

LES  
RÉCENTS PROGRÈS

DE NOS  
CONNAISSANCES OCÉANOGRAPHIQUES

PAR  
M. Ch. VELAIN

---

EXTRAIT DE LA *REVUE PÉDAGOGIQUE* DU 15 AVRIL 1893



PARIS  
LIBRAIRIE CH. DELAGRAVE  
13, RUE SOUFFLOT, 13  
—  
1893

#-2222

# LES RÉCENTS PROGRÈS

DE NOS

## CONNAISSANCES OCÉANOGRAPHIQUES

---

*La faune abyssale.* — Toutes les questions relatives à ce qui se passe au fond des mers sont de celles qui, par leur nature même, éveillent le plus la curiosité. Personne en présence de l'océan n'a manqué, en effet, d'être animé du puissant désir de connaître ce qui existe dans les profondeurs de cette immense masse liquide, dont les mouvements incessants nous donnent ici-bas l'image d'une activité qui ne sommeille jamais. L'inconnu nous attire, et ce fut certes une révélation inattendue quand, dès 1860, — alors qu'on s'obstinait à limiter les conditions d'existence des êtres marins au point même où la lumière cesse de pénétrer dans ces eaux denses et salées, c'est-à-dire à une zone peu profonde (400 mètres) et relativement étroite du littoral<sup>1</sup>, — la campagne mémorable du *Bulldog* au Groenland<sup>2</sup>, puis, l'année suivante, la rupture d'un câble sous-marin entre la Sardaigne et l'Algérie<sup>3</sup>, vinrent attester la présence d'animaux *sédentaires*, notamment de mollusques (*Pectens*) marqués de vives couleurs, dans l'Atlantique aussi bien que dans la Méditerranée, à des profondeurs voi-

---

1. Dans les conditions de transparence les plus favorables, les dernières traces de lumière, d'après les observations de MM. Fol et Sarrasin, sont entièrement dissipées à une profondeur de 400 mètres (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. C, p. 992).

2. *The Nord Atlantic sea-bed, comprising a Diary of the voyage on board H. M. S. Bulldog in 1860; and observations on the presence of animal life, and the nature of organic deposits at great depths in the Ocean*, Dr Wallich, 1862.

3. H. Milne-Edwards, *Rapport sur les progrès récents des sciences zoologiques en France*, 1877, p. 490.

sines de 3,000 mètres. Ce n'était là qu'une première indication, mais fort intéressante, et marquant le point de départ de brillantes découvertes qui bientôt, grâce aux grandes expéditions anglaises (*Lightning*, *Porcupine*, *Valorous*, *Challenger*, 1868 à 1876), scandinave (*Vöringen*, 1876), américaines (*Corwin*, *Bibb*, *Hassler*, *Blake*, 1868-1888), puis françaises (*Travailleur*, 1880, et *Talisman*, 1883, sous la direction de M. Alph. Milne-Edwards), venaient nous apprendre, non seulement combien était constante l'abondance et la variété de la vie organique dans ces grandes profondeurs, si longtemps regardées comme inhabitables, mais quelles sont les conditions physiques spéciales, du milieu où se tiennent ces êtres *abyssaux*; c'est-à-dire qu'il régnait, dans ces grands fonds soumis au calme le plus absolu, avec une pression énorme, une température toujours basse, voisine de 1°, sinon inférieure, ainsi qu'une obscurité complète.

Les animaux singuliers qui habitent les profondeurs de l'océan puisent ainsi leur nourriture et parcourent toutes les phases de leur développement là où d'autres ne sauraient vivre. Il devient donc évident que, pour s'adapter à un pareil milieu, leur organisme a dû subir de profondes modifications; or il est un fait bien mis en lumière par ces diverses explorations, c'est que, si cette faune des régions abyssales a sans doute une physionomie spéciale, les modifications présentées par les nombreux types qui la composent ne portent guère que sur la forme générale du corps; mais alors elle peut devenir étrange en particulier chez les poissons qui, tous carnassiers et réunis souvent par bandes nombreuses<sup>1</sup>, se signalent par un développement exagéré de la bouche, extraordinairement fendue; ce qui entraîne celui de la tête, au détriment du corps devenu effilé en arrière à la manière d'un serpent. Tel est en particulier l'*Eurypharynx*, si souvent représenté, et qui tire son nom de *pelecanoides* de la présence, sous la mâchoire, d'un sac membraneux semblable à celui du pélican et remplissant, pour ce poisson fantastique découvert par le *Travailleur*, le même office, c'est-à-dire celui d'une poche pour englober sa proie.

---

1. Un coup de chalut donné du *Talisman* au large des côtes du Maroc, à des profondeurs dépassant mille mètres, a ramené 134 de ces poissons, et ce fait s'est reproduit dans cette campagne en s'exagérant même un jour à ce point, que ce chalut, au voisinage des îles du cap Vert, est revenu chargé de plus d'un millier de poissons, mais à des profondeurs moindres.

La raison, c'est que ces poissons, vivant dans la vase, ne laissent passer au dehors qu'une cavité énorme, dans laquelle tombent leurs victimes comme dans un gouffre; pour les attirer, il en est alors qui présentent leur tête, toujours renflée, surmontée d'un filament pêcheur comme celui des baudroies, mais plus développé; enfin quand certains d'entre eux reprennent, avec la forme habituelle, la vie errante de ces animaux, on remarque que la nageoire antérieure, limitée à un seul rayon, extraordinairement exagéré, devient un appareil tactile, une sorte de bâton d'aveugle, destiné, au milieu de cette obscurité profonde, à explorer les environs pour assurer tout à la fois leur alimentation et leur sécurité; cette sorte de tentacule leur transmettant des sensations qui leur permettent de reconnaître s'ils ont devant eux une proie ou un ennemi.

Ce n'est pas à dire que ces poissons soient privés d'yeux: presque tous en sont pourvus; les uns en ont de très petits, d'autres d'énormes; il est extrêmement rare, dans les grands fonds, de rencontrer un poisson aveugle. Alors que, dans un milieu aussi complètement privé de lumière, il semblerait que la première chose qui doive disparaître, chez des animaux condamnés à vivre dans de pareilles ténèbres, ce sont les yeux, c'est l'inverse souvent qui a lieu. Les formes aveugles sont l'exception, et ne se présentent guère que chez des organismes inférieurs comme les mollusques ou certains crustacés peu agiles, qui sont alors obligés, pour compenser cette disparition des yeux, d'avoir des organes de préhension très développés; tandis que les vigoureux nageurs, du type des crevettes, présentent des organes de vision démesurément agrandis. Pour parer à l'absence de radiations lumineuses, c'est-à-dire de l'élément dont toutes les actions physiologiques ont le plus besoin, la plupart des espèces abyssales sont nettement *phosphorescentes*<sup>1</sup>: tantôt, chez les crustacés, ce sont les

---

1. Un court séjour sur les bords de la mer suffit pour observer avec quelle facilité les animaux marins deviennent phosphorescents. Sans compter ces bandes bien connues de noctiluques qui, certains soirs, rendent les vagues phosphorescentes sur de vastes étendues, la nuit, en secouant un paquet d'algues fraîches, on peut tirer un brillant feu d'artifice, tant sont nombreuses les petites étoiles brillantes qui s'en détachent. Coupez un bras à une étoile de mer, vous verrez de suite les deux parties de la blessure devenir lumineuses. Une foule de petites plantes marines et d'animaux d'ordre surtout microscopique, très inférieurs, peuvent devenir ainsi lumineux au moindre frottement.

yeux eux-mêmes qui, portés sur un long pédoncule, et projetant une lueur phosphorescente, font office de lanternes<sup>1</sup>; tantôt, chez certains poissons comme les *Somias* et le *Blake*, recueillis par le *Talisman*, c'est le corps qui, de chaque côté, se présente garni, sur toute sa longueur, de véritables appareils d'éclairage. C'est chez les crustacés du groupe des palémons et des crevettes que se révèle surtout l'aptitude des animaux nageurs de mer profonde à projeter autour d'eux une vive lumière; cette condition est également réalisée chez les grandes gorgones du genre *Isis*, qui, lorsqu'on les agite, prennent avec l'éclat, la variété de couleurs des fontaines lumineuses; enfin, la vase qui forme le fond sur lequel vivent tous ces animaux est elle-même à ce point pétrie de protozoaires phosphorescents qu'elle permet, lorsqu'elle a été ramenée par la drague, de lire dans l'obscurité des caractères très fins. Le sol sous-marin peut donc s'éclairer comme s'illumine souvent sous la même influence la surface de la mer sur de vastes étendues, et dans ce cas l'agitation des eaux nécessaire pour provoquer cette illumination doit être produite, dans ces abîmes où s'agitent tant d'êtres animés, par leurs mouvements incessants. La production de la lumière dans les grandes profondeurs devient donc un phénomène d'ordre purement physiologique, et c'est grâce à ces lueurs créées par eux-mêmes que des milliers d'êtres, aux formes les plus diversifiées, peuvent non seulement parcourir toutes les phases de leur existence, mais se parer des couleurs les plus vives; la plupart d'entre eux présentent en effet une richesse de coloration qui ne le cède en rien à celle des animaux littoraux.

Si nous ajoutons maintenant que dans ces grandes profondeurs l'absence complète d'algues vertes entraînant un régime alimentaire, motive la prédominance marquée des types carnassiers; qu'en outre, sur ces fonds uniquement vaseux, le manque absolu d'anfractuosités ou de corps solides sur lesquels les organismes sédentaires puissent se fixer, les oblige à s'allonger pour prendre pour ainsi dire racine dans la vase; enfin qu'on doit attribuer à l'absence de ces courants qui partout ailleurs jouent un si grand rôle dans la dissémination des œufs et des larves, la

---

1. Il est juste d'ajouter que les yeux en question sont simplement enchâssés dans une *calotte lumineuse*, et qu'un semblable appareil peut cumuler les fonctions d'organe de vision et d'appareil d'éclairage. (Edmond Perrier, *Explorations sous-marines*, p. 352.)

fréquence chez les animaux des grands fonds de dispositions permettant aux jeunes de se développer en demeurant attachés à leur mère; en particulier ce fait si remarquable que certaines holothuries, comme les marsupiaux, conservent leurs petits dans des poches spéciales, on verra que tous les animaux des régions abyssales portent l'empreinte des dures conditions où il sont obligés de vivre; et ce caractère s'accroît à mesure qu'on descend vers les grandes fosses océaniques où prédominent nettement des types à adaptations très singulières.

Quoi qu'il en soit, si variées qu'elles soient, ces modifications affectent si peu profondément l'organisme que, pour ces êtres aux formes souvent étranges, il n'a fallu introduire dans la classification zoologique aucune classe nouvelle. Tous rentrent en somme dans les cadres connus et se répartissent dans un nombre restreint de familles, mais très différenciées, dépourvues de tout lien entre elles; si bien qu'on les remarque séparées dans la grande série zoologique par d'immenses lacunes, avec cette particularité encore très importante, que ces vides ont précisément représentés par l'absence, dans les embranchements de cette série, des *formes inférieures*; parmi les espèces littorales qui sont ainsi descendues successivement dans les abîmes, seules, en effet, ont résisté celles dont l'organisation, relativement avancée, a été le moins affectée par la basse température de ces ténébreuses régions.

Aussi maintenant peut-on déclarer avec M. Edmond Perrier, qui le premier a bien mis en évidence l'origine littorale de cette singulière population marine, que les rivages des mers forment aux abîmes une vaste ceinture d'où la vie est descendue lentement vers les profondeurs, en subissant des modifications d'autant plus grandes que cette descente est plus prononcée; et que l'océan, par suite, se partage, au point de vue organique, en deux zones distinctes: l'une superficielle, comprise entre la surface et 400 mètres, où, en pleine lumière, grâce au soleil et au développement de plantes capables de fournir des aliments variés sans cesse renouvelés, la vie peut se développer avec une richesse et une variété sans égale, puis se répartir en provinces zoologiques distinctes; l'autre profonde, où, par suite de conditions plus dures et partout égales, règne, dans la distribution d'êtres adaptés pour un pareil milieu, une grande uniformité.

En plus de ces données déjà très importantes, les récents dragages ont pleinement mis en évidence le caractère *ancien* de cette faune profonde si longtemps méconnue; et cela en retrouvant vivantes, sous la nappe océanique, des espèces qu'on croyait depuis longtemps disparues. Dans ce nombre figurent des oursins de la craie; de nombreux polypiers dont les affinités avec ceux de la même époque et surtout du jurassique sont incontestables; de singuliers crustacés ayant à peu près la forme d'une écrevisse, mais avec une carapace plus aplatie, devenant, dans le golfe du Mexique, à des profondeurs de 3,500 mètres, les derniers représentants de ceux du même type (*Eryon*) qui vivaient nombreux dans les mers jurassiques; enfin et surtout, de remarquables encrines, qui depuis la formation de la craie semblaient être presque complètement éteintes. Ces encrines, dont les débris spathiques, accumulés sur le fond des anciennes mers jurassiques, forment maintenant de puissantes assises de *calcaires à entroques*, largement exploités en Bourgogne et ailleurs, peuvent compter parmi les formes les plus élégantes de la faune profonde actuelle. Semblables à des fleurs par leur port, ces gracieux *Lis de mer*, avec leur panache de bras verticillés autour d'un calice placé au sommet d'un long pédoncule, se réunissent par groupes nombreux fixés au sol rocheux par de véritables crampons (cirrhes), et constituent, à des profondeurs de 1,500 à 2,000 mètres, de véritables prairies vivantes. On les rencontre à la fois dans la mer des Antilles, dans le milieu de l'Atlantique nord, et sur les grands fonds qui longent le pied des falaises de notre côte occidentale française, en face de Rochefort, où le dernier coup de drague du *Talisman* (30 août 1883) a ramené au jour une riche moisson de ces belles *Pentacrines* vertes. L'enseignement qu'il faut tirer de l'existence dans la faune abyssale actuelle de ces types anciens, c'est que l'émigration des formes littorales dans les grands fonds remonte à une date éloignée et que ces grandes profondeurs deviennent en quelque sorte le refuge où ces types anciens ont réussi à prolonger leur existence sans subir de modifications sensibles dans un milieu qui vraisemblablement a dû toujours rester le même<sup>1</sup>. Ce qu'on sait de plus, en effet, c'est que ces grandes dépressions où se fait encore actuellement le maximum de concentration de l'élément

---

1. De Lapparent, *Traité de géologie*, 3<sup>e</sup> édit., 1893, p. 124.

liquide, figurent parmi les traits les plus anciens de la géographie, et que le Pacifique, en particulier, est le plus anciennement constitué des bassins océaniques actuels <sup>1</sup>.

*Distribution du relief océanique.* — La connaissance de ce monde nouveau, qui est venu montrer qu'autour de nous la vie jouit d'une force expansive pour ainsi dire infinie, puisqu'elle pénètre jusque dans des profondeurs si longtemps regardées comme insondables, n'est pas à beaucoup près le seul résultat que les récentes explorations sous-marines aient mis en évidence; il en est d'autres non moins intéressants qui méritent encore de fixer notre attention. Ce sont d'abord des données précises sur la topographie du sol sous-marin, venant nous enseigner qu'il s'en faut de beaucoup que les océans puissent être considérés comme des unités homogènes, — chacun d'eux se composant de dépressions en quelque sorte indépendantes, séparées par de grandes saillies en forme de crêtes ou de plateaux, et qui n'ont d'autre caractère commun que de rester toujours au-dessous de la même surface marine; — en d'autres termes, que ces surfaces déprimées sont très accidentées et que, si l'eau venait à se retirer, elles s'offriraient à nous avec un relief mouvementé comparable à celui des continents, mais avec cette différence que toutes les saillies, n'ayant pas eu à subir l'action des agents atmosphériques, au lieu de surgir brusquement au milieu des parties déprimées, comme le font nos montagnes au-dessus des plaines, auraient un profil plus adouci: les sédiments marins ayant pour effet, en comblant les dépressions, d'introduire entre ces deux sortes de dénivellations, négatives d'une part, positives de l'autre, un raccord qui tend à atténuer leur différence.

On doit aussi désormais considérer, à ce même point de vue orographique, comme un fait acquis que si le volume des mers, étant donnée l'extension bien connue de ces surfaces submergées, dépasse de beaucoup celui des masses émergées <sup>2</sup>, les plus grandes profondeurs sont exactement du même ordre que les altitudes

---

1. Ed. Suess, *Antlitz der Erde*, t. I<sup>er</sup>, p. 226.

2. En admettant le chiffre de 4,000 mètres établi par M. de Lapparent comme représentant la valeur moyenne des profondeurs océaniques, le volume des mers atteindrait à peu près *quinze cents millions de kilomètres cubes*, soit *quinze fois* celui des continents, qui, d'après le même auteur, est voisin de *cent millions* de kilomètres cubes.

des hautes montagnes, et n'occupent comme elles que des espaces relativement étroits de même valeur. Les sondages les plus récents, en effet, nous ont appris que nulle part la profondeur dans les grandes *fosses océaniques* ne dépasse notablement 8,500 mètres <sup>1</sup>, c'est-à-dire un chiffre représentant, à 300 mètres près, l'altitude atteinte, dans l'Himalaya, par les plus hautes cimes du globe (8,840 mètres).

Le point qui jusqu'à présent peut compter comme marquant la plus grande profondeur océanique connue (8,513 mètres) est situé à l'est des Kouriles, dans la grande fosse du Pacifique austral dite du *Tuscarora*. Or, comme cette fosse n'est autre, au voisinage immédiat des deux grandes chaînes d'îles des Aléoutiennes et des Kouriles, qu'une longue et étroite vallée sous-marine délimitée par des versants abrupts, on voit que les fonds sous-marins sont tout aussi accidentés que le sol émergé.

Ce premier point une fois établi, si du rivage on se dirige, la sonde à la main, vers les parties centrales des océans, on remarque d'abord, dessinant une bordure autour de tous les continents, une sorte de plate-forme délimitée par des profondeurs de 200 mètres. Cette région basse, spécialement désignée sous le nom de *Plateau continental* (*Continental shelf* des Anglais et des Américains, *Flachsee* des Allemands), bien indiquée sur toutes les cartes bathymétriques, où les surfaces d'égale profondeur sont représentées par des teintes bleues de différents tons, est de beaucoup la mieux connue en raison de la facilité des sondages et de sa proximité de la terre ferme : c'est en même temps la région éclairée par excellence, celle où la lumière, pouvant largement pénétrer jusqu'au fond, permet aux algues vertes de se développer largement, ainsi qu'à toute une population de polypes, d'annélides, d'échinodermes, de mollusques et de crustacés de s'y établir en se groupant par zones successives, depuis la côte jusqu'à la profondeur de cent brasses où se tiennent spécialement les coraux avec des algues calcaires (millépores) et de nombreux brachiopodes. Là aussi viennent s'amonceler de préférence, sous la forme de sédiments, les débris arrachés par la mer aux rivages

---

1. Les plus grandes profondeurs jusqu'ici constatées sont les suivantes : Pacifique nord, 8,513 mètres ; Pacifique sud, 8,191 mètres ; Atlantique nord, 8,341 mètres ; Atlantique sud, 7,370 mètres ; Océan indien, 5,852 mètres. (Suzuki, *Petermann's Mittheilungen*, 1889.)

ou amenés par les fleuves. Partout cette région existe, mais son extension est soumise à des variations très grandes. Tantôt elle ne dessine autour de la terre ferme qu'une étroite bordure, comme le long de la Norvège; tantôt elle se prolonge en un vaste plateau pouvant aller très loin, comme celui qui, en Europe, se développe depuis les côtes de France et de Hollande jusqu'au delà des Orcades, en constituant le sous-sol de la mer du Nord et de la Baltique en même temps qu'une sorte de piédestal aux Iles Britanniques.

Les géographes attachent avec raison une grande importance à cette zone basse, où les courants s'exercent avec le plus d'intensité; c'est là aussi où se tiennent, nombreux, les poissons dont profite l'industrie des pêches; en même temps c'est la région submergée qui toujours a été la mieux préparée à venir s'adjoindre au continent, en contribuant à l'accroître, quand des mouvements ont provoqué son exhaussement.

Au delà de ce plateau continental les fonds tombent assez brusquement; mais bientôt la pente devient plus faible, et c'est sous un angle peu incliné, de 2° à 3° en moyenne, qu'on atteint la profondeur de 1000 mètres. C'est sur cette zone que se dressent volontiers les îles volcaniques, ou coralliennes dans les mers à coraux, îles dont la pente est toujours très forte, et qui ne sont parvenues à arriver au jour que sous l'influence de phénomènes éruptifs ou de l'activité des organismes constructeurs de récifs. Puis dès qu'on a franchi cette seconde zone, à partir de 1,000 mètres les fonds tendent à se régulariser franchement en prenant la forme de vastes surfaces doucement ondulées qui offriraient l'aspect des grandes plaines de l'Amérique du Nord ou des pampas du Brésil si la mer venait à se retirer. Les seuls accidents à noter deviennent alors des fosses profondes, étroites, sinueuses, irrégulières d'allure aussi bien que de forme, mais où la sonde descend toujours à plusieurs milliers de mètres. Telle est, déduite d'un grand nombre d'observations portant sur l'ensemble des océans, l'idée qu'on peut se faire de la distribution du relief sous-marin. Dans chaque bassin océanique, les différences ne portent guère que sur la dimension en largeur de ces diverses zones, mais dans ce sens les variations peuvent devenir extrêmes. Quoi qu'il en soit, — et c'est un fait constant qui domine cette topographie sous-marine, — jamais les fosses, c'est-à-dire les points les plus profonds de ces grandes dépressions maritimes, n'occupent une position centrale; toutes,

au lieu d'être situées au large, se montrent étroitement localisées dans le voisinage des continents ou des grandes chaînes d'îles, comme nous l'avons vu pour la grande fosse du Tuscarora.

Il suffirait ensuite de jeter un coup d'œil sur une carte des fonds de l'Atlantique pour constater d'abord qu'un vaste plateau en forme précisément l'axe dans sa partie septentrionale; puis que la plus grande fosse de cet océan longe le pied de la chaîne des Antilles, de telle sorte que la plus grande profondeur (8,341 mètres) obtenue par les sondages se trouve près des îles de Saint-Thomas et de Porto-Rico; entre temps, on pourrait noter que là, comme partout ailleurs, l'un des versants de cette dépression est toujours plus raide que l'autre. Or comme il en est ainsi dans tous les océans, on ne peut échapper à cette conclusion que cette dissymétrie, qui règne sans partage dans le profil des grandes lignes du relief continental, où se fait toujours une grande inégalité dans la pente, est aussi la règle pour les rides océaniques. Les relations, du reste, entre ces deux sortes d'accidents, c'est-à-dire entre les parties que M. de Lapparent a désignées sous les noms bien expressifs de *positives* et de *negatives* du relief, sont à ce point accusées, qu'elles se juxtaposent de telle façon que les plus grandes profondeurs des océans deviennent la contre-partie du relief continental. L'exemple bien connu, dans le Pacifique, de la longue dépression qui, sur le bord occidental du continent américain, forme un sillon en creux, inverse de l'arête culminante de la Cordillère des Andes, est là pour le prouver. Une telle réciprocité dans la disposition des dépressions maritimes et des rides continentales impliquant une origine commune, on ne peut méconnaître que ces déformations de l'écorce, qui constituent les grands traits de l'orographie actuelle, résultent d'un refoulement latéral ayant fait naître, d'un côté, un bourrelet saillant, de l'autre un creux, souvent accentué par une rupture, suivie d'effondrement, le long du pli. Ainsi s'explique que la plus forte valeur du relief continental moyen soit réalisée dans la zone où se produit aussi le maximum de la profondeur dans les mers.

*Sédimentation marine.* — Enfin, parmi les résultats les plus importants de l'exploration méthodique des profondeurs océaniques, figurent les connaissances approfondies que nous possédons

maintenant sur la façon dont s'accomplissent, au sein des mers, tous les phénomènes de sédimentation, c'est-à-dire de dépôt. La terre étant, comme on sait, une fille de l'océan, puisque tous les continents ne sont autre chose que le produit de l'émergence progressive de couches ainsi lentement superposées dans le fond des bassins maritimes, par suite de mouvements séculaires de plissement, on conçoit combien peut être grand l'intérêt de cette question et qu'elle soit devenue l'objet de nombreux travaux. Dans ce sens il en est un, parmi les plus récents, qu'on peut mettre hors de pair : c'est celui dans lequel M. John Murray, le savant directeur du *Challenger Expedition Office*, a condensé toutes les observations concernant cette sédimentation marine non seulement dans un ouvrage qui, sous le titre de *Deep-sea Deposits*<sup>1</sup>, prend désormais place à côté des belles généralisations sur l'histoire de la terre de Suess (*Antlitz der Erde*) et de Neumayr, mais sous la forme, bien expressive, d'une carte géologique du fond des mers, embrassant tous les océans, et pouvant compter comme aussi complète, sinon plus, que celle qui, dans la dernière livraison de l'Atlas de Berghaus, résume toutes nos connaissances sur la nature du sol des masses émergées. C'est à l'exposé des résultats les plus importants de cette belle publication que sera consacrée la fin de cette Causerie.

Sur les côtes plates, le travail de la mer, essentiellement créateur, se traduit, comme on sait, par l'accumulation des débris que les vagues ont enlevés aux falaises escarpées, sous la forme de levées de sables et de galets (*cordons littoraux*) ou de rangées de dunes, ayant pour effet la régularisation du contour plus ou moins accidenté des rivages et en arrière desquelles le comblement des lagunes devient l'œuvre des rivières; mais au delà de cette première zone, où s'effectue le dépôt des *sédiments côtiers*, la mer entraîne ensuite au large, avec les substances dissoutes, tous les matériaux très fins que leur faible dimension destine à flotter dans les eaux agitées. De ce nombre sont, avec de petites particules sableuses, dont le diamètre ne dépasse pas un dixième de

---

1. L'ouvrage en question est le plus récent (1891) d'une série de publications (*Challenger, Official Reports on the scientific results of the voyage*) qui ne comprend pas actuellement moins de 36 volumes in-4°, dont 32 concernent la zoologie, et représente dans son ensemble, avec ses nombreuses cartes et illustrations, une véritable encyclopédie océanographique.

millimètre, des boues fines représentant le dernier terme de la trituration des roches, et qui, après avoir donné naissance aux troubles bien connus, viennent se déposer lentement, loin des rivages, dans une seconde zone plus profonde, où, par une sorte de filtrage naturel, ces substances floconneuses peuvent arriver peu à peu dans les couches inférieures soustraites à l'agitation des vagues concentrée à la surface, et par suite tapisser le fond d'une couche vaseuse mince, mais très étendue. Ainsi se constitue, en eau profonde, une zone de *boues bleuâtres* ou mieux d'un gris d'ardoise, quand elles sont chargées de matières organiques, *vertes* quand elles sont piquetées de glauconie (hydrosilicate de fer et de potasse), zone qui ne fait jamais défaut en avant des côtes, mais dont la largeur, comprise entre 100 et 550 kilomètres, est soumise à de grandes variations. Ces vases renferment toujours, à l'état de débris très fins, des fragments de minéraux (notamment de quartz) dont la proportion, pouvant atteindre 80 % de la masse, est en fonction de la vitesse plus ou moins grande des courants et qui viennent attester que ces sédiments vaseux sont encore *terrigènes*, leurs éléments étant tous empruntés à la terre ferme. Le calcaire peut aussi s'y introduire, toujours dans des proportions variables, mais dans des conditions tout à fait différentes. Ce sont en effet des fragments très brisés de coquilles de mollusques, de foraminifères, ou des débris de polypiers, par suite des éléments franchement organiques, qui le fournissent ; ces vases peuvent devenir franchement calcaires quand elles se forment au voisinage et aux dépens des récifs de coraux ; elles méritent alors la qualification de *coralliennes*, et ce sont elles qui, aux alentours des îles basses de corail, communiquent aux eaux marines cette teinte laiteuse que connaissent les marins comme signalant toujours l'approche de ces parages dangereux. D'autres fois, — ce fait se passe alors au voisinage des estuaires des grands fleuves ou dans les mers froides des contrées polaires, — ces vases peuvent devenir siliceuses, et ce sont des organismes, dépendant cette fois du règne végétal, qui changent ainsi la composition du dépôt sans lui faire perdre son caractère vaseux ; ces vases farineuses, d'un jaune pâle, offrant tous les caractères et la composition de ces terres siliceuses bien connues sous le nom de *tripoli*<sup>1</sup>, sont en effet formées par l'accu-

1. La seule différence, c'est que les couches farineuses fossiles de tripoli actuellement exploitées sont formées de frustules de diatomées d'eau douce, ces

mulation de minces carapaces d'algues microscopiques, les diatomées, qui ont la propriété de fixer la silice dissoute dans les eaux où elles se tiennent, pour en construire des enveloppes d'une délicatesse et élégance extrême.

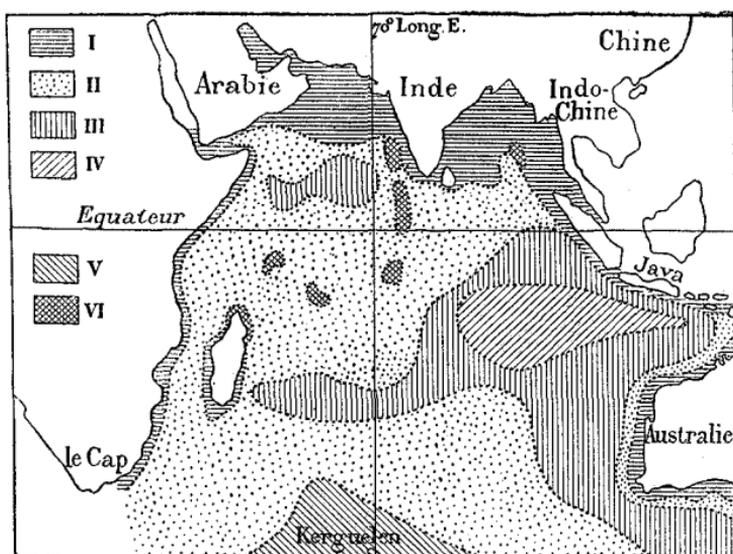
Dans ces vases on voit déjà apparaître, sous cette forme organique, des éléments qui deviennent de plus en plus abondants à mesure qu'on descend, et finissent par former la masse du dépôt, quand on atteint la profondeur de 2,000 mètres, où commencent les grands fonds. Cette zone, où la vie organique intervient ainsi avec efficacité pour se substituer aux actions mécaniques quand les matériaux terrigènes ne peuvent plus parvenir sur le fond, commence autour des îles et des continents à une distance moyenne de 300 kilomètres. Puis, dès qu'on arrive à ces profondeurs exceptionnelles de 3,000 mètres, où commencent les fosses, les vases disparaissent à leur tour pour faire place à de minces couches d'*argile rouge*, c'est-à-dire à un simple produit d'altération du fond sur place, annonçant que, dans ces abîmes, ce qui persiste, en dernier lieu, ce sont des phénomènes d'ordre purement chimique. On voit, par suite, que cette zone si intéressante de *vases organiques* se montre encadrée par deux régions soumises à des procédés de sédimentation bien différents : l'une où on peut suivre pas à pas, depuis le littoral, la marche des phénomènes mécaniques qui, successivement, ont donné naissance aux diverses zones de galets, de sables, puis de boues des sédiments terrigènes ; l'autre invisible où, dans un milieu franchement obscur, une température voisine de zéro avec une pression qui ne peut être moindre de cinq à six cents atmosphères ne permettent plus qu'à de simples phénomènes d'oxydation et de concrétion de s'accomplir. En effet, au milieu de cette *argile rouge* qu'on sait être, d'après les études de M. Renard, un produit de la décomposition des roches volcaniques qui forment le fond de l'océan, les éléments ferrugineux et le manganèse peroxydé s'isolent sous la forme de gros nodules concrétionnés, formés de couches régulièrement concentriques, à la manière de ce qui se passe dans la formation

---

algues microscopiques, dont la distribution est très étendue, se tenant nombreuses dans les eaux continentales, courantes ou lacustres ; c'est en particulier le cas de l'espèce dite *Gallionella ferruginea*, qui, en fixant, avec de la silice, une notable quantité d'hydroxyde de fer dans ses filaments, donne naissance au minéral des tourbières et des marais.

du minerai de fer dans les marais. De plus, on y remarque toujours un grand nombre de substances cristallisées, représentées par ces silicates hydratés (zéolithes) qui forment, si souvent, le remplissage des cavités des basaltes, quand ces roches ont été soumises à une circulation postérieure d'eaux minéralisées. Et ce ne sont pas là de simples accidents, cette argile rouge, avec tous ses éléments cristallins et concrétionnés, rachetant sa faible épaisseur et l'extrême lenteur de son dépôt par une extension

*Carte de la répartition des dépôts dans l'Océan Indien  
(d'après M. J. Murray)<sup>1</sup>.*



I. Sédiments terrigènes. — II. Boue à globigérines. — III. Argile rouge des grands fonds. — IV. Boue à radiolaires. — V. Boue à diatomées. — VI. Vases calcaires coralliennes.

qu'on peut qualifier d'énorme, si l'on songe qu'elle constitue, au milieu de ces dépôts océaniques, celui qui de beaucoup est le plus étendu. D'après M. J. Murray, elle occupe plus de 35 0/0 de la superficie du fond des mers. La raison, c'est qu'indépendamment des vastes espaces où, dans les plus grandes profondeurs connues, elle reste seule à découvert, c'est encore elle qui forme

1. Cette figure, empruntée à la troisième et récente édition de l'excellent *Traité de géologie* de M. de Lapparent, représente le premier essai de carte géologique du fond des mers publié par M. J. Murray.

le fond de toutes les vases organiques, dont il nous reste maintenant à fixer les caractères, et qui, à leur tour, occupent plus du tiers de la surface océanique.

Ces vases blanches d'aspect crayeux, quand elles sont calcaires, ce qui est le cas le plus fréquent, sont essentiellement constituées par de minces et fragiles coquilles de foraminifères et de ptéropodes, c'est-à-dire d'organismes pélagiques qui, en haute mer, rachetant leur petite taille par leur nombre immense, se groupent, dans les eaux de surface, par troupes denses et serrées, à ce point qu'on peut en faire une ample récolte en plongeant une simple bouteille dans l'eau; ce sont leurs coquilles mortes qui, tombant sur le fond de l'océan, en pluie de poussière, viennent le tapisser d'une couche de vase très fine, qui prend alors le nom de la forme qui domine dans ce dépôt (*Boues à globigérines*, *Boues à biloculines*, *Boues à ptéropodes*, etc.). A ces organismes sont associés d'autres protozoaires plus simples, les radiolaires, qui, pour soutenir leur matière vivante (protoplasma) qu'aucune enveloppe ne protège, ont la singulière propriété, après avoir fixé, comme les diatomées, la silice contenue dans l'eau de mer, de fabriquer des squelettes siliceux, d'une telle élégance et d'une telle variété de formes que c'est par milliers que se chiffrent leurs espèces. Les spicules siliceux de ces architectes obscurs contribuent, à leur tour, pour une large part, à la formation des vases pélagiques, à ce point qu'on peut estimer à près de 8 millions de kilomètres carrés l'espace occupé par les vases siliceux de cet ordre; c'est en même temps, parmi ces sédiments organiques, celui qui se poursuit le plus loin dans la direction des fosses, où l'on voit cette vase passer insensiblement à l'argile rouge chimique des grands fonds. Mais la raison qui fait que dans ces grandes profondeurs les vases deviennent exclusivement siliceuses ou bien argileuses, alors que les foraminifères et les ptéropodes sont loin d'être absents dans les eaux superficielles, c'est que la silice est absolument réfractaire à l'agent qui, dans les eaux profondes, peut faire disparaître les coquilles calcaires des organismes pélagiques.

Cet agent, c'est l'acide carbonique, dont la proportion augmente avec la profondeur à mesure que celle de l'oxygène diminue. Dans le fond même de l'océan, les sondages nous ont, en effet, encore révélé qu'il existait une nappe d'eau où

la quantité d'acide carbonique devient considérable; et les points où cette proportion a été trouvée la plus forte sont précisément ceux où la vie est la plus active. C'est donc à la présence de ces animaux étranges, on peut dire aussi à leur nombre, qu'est dû cet excès d'acide carbonique. On conçoit dès lors aisément que les coquilles calcaires des ptéropodes et des foraminifères soient condamnées à disparaître quand elles descendent dans un pareil milieu, et qu'il en résulte pour le dépôt un enrichissement progressif en silice. Sous l'influence de cette action dissolvante ce sont les minces coquilles des ptéropodes qui disparaissent les premières. Aussi malgré leur association presque constante avec ces foraminifères dans les eaux de surface de l'océan on ne les rencontre presque jamais dans les vases à globigérines des grandes profondeurs dépassant 2,000 mètres; et ce fait, cette sélection faite dans ces dépôts par les actions chimiques, est à ce point marqué qu'on peut toujours reconnaître, en partant des points où cessent les sédiments terrigènes, pour se diriger vers les fosses abyssales, les zones successives suivantes : 1<sup>o</sup> boue à ptéropodes, 2<sup>o</sup> boue à globigérines, 3<sup>o</sup> boue à radiolaires, enfin l'argile. Tous les passages existant entre ces divers dépôts, on atteint de la sorte la pleine confirmation que le test calcaire des organismes de surface est successivement éliminé par les actions chimiques dans les grands fonds.

Il n'est pas sans intérêt de rappeler, en terminant, que ces vases organiques, puis argileuses, tiennent, sur le fond des océans, la plus grande place; exactement plus des deux tiers de la surface, alors que les sédiments provenant de la destruction des continents parviennent à peine à en occuper un cinquième. Dans ces conditions, on ne peut échapper à cette conclusion que, dans la sédimentation marine, la plus grande part revient, sans conteste, à des actions physiologiques et chimiques.

CH. VÉLAIN.