourrelet frontal, comme chez les Physétérides.

J'ai déjà fait remarquer, à différentes reprises, que ces variations n'ont pas de valeur spécifique.

Les trous sous-orbitaires sont, ici, un peu plus nombreux que sur le premier crâne, dans lequel on voit, sur le Susmaxillaire droit, trois trous de sortie pour le Trijumeau; sur celui de gauche, on en voit quatre. Sur la grande aile latérale du Susmaxillaire gauche, qui recouvre l'orbite, il y en a, dans ce cas-ci, trois qui se suivent immédiatement, tandis que, sur le Susmaxillaire droit, il n'y en a que deux. Les trous placés à la hauteur de la ligne préorbitaire sont au nombre de deux sur le Susmaxillaire droit ; sur celui de gauche, il n'y en a qu'un. Plus en avant, il y a encore un petit foramen sur chacun des deux Susmaxillaires, et les trous sous-orbitaires des Prémaxillaires sont également logés sur la ligne préorbitaire.

La plus petite portion du Mésethmoïde était ossifiée; la plus grande restait cartilagineuse, et a, ainsi, été perdue dans la fossilisation.

L'angle occipital mesure 101°.

Individu III.

N° 3253 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique. — Pl. X, fig. 2.

Localité : Fort n° 4, Vieux-Dieu, Anvers, 6 octobre 1862.

DIMENSIONS

Longueur totale (crâne incomplet)	120	centimètres.
Longueur du rostre (incomplet)	96	»
Largeur du rostre (ligne préorbitaire)	17	»
Diamètre bizygomatique	32	»
Hauteur du crâne	20	»
Longueur du Susmaxillaire (complet)	78	»
Longueur du Prémaxillaire (incomplet)	111	»
Largeur du sillon du Prémaxillaire, dans la partie antérieure du rostre (prolongement de la goutlière alvéolaire)	0.1	»

Ce crâne est le plus grand de tous ceux qui doivent être rapportés à l'*Eurhinodelphis Cocheteuxi*. Le Squamosal isolé, très grand (que du Bus a décrit comme une espèce distincte, sous le nom de *Priscodelphinus validus*, entre autres raisons à cause de sa

grandeur), est beaucoup plus petit que le Squamosal du crâne qui nous occupe. Celui-ci correspond, dans tous ses caractères importants, avec le type d'*Eurhinodelphis Cocheteuxi,* et les seules divergences se rapportent à la région frontale, si nous faisons abstraction du nombre variable des trous sous-orbitaires, qui est sans importance.

Les Frontaux forment, par suite de l'extrême recul des narines, un gros bourrelet.

La plus grande partie du Mésethmoïde n'était pas ossifiée, et la fente interprémaxillaire était largement ouverte vers le haut. Comme je l'ai déjà fait remarquer en décrivant le *Cyrtodelphis sulcatus*, Gerv., des couches miocènes d'Eggenburg, les Prémaxillaires se rapprochent de plus en plus avec l'âge, et finissent par se souder, fait que M. le Professeur W. Kükenthal, de l'Université de Breslau, a bien voulu me confirmer pour les Dauphins vivants. J'ai pu aussi constater cette tendance sur beaucoup de crânes provenant du Boldérien d'Anvers ; mais, ici, l'espace entre les Prémaxillaires est relativement grand. La largeur maximum de la fente interprémaxillaire est de 34 millimètres.

Le Prémaxillaire est fortement échancré à la hauteur de la suture prémaxillo-susmaxillaire, sur la face supérieure du rostre, à l'endroit où se montre le premier trou sous-orbitaire. Cette disposition se retrouve chez beaucoup de Dauphins longirostres, comme, par exemple, chez *Cyrtodelphis sulcatus.*

Les limites des Palatins vers les Susmaxillaires sont bien conservées, ce qui fait de cette pièce un élément très important pour la morphologie du crâne d'*Eurhinodelphis Cocheteuxi.* C'est elle qui a servi de type pour la description des caractères spécifiques du palais. Pourtant, il convient d'ajouter que cette région n'est sujette qu'à de très faibles variations.

La suture présphénoïdo-basisphénoïdale est ouverte, ici. Mais les apophyses des Ptérygoïdes et des Alisphénoïdes ont disparu. Les fosses de la face externe de l'apophyse zygomatique recourbée du Squamosal sont profondes et sont réunies en deux empreintes très accusées. Elles sont séparées par un pont osseux. On peut suivre facilement, sur tout leur trajet, les sutures squamoso-exoccipitales ; j'ai remarqué, d'ailleurs, sur les divers crânes que j'ai pu examiner, que ces sutures restent ouvertes, même quand toutes les autres sutures sont déjà oblitérées par l'âge.

Les bords orbitaires des Frontaux (là où les Susmaxillaires les laissent à découvert) sont fort abîmés.

Les Jugaux sont des os en forme de boutons, et mal délimités.

Les bords des gouttières alvéolaires sont brisés en beaucoup d'endroits, et les cloisons interalvéolaires ne sont plus reconnaissables, de sorte qu'il est impossible d'établir le nombre des dents.

Comme sur les autres crânes, le Vomer ne devient visible qu'en deux points de la face inférieure du rostre. D'abord, sa région fortement élargie, avec les restes des Ptérygoïdes, à la limite postérieure des choanes ; puis, la crête caractéristique, qui disparaît sous les Palatins. Ceux-ci se rejoignent intimement sans laisser de fente

interpalatine. La seconde fois, le Vomer apparaît, plus en avant, là où se séparent les deux Susmaxillaires, qui l'accompagnent latéralement ; sur les autres crânes, il est bordé, dans la partie antérieure de cette fente, par deux minces bandelettes renflées des Prémaxillaires, qui restent visibles jusqu'à la pointe du rostre.

L'angle occipital mesure 98°.

Dans son ensemble, le crâne qui nous occupe diffère un peu du type de l'espèce par une largeur plus grande et une hauteur moindre. Mais, comme tous les caractères importants se reproduisent ici, je ne puis accorder aux divergences une valeur plus grande que celle de variations individuelles.

Individu IV.

N° 3232 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique.

Localité : Fort n° 4, Vieux-Dieu, Anvers, 13 septembre 1862.

On a découvert, avec ce crâne, un assez grand nombre de vertèbres, de côtes et d'os des extrémités, qui constitueront la base de la description du reste du squelette de l'*Eurhinodelphis Cocheteuxi*, dans la seconde partie de ce travail.

Il n'est pas possible de donner, d'une manière certaine, les dimensions de cette pièce, parce que la capsule cranienne et le rostre ont été brisés en plusieurs morceaux non susceptibles d'être réunis sans interruption. Mais, en général, ce crâne-ci correspond au crâne II (n° 3256 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique).

Le rostre est conservé sur presque toute sa longueur, dans la région des Susmaxillaires, tandis que nous n'avons qu'un court morceau de la partie antérieure, formée par les Prémaxillaires. Comme sur les autres crânes, en général, on peut suivre ici les Prémaxillaires sur la face inférieure du rostre jusque dans la fente au fond de laquelle on voit le Vomer, et on observe particulièrement bien, dans ce cas, la limite entre les Prémaxillaires et les Susmaxillaires, qui embrassent le Vomer dans la région postérieure de la fente prémentionnée.

Le Palatin gauche est entièrement perdu ; celui de droite n'est qu'incomplètement conservé, et fortement usé. Malgré cela, on reconnaît que la ligne caractéristique de délimitation vers le Susmaxillaire est toute pareille à celle des trois crânes précédemment décrits. Ici, non plus, le Vomer ne se montre pas dans une fente interpalatine, attendu que les Palatins s'épaississent très fort et s'unissent étroitement dans la partie postérieure du palais, le long d'une suture interpalatine.

Il n'est pas possible de donner, d'une manière précise, le nombre des alvéoles, mais chaque Susmaxillaire peut avoir porté environ quarante dents.

Les Nasaux sont perdus, comme sur le deuxième et sur le troisième crâne, mais leur asymétrie paraît avoir été fortement prononcée, attendu que le vide entre le Mésethmoïde, le Prémaxillaire et le Frontal, du côté gauche, et qui est destiné à recevoir le Nasal correspondant, est plus grand que le vide analogue du côté droit.

Les trous sous-orbitaires sont un peu plus nombreux sur le Susmaxillaire gauche que sur le droit, car, outre deux grands trous au milieu de l'aile orbitaire latérale, on en voit encore deux autres, auxquels six plus petits se joignent en avant.

Le Mésethmoïde est conservé en deux parties séparées l'une de l'autre: la première, est la portion verticale qui forme la paroi postérieure des fosses nasales; la seconde, représente l'extrémité antérieure ossifiée du Mésethmoïde, sous laquelle se trouvent encore des restes du Vomer.

La surface de l'extrémité antérieure du Mésethmoïde est presque intacte, et on voit, ainsi, que la partie de beaucoup la plus grande de cet os a dû être cartilagineuse. A la limite de ces deux parties, le Mésethmoïde porte de nombreuses fossettes allongées et irrégulières, qui ont, en moyenne, 2 à 3 millimètres de long. La face supérieure de l'os, horizontale, est légèrement concave, tandis que la face antérieure est fortement convexe.

Le Jugal droit est, seul, conservé, et il est fort usé; des Pariétaux, il n'y a qu'un petit fragment, entre le Susoccipital et le Frontal, du côté gauche. Par contre, les deux Squamosaux sont entiers, et on y voit que les dépressions pour le canal auditif externe sont confondues en deux grandes fosses, séparées par une cloison osseuse.

Il n'est pas possible de fixer la grandeur de l'angle occipital, vu l'état de conservation du crâne.

Un fragment de Mandibule, bien que médiocrement conservé, a de l'importance; il a été découvert avec les débris du crâne. C'est une partie de la portion libre du rameau droit, avec l'extrémité de la série alvéolaire, qui comprend 10 alvéoles (comparer la description générale de la Mandibule p. 80). Ce rameau mandibulaire mesure 38 millimètres de haut et 115 millimètres de long.

Individu V.

N° 3254 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique.

Localité : Fort n° 4, Vieux-Dieu, Anvers, septembre 1863.

Outre un fragment de 82 centimètres de long, qui comprend la partie postérieure du rostre, avec les Palatins, le Vomer et le Mésethmoïde, il n'y a, cette fois, qu'un morceau insignifiant de la région orbitaire droite du Susmaxillaire et du Frontal, ainsi que le Squamosal droit, avec une partie de l'Exoccipital du même côté.

Le rostre est important parce qu'il nous fait connaître particulièrement la limite

antérieure de l'ossification du Mésethmoïde, tandis qu'on ne la voit pas aussi bien sur les autres crânes. Cette limite se trouve dans un plan perpendiculaire au rostre, qui couperait les Palatins de manière que les trois quarts de la suture interpalatine se trouveraient en avant de lui.

Le reste de la face supérieure libre du Vomer était donc rempli par la partie cartilagineuse du Mésethmoïde, et cette partie mesurait, dès lors, une longueur d'environ 37 centimètres.

On voit, en outre, très bien, sur la pièce qui nous occupe en ce moment, comment les os de la face et ceux du crâne sont sujets à d'importantes variations, sans qu'on soit autorisé, pour cela, à considérer ces variations comme ayant une valeur spécifique.

C'est ainsi que :

	Crânes. I	II	V
	cm.	cm.	cm.
1° La distance de l'extrémité antérieure des Palatins à l'extrémité antérieure des Susmaxillaires, sur la face inférieure du rostre, dans le plan médian, est de	51	44	41
2° La distance de l'extrémité antérieure des Palatins à l'extrémité postérieure de la suture interpalatine est de	7	9	6
3° La largeur du rostre, dans le plan vertical passant par l'extrémité antérieure des Palatins, est de	14	13	12

Et les autres dimensions du crâne varient de même chez les divers individus.

Pour le Squamosal, on doit faire observer, ici, que les fosses qui se trouvent sur sa face supérieure sont disposées de la manière ci-après.

Au-dessus de l'étroite et profonde fente qui, de l'enfoncement en forme d'entonnoir, situé entre le Squamosal et l'Exoccipital, et qui contient les os de l'ouïe, conduit vers l'extérieur, et qui débouche au-dessus de l'apophyse postglénoïde, il y a, d'abord, une fosse ovale, plus grande, et profonde, laquelle est suivie d'une dépression plus petite et plus basse; puis, vient, par devant et séparée des précédentes par un pont osseux peu accusé, la troisième fosse, qui est un peu plus grande que les deux premières réunies.

On doit attacher plus d'importance aux variations des fosses placées sur la face externe du Squamosal, parce que du Bus s'en est servi comme de caractères spécifiques. Mais elles n'ont, pourtant, que la valeur de variations individuelles.

Individu VI.

N° 3255 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique. — Pl. IX, fig. 2.

Localité : Fort n° 4, Vieux-Dieu, Anvers, 6 octobre 1862.

Cette pièce, très importante, comprend la partie postérieure d'un crâne de 27 centimètres de large et de 20 centimètres de haut. Elle se compose du Susoccipital, presque

complet, avec la suture fronto-susoccipitale parfaitement conservée ; une portion des régions latérales du Susoccipital est perdue, mais cela n'a pas d'importance au point de vue morphologique. Sont en outre conservés : les Exoccipitaux, intacts avec les condyles occipitaux ; la plus grande partie des Squamosaux, le Basioccipital et le Basisphénoïde, dont la suture présphénoïdo-basisphénoïdale est visible ; enfin, de grands fragments des Alisphénoïdes et des Pariétaux.

Ce crâne est intéressant, parce que les divisions de la cavité cranienne qui contiennent le cervelet, y sont extrêmement bien marquées. Au-dessus du grand trou occipital, il y a une fosse triangulaire ; le sommet en est formé par la crête occipitale interne. Cette crête se divise en deux branches, les sinus latéraux, qui se rejoignent à peu près exactement au niveau de la suture basisphénoïdo-basioccipitale, laquelle est oblitérée. La fosse triangulaire dont nous venons de parler renfermait le cervelet. Sa partie supérieure embrassée par les sinus latéraux, est, à son tour, séparée, par deux crêtes, presque horizontales, des parties inférieures et latérales, destinées aux hémisphères cérébelleux. Ces crêtes, appelées crêtes paravermiennes (1), forment, avec les portions supérieures des sinus latéraux, les limites de la fossette vermienne, pour loger le vermis du cervelet.

La hauteur de la fossette vermienne est de 17 millimètres ; sa base, de 40 millimètres. Sa séparation des fosses cérébelleuses est encore plus visible par ce fait que les sinus latéraux s'infléchissent au niveau des crêtes paravermiennes.

Tandis que, sur ce crâne-ci, les crêtes paravermiennes sont si distinctes, il en est différemment sur les autres, car elles y sont remplacées par de légers renflements à peine perceptibles.

Individu VII.

N° 3257 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique. — Pl. X, fig. 5 et 6.

Localité : Fort n° 4, Vieux-Dieu, Anvers.

Cette pièce comprend la plus grande partie de la région frontale moyenne d'un crâne dont la taille a dû être la même que celle du crâne I (n° 3252 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique). Une partie du Mésethmoïde, les Nasaux et de grands fragments des Frontaux, ainsi que quelques morceaux peu importants des Susmaxillaires et des Prémaxillaires sont conservés.

La forme et les relations des Nasaux rendent cette pièce importante. La crête transversale du sommet du crâne, qui est ordinairement formée par les Frontaux et le Susoccipital, est, ici, constituée exclusivement par les Nasaux.

---

(1) P. Albrecht. *Sur la fossette vermienne du crâne des Mammifères.* Bull. Soc. Anthrop. Bruxelles. 1884.

Ces os ne sont pas, comme d'habitude, transformés en pièces faiblement convexes, allongées, quadrangulaires, mais ils sont presque sphériques. Ils ont à peu près la même grandeur, la suture internasale étant située dans le plan médian du sommet du crâne.

J'ai déjà fait remarquer que le plan de symétrie du sommet du crâne ne correspond pas au plan de symétrie du crâne entier, c'est-à-dire au plan de symétrie qui passe par le milieu du rostre et par le centre du grand trou occipital. Le plan de symétrie du sommet du crâne est déplacé vers la gauche par rapport au plan de symétrie du crâne entier. Ce déplacement se fait sentir sur le Prémaxillaire gauche, qui devient plus court que le droit, et, chez les autres Odontocètes asymétriques, les Nasaux, les Frontaux et la cavité cranienne subissent aussi les effets de ce déplacement.

Chez *Eurhinodelphis Cocheteuxi*, l'asymétrie agit de telle manière que toute la voûte cranienne se trouve déviée vers la gauche, et c'est pourquoi les Frontaux, droit et gauche, et les Nasaux, droit et gauche, ne présentent pas, entre eux, de différence de taille considérable.

La partie des Nasaux qui descend en forte pente vers les narines est visible, parce que l'extrémité supérieure du Mésethmoïde a disparu. Le Mésethmoïde se terminait en un arc semi-circulaire ; on voit très nettement ses attaches avec les Nasaux, par suite de l'excellent état de conservation du crâne que nous étudions en ce moment.

Puis, la face externe des Nasaux se recourbe régulièrement vers le haut, tandis que les Prémaxillaires s'écartent latéralement, ce qui laisse un plus grand espace libre pour les os situés entre eux. Ceux-ci constituent, comme il a été dit, le point le plus élevé de la voûte cranienne, et leur courbe s'accentue assez rapidement pour permettre aux Frontaux de prendre place au sommet du crâne. La suture naso-frontale est irrégulière.

Les Frontaux, qui se distinguent déjà des Nasaux par leurs nombreuses rugosités, sont très irrégulièrement délimités, tant vers le Susoccipital que vers les Nasaux. On voit encore distinctement leur séparation dans le plan médian ; par contre, on n'aperçoit plus trace de l'Interpariétal, lequel est synostosé avec le Susoccipital.

Comme c'est usuellement le cas, les Frontaux entourent, comme d'un arc, la partie postérieure des Nasaux, et ils disparaissent latéralement pour constituer leurs larges ailes orbitaires, sous les Susmaxillaires, eux-mêmes épanouis.

Le Susoccipital descend en pente raide vers l'arrière, à partir des Frontaux. Une coupe à travers la région frontale, parallèlement au plan médian, nous fera donc rencontrer les parties suivantes :

1° Une forte courbure, formant le point le plus élevé de la voûte cranienne (Nasal) ;

2° Une surface presque plane, de largeur médiocre, en pente douce vers l'arrière (Frontal) ;

3° Une surface concave, franchement séparée de la précédente, et en pente raide vers l'arrière (Susoccipital).

La pièce qui nous occupe est donc surtout remarquable par le développement excep-

tionnel des Nasaux. Ordinairement, ces os, qui sont réduits, chez les Odontocètes, à l'exception de *Zeuglodon*, à l'état noduleux, sont, pour ainsi dire, chassés hors du crâne, par la double poussée des os de la face vers l'arrière, et du Susoccipital par devant, phénomène dont la conséquence est la perte facile des Nasaux lors de la fossilisation.

Mais, ici, il y a exceptionnellement, aux dépens des Frontaux et du Susoccipital, un fort développement de ces os, qui donne à notre crâne un caractère tout spécial. Malgré cela, je ne puis considérer ce cas particulier comme justifiant une séparation spécifique, eu égard à la grande variabilité des Nasaux et des Frontaux, chez *Monodon monoceros*, *Platanista gangetica*, etc.

Individu VIII.

N° 3403 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique.

Localité : Fort n° 4, Vieux-Dieu, Anvers, décembre 1861.

PRISCODELPHINUS ROBUSTUS, du Bus, *Bull. d. l'Acad. roy. d. Sciences de Belgique*, 41e année, 2e sér., t. XXXIV, 1872, p. 493.
Du Bus, *Journal de Zoologie*, t. XII, 1873, p. 99.
Gervais et Van Beneden, *Ostéographie*, p. 494.

Cette pièce se compose du Squamosal et de l'Exoccipital gauches d'un très grand crâne, qui répondent tellement bien aux exemplaires d'*Eurhinodelphis Cocheteuxi*, que je n'hésite pas à la réunir à cette espèce. Du Bus avait déjà fait remarquer que les dimensions correspondent à celles d'*Eurhinodelphis Cocheteuxi*, mais il a cru devoir séparer ces nouveaux débris comme appartenant à une espèce particulière, à cause de la position différente des fosses du Squamosal. Or, cette séparation est d'autant moins justifiée que, dans les autres individus d'*Eurhinodelphis Cocheteuxi*, ces fosses varient justement beaucoup, en nombre et en position; et il ne suffit pas pour créer une nouvelle espèce que la première des fosses paraisse un peu reculée en arrière et vers le haut, et que le pont osseux entre les deux fosses soit plus fort que d'habitude, car ce dernier caractère, notamment, n'est probablement dû qu'aux grandes dimensions du crâne et au renforcement de toutes les parties, qui en est probablement la conséquence.

Individu IX.

N° 3451 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique. — Pl. V, fig. 5.

Localité : ? Quatrième section (Anvers), 1861-63.

PRISCODELPHINUS VALIDUS, du Bus, *l. c.*, 1872, p. 493.
Du Bus, *l. c.*, 1873, p. 99.
Gervais et Van Beneden, *l. c.*, p. 494.

Le type de l'espèce de du Bus est formé par l'apophyse zygomatique du Squamosal gauche, ainsi que par un fragment de l'Exoccipital, qui y est joint et qui provient d'un très grand individu. L'apophyse zygomatique a 126 millimètres de long, et sa plus grande épaisseur (dans la partie antérieure) a 48 millimètres, tandis que les dimensions correspondantes sur le plus grand de tous les crânes d'Anvers, III (n° 3253 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique), sont de 107 millimètres et de 41 millimètres. La région antérieure de l'apophyse zygomatique est particulièrement développée, tandis que l'apophyse postglénoïde paraît fort effilée.

Bien que ce Squamosal diffère des autres par les caractères que j'ai déjà indiqués, il ne faut pas oublier, cependant, que les fosses correspondant au conduit auditif externe varient énormément sur les divers crânes. Et aussi, par la variation de ces fosses, la partie postérieure du Squamosal, étirée pour donner naissance à l'apophyse postglénoïde, est également fortement influencée.

Comme on peut l'observer en comparant entre eux de grands individus et de petits individus d'*Eurhinodelphis Cocheteuxi*, les dimensions de l'apophyse zygomatique augmentent avec l'âge et la taille de l'animal, tandis que la partie postérieure du Squamosal, y compris l'apophyse postglénoïde, ne se développe pas parallèlement pendant la croissance.

Transportant à ce spécimen-ci l'expérience que nous avons acquise sur les autres, nous conclurons en disant que *Priscodelphinus validus* ne représente pas autre chose qu'un exemplaire exceptionnellement grand de l'*Eurhinodelphis Cocheteuxi*.

Individu X.

N° 3552 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique.

Localité : Fort n° 4, Vieux-Dieu, Anvers, juillet 1862.

PRISCODELPHINUS CRASSUS, du Bus, *l. c.*, 1872, p. 494.
Du Bus, *l. c.*, 1873, p. 99.
Gervais et Van Beneden, *l. c.*, p. 494.

Cette pièce est un fragment très abîmé du Prémaxillaire gauche d'un grand

Odontocète, qu'il y a lieu d'identifier avec l'*Eurhinodelphis Cocheteuxi*, d'autant plus que les dimensions correspondent également bien. Elle est, d'ailleurs, tout à fait insuffisante pour l'établissement d'une espèce nouvelle. Le plus probable est qu'elle appartienne à l'*Eurhinodelphis Cocheteuxi*, sans qu'on ait, cependant, des preuves décisives à cet égard. Ses dimensions ont été publiées par du Bus.

Individu XI.

N° 3411 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique.

Localité : Fort n° 4, Vieux-Dieu, Anvers, 20 septembre 1861.

PRISCODELPHINUS TERES, du Bus, *l. c.*, 1872, p. 494.
Du Bus, *l. c.*, 1873, p. 100.
Gervais et Van Beneden, *l. c.*, p. 494.

Du Bus a séparé cette pièce comme espèce particulière.

C'est un fragment indéterminable du Prémaxillaire. Le mieux est encore de le réunir à l'*Eurhinodelphis Cocheteuxi*.

Individu XII.

N° 3412 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique.

Localité : Fort n° 4, Vieux-Dieu, Anvers, 28 août 1862.

PRISCODELPHINUS TERES, du Bus, *l. c.*, 1872, p. 494.
Du Bus, *l. c.*, 1873, p. 100.
Gervais et Van Beneden, *l. c.*, p. 494.

Du Bus a, également, séparé cette pièce comme espèce particulière.

C'est un fragment indéterminable du Prémaxillaire. Le mieux est aussi de le réunir à l'*Eurhinodelphis Cocheteuxi*.

Individu XIII.

N° 3449 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique.

Localité : Fort n° 4, Vieux-Dieu, Anvers, 11 décembre 1863.

PRISCODELPHINUS DECLIVUS, du Bus, *l. c.*, 1872, p. 495.
Du Bus, *l. c.*, 1873, p. 100.
Gervais et Van Beneden, *l. c.*, p. 495.

Ce sont deux fragments du rostre, également indéterminables, dont le premier appartient à la partie basilaire, et l'autre à la partie moyenne. La portion droite du Susmaxillaire contient 14 alvéoles; celle de gauche, 13. La forme et la grandeur de ces alvéoles correspondent à celle de l'*Eurhinodelphis Cocheteuxi*. Il est vrai que ce caractère n'a pas beaucoup d'importance.

On peut difficilement dire plus de ces restes; ils ne sont, en tous cas, pas propres à être considérés comme une espèce distincte d'*Eurhinodelphis Cocheteuxi*.

Individu XIV.

N° 3380 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique. — Pl. V, fig. 6.

Localité : Fort n° 4, Vieux-Dieu, Anvers, 6 octobre 1862.

Branche droite, libre, isolée, de Mandibule, qui contient 13 alvéoles, pour de grandes dents coniques. Les alvéoles, rondes, ont, en moyenne, 7 millimètres de diamètre; leur distance réciproque, de centre en centre, est de 12 à 13 millimètres. Les cloisons interalvéolaires ont 7 millimètres d'épaisseur.

Sur la face externe, se trouve un grand trou mentonnier, duquel sortaient des vaisseaux, pour se diriger en avant, parallèlement au bord supérieur du rameau; leur trace a formé une profonde cannelure latérale, le sillon mentonnier, qui est si bien exprimé chez *Cyrtodelphis sulcatus*. La longueur de cette pièce est de 18 centimètres.

Individu XV.

N° 3400 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique.

Localité : Fort n° 4, Vieux-Dieu, Anvers, décembre 1863.

Cette pièce est une partie de la branche libre du rameau mandibulaire gauche, avec 17 alvéoles ; les racines y étaient enfoncées obliquement en arrière.

Sur la face externe, on peut observer deux petits trous mentonniers. L'os est déprimé latéralement sur toute sa longueur. A l'extrémité antérieure, il y a encore des traces de la symphyse, et on reconnaît aisément que l'angle symphysien était arrondi. On peut facilement compléter et mesurer l'angle sous lequel divergeaient les deux branches, attendu qu'un morceau de la paroi symphysienne est conservé. Il est absolument le même que dans l'espèce plus petite, *Eurhinodelphis longirostris*. Les branches mandibulaires libres ne se rencontraient donc pas brusquement à la symphyse, comme c'est le cas chez *Pontoporia* ou chez *Platanista*, mais elles se raccordaient, graduellement, comme chez *Acrodelphis* ou chez *Cyrtodelphis*.

La taille de cette pièce-ci correspond absolument à celle du fragment de Mandibule du crâne IV (n° 3232 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique), de sorte qu'il peut difficilement rester un doute sur son identification avec l'*Eurhinodelphis Cocheteuxi*.

CRÂNES DES DAUPHINS LONGIROSTRES, FACES SUPÉRIEURES.

Pour faciliter la comparaison des divers allongements du museau (région préorbitaire), tous ces crânes ont été réduits à un même diamètre bizygomatique de 67 millimètres, et les occiputs ramenés le long d'une même verticale.

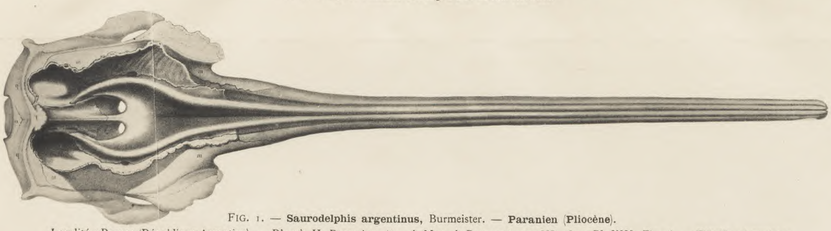


FIG. 1. — **Saurodelphis argentinus,** Burmeister. — **Paranien** (**Pliocène**).

Localité : Parana (République Argentine). — D'après H. Burmeister (An. d. Mus. d. Buenos-Ayres. III. 1891. Pl. VIII, Fig. 1). — Echelle : ½ environ.

Pour montrer : que les pariétaux se réunissent sur la ligne médiane, — que les prémaxillaires ne forment pas l'extrémité libre du museau, qui est constituée par les susmaxillaires, — que ceux-ci se dressent en crêtes comme chez Platanista, — et que les narines ne sont pas refoulées très loin en arrière.

FIG. 2. — **Argyrocetus patagonicus,** Lydekker. — **Patagonien** (**Miocène**).

Localité : Chubut (Patagonie). — D'après **M. R.** Lydekker (An. d. Mus. d. La Plata. Pal. Argentina. II. 1893. Pl. V. Fig. 1a). — Echelle : ½ environ.

Pour montrer : le museau fort long, — la position très antérieure des narines, — le manque d'asymétrie dans la forme du crâne, — les pariétaux refoulés sur le côté, — et le susoccipital en contact avec les frontaux.

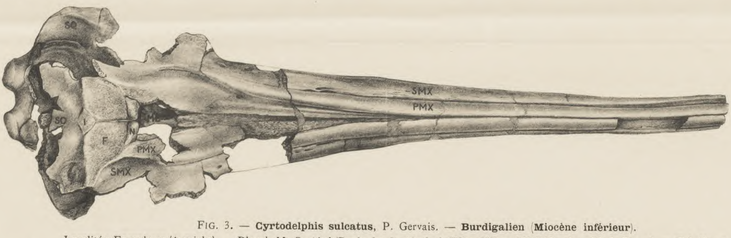


FIG. 3. — **Cyrtodelphis sulcatus,** P. Gervais. — **Burdigalien** (**Miocène inférieur**).

Localité : Eggenburg (Autriche). — D'après M. O. Abel (Denkschr. k. Akad. d. Wiss. Wien. LXVIII. 1899. Pl. I. Fig. 1). — Echelle : ½ environ.

Pour montrer : le crâne étroit, — les nasaux très petits, — les frontaux fort larges, — la suture fronto-susoccipitale presque rectiligne, — et l'interpariétal isolé, donc non soudé au susoccipital.

PMX. — Prémaxillaire. **SMX.** — Susmaxillaire. **ME.** — Mésethmoïde. **N.** — Nasal. **F.** — Frontal. **I.** — Interpariétal.
SO. — Susoccipital. **SQ.** — Squamosal.

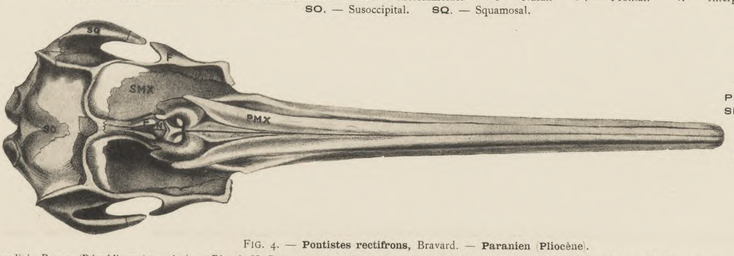


FIG. 4. — **Pontistes rectifrons,** Bravard. — **Paranien** (**Pliocène**).

Localité : Parana (République Argentine). — D'après H. Burmeister (An. d. Mus. d. Buenos-Ayres. III. 1885. Pl. II. Fig. 12A). — Echelle : ½ environ. — Figure complétée avec Pontoporia.

Pour montrer : la position très antérieure des narines, — le susoccipital en contact, par devant, avec les frontaux, — les pariétaux refoulés latéralement, — et le squamosal, qui n'est pas recouvert, ici, par la portion orbitaire du susmaxillaire et du frontal.

FIG. 5. — **Pontoporia Blainvillei,** P. Gervais. — **Holocène.**

Habitat : Rio de la Plata. — Figure originale d'après le crâne du British Museum représenté par W. H. Flower (Trans. Zool. Soc. London. VI. 1867. Pl. 28). — Echelle : ½ environ.

Pour montrer : le crâne plus court que chez Pontistes, — les narines refoulées davantage vers son sommet, — les nasaux et les frontaux enfermés entre les minces lames des susmaxillaires, qui s'élèvent très haut, — le susoccipital refoulé en arrière, de manière que ses condyles sont invisibles dans cette vue de dessus, — et le squamosal, qui n'est pas recouvert, ici, par la portion orbitaire du susmaxillaire et du frontal.

Pour montrer : le crâne fortement asymétrique et dévié vers la gauche, — le rostre, ramassé, plus court que chez Pontoporia, — la portion orbitaire du susmaxillaire, excavée, ne recouvrant pas la fosse temporale, — l'apophyse postorbitaire assez éloignée de l'apophyse zygomatique, — le susoccipital, cunéiforme, intercalé entre les frontaux, — ceux-ci, au sommet du crâne, renflés en un bourrelet semi-circulaire à convexité tournée en avant, — et le squamosal non caché par le frontal.

PMX. — Prémaxillaire.
SMX. — Susmaxillaire.
ME. — Mésethmoïde.
N. — Nasal.
F. — Frontal.
I. — Interpariétal.
SO. — Susoccipital.
P. — Pariétal.
SQ. — Squamosal.
AS. — Alisphénoïde.
J. — Jugal.

FIG. 6. — **Inia Geoffroyensis,** Blainville. — **Holocène.**

Habitat : Haut Amazone. — Figure originale d'après le crâne du British Museum représenté par W. H. Flower (Trans. Zool. Soc. London. VI. 1867. Pl. 25-27). — Echelle : ½ environ.

Pour montrer : le crâne fortement asymétrique et dévié vers la gauche, — le museau long et étroit, — les susmaxillaires munis de crêtes osseuses laminiformes, celluleuses à l'intérieur, et s'infléchissant l'une vers l'autre, — les frontaux, dans la région nasale, et les nasaux eux-mêmes, très réduits, — le squamosal non recouvert par la portion orbitaire des frontaux, — et le susoccipital bien rétréci en avant, et profondément excavé au-dessus.

FIG. 7. — **Platanista gangetica,** Lebeck. — **Holocène.**

Habitat : Gange. — Figure originale d'après le crâne du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique (n° 919 du Registre des Pièces anatomiques). — Echelle : ½ environ.

PMX. — Prémaxillaire. **SMX.** — Susmaxillaire. **P.** — Pariétal. **SQ.** — Squamosal.
SO. — Susoccipital. **AS.** — Alisphénoïde.

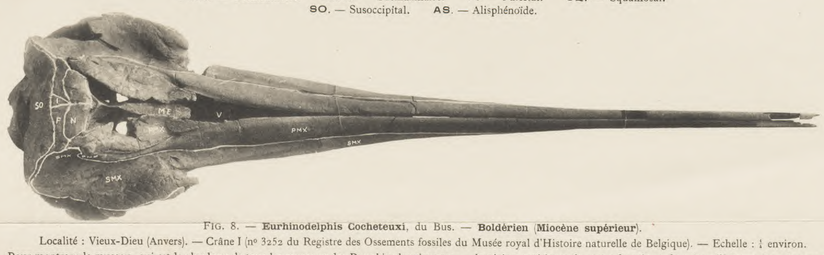


FIG. 8. — **Eurhinodelphis Cocheteuxi,** du Bus. — **Boldérien** (**Miocène supérieur**).

Localité : Vieux-Dieu (Anvers). — Crâne I (n° 3252 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique). — Echelle : ½ environ.

Pour montrer : le museau, qui est le plus long de tous les museaux des Dauphins longirostres, — la région antérieure du rostre formée par le prémaxillaire seul, — le squamosal recouvert par la portion orbitaire élargie du susmaxillaire et du frontal, — et les nasaux fort développés.

PMX. — Prémaxillaire. **SMX.** — Susmaxillaire. **V.** — Vomer. **ME.** — Mésethmoïde. **N.** — Nasal. **F.** — Frontal.
I. — Interpariétal. **SO.** — Susoccipital.

Alexandre, Photo.

CRÂNES DES DAUPHINS LONGIROSTRES, PROFILS DROITS.

Pour faciliter la comparaison des divers allongements du museau (région préorbitaire), tous ces crânes ont été réduits à un même diamètre bizygomatique de 67 millimètres, et les occiputs ramenés le long d'une même verticale.

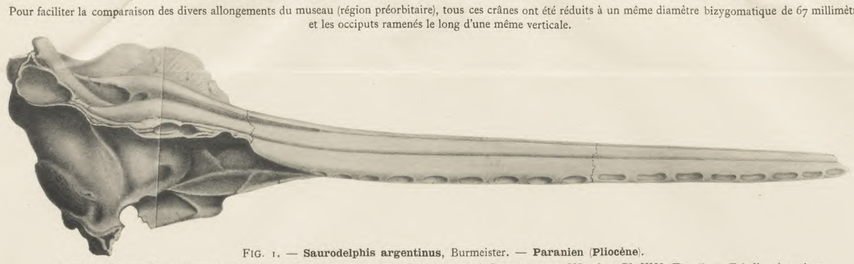


FIG. 1. — **Saurodelphis argentinus**, Burmeister. — **Paranien** (**Pliocène**).

Localité : Parana (République Argentine). — D'après H. Burmeister (An. d. Mus. d. Buenos-Ayres. III. 1891. Pl. VIII. Fig. 5). — Echelle : ¼ environ.

Pour montrer : les alvéoles antérieures étranglées, les dents se trouvant en voie de division, — les alvéoles postérieures en forme d'ovale allongé, avec dents pluriradiculées, — le susoccipital refoulé vers l'arrière, — et l'angle occipital très petit.

FIG. 2. — **Argyrocetus patagonicus**, Lydekker. — **Patagonien** (**Miocène**).

Localité : Chubut (Patagonie). — D'après M. R. Lydekker (An. d. Mus. d. La Plata. Pal. Argent. II. 1893. Pl. V. Fig. 1). — Echelle : ¼ environ.

Pour montrer : le museau très long, passant graduellement au crâne modérément voûté, — le sommet du crâne très bas, — et la cavité cranienne très petite.

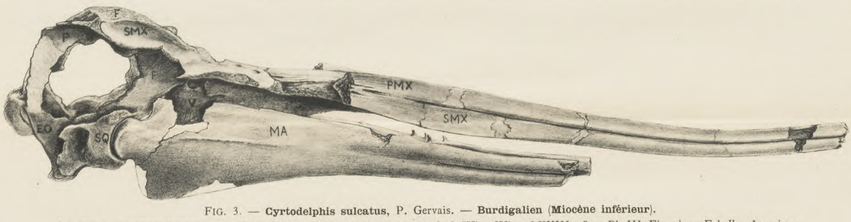


FIG. 3. — **Cyrtodelphis sulcatus**, P. Gervais. — **Burdigalien** (**Miocène inférieur**).

Localité : Eggenburg (Autriche). — D'après M. O. Abel (Denkschr. k. Akad. d. Wiss. Wien. LXVIII. 1899. Pl. III. Fig. 1). — Echelle : ¼ environ.

Pour montrer : le rostre long, fortement développé, passant graduellement au crâne modérément voûté, — les frontaux recouvrant presqu'entièrement la face supérieure de la cavité cranienne, — et les pariétaux refoulés latéralement.

PMX. — Prémaxillaire. **SMX**. — Susmaxillaire. **N**. — Nasal. **F**. — Frontal. **P**. — Pariétal. **EO**. — Exoccipital. **SQ**. — Squamosal. **V**. — Vomer. **MA**. — Mandibule.

PMX. — Prémaxillaire.
SMX. — Susmaxillaire.
N. — Nasal.
F. — Frontal.
P. — Pariétal.
SO. — Susoccipital.
SQ. — Squamosal.
J. — Jugal.
V. — Vomer.
PL. — Palatin.
PT. — Ptérygoïde.

FIG. 4. — **Pontoporia Blainvillei**, P. Gervais. — **Holocène**.

Habitat : Rio de la Plata. — Figure originale d'après le crâne du British Museum représenté par W. H. Flower (Trans. Zool. Soc. London. VI. 1867. Pl. 28). — Echelle : ¼ environ.

Pour montrer : le crâne très plat, modérément voûté, — la partie antérieure du rostre recourbée vers le bas, en forme de bec, — et l'apophyse postorbitaire en contact avec l'apophyse zygomatique.

Pour montrer : la surélévation des frontaux et de la région adjacente des susmaxillaires, qui se dressent, ensemble, en un bourrelet, — l'absence de contact entre l'apophyse postorbitaire et l'apophyse zygomatique, — et le museau presque rectiligne.

PMX. — Prémaxillaire. **SMX**. — Susmaxillaire. **F**. — Frontal. **P**. — Pariétal. **EO**. — Exoccipital. **SQ**. — Squamosal. **J**. — Jugal. **AS**. — Alisphénoïde. **OS**. — Orbitosphénoïde. **V**. — Vomer. **PL**. — Palatin. **PT**. — Ptérygoïde.

FIG. 5. — **Inia Geoffroyensis**, Blainville. — **Holocène**.

Habitat : Haut Amazone. — Figure originale d'après le crâne du British Museum représenté par W. H. Flower (Trans. Zool. Soc. London. VI. 1867. Pl. 25-27). — Echelle : ¼ environ.

Pour montrer : le développement en hauteur des os du crâne, les susmaxillaires envoyant vers le haut des crêtes osseuses laminiformes, — l'apophyse zygomatique, fort développée, en contact avec l'apophyse postorbitaire du frontal, — les dents, très différentes : longues et serrées, dans la partie antérieure du rostre (légèrement recourbée vers le haut) ; très espacées, dans la partie moyenne du rostre ; serrées, de nouveau, dans la partie postérieure du rostre ; — les racines des dents postérieures élargies et aplaties, — sans qu'on puisse parler, pour cela, d'une véritable Hétérodontie.

FIG. 6. — **Platanista gangetica**, Lebeck. — **Holocène**.

Habitat : Gange. — Figure originale d'après le crâne du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique (n° 919 du Registre des Pièces anatomiques). — Echelle : ¼ environ.

PMX. — Prémaxillaire. **SMX**. — Susmaxillaire. **F**. — Frontal. **P**. — Pariétal. **SQ**. — Squamosal. **J**. — Jugal. **AS**. — Alisphénoïde. **OS**. — Orbitosphénoïde. **PT**. — Ptérygoïde.

FIG. 7. — **Eurhinodelphis Cocheteuxi**, du Bus. — **Boldérien** (**Miocène supérieur**).

Localité : Vieux-Dieu (Anvers). — Crâne I (n° 3252 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique). — Echelle : ¼ environ.

Pour montrer : le chevauchement du prémaxillaire et du susmaxillaire jusqu'au sommet du crâne, — l'apophyse postorbitaire en contact avec l'apophyse zygomatique, — et la partie antérieure du rostre formée par le prémaxillaire édenté.

PMX. — Prémaxillaire. **SMX**. — Susmaxillaire. **F**. — Frontal. **P**. — Pariétal. **SQ**. — Squamosal. **EXO**. — Exoccipital. **J**. — Jugal. **PL**. — Palatin. **PT**. — Ptérygoïde.

Pour montrer : la partie antérieure du rostre formée par le prémaxillaire édenté, — le susmaxillaire, également édenté, — sur le prémaxillaire et sur le susmaxillaire, un sillon, qui correspond à la gouttière alvéolaire des Dauphins longirostres dentés.

FIG. 8. — **Mesoplodon Hectori**, Gray. — **Holocène**.

Habitat : Nouvelle-Zélande. — D'après W. H. Flower (Trans. Zool. Soc. London. X. 1879. Pl. LXXII. Fig. 4). — Echelle : ¼ environ.

Pour montrer : la partie antérieure du rostre formée par le prémaxillaire édenté, — le susmaxillaire, également édenté, — un certain nombre de dents rudimentaires enfermées, dans la gencive, au-dessous du susmaxillaire, et qui font saillie par leur pointe, — l'absence de semblables dents dans la gencive du prémaxillaire, — et la gouttière du susmaxillaire, qui est l'ancienne gouttière alvéolaire.

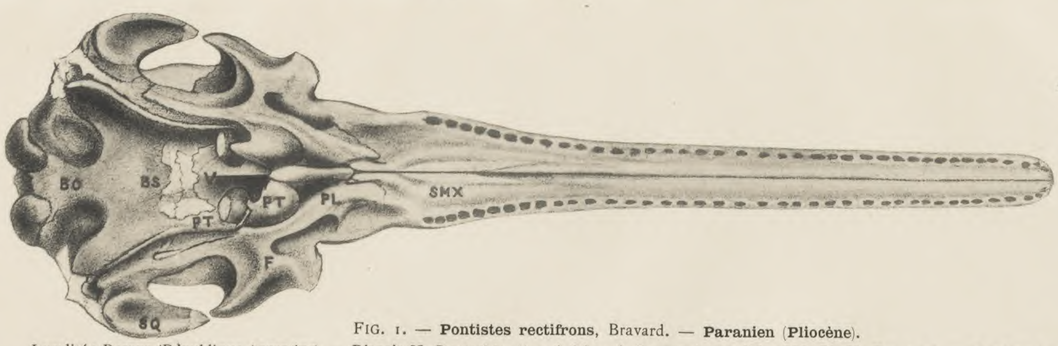
FIG. 9. — **Mesoplodon Grayi**, Haast. — **Holocène**.

Habitat : Nouvelle-Zélande, Nouvelle Galles du Sud. — D'après W. H. Flower (Trans. Zool. Soc. London. X. 1879. Pl. LXXII. Fig. 2). — Echelle : ¼ environ.

Alexandre, Photo.

CRÂNES DES DAUPHINS LONGIROSTRES, FACES INFÉRIEURES.

Pour faciliter la comparaison des divers allongements du museau (région préorbitaire), tous ces crânes ont été réduits à un même diamètre bizygomatique de 67 millimètres, et les occiputs ramenés à un long d'une même verticale.

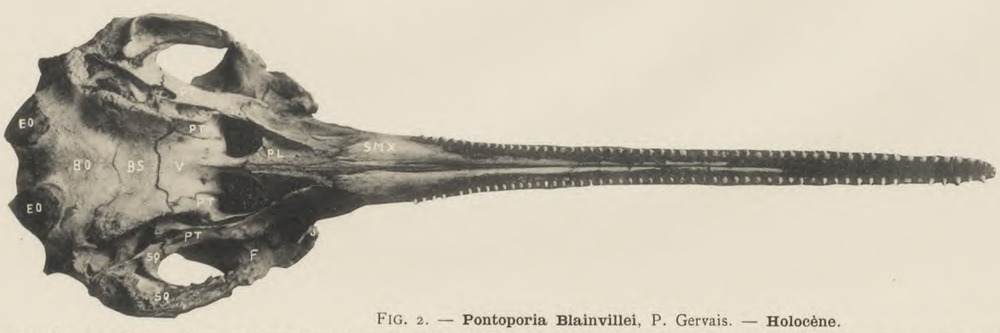


SMX. — Susmaxillaire.
PL. — Palatin.
PT. — Ptérygoïde.
V. — Vomer.
BS. — Basisphénoïde.
BO. — Basioccipital.
SQ. — Squamosal.
F. — Frontal.

FIG. 1. — **Pontistes rectifrons**, Bravard. — **Paranien** (**Pliocène**).

Localité : Parana (République Argentine). — D'après H. Burmeister (An. d. Mus. d. Buenos-Ayres. III. 1885. Pl. II. Fig. 12 B). — Echelle : ½ environ. — Figure complétée avec Pontoporia.

Pour montrer : l'apophyse préorbitaire très fortement développée et recourbée vers le dehors, — et la partie basilaire du rostre très large.



SMX. — Susmaxillaire.
PL. — Palatin.
PT. — Ptérygoïde.
V. — Vomer.
BS. — Basisphénoïde.
BO. — Basioccipital.
EO. — Exoccipital.
SQ. — Squamosal.
F. — Frontal.
J. — Jugal.

FIG. 2. — **Pontoporia Blainvillei**, P. Gervais. — **Holocène**.

Habitat : Rio de la Plata. — Figure originale d'après le crâne du British Museum représenté par W. H. Flower (Trans. Zool. Soc. London. VI. 1867. Pl. 28). — Echelle : ¼ environ.

Pour montrer : l'apophyse préorbitaire convexe vers le dehors, — la partie basilaire du rostre étroite, — et les 50 à 60 dents dans chaque demi-mâchoire.

Pour montrer : l'apophyse préorbitaire et le jugal très saillants, — le squamosal très fort et s'écartant latéralement, — la fosse temporale vaste, — l'orbite très petite, — et 26 à 33 dents dans chaque demi-mâchoire.

SMX. — Susmaxillaire.
PL. — Palatin.
PT. — Ptérygoide.
V. — Vomer.
BS. — Basisphénoïde.
BO. — Basioccipital.
EO. — Exoccipital.
AS. — Alisphénoïde.
OS. — Orbitosphénoïde.
SQ. — Squamosal.
F. — Frontal.
J. — Jugal.

FIG. 3. — **Inia Geoffroyensis**, Blainville. — **Holocène**.

Habitat : Haut Amazone. — Figure originale d'après le crâne du British Museum représenté par W. H. Flower (Trans. Zool. Soc. London. VI. 1867. Pl. 25-27). — Echelle : ¼ environ.

Pour montrer : la fosse temporale la plus vaste parmi les Platanistides actuels, — le squamosal très fort, — l'apophyse postorbitaire cachée sous le squamosal, — l'orbite très petite, — le museau extrêmement étroit, — la plupart des os du crâne, celluleux, — et 28 à 32 dents dans chaque demi-mâchoire.

FIG. 4. — **Platanista gangetica**, Lebeck. — **Holocène**.

Habitat : Gange. — Figure originale d'après le crâne du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique (nº 919 du Registre des Pièces anatomiques). — Echelle : ¼ environ.

SMX. — Susmaxillaire. **PL**. — Palatin. **PT**. — Ptérygoïde. **BS**. — Basisphénoïde. **BO**. — Basioccipital. **BT**. — Caisse tympanique. **SQ**. — Squamosal. **F**. — Frontal. **J**. — Jugal.

FIG. 5. — **Eurhinodelphis Cocheteuxi**, du Bus. — **Boldérien** (**Miocène supérieur**).

Localité : Vieux-Dieu (Anvers). — Crâne I (nº 3252 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique). — Echelle : ¼ environ.

Pour montrer : le squamosal court, — la fosse temporale plus petite que l'orbite, — l'apophyse zygomatique et l'apophyse postorbitaire solidement réunies, — la partie basilaire du rostre, large, — et 39 à 40 dents dans chaque demi-mâchoire.

PMX. — Prémaxillaire. **SMX**. — Susmaxillaire. **V**. — Vomer. **PL**. — Palatin. **PT**. — Ptérygoïde. **BS**. — Basisphénoïde. **BO**. — Basioccipital. **EXO**. — Exoccipital. **AS**. — Alisphénoïde. **SQ**. — Squamosal. **F**. — Frontal. **J**. — Jugal.

Alexandre, Photo.

CRÂNES DES DAUPHINS LONGIROSTRES, VUES POSTÉRIEURES.

Pour faciliter la comparaison, tous ces crânes ont été réduits à un même diamètre bizygomatique de 67 millimètres.

FIG. 1. — **Pontoporia Blainvillei**, P. Gervais. — **Holocène.**
Habitat : Rio de la Plata. — Figure originale d'après le crâne du British Museum représenté par W. H. Flower (Trans. Zool. Soc. London. VI. 1867. Pl. 28). — Echelle : $\frac{1}{2}$ environ.

Pour montrer : le susoccipital très large, bombé, semi-circulaire, s'appliquant sur les frontaux en haut et en avant, — la suture pariéto-susoccipitale plus rectiligne, — le trou occipital, grand, rétréci en pointe vers le haut et large vers le bas, — et les condyles occipitaux à direction convergente vers le bas.

P. — Pariétal. SQ. — Squamosal. SO. — Susoccipital.
EXO. — Exoccipital. CO. — Condyle occipital.

FIG. 2. — **Inia Geoffroyensis**, Blainville. — **Holocène.**
Habitat : Haut Amazone. — Figure originale d'après le crâne du British Museum représenté par W. H. Flower (Trans. Zool. Soc. London. VI. 1867. Pl. 25-27). — Echelle : $\frac{1}{3}$ environ.

Pour montrer : le susoccipital plus étroit que chez Pontoporia, non bombé, mais déprimé, d'une forme générale plutôt rectangulaire, et s'appliquant sur les frontaux le long d'une ligne arquée, — la suture pariéto-susoccipitale rectiligne, — le trou occipital plus petit que chez Pontoporia, en outre plus large vers le haut que vers le bas, et se terminant par une pointe vers le haut, — et les condyles occipitaux à direction convergente vers le bas.

F. — Frontal. P. — Pariétal. SQ. — Squamosal.
SO. — Susoccipital. EXO. — Exoccipital.
CO. — Condyle occipital.

FIG. 3. — **Platanista gangetica**, Lebeck. — **Holocène.**
Habitat : Gange. — Figure originale d'après le crâne du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique (n° 919 du Registre des Pièces anatomiques). — Echelle : $\frac{1}{3}$ environ.

Pour montrer : le susoccipital plus étroit que chez Inia, très fortement concave, d'une forme générale triangulaire, — la suture pariéto-susoccipitale incurvée en dedans, — le trou occipital très petit, plus petit que chez Inia, arrondi, — et les condyles occipitaux à direction parallèle.

P. — Pariétal. SQ. — Squamosal. SO. — Susoccipital.
EXO. — Exoccipital. CO. — Condyle occipital.

FIG. 4. — **Eurhinodelphis Cocheteuxi**, du Bus. — **Boldérien.**
Localité : Vieux-Dieu (Anvers). — Crâne I (n° 3252 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique). — Echelle : $\frac{1}{4}$ environ.

Pour montrer : le susoccipital large, s'appliquant en avant sur les frontaux par un arc semi-circulaire, et faiblement déprimé, — la suture pariéto-susoccipitale légèrement concave vers le dehors, — le trou occipital ovale, allongé dans le sens de la hauteur, et fermé en bas par un contour rectiligne, — et les condyles occipitaux, fortement convexes et à direction très faiblement convergente vers le bas.

P. — Pariétal. SQ. — Squamosal. SO. — Susoccipital.
EXO. — Exoccipital. CO. — Condyle occipital.
BO. — Basioccipital.

Alexandre, Photo

FIG. 2. — **Cyrtodelphis sulcatus**, P. Gervais. — **Boldérien (Miocène supérieur).**

Localité : Anvers. — Crâne II (nº 3247 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique), région frontale vue par la face supérieure. — Echelle : $\frac{1}{4}$.

Les nasaux sont perdus, — les pariétaux sont tout à fait refoulés sur le côté, — la partie à stries rayonnées de la région orbitaire gauche est la surface du frontal.

PMX. — Prémaxillaire. **SMX.** — Susmaxillaire.
F. — Frontal. **SO.** — Susoccipital.
ME. — Mésethmoïde.

FIG. 3. — **Cyrtodelphis sulcatus**, P. Gervais. — **Boldérien (Miocène supérieur).**

Localité : Anvers. — Crâne II (nº 3247 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique), mandibule vue par la face inférieure. — Echelle : $\frac{1}{4}$.

FIG. 4. — **Cyrtodelphis sulcatus**, P. Gervais. — **Boldérien (Miocène supérieur).**

Localité : Anvers. — Crâne II (nº 3247 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique), région alvéolaire interne de la mandibule vue par la face supérieure. — Echelle : $\frac{1}{4}$.

FIG. 5. — **Eurhinodelphis Cocheteuxi**, du Bus. — **Boldérien (Miocène supérieur).**

Localité : Anvers. — Crâne IX (nº 3451 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique), squamosal gauche vu par la face latérale. — Echelle : $\frac{1}{2}$.

Type de *Priscodelphinus validus*, du Bus. Pour montrer le développement exceptionnellement fort de l'apophyse zygomatique.

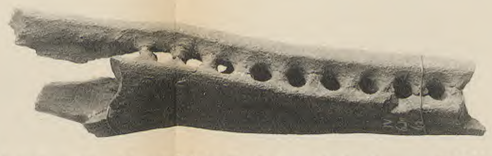


FIG. 6. — **Eurhinodelphis Cocheteuxi**, du Bus. — **Boldérien (Miocène supérieur).**

Localité : Anvers. — Crâne XIV (nº 3380 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique), branche droite libre de la mandibule vue par la face supérieure. — Echelle : $\frac{1}{4}$.

Alexandre, Photo.

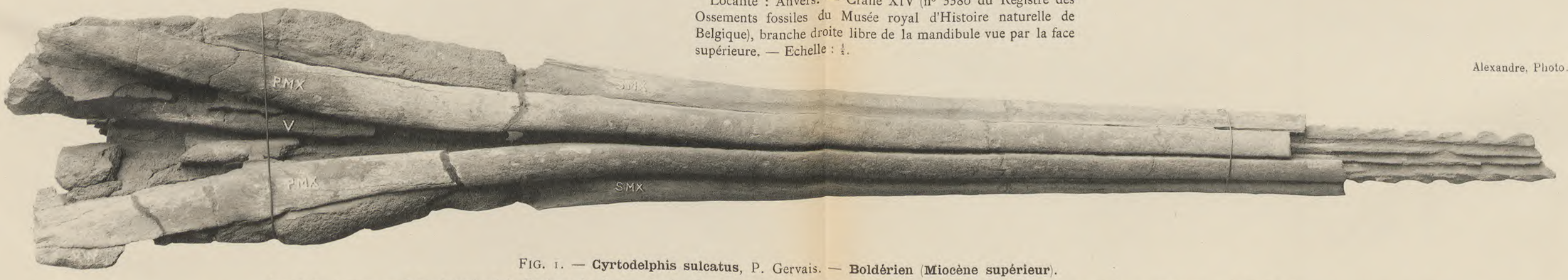
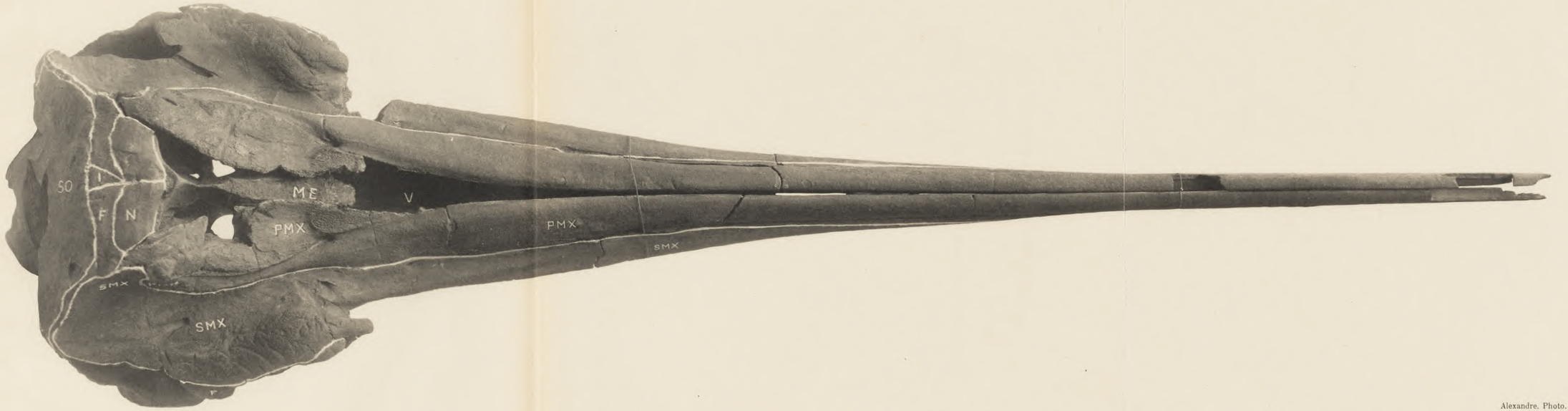


FIG. 1. — **Cyrtodelphis sulcatus**, P. Gervais. — **Boldérien (Miocène supérieur).**

Localité : Anvers. — Crâne I (nº 3246 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique), rostre vu par la face supérieure. — Echelle : $\frac{1}{4}$.
Pour montrer : le prémaxillaire séparé du susmaxillaire par un profond sillon latéral, — en avant, sur chaque susmaxillaire, la gouttière alvéolaire et le canal dentaire, — le vomer très fort, — et le canal du vomer très large.

PMX. — Prémaxillaire. **SMX.** — Susmaxillaire. **V.** — Vomer.



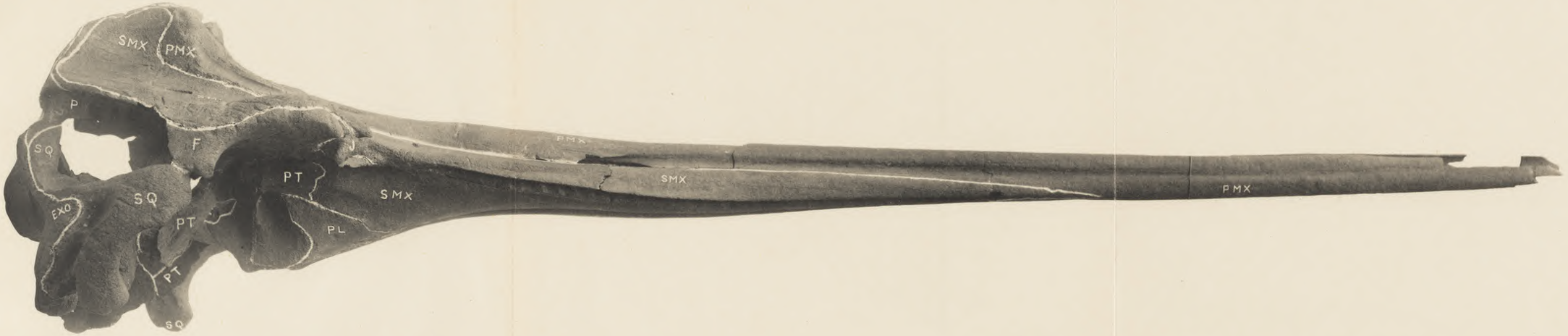
Alexandre. Photo.

Eurhinodelphis Cocheteuxi, du Bus. — **Boldérien (Miocène supérieur).**

Localité : Vieux-Dieu (Anvers). — Crâne I (n° 3252 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique), vu par la face supérieure. — Echelle : $\frac{1}{2}$.

Pour montrer : l'asymétrie du sommet du crâne, — le refoulement de la région frontale vers la gauche, — l'interpariétal nettement délimité, — l'extrémité antérieure ossifiée du mésethmoïde, dans le large canal du vomer, — et la forte apophyse préorbitaire.

PMX. — Prémaxillaire. **SMX**. — Susmaxillaire. **N**. — Nasal. **F**. — Frontal. **I**. — Interpariétal. **SO**. — Susoccipital. **V**. — Vomer. **M**. — Mésethmoïde.



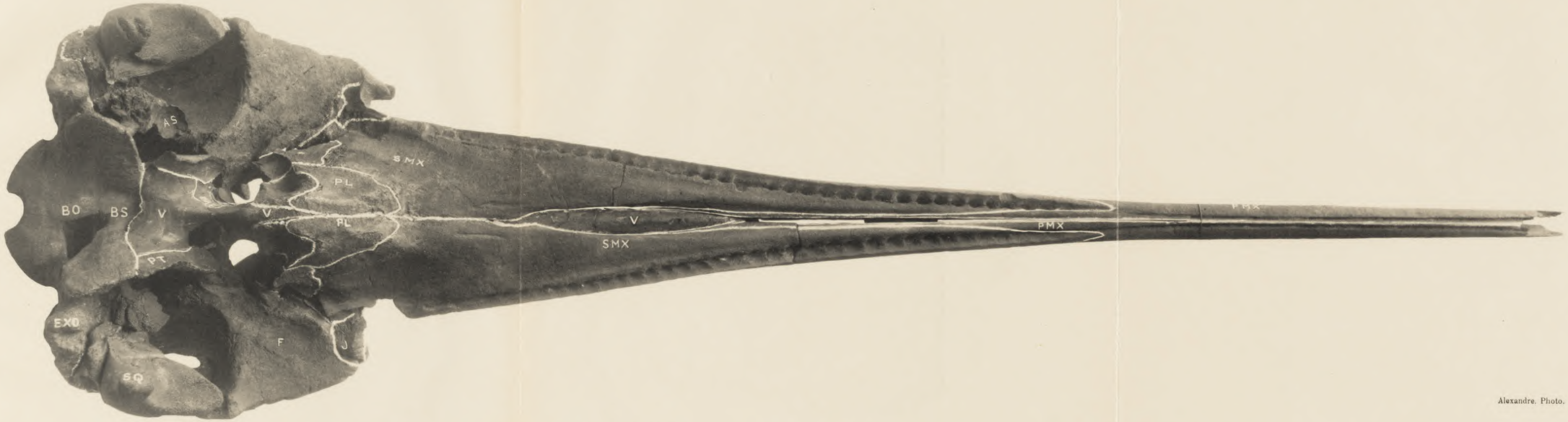
Alexandre. Photo.

Eurhinodelphis Cocheteuxi, du Bus. — **Boldérien (Miocène supérieur).**

Localité : Vieux-Dieu (Anvers). — Crâne I (n° 3252 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique), vu par la face latérale droite. — Echelle : $\frac{1}{2}$.

Pour montrer : le chevauchement des os de la face jusqu'au sommet du crâne, — le refoulement latéral du pariétal vers la fosse temporale, — les apophyses postorbitaire du frontal et zygomatique du squamosal très rapprochées l'une de l'autre, — le jugal intercalé entre le susmaxillaire et le frontal, — l'amincissement du susmaxillaire dans la portion antérieure du rostre, qui est constituée par le prémaxillaire seul, — une partie du sinus postpalatin formé par le ptérygoïde, — et la profonde excavation postérieure du palatin (paroi interne de la région postérieure du sinus postpalatin du ptérygoïde).

PMX. — Prémaxillaire. **SMX**. — Susmaxillaire. **F**. — Frontal. **P**. — Pariétal. **SQ**. — Squamosal. **EXO**. — Exoccipital. **J**. — Jugal. **PL**. — Palatin. **PT**. — Ptérygoïde.



Alexandre. Photo.

Eurhinodelphis Cocheteuxi, du Bus. — Boldérien (Miocène supérieur).

Localité : Vieux-Dieu (Anvers). — Crâne I (n° 3252 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique), vu par la face inférieure. — Echelle : $\frac{1}{2}$.

Pour montrer : le palatin, avec la continuation du sinus postpalatin du ptérygoïde, sinus dont la limite antérieure croise la suture susmaxillo-palatine, — des deux côtés, les apophyses des ptérygoïdes vers le rostre, — latéralement au vomer, en arrière des choanes, les prolongements enroulés du sinus postpalatin, — entre ceux-ci et l'alisphénoïde, du côté droit du crâne, des traces de l'orbitosphénoïde non nettement délimitables, — comme particulièrement remarquable, la transformation de la gouttière alvéolaire du susmaxillaire en un profond sillon sur le prémaxillaire, sillon dont l'origine coïncide exactement avec la suture prémaxillo-susmaxillaire.

PMX. — Prémaxillaire. **SMX**. — Susmaxillaire. **F**. — Frontal. **J**. — Jugal. **SQ**. — Squamosal. **EXO**. — Exoccipital. **V**. — Vomer. **M**. — Mésethmoïde. **BS**. — Basisphénoïde. **BO**. — Basioccipital. **AS**. — Alisphénoïde. **PL**. — Palatin. **PT**. — Ptérygoïde.

FIG. 2. — **Eurhinodelphis Cocheteuxi**, du Bus. — **Boldérien** (**Miocène supérieur**).

Localité : Vieux-Dieu (Anvers). — Crâne VI (n° 3255 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique), face interne de la cavité cranienne vue de devant. — Echelle : $\frac{1}{2}$.

Pour montrer : les deux fosses cérébelleuses, — au-dessus et au milieu, la fossette vermienne, très nettement délimitée, — au-dessus encore, la coupe transversale de la crête occipitale interne, — aussi, comment le susoccipital se glisse obliquement en avant sur les frontaux, la portion de crâne figurée étant justement désarticulée au niveau de la suture fronto-susoccipitale, — enfin, la suture présphénoïdéo-basisphénoïdale (précisément où se trouvent les lettres BS).

AS. — Alisphénoïde. BS. — Basisphénoïde. BO. — Basioccipital. EO. — Exoccipital. P. — Pariétal.
SO. — Susoccipital. SQ. — Squamosal.

Alexandre, Photo.

FIG. 1. — **Eurhinodelphis Cocheteuxi**, du Bus. — **Boldérien** (**Miocène supérieur**).

Localité : Vieux-Dieu (Anvers). — Crâne I (n° 3252 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique), vu par la face postérieure. — Echelle : $\frac{1}{2}$.

Pour montrer : les deux fosses latérales antérieures du susoccipital, — la coupe transversale de la crête occipitale interne, qui se termine, en avant, à la fosse fermée par le mésethmoïde, laquelle correspond à la fosse rhinencéphalique (les deux ouvertures latérales étant oblitérées chez l'animal vivant par le mésethmoïde).

BO. — Basioccipital. EXO. — Exoccipital. P. — Pariétal. SO. — Susoccipital. SQ. — Squamosal.

VARIATIONS INDIVIDUELLES DES RÉGIONS FRONTALE ET PALATINE D'EURHINODELPHIS COCHETEUXI.

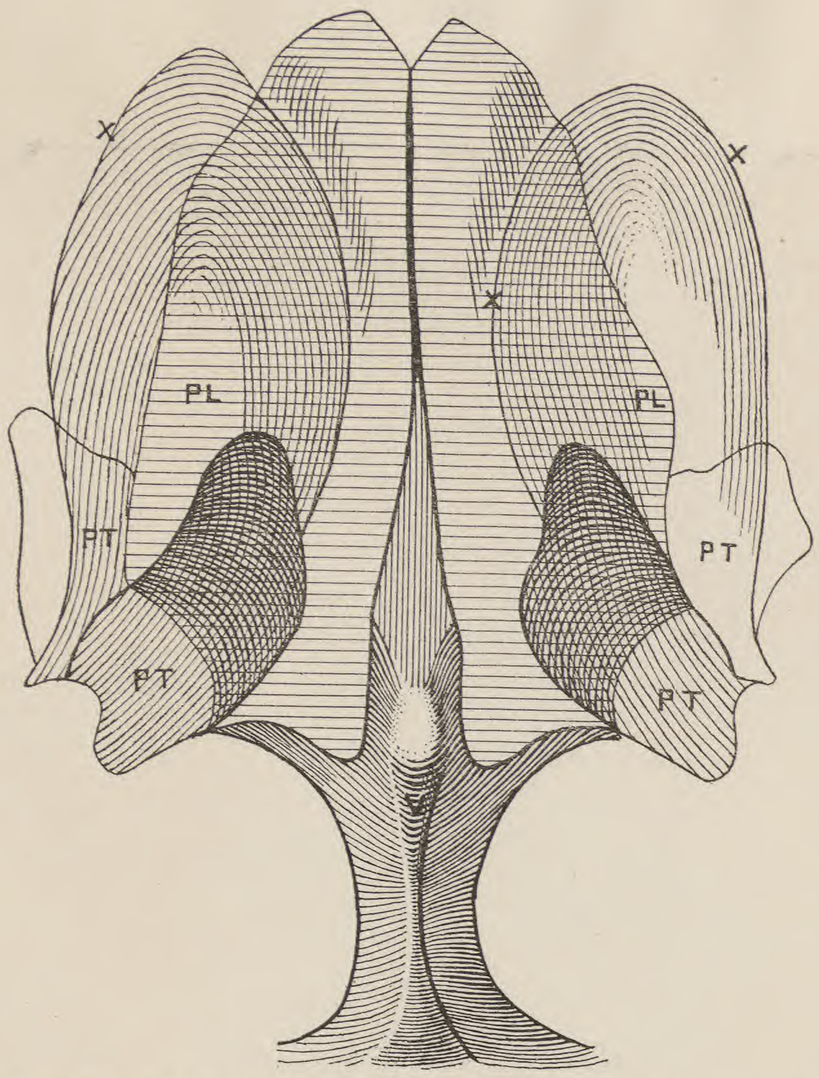


FIG. 1. — **Eurhinodelphis Cocheteuxi,** du Bus. — **Boldérien** (**Miocène supérieur**).

Localité : Vieux-Dieu (Anvers). — Crâne I (nº 3252 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique), palatins vus par la face inférieure. — Grandeur naturelle. — Figure schématique.

Pour montrer : que le sinus postpalatin n'est pas limité seulement par le ptérygoïde et par le palatin, mais qu'il déborde aussi sur le susmaxillaire, recoupant la suture susmaxillo-palatine presqu'à *angle droit, — et que le vomer n'apparaît qu'en arrière, parce que,* devant, les palatins se réunissent par dessus lui.

PL. — Palatin. PT. — Ptérygoïde. V. — Vomer.
X — X. — Insertion du sinus postpalatin du ptérygoïde.

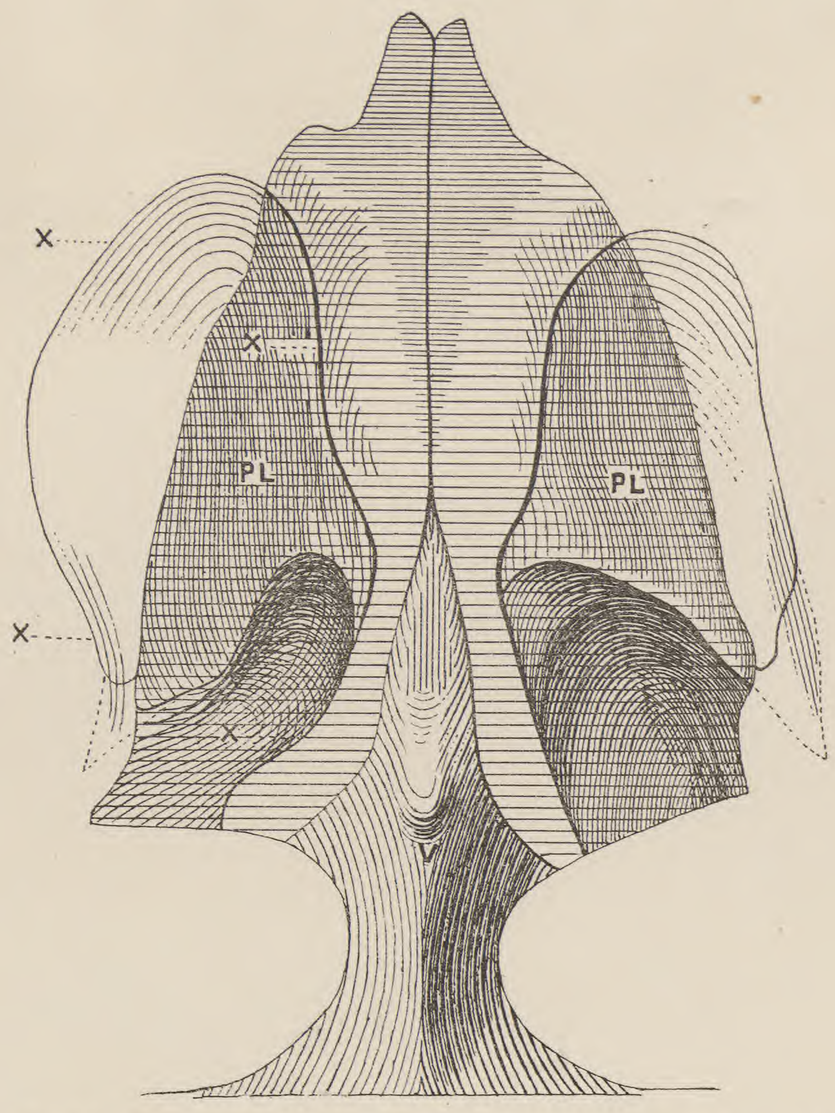


FIG. 2. — **Eurhinodelphis Cocheteuxi,** du Bus. — **Boldérien** (**Miocène supérieur**).

Localité : Vieux-Dieu (Anvers). — Crâne III (nº 3253 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique), palatins vus par la face inférieure. — Grandeur naturelle. — Figure schématique.

Pour montrer : que le sinus postpalatin n'est pas limité seulement par le ptérygoïde et par le palatin, mais qu'il déborde aussi sur le susmaxillaire, recoupant la suture susmaxillo-*palatine presqu'à angle droit, — et que le vomer n'apparaît qu'en arrière, parce que,* devant, les palatins se réunissent par dessus lui.

PL. — Palatin. V. — Vomer.
X — X. — Insertion du sinus postpalatin du ptérygoïde.

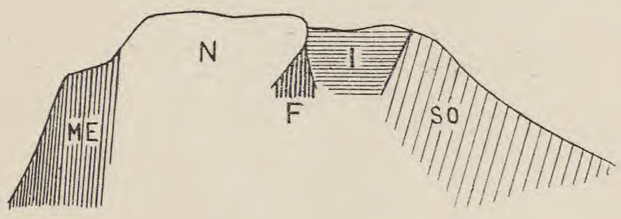


FIG. 4. — **Eurhinodelphis Cocheteuxi,** du Bus. — **Boldérien** (**Miocène supérieur**).

Localité : Vieux-Dieu (Anvers). — Crâne I (nº 3252 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique), coupe longitudinale de la région frontale. — Grandeur naturelle. — Figure schématique.

Pour montrer : l'aplatissement des nasaux, qui ne forment point, ici, de crête transversale.

ME. — Mésethmoïde. N. — Nasal. F. — Frontal. I. — Interpariétal.
SO. — Susoccipital.

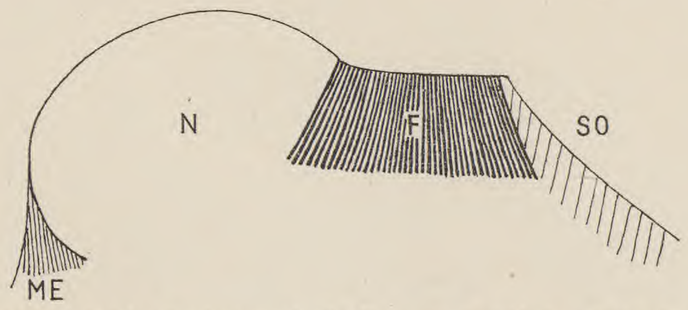


FIG. 6. — **Eurhinodelphis Cocheteuxi**, du Bus. — **Boldérien** (**Miocène supérieur**).

Localité : Vieux-Dieu (Anvers). — Crâne VII (nº 3257 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique), coupe longitudinale de la région frontale. — Grandeur naturelle. — Figure schématique.

Pour montrer : le bombement des nasaux, qui forment, presqu'à eux seuls, une forte crête transversale, tandis que les frontaux sont tout à fait aplatis, — et la pente raide de la face externe du susoccipital.

ME. — Mésethmoïde. N. — Nasal. F. — Frontal. SO. — Susoccipital.

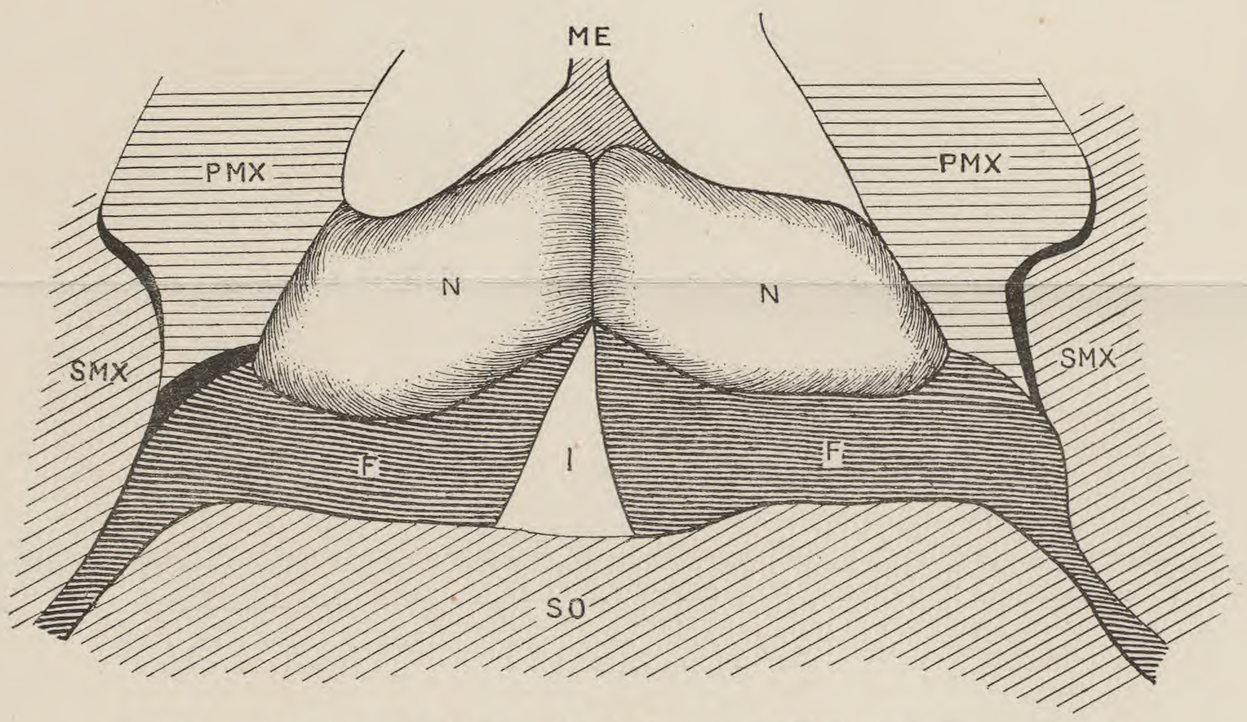


FIG. 3. — **Eurhinodelphis Cocheteuxi,** du Bus. — **Boldérien** (**Miocène supérieur**).

Localité : Vieux-Dieu (Anvers). — Crâne I (nº 3252 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique), région frontale vue par la face supérieure. — Grandeur naturelle. — Figure schématique.

Pour montrer : l'interpariétal, situé entre les frontaux, la suture internasale et le susoccipital.

ME. — Mésethmoïde. N. — Nasal. F. — Frontal. I. — Interpariétal.
SO. — Susoccipital. PMX. — Prémaxillaire. SMX. — Susmaxillaire.

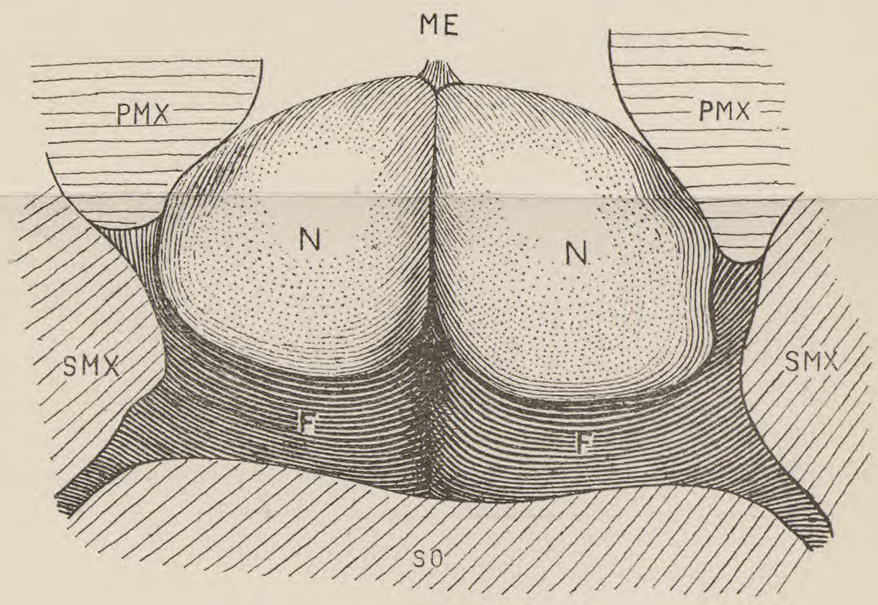


FIG. 5. — **Eurhinodelphis Cocheteuxi,** du Bus. — **Boldérien.**

Localité : Vieux-Dieu (Anvers). — Crâne VII (nº 3257 du Registre des Ossements fossiles du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique), région frontale vue par la face supérieure. — Grandeur naturelle. — Figure schématique.

Pour montrer : le grand développement des nasaux, qui occupent un espace important de la région antérieure du sommet du crâne, — et, aussi, que l'interpariétal n'est pas visible ici.

ME. — Mésethmoïde. N. — Nasal.
F. — Frontal. SO. — Susoccipital. PMX. — Prémaxillaire.
SMX. — Susmaxillaire.

Malvaux, Zinco.

MAY 28 1903

14.792

EXTRAIT DES MÉMOIRES

DU

MUSÉE ROYAL D'HISTOIRE NATURELLE DE BELGIQUE

T. I

LES COPROLITHES DE BERNISSART

PAR

C.-EG. BERTRAND

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE LILLE

PREMIÈRE PARTIE

Les Coprolithes qui ont été attribués aux Iguanodons

ANALYSES CHIMIQUES PAR M. LE PROFESSEUR E. LUDWIG

15 plates

ANNÉE 1903

BRUXELLES

POLLEUNIS & CEUTERICK, IMPRIMEURS

37, RUE DES URSULINES, 37

EXTRAIT DES MÉMOIRES

DU

MUSÉE ROYAL D'HISTOIRE NATURELLE DE BELGIQUE

T. I

LES COPROLITHES DE BERNISSART

PAR

C.-EG. BERTRAND

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE LILLE

PREMIÈRE PARTIE

Les Coprolithes qui ont été attribués aux Iguanodons

ANALYSES CHIMIQUES PAR M. LE PROFESSEUR E. LUDWIG

ANNÉE 1903

BRUXELLES

POLLEUNIS & CEUTERICK, IMPRIMEURS

37, RUE DES URSULINES, 37

TABLE DES MATIÈRES

PAGES

INTRODUCTION. — Sommaire 9

§ 1. — Le type coprolithique dominant de Bernissart. — Comment on a été conduit à l'attribuer aux Iguanodons. 10
§ 2. — Comment j'ai été amené à constater que les coprolithes dominants de Bernissart sont des fécès de carnassier fossilisées et non des fécès d'herbivore. 11
§ 3. — Premières questions soulevées par cette constatation 12
§ 4. — Autres questions ou questions incidentes. 13
§ 5. — Limites de ce premier travail. — Programme suivi dans la présentation de ses résultats. 15

CHAPITRE I. — **Composition chimique des coprolithes, de leur gaîne d'enrobement et de l'argile entourante.** — Sommaire 17

§ 1. — Composition chimique de la matière des coprolithes 17
§ 2. — Composition chimique de la gaîne d'enrobement 19
§ 3. — Composition chimique de l'argile grise. — Indications spéciales relatives à la composition chimique de sa patine 20
§ 4. — Tableaux présentant la composition centésimale des cendres totales et de la matière sèche totale 22
§ 5. — Caractères chimiques de la matière coprolithique. — Conséquences 23
§ 6. — Caractères chimiques de l'argile grise. — Caractères chimiques de sa patine. — Conséquences 25
§ 7. — Caractères chimiques de la gaîne d'enrobement. — Conséquences 26
§ 8. — Conclusions 27

CHAPITRE II. — **Faits qui permettaient d'affirmer immédiatement que les objets recueillis à Bernissart comme coprolithes sont bien des déjections animales fossilisées et non pas des concrétions minérales à faciès pseudo-organique.** — Sommaire. 28

§ 1. — L'objection : " Les objets récoltés ne sont-ils pas des concrétions minérales à faciès pseudo-organique „ ? — Réfutation qui en a été faite par les résultats annoncés ou exposés. — Le caractère de vérifications *a posteriori* de ces résultats . . . 28
§ 2. — Groupes de faits macroscopiques qui imposaient la détermination comme fécès fossilisées. 29
a. — L'objet est un corps étranger à l'argile et non une modification locale de celle-ci. . 30
b. — Il ne s'agit pas du remplissage d'une fente tardive de l'argile 30

PAGES

c. — Faits qui indiquaient un corps descendu doucement dans le depôt d'argile humique lors de la formation de ce dépôt 31
d. — Faits qui imposaient la détermination comme fécès animales fossilisées . . . 31

§ 3. — Réponse à une observation générale de Fr. Leydig. " N'y a-t-il pas des urolithes parmi les objets considérés comme des coprolithes? „ 32

CHAPITRE III. — **État de la matière fossilisante. — Premières notions sur les états de conservation de quelques types d'objets qui y sont enfermés.** — Sommaire . 33

A. — État de la matière fossilisante 33
§ 1. — Ce qu'est ici la matière fossilisante spéciale 34
§ 2. — Ce qu'est devenue la matière fossilisante spéciale 34
§ 3. — Comment se présente l'argile grise entourante. 35

B. — Premières indications sur les degrés de conservation de quelques types d'objets . 36
a. — États de conservation rencontrés dans l'argile 36
§ 4. — Tissus animaux. — Os et tendons ossifiés. — Fibres musculaires, membranes conjonctives. — Peaux 36
§ 5. — Fécès 36
§ 6. — Tissus végétaux. — Spores et grains de Pollens. Membranes lignifiées. Membranes gélifiées. La question des corps bactériformes 36

C. — États de conservation rencontrés dans la matière des fécès. 37
§ 7. — Tissus animaux. — Os, Écailles et Chitine. — Membranes conjonctives. — Fibres musculaires striées. — Mucus 37
§ 8. — Tissus végétaux. — Membranes végétales. — Corps bactériens 37
§ 9. — Conclusions 38

CHAPITRE IV. — **Choix de l'échantillon type des coprolithes dominants. — Recensement de ces coprolithes.** — Sommaire 39

§ 1. — Groupement des échantillons du type coprolithique dominant. — Les quatre tailles. — Les fragments enrobés 39
§ 2. — Formation de l'échantillon coprolithique moyen 40
§ 3. — Tableau de recensement des coprolithes de taille moyenne 41
§ 4. — Tableau de recensement des coprolithes de fort calibre 43
§ 5. — Tableau de recensement des très gros coprolithes. — Limites supérieures observées dans les dimensions du coprolithe dominant 44
§ 6. — Tableau de recensement des petits échantillons. — Limites inférieures des dimensions du coprolithe dominant 45
§ 7. — Recensement des fragments enrobés dans les nodules ferrugineux 47

CHAPITRE V. — **Morphologie du coprolithe dominant.** — Sommaire 49

§ 1. — Forme d'ensemble et dimensions 49
§ 2. — Points de repère 50
§ 3. — Dessins superficiels. 51
§ 4. — Clivages 52
§ 5. — Renseignements donnés par les fractures et par les coupes d'ensemble examinées à l'œil nu et à la loupe 53

PAGES

CHAPITRE VI. — **La structure du coprolithe dominant.** — Sommaire. 57

A. — Examen d'ensemble des coupes minces vues par transparence à des grossissements de 30 à 100 diamètres 58

§ 1. — Échantillons ordinaires 58
Le fond. — Les ballonnets de limonite, les trous, la zone périphérique et les îlots intérieurs, le picotis noir. — Cas où la pyrite souligne une structure tourbillonnaire. 58
Les fragments d'os et de lignite. — Les fragments grisâtres, *difficulté de leur visibilité.* 59
Contact direct du coprolithe et de l'argile. 60
§ 2. — Échantillons exceptionnellement bien conservés 60
Rareté de ces échantillons. — Leurs caractères spéciaux. — La persistance des caractères déjà relevés pour le fond. — La fréquence et l'individualisation des fragments grisâtres qui deviennent un élément dominant. — Origine des divers corps figurés 60

B. — Examen de la matière coprolithique à des grossissements de 100 à 1,000 diamètres. 61

§ 3. — Caractères spéciaux des préparations décrites 61

I. — Description des corps ingérés en suspension dans la pâte coprolithique et dont la figuration est encore reconnaissable 62

a. — Corps ingérés faisant partie des aliments 62

§ 4. — Les corps grisâtres. — Leur écroulement. — Ce sont des fragments de fibres musculaires striées, coupées en tous sens. — Curieux problème d'histologie comparée soulevée par la structure de ces fibres musculaires 62
§ 5. — Les corps capsulaires de l'échantillon 1 J. 66
§ 6. — Les fragments osseux microscopiques 67
§ 7. — Les lames conjonctives 68

b. — Corps ingérés accidentellement avec les aliments 70

§ 8. — Les fragments de lignite 70
§ 9. — Les parcelles de mica 71

II. — Étude de la pâte fécale et de ses corps bactériens 71

§ 10. — La pâte fécale dans son ensemble 71
§ 11. — Description des corps flous. — Description des corps bullaires. — Les corps flous sont les corps bullaires injectés du médium durcissant 72
§ 12. — Les corps flous et les corps bullaires sont les moulages d'une bactérie bacillaire très analogue au *Bacillus coli.* — Arguments favorables et défavorables. — Conclusion. — Y a-t-il lieu de créer actuellement une nouvelle forme spécifique pour ces organites? 73
§ 13. — Autres indications d'organismes bactériens. — Les bâtonnets, les trous et les canalicules blancs 76
§ 14. — Absence d'enveloppe muqueuse superficielle bactérifère, de gaîne d'algues, d'un feutrage mycélien. — Absence de coprolithes envahis intérieurement par les mucédinées. — Absence d'urates 77

PAGES

CHAPITRE VII. — **Les corps introduits dans le coprolithe pendant sa fossilisation. — Les figures pseudo-organiques dues à la limonite. — Effacement de la structure initiale.** — Sommaire 78

§ 1. — Énumération des corps introduits dans les coprolithes dominants pendant leur fossilisation 78

A. — La limonite et les figures pseudo-organiques qu'elle produit 79

§ 2. — Caractères de la limonite. — Divers états auxquels on la rencontre. — État primitif de la limonite. 79

§ 3. — La limonite en amas. — Direction de la pénétration de ce premier envahissement de la limonite. 79

§ 4. — La limonite de revêtement des fissures. — Ses figures pseudo-organiques en lames et en tissus végétaux 81

§ 5. — La limonite en lames minces sans relations immédiates reconnues avec les fissures . 82

§ 6. — La limonite en ballonnets. — Les corps sporiformes et bactériformes. — Mode d'envahissement de la limonite en ballonnets. — Le dépôt ferrugineux et alvéolaire des cavernes du coprolithe 82

§ 7. — Cette limonite ne provient pas de la transformation immédiate de cristaux de pyrite antérieurement formés 84

B. — § 8. — La pyrite de fer 84

C. — § 9. — Le quartz 84

D. — § 10. — La silice amorphe de l'échantillon 40 Bl 85

E. — § 11. — Degrés d'effacement de la structure initiale du coprolithe qui ont été observés 86

CHAPITRE VIII. — **L'enrobement du coprolithe dans un nodule ferrugineux. — La gaîne ferrugineuse.** — Sommaire. 87

§ 1. — Contact direct de la surface du coprolithe et de l'argile. — L'absence de gaînes organiques autour de la pâte fécale 87

§ 2. — La gaîne ferrugineuse. — Elle ne représente pas une localisation élective de l'oxyde de fer dans une gelée organique dépendante du coprolithe. — Elle dépend de l'argile. — Migration des matériaux chimiques du coprolithe 88

§ 3. — Structure de la gaîne ferrugineuse contre le coprolithe. — Zone pseudo-cellulaire à noyaux 88

§ 4. — Structure de la gaîne entre le coprolithe et l'argile ordinaire. — Zone réticulée à gros nœud 89

§ 5. — Structure de la gaîne contre l'argile ordinaire. — Localisation de la limonite sporiforme dans le réseau alumino-humique de l'argile, le coprolithe sert d'amorce à cette localisation. — L'intensité et la prolongation du retrait sont les causes agissantes de cette accumulation locale de limonite bien plutôt que la nature de l'objet 89

CHAPITRE IX. — **Variantes rencontrées dans les coprolithes de dimensions moyennes.** — Sommaire. 91

§ 1. — Variantes rencontrées dans les coprolithes dominants de dimensions moyennes . . 91

§ 2. — Variantes rencontrées dans les coprolithes dits de fort calibre. — L'injection de matière coprolithique dans les fractures de l'argile. — La lame chitineuse de l'échantillon 84 R. — La surface sableuse du spécimen 89 R. — Les surfaces sulfatées pseudo-sableuses ou grenues 92

PAGES

CHAPITRE X. — **Variantes trouvées dans les coprolithes dominants de très grande taille**. — Sommaire 94

§ 1. — Dimensions moyennes des coprolithes de très grande taille 94
§ 2. — Groupement des pièces de très grande taille. — Maxima et minima rencontrés. — Pièces de transition 94
§ 3. — Pièces types de très grande taille. — Particularités morphologiques 95
§ 4. — Structure des pièces de très grande taille 95
§ 5. — Variantes relevées dans ou sur les coprolithes de grande taille. — Restes de poissons. — Morceaux de lignite. — État segmentaire de ces grands coprolithes. — Le segment planté obliquement dans l'argile grise à côté d'un morceau d'argile noire à lignites sur lequel il appuie 96

CHAPITRE XI. — **Variantes trouvées dans les coprolithes dominants de petite taille.** — Sommaire 98

§ 1. — Les groupements des coprolithes de petite taille 98
§ 2. — Structure des petits coprolithes 100
§ 3. — Caractères des petits coprolithes du premier groupe. — Pièces courtes de fort calibre . 100
§ 4. — Caractères des petits coprolithes du second groupe. — Coprolithes moyens courts . 100
§ 5 — Caractères des petits coprolithes de la troisième catégorie. — Les pièces à attribution incertaine. — Les coprolithes lacrymorphes. — Les tortillons 101
§ 6 — Les disques 102
§ 7. — Caractères des petits coprolithes du quatrième groupe. — Petits coprolithes en haricot 104
§ 8. — Le plus petit coprolithe dominant observé 105

CHAPITRE XII. — **Habitudes biologiques indiquées par les coprolithes dominants de Bernissart. — Indications qui en découlent pour l'attribution zoologique de ces restes.** — Sommaire 106

A. — Habitudes biologiques de l'animal de Bernissart 107

§ 1. — L'animal producteur des coprolithes dominants de Bernissart est un mangeur de chair musculaire. — Son régime est exclusif et très régulier 107
§ 2. — La chair mangée est cisaillée au moins au même degré que la nourriture d'un phoque actuel 107
§ 3. — L'animal écartait de sa nourriture les écailles et les os. — Il épluchait sa nourriture . 107
§ 4. — L'animal de Bernissart ne mangeait ni les poissons osseux ni les petits reptiles. — Il consommait des masses musculaires plus volumineuses 108
§ 5. — Il ne laissait pas traîner sa nourriture sur le sol en la mangeant 108
§ 6. — L'émission des crottins était chez lui très indépendante de l'émission des masses urinaires. — Le crottin était émis sec, consistant et peu déformable 108
§ 7. — L'animal était d'une certaine taille, au moins aussi gros qu'un gros chien. — Il a été représenté à Bernissart par des individus de tailles inégales 109

B. — Indications qui découlent de ces habitudes zoologiques pour l'attribution zoologique de ces restes 109

§ 8. — Il faut exclure les herbivores. — Conséquences 109
§ 9 — Il faut exclure les animaux à dents écartées et tous ceux qui mangeaient gloutonnement. — Conséquences. 109

PAGES

§ 10. — Conséquences résultant du fait que l'animal épluchait sa nourriture en la mangeant. — Ces diverses indications conduisent actuellement à un Dinosaurien. . . . 110
§ 11. — Ne pouvant prouver directement que les Iguanodons ont été ces carnassiers, il faut conclure actuellement que les restes squelettiques du Dinosaurien, auteur des coprolithes dominants, n'ont pas été retrouvés. 110

CHAPITRE XIII. — **Conditions dans lesquelles les coprolithes ont été déposés.** — Sommaire 111

§ 1. — Il s'agit de crottins complets rejetés hors du corps. 111
§ 2. — État de ces crottins lorsqu'ils ont été abandonnés 111
§ 3. — Ils ont été abandonnés sur un sol sec 112
§ 4. — Leur reprise par l'eau. — Ils ont généralement subi un court flottage 113
§ 5. — Qualités spéciales de l'eau réceptrice 114
§ 6. — Qualités spéciales du dépôt récepteur 114
§ 7. — L'enfouissement s'est fait à proximité de talus houillers et argileux 115
§ 8. — Résumé de quelques expériences sur la destruction de divers types de crottins . . 115
α. — Conditions dans lesquelles ces expériences ont été faites 115
β. — Crottins immergés 116
γ. — Crottins exposés sur la terre nue. 117
δ. — Influence d'un brise-pluie 119
ε. — Crottins sous de très grandes cages vitrées 120
ζ. — Crottins dans des tubes clos 120
η. — Crottins exposés dans des soucoupes imperméables peu profondes . . . 120

CHAPITRE XIV. — **Conclusions.** — Sommaire 122

§ 1. — Ce que sont les coprolithes dominants de Bernissart. — Leur attribution zoologique . 122
§ 2. — Conditions dans lesquelles ces crottins ont été abandonnés 124
§ 3. — Comment ils ont été entraînés par l'eau et noyés 124
§ 4. — L'eau brune 124
§ 5. — Le dépôt gélatineux. — L'argile grise produite 125
§ 6. — Absence de matières bitumineuses. — Conséquences 126
§ 7. — Chimisme du coprolithe. — La limonite et les figures tardives qu'elle introduit . . 126
§ 8. — Ce qu'est la gaîne ferrugineuse 127
§ 9. — État de conservation des débris digérés. — Les bactéries de la pâte fécale . . . 128
§ 10. — Étapes de l'effacement de la structure du coprolithe 128

Explication des Planches 130

LES COPROLITHES DE BERNISSART

I

Les Coprolithes qui ont été attribués aux Iguanodons

INTRODUCTION

SOMMAIRE

§ 1. — Le type coprolithique dominant de Bernissart. — Comment on a été conduit à l'attribuer aux Iguanodons.

§ 2. — Comment j'ai été amené à constater que les coprolithes dominants de Bernissart sont des fécès de carnassier fossilisées et non des fécès d'herbivore.

§ 3. — Premières questions soulevées par cette constatation.

Doit-on conserver la première attribution qui en a été faite?

Peut-on les attribuer à d'autres représentants connus de la faune de Bernissart?

Faut-il les rapporter à un animal dont les ossements n'ont pas été retrouvés?

Quelles indications les coprolithes donnent-ils sur les habitudes de cet animal?

Jusqu'à quel degré ces indications permettent-elles de circonscrire sa détermination zoologique?

Indications que ces coprolithes fournissent sur le milieu où ils ont été émis et sur leurs conditions de dépôt.

§ 4. — Autres questions incidentes.

Quel est l'état de conservation des restes bactériens primitivement contenus, ou ultérieurement développés, dans ces coprolithes?

Qu'a donné, en se fossilisant dans une argile humique, sans intervention de bitume, la matière de ces fécès de carnassier? — L'opposition des coprolithes phosphatiques blonds et du charbon de coprolithes.

Degrés d'effacement de la structure initiale qui ont été rencontrés. — Figures pseudo-organiques introduites par la précipitation de la limonite membraneuse.

§ 5. — Limites de ce premier travail. — Programme suivi dans la présentation de ses résultats.

---

§ 1. — Le type coprolithique dominant de Bernissart. — Comment on a été conduit à l'attribuer aux Iguanodons.

Au cours des fouilles faites à Bernissart pour l'extraction des Iguanodons, l'exploration méthodique de l'argile enveloppante a permis d'y recueillir un assez grand nombre d'échantillons de coprolithes. En comptant comme des pièces distinctes tous les spécimens qui n'ont pu être directement raccordés entre eux, il en a été trouvé 280.

On y reconnaît de suite plusieurs formes. Une première sériation, faite d'après des caractères macroscopiques, forme d'ensemble, détails visibles à l'œil nu et à la loupe, a permis d'y distinguer trois types.

L'un de ces types est de beaucoup le plus répandu, c'est le *type dominant*. C'est lui seul qu'on voit tout d'abord. Il est représenté par 183 échantillons, soit une proportion de 0.64. Il est vrai que c'est sur cette catégorie que pourraient se produire les plus fortes réductions numériques. Après un examen détaillé de tous les spécimens, il me paraît possible d'affirmer que le nombre des coprolithes distincts ou unités organiques, appartenant à ce type dominant, ne peut varier qu'entre un maximum de 123 et un minimum de 90. La proportion relative de ce premier type de coprolithe par rapport à l'ensemble n'oscille donc qu'entre 0.65 et 0.67 (1) (2).

Ce qui frappe d'abord dans le type coprolithique dominant, c'est à la fois sa forme d'ensemble en boudin allongé, effilé d'un côté, et son grand volume (Fig. 83, Pl. VII). Après la contraction qui s'est produite pendant la fossilisation, le coprolithe a encore le volume des crottins d'un gros chien danois. Ses diamètres transversaux sont en moyenne DH = 27^{mm}, DV = 23^{mm} ; ils s'élèvent jusqu'à DH = 48^{mm}, DV = 37^{mm} (3). La longueur L est 110. Elle peut atteindre 130^{mm}. Il ne contient pas d'écailles et, sauf de bien rares exceptions, il ne contient pas d'os immédiatement visibles. On a donc l'impression de déjections émises par un animal d'assez forte taille dont le régime n'est pas immédiatement reconnaissable.

La taille de ces coprolithes, jointe à l'absence constante d'écailles et d'os, exclut immédiatement l'attribution de ces restes aux Crocodiliens de Bernissart dont les dents écartées laissaient passer des fragments d'os et des écailles. A plus forte raison, on a dû écarter les tortues et tous les poissons trouvés dans le même gisement.

Ayant ainsi éliminé presque tous les représentants de la faune de Bernissart, le

---

(1) Ces nombres tiennent compte des fragments de coprolithes enrobés dans la limonite que j'ai laissés dans les nodules ferrugineux toutes les fois que la matière coprolithique était en très petite quantité par rapport à la limonite.

(2) Par rapport au volume de la masse fouillée dont les dimensions ont été environ : longueur, 75^{m}00, largeur très variable comptée approximativement en moyenne à 10^{m}00, hauteur, 34^{m}00, soit 20 à 25 mille mètres cubes, le coefficient de fréquence au mètre cube est de 0,011 à 0,014.

(3) L'abréviation DH signifie Diamètre horizontal, — DV : Diamètre vertical.

calibre relativement élevé de quelques exemplaires a particulièrement attiré l'attention (Fig. 95, Pl. VII). Ce fait, joint à la fréquence des échantillons, a conduit à penser aux déjections de jeunes sujets du genre Iguanodon. C'est sous cette première détermination, essentiellement provisoire, qu'ils ont été exposés dans les Galeries du Musée.

Mais, si les coprolithes dominants viennent bien des argiles grises où étaient enfermés les restes des grands Dinosauriens, un bien petit nombre de spécimens ont été ramassés dans les blocs mêmes qui contenaient les squelettes. Un spécimen porte la mention expresse « *trouvé dans le bloc de l'Iguanodon M* (1) ». Deux autres ont été trouvés dans le bloc de l'Iguanodon IZ (2). Les coprolithes n'ont donc pas été trouvés dans les carcasses de ces animaux. Il n'y a donc pas un caractère de connexité qui impose de suite l'attribution des coprolithes du type dominant à ces grands reptiles. C'est parce qu'ils sont parfois de grand volume, plus nombreux, que, procédant par exclusion, on a été amené à les attribuer aux plus grands vertébrés de la faune de Bernissart et à ceux qui y paraissent le plus répandus.

§ 2. — Comment j'ai été amené à constater que ces coprolithes sont des fécès de carnassier fossilisées et non des fécès d'herbivore.

Par leur nature même, les coprolithes dominants de Bernissart ont contenu, à l'origine au moins, des organismes bactériens. Il est même vraisemblable que des bactéries et d'autres espèces végétales très inférieures ont continué d'y évoluer après leur émission. On sait le parti que nous avons tiré, M. Renault et moi, des coprolithes permiens d'Autun, de Saint-Hilaire et de Commentry pour la connaissance des espèces végétales inférieures des temps primaires. Je pouvais donc espérer que l'analyse microscopique du matériel de Bernissart donnerait des indications sur les végétaux inférieurs du temps des Iguanodons et sur les modes de conservation de ces documents phytologiques. C'est pour répondre à ce desideratum tout botanique que j'ai sollicité et obtenu l'autorisation d'étudier les coprolithes de Bernissart.

L'examen macroscopique m'apprit qu'il n'y a pas de restes végétaux immédiatement visibles dans les coprolithes dominants. Ce n'est pas là un caractère accidentel. Tous les échantillons donnent cette même indication négative d'une alimentation végétale, herbacée, granivore ou frugivore. Quelques exemplaires, qui contiennent une parcelle végétale minuscule accidentellement enfermée dans la masse, disent que la matière végétale, se fossilisant dans ce milieu, y passait régulièrement à l'état de lignite. Si donc la matière végétale y avait existé en proportion notable au degré de broyage où l'amène un végétarien

(1) Échantillon n° 87RN qui est une extrémité terminale brisée.

(2) Échantillons n°s 100RV, pièce complète (Fig. 190 et 191, Pl. XV); et n° 100RV *bis* qui est une extrémité terminale.

ordinaire, elle se retrouverait conservée à un état reconnaissable (1). Il y avait donc lieu de douter que ces gros coprolithes de Bernissart provinssent de la fossilisation de fécès d'herbivores.

L'examen ultérieur de coupes minces, prélevées dans les meilleurs échantillons, a montré, fait à coup sûr inattendu, des fragments de fibres musculaires striées noyés dans une pâte bactérienne. Et, fait plus surprenant encore, il n'y a jamais d'écailles ; les fragments d'os y sont une rareté. Les débris végétaux y sont aussi rares que les parcelles osseuses. Il s'agit donc des déjections d'un carnassier d'une certaine taille et non des fécès fossilisées d'un animal herbivore. Or, on sait qu'en s'appuyant sur l'organisation du système dentaire et sur la constitution d'ensemble de l'animal, on a attribué aux Iguanodons un régime alimentaire herbivore.

§ 3. — Premières questions soulevées par cette constatation.

Cette constatation soulevait immédiatement quelques questions.

Convient-il de conserver à ces coprolithes la première attribution zoologique qui en a été faite? Alors on se heurte aux indications données par l'appareil dentaire des Iguanodons.

Faut-il, au contraire, rapporter ces coprolithes à l'un des autres représentants connus de la faune de Bernissart? Il est immédiatement évident que les Crocodiliens *Goniopholis*, *Bernissartia,* avec leurs dents plus ou moins isolées, laissaient passer dans leurs fécès des débris d'os et des écailles. De plus, les coprolithes dominants sont généralement trop gros pour provenir de Crocodiliens de cette taille. Nous verrons même par la suite que l'un des autres types de coprolithes récoltés présente les caractères essentiels des crottins des Crocodiliens et doit être attribué à ces animaux. Nous devons donc écarter les Crocodiliens de Bernissart comme auteurs des coprolithes du type dominant. A plus forte raison, faut-il écarter, pour les mêmes motifs, les tortues et tous les poissons.

Faut-il donc voir dans ces coprolithes dominants les déjections d'une espèce animale dont les ossements n'ont pas été rencontrés dans l'immense fouille souterraine effectuée de 1878 à 1882. Il est impossible que les pièces squelettiques d'un carnassier plus grand qu'un *Goniopholis* aient échappé aux explorateurs de Bernissart si elles se fussent rencontrées dans la masse d'argile retirée de la fosse. Je puis émettre cette affirmation, ayant eu occasion de constater maintes fois le soin extrême et la minutie qui ont été apportés à la recherche des échantillons, à leur récolte et à leur conservation. Il y a eu là, de la part du personnel chargé de l'exploration et de la récolte, des prodiges d'observation, d'habileté, de tact, et comme une prescience extraordinaire des questions qui seraient posées par la

---

(1) Voir chapitre XIII, § 78. — *Expériences sur la destruction des crottins.*

suite aux échantillons récoltés. Bernissart apparaît alors comme le lieu de chasse et le dépotoir d'un animal carnassier qui s'en écartait assez pour que ses ossements n'aient jamais été rapportés dans les masses d'argile qui remplissaient l'immense fosse qui a sondé sur 34 mètres de hauteur un terrain où l'on a trouvé tant de richesses zoologiques *sous la forme de cadavres entiers*. Dans ce cas, quelles indications les coprolithes dominants donnent-ils sur les habitudes spéciales de l'animal qui les a produits? Jusqu'où permettent-ils de conduire sa détermination zoologique? Les conditions si particulières de son alimentation, révélées par l'analyse des coupes minces, limitent singulièrement le champ des attributions possibles.

Ces coprolithes donnent-ils quelques renseignements sur le milieu dans lequel ils ont été émis, sur les conditions dans lesquelles ils se sont déposés? S'est-il par exemple développé à leur surface une flore adventice, comme il arrive sur les crottins noyés, mais non enfouis dans la vase, et sur ceux qui demeurent enfermés dans l'air presque confiné, immobilisé entre les hautes herbes?

§ 4. — Autres questions ou questions incidentes.

A côté de ces indications directes tirées de la constitution, de l'origine et du dépôt de ces gros coprolithes, il en est d'autres en apparence incidentes, mais très importantes pour mes études spéciales et pour lesquelles l'analyse micrographique des coprolithes de Bernissart offrait une occasion unique d'être renseigné. Ce sont ces questions très spéciales qui justifient la confiance qui m'a été témoignée en me permettant l'examen de ces pièces si rares. Elles excuseront le botaniste que je suis de s'être aventuré hors des limites du domaine apparent de ses études et de risquer la publication d'un travail sur des documents zoologiques d'une si grande valeur.

Quelles réponses les coprolithes dominants donnent-ils à la question initiale que je m'étais posée, à savoir dans quel état de conservation les organismes bactériens et les autres végétaux inférieurs qui existaient dans les coprolithes de Bernissart, ou qui s'y sont développés ultérieurement, nous sont-ils parvenus?

D'autre part, qu'a donné, en se fossilisant dans une argile humique, *sans intervention de bitumes,* la matière de ces fécès de carnassier. L'analyse des roches charbonneuses d'origine organique m'a conduit à des idées très particulières sur les conditions nécessaires à la formation de ces roches et sur les procédés de fossilisation qui y ont été mis en jeu. J'ai été amené à parler de charbons humiques, de charbons de purins, de charbons d'os, de charbons de coprolithes, en présentant ces formations non pas seulement comme le résultat d'une fermentation carbonée qui les a amenées, en milieu humique, à l'état de masses charbonneuses, mais comme étant des substratums organiques, enfouis en milieu humique, à divers degrés d'altération qui se sont accidentellement enrichis en carbone, en retenant,

en localisant les infiltrations de carbures d'hydrogène, les matières bitumineuses, qui ont traversé les argiles qui les contiennent, ou même simplement la couche organique où ils sont placés.

Les conditions de formation, que révèle l'analyse de l'argile de Bernissart, sont identiquement les mêmes que celles du *Casing* de Hartley (1) et des schistes à boghead de l'Autunois : Argile se déposant en milieu humique, c'est-à-dire réalisant toutes les conditions requises à l'établissement des fermentations carbonées qu'on invoque pour la formation des houilles. A Bernissart, le résultat est une argile grise avec des lignites et des coprolithes blonds. Ces derniers sont encore organiques, phosphatiques et rendus ferrugineux par apport tardif de limonite. Ils sont appauvris en matière organique et particulièrement en carbone. A Bernissart, il n'y a certainement pas eu d'infiltrations bitumineuses, par conséquent pas de causes d'enrichissement. Le substratum organique s'y montre épuisé et non charbonneux. De là, un intérêt très grand pour moi d'analyser micrographiquement ce rare matériel, étant donné le rôle qu'on tend à attribuer aux Bactéries dans la formation de la houille.

Les coupes minces montrent de suite que la structure initiale de la matière coprolithique a été plus ou moins effacée pendant sa fossilisation, en même temps qu'il y a eu apport de substances étrangères. Au premier rang de celles-ci, les sels de fer ont précipité dans le coprolithe à l'état de limonite et cette matière est en membranes affectant souvent des figures pseudo-organiques. Ces figures de minéralisation s'ajoutent aux figures organiques, elles les troublent ou les voilent, et, trop souvent hélas, elles subsistent seules. Quelles sont les principales étapes rencontrées dans l'effacement de la structure initiale des coprolithes? D'autre part, quelles sont les figures introduites par la précipitation de la limonite membraneuse? Comme les figures, introduites par les membranes de limonite, reproduisent souvent des formes de tissus végétaux simples et des formes d'organites végétaux inférieurs entiers, — spores, bactéries, — qu'il devient presque impossible de distinguer des moulages de ces organites, on voit l'importance grandissante que prend le problème des corps bactériformes ou bactérioïdes auxquels M. B. Renault a attribué un si grand rôle dans la formation des charbons, en les considérant comme les restes des bactéries productrices de la fermentation carbonée (2).

---

(1) Voir C. Eg. Bertrand. *Les charbons humiques et les charbons de purins,* Lille, 1898.
C. Eg. Bertrand et B. Renault. *Reinschia australis et le Kerosene Shale de la Nouvelle Galles du Sud,* Autun, 1896.
C. Eg. Bertrand. *Nouvelles remarques sur le Kerosene Shale de la Nouvelle Galles du Sud,* Autun, 1894.
C. Eg. Bertrand. *Premières notions sur les charbons de terre,* Saint-Etienne, 1898.

(2) B. Renault. *Sur quelques microorganismes des combustibles fossiles.* — Bulletin de la Société de l'Industrie minérale, 3e sie, tomes 13 et 14, 1899-1900.

§ 5. — Limites de ce premier travail. — Programme suivi dans la présentation de ses résultats.

Je me limiterai, dans ce premier travail, à l'étude des coprolithes dominants de Bernissart, c'est-à-dire à ceux que l'on pensait provenir des Iguanodons. Je dois avertir que j'ai déjà fait cependant une première analyse micrographique des autres types de coprolithes pour tenir compte des indications comparatives qu'ils pouvaient donner et pour éviter aussi de négliger certains faits importants ou certaines restrictions qu'ils pouvaient signaler. Nous présenterons ces analyses dans un travail ultérieur.

Je suivrai, pour cette première monographie, l'ordre ci-après dans la présentation des résultats obtenus.

Chap. I. — La composition chimique des coprolithes, de leur gaîne d'enrobement, et de l'argile entourante.

Chap. II. — Les faits qui permettaient d'affirmer immédiatement qu'il s'agissait de coprolithes et non point de concrétions à faciès organique.

Chap. III. — L'état de la matière fossilisante et premières notions sur les états de conservation des divers types d'objets qui s'y peuvent rencontrer.

Chap. IV. — Le choix de l'échantillon moyen des coprolithes dominants.

Chap. V. — La morphologie du coprolithe dominant.

Chap. VI. — La structure du coprolithe. — Sa flore bactérienne.

Chap. VII. — Les modifications des coprolithes par minéralisation tardive et les figures introduites par la limonite membraneuse. — Étapes de l'effacement de la structure du coprolithe.

Chap. VIII. — Le contact du coprolithe et de l'argile entourante. — L'enrobement du coprolithe dans un nodule ferrugineux.

Chap. IX. — Les variantes trouvées dans les coprolithes dominants de dimensions moyennes. — Les disques isolés. Les tortillons.

Chap. X. — Les variantes trouvées dans les coprolithes dominants de grande taille.

Chap. XI. — Les variantes trouvées dans les coprolithes dominants de petite taille.

Chap. XII. — Les habitudes alimentaires du carnassier producteur des coprolithes dominants de Bernissart. — Limitation de l'attribution zoologique de ses fécès.

Chap. XIII. — Les conditions de dépôt de ces coprolithes.

Chap. XIV. — Conclusions de ce premier travail.

Chap. XV. — Explication des planches. — Caractères spéciaux de la composition des planches et de leur explication.

En terminant cette Introduction, je présente l'expression de ma profonde reconnaissance à M. E. Dupont, directeur du Musée, pour les facilités qu'il s'est ingénié à me donner

pour mener à bien ce long travail. Je remercie MM. les conservateurs Dollo, Klement, Severin, ainsi que le professeur Abel, de Vienne, pour les indications zoologiques et minéralogiques qu'ils ont bien voulu me donner.

Je dois des remerciements tout particuliers à M. le professeur Ludwig, de Vienne, pour les analyses chimiques qu'il a faites des échantillons que j'avais choisis.

Je suis très obligé à M. le professeur Lambling, de Lille, de toutes les indications qu'il m'a communiquées sur la composition des fécès.

Je remercie aussi le personnel des ateliers et en particulier M. Sonnet, chef de ce service, pour l'assistance qu'il m'a donnée dans le triage des spécimens et pour l'aide que j'en ai reçue lors de la prise des épreuves photographiques.

Les plaques minces ont été faites par M. R. Brunnée, de Gottingue, auquel je suis reconnaissant des soins particuliers apportés dans la confection de ces difficiles préparations.

Les photographies macroscopiques ont été prises par M. E. Castelein sur les échantillons que je présentais sous l'orientation la plus favorable à la mise en évidence du caractère que je voulais montrer. J'ai fait moi-même toutes les photographies microscopiques en employant l'appareil du regretté Maurice Hovelacque.

CHAPITRE I

La composition chimique des coprolithes, de leur gaîne d'enrobement et de l'argile entourante.

SOMMAIRE

§ 1. — La composition chimique de la matière des coprolithiques sans croûte.
§ 2. — La composition chimique de la gaîne d'enrobement.
§ 3. — La composition chimique de l'argile grise. — Indications spéciales relatives à sa patine.
§ 4. — Tableaux comparatifs présentant la composition centésimale des cendres totales et celle de la matière sèche totale.
§ 5. — Caractères chimiques de la matière coprolithique. — Conséquences.
§ 6. — Caractères chimiques de l'argile grise. — Caractères chimiques de sa patine. — Conséquences.
§ 7. — Caractères chimiques de la gaîne d'enrobement ou gaîne ferrugineuse. — Conséquences.
§ 8. — Conclusions.

Les analyses chimiques ont été faites par M. le Professeur Ludwig, de Vienne, sur les échantillons que j'avais spécialement choisis à cette intention. Je lui renouvelle ici l'expression de ma très vive gratitude, ainsi qu'à M. le conservateur Klement qui nous a mis en rapport à cette occasion.

§ 1. — Composition chimique de la matière coprolithique sans croûte (1).

1. Eau restante (2) . . . . . 2.66 p. 100
2. La matière séchée à 110°, chauffée avec du chromate de plomb, donne :
   Eau . . . . . (hydrogène 0.65). . 5.85 p. 100
   Carbone, déduction faite du carbone provenant des carbonates (3) 3.96 p. 100

---

(1) L'échantillon analysé a été formé par la pulvérisation de fragments provenant des échantillons :
31 J. et 55 J, coprolithes de teinte café au lait très clair, sans gaîne ferrugineuse ;
23 R, coprolithe plus foncé brun qui a un début de gaîne ferrugineuse et quelques cavernes ;
9 J, coprolithe nettement ferrifié.
La croûte superficielle des échantillons avait été enlevée par un grattage au couteau.
(2) L'humidité de la matière a été déterminée par séchage dans l'air à 110°.
(3) Les dosages du carbone et de l'eau, contenus dans la matière sèche, ont été faits en chauffant celle-ci avec du chromate de plomb. On a retranché du carbone la partie correspondante à l'acide carbonique des carbonates.

3. Azote contenu dans 100 parties de la matière sèche . . . 0.20 p. 100
4. Soufre libre contenu dans 100 parties de la matière sèche(1) . 0.00 p. 100
5. L'incinération de 100 parties de matière sèche donne :

Produits volatils	9.54 p. 100
Cendres.	90.46 p. 100

De ces 90.46 p. 100 de cendres,
89.73 sont solubles dans l'acide chlorhydrique à 20 p. 100;
0.73 sont insolubles dans l'acide chlorhydrique à 20 p. 100 (2).

6. Composition centésimale de la partie soluble des cendres.

Peroxyde de fer ($Fe_2 o_3$).	4.69	99.87
Phosphate calcique ($Ca_3 P_2 O_8$).	77.29	
Chaux (Ca O)	13.64	
Magnésie	traces	
Potasse (K_2 O)	—	
Soude (Na_2 O).	—	
Alumine ($Al_2 O_3$)	—	
Silice (soluble) (Si O_2)	—	
Fluor	0.34 (3)	
Anhydride sulfurique (SO_3)	3.91	

7. Composition centésimale de la partie insoluble des cendres.

Peroxyde de fer ($Fe_2 O_3$)	traces	99.99
Chaux	—	
Alumine insoluble	—	
Silice insoluble (Si O_2)	82.19	
Acide titanique	17.80	

8. La matière coprolithique séchée à 110° contient :

Phosphate de chaux	69.36 p. 100
Sulfate de chaux (4).	6.01 p. 100
Carbonate de chaux.	8.48 p. 100

(1) Pour le dosage du soufre libre, la substance séchée a été épuisée à l'abri de l'air avec du sulfure de carbone fraîchement distillé. Le résidu, laissé après évaporation de l'extrait dans un courant d'hydrogène, a été pesé et caractérisé comme soufre.

(2) Pour connaître les proportions soluble et insoluble du résidu de calcination, le résidu a été traité par l'acide chlorhydrique à 20 p. 100 et les deux parties furent soumises à une analyse complète. La proportion variera un peu avec la durée du traitement par l'acide.

(3) A déduire 0,14 p. 100 pour l'oxygène correspondant au fluor.

(4) Au sujet du sulfate calcique et de la pyrite, on a procédé comme il suit : La substance sèche, épuisée par le sulfure de carbone, a été traitée par l'eau pour en extraire le sulfate calcique. Ensuite on l'a traitée par l'acide chlorhydrique à 2 p. 100 pour dissoudre les sulfates basiques de fer et d'alumine. Dans le résidu obtenu, on oxyda la pyrite par l'acide azotique et l'on dosa l'acide sulfurique formé.

9. La lessive de potasse à 0.1 donne une solution brune. La coloration est due à une substance qui se comporte comme les matières humiques et qui contient de l'azote (1).

10. La matière coprolithique ne renferme ni acide urique ni aucune des combinaisons du groupe de cet acide. Il n'y a ni acide hippurique ni son dérivé l'acide benzoïque.

§ 2. — Composition chimique de la gaîne d'enrobement du coprolithe (2).

1. Eau restante . . . . . 3.91 p. 100
2. La matière séchée à 110° chauffée avec du chromate de plomb donne :

Eau	hydrogène 0.88 . .	7.98 p. 100
Carbone, déduction faite du carbone provenant des carbonates		3.18 p. 100

3. Azote contenu dans 100 parties de la matière sèche . . . 0.15 p. 100
4. Soufre libre contenu dans 100 parties de la matière sèche. . 0.04 p. 100
5. L'incinération de 100 parties de la matière sèche donne :

Produits volatils	11.25 p. 100
Cendres.	88.75 p. 100

De ces 88.75 p. 100 de cendres,

38.36 sont solubles dans l'acide chlorhydrique à 20 p. 100.
50.12 sont insolubles dans l'acide chlorhydrique à 20 p. 100,

6. Composition centésimale de la partie soluble des cendres.

Peroxyde de fer ($Fe_2 O_3$)	41.15	
Phosphate calcique ($Ca_3 P_2 O_8$)	40.03	
Chaux (Ca O)	11.40	
Magnésie	traces	
Potasse ($K_2 O$)	traces	99.49
Soude ($Na_2 O$).	1.70	
Alumine soluble ($Al_2 O_3$)	—	
Silice (soluble) ($Si O_2$)	1.01	
Fluor	traces	
Anhydride sulfurique ($S O_3$)	4.20	

(1) Le chauffage de la matière coprolithique, en présence de chaux sodée, dégage une très légère odeur d'ammoniaque.

(2) L'échantillon analysé a été formé, en enlevant au couteau le plus soigneusement possible des morceaux des gaînes des échantillons 23 R. 41 V. 26 V. 81 R.

7. Composition centésimale de la partie insoluble des cendres :

Peroxyde de fer ($Fe_2 O_3$)	2.42	100.14
Chaux	traces	
Magnésie	traces	
Alumine insoluble	4.14	
Silice insoluble	92.18	
Acide titanique	1.40	

8. La gaîne d'enrobement, séchée à 110°, contient :

Phosphate de chaux	15.34 p. 100
Sulfate de chaux	3.63 p. 100
Carbonate de chaux	1.39 p. 100

9. La substance ne renferme ni acide urique ni d'autres combinaisons analogues, ni acide hippurique, ni acide benzoïque.

§ 3. — Composition chimique de l'argile grise sans patine (1).

1. Eau restante . . . . . 1.74 p. 100

2. La matière séchée à 110°, puis chauffée avec le chromate de plomb donne :

Eau.	(hydrogène 0.90. .	8.11 p. 100
Carbone, déduction faite du carbone provenant des carbonates		2.31 p. 100

3. Azote contenu dans 100 parties de la matière sèche. N'a pas été déterminé.

4. Soufre libre contenu dans 100 parties de la matière sèche . . 0.25 p. 100

5. L'incinération de 100 parties de la matière sèche donne :

Produits volatils	9.50 p. 100
Cendres.	90.50 p. 100

De ces 90.50 p. 100 de cendres

8.94 sont solubles dans l'acide chlorhydrique à 20 p. 100,
81.56 sont insolubles dans l'acide chlorhydrique à 20 p. 100.

---

(1) L'analyse de l'argile grise a été faite sur l'échantillon unique 35 R. dont j'avais enlevé totalement la patine. L'argile était stratifiée bien régulièrement, sans fissures intérieures, de teinte moyenne, sans parcelles lignitifiées visibles, et au contact immédiat d'un coprolithe pour saisir s'il se pouvait la migration des phosphates. L'argile de Bernissart peut se présenter *brune* et même *brun chocolat*. Ces lits bruns à coupure savonneuse sont bien plus riches en gelée humique et en corps jaunes.

On trouvera p. 21 les indications relatives à la composition chimique de la patine que j'avais enlevée.

6. Composition centésimale de la partie soluble des cendres :

Peroxyde de fer ($Fe_2 O_3$)	25.39	
Acide phosphorique	—	
Chaux (Ca O)	3.29	
Magnésie	—	
Potasse ($K_2 O$)	8.08	
Soude ($Na_2 O$)	6.59	99.69
Lithine	traces	
Alumine (soluble) ($Al_2 O_3$)	51.85	
Silice soluble	2.69	
Fluor	—	
Anhydride sulfurique	1.80	
Acide titanique	—	

7. Composition centésimale de la partie insoluble des cendres :

Peroxyde de fer	1.97	
Chaux	0.11	
Magnésie	—	
Alumine insoluble	9.72	99.39
Silice insoluble (Si O_2)	86.79	
Acide titanique (Ti O_2)	0.80	

8. L'argile ne contient pas de carbonates.

9. L'argile séchée à 110° abandonne à l'eau 0.51 de sulfate calcique ainsi que des traces de sulfate de fer et d'alumine.

L'acide chlorhydrique à 2 p. 100 enlève encore 2.92 p. 100 de sulfate de fer et d'alumine.

10. L'argile, séchée à 110° et ensuite épuisée successivement par le sulfure de carbone, par l'eau et par l'acide chlorhydrique, puis soumise à l'action de l'acide azotique, donne une quantité d'acide sulfurique qui correspond à 0.1 p. 100 de soufre ou à 0.19 p. 100 de pyrite.

L'argile colore en brun la lessive de potasse à 0.1. La substance ainsi dissoute montre les caractères des matières humiques, mais la détermination de sa nature exacte n'était pas possible.

Indications spéciales sur la composition chimique de la croûte superficielle ou patine de l'argile.

1. Eau restante . . . . . 2.57 p. 100

2. La matière, séchée à 110° et chauffée avec du chromate de plomb, donne :

Eau	6.43 p. 100
Carbone	2.44 p. 100

3. Azote contenu dans 100 parties de matière séchée à 110° . . Non déterminé.

4. Soufre libre contenu dans 100 parties de matière séchée à 110° . 0.12 p. 100

5. Elle ne renferme ni phosphates ni carbonates.

6. Séchée à 110°, la matière abandonne à l'eau 6.58 p. 100 de sulfate calcique et des traces de sulfate de fer et d'alumine.

7. L'acide chlorhydrique à 2 p. 100 extrait encore 3.26 p. 100 de sulfates de fer et d'alumine.

8. La matière, séchée à 110°, épuisée par le sulfure de carbone, l'eau, l'acide chlorhydrique à 2 p. 100, puis traitée par l'acide azotique, accuse une quantité d'acide sulfurique qui répond à 1.9 p. 100 de soufre ou à 3.56 p. 100 de pyrite.

Nous avons réuni dans le tableau qui suit les indications numériques qui résultent des données ci-dessus, en les rapportant à 100 de cendres pour la matière coprolithique, pour la gaîne d'enrobement et pour l'argile.

§ 4. — Tableaux comparatifs présentant les compositions centésimales des cendres totales et de la matière sèche totale.

TABLEAU I.

COMPOSITION CENTÉSIMALE DES CENDRES TOTALES.

	MATIÈRE COPROLITHIQUE SANS CROUTE			Proportion contenue dans 100 parties de matière sèche	GAÎNE D'ENROBEMENT			Proportion contenue dans 100 parties de matière sèche	ARGILE GRISE			Proportion contenue dans 100 parties de matière sèche
	partie soluble	partie insoluble	Total		partie soluble	partie insoluble	Total		partie soluble	partie insoluble	Total	
	0.992	0.008		0.9046	0.432	0.564		0.8875	0.098	0.901		0.9050
Peroxyde de fer F_2O_3	4.64	—	**4.64**	4.19	17.77	1.37	**19.15**	16.99	1.48	1.77	**3.26**	2.95
Acide phosphorique	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Phosphate calcique ($Ca_3P_2O_8$) .	76.59	—	**76.59**	69.28	17.29	—	**17.29**	15.34	—	—	**0.00**	—
Chaux (CaO)	13.51	—	**13.51**	12.31	4.92	traces	**4.92**	4.36	0.32	0.9	**0.42**	0.38
Magnésie	traces	—	traces	traces	traces	traces	traces	traces	—	traces	traces	traces
Lithine	—	—	—	—	—	—	—	—	traces	—	traces	traces
Potasse (K_2O).	—	—	—	—	traces	—	traces	traces	0.79	—	**0.79**	0.71
Soude (Na_2O)	—	—	—	—	0.73	—	**0.73**	0.64	0.64	—	**0.64**	0.57
Alumine (Al_2O_3)	—	—	**0.00**	—	—	2.33	**2.33**	2.06	5.08	8.75	**13.83**	12.51
Silice (SiO_2)	—	0.65	**0.65**	0.58	0.43	51.99	**52.42**	46.52	0.26	78.19	**78.46**	71.00
Fluor.	0.33	—	**0.33**	0.29	traces	—	traces	traces	—	—	—	—
Anhydride sulfurique (SO_3) .	3.87	—	**3.87**	3.50	1.81	—	**1.81**	1.60	0.17	—	**0.17**	0.15
Acide titanique	—	0.14	**0.14**	0.12	—	0.78	**0.78**	0.69	—	0.72	**0.72**	0.65

Les nombres, inscrits en tête de chaque colonne des parties solubles et insolubles, sont les coefficients de réduction qui permettent de transformer la composition centésimale de chaque partie, de manière à donner sa représentation dans la composition centésimale totale de la cendre.

TABLEAU II.

COMPOSITION CENTÉSIMALE DE LA MATIÈRE SÈCHE TOTALE.

	Matière coprolithique		Gaîne coprolithique		Argile grise	
Produits volatils .	9.54		11.25		9.50	
Hydrogène. . .	0.65	5.85 eau.	0.88	7.98	0.90	8.11
Carbone . . .	3.96		3.18		2.31	
Azote. . . .	0.20		0.15		n. dét.	
Soufre libre . .	0.00		0.04		0.25	
Cendres . . .	90.46		88.75		90.50	
Solubles . .	89.73	38.36		8.94		
Insolubles . .	0.73	50.12		81.56		
Phosphate de chaux.	69.36		15.34		0.00	
Sulfate de chaux .	6.01		3.63		0.51	
Carbonate de chaux .	8.48		1.39		0.00	

Proportions relatives des trois sels de chaux sur l'ensemble de ces sels.

Phosphate de chaux .	0.827	0.753	0.000
Sulfate de chaux .	0.070	0.173	1.000
Carbonate de chaux .	0.101	0.068	0.000
	0.998	0.994	1.000
Totalité des sels de chaux dans l'ensemble des cendres.	83.85	20.36	0.51

§ 5. — Caractères chimiques de la matière coprolithique. — Conséquences.

Les résultats analytiques, consignés dans les paragraphes 1 à 4 et dans les tableaux I et II, assignent, à la matière que nous appelons coprolithique, les caractères chimiques suivants :

Elle contient du *carbone organique*. Ce corps y intervient dans la proportion de 3.96 p. 100 qui dépasse de 1.65 p. 100 celle du carbone organique contenu dans l'argile entourante.

Elle contient des *corps humiques* dont certains sont azotés. L'eau potassique au 1/10 suffit pour les extraire de la matière.

L'*azote* n'est pourtant qu'en très faible quantité dans la matière, 0.20 p. 100 seulement.

Elle ne contient *ni urates, ni hippurates.*

Le carbone organique, l'hydrogène et l'azote forment ensemble 4.81 p. 100 de la matière sèche, soit plus de la moitié de ses produits volatils. Dans ces derniers, il n'y a pas de soufre libre.

La matière est essentiellement formée par les trois sels fixes ordinaires des fécès desséchées et lavées : le phosphate, le sulfate et le carbonate calciques. Ils forment

ensemble 83.85 p. 100 de la matière sèche. Le phosphate calcique est le corps dominant du mélange. Il intervient à lui seul pour 69.36 p. 100. Il représente 0.827 de la totalité des sels de chaux.

La magnésie n'existe dans la matière qu'à l'état de trace comme dans l'argile entourante.

Il n'y a *ni soude, ni potasse.*

La matière ne contient *pas d'alumine.*

Elle ne contient que très peu de *silice*, 0.58 p. 100.

Elle contient 0.29 p. 100 de *fluor.*

Elle contient 4.19 p. 100 de *peroxyde de fer*, soit 1.24 p. 100 de plus que l'argile. La sulfuration est 23 fois plus grande que celle de l'argile voisine.

Elle contient 5 fois moins d'acide titanique que cette argile.

LA RÉUNION DES TROIS CONDITIONS.

Matières organiques dont certaines sont azotées et encore facilement extractives,

Fluor,

Mélange des trois sels calciques ordinaires des cendres des fécès, avec prédominance du phosphate de chaux,

Spécifie : *matière d'origine animale analogue à un guano dépouillé de ses éléments mobiles.*

L'absence des éléments caractéristiques de l'argile entourante, silice et alumine, dit d'autre part que *ce milieu très particulier n'intervient pas dans la substance comme substratum d'une matière qui s'y serait concrétée.* La notion de remplissage d'une cavité accidentelle est d'ailleurs écartée par la configuration même de l'objet.

Les caractères chimiques de la substance fixent déjà nos idées sur sa nature et sur son origine.

En tant que matière guanique, elle apparaît comme particulièrement riche en phosphate calcique, comme très pauvre en silice.

Elle est dépouillée de la plus grande partie de sa matière organique, de ses urates et hippurates, de ses composés sulfurés.

Elle est presque totalement dépouillée de sa magnésie qui n'y est plus qu'à l'état de traces comme dans l'argile voisine.

Elle est totalement dépouillée de soude et de potasse.

Le peroxyde de fer y est plus abondant que dans les cendres des fécès; il y a eu enrichissement de la matière en fer.

Sauf en ce qui touche le fer, c'est bien l'allure de la transformation des fécès alternativement lavées et séchées.

La proportion très élevée du phosphate calcique par rapport à la silice donne encore

une autre indication. *Elle exclut la matière fixe des fècès d'un herbivore et spécifie matière fixe des fécès d'un carnivore.* En effet, tandis que le phosphate calcique est très abondant dans les cendres des fécès des carnivores et des omnivores alors que la silice y est en proportion très faible, c'est l'inverse qui a lieu dans les cendres des fécès des herbivores : la silice y est très abondante et en beaucoup plus grande quantité que le phosphate calcique. En accusant 69.36 p. 100 de phosphate de chaux contre 0.58 de silice, l'analyse chimique nous dit qu'il s'agit de la matière fixe de coprolithes de mangeurs de viande, pour autant qu'on puisse étendre les résultats des Mammifères aux Reptiles (1).

§ 6. — Caractères chimiques de l'argile grise. — Conséquences.

La roche entourante est une matière argileuse qui accuse encore 2.31 p. 100 de carbone organique.

La lessive de potasse en extrait des matières brunes humiques (2).

La roche est riche en silice 71.00 p. 100. Cette matière y est presque totalement insoluble. Il n'y a que 12.51 p. 100 d'alumine dont une petite portion, 0.36, est encore soluble.

La chaux n'y est contenue qu'en très minime proportion : 0.38 p. 100. Elle y est surtout à l'état de sulfate calcique, 0.51 p. 100. Il n'y a pas de carbonate ni de phosphate de chaux. *La matière argileuse ne contient pas du tout d'acide phosphorique.*

L'argile grise ne contient que des traces de magnésie.

---

(1) A titre de document, je reproduis ici un extrait du tableau des cendres d'excréments publié dans la *Chimie physiologique* de Gorup Besanez d'après les analyses de MM. Fleitmann, Porter et Rogers, t. I, p. 765, 1880.

TABLEAU III.

ANALYSES DE CENDRES D'EXCRÉMENTS.

Principes contenus dans 100 parties de cendres.	Homme.		Animaux. Rogers.			
	Porter.	Fleitmann.	Porc.	Vache.	Mouton.	Cheval.
Chlorure sodique	4.33	0.58	0.89	0.23	0.14	0.03
Potassium	6.10	18.49	3.60	2.91	8.32	11 30
Sodium	5.07	0.75	3.44	0 98	3.28	1.98
Chaux	26.46	21.06	2.03	5.71	18.15	4.63
Magnésie	10.54	10.67	2.24	11.47	5.45	3.84
Oxyde de fer	2.50	2.09	5.57	5.22	2.20	1.44
Acide phosphorique	**36.03**	**30.98**	**5.39**	**8.47**	**9.40**	**10 22**
Acide sulfurique	3.13	1.13	0.90	1.77	2.69	1.83
Acide carbonique	—	1.05	0.60	—	traces	—
Silice et sable	—	**8.83**	**74.56**	**62.54**	**50.11**	**62.40**

(2) La matière brune humique qu'enlève la lessive de potasse peut contenir, d'une part, un peu de la matière humique amorphe unie à l'argile, et, d'autre part, des matières abandonnées par les parcelles végétales lignitifiées.

Elle contient une petite quantité de soude et de potasse en rapport avec ses lamelles micacées.

Elle contient une certaine quantité de peroxyde de fer, 2.95 p. 100. Elle est légèrement pyritisée. Elle contient un peu de soufre libre.

Elle ne contient pas de fluor. Par contre, elle contient 0.65 p. 100 d'acide titanique.

La patine qui s'est développée à la surface de cette argile pendant sa dessiccation, est riche en sulfates et en pyrite. Le sulfate calcique de la masse a émigré vers la surface.

L'analyse chimique spécifie donc : Argile humique contenant de très petites parcelles végétales. Elle est très siliceuse; une partie de son alumine est demeurée soluble. Elle est légèrement ferrifiée et pyritisée. En séchant lentement à l'air, la surface s'est patinée en se sulfatant.

§ 7. — Caractères chimiques de la gaîne d'enrobement. — Conséquences.

Le peroxyde de fer s'y élève brusquement à la proportion de 16.99 de la matière sèche.

La gaîne contient encore 3.18 p. 100 de carbone organique et 0.15 d'azote. Le carbone organique, l'hydrogène et l'azote réunis ne forment que le tiers de ses produits volatils.

On y trouve les trois sels calciques de la matière coprolithique, mais ils n'interviennent ensemble que pour 20.36 p. 100. Le phosphate de chaux reste le sel dominant de ce groupe de corps; il représente 0,753 de la totalité des sels calciques et 15.34 p. 100 de la matière sèche. La proportion du carbonate calcique s'est fortement abaissée : 0.068 au lieu de 0.101. Par contre, celle du sulfate calcique est fortement relevée : 0.173 au lieu de 0.070.

Il y a des traces de fluor.

La gaîne contient un peu de soufre libre. Elle est moins fortement pyritisée que la matière coprolithique.

La gaîne contient beaucoup de silice : 46.52 p. 100. Cette matière est l'élément principal de la gaîne. Elle y est presque totalement à l'état insoluble.

La gaîne contient fort peu d'alumine : 2.06 p. 100, c'est-à-dire beaucoup moins que l'argile; cette matière y est à l'état insoluble.

Il y a un peu de soude dans la gaîne, mais pas de potasse.

La gaîne contient un peu plus d'acide titanique que l'argile.

La matière de la gaîne apparaît comme une accumulation siliceuse et ferrugineuse. Bien que les spécimens qui ont servi à former l'échantillon moyen de la gaîne aient été choisis avec un soin particulier, la matière coprolithique, un peu appauvrie en carbonate de chaux, y est certainement demeurée adhérente. Les éléments de l'argile, à l'exception de la potasse, sont représentés dans la gaîne, mais l'alumine y est en proportion très faible. La matière de la gaîne est donc plutôt un remplissage qu'une localisation dans l'enveloppe

muqueuse du coprolithe ou dans une région de l'argile chimiquement modifiée par le contact du coprolithe.

§ 8. — Conclusions.

En résumé et comme conclusions de ce premier chapitre, l'analyse chimique des objets dit :

De la matière coprolithique, provenant de fécès d'animaux carnivores, a été fossilisée dans une argile humique très siliceuse.

A la limite de l'argile et du coprolithe, s'est développée une gaîne silico-ferrugineuse.

Le phosphate calcique commence seulement à émigrer de son point de dépôt dans l'argile voisine.

La matière coprolithique s'est enrichie en fer.

Pendant la dessiccation, la surface de l'argile s'est patinée par sulfatation.

CHAPITRE II

Faits qui permettaient d'affirmer immédiatement que les objets recueillis à Bernissart comme coprolithes sont bien des déjections animales fossilisées et non pas des concrétions minérales à faciès pseudo-organique.

SOMMAIRE

§ 1. — L'objection : " *les objets récoltés ne sont-ils pas des concrétions minérales à faciès pseudo-organique* „ ? — La réfutation qui en est faite par les résultats annoncés ou déjà exposés. — Le caractère de vérifications *a posteriori* des résultats employés dans cette réfutation.

§ 2. — Groupes de faits macroscopiques qui imposaient la détermination comme fécès fossilisées.

a. — L'objet était un corps étranger à l'argile et non une modification locale de celle-ci.

b. — Il ne s'agissait pas du remplissage d'une fente tardive de l'argile.

c. — Faits qui indiquaient qu'il s'agissait d'un corps descendu doucement dans le dépôt argilo-humique.

d. — Faits qui imposaient la conclusion : *Fécès animales fossilisées.*

§ 3. — Réponse à une observation générale de Fr. Leydig. " *N'y a-t-il pas des urolithes parmi les objets considérés comme des coprolithes ?* „

---

§ 1. — L'objection : « les objets récoltés ne sont-ils pas des concrétions minérales à faciès pseudo-organique » ? — La réfutation qui en est déjà faite. — Le caractère de vérifications « a posteriori » des résultats employés.

Une objection préalable pouvait m'être faite, et elle a été souvent faite : *Les objets, récoltés à Bernissart comme coprolithes, sont-ils bien des déjections animales fossilisées? Ne pourrait-on se trouver en présence de concrétions minérales à faciès pseudo-organique ?* „

Il semblera peut-être que j'ai déjà pleinement répondu à cette objection. J'ai annoncé, en effet, dans l'exposition du sujet, que les restes de Bernissart contenaient des fragments de fibres musculaires striées noyés dans une pâte bactérienne. D'autre part, dans les résultats des analyses chimiques, j'ai souligné trois faits : un excédent de matière organique, la présence du fluor, les trois sels calciques avec grande prédominance du phosphate de chaux, alors que l'entourage est une argile siliceuse totalement dépourvue d'acide phosphorique. L'analyse chimique et l'analyse micrographique s'accordent donc

pour dire qu'il s'agit bien de fécès fossilisées, c'est-à-dire de coprolithes, mais ces constatations n'ont pas été et ne pouvaient pas être faites immédiatement. Elles sont venues en cours d'étude, ou même vers la fin du travail, comme des contrôles ou comme des vérifications *a posteriori*, alors qu'on pouvait disposer de quelques échantillons et les sacrifier pour prélever des préparations. L'attribution initiale des objets a dû être faite et a été faite d'abord sur des caractères macroscopiques. Quels sont ces caractères et quelle est leur valeur? Comment écartaient-ils la notion de *concrétions à faciès pseudo-organique?* Comment imposaient-ils la conclusion adoptée : *Fécès animales fossilisées?*

Ces questions valaient la peine d'être soulevées au moins une fois au cours de ces études. Il y a, en effet, des concrétions minérales à faciès pseudo-organique dont la forme et les dimensions sont assez constantes pour qu'elles aient donné l'illusion de moulages de corps animaux ou de coprolithes. Ainsi, pendant longtemps les nodules silicifiés du boghead d'Autun ont été pris pour des moulages d'Unios ou de Mollusques analogues. En Belgique, des concrétions du Lias moyen d'Arlon ont été soupçonnées être des coprolithes d'Ichthyosaures. La ressemblance était poussée assez loin pour qu'il ait été nécessaire d'y faire tailler des coupes minces, afin de se rendre compte de leur nature exacte. L'absence d'écailles de poissons était le seul caractère macroscopique saillant qui permit de penser à une concrétion et d'écarter coprolithe d'Ichthyosaure. Mais il y a des coprolithes sans écailles et il y a des urolithes. Dans les objets de Bernissart, il a de même été rencontré des échantillons pour lesquels il était impossible de dire, *tant que le bloc était entier*, s'il contenait ou non un coprolithe. L'échantillon 63RJ, par exemple, était si parfaitement semblable à l'échantillon 66J 67J qu'on les prenait l'un pour l'autre. Le dernier contenait un coprolithe avec vertèbres de poissons et des fragments de crustacé. Le premier ne contenait qu'un galet de psammite, comme on le sut en l'ouvrant. Des spongiaires ont de même été confondus avec des coprolithes (1).

§ 2. — Groupes de faits macroscopiques qui imposaient la détermination comme fécès fossilisées.

Quatre groupes de faits établissaient la conclusion que j'ai adoptée : *Les objets de Bernissart sont des coprolithes.*

a) L'objet est un corps étranger à l'argile. Ce n'est pas une minéralisation locale de cette argile.

b) L'objet n'est pas dû au remplissage tardif d'une fissure de l'argile.

c) L'objet s'est déposé en même temps que l'argile.

d) L'objet représente des fécès animales fossilisées.

---

(1) W. Johnson Sollas. *On the coprolites of the Upper Greensand Formation and on Flints.* Quaterley Journal of the Geological Society. February 1873.

a.

Tout d'abord, le corps qu'on soupçonnait être de nature coprolithique, était un corps étranger à l'argile qui l'enfermait. Il s'en sépare totalement (Fig. 5 à 7, Pl. I). Sa matière est autre que celle de l'argile. Elle a une structure uniforme, terreuse, non stratifiée, ni cristalline, ni oolithique, avec cavernes intérieures plus ou moins ferrifiées, plus nombreuses et plus larges dans sa région centrale. L'objet manifeste sa présence dans un bloc fermé par le bombement des deux faces du morceau d'argile (Fig. 1 à 4, Pl. I). Ce bombement est encore sensible à 8 et même 10^{mm} de la surface de l'objet. L'objet s'est donc contracté autrement que l'argile. Il a d'abord agi comme un corps plus dur que l'argile pendant la solidification de celle-ci, puisqu'il a déterminé le bombement de ses lits supérieurs et inférieurs. Plus tard, après la solidification de l'argile, il a continué de se contracter et il s'est contracté plus fortement que l'argile, comme le spécifient les cavernes qui déchirent le centre de sa masse. Tous ces premiers caractères peuvent se trouver réunis dans un corps étranger à l'argile, mais on peut les observer aussi dans les concrétions produites par la minéralisation d'un point de celle-ci. Il n'en est pas de même de cette autre constatation que les couches de l'argile ne traversent jamais l'objet. Elles le contournent en passant soit au-dessus, soit au-dessous de lui (Fig. 12, Pl. II). Il n'y a donc pas eu d'argile dans l'étendue du corps. L'objet est donc autre chose qu'une modification locale de l'argile par minéralisation, mais, dès maintenant, le choix est limité entre un remplissage d'une déchirure de l'argile et un corps noyé dans l'argile, quand celle-ci était molle.

b.

On écarte la notion de remplissage d'une déchirure de l'argile par les remarques suivantes :

1. La forme de l'objet est constante, compliquée et polarisée comme celle d'un corps organique. Il y a deux pôles dont l'un est arrondi, tandis que l'autre est atténué, Fig. 16 à 18 et 22 à 24, Pl. II (1). Sa surface présente parfois des dessins.

2. Lorsque l'objet est incomplet, c'est un tronçon ou un disque dont les cassures transverses butent directement contre les lits de l'argile. Dans le cas d'un disque, celui-ci repose tantôt sur une génératrice, Fig. 63 à 66, Pl. V, et tantôt sur une cassure transverse, Fig. 70, Pl. V. Dans les deux cas, la structure de la matière indique une polari-

(1) La constance de la forme de l'objet, sa polarité générale et l'opposition des deux extrémités de l'objet ne suffiraient pas à écarter la notion de concrétion minérale. Les nodules verticaux du boghead d'Autun qui sont dus à une silicification des bords d'une fente ont cette même constance de forme, cette même polarisation générale et cette même opposition des deux extrémités, l'une arrondie, l'autre pointue.

sation nette, toujours la même, autour de son axe polaire. La section ou la cassure de l'objet porte donc sur elle-même, qu'elle est transverse ou radiale par rapport à son axe polaire, quelle que soit la position de celui-ci, qu'il soit vertical, horizontal *ou même oblique,* Fig. 102 à 104, Pl. VIII, par rapport à l'argile. On doit donc conclure : Corps étranger fortement polarisé en dehors de l'intervention de la pesanteur, quand il est venu occuper la place où nous le voyons. Une telle structure écarte toutes les concrétions minérales.

3. D'autre part, les objets, contenus dans l'argile et qui se sont sûrement déposés en même temps qu'elle — comme les lamelles lignitifiées provenant de la transformation des frondes de fougères — contournent l'objet ou l'abordent horizontalement, Fig. 50, Pl. IV, quand ils sont placés dans son plan horizontal médian. Jamais l'objet ne se présente interposé entre les deux morceaux d'un même fragment de lignite. Il n'y a donc pas eu fente de l'argile comme dans le cas des nodules silicifiés du boghead d'Autun. Dès lors, je dois dire que l'objet *est un corps qui s'est déposé doucement dans le dépôt argilo-humique.*

c.

Les faits suivants spécifiaient : Corps descendu doucement sur le fond pendant la formation de l'argile.

L'objet est posé en stabilité hydrostatique. — Boudins posés sur une génératrice, disques posés sur une génératrice ou posés sur une section transverse selon leur longueur, tronçons inclinés par la pression d'un corps voisin portant à faux.

L'objet présente une face inférieure marquée par des dessins plus effacés. — Cette face est du même côté que la face inférieure indiquée par la stratification du morceau d'argile.

L'argile comble toutes les anfractuosités superficielles de l'objet.

Il s'agit donc de corps, à peine plus denses que l'eau, déposés doucement sur le fond.

d.

La notion : Fécès fossilisées, résulte des faits suivants :

1. Ces objets et leurs tronçons ont la forme de corps d'origine organique, en particulier celle des fécès animales et de leurs tronçons, lorsqu'elles se sont fragmentées.

2. Ils ont les mêmes sillons et les mêmes rides superficiels.

3. Ils se clivent de la même manière.

4. Ils contiennent, rarement il est vrai, des fragments minuscules d'os brisés à angles vifs non orientés et non en stabilité hydrostatique dans la masse.

5. L'objet contient des matières organiques. En coupe mince, sa matière roussit au contact du baume surchauffé.

6. La matière blonde de la pâte est celle des coprolithes blonds d'autres gisements.

§ 3. — L'observation générale de Fr. Leydig « N'y a-t-il pas des urolithes mêlés à ces coprolithes? »

L'examen des coupes minces est nécessaire pour écarter une autre observation générale soulevée par Fr. Leydig et exclure les *urolithes* (1). Tous les objets sur lesquels on a prélevé des plaques minces ont montré des résidus de nourriture. L'identité de tous les objets, rapportés aux coprolithes d'Iguanodon, est telle qu'ils ne peuvent être séparés en deux groupes ni comme forme ni comme dureté. Il faut donc les considérer comme étant tous de même nature. Les débris de nourriture, uniformément éparpillés dans toute la masse, écartent l'attribution aux urolithes. On constate donc ce fait très remarquable *qu'il n'a pas été trouvé d'urolithes à Bernissart.*

L'analyse chimique a constaté que les restes de Bernissart ne contenaient ni acide urique, ni acide hippurique, ni acide benzoïque.

---

(1) Fr. Leydig. *Coprolithen und Urolithen.* Biologisches Centralblatt. Bd. 16, 1896, p. 101, et article complémentaire *Neues Jahrbücher,* T. II, 1896, p. 129.

— Voir aussi G. L. Duvernoy. *Fragments sur les organes génitaux urinaires des Reptiles et leurs produits.* Mém. de Savants Étrangers a l'Académie des Sciences, Tome XI, Paris, 1851.

CHAPITRE III

Etat de la matière fossilisante et premières notions sur les degrés de conservation qu'y peuvent présenter quelques types d'objets qui y sont enfermés.

SOMMAIRE

A. — ÉTAT DE LA MATIÈRE FOSSILISANTE.

§ 1. — Ce qu'est ici la matière fossilisante spéciale.
§ 2. — Ce qu'est devenue la matière fossilisante spéciale.
§ 3. — Comment se présente l'argile grise entourante.

B. — PREMIÈRES INDICATIONS SUR LES DEGRÉS DE CONSERVATION DE QUELQUES TYPES D'OBJETS.

a. — États de conservation rencontrés dans l'argile.

§ 4. — Tissus animaux. — Os et tendons ossifiés. Fibres musculaires. — Membranes conjonctives. — Peaux.
§ 5. — Fécès.
§ 6. — Tissus végétaux. — Spores et grains de pollen. Membranes lignifiées. Membranes gélifiées. — La question des corps bactériformes.

b. — États de conservation rencontrés dans les coprolithes.

§ 7. — Tissus animaux. — Os. Membranes conjonctives. Fibres musculaires. — Mucus.
§ 8. — Tissus végétaux. — Membranes végétales. — Bactéries.
§ 9. — Conclusions.

A. — ÉTAT DE LA MATIÈRE FOSSILISANTE

Dans les études paléontologiques où l'on est, comme ici, conduit à demander aux échantillons de fins détails de structure, il est nécessaire de spécifier, au début du travail, l'état de la matière fossilisante et les degrés de conservation qu'y présentent les principaux types d'objets qu'on peut y rencontrer. A cette condition seulement, on sait jusqu'à quel point on peut interroger utilement les objets avec les méthodes analytiques dont nous disposons actuellement.

§ 1. — Ce qu'est ici la matière fossilisante spéciale.

La matière fossilisante spéciale est ici très particulière, puisqu'il s'agit de fécès de carnassier enfouies dans une argile humique très siliceuse. On a, par conséquent, comme matière première spéciale, un milieu organique d'origine animale, d'abord humide, très altérable, siège de fermentations anærobies, enfermé plus ou moins rapidement à l'abri de l'air. Ce milieu est chargé de débris animaux fragmentaires et de bactéries. Accidentellement, il s'y est trouvé des parcelles végétales et des fragments minéraux.

La matière se sèche d'abord lentement à l'abri de l'air, puis avec un accès d'air restreint et limité pendant la solidification de l'argile. Le matière des fécès continue de se contracter alors que son entourage est solidifié, et sa contraction devient plus forte que celle de l'argile entourante. Enfin la masse de matière fossilisante spéciale est en quantité infime, comparativement à celle de l'argile entourante et eu égard aux causes tardives qui ont agi sur cette argile.

§ 2. — Ce qu'est devenue la matière fossilisante spéciale.

La matière des fécès est devenue du phosphate calcique impur. Les impuretés sont un petit reste de matière organique, du sulfate et du carbonate calciques, une très petite quantité de silice et un peu d'oxyde de fer.

Optiquement, le phosphate calcique des coprolithes de Bernissart est amorphe, transparent, coloré en jaune plus ou moins foncé, troublé par des points flous plus transparents, ou chargé de très petits corps bullaires paraissant noirs, donnant à première vue l'impression d'une infiltration de pyrite extrêmement fine. Cette masse retient légèrement les vernis à l'alcool; on a donc pu essayer quelques colorations. Le phosphate est sans action sur la lumière polarisée, contrairement à ce qui se passe pour la pâte des crottins quaternaires de la *Hyæna crocuta* qui ne s'éteint pas totalement entre les nicols croisés (1). La silice s'y montre individualisée en cristaux tardifs de quartz. La limonite s'y présente tantôt en lames minces qui entourent chacune une pelote de matière coprolithique moins altérée, tantôt la limonite est en masse concrétée formant des amas arrondis plus ou moins massifs.

Le phosphate se présente aussi dans un état moins favorable à la conservation des figures organiques, en devenant grenu comme s'il avait subi un début de cristallisation.

---

(1) Il n'a pas été constaté de coque d'apatite autour des objets. Ils ne contiennent pas de phosphate opaque (2).
(2) Voir J. Gosselet. *Annales de la Société géologique du Nord*, XXXI, 1902, p. 44 et 45.

Par disparition des sphérules flous et des corps bullaires bactériformes, le phosphate devient très transparent, jaune d'or, et paraît totalement homogène (Plage 3, Fig. 182, Pl. XV). Dans ce nouvel état, il reste encore sans action sur la lumière polarisée.

Il y a donc ici, comme difficultés particulières d'observation, *l'effacement des images déterminé par les corpuscules qui chargent le fond*, corpuscules flous, corpuscules bullaires, *par le grain accidentel* pris par ce fond ou encore par *un effacement complet* des objets qui chargent le fond. Le phosphate est d'ailleurs une matière très tendre, sensible au moindre ébranlement, d'où une difficulté très grande pour la confection des coupes. Il faut durcir fortement la matière pour la tailler et, d'autre part, la résine durcissante, en pénétrant la matière, efface sa structure bullaire.

§ 3. — Comment se présente l'argile grise entourante.

L'argile grise est une masse transparente, faiblement colorée en brun, réticulée, très chargée de corps bactériformes bullaires inégaux. Les coupes verticales la montrent stratifiée (Fig. 187, Pl. XV). Les coupes horizontales la présentent en plages inégalement teintées, entourées par des courbes de niveau irrégulières. Sur les coupes verticales, la stratification est soulignée par de minces parcelles végétales lignitifiées, par des spores et des grains de pollen. Comme éléments clastiques minéraux, il y a des lamelles de mica et des cristaux de quartz brisés. Les lamelles de mica et les lamelles végétales sont posées à plat comme les corps des poissons et les coprolithes. Quand les cristaux sont plus abondants, le fond est moins brun, et inversement. En général, un lit est d'abord plus chargé de parcelles clastiques, puis celles-ci deviennent plus petites, moins nombreuses et seulement micacées et végétales. Le fond devient plus brun (f. Fig. 187, Pl. XV), puis brusquement commence un nouveau lit chargé de cristaux quartzeux (d. Fig. 187, Pl. XV). L'argile humique très foncée avec algues gélosiques est une rareté; il en a été rencontré quelques exemplaires.

L'argile des plaques à poissons n'est pas différente de l'argile qui entourait les ossements, ni de celle qui contient du sable de houille ou des morceaux de houille. Ce n'est donc pas seulement un certain niveau de l'argile qui présentait les caractères que je viens de signaler, mais bien toute la formation argileuse.

Il y a de nombreux cristaux tardifs de quartz dans cette argile. La pyrite y est individualisée en petits cristaux ordinairement ramassés en boules sphériques.

L'argile présente de nombreuses fissures de retrait, le long desquelles ses parties se sont déplacées comme dans le schiste humique de Broxburn. Elle offre aussi des régions où sa trame est très inégalement contractée.

B. — PREMIÈRES INDICATIONS SUR LES DEGRÉS DE CONSERVATION DE QUELQUES TYPES D'OBJETS.

a) — ÉTATS DE CONSERVATION RENCONTRÉS DANS L'ARGILE.

§ 4. — Tissus animaux.

L'argile grise présente les os et les tendons ossifiés à l'état d'os ayant conservé leur configuration générale, *mais fissurés et brisés par le retrait*, avec dépôt de membranes de limonite formant parfois des pseudo-tissus dans leurs cavités. Sur les coupes minces, le tissu osseux est jaune brun ou jaune d'or. Les ostéoblastes sont très visibles. Les canalicules osseux sont visibles, *soulignés par de l'air dans les coupes épaisses.* Ils se voient rarement dans les coupes très minces, parce qu'ils sont injectés par le baume. *Les canalicules sont vides de corpuscules bactériformes plus colorés.* Ils ne sont pas corrodés. Les cellules osseuses, masses plasmiques, ne sont pas conservées. Les écailles ganoïdes sont conservées comme les os dans leur partie osseuse ; leur émail est intact.

Il n'a pas été reconnu de fibres musculaires isolées ou en amas dans l'argile. Il n'y a pas été rencontré de membranes conjonctives. — La question de la conservation des peaux est à l'étude.

§ 5. — Fécès.

J'ai dit que les fécès de carnassiers étaient conservées entières à l'état de phosphate blond impur.

§ 6. — Tissus végétaux.

Les spores et les grains de pollen sont vides de protoplasme. Le protoplasme ordinaire n'a pas été fossilisé, non plus que les noyaux. La membrane, à la fois cutinisée et cellulosique, est conservée. La région cutinisée se présente en minces *lames jaune d'or.* La région intérieure, cellulosique, est à l'état de *membrane rouge brun* plus colorée ; elle double la première. Cette même dualité se voit sur des lambeaux de feuilles.

Les éléments végétaux sclérifiés, lignifiés, imprégnés d'acide filicitanique sont à l'état de membranes brun noir ou même complètement opaques. Ce dernier état est souvent une conséquence de la modification que les échantillons ont subie en présence de l'air. Les grands fragments végétaux sont à l'état de lignite à cassure très brillante, brisés transversalement par le retrait, et de masses fusinifiées très fragiles.

Les parois gélifiables sont légèrement brunies et avec faciès gommeux. Elles n'ont été vues que dans des lambeaux foliacés. — L'argile ordinaire ne contient pas d'algues

gélosiques. Celles-ci existent à l'état de corps jaunes, d'apparence gommeuse dans des fragments remaniés de l'argile brune.

La présence des corps bullaires bactériformes dans l'argile soulève la question de la nature de ces corps. Correspondent-ils à des restes d'organismes bactériens ? Sont-ils de simples inclusions inorganiques ?

b) — ÉTATS DE CONSERVATION RENCONTRÉS DANS LES COPROLITHES.

§ 7. — Tissus animaux.

Les fragments osseux, très petits, à angles vifs, sont conservés comme dans l'argile. Ils sont un peu plus bruns. Ils agissent encore sur la matière polarisée. Les canalicules osseux ne sont pas corrodés. Les écailles de poissons sont conservées intactes dans d'autres coprolithes du même gisement. Des lames de chitines, comme celles qui forment les lamelles de bordure des plaques caudales d'un Crustacé, conservées dans la matière coprolithique, se colorent en rouge par la fuchsine ammoniacale.

Les membranes conjonctives sont différenciées, mais très altérées. Les moins altérées agissent encore sur la lumière polarisée.

Les fragments de fibres musculaires striées ont conservé leur individualité. Ils montrent leur striation et surtout la striation transversale. Ces bouts de fibres forment des masses nettement distinctes de leur entourage, beaucoup plus résistantes à la coloration. A leur périphérie, subsiste parfois une enveloppe jaune anisotrope qui entoure un contenu rouge brun, comme s'il subsistait un reste de l'opposition de la région contractile et fibrillaire à une région centrale, non contractile ou plasmique. Le myolème et les noyaux ne sont pas visibles.

Les cellules épithéliales, les granulations plasmiques et les noyaux isolés ne sont pas soulignés.

Les corps gras ne sont pas reconnaissables.

Le mucus n'est que rarement et très faiblement souligné.

Il n'a pas été vu d'urates en grains ou en cristaux rayonnants.

§ 8. — Tissus végétaux.

Les tissus végétaux n'ont été rencontrés qu'accidentellement dans les coprolithes et à l'état de très petits fragments lignitifiés, brisés à angles vifs.

Les spores et les grains de pollen y font défaut.

Le protoplasme dense des corps bactériens a été moulé; il est souvent occupé par de l'air.

§ 9. — Conclusions.

Le mode de conservation présente des lacunes *apparentes*. Elles paraissent particulièrement grandes par la difficulté résultant de l'imbibition des parties par les résines durcissantes qu'on est obligé d'y injecter pour solidifier les objets. La matière coprolithique conserve mieux que l'argile; certaines parties animales délicates peuvent s'y retrouver. Une partie de la différenciation structurale des fibres musculaires y est reconnaissable, alors que d'autres spécialisations ne sont pas soulignées. Les membranes élastiques sont moins fréquemment reconnaissables que les fibres musculaires.

L'enveloppe de l'organisme bactérien ne se distingue pas du mucus. Le moulage du protoplasme dense de ces organites est souligné localement par de l'air. Comme l'argile entourante contient de la limonite en granulations bullaires, on peut prévoir de très grandes difficultés et des hésitations dans la lecture des corps très petits.

CHAPITRE IV

Choix de l'échantillon type des coprolithes dominants. — Recensement de ces coprolithes.

SOMMAIRE

§ 1. — Groupement des échantillons du type coprolithique dominant. — Les quatre tailles. — Les fragments enrobés.
§ 2. — Formation de l'échantillon coprolithique moyen.
§ 3. — Recensement des échantillons moyens.
§ 4. — Recensement des échantillons de fort calibre.
§ 5. — Recensement des gros échantillons. — Limites supérieures des dimensions du coprolithe dominant.
§ 6. — Recensement des petits échantillons. — Limites inférieures des dimensions du coprolithe dominant.
§ 7. — Recensement des fragments enrobés dans les nodules ferrugineux.

---

§ 1. — Groupement des échantillons du type coprolithique dominant. — Les quatre tailles. — Les fragments enrobés.

Les échantillons du type coprolithique dominant à Bernissart, c'est-à-dire du type coprolithique sans écailles, sans vertèbres et à pâte finement poreuse, se groupent inégalement autour de trois spécimens qui diffèrent entre eux par leurs dimensions.

Un premier groupe, de beaucoup le plus nombreux, se forme autour des échantillons 14R 15R et 23R qui mesurent

Éch. (14R 15R) un peu déprimé latéralement.
DH = 28.0, DV = 30,0, L = 115.0 environ.
Éch. 23R.
DH = 28.0, DV = 26.0, L = 110.0.

Nous l'appellerons l'échantillon de dimensions moyennes ou le *coprolithe moyen*.

Un second groupe, bien moins nombreux, se forme autour des échantillons 21R et 2J qui mesurent DH = 37.0, DV = 30.0. Nous désignons ces pièces sous le nom de *coprolithes de fort calibre*.

Un troisième groupe est formé par des échantillons inégaux, très gros, qui s'amassent autour de l'échantillon 33 R lequel mesure

$$DH_{ei} = 44.5^{mm}\ DV_{ei} = 38.0\ L = 130.$$
$$DH_{et} = 42.3 \quad DV_{et} = 35.3.$$

Ce sont les *très gros coprolithes*. Ce sont ces très gros coprolithes qui ont frappé l'attention. Leurs dimensions particulièrement fortes ont fait penser aux Iguanodons. Nous verrons cependant qu'ils sont constitués comme ceux de la taille moyenne.

Il y a des transitions entre les coprolithes moyens et les coprolithes dits de fort calibre. Il y a également des transitions entre les coprolithes de fort calibre et les très gros coprolithes.

Il y a 88 pièces indiquant de 33 à 44 unités du type coprolithique moyen, 20 pièces spécifiant de 7 à 10 coprolithes de fort calibre et 21 pièces provenant de 15 très gros coprolithes.

Il y a en outre des échantillons plus petits dont la taille est assez rapidement décroissante. Chaque taille n'est représentée que par une ou deux unités. On ne voit pas de groupements nets. Le coprolithe varie beaucoup de forme. La structure se conserve pourtant la même jusque dans ses détails. On ne peut les attribuer à une autre espèce animale. Des animaux plus jeunes, des repas moins copieux suffisent à provoquer cette réduction du coprolithe. Ces coprolithes de petite taille sont presque tous entiers. Il y en a 35 à 38 représentés par 38 pièces. Je les appelle *coprolithes de petite taille* ou *petits coprolithes*.

En plus de ces spécimens où le coprolithe est suffisamment dégagé ou visible pour être exactement apprécié, il y a encore quelques échantillons où un fragment de matière coprolithique, ayant les caractères du type dominant, se trouve enfermé dans un nodule ferrugineux plus ou moins épais qui ne laisse voir le coprolithe que par une cassure. Il est impossible de déterminer les dimensions même approchées de ces objets et parfois même leur caractère fragmentaire. Ils ne peuvent être rangés dans les catégories précédentes. J'ai classé ces pièces sous la rubrique *fragments enrobés*. Les fragments de coprolithes dominants enrobés sont au nombre de 16 à 17.

§ 2. — Formation de l'échantillon coprolithique moyen.

Un très petit nombre d'échantillons sont complets, de là l'obligation de former le type moyen en combinant plusieurs spécimens qui se complètent et se contrôlent l'un par l'autre. J'ai pris comme échantillon type une pièce qui présente l'ensemble des caractères relevés dans les spécimens ci-après :

a) Pour la forme (14 R 15 R) Pl. I, — 23 R Fig. 11, Pl. II, — 19 J Fig. 13 à 15, Pl. II,

J'y ajoute 30 J Fig. 16 à 18, Pl. II, pour l'extrémité initiale ; 83 V Fig. 19 à 21 Pl. II, pour l'extrémité terminale (1).

b) Pour la structure (74 J, 75 J).

c) Pour les diverses étapes de l'altération initiale et pour la ferrification, 35 R Fig. 55 et 56, Pl. II. 24 J (2), 26 J montrent l'altération par la pyrite, et le contour de 40 Bl l'altération siliceuse.

Beaucoup d'échantillons sont assez étendus et assez caractérisés pour spécifier nettement qu'ils représentent un coprolithe distinct. Ils indiquent donc une unité. D'autres sont manifestement de simples fragments qu'il n'a pas été possible de raccorder entre eux ou à des pièces plus complètes. Certains sont pourtant des morceaux d'une seule pièce brisée. D'autres sont des fragments de pièces distinctes. En comptant tous ces fragments comme des pièces distinctes, on exagère le nombre des unités récoltées. Au contraire, en les comptant comme simples fragments d'objets déjà rencontrés, on a une limite inférieure qui est certainement trop faible.

J'ai résumé dans les tableaux ci-après les indications numériques relatives au recensement de tous les échantillons.

§ 3. — Recensement des coprolithes de taille moyenne.

Nombre total des morceaux non raccordés, 88.

Nombre des pièces distinctes indiquées par ces échantillons, de 33 à 44.

Elles se répartissent comme il suit :

3 pièces entières. Une (14 R 15 R) est complètement engagée dans l'argile et n'est visible que par une fenêtre ouverte dans la face supérieure. Les deux autres sont partiellement dégagées. 23 R était dégagée sur son bord convexe. 19 J a son extrémité terminale dégagée. Il n'y avait pas de coprolithe de taille moyenne à la fois entier et totalement dégagé.

16 extrémités initiales.

3 sont largement engagées dans l'argile. (65 J, 23 R), 40 R, (74 J, 75 J). Ce dernier échantillon contient un morceau d'os (d'Iguanodon ?).

11 sont un peu découvertes ou presque dégagées : 18 V, 1 J, 52 J, 58 R, 62 J, 46 R, 80 J, 66 R, 39 J, 86 R, 31 V. Les trois derniers échantillons sont de plus en plus affaissés sur leur face inférieure.

2 sont totalement dégagées : 25 J, 30 J.

Toutes ces pièces indiquent des coprolithes distincts. Elles représentent donc 16 unités.

---

(1) Il convient de regarder aussi l'échantillon 100 RV qui est un coprolithe de petite taille complètement dégagé.

(2) Pour la ferrification complète, il faut regarder l'échantillon (64 R 41 Bl) qui est un très gros coprolithe.

2 extrémités terminales. L'une 13J est encore partiellement engagée dans l'argile, l'autre 83V est totalement dégagée. La surface a été grattée. Bien qu'on ne puisse les raccorder directement ni aux extrémités initiales ni aux segments médians et bien que le faciès de leur pâte soit assez particulier, ces échantillons ne peuvent être comptés comme représentant des individualités organiques.

9 segments médians coupés aux deux bouts, mais dont la tranche ne butte pas directement contre l'argile. Il s'agit de coprolithes tronçonnés accidentellement.

Pour 5 de ces segments, la longueur est supérieure au 1/3 de la longueur des coprolithes de taille moyenne : 37R. 6V. (43R, 45R), 71R, 41R. En tenant compte de la longueur des spécimens et des particularités de leur pâte qui les distinguent des extrémités initiales, on peut affirmer que ces échantillons représentent au moins 3 coprolithes distincts des unités déjà reconnues et peut-être même 5.

Pour 3 tronçons inférieurs au 1/3 de la longueur du coprolithe moyen : 15J, 24J, 73V, des considérations analogues indiquent au plus une nouvelle unité organique.

La pièce brisée (46J 47J 40Bl), si caractérisée par son contour partiellement silicifié, indique peut-être une unité distincte.

Il y a 27 morceaux de matière coprolithique qui semblent provenir de coprolithes de taille moyenne; pour plusieurs, cette attribution n'est qu'une probabilité.

L'un d'eux 86V offre une plaque sableuse très près de la surface du coprolithe. On ne peut pas individualiser ces fragments. La matière coprolithique y présente 3 à 4 aspects assez différents, mais ne dépassant pas les variantes qu'on trouve dans l'étendue d'un même spécimen.

Il y a 16 morceaux plus ou moins étendus de moules de coprolithes avec matière coprolithique adhérente. L'échantillon (69R. 41V. 26V) est le seul qui spécifie une unité, les autres sont des fragments :

6 échantillons présentent des morceaux de noyaux isolés ;

2 sont des extrémités initiales dégagées, 37J, 87V ;

1 est une partie terminale de noyau dégagée, 84V ;

3 sont des segments médians 58Bl. 88V. 66Bl. Ces deux derniers viennent de coprolithes moyens. Les autres sont des fragments tombés de coprolithes brisés lors de la récolte.

Les extrémités initiales et les segments antérieurement comptés comme unités ont tous leur noyau en place ; on peut affirmer que les fragments de noyaux indiquent deux unités et peut-être même 4 unités distinctes de celles-ci.

On a recueilli 9 segments et disques dont une fracture transverse au moins bute directement contre l'argile.

3 sont de grands segments pour lesquels L est plus grand ou égal au tiers de la longueur du coprolithe moyen. (48V 5V), 44R, (85R 36J).

2 sont des segments très courts où la longueur est inférieure au 1/3 de la longueur totale du coprolithe, mais où cette longueur est supérieure ou au moins égale au diamètre horizontal du coprolithe.

Ces 2 tronçons sont posés sur le flanc (5R, 6R), (93R 87V).

Il y a 4 disques, c'est-à-dire des segments très courts pour lesquels la longueur est inférieure au diamètre du boudin. *Ils sont posés sur leur section transverse.* L'échantillon 56V, 55V est le plus long. 55R présente un fragment de mâchoire de Pycnodonte (56V. 55V), (48R 45R), (94R), (55R).

Toutes ces pièces sont très distinctes les unes des autres. Elles diffèrent beaucoup de celles qui les précèdent. Elles doivent être comptées comme des unités organiques distinctes. Certaines proviennent de coprolithes très grêles et, à ce titre, devraient être renvoyées dans les coprolithes dominants de petite taille.

§ 4. — Recensement des coprolithes de fort calibre.

Nombre total des morceaux non raccordés, 20.

Nombre des pièces distinctes indiquées par ces échantillons, de 7 à 10.

Elles se répartissent comme il suit :

1 pièce entière engagée dans l'argile : 24R. *Elle est partiellement écrasée et injectée dans l'argile.* Il n'y a pas de coprolithe de cette sorte à la fois entier et complètement dégagé.

6 extrémités terminales.

3 étaient engagées dans l'argile 35R, 89R, 90R et réduites à une longueur inférieure au 1/3 de la longueur du coprolithe.

1 était totalement dégagée, 2J. Cette pièce est remarquable par l'opposition de sa face supérieure avec sillons bien marqués et de sa face inférieure déprimée.

1 est partiellement décortiquée, ce qui montre son noyau 12J.

Il y a de plus un très petit fragment d'extrémité initiale, 9J.

Ces sept premières pièces indiquent autant de coprolithes distincts.

1 segment médian, entouré d'argile, 84R, contient *un fragment chitineux de crustacé.* Sa pâte a un faciès sensiblement différent de celui des échantillons précédents. On peut donc à la rigueur le considérer comme représentant un autre coprolithe.

11 fragments de coprolithes dont 7 sont encore attachés à l'argile, 4 sont isolés.

En tenant compte des divers faciès de la pâte coprolithique, on ne peut y distinguer plus de deux unités.

1 fragment de moule avec matière coprolithique. On ne peut faire de cet échantillon une unité distincte.

§ 5. — Recensement des très gros coprolithes. — Limites supérieures observées dans les dimensions des coprolithes dominants.

Nombre total des morceaux non raccordés : 21.

Nombre des pièces distinctes indiquées par ces 21 échantillons : 15.

Elles se répartissent comme il suit :

12 très gros coprolithes pour lesquels $DH_{ei} = 44,5$ — $DH_{et} = 42,3$ — $DV_{ei} = 38.0$ — $DV_{et} = 35.3$ L = 130,0.

1 pièce complète qui présente le coprolithe complètement entouré par sa gaîne ferrugineuse et argileuse, 33R.

3 extrémités initiales : 1 est engagée dans l'argile et repose affaissée sur sa courbure concave 20R ; les 2 autres sont ou presque totalement ou bien totalement dégagées de l'argile, 64J, 34RJ.

3 extrémités terminales : 1 est engagée dans l'argile 24R ; 2 sont dégagées de l'argile. *La pièce 87RV a été trouvée dans le bloc de l'Iguanodon M.* La pièce 4J porte une peau de poisson dont les écailles sont tournées vers le coprolithe.

5 segments. 2 segments sont à l'état de tronçon ; ils butent contre la tranche des couches d'argile par une troncature transverse. 16R a son axe de figure horizontal ; *près de lui, le touchant, il y a un fragment de houille.* La pièce (25R, 26R) est un segment planté obliquement dans l'argile ; auprès de lui, est un fragment d'argile noire à lignites.

Le spécimen 59RBl, affaissé dans l'argile, y fait un gros disque.

3 segments. 1 segment 28J long de 80^{mm} ; il est isolé avec une face inférieure déprimée, chargée de dessins de pustulation dus à la pyrite. (64R, 41Bl), 52R, (73R, 66V) qui viennent d'un même coprolithe particulièrement ferrifié 32J, en est détaché. Enfin 54V, fragment à pâte très claire très peu ferrifiée.

Coprolithes un peu plus petits servant de transition aux coprolithes de fort calibre, 3.

2 extrémités initiales engagées dans l'argile : l'échantillon (79J, 18R) qui a de très forts sillons superficiels transverses et la pièce 17R dont la pâte est légèrement écailleuse.

$$DH_{et} = 35.0 — DV_{et} = 31.5$$
$$L = ? \text{ supérieure à } 95^{mm}.$$

1 segment couché sur le flanc et butant contre la tranche des couches d'argile par une troncature (74R, 75R, 81V, 82V).

Les limites supérieures des dimensions des gros coprolithes sont données :

Par l'échantillon 16R,	pour le diamètre horizontal	DH = 48^{mm}.
	pour le diamètre vertical	DV = 37^{mm}.
Par l'échantillon 33R,	pour la longueur	L = 130^{mm}.

§ 6. — Recensement des petits coprolithes. — Limites inférieures observées dans les dimensions des coprolithes dominants.

Nombre total des morceaux non raccordés : 38.

Nombre des pièces distinctes spécifiées par ces 38 échantillons : au minimum : 35 ; au maximum : 38.

Elles se répartisent comme il suit :

Première catégorie : La plus grosse des petits coprolithes. Le coprolithe a la forme d'un haricot sous sa gaîne d'enrobement. 1 seule pièce 22R, Fig. 113, Pl. IX.

Avec gaîne, $DH_m = 38.0$ $DV_m = 30.0$ $Ex = 0.210$ $L = 78.0$
Sans gaîne, $DH_m = 30.0$ $DV_m = 24.0$ $Ex = 0.200$ $L = 72.0$

Deuxième catégorie : Le coprolithe est droit ou un peu arqué à extrémités initiale et terminale bien différenciées.

$DH_m = 27.5$ { Maximum = 30.0 / Minimum = 26.0 $DV_m = 25.4$ { Maximum 27.0 / Minimum 24.0 $Ex = 0.076$

$L = 66.5$ { Maximum 70.0 / Minimum 64.0

Morceaux non raccordés		9
Nombre de pièces distinctes spécifiées	au minimum	7
	au maximum	9

dont 6 pièces entières : (12R. 13R), le plus gros, droit et trapu, engagé par sa moitié inférieure dans l'argile; 100 RV complètement isolé qui peut servir de type réduit, (Fig. 190, 191, Pl. XV); 3R à pâte blonde très pâle, qui a été spécialement étudié pour la structure de la matière coprolithique; 10J est isolé avec sa gaîne; 5J forme un gros tortillon sous sa gaîne; $100RV^{bis}$ est privé d'une partie de son extrémité initiale. — 100RV et $100RV^{bis}$ viennent du bloc qui contenait l'Iguanodon 1Z.

3 morceaux qui forment au moins une pièce distincte des précédentes et qui en représentent probablement trois : 76R, 47R, 60J.

Troisième catégorie : Plus grêle et plus courte, mesurant

$DH_m = 20.7$ $DH_{ei} = 23.0$ { Max. = 25.0 / Min. = 21.0 $DH_{et} = 18.5$ { Max. = 20.0 / Min. = 17.0 $DV_m = 24.0$

$L = 50.5$ { Maximum = 54.0 / Minimum = 47.0

L'excentricité moyenne serait négative et égale à — 0,159. Il n'y a que deux échantillons dont l'un est particulièrement épais par suite d'un serrage horizontal.

Il y a deux pièces entières 20J, (42R, 27V, 71V); cette dernière est brisée : 2.

Coprolithes lacrymorphes, c'est-à-dire courts, s'atténuant rapidement, à extrémité initiale grosse, à extrémité terminale pointue.

$DH_m = 20.8$ { Maximum = 22.0 ; Minimum = 20.0 } $DH_{ei} = 25.0$ $DH_{et} = 16.5$ $DV = 20.0$

$Ex = 0.038$ $L = 41.5$ { Maximum = 43.0 ; Minimum = 40.0 }

Il y a 5 pièces distinctes dont une est brisée : 5.

La pièce type est l'échantillon (2R. 1R), vu par une fenêtre ouverte dans la gaîne ferrugineuse qui l'enveloppait (Fig. 116 et 117, Pl. IX). Ces 5 pièces sont entières.

Il y a de plus un très petit coprolithe lacrymorphe, très affaissé, formant disque, dont les dimensions dans le plan horizontal sont 16.0 × 20.0. L'épaisseur atteint 2 à 3 millimètres seulement, pièce 61J comptant pour une unité.

Tortillons. — Coprolithes lacrymorphes, brusquement courbés en hélice de façon que la pointe terminale vienne reposer sur le renflement initial.

DH de la masse = 25.4 et 25.6 { Maxima 27.0 et 30.0. Épaisseur 21.0. ; Minima 20.0 et 24.0. }

Il y a 5 tortillons ou corps analogues : 5.

3 pièces sont nettement à l'état de tortillons et entières 48J (Fig. 118 à 120, Pl. IX), 49R, 95R.

1 tortillon est affaissé sur l'argile et tend à former un disque 78J.

1 masse forme bille sous une gaîne d'enrobement 54J. — Il n'est pas certain que cette pièce soit un tortillon.

Quatrième catégorie : Coprolithes dont les dimensions s'abaissent à

$DH = 20.8$ { Max. = 23.0 ; Min. = 18.0 } $DV = 19.0$ { Max. = 22.0 ; Min. = 17.0 } $Ex = 0.089$ $L = 46.0$ { Max. = 47.0 ; Min. = 45.0 }

Nombre total des morceaux non raccordables		8
Nombre des pièces distinctes spécifiées	au minimum.	7
	au maximum.	8

Nombre des pièces entières : 3.

14V est enfermé sous une gaîne ferrugineuse. 53R (Fig. 121, Pl. IX) est presque entièrement dégagé ; il a la forme d'un haricot. *Un échantillon 78R est remarquable par sa double courbure.*

Une moitié inférieure de petit coprolithe (4R) : 1.

4 morceaux formant au moins trois pièces distinctes et probablement quatre.
Minimum : 4.
Maximum : 5.

Cinquième catégorie : très petit coprolithe couché sur le flanc, très mince. $DH_m = 13.0$, $DH_{ei} = 14.0$, $DH_{et} = 12.0$, $DV = 4.0$, $L = 30.0$.

1 seule pièce (8R. 72R).

Pièces incertaines comme petits coprolithes : nombre des morceaux : 4. Ils spécifient autant de pièces distinctes.

3 semblent des petits coprolithes entiers, 16J, 14J, 10R.

Un échantillon est un fragment.

Les trois pièces entières qui sont mesurables donnent les moyennes numériques ci-après :

$DH_m = 22.1$ { Max. = 23.0 / Min. = 21.0 $\quad DH_{ei} = 25.3$ { Max. = 27.0 / Min. = 22.0 $\quad DH_{et} = 19.0$ { Max. 20.0 / Min. 18.0

$DV_m = 21.0$ { Maximum = 24.0 / Minimum = 17.0 $\quad Ex = 0.049 \quad L = 46.0$ { Maximum = 47.0 / Minimum = 45.0

§ 7. — Recensement des fragments enrobés dans les nodules ferrugineux.

Le nombre total des nodules ferrugineux était de 57.

44 étaient ou ont été ouverts.

13 ne l'ont pas été.

Sur le total des nodules ouverts, on a reconnu que :

13 contenaient des restes de coprolithes dominants ;

1 contenait de la matière coprolithique mêlée d'écailles ganoïdes, sans fragments osseux ;

9 renfermaient de la matière coprolithique mêlée de fragments osseux et de vertèbres ;

1 contenait dans la matière coprolithique une parcelle chitineuse (29 R 30 R) ;

2 nodules contenaient une lame de lignite craquelée ;

2 entouraient chacun un galet de psammite.

Pour 6 nodules, la stérilité était douteuse et, pour 10 autres, la stérilité était certaine.

En admettant que la proportion d'échantillons, contenant des restes de coprolithes dominants, reste la même pour la totalité des nodules ferrugineux, il y aurait donc 16 à 17 nodules qui en renfermeraient (1). Il n'était pas possible de spécifier si ces fragments enrobés venaient de l'une ou de l'autre taille des coprolithes dominants.

---

(1) $\frac{13}{44} \times 57 = 16.77$.

TABLEAU RÉCAPITULATIF DES COPROLITHES DE BERNISSART.

	Nombre des pièces non raccordables entre elles.		Nombre des coprolithes indiqués. Minimum.		Maximum.	
Coprolithes dominants de taille moyenne, y compris les disques	88	183	33	90	44	123
Coprolithes dominants de fort calibre	20		7		10	
Très gros coprolithes dominants	21		15		15	
Coprolithes dominants de petite taille, y compris les tortillons	38		35		38	
Coprolithes dominants enrobés dans les nodules ferrugineux.	16		0		? 16	
Coprolithes divers (autres que le type dominant)	73	87	42	47	45	59
Coprolithes divers enrobés dans les nodules ferrugineux	14		? 5		? 14	
	270		137		182	

CHAPITRE V

Morphologie du coprolithe dominant.

SOMMAIRE

§ 1. — Forme d'ensemble et dimensions.
§ 2. — Points de repère.
§ 3. — Dessins superficiels.
§ 4. — Clivages.
§ 5. — Renseignements donnés par les fractures et par les sections d'ensemble étudiées à l'œil nu et à la loupe.
a. Cassures et coupes transverses.
b. Cassures et coupes longitudinales.

---

§ 1. — Forme d'ensemble et dimensions.

Corps en forme de boudin légèrement arqué (Fig. 13, Pl. II), plus rarement rectiligne et peut-être alors rectiligne par déformation. Le boudin est terminé d'un côté par un dôme arrondi, bossué (Fig. 16 à 18, Pl. II); il est atténué en pointe épaisse à l'extrémité opposée (Fig. 19 à 21). Une face du corps est déprimée; les dessins qu'elle porte sont un peu effacés (Fig. 58, Pl. IV). Cette région représente la *face inférieure* du coprolithe, celle sur laquelle il a reposé.

Le boudin mesure :

Diamètre horizontal médian ou DH =	27 à 28^{mm} (1);	minimum	23^{mm},	maximum	32^{mm}.
Diamètre vertical médian ou DV =	23 à 24^{mm} (2);	—	18^{mm},	—	30^{mm}.
Longueur totale ou L =	115^{mm};	—	110^{mm},	—	120^{mm} (3).

La section transversale du coprolithe est presque circulaire (Fig. 5 à 7, Pl. I).

L'excentricité de la cassure transverse est très faible : $\frac{DH - DV}{DH} = \frac{3.89}{27.86} = 0.14$. Elle correspond au retrait vertical plus fort que le retrait horizontal. Il s'y ajoute un très léger affaissement que le coprolithe a subi sur sa face inférieure.

---

(1) 27^{mm}66, moyenne de douze sections.

(2) 23^{mm}75, moyenne de douze sections.

(3) Vu la rareté des pièces entières, les données numériques relatives à la longueur totale correspondent seulement à trois mesures individuelles.

§ 2. — Points de repère.

Le coprolithe porte sur lui-même des points de repère dont j'aurai à me servir dans les descriptions.

L'extrémité du dôme bossué est celle qui a d'abord forcé l'ouverture de la filière anale. C'est l'*extrémité initiale* du coprolithe. Je la désignerai par E I. Elle présente un point plus saillant formant *bec* ou *mucron* (Fig. 32, 35, Pl. III, et Fig. 57, 58 et 62, Pl. IV), ce dernier d'après un spécimen de fort calibre. Le mucron déborde en arrière sous une enveloppe périphérique ou manteau dont on voit l'extrémité sous la forme d'une lame triangulaire *l tr* (Fig. 16, Pl. II).

La présence du mucron saillant ainsi enveloppé permet de distinguer l'extrémité initiale d'un coprolithe des troncatures transverses produites par rupture spontanée ou accidentelle. Dans le cas d'une troncature, il y a une légère dépression centrale en entonnoir; on ne voit ni le mucron ni la lame recouvrante formant pointe triangulaire.

L'ensemble de l'extrémité initiale est légèrement arquée, de même calibre que le reste du boudin ou avec tendance à être plus épais. Cette dernière disposition s'accuse beaucoup quand le coprolithe est très court. Le coprolithe tend alors à prendre une forme nettement lacrymorphe (Fig. 116, Pl. IX).

L'extrémité opposée, celle qui est sortie la dernière, étant souvent un peu plus molle, s'est appointée sous la pression du sphincter anal. Elle présente une pointe brusque épaisse, Sa face inférieure est fort nettement déprimée. Je désigne cette *extrémité terminale* par E T.

Les sommets des extrémités E I, E T sont les *pôles* P_i, P_t, du coprolithe; la ligne qui les joint en passant par les centres des sections transverses de l'objet, est son *axe polaire*.

Le boudin présente *deux courbures*, une *courbure convexe* $\overset{c}{\frown}$ et une *courbure concave* $\overset{c}{\smile}$. Je les indiquerai au moyen de la lettre C et d'une flèche courbée. La position de la lettre C par rapport à la flèche indique de quel côté est le corps du coprolithe par rapport à la courbure. Le sens de la flèche indique de quel côté est l'extrémité terminale sur la face visible de l'échantillon, et, toutes les fois qu'on le peut, sur la face supérieure reconnue, Fig. 84, Pl. VII.

Il a été trouvé quelques échantillons à double courbure.

Tout le corps du boudin présente une torsion d'ensemble autour de son axe polaire. C'est une conséquence du mouvement de rotation que la matière a subi pendant son empilement, pendant son cheminement à travers l'intestin et pendant l'émission. Le dernier de ces mouvements est analogue à celui que prend l'eau sous pression lorsqu'elle s'échappe d'un tuyau de caoutchouc. Cette torsion, comme celle des sillons superficiels, est souvent *senestre,* c'est-à-dire ascendante vers la gauche pour un observateur axial (1).

---

(1) L'observateur axial est supposé placé sur la ligne polaire P_i P_t du coprolithe, la tête du côté de P_t. Il regarde la face supérieure de l'objet. Il détermine le sens de l'hélice par la direction ascendante de la portion d'hélice qui passe devant lui. Si l'hélice monte de droite à gauche, elle est ascendante vers la gauche ou senestre et *vice-versa*.

J'ai dit que j'appelais *face inférieure* la face déprimée sur laquelle les dessins superficiels du coprolithe sont légèrement effacés ou atténués. L'effacement est moindre que celui que montre un cylindre de cire à modeler reposant par une génératrice sur une vitre horizontale ou sur une plaque de marbre polie. Cette face déprimée était particulièrement nette sur le plus gros de tous les coprolithes, l'échantillon 16 R (Fig. 95, Pl. VII). Elle est encore très accusée sur les figures 90 à 92, Pl. VII. C'est sur cette face que le coprolithe a posé et appuyé. Remarquons de suite que cette face inférieure ne porte pas d'impressions étrangères comme celles que prend un cylindre de cire reposant sur une surface dure polie ou rugueuse ou encore sur du bois ou sur des feuilles. Sauf de bien rares exceptions on ne voit pas non plus de sable. Ce sont là des particularités bien spéciales dont il y aura à tenir compte dans l'analyse des conditions de dépôt. Je désignerai cette face inférieure par F I.

La face opposée est dite *face supérieure*. Je la désignerai par F S.

Les deux courbures sont les *flancs* — *flanc convexe* et *flanc concave*.

§ 3. — Dessins superficiels.

La surface du coprolithe présente des sillons qui correspondent à un affleurement superficiel des surfaces de contact des masses stercoraires empilées.

Ces sillons décrivent des sortes d'hélices ou des fragments d'hélices dont certaines sont plus marquées, plus pénétrantes ; les autres, plus courtes, s'enroulent en sens inverse des premières et viennent les couper. Les sillons peuvent devenir transversaux.

Les sillons s'enfoncent dans la masse qui tend à se cliver suivant ces sillons. La liaison de la masse était donc minima le long de ces surfaces intérieures.

A l'extrémité initiale, les sillons délimitent une pointe ou lame triangulaire, collée au mucron et l'enveloppant partiellement (Fig. 16 et 18, Pl. II).

La surface du coprolithe ne laisse voir ni écailles (1), ni fragments osseux, vertèbres ou arêtes, ni fragments végétaux faisant régulièrement partie de la masse et venant affleurer à sa surface.

La surface est lisse ou très faiblement chagrinée par des dessins tourbillonnaires et par des rides. Elle n'est pas grenue, quand il n'y a pas eu sortie de pyrite. Dans ce dernier cas, la pyrite forme des verrues qui masquent les dessins propres de l'objet, ou bien qui laissent des trous variolant la surface lorsque la pyrite s'est sulfatée et est tombée. Les figures Fig. 25, Pl. II et Fig. 10, Pl. I montrent l'aspect de la surface rendue dans

(1) Un seul échantillon n° 4J qui est un très gros coprolithe présentait à sa surface une peau de poisson osseux. M. L. Dollo a reconnu que les écailles sont vues par leur face interne. Il s'agit d'une peau de poisson accolée accidentellement sur un côté de la face supérieure d'un crottin. Sur les Fig. 98A, 99, 100, Pl. VIII, on voit des sillons dus aux arêtes tombées.

un cas verruqueuse et dans l'autre variolée par la sortie de la pyrite sur l'échantillon (14R 15R). Sur quelques exemplaires que j'ai dégagés, j'ai vu de fines rides dues au filage de la matière digérée. Le séchage rapide des crottins de carnassiers souligne à leur surface des dessins analogues. Ces rides, très fines, ne sont visibles qu'à la loupe (Fig. 8 et 9, Pl. I). Elles sont ici dirigées obliquement. Elles étaient particulièrement bien visibles sur la surface supérieure de l'échantillon 14R 15R, Fig. 11 et 12, lorsque je l'ai sorti de sa gaîne. Ce caractère, joint à la courbure et à l'isolement absolu de toute pièce squelettique, signifie : fécès rejetées hors du corps de l'animal producteur. Il indique déjà une alimentation carnée. On ne retrouve pas ici les particularités des fécès d'herbivores mangeant de grandes masses de matières végétales.

Il n'y a généralement pas d'impressions étrangères à la surface du coprolithe comme celles que laissent des corps polis ou rugueux, des morceaux de bois, du sable. On y a relevé, mais bien rarement, l'impression de quelques très petits fragments végétaux collés à la surface. Le coprolithe (18R 7J9) porte superficiellement une mince lame ligniteuse due à la transformation d'un fragment de matière végétale (Fig. 107, Pl. VIII). Elle ne pénètre pas dans le coprolithe; elle est manifestement étrangère à ce corps. Elle y est accolée accidentellement (1).

La surface peut présenter quelques saillies dues à des craquelures tardives, mais nous n'avons pas vu de déchirures comme celles qui brisent parfois la couche muqueuse superficielle des crottins de chien très calciques ou des crottins de crocodiles, lorsqu'ils ont subi un séchage très rapide en plein soleil, ou encore comme celles des crottins du cheval, lorsqu'ils ont été longtemps exposés aux agents atmosphériques sur la terre nue.

La surface des coprolithes est souvent masquée sous une lame de limonite qui y demeure très adhérente. C'est une portion de la gaîne coprolithique ou gaîne d'enrobement qui s'est développée autour du coprolithe.

§ 4. — Les clivages.

Soumis à une série de légers ébranlements, les coprolithes dégagés montrent des clivages propres, indépendants des fractures de l'argile entourante. Les surfaces de résistance minima, suivant lesquelles s'ouvre le coprolithe, sont héliçoïdes. Elles affleurent à la surface de l'objet suivant ses sillons principaux. Elles s'enfoncent obliquement de la surface vers l'axe polaire, mais sans l'atteindre. Il ne s'agit pas ici des prolongements des fractures de l'argile grise. En général, celles-ci sont planes et, quand elles coupent le coprolithe, elles le sectionnent transversalement ou obliquement sans relation simple avec sa structure.

Les clivages propres du coprolithe permettent d'y pratiquer une dissection grossière

(1) L'échantillon (18R 79J) est un gros coprolithe.

qui met en évidence une lame superficielle et un noyau (Fig. 31, Pl. III). J'ai dégagé le noyau de l'extrémité initiale de l'échantillon (14R 15R). La lame superficielle forme la pointe triangulaire signalée sur un côté de l'extrémité initiale. Elle couvre incomplètement l'extrémité initiale du noyau. Son épaisseur est de 3 à 5^{mm}.

Le noyau que j'ai pu dégager dans l'échantillon (14R 15R), (Fig. 32 à 35, Pl. III), est rectiligne, digitiforme, avec mucron au milieu de son extrémité. Il est affaissé sur sa face inférieure et plus fortement adhérent à la lame superficielle de ce côté. Le tronçon mesurait

Longueur	48^{mm}.
Diamètre horizontal médian	28^{mm}.
Diamètre vertical médian	26^{mm}.

La section transversale d'ensemble du noyau est donc elliptique et un peu excentrique. La surface du noyau est lisse dans son ensemble, avec quelques légers sillons. Les plus forts sont transverses ou obliques ; les autres, très faibles, sont méridiens. Il y a aussi quelques rides méridiennes (Fig. 36 à 38, Pl. III).

Ce noyau est souvent tordu, l'échantillon 53J montre un noyau en hélice (Fig. 26 à 28, Pl. III). Lors de l'extraction, il a été recueilli des fragments de noyaux, provenant de la rupture de coprolithes qui montrent également cette torsion.

Cet agencement de la matière coprolithique est très différent de celui d'une bande rubanée, enroulée en cornet par l'action d'une valvule spirale. Il diffère tout autant des amas de pelotes de nos grands mangeurs d'herbe actuels.

§ 5. — Renseignements donnés par les fractures et par les coupes d'ensemble examinées à l'œil nu et à la loupe.

a) — CASSURES ET COUPES TRANSVERSES.

Les cassures et les coupes d'ensemble présentent des caractères qui permettent de spécifier immédiatement l'orientation de la section présentée. Lorsque le coprolithe est encore adhérent à l'argile voisine, celle-ci apporte, comme éléments de contrôle, *l'indication du plan horizontal* et très souvent aussi *l'indication de la face supérieure*.

Les cassures nettement transverses sont fréquentes (Fig. 5 à 7, Pl. V).

Elles montrent un contour presque circulaire, déprimé du côté qui marque la face inférieure.

Le contour du coprolithe est très nettement délimité. Entre l'argile et la matière coprolithique, il y a une gaîne ferrugineuse. Le plus souvent, celle-ci borde le coprolithe d'un seul côté. La gaîne peut manquer totalement (1). Elle peut entourer complètement le

(1) 1 J (74 J 75 J), 40 R 62 J.

coprolithe. C'est un dépôt tardif de limonite, fait au voisinage du coprolithe dans la zone raréfiée qui s'étend entre le coprolithe et l'argile.

La gaîne d'enrobement tient à l'argile et au coprolithe. Elle tient plus fortement à l'argile qu'au coprolithe. Le coprolithe peut donc être isolé de l'argile. Mais, comme d'autre part le coprolithe et la gaîne sont souvent fissurés circulairement, la surface du coprolithe reste ainsi adhérente à un lambeau de gaîne et s'enlève avec elle.

La surface de la cassure transverse de la matière coprolithique est très irrégulière, crevassée dans sa région centrale qui présente des cavernes étoilées à pointements vifs. Ce sont des craquelures de retrait dont les prolongements se réunissent parfois. Les cavernes deviennent rares et plus petites vers la surface. Elles y manquent même tout à fait. Le retrait tardif a donc fait sentir son principal effet dans la région axiale du coprolithe (Fig. 6 et 7, Pl. I).

La surface des cavernes et celle des fissures qui les relient sont souvent tapissées d'un enduit pelliculaire ou caverneux rouge brun foncé. C'est un dépôt tardif de limonite. L'enduit emplit parfois totalement les cavernes, en y produisant des moulages dont l'aspect rappelle vaguement des lignites ferrifiés. Ailleurs la limonite fait presque totalement défaut.

La matière coprolithique est terreuse, ocracée; sa teinte est ocre jaune, elle varie entre le blond pâle et le rouge brun foncé presque noir, suivant l'intensité de la ferrification (1). La matière est finement spongieuse, l'aspect spongieux s'atténuant vers la surface qui est plus compacte.

La teinte et le degré de spongiosité permettent de prévoir très exactement *le degré de conservation de la pièce*. Spongiosité et coloration marchent parallèlement avec le développement de la limonite en ballonnets. En même temps, la structure initiale de la matière coprolithique va s'effaçant. Par conséquent, les meilleurs spécimens pour l'analyse micrographique sont les échantillons blonds où la cassure est très finement poreuse, mais non spongieuse. Exemple : l'échantillon blond (75 J 74 J) est bien mieux conservé que l'échantillon spongieux et brun roux (14 R 15 R). Comme la surface est plus compacte que le centre, on voit déjà que la surface sera une région mieux conservée que le centre.

Les cassures transverses ne montrent ni os, ni écailles, ni fragments de lignite, ou du moins ces objets y sont une rareté; quand il s'en présente, c'est avec un caractère accidentel très accusé. Deux échantillons ont montré des fragments osseux, macroscopiques. L'un 74 J 75 J (Fig. 80, 81, Pl. VII), présente sur sa cassure transverse oblique un fragment de tissu osseux spongieux qui mesure 5^{mm} sur $1^{mm}2$. *Il semble que ce soit du tissu osseux*

---

(1) Les teintes sont données par les échantillons (14 R 15 R) pour la teinte moyenne, 3 R pour la teinte blond clair, 40 R et (41 R 45 V) pour les teintes sepia et sepia foncée, (64 R 41 Bl) pour les coprolithes complètement ferrifiés (2).

(2) Ce dernier échantillon provient d'un très gros coprolithe.

d'Iguanodon (1). L'autre, 55 R, est un *disque très mince* qui contient un bout de mâchoire de Pycnodonte avec dents en place (2). Il n'a été rencontré de bouts de lignite que dans l'échantillon (18 R 79 J) (Fig. 74 à 78, Pl. VI), dont la cassure transversale oblique fait voir un petit bout de lignite mesurant $1^{mm}8$ sur $1^{mm}5$. Celui-ci est planté presque radialement dans la cassure à proximité de la surface latérale du coprolithe.

La matière coprolithique est très tendre, son grain s'efface sous le couteau et sous le papier d'émeri le plus fin.

Les *sections transversales d'ensemble, examinées par transparence à la loupe,* ajoutent les renseignements suivants :

La matière coprolithique est orangée pâle, *transparente* dans sa région périphérique qui correspond à la lamelle superficielle (l. per) (Fig. 123, Pl. X). Elle est grisaillée et comme *dépolie* dans la région du noyau, ce qui est dû à la présence des lamelles de limonite en ballonnets (r. lt). Des traînées d'une matière pulvérulente, extrêmement fine, comme sont certaines infiltrations de pyrite, s'avancent irrégulièrement vers le centre ou bien s'étendent parallèlement à la couche superficielle (r. a). Il n'y a donc pas généralement de plages indiquant une différenciation des parties axiales du coprolithe. La matière coprolithique paraît homogène (3). Elle ne contient pas d'écailles. Les fragments osseux y sont une rareté et ils sont extrêmement petits (Fig. 126, Pl. X et Fig. 138, Pl. XI). On voit quelques très rares parcelles de matière végétale lignitifiée si petites que la loupe les indique seulement comme des points noirs ou bruns.

b) — CASSURES ET COUPES LONGITUDINALES.

Les cassures nettement longitudinales sont rares. Les cassures méridiennes sont encore plus rares. On a le plus souvent des cassures obliques qui montrent à peu près l'état de la cassure méridienne dans la région où elles coupent l'axe polaire. Elles nous donnent les renseignements suivants :

Ces cassures sont très irrégulières avec cavernes dans la région centrale. Les fissures longitudinales qui relient ces cavernes entre elles débitent vaguement la masse en pièces prismatiques. Le revêtement ferrugineux des craquelures a parfois une allure feuilletée tubulaire qui rappelle grossièrement du bois fossilisé par de l'oxyde de fer. La matière coprolithique peut être coupée par des fentes de retrait planes, parallèles, qui ne se prolongent pas dans l'argile voisine. Elles sont obliques par rapport à l'axe polaire (4).

La teinte, le grain, la spongiosité sont les mêmes que sur les cassures transverses.

---

(1) Indication de M. L. Dollo.

(2) Indication de M. L. Dollo.

(3) La structure tourbillonnaire de la région intérieure n'est bien sensible que sur l'échantillon 26 J où elle est très légèrement soulignée par de la pyrite, Fig. 148 et 149, Pl. XII.

(4) Échantillon (43 R, 45 V).

Ces cassures dégagent partiellement le noyau (Fig. 80, Pl. III).

Les coupes d'ensemble montrent très faiblement l'opposition de la zone superficielle transparente orangée et celle de la région centrale grisaillée. Les traînées de points noirs tendent à s'étaler parallèlement à la lame externe (Fig. 124, Pl. X). On revoit la même homogénéité de matière. Les os sont toujours une rareté. Il n'y a pas d'écailles. Les parcelles ligniteuses sont rares, très petites, à extrémités nettement brisées.

Les coupes minces confirment l'opposition de la lame superficielle et du noyau. Le noyau intérieur est chargé de fines membranes de limonite qui forment ballonnet autour de parties coprolithiques moins altérées. Il est plus caverneux. Cette masse centrale plus molle s'est plus fortement contractée. La lame superficielle ne contient pas de limonite en ballonnets. Elle est moins altérée que le centre. La limonite y est à un autre état, comme concrétée dans l'intérieur de bulles, et c'est l'état qu'elle présente dans toute l'étendue des coprolithes qui sont le moins altérés.

La surface de séparation des deux parties est curviligne; elle correspond à la ligne de clivage qui détache la lame superficielle du noyau. La localisation de la limonite sous ses deux formes n'est pourtant pas absolue, car on trouve des échantillons où la matière coprolithique non altérée n'a pas de limonite en ballonnets même dans sa région centrale. Par contre, il y a des coprolithes altérés dans toute leur épaisseur. Ces deux sortes d'échantillons ne se clivent pas ou se clivent mal. Comme, d'autre part, on ne voit pas la double ligne muqueuse séparant les deux parties de la matière coprolithique sur la ligne de contact, comme la matière coprolithique reste la même et qu'elle est orientée de la même manière, une hésitation est possible pour affirmer si le clivage du coprolithe est un résultat dont la cause principale est le mode de localisation de l'altération, ou si la cause première est dans une différenciation initiale de la région superficielle du coprolithe et de sa région axiale. Les surfaces figurées mises à nu par le clivage, la position très constante de la partie moins altérée dans la lame superficielle me font conclure que le clivage suit les surfaces de contact des masses fécales rapprochées au contact et que, selon son intensité, l'altération souligne ou fait disparaître cette structure première. Nous dirons donc : masse fécale à parties individualisées, les externes entourant un noyau central plus mou. Le noyau adhère plus fortement aux parties superficielles de sa face inférieure. Le noyau se poursuit jusque vers l'extrémité terminale.

Dans les coprolithes où les sillons sont transverses et très profonds, le noyau n'est pas visible macroscopiquement.

CHAPITRE VI

La structure du coprolithe dominant.

SOMMAIRE

A. — EXAMEN D'ENSEMBLE DES COUPES MINCES
VUES PAR TRANSPARENCE A DES GROSSISSEMENTS DE 30 A 100 DIAMÈTRES.

§ 1. — Échantillons ordinaires.

Le fond grumeleux. — Les ballonnets de limonite. Les trous. — La zone périphérique et les îlots intérieurs. — Le picotis noir du fond. — Cas où la pyrite souligne une structure tourbillonnaire.

Les fragments d'os et les fragments de lignite.

Les fragments grisâtres. — Difficulté de leur visibilité.

Contact direct du coprolithe et de l'argile voisine. — Isotropie complète du fond. — Pyrite et quartz tardifs.

§ 2. — Échantillons exceptionnellement bien conservés.

Rareté de ces échantillons. — Leurs caractères spéciaux. — La persistance des caractères du fond et de son picotis. — La fréquence des fragments grisâtres. — Origine des divers corps figurés.

B. — EXAMEN DE LA MATIÈRE COPROLITHIQUE A DES GROSSISSEMENTS DE 100 A 1000 DIAMÈTRES.

§ 3. — Caractères spéciaux des préparations décrites.

I. — Description des corps ingérés en suspension dans la pâte coprolithique.

a. — Corps ingérés faisant partie des aliments.

§ 4. — Les corps grisâtres. — Ce sont des fragments de fibres musculaires striées coupées en tous sens. — Curieux problème d'histologie comparée soulevé par la structure de ces fibres musculaires.

4*a*. — Individualisation des corps grisâtres par rapport au fond. — Différenciation de leurs parties constituantes. — L'enveloppe anisotrope et la masse centrale isotrope. — Leur striation.

4*b*. — Attaque et écroulement des fragments grisâtres.

4*c*. — Les corps grisâtres sont des fragments de fibres musculaires striées, coupées en tous sens. — Indications données par les fécès actuelles.

4*d*. — Il s'agit de fibres broyées par la mastication et de crottins rejetés après digestion complète.

4*e*. — Problème d'histologie comparée soulevé par la simplicité de structure de la fibre musculaire des animaux dévorés par le carnassier de Bernissart.

§ 5. — Les corps capsulaires de l'échantillon 1 J.
§ 6. — Les fragments osseux microscopiques.
§ 7. — Les lames conjonctives.

b. — Corps ingérés accidentellement avec les aliments.

§ 8. — Les fragments de lignite.
§ 9. — Les parcelles de mica.

II. — Étude de la pâte fécale et de ses corps bactériens.

§ 10. — La pâte fécale dans son ensemble.
§ 11. — Description des corps flous. — Description des corps bullaires. — Les corps flous sont les corps bullaires injectés du médium durcissant.
§ 12. — Les corps flous et les corps bullaires sont des moulages d'une bactérie bacillaire très analogue au *Bacillus Coli*. — Arguments favorables à la notion éléments bactériens. — Arguments défavorables. — Conclusion. — Y a-t-il lieu de créer actuellement une nouvelle forme spécifique pour ces organites.
§ 13. — Autres indications d'organismes bactériens. — Les bâtonnets, les trous et canalicules blancs.
§ 14. — Absence d'enveloppe muqueuse superficielle bactérifère, de gaîne d'algues, d'un feutrage mycélien. — Absence de coprolithes envahis par les mucédinées. — Absence d'urates.

A. — EXAMEN D'ENSEMBLE DES COUPES MINCES VUES PAR TRANSPARENCE A DES GROSSISSEMENTS DE 30 A 100 DIAMÈTRES

§ 1. Échantillons ordinaires [1].

Examinées par transparence à un grossissement faible, 30 à 100 diamètres, les coupes transverses des échantillons ordinaires montrent dans un fond jaune, grumeleux, presque uniforme, des cercles limonitiques rouge brun, Fig. 127, Pl. X. Il y a quelques trous avec ou sans revêtement pelliculaire de limonite, Fig. 129, Pl. X. Si l'on est près de la périphérie du coprolithe, les cercles limonitiques manquent, il y a par contre des amas massifs de limonite, Fig. 128, Pl. X. — Certaines plages intérieures peuvent, comme la zone périphérique, être dépourvues de cercles limonitiques et chargées d'amas massifs de limonite, Fig. 126, Pl. X.

Quand un trou est bordé de limonite pelliculaire, le revêtement est composé d'une suite d'arcs raccordés entre eux à angle vif. Tous tournent leur convexité vers son centre comme s'il s'était agrandi successivement en réparant chaque fois son revêtement, Fig. 130, Pl. X.

A la limite des zones profonde et périphérique, tous les arcs de limonite tournent leur

---

[1] 24 J, 48 V.

convexité vers la zone profonde. Celle-ci agit donc comme un trou par rapport à la zone périphérique, Fig. 128, Pl. X.

Les sections méridiennes montrent un aspect semblable à celui des coupes transverses, l'ensemble des cercles limonitiques s'étendant parallèlement à l'axe polaire du coprolithe. La limonite a donc dans le coprolithe la forme de figures en ballonnets sphériques et ellipsoïdes, la zone externe et quelques îlots intérieurs étant limités par des arcs convexes vers la région à ballonnets.

La matière comprise dans les ballonnets est plus jaune. Celle qui est entre les ballonnets est plus grise et plus altérée, Fig. 131, Pl. X. La zone périphérique du coprolithe et les îlots intérieurs sans ballonnets sont donc des régions privilégiées où la conservation sera meilleure et moins effacée.

Quand la coupe est plus épaisse et lorsque la résine employée pour opérer le durcissement a moins bien injecté la masse, la coupe est grisaillée et troublée par de très petits points noirs qui s'y étendent en nuages irréguliers. Il est impossible de décider immédiatement s'il s'agit là d'une fine pénétration de pyrite pulvérulente ou de fines bulles d'air, bien que le fait de la disparition presque totale de ces nuages sur des coupes très minces rendent la seconde conclusion beaucoup plus probable. Un seul échantillon 26 J. présente à ce grossissement une pénétration un peu abondante de pyrite. Celle-ci est très visible dans les parties très minces de la coupe. Elle s'y montre plus grossière. Déjà visible au grossissement 5, elle souligne une structure tourbillonnaire de la masse que montrent les Fig. 148-149, Pl. XII.

On ne voit que quelques très rares fragments d'os ou de lamelles osseuses qui s'illuminent fortement entre les nicols croisés. Il faut toujours examiner plusieurs coupes pour rencontrer un de ces débris. Ces fragments sont très petits. Le plus grand de ceux qui ont été observés mesure $1^{mm}3$ sur 1^{mm}.

Les fragments de lignite sont aussi rares.

Qu'il y ait ou non des ballonnets limonitiques, de la limonite massive, de la pyrite ou des nuages grisaillés on aperçoit de-ci de-là de petits corps grisâtres *extrêmement peu visibles*. Les Fig. 134 et 135, Pl. XI, donnent une idée de la difficulté de cette visibilité. 134 est prise dans une plaque très mince où commencent à paraître des ballonnets de limonite. 135 est tirée de l'échantillon à structure tourbillonnaire. Les corps grisâtres n'y sont sensibles que parce que le fond grumeleux voisin semble interrompu par une plaque homogène ayant des fractures propres. Les Fig. 132-133, Pl. XI, montrent des corps grisâtres semblables dans une plage à ballonnets de limonite et dans une plage piquetée de points noirs. On voit, Fig. 133, que le picotis de points noirs ne pénètre pas le corps grisâtre. Sur la Fig. 132 la région centrale du corps grisâtre est plus foncée, un peu brune et à fractures propres très nettes. En cherchant avec soin on trouve ces corps grisâtres dans toutes les parties du coprolithe. C'est un élément constant et important de ces coprolithes, mais dont la visibilité est rendue plus ou moins difficile.

Lorsqu'il n'y a pas de gaîne d'enrobement, la matière coprolithique touche directement l'argile. Il n'y a pas transition de l'une à l'autre matière.

Le fond jaune et ses corps grisâtres restent éteints dans tous les azimuts entre les nicols croisés contrairement à la pâte fécale fossile des coprolithes quaternaires de la *Hyena crocuta*. Celle-ci n'est jamais totalement éteinte et elle paraît légèrement brunâtre.

On aperçoit encore de la pyrite pulvérulente et des cristaux tardifs de quartz.

§ 2. — Échantillons exceptionnellement bien conservés.

Dans les échantillons exceptionnellement bien conservés (1), les ballonnets de limonite manquent. Les amas de limonite massive et la limonite en lames membraneuses qui l'accompagne souvent peuvent aussi disparaître comme dans le spécimen 1 J. Suivant l'épaisseur de la coupe, les nuages grisaillés persistent ou s'effacent. Le fond plus brun paraît uniformément chargé de fragments grisâtres qui se détachent d'autant mieux comme forme et comme différenciation structurale que la conservation est meilleure. La fréquence de ces fragments est indiquée par les nombres suivants :

Coefficient de fréquence transverse horizontale (2)	6 à 8
Coefficient de fréquence transverse verticale (3)	8
Coefficient de fréquence suivant l'axe polaire.	8 à 10

Les fragments grisâtres sont donc très nombreux, puisque leur nombre s'élève à environ 500 ou 650 par millimètre cube. Ils sont un des éléments dominants du coprolithe d'autant plus visible que la conservation est meilleure, *pourvu toutefois que l'amincissement de la préparation ne soit pas trop grand* (4).

L'entourage des corps grisâtres reste grumeleux ou picoté de points noirs. Lui seul conserve le vernis coloré, alors les fragments grisâtres se détachent en jaune chamois. Les grumeaux ou picotis font donc partie du fond, mais ils ne sont pas encore résolubles à ce grossissement, même dans ces échantillons exceptionnellement favorables.

Les fragments d'os, les bouts de lignite ne sont ni plus visibles, ni plus nombreux, ni mieux conservés que dans les échantillons ordinaires. Par contre on y observe des membranes diversement altérées dont le meilleur exemple est visible au point $\frac{x}{y} = \frac{28.3}{6.0}$ de

---

(1) Il y a trois échantillons très bien conservés. 3 R. 1 J. (74 J, 75 J). Ces trois échantillons représentent une proportion de 0.033 à 0.024 de l'ensemble des spécimens du type dominant.

(2) J'appelle coefficient de fréquence horizontal le nombre moyen de fragments grisâtres que rencontre une horizontale perpendiculaire à l'axe polaire sur une longueur de 1 millimètre. On prend l'horizontale passant par le centre de la section transverse ou plus généralement un système de trois parallèles à cette droite distantes entre elles de $0^{mm}1$.

(3) Les coefficients de fréquence verticale et axiale s'obtiennent de la même manière en comptant le nombre des fragments rencontrés sur un millimètre de hauteur verticale et sur un millimètre d'une parallèle à l'axe polaire.

(4) Voir la difficile visibilité des fragments grisâtres sur les figures 134 et 168.

la préparation Tr. 2. Échantillon 74 J. Cette membrane s'illumine entre les nicols croisés.

La structure fibrillaire de cette membrane n'est pas résoluble à ce grossissement. Plus la membrane est altérée plus elle brunit et plus elle tend à se fondre dans la pâte. Elle s'illumine de moins en moins.

Les fragments osseux, les membranes fibrillaires, les lignites n'interviennent pas pour 0,001 dans la masse coprolithique.

On observe quelques très rares exemples de paillettes de mica très petites, un peu de pyrite pulvérulente et des cristaux tardifs de quartz plus ou moins nombreux suivant les régions.

Les fragments grisâtres, les membranes fibrillaires, les os sont des corps d'origine animale normalement ingérés avec la nourriture.

Certains fragments osseux, les bouts de lignite, les parcelles de mica, sont des fragments animaux, végétaux et minéraux, ingérés accidentellement avec les aliments.

La pyrite, le quartz, la limonite sous ses diverses formes, sont des corps tardivement développés dans la matière coprolithique pendant sa fossilisation.

B. — EXAMEN DE LA MATIÈRE COPROLITHIQUE A DES GROSSISSEMENTS DE 100 A 1000 DIAMÈTRES.

§ 3. — Caractères spéciaux des préparations décrites.

Quand on doit recourir à de grandes amplifications, il faut se rappeler les caractères très particuliers des préparations microscopiques qui servent de base à cette étude. Pour obtenir les coupes minces orientées, il a fallu, préalablement à la taille, durcir les objets par une imprégnation de matière résineuse faite à chaud. Par suite la matière à analyser a été plus ou moins injectée de résine. Les détails de structure dont la visibilité est ordinairement soulignée par de l'air sont plus ou moins effacés comme dans l'exemple bien connu de l'effacement des canalicules osseux sur les coupes très minces. Les coupes collées au baume dur contre le slide ont été couvertes de baume mou avant de recevoir le cover. C'est donc dans un milieu déjà très réfringent et plus ou moins pénétrant que se fait l'observation alors que les termes de comparaison tirés de la nature actuelle sont généralement observés en milieu aqueux, en gélatine glycérinée et bien plus rarement en baume très fluide et généralement alors après coloration. Les coupes des coprolithes de Bernissart n'ont généralement pas été colorées. Comme conséquence, certains détails des parties très minces, à peine accessibles à la vision directe, ne sont perceptibles que par des impressions photographiques obtenues au moyen de très longues poses faites dans une lumière très faible et même en interposant tantôt un verre jaune et tantôt un verre bleu sur le trajet de la source éclairante qui était toujours la lumière solaire concentrée par un condensateur Abbe.

J'étudierai d'abord les corps ingérés comme aliments ou avec les aliments qui ont une forme propre figurée. Je décrirai ensuite la pâte où ces corps sont suspendus.

I. — DESCRIPTION DES CORPS INGÉRÉS EN SUSPENSION DANS LA PATE.

a. — CORPS INGÉRÉS FAISANT PARTIE DES ALIMENTS.

§ 4. — Les corps grisâtres. — Leur écroulement. — Ce sont des fragments de fibres musculaires striées coupées en tous sens. — Curieux problème d'histologie comparée soulevé par la structure de ces fibres musculaires.

α) Nous avons vu page 60, la fréquence des corps grisâtres dans les fécès de Bernissart. Constatons de suite l'isolement général de ces corps et l'uniformité relative de leurs dimensions supérieures.

Les Fig. 150 à 157, Pl. XII, donnent une idée de la manière dont la visibilité de ces corps s'accentue par rapport à la pâte entourante à mesure qu'on prend des points ou des exemples de mieux en mieux conservés. La tache grise non piquetée est limitée par un *contour polygonal* plus clair à sommets émoussés. A mesure que la conservation devient meilleure la région centrale devient rouge brun. Elle reste *isotrope*. L'enveloppe devient jaune d'or, Fig. 157, Pl. XII. Elle est alors très nettement anisotrope, elle s'illumine entre les nicols croisés en présentant la croix noire et elle reste illuminée dans tous les azimuts de la section transverse et des sections obliques telles que Fig. 158 et 159, Pl. XII. L'épaisseur de ce contour jaune d'or est variable. Dans une coupe transverse ou le corps mesurait 43 μ sur 60, l'épaisseur de l'enveloppe jaune d'or était 5 à 8 μ. C'est la plus grande épaisseur qui ait été trouvée. — Cette enveloppe anisotrope entoure concentriquement la région centrale sans la pénétrer de tractus ou la diviser en champs. Elle est généralement beaucoup plus mince et réduite à 2 μ pour un élément tel que *fm'* sur la Fig. 156, Pl. XII. C'est bien une différenciation dans la matière du corps grisâtre et non une coque d'*apatite* développée autour d'un noyau amorphe.

La plage centrale rouge brun paraît uniforme. On n'y voit pas d'indications d'organites nucléaires (1). Lorsque la conservation est moins bonne, ce contenu peut se résoudre en un réticulum d'aspect résineux.

Il n'a pas été reconnu d'organites nucléaires à la surface de l'enveloppe anisotrope. Celle-ci touche directement la pâte fécale et très souvent elle paraît corrodée et comme passant immédiatement à cette pâte. Dans ce cas son illumination entre les nicols s'affaiblit et disparaît.

---

(1) Dans les Fig. 152, Pl. XII, 166, Pl. XIII une très petite étoile irrégulière plus foncée correspond peut-être à un organisme nucléaire mal conservé, corrodé déjà dans la Fig. 166. Ce sont les seules traces de corps comparables à des noyaux que j'ai observées. Je les regarde plutôt comme des figures de corrosion que comme des différenciations de la masse centrale.

En coupes obliques, la matière centrale des corps grisâtres présente une trace très faible de striation parallèle aux grands côtés, Fig. 151 à 154, Pl. XII. Cette striation en long de la région centrale est rendue sensible par des alignements de très petits points plus foncés. C'est le seul indice de striation longitudinale qui ait été remarqué.

Sur les coupes parallèles à la surface des corps grisâtres qui contiennent leur enveloppe anisotrope celle-ci se présente striée transversalement. Des traits noirs parallèles barrant toute la face sont séparés par des traits clairs. Lorsque la coupe contient deux ou plusieurs facettes du fragment, la striation change de direction en passant d'une face à l'autre de manière à demeurer transverse par rapport à la nouvelle facette. Fig. 160, Pl. XIII. Les stries noires sont un peu plus épaisses que les stries claires. La Fig. 161, Pl. XIII, montre en *fm'* la plus fine striation qui ait été observée. Sur la droite de cette figure on voit en *fm''* un autre fragment attaqué fortement corrodé suivant sa striation transverse qui devient ainsi particulièrement épaisse et visible. — Une coupe tangentielle prise sur une dépression d'une face montre au centre de la plaque anisotrope enlevée le réticulum donné par les stries noires coupées presque normalement. On les voit prendre leur direction transverse sur les bords de cette plaque avant de s'éteindre en arrivant sur la région rouge brun (1) (2).

Les variantes rencontrées d'un fragment à l'autre sont extrêmement faibles ; toutes ces coupes d'objets grisâtres proviennent d'une seule espèce de corps.

6) Les corps grisâtres se montrent plus ou moins fortement attaqués ; quand ils sont très attaqués ils donnent directement en s'écroulant la pâte fécale.

Les Fig. 163 à 167, Pl. XIII, donnent une idée des divers degrés de l'attaque des corps grisâtres et de la manière dont ils se fondent dans la pâte fécale lorsqu'ils sont très attaqués. 163 et 164 sont des coupes de corps grisâtres avec points corrodés peu nombreux ; ils sont gros dans le premier exemple, et déjà très nombreux dans le second. Les coupes obliques 151 à 153, Pl. XII, montrent la tendance à l'alignement des points attaqués. La surface du corps grisâtre n'est d'ailleurs pas épargnée comme le montre l'exemple *fm''* Fig. 161, Pl. XIII. Les Fig. 165-166 présentent des corrosions en hélice mêlées aux corrosions ponctiformes. Elles sont particulièrement visibles dans ces exemples où elles sont soulignées par de la limonite qui colore leur trajet (3). Les Fig. 166bis, 167, Pl. XIII montrent des corps grisâtres très fortement piquetés. Dans la dernière figure les corps grisâtres nombreux, très piquetés, se confondent avec ceux de la pâte entourante. Il reste encore une trace très faible de l'enveloppe anisotrope enfermant un champ piqueté, puis il n'y a plus moyen de distinguer le corps grisâtre de la pâte entourante. L'attaque peut

---

(1) Ces diverses indications sur la striation montrent qu'il s'agit d'un phénomène réel et non pas seulement de simples phénomènes optiques.

(2) On voit des figures analogues sur les coupes de fragments de fibres musculaires striées de hareng digérées par un phoque lorsque les fécès du phoque sont taillées comme les coprolithes de Bernissart.

(3) Les plus gros canalicules sont doubles ou mêmes triples.

d'ailleurs être très inégale, fort avancée d'un côté alors qu'elle commence seulement sur la face opposée *fm' fm''* Fig. 166bis, Pl. XIII.

γ) Que sont les corps grisâtres, élément important des coprolithes de Bernissart se fondant directement dans sa pâte ?

Je crois que les caractères relevés imposent la conclusion suivante : *Ce sont des fragments de fibres musculaires striées, isolées, coupées en divers sens.*

Les coupes méridiennes et transverses disent qu'il s'agit de corps fragmentaires tous *isolés*. Sur les sections transverses ou presque transverses des objets la zone périphérique anisotrope entoure nettement de tous côtés la masse centrale. Sur les sections obliques ou presque longitudinales, au contraire, l'enveloppe anisotrope ne borde extérieurement que les grands côtés, les bouts de la matière centrale butant directement contre la pâte fécale, on a donc bien affaire à des *corps fragmentaires*.

La conclusion fibre musculaire striée me paraît imposée par les faits suivants.

Toutes ces coupes des corps grisâtres correspondent à celles que donnent les fragments de fibres musculaires qu'on rencontre dans les fécès de carnassiers abondamment alimentés (1).

La striation transverse observée est identique à la striation transverse des faces des fibres musculaires actuelles. — Comme celle-ci elle suit ces faces. Fig. 180, Pl. XIII. Elle est faite de traits noirs et de traits clairs localisés dans la partie anisotrope.

La striation longitudinale est beaucoup plus difficilement perceptible que la striation transverse.

Il y a une zone anisotrope différenciée par rapport à une zone intérieure plus colorable.

L'absence de *Champs de Conheim,* de *noyaux soulignés*, de *myolemme,* ne suffit pas à écarter le rapprochement établi, puisqu'il y a des fibres musculaires plus simples où ces champs et où l'enveloppe différenciée de la fibre n'existent pas. Quant aux noyaux, ils ne sont pas immédiatement visibles, sans coloration spéciale, sur des fragments de fibres musculaires digérées par les animaux actuels lorsqu'on emploie le procédé de montage adopté pour faire la préparation des coprolithes.

La corrosion et la destruction des fragments de fibres musculaires pendant la digestion des animaux actuels est identique à ce que montrent les débris fossiles.

Ces caractères me paraissent suffisants pour justifier la détermination que j'ai acceptée, vu les caractères des fragments et la nature de l'objet qui les contient.

On sait d'ailleurs que les fibres musculaires striées peuvent traverser l'intestin d'animaux carnassiers et omnivores et se retrouver dans leurs fécès. La striation, et surtout la striation transverse, est très visible sur ces fibres broyées qui ont subi l'action des sucs de

---

(1) Sur des coupes de crottins d'otarie, rapidement séchées à 120°, durcies à la résine puis coupées et montées au baume, l'aspect des sections des fibres musculaires striées *isolées* est *identiquement* celui des corps grisâtres et, comme pour ceux-ci, la striation musculaire transverse est ordinairement seule visible.

l'appareil digestif. Ce fait a été constaté maintes fois chez l'homme et chez le chien (1). On le retrouve chez le tigre, chez l'otarie. Les otaries du Jardin zoologique d'Anvers nourries de harengs montrent dans leurs fécès parmi des débris d'arêtes et d'écailles de nombreux fragments de fibres musculaires striées, isolées, brisées, diversement attaquées. Quand l'alimentation est moins copieuse, la disparition des fibres musculaires est complète. Des fécès de panthère noire nourrie à la viande de cheval, celles de crocodiles alimentés de la même manière n'en présentaient plus trace. De même la truite nourrie à la viande de cheval ne laisse passer dans ses détritus que des membranes élastiques. De jeunes alevins de tanche nourris avec des larves de chironomes dissolvent totalement les fibres musculaires de ces insectes. La présence de fibres musculaires fragmentées est donc un fait possible et même fréquent quand l'alimentation des carnassiers est abondante. Jusqu'ici pourtant elle n'avait pas été signalée que je sache dans les coprolithes. Ainsi il n'a pas encore été vu de fibres musculaires striées dans les coprolithes permiens d'Autun, de Saint-Hilaire, de Commentry (2), bien qu'il s'agisse de crottins d'ichthyophages. D'autre part, les coprolithes quaternaires de *Hyena crocuta* que j'ai étudiés n'en contiennent pas non plus.

La fossilisation phosphatique de la fibre musculaire a laissé subsister quelques-unes de ses différenciations.

δ) L'état des fibres musculaires dans les fécès de Bernissart indique qu'il s'agit de fibres broyées et de crottins rejetés après digestion complète.

L'isolement des fibres musculaires dépend surtout de leur séjour dans les sucs digestifs et de la nature des muscles ingérés. Les fibres musculaires de hareng macérant en liqueur pepsique acidifiée s'isolent et deviennent très fragiles. Elles se rompent transversalement, mais leurs fragments sont longs et surtout très inégaux. Il n'y a pas alors cette sorte de calibrage qui fixe aux fragments une taille supérieure, constaté dans les coprolithes de Bernissart. Les fibres musculaires de hareng qui ont subi la mastication pourtant grossière de l'Otarie se présentent en fragments beaucoup plus uniformes que les fibres simplement macérées. Il est donc très probable que les fibres musculaires de Bernissart ont subi un broyage et même un broyage fin qui a calibré leurs fragments comme dimensions supérieures.

Il semble d'ailleurs aussi, vu l'absence de variations sensibles, que ce soit une seule espèce zoologique qui a fourni l'alimentation du carnassier de Bernissart.

La présence de fragments musculaires striés dans des fécès moulées, loin de tout débris osseux ou de toute carcasse, spécifie qu'il s'agit de crottins rejetés après digestion complète par l'animal producteur, son alimentation ayant été abondante dans cette période et sa digestion rapide.

ε) La structure révelée par les coupes transverses des fibres musculaires ingérées par le carnassier de Bernissart soulève de curieux problèmes d'histologie comparée. On sait

(1) Gorup-Bezanez, *Chimie physiologique*, vol. I : Etude chimique des fécès, p. 760.
(2) Allier.

que c'est la matière contractile de la fibre musculaire qui est à la fois fibrillaire et anisotrope dans cet organite. S'il en était ainsi à l'époque des Iguanodons et *si c'est bien cette différenciation qui est conservée*, la matière contractile des fibres mangées ne formait qu'une enveloppe autour d'une région centrale qui ne paraît pas être divisée en champs fibrillaires ou champs de Conheim. Une telle structure n'est connue aujourd'hui que chez des êtres inférieurs, Insectes, Crustacés où la matière fibrillaire contractile entoure une masse plasmique centrale nucléée. Comme il n'y a pas de fragments chitineux en suspension dans la pâte des coprolithes de Bernissart, Insectes et Crustacés doivent être certainement exclus des aliments ingérés par l'auteur des coprolithes (1). On arrive donc ainsi à cette conclusion que le carnassier de Bernissart s'alimentait exclusivement avec de grandes masses musculaires d'animaux sans chitine, c'est-à-dire de vertébrés. Mais d'autre part, dans les poissons, les batraciens et les reptiles actuels, la section transverse de la fibre musculaire striée présente des champs de Conheim bien caractérisés et un myolemme différencié, la partie plasmique étant réduite à des trabécules et à ses noyaux. On arrive donc à se demander si la différenciation de la fibre musculaire striée des vertébrés n'était pas moins complète à l'époque de Bernissart qu'elle ne l'est de nos jours. La matière contractile fibrillaire n'y formait-elle alors qu'un revêtement superficiel uniforme autour d'une masse plasmique centrale? Ceci rendrait compte de l'absence de noyaux superficiels et de la rareté des noyaux centraux difficilement soulignables dans le protoplasme entourant, coloré comme lui en rouge brun. Je crois qu'il était nécessaire d'appeler sur ce point l'attention des chercheurs.

§ 5. — Les organes capsulaires de l'échantillon 1J.

Les diverses sections de l'échantillon 1J, mais surtout ses sections horizontales, montrent un assez grand nombre de corps que je nomme *corps capsulaires* (Fig. 168, Pl. XIII). Ils se présentent comme une mince membrane jaune d'or à double contour homogène, *isotrope*, très nettement limitée, surtout en dehors. La membrane entoure un espace arrondi, parfois déprimé d'un côté ou même refoulé en dedans. Ce côté refoulé peut être ouvert. Ces organes capsulaires peuvent se présenter complètement aplatis, Fig. 168, Pl. XIII, c. ap.

Les dimensions du sac sont très variables. Elles sont en moyenne de : longueur 25μ, largeur 23μ. Les plus grands mesuraient : longueur 43μ, largeur 45μ. Les plus petits descendaient à 8μ. L'épaisseur de la membrane limitante est de 1μ, 5 à 2μ,5. Je n'ai pas vu d'ornementation ou de striation à la surface externe de cette lame.

---

(1) Les téguments chitineux des fourmis traversent indemnes l'intestin des faisans, ceux des larves de chironomes se retrouvent brisés, mais non attaqués dans les fécès des jeunes alevins des établissements de pisciculture. Jai signalé qu'il a été trouvé des fragments chitineux colorables dans un coprolithe de Bernissart enrobé. Échantillon (66 J, 67 J) (2).

(2) Il en a été aperçu un autre fragment sur la cassure transverse droite de l'échantillon 84 R.

L'intérieur du sac est occupé par des trabécules formant un réticulum jaune d'or isotrope. Les filaments peuvent devenir plus gros, noueux, avec un aspect résineux, mais en restant jaune d'or. Ils peuvent être mêlés de corps flous ou bullaires, semblables à ceux de la pâte fécale entourante. Les corps capsulaires peuvent être remplis de cette pâte. Enfin le centre peut être incolore et vide.

Ces corps capsulaires se raréfient sur les autres coupes de l'échantillon 1 J. Ils deviennent très rares ou ils manquent complètement sur les coupes des autres échantillons.

Je ne sais ce que sont ces organites. Ce sont sans hésitation possible des corps figurés, très différenciés par rapport à la pâte entourante. Je n'ai pu les rattacher à une altération des fibres musculaires, les réduisant par exemple à leur enveloppe fibrillaire. L'aspect des fibres musculaires voisines s'en écarte beaucoup. Ce ne sont pas des cellules épithéliales. Ce genre d'organites est fréquent dans les fécès, mais si on les observait dans le spécimen 1 J on devrait les trouver dans les coupes de 74J. De même la généralité des globules graisseux dans les fécès écarte cette attribution qui cadrerait pourtant assez bien avec la variabilité de la taille et la forme arrondie des organes capsulaires. J'ai dû écarter les organites végétaux comme les pollens, la membrane des corps capsulaires n'ayant ni l'aspect ni les caractères des membranes végétales. Il semble jusqu'ici que ce soient des corps cellulaires altérés réduits à leur couche membraneuse superficielle finissant par se remplir de la pâte fécale. Comme ils sont très répandus dans l'échantillon 1 J je ne pouvais pas les passer sous silence.

§ 6. — Les fragments osseux microscopiques.

6*a*. — J'ai déjà fait remarquer le petit nombre des coprolithes du type dominant dans lesquels un examen macroscopique des cassures avait montré la présence de fragments osseux. La parcelle de tissu osseux caverneux rencontrée dans l'échantillon 74J 75J indiquait un tissu osseux de Reptile. Le fragment de mâchoire de Pycnodonte spécifiait un Poisson ganoïde. Numériquement c'est une proportion de 0,024 à 0,033 qui présente des fragments osseux visibles à la loupe. Cette présence est donc un fait exceptionnel, manifestement accidentel. Ces fragments ont été ingérés par hasard avec les aliments ordinaires. Ils ont même échappé au broyage comme l'indique ce bout de mâchoire où les dents étaient restées en place.

6*b*. — Les coupes minces ont augmenté le nombre des exemples dans lesquels on a trouvé des fragments osseux. L'échantillon 48 V présente dans sa section transversale Tr. 1 la coupe d'un os caverneux et deux lamelles osseuses vues de face. L'échantillon 24J a montré une lamelle osseuse. Les autres coupes n'en présentent pas, pas même celles de 74J 75J où cependant il avait été trouvé un fragment macroscopique d'os de reptile.

Cette absence de fragments d'os n'est pas le résultat d'une dissolution des os par des sucs digestifs particulièrement acides. Les os ne sont pas corrodés contrairement à ceux des fécès de la *Hyena crocuta,* Fig. 177 et 178, Pl. XIV.

La conservation des os dans ce milieu spécial était possible comme le montrent les parcelles osseuses de 48V et de 24 J. Elle s'opérait en laissant à la parcelle osseuse ses caractères essentiels ; si l'os ne se retrouve pas aujourd'hui, c'est qu'il n'était pas ingéré normalement. L'os absorbé était une rareté. Il se présente en très petites lamelles accidentelles. Les dimensions des lamelles observées sont :

Os caverneux de 48 V.	1300 μ sur 1000 μ	Fig. 139, Pl. XI.
Lamelle osseuse voisine de l'os caverneux.	730 μ sur 400 μ	Fig. 140, Pl. XI.
Lamelle osseuse de 24 J	280 μ sur 63 μ	Fig. 141, Pl. XI.

Dans ces lamelles l'os a exactement les mêmes caractères histologiques que les os et tendons directement entourés d'argile. La matière osseuse est blonde ou grise, fendillée par retrait. Les canalicules osseux sont peu visibles parce qu'ils sont injectés. Ils ne sont pas corrodés (1). Les cellules osseuses ont disparu. Il n'y a pas de sphérules micrococciformes dans ces canalicules. La matière de l'os s'illumine entre les nicols croisés. Les bords des écailles osseuses sont vifs, non attaqués. La matière coprolithique n'a pénétré que dans les cavernes déjà ouvertes de l'os. Elle n'a pas injecté le reste de la parcelle osseuse.

Le carnassier producteur des coprolithes de Bernissart n'avalait donc pas d'os avec la chair musculaire dont il s'alimentait. Ceci revient à dire qu'il épluchait ses aliments. Un carnassier piscivore comme l'Otarie laisse passer dans ses fécès des fragments d'arêtes beaucoup plus gros que les parcelles observées dans les crottins de Bernissart et des écailles.

Il n'a pas été rencontré une seule indication d'écaille dans les coupes minces des coprolithes dominants bien qu'on les ait étudiées tout spécialement à ce point de vue.

Il s'est développé des membranes de limonite à la surface des cavernes des fragments d'os noyés dans la pâte fécale.

§ 7. — Les membranes conjonctives.

Il a été rencontré deux exemples de membranes conjonctives dans la coupe transverse n° 2 de l'échantillon 74 J, et un autre exemplaire très altéré dans la coupe RV. 1 de l'échantillon 36 J. Ces membranes sont donc une rareté malgré leur résistance bien connue à l'action des sucs digestifs. L'une des membranes de l'échantillon 74 J est peu altérée, l'autre au contraire est profondément attaquée et très difficilement différenciable de la pâte entourante. On sait d'ailleurs que des membranes conjonctives traversent l'appareil digestif d'un carnassier comme la Truite sans cesser d'être reconnaissables. Toutefois leurs fibrilles particulièrement nettes tendent à se séparer.

La plus grande des lames conjonctives mesure 3700 μ de long sur 83 μ de large,

(1) Comparer les Fig. 139 à 141, Pl. XI et les Fig. 177, 178, Pl. XIV, tirées des os digérés par la *Hyena crocuta*.

Fig. 142, 143, Pl. XI. Elle se présente sous la forme d'un trait jaune qui, partant de la surface, s'enfonce obliquement dans la matière coprolithique. Elle se courbe et s'effiloche à son extrémité intérieure. C'est une bande jaune devenant orangée près des deux faces. Cette coloration plus foncée s'étend à 15 μ de la face externe et à 10 μ de la face interne. Cette membrane n'a pas de structure cellulaire visible. On ne voit ni ostéoplastes ni canalicules, ce qui fait écarter de suite la notion de lamelle osseuse. La structure fibrillaire est à peine soupçonnable et seulement par l'effilochement de l'extrémité.

Placée entre les nicols croisés la lame s'illumine sur les deux faces, les bandes lumineuses étant séparées par une large bande noire. Celle-ci demeure éteinte dans tous les azimuts d'une rotation complète. Pendant cette révolution on remarque que les bandes lumineuses marginales présentent un maximum de largeur et de luminosité et à 90° une position d'extinction qui n'est pourtant pas complète. Dans la position d'extinction chaque bande lumineuse très affaiblie est comme détriplée par une bande noire médiane beaucoup moins accusée que la grande lame médiane. Il s'agit donc d'un corps à structure fibrillaire croisée, mais dans lequel on ne voit ni canalicules, ni ostéoplaste, ni organite nucléaire différencié. L'opposition de la région médiane aux bandes marginales si accusée entre les nicols croisés par la différence de leurs qualités optiques n'est pas visible en lumière ordinaire.

Cette lame montre quelques points micrococciformes peu nombreux, plus visibles du côté de son extrémité amincie.

La seconde lame conjonctive est placée profondément dans le coprolithe. C'est une longue lame rouge-brun très amincie et très attaquée. Elle n'a que 9μ d'épaisseur. Elle n'est donc pas visible à la loupe. Entre les nicols croisés elle ne s'illumine qu'en quelques points. Ailleurs elle est décomposée en fibrilles. Elle est chargée de points micrococciformes de sorte qu'il est par place fort difficile de la distinguer de la pâte entourante. Même à cet état de transformation la lame conjonctive ne montre aucune tendance à prendre le faciès des minces lames limonitiques non directement rattachables aux fissures.

La lame conjonctive de 36J n'agit plus sur le plan de polarisation de la lumière, elle est très altérée.

La détermination de ces membranes comme lames conjonctives me paraît résulter des faits suivants :

Ce sont certainement des *corps figurés membraniformes d'origine animale.*

Ils ont *une structure fibrillaire croisée très accusée* sans intervention des ostéoplastes, des canalicules osseux et des corps plasmiques des tissus osseux et cartilagineux.

Attaqués par les sucs digestifs *ils tendent à se dissocier en fibrilles.*

Ce ne sont ni des écailles, ni des lames chitineuses qui n'ont point cette structure.

Il reste donc comme seule attribution possible : *des lames conjonctives.*

b. — Corps ingérés accidentellement avec les aliments.

J'ai décrit les fragments osseux que le carnassier de Bernissart avalait accidentellement avec les masses musculaires dont il faisait sa nourriture. De ce chef il peut y avoir et on a vu des animaux divers représentés dans ces fécès. Mais plus fréquemment les minces écailles osseuses qui ont été entraînées venaient de l'animal mangé par le carnassier et à ce titre leur ingestion avec les aliments était presque normale. Il ne me reste donc qu'à étudier les deux autres catégories de débris ingérés accidentellement avec les aliments : les *débris végétaux* et les *parcelles clastiques micacées.*

§ 8. — Les fragments végétaux.

Il y a des exemples certains de débris végétaux enfermés dans les coprolithes dominants et non simplement posés à leur surface. Ils sont très petits. Le plus grand de ceux qui ont été reconnus, celui de l'échantillon 18R 79J, mesurait longueur $1^{mm}5$, largeur $0^{mm}5$. Les autres fragments sont si petits qu'ils ne sont visibles que par transparence au microscope. Il en a été trouvé des exemples sur les coupes minces de presque tous les échantillons analysés en particulier dans (74J 75J), 1J, 24J.

Ces objets sont de très petites dimensions, très isolés.

Ce sont des fragments foliacés et ligneux. Il n'y a ni pollen, ni spores, ni cuticules. il n'y a pas de Diatomées, je n'y ai pas rencontré de trachées isolées ou déroulées, ni de fibres isolées. L'animal *n'absorbait donc pas de matière végétale vivante même en minime quantité pour s'en nourrir.* Les fragments végétaux sont rouge brun ou noir. Il y en a même de totalement fusinifiés. Ils sont brisés à angles vifs, non rongés sur les bords, par conséquent inattaqués par les sucs intestinaux. Ils sont affaissés. La pâte fécale emplit les cavités cellulaires ouvertes, mais elle ne pénètre pas au delà.

Ces objets sont en quantité infime par rapport à la pâte fécale. Ce sont des points isolés. Ils ne font pas partie du régime alimentaire normal de l'animal. Ce sont de minces parcelles qui sont tombées sur la nourriture du carnassier et qu'il a avalées avec ses aliments. On doit écarter les végétaux vivants qui se montreraient dissociés, les corps végétaux étaient déjà en parcelles fragmentaires, très petites et humifiées. Il se pourrait même que ces parcelles végétales humifiées eussent déjà subi un premier enfouissement et aient été remises à découvert avant d'être ingérées. L'échantillon 25R 26R présente, en effet, des blocs remaniés d'une argile très foncée, presque noire, chargée de parcelles végétales lignitifiées. Les parcelles végétales ont donc le caractère de fragments déjà humifiés avalés accidentellement, ayant échappé au broyage de la nourriture, car elles n'y sont pas mêlées dans toutes ses parties.

Les parcelles végétales sont nettement reconnaissables au squelette cellulaire dont

elles sont formées. Elles présentent tous les stades avancés de l'humification des parois. La plupart de ces parcelles sont fendillées par retrait tardif et assombries par l'action de l'air. Elles sont attaquables par la lessive de potasse à 0.1.

§ 9. — Parcelles minérales micacées.

Il a été rencontré quelques parcelles de mica dans la masse des coprolithes dominants. Elles ne sont visibles que sur les coupes minces. Elles se distinguent des plaques d'émail à leur *structure fibreuse* et à leur *dichroïsme*. Il s'agit de parcelles micacées très petites, plus petites que celles de l'argile entourante. Ces parcelles micacées sont extrêmement rares. Il en a été observé sur les coupes méridiennes horizontales 3 et 4 de l'échantillon 74J.

La présence de lamelles de mica est donc un fait accidentel dans les coprolithes dominants. Ce sont des poussières tombées sur la nourriture du carnassier de Bernissart dans un pays où les roches à éléments micacés étaient à nu. L'animal ne laissait pas traîner sa nourriture sur le sol, car ses fécès ne contiennent pas de sable, tout le quartz observé dans les coprolithes a un faciès tardif très accusé.

II. — ÉTUDE DE LA PATE FÉCALE ET DE SES CORPS BACTÉRIENS

§ 10. — La pâte fécale dans son ensemble.

La pâte fécale est formée par une matière fondamentale uniforme, transparente, grise, jaune, ou même orangée, sans action sur la lumière polarisée. Elle est chargée dans toutes ses parties d'une prodigieuse quantité de très petits corps ponctiformes, sphériques ou brièvement ellipsoïdes, rarement en bâtonnets courts. Certains de ces corps sont flous, grisâtres ou bleuâtres presque invisibles. Ils rendent la pâte granuleuse. Les autres, beaucoup plus nets, sont bullaires, noirs ou brillants. Ce sont ces derniers qui forment les picotis nuageux des bons échantillons. La matière fondamentale de la pâte est donc une sorte de réseau ou d'émulsion dont les vides sont occupés par les points sphérulaires et dont les enveloppes alvéolaires aussi épaisses ou plus épaisses que le diamètre des points sont la partie muqueuse où nageaient ces corps. Sur les photogrammes des échantillons ordinaires la matière fondamentale ne montre qu'un aspect spongieux, comme si elle était une masse solide creusée de trous et finement corrodée (Fig. 141, Pl. XI). Dans les régions minces des très bons spécimens les corps flous restent difficiles à voir, ils sont pourtant différenciés par rapport à leur entourage. Le picotis des corps noirs est résoluble en points bullaires et en courts bâtonnets qui sont des chaînettes de points. Ces points bullaires ont souvent le faciès de spores bactériennes (1).

---

(1) A un grossissement de 100 on ne voit que ce picotis qui peut paraître craquelé par retrait (Fig. 169 et 173, Pl. XIV).

On ne voit pas de zone muqueuse différenciée au contact des pelotes alimentaires, ni à la périphérie du coprolithe. La pâte du coprolithe touche directement l'argile quand il n'y a pas eu production d'une gaîne ferrugineuse.

§ 11. — Corps flous et corps bullaires. Les corps bullaires sont les corps flous imprégnés du médium durcissant.

Les corps flous sont de petites sphères ou de courts ellipsoïdes grisâtres ou bleutés, pleins, plus transparents que leur entourage. Leur diamètre mesure de 0μ6 à 0μ8, la distance du centre étant 0μ8 à 1μ2. A la vision on ne distingue pas autour d'eux de région différenciée spécifiant l'existence d'une paroi propre. Les photogrammes de régions très minces, longuement posées en lumière très faible, indiquent pourtant une différenciation autour du point flou sous forme d'un contour plus clair (Fig. 168, Pl. XIV). Deux contours clairs sont séparés par une zone plus sombre. Ces corps n'agissent pas sur la lumière polarisée. Les formes en diplocoques sont rares. On ne voit pas de chaînettes, cependant il y en a des indications sur les photogrammes des plages très minces. On ne voit pas de filaments ni de zooglées. Sauf dans les cas de fibres musculaires attaquées les corps flous n'existent pas à l'intérieur des sections de ces organites. Par contre lorsque ces corps sont attaqués, on y trouve des corps flous plus ou moins nombreux isolés en amas ou en files. Ils deviennent même si nombreux qu'ils farcissent toute la masse de la fibre quand celle-ci s'effondre dans la masse de la pâte fécale.

L'aspect des sphérules flous rappelle un peu celui des sphérules élémentaires du *Zoogleïtes elaverensis* des Charbons de purins de Buxières-les-Mines, mais ils ne sont pas soulignés ici par une localisation de matière colorante brune sur un substratum d'origine plasmique. Les corps bullaires se présentent sphériques ou brièvement ellipsoïdes. On dirait une cavité pleine d'air. La surface de la bulle forme une membrane noire très mince mais très nette autour d'un centre clair. Les plus petits de ces corps bullaires sont noirs ou brillants selon la mise au point. Leur diamètre varie de 0μ,3 à 0μ,8. Autour de la bulle, il y a une zone jaune clair différenciée par rapport au fond, épaisse de 0μ,2 à 0μ,4. Entre deux corps semblables, le fond est un peu plus gris. Quand les bulles sont nombreuses elles deviennent confluentes et irrégulières. Il y a quelques traits bacillaires inégaux résolus en chaînettes, là où les bulles sont encore plus nombreuses et plus grosses.

Les corps bullaires sont les corps flous pleins d'air. Il y a en effet un balancement très régulier entre l'abondance relative de ces deux sortes de corps dans les diverses régions d'une même coupe. Quand la résine durcissante a pénétré davantage le coprolithe, ou encore quand la coupe très mince s'est imbibée de baume mou, les corps bullaires se raréfient, ils arrivent à manquer presque totalement; s'il y a de la limonite, certains s'entourent d'une mince couche de limonite rouge brun. Inversement, quand la coupe est plus épaisse, quand

le médium a été moins pénétrant, ayant été gêné par les membranes de limonite, les corps bullaires sont très abondants, les corps flous sont moins nombreux. Dans le même sens, on constate, lorsque la matière a été injectée avec un vernis à l'alcool coloré, au violet de gentiane par exemple, que les corps flous sont de petites sphères violettes. L'opposition de la pâte fécale ainsi colorée par rapport aux fragments de fibres musculaires qui y sont plongées est fortement soulignée.

§ 12. — Les corps flous et les corps bullaires sont les moulages d'une bactérie bacillaire très analogue au « Bacillus coli ». — Arguments favorables et défavorables. — Y a-t-il lieu de créer actuellement une nouvelle forme spécifique pour ces organites ?

Que sont ces corps flous ou bullaires?

La forme de ces corps fait penser de suite à des bactéries bacillaires très courtes, très petites, et je crois pouvoir affirmer que ce sont en effet des moulages de cellules bactériennes soulignées par de l'air ou rendues floues lorsqu'elles sont injectées par la matière durcissante employée.

L'affirmation que j'émets me paraît justifiée par les faits suivants :

La forme de ces corpuscules flous est celle de très courts éléments bacillaires, rassemblés en nombre immense, serrés les uns contre les autres, et coupés dans toutes les directions. On y retrouve les mêmes dimensions exiguës, le même calibrage des organites, leur même multiplicité numérique.

Ils sont aussi différenciés par rapport au milieu entourant que les bactéries d'un crottin actuel le sont par rapport à la matière muqueuse et aux parcelles plasmiques qui l'entourent dans la pâte fécale.

Ces corpuscules bactériformes sont localisés dans la matière coprolithique.

La manière dont les fibres musculaires sont attaquées ou envahies par ces corps bactériformes est bien semblable à l'attaque d'une fibre musculaire actuelle par les bactéries de l'intestin.

La nature de la matière qui a donné le coprolithe implique une très grande abondance de bactéries. Il s'agit en effet de fécès d'animaux vivant dans un climat relativement chaud comme le montrent les Fougères reconnues à Bernissart. L'aseptie digestive des animaux polaires ne peut être invoquée ici.

Ce mode de conservation a été rencontré dans des milieux analogues. J'ai signalé l'existence de bactéries bacillaires *teintées par action élective* et *opposée au mucus entourant* dans les coprolithes de Buxières-les-Mines. Plus ordinairement la bactérie est moulée comme dans le cas du *Bacillus permiensis* des coprolithes d'Igornay, le moule étant parfois rempli de pyrite comme dans les Bacilles des coprolithes de Lally.

L'analyse micrographique que j'ai pu faire des coprolithes quaternaires de *Hyena crocuta*, trouvés dans les grottes d'Hastières, ajoute aussi quelques faits très favorables à ma manière de lire ces traces organiques. Dans ces crottins de carnassiers les os brisés, à canalicules corrodés, sont plongés dans une pâte uniforme déjà fissurée et trouée. Dans les fissures sont des lames de quartz tardif et quelques trous contiennent de la limonite massive. Il n'y a pas de fibres musculaires. Selon son degré d'imbibition par le médium durcissant, ou bien la pâte presque incolore est rendue grumeleuse par des corps flous très difficiles à analyser, ou bien elle est toute chargée et picotée de petits points noirs bullaires. Les vernis colorés agissent sur ces points noirs ou flous comme sur les corps flous de Bernissart. Cette partie grumeleuse incolore échappe à un grossissement de 100 diamètres ; on ne voit alors que le picotis noir en forme de nuages, Fig. 174, Pl. XIV. A 400 diamètres dans les régions les plus favorables, on le soupçonne comme une sorte de mise au point imparfaite ou de gravure du fond, Fig. 175 et 176, Pl. XIV. Ces gravures reproduisent l'aspect de la Fig. 168, Pl. XIII. L'examen des points noirs bullaires montre des sphérules, des ellipsoïdes courts, des bâtonnets résolubles en chaînettes avec des irrégularités de calibrage rencontrées dans les coprolithes de Bernissart. D'autre part, en multipliant les photogrammes, on obtient des images comme celle de la figure 176 où la ressemblance avec celle que donnent des cultures pures du *Bacillus coli* étalées à sec est frappante.

Cet aspect est aussi celui de la pâte fécale de crottins d'Otarie rapidement séchés à 120°, durcis à la résine, coupés et montés comme les coprolithes. Or, cette pâte est précisément formée d'éléments bactériens où domine le *Bacillus coli*.

Une dessiccation rapide et prolongée de la matière fécale d'animaux carnassiers, lion, chien, crocodile ne réussit pas à y faire disparaître les organismes bactériens. Ceux-ci y subsistent à l'état de cadavres encore colorables. Les parcelles des fécès chargées du *Bacillus coli* rapidement tué par la chaleur et montées dans l'huile de cèdre de Zeiss, avec ou sans coloration préalable, ressemblent beaucoup aux figures de la pâte des coprolithes dominants de Bernissart (1).

J'estime donc qu'on peut conclure qu'il s'agit presque certainement des moulages de corps bactériens où domine une forme bacillaire très analogue au *Bacillus coli*, n'en différant que par une taille moindre.

Par contre, on peut présenter les objections suivantes :

a) La détermination de ces corps sphérulaires comme corps organisés et en particulier comme des cellules bactériennes d'après les seuls indices morphologiques relevés est insuffisamment établie. Ces mêmes caractères peuvent se trouver réunis dans des formations inorganiques ou simplement inorganisées qui prennent l'apparence coccoïde, bacillaire, ou même héliçoïde, il suffit de rappeler les aspects bien connus de très fines gouttelettes d'eau

(1) Réserve faite de la structure particulière des fibres expérimentées.

émulsionnées dans le Baume de Canada, des urates observés dans la glycérine et dans l'acide acétique, les nombreuses inclusions des calcaires et des argiles, les formes du rutile dans les ardoises.

b) La rareté des formes en diplocoques et en bâtonnets qui peut être invoquée aussi, vient probablement ici de ce que les éléments coccoïdes sont vus en nombre immense au lieu d'être dilués comme on le fait dans les préparations de bactéries vivantes.

c) Des granulations plasmiques, des noyaux mêmes libérés par la digestion, doivent se trouver mêlés dans toute cette pâte fécale. Ils n'y sont pas soulignés. Comment alors le protoplasme bactérien se retrouverait-il si différencié? Les coprolithes de *Hyena crocuta,* les coprolithes d'Autun montrent les mêmes faits. Dans les fécès rejetées, on constate souvent des résultats semblables poussés presque aussi loin. Puis l'absence de différenciation invoquée ici peut très bien être plus apparente que réelle et tenir uniquement à l'uniformité des colorations et des réfringences comme l'indique la figure 168.

d) On trouve des corps bactériformes en cocci et en bâtonnets dans l'argile entourante. Certains sont certainement des inclusions avec micro-cristaux agissant sur la lumière polarisée. La nature de ces corps est incertaine et très discutée. Nous aurons à nous en occuper en étudiant l'argile grise qui est riche en matière organique. D'autre part, on sait aujourd'hui que les vases argileuses fraîchement déposées, sont le siège d'abondantes cultures bactériennes comme l'a montré la sulfuration des vases noires. Le mélange de figures simples organiques et inorganiques est donc possible.

Je conclurai comme suit :

Les arguments directs, tirés de la forme, des dimensions, du groupement des corps bactériformes des coprolithes de Bernissart, ne suffisent pas à eux seuls pour établir complètement que ce sont bien là des restes d'organismes bactériens ou leur moulage. L'état de conservation des objets ne permet guère de faire appel à la structure de la paroi ni à celle du protoplasme.

Un certain nombre de faits augmentent beaucoup les probabilités de la détermination acceptée : la nature du milieu; le mode d'attaque des fibres musculaires; les faits présentés par d'autres coprolithes où l'on parvient à montrer des bactéries colorées par élection dans le mucus entourant, ou moulées et surmoulées; l'identité d'aspect avec celui de la pâte fécale de carnassiers très chargée de *Bacillus coli*.

L'attribution proposée paraît donc infiniment probable.

Convient-il de rapporter cette forme bactérienne à un type spécifique connu comme le *Bacillus coli,* par exemple, ou bien y a-t-il lieu, vu l'éloignement dans le temps, de créer une espèce nouvelle pour cette bactérie fossile de Bernissart?

Lorsqu'on compare les photogrammes des cultures pures du *Bacillus coli* et ceux de la pâte fécale des coprolithes de *Hyena crocuta*, on est frappé de l'identité de forme, de dimensions, de groupement des éléments bacillaires et l'on admet de suite que *B. coli*

est certainement l'élément bactérien dominant de cette pâte, comme il domine dans une coupe de crottin d'Otarie.

Lorsqu'on fait la même comparaison avec l'élément bactérien des coprolithes dominants de Bernissart, celui-ci paraît plus petit, plus ramassé, moins souvent en chaînettes. — Bien que le milieu, de même nature, spécifie des habitudes physiologiques analogues, l'identification ne me paraît pas possible. *Je ne proposerai donc pas l'extension du nom spécifique Bacillus coli à l'espèce de Bernissart.* Mais comme, d'autre part, la bactérie ancienne n'est que très imparfaitement connue, que toute l'histoire de son développement nous échappe, j'estime que dans ces conditions on ne peut pas proposer la création d'une espèce nouvelle. Je crois qu'il suffit pour désigner cet élément bactérien de dire : *la bactérie, en bacille court, des coprolithes de Bernissart.* — Cette prudence semble d'autant plus convenir que, les pâtes fécales étant toujours chargées de plusieurs espèces bactériennes, il est infiniment probable qu'il y a là un mélange d'espèces où l'une d'elles domine, mais où les autres sont en proportion non négligeable.

§ 13. — Autres indications d'organismes bactériens.

Il a été rencontré dans les coprolithes dominants de Bernissart une autre indication d'organismes bactériens. Elle est beaucoup plus incertaine que la précédente. Je dois la mentionner, parce qu'elle se retrouve plus fréquente et plus accusée dans les coprolithes des crocodiliens de la même localité et qu'elle rappelle beaucoup le mode de conservation du *Bacillus permiensis* des coprolithes d'Igornay.

Cette indication est surtout accusée *à la face inférieure des coupes radiales* 1 et 2 de l'échantillon 36 J. On la retrouve dans les coupes de 1 J et de 40 Bl.

Ces préparations présentent des traits bacilliformes, arrondis aux deux bouts, transparents, sans action sur la lumière polarisée, mesurant : longueur, 3 à 8 μ, diamètre 1 μ 2 à 2 μ. Ce sont donc des gros éléments. On ne peut dire si chaque article a été ou non subdivisé transversalement. Ces bâtonnets sont isolés et associés en chaînettes qui sont parfois rameuses. D'autres fois, les bâtonnets sont reliés entre eux par des fractures. Il n'y a pas de parois propres à la surface des bâtonnets. Lorsqu'ils sont coupés transversalement ou obliquement, ils montrent un trou entouré d'une auréole plus claire dans la matière fondamentale qui entoure le tube. L'épaisseur de cette auréole atteint 0.5.

Je n'ai pas vu de corps brillants sporiformes dans ces tubes. Je n'y ai pas vu de quartz, de pyrite, ou de limonite.

Ces bâtonnets blancs sont orientés dans toutes les directions. Ils sont rares par rapport aux sphérules flous. Ils ne pénètrent pas dans les fragments de fibres musculaires.

Les indications qui précèdent ne suffisent pas à permettre de décider si l'on est en présence de moulages d'organismes bacillaires ou si l'on est en présence d'accidents de

conservation ; mais comme ces aspects se retrouvent dans d'autres types coprolithiques du même gisement en s'accentuant et en arrivant à reproduire des faciès connus des Bacilles coprolithiques permiens, cet indice de la présence possible d'une seconde sorte de Bactéries devait être relevé.

§ 14. — Absence d'enveloppe muqueuse bactérifère, de gaîne d'algues, d'un feutrage mycélien. — Absence de coprolithes envahis intérieurement par les mucédinées. — Absence d'urates.

La pâte fécale touche directement l'argile sans interposition d'une enveloppe diluée plus ou moins chargée de bactéries et d'infusoires. On ne voit pas de couche gélatineuse chargée d'algues autour de la masse fécale. Il n'y a pas non plus de filaments mycéliens formant feutrage à la surface du coprolithe. Il n'y a pas de revêtement de spores. Il n'a pas été rencontré de coprolithes envahis intérieurement par les mucédinées.

Il n'a pas été observé d'urates comme corps figurés, et l'analyse chimique du Professeur Ludwig a constaté cette absence après une recherche toute spéciale. — Nous n'avons pas constaté autour des coprolithes ni dans leur intérieur de disparition de substance, de poches vides ou de corrosions qui puisse faire croire qu'il y a eu *épuisement en urates*. D'autre part, Bernissart n'a fourni aucun urolithe.

CHAPITRE VII

Les corps introduits dans le coprolithe pendant sa fossilisation. — Les figures pseudo-organiques dues à la limonite. — Effacement de la structure initiale.

SOMMAIRE

§ 1. — Énumération des corps introduits dans les coprolithes dominants pendant leur fossilisation.

A. — La limonite et les figures pseudo-organiques qu'elle produit.

§ 2. — Caractères de la limonite. — Divers états auxquels on la rencontre. — Etat primitif de la limonite.

§ 3. — La limonite en amas. — Direction de la pénétration de ce premier envahissement de limonite.

§ 4. — La limonite de revêtement des fissures. — Ses figures pseudo-organiques en lames et en tissus végétaux.

§ 5. — La limonite en lames qui n'ont pas de rapports immédiats reconnus avec des fissures.

§ 6. — La limonite en ballonnets. — Les corps sporiformes. — Mode d'envahissement de la limonite en ballonnets. — Le dépôt ferrugineux tubuleux et alvéolaire des cavernes du coprolithe.

§ 7. — Cette limonite ne provient pas de la transformation sur place de cristaux de pyrite antérieurement formés.

B. § 8. — La pyrite de fer.

C. § 9. — Le quartz.

D. § 10. — La silice amorphe.

E. § 11. — Degrés d'effacement de la structure du coprolithe qui ont été observés.

---

§ 1. — Énumération des corps introduits dans les coprolithes dominants pendant leur fossilisation.

Les corps introduits dans les coprolithes dominants pendant la fossilisation sont :

La limonite,

La pyrite de fer,

Les cristaux de quartz,

Exceptionnellement de la silice amorphe provoquant le durcissement partiel de la surface de quelques échantillons (46 J, 47 J, 40 Bl), par exemple.

A. — LA LIMONITE ET LES FIGURES PSEUDO-ORGANIQUES QU'ELLE PRODUIT

§ 2. — Caractères de la limonite. — Divers états auxquels on la rencontre. État primitif de la limonite.

La limonite se présente en membranes rouge brun plus ou moins foncées, devenant orangées, parfois difficiles à voir quand elles sont très minces. Elles sont sans action sur la lumière polarisée et solubles dans l'acide chlorhydrique. Elles localisent la fuchsine ammoniacale. La limonite a été rencontrée sous les états suivants dans des coprolithes dominants :

En amas spongieux ou massifs, parfois liés à de grosses bulles ou à des trous.

En lames tapissant la surface de minces fissures. A cet état, elle détermine souvent des figures pseudo-organiques, pseudo-lamelles végétales, pseudo-tissus rappelant les faciès du liège et du bois.

En lames minces sans liaison certaine reconnue avec les fissures.

En ballonnets.

Ces divers états ne peuvent se rattacher à la transformation immédiate de grains de pyrite. Par contre, il est quelques autres amas de limonite qui ont cette seconde origine. J'en parlerai à la suite de la pyrite.

Lorsqu'une laque ferrugineuse se forme par arrivée d'une base comme la potasse, l'ammoniaque ou même la chaux dans une solution aqueuse très étendue d'un sel de fer, sulfate ferreux, chlorure ferrique (1), on récolte, quand la coagulation devient sensible, des flocons composés d'un granulé très fin non résoluble à l'objectif 2 oc. 12 de Zeiss. En liqueurs plus concentrées les flocons sont denses, le granulé est plus compact. Ces flocons condensent les colorants comme la fuchsine. En séchant ils donnent une membrane ou un vernis orangé ou rouge brun. Quand par hasard il y a des bactéries dans la liqueur où se formait la laque, les bactéries sont saisies ou enrobées dans le coagulum. Ces organites s'y différencient nettement par la netteté de leur contour. On peut les y souligner en profitant de leur propriété de condenser plus fortement quelques colorants. En se précipitant à l'état de limonite, les sels de fer donnent donc des flocons gélatineux et granuleux qui, en séchant, produisent des membranes ou enduits vernissants rouge brun, enrobant les très petits corps qui sont dans le milieu formateur.

§ 3. — La limonite en amas. — Direction de la pénétration de ce premier envahissement de limonite.

La limonite en amas spongieux ou massifs paraît être la forme sous laquelle cette matière s'est d'abord accumulée dans les coprolithes dominants.

---

(1) Liqueurs diluées à 0,001 ou 0,002.

Cette limonite se présente en masses arrondies irrégulières, vaguement sphériques ou elliptiques, formées d'une membrane sacculaire rouge brun épaisse, fripée et plissée, avec prolongements intérieurs qui la cloisonnent parfois complètement. Ce sont ces prolongements et ces cloisons qui donnent à la masse son aspect grossièrement spongieux. Ils l'emplissent même complètement. Le diamètre moyen de ces amas est 20 μ. Il s'abaisse à 12 sur 8 μ. Il s'élève par contre jusqu'à 100 μ sur 60 μ . Les plus grosses masses ont une tendance à être elliptiques et même à s'étirer. Ce sont ces amas de limonite qui forment les gros points noirs visibles dans les préparations vues par transparence à un grossissement faible. Ils touchent directement la pâte fécale. Celle-ci n'est pas différenciée en auréole radiée autour d'eux.

Les masses de limonite peuvent se réduire à un amas de petits corps sporiformes ou bactériformes placés côte à côte, le nombre des corpuscules ainsi rassemblé pouvant se réduire à quelques unités.

Inversement, lorsque l'amas de limonite est plus important, la matière paraît emplir des trous préexistants de la matière coprolithique, comme ceux qu'on rencontre à la périphérie des coprolithes de la *Hyena crocuta* (Fig. 179, Pl. XV). Ils se prolongent parfois latéralement et se relient à un autre trou. Rarement ils s'allongent en tubes. L'échantillon 5 J est celui qui montre le mieux cette disposition. Autour des gros amas, entre le sac et la surface du trou, il y a une plage ou enveloppe transparente occupée par du quartz ou simplement par le médium durcissant (Fig. 134, Pl. XI). La pâte coprolithique qui limite le trou présente quelquefois une zone radiée d'épaisseur variable. La contraction de cette région de la pâte a été autre que celle de la masse, peut-être sous l'action de la résistance plus grande du dépôt de silice. Il y a parfois aussi une très mince enveloppe de limonite entre le quartz et la face interne de l'enveloppe radiée. Cette lame mince de limonite est reliée au sac principal par des trabécules ou des membranes. Il y a parfois un cristal de quartz au centre de l'amas de limonite.

On trouve toutes les transitions entre les amas de limonite sans entourage transparent et région aréolaire radiée et celle où tous ces caractères sont très accusés. Plus le dépôt de limonite est important, plus les exemples d'entourages siliceux et de zones radiées sont fréquents. L'échantillon 1 J qui présente les plus petits amas limonitiques ne présente que de petits groupes de corps sporiformes et des corps sporiformes isolés. 74 J 75 J qui représente un très bon état de conservation de la matière coprolithique a des amas de limonite pleins et spongieux sans entourage transparent et sans zone radiée.

Les amas de limonite sont surtout développés dans la région superficielle du coprolithe, ils se raréfient vers sa région axiale qu'ils peuvent atteindre. Cependant il peut arriver que ces amas spongieux existent seulement dans la région superficielle. Tout se passe donc comme si le dépôt de limonite s'était propagé de la surface du coprolithe vers sa région centrale. Ce dépôt de limonite en amas massifs ou spongieux est indépendant de tous les autres qui peuvent le couper ou l'enfermer. Il paraît donc être le premier formé.

§ 4. — La limonite de revêtement des fissures. Les figures pseudo-organiques en lames et en tissus végétaux.

La masse coprolithique est coupée par de nombreuses fissures très fines dirigées en divers sens. Très souvent la surface de la fente est couverte d'un enduit de limonite. Ce sont de minces lames brun rouge, d'autant plus colorées qu'elles sont plus épaisses. Elles sont continues, limitées par un double contour très net. Elles peuvent se relier entre elles, se contourner. Ces revêtements de fissures donnent souvent naissance à des figures pseudo-organiques qu'il peut être difficile de distinguer de certains corps figurés. C'est surtout avec des lames végétales arrivées à un certain degré d'humification que la confusion est facile.

Les formes végétales les plus fréquemment imitées sont les suivantes :

Une lame mince continue très pâle à double contour paraît représenter un morceau de cuticule végétale. On ne pourra faire la distinction qu'en remarquant qu'une cuticule végétale serait jaune d'or, moins nettement arrêtée sur ses deux faces, et ondulée ou roulée au lieu d'être si nettement rectiligne, mais aucun de ces faits n'a une valeur concluante quant à la détermination de l'objet.

La lame mince présente parfois sur une seule de ses faces des prolongements perpendiculaires régulièrement espacés. Là encore on a l'idée d'une cuticule épidermique végétale avec épaississements aux points d'attache des cloisons perpendiculaires à la surface. Les caractères indiqués ci-dessus et parfois aussi le prolongement insolite de quelques-uns de ces prolongements perpendiculaires à la lame principale avertit que l'attribution de ces membranes à une lame végétale est impossible.

La lame de limonite peut encore présenter des amorces perpendiculaires équidistantes sur ses deux faces figurant ainsi une cloison commune à deux files de cellules parenchymateuses. Dans ce cas, la coloration rouge brun de la cloison donne un premier avertissement. Une membrane végétale de cette sorte arrivée à ce degré d'isolement serait plutôt brun noir *et craquelée*. La rectilignité de la lame principale n'est pas ici un argument défavorable à l'interprétation comme membrane végétale. C'est une forme très ordinaire des dépôts de limonite que ces enduits à prolongements plongeant dans la masse fécale et isolant la cavité de la fissure de la matière coprolithique.

Lorsque des fissures voisines régulièrement distribuées se réunissent, leurs enduits limonitiques donnent un système alvéolaire régulier qui rappelle des tissus végétaux comme le liège, le bois secondaire. La coloration rouge brun au lieu d'être brun noir et l'absence de craquelures sont encore ici des indices qu'on peut se trouver en présence de lames de limonite. Les cloisons des alvéoles ne sont pas affaissées comme des parois végétales longtemps macérées. Le bois s'élimine assez facilement, parce que les cloisons alvéolaires n'offrent pas les ornementations des parois des fibres ligneuses. Le rejet de la

notion tissu subéreux est généralement beaucoup moins aisé et ne peut se faire que par une série de remarques accidentelles. Il y a là une difficulté qui peut être insurmontable dans certains cas (1). Je n'ai pas vu dans ces coprolithes de limonite en revêtements tubulaires donnant l'impression d'organes mycéliens. Je reviendrai plus loin sur les corps sporiformes et bactériformes.

Ces fentes à revêtement limonique se rencontrent dans toute la masse. Elles sont postérieures au dépôt de la limonite en amas. Ces derniers sont parfois coupés par ces revêtements de fissure. Par le même caractère, on constate qu'il s'est produit des revêtements de fissures après le dépôt des ballonnets de limonite.

§ 5. — La limonite en lames minces sans relations immédiates reconnues avec les fissures.

En dehors des lames de limonite nettement rattachables aux enduits de fissures, il en est d'autres, pour lesquelles ce rattachement ne peut être affirmé avec certitude. Elles sont très petites, ondulées, minces, par suite roux clair. Cette teinte est immédiatement un indice qu'on a affaire à une membrane de limonite et non à une lame cuticulaire qui serait jaune d'or. Mais l'hésitation peut être très grande et ne peut pas toujours se lever même en comparant directement la lame à apprécier avec des lames dont la nature a été bien reconnue comme limonite et comme membrane végétale. Chaque cas doit alors faire l'objet d'une analyse particulière. Comme la plupart de ces exemples ont été rapportés à la limonite et n'ont pu être rattachés nettement à des lames végétales, les plus grandes probabilités sont pour l'attribution de ces lames douteuses rousses, ou brun roux clair à des membranes de limonite.

§ 6. — La limonite en ballonnets. – Les corps sporiformes et bactériformes. — Mode d'envahissement de la limonite en ballonnets, le dépôt ferrugineux tubuleux et alvéolaire des cavernes du coprolithe.

Les coprolithes dominants contiennent ordinairement des enduits limonitiques formant ballonnets.

Le type de ces productions est présenté par l'échantillon 24J. Ce mode de ferrification progresse de la région axiale caverneuse du coprolithe vers la surface. Souvent il laisse subsister au voisinage de la surface une zone non envahie. Lorsque l'altération du coprolithe est faible comme dans les échantillons 1J, 5J. (74J 75J), il n'y a pas de

(1) Fig. 147, Pl. XII, opposée à la Fig. 144 de la même planche.

ballonnets de limonite. Lorsque l'altération du coprolithe est intense, les ballonnets envahissent tout le coprolithe. Localement une certaine zone d'un coprolithe peut avoir échappé à l'envahissement; dans les cas de grand envahissement, les ballonnets sont nombreux à membrane épaisse.

On ne peut pas rattacher immédiatement les ballonnets de limonite aux revêtements limonitiques qui tapissent les fissures. La production des ballonnets est liée à l'altération de la masse coprolithique.

Une pelote de matière fécale, formant bille ou noyau, se présente entourée d'une membrane de limonite. Le ballonnet peut être fermé et isolé. Il peut être incomplet. Il peut se rattacher à d'autres ballonnets. J'ai déjà dit qu'à l'intérieur du ballonnet la matière coprolithique est plus jaune, et que ses corps bactériformes sont plus souvent reconnaissables. Entre ballonnets la matière coprolithique plus grise, plus altérée, tend à devenir grenue.

Dans un échantillon comme 24 J où les ballonnets sont confluents, la masse coprolithique nous apparaît comme un réticulum dont les cordons noueux sont revêtus d'un vernis de limonite, la partie qui emplit les mailles étant altérée, le réticulum étant rattaché à une enveloppe externe.

La bille coprolithique enfermée dans un ballonnet peut contenir un amas de limonite spongineuse. Celle-ci peut renfermer un cristal de quartz ou se réduire à un amas de corps sporiformes.

Le diamètre des ballonnets oscille entre 12 et 60 μ.

Dans le cas de l'échantillon 24 J, la membrane de limonite qui enferme une pelote inaltérée consiste en corps sporiformes et bactériformes placés sur 1 à 3 rangs. Ces corps sont côte à côte, isolés et indépendants. Ils jalonnent la membrane qui est discontinue. Les corps sporiformes peuvent s'écarter davantage, par contre ils peuvent être rapprochés au point de se toucher; la lame de limonite devient continue, plus épaisse, ridée, et à prolongements intérieurs. La coloration de la membrane dépend de son épaisseur et de l'état des corps formateurs. Quand les lames deviennent minces la coloration rouge brun s'atténue. Lorsque l'épaisseur de la membrane tombe au-dessous de 0μ 15, la constatation des ballonnets devient très difficile et, comme dans le cas de l'échantillon 40 Bl, elle n'est plus indiquée que par la teinte générale plus forte que présente le massif de matière coprolithique enfermé.

La membrane limonitique des ballonnets est donc un assemblage de corpuscules élémentaires bactériformes ou sporiformes. Ce sont des corps sphériques ou ellipsoïdes isolés ou en chaînettes dont l'aspect est celui d'une très petite spore de mucédinée ou d'une grosse spore bactérienne. Les dimensions de ces corps varient de 0μ5 à 1μ2. Chaque corps comprend une enveloppe rouge brun en limonite, épaisse de 0μ15, à double contour formant membrane. A l'intérieur est un corps bacillaire jaune ou une bulle comme celles de la pâte entourante. Il est donc très probable qu'il s'agit des corps bactériformes du coprolithe ou de leurs moulages enrobés ou vernissés par la limonite. Seulement, comme il existe des

corps bactériformes très semblables à ceux-là dans la gaîne coprolithique et dans l'argile grise, et comme le rattachement immédiat de ces derniers à des corps d'origine bactérienne ne peut être fait, force est de conserver une grande réserve dans l'attribution de ces corps. Des corps bacillaires d'origine bactérienne peuvent se trouver entourés de limonite, mais il en est de même pour des bulles, ou des cristaux.

La surface des corps sporiformes est très nette. Ils sont isolés ou groupés par deux ou en chaînettes, en amas ou en hélice, tel serait le cas des chaînettes du taraudage représenté Pl. XIII, fig. 165.

Je n'ai pas à revenir sur le revêtement limonitique des trous ni sur la limonite membraneuse et alvéolaire qui les remplit, je renvoie à ce qui est dit plus haut.

§ 7. — Cette limonite ne provient pas de la transformation sur place de cristaux de pyrite antérieurement formés.

La limonite, dans les divers états que j'ai décrits, ne provient pas de la transformation sur place de grains de pyrite primitivement déposés dans la matière coprolithique. On ne voit aucun reste de pyrite lié à ces membranes de limonite. Leurs corps bactériformes ne montrent pas les figures spécifiques qui auraient logé primitivement un cristal cubique ou dodécaëdrique.

§ 8. — La pyrite de fer.

Les coprolithes contiennent une petite quantité de pyrite de fer. Cette matière y est déposée en très petits cristaux noirs cubiques et dodécaëdriques dont la taille descend à 0μ3. Quand la pyrite est peu abondante et très fine, sa pénétration a souligné la structure de la matière coprolithique. Quand la pyrite est plus abondante les grains noirs se touchent et confluent en étoiles, en houppes et en traînées. La structure de la pâte voisine est grenue, cristalline. Le groupement de la pyrite dans la matière coprolithique est nettement différent du groupement en pelote sphérique que la pyrite présente dans l'argile.

Quelques amas de pyrite de l'échantillon 40Bl montrent cette matière donnant en s'altérant de la limonite. Celle-ci forme des flocons autour de la pyrite altérée mais dont la cristallinité demeure reconnaissable.

C. § 9. — Le quartz.

Tous les coprolithes examinés en lame mince contiennent des cristaux de quartz. Localement ceux-ci peuvent devenir plus nombreux.

Le quartz a été caractérisé par son aspect incolore ou bleuté, ses quatre extinctions

dont certaines sont roulantes, Le contour du cristal est souvent net. Les inclusions y sont rares. Les cristaux de quartz sont isolés les uns des autres, directement en contact avec la matière coprolithique. — Ils ont exceptionnellement un mince revêtement de limonite. Ils peuvent aussi entourer un amas de limonite spongieuse ou emplir sa partie centrale. — Ces cristaux forment souvent des traînées dans la masse coprolithique.

La régularité des cristaux de quartz, leur disposition en traînées très nettes, leur développement dans un fragment de filet musculaire *fm'*, Fig. 150, Pl. XII, écartent l'idée que ces matériaux représentent des matières sableuses ingérées avec les aliments. L'analyse chimique spécifie d'ailleurs que la quantité pondérale de cette matière est très faible.

Les dimensions moyennes de ces cristaux de quartz mesurent environ 20μ.

D. § 10. — La silice amorphe.

L'échantillon 40 Bl présente une particularité remarquable. Une partie de sa surface, contiguë à la gaîne ferrugineuse, est fortement durcie et résiste à une pointe d'acier, elle raie le verre ordinaire. Cette modification s'étend sur un arc de 280°, l'épaisseur de la zone durcie étant comprise entre 3 et 11^{mm}.

Sur les sections, la région durcie est beaucoup plus transparente. Elle contraste fortement avec la région intérieure trouble et grisaillée bien que les ballonnets de limonite qui chargent cette région, y soient particulièrement minces (1). Cette modification est due à une localisation de silice d'après ce qu'indique sa dureté, mais cette silice est sans action sur la lumière polarisée. Elle est constamment éteinte entre les nicols croisés aussi bien sur les sections transverses que sur les sections méridiennes.

Dans cette région durcie, la structure de la matière coprolithique est profondément altérée et plus on se rapproche du bord externe, plus elle est effacée. Dans certaines plages la structure initiale a complètement disparu comme on le voit en 3 Fig. 182, Pl. XV. Les étapes de cette disparition sont les suivantes :

1. Le fond jaune où sont plongés les corps bactériformes devient transparent homogène et comme fondu. Les corps bactériformes sont bullaires, noirs, très soulignés. Un assez grand nombre sont allongés en bâtonnets bacillaires. Les ballonnets de limonite, quand il y en a, sont très difficilement visibles

2. Cette première modification s'accentue beaucoup. Les corps bactériformes se rapprochent en groupes, mais en restant d'abord isolés les uns des autres dans chaque groupe. Les corps rectilignes à bouts arrondis à faciès bacillaires soulignés par l'air sont bien plus nombreux. Dans cette région plus modifiée et plus voisine de la surface, la limonite forme des amas de corps sporiformes.

---

(1) Leur diamètre moyen est de 30 μ.

3. Au stade 3, les corps cocciformes et bacillaires d'un même groupe se touchent. Il en résulte une arborescence noire ou incolore selon qu'elle est ou non injectée d'air ou de résine. Autour est un champ gris jaune homogène. Il y a des pelotes de limonite en grains sporiformes réduits à leur membrane et des houppes de pyrite plus ou moins altérée passant à la limonite.

4. Dans l'état de modification le plus avancé, 3 Fig. 182, Pl. XV, qui ait été rencontré l'arborescence canaliculaire est effacée, il reste une plage homogène jaune d'or bordé de gris roux dans les régions où elle encercle un reste d'arborescence.

E. § 11. — Degrés d'effacement de la structure du coprolithe qui ont été observés.

Les étapes, relevées dans l'effacement de la structure initiale du coprolithe et dans les additions faites à cette structure, sont les suivantes :

1. Apparition de la limonite en amas massifs et spongieux.

2. La zone anisotrope (contractile ?) des fibres musculaires striées cesse d'être différenciée de la zone intérieure (plasmique ?) des mêmes fibres.

3. Effacement de la striation sur les faces des fibres musculaires qui ne se distinguent plus de la pâte que par l'absence des corps bactériformes.

4. Production des membranes de limonite en ballonnets. Comme action concomitante préservation de la pelote coprolithique enfermée dans l'intérieur du ballonnet alors que la partie interposée entre les ballonnets change de teinte et devient gris roux.

5. L'action correspondante au stade 4 continuant d'agir, la fibre musculaire s'efface de plus en plus. La matière interposée entre les ballonnets devient grenue comme si elle subissait un commencement de cristallisation, la structure bactérifère de la pâte est effacée. Les corps bactériformes très difficilement visibles ne peuvent plus être distingués d'inclusions.

Au cours de ces modifications il a pu s'ajouter des cristaux de quartz et de pyrite de fer et des membranes limonitiques dans les fissures.

Lorsqu'il y a eu un durcissement local par la silice comme dans la surface de l'échantillon 40 Bl la partie ainsi durcie présente en plus et successivement les modifications que j'ai relevées page ci-dessus.

CHAPITRE VIII

L'enrobement du coprolithe dans un nodule ferrugineux. — La gaîne ferrugineuse.

SOMMAIRE

§ 1. — Contact de la surface du coprolithe et de l'argile. — Absence de gaînes organiques autour de la pâte fécale.

§ 2. — La gaîne ferrugineuse. — Elle ne représente pas une localisation élective de l'oxyde de fer dans une gelée organique dépendante du coprolithe. — Elle dépend de l'argile. — Migration des matériaux chimiques du coprolithe.

§ 3. — Structure de la gaîne ferrugineuse près du coprolithe. — Zone pseudo-cellulaire.

§ 4. — Structure de la gaîne plus loin du coprolithe. — Zone réticulée à gros nœuds.

§ 5. — Structure de la gaîne contre l'argile ordinaire. — Localisation de la limonite sporiforme dans le réseau alumino-humique de l'argile. — Le coprolithe sert d'amorce à cette localisation. — L'intensité et la prolongation du retrait sont les causes agissantes de cette accumulation locale de limonite bien plutôt que la nature de l'objet.

---

§ 1. — Contact direct du coprolithe et de l'argile. — L'absence de gaînes organiques autour de la pâte fécale.

Le contact de l'argile et du coprolithe peut être direct, il en est ainsi dans toute l'étendue des échantillons (74 J, 75 J), 1 J. La surface du coprolithe est alors extrêmement nette sans zone superficielle diluée et d'autre part sans zone muqueuse visible. J'ai recherché tout spécialement cette zone muqueuse. Elle existe dans tous les crottins, elle est chargée de bactéries et souvent très épaisse. On la voit s'écaillant par lambeaux sur les fécès de chiens nourris d'os rapidement séchés au soleil. Cette zone n'a pu être mise en évidence sur les coprolithes de Bernissart non plus qu'entre les masses dont ils se composent.

J'ai signalé également l'absence d'une zone superficielle saupoudrée de spores et entourée d'un feutrage de filaments myceliens comme il arrive pour les crottins qui séjournent dans l'air humide. Il n'y avait pas non plus de gaîne mucogélatineuse avec algues comme sur les crottins noyés dans une eau tranquille et éclairée.

§ **2. La gaîne ferrugineuse. — Elle ne représente pas une localisation élective de l'oxyde de fer dans une gelée organique dépendante du coprolithe. — Elle dépend de l'argile. — Migration des matériaux chimiques du coprolithe.**

Les états que je viens de rappeler sont plutôt exceptionnels et ordinairement le coprolithe présente une gaîne ferrugineuse (1). Celle-ci est développée en arc sur un côté du coprolithe. Elle peut entourer complètement le coprolithe. Son épaisseur est très variable. En présence des faits rencontrés dans les nodules d'Hardinghen, il y avait lieu de se demander si l'on avait affaire à une localisation élective des sels de fer s'opérant dans une masse muqueuse dépendante du coprolithe inégalement développée comme pourrait l'être un enduit d'urates ou une gaîne muqueuse inégalement réduite, ou encore une liquéfaction partielle d'un côté du coprolithe. Ces diverses notions ont dû être écartées. Il n'y a pas trace d'urates. Rien n'indique qu'il y ait eu dans cette région des cristaux ou des sphéro-cristaux remplacés ultérieurement par de la limonite. D'autre part on ne trouve aucun des éléments figurés du coprolithe alors qu'au contraire on trouve ceux de l'argile. La gaîne ferrugineuse développée contre le coprolithe est donc une production qui dépend de l'argile. La présence du coprolithe peut déterminer l'amorce du phénomène en un point de l'argile, mais il s'agit là d'un phénomène plus général, *la production de nodules ferrugineux dans l'argile* dont un cas particulier nous intéresse en ce moment, l'enrobement des coprolithes.

Morphologiquement une gaîne ferrugineuse est la production d'un dépôt de limonite en grains sporiformes dans une partie d'argile raréfiée au contact du coprolithe. Morphologiquement la gaîne dépend donc exclusivement de l'argile. Chimiquement on retrouve une partie des corps caractéristiques du coprolithe dans la gaîne, phosphates, sels de chaux, proportion élevée d'acide titanique.

§ 3. — Structure de la gaîne ferrugineuse contre le coprolithe. Zone pseudo-cellulaire à noyaux.

Contre le coprolithe, les coupes de la gaîne ferrugineuse montrent un dépôt de limonite formant un réseau à mailles hexagonales ou pentagonales (Fig. 184, Pl. XV). Les membranes limitantes sont formées de grains sporiformes de même grandeur et de même faciès que ceux des coprolithes. Ils se touchent. La membrane est plus ou moins épaisse, irrégulière, avec verrues faisant saillie dans la logette, et parfois une sorte d'amas nucléaire central rattaché à la paroi par un pédoncule. D'où un faciès pseudo-cellulaire parfois très accusé. *Ce sont les figures de retrait de MM. Stephane Leduc, Cartaud,* etc. Ce réseau est

(1) La gaîne a été plus particulièrement étudiée sur les coupes dans l'échantillon 23 R, Tr. 1 et 2.

rouge brun. Ses mailles s'élargissent en approchant du coprolithe, elles se resserrent en s'éloignant de ce corps. Même dans cette partie à structure pseudo-cellulaire, on trouve de loin en loin des grains de pollen, de très petits morceaux de lignite fragmentaire, des lamelles de mica. Ces corps font partie de l'argile et ils sont posés comme dans l'argile, seulement ils sont là très éloignés les uns des autres. Il s'agit donc d'une partie très raréfiée de l'argile ; même dans cette partie, on retrouve ses caractères essentiels. Les dimensions moyennes des mailles du réseau limonitique étaient dans ce spécimen :

Épaisseur de la paroi	2μ 5
Diamètre de la logette	15μ
Diamètre du noyau	3 à 5μ

Il y a quelques amas de pyrite en boule avec gros cristaux.

§ 4. Structure de la gaîne entre le coprolithe et l'argile normale. Zone réticulée à gros nœuds.

Plus loin du coprolithe, le dépôt de limonite change de caractère. Les mailles du réseau s'affaissent (Fig. 185, Pl. XV), les fils s'épaississent surtout à leurs points nodaux. On a alors un réseau à nœuds très épais eu égard aux mailles qui sont fréquemment occupées par des cristaux de quartz, des lames de mica. La limonite en grains sporiformes très nombreux, serrés, mais de plus en plus nettement isolés s'est accumulée sur la partie alumino-humique de l'argile. Les grains de pollen, les spores de fougères, les fragments de lignite et les parcelles de mica sont de plus en plus nombreux. J'y ai toujours trouvé des amas arrondis de pyrite en gros cristaux.

§ 5. — Structure de la gaîne contre l'argile normale. — Localisation de la limonite sporiforme dans le réseau alumino-humique de l'argile. — Le coprolithe sert d'amorce à cette localisation. — L'intensité et la prolongation du retrait sont les causes agissantes de cette accumulation locale de limonite bien plutôt que la nature de l'objet.

Plus loin encore du coprolithe, le faciès réticulé à nœuds épais va s'effaçant et on trouve l'argile chargée d'un grand nombre de corps sporiformes bullaires en limonite, Fig. 186, Pl. XV. On reconnaît le réseau brun de l'argile avec ses corps bactériformes bullaires, ses cristaux de quartz, ses lames de mica, ses fragments de lignite, ses spores et on passe plus ou moins vite à l'argile ordinaire.

La région de la gaîne ferrugineuse ne présente donc en aucun point la structure du coprolithe ou une structure qui puisse en dériver ; par contre, on voit constamment les

caractères essentiels de l'argile et ceux-ci vont se raréfiant en approchant du coprolithe. Là seulement où la gaîne a son maximum d'épaisseur, la raréfaction de l'argile a provoqué contre le coprolithe les figures pseudo-cellulaires à noyaux. Donc, à une certaine période de la solidification, le retrait plus grand de la matière coprolithique a amorcé la formation de la gaîne.

Le développement de la gaîne n'est pas en proportion du volume de l'objet. On voit des gaînes épaisses autour de petits morceaux de coprolithes tels que des disques. Dans ces exemples où la matière coprolithique n'est qu'en très petite quantité, son rôle d'amorce pour le phénomène d'enveloppement du nodule est particulièrement net. Le retrait du coprolithe, entraînant mécaniquement la raréfaction de l'argile dans une certaine région, paraît être la cause amorçante de la ferrification bien plutôt que la nature de l'objet. On trouve en effet des enveloppes ferrugineuses semblables autour de galets, par exemple autour d'un galet de psammite altéré. On en trouve aussi le long de fentes de l'argile. Souvent la gaîne acquiert une très grande épaisseur autour de petits galets ou de petites fentes. C'est donc le retrait qui amorce ces accumulations locales de limonite. L'intensité et la prolongation du retrait, bien plutôt que la nature de l'objet, déterminent l'importance relative du dépôt limonitique (1).

(1) La formation de gaînes ferrugineuses autour de galets divers et autour de fentes de l'argile montre que ce dépôt ne dépend pas de la richesse phosphatique particulière que l'analyse chimique a relevée dans la région de la gaîne d'enrobement des coprolithes.

CHAPITRE IX

Variantes rencontrées dans les coprolithes dominants de dimensions moyennes.

SOMMAIRE

§ 1. — Les variantes rencontrées dans les échantillons de coprolithes dominants de dimensions moyennes.

§ 2. — Les variantes rencontrées dans les échantillons dits de fort calibre.

L'injection de matière coprolithique dans les fissures de l'argile. — La lame chitineuse de l'échantillon 84R. — La surface sableuse de 89R. — Les surfaces sulfatées sableuses ou grenues.

---

§ 1. — Variantes rencontrées dans les échantillons de coprolithes dominants de dimensions moyennes.

Les variantes, rencontrées dans les coprolithes dominants de taille moyenne, sont extrêmement faibles. Les plus importantes ont été déjà signalées dans le recensement de ces coprolithes dans leur morphologie, dans leur structure ou dans celle de leur gaîne ferrugineuse.

Les dimensions moyennes du coprolithe dominant étant

$$DH = 27 \text{ à } 28^{mm} \quad DV = 23 \text{ à } 24^{mm} \quad L = 115^{mm},$$

les dimensions maxima et minima qui ont été observées dans les spécimens rassemblés autour de l'échantillon (14R 15R) sont :

Dimensions maxima $DH = 32^{mm}$ $DV = 30^{mm}$ $L = 120^{mm}$
Dimensions minima $DH = 23^{mm}$ $DV = 18^{mm}$ $L = 110^{mm}$

La rareté des pièces entières ne permet de fixer que très imparfaitement les valeurs maxima et minima de L. On retrouve la même pénurie de pièces entières pour les gros coprolithes, et cette pénurie contraste avec ce que l'on voit chez les petits coprolithes dominants où presque toutes les pièces sont complètes. Au delà d'une certaine taille, l'échantillon est beaucoup plus exposé à être fragmenté.

Le nombre des extrémités initiales est beaucoup plus élevé que celui des extrémités terminales. Elles sont plus fréquemment dégagées.

Quelques spécimens sont affaissés sur leur face inférieure. La série des échantillons 86R. 31V. montre l'accentuation de cet affaissement. Sur 31V, l'enlèvement de la lame triangulaire fait voir que malgré cet affaissement le noyau intérieur du coprolithe est encore indiqué (Fig. 30, Pl. III).

D'autres échantillons présentent un serrement latéral qui déforme leur contour ou qui augmente leur diamètre vertical. 62J présente une déformation qui refoule en dedans l'arc inférieur droit de sa section transverse. (14R, 15R.) Pl. 1, Fig. 5 à 7 réalise l'accroissement du diamètre vertical par serrage.

Les cavernes intérieures deviennent particulièrement nombreuses dans l'échantillon 86R, bien qu'il soit affaissé et écrasé, Fig. 48, Pl. IV, alors qu'elles font défaut dans (43R, 45V.) Fig. 49, Pl. IV. (43R, 45V) est aussi remarquable par sa teinte sépia, ses craquelures propres ne s'étendent pas dans l'argile entourante.

La cassure transverse de l'échantillon 13J présente des fissures écailleuses, Fig. 45, Pl. III.

Un seul spécimen présentait un fragment osseux macroscopique, en même temps qu'une très faible ferrification (74J, 75J.) Fig. 80, 81, Pl. VI.

Je n'ai pas à revenir sur la présence de la lame triangulaire des sillons et des noyaux, ni sur l'opalisation d'une partie de sa surface.

Autour de ces coprolithes dominants de dimensions moyennes, l'argile a présenté quelquefois des petits grains de houille enchâssés non loin d'un fragment coprolithique, Fig. 51 et 52, Pl. IV. Échantillon (65 J. 23 V). Plus souvent des bouts de lignite (1). Il y a aussi des exemples de fracturation spontanée de la masse argilo-humique, telle que celle de 23 R, Fig. 12, Pl. II (2).

Comme spécimens de segment de cette sorte touchant l'argile par leurs deux fractures transverses, on peut citer 44V qui est net. Pour les spécimens (45V, 48V), (36J. 85R), l'un des contacts est net, l'autre reste incertain ou seulement probable. Il n'y a que deux exemples de disques détachés dans des coprolithes de taille moyenne (55V, 56V) et 94 R posés à plat sur leur troncature transverse.

§ 2. — Variations rencontrées dans les échantillons dits de fort calibre.

Dans les échantillons de même forme et de même structure que le coprolithe dominant de taille moyenne mais un peu plus gros que lui, les dimensions moyennes étant

DH = 37.0 DV = 30.0 L = 130.0

(1) Sortes d'organes pétiolaires grêles fragmentés transversalement, Fig. 22, Pl. II. Échantillon (5V, 48V).

(2) Ces dislocations entre bancs inaltérés reproduisent celles du banc barré des schistes d'Autun.

les dimensions limites relevées oscillent entre

les maxima	DH = 38.0	DV = 31.0	L = 130.0
et les minima	DH = ?	DV = 28 (1)	L = ?

La pièce type de ce groupe (21 R) offre cette particularité que le moule d'argile humique qui l'entoure a été fracturé et qu'à travers les fissures de la face inférieure, la matière coprolithique a coulé injectant les fractures, spécifiant ainsi que la matière du dépôt était déjà assez rigide pour se couper nettement, alors que la substance coprolithique était encore assez molle pour s'écouler sous pression et pénétrer dans les fissures qui s'ouvraient devant elle, Fig. 53 et 54. Pl. 4.

Les sillons du coprolithe sont particulièrement nets sur la face supérieure de l'échantillon 2J, alors qu'ils sont totalement effacés sur sa face inférieure. Fig. 57 à 60, Pl. IV. Ce spécimen est aussi celui qui montre le mieux le mucron. — 12J présente de même l'extrémité initiale d'un noyau intérieur trilobé, particulièrement bien dégagé et à pâte homogène à peine poreuse. — Les pièces 90R à pâte compacte et 89R à matière lamelleuse comme cartonnée sont les deux termes extrêmes de l'état de la matière coprolithique dans ces échantillons.

La tranche droite de l'échantillon 84R présente, près du repère rouge que j'y ai fait marquer, une lame chitineuse longue de 3 à 4 milimètres, large de 1^m5, épaisse de 0^m3, qui rappelle celle de l'échantillon 65J. C'est l'unique exemple de lame chitineuse qui ait été rencontré dans les coprolithes dominants de Bernissart. Je ne pouvais donc sacrifier quoi que ce soit de cet échantillon.

Un seul échantillon a présenté une surface chargée de sable 89R, Fig. 29, Pl. III. L'aspect sableux ou grenu est généralement réalisé ailleurs par la sulfatation de la surface, par exemple dans le spécimen 39J des coprolithes moyens. Dans cet exemple 39J, le granulé dû à la patine s'étend sur la cassure même du coprolithe.

---

(1) L'échantillon 21R qui donne ce nombre est affaissé, 90R est encore plus affaissé.

CHAPITRE X

Variantes trouvées dans les coprolithes dominants de très grande taille.

SOMMAIRE

§ 1. — Dimensions moyennes des coprolithes de grande taille.
§ 2. — Groupement des pièces de grande taille. — Maxima et minima rencontrés. — Pièces de transition.
§ 3. — Pièces types de très grande taille. — Particularités morphologiques.
§ 4. — Structure des pièces de très grande taille.
§ 5. — Variantes relevées dans les coprolithes de très grande taille. — Peau de poisson. — Morceaux de lignite. — État segmentaire de ces grands coprolithes. — Le segment planté obliquement dans l'argile grise à côté d'un morceau d'argile noire.

---

§ 1. — Dimensions moyennes des très gros coprolithes.

Un troisième ensemble d'échantillons donnait comme dimensions moyennes les nombres ci-après :

$DH_{ei} = 44.5$ $DV_{ei} = 38.0$ $Ex_{ei} = 0.145$ $L = 130.0$ (un échantillon 33 R)
$DH_{et} = 40.5$ $DV_{et} = 34.5$ $Ex_{et} = 0.162$

§ 2. — Groupement des pièces de très grande taille. Maxima et Minima rencontrés. — Pièces de transition.

Il y avait 18 morceaux représentant 12 pièces distinctes. De ces douze pièces deux sont plus grêles que les autres, ce sont deux extrémités terminales.

Les maxima et minima trouvés ont été :

DH_{ei}	maximum = 48.0 (33 R) et (34 RJ)	minimum = 38 0 (24 R)
DH_{et}	maximum = 40.0 (2 échant.)	minimum = 40.0 (2 échantillons)
DV_{ei}	maximum = 46.0 (33 R)	minimum = 32.0 (24 R)
DV_{et}	maximum = 41.0 (33 R)	minimum = 32.0 (87 RN)

Six fragments raccordés en trois pièces distinctes donnent une moyenne de dimensions :

DH = 36.5 DV = 31.5 Ex = 0.137.

Aucune d'elles n'est complète, la plus longue atteint $95^{mm}0$. Ces trois pièces sont des extrémités initiales ou des segments médians. Elles indiquent un passage des très gros coprolithes aux coprolithes dits de fort calibre.

§ 3. — Pièces types de très grande taille. — Particularités morphologiques.

Les pièces qui servent à former le type des très gros coprolithes, sont l'extrémité terminale 4 J, Fig. 98 à 100, Pl. VIII, le coprolithe entier sous gaîne 33 R, Fig. 83 à 88, Pl. VII, le segment moyen 16 R, Fig. 93 à 95, Pl. VIII. La structure type de la matière est fournie par les échantillons 16 R et 64 J.

L'extrémité initiale de ces gros coprolithes est arrondie. Aucun des échantillons ne présente nettement soulignés le mucron et la lame triangulaire qui le recouvre.

L'extrémité terminale tend à s'effiler. Le coprolithe entier montre une tendance à prendre la disposition réniforme (33 R), surtout quand il est encore enfermé dans sa gaîne d'enrobement.

Un seul échantillon a été trouvé complet. Il est entouré par une gaîne d'enrobement à laquelle l'argile voisine est demeurée adhérente (33 R). Je me suis assuré de la nature et des particularités de la matière coprolithique par des fenêtres ouvertes dans la gaîne. La gaîne, argile comprise, est épaisse de 3 à 4 millimètres. Cette gaîne porte les dimensions de la pièce aux nombres suivants :

$DH_{ei} = 56.0$ $DV_{ei} = 52.0$ $Ex_{ei} = 0.076$ $L = 136.0$
$DH_{et} = 48.0$ $DV_{et} = 42.0$ $Ex_{et} = 0.083$

Les dimensions du coprolithe mis à nu seraient

$DH_{ei} = 48.0$ $DV_{ei} = 46.0$ $Ex_{ei} = 0.041$ $L = 130.0$
$DH_{et} = 40.0$ $DV_{et} = 36.0$ $Ex_{et} = 0.100$

Les très gros coprolithes présentent de forts sillons transverses (18 R, 79 R) Fig. 105, 106. Pl. VIII.

§ 4. — Structure des coprolithes de très grande taille.

La matière coprolithique est blonde, très pâle, très fine, poreuse, par conséquent très bien conservée, avec quelques gros trous de retrait. Elle a été tout spécialement étudiée sur la pièce 16 R. Elle est identique à celle de l'échantillon (74 J, 75 J) des coprolithes

moyens. Ce sont les mêmes fragments de fibres musculaires broyées, en suspension dans la même pâte bactérienne.

La matière coprolithique a un aspect écailleux et comme un peu feuilleté dans les échantillons 24 R et 17 R. Elle s'altère et se charge de limonite comme dans les coprolithes moyens. L'envahissement par la limonite est parfois si complet que la matière coprolithique, en grande partie enlevée, est remplacée par une masse ferrugineuse rouge sang très foncée ou même noire (64 R, 41 Bl). Fig. 112, Pl. IX.

§ 5. — Variantes observées dans ou sur les coprolithes de grande taille. — Peau de poisson. — Morceaux de lignite. — État segmentaire de ces gros coprolithes. — Le segment planté obliquement dans l'argile grise à côté d'un morceau d'argile noire sur lequel il appuie.

Les variantes accidentelles, relevées dans les très gros coprolithes, sont les suivantes :

L'extrémité initiale 4J (Fig. 98 à 100, Pl. VIII) porte sur une face un morceau de peau de poisson osseux, *non déterminable actuellement. La peau est vue par la face interne* (1). Cette peau est comme tendue sans rides ni plis en bas du flanc convexe de la face supérieure. On y voit quelques traces laissées par les arêtes détachées. Il s'agit donc d'un corps de poisson ayant reposé sur le côté du coprolithe (2).

Au même titre accidentel, il peut y avoir des morceaux de lignite. L'échantillon (18 R, 79 J) en présente un exemple sur sa cassure transverse oblique. C'est un petit fragment de pétiole placé presque radialement dans le voisinage de la surface. Le fragment pétiolaire mesure $1^{mm}7$ sur $1^{mm}3$. Il ne colore pas les parties voisines.

Le coprolithe 20 R (Fig. 96-97, Pl. VII) repose affaissé sur sa courbure concave. Il est criblé de grandes cassures transverses. Ses fissures propres sont distinctes de celles de l'argile voisine.

Les gros coprolithes se présentent souvent à l'état de segments ; 0,26 des échantillons ont ce caractère. Dans deux d'entre eux, 16 R et (74 R, 75 R), une troncature transverse du coprolithe bute directement contre les lits d'argile. L'axe polaire de ces deux segments est horizontal. 16 R est très nettement affaissé sur sa face inférieure, son excentricité s'élève à 0,22. L'excentricité de l'autre est au contraire une des plus faibles qui ait été relevée, 0,055. Il y a un morceau de houille posé sur la tranche verticale contre le coprolithe 16 R. Il y a plusieurs morceaux de houille fragmentaires dans la coque argileuse qui entoure (74 R, 75 R) Fig. 109 à 111, Pl. IX.

L'échantillon (25 R, 26 R) (Fig. 101 à 104, Pl. VIII), montre un segment coprolithique

---

(1) Indication donnée par M. le conservateur L. Dollo.

(2) La possibilité de la présence accidentelle de restes de poissons dans les coprolithes moyens résulte de la constatation de dents de Pycnodontes dans un disque posé sur sa section transverse (Echantillon 55 R).

planté obliquement dans l'argile. L'axe polaire du coprolithe fait un angle de 40° avec l'horizontale de l'argile grise (Fig. 107). Il appuie à droite sur un morceau d'argile noire chargée de lignites fragmentaires dont la stratification fait un angle de 52° avec celle de l'argile grise. Le morceau d'argile noire n'est pas en stabilité hydrostatique. Le fragment du coprolithe non plus, il presse et appuie sur l'argile noire. L'argile noire est très analogue à l'argile grise, mais plus foncée, plus sableuse et plus chargée de lignites. Ces bouts de lignites sont toujours ces fragments où dominent les menus organes pétiolaires si particuliers des lits d'argile grise. Il y avait donc tout *à proximité une argile noire à lignites, antérieure à l'argile grise tombant parfois dans celle-ci, pouvant donner les petits fragments minuscules de lignite relevés dans quelques coprolithes.*

59 RB est un segment affaissé en forme de disque.

Les très gros coprolithes n'ont pas été reconnus dans les objets totalement enrobés par la limonite.

CHAPITRE XI

Variantes trouvées dans les coprolithes dominants de petite taille.

SOMMAIRE

§ 1. — Les groupements des coprolithes de petite taille.
§ 2. — Structure de la matière des coprolithes de petite taille. — Elle indique une identité d'alimentation, de broyage, de digestion.
§ 3. — Caractères des petits coprolithes du premier groupe. — Pièces courtes de fort calibre.
§ 4. — Caractères des petits coprolithes du second groupe. — Coprolithes moyens courts.
§ 5. — Caractères des petits coprolithes du troisième groupe. — Les pièces à attribution incertaine. — Les coprolithes lacrymorphes. — Les tortillons.
§ 6. — Les disques.
§ 7. — Caractères des petits coprolithes du quatrième groupe. — Petits coprolithes en haricot. — La question spécifique qu'ils soulèvent.
§ 8. – Le plus petit coprolithe dominant observé.

---

§ 1. — Les groupements des coprolithes de petite taille.

La première sériation des échantillons de Bernissart, faite uniquement d'après les gros caractères macroscopiques, avait isolé un groupe assez nombreux de spécimens à taille rapidement décroissante où la forme en boudin à extrémités différenciées était souvent remplacée par une forme en rein ou en haricot. Lorsqu'on compare directement les plus petites de ces pièces aux coprolithes moyens et aux très gros coprolithes, le contraste est si fort qu'on pense de suite à la nécessité de plusieurs espèces animales pour produire les uns et les autres.

Cependant dans les petits coprolithes la matière coprolithique reste toujours finement poreuse, avec cavernes de retrait. Elle ne contient ni os, ni écailles, ni fragments végétaux. Sa teinte et son grain varient dans les mêmes limites que la teinte et le grain des coprolithes moyens. Elle a donc tous les caractères essentiels de la matière des coprolithes moyens. La variation des auteurs de ces coprolithes dans l'échelle zoologique devait donc être très limitée.

D'après leurs dimensions, les petits coprolithes formaient plusieurs groupes peu nombreux. Deux groupes indiquent des échantillons courts, trapus, rappelant de suite

des coprolithes de fort calibre et des coprolithes moyens. Nous les appellerons *coprolithes de fort calibre courts, coprolithes moyens courts.* Deux autres séries de pièces, la troisième et la quatrième, indiquent deux chutes brusques des dimensions diamétrales et de la longueur. L'étendue de la variation, indiquée par ces pièces par rapport aux gros coprolithes et aux coprolithes moyens, est aussi grande que celle qu'on relève entre les crottins de nos races du chien domestique. Près de la troisième catégorie, deux groupes ont été faits avec des échantillons où la forme fondamentale du coprolithe a été modifiée par des circonstances accidentelles intervenues au moment de l'émission ou au moment du dépôt. Ce sont des *coprolithes très courts, lacrymorphes*, correspondant à de petites émissions ou à des fins d'émission et des *tortillons*, c'est-à-dire des coprolithes lacrymorphes un peu plus allongés où l'extrémité terminale est retombée sur le corps du coprolithe ou sur son extrémité initiale. Nous laissons également près de cette troisième catégorie un petit groupe d'échantillons dits *incertains*. Ce sont bien des coprolithes de la même pâte et du même calibre, mais l'état des spécimens ne permettant pas de dire s'ils sont ou non tronqués, on hésite entre des petits coprolithes du troisième groupe abîmés et des segments médians de coprolithes moyens très grêles. Viennent enfin deux derniers groupes représentés chacun par une pièce. La première de ces pièces est un petit coprolithe en haricot, couché sur le flanc, très aplati, l'autre est un très petit coprolithe lacrymorphe formant disque.

Le nombre des échantillons de petits coprolithes non raccordables entre eux est de 38. Ils indiquent au moins 35 coprolithes distincts et plus probablement 38 coprolithes.

D'après le résumé ci-dessus, il ne peut être question d'une taille moyenne pour tous ces coprolithes, mais bien d'une série de dimensions moyennes qu'on trouvera consignées dans le tableau ci-après.

TABLEAU

DIMENSIONS MOYENNES DES PETITS COPROLITHES.

	Diamètre horizontal DH_{ei} DH_m DH_{et}	Diamètre vertical DH_{ei} DH_m DH_{et}	Longueur L
Premier groupe, Coprolithe de fort calibre, court. Ech. 22 R.	30.0	24.0	72.0
Deuxième groupe, Coprolithe moyen, court. Ech. 100 RV.	27.5	25.4	64.0
Troisième groupe, Ech. 20 J. (Première chute de taille)	23.0 20.7 18.5	24.0 (1)	50.5
Lacrymorphes. Ech. (1 R. 2 R).	25.0 20.8 16.5	20.0	41.5
Tortillons. Ech. 48 J.			
Incertains. Ech. ?	25.3 22.1 19.0	21.0	46.0
Quatrième groupe, Ech. 53 R. (Deuxième chute de taille)	20.8	19.0	46.0
Très petit coprolithe affaissé sur le flanc Ech. ?	13.0	4.0?	30.0

Les sillons sont rares sur ces petits coprolithes. Les rides ou traces de filage de la matière coprolithique sont encore plus rares.

§ 2. — La structure des petits coprolithes.

La structure microscopique de ces petits coprolithes a été particulièrement étudiée dans la pièce 3R qui avait été choisie dès l'origine comme type des coprolithes dominants, Fig. 50, Pl. IV. Elle est identiquement celle des coprolithes moyens. On y retrouve les mêmes fibres musculaires striées uniformément réparties dans la même pâte bactérienne. On y constate la même rareté de fragments osseux, de débris végétaux, la même absence d'écailles. Il y a donc identité d'alimentation, de broyage et de digestion. On y voit aussi les mêmes modes d'altération, la même surcharge tardive de la matière coprolithique par la limonite et par la pyrite. Nous pouvons donc différencier ces petits coprolithes entre eux, en nous servant des caractères macroscopiques employés pour juger des qualités spéciales des divers échantillons de coprolithes moyens, c'est-à-dire que l'écart zoologique possible entre les animaux producteurs de ces coprolithes est nul ou singulièrement restreint.

Les variantes constatées dans ces petits coprolithes se résument comme il suit :

§ 3. — Caractères des petits coprolithes du premier groupe. Pièces courtes de fort calibre.

Coprolithes de fort calibre particulièrement courts. Une seule pièce 22R, Fig. 113, Pl. IX. Proportion de ce type par rapport à l'ensemble des petits coprolithes dominants : 0,028 à 0,026.

Dimensions moyennes sans la gaîne $DH_m = 30.0$ $DV_m = 24.0$ $L = 72.0$.

Ce coprolithe est complètement entouré par une gaîne ferrugineuse de 2 à 3^{mm} d'épaisseur. L'excentricité du coprolithe est très forte 0,210. Elle indique un fort affaissement sur le flanc inférieur. L'ensemble de ce coprolithe sous sa gaîne a la forme d'un haricot.

§ 4. — Caractères des petits coprolithes du second groupe. Coprolithes moyens courts.

Les coprolithes moyens très courts sont représentés par six pièces entières dont deux 100RV, Fig. 190 et 191, Pl. XV, et 100RVbis *viennent du bloc où a été trouvé l'Iguanodon 1 Z.* Ils sont complètement dégagés. La forme arrondie de l'extrémité initiale et la pointe courte de l'extrémité terminale sont très accusées, la courbure concave de la petite

génératrice latérale est faible ou nulle. Elle peut même devenir convexe vers l'extérieur comme dans l'échantillon (12R. 13R), Fig. 114 et 115, Pl. IX, ce qui change la configuration du coprolithe en lui donnant une forme droite et trapue. C'est à ce groupe qu'appartient l'échantillon 3R, Fig. 50, Pl. IV, dont la structure microscopique a été spécialement étudiée et reconnue identique à celle du coprolithe moyen.

Les dimensions moyennes de ces coprolithes sont :

$DH_m = 27.5$ $DV = 25.4$ $L. = 64.0.$

Il y a 9 morceaux représentant au moins 7 pièces distinctes et probablement 9 pièces. La proportion de ces coprolithes moyens courts par rapport à l'ensemble des petits coprolithes est comprise entre 0.252 et 0.182.

L'une des pièces entières 5J se présente contournée et ramassée sur elle-même comme si elle avait essayé de donner un tortillon.

§ 5. — Caractères des coprolithes de la troisième catégorie. — Les pièces à attribution incertaine. — Les coprolithes lacrymorphes. — Les tortillons.

Les coprolithes du troisième groupe sont représentés par deux échantillons complets, l'un est brisé en trois morceaux, l'autre a été serré latéralement, d'où un diamètre vertical exagéré. La matière coprolithique est celle du coprolithe moyen faiblement ferrifiée, finement poreuse, tendant à devenir grenue, brun clair.

Dimensions : $DH_m = 20.7$ $DV_m = 20.0$ $L = 50.5.$

Il y a donc une chute brusque très sensible des dimensions diamétrales et de la longueur.

Proportion relative de ce groupe : 0.056 et 0,052.

C'est peut-être à ce troisième groupe qu'il faudrait rapporter les quatre pièces dont l'ensemble forme le groupe dit des *coprolithes incertains*. Ils sont formés de la même matière coprolithique que les coprolithes moyens et que les petits coprolithes du troisième groupe, seulement l'état des pièces ne permet pas de savoir si ce sont des pièces complètes ou si ce sont de grands segments médians de coprolithes moyens grêles rompus. La proportion de ces pièces incertaines par rapport à la totalité des petits échantillons oscille entre 0.112 et 0.104. L'ensemble de ces pièces incertaines donnerait comme dimensions moyennes des petits coprolithes :

$DH_m = 22.1$ (1) $DV_m = 21.0$ $L = 41.0.$

---

(1) $DH_{ei} = 25.3$ $DH_{et} = 19\ 0.$

C'est dans ce troisième groupe qu'il faut placer les *coprolithes lacrymorphes.* Ce sont des crottins très brusquement amincis eu égard à leur longueur. Ils ont pour type l'échantillon (1R. 2R), Fig. 116 et 117, Pl. IX. Ils correspondent à de brèves émissions. Je dis brèves émissions de préférence à fin d'émission, parce que leur extrémité initiale bien arrondie ne diffère pas de l'extrémité initiale d'un coprolithe moyen complet. Le cylindre fécal commençait donc à prendre sa forme habituelle. L'amincissement brusque, eu égard à la longueur, lui donne la forme de larme. Ils paraissent assez mous, déprimés sur le flanc. La matière coprolithique est celle des coprolithes moyens.

Les dimensions sont :

$$DH_{ei} = 25.3 \qquad DV_{ei} = 20.8 \qquad DH_{et} = 16.5 \qquad DV_{et} = 20.0 \qquad L = 41.5.$$

Il y a 5 coprolithes lacrymorphes ; presque tous sont encore très fortement engagés dans l'argile et revêtus d'une gaîne d'enrobement. La proportion de ces coprolithes oscille entre 0.140 et 0.130.

Sous le nom de *tortillons,* je désigne des coprolithes lacrymorphes un peu plus allongés dans lesquels la pointe terminale est venue retomber sur le corps du crottin ou sur son extrémité initiale. Les courbures concave et convexe sont particulièrement fortes. Ils sont formés de la même matière coprolithique que les coprolithes lacrymorphes et les coprolithes moyens. Les pièces types sont 48J et 49R, Fig. 118 à 120. Il y a quatre tortillons dont un fait disque, c'est-à-dire qu'ils forment une proportion de 0.112 à 0.104.

§ 6. — Les disques.

J'ai eu occasion de signaler dans les coprolithes moyens et dans les gros coprolithes la présence de tronçons butant directement contre les lits d'argile par leur troncature transverse. Certains tronçons très courts sont à l'état de disques. Ils proviennent tous de coprolithes moyens, grêles ou très grêles. On les a trouvés dans leur position d'équilibre hydrostatique, c'est-à-dire couchés sur le flanc quand ils sont un peu plus longs que larges, ou bien posés sur leur troncature transverse, lorsque leur longueur était inférieure à leur diamètre.

Le nombre de ces disques est peu élevé. Comme ils tendent à s'entourer d'une gaîne d'enrobement épaisse, il se pourrait qu'il y eût quelques disques minces dans les nodules ferrugineux à matière coprolithique qui ne sont que partiellement ouverts.

Le type des tronçons courts, *posés sur le flanc,* est l'échantillon (6R, 7R), Fig. 63 à 66, Pl. IV. C'est une petite portion de segment qui mesure

$$DH = 18.0 \qquad DV = 11\,? \qquad L = 24.$$

Il est donc plus long que large et par suite posé en stabilité. C'est un coprolithe très grêle. Il bute contre les lits horizontaux de l'argile par deux cassures transverses. Il est entouré d'une gaîne ferrugineuse épaisse de 3.0 à 5^{mm}.0. La tranche verticale de l'argile spécifie que, dans l'épaisseur de 62^{mm}.0 qui enferme le coprolithe, il y a eu deux périodes de recrudescence de troubles, suivies de périodes de calme absolu laissant se déposer l'argile brun foncé à coupure savonneuse. *Chaque période de trouble est arrivée brusquement, mais sans raviner en ce point l'argile brune déjà déposée.*

Cet exemple montre la structure propre de la matière coprolithique s'arrêtant aux deux troncatures et orientée autour de l'axe de figure de l'objet.

Il a été trouvé 3 de ces disques couchés sur le flanc. Les deux autres viennent de coprolithes moyens mesurant

44 R.	DH = 25.0	DV = 26.0	L = 40.0
85 R. 36 J	DH = 28.0	DV = 26.0	L = 37.0.

Les dimensions sont données sans la gaîne d'enrobement.

Les disques posés sur la tranche ont pour type (56V, 55V). Fig. 67 à 70, Pl. IV.

L'échantillon (56V 55V) présente un disque épais d'environ 12 à 15^{mm}.0, posant sur les couches d'argile par deux troncatures transverses, Ses diamètres sont maximum 21^{mm}.0, minimum 17^{mm}.0, sa matière gris pâle est très caverneuse sans ferrification intérieure. Elle ressemble d'une façon surprenante à la matière fécale d'un crottin d'Otarie très rapidement séché, mais sans écailles ni arêtes. Une gaîne ferrugineuse entoure complètement l'objet. Cet exemple spécifie très nettement que la structure spéciale de la matière coprolithique s'arrête aux deux troncatures et qu'elle est ici orientée autour de l'axe vertical de l'objet. L'argile n'a pas pénétré dans les craquelures de l'objet, celles-ci sont postérieures à la consolidation de l'argile.

Il y a 4 de ces disques posés sur la tranche.

Le disque (45 R. 48 R), Fig. 71 à 73, Pl. IV, est très mince, 2 à 3 millimètres de longueur et très grêle, Diamètre maximum = 15.0. Diamètre minimum 13.0. Très ferrifié, il présente de grandes écailles de limonite qui imitent une lame chitineuse.

Le disque 15 R. Fig. 74 à 79, Pl. VI, est également un très petit disque venant d'un coprolithe moyen. La matière coprolithique est inaltérée. Elle contient un morceau de mâchoire de Pycnodonte avec dents placées côte à côte, dans leurs positions relatives. Il n'y a pas d'écailles à côté ou broyées dans la masse. Les Fig. 74 à 79, Pl. VI, montrent la section transverse (horizontale) de ce disque, vue par une fenêtre ouverte dans l'échantillon.

Quelques extrémités affaissées, des tortillons et des coprolithes lacrymorphes tendent

---

(1) Près de ces spécimens, je laisse encore l'échantillon (48V, 5V), tronçon plus long qui bute au moins d'un côté contre l'argile et le petit segment très grêle (93 R, 37 V), dont les diamètres sont respectivement DH = 16^{mm} et DV = 11^{my}.

à former des disques. Je les ai signalés dans leurs chapitres respectifs. 95 R, Fig. 82, Pl. VI, est une extrémité de coprolithe moyen enroulée en tortillon et formant disque.

Les disques sont peu nombreux. Il en reste peut-être quelques-uns dans les nodules ferrugineux à contenu coprolithique partiellement ouverts, dont on ne peut apprécier exactement la configuration et que pour cette raison on a laissé dans les nodules ferrugineux à centre coprolithique.

Les disques coprolithiques ajoutent une indication précise sur les conditions de dépôt, je la relève en passant. Le crottin, brisé transversalement en tronçons, a été amené sur le fond sans roulage et sans clapotis, ce qui aurait suffi à altérer la fraîcheur de ses tranches. Il est toujours posé sur le fond en équilibre hydrostatique, c'est-à-dire qu'il est arrivé doucement et lentement sur le fond argilo-humique.

§ 7. — Caractères des petits coprolithes du quatrième groupe. Petits coprolithes en haricot.

Les coprolithes du quatrième groupe paraissent au premier abord très nettement différenciés par leur petite taille, par leur forme en haricot, très peu déprimée, à pointe terminale complètement émoussée. Ce sont surtout les plus petites pièces qui donnent cette impression. Le diamètre horizontal y tombe à 18.0, le diamètre vertical à 17.0. Les dimensions moyennes diffèrent cependant peu de celles du troisième groupe

$$DH_m = 20.8 \qquad DV_m = 19.0 \qquad L = 46.0.$$

L'effilement du côté de la pointe est nul ou très faible. L'échantillon type est 53 R (Fig. 121 et 122, Pl. IX) qui est presque totalement dégagé. Ce petit coprolithe se montre avec une double courbure sur 78 R. La pâte a pu être observée sur 53 R et sur 4 R. C'est la même pâte que le coprolithe moyen. Elle est poreuse, très fine, sans écailles, ni os, ni débris végétaux, moyennement ferrifiée, sans cavernes.

Le degré de fréquence de ce type est compris entre 0.224 et 0.182.

La structure si particulière de la matière coprolithique m'impose de rapporter les petits coprolithes au même type zoologique que les coprolithes moyens. Ils dénotent des variations de taille étendues, puisque le rapport des dimensions homologues donne

Coprolithes moyens	27.0 à 28.0	23.0 à 24.0	115.0
Petits coprolithes du quatrième groupe	20.8	19.0	46.0

Ce quatrième groupe semble être la limite inférieure qui a été rencontrée communément. La pièce 8 R 72 R signalée au § 8, indique pourtant que cette limite inférieure pouvait être encore plus fortement abaissée.

§ 8. — Le plus petit coprolithe dominant observé.

La pièce (8R 72R) forme à elle seule un cinquième groupe. C'est un petit coprolithe en forme de haricot dont le petit méridien horizontal est rectiligne. Il est très affaissé sur le flanc. Son extrémité terminale, un peu plus mince, est arrondie. Ses dimensions sont :

$DH_m = 13.0$ $DV = 4.0?$ $L = 30.$

Il y a donc une chute de dimensions considérables entre les groupes trois et quatre et le cinquième groupe. La matière coprolithique est encore semblable à celle du coprolithe moyen, mais très chargée de pyrite.

La pièce 61J montre un tout petit lacrymorphe, très affaissé, formant disque. Le diamètre du disque est 20.0, son épaisseur est très petite, 2 à 3 millimètres. La matière de 61J est encore la même que celle du coprolithe moyen. 61J ne peut être rapporté au même type secondaire que (8R 72R).

CHAPITRE XII

Habitudes biologiques indiquées par les coprolithes dominants de Bernissart. — Indications qui en découlent pour l'attribution zoologique de ces restes.

SOMMAIRE

A. — HABITUDES BIOLOGIQUES DE L'ANIMAL DE BERNISSART

§ 1. — L'animal producteur des coprolithes dominants de Bernissart est un mangeur de chair musculaire. — Son régime est exclusif et très régulier.

§ 2. — La chair mangée est cisaillée au moins au même degré que la nourriture d'un phoque actuel.

§ 3. — L'animal écartait de sa nourriture les écailles et les os. — Il épluchait sa nourriture ou la choisissait avec soin.

§ 4. — L'animal de Bernissart ne mangeait ni les poissons osseux, ni les petits reptiles. — Il consommait des masses musculaires plus volumineuses.

§ 5. — Il ne laissait pas traîner sa nourriture sur le sol en la mangeant.

§ 6. — L'émission des crottins était chez lui très indépendante de l'émission des masses urinaires. — Le crottin était émis sec, consistant et peu déformable.

§ 7. — L'animal était d'une certaine taille, au moins aussi gros qu'un chien. — Il était représenté par des individus de taille inégale.

B. — INDICATIONS QUI DÉCOULENT DE CES HABITUDES BIOLOGIQUES POUR L'ATTRIBUTION ZOOLOGIQUE DE CES ÊTRES

§ 8. — Il faut exclure les herbivores. — Conséquences.

§ 9. — Il faut exclure les animaux carnassiers à dents écartées. — Conséquences.

§ 10. — Conséquences qui résultent du fait que l'animal épluchait sa nourriture en la mangeant. — Ces indications conduisent à un Dinosaurien.

§ 11. — Ne pouvant prouver directement que les Iguanodons ont été ces carnassiers, il faut conclure actuellement que les restes squelettiques du Dinosaurien, auteur des coprolithes dominants, n'ont pas été retrouvés.

A. — HABITUDES BIOLOGIQUES DE L'ANIMAL DE BERNISSART.

§ 1. — L'animal producteur des coprolithes dominants de Bernissart est un mangeur de chair musculaire. — Son régime est régulier et exclusif.

L'animal producteur des coprolithes de Bernissart est un mangeur de chair musculaire dont le régime était exclusif et très régulier. — Le régime carnassier est établi sur des caractères directs : la présence de fibres musculaires striées, nombreuses, uniformément réparties dans la masse et la présence de menues parcelles osseuses dans les coprolithes. Elle est contrôlée par cet autre fait : il n'y a pas de restes végétaux. Ce fait n'est pas dû à une disparition des corps végétaux, mais bien à leur absence, car, quand une parcelle végétale a été englobée accidentellement dans les aliments, elle se retrouve avec ses caractères propres dans les coprolithes. — La régularité du régime est prouvée par la constance et l'abondance des débris musculaires rencontrés, à l'exclusion de tous les autres, dans les coprolithes de tailles les plus différentes.

§ 2. — La chair mangée est cisaillée au moins au même degré que la nourriture d'un phoque actuel.

Le degré de mastication des fibres musculaires est spécifié par la grandeur des fragments de fibres. Les morceaux de fibres musculaires des coprolithes de Bernissart sont plus petits que les fragments de fibres musculaires de Hareng consommées par des Otaries et surtout ils sont plus réguliers. La séparation des fibres musculaires d'un même faisceau est complète, elles sont ordinairement isolées les unes des autres.

§ 3. — L'animal écartait de sa nourriture les écailles et les os. — Il épluchait sa nourriture.

L'animal de Bernissart écartait de sa nourriture les écailles et les os. Il épluchait sa nourriture ou il la choisissait avec un soin extrême. — L'absence des écailles est totale. On ne trouve jamais d'écailles dans les coprolithes dominants. Cette disparition n'est pas le résultat d'un broyage parfait, le sable produit par la trituration parfaite des écailles se trouverait réparti dans toute la masse. Comme les morceaux d'écailles résistent à l'action des sucs digestifs, l'animal ne trouvait donc pas d'écailles dans ses aliments ou bien il savait les éviter. — L'absence des os est moins complète. On a observé quelques rares fragments macroscopiques, tandis que l'un indique pour l'être mangé une mâchoire de poisson, l'autre spécifie un os de reptile, ou un tendon ossifié, et probablement un débris d'Iguanodon. Les fragments osseux microscopiques sont peu nombreux, très petits. Ils

indiquent bien plutôt une ingestion accidentelle que le broyage très fin qui eut réparti l'os dans toute la masse. Les os ne sont donc pas ordinairement absorbés. Après avoir subi l'action des sucs digestifs et la fossilisation, ils agissent encore sur la lumière polarisée à la manière des os frais. Ces parcelles osseuses sont infiniment plus petites que le sable osseux provenant des arêtes de Hareng mangé par les Otaries.

Les canalicules osseux n'étant pas corrodés, les sucs digestifs de l'animal de Bernissart sont moins acides que ceux des Canidées quaternaires.

§ 4. — L'animal de Bernissart ne mangeait ni les poissons osseux ni les petits reptiles. — Il consommait des masses musculaires plus volumineuses.

L'animal de Bernissart ne consommait pas pour son alimentation les poissons osseux de ce gisement qui nous sont connus, car tous ont de nombreuses écailles et de nombreuses arêtes qui en rendent l'épluchage impossible. L'absence d'os écarte de même les petits reptiles, la salamandre, les crustacés, car l'unique lamelle chitineuse rencontrée spécifie par sa rareté même son caractère accidentel. Il ne reste donc que les gros poissons ganoïdes, à la condition toutefois que leur peau fut enlevée, les Crocodiliens et les Iguanodons. Le coprolithe ayant un volume notable, l'animal de Bernissart devait employer pour son alimentation des masses musculaires d'un certain volume.

§ 5. — Il ne laissait pas traîner sa nourriture sur le sol en la mangeant.

L'absence de sable et l'absence presque complète de débris végétaux dans les coprolithes impliquent que l'animal ne laissait pas traîner sa nourriture sur le sol en l'avalant (1).

§ 6. — L'émission des crottins était très indépendante de l'émission des masses urinaires.

Chez l'animal de Bernissart, l'émission des crottins était très distincte de l'émission des produits urinaires, car on ne voit rien qui rappelle ces produits, pas même un vide correspondant à leur disparition totale. Il n'a été trouvé aucune trace d'urates dans les nombreux échantillons étudiés. Ils n'entouraient pas le crottin et ne l'accompagnaient pas à chaque émission. Le crottin était émis très consistant, peu déformable, très sec. Cette consistance est établie par l'absence de déformation, par les ruptures transverses produisant des disques, libérant des extrémités. La sécheresse relative est établie par l'absence de revêtement poussiéreux, sableux ou végétal.

(1) Les crottins des crocodiles du Jardin Zoologique d'Anvers montrent la sciure de bois et les poils des félins des cages voisines que le vent apporte dans leur box.

§ 7. — L'animal était au moins aussi gros qu'un gros chien. — Il a été représenté à Bernissart par des individus de tailles différentes.

Le volume du coprolithe implique un animal d'une certaine taille, au moins aussi volumineux qu'un très gros chien, et probablement notamment plus gros puisqu'il s'agit de reptiles. Il y avait des animaux de tailles variables, certains pouvant même devenir petits. L'animal de Bernissart pullulait ou était relativement nombreux dans la région du célèbre gisement.

B. — INDICATIONS QUI DÉCOULENT DE CES HABITUDES BIOLOGIQUES POUR L'ATTRIBUTION ZOOLOGIQUE DE CES RESTES COPROLITHIQUES

§ 8. — Il faut exclure les herbivores. — Conséquences.

Le régime alimentaire de l'animal de Bernissart étant reconnu comme carnassier, il faut exclure les herbivores. Cette condition exclut les Iguanodons si l'alimentation de ces animaux a bien été celle que l'usure de leurs dents semble indiquer, celle qui a été admise par les zoologistes depuis Cuvier. La taille des coprolithes de Bernissart est petite pour être celle des fécès attribuables à ces grands animaux, surtout si on admet qu'ils ont été herbivores. Les coprolithes des Ichthyosaures qui sont des ichtyophages, sont déjà beaucoup plus volumineux que ceux qui ont été trouvés à Bernissart.

§ 9. — Il faut exclure les animaux à dents écartées. — Conséquences.

Il faut exclure également tous les animaux à dents écartées et tous ceux qui mangent gloutonnement. Cela résulte du fait qu'il n'y a ni écailles ni os. Ces derniers n'y sont qu'en très faible quantité et représentés par des parcelles minuscules. *Goniopholis* et *Bernissartia* sont donc écartés, à plus forte raison en est-il de même pour tous les autres reptiles, pour les batraciens et pour les poissons de la faune de Bernissart.

L'état broyé des fibres musculaires trouvées dans les coprolithes impose à l'animal de Bernissart des dents mâchantes, rapprochées les unes des autres, avec un degré de serrage équivalent ou supérieur à celui de nos phoques. Cette caractéristique limite l'attribution zoologique de ces restes à un reptile qui, d'après la faune connue de cette époque, ne peut être qu'un Dinosaurien.

§ 10. — Conséquences résultant du fait que l'animal épluchait sa nourriture en la mangeant.

De même, pour ne pas laisser traîner sa nourriture sur le sol pendant qu'il la mange et pour l'éplucher, l'animal de Bernissart devait posséder une grande mobilité relative des membres antérieurs et du cou. L'animal devait se dresser pour avoir la libre disposition de ses membres antérieurs comme organes rétenteurs, ou bien, dans le cas contraire, le cou était particulièrement long ou mobile. D'après ce que l'on connaît des pattes antérieures des reptiles secondaires, l'animal de Bernissart ne pouvait éplucher sa nourriture qu'avec la partie antérieure de sa bouche. Ces deux ordres d'indications spécifient *Reptile Dinosaurien*. Chez ces êtres, en effet, la station bipède qui libère les membres antérieurs est fréquente. Quelques-uns ont une différenciation nettement accusée entre les pièces dentaires, bec ou incisives du devant de la bouche et les dents maxillaires, les premières étant préhensives, les autres formant une bande serrée vers le fond de la bouche.

§ 11. — Ne pouvant conclure directement que les Iguanodons ont été ces carnassiers, il faut conclure actuellement que les restes squelettiques du Dinosaurien, auteur des coprolithes dominants de Bernissart, n'ont pas été retrouvés.

Les seuls Dinosauriens abondamment représentés à Bernissart sont les Iguanodons. On serait donc ramené à la première attribution zoologique qui a été proposée, mais alors le régime alimentaire des Iguanodons aurait été autre que celui qui leur a été attribué d'après l'usure de leurs dents. Nous n'avons pas d'éléments directs pour établir que les Iguanodons ont été carnassiers. Il n'a pas été trouvé dans leurs nombreuses carcasses de fécès qui leur soit attribuable et qui corresponde aux coprolithes dominants. M. Dollo ne connaît pas à l'époque de Bernissart d'autre Dinosaurien répondant aux particularités que j'ai spécifiées. La seule indication qu'il ait recueillie dans ce sens est la découverte d'une phalange de Mégalosaure. Il faut donc s'arrêter à ce résultat :

Les coprolithes de Bernissart proviennent d'un reptile dinosaurien, carnassier, se dressant, à col mobile ou très long, à région dentaire antérieure préhensive, à région dentaire postérieure mâchante serrée. Consommant exclusivement de grandes masses musculaires, il s'alimentait bien plutôt de cadavres de reptiles à peau nue que de proies vivantes.

CHAPITRE XIII

Conditions dans lesquelles les coprolithes ont été déposés et fossilisés.

SOMMAIRE

§ 1. — Il s'agit de crottins complets rejetés hors du corps.
§ 2. — État de ces crottins lorsqu'ils ont été abandonnés.
§ 3. — Ils ont été abandonnés sur un sol sec.
§ 4. — Leur reprise par l'eau. — Ils ont généralement subi un court flottage.
§ 5. — Qualités spéciales de l'eau réceptrice.
§ 6. — Qualités spéciales du dépôt récepteur.
§ 7. — Talus houillers et argileux à proximité de l'eau réceptrice.
§ 8. — Résumé de quelques expériences sur la destruction de divers types de crottins.

---

§ 1. — Il s'agit de crottins complets rejetés hors du corps.

Les fécès fossilisées qui sont devenues les coprolithes dominants de Bernissart sont des crottins complets rejetés hors du corps de l'animal qui les a produits. Ce fait est établi par la constance de leur forme. Contrairement à ce qui a lieu pour les fécès encore enfermées dans l'intestin grêle et même dans le début du gros intestin, cette forme est solide, achevée. Il y a même une opposition très nette entre les deux extrémités, la terminale étant amincie par son passage à travers la filière anale. De plus, ces objets ont été rencontrés dans l'argile en dehors des squelettes et il n'en a pas été trouvé dans les squelettes mêmes.

§ 2. — État de ces crottins lorsqu'ils ont été abandonnés.

Ces crottins ont été émis très consistants, au moins aussi consistants que ceux d'un chien et avec une puissance adhésive intérieure plus grande. En effet, même après un séjour sous l'eau et un enfouissement dans une argile qui s'est contractée en se solidifiant, la section transverse du crottin reste presque circulaire, ou seulement déprimée sur sa génératrice inférieure. L'objet n'est généralement pas tronçonné en segments. On verra un peu plus bas pourquoi j'ajoute que ces crottins ont été émis très secs.

La rareté des coprolithes moyens entiers n'autorise pas à dire que le crottin a été brisé

ou décomposé en segments pendant l'émission ni par le fait de sa chute sur le sol. Les pièces sont incomplètes parce qu'elles sont brisées accidentellement (1). Elles ont été recueillies sur le terris déjà ouvertes, incomplètes. Les ruptures correspondantes aux sillons des segments, et les cassures transverses se reconnaissent nettement. Elles sont rares. Des ruptures étaient donc possibles. Elles n'étaient pas habituelles. La hauteur de chute du crottin était faible, car il n'y a pas à sa surface, ou du côté de son extrémité initiale, de facette déprimée nettement marquée, comme il arrive lorsque la hauteur de chute est relativement grande.

§ 3. — Ils ont été abandonnés sur un sol sec.

Comme faits très favorables à la possibilité d'une émission directe des crottins dans l'eau, on doit remarquer que ces crottins n'ont que bien rarement des parcelles végétales ou sableuses collées sur leur face inférieure. Ils ne sont donc pas tombés sur un sol poudreux ou couvert de végétation lorsqu'ils ont été émis. Ils n'ont pas non plus roulé sur le sol lorsqu'ils étaient frais ou réhumectés par les pluies, ou atteints par la crue des eaux voisines. Ils ne sont pas couverts d'éclaboussures terreuses comme celles que la pluie provoque sur les sols facilement meubles (2). Les crottins directement émis dans l'eau présentent bien toutes ces particularités des échantillons de Bernissart. Il en est de même de l'absence de traces de coprophages.

D'autre part, cette émission directe des crottins dans l'eau s'accorde mal avec les faits suivants :

1. Le crottin n'est pas amolli. Son attitude est moins affaissée que celle d'un crottin de phoque émis dans l'eau et posé sur le fond d'un bassin. Elle est moins affaissée que celle d'un crottin de chien émis très sec mais placé, immédiatement après son émission, dans l'eau lorsque ce crottin se pose sur le fond, surtout quand il a dû subir un flottage de quelques heures avant de descendre sur le fond.

2. Les fines rides de la surface du coprolithe sont plutôt celles d'un crottin de carnassier qui a été séché à l'air. Je n'ai pourtant pas vu sur les coprolithes dominants de ces fines cassures transverses qui brisent même la couche muqueuse, comme il s'en fait sur les crottins des crocodiles exposés à l'air et au soleil sur une plaque de schiste houiller.

3. Les faces naturelles de troncature, et plus encore les cassures transverses, directement en contact avec l'argile, se montrent comme ayant été solides lors de l'enfouissement et non comme amollies, plus ou moins diluées.

4. Le crottin ne s'est pas montré entouré superficiellement ni envahi intérieurement

---

(1) Très probablement par la fracturation générale de la masse argileuse.

(2) Une pluie fine peut enlever les éclaboussures terreuses projetées par une pluie battante. — Un brise-pluie évite même ces éclaboussures. (Voir les expériences rapportées, p. 115.)

par une population d'infusoires et de bactéries où les formes mobiles allongées et spirillaires sont abondantes.

5. Des corps, très altérables comme les fragments de fibres musculaires, se retrouvent dans tous les échantillons dont l'altération concomitante au dépôt tardif de limonite n'est pas trop avancée (1).

6. Un segment de gros crottin, un peu lourd, a été trouvé enchâssé obliquement dans l'argile humique, appuyant sur un morceau assez volumineux d'argile noire à lignites planté dans une attitude analogue.

7. On peut peut-être ajouter qu'on ne connaît pas jusqu'ici de Dinosaurien présentant les caractères reconnus ou signalés chez le carnassier de Bernissart et en même temps nageur. Ce dernier fait n'est, il est vrai, qu'un argument d'ignorance.

Les caractères 1 à 6 sont ceux des crottins abandonnés sur la terre ferme, séchable, résistante même. L'argument d'ignorance indirect n° 7 est également favorable à un séjour normal des crottins sur le sol émergé (2).

§ 4. — Leur reprise par l'eau. — Ils ont généralement subi un court flottage.

Mais même abandonnés sur la terre ferme, ces crottins ont été dans une station facilement envahie par l'eau où celle-ci les a repris. J'ai montré qu'ils n'ont pas été roulés sur le sol. Le crottin n'est pas sur la terre ferme séchable où il a été déposé. On ne trouve pas, en effet, sous le crottin le pédicelle terreux qui s'établit sous ces corps lorsqu'ils sont exposés à l'action des agents atmosphériques sur la terre nue séchable. J'ai montré d'autre part qu'ils ont été généralement flottés et déposés sans violence sur le fond parce qu'ils y sont ordinairement en stabilité hydrostatique quelle que soit leur forme, que l'objet soit entier, que ce soit un segment allongé ou un disque, ou encore un tortillon. Dans le même sens la face inférieure est un peu déprimée, les rides y sont effacées. Le crottin a appuyé légèrement sur cette face.

Le flottage n'a certainement pas été long, sitôt réimbibé le crottin est descendu doucement vers le fond. L'objet et ses cassures ne sont pas amollies, l'argile bute directement contre le crottin. Les cassures plus tardives faites sur l'objet amolli présentent de l'argile raréfiée localement près du point de rupture.

---

(1) Les crottins de phoque récemment arrivés sur le fond d'un bassin présentent bien des fragments de fibres musculaires, mais ces organites y disparaissent dans un espace de temps de 4 à 20 jours selon la température.

(2) Je ne cite pas comme argument favorable à ce séjour sur le sol émergé l'absence de gaîne muqueuse, car elle est souvent très difficile à mettre en évidence. Nombre d'exemples de coprolithes d'*Actinodon* et d'animaux analogues paraissent dépourvus de leur gaîne muqueuse superficielle, alors que des matières muqueuses sont très visibles entre les masses alimentaires.

§ 5. — Qualités spéciales de l'eau réceptrice.

Les eaux réceptrices de ces crottins ont été extrêmement tranquilles dans le bassin où elles les ont abandonnés. Il s'agit d'eaux brunes perdant la matière humique et l'argile colloïdale dont elle était chargée. Le dépôt brun qu'elles abandonnaient est en effet un dépôt alumino-humique amorphe qui tend à être très pur et qui est arrivé parfois à être *une argile humique* (1) et presque *un charbon humique* (2). Il y a manqué toutefois pour cette dernière transformation l'imprégnation par des matières bitumineuses l'enrichissant en carbone.

Cette eau était chargée de menues parcelles végétales fragmentaires dont certaines étaient déjà humifiées. Il s'y ajoutait des spores, des grains de pollen, des cuticules. Cette eau recevait de temps à autre une certaine quantité de troubles consistant en argile colloïdale, en fines paillettes micacées et en débris végétaux et même en très petites parcelles sableuses. A une nappe riche en matière humique succédait une bande chargée de matière minérale, de parcelles micacées, puis le dépôt s'épurait en matière minérale et redevenait un lit d'argile brune ; le phénomène recommençait lorsque de nouveaux troubles arrivaient assez brusquement. Chaque ondée a marqué ainsi sa trace dans le dépôt. Parfois les troubles arrivaient progressivement, au lieu d'arriver brusquement.

§ 6. — Qualités spéciales du dépôt récepteur.

Le dépôt produit dans les eaux, où venaient se noyer les crottins du carnassier de Bernissart, a présenté des caractères extrêmement spéciaux. C'est une matière humique plus ou moins chargée d'argile colloïdale. Elle a formé coagulum à la manière des gelées gélosiques très claires à 0.001 ou 0.002, des gelées siliceuses, alumineuses et ferriques. En se coagulant, ces gelées saisissent et immobilisent les corps légers qui y sont en suspension ou qui y tombent, les bactéries, les grains de pollen, les petites parcelles minérales qui dès lors échappent à l'action de la pesanteur. En coupe, le coagulum de l'argile de Bernissart apparaît comme une matière brun clair transparente chargée de nombreux corps bactériformes. Il est réticulé. Il soutient des corps comme des parcelles ligniteuses, des lamelles micacées, de petits fragments quartzeux, des crottins mouillés, *des lambeaux du coagulum,* des fragments d'argile solidifiés, des fragments de houille. Les spores et les grains de pollen y sont complètement affaissés. Tous ces caractères sont précisément ceux de la matière fondamentale que j'ai fait connaître dans les schistes organiques.

---

(1) Lits bruns de l'argile grise.

(2) D'après des fragments encastrés dans les échantillons.

De même aussi, ce milieu argilo-humique semble avoir possédé à Bernissart de remarquables propriétés aseptiques. Les crottins ne se sont pas décomposés dans ce coagulum comme ils le font sous l'eau ordinaire. Ils ont en effet conservé indéfiniment des restes de fibres musculaires et, de plus, les crottins n'ont pas agi sur les corps végétaux voisins (1) comme des centres d'altération.

§ 7. — Cet enfouissement s'est fait à proximité de talus ou d'affleurements houillers et argileux.

Je dois ajouter encore que l'enfouissement des crottins du carnassier de Bernissart dans le dépôt argilo-humique s'est fait près de talus où la houille était à découvert.

La présence de grains et de morceaux de houille dans les plaques d'argile qui contiennent les coprolithes est un fait assez fréquent. Je l'ai relevé 9 fois sur 188 échantillons, soit une proportion d'environ 0.05. La houille y est représentée par des fragments à angles vifs ou de très petits grains. Il ne s'agit pas de fragments de houille pris entre des morceaux d'argile grise resoudés, mais bien de grains de houille tombés dans le coagulum argilo-humique en même temps que les spores, les lignites, le mica et les crottins. Les plus petits de ces fragments de houille sont de simples poussières apportées par le vent comme dans les plaques chargées de sable de houille, les autres ont l'allure de morceaux éboulés et brisés.

D'autres talus ont de même laissé tomber lors de la formation de l'argile grise d'abord une argile noire chargée de lignite fragmentaire (2), ou des morceaux d'une roche argileuse brune humique qui sont des morceaux remaniés d'une sorte de schiste organique (3).

§ 8. — Résumé de quelques expériences sur la destruction de divers types de crottins actuels.

α. — Conditions dans lesquelles ces expériences ont été faites.

Les expériences dont je vais présenter le résumé à titre d'indication documentaire ont été faites à Lille. Les objets étaient exposés aux agents atmosphériques sur la grande terrasse du Laboratoire de Botanique de la Faculté des sciences. Elles ont été commencées en mai 1899 et toutes celles qu'il y a lieu de suivre sur une très longue période se poursuivent encore.

Par son emplacement, la terrasse est très exposée au vent, celui-ci y forme des tourbillons violents. La température estivale s'est élevée à 32-38°. Un thermomètre à maxima exposé au soleil dans un pot de terre sur la même table a marqué 46°. L'hiver, la température s'est abaissée jusqu'à -17°. Par suite de

(1) Sur les spores par exemple.
(2) Echantillon (25 R 26 R).
(3) Echantillon (85 Bl).

l'ombre portée par les bâtiments du voisinage, les rayons directs du soleil qui atteignent la table d'exposition à partir de 8 h. 30 en été n'y arrivent que vers 2 heures seulement à l'époque du solstice d'hiver.

Les crottins mis en expérience étaient principalement des crottins de chien, de cheval, de lapin, de canard et de poulet. Pour chaque sorte de crottins, on plaçait plusieurs exemplaires dans des pots à fleurs bien drainés sur de la *terre argileuse nue* (1). Une série de ces pots était protégée par un brise-pluie (2). D'autres étaient exposés dans des soucoupes vernissées ayant 90mm de diamètre et 20mm de creux. L'eau y séjournait après la pluie jusqu'à évaporation complète. Il y avait enfin des crottins placés dans des bocaux de 120 à 150mm de diamètre et de 300mm de hauteur pleins d'eau et dont l'eau était périodiquement ramenée à l'embouchure du bocal par un remplissage. On évitait d'agiter le liquide restant lorsqu'on exécutait cette opération (3). Pendant l'hiver, ces objets exposés en eau tranquille devaient être rentrés dans une salle du Laboratoire où la température n'est jamais descendue au-dessous de -5°. Il s'y formait des glaçons, mais il n'y a jamais eu prise complète, les bocaux n'étaient alors éclairés que par une baie exposée au nord. Tous les bocaux qu'on a laissés dehors dans la période hivernale ont été brisés et les expériences arrêtées (4).

Bien qu'il n'ait été pris aucune précaution pour les écarter, les oiseaux et les insectes coprophages ne sont pas intervenus pour accélérer la destruction de ces crottins au cours de leur exposition.

β. — Crottins immergés.

Lorsque le crottin de carnassier est émis directement dans l'eau, ou lorsqu'il y est porté tout fraîchement émis, ou bien il tombe de suite au fond, ou bien il s'élève à la surface. Quand il descend de suite au fond, il y arrive plus ou moins brutalement, mais sans se briser. S'il est remonté à la surface, le crottin ne tarde pas à s'enfoncer et, en 24 à 36 heures, il est descendu très doucement sur le fond. Le crottin arrive donc entier sur le fond, sans parcelles sableuses, mais un peu amolli. Il s'affaisse sur sa face inférieure en pressant sur le fond résistant. Sa gaîne muqueuse est très gonflée. Les jours suivants, le travail bactérien se continue très intense dans la masse fécale. Les fragments de fibres musculaires disparaissent totalement dans une période de quatre à dix jours selon la température (5). Les fibres élastiques du tissu conjonctif sont plus résistantes, on peut en retrouver après trente jours de macération, alors que la masse très ramollie est envahie intérieurement par des bactéries mobiles très allongées, spirillaires et par de nombreux infusoires. Dès le premier jour, la gaîne muqueuse est toute pleine de bactéries bacillaires. Un peu plus tard, la surface du crottin est une sorte de mucosité très diluée où pullulent des bactéries très mobiles et des infusoires variés. Si le bocal est éclairé, l'eau de pluie employée s'emplit de *Chlamydomonas* qui se répandent partout, puis qui viennent former un voile gélatineux sur les parois, sur le fond et sur les crottins. En deux mois, les crottins de chien et de chat forment des masses très affaissées cachées par des membranes d'algues vivantes où domine le Chlamydomonas. Ils s'effondrent au moindre contact. Les os y sont inaltérés, les poils, les parties cornées ou chitineuses, les résidus végétaux ingérés accidentellement ou exceptionnellement, les épidermes, vaisseaux lignifiés, y sont reconnaissables. A l'abri de son manteau d'algues, l'écroulement du crottin se poursuit alors très lentement; six à huit mois plus tard, il forme

---

(1) Chaque vase recevait un ou deux crottins. Dans le cas des excréments de lapin on mettait six pelotes par vase exposé.

(2) Les brise-pluie étaient faits par une bande de mousseline tendue à 10 centimètres au-dessus du bord des pots à fleurs et ayant la largeur de l'embouchure de ces pots.

(3) L'eau employée était l'eau de pluie.

(4) Je n'ai pas d'expériences comparatives sur la destruction des crottins en eau courante.

(5) Beaucoup de crottins de carnassiers sont déjà dépourvus de fragments de fibres musculaires lorsqu'ils sortent de l'intestin. Par contre, ils contiennent des cellules épithéliales isolées. Celles-ci disparaissent en deux à six jours.

encore une masse nettement saillante qui est un amas de bactéries et d'infusoires et de débris résistants. Quand le bocal est faiblement éclairé, le développement des Chlamydomonas est beaucoup plus restreint. Le voile d'algues ne se forme pas. L'eau est chargée de bactéries et d'infusoires dans toute sa masse. L'effondrement du crottin sur le fond est accéléré, il se fait en dix à vingt semaines. La destruction des crottins de canard et de poulet dans les mêmes conditions diffère peu de celle des crottins de carnassiers. Elle est un peu plus hâtive. De même que les crottins de carnassiers, les crottins de ces oiseaux descendent rapidement au fond de l'eau.

Le flottage des crottins d'herbivore peut être très long, huit jours pour des crottins frais jusqu'à trois semaines pour des crottins qui ont été séchés antérieurement.

Ils arrivent donc toujours très doucement sur le fond, légèrement amollis. Leur affaissement est d'abord très faible. Ici aussi il y a un grand développement de Chlamydomonas et formation de voiles d'algues sur le crottin, mais celui-ci reste beaucoup plus résistant. Sa masse est une culture de bactéries et d'infusoires variés avec des débris végétaux diversement altérés, et elle conserve ce caractère pendant quinze à dix-huit mois. Dans les périodes où on affaiblit l'éclairement, tous les voiles d'algues s'accumulent sur le fond, ils pâlissent, la végétation des algues vertes et bleues reprend avec l'éclairement.

On peut trouver des filaments mycéliens à cellules courtes en forme de levure, isolées ou en chaîne dans le manteau gélatineux posé sur le crottin effondré (1).

Lorsque les crottins sont abondants eu égard à la proportion d'eau qui les baigne, celle-ci se colore en brun et devient un purin. Les Chlamydomonas y forment encore des voiles qui entourent les objets. A la surface de l'eau, il se développe une épaisse couche muqueuse pleine de bactéries variées, d'infusoires et de champignons.

Par une exposition dans l'eau éclairée, sans sédimentation enfouissante, la matière fécale se revêt d'une épaisse couche d'algues en même temps qu'elle s'effondre lentement sous son poids.

γ. — Crottins exposés sur la terre argileuse nue mais bien drainée.

La résistance aux agents atmosphériques des crottins, exposés sur la terre argileuse nue mais bien drainée, est extraordinaire. Après vingt-huit mois d'une exposition continue, les divers types de crottins ne sont pas détruits. Ils sont même reconnaissables avec leurs caractères spéciaux.

Quand l'exposition sur la terre argileuse débute dans une période de très beau temps le crottin sèche, sa couche muqueuse superficielle se solidifie en une sorte de pellicule cornée. Les décompositions bactériennes intérieures s'y ralentissent beaucoup. C'est vers le bas du crottin, près du sol, que l'humidité persiste le plus longtemps. La masse fécale contient une grande quantité d'éléments bactériens courts qui revivent dès qu'on les met dans l'eau. Il y a de très nombreuses spores mêlées à tous les résidus alimentaires. Les fragments musculaires persistent reconnaissables et, si la dessiccation a été assez rapide, les cellules épithéliales se retrouvent encore. Les parasites eux-mêmes peuvent être préservés comme dans les fécès de Salamandre et de Crocodile rapidement séchés. Il ne se développe pas de végétation mucoréenne à la surface du crottin. La face inférieure du crottin présente déjà quelques parcelles terreuses adhérentes s'il n'a pas été émis très sec, mais elle n'est pas collée au sol et le vent a facilement prise sur le crottin. C'est surtout le cas lorsque l'objet séché est devenu très léger eu égard à son volume comme les crottins de lapin et plus encore ceux du cheval. Il y a donc pour les crottins d'herbivores la possibilité d'un roulage sur le sol qui tendra à les briser mécaniquement.

---

(1) Dans ces expériences, l'intervention des poissons était éliminée.

A la première période de pluie suffisante, la matière muqueuse superficielle du crottin est regonflée et sous l'action lavante de la pluie une petite partie est entraînée jusqu'au sol. Il s'établit une nappe adhésive entre le sol et la face inférieure du crottin. En *séchant par la suite, le crottin se trouvera collé au sol par ce mucus.* Il *ne pourra plus s'enlever à l'état sec sans entraîner des parcelles terreuses sur sa face inférieure.* Dès la première pluie aussi, le crottin peut être *éclaboussé de parcelles terreuses* et *même partiellement enfoncé dans la terre s'il s'agit de petites pelotes* comme celles des lapins (1). Le crottin étant réhumecté plus ou moins profondément par cette première pluie, la décomposition bactérienne reprend dans la partie mouillée selon son degré d'humidité.

La période de beau temps qui vient après amène une nouvelle dessiccation et un nouvel arrêt du travail bactérien, mais le crottin, collé au sol ou même partiellement enfoui, reste en place et le vent n'enlève plus guère que les gros crottins arrondis du cheval.

Ces faits vont se répétant, ce qui amène la consolidation de l'attache du crottin au sol en même temps qu'on voit se produire, sous chaque crottin, une *petite éminence tronc conique* que surplombe le crottin à la manière des pyramides de terre de Ritten près Botzen avec leurs chapeaux imperméables. Il faut une longue pluie pour humecter jusqu'au centre un crottin séché, cela dépend du calibre de l'objet. Le crottin d'herbivore est beaucoup plus difficile à pénétrer que celui du carnassier. Le crottin pailleux du cheval en domesticité est extrêmement difficile à mouiller. Une pluie de vingt-quatre heures ne pénètre pas jusqu'au centre lorsqu'il a subi trois mois d'exposition estivale (mai-août 1899). Lorsqu'ils sont mouillés, les crottins sont pleins de bactéries actives. Ce sont exclusivement des formes courtes quand l'objet est récent. Les formes allongées et les infusoires se montrent peu à peu en vieillissant. Lorsqu'ils sont secs, ils contiennent beaucoup de spores bactériennes, mais la masse, quoique séchée, se montre bien vivante dès qu'on la met au contact de l'eau. La persistance des fibres musculaires dans ces conditions peut être très longue, *de mai à octobre.* Peu à peu les divers éléments résiduels figurés cessent d'être reconnaissables. Les urates disparaissent de la surface des crottins d'oiseaux. A aucun moment, on ne trouve de revêtement de moisissures sur les crottins ainsi exposés.

Par ces lavages suivis de dessiccations répétées, la couche muqueuse des crottins de carnassier s'amincit et disparaît, les sillons muqueux intérieurs s'ouvrent, le crottin tend à se fendre transversalement et obliquement en segments, mais toutes les parties sont encore en place au sommet du pédoncule terreux. Sur les crottins de canard et de poulet, l'amincissement de la couche muqueuse est général, le crottin est cassé. Sur les crottins d'herbivore, la persistance de la couche muqueuse est beaucoup plus longue, la partie non enterrée d'un crottin de lapin la présente encore en octobre. A l'entrée de l'hiver, sur un crottin de cheval, la couche muqueuse brisée par un réseau de fractures de retrait consiste en plaques écailleuses soulevées sur les bords.

Pendant les périodes humides de l'hiver, les dessiccations étant beaucoup plus lentes, les décompositions bactériennes rattrapent par leur continuité ce qu'elles perdent en intensité par suite de l'abaissement de la température.

Quand il gèle les actions bactériennes sont suspendues. Si le crottin a été surpris mouillé, l'eau qu'il contient gèle et tend à écarter un peu ses parties. Au dégel les sillons s'ouvrent davantage. Les crottins de carnassiers sont ainsi très nettement ouverts, en segments, en lobes ou en pelotes, qui rappellent leur constitution initiale. Les crottins d'oiseaux sont fendus en plusieurs morceaux irréguliers. Les crottins de lapin, même non enterrés, demeurent intacts, les crottins du cheval ne sont pas ouverts, leur pellicule muqueuse est seule plus écaillée.

---

(1) Sur des plaques poreuses, ces faits d'éclaboussage et d'enfouissement ne se produisent pas.

A la fin du premier hiver, au commencement d'avril, le crottin de carnassier est porté par une colonne de terre de 7 à 15 millimètres à laquelle il est collé. Il est segmenté en morceaux écartés. Les morceaux d'os, les lames cornées, *les poils* s'isolent et sortent de la pâte. Certaines parties blanchissent. La masse est encore formée d'une pâte bactérienne avec nombreuses spores et des infusoires. Sur la surface il y a des algues variées, des rotifères, des vers inférieurs, des anguillules. Le crottin d'oiseau est brisé en menus morceaux plus irréguliers. Le crottin de lapin est enfoui dans la surface de la terre. Le crottin de cheval repose sur son pédoncule terreux. Sa couche muqueuse est largement écaillée par place, laissant voir sa masse pailleuse intérieure. Celle-ci est encore jaune ou grisaillée, les algues vertes et bleues commencent à l'envahir (1).

Pendant la seconde année d'exposition, le crottin de carnassier continue de blanchir, il s'éboule. Quelques-uns de ses morceaux s'enfouissent. La principale résistance à l'enfouissement vient du manteau d'algues qui s'est développé sur la terre et sur lui-même. La masse est encore une pâte bactérienne mêlée de détritus inattaqués, os, poils, chitine. Le crottin d'oiseau est en petits fragments enterrés dans la surface du sol et dans la pellicule d'algues. Les crottins de lapin sont cachés par la terre et le manteau d'algues, leurs débris végétaux s'humifient. Le crottin de cheval a sa surface écaillée, sa paille se désagrège brin à brin et tend à se répandre autour de lui, elle s'humifie.

On a dû supprimer les plantes qui venaient germer sur la terre à côté des crottins. La sécheresse estivale tuait celles qu'on laissait se développer comparativement dans des pots témoins.

Dans ces conditions d'exposition à l'air, *au milieu des habitations d'une grande ville industrielle,* la destruction des crottins est extrêmement lente. Les excréments de carnassiers exigent au moins deux années pour disparaître. Ceux d'herbivores résistent davantage. A part la gelée, les autres causes de destruction venant des agents atmosphériques, sont infiniment moins efficaces que le *piétinement* et la *visite des coprophages.* Les petits crottins peuvent être enfouis directement par la pluie.

Le crottin exposé sur la terre nue résiste longtemps aux agents atmosphériques. Il se colle au sol et prend une face chargée de particules terreuses. Il tend à être porté par une colonne terreuse. Sa surface s'écaille. Le crottin de carnassier ou d'oiseau se brise. Celui d'herbivore se décortique. Un brise-pluie conserve longtemps la surface intacte. Il n'y a pas formation de pédicelle. Le coprolithe intact dans sa forme finit par se recouvrir d'un manteau d'algues à la fin de la seconde année.

δ. — Influence d'un brise-pluie.

Quand on les expose sous un brise-pluie sur la terre argileuse nue, les crottins résistent bien davantage. Ils n'adhèrent au sol que très lentement, ou même ils ne s'attachent pas. Ils ne sont pas souillés par la terre éclaboussée. Les dessins de leur surface demeurent nets et très frais. Leur pédoncule terreux ne se forme pas ou il s'établit lentement après des périodes de très longues pluies. Le crottin ne se coupe que très lentement sous les actions de la sécheresse et de la gelée. Les petits crottins de lapin ne s'enterrent pas. Ces crottins ne se couvrent pas non plus de moisissures. Pendant la seconde année, le crottin, tout en conservant sa forme fraîche, se couvre d'une pellicule d'algues vertes et bleues. A la fin de la seconde année, les crottins de carnassiers et d'oiseaux sont conservés dans leur forme. Ils commencent seulement à se fendiller.

---

(1) Quand l'exposition des crottins commence en octobre l'altération des résidus figurés intérieurs est rapidement amenée au même état que dans les pièces exposées depuis le mois de mai à cause de la persistance de l'humidité, mais même alors le moisissement de la surface ne se produit pas.

ε. — Crottins sous de très grandes cages vitrées.

Lorsque les crottins sont exposés sous de très grandes cages vitrées qui suppriment l'action de la pluie et celle du vent, le crottin peut aussi sécher complètement dès le début, mais cette dessiccation est plus lente que pour les crottins non abrités. Si le crottin est gros, *chargé d'eau*, il pourra se produire de suite, avant la première dessiccation, une poussée de champignons mucoréens et mucédinéens. Que cette poussée se soit produite ou non dès que l'air contenu dans la cage devient suffisamment humide, la couche muqueuse solidifiée se couvre de moisissures. Il se fait un feutrage mycélien portant des sporanges sur des filaments dressés. Il est tout couvert de spores ainsi que la terre ou la faïence voisine. Pendant les périodes de sécheresse, la végétation des moisissures est arrêtée, elle ne donne de nouvelles poussées que quand l'air devient très humide, presque à saturation. Les décompositions bactériennes interrompues par la première dessiccation ne reprennent que très exceptionnellement dans la surface, les fragments de fibres musculaires s'y retrouvent après trente mois.

Le crottin, abandonné à l'air, non lavé par la pluie, résiste plus de trois ans mais il est recouvert d'un feutrage mycélien et de spores.

ζ. — Crottins dans des tubes clos.

Quand les crottins se sont trouvés enfermés dès le début dans une atmosphère confinée très restreinte, il se développe une abondante végétation mycélienne sur leur surface, les décompositions bactériennes y sont très intenses, surtout quand la température est un peu élevée. Les éléments figurés, facilement altérables comme les fibres musculaires, disparaissent en quelques jours.

En vase clos, le crottin liquéfie toutes ses parties facilement attaquables.

η. — Crottins exposés dans des soucoupes imperméables peu profondes.

Les crottins exposés dans des soucoupes peu profondes sont beaucoup plus rapidement détruits que sur la terre nue et drainée. Là aussi l'expérience peut débuter par une période initiale de dessiccation intense précédant la première pluie. Celle-ci agit comme sur la terre drainée, mais avec une intensité plus grande de l'éclaboussement. Tout cependant se borne à un lavage, car il n'y a pas projection de parcelles terreuses. Après l'ondée, l'eau qui est restée dans la soucoupe entretient l'humidité du crottin. La période d'activité des décompositions bactériennes est donc étendue aux dépens de la durée des périodes de dessiccation ou de repos. La disparition des corps figurés altérables y est par suite beaucoup plus rapide. La sécheresse arrive et avec elle le repos du travail bactérien. Viennent ensuite des alternances de pluie et de dessiccation. Ces dernières périodes étant raccourcies, la fissuration et l'écroulement du crottin sont accélérés. Dans la période des pluies, alors même que la température est plutôt froide, six à huit semaines suffisent pour ouvrir les sillons d'un crottin de carnassier. Les fragments tombés côte à côte forment un monticule sableux qui tend plus tard à s'éparpiller par la pluie et à se couvrir d'une pellicule d'algues. L'éboulement des crottins de canard est encore plus complet. Le crottin de lapin est infiniment plus résistant, même après une année ils ne sont pas encore détruits. Le crottin du cheval a seulement sa surface muqueuse craquelée et écaillée.

Quand la gelée agit sur des crottins de carnassiers exposés dans des soucoupes, la destruction peut devenir très rapide. Il suffit qu'il reste de l'eau dans la soucoupe au moment de la gelée. Deux ou trois

périodes de gelées suffisent pour fragmenter le crottin et le briser en un sable grossier. Il en est de même des crottins d'oiseaux. Ceux de lapin résistent beaucoup plus longtemps, à la fin de l'hiver leurs parcelles végétales forment pourtant une lame étalée sur le fond de la soucoupe. Le crottin du cheval a sa surface partiellement décortiquée, le vent l'a souvent enlevé et roulé hors de la soucoupe.

Dans une soucoupe imperméable où ils ne sont jamais que partiellement immergés, la destruction des crottins est rapide surtout quand ils ont à supporter des périodes de gel et de dégel répétées en présence d'une mince nappe d'eau. Ces alternatives déterminent la rupture et l'éboulement des fécès des carnassiers et des oiseaux. Les fécès d'herbivores sont effritées à la surface et reposent bientôt sur un mince lit pailleux.

CHAPITRE XIV

Conclusions.

SOMMAIRE

§ 1. — Ce que sont les coprolithes dominants de Bernissart. — Leur attribution zoologique.
§ 2. — Conditions dans lesquelles ces crottins ont été abandonnés.
§ 3. — Comment ils ont été entraînés par l'eau et noyés.
§ 4. — L'eau brune.
§ 5. — Le dépôt gélatineux. — L'argile grise produite.
§ 6. — Absence de matières bitumineuses. — Conséquences.
§ 7. — Chimisme du coprolithe. — La limonite et les figures tardives qu'elle introduit.
§ 8. — Ce qu'est la gaîne ferrugineuse.
§ 9. — État de conservation des débris digérés. — Les bactéries de la pâte fécale.
§ 10. — Étapes de l'effacement de la structure du coprolithe.

---

§ 1. — Ce que sont les coprolithes dominants de Bernissart. Leur attribution zoologique.

Les coprolithes dominants de Bernissart sont des fécès fossilisées sans mélange d'urolithes et sans aucune indication de produits urinaires.

Ils proviennent d'un carnassier d'assez grande taille dont le régime alimentaire normal comportait l'absorption de chair musculaire débarrassée des os et de la peau de l'animal mangé. Ses proies avaient donc un assez grand volume et pas d'arêtes ossifiées.

Ces résultats sont établis par la constatation de fragments de fibres musculaires conservées dans leur forme et leur striation, par l'absence constante d'os, d'écailles et de débris végétaux. Ils ont été contrôlés et confirmés par les résultats de l'analyse chimique. Comme dans les fécès de carnassiers, la matière fixe contient beaucoup de phosphate calcique avec une très faible quantité de silice.

Il n'y a pas été trouvé d'œufs de parasites.

Malgré des variations étendues de taille *et même de forme pour les plus petits coprolithes*, tous les échantillons se rapportent à un même type zoologique dont l'alimentation a été remarquablement constante.

Dans l'état actuel de nos connaissances paléontologiques, la première attribution

zoologique qui a fait de ces coprolithes *des déjections d'Iguanodons,* ne peut être maintenue. Pour la reprendre, il faudrait établir que, malgré le mode d'usure de leurs dents, les Iguanodons ont été carnassiers. Il faudrait par exemple trouver *à plusieurs reprises* entre leurs dents des débris animaux broyés, ou encore, trouver dans leurs carcasses des déjections comme les coprolithes que j'ai décrits. Cette constatation n'a pas été faite sur les 22 individus dégagés.

La constitution très spéciale des coprolithes dominants de Bernissart impose leur attribution à un Dinosaurien à pièces buccales différenciées. Les antérieures préhensives, coupantes ou arrachantes, les postérieures mâchantes ou au moins cisaillantes, serrées. L'animal tenait ou maintenait ses aliments et les épluchait. Il était représenté par des individus de tailles variées. Ces caractères existent bien chez les Iguanodons. Ils sont même les seuls animaux actuellement connus de la faune de Bernissart qui les réunissent tous. Cela explique la première attribution zoologique qui a été faite de ces restes et les hésitations qui se sont produites sur le régime normal de ces animaux que l'on a fait herbivores et parfois piscivores selon la contradiction des restes figurés, accidentellement mêlés aux déjections qu'on leur attribuait. Ces caractères toutefois ne suffisent pas à spécifier que c'est nécessairement le genre *Iguanodon* qui est l'auteur de ces coprolithes à l'exclusion de tout autre genre de Dinosauriens. *Il aurait donc existé dans la région de Bernissart, à l'époque des Iguanodons, d'autres reptiles carnassiers d'assez grande taille dont les débris squelettiques n'ont pas été rencontrés dans la fouille de 1879-1882* (1).

Il y a lieu de rapprocher de ce résultat une découverte très importante que M. le conservateur L. Dollo vient de publier (2). Ce savant a trouvé, parmi les ossements de Bernissart, une phalange caractéristique du genre *Megalosaurus*, venant probablement du *Megalosaurus Dunkeri*. Les Mégalosaures sont des Dinosauriens à station bipède comme les Iguanodons, mais ils sont moins grands que les Iguanodons des mêmes gisements (3). De tous les Dinosauriens, les Mégalosaures sont les plus agiles et ils étaient très certainement exclusivement carnivores. Leurs dents postérieures serrées, forment une bande cisaillante, irrégulière sans doute, mais continue, en opposition avec le système des dents antérieures. Le *Megalosaurus Dunkeri,* nourri de la chair des Iguanodons, est-il donc l'auteur des coprolithes dominants de Bernissart? Si le régime alimentaire exclusivement carnassier rend cette attribution beaucoup plus acceptable que celle qui les avait rapportés

---

(1) En opposition avec ce fait, il faut remarquer que les deux formes de crocodiliens connues à Bernissart, *Goniopholis* et *Bernissartia,* bien que représentées par un petit nombre d'individus, ont laissé, l'une et l'autre, des coprolithes.

(2) L. Dollo. *Les Dinosauriens de la Belgique.* (Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris, t. CXXXVI, p. 565, 1903.)

(3) Hauteur de l'*Iguanodon Bernissartiensis* 4m50. Longueur : 10m.
Hauteur de l'*Iguanodon Mantelli* 3m50. Longueur : 5m.
Hauteur du *Megalosaurus Dunkeri* 2m. Longueur : 4m.
L. Dollo, *l. c.*, p. 566.

aux Iguanodons, elle ne me paraît pas encore complètement satisfaisante. D'après ce que l'on connaît de ce Mégalosaure, cet animal se nourrissait plutôt de proies vivantes qu'il attaquait et déchirait ; par conséquent il n'était pas ou il était certainement moins éplucheur que ne l'indiquent les coprolithes dominants de Bernissart. La découverte de M. Dollo nous rapproche certainement de l'auteur des coprolithes dominants, mais on ne peut pas dire que ces restes viennent du genre Megalosaurus. Nous ne connaissons donc pas encore le grand carnassier éplucheur indiqué par les coprolithes dominants du célèbre gisement, qui enlevait seulement la chair de sa proie pour s'en repaître, alors qu'il laissait la peau et les os.

§ 2. — Conditions dans lesquelles les crottins ont été abandonnés.

Les crottins ont été émis très secs, sur une plage très basse en terre sèche, dure, non poudreuse ni sableuse, dépourvue de végétation. Ils y ont complètement achevé leur dessiccation.

Ils n'ont pas moisi sur le sol. Ils n'y ont pas été attaqués par les Coprophages. Les échantillons piétinés ne nous sont pas parvenus. Ils n'ont pas été roulés sur le sol avant d'être repris par l'eau.

§ 3. — Comment ils ont été entraînés par l'eau et noyés.

Les crottins de l'animal de Bernissart ont été repris très doucement par l'eau voisine, flottés et amenés de suite dans une nappe totalement dormante.

Réimbibés d'eau, ils sont descendus doucement vers le fond de la nappe dormante étant en position d'équilibre hydrostatique. C'est dans cette attitude qu'ils se sont posés sur le fond, se plaçant accidentellement ici sur des débris végétaux, recouverts ailleurs par un cadavre de poisson. Ils ne sont que rarement tombés directement dans cette nappe dormante et enfoncés avec une certaine force dans le dépôt comme dans le cas de l'échantillon (25 R. 26 R).

Ces crottins ne se sont pas entourés d'une gaîne d'algues ou d'une gaîne de bactéries et d'infusoires.

§ 4. — L'eau brune.

L'eau dormante était brune, chargée de matières humiques et d'argile colloïdale qu'elle laissait précipiter.

A ce dépôt s'ajoutaient les cadavres flottants, les parcelles végétales vivantes et humifiées, les spores, les *poussières transportées par le vent*, les troubles arrivant par la communication avec l'eau courante et, quelquefois, des débris tombés de talus voisins.

§ 5. — Le dépôt gélatineux. — L'argile grise produite.

Il tendait sans cesse à se déposer sur le fond une *argile brune humique*.

Dans la région explorée, l'argile pure n'est connue que par de très minces lits discontinus et par des fragments anguleux retombés de talus de la même argile.

Le dépôt a enregistré toutes les variations de l'eau. Une petite crue amenait des troubles, argile, parcelles micacées, un peu de sable, qui, en se déposant, diluaient la matière argilo-humique (1). Dans le calme qui suivait, l'eau se clarifiait abandonnant des parcelles de plus en plus fines, le précipité argilo-humique tendant de plus en plus à devenir dominant, étant de plus en plus concentré. A la période de niveau minimum correspond le dépôt d'argile brune humique presque pure, de débris végétaux et de rares parcelles micacées. Une nouvelle crue amenait de nouveaux troubles, diluait l'eau de la nappe et la même succession de faits se répétait avec ou sans variantes. Un lit gris blanc, plus chargé de parcelles clastiques ou de parcelles plus grossières, succède ainsi brusquement à un lit d'argile brune. L'opposition des teintes permet donc de voir de quel côté est la face supérieure. Il n'a pas été vu d'érosions dans les lits bruns. Les crues brusques n'ont pas été assez fortes pour raviner le dépôt. Il est arrivé souvent qu'au lieu d'une crue brusque succédant à une eau basse, il y a eu élévation lente du niveau de l'eau. Le fait est enregistré par la présence d'une quantité croissante de matière argileuse et de parcelles clastiques de plus en plus grossières. L'argile brune est devenue insensiblement de l'argile grise. La détermination de la face supérieure d'un échantillon devient alors difficile. Certains lits sont très chargés de parcelles végétales, d'autres sont presque sableux.

Il n'y a pas été trouvé d'Ostracodes, ce qui exclut une eau chargée d'une quantité sensible de matières animales.

Le dépôt était un *coagulum*, qui ressemble aux gelées alumino-humiques. Sa consistance dans les régions grises, aux époques de crue et de troubles, a été faible. Elle était beaucoup plus grande dans les lits bruns aux temps des basses eaux.

Dans ce coagulum, les objets peu denses ou déposés sans violence ont été soutenus, — cadavres, crottins, parcelles végétales, parcelles micacées, — les spores et le pollen s'y rencontrent incomplètement ou même pas affaissés. Les crottins ont d'abord agi comme des corps durs pendant la solidification du dépôt. Par la suite, ils se sont plus contractés que l'argile voisine. Des coupures, dues au retrait, se sont faites dans ce coagulum *noyé*, alors que la formation continuait. Le coagulum a été coupé ou déchiré, des déplacements s'y sont produits. Ils sont inscrits par les craquelures et les déformations des lits bruns visibles sur les tranches de l'argile. Il ne faut pas les confondre avec les grandes craquelures dues aux

---

(1) Le précipité argilo-humique était en même temps plus dilué par la masse d'eau plus grande. C'est la différence qu'on observe dans la formation des laques alumino-humiques produites en liqueur concentrée et en liqueur très diluée.

retraits et aux mouvements ultérieurs de la masse solidifiée. Ils ont produit les lits bruns discontinus, déplacés, courbés, compris entre des filets horizontaux non déplacés.

Par son origine même, la matière fondamentale de l'argile humique a enfermé et immobilisé de nombreuses bactéries, mais elle a enfermé en même temps des spores variées, de fines bulles, des microlithes. La détermination de leurs corps bactériformes doit donc faire l'objet d'une étude spéciale.

Le dépôt argilo-humique paraît avoir été fixateur et conservateur. Les crottins ne s'y présentent pas comme ayant provoqué l'altération des parties voisines.

Ce dépôt s'est fait près de talus où la houille était à découvert. Il y avait aussi des talus d'argile brune pure et d'argile noire riche en fragments végétaux. Ces talus ont laissé tomber dans le dépôt des morceaux de houille, des morceaux d'argile humique, des morceaux d'argile noire et, avec ces derniers, des fragments de gros crottins du carnassier de Bernissart.

Dans la partie extraite de 1879 à 1882, le dépôt est devenu une argile grise dont les lits les plus purs tendent à passer à l'argile brune humique. L'argile grise, très siliceuse avec alumine soluble, est très chargée de corps bactériformes dans son réseau brun.

§ 6. — Absence de matières bitumineuses. — Conséquences qui en résultent.

Il n'a été rencontré aucune tendance à la formation de matières bitumineuses aux dépens des objets enfouis.

Il n'a été trouvé aucune trace d'infiltration bitumineuse.

Les fécès du carnassier de Bernissart en milieu argilo-humique se sont transformés en phosphate blond et non en charbon coprolithique. Ils ne se sont pas enrichis en carbone et en hydrogène. Ils n'ont pas donné du charbon de coprolithe, parce que la condition essentielle de cette production manquait : *l'imprégnation bitumineuse du crottin et la rétention du bitume par ce corps.*

§ 7. — Chimisme du coprolithe. La limonite et les figures tardives qu'elle introduit.

Par perte d'eau et de matière organique, les fécès dominants sont passées à l'état de masses phosphatiques pauvres en silice, malgré l'enrichissement en quartz tardif qu'elles ont subi. C'est une persistance remarquable du caractère chimique des fécès de carnassier.

Le phosphate calcique n'a pas encore émigré du crottin dans l'argile voisine ou bien il commence seulement à le faire. Il n'existe encore que dans la gaîne, c'est-à-dire à une distance de 2 à 4 millimètres de la masse fécale.

La silice a pénétré dans la masse fécale. Elle s'y est individualisée sous la forme de

cristaux tardifs de quartz. La silice n'a été rencontrée amorphe, à l'état d'opale, que dans un seul exemple où le durcissement superficiel du coprolithe tendait à faire disparaître sa structure.

Le fer a pénétré dans la masse fécale sous la forme de pyrite et de limonite ou de corps producteur de limonite au contact de la matière phosphatée.

Sauf dans quelques accidents locaux, la limonite ne paraît pas y résulter de la transformation directe de la pyrite sur place.

La pénétration de la limonite (1) a provoqué dans la masse fécale l'apparition de membranes orangées ou brunes, dont quelques-unes prennent une figuration pseudo-organique : tissus simples, spores, corps bactériformes, pseudo-cuticules.

La pénétration de la limonite comprend deux périodes. Dans la période initiale, plus générale, la limonite pénètre la masse fécale de dehors en dedans et y forme des amas. Dans la seconde période, la limonite se répand de l'axe du coprolithe vers la surface. Il se forme des membranes en ballonnets. La matière coprolithique enfermée dans le ballonnet est protégée. Celle qui est entre les ballonnets est plus altérée. Elle devient gris-roux et tend à prendre une structure grenue. Il tend à se faire dans la masse fécale une région superficielle mieux préservée par opposition à un noyau central plus altéré. Cette localisation cadre parfois assez bien avec la structure initiale de l'objet. Le dépôt ferrugineux des cavernes du coprolithe est un enduit de limonite en ballonnets, qui tapisse la surface des déchirures et des fractures enchevêtrées d'où la matière coprolithique a été enlevée mécaniquement. La forme élémentaire du corps composant de ces membranes paraît être un enrobement des éléments bactériformes de la pâte fécale.

La limonite sporiforme soulève le problème de la nature des corps bactérioïdes. Si, dans les coprolithes, on peut y voir des corps bactériformes enrobés par une membrane de limonite, il est difficile d'invoquer ce même fait pour justifier la formation de la gaîne ferrugineuse et la ferrification des deux bords d'une fracture de l'argile grise. Il y a là une analyse qui doit être reprise pour déterminer dans chaque cas si les corps sporiformes correspondent ou non à des organismes figurés et en particulier à des bactéries.

§ 8. — Ce qu'est la gaîne d'enrobement ou gaîne ferrugineuse.

La gaîne est un dépôt tardif de limonite qui tend à prendre la structure réticulaire. Il s'est fait dans une partie de l'argile raréfiée après la solidification de celle-ci. La limonite y est à l'état de grains sporiformes. Cette gaîne est le début d'un nodule ferrugineux enfermant le coprolithe.

---

(1) Ou bien le corps producteur de la limonite au contact du phosphate calcique.

§ 9. — État de conservation des débris digérés. — Les bactéries de la pâte fécale.

La transformation phosphatique de la matière fécale n'a pas fait disparaître sa structure initiale. Celle-ci était tourbillonnaire, elle est quelquefois visible par une très légère pénétration de pyrite.

La conservation des objets digérés est très inégale. Elle est en voie d'effacement. Dans le meilleur état de conservation qui ait été rencontré, les fibres musculaires sont conservées dans leur forme et partiellement dans leur différenciation : striation et opposition de la couche striée à la masse centrale (1). Les membranes élastiques ont conservé leur structure fibrillaire. Elles agissent encore sur la lumière polarisée. Les fragments d'os ont conservé leur forme, leur structure, et leurs particularités optiques. Leurs protoplastes ont disparu. Les autres protoplasmes ont disparu ou ne sont pas soulignés, sauf en ce qui concerne les protoplasmes bactériens. Le mucus n'est que très difficilement différenciable et seulement dans les coupes les plus minces des échantillons les mieux conservés.

La structure spongieuse de la pâte est due à sa nature de pâte bactérienne. Les protoplasmes bactériens ont été remplacés par de l'air. Les parois ne sont que très difficilement différenciables du mucus.

La bactérie était petite, courte, cocciforme. Sa détermination comme bactérie est très probable, surtout quand on s'appuie sur les faits présentés par les coprolithes de *Hyena crocuta*. Mais comme elle repose surtout sur la forme de l'objet et sur la nature du milieu, comme d'autre part la limonite peut donner des images sporiformes sans être toujours liée à des corps reconnus comme bactéries, la démonstration de la nature bactérienne reste un peu incomplète. Les caractères morphologiques, complétés au besoin par ceux de temps et de lieu, sont insuffisants actuellement pour réunir cette forme bactérienne à des espèces existantes comme le *Bacillus coli* ou à autoriser la création d'une espèce nouvelle.

Il y a seulement quelques traces très vagues de bactéries allongées en chaînes.

§ 10. — Étapes de l'effacement de la structure des coprolithes.

Au-dessous de l'état de conservation maxima que j'ai rappelé ci-dessus, il a été trouvé en ordre croissant d'effacement :

1° La disparition de la différenciation des deux parties de la fibre musculaire en zone fibrillaire jaune et en matière centrale rouge brun ;

---

(1) La structure de la fibre musculaire de l'être mangé paraît simple, la partie fibrillaire formant une enveloppe mince rarement pénétrante autour d'une masse centrale homogène plus altérable. Cette structure ne se trouve aujourd'hui que chez des animaux inférieurs.

2° La disparition de la striation musculaire ;
3° La production de ballonnets de limonite ;
4° L'état grenu de la matière interposée entre les ballonnets de limonite ;
5° La disparition totale des fibres musculaires ;
6° La réduction de la masse coprolithique en un réseau ferrugineux.

Dans la région opalisée, les cavités des corps cocciformes se réunissent en un système de canalicules entourés immédiatement de phosphate gris-roux et, entre ces plages, s'étend une matière phosphatique homogène jaune d'or.

CHAPITRE XV

EXPLICATION DES PLANCHES

§ 1. — Caractère de la composition et des explications des planches.

La composition des planches a été faite dans l'esprit suivant :

Présenter des images photographiques des principaux faits reconnus et analysés dans le texte. Ces faits essentiels sont rappelés par les phrases qui accompagnent les figures. C'est une sorte de résumé très succinct du travail. Ces figures sont en même temps les premiers éléments de contrôle des faits énoncés, les seuls qui seront accessibles à ceux qui ne reviseront pas directement ce travail.

L'explication des planches complète ces indications. Elles renvoient aux spécimens représentés et elles y ajoutent les particularités accessoires reconnues sur ces pièces.

§ 2. — Désignation des échantillons, de leurs faces et de leurs éclairements.

Au sujet de la désignation des échantillons et de leurs faces, j'ai procédé comme il suit : Je spécifie chaque échantillon désigné par son numéro. Chaque objet est considéré comme présentant deux faces et quatre tranches.

Les numéros employés varient de 1 à 100. Ils sont faits au moyen de petites étiquettes roses, jaunes, vertes, blanches. Les lettres R, J, V, B, ou leurs combinaisons RJ, RV, RB, etc., disent les couleurs employées pour former les numéros rappelés.

On admet que l'étiquette numérique de l'échantillon est collée sur sa face visible ou face *fv* et qu'elle est lue dans sa position normale. La face opposée est la face invisible ou face *nv*. La tranche de l'échantillon la plus voisine de l'observateur est la tranche antérieure ou tranche *ta*, la plus éloignée est la tranche postérieure, tranche *tp*, celle de droite est la tranche droite *td*, celle dé gauche est la tranche gauche *tg*.

Pour les figures macroscopiques, les grossissements et les réductions employés sont entre eux dans des rapports simples, 1, 2, 3, 4, ou bien 0.75, 0.50, 0.25. Les objets sont éclairés par réflexion, la face *fv* étant supposée verticale. α est l'angle d'incidence que fait le rayon lumineux donné par la fenêtre avec la normale au milieu de l'échantillon. La flèche jointe à α spécifie le sens dans lequel on fait tourner l'échantillon en rapprochant son bord droit ou son bord gauche de la fenêtre.

Je spécifie très explicitement les conditions d'éclairage des objets, parce qu'il est souvent extrêmement difficile de mettre en évidence les indications que j'énonce, lorsqu'on ne se place pas dans les conditions de visibilité que j'ai déterminées (1).

Toutes les figures microscopiques ont été obtenues par transparence.

Les clichés et les épreuves sur papier photographiques étaient étudiables à la loupe qui y révélait de fins détails. Les reproductions phototypiques qui en sont présentées conservent bien l'aspect d'ensemble de la figure, mais le granulé, introduit par la gélatine, efface les fins détails et ne permet plus l'étude à la loupe. Pour chaque figure il convient de chercher le meilleur éclairement sous lequel elle doit être vue.

PLANCHE I

LE COPROLITHE DOMINANT DE TAILLE MOYENNE EN PLACE DANS L'ARGILE.

Échantillon (14 R, 15 R).

Fig. 1 et 2. Face supérieure d'une plaque d'argile qui contient un coprolithe dominant de taille moyenne. Elle est représentée sous deux éclairages différents. Pour la Fig. 1, l'angle d'incidence α est de 10° ↘; pour la figure 2, $\alpha = 15°$ ↙. Gr. : 0.5.

Le coprolithe C est vu par une fenêtre ouverte dans ses gaînes, gaîne argileuse et gaîne ferrugineuse ou gaîne coprolithique.

Pl 1. Pointe de la lame superficielle ou lame triangulaire du coprolithe.

12. Mince lame de matière coprolithique qui doublait ici la lame superficielle.

Ar. Argile grise. — G. Ar. Gaîne formée par l'argile autour du coprolithe. — Tr. Ar. Tranche de l'argile. — Tr. Ar. R. La tranche rafraîchie au couteau et à sec. — T. Ar. P. La tranche couverte de sa patine.

Fig. 3 et 4. La même plaque d'argile présentée par ses tranches. Gr. = 0·5. $\alpha = 0°$.

Fig. 3. La tranche antérieure, rafraîchie dans sa partie droite.

Fig. 4. La tranche postérieure couverte de sa patine (2).

Une cassure transverse permet d'ouvrir l'échantillon et d'enlever la portion médiane du coprolithe et son extrémité initiale. Cette dernière est placée à droite dans la Fig. 1 sous la gaîne G. Ar.

Fig. 5. La fracture verticale de la plaque d'argile des Fig. 1 et 2. On y voit le coprolithe C entouré de ses deux gaînes, gaîne ferrugineuse G C. et gaîne argileuse G Ar. Par suite des nécessités imposées par l'éclairage de cette pièce, le diamètre vertical D V est placé ici horizontalement. Dans cet échantillon, par suite de fractures de l'argile enve-

---

(1) L'éclairage était donné par une grande fenêtre exposée au nord-est.

(2) Sur la partie gauche de cette Fig. il faut lire l'indication T. Ar. P au lieu de T. Ar. R.

loppante, le grand diamètre du coprolithe a été ramené dans la position verticale. Il présente donc ce fait très exceptionnel que DV y est plus grand que DH.

Les cassures transverses du segment médian.

Fig. 6. La cassure transverse du segment médian présentée avec le diamètre DV horizontal.

Fig. 7. La cassure transverse gauche du même segment, celle qui se raccorde avec la Fig. 5.

Fig. 8, 9, 10. La surface du segment médian sorti de la gaîne coprolithique. Gr. = 1.75.

Fig. 8 et 9. Une partie du bord concave présentée sous deux éclairages différents. Pour la Fig. 8, l'angle d'incidence $\alpha = 70°$ ↙. Pour la Fig. 9, $\alpha = 70°$ ↘. Ces deux Fig. présentent un point α où la matière stercoraire est ridée et finement filée comme dans les fécès de carnassiers.

Si. Sillon. — P. Si. Impression laissée par une fracture accidentelle de l'argile simulant un sillon.

Dans cet échantillon, le bord concave est antéro-inférieur.

Fig. 10. La surface du bord convexe du coprolithe avec ses dessins en creux. Elle montre la variolation due à la chute de la pyrite après sulfatage. $\alpha = 80°$ ↘.

$\frac{1}{\pi}$. Les dessins de variolation.

Les indications, relatives au noyau qu'on a pu dégager dans l'extrémité initiale de ce coprolithe, sont renvoyées aux Fig. 32 à 35, Pl. III.

PLANCHE II

MORPHOLOGIE DU COPROLITHE DOMINANT DE TAILLE MOYENNE.

Un bord.

11 et 12. Un coprolithe entier, encore enfermé dans l'argile, mais partiellement dégagé par son bord convexe. Échantillon 23R.

HB. Trace du plan vertical perpendiculaire à l'axe polaire du coprolithe suivant lequel l'échantillon a été coupé pour donner la Fig. 12. L'extrémité terminale de cet échantillon est à gauche.

Fig. 11. Le bord convexe : Gr. = 0,5. $\alpha = 90°$ ↙. De petites rides, dues aux fractures accidentelles de la gaîne argileuse et de la gaîne ferrugineuse, figurent à sa surface un réseau écailleux.

Fig. 12. La section transversale de ce même échantillon. Gr. = 1. $\alpha = 85°$ ↘.

Ca′. Cavernes du coprolithe dues à l'intensité plus grande de son retrait tardif.

Ar. L^1, Ar. L^2. Deux lits de l'argile grise entre lesquels est compris le coprolithe. Ils sont horizontaux. Ils ne sont pas fracturés. Le banc d'argile L^1L^2, compris entre ces deux filets, est aminci et légèrement laminé au-dessus et au-dessous du coprolithe, le coprolithe ayant d'abord agi comme corps plus dur par rapport à la matière du dépôt.

Ar. LD. Un lit d'argile disloqué. Les très nombreuses fractures de retrait sont indiquées par les ruptures des filets plus foncés. Ces lits spontanément disloqués ont constitué des plans de résistance minima.

Ar. L^3. Un lit supérieur d'argile non fracturé.

Extrémités.

13, 14, 15. Une extrémité terminale partiellement dégagée. Gr. = 0.5. La pointe de l'échantillon est brisée. Échantillon 19R.

Fig. 13. Le coprolithe vu par la face supérieure (1).

Fig. 14. Profil transverse de la région voisine de la pointe, $\alpha = 70°$ ⌒.

Fig. 15. La partie terminale du bord convexe vue de profil $\alpha = 35°$ ⌒.

16, 17, 18. Une extrémité initiale dégagée. Gr. = 1. Échantillon 30J.

Fig. 16. La face supérieure de cette extrémité. $\alpha = 90°$ ⌒.

PI. Pôle initial.

Pl1. La lame triangulaire.

Si. Sillon.

Fig. 17. La face inférieure. $\alpha = 60°$ ⌒. Les dessins y sont complètement effacés.

Fig. 18. Bord concave. $\alpha = 90°$ ⌒.

19, 20, 21. Une extrémité terminale dégagée. Gr. = 1. Échantillon 83V.

Fig. 19. La face supérieure. $\alpha = 0°$, PT. Pôle terminal.

Fig. 20. La face inférieure. $\alpha = 45°$ ⌒.

Fig. 21. La cassure transverse de l'extrémité terminale.

DV. Diamètre vertical. Il est placé horizontalement.

l1. Lame superficielle du coprolithe.

l2. Lame doublant la lame superficielle.

Un segment médian.

22, 23, 24. Un segment médian à demi dégagé. Il bute directement contre l'argile par sa fracture droite. Échantillon (5V, 48V).

Fig. 22. La face dégagée du segment. Gr. = 0.5. $\alpha = 45°$ ⌒. La portion gauche du

(1) La plaque, placée sur une tablette horizontale contiguë à la fenêtre d'éclairage avec son bord postérieur du côté de cette fenêtre, avait ce bord postérieur légèrement soulevé. La lumière arrivait ainsi sous une incidence d'environ 60° dextre par rapport au bord postérieur.

segment est enlevée pour montrer son moulage et le faciès de la cassure horizontale de la matière coprolithique dans le milieu de l'échantillon.

Fig. Petits bouts de lignite, pétioles.

Fig. 23. Le bord concave. Gr. = 0.5. $\alpha = 80°$ ⌒.

Fig. 24. Dessins écailleux sur la partie droite du bord concave. Gr. = 1. $\alpha = 100°$ ⌒. Ces dessins sont dus à des fractures accidentelles des gaînes ferrugineuse et argileuse. Figure pseudo-organique de ridement. On sent encore que ce ridement accidentel s'exerce sur une masse organique structurée.

Verrucation.

25. Verrucation de la surface du coprolithe provoquée par la pyrite. Échantillon 13J.

Fig. 25. Les pustules provoquées par la pyrite sur la surface d'une extrémité terminale de coprolithe.

π. Les pustules ou saillies dues à la pyrite. La distribution des verrues reflète quelque peu le mode d'empilement de la matière fécale.

PLANCHE III

MORPHOLOGIE DU COPROLITHE DOMINANT DE TAILLE MOYENNE *(Suite)*.

Sillons.

26, 27, 28. Sillons et lame triangulaire d'une extrémité initiale. Échantillon 53J.

Fig. 26. L'échantillon présenté par le bord convexe, face supérieure en haut. Gr. = 0.75. $\alpha = 60$ ⌒. La lame superficielle partiellement tombée laisse voir le noyau du coprolithe.

Fig. 27. L'échantillon vu par la face supérieure. Gr. = 0.75. α 80° ⌒.

Fig. 28. Le bord concave présenté avec la face supérieure en bas. Gr. = 0.75. $\alpha = 60°$ ⌒.

Surface sableuse.

29. Morceau de coprolithe avec lame argilo-sableuse collée à la surface. Gr. = 1.75. $\alpha = 80°$ ⌒. Échantillon 86 V.

Fig. 29. Une petite portion du flanc convexe d'un coprolithe brisé. Gr. = 1.75. $\alpha = 80°$ ⌒.

Le noyau intérieur du coprolithe.

30 et 31. Le noyau partiellement dégagé par enlèvement de la lame triangulaire d'un coprolithe très fortement affaissé. Échantillon 31 V. Gr. = 0.75. $\alpha = 80°$ ⌒.

Fig. 30. La face supérieure de l'échantillon.
Ar. Pl 1. Attache de la lame triangulaire.
n. Le noyau intérieur montrant ses sillons.
Fig. 31. La cassure transverse de l'échantillon pour montrer son degré d'affaissement.

32, 33, 34, 35. Le noyau qui a été dégagé de l'extrémité terminale du coprolithe (14 R, 15 R). Gr. = 0.5. Ce noyau est très volumineux et empâté.

Fig. 32. La face supérieure. $\alpha = 80°$ ⌒.
M. Le mucron ou extrémité initiale du noyau.
Les lames superficielles 11, 12, ont été enlevées.
Fig. 33. La face inférieure. $\alpha = 90°$ ⌒.
Fig. 34. Le bord concave. $\alpha = 90°$ ⌒.
Fig. 35. Le mucron ou pôle initial du noyau. $\alpha = 60°$ ⌒.

36, 37, 38, 39. Un noyau de coprolithe moyen qui a été trouvé dégagé. Il est plus grêle que le précédent. Gr. = 0,75. Échantillon 37 J.

Fig. 36. Le noyau vu par sa face supérieure. Cette face présente des rides longitudinales. $\alpha = 50°$ ⌒.

Fig. 37. Le flanc concave du noyau vu de trois quarts et d'en haut et pour montrer l'indication d'une pointe analogue à la lame triangulaire superficielle et ses sillons transverses. $\alpha = 30°$ ⌒.

Fig. 38. Le flanc concave du noyau vu de trois quarts. $\alpha = 30°$ ⌒.
Fig. 39. Le mucron du noyau.

Cassures transverses du coprolithe moyen.

40 à 43. Cassures transverses d'un coprolithe *dont la surface est silicifiée*. Échantillon 46 J, 47 J, 40 Bl. Ces cassures montrent l'inégale répartition de la silicification sur le pourtour du coprolithe.

Fig. 40. Première cassure transverse. Cassure gauche de la pièce 47 J. Gr. = 1.00. $\alpha = 90°$ ⌒.

Fig. 41. Deuxième cassure transverse. Cassure transverse droite de 47 J. Gr. = 1.00. $\alpha = 90°$ ⌒.

Fig. 42. Troisième cassure transverse. Cassure transverse gauche de 46 J. Gr. = 1.00. $\alpha = 90°$ ⌒.

Op. Partie opalisée opposée à la région centrale inaltérée et compacte.

Fig. 43. Quatrième cassure transverse. Cassure transverse droite de la pièce 46 J. Gr. = 1.00. $\alpha = 90°$ ⌒.

Fig. 44. La surface du bord concave de ce même échantillon entre 40 et 43.

Fig. 45. Cassure transverse d'un autre coprolithe moyen dont la matière coprolithique est dure et très compacte. De petites fissures y ont produit des facettes qui rappellent

l'aspect des moulages de plaquettes écailleuses. Il n'y a pas d'écailles dans cet échantillon 13J. On ne trouve pas d'écailles non plus dans d'autres échantillons dont la cassure présente ce même faciès écailleux. Gr. = 1.75. $\alpha = 90°$ ⌒.

fa. Petites facettes laissées par les fissures.

lig. Un petit fragment de lignite.

PLANCHE IV.

CASSURES ET SECTION DU COPROLITHE MOYEN.

Cassures transverses.

46 et 47. Deux cassures transversales grossies dans un coprolithe moyen sans cavernes. Échantillon 73 V.

Fig. 46. La tranche gauche présentée face infér. en haut, bord antérieur à gauche. La cassure de la matière coprolithique est très fraîche. Gr. = 1.75. $\alpha = 75°$ ⌒.

Fig. 47. La tranche droite présentée face inférieure en haut.

Cassures longitudinales.

48 et 49. Cassures longitudinales du coprolithe dominant de taille moyenne.

Fig. 48. Une cassure longitudinale verticale dans la surface d'un coprolithe caverneux près de son extrémité initiale. Échantillon 86 R. Gr. = 1.00. $\alpha = 45°$ ⌒. Le coprolithe est très affaissé sur sa face inférieure.

Fig. 49. Une cassure longitudinale horizontale dans la surface du coprolithe (43 R, 45 V). Gr. = 0.75. $\alpha = 90°$.

La matière coprolithique présente des fissures propres parallèles entre elles et obliques par rapport au grand axe de la figure.

A côté du coprolithe, contre son bord concave, il y a un bout de lignite.

Section transversale.

50. Section transversale d'un coprolithe moyen, court, avec caverne centrale, en place dans un lit d'argile très foncée.

Ar. bL^1. Lit d'argile brune dans lequel le coprolithe s'est déposé.

Ar. bL^0. Autre lit d'argile brune inférieur au précédent, déformé et aminci pendant la première solidification par suite de la présence du coprolithe dans son voisinage. Le coprolithe agit d'abord comme un corps plus dur que la matière argilo-humique entourante.

Ar. L. Lit d'argile grise placé entre Ar. b.L^0 et Ar. b.L^1. On y voit l'indication de plusieurs lits très minces d'argile brune.

La matière de ce coprolithe est peu ferrifiée. Les fibres musculaires y sont reconnaissables dans les coupes minces.

La section est représentée grandeur naturelle Gr. = 1.00 sous l'incidence $\alpha = 50°$ ⌒.

51 et 52. *Petits fragments de houille dans l'argile grise, à proximité d'un coprolithe dominant de taille moyenne,* d'après l'échantillon 18 V. Gr. = 0.5. $\alpha = 90°$ ⌒.

Fig. 51. La tranche antérieure. Elle présente le coprolithe *c* par son bord concave. Une partie de cette tranche a été rafraîchie au couteau. Elle montre sa stratification régulière.

Fig. 52. La tranche postérieure du même spécimen. Le coprolithe y est vu par son bord convexe. La stratification s'y montre très régulière.

hou. Grains de houille à angles vifs, l'un d'eux hou[1] est plus gros.

Les coprolithes dominants de fort calibre. — Pièces types. — Un coprolithe entier.

53 et 54. Un coprolithe dominant de fort calibre encore engagé dans l'argile. Échantillon 21 R. Gr. = 0.5.

Fig. 53. Le profil vertical du coprolithe. Il se montre très affaissé sur sa face inférieure. $\alpha = 25°$ ⌒.

El. Extrémité initiale.

ET. Extrémité terminale.

MS. Demi-méridien vertical supérieur.

MI. Demi-méridien vertical inférieur.

L'argile entourante est fortement craquelée.

Fig. La face inférieure de l'échantillon 21 R présentée avec sa tranche antérieure en haut. On y remarque des traînées de matière coprolithique In pénétrant en injection dans les fractures de l'argile.

La consolidation complète du coprolithe est donc postérieure à celle de l'argile.

$\alpha = 20°$ ⌒.

Extrémités initiales.

55 et 56. Une extrémité initiale encore engagée dans l'argile. Gr. = 0.5 d'après l'échantillon 35 R.

Fig. 55. L'échantillon vu par sa tranche antérieure pour montrer ses sillons. $\alpha = 35°$ ⌒.

Fig. 56. La section transversale de cette extrémité. Gr. = 1. $\alpha = 55°$ ⌒.

La surface de la section a été dressée au couteau.

La ferrification de cet échantillon était assez forte.

57 à 62. Une extrémité initiale de coprolithe dominant de fort calibre complètement dégagée. Gr. = 0.5. Échantillon 2J.

Fig. 57. La face supérieure avec ses sillons très marqués. $\alpha = 50°$ ⌒.

Fig. 58. La face inférieure. Les sillons y sont effacés. $\alpha = 50°$ ⌒. L'affaissement de ce coprolithe sur sa face inférieure est très fort.

Fig. 59. Le bord concave. La face supérieure étant en haut. $\alpha = 50°$ ⌒.

Fig. 60. Le bord convexe, la face supérieure étant en haut. $\alpha = 70°$ ⌒.

Fig. 61. La cassure transverse naturelle selon un sillon. La face supérieure étant en haut. $\alpha = 50°$ ⌒.

Fig. 62. Le pôle initial. La face supérieure est en haut, le bord convexe est à droite. $\alpha = 60°$ ⌒.

PLANCHE V.

SEGMENTS COURTS ET DISQUES ISOLÉS DÉPOSÉS EN STABILITÉ HYDROSTATIQUE.

63 à 66. *Un segment est posé sur une génératrice.* Exemple tiré de l'échantillon (6 R, 7 R). Ce segment est court et grêle.

Fig. 63 et 64. Le bloc d'argile entier et fermé est présenté par deux tranches. Gr. = 0.75. $\alpha = 40°$ ⌒. 63 montre la tranche antérieure, 64 fait voir la tranche droite, Le bloc a été ouvert par une fente horizontale H_g H_d. On a rafraîchi au couteau la partie antérieure de la tranche gauche pour montrer la stratification régulière de l'argile. Il tendait à se former une argile humique brune spécifiée par les lits Ar. b. L^1 Ar. b. L^2. L'arrivée d'une crue d'eau, plus chargée de troubles, déterminait un dépôt d'argile grise qui est une argile humique plus chargée de matières minérales. L'argile grise succède brusquement ici à des maxima de formation d'argile brune, d'où la possibilité de spécifier les faces supérieure et inférieure de l'échantillon.

Fig. 65 et 66. Les deux faces de la fente H_g H_d du même bloc. Gr. = 0.5. On y voit un segment médian de coprolithe grêle. Il est posé sur une génératrice. Ses deux cassures transverses butent contre l'argile. 65 représente la face inférieure de la plaque supérieure sous l'incidence $\alpha = 40°$ ⌒. 66 représente la face inférieure de la plaque supérieure sous l'incidence $\alpha = 10°$ ⌒.

67 à 70. *Un disque coprolithique est posé sur sa section transverse.* Gr. = 0.75. Échantillon (55 V, 56 V).

Fig. 67. La tranche verticale antérieure du bloc entier. Le bloc est ouvert suivant la cassure horizontale H_g H_d. La patine de la tranche a été enlevée pour montrer sa stratification régulière. $\alpha = 45°$ ⌒.

Fig. 68. Le profil de la plaque inférieure vue par sa tranche gauche. L'axe du coprolithe est planté perpendiculairement aux strates de l'argile. $\alpha = 60°$ ⌒. Le disque coprolithique était relativement épais.

Fig. 69. Face inférieure du morceau supérieur du bloc. Elle présente le coprolithe

coupé transversalement. La pièce est présentée avec sa tranche antérieure à droite. $\alpha = 45°$ ⌒. Il s'agit d'un coprolithe dominant grêle.

Fig. 70. La face supérieure du morceau inférieur présentée avec la face antérieure à gauche. $\alpha = 45°$ ⌒.

71 à 73. *Un bloc d'argile qui contient un disque coprolithique très mince posé sur la cassure transverse.* Échantillon (45 R, 48 R).

Fig. 71. Le bloc entier présenté par sa tranche antérieure. Gr. = 0.95. $\alpha = 65°$ ⌒.

0.0, Cassure oblique qui ouvre l'échantillon.

Fig. 72. La face inférieure de la plaque supérieure présentée tranche antérieure à droite. Gr. = 1. $\alpha = 60°$ ⌒.

Fig. 73. La face supérieure de la plaque inférieure présentée tranche antérieure à gauche. Gr. = 1. $\alpha = 65°$ ⌒.

Autour de la matière coprolithique très mince présentée coupée transversalement, on voit une gaîne coprolithique ferrugineuse trés épaisse.

PLANCHE VI.

COPROLITHES DOMINANTS CONTENANT DES FRAGMENTS OSSEUX MACROSCOPIQUES.

74 à 79. *Un disque mince contenant plusieurs dents de poisson* (Pycnodonte). Les dents ont conservé leurs positions relatives. Ce disque mince est posé sur sa cassure transverse. Il est entouré d'une gaîne ferrugineuse épaisse. Échantillon 55 R.

Fig. 74. La tranche antérieure du bloc entier. Gr. = 0.75. $\alpha = 55°$ ⌒.

Fig. 75. La face supérieure du bloc avec la demi-plaque mobile en place. Cette demi-plaque mobile est à droite sur la figure. Gr. = 0.75. $\alpha = 45°$ ⌒.

Fig. 76 et 77. La face supérieure du bloc après enlèvement de la demi-plaque mobile. On aperçoit la moitié droite de la section transverse du coprolithe. Les quatre dents sont sur le bord antérieur du disque (1). La figure 77 présente la face supérieure avec la même orientation que la figure 75. La figure 76 la présente tournée de 180° dans le plan vertical. $\alpha = 65°$ ⌒ pour les deux figures.

Fig. 78. La face supérieure du bloc après enlèvement de la demi-plaque mobile grossie 1.75 fois. $\alpha = 75°$ ⌒.

C. La matière coprolithique coupée transversalement.

d. Les dents.

GC. La gaîne ferrugineuse.

Fig. 79. La face inférieure de la demi-plaque mobile. Gr. = 1.75. $\alpha = 60°$ ⌒.

pd. Pointe d'une dent encore noyée dans la matière coprolithique.

---

(1) La quatrième dent située à gauche est à peine dégagée.

80 et 81. Extrémité initiale d'un coprolithe moyen avec un fragment d'os de reptile. Échantillon (74J, 75J). Échantillon remarquablement conservé avec fibres musculaires striées. Voir Fig. 162, 163.

Fig. 80. L'échantillon 75 J entier vu par son arête antéro-supérieure. Gr. = 0.75.

fv. La face visible de l'échantillon. C'est une cassure inclinée à 30° sur le plan horizontal.

Sf. C. La surface du coprolithe.

f. os. Le fragment d'os.

Fig. 81. La région du fragment d'os grossie 1.75 fois, $\alpha = 75°$ ⌒. La patine et les points pyriteux sont particulièrement bien visibles sur cet échantillon.

Fig. 82. Une extrémité initiale de coprolithe dominant grêle *enroulée en tortillon,* posée sur sa cassure, et formant disque. Gr. = 0.75. $\alpha = 60°$ ⌒. Échantillon 95 R.

PLANCHE VII.

LES COPROLITHES DOMINANTS DE TRÈS GRANDE TAILLE.

Le coprolithe entier.

83 à 88. Un très gros coprolithe entier dans sa gaîne ferrugineuse. Échantillon 12 J. Gr. = 0.5.

Fig. 83. La face supérieure. $\alpha = 60°$ ⌒. $\overset{c}{\frown}$ ou $\overset{c}{\frown}$ Bord convexe; $\overset{c}{\frown}$ ou $\overset{c}{\frown}$ Bord concave.

Fig. 84. La face inférieure. $\alpha = 45°$ ⌒. Une fenêtre ouverte dans la gaîne coprolithique, contre la cassure transverse, montre la matière coprolithique semblable à celle des coprolithes de taille moyenne et l'épaisseur de la gaîne.

Sf. C. La surface du coprolithe visible par l'ouverture de la fenêtre ouverte dans la gaîne.

Fig. 85. Le bord concave. $\alpha = 60°$ ⌒.

Fig. 86. Le bord convexe. $\alpha = 60°$ ⌒.

Fig. 87. L'extrémité initiale ou pôle initial. $\alpha = 60°$ ⌒.

Fig. 88. L'extrémité terminale ou pôle terminal. $\alpha = 60°$ ⌒.

89. *Une extrémité initiale isolée.*

Fig. 89. Profil d'une extrémité initiale dégagée. Gr. = 0.5. $\alpha = 60°$ ⌒.

90 à 95. *Segments médians.*

90 à 92. Un segment médian dégagé. Échantillon 28 J. Gr. = 0.5.

Fig. 90. La face supérieure. Une partie de la lame superficielle est tombée mettant à nu le noyau du coprolithe. $\alpha = 70°$ ⌒.

Fig. 91. La face inférieure affaissée et à dessins effacés. $\alpha = 70°$ ⌒.

Fig. 92. La cassure transverse droite pour montrer la forme du noyau. Il est déprimé sur sa face inférieure. $\alpha = 50°$ ⌒.

93 à 95. *Le plus gros segment médian qui ait été rencontré.* Gr. = 0.5 pour 93 et 94. Gr. = 1.00 pour 95. Échantillon 16R.

Fig. 93. La face supérieure. $\alpha = 45°$ ⌒.

La cassure transverse gauche du coprolithe bute directement contre les lits de l'argile. *Au contact du coprolithe est un fragment de houille isolé hou*, mesurant 22^{mm} sur 8^{mm}.

VT. Trace du plan vertical de la section représentée figure 95.

$\overset{c}{\frown}$ Bord concave.

Fig. 94. La cassure transverse gauche de l'échantillon. $\alpha = 45°$ ⌒.

Fig. 95. La section transverse de l'échantillon pour montrer la déformation par affaissement de la face inférieure. Gr. = 1. $\alpha = 70°$ ⌒.

FS. La face supérieure.

c(Le bord convexe.

FI. La face inférieure affaissée.

c(Le bord concave.

Ca. Cavernes dans la matière coprolithique.

Ar. b. L. Lit d'argile brune brusquement arrêté en haut et non raviné. Il montre la concordance des faces supérieures indiquées par le coprolithe et par l'argile.

96 et 97. *Cassures tangentielles.*

Fig. 96. Cassure horizontale dans la face supérieure d'un très gros coprolithe très caverneux. Gr. = 0.5. $\alpha = 60°$ ⌒. Échantillon 20R.

Fig. 97. Cassure tangentielle verticale sur le bord antérieur ou bord concave du même échantillon. $\alpha = 45°$ ⌒.

PLANCHE VIII.

LES COPROLITHES DOMINANTS DE TRÈS GRANDE TAILLE (*suite*).

98 à 100. Une peau de poisson reposant sur la base du flanc convexe d'un très gros coprolithe. Échantillon 4J.

Fig. 98A. Section transversale oblique d'un fragment de très gros coprolithe nettement déprimé sur sa face inférieure. Ce segment porte une peau de poisson sur le bas de son flanc convexe. Gr. = 0.5. $\alpha = 60°$ ⌒.

c(Flanc convexe.

MS. Méridien supérieur.

A. Point où se trouve la peau de poisson.

Fig. 98B. La surface du flanc convexe de la face supérieure.

La peau de poisson s'étend de A en B. Elle est complètement étalée. La peau est vue par la face interne (1). Gr. = 1. $\alpha = 60°$ ⌒. On y reconnaît la structure des écailles et on y voit les impressions laissées par le moulage de quelques arêtes.

(1) Indication de M. le Conservateur L. Dollo.

Fig. 99. La partie de la peau voisine du point A. L'axe polaire du coprolithe est placé verticalement. Le détail de la structure des écailles est visible sur celles qui sont autour du point ec.

Fig. 100. La partie de la peau de poisson voisine du point B. Le détail de la structure des écailles est visible autour du point B. — Les moulages des arêtes sont indiqués par des sillons.

101 à 104. *Un segment médian de très gros coprolithe planté obliquement à côté d'un bloc d'argile noire à lignites sur lequel il appuie.* Gr. = 0.5. Échantillon (25 R, 26 R).

Fig. 101. La tranche verticale gauche du bloc 26 R. On y voit les lignes de stratification de l'argile grise légèrement ondulées. Dans le lit inférieur on aperçoit, sous la forme d'îlots horizontaux très foncés, les coupes verticales de deux prolongements du morceau d'argile noire. La stratification de l'argile noire en ce point n'est pas déterminable.

fv. Face visible de l'échantillon. (Face par laquelle il est présenté dans la collection.)

An. G. Angle gauche de l'échantillon.

Ar. n. Argile noire à lignites et à fragments de houille.

Fig. 102. La tranche antérieure du bloc 26 R. Un segment médian d'un très gros coprolithe, fendu dans son axe polaire, repose et appuie obliquement sur un fragment d'argile noire à lignites.

Sg. c. Le segment coprolithique.

Hg. Hd. Trace du plan horizontal parallèle aux lignes de stratification de l'argile grise.

P. Axe polaire du segment coprolithique.

hn. hn. Direction de l'horizontale des couches de l'argile noire.

On voit que l'une des sections transverses du coprolithe, bute directement et obliquement contre l'argile grise.

Fig. 103. La tranche du bloc 25 R, qui se raccorde directement avec la tranche antérieure de 26 R. Elle forme la face visible de l'échantillon. C'est par cette tranche qu'il est présenté dans la collection $\alpha = 80°$ ⌒.

Fig. 104. La tranche opposée du bloc 25 R (1). Elle montre les couches du morceau d'argile noire fortement inclinées sur les couches de l'argile grise $\alpha = 35°$ ⌒.

Coprolithes intermédiaires entre les très gros coprolithes et les coprolithes de fort calibre.

105 à 108. Une extrémité terminale partiellement dégagée. Elle présente de forts sillons très visibles sur les figures 105 et 106. Au point de *sa surface* marqué 1 on voit l'impression laissée par une petite lame ligniteuse. Au point 2, sur la cassure oblique, on voit un petit fragment de lignite *dans la matière du coprolithe.*

---

(1) Elle joue le rôle de face nv. dans la manière dont l'échantillon est exposé sur le plateau.

Fig. 105. La face supérieure de l'échantillon présentée avec la tranche postérieure en bas. Gr. = 0.5 $\alpha = 70°$ ⌒.

Fig. 106. Le coprolithe vu par la tranche antérieure ou bord concave. Gr. = 0.5 $\alpha = 60°$ ⌒.

Fig. 107. L'impression laissée à la surface du coprolithe par une lame de lignite. Gr. = 1.5. $\alpha = 40°$ ⌒.

Fig. 108. Le petit fragment de lignite, *enfermé dans la matière coprolithique*, près de la surface du coprolithe. Gr. = 1.5. $\alpha = 80°$ ⌒.

PLANCHE IX.

FIN DES TRÈS GROS COPROLITHES.

109 à 111. Un segment médian dont la surface est couverte de sable fin. Échantillon (74R. 75R).

Fig. 109. Le segment, en place dans l'argile. Il est vu par sa cassure transversale gauche. Gr. = 0.5 $\alpha = 70°$ ⌒.

Fig. 110. La cassure transversale gauche du même segment grossie deux fois. $\alpha = 50°$ ⌒.

Dans cette figure le grand diamètre transverse a été rendu horizontal.

Fig. 111. Le segment extrait de son moule pour montrer la surface du coprolithe couverte de sable fin directement adhérent à cette surface. Le morceau est présenté par sa face inférieure, sa cassure transverse gauche se trouve ainsi placée à droite de la figure. Sa cassure transverse droite (placée ici à gauche) butait directement contre l'argile. Gr. = 1. $\alpha = 70°$ ⌒ (1).

Fig. 112. Cassure transversale d'un très gros coprolithe fortement ferrifié. Échantillon 41Bl.

Les coprolithes de petite taille.

Un coprolithe court de fort calibre. Pièce unique. Échantillon 22R.

Fig. 113. Un coprolithe court de fort calibre. Gr. = 0.5, $\alpha = 75°$ ⌒.

Ce coprolithe, en forme de haricot, est fortement affaissé sur sa face inférieure. Sa face supérieure est légèrement affaissée. Le pôle initial est à droite de la figure.

Coprolithes courts de calibre moyen.

114 et 115. Un de ces coprolithes courts de calibre moyen à demi dégagé. Les cassures superficielles de la face dégagée montrent que la structure de la matière coprolithique est bien celle des coprolithes moyens. Échantillon (12R, 13R).

---

(1) On remarquera que l'argile contient des lits sableux près du coprolithe.

Fig. 114. Le coprolithe vu par la face dégagée. Gr. = 0.5 α = 80° ⌒.
Le pôle initial est à droite de la figure.
Le bord court ou bord concave est ici lui-même légèrement convexe.
Fig. 115. Le profil du bord convexe. Gr. = 0.5 α = 50° ⌒.
Voir Fig. 190 et 191, Pl. XV, un coprolithe moyen court complètement dégagé.
116 et 117. *Un coprolithe lacrymorphe.* Échantillon (1 R. 2 R).
Fig. 116. Le coprolithe vu par sa face supérieure. Gr. 0.5 α = 60° ⌒.
Fig. 117. Le profil transverse du coprolithe vu par la pointe. Tranche droite de l'échantillon. Gr. = 0.5 α = 60° ⌒.
118 à 120. *Un coprolithe court et grêle enroulé en tortillon.* Échantillon 48 J.
Fig. 118. L'échantillon 48 J présenté par sa tranche postérieure face fv en bas. L'extrémité terminale du coprolithe monte du bord concave sur le bord convexe. La pointe brisée a laissé son moulage sur le bord convexe. Gr. = 0.75 α = 75° ⌒.
Ei. Extrémité initiale. Et. Extrémité terminale. Sil. Sillon laissé sur le bord convexe par le moulage de l'extrémité terminale.
Fig. 119. La tranche verticale droite présentée de trois quarts. L'angle postérieur gauche de l'échantillon étant légèrement relevé pour montrer les ridements de la région initiale. La tranche rafraîchie de l'argile spécifie que la face fv de l'échantillon est une face supérieure. Gr. = 0.75 α =.
Fig. 120. La face fv. de l'échantillon. Gr. = 0.75 α = 80° ⌒.
121 et 122. *Un très petit coprolithe.* Échantillon 53 R.
La configuration réniforme de ces très petits coprolithes rappelle celle du coprolithe court de fort calibre.
Fig. 121. La face dégagée d'un très petit coprolithe. Gr. = 0.5 α = 85° ⌒.
Fig. 122. La cassure horizontale médiane de cet échantillon. Gr. = 3.00 α = 90° ⌒.
Cette cassure, étudiable à la loupe, montre toutes les particularités de structure des coprolithes dominants de taille moyenne y compris les aspects pseudo-écailleux.

PLANCHE X.

STRUCTURE DES COPROLITHES DOMINANTS DANS LEUR ÉTAT ORDINAIRE DE CONSERVATION.

Les figures en ballonnets produites par la limonite.

Ensemble des coupes microscopiques.

Fig. 123. Un secteur de la *section transversale* de l'échantillon 48 V. Coupe Tr. 2. Gr. 5.
Il montre la lame périphérique transparente opposée à la région profonde grisaillée et seulement translucide. A ce grossissement on ne voit aucun débris reconnaissable.

l. per. Lame périphérique transparente, rtl. région translucide, ra. région soulignée par de l'air.

Fig. 124. Une partie de la *section méridienne horizontale* du même échantillon. Coupe RH. 3. Gr. 5.

L'opposition de la zone périphérique par rapport à la zone profonde est à peine sensible, la partie externe de la zone profonde étant ici presque transparente et seulement soulignée par de l'air en quelques points.

125 et 126. Opposition des régions transparentes et des régions grisaillées translucides.

Fig. 125. Une portion de la partie périphérique d'une section méridienne verticale de l'échantillon 24J. Coupe RV. 3, point $\frac{y}{z} = \frac{23.4}{14.0}$. Gr. 19.

Dans la région transparente qui forme la lame externe, à gauche de la figure, les points noirs sont des amas massifs de limonite.

La région grisaillée de droite doit cet aspect à des ballonnets de limonite.

Même à ce grossissement il n'y a aucun débris reconnaissable.

Fig. 126. Une région intérieure, demeurée transparente, entourée par la région translucide. Sur une coupe transversale de l'échantillon 24J, coupe Tr. 1, point $\frac{x}{y} = \frac{37.2}{10.6}$ Gr. 19.

La lame osseuse représentée Fig. 141, Pl. XI.

Le grisaillement ou trouble est dû à des figures en ballonnets produites par la limonite, non résolubles à ce grossissement.

Fig. 127. Un point de la section transversale Tr. 1 de l'échantillon 24J pour montrer les figures en ballonnets dessinées par la limonite. Gr. 125.

l. ba. Ballonnets de limonite.

l. m. Amas de limonite massifs comme ceux de la lame externe.

Fig. 128. Le point $\frac{y}{z} = \frac{23.4}{14.0}$ de la section méridienne verticale de l'échantillon. 24J. Gr. 125 (1).

A gauche la zone externe transparente avec ses amas massifs de limonite.

A droite la zone profonde du coprolithe avec ballonnets de limonite.

Au contact de la lame externe et de la zone profonde, on voit que la convexité des ballonnets de limonite est toujours tournée vers la zone profonde.

Les trous bordés de limonite.

Fig. 129. Un trou rempli de ballonnets de limonite et un trou en préparation. Point $\frac{y}{z} = \frac{26.95}{10.05}$ de la section méridienne verticale RV. 3. Échantillon 24J. Gr. 125.

La partie de la matière enfermée dans la convexité du ballonnet limonitique est donc préservée, alors que l'autre est plus fortement attaquée.

(1) Région comprise entre les deux traits rouges de la Fig. 125.

Conséquences :

1° La lame superficielle transparente du coprolithe est donc généralement mieux conservée que la partie profonde ;

2° Le contenu des ballonnets de limonite est moins altéré que la partie comprise entre les ballonnets.

Fig. 130. Un trou bordé de limonite. Point $\frac{y}{z} = \frac{26.20}{18.00}$ de la section méridienne verticale RN. 3. Échantillon 24J. Gr. 125.

Les convexités des lamelles limonitiques sont toujours tournées vers l'intérieur du trou. Celui-ci est souvent totalement vide de matière coprolithique.

Fig. 131. La partie comprise dans les ballonnets de limonite est plus foncée et plus jaune que la partie comprise entre les ballonnets. Point $\frac{y}{z} = \frac{28.6}{18.1}$ de la coupe RV. 3 de l'échantillon 24J. Gr. : 212.

On ne distingue aucune trace d'élément figuré dans la région représentée en dehors d'une sorte de picotis du fond.

PLANCHE XI.

LES CORPS FIGURÉS ENCORE DÉTERMINABLES QUI SONT NOYÉS DANS LA PATE DES COPROLITHES DOMINANTS.

132 à 137. Les corps grisâtres.

(On établira plus loin que ce sont des fibres musculaires striées coupées dans tous les sens.)

Fig. 132. Le point $\frac{y}{z} = \frac{27.2}{11.8}$ de la coupe méridienne verticale RV. 3. Échantillon 24J. Gr. 350.

fm. La section oblique d'un corps grisâtre. Il paraît homogène sans piqûres, avec des fractures propres. Son bord gauche est très nettement séparé de la pâte entourante.

Au point désigné par *l ba*, la membrane qui limite les ballonnets de limonite se résout en grains bullaires qui disparaissent insensiblement dans le picotis injecté du fond.

Fig. 133. Un fragment grisâtre dans une région où le picotis de la pâte est souligné par des bulles d'air. Gr. 212.

134 et 135. Degré de visibilité des fragments grisâtres dans les coupes d'échantillons de conservation moyenne.

Fig. 134. Exemple pris au point $\frac{21.95}{3.2}$ de la coupe transversale Tr. 1. Échantillon 20J. Région particulièrement mince, complètement pénétrée par la résine durcissante. Gr. 212.

Le fragment de fibre f′ m′ est coupé transversalement. Il est rendu sensible par l'opposition de son aspect homogène, fissuré de craquelures propres, à l'aspect piqueté de points flous de la pâte entourante.

f″ m″. Un autre fragment de fibre encore moins visible.

l m. Un amas de limonite massive.

Fig. 135. Coupe d'un fragment de fibre très altéré dans une région de coprolithe très envahie par la pyrite. Point $\frac{x}{y} = \frac{35.5}{10.7}$ de la coupe transversale Tr. 1. Échantillon 26 J. Gr. 115.

f m. La coupe oblique du morceau de fibre.

py. Un amas de pyrite.

136 et 137. Une région très chargée de fragments grisâtres sur la coupe transversale Tr2 de l'échantillon 3R (1).

Fig. 136. Ensemble de la plage au grossissement 19.

Fig. 137. Le rectangle 1-2 de la Fig. 136. Point $\frac{x}{y} = \frac{33.05}{5.95}$. Les fragments grisâtres y sont indiqués comme des taches plus foncées, à angles vifs tranchant sur une sorte de fond granulé. Il n'y a pas de limonite en ballonnets dans cet échantillon. Il n'y a pas de limonite massive dans cette plage.

138 à 141. Fragments osseux (2).

Fig. 138. Un secteur de la coupe transverse Tr1. Échantillon 48 V avec un fragment osseux caverneux et une lamelle osseuse. Gr. = 5 (3).

Fig. 139. L'os caverneux de la Fig. 138. Gr. = 17. — La surface des cavernes est couverte de lamelles de limonite convexes vers le centre de la caverne.

Fig. 140. La lame osseuse de la Fig. 138. Gr. 55. Elle est chargée de canalicules osseux parallèles dans la région supérieure gauche de la figure.

Fig. 141. La lame osseuse de la Fig. 126. Gr. 110. — Les canalicules osseux visibles dans la partie gauche de la figure ne sont pas corrodés.

142. 143. Membranes conjonctives.

Fig. 142. Un secteur de la coupe transversale Tr2. Échantillon 74 J (4). Gr. 9.

lc. Lame conjonctive (5).

lig. Un fragment de lignite.

Fig. 143. La partie 1-2 de la lame conjonctive de la figure précédente Gr. 72 fois. Le point 2 est placé ici en haut de la figure. — Le point 1 est en bas.

On reconnaît, à la loupe, quelques points d'attaque ponctiformes dans l'épaisseur de la lame conjonctive.

PLANCHE XII.

SUITE ET FIN DES CORPS FIGURÉS IMMÉDIATEMENT DÉTERMINABLES. PSEUDO-TISSUS. STRUCTURE TOURBILLONNAIRE SOULIGNÉE PAR LA PYRITE.

Fig. 144. Le bout de lignite de la Fig. 142. Gr. 31.

Il est nettement brisé à un bout, effiloché de l'autre côté, sans autre débris de même nature dans le reste de la section.

---

(1) Échantillon exceptionnellement bien conservé et très chargé de ces fragments dans toutes ses parties.
(2) Ils s'illuminent entre les nicols croisés.
(3) Ce secteur est distant de 5 millimètres de celui qui est représenté Fig. 123, Pl. X.
(4) L'échantillon 74 J, 75 J est exceptionnellement bien conservé, mais très chargé de limonite massive.
(5) Elle s'illumine entre les nicols croisés.

Fig. 145. Un bout de lignite trouvé sur la section méridienne horizontale RH3 de l'échantillon 74J. Région $\frac{33.5}{19.0}$. Gr. 20.

Ce fragment est parallèle à l'axe polaire.

Fig. 146. Une plage avec fragments grisâtres (fragments de fibres musculaires) au voisinage du bout de lignite de la Fig. 145 et au même grossissement 152, 153′, 153″. Coupes des fragments représentés grossis Fig. 152 et 153. Les petits points blancs de cette figure sont des cristaux de quartz tardifs.

Fig. 147. Pseudo-tissu d'apparence épidermique fait par la limonite. Coupe transversale Tr 1. Échantillon 36J.

Fig. 148. La structure tourbillonnaire soulignée sur la coupe transversale. Coupe Tr. 1. Échantillon 26J. Gr. 4.5.

Fig. 149. La structure tourbillonnaire soulignée sur la coupe méridienne horizontale. Coupe RH3. Échantillon 26J. Gr. 4.5.

L'axe polaire est vers le haut des Fig. 148 et 149.

Démonstration de ce fait que les fragments grisâtres sont des morceaux de fibres musculaires striées, coupées en divers sens.

150 à 159. Individualisation de plus en plus nette des fragments grisâtres par rapport à la pâte voisine dans les coprolithes exceptionnellement bien conservés (1). — Différenciation d'une enveloppe anisotrope. Premiers indices de striation.

Fig. 150. Coupes de deux fragments grisâtres plus différenciés, par rapport à la pâte entourante, que dans les Fig. 134 et 135. — Point $\frac{x}{z} = \frac{40.1}{11.0}$. Coupe RH3. Échantillon 74J. Gr. 172.

f′m′. Un fragment coupé presque transversalement. On remarquera sa zone périphérique un peu plus claire et *le cristal de quartz développé dans la fibre.*

f″m″. Coupe oblique d'un autre fragment.

Si. Cristaux tardifs de quartz.

Fig. 151. Coupe oblique d'un fragment plus fortement différencié. — Point $\frac{x}{z} = \frac{35.2}{8.4}$ de la préparation RH3. Échantillon 74J. Gr. 115.

La coupe est légèrement striée parallèlement aux grands côtés. Par places, la striation est soulignée par un alignement de points attaqués.

Fig. 152. Autre exemple de coupe oblique d'un fragment très différencié par rapport à la pâte. Point $\frac{x}{z} = \frac{36.0}{17.5}$ préparation RH3. Échantillon 74J. Gr. 95.

Légère striation parallèle au grand côté.

Fig. 153. Deux fragments voisins très nettement différenciés de la pâte entourante. Point $\frac{x}{z} = \frac{35.2}{17.5}$ préparation RH3. Échantillon 74J. Gr. 95.

---

(1) Échantillons. (74J, 75J), 3R, 1J.

f′m′ = 153′. Fragment coupé transversalement. — On voit l'opposition de la région centrale à la zone entourante plus claire. L'anisotropie de celle-ci n'est pas encore sensible.

f″m″ = 153″. Autre fragment coupé obliquement. — Quelques stries ou canaux parallèles aux grands côtés.

Fig. 154. Coupe oblique d'un fragment où la striation parallèle au grand côté est encore plus sensible. — Point $\frac{x}{z} = \frac{34.3}{9.25}$. Coupe RH3. Échantillon 74J. Gr. = 115.

Fig. 155. Coupe transversale d'un fragment où l'enveloppe anisotrope périphérique commence à se manifester. Elle se différencie par sa coloration jaune d'or alors que le centre tend à devenir rouge-brun. Point $\frac{x}{y} = \frac{24.9}{7.9}$. Coupe Tr2. Échantillon 74J. Gr. = 95.

L'enveloppe anisotrope est à peine sensible entre les nicols croisés.

Fig. 156. Coupe transversale d'un fragment très différencié. — L'enveloppe anisotrope, très mince, jaune d'or, entoure la masse centrale rouge-brun (homogène?). Point $\frac{x}{y} = \frac{27.8}{15.05}$. Coupe Tr2. Échantillon 74J. Gr. = 95.

Fig. 157. Section transversale d'une grosse fibre. L'enveloppe anisotrope jaune d'or s'illumine entre les nicols croisés. Elle contraste avec la masse centrale rouge brun. Point $\frac{x}{y} = \frac{36.3}{10.8}$. Préparation RH 3. Échantillon 74J. Gr. = 115.

m. c. Masse centrale rouge brun et isotrope.

e. a. Enveloppe jaune d'or anisotrope.

Fig. 158 et 159. Sections de fragments de fibres plates. Dans 158, le contenu rouge brun est craquelé à l'intérieur de l'enveloppe anisotrope intacte. Dans 159, le contenu rouge brun est continu.

Point $\frac{x}{z} = \frac{29.2}{7.2}$. Préparation RH 3. Échantillon 74J. Gr. = 115.

Point $\frac{x}{z} = \frac{36.05}{11.3}$. Préparation RH 4. Échantillon 74J. Gr. = 115.

En. gf. Trois fibres accolées coupées obliquement.

PLANCHE XIII.

LA STRIATION TRANSVERSE DE LA FIBRE MUSCULAIRE. — L'ATTAQUE ET L'ÉCROULEMENT DE CES FIBRES.

La pâte fécale est chargée de cellules bactériennes.

160 à 162. La striation transverse de l'enveloppe anisotrope de la fibre musculaire.

Fig. 160. Un morceau de fibre musculaire dont les faces sont striées transversalement.

Point $\frac{x}{y} = \frac{29.0}{17.3}$. Coupe Tr. 2. Échantillon 74J. Gr. = 212.

fm′. Le morceau de fibre dont les faces présentent les stries transversales.

fm″. Autres morceaux de fibres musculaires isolées coupées obliquement.

lm. Petits amas de limonite massive.

Si. Cristaux de quartz tardifs.

Fig. 161. Morceaux de fibres musculaires montrant la striation transverse de leur surface. Point $\frac{x}{y} = \frac{22.0}{3.5}$. Coupe Tr. 2. Échantillon 74J. Gr. = 212.

fm′. La plus fine striation qui ait été observée.

fm″. La surface d'un autre morceau de fibre strié très attaqué suivant la striation transverse. Celle-ci y forme de gros traits dont partent des corrosions plus ou moins arborescentes.

fm‴. Une section transversale d'un autre fragment de fibre.

La structure piquetée de la pâte entourante est particulièrement nette.

Fig. 162. Une coupe tangentielle sur un angle d'un morceau de fibre striée.

Point $\frac{x}{z} = \frac{41.8}{12.5}$. Coupe RH 4. Échantillon 74J. Gr. = 212.

Plaque jaune anisotrope, réticulée dans sa région centrale, montrant la striation transverse sur le pourtour de la plaque.

Autour la masse centrale rouge brun (1) :

163 à 167. Attaque et écroulement des fragments de fibres musculaires striées.

Fig. 163. Section transversale oblique d'une fibre musculaire isolée montrant quelques points d'attaque. Point $\frac{x}{y} = \frac{28.7}{10.2}$. Préparation Tr. 2. Échantillon 74J. Gr. = 212.

Fig. 164. Section transverse d'une fibre musculaire isolée montrant de nombreux points d'attaque. Point $\frac{x}{z} = \frac{38.8}{12.1}$. Préparation RH 3. Échantillon 74J. Gr. = 115.

Fig. 165. Section transverse d'une fibre musculaire isolée déjà très attaquée. Elle montre de nombreux points d'attaque très fins et des taraudages en hélice. Ces derniers, particulièrement larges, sont soulignés par un revêtement très mince de limonite.

Point $\frac{x}{z} = \frac{38{\cdot}8}{12.1}$. Préparation RH 3. Échantillon 74J. Gr. = 212.

Fig. 166. Autre exemple de taraudages partant de la surface d'une fibre musculaire et gagnant sa région centrale.

Point $\frac{x}{z} = \frac{33.7}{7.2}$. Préparation RH 3. Échantillon 74J. Gr. = 115.

Fig. 166*bis*. Morceaux de fibres musculaires striées dont la surface très attaquée se fond dans la pâte fécale.

Point $\frac{x}{z} = \frac{36.2}{12.0}$. Préparation RH 3. Échantillon 74J. Gr. = 115.

Fig. 167. Une petite plage chargée de fibres musculaires très attaquées qui sont plus ou moins complètement fusionnées avec la pâte fécale entourante. Point $\frac{33.3}{9.0}$. Préparation RH 3. Échantillon 74J. Gr. = 115.

fm′ à fmᵛ. Fragments musculaires de plus en plus attaqués.

Éléments bactériens enrobés de limonite et soulignés par celle-ci. En se détachant très nettement sur le fond, ils donnent l'impression de spores bactériennes.

La pâte fécale est chargée de cellules bactériennes.

Ces éléments bactériens sont très visibles là où ils sont soulignés par de l'air ou

---

(1) Dans les coupes de crottins d'Otarie montées de la même manière, les sections de fibres de hareng isolées présentent de nombreux exemples de figures identiques.

enrobés par la limonite. Ils se présentent comme des points flous là où ils sont injectés par la résine employée pour durcir les objets.

Fig. 168. Coupe méridienne horizontale de la pâte fécale dans une région très mince complètement injectée par le médium durcissant. Elle montre très nettement la différenciation qui subsiste dans les diverses parties de la pâte. Sections de fibres musculaires; capsules, éléments bactériens.

Point $\frac{y}{z} = \frac{38.95}{12.4}$. Préparation RV 3. Échantillon 1 J. (1). Gr. = 406.

fm. Morceaux de fibres musculaires.

cap′. Capsule remplie de pâte fécale.

cap″. Capsule affaissée.

β. Cellules bactériennes. β′. Cellule enduite de limonite. β″. Cellule bacillaire. Elles sont rarement aussi allongées.

PLANCHE XIV.

Dans les points les plus favorables des échantillons les mieux conservés, les points de la pâte fécale se résolvent en cellules bactériennes. Celles-ci sont visibles lorsqu'elles sont injectées par de l'air ou soulignées par la limonite.

163 à 173. Résolution des points de la pâte fécale en cellules bactériennes.

Fig. 169. Plage de la pâte fécale, injectée d'air, dont le picotis rappelle les nuages bactériens des fécès quaternaires et actuelles.

Point $\frac{y}{z} = \frac{37.7}{12.0}$. Préparation RV 6. Échantillon 1 J. Gr. = 212.

Fig. 170. Une autre plage de la pâte encore injectée d'air auprès de la section d'un fragment de fibre musculaire. A la loupe, chacun des points noirs est résolu en une petite sphère ou un petit ellipsoïde. Point $\frac{x}{z} = \mathrm{R}\,\frac{18.90}{1.8}$. Préparation RH. 3. Échantillon 1 J. Gr. = 406.

Si. Cristal de quartz.

En *can*. Trace d'un réticulum qui indique peut-être des bactéries en longues chaînes.

Fig. 171. Une plage de matière fécale où la membrane des ballonnets de limonite est décomposable en petits éléments bullaires. Éléments bactériens entourés d'un vernis limonitique. Point $\frac{y}{z} = \frac{27.2}{11.8}$. Préparation RV 3. Échantillon 24 J. Gr. = 406 (2).

Fig. 172. Une région très mince de la pâte où les points sont résolus en éléments bactériens. Certains d'entre eux sont entourés d'une très mince lame de limonite. Point $\frac{x}{y} = \mathrm{R}\,\frac{21.95}{3.2}$. Préparation Tr. 1. Échantillon 24 J. Gr. 328.

Fig. 173. Une plage de la pâte fécale, encore très chargée d'air, montrant le réseau de craquelures spontanées qui peut couper la pâte.

Point $\frac{x}{y} = \frac{20.0}{11.6}$. Préparation Tr. 2. Échantillon 1 J. Gr. = 65.

---

(1) Cet échantillon est remarquablement pauvre en limonite et en quartz.

(2) On remarquera que l'aspect sporulaire se présente là où il y a de l'air et de la limonite.

TERMES DE COMPARAISON TIRÉS DE LA STRUCTURE D'UN COPROLITHE QUATERNAIRE DE « HYENA CROCUTA ».

A. Les points de la pâte fécale, encore injectés par de l'air, se résolvent en cellules bactériennes. Celles-ci rappellent les éléments du " Bacillus coli „. Là où la pâte a été pénétrée par la résine durcissante, les bactéries sont indiquées par des points flous.

Fig. 174. Une plage de la pâte fécale de *Hyena crocuta* où il y a encore un peu d'air. Gr. = 212.

Les éléments injectés d'air se détachent sous forme d'un picotis noir formant des nuages. A la loupe, on les voit se résoudre en éléments bactériens.

Dans le fond, d'apparence générale homogène, la loupe montre des points flous qui sont des éléments bactériens pénétrés par le médium durcissant.

Fig. 175. Les points de la pâte fécale résolus en cellules bactériennes. Gr. = 406.

On remarquera les inégalités de taille des éléments soulignés par l'air.

Les articles bacilliformes sont composés de cellules courtes disposées en chaînettes.

Fig. 176. Ressemblance des éléments bactériens de la pâte fécale du coprolithe quaternaire de *Hyena crocuta* avec les éléments du *Bacillus coli*. Gr. = 376.

Chaque élément souligné par de l'air est entouré d'une auréole claire.

B. Les fragments d'os, trouvés dans la pâte, s'illuminent encore entre les nicols croisés.

Les canalicules partant des ostéoblastes sont ici corrodés, montrant ainsi l'intensité de l'action du suc gastrique d'un carnassier broyeur d'os sur les os ingérés.

Fig. 177. Un fragment d'os.

Point $\frac{z}{y} = \frac{27.2}{8.0}$. Préparation Tr. 2. Gr. = 100.

Fig. 178. Une portion plus grossie de la Fig. 177. Gr. = 200.

Osb. Ostéoblaste. Cavité occupée par la cellule osseuse disparue.

c. c. Canalicules osseux corrodés.

Si. Cristaux tardifs de quartz.

PLANCHE XV.

A. — TROUS ET FRACTURES DE LA PÂTE FÉCALE DE « HYENA CROCUTA ».

Fig. 179. Section transverse de la pâte fécale dans une région où elle est très chargée d'air. Les fractures et les trous y sont soulignés en blanc.

Point $\frac{x}{y} = \frac{32.0}{2.8}$. Préparation Tr. 2. Gr. = 200.

Dans quelques-uns des trous, il y a déjà de la limonite massive.

Les fractures contiennent des lamelles tardives de quartz.

B. — LE « BACILLUS COLI » EN CULTURE PURE, TRÈS ÉTALÉE, MONTÉ A SEC.

Fig. 180. Une culture de *Bacillus coli*. Colorée à la fuchsine. Photographiée à sec. Gr. = 212. Point $\frac{38.0}{13.0}$. Préparation 1 (1).

Fig. 181. Une portion de la Fig. 180. Gr. 406.

L'aspect de ces cultures reproduit celui des régions du coprolithe de *Hyena crocuta* où l'air souligne les éléments bactériens.

C. — EFFACEMENT DE LA STRUCTURE DU COPROLITHE DANS LA RÉGION SILICIFIÉE DU COPROLITHE 40 BL. FIG. 182.

Point $\frac{x}{y}$ = R. $\frac{29.15}{7.4}$. Préparation Tr. 3. Échantillon 40 Bl. Gr. = 86.

1. Région où les éléments bactériens sont ramassés en arborisations ou canaux.
2. Région où il n'y a plus que des sortes de canaux.
3. Région où la structure est totalement effacée.

D. — STRUCTURE DE LA GAÎNE D'ENROBEMENT.

Fig. 183. Section transversale d'une partie de la gaîne d'enrobement.

Préparation Tr. 2. Échantillon 23R. Gr. 2.

1. Argile grise pure.
2. Argile grise chargée de limonite bullaire. Voir Fig. 186.
3. Argile grise encore plus raréfiée avec limonite amassée en amas réticulés. Voir Fig. 185.
4. Région très raréfiée avec limonite dessinant un réseau pseudo-cellulaire à noyaux. Voir Fig. 184.

Fig. 184. Le réseau pseudo-cellulaire à noyaux produit par le retrait.

Point $\frac{x}{y}$ = R $\frac{24.4}{9.4}$. Préparation Tr. 1. Échantillon 23R. Gr. = 406.

La limonite est localisée suivant un réseau à mailles polygonales, dont chaque maille présente un noyau collé à la paroi.

n. noyaux.

p. parois pseudo-cellulaires.

Dans cette région, on trouve encore quelques parcelles de mica et des spores.

Fig. 185. Région raréfiée de l'argile grise où la limonite très abondante est ramassée en massifs reliés les uns aux autres formant un système réticulé à gros nœuds.

Point $\frac{x}{y}$ = R $\frac{25.0}{3.4}$ Préparation Tr. 1. Échantilon 23R. Gr. = 115.

mi. Lamelle horizontale de mica.

si. Un grain de quartz tardif.

sp. Une spore.

alr. Petits amas de limonite reliés entre eux.

(1) Préparations de M. Jean Gavelle, préparateur à l'Institut Pasteur de Lille.

Fig. 186. Région de l'argile grise se chargeant de limonite bullaire.
Point $\frac{x}{y}$ = R $\frac{24.1}{3.5}$ Préparation Tr. 1. Échantillon 23R. Gr. = 212.
mi. Très minces lamelles de mica.
csi. Fragments clastiques de quartz.
lb. Limonite bullaire.

E. — L'ARGILE GRISE.

Fig. 187. Section verticale d'ensemble de l'argile grise. Gr. 5.

Cette coupe montre : la stratification régulière de l'argile, ses coupures spontanées et les déplacements qui en sont la conséquence. Une mince lame d'argile brune.

f. Partie supérieure d'un lit. — Les parcelles clastiques sont moins nombreuses et plus fines. La matière argilo-humique domine.

d. Début du lit suivant. Les parcelles clastiques brusquement plus grosses dominent sur la gelée argilo-humique.

ab. Une lamelle où la matière argilo-humique est très pure. C'est dans des lits de cette sorte qu'on a trouvé des algues.

lig. Fragments de lignite.

dis. Coupure spontanée de la matière argilo-humique.

Fig. 188. Coupe horizontale de l'argile grise.
Point $\frac{x}{y} = \frac{31.6}{4.0}$ (1). Préparation RH3. Échantillon 1J Gr. = 212.
csi. Fragments clastiques de quartz.

cβ. Région chargée de corps bactériformes formant un picotis qui rappelle celui des coprolithes.

Fig. 189. Une plage horizontale de l'argile grise avec corps bactériformes nombreux dans la gelée argilo-humique. Point $\frac{x}{y} = \frac{31.5}{3.95}$. Préparation RH.3. Échantillon 1J. Gr. = 406.

Un grand nombre de ces corps sont les uns bullaires, les autres bacilliformes.

F. — LE PETIT COPROLITHE ISOLÉ DU BLOC DE L'IGUANODON lz.

Fig. 190. La face supérieure. Gr. 0.5.
Fig. 191. Le bord concave. Gr. 0.5.

---

(1) Pour les couches stratifiées l'axe des x et l'axe des y sont horizontaux. Ox est l'axe transverse perpendiculaire aux grandes cassures. Oy est parallèle à ces cassures. Oz est placé verticalement.

Le Coprolithe en place dans l'argile.

La partie moyenne du Coprolithe est vue par une fenètre ouverte dans l'argile et dans la gaine coprolithique.

1 et 2. Face supérieure d'une plaque d'argile, contenant un Coprolithe, présentée sous deux inclinaisons différentes.

Fig. 1. Gr. = 0,5. $\alpha = 10°$ ↷.

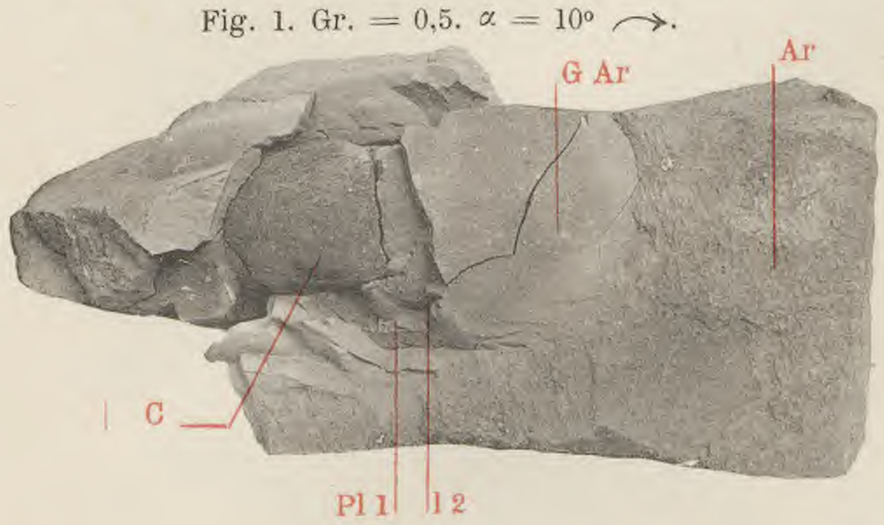
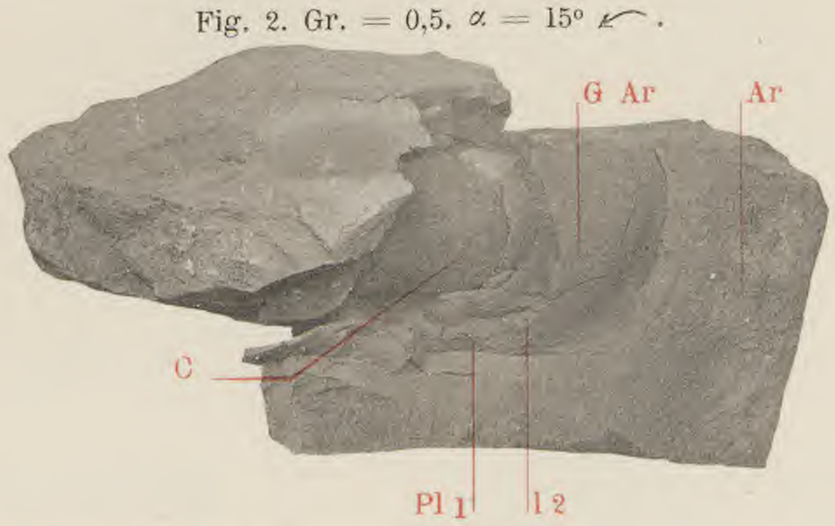


Fig. 2. Gr. = 0,5. $\alpha = 15°$ ↶.



3 et 4. La plaque d'argile présentée par les tranches.

Fig. 3. La tranche antérieure. Gr. = 0.5. $\alpha = 0°$.

Fig. 4. La tranche postérieure. Gr. = 0.5. $\alpha = 0°$.

5. 6. 7. Cassures transversales du segment médian du Coprolithe.

Fig. 5. Le Coprolithe est dans ses gaines. Gr. = 1. $\alpha = 90°$ ↷.

Fig. 6. Le Coprolithe est isolé.
Cassure droite. Gr. = 1. $\alpha = 60°$ ↷.

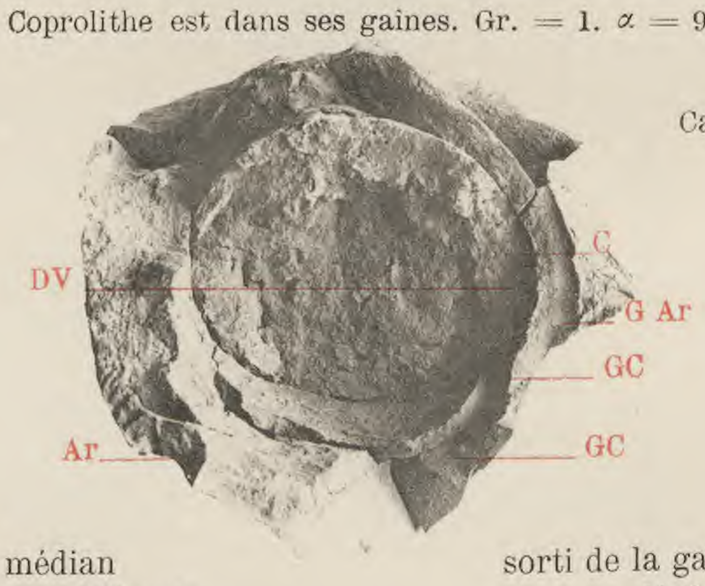
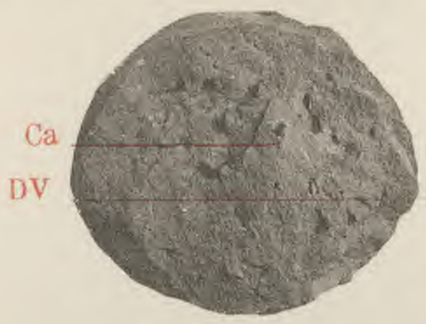


Fig. 7. Le Coprolithe est isolé.
Cassure gauche. Gr. = 1. $\alpha = 60°$ ↷.



8. 9. 10. La surface du segment médian sorti de la gaine coprolithique Gr. = 1.75.

8 et 9. Le bord concave sous deux éclairages différents. Il montre la disposition filée de la matière stercoraire.

10. Le bord convexe. Dessins inorganiques, variolage par la pyrite.

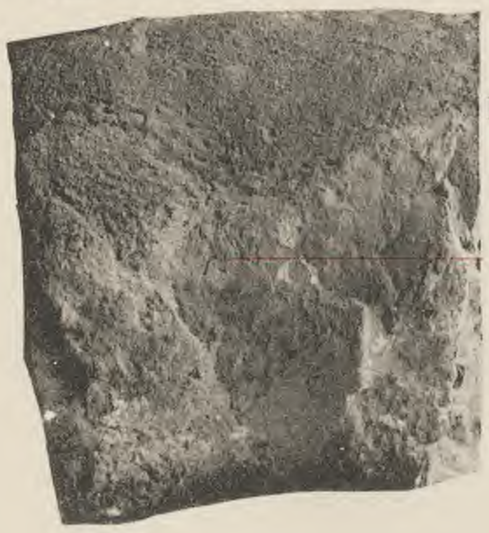
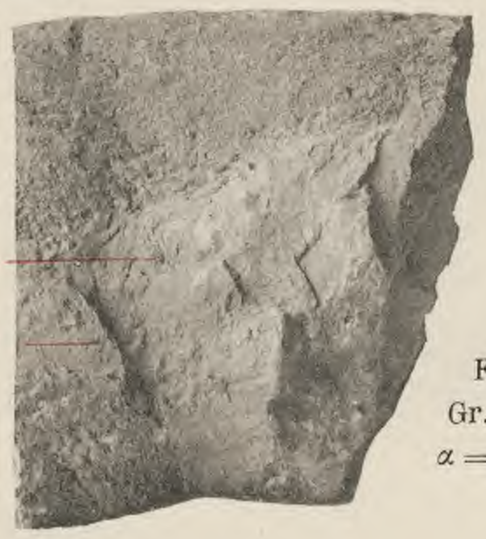


Fig. 8.
Gr. = 1,75.
$\alpha = 7°$ ↶.

Fig. 9. Gr. 1,75.
$\alpha = 70°$ ↷.



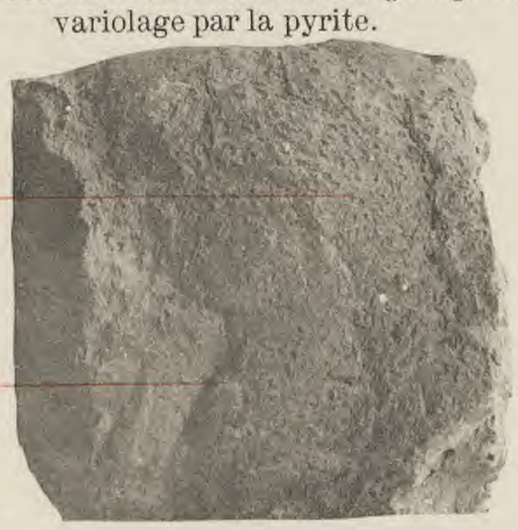


Fig. 10.
Gr. = 1,75.
$\alpha = 80°$ ↷.

Phototypie E. Castelein. — L. Lagaert, Brux.

C. Eg. Bertrand. — Les Coprolithes de Bernissart.

Le Coprolithe moyen. Pièce type.

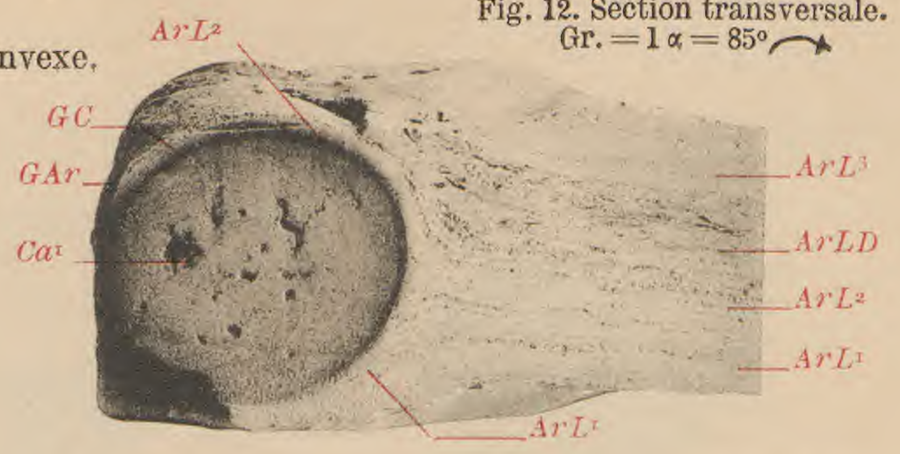
Morphologie du Coprolithe.

11 et 12. Un Coprolithe partiellement dégagé par son bord convexe.

Fig. 11. Vue du bord convexe. Gr. = 0.5 $\alpha = 90°$

Fig. 13. Le Coprolithe vu par la face supérieure. Gr. = 0.5

Fig. 12. Section transversale. Gr. = 1 $\alpha = 85°$



13, 14, 15. Extrémité terminale partiellement dégagée.

Fig. 14. Profil transverse de l'extrémité terminale. Gr. = 0.5 $\alpha = 70°$

Fig. 15. Le bord convexe. Gr. = 1 $\alpha = 35°$

16, 17, 18. Extrémité initiale dégagée.

Fig. 16. Face supérieure. Gr. = 1 $\alpha = 90°$

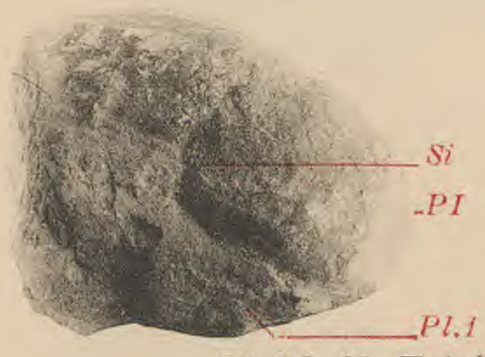


Fig. 18. Bord concave. Gr. = 1 $\alpha = 90°$

Fig. 17. Face inférieure. Gr. = 1 $\alpha = 60°$

19, 20, 21. Extrémité terminale dégagée.

Fig. 20. Face inférieure. Gr. = 1 $\alpha = 45°$

Fig. 21. Cassure transv. Gr. = 1 $\alpha = 10°$

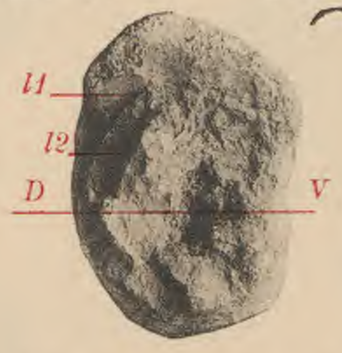


Fig. 19. Face supérieure. Gr. = 1 $\alpha = 0°$

25. Verrucation de la surface par la pyrite.

Fig. 25. Face pustulée. Gr. = 1.75 $\alpha = 70°$

22, 23, 24. Segment médian à demi dégagé.

Fig. 22. La face inférieure. Gr. = 0.5 $\alpha = 45°$

Fig. 24. Figure de pseudoridement sur le bord concave. Gr. = 1 $\alpha = 100°$

Fig. 23. Le bord concave. Gr. = 0.5 $\alpha = 80°$

Phototypie E. Castelein. — L. Lagaert, Brux.

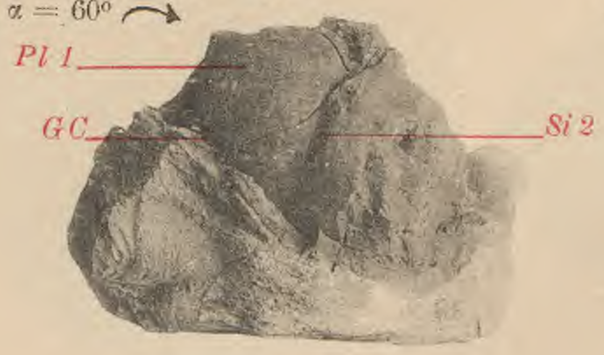
C. Eg. Bertrand. — Les Coprolithes de Bernissart.

Les Coprolithes dominants de taille moyenne.

Un bord. Extrémités. Segment médian. Verrucation.

Morphologie du Coprolithe.

Fig. 26. Bord convexe présenté face supérieure en haut.
Gr. = 0.75
$\alpha = 60°$



26, 27, 28. Sillons et lame triangulaire d'une extrémité initiale.

Fig. 27. La face supérieure.
Gr. = 0.75 $\alpha = 90°$

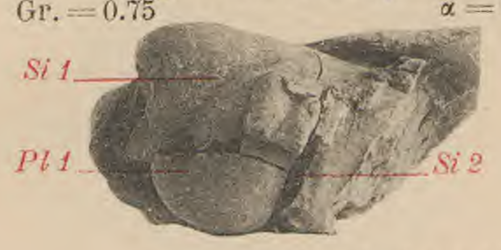


Fig. 28. Bord concave présenté face supér. en bas.
Gr. = 0.75
$\alpha = 60°$

29. Morceau de Coprolithe à surface sableuse.
Fig. 29. Flanc convexe. Gr. = 1.75.

30 à 39. Le noyau intérieur du Coprolithe.

30 et 31. Le noyau dégagé par enlèvement de la lame triangulaire.

Fig. 30. Face supérieure. Gr. = 0.75 $\alpha = 80°$

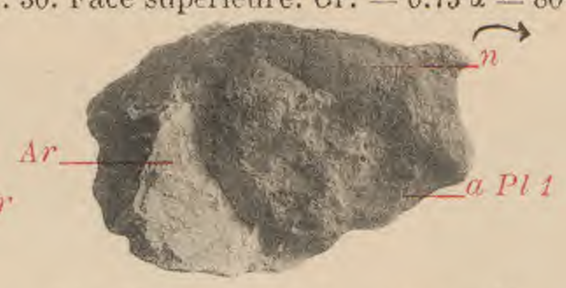


Fig. 31. Cassure transverse. Le Coprolithe est très affaissé.
Gr. = 0.75 $\alpha = 80°$

32, 33, 34, 35. Le noyau dégagé du Coprolithe moyen type.

40 à 43. Cassures transverses d'un Coprolithe dont la surface est silicifiée.

Fig. 42. Troisième cassure transv.
Gr. = 1 $\alpha = 90°$

Fig. 32. La face supér. Gr. = 0.5

Fig. 33. La face inf. Gr. = 0.5 $\alpha = 90°$

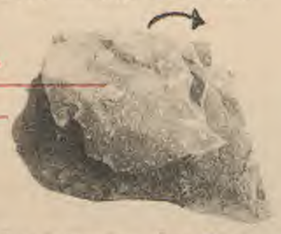


Fig. 34. Bord concave. Gr. = 0.5 $\alpha = 90°$

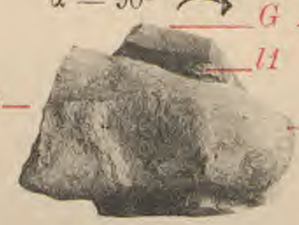


Fig. 35. Le mucron Gr. = 0.5 $\alpha = 60°$

36, 37, 38, 39. Un noyau de Coprolithe moyen qui a été trouvé dégagé.

Fig. 36. Face supérieure. Gr. = 0.75 $\alpha = 50°$

Fig. 37. Flanc concave, de trois quarts. Gr. = 0.75 $\alpha = 30°$

Fig. 39. Le mucron. Gr. = 0.75 $\alpha = 30°$

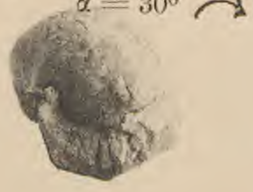


Fig. 38. Flanc concave, profil. Gr. = 0.75 $\alpha = 30°$

Fig. 43. Quatrième cassure transv.
Gr. = 1 $\alpha = 90°$

Fig. 44. La surface entre 40 et 43.
Gr. = 0.75 $\alpha = 90°$

40 à 47. Aspect des cassures.

45. Cassure transversale avec fissures pseudo-écailleuses.

Fig. 45. La surface de la cassure grossie 1.50. $\alpha = 90°$

Fig. 40. Première cassure transv.
Gr. = 1 $\alpha = 90°$

Fig. 41. Deuxième cassure transv.
Gr. = 1 $\alpha = 90°$

Phototypie E. Castelein. — L. Lagaert, Brux.

C. Eg. Bertrand. — Les Coprolithes de Bernissart.

Le Coprolithe dominant de taille moyenne.

Sillons. Noyau intérieur. Cassures.

46 et 47. Deux cassures transversales grossies 1.75 fois.

Fig. 46. La tranche gauche. $\alpha = 75°$

Fig. 47. La tranche droite. $\alpha = 80°$

50. Section transv. d'un Coprolithe en place dans l'argile.

Fig. 50. La tranche gauche. Gr. = 1 $\alpha = 50°$

48 et 49. Cassures longitudinales.

Fig. 48. Cass. long. superficielle dans un Coprolithe avec cavernes. Gr. = 1 $\alpha = 45°$

Fig. 49. Cass. long. dans un Copr. sans cavernes.

51 et 52. Petits fragments de houille dans l'argile grise à proximité d'un Coprolithe.

Fig. 51. La tranche vert. antérieure. Gr. = 0.5 $\alpha = 90°$

Fig. 52. La tranche postérieure. Gr. = 0.5 $\alpha = 90°$

53 et 54. Coprolithe dominant de fort calibre dans l'argile.

Fig. 53. Profil méridien vertical. Gr. = 0.5 $\alpha = 25°$

Fig. 54. Face inférieure. La matière du Copr. a pénétré en injection dans les fissures de l'argile. Gr. = 0.5 $\alpha = 20°$

55 et 56. Extrémité initiale engagée dans l'argile.

57 à 62. Extrémité initiale complètement dégagée.

Fig. 57. Face supérieure. Gr. = 0.5 $\alpha = 50°$

Fig. 58. Face inférieure. Gr. = 0.5 $\alpha = 50°$

Fig. 59. Bord concave. Gr. = 0.5 $\alpha = 50°$

Fig. 60. Bord convexe. Gr. = 0.5 $\alpha = 70°$

Fig. 55. Bord concave. Gr. = 0.5 $\alpha = 35°$

Fig. 56. Section transversale. Gr. = 1 $\alpha = 55°$

Fig. 61. Cassure transv. dans un sillon. Gr. = 0.5 $\alpha = 50°$

Fig. 62. Le pôle initial. Gr. = 0.5 $\alpha = 60°$

Phototypie E. Castelein. — L. Lagaert, Brux.

C. Eg. Bertrand. — Les Coprolithes de Bernissart.

Le Coprolithe moyen. Cassures et Section. — Fragments de Houille dans l'argile.

Les Coprolithes de fort calibre. — Pièces types.

Segments courts et disques isolés déposés en stabilité hydrostatique.

63, 64, 65, 66. Un segment court posé sur une génératrice.

Fig. 63. La tranche antér. d'un bloc d'argile entier montrant sa stratification régulière.

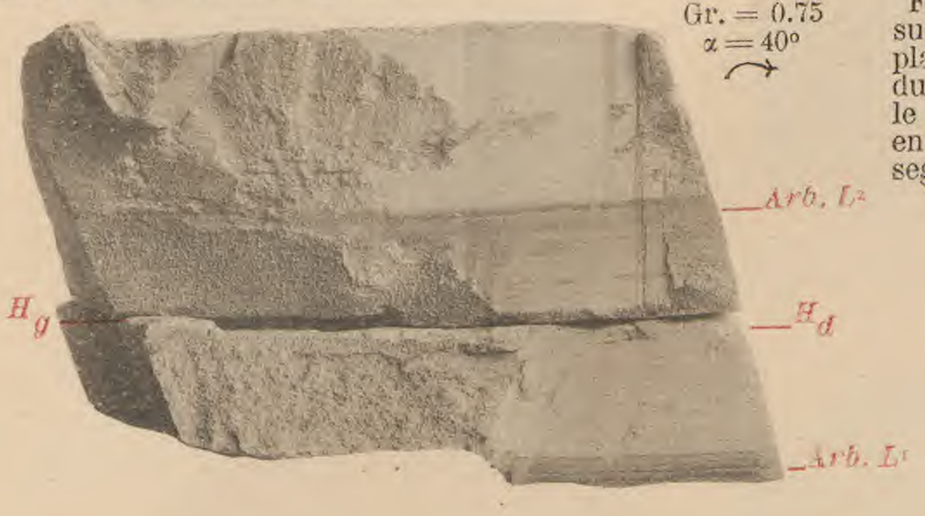
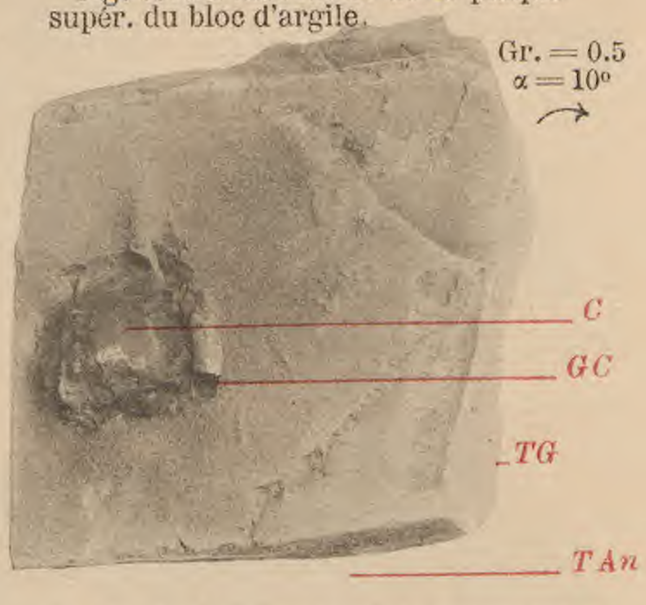


Fig. 64. La tranche droite du bloc d'argile entier. Gr. = 0.75 α = 40°

Fig. 65. La face supér. de la plaque infér. du bloc avec le moulage en creux du segment.

Fig. 66. La face infér. de la plaque supér. du bloc d'argile.



67 à 70. Un segment très court déposé sur sa section transverse.

Fig. 67. La tranche verticale antér. du bloc entier. Elle montre la stratification régulière de l'argile. Gr. = 0.75. α = 45°.

Fig. 68. Plaque infér. Tranche gauche. Gr. = 0.75. α = 60°

Fig. 69. La face infér. de la plaque supér. Gr. = 0.75. α = 45°

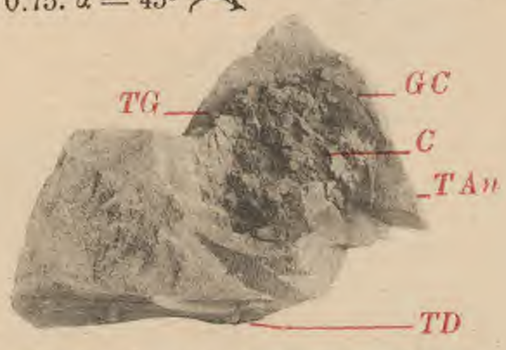


Fig. 70. La face supér. de la plaque infér. Gr. = 0.75 α = 45°

71 à 73. Disque très mince déposé sur sa section transversale.

Fig. 71. La tranche antér. du bloc entier.

Fig. 72. Face infér. de la plaque supér. α = 60° TG Gr. = 1.

Fig. 73. Face supér. de la plaque infér. α = 65° Gr. = 1.

Gr. = 0.75. α = 65°

Phototypie E. Castelein. — L. Lagaert, Brux.

C. Eg. Bertrand. — Les Coprolithes de Bernissart.

Segments courts et disques isolés dans l'argile.

74 à 79. Un disque mince contenant plusieurs dents de poisson. Les dents ont conservé leurs positions relatives.

Fig. 76. La face fv lorsque la demi-plaque mobile est enlevée. La tranche antérieure est en haut. Gr. = 0.75 $\alpha = 65°$

Fig. 77. La face fv lorsque la demi-plaque mobile est enlevée et la tranche antér. en bas. Gr. = 0.75 $\alpha = 65°$

Fig. 78. La partie découverte par enlèvement de la demi-plaque. Gr. = 1.75 $\alpha = 60°$

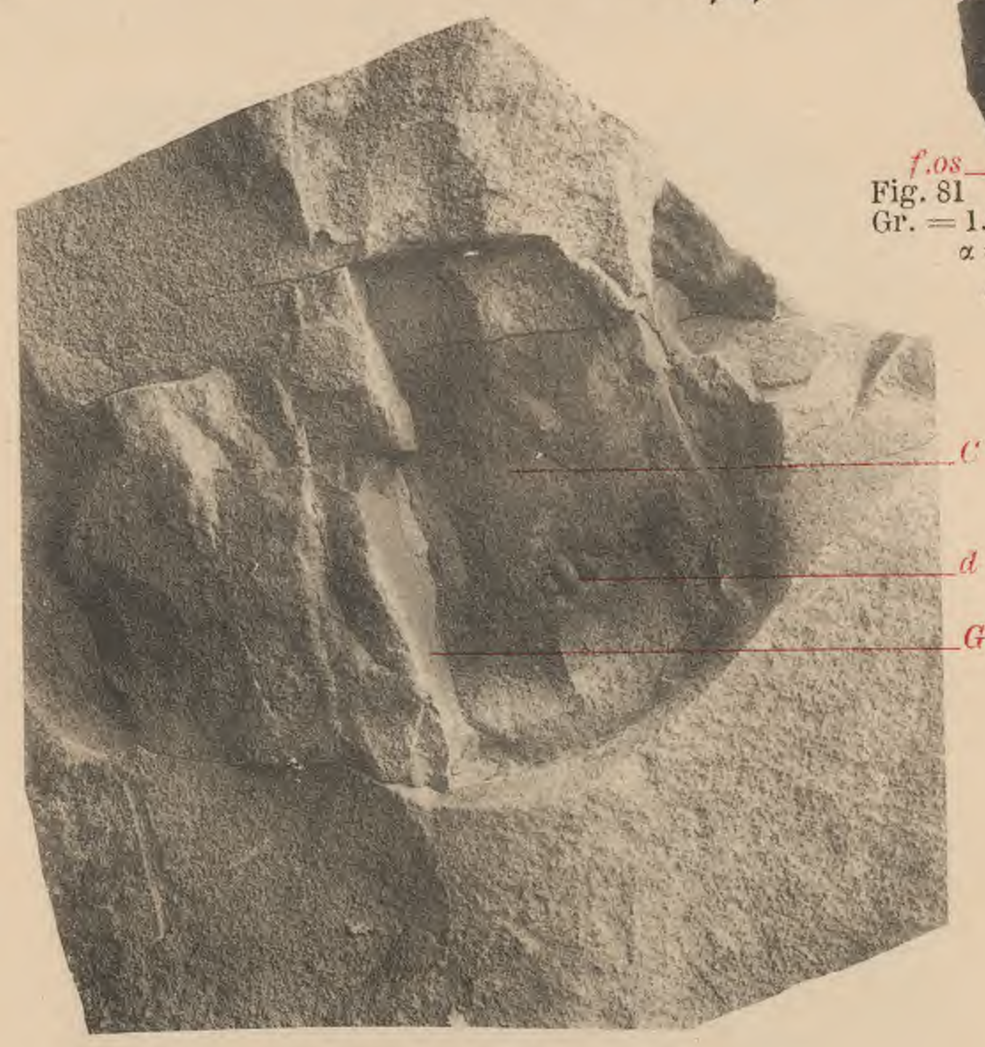


Fig. 74. La tranche antérieure du bloc entier. La face fv est une face inférieure. Gr. = 0.75 $\alpha = 55°$

Fig. 75. Le bloc d'argile, vu par la face fv, la demi-plaque mobile étant en place. Gr. = 0.75. $\alpha = 45°$

Fig. 79. La face intérieure de la demi-plaque mobile avec le moulage en creux de 4 dents et le pointement d'une cinquième. Gr. = 1.75 $\alpha = 60°$

82. Tortillon formant disque.

Fig. 82. La tranche gauche. Gr. = 0.75 $\alpha = 60°$

80 et 81. Extrémité initiale d'un Coprolithe moyen avec un fragment d'os de Reptile.

Fig. 81 Gr. = 1.75 $\alpha = 75°$

Fig. 80. L'échantillon entier, vu par l'arête antéro-supérieure.

Gr. 0.75 $\alpha = 75°$

Phototypie E. Castelein. — L. Lagaert, Brux.

C. Eg. Bertrand. — Les Coprolithes de Bernissart.

Coprolithes dominants contenant des fragments osseux macroscopiques.

83 à 88. Un très gros Coprolithe entier dans sa gaîne.

Fig. 83. La face supérieure. Gr. = 0.5 $\alpha = 60°$

Fig. 84. La face inférieure. Gr. = 0.5 $\alpha = 45°$

Fig. 85. Le bord concave. Gr. 0.5 $\alpha = 60°$

Fig. 86. Le bord convexe. Gr. = 0.5 $\alpha = 60°$

Fig. 87. L'extrémité initiale. Gr. = 0.5 $\alpha = 60°$

Fig. 88. L'extrémité terminale. Gr. = 0.5 $\alpha = 60°$

90 à 92. Un segment médian dégagé.

Fig. 90. Face supér. montrant son noyau. Gr. = 0.5

Fig. 91. Face infér. affaissée. Gr. = 0.5 $\alpha = 70°$

93 à 95. Le plus gros segment médian.

Fig. 93. La face sup., à côté du segm. un morceau de houille. G. 0.5

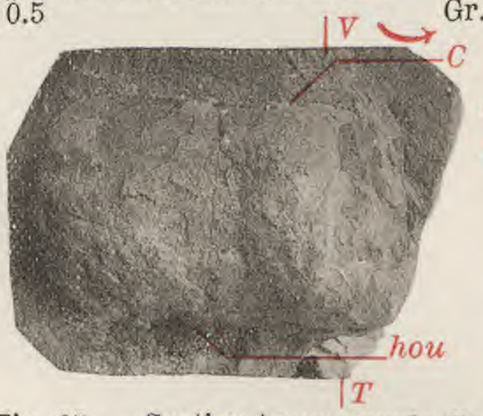


Fig. 94. Le segm. vu par la cassure transv. postér. Gr. = 0.5 $\alpha = 45°$

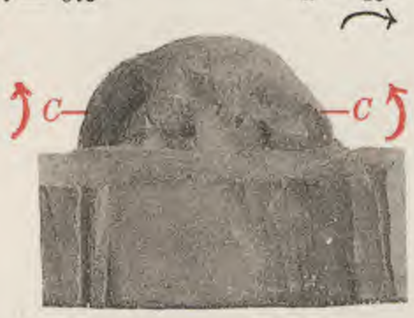


Fig. 95. — Section transversale d'ensemble montrant la face inférieure affaissée. Gr. 1 $\alpha = 70°$

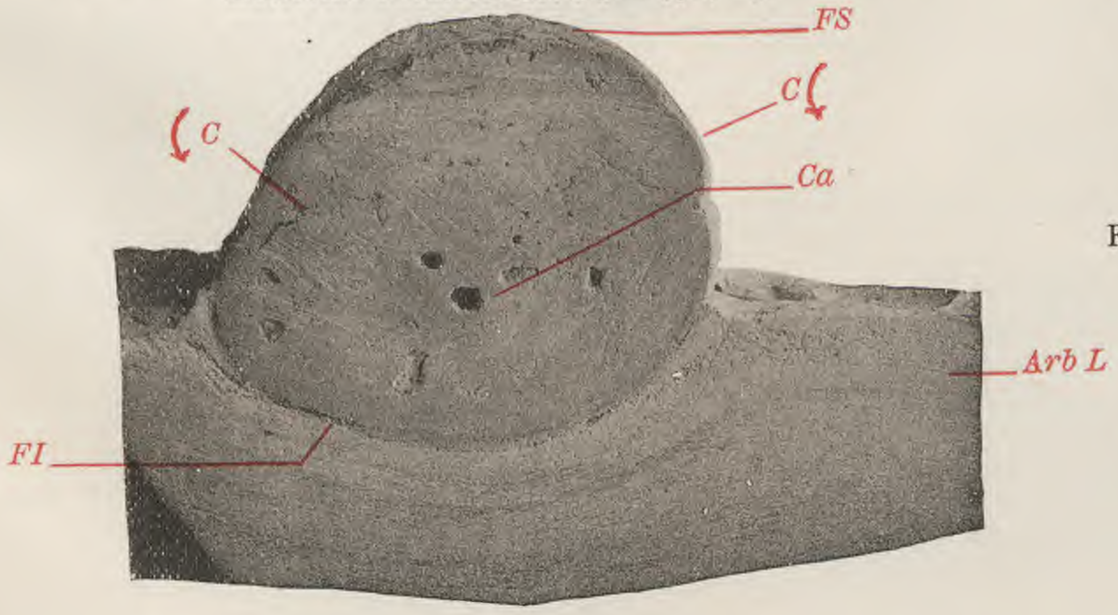


Fig. 89. Extrémité initiale dégagée. Gr. 0.5 $\alpha = 60$

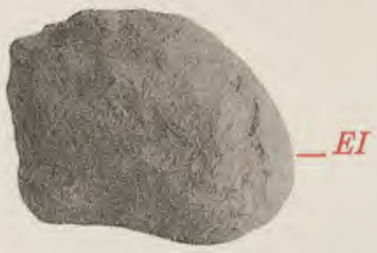


Fig. 92. La cassure transv. droite. Gr. 0.5 $\alpha = 50°$

96 et 97. Cassures tangentielles d'un très gros Coprolithe.

Fig. 96. Cassure horizontale. Gr. = 0.5 $\alpha = 60°$

Fig. 97. Cassure verticale. Gr. = 0.5 $\alpha = 45°$

Photolypie L. Lagaert, Brux.

C. Eg. Bertrand. — Les Coprolithes de Bernissart.

Les Coprolithes dominants de très grande taille

Le Coprolithe entier. Extrémité initiale. Segments. Cassures.

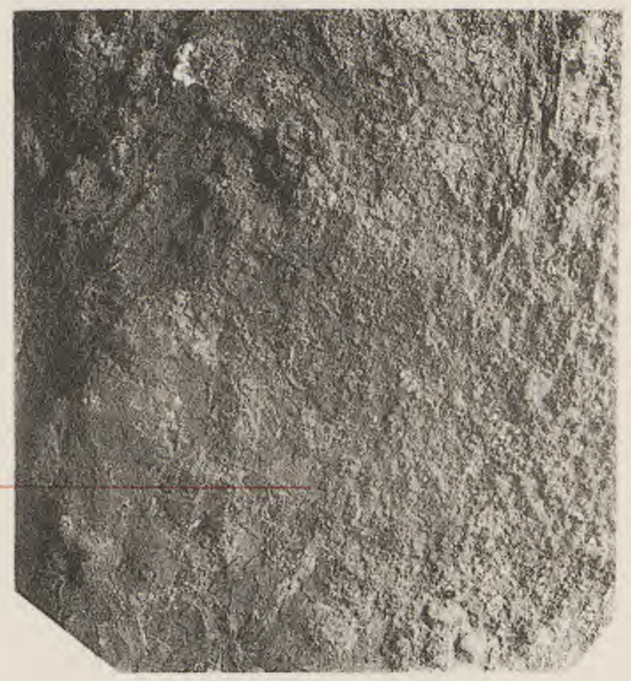
98 à 100. Peau de poisson reposant sur un gros Coprolithe

Fig. 100. Une bande horizontale de cette peau. On voit les écailles, la structure de celles-ci et le moulage des arêtes.
Gr. 3

Fig. 98B. Le flanc convexe de la face supérieure, le méridien supérieur étant en bas.
Gr. = 1 α = 60°

Fig. 98A. La cassure transversale oblique du Coprolithe. Gr. = 0.5
α = 60°

Fig. 99. Une partie de la peau prise en A.
Gr. = 3 α = 9°



101 à 104. Un segment médian de très gros Coprolithe planté obliquement à côté d'un bloc d'argile noire chargée de bouts de lignite et de grains de houille.
Gr. = 0.5

Fig. 101. La tranche gauche du bloc 26 R. avec l'argile noire affleurante. α = 70°

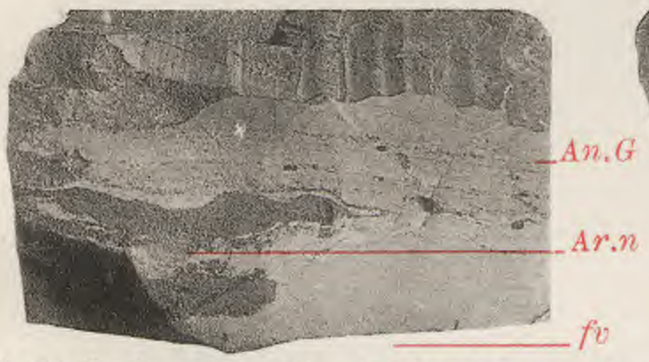


Fig. 102. La tranche antér. du bloc 26 R. avec le segment et le fragment d'argile noire plantés dans leur position de dépôt. α = 70°

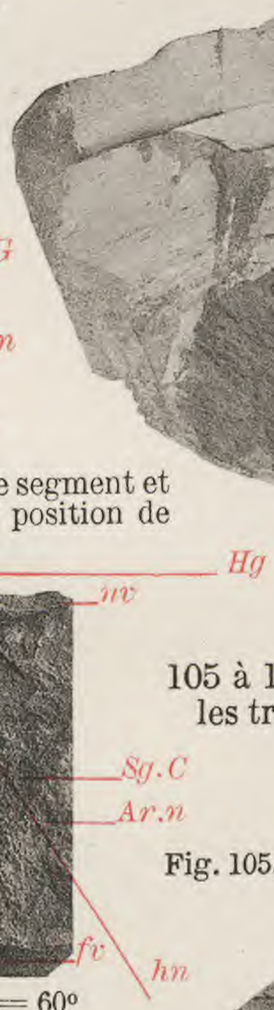


Fig. 103. La face du bloc 25 R. qui se raccorde à la fig. 102 face fv. α 80°

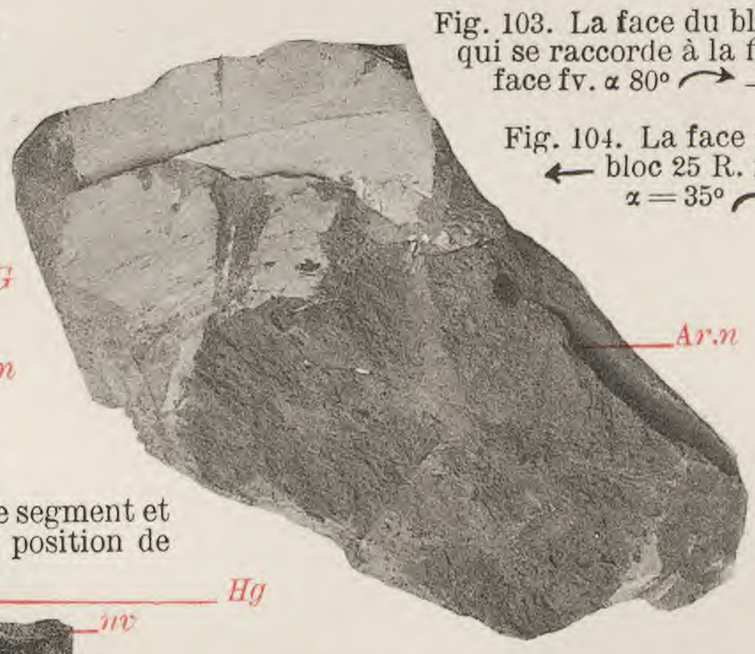
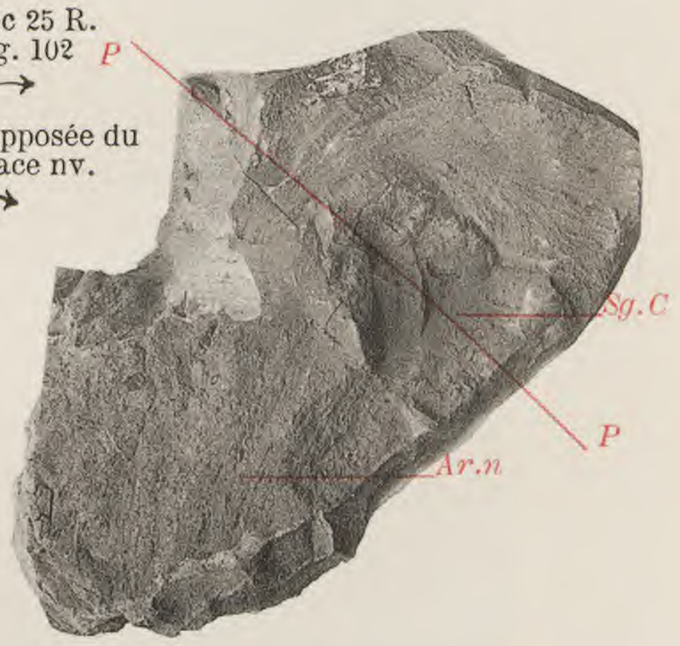


Fig. 104. La face opposée du bloc 25 R. face nv. α = 35°



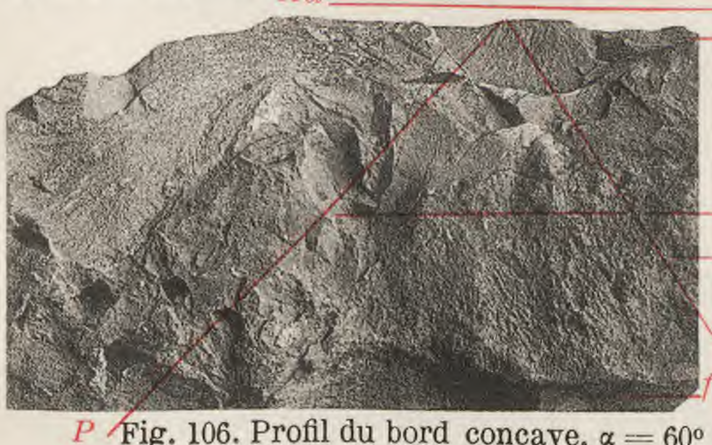
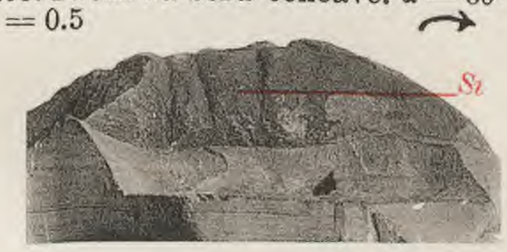


Fig. 106. Profil du bord concave. α = 60°
Gr. = 0.5



105 à 108. Un des Coprol. intermédiaires entre les très gros Coprol. et ceux de fort calibre.

Fig. 107. Une lame de lignite sur la surface du Coprol. Gr. = 1.5 α = 40

Fig. 105. La face supérieure. Gr. = 0.5 α = 70°

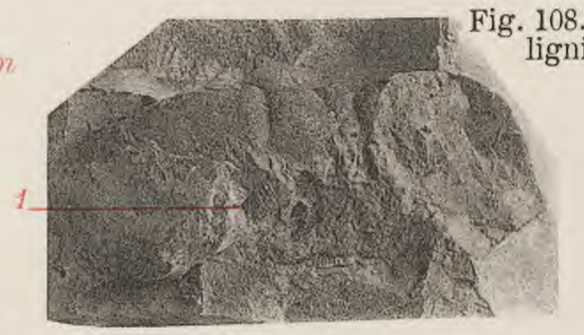


Fig. 108. Un bout de lignite dans le Coprol. Gr. = 1.5 α = 80°

Phototypie L. Lagaert, Brux.

C. Eg. Bertrand. — Les Coprolithes de Bernissart.

Les Coprolithes dominants de très grande taille

Un Coprolithe portant une peau de poisson. — Un Coprolithe planté obliquement dans l'argile grise à côté d'un bloc d'argile noire remaniée. — Transitions entre les très gros Coprolithes et les Copr. de fort calibre.

Fin des Coprolithes intermédiaires entre les très gros Coprolithes et les Coprolithes de fort calibre.

Fig. 110. La cassure transv. Gr. 2 $\alpha = 50°$

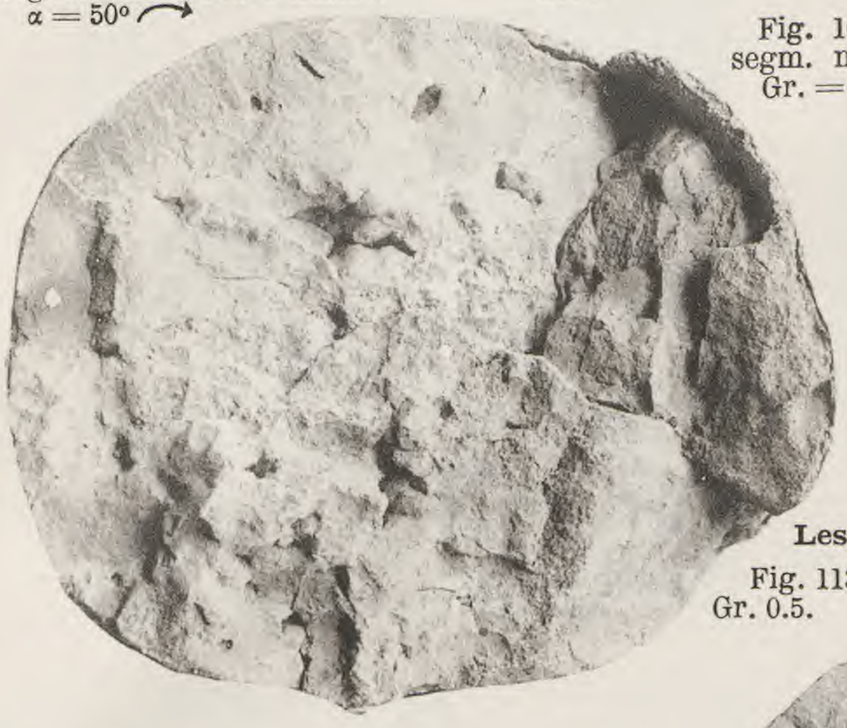


Fig. 112. Cassure transvers. d'un très gros Copr. très ferrifié. Gr. = 1 $\alpha = 80°$

Fig. 115. Profil longitudinal droit. Gr. = 0.5 $\alpha = 50°$

118 à 120. Cop. court enroulé en tortillon.

Fig. 118. La tranche postérieure. Gr. 0.75 $\alpha = 75°$

Fig. 119. La tranche vert. droite. G. 0.75 $\alpha = 80°$

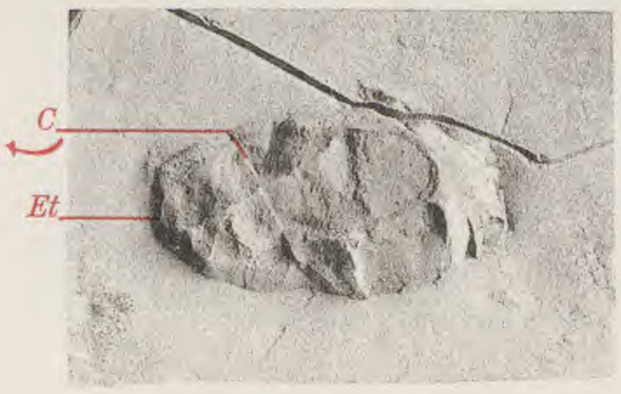
Fig. 109. La cassure transv. d'un segm. méd. en place dans l'argile. Gr. = 0.5 $\alpha = 70°$

Les Coprolithes de petite taille.

Fig. 113. Un Coprol. court de fort calibre. Gr. 0.5. $\alpha = 75°$

114, 115. Coprolithes moyens courts.

Fig. 114. Un Coprol. moyen court vu par dessus. Gr. 0.5 $\alpha = 80°$



121, 122. Très petit Coprolithe

Fig. 121. Le Copr. vu par la face sup. Gr. 0.5 $\alpha = 85°$

Fig. 120. La face infér. du tortillon. Gr. 0.75 $\alpha = 80°$

Fig. 111. La face infér. du Copr. couverte de sable. Gr. = 1 $\alpha = 70°$

116, 117. Un Coprolithe lacrymorphe.

Fig. 116. Un Coprol. lacrym. vu par sa face supér. Gr. 0.5 $\alpha = 80°$

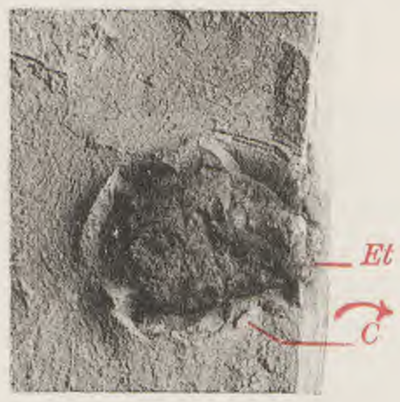


Fig. 117. Profil vert. de l'extrém. termin. d'un Copr. lacrym. G. = 0.5 $\alpha = 60°$

Fig. 122. Cass. horiz. Gr. 3 $\alpha = 90°$

Phototypie L. Lagaert, Brux.

C. Eg. Bertrand. — Les Coprolithes de Bernissart.

Fin des très gros Coprolithes.

Les Coprolithes dominants de petite taille.

Fig. 123. Un secteur de la section transversale 48 V, Tr. 2. Gr. = 5

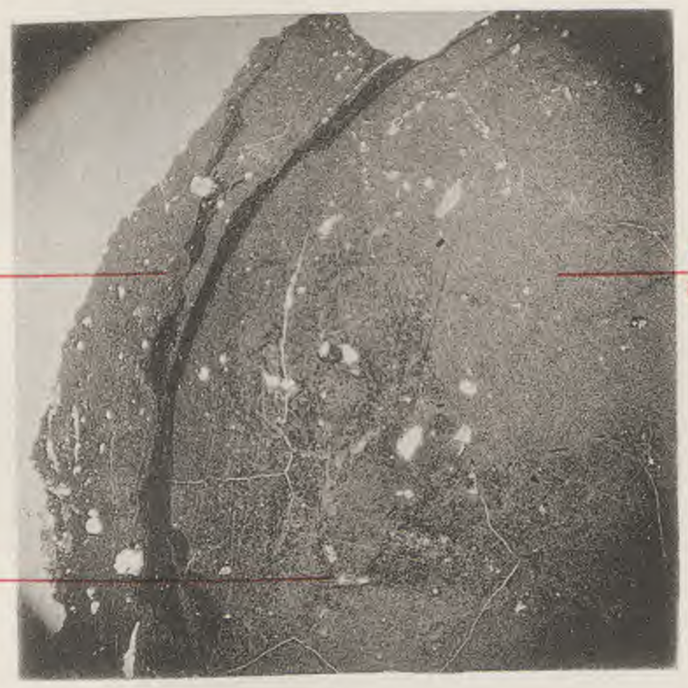


Fig. 125. La région superficielle transparente opposée à la partie grisaillée intérieure sur une sect. mérid. ver. Gr. 19

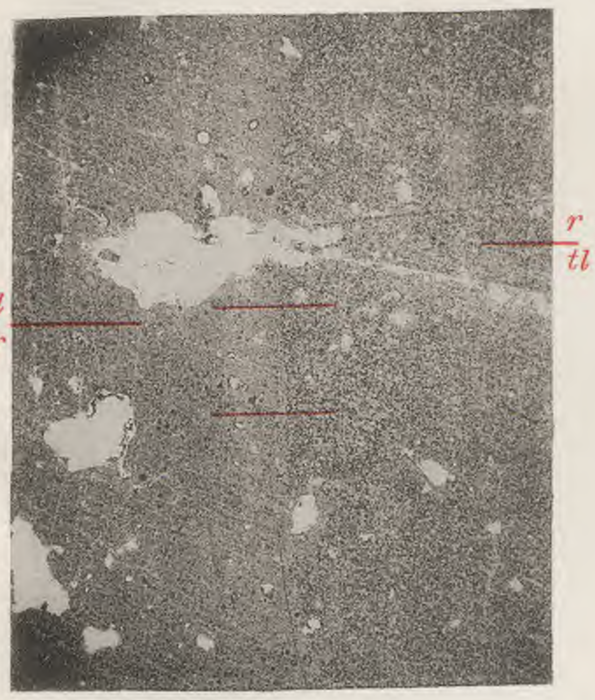
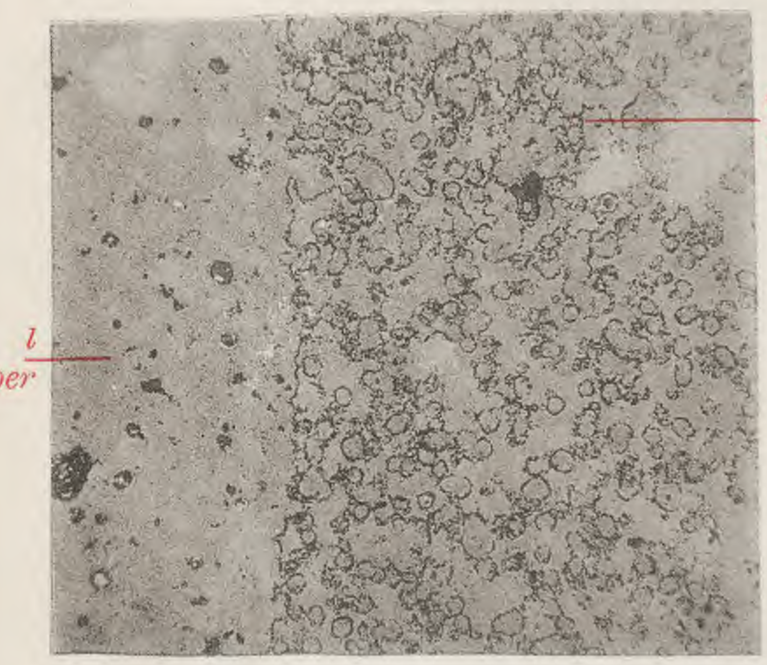
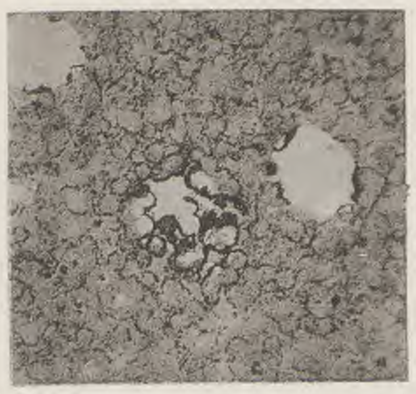


Fig. 128. Le réseau limonitique près de la lame transparente superfic. Gr. = 125



Ensemble des coupes microscopiques. — Le réseau limonitique.

Fig. 130. Trou bordé de limonite Gr. 125



125 et 126. Opposition des régions grisaillées translucides et des régions transparentes.

127 et 128. Le grisaillement ou trouble est dû à des dessins tardifs produits par un dépôt de limonite.

Fig. 127. Le réseau dessiné par la limonite. Gr. 125

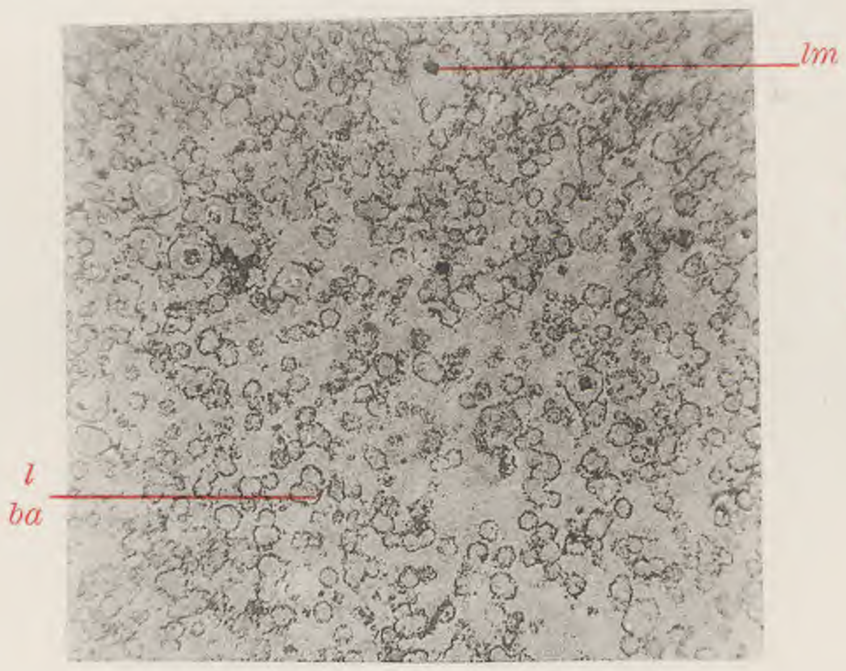


Fig. 131. La matière enfermée dans les ballonnets est plus jaune et moins altérée que celle qui est entre les ballonets. Gr. = 212.

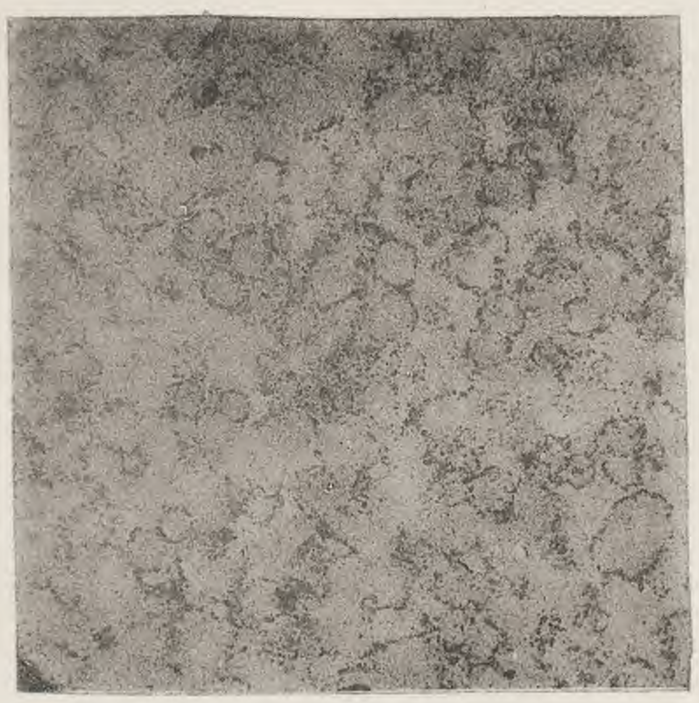


Fig. 124. Une partie de la section méridienne horizontale. Gr. = 5

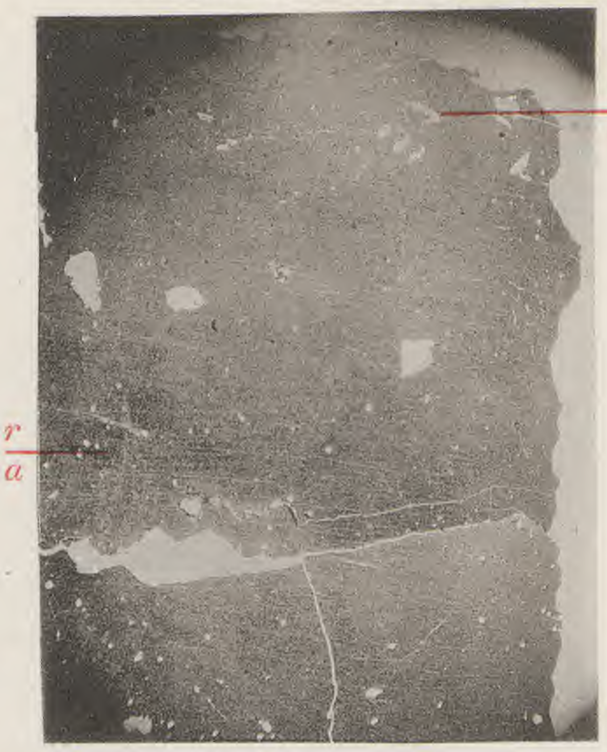
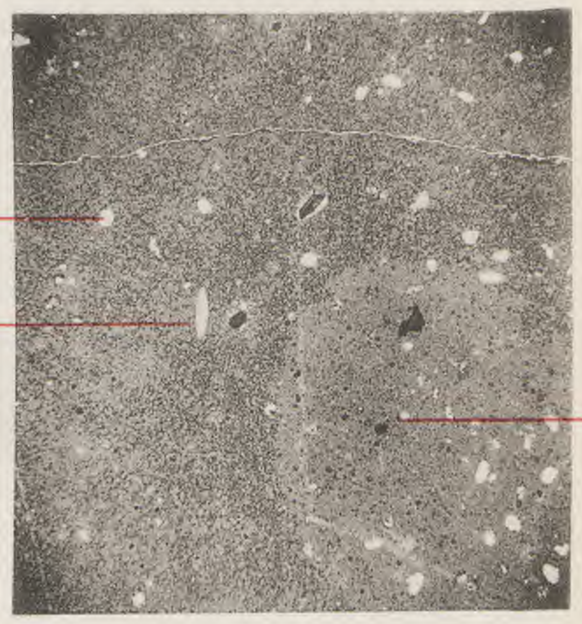
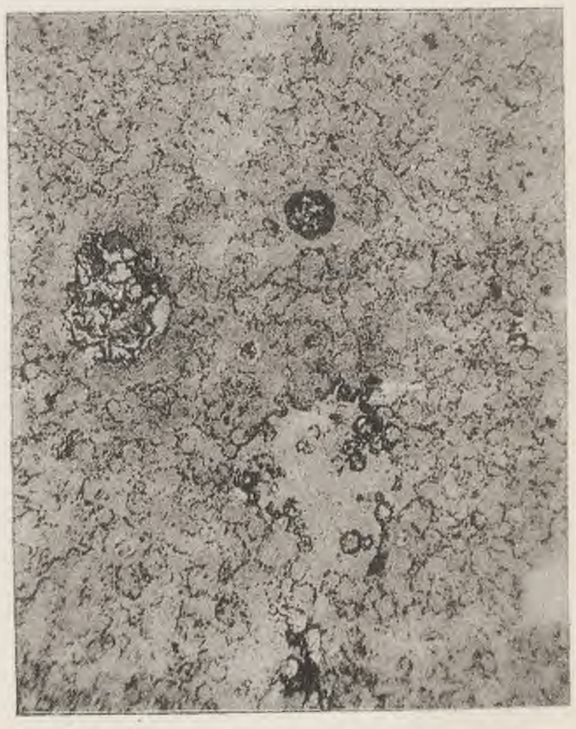


Fig. 126. Une région intérieure transparente opposée à la partie grisaillée entourante sur une section transv. Gr. 19



129 et 130. Les trous bordés par la limonite.

Fig. 129. Un trou rempli de ballonnets et un autre trou en prépar. Gr. 125

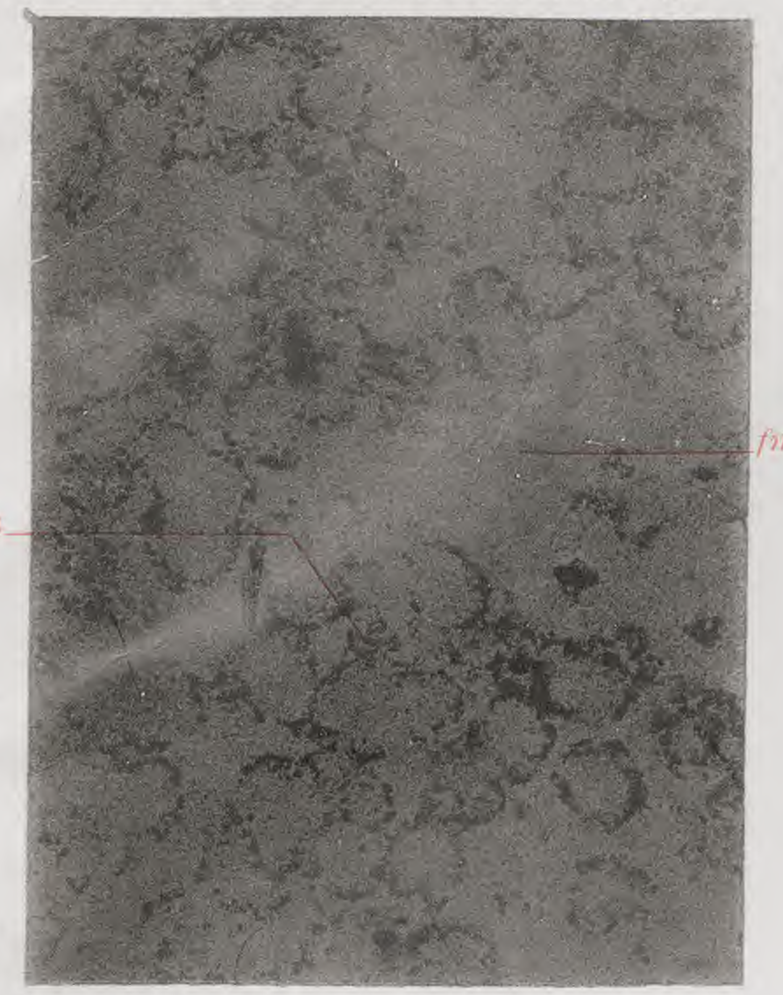


Phototypie L. Lagaert, Brux.

C. Eg. Bertrand. — Les Coprolithes de Bernissart.

Structure des Coprolithes dominants dans leur état ordinaire de conservation.
Les figures en ballonnets produites par la limonite.

Fig. 132. Un fragment grisâtre craquelé dans une région avec ballonets de limonite.
Section transversale. 24 J. Tr. 1. Gr. = 350



134 et 135. Degré de visibilité des fragm. grisât.
Fig. 134. Un fragm. gris. dans une rég. très mince.
Gr. = 212

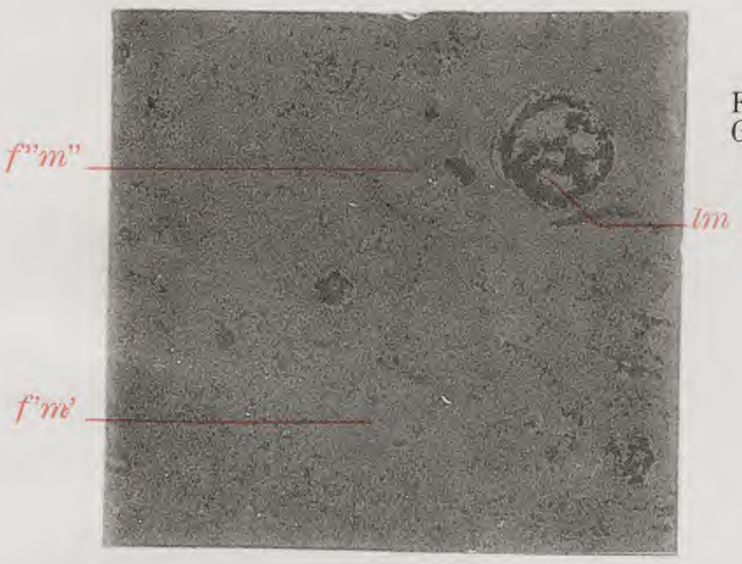


Fig. 140. Lame osseuse à canalicules non corrodés.
Gr. 55

Fig. 139. L'os caverneux.

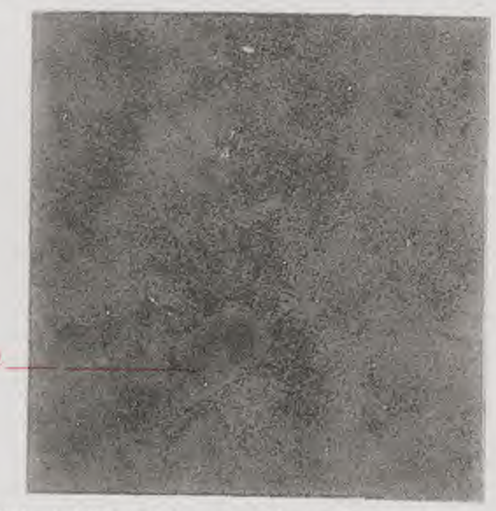
Voir fig. 138. Gr. = 17

Fig. 141. La lame osseuse. Fig. 126.
Gr. = 110

Les corps figurés trouvés dans la pâte.

132 à 137. Les corps grisâtres homogènes. On établira que ce sont des fragm. de fibres musc. striées.

Fig. 133. Un fragm. grisât. dans une région où la struct. de la pâte est soulignée par de l'air. Gr. = 212



136 et 137. Une portion d'une sect. transv. très chargée de fragm. grisâtres.
Fig. 136. Ensemble. Gr. = 10

Fig. 135. Frag. gris. dans une rég. charg. de pyr. Gr. = 115

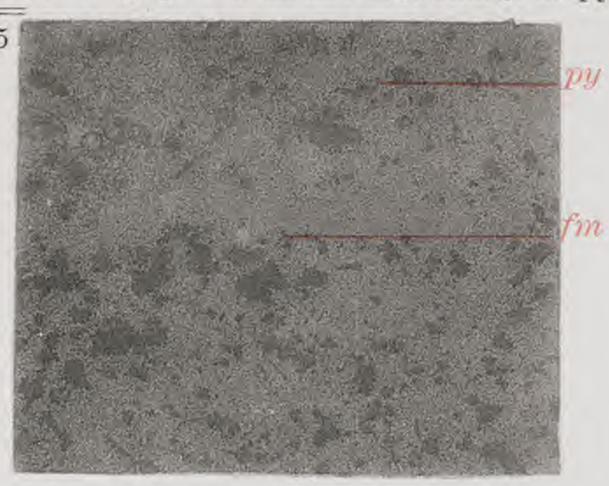


Fig. 142. Sect. transv. montrant une lame conjonctive et un bout de lignite. = Gr. 9

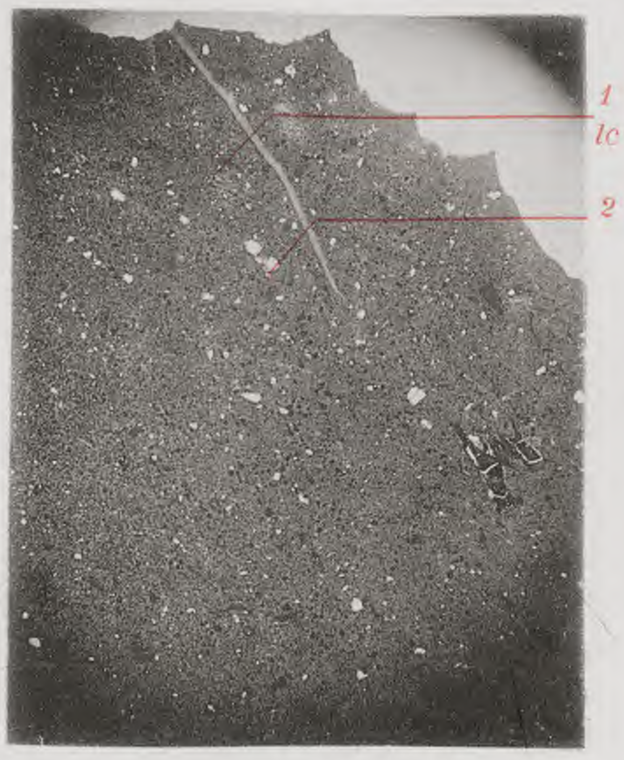


Fig. 137. Une partie de la fig. 136 où les corps grisâtres très nombreux sont très visibles.
Gr. = 40

138 à 141. Fragments osseux.

Fig. 138. Un secteur transverse avec un fragment d'os caverneux. Gr. = 5

Fig. 143. La section longitud. de la membrane conjonctive.
Gr. = 72

Phototypie L. Lagaert, Brux.

C. Eg. Bertrand. — Les Coprolithes de Bernissart.

La structure des Coprolithes dominants.
Les corps figurés encore visibles.

Fig. 144. Le bout de lignite de la fig. 142. Gr. = 31

Fig. 145. Un bout de lignite de la section. 74 J. RH3. Gr. = 20

Les fragments grisâtres sont des fragm. de fibres muscul. striées, isolées, coupées en div. sens.

Suite et fin des corps figurés.

Fig. 146. Une plage avec fibres musc. près du bout de lign. Fig. 145 et au même grossissem. 20.

148 et 149. La structure tourbillonnaire soulignée par la pyrite.

Fig. 147. Pseudo-tissu fait par la limonite.

Fig. 149. Sur la coupe mer. hor. 26 J. RH3. Gr. 4,5

Fig. 148. Sur la coupe trans. 26 J. Tr. 1 Gr. 4,5

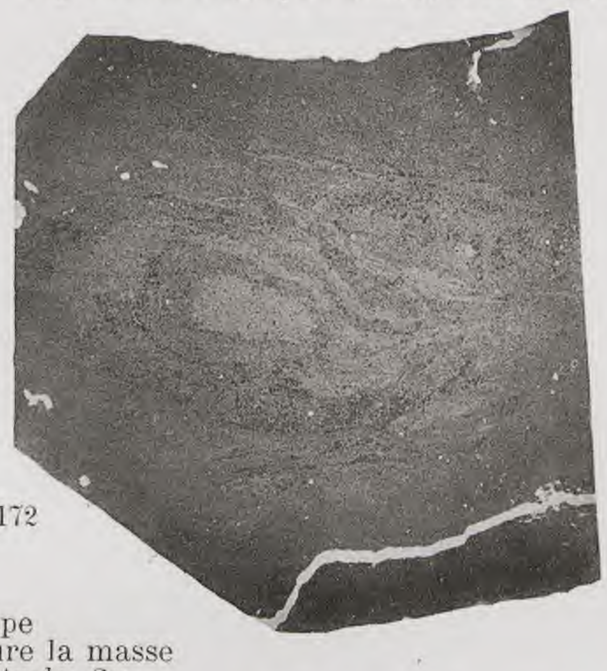
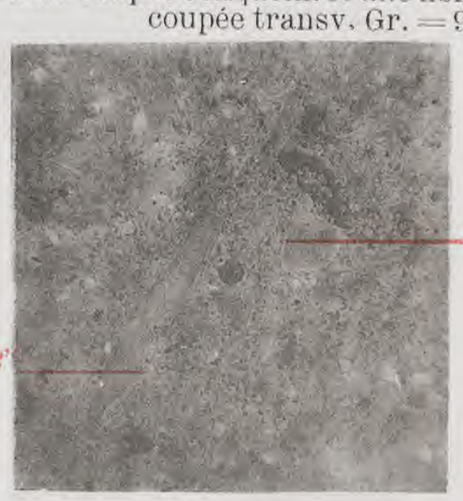
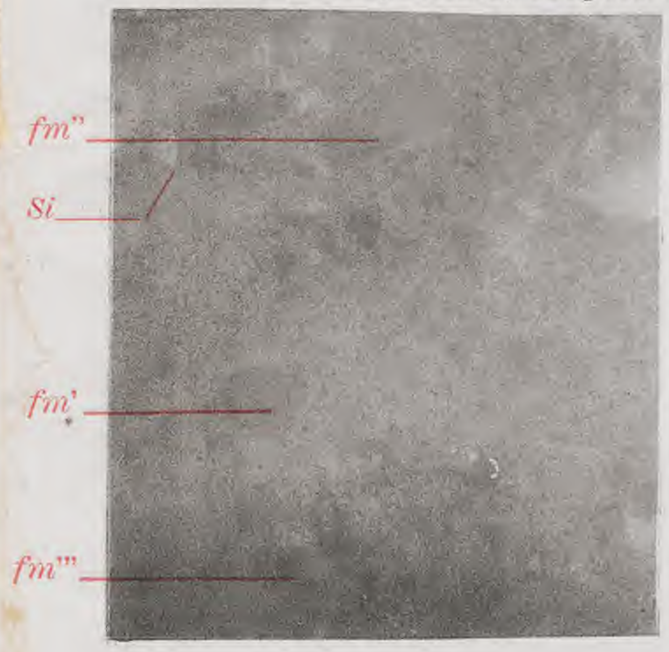


Fig. 153. Une fibre coupée obliquem. et une fibre coupée transv. Gr. = 95



150 à 159. Accentuation du frag. muscul. par rapport à la pâte entourante. Prem. indices d'une enveloppe anisotrope et de striation.



← Fig. 150. Gr. = 172

Fig. 151. Coupe oblique piquetée et striée parallelem. au grand côté. Gr. = 115

Fig. 156. L'enveloppe anisotrope entoure la masse (plasmique?) centrale. Gr. = 95

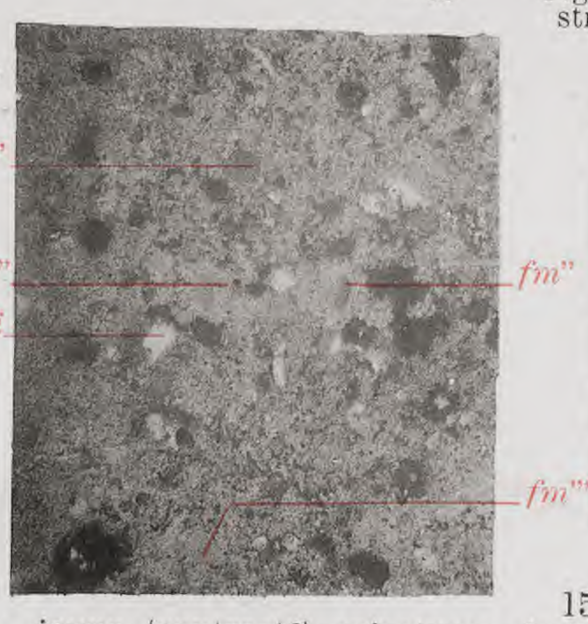


Fig. 152. Une fibre coupée obliquem. striation parallèle aux grands côtés. Gr. = 95. Voir fig. 146.

Fig. 154. Coupe oblique montr. la striation parall. au grand côté. Gr. = 115

157 à 159. Opposition du contour jaune (contract?) anisotrope de la fibre et de sa région intérieure rouge brun isotrope.

Fig. 157. L'envel. anisotrope (contr. ?) très caractérisée Gr. = 115

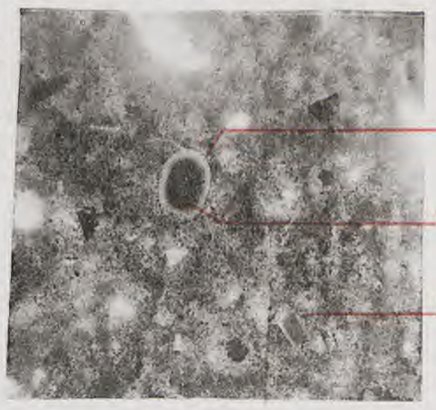


Fig. 158. L'enveloppe anisotrope entoure une masse centrale craquelée par le retrait. Gr. = 115

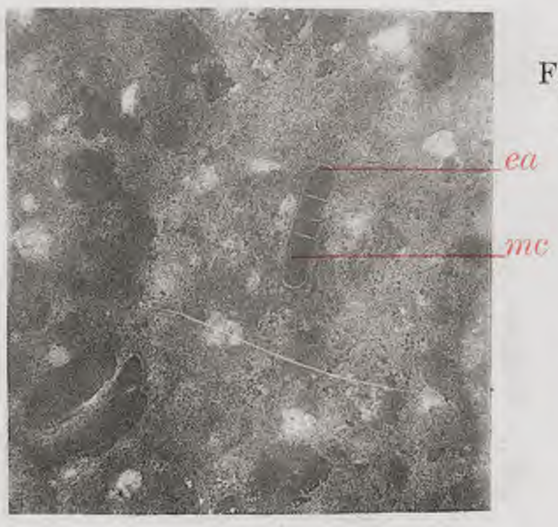


Fig. 155. Premier indice de différenci de l'enveloppe anisotrope. Gr. = 95

masse (plasmique?) n'est pas fragmentée. Gr. = 115

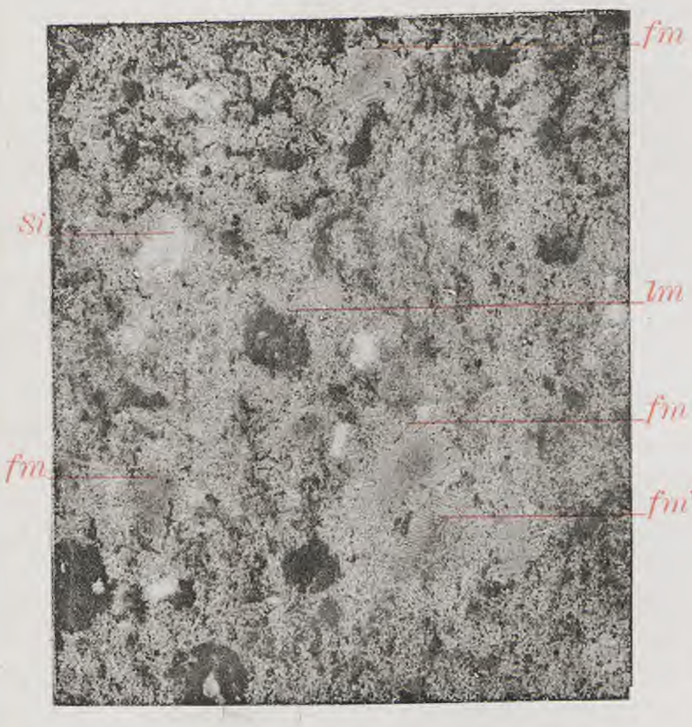
Fig. 159. Un morc. de fibre où la

Phototypie L. Lagaert, Brux.

C. Eg. Bertrand. — Les Coprolithes de Bernissart.

Suite et fin des corps figurés. Pseudo-tissus. Structure tourbillonnaire soulignée par la pyrite. Individualisation des fragments de fibres striées par rapport à la pâte voisine dans les Coprolithes dominants les mieux conservés.

Fig. 160. Une fibre dont la surface est striée. Gr. = 212



160 à 161. La striation de la fibre musculaire.

Fig. 162. Coupe tangentielle sur un angle d'une fibre striée. Gr. = 212

Fig. 161. Fibres dont la surface est striée. Celle de gauche est attaquée suivant la striation. Gr. = 212

163 à 167. Attaque et écroulement de la fibre musculaire striée.

Fig. 163. Une fibre présentant q. q. points d'attaque. Gr. = 212

Fig. 165. Trous ponctiformes et taraudages en hélice. Gr. = 212

Fig. 164. Nombreux trous ponctiformes. Gr. = 115

Fig. 166. Autre exemple de taraudages dans une fibre. Gr. = 115

Fig. 166bis. Trous très nombreux déterminant l'écroulement de la fibre. Gr. = 115

La pâte fécale est chargée de cellules bactériennes.

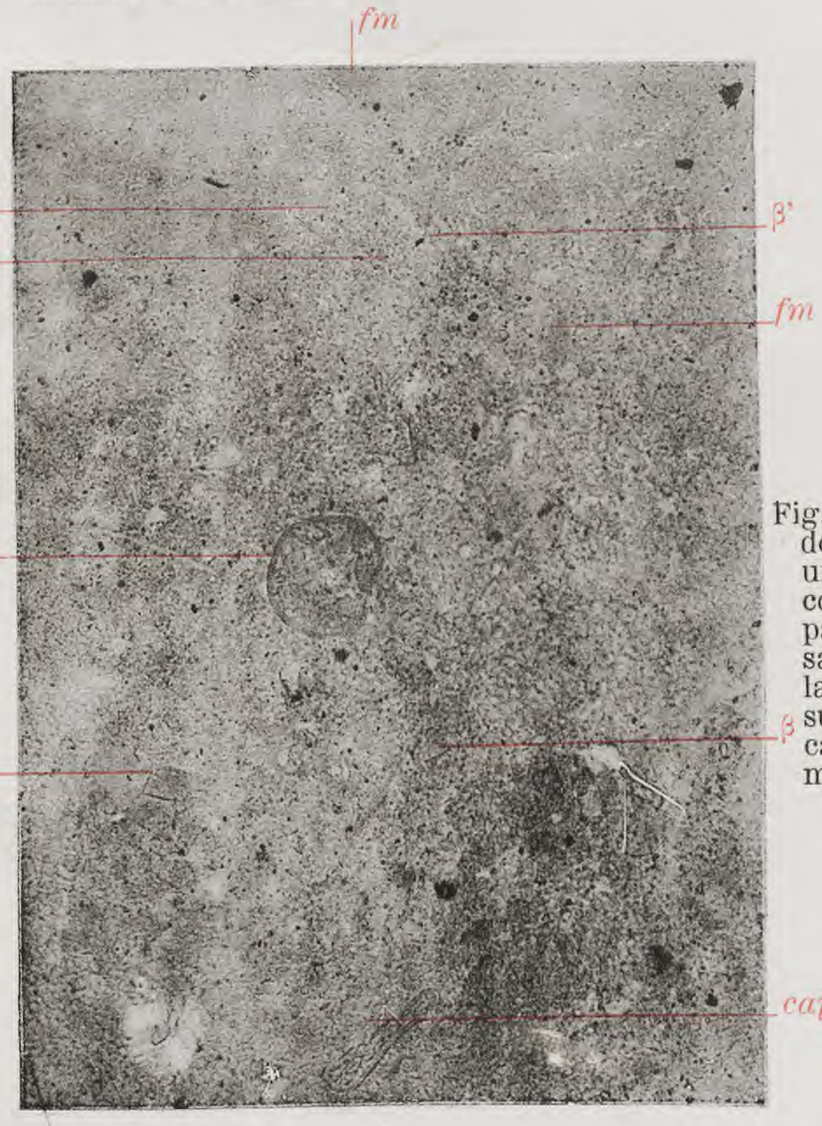


Fig. 168. Coupe mér. hor. de la pâte fécale dans une région très mince complètement injectée par le médium durcissant. Elle montre bien la différenciation qui y subsiste, fibres musc., capsules, coupes d'éléments bactériens. Gr. = 406

Fig. 167. Les fibres musc. écroulées mêlées aux corps qui les attaquent, au mucus et aux parties liquifiées donnent la pâte fecale.

Phototypie. L. Lagaert, Brux.

C. Eg. Bertrand. — Les Coprolithes de Bernissart.

La striation de la fibre musculaire. — L'attaque et l'écroulement de ces fibres. La pâte fécale est chargée de cellules bactériennes.

Fig. 171. Chaque point de la pâte est une cellule bactérienne injectée ou soulignée par de l'air. Gr.= 406

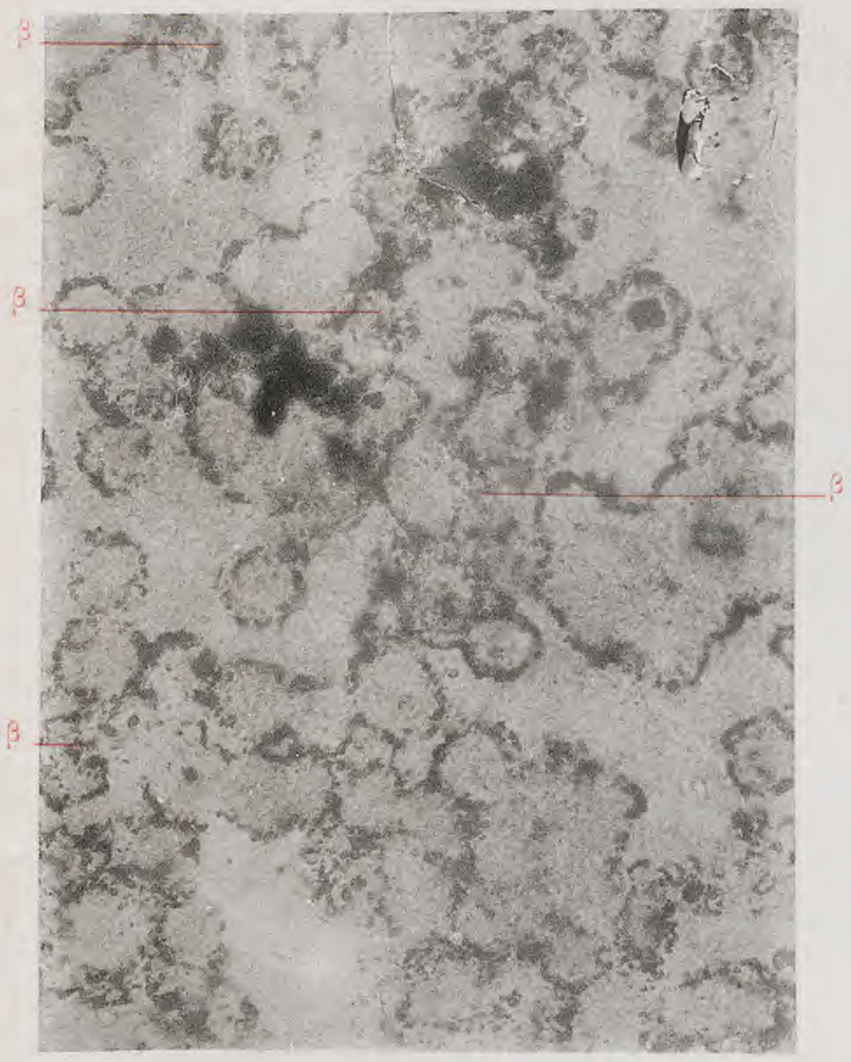


Fig. 172. Une région de la pâte où quelques points sont résolubles en éléments bactériens. Gr. = 328

Fig. 176. Les éléments bactériens fossiles sont semblables à ceux du Bacillus Coli. Gr. = 370

169 à 173 et fig. 168. Les points de la pâte se résolvent en cellules bactériennes.

Fig. 169. Le picotis résoluble en points dont l'ensemble rappelle les nuages bactériens des fèces quaternaires et actuels. Gr.= 212

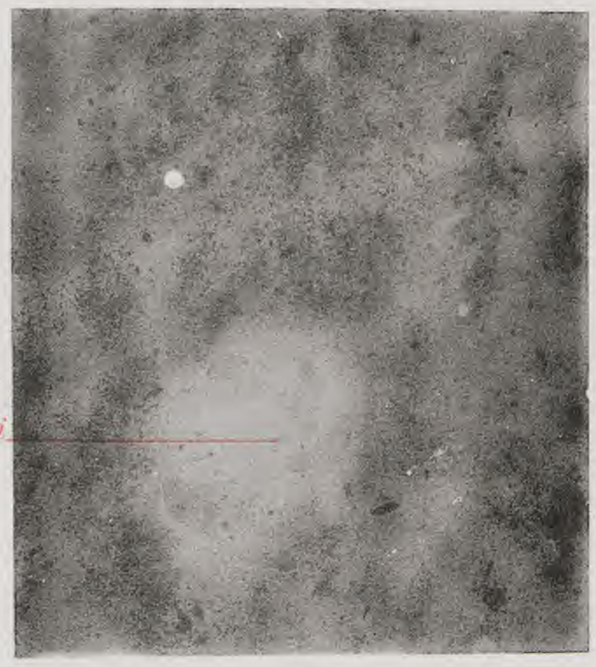


Fig. 173. Craquelures dans la pâte fécale. Gr. = 65

Fig. 174. La pâte fécale avec son picotis partiellem. injecté et partiellem. souligné par de l'air. Section transversale. Gr. = 212

177 et 178. Fragments osseux trouvés dans la pâte.

Les canalicules osseux ont été corrodés par le suc gastrique très acide.

Fig. 177. Un fragment d'os. ⟶ Gr. = 100

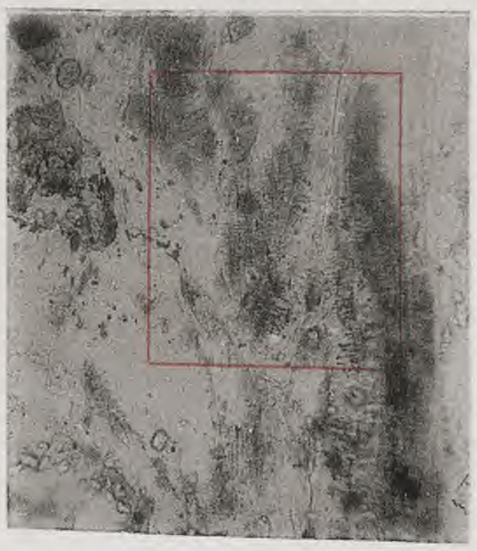
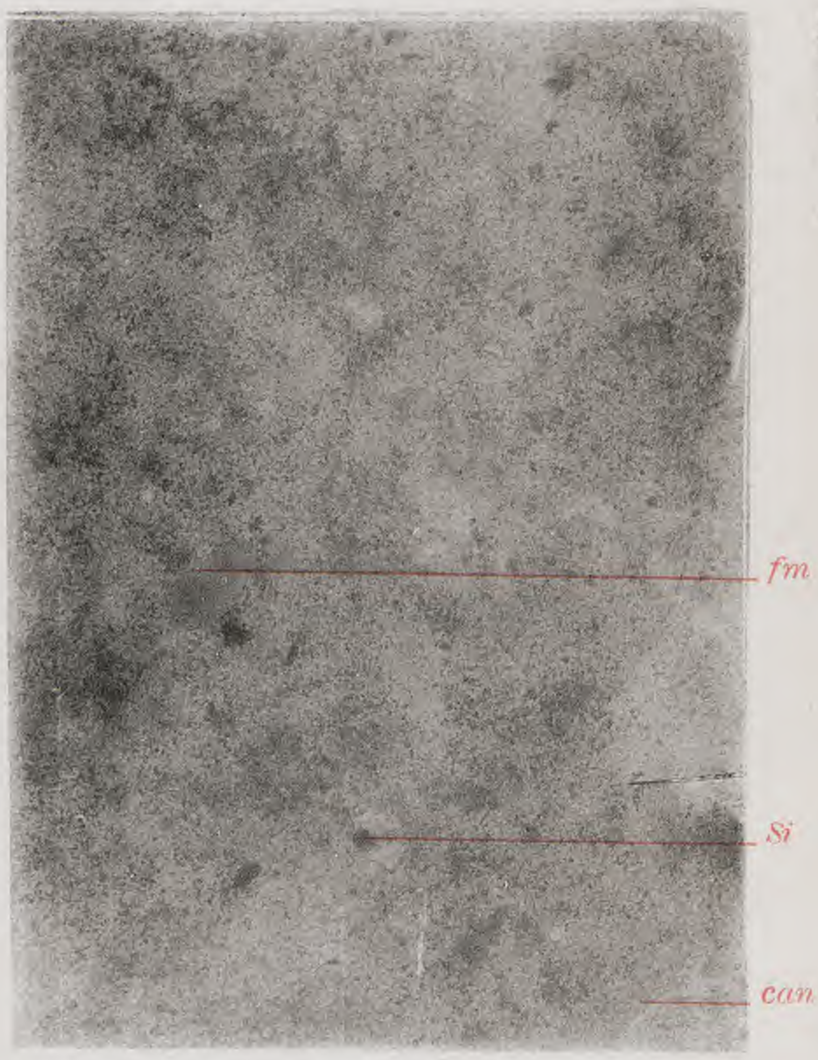


Fig. 178. Les mêmes éléments plus grossis montrent la corrosion des canalicules. ⟶

Gr. = 200

Fig. 170. Les éléments bactériens de la pâte sont soulignés par une enveloppe de limonite. Gr. = 406



174 à 179. Termes de comparaison tiré d'un Coprolithe quaternaire de Hyena crocuta.

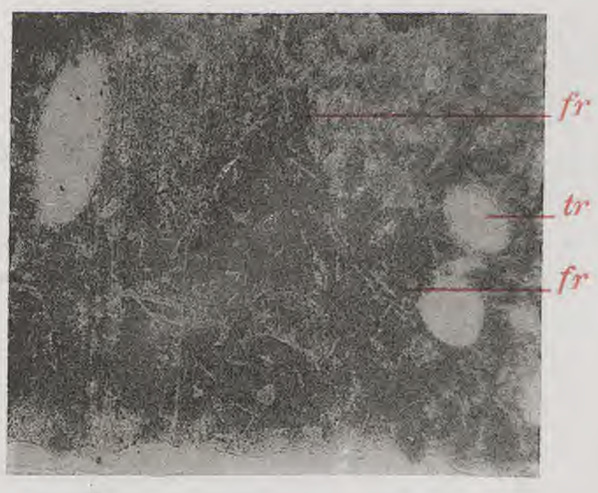
Fig.175. Les points de la pâte féc. résolubles en cell. Gr. = 406

Phototypie L. Lagaert, Brux.

C. Eg. Bertrand. — Les Coprolithes de Bernissart.

Les points de la pâte fécale sont des cellules bactériennes.
Termes de comparaison fournis par un Coprolithe quaternaire de Hyena crocuta.

Fig. 179. Les fractures de la pâte. Les trous à limonite massive. Gr. = 60



183 à 186. Structure de la gaîne d'enrobement.

Fig. 184. Le réseau pseudocellulaire à noyaux produit par le retrait. Gr. = 406

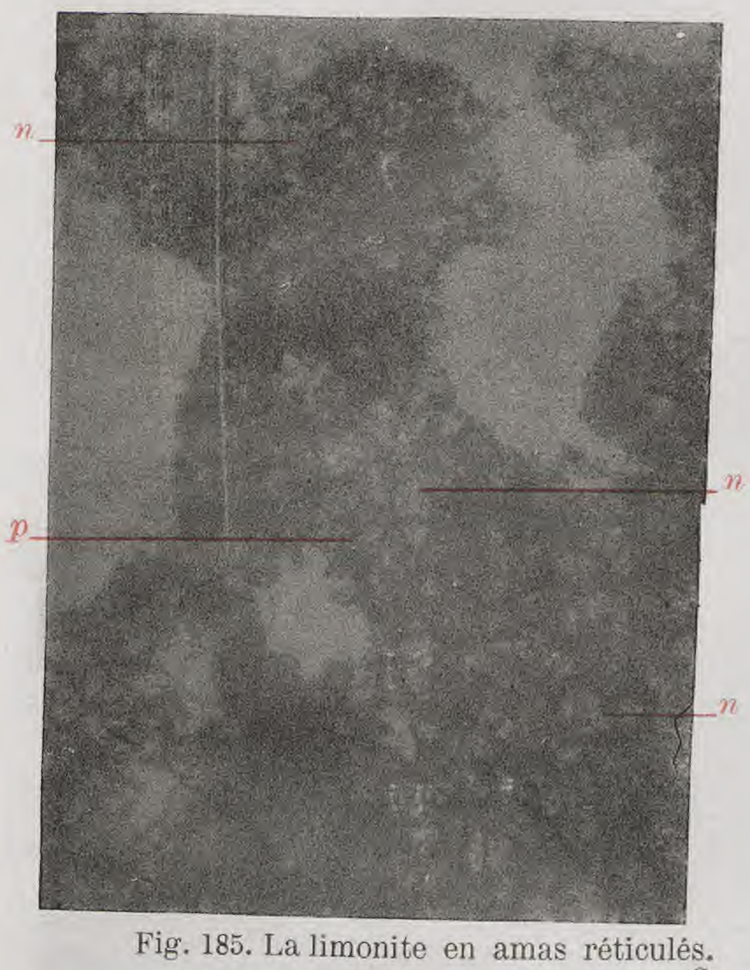


Fig. 185. La limonite en amas réticulés. Gr. = 115

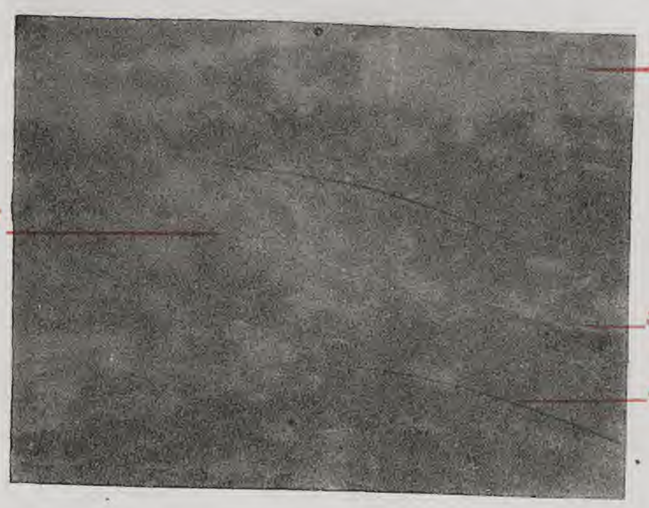
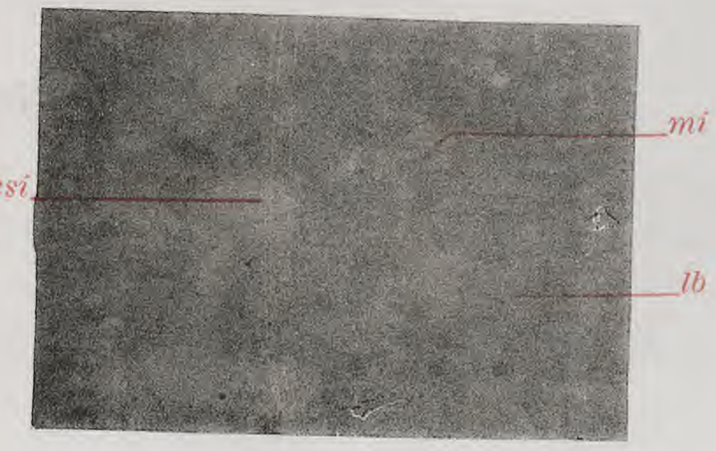


Fig. 186. L'argile grise raréfiée se chargeant de limonite bullaire. Gr. = 212



Termes de comparaison tirés du Coprol. quat. de Hyena crocuta et du Bacillus Coli.

Fig. 180 Gr. = 212 Le Bacillus Coli en culture pure très étalée à sec. Fig. 181. Gr. = 406

Fig. 182. Effacement de la structure de la pâte dans la région silicifiée. Gr. = 96

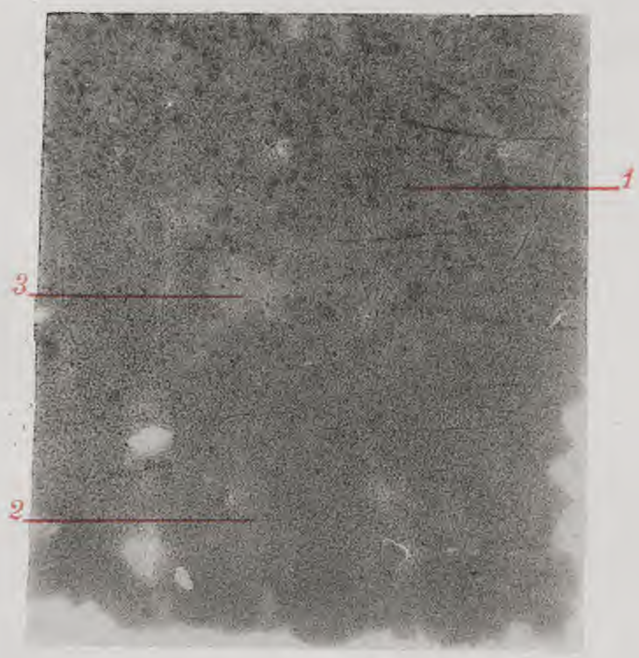


Fig. 189. Section horizont. de l'argile grise montrant ses corps bactériformes. Gr. = 406

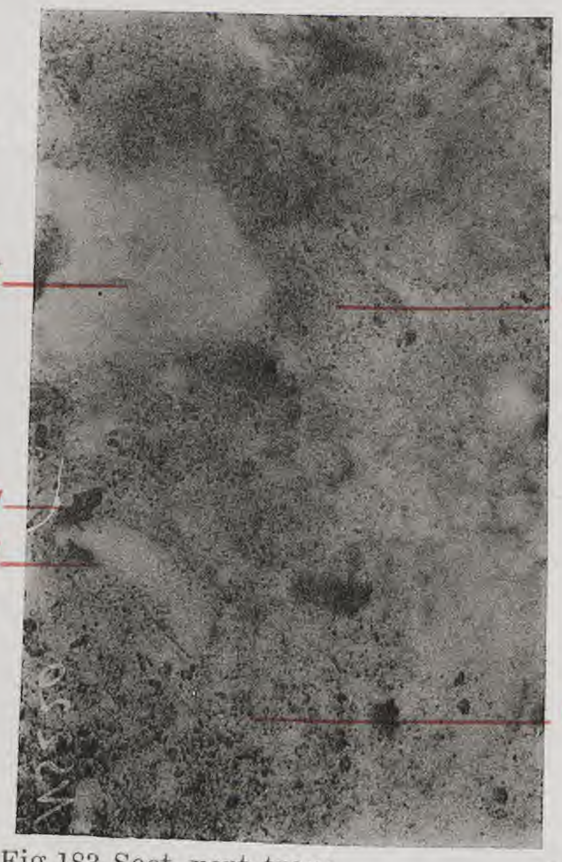
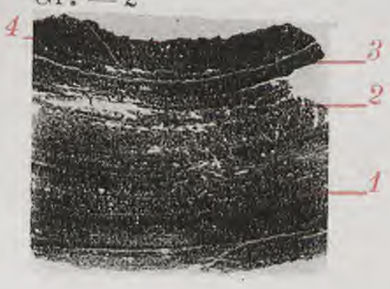
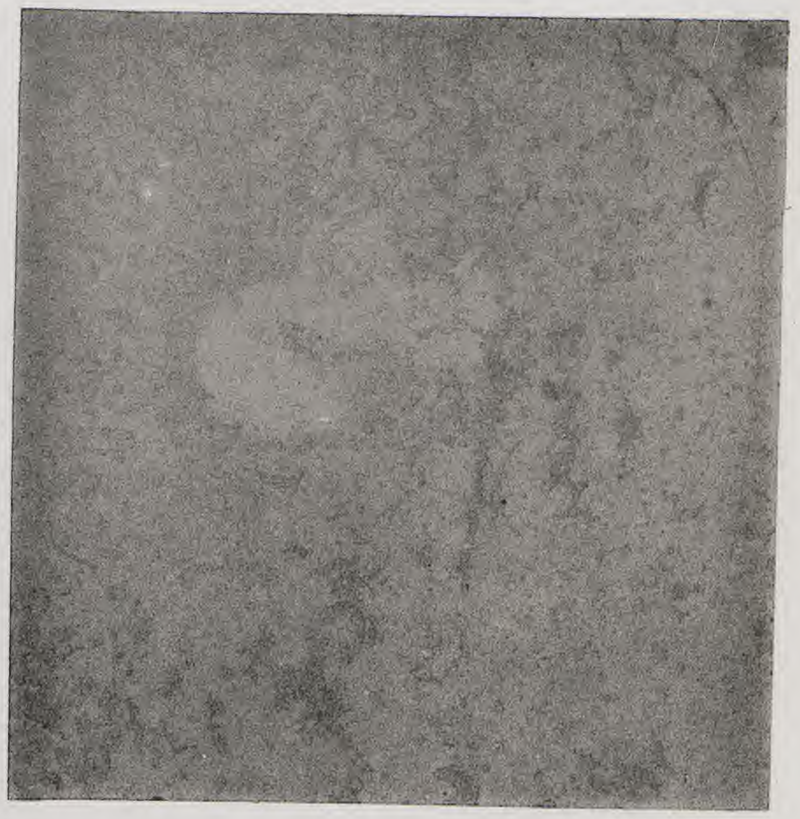


Fig. 183. Sect. vert. trans. de la gaîne d'enrobem. Gr. = 2





187 à 189. L'argile grise et ses corps bactériformes.

Fig. 187. Coupe verticale de l'argile grise montrant sa stratification, ses coupures spontanées et une lamelle d'argile très brune. Gr. = 5

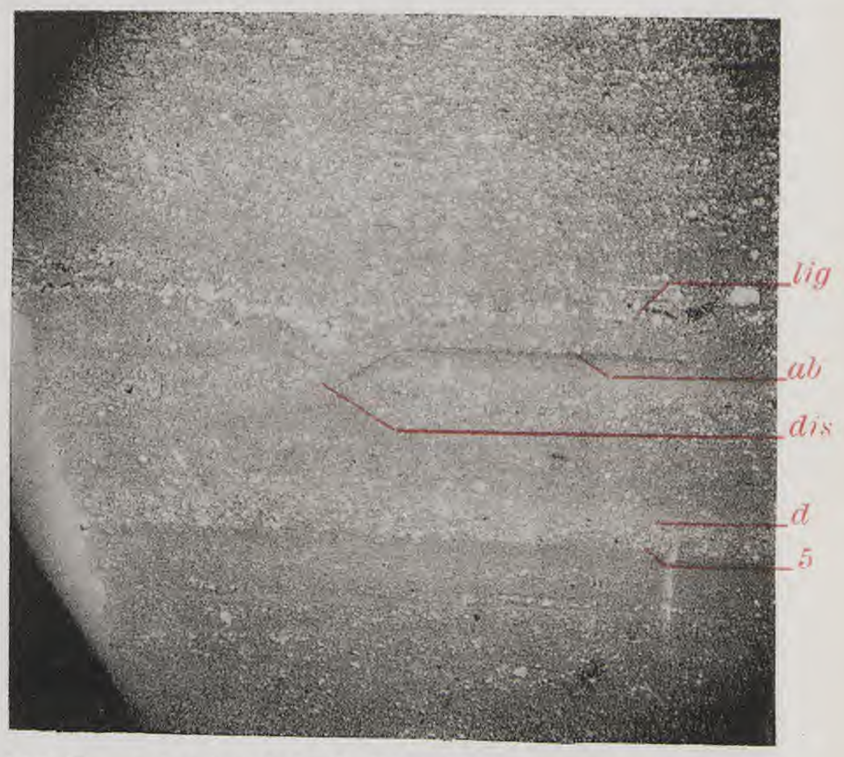
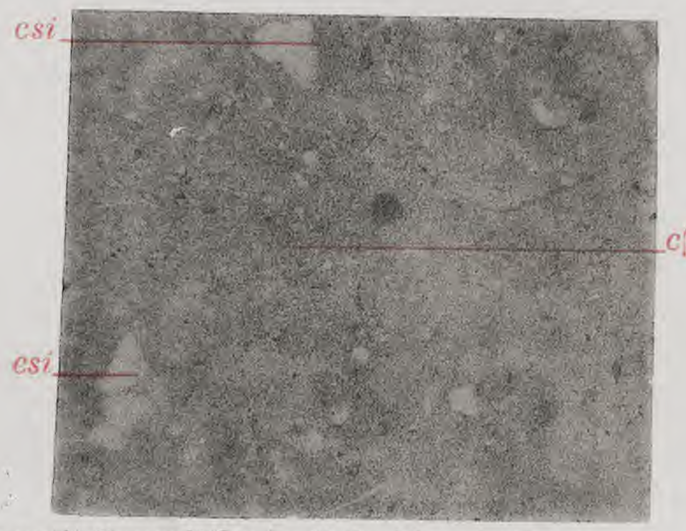


Fig. 188. Coupe horizontale de l'argile grise. Gr. = 212



190 et 191. Le petit Coprolithe isolé du bloc de l'Iguan, 1z.

Fig. 190. Face supérieure. Gr. = 0.5

Fig. 191. Bord concave. G. = 0.5

Phototypie L. Lagaert, Brux.

C. Eg. Bertrand. — Les Coprolithes de Bernissart.

Derniers termes de comparaison tirés du Coprol. quatern. de Hy. crocuta et du Bacillus Coli. Structure de la gaîne ferrugineuse. — L'argile grise et ses corps bactériformes.

3 2044 072 224 249