95

1949

LA VIE DANS LES MERS

BIO

DU MÊME AUTEUR

Contribution à la connaissance de la cellule nerveuse. Masson & C^ie^, 1909.

Comment économiser le chauffage domestique et culinaire (en collaboration avec A. THEVENIN). Masson & C^ie^, 1918.

Problèmes scientifiques d'alimentation en France pendant la guerre. Masson & C^ie^, 1919.

Alimentation et ravitaillement. Les leçons de la guerre. Masson & C^ie^, 1920.

La concentration en ions hydrogène de l'eau de mer. Le pH : sa mesure, son importance océanographique, géologique, biologique. Presses Universitaires de France, 1925.

Pêches planctoniques à la lumière (en collaboration avec L. FAGE). Le Soudier, 1927.

Le rôle des laboratoires maritimes. *Revue scientifique*, 1932.

Le sommeil. Traité de physiologie normale et pathologique, t. IX. Masson & C^ie^, 1933.

Les secours d'urgence aux asphyxiés (en collaboration avec M. NICLOUX). *Bulletin de l'Académie de Médecine*, 1934.

La faune pélagique de l'Atlantique au large du Golfe de Gascogne. *Annales de l'Institut Océanographique*, 1934-1940.

Les céréales. Collection Armand Colin, 1935.

La corrosion à la mer. *Revue scientifique*, 1938.

Le poisson. Actualités scientifiques et industrielles. Hermann & C^ie^, 1938.

304147

« QUE SAIS-JE ? »

LE POINT DES CONNAISSANCES ACTUELLES

LA VIE DANS LES MERS

par

René LEGENDRE

Directeur du Laboratoire maritime du Collège de France

41 FIGURES



PRESSES UNIVERSITAIRES DE FRANCE
108, Boulevard Saint-Germain, PARIS

1942

DÉPOT LÉGAL
1re édition .. .. 15 mai 1942

TOUS DROITS
de traduction, de reproduction et d'adaptation
réservés pour tous pays

COPYRIGHT
by *Presses Universitaires de France*, 1942

AVANT-PROPOS

Que sais-je ? ou mieux que sait-on de la vie dans les mers ? Bien trop pour le dire en détail en si peu de pages, mais beaucoup trop peu pour réussir une synthèse ordonnée.

Malgré tous les efforts, la vie reste un grand mystère et la mer est bien loin d'avoir révélé tous les siens.

Aussi plutôt qu'essayer de peindre un tableau précis dont bien des détails risqueraient de devenir faux dès demain, je voudrais brosser le décor : la mer, dans lequel grouille une vie intense, indiquer l'extraordinaire variété de celle-ci, les aspects multiples qu'elle nous offre, les études qu'on en peut faire et, puisque nous sommes encore si loin d'en connaître toutes les formes et les modalités, j'appellerai à l'aide les hommes de bonne volonté, les amateurs comme les savants, les pêcheurs et les navigateurs, en leur désignant, chemin faisant, tant de questions qui attendent réponse.

Jean Charcot qui aimait Christophe Colomb se plaisait à répéter après lui : « La langue manque pour dire et la main pour écrire toutes les merveilles de la mer. » De celles-ci, les plus étonnantes sont certainement les êtres vivants qui la peuplent.

Concarneau, janvier 1942.

Chapitre Premier

LE MILIEU MARIN

Géographie. — Les mers occupent environ 360 millions de kilomètres carrés à la surface du globe. Comme la surface de la Terre est de 510 millions de kilomètres carrés, les 7/10 de celle-ci sont couverts par les eaux.

La répartition des terres et des mers est extrêmement irrégulière, découpée et intriquée. Tandis que les terres sont séparées en continents, archipels et îles, les eaux communiquent partout librement, sauf avec quelques bassins fermés (Caspienne, Mer Morte, etc.) qui ne sont que des lacs plus ou moins salés.

On divise communément les eaux marines en cinq grands océans qui sont, par ordre décroissant de superficie, le Pacifique, l'Antarctique, l'Atlantique, l'Indien et l'Arctique. L'Océan Arctique est une dépendance de l'Atlantique auquel il fait suite vers le nord ; l'Océan Antarctique entoure le continent austral et n'est séparé par rien des autres océans qu'il continue, si bien que des géographes modernes tendent à ne considérer que trois masses océaniques :

L'Océan Atlantique	106	millions de km²
L'Océan Indien.....	77	— —
L'Océan Pacifique	177	— —

Bornés par des continents, ils se confondent au sud

dans l'Océan Antarctique où l'on a tracé trois séparations fictives passant par les méridiens des trois pointes continentales : Amérique (Cap Horn), Afrique (Cap de Bonne-Espérance), Australie (Tasmanie).

On voudrait comprendre la cause ou les causes de la distribution des terres et des mers, et beaucoup d'hypothèses ont été émises à ce sujet. Nous les verrons un peu plus loin. Dans les temps historiques, les changements des rivages sont partout insignifiants. Tout au plus cite-t-on, en quelques rares points, des reculs dus à l'érosion (Cap de la Hève), des avancées provoquées par l'apport de sable (Mer du Nord) ou de vase (deltas du Rhône et du Nil), quelques constructions coralliennes dans les îles tropicales et quelques mouvements volcaniques verticaux, ou de bascule, tous sans amplitude.

Les mers ont des profondeurs très variables, depuis le 0 des cartes marines qui trace la ligne des côtes jusqu'à 10.790 mètres au maximum en un point de l'Océan Pacifique à l'est des Philippines.

On a estimé le volume des eaux marines à 1.300 millions de kilomètres cubes. Ce volume divisé par la surface donne une profondeur moyenne un peu moindre que 4.000 mètres. Mais le fond des mers n'est pas plat comme une assiette ; on y trouve des creux aussi accentués et aussi variés que le relief des terres. Généralement, la mer s'approfondit d'autant plus près que la côte est plus abrupte. Au large des pays plats s'étend une plate-forme de moins de 200 mètres qu'on appelle le plateau continental ; celui-ci s'étale au large des côtes atlantiques de France, entoure les Iles Britanniques, occupe presque toute la Mer du Nord et toute la Baltique. Au delà, la pente devient plus rapide vers les grands fonds. Ceux-ci présentent des rides et des dénivellations. Ainsi, l'Atlantique

a une crête axiale de moins de 4.000 mètres séparant des séries de fosses plus profondes, elles-mêmes cloisonnées par d'autres rides transversales. Le Pacifique est tout différent avec ses morceaux de continent au sud-ouest allant jusqu'aux terres australes, ses fosses étroites, allongées sur les bords des îles et sa lente remontée vers l'est sauf au large du Chili. L'Océan Indien rappelle l'Atlantique par sa crête allant de l'Arabie jusqu'à l'Antarctique et séparant trois fosses à l'ouest de la fosse indo-australienne à l'est, laquelle se creuse vers le nord-est jusqu'aux abords de Java.

Les fonds sont partout recouverts de dépôts sédimentés. A la côte on trouve les débris variés des continents : blocs, galets dans les points agités, sable, vase dans les lieux tranquilles. Sur le plateau continental, ces mêmes débris les plus fins sont mêlés à des restes d'organismes : algues calcaires, débris de coquilles, coraux dans les mers tropicales. Plus bas encore, s'étalent les boues terrigènes. Dans les grands fonds, les apports terrestres ont disparu et seuls se déposent lentement des débris d'êtres vivants : vases à diatomées dans les mers froides, vases coralliennes sous les tropiques, vases à ptéropodes en îlots épars, vases à radiolaires en quelques points du Pacifique et de l'Océan Indien et surtout vases à globigérines. Dans les fosses de plus de 5.000 mètres il n'existe plus qu'une argile rouge sans calcaire.

Entre la surface et le fond s'étend la nappe d'eau océanique. Elle est partout très homogène, du fait des larges communications des mers entre elles et des mouvements, rapides ou lents, visibles ou indiscernables, qui agitent toute la masse.

Ces mouvements sont les marées, les vagues, les courants, les « drifts », les « upwellings ».

Les marées sont dues à l'attraction combinée de la Lune et du Soleil ; elles sont d'amplitude très variable selon les lieux et élèvent le niveau de l'eau jusqu'à 15 mètres ; elles se répètent tous les jours dans le Pacifique ou deux fois en 25 heures dans l'Atlantique, avec des maxima à chaque pleine Lune et à chaque nouvelle Lune et une force accrue aux équinoxes.

Les vagues sont dues aux vents ; elles peuvent atteindre jusqu'à plus de 20 mètres de haut dans les tempêtes et elles agitent l'eau au-dessous de la surface. La houle vient d'un mauvais temps lointain.

Les courants sont causés par les différences de température entre les pôles et l'équateur et l'énorme évaporation à la surface des régions chaudes ; ils sont modulés ou perturbés par la rotation de la Terre, son inclinaison sur l'écliptique, les vents dominants, les obstacles du fond et des côtes. Dans l'Atlantique nord, le mouvement général des eaux va du nord-est au sud-ouest sur la côte américaine (courant froid du Labrador) et plus au large du sud-ouest au nord-est vers les côtes européennes (courant chaud du Gulf Stream) ; à l'équateur, les eaux vont de l'est à l'ouest et retournent en partie le long du Brésil à la rencontre du courant froid des Falkland ; sur la côte d'Afrique, les eaux froides viennent du sud (courant de Benguela) et remontent des profondeurs en divers points. La circulation des eaux de surface du Pacifique est comparable dans ses grandes lignes.

Les « drifts » sont des mouvements plus lents que les courants, des sortes d'étalement d'eau près de la surface. Le Danois appelle transgressions les arrivées d'eau chaude, en certaines saisons, sur nos côtes où n'atteindrait pas le Gulf Stream.

Les « upwellings » ou surgissements sont de lentes montées continues d'eau froide des profondeurs

vers la surface. On en connaît notamment sur la côte d'Afrique de chaque côté de l'équateur et sur la côte de l'Argentine.

Les mouvements généraux très constants et réguliers sont troublés près des côtes et se fragmentent à l'approche du plateau continental en phénomènes locaux bien plus complexes. Certains sont assez grands et rapides pour être facilement décelés et même mesurés ; d'autres, et surtout ceux des profondeurs, sont presque insensibles, à peine connus et exigent des observations précises et répétées.

La masse des eaux est ainsi en perpétuel mouvement et son brassage assure sa relative homogénéité.

Cette masse d'eau est en contact avec l'atmosphère à sa surface, avec les terres sur les côtes, avec les sédiments sur le fond. Il en résulte toute une série de déséquilibres et d'échanges qui tendent à modifier sa composition. Au fond, des corps se déposent : sables, vases, calcaire, argile, selon la profondeur. A la côte, arrivent des flots d'eaux douces ruisselantes, suintantes, courantes, qui apportent des sables et des vases et aussi des sels dissous provenant du lavage des continents. En surface, près des pôles, l'eau se solidifie en glace privée de sels ; partout, elle s'évapore d'autant plus que la température s'élève ; les gaz de l'air s'y dissolvent : l'oxygène pénètre dans la mer, le gaz carbonique se met en équilibre avec les carbonates. A ces actions purement physiques s'ajoutent celles des êtres vivants, particulièrement nombreux dans les couches supérieures, qui consomment l'oxygène par leur respiration ou en dégagent par leur assimilation chlorophyllienne, qui changent l'équilibre de l'acide carbonique, qui fixent sélectivement certains corps : calcaire et magnésie dans leurs carapaces, leurs coquilles, leurs os, silice dans

leurs tests, phosphates, nitrates dans leurs tissus, tandis que leurs cadavres et leurs restes descendent lentement vers les profondeurs.

Toutes ces perturbations, quelque grandes qu'elles soient, se produisent dans un tel volume qu'elles s'y perdent et que l'équilibre global n'en paraît pas sensiblement changé. La preuve en est dans la constance de la composition du milieu marin. L'eau de mer est une solution de très nombreux composés de corps simples, peut-être de tous les corps connus. Elle leur doit sa densité plus grande que celle de l'eau douce, sa salure et son goût.

La totalité des corps solides qu'on extrait de l'eau de mer par évaporation est voisine de 35 grammes par kilogramme d'eau ; elle diminue au voisinage des glaces et aux abords des côtes, surtout près des embouchures de grands fleuves ; elle augmente des pôles aux tropiques où elle atteint ses maxima, dépassés dans les mers presque fermées à faibles apports fluviaux et forte évaporation (Mer Rouge, 41 ; Méditerranée orientale, 39). Quelle que soit la salinité, la proportion des divers corps dissous est remarquablement constante. 100 grammes de sels d'eau de mer renferment en poids :

Halogènes 55,48	Chlore	55,29 %
	Brome	0,19 %
Soufre (à l'état de sulfates)		7,69 %
Carbone (à l'état de carbonates)		0,21 %
Sodium		30,59 %
Potassium		1,11 %
Calcium		1,20 %
Magnésium		3,73 %

et en bien plus faibles quantités de l'iode, du fluor, de l'azote, du phosphore, de l'arsenic, du silicium, du bore, du lithium, du rubidium, du cæsium, du

baryum, du strontium, de l'aluminium, du fer, du manganèse, du nickel, du cobalt, du cuivre, du zinc, du plomb, de l'argent, de l'or, du radium, etc.

On peut calculer la masse de produits chimiques en réserve dans les mers ; elle atteint, en tonnes, les nombres suivants suivis de 12 zéros :

Chlore	25.538×10^{12} tonnes
Brome	87
Sulfates (SO_4)	3.553
Carbonates (CO_3).....	95
Sodium	14.130
Potassium	510
Calcium.....	552
Magnésium.....	1.721

Il serait intéressant d'établir le bilan de chaque corps, d'estimer les apports annuels par les eaux douces, les transformations chimiques, les utilisations par les êtres vivants, les dépôts et leur dissolution et de tracer ainsi chacun des cycles.

Si l'on considère les concentrations, non plus en poids mais en molécules, on obtient le résultat suivant pour la moyenne des eaux de l'Atlantique :

	Mol. par litre
Anions :	—
Chlorhydrique et bromhydrique ..	0,5821
Sulfurique ($SO_4/_2$).....	0,0615
Bicarbonique (HCO_3).....	0,0012
	0,6448
Cations :	
Sodium	0,4914
Potassium	0,0105
Calcium (Ca/2).....	0,0231
Magnésium (Mg/2)	0,1197
	0.6447

L'eau de mer contient donc des quantités sensiblement égales d'anions et de cations, d'acides et de bases, mais comme l'anion bicarbonique est un acide faible tandis que tous les cations sont des électrolytes forts, l'eau de mer est légèrement alcaline, elle rosit la phtaléine du phénol ; son pH est de 8,0 à 8,2.

En surface, les gaz de l'air : oxygène, azote, gaz carbonique s'y dissolvent. Ils sont entraînés vers les profondeurs par les mouvements de l'eau et utilisés chemin faisant par les êtres vivants. L'oxygène passe par un minimum vers 500 à 1.000 mètres.

Deux autres facteurs interviennent encore largement dans le milieu marin : la température et l'éclairement.

En surface, la température de l'eau est voisine de 0° près des pôles ; elle augmente progressivement jusqu'à la région intertropicale où elle atteint 27° (et même 29° entre l'Asie et l'Australie). En profondeur, elle diminue depuis la surface et approche de 0° sur les grands fonds. Cette distribution est modifiée par les mouvements de l'eau si bien qu'à la même latitude, l'eau de la côte est à 0° à l'embouchure du Saint-Laurent et à 10° à l'entrée de la Manche. Les écarts annuels sont faibles en haute mer, plus marqués près des côtes et dans les baies.

L'insolation est inégale selon les lieux : maximale entre les tropiques, elle diminue vers les pôles où la nuit dure toute une saison (nuit polaire). La lumière solaire directe est interceptée par les pluies et les brumes quand la température de l'air est plus basse que celle de l'eau. Enfin, la pénétration de la lumière dans l'eau est très profonde quand le Soleil est au zénith, elle diminue à mesure qu'il s'incline vers l'horizon ; elle dépend aussi de la transparence de l'eau, inverse de la quantité de particules en suspension.

L'eau absorbe inégalement les diverses radiations qui composent la lumière solaire : l'infra-rouge disparaît en quelques centimètres ; le rouge s'affaiblit ensuite, puis le jaune, le vert, le bleu ; ce dernier persiste de plus en plus atténué jusque vers 1.000 mètres. A l'œil, l'éclairement devient crépusculaire au-dessous de quelques mètres et l'obscurité est quasi totale avant la limite du plateau continental, vers 200 mètres.

Un dernier facteur est souvent considéré, la pression qui augmente avec la profondeur ; mais elle n'agit que sur les êtres vivants renfermant des masses gazeuses dans leur corps : Cétacés, Oiseaux plongeurs, Poissons à vessie natatoire ; les autres subissent sans inconvénients des ascensions et des descentes considérables et les répètent souvent chaque jour sous l'influence de la lumière.

Géologie. — Les configurations des mers, leurs profondeurs, leurs régimes actuels ne sont pas immuables. La preuve en est qu'on trouve des fossiles marins dans les terres jusque sur les hautes montagnes et que les roches sédimentaires sont presque toutes des dépôts marins. Les mers n'ont donc pas constamment occupé les mêmes espaces qu'aujourd'hui. Sont-elles quand même des traits permanents de l'architecture du globe ? Ont-elles changé de volume et de surface ? Se sont-elles déplacées en masses ou bien leurs bords et leurs hauts-fonds se sont-ils seuls découverts, les abysses restant inchangés ? Certes, les terrains sédimentaires sont tous des formations d'assez faibles profondeurs, déposées non loin des côtes ; mais les données acquises, déjà nombreuses sur terre, manquent totalement pour les fonds submergés, c'est-à-dire près des 3/4 de la surface du globe.

De l'origine des océans on ne sait rien. Longtemps

on a répété l'hypothèse classique de Laplace qui voit l'origine de la Terre dans une nébuleuse gazeuse se refroidissant progressivement. Une sphère homogène qui se contracte se déforme en tétraèdre ; Lowthian Green crut trouver cette figure dans l'emplacement actuel des trois grands océans et de l'Arctique occupant les faces, l'Antarctide et les trois terres Europe-Afrique, Asie-Australie et Amérique dessinant les sommets et les arêtes, mais il y a loin de la configuration réelle à une figure géométrique. Love, partant des mêmes prémisses, supposa que la Terre encore molle, en expulsant la Lune, était devenue asymétrique, son centre de gravité ne correspondant plus avec son centre de rotation, d'où toute une série de conséquences examinées surtout au point de vue de la physique mathématique, et qui ont abouti également à une impasse, d'autant plus qu'on ignore si le centre de la Terre est à une très haute température, si la rotation va en s'accélérant et même si le globe se refroidit ou s'il s'échauffe. L'hypothèse planétésimale de Chamberlin et Moulton, plus récente, est toute différente. L'origine du système planétaire n'est pas dans une nébuleuse, mais dans l'approche du Soleil par un corps céleste qui l'a partiellement désintégré par attraction. Il en est résulté une éjection de matière formant un nuage de particules de toutes tailles qui se sont rapidement refroidies ; les plus grosses ont attiré les plus petites et c'est ainsi que la Terre a rassemblé la vapeur des futurs océans et les gaz de son atmosphère épars dans le brouillard. Cette accrétion qui se continue a fait varier la vitesse de rotation ; quand celle-ci augmente, les pôles s'aplatissent, les régions équatoriales s'élèvent ; quand elle diminue, les effets sont inverses. Il en résulte des tensions et

des compressions, plus intenses au centre qu'en surface. La Terre étant solide, rigide et non visqueuse, il se produit des fractures, des clivages dont les lignes principales méridiennes, au nombre de trois, partiraient de chaque pôle pour s'arrêter vers 30° de latitude ; celles du nord seraient décalées de 60° de longitude par rapport à celles du sud et des lignes obliques les réuniraient à travers la zone tropicale, si bien que la Terre serait divisée en six segments quadrangulaires se prolongeant jusqu'en son centre en pyramides. Dans les segments où les particules sont les plus lourdes, la gravité est plus grande et la surface s'est enfoncée, donnant place aux océans. Ceux-ci auraient donc des positions invariables, tout au moins dans les grands fonds.

Que l'intérieur de la Terre soit solide ou en fusion, il faut qu'il s'y trouve des minéraux lourds puisque la densité moyenne du globe est de 5,6 tandis que les roches superficielles ne pèsent que 2,7 et l'eau des océans à peine plus de 1. On est ainsi conduit à concevoir une centrosphère métallique, faiblement élastique, de densité voisine de 10, entourée d'une lithosphère légèrement visqueuse, surmontée d'une hydrosphère fluide, puis d'une atmosphère très compressible. L'étude des tremblements de terre éclaire ces suppositions.

A la surface des océans, la gravité est constante, comme si les plus grandes épaisseurs d'eau étaient compensées par une plus grande densité des profondeurs solides et qu'inversement sous les continents le sous-sol profond soit plus léger. Cela a conduit Willis à la théorie de l'isostasie. Le centre du globe serait partout rigide et à peine plastique jusqu'à environ 100 kilomètres ou moins de la surface ; la couche isostatique serait formée de

graviers, sables, vases plus déformables et déplaçables ; au-dessus il y aurait équilibre entre les régions continentales formées de matériaux légers et les abysses océaniques couvrant des matériaux plus lourds, les premières « coulant » très lentement vers les seconds.

Wegener a ajouté à cette conception l'hypothèse que les continents « flotteraient » à la surface, se déplaceraient lentement l'un par rapport à l'autre et même que l'axe de rotation de la Terre ne serait pas constant, les pôles errant. Mais cette « dérive » est justifiée par des considérations biologiques et paléontologiques bien plus que stratigraphiques.

On ne sait rien de précis ni de sûr de l'origine des océans et de leur permanence.

On ne peut rien dire non plus de l'origine de la vie. On a cru la découvrir dans des êtres de structure simple : bactéries, protozoaires, voire même dans des dépôts gélatineux inorganisés (*bathybius* de Haeckel). Certains la cherchent aujourd'hui dans les virus et les ultra-virus. Est-elle le fait d'une création ou du hasard ? On a bien imaginé, dans la mer primitive, une conjonction d'atomes, une première synthèse qui, à partir de l'eau et du carbone, en passant peut-être par l'aldéhyde formique, aurait abouti aux premières molécules organiques, sinon organisées. Les premiers végétaux réduisant l'acide carbonique auraient purifié l'atmosphère et permis une vie animale. Mais tout ce qu'on peut savoir, c'est que dans les roches les plus anciennes, celles du précambrien, on trouve déjà des restes d'animaux de groupes divers et d'organisation complexe.

En examinant les fossiles des terrains sédimentaires, couche par couche et âge après âge, on constate que des espèces disparaissent tandis que de

nouvelles les remplacent, si voisines qu'elles paraissent bien être des transformations des premières. D'autres s'étendent peu à peu sur une plus grande partie de la surface du globe ou bien au contraire se localisent en quelques points de leur aire géographique, souvent très distants, où elles ne font plus figure que de reliques. De temps à autre, des groupes nouveaux apparaissent : Poissons au silurien, Polypiers au trias, Nummulites à la fin du secondaire, et d'autres disparaissent : Trilobites à la fin du primaire, Ammonites à la fin du secondaire, etc. Il est vrai aussi que d'autres formes — en bien moins grand nombre — ne varient pas et se perpétuent telles ou presque jusqu'à l'époque actuelle.

Tout cela pose le problème de l'évolution et de ses causes. Les variations observées suivent-elles une loi simple telle que celle d'une complication progressive, d'un perfectionnement accru ? Sont-elles inscrites d'avance dans le patrimoine vivant, ou bien sont-elles le fait des changements du milieu, ou bien encore celui du hasard suivi ou non d'une sélection ?

Le milieu marin a certainement subi au cours des temps bien des variations d'extension et de régime qui ont modifié les peuplements d'êtres vivants, mais peut-on faire une paléobiogéographie détaillée et certaine, conclure de la distribution des espèces à la répartition des terres et des mers ? Quelques traits seulement sont bien connus, par exemple l'existence aux temps primaires d'un immense continent austral, la Gondwanie, fragmenté à partir du jurassique en Amérique, Afrique, Madagascar, Arabie, Inde, Indochine et Australie ; l'existence à la même époque et jusqu'au nummulitique d'une mer peu profonde, la Tethys, aux contours variables, qui séparait les aires continentales du nord

et du sud, de l'Atlantique au Pacifique ; l'existence d'un continent pacifique qui ne se serait effondré qu'à la fin du secondaire ou au début du tertiaire. Mais faut-il admettre la dérive des continents de Wegener ou bien supposer des ponts continentaux ayant relié à diverses époques l'Amérique du Nord à l'Europe, l'Amérique du Sud à l'Afrique, l'Inde à Madagascar et l'Australie, aussi souvent qu'on veut trouver une explication à des déplacements de faunes et de flores ?

Les continents et les océans n'ont pris leurs places actuelles que vers le miocène et encore ont-ils subi depuis bien des avatars : on connaît des glaciations répétées qui ont immobilisé chaque fois des masses de glace autour des pôles et des variations de niveau des côtes dont témoignent des séries de terrasses encore visibles.

Peut-être trouvera-t-on sage d'admettre que beaucoup trop d'éléments manquent pour autoriser une synthèse des faits géologiques et biologiques, pour construire une histoire probable des mers et bien plus encore pour découvrir l'origine de la vie qui les a peuplées ?

Nous arrêterons là cette esquisse pour nous en tenir désormais aux temps actuels.

Divisions biogéographiques. — Les biologistes ont divisé les mers en trois zones : l'océanique ou pélagique, la néritique ou côtière, la littorale ou intercotidale.

La première, immense et profonde, incomplètement compartimentée en bassins et en cuvettes par des plateaux et des seuils sous-marins, forme une masse d'eau continue dont les mouvements et les brassages sont encore mal connus. La deuxième, plus diverse et variable, s'étend entre le grand large et les côtes, tantôt réduite à un étroit liseré

au pied des hautes montagnes, tantôt étalée en un vaste plateau continental qui peut occuper toute l'étendue des mers bordières ; c'est la région de pêche, beaucoup plus explorée. Du côté de la terre, le fond se relève et découvre, c'est le bord de la mer, le littoral ; dans les mers à marées, son niveau oscille constamment entre les laisses de hautes et de basses mers, traçant une étroite bande intercotidale accessible à l'homme et partant la mieux connue.

Dans la zone océanique on peut distinguer trois nappes superposées : une profonde, bathypélagique ou abyssale, une moyenne ou mésopélagique et une superficielle ou épipélagique. La nappe abyssale s'étend du fond où l'eau est au voisinage de 0° jusqu'à l'isotherme de 8°, situé dans nos régions vers 1.000 mètres, mais plus élevé presque partout et atteignant 400 mètres seulement à l'équateur ; c'est une masse d'eau froide, visqueuse, de salinité un peu inférieure à 35 °/₀₀, aux mouvements extrêmement faibles et lents, en communication avec les eaux polaires. La zone mésopélagique, entre 1.000 et 200 mètres environ au large de nos côtes atlantiques, est aussi obscure mais moins homogène ; la température s'y relève, non par strates horizontales régulières, mais par veines révélant les mouvements de l'eau ; la salinité augmente dans les couches supérieures ; l'oxygène dissous passe par un minimum au voisinage de l'isotherme de 8° puis augmente régulièrement vers le haut. Defant, par comparaison avec l'atmosphère, a proposé de nommer la zone abyssale stratosphère et la mésopélagique troposphère océaniques ; elles sont plus ou moins séparées par une discontinuité. Au-dessus, entre 200 mètres et la surface, c'est la zone épipélagique ; la lumière y pénètre, le Soleil échauffe

l'eau ; les salinités croissent vers des maxima en surface, hors des régions et des saisons de pluie ; l'oxygène dissous augmente avec l'illumination dans les couches superficielles où les algues (phytoplancton) petites et innombrables en produisent jusqu'à sursaturation ; enfin, les vents et les turbulences

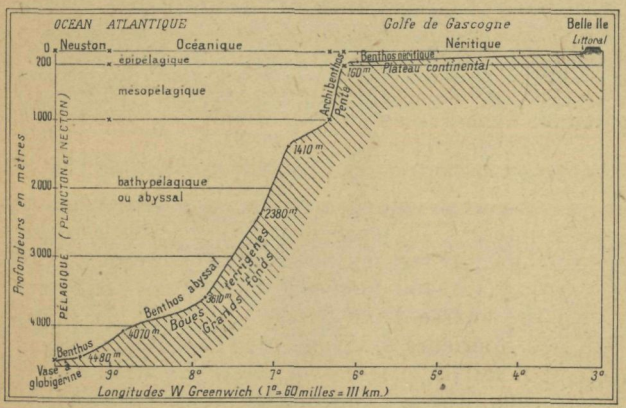


Fig. 1. — Les diverses régions marines

Coupe à travers le Golfe de Gascogne, à la latitude de Belle-Ile. Les profondeurs sont représentées cent fois plus grandes que les distances,

de l'atmosphère sont des moteurs puissants qui brassent la surface, déplacent toute la couche, créent des courants et des drifts qui se font sentir jusqu'à la côte et modifient même le climat continental.

Bien que les hydrographes commencent à peine de concevoir pleinement la dynamique infiniment complexe des océans, on peut s'en faire une idée schématique en considérant la stratosphère abyssale comme une masse visqueuse et inerte suivant

passivement la croûte terrestre dans sa rotation, la troposphère mésopélagique comme une eau plus fluide, plus mouvante, et enfin la zone superficielle, épipélagique, comme une pellicule en turbulence.

Depuis Hensen, les biogéographes ont donné le nom de plancton à l'ensemble des êtres vivants qu'on trouve dans les mers ; ils ont distingué dans la faune pélagique un épiplancton, un mésoplancton, et un bathyplancton. Certains ont séparé du plancton, passif, sans déplacements propres, le necton, actif, se mouvant librement. On a donné le nom d'holoplancton aux êtres dont toute la vie est pélagique et celui de méroplancton à ceux qu'on ne trouve flottants qu'à certains stades de leur développement ou à certaines saisons tandis qu'ils vivent le reste du temps sur le fond ou près des côtes.

Le plancton n'est pas uniformément réparti ; il est beaucoup plus abondant dans les eaux froides que dans les chaudes, près de la surface qu'en profondeur et près des terres qu'au grand large. Dans l'Atlantique nord tempéré, le maximum d'épiplancton s'observe aux environs de 50 mètres, vers 10° de longitude ouest ; plus au large il devient rare et apparaît groupé en essaims, en traînées discontinues. Dans l'Atlantique boréal, il présente un rythme saisonnier très marqué et pullule en été.

Tout à fait en surface, à la limite de séparation avec l'air, certains êtres se tiennent constamment, souvent munis de flotteurs ; on a récemment proposé de les séparer en neuston. Enfin, sur le fond on a recueilli un certain nombre d'animaux fixés ou rampants qu'on désigne dans leur ensemble du nom de benthos ; on peut distinguer un benthos abyssal, un benthos de la pente ou archibenthos

et un benthos néritique correspondant aux niveaux du plancton.

La zone néritique est bien loin de l'homogénéité de la masse océanique. Elle n'a pas de communication avec les eaux abyssales ; elle n'est en contact avec la couche épipélagique que par son bord du côté du large et y mélange lentement ses eaux en dehors des turbulences dues aux courants et aux transgressions. Elle est de plus en plus encombrée de hauts-fonds, de pointes, d'îles quand elle approche d'une côte rocheuse, découpée, si bien que les mouvements de l'eau dus aux marées, aux courants, aux vents sont perturbés à mesure que l'épaisseur d'eau diminue. Du continent arrivent, par les embouchures des cours d'eau, des afflux irréguliers d'eaux douces, le plus souvent troubles et chargées de particules en suspension, qui se heurtent aux eaux marines, se décantent en partie à leur contact, s'étalent à leur surface vers le large, sont détournées et entraînées par les courants, brassées par les marées et les vagues. Tout le long du littoral, l'eau douce ruisselle à la surface des terres et des roches pendant les pluies, s'infiltre à travers les sols fissurés ou perméables, d'où elle suinte ensuite au niveau de la mer. L'eau fortement brassée en surface est en mouvement jusqu'au fond ; les tempêtes agitent même celui-ci au point de remettre en suspension les sédiments déjà déposés et seuls les sédiments grossiers se maintiennent. L'eau est constamment verdâtre ou jaunâtre et non bleue comme au grand large. Les eaux douces apportent des sels dissous et les êtres planctoniques utilisent certains : nitrates, phosphates jusqu'à épuisement ; elles sont aussi chargées de matières organiques azotées, en suspension ou dissoutes, qui contribuent à la nourriture des bactéries ; la pul-

lulation de celles-ci favorise le développement et la multiplication du phytoplancton, lui-même aliment du zooplancton, dont l'abondance conditionne la croissance des animaux de grandes tailles et notamment des poissons.

Le plancton néritique a des déplacements verticaux diurnes marqués et des variations saisonnières de concentration ; il passe par un minimum en hiver, a un réveil brusque au printemps (maximum de diatomées suivi d'un maximum de zooplancton), il se raréfie pendant l'été pour augmenter de nouveau à l'automne. Vers le large, au voisinage de la pente, le plancton est surtout holopélagique : Crustacés et Appendiculaires ; vers la côte, le méroplancton domine : œufs, larves, stades juvéniles d'êtres vivant sur le fond ou dans la zone intercotidale, sans parler des énormes essaims d'animaux sexuellement mûrs que les pêches à la lumière révèlent, montant périodiquement du fond pour pondre en pleine eau, souvent selon des rythmes lunaires.

Les fonds ne présentent pas moins de diversité. Au lieu des immenses étendues de vases uniformes des grands fonds, la zone néritique présente des sédiments très variés dont beaucoup ont une origine vivante : coquilles, coraux, lithothamnium ; près de terre les fonds deviennent si hétérogènes, les oscillations du milieu sont si amples que les associations, les biocœnoses se localisent de plus en plus ; elles atteindront leur maximum de nombre dans la zone intercotidale ; chaque biocœnose groupe les êtres ayant les mêmes genres de vie et les mêmes limites de résistance, lesquelles sont souvent plus strictes pour les larves et les jeunes à certains stades du développement.

La zone néritique s'arrête au 0 des cartes marines, à peu près au niveau des plus basses mers d'équi-

noxe. Le fond et la surface se rejoignent ; neuston, plancton, benthos se confondent au moment de disparaître. Au delà, une étroite bande, presque nulle en Méditerranée, large tout au plus de 12 kilomètres dans la baie du Mont Saint-Michel, est alternativement couverte et découverte par la marée. C'est la zone intercotidale, la seule où l'homme puisse directement observer les êtres vivants en place. Au plus bas, elle est presque constamment immergée et n'apparaît qu'aux plus basses mers d'équinoxe ; au plus haut elle n'est mouillée que deux fois l'an pendant quelques instants ; entre les deux on distingue une série de niveaux caractérisés par les temps divers qu'ils restent découverts et par les plantes qui y croissent. A un même niveau, les facies diffèrent selon le substratum : roche en place, blocs, graviers, sables, vases ; des sous-facies sont créés par les cuvettes, les flaques, les grottes, les roches surplombantes ; l'agitation de l'eau modifie aussi les associations suivant des modes allant du plus exposé, sur les roches isolées du large frappées constamment par le ressac, jusqu'au plus abrité dans les vasières des anses tranquilles.

Les êtres vivants de la zone littorale supportent des conditions de milieu extrêmement variables et inconstantes ; aussi les biocœnoses s'y multiplient-elles, pauvres en espèces bien que riches en individus, à mesure qu'on approche de la zone sublittorale terrestre, seulement mouillée par les embruns, où ne subsistent plus, et seulement sur les rochers, que quelques Lichens et quelques Balanes (Chthamales).

La division de l'immense domaine marin en zones verticales et horizontales est commode et correspond à des habitats différents, à des modes

de vie distincts ; mais il ne faudrait pas concevoir ces zones comme des milieux cloisonnés, clos, séparés par des barrières infranchissables. Tout le monde sait que la Lamproie, l'Esturgeon, l'Alose, le Saumon, Poissons de mer, remontent les cours d'eau pour pondre en eau douce, tandis que l'Anguille, Poisson d'eau douce et d'étang, va à la mer pour se reproduire et fait un long voyage, d'Europe jusqu'auprès des Antilles, en traversant les zones néritique et océanique, après quoi les larves (Leptocéphales) reviennent lentement vers les eaux douces familiales. Les pêches à la lumière effectuées par Fage et moi près de la côte nous ont montré nombre d'invertébrés benthiques devenant pélagiques au moment de leur maturité sexuelle et les riches récoltes d'animaux que j'ai faites dans les estomacs des germons, pêchés à la ligne en surface, au grand large, m'ont révélé bien des formes considérées comme bathypélagiques ainsi que des jeunes d'espèces néritiques. On connaît les arrivées impromptues, parfois en masses, sur les côtes, d'espèces du neuston océanique : Vélelles, Physalies, Méduses, Salpes, entraînées par les vents et les courants de surface, et celles d'espèces nectoniques de grandes tailles : Cétacés, Tortues, Poissons du large, Sélaciens, dont la rare capture attire l'attention, qui ont suivi une transgression ou se sont « égarés ». Beaucoup d'espèces restent cantonnées dans une zone et ne présentent pas de si grands déplacements.

Tel est, sommairement esquissé, le milieu marin dans lequel vivent les êtres qui vont être passés en revue dans le chapitre suivant.

Chapitre II

LES ÊTRES VIVANTS DES MERS

Récoltes et classifications. — L'homme a su dès les temps préhistoriques que la mer est peuplée, puisqu'on trouve des amas de coquilles dans les restes de ses repas. La pêche est probablement — avec la chasse — l'industrie la plus ancienne et la plus primitive. Des animaux marins, dont beaucoup sont aisément reconnaissables, figurent sur des bas-reliefs égyptiens et des vases grecs ; des textes anciens (Aristote, Pline) décrivent les formes et les mœurs d'un grand nombre de Poissons, de Crustacés, de Mollusques, parfois embellis ou déformés, et aussi d'animaux fabuleux nés d'une observation insuffisante ou incertaine. Ce premier amas de connaissances se transmit traditionnellement, sans grands changements, jusqu'à la Renaissance. Rondelet, Belon y ajoutèrent quelque peu, au hasard de leurs voyages, mais ce n'est qu'au XVIII^e^ siècle que l'inventaire des êtres vivants des mers s'organisa. Tout y concourt : l'invention du microscope qui révèle toutes sortes d'êtres très petits et les organes de la génération, l'usage de la drague vers 1750 pour recueillir les animaux des fonds littoraux, les grandes explorations qui, à la suite de Cook et de Lapérouse vont parcourir tous les océans et découvrir peu à peu toutes les

îles. Jusqu'au milieu du XIXe siècle, des naturalistes sont adjoints à chaque expédition : ils recueillent les coquilles, les carapaces, les poissons, les plantes, qui vont s'amonceler en France au Jardin des Plantes. Peu à peu l'inventaire en sera fait selon les règles de nomenclature fixées par Linné et des catalogues descriptifs, des traités verront le jour, signés de Lamarck, Cuvier, Lacépède, de Blainville, Valenciennes, Milne-Edwards, etc. D'autres naturalistes commencent à voyager sur les côtes : après l'abbé Dicquemare, observant en rade du Havre dans son fauteuil flottant, Audouin et Milne-Edwards visitent le Cotentin, de Quatrefages la Bretagne et la Sicile, Risso s'installe à Nice, Claparède à Naples, etc. Bientôt, des laboratoires maritimes s'élèvent — le premier à Concarneau en 1859 — offrant les moyens de poursuivre les observations les plus fines. Au début du XIXe siècle, John Ross avait découvert que la mer est peuplée dans ses profondeurs ; en 1860, un câble télégraphique est remonté de plus de 2.000 mètres en Méditerranée, couvert de Coraux, de Mollusques, de Vers, de Bryozoaires, d'Alcyonnaires, d'Hydroïdes, et l'on cherche à s'équiper pour les pêches aux très grandes profondeurs. En 1872, s'ouvre l'ère des expéditions océanographiques avec le voyage du *Challenger* autour du monde ; la France suit avec le *Travailleur* et le *Talisman* de 1880 à 1883 mais ne persévère pas, tandis que les autres marines continuent et étendent toujours plus leurs champs d'études. On sait la part prise à ces recherches par le Prince Albert de Monaco de 1885 à 1915.

Aujourd'hui, l'inventaire des formes marines est près de toucher à sa fin. Sauf de très rares surprises, les chances de trouver des espèces nouvelles — et plus encore des groupes nouveaux — sont inverses

des prospections déjà faites : dans des mers, sur des côtes rarement visitées, il y a encore à glaner, mais dans nos régions à peu près tout a été vu, surtout dans la zone de pêche et plus encore sur le rivage. Seuls ont pu échapper aux patientes prospections des êtres tout petits qu'on ne distingue qu'au microscope. Les espèces nouvelles qu'on crée sont plus souvent le fait de révisions de caractères insuffisamment ou inexactement décrits que de véritables découvertes.

Pour se reconnaître parmi toutes les formes aperçues, recueillies, dépeintes, il faut les nommer, les décrire, les classer. C'est là une tâche ardue, car on connaît plus de 300.000 espèces actuelles de végétaux et plus de 500.000 d'animaux. Les noms vulgaires ne peuvent servir puisqu'ils varient dans chaque langue et souvent dans chaque lieu, dans chaque port ; ils ne s'appliquent d'ailleurs qu'aux espèces comestibles et à quelques autres remarquables par leur taille, leur utilité ou leur danger. Les dénominations scientifiques sont seules possibles et encore soulèvent-elles bien des difficultés : beaucoup d'espèces ont été décrites à plusieurs reprises, souvent sous des noms différents, parfois à des stades différents du développement. Cependant, il importe dans toutes les recherches biologiques sans exception de dénommer exactement les êtres dont on parle, l'objet des observations et des expériences ; c'est une besogne préliminaire indispensable pour laquelle bien des spécialistes manquent. On a été conduit à convenir de règles internationales pour mettre de l'ordre dans la nomenclature. La base de toute classification est l'espèce ; on la définit comme le groupe de tous les individus qui ont un certain nombre de caractères communs et qui se reproduisent entre eux en don-

nant des produits indéfiniment féconds. Deux tendances s'affrontent, l'une qui cherche à réduire le nombre des espèces linnéennes, l'autre plus fréquente qui s'applique à les multiplier. L'espèce reçoit deux noms latins, le premier générique, le second spécifique, suivis du nom de l'auteur qui a publié le premier ce nom scientifique accompagné d'une indication, d'une définition, d'une description ; quand on doit ultérieurement déplacer l'espèce dans un autre genre, le nom de l'auteur est mis entre parenthèses ; la date d'entrée en vigueur de la règle de priorité du nom spécifique est celle de la publication de la dixième édition du *Systema Naturæ* de Linné, 1758. Ainsi, on appelle le Dauphin *Delphinus delphis* Linné, la Sole *Solea solea* (Linné), le Homard *Homarus vulgaris* Milne-Edwards, etc.

Le nom suffit pour désigner clairement l'espèce, mais non pour la reconnaître et la classer. On choisit donc un certain nombre de caractères spécifiques, les plus aisés à observer, qu'on décrit et qu'on figure ; répétés dans les flores et dans les faunes, où ils sont souvent groupés en clés dichotomiques, ils servent à la détermination. Mais parfois les caractères visibles sur lesquels on s'est basé sont moins importants que d'autres qu'on a écartés et l'espèce facile à reconnaître se trouve classée incorrectement, ce que révèle l'étude ultérieure d'espèces voisines.

Toutes les espèces proches sont groupées dans un même genre et reçoivent un même nom générique ; les genres sont associés en familles, les familles en ordres, les ordres en classes, les classes en embranchements, les embranchements en règnes. A mesure que les connaissances augmentent, ces divisions doivent être modifiées : Linné considérait six classes : Mammifères, Oiseaux, Amphibiens, Poissons, Insec-

tes et Vers ; Lamarck (1794) réunissait les quatre premières dans l'embranchement des Vertébrés et les deux dernières dans celui des Invertébrés où il distinguait cinq classes : Mollusques, Insectes, Vers, Echinodermes, Polypiers. Cuvier (1812) reconnaissait quatre types d'organisation : Vertébrés, Articulés, Mollusques, Zoophytes ; von Siebold (1845) fragmentait les Articulés en Annélides et Arthropodes, les Zoophytes en Protozoaires, Zoophytes et Vers ; Leuckart (1847) divisait les nouveaux Zoophytes en Echinodermes et Cœlentérés ; Haeckel (1877) opposait les Protozoaires unicellulaires à l'ensemble des Métazoaires pluricellulaires. La mer a encore révélé d'autres types : les Mésozoaires, les Entéropneustes, les Chordés et l'Amphioxus, etc., formes de transition entre d'autres groupes dont la position a été longuement discutée.

Les remaniements ont été aussi fréquents et importants pour les groupes d'ordres inférieurs et l'on en est arrivé aujourd'hui à une systématique dont certaines parties semblent définitivement établies tandis que d'autres restent incertaines et flottantes, en attente de nouvelles découvertes ou d'études plus approfondies.

En botanique, on trouverait les mêmes fluctuations, les Cryptogames ayant été observés et dénommés bien plus tard et moins complètement que les plantes à fleurs.

Tous les êtres vivants sont composés de cellules contenant un complexe organique, le protoplasma (cytoplasma et noyau) ; tous se reproduisent par une cellule, l'œuf, formé par la conjugaison de deux gamètes. Il y a donc unité de vie et les mêmes lois de classification, de biologie, d'hérédité s'appliquent à tous les êtres.

Les deux règnes vivants, le végétal et l'animal,

se distinguent aisément quand on considère leurs formes supérieures : l'animal a un système nerveux, des organes de mouvement, un tube digestif, un appareil circulatoire qui manquent au végétal ; la plante a ses cellules entourées d'une enveloppe de cellulose et, dans son protoplasma des grains de chlorophylle qui manquent à l'animal. Mais si l'on passe aux formes inférieures des deux règnes, certains de ces caractères manquent et la séparation s'efface peu à peu. Tout au bas de l'échelle est la masse des Protistes, êtres unicellulaires dont les plus simples ne montrent plus qu'un protoplasma nu, parfois sans forme définie, où le noyau devient même difficile à reconnaître. On préfère répartir les Protistes entre les deux règnes selon leur degré de mobilité, la présence de cellulose, etc., plutôt qu'opposer l'ensemble de ceux-ci aux êtres à cellules nombreuses.

Algues. — La mer est bien plus le domaine des animaux que des végétaux. Des premiers, aucun embranchement n'y manque, comme si la vie animale y avait eu son origine et ses premiers développements ; des seconds, trois embranchements seulement sur cinq y sont représentés, et encore les Champignons sont-ils réduits à quelques formes parasites (Vampyrellées, Chytridinées, Saprolégniées, etc.) et les Phanérogames à quelques Monocotylédones qui se tiennent près des côtes et semblent venues secondairement du sol terrestre. Seules les Algues peuplent abondamment les mers. Ce sont des plantes à chlorophylle associée à divers pigments, dont la taille varie de quelques millièmes de millimètre dans les espèces unicellulaires jusqu'à plus de 40 mètres chez les « Kelps » géants des eaux américaines : *Macrocystis*, *Nereocystis*, *Pelagophycus*. Leur classification basée sur la couleur des pigments

s'est montrée insuffisante et l'on tend à séparer des Algues les Bactéries ou même à grouper les Bactéries et les Myxophycées ou Cyanophycées (Algues bleues) en un embranchement primitif spécial, celui des Schizophytes.

Les Bactéries sont très abondantes dans la mer et y jouent un rôle considérable. Elles sont le principal agent de dégradation, de dissolution des restes des êtres morts : matières azotées, cellulose, chitine, etc. ; elles servent de nourriture au microplancton et notamment aux Diatomées. On en trouve dans le tube digestif de tous les animaux, à la surface de toutes les plantes. Elles abondent près des côtes, en surface, et diminuent vers le large et vers les grands fonds où l'on ne les a d'ailleurs pas beaucoup cherchées. Sur les vasières, elles forment des pellicules, des gelées couvrant toutes les surfaces. Les aérobies consomment l'oxygène jusqu'à épuisement ; les anaérobies ont des actions souvent plus énergiques ; certaines décomposent les sulfates de l'eau et en séparent le soufre ou en isolent des sulfures ; toutes attaquent et utilisent intensément l'azote organisé avant d'être la proie de « mangeurs de boue » de toutes sortes. Des espèces d'eau douce apportées à la mer, les unes disparaissent rapidement, d'autres résistent mieux et continuent de participer à la transmutation générale. La bactériologie, développée dès ses débuts avec tant de succès vers ses applications médicales, s'est trop peu orientée vers l'examen des milieux : sols et eaux. En mer, presque tout est à chercher, à commencer par les moyens de culture.

Les Myxophycées ou Cyanophycées ont comme les Bactéries un protoplasma où le noyau imparfait n'a pas la netteté et la structure qu'on lui connaît chez tous les autres êtres vivants ; leurs cellules

sont noyées dans un abondant mucilage ; quelques-unes se rencontrent dans le plancton des mers chaudes.

Les Flagellés forment un autre groupe aux cellules munies d'un noyau bien visible et de flagelles locomoteurs ; il se place à la limite des deux règnes et on a peine à le répartir entre eux. Il comprend un grand nombre de formes très petites, dont beaucoup constituent le nannoplancton, encore peu exploré, qui doit jouer un rôle important par sa masse. On y distingue les Chrysophycées ou Chrysomonadinées parmi lesquelles se trouvent les Silicoflagellés et les Coccolithinées dont les restes innombrables avaient d'abord été trouvés dans les boues des grands fonds par le *Challenger* avant qu'on les ait vues vivantes ; et aussi les Dinophycées dont la principale classe, celle des Péridiniens ou Dinoflagellés groupe tous les êtres unicellulaires à deux flagelles logés l'un dans un sillon transversal, l'autre dans un sillon longitudinal ; beaucoup sont enveloppés d'un test cellulosique à plaques distinctes souvent ornementées ; après les Diatomées, ce sont les formes les plus abondantes du macroplancton, surtout dans les mers chaudes ; nous signalerons seulement les *Ceratium* aux longues épines et les Noctiluques auxquelles est due la phosphorescence de la mer.

Les Bacillariophycées ou Diatomées groupent plus de 10.000 espèces d'Algues microscopiques enfermées dans une carapace siliceuse souvent ornementée très finement. On en trouve partout, mais surtout dans les mers froides ; dans nos régions, elles apparaissent en masses au printemps, au moment du « réveil » de la mer. Leurs restes fossiles constituent les dépôts de tripoli et de kieselguhr.

Les Xanthophycées ou Hétérokontées ont été

récemment séparées des Chlorophycées à cause de leurs plastes jaune vert chargés de xanthophylle qui ne produisent pas d'amidon mais des corps gras réfringents. Dans ce remaniement, on tend à y placer quelques espèces marines, notamment

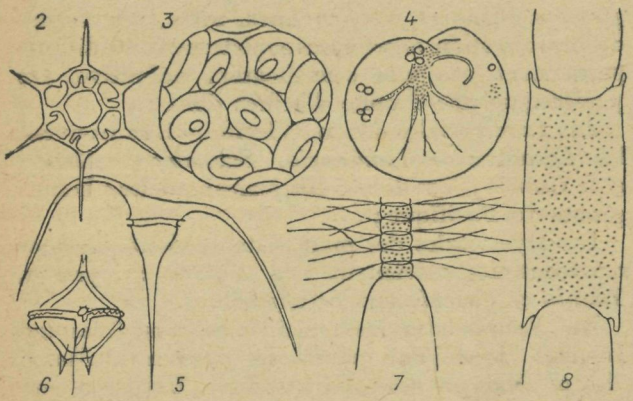


Fig. 2 à 8. — Quelques Algues du plancton

2. Silicoflagellé : *Distephanus speculum* Ehrenberg. Grossi 600 fois.
3. Coccolithiné : *Coccosphæra atlantica* Ostenfeld. Grossi 1.500 fois.
4. Péridinien : *Noctiluca scintillans* Macartney. Grossi 30 fois.
5. Dinoflagellé : *Ceratium tripos* (O. F. Müller). Grossi 200 fois.
6. Dinoflagellé : *Peridinium divergens* Ehrenberg. Grossi 500 fois.
7. Diatomée : *Chætoceras decipiens* Cleve. Grossie 50 fois.
8. Diatomée : *Biddulphia sinensis* Ostenfeld. Grossie 30 fois.

Halosphœra viridis qui pullule dans les mers chaudes tempérées.

Les Chlorophycées ou Algues vertes, abondantes dans les eaux douces, ont quelques représentants dans les eaux saumâtres et sur les côtes. Nous ne citerons que les Ulves et les Entéromorphes des mers froides, abondantes sur nos rivages là où suinte un filet d'eau douce, les *Codium*, les *Derbesia*, les

Cladophora des mers chaudes, les *Caulerpa* si luxurieux dans les lagunes tropicales, *Valonia* à l'énorme cellule tant expérimentée par les biologistes américains.

Les Phéophycées ou Algues brunes sont presque toutes marines ; beaucoup sont abondantes, de grandes tailles et bien connues, mais leurs modes de reproduction encore incomplètement étudiés ne permettent pas une classification définitive. On y distingue une dizaine d'ordres dont :

Les Laminariales des mers froides où se trouvent les Laminaires *(Laminaria, Saccorhiza, Alaria)* et le *Chorda filum* de nos côtes ainsi que les « kelps » géants du Pacifique ;

Les Dyctiotales des mers chaudes dont quelques représentants atteignent nos régions : *Dyctiota, Taonia* et *Padinia* aux reflets irisés ;

Les Fucales des mers froides et tempérées qui forment la majeure partie du goémon : *Fucus, Ascophyllum, Pelvetia, Himanthalia, Halidrys, Cystoseira ;* les Sargasses représentent le groupe dans les mers chaudes, elles forment d'immenses masses flottantes entre les Açores et les Bermudes.

Les Rhodophycées ou Algues rouges ou Floridées vivent à l'ombre ou en profondeur ; on en dragues en Méditerranée à plus de 100 mètres. Certaines ont une membrane celluloso-pectique qui fournit une gelée : lichen carraghen des *Chondrus* et *Gigartina*, gélose ou agar-agar des *Gelidium*. D'autres sont fortement incrustées de calcaire : *Corallium*, Mélobésiées, *Lithothamnion*, etc. ; elles ont joué un rôle important dans la formation de certaines roches sédimentaires et sont aujourd'hui pêchées comme amendement marin. Quelques-unes libèrent facilement de l'iode.

Phanérogames. — Une trentaine d'espèces de

Phanérogames vivent comme les Algues dans la zone intercotidale et le haut de la zone néritique. Ce sont des Monocotylédonées : Zostères dans l'Atlantique, Posidonies en Méditerranée. Elles croissent sur le sable vaseux qu'elles fixent par leurs tiges traçantes. Elles semblent provenir de plantes terrestres adaptées à l'eau de mer. On les recueille pour en faire des emballages ou en bourrer des matelas et des sièges.

Protozoaires. — Les Protozoaires sont les êtres unicellulaires. Faut-il en faire un règne à part ou les partager entre les Végétaux et les Animaux ? La présence de chlorophylle, celle de cellulose et la motilité ne conduisent pas à une séparation parfaite ; en réalité, les deux règnes semblent se dégager d'un tronc commun et les formes les plus simples sont étudiées indifféremment par les botanistes et les zoologistes. Nous avons parlé des Flagellés à propos des Algues, ils pourraient tout aussi bien avoir leur place ici.

On divise les autres Protozoaires en trois classes : les Rhizopodes ou Sarcodines, les Infusoires et les Sporozoaires.

Les Rhizopodes se meuvent par des prolongements protoplasmiques mobiles, les pseudopodes, dans lesquels coule leur cytoplasma. Les uns sont nus et sans forme définie, ce sont les Amibes ; d'autres, telles les Gromies, ont une enveloppe membraneuse d'où le cytoplasma ne sort que par un ou deux orifices ; d'autres encore ont un test calcaire perforé de nombreux orifices, ce sont les Foraminifères, quelques-uns pélagiques, les autres vivant sur la boue des fonds, dont on connaît plus de 1.200 espèces vivantes, sans parler des fossiles, parmi lesquelles sont les Nummulites ; ils comprennent les Globigérines dont les restes couvrent plus de

la moitié des fonds océaniques. Les Héliozoaires à squelette siliceux n'ont plus que de fins pseudopodes souvent soutenus par un fin filament axial, quelques-uns seulement sont marins. Les Radiolaires ont une structure plus compliquée avec une capsule chitineuse centrale entourée d'un cytoplasma moins dense, souvent bourré d'algues symbiotiques, enveloppé ou non dans un test siliceux ; on en connaît plus de 4.000 espèces, toutes pélagiques, la plupart des mers chaudes dont leurs restes couvrent certains fonds.

Les Infusoires n'ont pas de pseudopodes et se meuvent au moyen de cils ; ils ont une bouche, des vésicules pulsatiles, des vacuoles digestives, deux noyaux. Les uns, Ciliés, ont des cils toute leur vie ; les autres, Tentaculifères ou *Suctoria*, ont de longs et minces tentacules suçeurs quand ils deviennent adultes. On connaît plus de 1.000 espèces de Ciliés dont 400 sont marines ; on les divise en Holotriches aux cils à peu près uniformes sur tout le corps, Hétérotriches avec des membranelles ondulantes autour de la bouche, Hypotriches aux cirres seulement ventraux et Péritriches généralement fixés, n'ayant plus qu'une frange autour de la bouche ; à ce dernier ordre appartiennent les gracieuses Vorticelles. Les *Suctoria*, moins nombreux, ne comptent que 200 espèces parmi lesquelles les Acinétiens.

Les Sporozoaires sont des parasites sans organes locomoteurs chez l'adulte : Grégarines, Myxosporidies, etc.

Métazoaires. — Entre les embranchements des Protozoaires et des Métazoaires on a créé un groupe spécial pour quelques animaux pluricellulaires n'ayant sous la peau qu'une seule sorte de cellules ; les uns sont parasites (Dicyémides, Ortho-

nectides), les autres mal connus et il est bien possible qu'il s'agisse de Métazoaires dégénérés.

Les Métazoaires sont des animaux dont le corps est formé d'un très grand nombre de cellules réunies en tissus ; ces cellules sont assemblées dans des

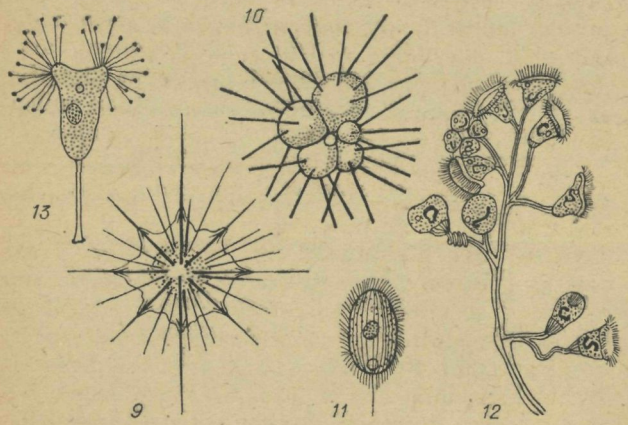


Fig. 9 à 13. — Quelques Protozoaires marins

9. Un Radiolaire : *Acanthometrum pellucidum* J. Müller. Grossi 700 fois.
10. Une Globigérine : *Hastigerina pelagica* d'Orbigny. Grossie 20 fois.
11. Un Infusoire Holotriche : *Uronema marinum* Dujardin. Grossi 300 fois.
12. Une Vorticelle : *Carchesium polypinum* Linné. Grossie 150 fois.
13. Un Acinétien : *Acineta tuberosa* Ehrenberg. Grossi 300 fois.

organes ayant des fonctions spéciales différentes ; toutes les cellules proviennent de l'œuf qui se divise en feuillets distincts.

On les classe en embranchements dont le nombre varie selon les systématiciens ; certains sont bien définis et adoptés par tous, d'autres groupent des formes bien moins nombreuses, encore trop peu étudiées pour être exactement placées.

En considérant seulement la symétrie de leurs corps, on peut distinguer des Métazoaires à symétrie axiale, rayonnée, les Spongiaires, les Coelentérés et les Echinodermes, dont on fait un groupe spécial, les Phytozoaires, et tous les autres à symétrie bilatérale plus ou moins bien marquée.

Ou bien encore, on peut séparer les animaux qui n'ont qu'une seule cavité communiquant avec l'extérieur de ceux qui en ont deux, une digestive et l'autre close, le coelome, contenant un milieu intérieur liquide ou empli de tissu conjonctif. Dans ce cas, les Spongiaires et les Coelentérés s'opposent aux Echinodermes et à l'ensemble des autres Métazoaires.

Spongiaires. — Les Spongiaires ou *Porifera* ont la structure la plus simple. La surface du corps est percée d'un grand nombre d'orifices nommés pores inhalants qui donnent entrée à l'eau du milieu extérieur ; celle-ci traverse des canaux bordés de cellules ciliées ou flagellées et se rassemble dans un plus vaste espace, le cloaque d'où elle sort par un autre orifice, l'oscule. Entre la surface externe et les cavités se trouve un enchevêtrement de spicules, calcaires, siliceux ou organiques, dont les formes sont caractéristiques et servent à la classification ; ces spicules sont enrobés dans un tissu mésodermique. Ces Porifères n'ont ni tête ni bouche. Certains vivent isolés et ont une symétrie radiée, la plupart s'anastomosent en colonies sans formes précises et se moulent sur leur support. Ils peuvent se reproduire par bourgeonnement et n'ont pas d'organes sexuels spécialisés, même quand ils produisent des œufs et des spermatozoïdes. On en connaît 2.500 espèces vivantes, presque toutes marines.

On les classe d'après la nature des spicules en

calcaires et non calcaires ou cornéo-siliceuses. Les Eponges calcaires sont les plus simples ; les non calcaires vont des Hexactinellidés ou Eponges de verre des profondeurs, encore assez mal connues, aux Eponges sans spicules dont on se sert pour la toilette.

Cœlentérés. — Les Cœlentérés forment un des embranchements les plus homogènes et les mieux définis. On les a souvent comparés schématiquement à un doigt de gant ; ils ont la forme générale d'un sac, un seul orifice, la bouche, une seule cavité, digestive, et leur corps n'est composé que de deux couches, l'une externe ectodermique, l'autre interne endodermique, entre lesquelles se trouve une lame plus ou moins épaisse de mésoglée amorphe où l'ectoderme peut pousser des spicules ou des dépôts calcaires. Ils ont une symétrie radiaire très marquée. Certaines de leurs cellules sont spécialisées et caractéristiques : les nématocystes, cnidocystes ou cellules urticantes ; dans de telles cellules, débordant par un cnidocil, se trouve une vésicule renfermant un long filament pelotonné ; à la moindre excitation, la vésicule éclate, le filament se déroule et sa pointe filiforme injecte un liquide urticant ; c'est un moyen de paralyser les proies ; le contact de certaines grandes Méduses et des Siphonophores est ainsi douloureux pour l'homme.

Les Cœlentérés sont connus sous deux formes : celle d'un polype ou hydroïde fixé, dressé, présentant vers le haut la bouche entourée de tentacules ; celle d'une méduse flottante, nageuse, libre, semblable à une cloche, avec sa bouche ouverte en dessous à l'extrémité d'un tube, le manubrium. Certains groupes sont toujours à l'état de polypes, d'autres à celui de méduses, d'autres encore se présentent sous les deux états sans qu'on sache

toujours reconnaître la concordance spécifique des deux formes.

On connaît près de 4.500 espèces vivantes, presque toutes marines.

Les Cœlentérés sont divisés en trois classes : les *Hydrozoa* ou Hydroméduses dont les polypes ont une cavité digestive non cloisonnée et les méduses un anneau rétrécissant l'orifice de l'ombrelle (méduses craspédotes) ; les *Scyphozoa* ou Scyphoméduses dont les polypes, toujours petits, ont leur cavité digestive compartimentée en quatre lobes par des brides et les méduses une ombrelle sans voile (acraspèdes) ; les *Anthozoa* sans stade méduse.

Les *Hydrozoa* comprennent trois sous-classes : les Hydraires, les Trachylines et les Siphonophores. Les Hydraires sont les plus nombreux ; certains restent constamment sous la forme polype, d'autres libèrent de petites méduses ; les plus simples restent isolés mais beaucoup forment des colonies au tronc commun, le cœnosarc, portant des individus très différenciés en gastrozoïdes nourriciers, dactylozoïdes tactiles, gonozoïdes reproducteurs ; les Graptolithes du silurien doivent en être rapprochés. Les Trachylines ou Trachoméduses, peu nombreuses, ne sont connues que sous la forme méduse et vivent au large. Les Siphonophores sont des colonies flottantes, sans stade polype, errant dans les mers chaudes au gré des vents et des courants ; certaines ont un flotteur ou pneumatophore plein de gaz ; on y trouve les Calycophorés *(Diphyes)* abondants dans le plancton atlantique, les Vélelles d'un bleu profond et l'énorme Physalie irisée dont les filaments pêcheurs peuvent s'étendre jusqu'à plus de 10 mètres, qui viennent tous parfois échouer sur nos côtes.

Les *Scyphozoa*, d'espèces peu nombreuses, pas-

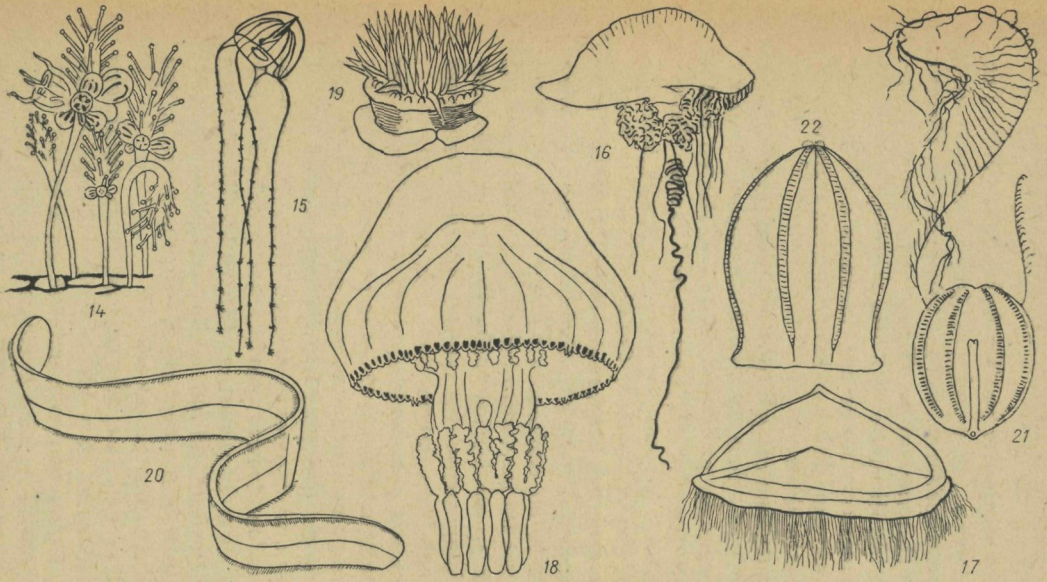


Fig. 14 à 22. — Quelques Cœlentérés marins

14 et 15. Polype et méduse d'un Hydraire : *Sarsia mirabilis* Agassiz. Polype grossi 9 fois ; méduse grossie 1,5 fois. — **16.** Un Siphonophore : *Physalia caravella* Eschscholz. Réduite 15 fois. — **17.** Un Siphonophore : *Velella spirans* Eschscholz. Grandeur naturelle. — **18.** Une Méduse acraspède : *Rhizostoma pulmo* Agassiz. Réduite 3 fois. — **19.** Une Actinie : *Anemonia sulcata* (Pennant). Réduite 3 fois. — **20.** Un Cténaire : *Cestum veneris* Lesueur. Réduit 12 fois. — **21.** Un Cténaire : *Pleurobrachia pileus* Vanhoffen. Grandeur naturelle. — **22.** Un Cténaire : *Beroë ovata* Chamisso et Eysenhardt. Réduit 5 fois.

sent pour la plupart par les deux stades polype et méduse, mais leurs polypes (scyphistomes) sont petits et les méduses souvent très grandes ; *Cyanea capillata* (L.) var. *arctica* (Péron et Lesueur) atteint 2 mètres de diamètre et a des tentacules longs de 40 centimètres. Les grosses méduses qui échouent parfois sur nos côtes en bancs énormes appartiennent à cette classe.

Les Anthozoaires groupent des Cœlentérés fixés, sans méduses, dont la cavité est incomplètement divisée en loges par des cloisons radiales ou septa. On y distingue les Alcyonaires ou Octocoralliaires, souvent brillamment colorés et phosphorescents dans les mers chaudes : Corail, Gorgones, Pennatules, etc., et les Zoanthaires ou Hexacoralliaires parmi lesquels les Antipathaires ou coraux noirs, les Actinies ou Anémones de mer et les Madréporaires dont les immenses colonies construisent dans les eaux tropicales les récifs de coraux, les barrières frangeantes, les atolls, et dont quelques espèces végètent jusque sous nos latitudes.

Voisins des Cœlentérés, mais en différant par l'absence de nématocystes et la présence de palettes natatoires se trouve le sous-embranchement des Cnidaires ou Cténophores. Ce sont des animaux pélagiques, transparents, formés d'une gelée consistante, qu'on trouve parfois en nombres incalculables dans le plancton. Citons les Béroés sans tentacules, le Cydippe et la gracieuse Ceinture de Vénus (*Cestum veneris* Lesueur), bleutée, qui atteint 1 m. 50.

Echinodermes. — Les Echinodermes, longtemps confondus avec les Cœlentérés dans l'embranchement des Rayonnés en ont été séparés par Leuckart ; tandis que les seconds ont une symétrie à 4 ou 6 rayons, les premiers ont une symétrie

pentaradiée, mais ce n'est pas là la différence essentielle ; les Cœlentérés n'ont qu'une cavité digestive ; les Echinodermes ont en plus une cavité interne, le cœlome, ce qui les éloigne de tous les animaux inférieurs que nous avons vus jusqu'ici et les rapproche des supérieurs que nous examinerons par la suite. Ils forment un embranchement très homogène dont on connaît environ 4.000 espèces actuelles, toutes marines, vivant sur le fond, depuis la côte jusqu'aux grandes profondeurs. Leurs squelette externe est formé de nombreuses pièces calcaires isolées ou soudées en un test continu et perforé ; des tubes ambulacraires passent par les orifices, ils servent entre autres à la locomotion ; ils sont reliés à un appareil aquifère compliqué qu'on ne retrouve dans aucun autre groupe. Les individus ont des sexes séparés, mais parfois changent de sexe selon la saison ; la fécondation a lieu dans l'eau de mer et l'œuf donne naissance à une larve aux métamorphoses compliquées. L'Oursin a fourni un abondant matériel d'expériences aux embryologistes et aux physiologistes.

On divise les Echinodermes en 5 classes. Les Crinoïdes vivent ordinairement fixés, la bouche ouverte en haut, entourée de 5 ou 10 bras munis de petits prolongements ou pinnules ; 500 espèces existent actuellement mais on en connaît plus de 2.000 fossiles, depuis le silurien, dans les calcaires à encrines ; près de nos côtes ils se limitent aux gracieuses Comatules *(Antedon)*. Les Stellérides ou Etoiles de mer ont une forme d'étoile ou de disque, généralement à 5 bras plus ou moins longs, creusés d'une gouttière inférieure où sont logés 2 ou 4 rangs de pieds ambulacraires. Les Ophiurides ont un disque central bien distinct, des bras grêles, séparés, sans pieds ambulacraires développés.

Les Echinides ou Oursins n'ont pas de bras et ressemblent à des globes réguliers ou irréguliers, formés de plaques soudées couvertes de piquants articulés, mobiles, parfois très grands. Les Holothurides ont un corps allongé, cylindrique, contractile, à parois épaisses mais non rigides, qui leur a fait donner le nom vulgaire de concombres de mer ; leur bouche est entourée d'une couronne de tentacules rétractiles.

Vers. — Autant les embranchements précédents étaient bien définis et délimités, autant il est difficile de mettre de l'ordre dans le groupe des Vers. Linné y réunissait tous les Invertébrés autres que les Insectes, c'est-à-dire les Arthropodes ; Lamarck en séparait les Mollusques, les Echinodermes et les Polypes ; Cuvier confondait les Vers dans les Articulés ; von Siebold séparait les Annélides des Articulés pour les mettre dans les Vers ; Milne-Edwards essaya d'en isoler les Molluscoïdes que Schulgin préféra dénommer Vermoïdes, d'où Delage et Hérouard retirèrent les Vermidiens. Depuis, de nouvelles formes intéressantes ont été étudiées qui ont encore modifié tous les essais de classification et l'on en est aujourd'hui à ne savoir ranger logiquement des êtres si disparates, aux affinités complexes et souvent incertaines, dont les plus rares ont encore été trop peu examinés.

On peut grouper ces animaux hétéroclites, tous à symétrie bilatérale, à cœlome et sans coquille, en deux groupes : les Vers sans segmentation externe, les Annélides à segmentation externe visible qu'on séparera des Arthropodes par l'absence d'appendices locomoteurs segmentés et articulés.

Les Vers inférieurs sont les plus difficiles à classer. On peut essayer de les répartir en 8 groupes d'après les caractères suivants : les Vers plats

seront réunis dans les Plathelminthes et les ronds dans les Némathelminthes ; ceux munis d'une couronne de cils autour de la bouche formeront les Trochelminthes ; ceux transparents, pélagiques, munis de soies, seront les Chætognathes. A ces 4 groupes d'êtres mobiles s'ajouteront 4 autres d'êtres fixés, sessiles : les Bryozoaires coloniaux, les Brachiopodes à coquille bivalve, les Phoronidés vivant dans un tube et les Sipunculoïdés ou Géphyriens vivant dans le sable ou la vase.

Les Plathelminthes se divisent en 4 ou 5 classes très différentes.

Les Turbellariés sont des vers plats, souvent allongés, parfois presque ronds, ciliés, qui rampent sur les roches ou les plantes ; ils ont une bouche mais pas d'anus ; les uns sont sans intestin *(Acœla)* les autres en ont un *(Cœlata)* ; ils n'ont pas de vaisseaux sanguins et leur corps est occupé par un parenchyme dans lequel apparaissent des organes reproducteurs complexes, presque toujours hermaphrodites. On en connaît 1.100 espèces, marines, d'eau douce ou terrestres ; on peut citer parmi les plus connues les *Convoluta* et les Planaires.

Les Trématodes sont des vers parasites, non ciliés, non segmentés, ayant une bouche et un intestin ; les plus simples, les *Monogenea*, sont des parasites externes pourvus de crochets et de ventouses ; les plus complexes, les *Digenea* ont des ventouses mais pas de crochets, ils sont des parasites internes passant par plusieurs hôtes, dont le développement (*miracidium*, cercaires) est complexe et souvent mal connu ; les adultes vivent dans les Vertébrés, les larves dans les Mollusques, les Poissons, etc.

Les Cestodes sont aussi des vers parasites, mais allongés, rubanés, segmentés, sans bouche ni intes-

tin ; on y voit une tête ou scolex, souvent munie de ventouses et de crochets, suivie d'un strobile formé d'une suite de segments ou proglottis, chacun ayant des organes reproducteurs mâles et femelles ; les derniers se détachent, donnent des œufs contenant un embryon à 6 crochets qui passe par un hôte intermédiaire où il se développe en plérocercoïde ou en cysticerque, car les Cestodes sont digénétiques. On en trouve chez certains Invertébrés marins et chez presque tous les Poissons.

Les Némertiens sont très différents et on les isole souvent aujourd'hui des Plathelminthes. Ce sont des vers souples, contractiles, certains très longs ; ils ont une bouche et une trompe, un intestin et un anus, 2 ou 3 vaisseaux sanguins longitudinaux ; la plupart sont unisexués ; le développement est direct ou passe par un stade larvaire *pilidium ;* ils mènent une vie libre, presque tous en mer. On en a décrit plus de 400 espèces.

Par contre, on tend à placer parmi les Plathelminthes ou à leur voisinage immédiat une des deux classes de Bryozoaires, les Entoproctes ou *Kamptozoa* qui forment un petit groupe d'environ 20 espèces fixées, marines ou d'eau douce ; la bouche et l'anus s'ouvrent à l'intérieur d'une couronne de tentacules non rétractiles.

Les Némathelminthes sont des vers ronds, minces, longs, non segmentés, sans cils, ventouses, crochets ni appendices, la plupart parasites, parmi lesquels on range les Nématodes à tube digestif et ligne latérale, les Gordiacés sans bouche ni intestin, et les Acanthocéphales munis d'une trompe armée de crochets.

Les Trochelminthes, comparables aux larves trochophores des Annélides et des Mollusques, groupent les Rotifères à la couronne de cils battants

dont quelques espèces sont marines, les Gastrotriches ciliés sur le ventre et les Kinorhynches non ciliés ; tous sont microscopiques et les deux dernières classes, encore peu étudiées, sont pauvres en espèces.

Les Bryozoaires ou *Polyzoa* forment des colonies fixées, branchues ou incrustantes, comptant des milliers d'individus nés les uns des autres ; chacun présente une couronne de tentacules rétractiles entourant la bouche tandis que l'anus s'ouvre au delà ; on en connaît près de 2.000 espèces marines.

Les Brachiopodes ressemblent extérieurement à des Mollusques lamellibranches, ils sont enfermés entre deux coquilles calcaires ou cornées, mais l'une est supérieure et l'autre inférieure tandis que celles des Lamellibranches sont droite et gauche. A l'intérieur on voit deux longs bras enroulés en hélice, les lophophores, qui entourent la bouche. On a décrit 2.500 espèces fossiles, les actuelles ne dépassent guère 120. Leurs affinités sont discutées, mais il en est d'évidentes avec les Bryozoaires et surtout les Phoronidiens.

Les Phoronidiens ne contiennent qu'un unique genre. Ce sont de petits animaux grêles et transparents, vivant dans des tubes chitineux, en groupes, au bord de la mer ; la bouche et l'anus débouchent au milieu d'une double couronne de tentacules ; le développement passe par un stade larvaire *Actinotrocha*. On les a rapprochés tantôt des Bryozoaires et des Brachiopodes, tantôt des Géphyriens, tantôt des Ptérobranches et des Entéropneustes qu'on pourrait aussi décrire ici mais qu'on réservera pour le groupe des Hémichordés.

Les Chætognathes rassemblent une trentaine d'espèces toutes marines, dont les plus abondantes sont les *Sagitta ;* ce sont de petits vers pélagiques,

transparents, en forme de flèche, parfois extraordinairement abondants dans le plancton.

Enfin les Géphyriens réunissent quelques autres formes marines : les Sipunculidés, les Priapules, auxquels on ajoute souvent les Echiuriens : *Echiurus*, *Bonellia*, *Thalassema*, dont la larve est segmentée comme celles des Annélides ; tous vivent dans la vase sableuse.

Annélides. — Les Annélides sont des vers allongés, segmentés, ayant une tête, un tube digestif, un cœlome et des appendices non segmentés ; la tête porte la bouche, et souvent des yeux, des tentacules, des cirres, des palpes ; les appendices musculaires ou parapodes portent des soies ; la peau est recouverte d'une cuticule non ciliée ; les organes se continuent et se répètent de segment en segment. Beaucoup d'Annélides sont unisexués et certains se modifient avant la reproduction (épitoquie) ; l'œuf donne une larve nageuse, la trochophore. On connaît 4.500 espèces d'Annélides dont la majorité marines.

On les divise en 5 classes : les Archiannélides sans soies ni parapodes, les Polychètes à soies et parapodes, les Oligochètes sans parapodes et à soies peu nombreuses, les Hirudinés avec une ventouse à chaque bout, les Myzostomidés avec 5 paires de parapodes et 4 paires de ventouses. Tantôt on rapproche les Polychètes et les Oligochètes dans le groupe des Chætopodes, tantôt on réunit les Oligochètes et les Hirudinés dans celui des Clitellés. Les Archiannélides sont toutes de petites formes marines, assez disparates, qui ont des caractères de larves de Polychètes. Les Polychètes forment une classe nombreuse où l'on compte plus de 2.500 espèces ; presque toutes sont marines ; on les divise selon leur mode de vie en errantes carnassières et

sédentaires mangeuses de plus fines particules ; ces dernières vivent dans la vase ou dans des tubes qu'elles sécrètent ; quelques-unes sont parasites ou commensales. Les Oligochètes, au nombre de 1.200 espèces, sont presque tous d'eau douce ou terrestres ; leur organisation est plus simple, ils sont hermaphrodites et pondent des œufs enveloppés dans un cocon que secrète une partie du corps épaissie et glandulaire, le clitellum ; le type en est le Lombric ou Ver de terre. Les Hirudinés ou Sangsues sont hermaphrodites, ont un clitellum et sécrètent aussi un cocon ; quelques-uns vivent en mer et sucent le sang des Poissons. Les Myzostomes sont de petits parasites des Echinodermes dont on connaît 70 espèces environ.

Crustacés. — Les Arthropodes forment l'embranchement le plus abondant du règne animal ; on y place près d'un demi-million d'espèces. Ils ont tous un cœlome, une symétrie bilatérale, un corps segmenté et des appendices articulés ; ils sont recouverts d'une enveloppe de chitine. Linné y distinguait les Insectes ailés et les Aptères ; Latreille sépara de ceux-ci les Myriapodes, Cuvier les Crustacés, Lamarck les Arachnides et l'on en est arrivé à peu près à la classification suivante : les Arthropodes sont divisés en deux groupes, ceux aquatiques munis de branchies, les Crustacés, et ceux respirant à l'air qui comprennent les Chélifères ou Arachnoïdes et les Trachéates : Myriapodes et Insectes.

Les Crustacés ont un corps nettement segmenté où l'on reconnaît une tête, un thorax et un abdomen ; les deux premières parties sont parfois soudées en un céphalothorax. La tête est munie de 2 paires d'antennes et porte 3 paires de pièces masticatoires entourant la bouche, 2 mandibules et 4 maxilles. Le thorax présente un nombre variable d'appen-

dices disposés par paires, servant à la locomotion et à la respiration. L'abdomen est tantôt muni d'appendices, tantôt sans ; il se termine par un dernier segment différent, le telson. La cuticule est chitineuse, rigide et l'animal s'accroît périodiquement en abandonnant sa carapace et en secrétant une nouvelle plus grande grâce à un métabolisme subitement accru et déréglé ; c'est la mue. Le tube digestif va droit de la bouche à l'anus qui s'ouvre sous le telson. Presque tous les Crustacés sont unisexués et présentent des orifices génitaux aux formes complexes servant à la classification ; l'œuf donne une larve, le *nauplius*, suivie souvent de plusieurs métamorphoses. Sauf quelques Crabes terrestres, tous les Crustacés sont aquatiques et la plupart marins. On en connaît quelque 16.000 espèces.

On les divise en 2 sous-classes : les Entomostracés, de petites tailles, sans appendices à l'abdomen, et les Malacostracés, plus grands, ayant généralement des appendices abdominaux.

Les Entomostracés forment 4 ordres distincts : les Phyllopodes, les Ostracodes, les Copépodes et les Cirripèdes. Les Phyllopodes aux pattes natatoires foliacées sont presque tous d'eau douce ; il n'est guère que l'*Artemia salina* L. qui pullule dans les marais salants. Les Copépodes, généralement à 15 somites plus ou moins fusionnés, à pattes cylindriques biramées munies de longues soies natatoires, sont presque tous marins ; on en connaît environ 2.200 espèces ; chez les uns, Eucopépodes, les femelles portent 2 sacs d'œufs, chez les autres, les *Branchiura* ou Argulides, parasites munis de ventouses, on ne voit pas de sacs ovigères ; les Eucopépodes comprennent des formes libres, nageantes, abondantes dans le plancton, et d'autres déformées,

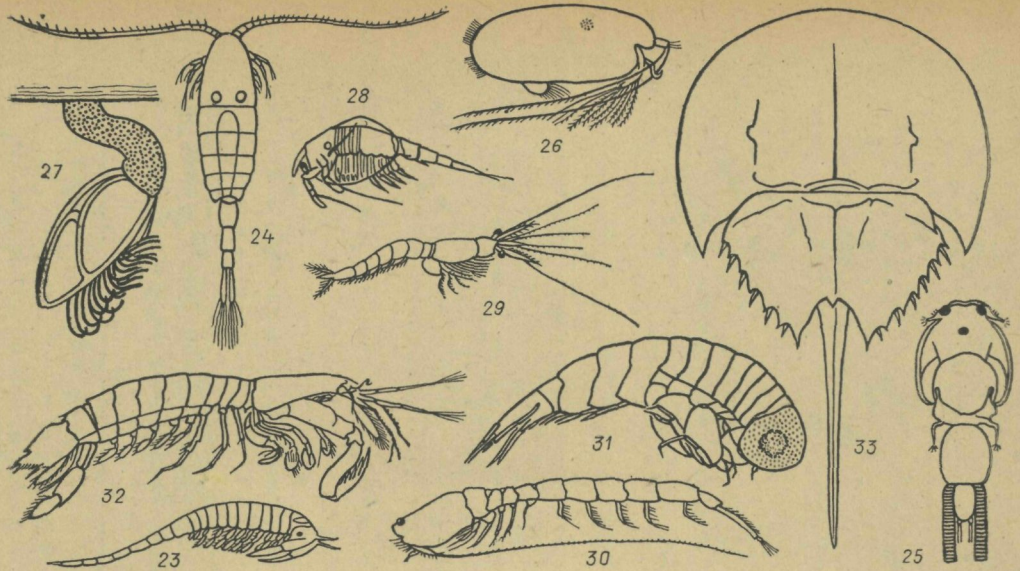


Fig. 23 à 33. — Quelques Crustacés marins et la Limule

23. Un Phyllopode : *Artemia salina* L. Grossi 2 fois. — 24. Un Copépode libre : *Calauns finmarchicus* Günner. Grossi 4 fois. — 25. Un Copépode parasite : *Caligus rapax* Milne-Edwards. Grossi 2 fois. — 26. Un Ostracode : *Asterope mariœ* Baird. Grossi 2 fois. — 27. Un Cirripède : *Lepas anatifera* L. Réduit 3 fois. — 28. Un Leptostracé : *Nebalia bipes* Fabricius. Grossi 2 fois. — 29. Un Mysidacé : *Mysis vulgaris* Thompson. Réduit 2 fois. — 30. Un Cumacé : *Bodotria scorpioides* (Montagu). Grandeur réelle. — 31. Un Amphipode Hypéride : *Brachyscelus crusculum* Bate. Grandeur réelle. — 32. Un Stomatopode : *Squilla mantis* L. Réduit 4 fois. — 33. Le Xiphosure : *Limulus polyphemus* (Shipley). Réduit 14 fois.

parasites de divers Invertébrés et surtout des Poissons (sur les branchies). Les Ostracodes, complètement recouverts par 2 valves, aux appendices peu nombreux, sont surtout marins ; on en compte 1.400 espèces. Les Cirripèdes sont des Crustacés fixés, parfois parasites, dont la carapace présente des écailles ou des plaques chitineuses inégalement calcifiées ; ils sont hermaphrodites ; on y trouve 500 espèces dont les Balanes encroûtant les rochers de la zone intercotidale, les Anatifes fixés aux coques des bateaux et aux épaves flottantes, les Coronules de la peau des Baleines et les Rhizocéphales parasites des Crustacés, telle la Sacculine des Crabes devenue méconnaissable.

Les Malacostracés comprennent un tout petit groupe primitif apparemment apparenté à des formes fossiles, les Leptrostracés, dont l'abdomen a 8 segments et qui n'est guère représenté que par les Nébalies qu'on trouve sur les cadavres en décomposition dans la zone littorale, et un énorme groupe, les Eumalacostracés dont l'abdomen n'a que 7 segments ou moins.

Les Eumalacostracés peuvent être divisés en 4 classes : les Syncarides sans carapace, petit groupe australien d'eau douce à affinités paléontologiques ; les Péracarides à carapace laissant libres et distincts au moins 4 segments thoraciques et à poche incubatrice sous le thorax ; les Hoplocarides à carapace laissant libres 3 segments thoraciques ; les Eucarides à carapace recouvrant tout le thorax.

Les Péracarides sont les anciens Edriophthalmes aux yeux sessiles auxquels on a ajouté les Mysidacés provenant du démembrement des Schizopodes ; tous ont un développement direct, sans métamorphoses. Ils comprennent 4 ordres : les

Mysidacés, les Cumacés, les Isopodes et les Amphipodes. Les Mysidacés sont marins ou d'eau saumâtre ; nageant activement, transparents et souvent confondus avec de petites crevettes, ils abondent près des côtes où ils servent de nourriture à de nombreux Poissons. Les Cumacés au thorax trapu en partie recouvert d'une petite carapace, à l'abdomen long et mince, vivent dans le sable et la vase côtière d'où ils sortent la nuit pour nager ; on en compte 300 espèces. Les Isopodes au corps souvent aplati sont au nombre de plus de 2.300 espèces, presque toutes marines ; les uns vivent libres, d'autres se fixent sur la peau ou les branchies des Poissons ; quelques-uns sont très déformés par leur parasitisme sur d'autres Crustacés (Epicarides). Les Amphipodes ont le corps comprimé latéralement ; on en connaît autant d'espèces que d'Isopodes ; certains, les Hypérides, aux yeux énormes, se tiennent en haute mer parmi le plancton, d'autres, les Gammarides, vivent sur la côte sous les pierres ou dans le sable ; très peu sont parasites ou d'eau douce.

Les Hoplocarides et les Eucarides s'opposent aux précédents notamment par leur développement embryonnaire très complexe passant par plusieurs métamorphoses telles que pour beaucoup on n'est pas encore certain de la concordance spécifique des stades larvaires trouvés dans le plancton et des formes adultes vivant sur le fond. On les groupait jadis sous l'appellation de Podophthalmes, aux yeux pédonculés.

Les Hoplocarides, peu nombreux, réunissent les Stomatopodes aux pattes ravisseuses énormes et dentelées de la famille des Squilles.

Les Eucarides groupent les Euphausiacés détachés des Schizopodes et les Décapodes.

Les Euphausiacés sont des animaux de haute mer qu'on capture en surface ou à une certaine profondeur ; beaucoup portent des organes lumineux sur divers points du corps ; leur développement passe par des stades *nauplius*, *calyptopis*, *furcilia*.

Les Décapodes sont bien plus communs puisqu'on y place les Crevettes, les Langoustines, les Homards, les Langoustes et les Crabes. Sauf quelques Crabes terrestres ou d'eau douce et les Ecrevisses, ils sont tous marins et on en a décrit plus de 6.000 espèces. On les divise en 3 sous-ordres : les Macroures allongés, symétriques, à longues antennes, les Brachyoures dont l'abdomen est replié sous le céphalothorax court et large, et les Anomoures intermédiaires dont l'abdomen est raccourci et devient chez certains mou et asymétrique. Les Macroures sont les Néphropsidés (Langoustines et Homards), les Astacidés (Ecrevisses), les Eryonidés très rares des grands fonds, les Pénéidés planctoniques, les Caridés (animaux du large et Crevettes des côtes), les Loricates (Langoustes et Scyllares ou Cigales de mer), les Thalassinidés (Callianasses) fouisseurs. Les Anomoures vont des Galathéidés la plupart littoraux aux Paguridés ou Bernards l'Hermite qui protègent leur abdomen mou dans des coquilles vides, en passant par les Hippidés des côtes tropicales. Enfin, les Brachyoures ou Crabes réunissent des formes nombreuses dont on peut citer dans nos eaux les Crabes nageurs *(Polybius, Portunus)*, le Crabe enragé *(Carcinides)*, le Tourteau *(Cancer)*, l'Araignée de mer *(Maia)* et au Japon le plus grand de tous, *Macrocheira kämpferi* de Haan dont les pinces étendues couvrent plus de 3 mètres.

Autres Arthropodes marins. — Voisins des Crustacés dont ils ont les antennes, les 5 paires d'ap-

pendices céphaliques, les appendices thoraciques biramés, la même forme larvaire, sont les Trilobites des mers primaires, plus primitifs que toutes les formes actuelles et qu'on pourrait approcher des Phyllopodes. Quelques zoologistes ont pensé naguère à leurs affinités possibles avec les Xiphosures ou Limules, mais on tend maintenant, après Lankester, à grouper les Xiphosures et les Arachnides dans la classe des Arachnoïdés. Ces Arachnoïdés sont caractérisés par l'absence d'antennes, la présence en avant de la bouche d'appendices terminés en pince ou en griffe, les chélicères, et la soudure de la tête et du thorax. Les uns, primitifs, ont des branchies, d'autres des « poumons » foliacés, d'autres encore des trachées. C'est un groupe composite où l'on a rassemblé les Délobranchiés à branchies : Xiphosures actuels et Euryptéridés ou Gigantostracés éteints depuis les temps primaires, et les Embolobranchiés à « poumons » : Scorpions, Pédipalpes, Araignées, Palpigrades, Solifuges, Chernètes, Phalangides, Acariens ; on en rapproche les Tardigrades, les Pentastomes et un groupe isolé très difficile à placer, les Pycnogonides.

Seuls vivent en mer les Xiphosures, quelques Tardigrades et les Pycnogonides.

Les Xiphosures ne comptent que 5 espèces de Limules vivant sur le sable ou la vase de la côte asiatique et de l'américaine atlantique ; ils sont couverts d'une large carapace articulée en 2 parties formant bouclier d'où sort un très long telson pointu ; on commence à en voir dans les aquaria d'Europe. Quelques Tardigrades microscopiques se tiennent sur les algues au bord de la mer. Les Pycnogonides ou Pantopodes, tout en pattes, sont plus nombreux puisqu'on en a dénombré plus de 200 espèces ; ils ont une tête terminée par une

trompe, 4 segments thoraciques munis d'appendices, un abdomen très court ; ils vivent dans la zone littorale, surtout sur les Polypes dont ils se nourrissent.

On ne peut guère faire figurer dans le domaine marin quelques Araignées, une famille d'Acariens (Halacaridés), quelques Myriapodes et un plus grand nombre d'Insectes qui vivent sur la laisse de mer et se sont plus ou moins adaptés à l'immersion.

Mollusques. — Les Mollusques forment un vaste embranchement assez homogène groupant des animaux non segmentés, à symétrie bilatérale qui peut être troublée par torsion ou enroulement chez les Gastropodes, portant généralement une coquille calcaire formée d'une seule pièce enroulée ou de 2 valves. On reconnaît dans le corps une tête, une masse viscérale compacte, un pied et un manteau qui sécrète la coquille ; seuls les Scaphopodes et les Pélécypodes n'ont pas de tête. La bouche conduit à un bulbe radulaire musculeux qui contient, sauf chez les Pélécypodes, une lame cornée pourvue de nombreuses dents, la radula, dont la disposition sert à la classification. Les sexes sont le plus souvent séparés et après l'accouplement l'œuf donne une larve véligère. Un groupe, les Pulmonés, vit à l'air humide ou en eau douce ; presque tous les autres sont marins. La facilité de récolter et de conserver les coquilles, fort résistantes et souvent admirables de coloris et d'ornementation, a développé les collections conchyliologiques, surtout au début du XIX^e^ siècle, et donné un grand essor à la malacologie. On a décrit plus de 60.000 espèces vivantes et beaucoup plus encore d'espèces fossiles.

On les divise en 5 classes. La première, celle des Amphineures, groupe des formes sans coquille, rappelant l'aspect des Vers, mais à radula ; tous sont

marins et vivent sur le fond près des côtes ; ils forment deux ordres, les Aplacophores ou Solénogastres vermiformes à sillon ventral, peu nombreux, et les Polyplacophores ou Chitons de forme ovale, à 8 plaques dorsales, dont on connaît 600 espèces. Les 4 autres classes se distinguent par les caractères suivants : les Scaphopodes et les Pélécypodes n'ont pas de tête distincte ; les premiers vivent dans une coquille cylindrique et les seconds entre deux valves ; les Gastropodes et les Céphalopodes ont une tête munie d'yeux ; les premiers ont des tentacules et une coquille généralement spiralée, les seconds une couronne de bras armés de ventouses et une coquille souvent interne, parfois réduite à une mince tige ou même absente.

Les Scaphopodes ou Solénoconques, logés dans leur coquille en forme de dent allongée, creuse et ouverte aux deux bouts, vivent enfoncés dans le sable, depuis la côte jusqu'aux grandes profondeurs. Les 200 espèces actuelles s'apparentent au genre Dentale qu'on trouve sur nos rivages.

Les Pélécypodes, qu'on nomme encore Lamellibranches, Bivalves, Acéphales, sont bien plus nombreux : 11.000 espèces vivantes, plus de 15.000 fossiles. Tous sont aquatiques, la plupart marins, et leurs coquilles vides jonchent le sable des côtes et les fonds littoraux. Leur taille varie de celle des Tridacnes ou Bénitiers, longs de plus d'un mètre, pesant jusqu'à 250 kilos, à celle des Kellyidés longs de quelques millimètres. On les classe d'après la structure des branchies, la forme de la charnière, les impressions musculaires des valves, la présence ou l'absence d'un sinus palléal. Il suffira de citer quelques espèces comestibles de nos côtes : les *Cardium* ou Coques, les *Tapes*, Clovisses ou Palourdes, les *Mya*, les *Solen* ou Couteaux, les *Mytilus*

ou Moules, les *Pecten* ou Coquilles Saint-Jacques, les *Ostrea* ou Huîtres, et aussi les Anomies irisées dont on fait des fleurs artificielles, les Pholades lumineuses, les *Teredo* ou Tarets qui percent les bois des estacades, les Huîtres perlières des mers chaudes.

Les Gastropodes asymétriques sont encore plus nombreux ; on en connaît près de 50.000 espèces. Certains sont terrestres, les Escargots et les Limaces par exemple ; d'autres Pulmonés vivent en eau douce ; quelques Gastropodes sont parasites, mais la plupart sont marins. Les coquilles de ceux-ci, porcelainées, brillamment colorées, aux dessins et formes ornementales dans les mers chaudes, sont souvent des objets de curiosité et de collection, sans parler de la nacre qu'on en tire et de l'emploi des *Cypraea* ou Cauries en Afrique noire comme monnaie indigène ; mais d'autres pélagiques du grand large ont des coquilles si minces, si fragiles qu'on ne peut guère les recueillir intactes et d'autres encore, tels les Nudibranches, n'ont plus de coquille du tout.

On les divise en 3 groupes : Prosobranches, Opisthobranches et Pulmonés.

Les Prosobranches sont les plus nombreux : 27.500 espèces ; la plupart sont marins. Ils ont une coquille bien développée, souvent fermée par un opercule corné ou calcaire ; leurs viscères présentent une torsion de 180° qui leur a fait donner le nom de Streptoneures ; ils respirent par des branchies ou cténidies placées à l'avant du corps. On y trouve des formes primitives à cténidies bipectinées, les Scutibranches qui comprennent les Patelles, les Fissurelles, les Haliotis ou Ormeaux à 2 cténidies, les Troches, *Turbo*, *Nerita* à une cténidie, et d'autres formes à cténidies monopectinées, les

Pectinibranches dont les Scalaires côtiers et les Janthines pélagiques, les *Natica*, Littorines ou Bigorneaux, Turritelles, Cérithes, Strombes, Cyprées Cassis, Tritons, Murex, Nasses, Buccins, etc. On en rapproche maintenant les Hétéropodes pélagiques, transparents, au pied natatoire : *Carinaria*, *Atlanta*, *Pterotrachea* du grand large.

Les Opisthobranches sont tous marins, la plupart littoraux ; on en connaît 2.300 espèces ; ils ont une coquille réduite ou manquante, sans opercule, un système nerveux compact et des cténidies postérieures quand elles existent. On les divise en Tectibranches qui ont une coquille et des cténidies et en Nudibranches qui n'en ont pas, mais portent souvent des branchies sur le dos. Les Tectibranches comprennent les Bulléens à coquille externe ou interne et les Aplysies ou Lièvres de mer à coquille rudimentaire et interne. On répartit aujourd'hui dans ce sous-ordre les anciens Ptéropodes, pélagiques de haute mer et de petites tailles. Les Nudibranches groupent un millier d'espèces, toutes marines ; les uns rampent près de la côte sur les pierres, les algues et surtout les Hydroïdes dont ils se nourrissent ; d'autres vivent au large et flottent sans jamais toucher terre.

Quelques Pulmonés seulement habitent l'eau salée dans la zone des marées ; presque tous sont terrestres ou d'eau douce.

Les Céphalopodes ont la bouche entourée de bras ; on en compte environ 90 sans ventouses chez le Nautile et 8 ou 10 armés de ventouses ou de crochets chez les autres. Le corps est enveloppé dans un manteau qui communique avec l'extérieur par une large fente palléale et par un siphon ; la bouche forme un bec avec 2 puissantes mâchoires et se continue par un bulbe muni d'une radula.

Les yeux sont grands, le système nerveux très développé, la peau souvent pourvue d'appareils lumineux chez les espèces du large. La coquille est externe chez les Tétrabranchiaux, interne chez les Décapodes, nulle chez les Octopodes. Tous les Céphalopodes sont marins ; quelques-uns se tiennent à la côte sous les pierres, la plupart vivent au large, parfois en bancs ; ils nagent très rapidement en éjectant l'eau par leur siphon. On en connaît près de 400 espèces vivantes, toutes carnassières ; ce sont les plus actifs des Invertébrés et aussi les plus grands puisque l'*Architeuthis princeps* dépasse 15 mètres, les bras étendus.

Les Tétrabranchiaux ne sont plus représentés que par le Nautile à coquille externe nacrée du Pacifique et de l'Océan Indien alors qu'ils comprennent toutes les Ammonites des temps secondaires. Les Dibranchiaux sont divisés en Octopodes à 8 bras et en Décapodes à 10 bras ; les premiers groupent les Pieuvres côtières *(Octopus, Eledone)* et les Argonautes flottants des mers chaudes ; les seconds réunissent avec les Bélemnites fossiles et les Spirules à coquille en partie externe de l'Atlantique les *Sepia* ou Seiches, les *Loligo* ou Calmars de la zone néritique et d'autres espèces du grand large, dont certaines présentent des formes larvaires encore mal connues.

Prochordés. — Les Prochordés groupent un petit nombre d'espèces qui ont été particulièrement étudiées en raison de l'intérêt qu'elles présentent pour les théories sur l'origine des Vertébrés. Elles possèdent en effet, soit à l'état adulte, soit seulement au cours du développement, une corde dorsale ou notocorde entre la paroi dorsale du tube digestif et la paroi ventrale du système nerveux. Tantôt on y inclut des animaux voisins des Vers, les Diplo-

chordés ou Axobranches dont la corde paire est rudimentaire ; ce sont la *Phoronis* dont nous avons déjà parlé et les Ptérobranches *Rhabdopleura* et *Cephalodiscus*, tous marins. Tantôt on les fait débuter seulement aux Hémichordés ou Entéropneustes qui groupent 25 espèces de Balanoglosses qu'on trouve enfouis dans le sable des côtes, qui ont une corde impaire plus développée, un appareil respiratoire pharyngé et un système nerveux dorsal. Tantôt on les limite aux Euchordés qu'on divise en Urochordés et Céphalochordés.

Les Urochordés ou Tuniciers vivent à l'état adulte enfermés dans une tunique translucide cellulosique percée de deux orifices ; à l'état larvaire seulement, ils nagent librement et ont alors une ébauche de corde dorsale ; tous sont marins et on en connaît 1.300 espèces, groupées en 3 classes : les Appendiculaires pélagiques munis d'une longue queue, abondants dans le plancton ; les Thaliacés ou Salpes, flottants, en forme de tonneaux, souvent phosphorescents, qui présentent deux générations alternantes si bien qu'on trouve tantôt des individus isolés et tantôt des chaînes parfois fort longues ; les Ascidies fixées à l'état adulte dont les unes sont simples, les autres en colonies formant des masses compactes (Synascidies) et d'autres encore vivant en colonies pélagiques, cylindriques, très phosphorescentes, les Pyrosomes.

Les Céphalochordés ou Leptocardés ont une notocorde étendue tout le long du corps au-dessous du système nerveux en long cordon dorsal ; le pharynx très allongé est percé de nombreuses fentes branchiales ; pointus aux deux bouts ils évoquent la forme des Poissons sauf qu'ils n'ont pas de tête. Le type en est l'Amphioxus, *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas), long de 5 centi-

mètres, qui vit dans le sable de nos côtes et dont on a séparé quelques autres espèces. L'Amphioxus est l'Invertébré le plus proche des Vertébrés.

Poissons. — Les Vertébrés ont une corde dorsale englobée dans une colonne vertébrale segmentée et articulée en vertèbres ; ils ont un squelette interne comprenant un crâne, une colonne vertébrale et des os soutenant diverses parties du corps et des membres ; leur système nerveux central (moelle épinière) est tout entier dorsal, logé dans la colonne vertébrale et aboutit en avant dans le crâne à un ensemble de centres complexes et volumineux, l'encéphale ; leur système circulatoire clos transporte un sang rouge chargé d'hématies. On les divise en 5 classes : les Poissons, aquatiques, respirant l'oxygène dissous dans l'eau par des branchies, les Batraciens respirant par des branchies à l'état larvaire et par des poumons à l'état adulte, les Reptiles, les Oiseaux et les Mammifères respirant l'air en nature par des poumons. Les Poissons comptent plus de 12.000 espèces dont le plus grand nombre vit en mer. Aucun Batracien n'est marin. Des 3 autres classes à respiration aérienne quelques groupes sont revenus à la mer où ils nagent ou plongent, tout en étant tenus de venir fréquemment respirer hors de l'eau.

Les Poissons sont assez connus de tous pour qu'il soit inutile de rappeler leur aspect extérieur généralement fusiforme, leurs nageoires paires et impaires dont ils battent l'eau pour se mouvoir. On les divise en 2 sous-classes : les Cartilagineux et les Osseux.

Les Cartilagineux ou *Chondrichthyes* comprennent 2 ordres très différents : les Cyclostomes et les Elasmobranches. Les Cyclostomes sont les Lamproies, à corde nue sans vertèbres ni côtes, à la peau nue et visqueuse, à la bouche suceuse,

qui ont de 1 à 14 paires d'orifices branchiaux ; certaines vivent en eau douce, d'autres en mer qui remontent les fleuves pour pondre. Les Elasmobranches groupent 3 sous-ordres : les Holocéphales ou Chimères dont on ne voit guère qu'une espèce vivante, *Chimaera monstrosa* L., alors qu'on en connaît d'autres fossiles depuis le dévonien ; les Sélaciens et les Batoïdes souvent réunis en Plagiostomes. Les Sélaciens sont les Squales ou Requins dont on a décrit 150 espèces ; ils ont la bouche fendue sous la tête, 5 à 7 paires de fentes branchiales, une queue à 2 lobes inégaux (hétérocerque) ; ils vont des petites Roussettes de nos côtes, en passant par la Peau bleue (*Carcharias glaucus* L.), le Requin marteau (*Zygœna malleus* Risso) jusqu'au Requin mangeur d'hommes (*Carcharodon rondeleti* Risso), à l'inoffensif Pèlerin (*Cetorhinus maximus* L.) qui dépasse 10 mètres et au Rhineodon qui en dépasse 15. Les Rhinidés ou Anges de mer forment le passage aux Batoïdés aplatis où l'on trouve les Torpilles à décharge électrique, les Raies, les Pastenagues ou Trygons à aiguillon caudal venimeux et les Diables de mer des mers chaudes qui atteignent 6 mètres.

Les Osseux ou *Osteichthyes* sont divisés en 3 ordres très inégaux : les Dipneustes, les Ganoïdes et les Téléostéens. Les Dipneustes et les Ganoïdes groupent quelques formes de passage ayant des relations étroites avec les espèces fossiles les plus anciennes dont ils sont les seuls survivants. On place dans les Dipneustes le *Lepidosiren* de l'Amazone, le Protoptère de l'Afrique tropicale et le *Ceratodus* d'Australie, tous d'eau douce. On divise les Ganoïdes en Holostéidés (*Amia*, *Lepidosiren*), Chondrostés (Esturgeon et Polyodon), Crossoptérygiens (*Lepidosteus*).

Les Téléostéens forment la grande majorité des Poissons actuels. Ils ont un squelette osseux, la peau généralement couverte d'écailles, les branchies recouvertes par un opercule, la caudale à lobes égaux (homocerque). Les uns, les Physostomes, ont une vessie natatoire communiquant avec l'œsophage ; les autres, les Physoclistes, l'ont isolée.

Les premiers forment 4 groupes : les Clupéiformes, les Apodes, les Esiociformes et les Ostariophysés. Les Clupéiformes sont les Clupéidés (Hareng, Sardine, Sprat, Flinte, Alose, Anchois, etc.), les Salmonidés (Saumon, Eperlan, Argentine) et les Scopélidés, poissons du grand large munis d'appareils lumineux. Les Apodes sont les Anguilles aux migrations extraordinaires. Les Esociformes (Brochet) et les Ostariophysés (Cyprins et Silures) sont à peu près tous d'eau douce.

Les Physoclistes forment 16 groupes. Les Scombriformes sont des poissons de mer à bec pointu : *Belone* ou Aiguillette et *Scomberesox*. Les Syngnathiformes groupent les Epinoches, la Bécasse de mer (*Macroramphosus scolopax* L.), les Syngnathes et les Hippocampes ou Chevaux marins. Les Plectognathes sont les Balistes, les Tetrodons au ventre semé d'épines, la Mole ou Poisson lune qui atteint 2 m. 50. Les Ammodytiformes réunissent les Lançons. Les Athériniformes sont l'Athérine ou Prêtre, le Mulet et les plus rares Centrolophes et *Lampris*. Les Gadiformes sont tous les Gades : Morue, Capelan, Merlans, Colin, Merlu et aussi les Motelles de nos côtes et les *Macrurus* du grand large. Les Blenniformes sont les Blennies ou Baveuses côtières. Les Trachiformes réunissent les Vives aux rayons dorsaux venimeux, les Callionymes dont les mâles ont de si belles robes de noces, les *Lepadogaster* qui se fixent par une ventouse

ventrale, la Cépole, long ruban orangé, et les Lophiidés dont la seule Baudroie monstrueuse approche des côtes. Les Gobiiformes sont les Gobies de nos côtes et le *Periophthalmus* des côtes chaudes qui chasse hors de l'eau. Les Hétérosomes ou Poissons plats, aplatis et couchés sur un côté, les deux yeux émigrés sur l'autre, groupent la Plie ou Carrelet, la Limande, la Sole, le Turbot, etc. Les Scléroparés sont les Rascasses, les Trigles ou Grondins, les Cottes ou Chabots, le Cycloptère lumpe. Les Labriformes sont les Vieilles intensément colorées. Les Carangiformes sont les *Caranx* ou Chinchards, le *Capros aper*, le Zée forgeron ou Saint-Pierre, les Pilotes qui suivent les gros Poissons et les Tortues. Les Béryciformes sont les *Beryx* des eaux chaudes. Les Perciformes groupent près de la Perche d'eau douce les Serrans, les Cerniers qui atteignent 2 mètres, les Pagres, les Pageaux, les Rougets aux vives couleurs. Enfin les Scombriformes groupent les Poissons-épée au bec effilé, les Voiliers flottant la dorsale étalée, les Rémoras à grande ventouse sur la tête, les Trichiures et les Scombridés : Maquereaux, Germons et Thons dont le plus grand atteint 4 mètres.

Autres Vertébrés marins. — Les Vertébrés autres que les Poissons ont une respiration aérienne, pulmonaire ; ils ne peuvent donc vivre constamment immergés et il leur faut tout au moins remonter fréquemment en surface. Trois classes ont des représentants en mer.

Les Reptiles marins sont peu nombreux. Les Tortues se bornent à l'énorme Luth ou Tortue-cuir qui approche de 3 mètres, la Tortue franche, la Caouane, le Caret qui donne l'écaille ; toutes vont pondre à terre. Quelques Serpents venimeux habitent le Pacifique et l'Océan Indien : *Hydrophis*, *Platu-*

rus, etc. Le grand serpent de mer, souvent signalé, jamais capturé, est peut-être de la même classe si ce n'est pas un Mammifère.

Les Oiseaux de mer ne sont pas vraiment marins ; tous pondent à terre ; beaucoup se tiennent près des côtes : Goéland, Sternes, Mouettes, Guillemot, etc. ; certains plongent à la recherche de leur nourriture et sont même parfois la proie des Poissons ; quelques-uns s'aventurent très loin au large, par exemple l'Albatros qui atteint 4 mètres d'envergure et les Pétrels.

Des Mammifères, 3 ordres ont des représentants en mer. Les Pinnipèdes, pourvus de membres courts transformés en nageoires vivent près des côtes et se traînent à terre ; ce sont les Phoques, les Otaries et les Morses des mers froides. Les Siréniens herbivores ne comptent que les Dugongs de l'Océan Indien et les Lamantins de l'Amérique du Sud. Les Cétacés ont perdu leurs membres postérieurs et ont la forme générale des Poissons ; les uns ont des fanons : Baleines, Balénoptères, d'autres des dents : Marsouin, Dauphin, Globicéphale, Orque, Cachalot. Le Cachalot et les Baleines qui atteignent 20 mètres sont les plus grands des animaux actuels.

On ne peut songer à tracer en quelques pages le tableau de tous les êtres vivant dans les mers ; ils sont bien trop et trop disparates. Ce n'est qu'en examinant attentivement ceux qu'on rencontre et qu'on pêche et en se référant à des ouvrages spéciaux de systématique qu'on peut déterminer les espèces et les groupes auxquels ils appartiennent. Encore sont-ils si nombreux qu'aucun botaniste, aucun zoologiste n'arrive à les connaître tous. Force est de se limiter à quelques-uns, à un embranchement et plus souvent à une classe ou à un ordre seulement.

Certes on ne peut plus guère espérer aujourd'hui découvrir nombre d'espèces nouvelles ; elles ont été presque toutes inventoriées, mais il y a toujours grand plaisir à contempler des formes si variées, souvent étonnantes de lignes et de couleurs, dont chaque détail doit attirer l'attention, et la connaissance exacte des espèces est nécessaire pour toutes les recherches biologiques quelles qu'elles soient. Beaucoup de groupes ne sont pas étudiés en France faute de spécialistes ; il y a place pour de multiples activités scientifiques et les amateurs libres de leur temps, curieux de la nature, ayant des facilités pour naviguer peuvent rendre de grands services en collaborant à l'œuvre des trop rares systématiciens. L'étude approfondie d'un seul groupe, le classement qu'on essaie d'en faire mettent en face de tous les problèmes de la vie : l'hérédité, la variation, l'évolution, l'adaptation, et si la méditation de ceux-ci est la conclusion, la récompense d'observations patiemment poursuivies, leur discussion reste vaine tant qu'elle ne s'appuie pas sur des faits précis, accumulés avec méthode au cours d'une expérience longuement acquise.

CHAPITRE III

LA BIOLOGIE MARINE

Si la capture des êtres vivants et la reconnaissance des espèces sont des occupations dignes du naturaliste, il est bien d'autres études qu'il lui est ensuite permis d'aborder, celles des formes, des structures, des développements, des constituants chimiques, des fonctions physiologiques, des réactions au milieu et des modes de vie. Toutes conduisent à des vues précises sur la biologie générale, complètent ou rectifient les données trop limitées des physiologistes et des médecins sur l'homme et les animaux supérieurs, ouvrent des horizons plus larges sur le problème fondamental de la vie, la grande énigme. Pas plus qu'il n'a été possible ici de passer en revue toutes les formes qui peuplent les mers, on ne saurait en quelques pages rappeler toutes les questions qui se posent et ce qu'on en sait déjà. On essaiera seulement d'indiquer celles qui préoccupent le plus notre époque et les sujets qui ont besoin d'être poursuivis et approfondis par la collaboration d'un plus grand nombre d'observateurs.

Les formes (Morphologie). — Toute la classification est basée sur la notion d'espèces fixes et distinctes. En est-il bien ainsi ? Le fait est que lorsqu'une espèce a été bien observée et décrite on

la retrouve aisément. Il n'est pas jusqu'aux moindres détails, les épines d'une carapace de Crustacé, les ornements d'une coquille de Mollusque, qui ne se répètent indéfiniment, même quand leur fonction, leur utilité nous échappent. Mais il est aussi d'autres espèces dont les caractères qu'on a choisis pour les distinguer sont plus variables, si bien qu'on est conduit à établir des sous-espèces, des variétés, des races, et même parfois à réviser les diagnoses, à réunir des espèces voisines ou au contraire à démembrer une espèce en plusieurs. Selon les idées qu'on se fait des espèces et aussi selon le soin des observations morphologiques, les uns sont surtout attirés par les différences, les autres par les analogies. A première vue, des animaux marins très éloignés peuvent avoir une silhouette commune, un air de famille, par exemple un Requin qui est un Poisson, un Ichthyosaure qui est un Reptile, un Dauphin qui est un Mammifère ; c'est ce qu'on appelle une convergence ; mais le rapprochement de ces trois animaux prouverait seulement qu'on s'en est tenu à un examen extérieur, superficiel, et qu'on a fait un classement artificiel basé sur un mauvais choix des caractères. Y a-t-il donc une subordination des caractères ? En est-il de typiques et d'autres sans valeur ? On voudrait pouvoir répondre, mais tous les essais entrepris depuis Geoffroy Saint-Hilaire pour dégager une unité du plan de composition n'ont pu aboutir à une notion claire et précise.

En fait, tous les individus d'une même espèce se ressemblent beaucoup sans être cependant identiques. A quoi tiennent les légères variations qu'on observe ? Faut-il admettre une cause première qui aurait créé une fois pour toutes les diverses espèces, comme le pensaient Linné et Cuvier ? Peut-on seulement voir une variabilité limitée de

l'espèce, selon le milieu, la nourriture, comme le soutenait Geoffroy ? Ou bien, selon une opinion plus modérée et plus récente, Dieu aurait-il seulement réalisé la vie, ou tout au plus quelques formes types, laissant à des causes secondes, connaissables, expérimentables, le soin de modeler l'infinie diversité des formes présentes ? Dans l'ignorance où nous sommes de la finalité d'une telle création, pouvons-nous lui découvrir un sens ? Est-ce la marche vers la perfection, un progrès qu'on saurait définir, une orthogenèse avançant selon un plan préconçu et visible ? Les variations que nous pouvons seules observer ont-elles une orientation profonde, innée, ou sont-elles seulement l'effet du hasard ?

Sans plonger dans un tel abîme métaphysique, on a bâti des théories de l'évolution qui ont eu un prodigieux succès avant d'être sapées en ces derniers temps par de nouveaux tenants du finalisme. Pour Lamarck, le besoin crée l'organe, l'usage le fortifie et l'accroît, le défaut d'usage amène son atrophie et sa disparition ; les caractères acquis deviennent héréditaires et persistent. Pour Darwin, les variations sont l'effet du hasard, mais la sélection naturelle les trie, la concurrence vitale ne maintient que les plus avantageuses et fait survivre seulement les plus aptes. L'évolution apparaît ainsi continue. Il est vrai que depuis, Weismann a fortement séparé le soma périssable du germen immortel et soutenu que les variations du premier ne sont pas transmissibles alors que seules celles du second sont héréditaires ; il ne pourrait donc y avoir persistance de caractères acquis. Les mutations du germen seraient discontinues, en rapport avec une modification du patrimoine héréditaire fixé sur les gènes, petites particules des chromosomes

du noyau des cellules sexuelles. Et plus récemment, certains théoriciens ont soutenu que la forme est génératrice des adaptations au lieu d'être leur effet ; Cuénot notamment a prétendu qu'il ne peut y avoir que des préadaptations, des préaptitudes, des « caractères prophétiques ».

Ces théories contradictoires dépassent toutes l'observation. Certes, l'anatomie comparée, l'embryologie et plus encore la paléontologie nous donnent le sentiment très net que les variations ne sont pas toutes de hasard, que beaucoup sont orientées, que certains changements sont irréversibles et que la nature ne pratique pas l' « éternel retour ». Dans chaque série semble apparaître une spécialisation progressive à partir de formes primitives, mais les passages d'une série à l'autre sont le plus souvent incertains, discutables, et l'on n'est pas encore parvenu par tous les moyens expérimentaux dont on dispose à transformer une seule espèce. Est-ce le temps qui manque pour réaliser une évolution, aussi petite soit-elle ? Ou bien restons-nous ignorants des caractères essentiels sur lesquels il faudrait agir, des facteurs qu'il faudrait mettre en œuvre ? Notre impuissance est-elle définitive ?

De l'antinomie à laquelle on se heurte, tout ce qui est essentiel, inné, invariant reste inabordable par l'expérience ; par contre tout ce qui est changeant, variable, est objet de science et peut réduire pas à pas la part de l'*inconnu* et de l'*inconnaissable*. C'est une raison majeure pour poursuivre l'étude des formes, soit qu'on se contente de les observer dans la nature, au besoin en utilisant les méthodes de mensuration et de calcul (biométrie), soit qu'on cherche à provoquer leurs variations en agissant sur le milieu ou sur l'individu (morphologie expérimentale). Bien des recherches restent à entre-

prendre, notamment sur les Invertébrés marins. Déjà les mensurations de séries de coquilles de Mollusques, celles de populations de Poissons ont montré l'étendue des variations intraspécifiques dans le temps et dans l'espace ; l'observation des coquilles de Mollusques, celle des écailles et des otolithes de Poissons ont permis d'y reconnaître des stries d'accroissement saisonnier qui renseignent sur l'âge ; chez diverses populations de Poissons on a constaté que le nombre des vertèbres diminue à mesure que baisse la température ou la salinité de l'eau. Bien d'autres corrélations sont à établir qui ne demandent que du matériel, de la patience et un sain esprit de curiosité.

Les structures (Cytologie, Histologie, Anatomie). — La connaissance d'une espèce ne se borne pas à celle de ses formes extérieures ; il faut y ajouter l'étude des organes (anatomie), des tissus (histologie), des cellules (cytologie). L'observation anatomique des gros animaux et de l'homme se pratique à l'œil nu aidé parfois par une loupe ; mais la structure des animaux les plus petits exige de plus forts grossissements et ce n'est qu'après l'invention du microscope qu'on a pu l'aborder. Encore s'est-il écoulé près de deux siècles entre les premières constatations de Hooke (1665) plus intéressé par l'enveloppe des cellules que par leur contenu et les premières théories cellulaires de Schleiden (1838) pour les végétaux et de Schwann (1839) pour les animaux. Depuis, les travaux se sont multipliés et un grand nombre d'êtres vivants ont été disséqués et observés au microscope, selon des techniques de préparation, de coupes et de colorations de plus en plus complexes et perfectionnées. On commence même à savoir conserver sous le microscope les éléments vivants, à les soumettre à des

conditions définies de milieu, à leur faire subir des traumatismes partiels, des transplantations, des greffes, et même à les cultiver *in vitro* séparés de l'organisme.

Par l'immense effort accompli, des notions capitales ont été acquises. Il n'est pas de vie sans cellule ; il n'est pas de cellule sans vie. Dans l'ensemble des deux règnes, végétal et animal, la cellule est partout, constamment, l'élément fondamental. Et elle est partout la même : un noyau central entouré d'une petite masse de protoplasma (ou cytoplasma), nue ou entourée d'une membrane d'enveloppe. Seules les formes très inférieures, Bactéries, Cyanophycées, ont un noyau difficile à identifier. Toute cellule provient d'une autre cellule. Cette cellule se divise toujours de la même façon : à la surface du noyau deviennent très visibles deux petites masses, les centrosomes ou sphères attractives, qui s'écartent et vont occuper les deux pôles opposés, puis à l'intérieur du noyau les bâtonnets qu'on appelle chromosomes se pelotonnent, s'alignent en une plaque équatoriale, se divisent longitudinalement et émigrent vers les pôles ; la ligne équatoriale se resserre, le noyau se lobe puis se cloisonne et se sépare en deux noyaux filles qui s'écartent en entraînant chacun une partie du cytoplasma. Chez beaucoup d'espèces, le nombre des chromosomes peut être compté ; il est constant dans toutes les cellules. On n'est pas parvenu à pénétrer plus avant dans cet extraordinaire phénomène qu'est la division cellulaire ou caryocinèse, non plus qu'à la faire varier.

Toutes les cellules sont cependant bien loin d'être identiques ; il en est de minuscules, de quelques μ (millièmes de millimètre) et d'autres énormes sur lesquelles on peut pratiquer maintes expériences,

celles des Algues *Valonia* ou *Nitella* par exemple. Il en est d'emprisonnées dans une épaisse paroi cellulosique chez les Végétaux et d'autres nues, à membrane indiscernable, sans parler de celles pourvues de cils, de flagelles, de franges vibrantes, et des cnidocystes des Cœlentérés. Le cytoplasma est homogène ou parsemé d'enclaves, de vacuoles, de spicules, ou même de vésicules pulsatiles chez les Infusoires.

Si l'observation des cellules mortes, fixées et colorées, a atteint un haut degré de perfection, celle des cellules vivantes en est à ses débuts et réserve encore bien des surprises. Notamment on essaie de concevoir la nature de cette infime masse protoplasmique qui ressemble à un gel quasi homogène et d'y deviner le substrat de tous les caractères si particuliers qu'elle manifeste, y compris sa spécificité.

Les cellules sont agrégées en tissus que l'histologie aborde à son tour. Elle reconnaît des tissus différents de structures, de fonctions et d'origines. L'histologie des Vertébrés est à peu près faite, celle des Invertébrés présente encore bien des lacunes qu'il reste à combler.

Les tissus se groupent en organes : un estomac comporte un tissu glandulaire, un tissu conjonctif, un tissu musculaire, sans parler des vaisseaux et des nerfs. L'étude de ceux-ci constitue l'anatomie comparée, macroscopique ou microscopique. Elle a pris un grand développement depuis le début du XIX^e^ siècle et a fourni nombre d'arguments à la théorie de l'évolution. Bien conduite, sagement raisonnée, elle montre des homologies entre des formes apparentées, même quand elles ne sont pas des plus voisines. Mais poussée à l'extrême, avec le désir d'étendre partout des analogies confondues avec des homologies, elle aboutit à de fâcheuses

confusions. Si l'Ange de mer montre bien le passage des Requins aux Raies et à la Torpille, que dire des analogies affirmées par Geoffroy entre les poumons des Vertébrés supérieurs et les branchies des Poissons, ou entre la Seiche et les Vertébrés ?

La génération et les développements (Embryologie). — L'étude de la reproduction et du développement conduit à d'autres grands mystères. Tout être vivant est mortel ; il disparaît plus ou moins vite, mais après avoir donné naissance à d'autres individus semblables à lui. Cette faculté de reproduction est le lot de certains organes, de certains tissus, de certaines cellules qu'on appelle sexuels. Weismann en a fait le germen, immortel puisqu'il se continue indéfiniment alors que le reste du corps, le soma, périssable, ne se transmet pas. Le germen qui reproduit l'espèce porterait tous les caractères innés, héréditaires.

La séparation est peut-être trop tranchée, car on connaît nombre d'êtres vivants qui se perpétuent par d'autres moyens que la génération sexuée. Il suffit de citer les végétaux qui se multiplient par boutures, marcottes, parfois à partir d'un minime fragment. Beaucoup d'animaux, surtout marins, peuvent être coupés ou se sectionner spontanément en tronçons qui régénèrent la partie manquante ; beaucoup de Protozoaires font ainsi ; les Éponges se reconstituent à partir de quelques cellules éparses ; divers Cœlentérés se divisent en deux ou même se strobilisent en plusieurs individus superposés ; un bras d'Etoile de mer reforme un animal entier ; des Planaires coupées poussent une queue ou une tête ; nombre d'Annélides se fragmentent. D'autres animaux bourgeonnent, par exemple des Protozoaires, des Cœlentérés, des Ascidies. Dans tous ces cas, la distinction du germen et du soma devient

impossible. Mais on ne sait pas encore sûrement si ces processus de multiplication, de prolifération peuvent continuer indéfiniment ou s'ils ne sont que temporaires et s'ils s'épuiseraient en se répétant jusqu'à aboutir à l'extinction de la lignée.

Quoi qu'il en soit, il existe chez tous les êtres vivants végétaux et animaux, un autre moyen de reproduction, la génération sexuée, partout semblable dans ses grandes lignes, aussi précis et complexe que la division cellulaire. Il est le fait de certaines cellules différenciées, les cellules sexuelles dont on a parfois pu reconnaître l'ébauche dès le début du développement et suivre les transformations dans tout le cours de l'existence. Ces cellules sont de deux sortes : les unes mâles ou spermatozoïdes (anthérozoïdes chez les végétaux), les autres femelles ou ovules. La fusion d'un spermatozoïde avec un ovule donne l'œuf, point de départ d'un nouvel individu. Cette fusion ou fécondation s'accompagne de phénomènes très constants, longuement étudiés et débattus. D'abord, les noyaux des cellules sexuelles se divisent d'une manière particulière : au lieu que chaque chromosome se fende en deux comme dans les divisions cellulaires ordinaires, il se soude aux voisins et le cordon unique se fragmente dans chaque nouvelle cellule en un nombre de chromosomes moitié moindre que précédemment. Lorsque le spermatozoïde pénètre dans l'ovule, leurs deux noyaux se joignent, fusionnent et rétablissent le nombre normal de chromosomes. Cela s'observe aussi bien chez les plantes que dans les Protozoaires qui se conjuguent et les Métazoaires qui s'accouplent ou dont le mâle arrose de sperme les ovules que la femelle vient de libérer. L'œuf a donc dans son noyau des chromosomes de ses deux géniteurs.

On observe dans la nature et on provoque expérimentalement le développement d'œufs non fécondés, n'ayant pas reçu l'apport d'un spermatozoïde ; c'est la parthénogenèse qu'on rencontre chez divers Arthropodes, des Annélides, des Nématodes, des Cestodes, et qu'on obtient notamment chez les Echinodermes, sans qu'on sache si elle peut se répéter indéfiniment.

L'œuf fécondé entre bientôt en segmentation ; le noyau se divise, le cytoplasma suit ; les divisions se succèdent, le nombre des cellules croît. Dans les petits œufs à cytoplasma peu abondant, la segmentation est totale ; dans les gros, bourrés de matières de réserve (vitellus), elle n'est que partielle, le vitellus restant indivis tandis qu'un disque de cellules se forme en surface ; le plus souvent elle est totale et inégale et l'on voit à un pôle (formatif) un amas de petites cellules et au pôle opposé (végétatif) un petit nombre de grandes cellules. Les premières cellules formées par l'œuf ont des positions définies, toujours les mêmes, et le processus se déroule sans que les facteurs du milieu arrivent à le faire varier. On a beaucoup expérimenté en ces derniers temps sur les premiers stades de la segmentation des animaux pour connaître les débuts des différenciations, les localisations germinales, et notamment on s'est ingénié à détruire des cellules déterminées. On a ainsi constaté qu'au début du développement toutes les cellules sont omnipotentes et que plus ou moins tôt elles se spécialisent et ne peuvent plus se remplacer indifféremment.

Peu à peu, la masse des cellules qui se multiplient forme un amas compact (morula) ou creux (blastula) ayant à peu près l'aspect d'une sphère; puis celle-ci se plisse ou se creuse (gastrula) et les cellules se répartissent en trois feuillets : un

externe, l'ectoderme, un interne, l'endoderme et un intermédiaire, le mésoderme plus complexe où l'on distingue un mésoblaste tapissant une cavité générale et un mésenchyme aux cellules plus ou moins désagrégées.

Le jeune être s'organise, tantôt directement selon sa forme définitive, tantôt en passant par une série de stades larvaires, post-larvaires, juvéniles, souvent très différents de l'état adulte et qui sont séparés par des métamorphoses plus ou moins brusques.

L'étude des larves a été poussée très loin après que Fritz Müller eût énoncé (1864) la « loi biogénétique fondamentale » que les stades successifs du développement d'une espèce sont la répétition plus ou moins parfaite des variations que le type a subies au cours de l'évolution ou, comme l'a dit Haeckel, que l'ontogénie est une courte récapitulation de la phylogénie. Le fœtus de la Baleine a des dents rudimentaires et celui du Dauphin des moustaches, l'embryon des Mammifères a des fentes branchiales qui rappellent celles des Poissons, beaucoup de Nudibranches sans coquille en ont une larvaire, les Tuniciers présentent au début de leur développement une ébauche de corde dorsale, etc. Mais la loi n'est pas aussi constante et absolue qu'on désirerait ; beaucoup de larves les plus typiques ne correspondent à aucun ancêtre connu ; dans un même groupe certaines espèces ont un développement condensé, régulier, direct et d'autres passent par des formes larvaires aberrantes. On en est venu à distinguer des caractères larvaires palingénésiques ou ancestraux et d'autres cœnogéniques ou d'adaptation temporaire. Quoi qu'il en soit, on trouve dans chaque groupe des formes larvaires ayant un grand air de parenté : planules des Cœlen-

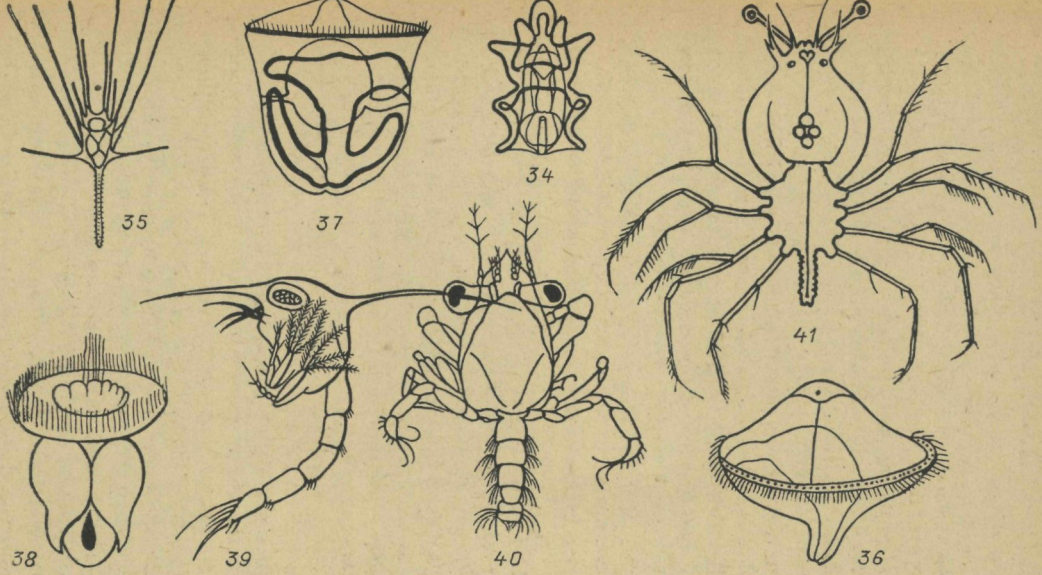


Fig. 34 à 41. — Quelques larves planctoniques, grossies environ 20 fois

34. Bipinnaria de l'Etoile de mer : *Asterias glacialis* L. — 35. Plutéus de l'Oursin : *Echinocardium cordatum* (Pennant). — 36. Trochophore de *Polygordius*. — 37. Tornaria de *Phonoris*. — 38. Véligère du Mollusque Dentale. — 39. Zoé du Crabe : *Carcinides mœnas* (Pennant). — 40. Mégalope du Crabe : *Portunus holsatus* Fabricius. — 41. Plyllosome de la Langouste.

térés, plutéi des Echinodermes, trochophores des Polychètes, véligères des Mollusques, tornaria des Entéropneustes, nauplii, cypris, zoés, mysis, mégalopes, phyllosomes, etc., des Crustacés chez qui les métamorphoses sont plus nombreuses et plus complexes que dans toute autre classe. On trouve ces larves dans le plancton où beaucoup ont pu être identifiées, notamment par des élevages ; certains stades durent assez longtemps et on les recueille en abondance, d'autres sont bien plus brefs et paraissent ainsi plus rares ; il est encore des formes larvaires dont on ne sait exactement à quelle espèce elles appartiennent et pour donner une idée de la difficulté de ces reconnaissances, il suffira de citer le cas de la banale Langouste, mysis dans l'œuf, phyllosome à l'éclosion, qui après 10 mues successives devient puerulus avant de prendre sa forme adulte, et dont le développement embryogénique n'est complètement connu que depuis 1925. On a beaucoup expérimenté sur certaines larves, celles des Oursins notamment, tandis que tout reste encore à entreprendre sur bien d'autres.

Les constituants chimiques (Chimie biologique). — Nous nous sommes uniquement intéressés jusqu'ici aux formes, mais on peut aussi aborder les problèmes biologiques par la voie de l'analyse chimique ; c'est ce que font les biochimistes. Venus plus tard au domaine marin, ils n'ont pas encore proposé de grandes synthèses comparables à celles des anatomistes et des embryologistes, mais ils ont déjà accumulé des faits précieux.

De même que la vie est le fait de la cellule nucléée et structurée, de même elle est l'activité d'un complexe colloïdal, la matière vivante ou protoplasma, où l'on retrouve partout les mêmes éléments

constituants : hydrogène, oxygène, carbone, azote, soufre, phosphore, chlore, calcium, magnésium, potassium, sodium, plus d'infimes proportions de beaucoup d'autres corps, plus concentrés dans certains êtres et dans certains organes. Les analyses de plus en plus fines et précises ont montré que le brome existe notamment dans les Algues marines, le squelette des Gorgones, la pourpre du Murex, sans parler de la thyroïde des Vertébrés supérieurs ; le fluor a été trouvé dans le Mollusque *Archidoris ;* l'iode est relativement abondant dans les Algues marines d'où on l'extrait, les Gorgones et les Eponges ; l'arsenic est décelé dans les Algues, le plancton, les Crustacés (particulièrement le Homard), les Mollusques et surtout les Poissons ; le silicium forme le test des Diatomées et le squelette d'un groupe d'Eponges ; le bore se trouve dans beaucoup d'espèces marines en plus fortes proportions que dans les terrestres ; le zinc est particulièrement concentré dans la laitance de Hareng et dans l'Huître ; le fer est le pigment respiratoire des Vertébrés (hémoglobine) et de divers Invertébrés (hémérythrine des Siponcles et cruorines des Annélides, de certains Crustacés, des Cyclostomes) ; le nickel est plus concentré dans les Mollusques ; la Langoustine est une source de cobalt ; le cuivre est le pigment respiratoire des Mollusques et des Crustacés (hémocyanines) ; le titane est décelable chez les Poissons et surtout chez les Crustacés et les Mollusques ; le vanadium est relativement abondant chez les Ascidies. Ces analyses élémentaires encore fort incomplètes n'ont conduit à aucune explication de l'inégale concentration de certains corps et des rôles qu'ils peuvent jouer.

On a bien plus pratiqué de dosages des principaux

composés chimiques. Le plus abondant de tous est l'eau qui constitue chez beaucoup d'Invertébrés marins les 4/5 du poids du corps et dépasse 95 % chez certains à l'apparence de gelée, les Méduses par exemple. L'eau, et spécialement l'eau chargée de sels, est essentiellement le milieu organique vivant, comme l'a soutenu Quinton. L'eau a une très grande chaleur spécifique et une très grande capacité calorifique ; elle change d'état dans des limites de température très étroites, devenant glace à 0° et se transformant totalement en vapeur à 100°, émettant de la vapeur à toutes les températures intermédiaires, absorbant beaucoup de chaleur pour fondre et pour se vaporiser, si bien qu'elle tend à régulariser la température ambiante, à en modérer les écarts et l'on sait son heureuse influence sur le climat. L'eau a une faible viscosité qui diminue beaucoup quand la température s'élève, si bien qu'elle s'homogénéise rapidement par convection dans toute sa masse. Sa conductibilité électrique est extrêmement petite du fait de sa très faible dissociation, et sa capacité électrique est énorme, si bien que les sels qui s'y dissolvent sont nombreux et qu'ils s'y dissocient au maximum, permettant les plus fréquentes réactions. A côté de « l'eau solvant » on découvre peu à peu une « eau liée » aux sels, aux protéines, dont elle modifie l'état. L'eau pure est dissociée en ions hydrogène H^+ et hydroxyle OH^- en minuscules proportions (un ion H et un ion OH pour 10 millions de molécules d'eau ou 1.10^{-7}) ; les sels minéraux s'y dissocient bien plus largement et leurs ions se combinent avec les ions H et OH pour rétablir la constante de dissociation de l'eau $10^{-7} \times 10^{-7} = 10^{-14}$ dans un équilibre très complexe et instable. La vie est impossible sans une très grande proportion d'eau. Les

Protozoaires la trouvent dans le milieu où chaque cellule baigne ; les Végétaux pluricellulaires et les Métazoaires aquatiques sont en contact avec l'eau par leur surface extérieure et la font pénétrer dans leur intérieur par le tube digestif ou par des lacunes, des cavités, des vaisseaux ; les végétaux et les animaux terrestres isolent leur surface du milieu aérien par une écorce, une enveloppe, une peau imperméables et maintiennent un milieu intérieur aquatique où leurs cellules baignent librement. Le milieu intérieur : sève, lymphe, sang, est remarquablement constant et réglé par divers mécanismes ; chez certains êtres il est presque identique à l'eau de mer, mais chez la plupart il a une composition différente, l'équilibre des sels n'y est pas le même ; certains composés qui manquent dans l'eau de mer peuvent y prendre une grande place, par exemple l'urée chez les Sélaciens ; la concentration totale des sels est souvent plus faible ; des processus sélectifs d'absorption et d'excrétion à travers des cellules vivantes assurent la constance du milieu intérieur. On a beaucoup expérimenté sur la perméabilité des êtres aquatiques, leurs mécanismes de régulation, leur tolérance à la dessalure, à la sursalure et aux variations de concentration d'un ion ou d'un sel déterminé ; on a ainsi découvert de multiples phénomènes sans aboutir encore à une vue d'ensemble nette ni à une compréhension des compositions chimiques spécifiques.

La matière vivante n'est pas formée que d'eau et de sels ; elle contient aussi de multiples composés organiques qu'on a groupés en trois catégories : glucides, lipides, protides, auxquels s'ajoutent maintenant en nombres croissants les catalyseurs : diastases, vitamines, hormones, organisateurs, etc.

Les glucides, sucres ou hydrates de carbone, corps

généralement ternaires (C, O, H) étaient considérés comme les plus simples des matières organiques des êtres vivants ; leur conception s'est singulièrement compliquée depuis une vingtaine d'années. Les glucides se transforment aisément les uns dans les autres par condensation, clivage, oxydation, réduction, hydratation, etc. ; ils se décomposent facilement en corps intermédiaires qui peuvent aboutir à la formation d'eau et d'acide carbonique, et pour toutes ces raisons ils sont les grands transporteurs et transformateurs d'énergie. On les trouve chez tous les êtres vivants, mais leur immense variété n'a été bien explorée que chez les plantes et les animaux supérieurs ; chez les êtres marins presque tout est encore à chercher. Tout au plus sait-on que les Algues renferment des composés des pentoses : fucose, algine, laminarine, que la carapace des Crustacés est chargée de chitine qu'on peut dédoubler en chitosamine ou glucosamine, que l'enveloppe des Ascidies est formée de tunicine, que le cartilage des Sélaciens donne un sucre aminé, la chondrosamine. Notamment toute la chimie biologique des glucides liée à la respiration et aux fermentations dans le milieu marin reste à étudier.

Les lipides sont ce qu'on appelait autrefois les graisses ou matières grasses. Ils sont des combinaisons, des esters d'acides gras et d'alcools et ils ont un poids moléculaire élevé. On en trouve dans toutes les cellules vivantes. Plus stables que les glucides, beaucoup forment des réserves dans l'organisme : huiles, graisses, lards. Certains servent d'isolant thermique ; c'est ainsi que les Cétacés à température élevée et constante (homéothermes) ont une épaisse couche de lard dans la peau et que les Thons plus chauds que l'eau de mer où ils vivent ont leurs viscères entourés de muscles par-

ticulièrement huileux. Le palmitate de cétyle et le stéarate de stéaryle constituent le blanc de Baleine et le spermaceti du Cachalot. D'autres lipides formés de mélanges d'acides gras saturés : myristique, palmitique, stéarique, et de non saturés : myristoléique, palmitoléique, oléique, linoléique, linolénique, clupanodonique, abondent chez les Poissons gras et varient de proportions selon les saisons et l'état sexuel. Les Sélaciens ont tous un foie énorme et particulièrement gras contenant des carbures d'hydrogène insaponifiables. C'est dans le résidu insaponifiable du foie des Morues, Thons, Flétans, etc., que l'on trouve les vitamines A et D aux usages thérapeutiques. Tous les êtres vivants, toutes les cellules contiennent des stérols, notamment du cholestérol. Mais la chimie des lipides est moins avancée que celle des glucides et le champ des recherches chez les êtres marins reste immense.

Les protides ou matières azotées sont encore plus complexes et plus variés que les glucides et les lipides. D'abord, ils ont dans leur molécule un ou deux éléments de plus, l'azote et souvent le soufre, puis ils s'associent entre eux si bien qu'une longue chaîne de molécules n'est pas formée des mêmes parties se répétant indéfiniment, mais bien de parties très diverses qui se succèdent périodiquement. Nul groupe de substances organiques n'a donné lieu à autant de recherches minutieuses, persévérantes, approfondies ; c'est que les protides paraissent être l'élément essentiel de la matière vivante, celui qui la caractérise, où se passent les phénomènes les plus intimes et les plus secrets du maintien de la forme et de la spécificité, de la constance de la vie avec son assimilation, sa sensibilité, ses mouvements, sa croissance, sa repro-

duction, son hérédité. Un labeur immense a été accompli, notamment pour séparer les constituants, les acides aminés, réussir la synthèse de certains, définir leurs propriétés et leurs réactions physico-chimiques. Les données s'accumulent, s'amplifient et évoluent sans qu'une synthèse ait pu en être dégagée. Tout au plus sait-on aujourd'hui que les molécules en cause sont énormes, que tous les acides aminés ou presque sont nécessaires et qu'on les trouve d'ailleurs chez les animaux les plus divers ; enfin, on a récemment pu éclaircir les fonctions des pigments respiratoires animaux (hémoglobines, cytochromes, cruorines, hémérythrines, hémocyanines), transporteurs d'oxygène par l'atome de fer ou de cuivre de leur molécule, et celles des chlorophylles végétales contenant du magnésium et capables de fixer l'anhydride carbonique à la lumière. Là encore, les recherches sur les êtres marins ajoutent beaucoup à nos amorces de connaissances.

Le mélange de corps si nombreux dans le milieu aqueux des cellules constitue les matières vivantes. En ces dernières années on en a encore découvert d'autres, disparates, présents à très faibles concentrations, étroitement localisés, qui compliquent tous les problèmes. Ils agissent par leur présence, sont nécessaires à certaines réactions et souvent extraordinairement spécifiques. Les plus anciennement connus sont les diastases, ferments ou enzymes, qu'on trouve dans toutes les cellules, qui règlent les processus physico-chimiques, conduisent les fermentations ; on en a décrits à peu près autant que de réactions chimiques ; les uns agissent seuls, d'autres sont activés par des codiastases ou des kinases, ou empêchés par des antiferments. On ne sait trop dans l'ensemble des données actuelles sur les diastases faire la part du réel définitivement

acquis et celle du provisoire qui attend une vue plus pénétrante.

Vers 1910, une nouvelle notion est apparue, celle des vitamines, substances nécessaires à l'entretien de la vie et au développement. On les désigna au début par des lettres, A, B, C, etc., puis la question se compliqua ; certaines sont des corps définis, d'autres ont dû être fragmentées en plusieurs (B_1, B_2..., B_6 par exemple). On aborda leur composition chimique puis leur synthèse et certaines sont aujourd'hui parfaitement identifiées et produites industriellement. On s'aperçut ainsi que ce sont des corps sans liens de parenté dont le groupement est artificiel ; les unes sont produites dans les organismes où on les trouve, d'autres sont apportées par la nourriture et ne peuvent être synthétisées par les êtres à qui elles sont indispensables. A chaque instant, de nouvelles vitamines sont signalées dont on commence aussitôt l'étude ; c'est un chapitre de chimie en pleine ébullition. On se rappellera que la principale source de vitamines liposolubles A et D dont l'homme dispose se trouve dans les huiles de foie de certains Poissons.

A côté des vitamines, les hormones prennent une place chaque jour croissante. Ce sont des produits que les glandes à sécrétion interne déversent dans le milieu intérieur et qui agissent à très faibles doses pour conditionner de multiples fonctions. Quelques-unes ont pu être définies chimiquement, les autres ne sont connues que par leurs effets physiologiques observés surtout sur les animaux supérieurs des laboratoires.

Les êtres marins n'ont pas encore été beaucoup explorés à ces nouveaux points de vue ; à peine a-t-on entrevu l'action des hormones sexuelles sur la vitesse de maturation et la livrée de noces des

Poissons, aperçu l'existence dans l'œuf des Néréis d'une fertilisine provoquant l'émission des spermatozoïdes par les mâles. On a reconnu chez les végétaux terrestres la sécrétion de phyto-hormones ou auxines excitantes du développement et chez les levures de « bios » provoquant la multiplication cellulaire. Peut-être faut-il aussi rapprocher des hormones le mystérieux « organisateur » de Spemann qui, chez le Triton, agit sur le développement et l'organisation de l'embryon, et encore nombre d'autres produits intermédiaires, notamment l'acétylcholine, transmetteur chimique de l'influx nerveux.

On approche ainsi des mécanismes profonds de régulation des organismes.

La chimie biologique ne se contente pas de l'analyse élémentaire des constituants et de l'analyse plus complexe des groupes de composés organiques ; elle rejoint la physiologie dans l'étude des fonctions et notamment s'essaie à la cinétique de toutes les réactions, de tous les métabolismes. Elle suit en cela la chimie physique et avec elle voit partout des actions d'ions et d'électrons, c'est-à-dire de charges électriques en milieu colloïdal. Notamment elle donne aujourd'hui à l'hydrogène la place prépondérante que les physiologistes avaient accordée à l'oxygène après Lavoisier et elle explique de plus en plus toutes les transformations de la matière vivante par des réductions, des changements de valence, des hydrogénations, limitées par des polarisations que fait secondairement cesser l'apport d'oxygène qui reconstitue la molécule d'eau.

Les fonctions (Physiologie). — Les deux règnes vivants s'opposent au règne minéral par leurs formes et par leurs fonctions. La matière inerte, inanimée, peut avoir des formes définies (cristaux), mais elle n'a pas la structure cellulaire, avec noyau

et cytoplasma, solution colloïdale dans l'eau de multiples composés chimiques, mouvements incessants de cette masse aqueuse ; elle ne s'accroît pas par division cellulaire, si générale et si précise chez tous les êtres vivants sans exception, elle ne se multiplie pas par la fusion si spéciale de deux cellules. Elle n'est guère sensible aux radiations (chaleur, lumière, électricité, etc.) ; elle n'a besoin ni d'eau, ni d'aliments, ni d'oxygène ; elle ne dégage pas d'eau et d'acide carbonique ; ses échanges avec le milieu extérieur sont nuls ou tout au moins ils ne sont ni réglés ni constants.

Les êtres vivants sont ouverts constamment sur le monde ; ils sont le lieu d'une circulation incessante de matière et d'énergie. La physiologie analyse ces circulus : nutrition, assimilation, circulation, respiration, excrétion d'une part, réceptions sensorielles, mouvements, émission de chaleur, d'électricité d'autre part, le tout coordonné par des régulations strictes, chimiques ou nerveuses, et complété, dominé par des processus de multiplication et de reproduction. Les animaux supérieurs ont toutes ces fonctions localisées dans des organes et des tissus différenciés ; les végétaux supérieurs en diffèrent par la présence de membranes cellulosiques autour des cellules, la diminution de motilité qui en résulte, la moindre spécialisation des fonctions et aussi par la possession d'une fonction particulière de synthèse à partir de l'acide carbonique de l'air, l'assimilation chlorophyllienne. Mais à mesure qu'on descend dans la classification vers les formes inférieures des deux règnes, toutes ces fonctions deviennent moins distinctes, moins séparées, et dans les Protozoaires, une seule cellule les assure toutes ; seules alors la cellulose et la chlorophylle, quand elles existent encore, permettent de

trancher si l'on est toujours dans un règne ou dans l'autre.

Certains êtres inférieurs peuvent faire la synthèse de leurs composés organiques complexes à partir des composés minéraux très simples du carbone et de l'azote dissous dans le milieu liquide qui les constitue ou les baigne ; on les distingue parfois sous le nom d'autotrophes. Toutes les plantes vertes fixent en outre à la lumière l'anhydride carbonique du milieu grâce à leur chlorophylle et tous les êtres vivants sans exception l'oxygène sur leurs pigments respiratoires. Les déchets, les cadavres se décomposent peu à peu, se dissolvent et leurs produits de transformation servent à la nutrition d'autres êtres, soit que ceux-ci les extraient de la solution où ils se trouvent (ce qui est encore débattu) soit qu'ils mangent la boue où ils se déposent. D'autres chassent les proies vivantes : végétaux (herbivores) ou animaux (carnivores). Si bien qu'un circulus se maintient constant entre les synthèses et les dégradations à travers les êtres autotrophes, les végétaux, les animaux dont beaucoup ne peuvent se passer d'aliments déjà formés par d'autres êtres avant eux.

Les végétaux sont contraints par leur fixation et leur relative immobilité à se contenter de ce que le milieu leur apporte ; chez les animaux, la chasse prend toutes les formes : pièges, arrêt, course, lutte ; elle est conditionnée par le besoin, l'appétit, et par la présence des proies dont le prédateur est informé par ses organes des sens : cils, antennes, barbillons et ligne latérale des Poissons, sensibles aux mouvements et aux pressions et aussi par son sens chimique qu'on observe déjà chez les Protozoaires, les Actinies, les Echinodermes. Certains avalent tout ce qu'ils rencontrent comme le Germon

par exemple dans l'estomac duquel j'ai retrouvé une partie de la faune pélagique du grand large ; d'autres font une stricte sélection, ainsi les Baleines qui foncent bouche ouverte dans les bancs innombrables d'un seul tout petit Crustacé.

La préhension des proies est très variée : certains en sucent les liquides nourriciers (Acinétiens, Sangsues, Copépodes parasites, etc.), d'autres les paralysent d'abord en leur injectant un liquide toxique (Cœlentérés), d'autres peuvent évaginer leur estomac, en coiffer la proie et la digérer à l'extérieur (Astéries, Actinies), beaucoup ont un bec corné (Céphalopodes), des pièces masticatoires (Crustacés), une râpe ou radula (Mollusques) qui déchirent et dépècent. Beaucoup de Poissons avalent sans mâcher ou en coupant à peine et c'est ainsi que j'ai trouvé des Oiseaux de mer entiers dans l'estomac de Baudroies.

Le tube digestif manque chez les Protozoaires où l'on voit tout au plus des vacuoles digestives temporaires ; il est nul ou très réduit chez beaucoup de parasites suceurs et chez des Turbellariés ; il n'a qu'un unique orifice chez les Echinodermes et les Cœlentérés ; partout ailleurs il forme un tube ouvert aux deux bouts, proches l'un de l'autre ou éloignés vers les extrémités du corps. On y distingue plus ou moins une partie antérieure peu glandulaire, parfois masticatoire, une poche très glandulaire, l'estomac, une région où débouchent les sucs digestifs des glandes accessoires, une partie absorbante et un cloaque précédant l'anus. On a encore trop peu étudié les phénomènes de la digestion chez les animaux marins et l'on est mal renseigné sur leurs diastases, cependant très actives, puisque chez beaucoup de Poissons on ne retrouve dans l'intestin qu'une bouillie impalpable où carapaces,

coquilles, os, peau, tout a disparu. Le nuoc-mam des Annamites n'est autre d'ailleurs qu'un digéré de Poisson.

Les matières solubilisées par hydrolyse dans le tube digestif passent par osmose dans le milieu intérieur : cavité générale ou sang, et vont servir à l'entretien et aux besoins de toutes les cellules.

Chez les Protozoaires, il n'est pas de milieu intérieur distinct du cytoplasma, sauf quelques vacuoles ; chez les Métazoaires inférieurs, le milieu intérieur est un mésenchyme encombré, sans circulation ; celle-ci apparaît chez les animaux à cœlome ; elle est entretenue par un organe agissant comme une pompe, le cœur ; tantôt celui-ci injecte dans un vaisseau qui se perd rapidement dans les espaces lacunaires, tantôt les vaisseaux s'étendent plus loin, notamment jusqu'aux branchies. Le liquide intérieur y prend un cours défini, à moins que, comme chez les Tuniciers, le cœur ne batte dans un sens puis en sens inverse. Ce n'est que chez les Poissons que le système circulatoire devient clos et encore les deux sangs, l'artériel et le veineux, se mélangent-ils dans l'unique ventricule.

La respiration a lieu par toute la surface chez les Protozoaires, les Métazoaires les plus petits et de nombreux parasites. Chez les animaux plus grands et plus organisés, elle se localise en certains points du tégument : tête, dos (Nudibranches), queue et surtout branchies répétées à chaque segment chez les Annélides, fixées sur les pattes ou sous la carapace chez les Arthropodes, devenant buccales chez les Poissons. Quel que soit l'organe, la fonction est toujours la même : pénétration d'oxygène dissous, élimination d'acide carbonique. On a trop peu encore examiné ce dernier phénomène.

L'excrétion se fait par toute la surface du corps

chez les Protozoaires, parfois par des vésicules pulsatiles chez les Infusoires. Des néphridies, filtres spécialisés, apparaissent chez les Annélides qui préludent aux reins des Vertébrés.

Toute cette circulation de matière n'entame jamais la spécificité ; elle est donc réglée, contrôlée par des organes de coordination, nerveux et glandulaires, dont les fonctions et les sécrétions sont à peine entrevues. Une très vaste expérimentation reste à entreprendre.

Chez tous les êtres vivants, la forme est soutenue par des parties dures ou peu déformables : cellulose et bois des Végétaux, tests calcaires ou siliceux des Protozoaires et des Eponges, cormus des Coraux et des colonies de Cœlentérés, carapace des Crustacés, coquille des Mollusques, squelette interne (et parfois aussi dermique) des Vertébrés. Chez les Métazoaires, les pièces rigides sont articulées et elles servent d'appui à des muscles qui permettent des mouvements étendus. Les muscles sont des tissus spéciaux, fortement irrigués, excités par des nerfs, qui ont la propriété de se raccourcir, de se contracter, en utilisant pour cela l'énergie due à la décomposition des sucres sanguins. C'est à la coordination de leurs mouvements que sont dus les déplacements volontaires : reptation, marche, saut, nage. Ils répondent à des excitations extérieures recueillies par les organes des sens, transmises aux centres nerveux et traduites en impulsions motrices, quand ils n'ont pas une activité spontanée, autonome (mouvements du tube digestif, battements du cœur). On a analysé les mécanismes de nage si variés, depuis l'effet propulseur du siphon des Céphalopodes, en passant par le rôle des diverses nageoires jusqu'aux ondulations de tout le corps des animaux de fond ou de vitesse dont les plus

parfaits sont les Cétacés. Il reste encore à apprendre de l'équilibre dynamique et de la faible résistance à l'avancement de ceux-ci, ne serait-ce que pour les constructions navales.

Il est inutile de s'étendre sur les fonctions de la génération et du développement, déjà traitées dans un paragraphe précédent.

Les réactions (Physiologie nerveuse, Psychologie comparée). — A mesure qu'on s'élève dans la série animale, on constate que les cellules ont des fonctions de plus en plus spécialisées, une vie de moins en moins autonome ; leur activité est commandée, coordonnée, contrôlée en partie par des excitations provenant de centres spéciaux, les centres nerveux.

Les cellules nerveuses apparaissent isolées, éparses, chez les Cœlentérés ; elles se groupent en amas ou ganglions qui forment des chaînes nerveuses chez les Annélides, les Crustacés, les Mollusques ; celles-ci tendent à se raccourcir et à se concréter en centres moins nombreux et plus définis et l'on atteint enfin au prodigieux développement du système nerveux central céphalo-rachidien des Vertébrés, à l'énorme volume de l'encéphale des Mammifères.

Les cellules nerveuses, quelles que soient leurs formes et leurs connexions, sont toutes pourvues de très longs prolongements, les fibres nerveuses, qui assurent les communications : les fibres afférentes viennent des organes des sens ou d'autres cellules nerveuses, les fibres efférentes vont aux organes commandés, muscles, glandes, ou à d'autres cellules nerveuses ; leur ensemble forme un vaste réseau qui s'insinue dans tout le corps.

Le fonctionnement du système nerveux a été longuement exploré ; il a comme caractères d'être déclenché par une excitation et d'aboutir à une

autre excitation. L'influx nerveux est transmis par des conducteurs, les nerfs, dont les uns sont nus et les autres ont leurs fibres enveloppées d'une gaine de myéline.

Les cellules nerveuses sont trop nombreuses et leurs prolongements trop étendus et trop intriqués pour qu'on puisse débrouiller toutes leurs connexions ; le cerveau d'un Vertébré est un prodigieux lacis de cellules et de fibres où l'on ne peut se reconnaître en détail, si l'on est parvenu — au prix d'un immense labeur — à découvrir quelques fonctions de certaines parties ; même chaque ganglion d'un Invertébré est bien trop complexe pour qu'on sache en dépister la fine topographie. Aussi la physiologie nerveuse doit-elle se borner le plus souvent à étudier des réactions globales à des excitations déterminées, sans pouvoir suivre le détail des chemins parcourus, des interconnexions, des transformations survenues en cours de route. Elle ne peut guère voir clair qu'aux deux bouts de la chaîne.

A un bout sont les excitations venant du monde extérieur. L'excitabilité est une propriété générale de toutes les cellules vivantes ; on la constate chez les végétaux comme chez les animaux, plus lente et plus diffuse chez les premiers. Il n'est pas d'excitant spécifique : un attouchement, une pression, un pincement, un traumatisme, un éclairement ou une obscuration, une décharge ou un courant électrique, une altération chimique du milieu font réagir n'importe quel organisme, n'importe quel nerf. Mais il se différencie, notamment dans les téguments externes, des terminaisons nerveuses sensibles aboutissant à des cellules spéciales ou même à des organes complexes, les organes des sens, qui ne répondent normalement qu'à certaines

stimulations. Tout le monde connaît les 5 sens de l'homme : le toucher, la vue, l'ouïe, le goût et l'odorat qui nous donnent l'idée de notre univers, mais nous en possédons aussi d'autres, de la température, de l'humide, de l'équilibre, de l'orientation, etc. et les animaux ne montrent ni les mêmes limites, ni les mêmes intensités de sensibilité que nous, même quand leurs organes des sens sont analogues, à plus forte raison quand ils sont différents.

L'équilibration existe chez beaucoup grâce aux otolithes, aux otocystes, plus simples que nos canaux semi-circulaires ; la Patelle et certains Poissons sont plus sensibles que nous à la pression ; l'audition est faible ou nulle chez les Invertébrés, et les Poissons semblent ne percevoir que les sons graves, sans d'ailleurs y réagir ; la vision des intensités lumineuses est très nette chez beaucoup d'animaux, celle des fréquences est moindre, celle des formes floue, celle des couleurs assez vive chez certains Crustacés ; le sens chimique est très fin chez beaucoup d'espèces et il suffit pour s'en convaincre de voir les rassemblements autour d'une charogne, de faire ouvrir une Actinie en lui offrant du suc de Patelle écrasée ou de faire fuir un Pecten par du suc d'Astérie, etc.

Le champ des expériences physiques et chimiques sur les sensations est infini. Le tout est de bien savoir que chaque animal a des sens qui ne sont pas les nôtres, qu'il peut répondre à des excitations que nous ne discernons pas ou qui nous laissent insensibles, qu'il peut aussi sentir sans s'émouvoir ni répondre, et que l'expérimentation est toujours délicate, pour ne pas tomber dans les explications fausses, extrascientifiques, ne pas inventer de chimériques rayons ou de fallacieuses esthésies.

A l'autre bout de la chaîne, la preuve de la sensi-

bilité est recherchée par une réaction appropriée : mouvement, sécrétion, attitude. Tantôt la réponse est constante : tous les animaux descendent la pente qu'on leur offre ou la remontent (géotropisme), ils s'orientent de même dans le courant (rhéotropisme), ils se dirigent vers une zone de température donnée (thermotropisme), ils vont vers la lumière ou la fuient (phototropisme), ils approchent du corps chimique qu'on leur présente ou s'en écartent (chimiotropisme), etc. Sous cet aspect, les tropismes pourraient n'être que de simples réactions mécaniques, comme Loeb l'a soutenu, et on arriverait à leur appliquer les lois les plus simples de la cinématique. Cependant rien n'est jamais si élémentaire dans le comportement des animaux. D'abord les mêmes êtres, des Littorines par exemple, montrent un phototropisme positif dans l'air et un négatif dans l'eau, question de milieu dira-t-on ; puis la réponse d'une population n'est jamais unanime, on observe des dissidents insensibles au tropisme général, ce qu'on peut attribuer à leur état général, digestif ou sexuel ; et puis les animaux obéissant à un tropisme finissent par en changer comme s'ils se fatiguaient, si leurs récepteurs sensoriels s'épuisaient. Mais il y a autre chose ; les animaux ne fonctionnent jamais comme des machines, ils ont des réponses propres, spontanées, imprévisibles, en plus de celles collectives, innées, qu'on retrouve chez tous les individus d'une même espèce ou d'une même lignée, et on peut aussi par le dressage, l'apprentissage, faire naître de nouvelles réactions, ou inhiber celles spécifiques, ou encore les modifier d'un individu à l'autre. Il suffit d'avoir vu dans l'aquarium de Monaco les Poissons du « cirque » passant à travers des cerceaux d'une certaine couleur et non

d'une autre pour juger des capacités qu'on peut faire acquérir à des animaux fort éloignés de nous. A ce point, la physiologie rejoint la psychologie, car le dressage met en œuvre la mémoire, l'intelligence, pour créer des habitudes. Faut-il réserver la psychologie à l'homme dont on peut connaître par soi-même les états de conscience ou bien l'étendre à travers l'échelle animale sans savoir où s'arrêter ? Faut-il admettre une psychologie comparée, animale ? C'est très possible à la condition de n'y pas introduire notre sentiment intime de la conscience et notre notion subjective d'univers, d'en faire seulement une science objective du comportement, sans finalité humaine.

Les modes de vie (Ecologie, Ethologie). — Voici presque terminé le rapide tour d'horizon de toutes les questions que pose la vie dans les mers. Il ne reste plus qu'à parcourir deux domaines : l'écologie ou science du milieu, l'éthologie ou science des mœurs.

Nous venons de voir l'expérimentation sur les réponses qu'on peut provoquer à toutes les excitations mécaniques, physiques et chimiques dont on dispose. Toutes ne se retrouvent pas dans le milieu marin ou tout au moins n'y ont pas une égale importance : la température ne s'y élève guère au-dessus de 25°, l'alcalinité y est presque constante au voisinage du pH 8, des radiations certaines sont absorbées (l'infra-rouge en premier) dans les couches les plus superficielles et ne pénètrent pas dans les profondeurs, etc. Au lieu d'expérimenter artificiellement, on peut se borner à observer dans la nature les effets des divers facteurs du milieu et s'efforcer d'en tirer des lois générales ; c'est la part de l'écologie. On peut aussi, au lieu de provoquer des réactions, constater celles qui se produisent

spontanément : les genres de vie (libre, commensale, parasite), les moyens et les procédés de lutte et de défense, les manifestations du besoin de nourriture et des besoins sexuels, les migrations, et jusqu'à la vie en société, en foules, en communautés, en colonies ; c'est le domaine de l'éthologie. Partout on constate des harmonies, des convergences, des adaptations morphologiques et physiologiques qui ramènent invinciblement une fois de plus au problème insoluble de la finalité.

Des divers facteurs du milieu, le plus important de beaucoup est la température. Chez tous les êtres sans régulation (pœcilothermes), la chaleur agit en activant tous les processus chimiques ; van't Hoff a montré que les réactions chimiques réversibles s'accélèrent aux températures ambiantes selon un coefficient qui est de l'ordre de 2 à 3 pour une élévation de 10°. Les êtres vivants supportent bien les basses températures, même au-dessous de 0°, mais leur activité, leurs échanges se ralentissent et les processus du développement s'arrêtent ; les œufs du Hareng se développent en une semaine à 16°, en un mois et demi à + 0° 5. Beaucoup supportent aussi les maxima qu'atteint l'eau de mer, mais leurs dépenses augmentent trop et divers Poissons de nos côtes souffrent dès 18 ou 20°, l'Huître meurt à 20°, la larve du Homard à sa naissance ne supporte pas 25° et Gompel et moi avons remarqué que c'est justement la température maximum de l'eau de la côte, tant en Afrique qu'en Virginie, aux points où le Homard disparaît. Certaines espèces sont peu sensibles aux variations de température (eurythermes), d'autres le sont extrêmement (sténothermes) et se localisent dans des couches d'eau très définies. On a même voulu tirer de ces faits des règles pratiques de pêche : la Morue se pren-

drait dans les eaux de 3 à 5°, la Sardine dans celles au-dessus de 12°, le Germon dans celles au-dessus de 14° ; il est vrai qu'on observe des exceptions et que notamment on voit parfois l'hiver des bancs de Sardines à la côte. Quoi qu'il en soit, la répartition géographique des êtres marins est largement conditionnée par les différences de température ; si certains sont ubiquistes et se rencontrent en surface des pôles à l'équateur, beaucoup ont des habitats limités en latitude ; l'Arctique a une faune spéciale qu'on ne retrouve plus au sud et pour laquelle on a pu parler de thermopathie ; l'Atlantique boréal en a une autre où des éléments arctiques et d'autres tempérés se mêlent à des espèces endémiques ; on l'observe sur nos côtes de la Manche. Notre littoral atlantique fait partie d'une vaste province tempérée qui s'étend de l'Irlande au Sénégal et dont la faune suit les transgressions d'eau chaude de l'été jusqu'en Norvège ; la zone intertropicale est le domaine strict des récifs coralliens et de la faune associée. Beaucoup d'espèces s'observent identiques ou très voisines autour des deux pôles et l'on a beaucoup écrit de cette bipolarité ; est-elle due à un passage à travers les couches profondes et froides des mers équatoriales, est-elle la relique d'une période de froid où toutes les mers avaient une basse température, est-elle due à la convergence des formes dans deux milieux froids identiques sans indiquer une commune origine ?

Après la chaleur, la lumière, les radiations sont le facteur du milieu le plus marquant. Tous les végétaux à assimilation chlorophyllienne en dépendent pour leur nourriture et l'on sait que les Algues s'arrêtent en profondeur quand la lumière ne parvient plus. La quantité de lumière transmise dépend de l'inclinaison des rayons solaires, de l'état du

ciel, de celui de la surface de l'eau et de la transparence de celle-ci ; elle est sensible jusqu'à 50 ou 100 mètres (zone euphotique), plus faible jusqu'à 200 ou 500 mètres (dysphotique), nulle au-dessous (aphotique). Les diverses bandes du spectre solaire sont inégalement absorbées, le bleu et le violet pénètrent plus loin que le rouge et le vert et ainsi s'explique en grande partie la distribution verticale des Algues littorales, vertes, brunes, rouges à mesure que la profondeur croît. Les animaux sont souvent d'une clarté (homophanie) et d'une couleur (homochromie) voisines du milieu environnant ; certains se confondent avec le fond et peuvent même changer de couleur ou de dessin quand ils changent de substrat, les Pleuronectes par exemple ; on connaît des Crevettes (*Hippolyte varians* Leach) le plus souvent vertes parmi les Algues vertes et rouges parmi les rouges ; beaucoup d'animaux planctoniques sont incolores et transparents, d'autres sont d'un bleu profond ; beaucoup de bathypélagiques sont rouges ou noirs. Mais il est plus facile de s'extasier sur ces adaptations que d'en trouver la cause exacte. J'ai recueilli bien des animaux rouges et noirs dans les estomacs de Germons pêchés à la ligne en surface et beaucoup portaient aussi nombre de ces appareils lumineux dont on a voulu faire un attribut des animaux de profondeur auxquels ils serviraient pour s'éclairer dans l'obscurité des abîmes, oubliant que les Noctiluques flottant en surface font la mer phosphorescente et que divers animaux des plages produisent aussi des lueurs.

Les variations de salinité ne jouent guère en mer libre, mais elles arrêtent beaucoup d'êtres à l'entrée des golfes et des mers sursalés ou dessalés ; l'exemple le plus connu est celui de la Baltique, marine dans les détroits danois, presque d'eau

douce au fond du Golfe de Finlande ; les espèces s'y arrêtent progressivement selon leur euryhalinité croissante. Certains animaux supportent des concentrations en sel allant jusqu'à la saturation, par exemple ceux très rares qu'on trouve dans les marais salants ; les autres disparaissent à mesure que l'eau se concentre.

L'oxygène dissous est à saturation ou sursaturation en surface et rare dans les profondeurs où l'eau circule peu ; la faune suit ses variations, elle abonde dans les couches supérieures, diminue avec la teneur en oxygène et disparaît avec lui, par exemple dans la Mer Noire, les fjords encastrés de Norvège, les fonds où de l'hydrogène sulfuré se dégage.

Tous les corps dissous dans l'eau de mer pourraient bien aussi jouer un rôle, mais on est encore peu renseigné sur leur action ; on connaît cependant quelques étroites corrélations : par exemple, le réveil de la mer au printemps se manifeste par une pullulation de Diatomées dans une eau relativement riche en phosphates qu'elles épuisent complètement ; la seconde pullulation plus faible de l'automne n'a lieu qu'après un nouvel apport moindre et provoque une nouvelle consommation.

On peut espérer trouver par l'analyse minutieuse des variations du milieu marin l'explication de la répartition géographique de certains des êtres qui l'habitent, mais il y faudrait des expériences étendues des adultes à tous les stades du développement et aussi de longues séries de mesures qui ont été bien rarement abordées.

Bien d'autres données manquent aussi, à commencer par la durée de vie de la plupart des animaux marins, la vitesse de leur croissance, leurs métamorphoses, leurs stades larvaires, leurs changements périodiques d'habitats. Tout cela ne peut être

accumulé que dans le milieu même, en mer ou à la côte, et demande encore de nombreuses et patientes observations.

Les mœurs des animaux marins ont été beaucoup moins observées que celles des animaux terrestres, sauf dans la zone intercotidale où l'homme a accès. Elles prêtent à des interprétations d'autant plus incertaines que le milieu nous est plus étranger, les êtres plus différents et plus divers.

Tout ce qu'on voit, c'est une création et une destruction constantes, simultanées : destruction pour se nourrir, pour se reproduire, pour garder son espace vital, pour se défendre contre le grouillement et la pullulation de la vie environnante ; création pour maintenir l'espèce, assurer sa lignée, protéger sa propre existence, tout cela instinctif, inconscient à nos yeux, dominé par une fatalité écrasante telle que sur 100.000 œufs parfois un seul jeune survit, que des populations entières disparaissent en peu de temps, que des millions d'êtres meurent au même instant.

De ces mœurs incompréhensibles quelques faits ont été relevés.

Tous les genres de vie s'observent dans la mer. Certains animaux y ont un maximum de liberté grâce à leur nage puissante qui les dégage de la soumission aux mouvements du milieu ; tels sont les êtres nectoniques, notamment les Cétacés qui, ayant en plus un bon isolement thermique, peuvent parcourir toutes les mers ; cependant les Baleines restent contraintes à la recherche de leur nourriture planctonique très spéciale, localisée, et à leur instinct sexuel qui les rassemble à certaines saisons en des zones limitées. Le plancton est moins libre et suit plus passivement les déplacements de l'eau ; le neuston flottant en surface subit en outre l'ac-

tion des vents ; s'ils sont conduits ainsi à terre ou dans des régions défavorables par la température ou la salinité par exemple, il ne leur reste qu'à mourir ; c'est ainsi qu'on voit arriver à la côte des masses de Méduses, de Vélelles, parfois si nombreuses que leurs cadavres forment un cordon littoral continu dont la décomposition empuantit l'air ; cependant le plancton a aussi des mouvements propres ; horizontalement certains êtres se déplacent très loin selon des directions orientées, puisqu'on rencontre au large tant de formes larvaires dont les adultes vivent plus près de terre et qu'on ne peut les supposer toutes vouées à la mort, que les larves leptocéphales des Anguilles, nées près des Antilles, finissent par rejoindre les côtes européennes, en suivant il est vrai les grands courants océaniques ; verticalement, le plancton monte et descend selon son état de développement, souvent chaque jour régulièrement, comme s'il cherchait un éclairage optimum ou minimum, près de la surface la nuit, plus profondément le jour. On observe aussi bien d'autres rythmes et notamment ceux sexuels que nous avons longuement observés, Fage et moi, dans nos pêches à la lumière, qui transforment beaucoup d'animaux benthiques littoraux en pélagiques de nuit à un moment déterminé du calendrier lunaire.

Les êtres errants vivent parfois isolés ou par couples, comme s'ils menaient une vie toute individualiste ou de famille, mais on les aperçoit aussi groupés à certains moments ; ainsi les Dauphins généralement en petites communautés près de nos côtes peuvent défiler comme une armée alignée, ainsi que je l'ai vu une fois du bord du *Pourquoi-Pas ?* dans le Golfe de Gascogne.

Beaucoup d'animaux planctoniques sont gré-

gaires et se rencontrent en masses, en bancs, parfois extraordinaires de densité et d'étendue ; le prince Albert de Monaco a ainsi maintes fois traversé des essaims considérables de Crabes nageurs (*Polybius henslowi* Leach) ; la *Valdivia* a rencontré un amas de Méduses *Pelagia noctiluca* (Forskäl) couvrant 1° de latitude et 6° de longitude ; il suffit d'avoir croisé un banc de Sardines pour avoir une idée de sa densité, les Poissons se pressant au point de sortir de l'eau.

Quelle est la nature de ces rassemblements ? Faut-il admettre qu'ils sont l'effet du hasard, ou celui d'une heureuse conjoncture des multiples facteurs du milieu ? Répondent-ils à un instinct ? Sont-ce des foules informes, des sociétés ordonnées, des communautés hiérarchisées ? Y a-t-il des relations spéciales, définies entre les individus qui les composent ? On a décrit des effets de masse, des réactions d'un ensemble différentes de celles de chaque animal en particulier. Mais l'observation n'est pas aisée dans un milieu où l'on ne peut pénétrer et toutes les questions restent jusqu'ici sans réponse.

On a bien parlé chez les Poissons de migrations de rassemblement dues à l'attirance sexuelle pendant la période de reproduction et de migrations de dispersion à la recherche de la nourriture, mais que faire des groupements de jeunes ou de larves ? N'est-ce pas un schéma trop simpliste ?

Il faut bien dire aussi un mot des nombreuses associations entre espèces différentes : des Poissons pilotes et des Rémoras suivent les grands Poissons et les Tortues dans leurs voyages, les Rémoras ayant même sur la tête une grande ventouse qui leur sert à se fixer sous le ventre de leur coéquipier devenu transporteur ; des Actinies *(Sagartia)*

sont fixées sur les Araignées de mer et d'autres *(Adamsia)* sur la coquille des Pagures, des Annélides *(Nereilepas)* se logent dans la coquille des mêmes Pagures, empruntée à un Mollusque mort, etc. Sont-ce des associations à bénéfice mutuel, ou doit-on se garder de les expliquer selon notre logique et ont-elles de toutes autres causes ? Tous les stades s'observent, depuis la rencontre plus ou moins de hasard, jusqu'au commensalisme et au parasitisme. Voici le petit Crabe *Pinnotheres* qui perfore la coquille des Moules et des Coques et se loge dans leur cavité palléale, ce qui nous semble nuisible à l'hôte ; mais l'Holothurie si sensible accepte le Poisson *Fierasfer* dans sa chambre cloacale parmi sa forêt de tentacules ; les grosses Méduses si bien armées laissent entrer et sortir librement les jeunes *Caranx* qu'elles logent sous leur ombrelle ; combien trouve-t-on d'êtres de toutes sortes dans une coquille vide, une grosse Eponge, un bulbe de Laminaire ? Qu'y font-ils, pourquoi ont-ils choisi ce lieu, quels sont leurs rapports avec leur « propriétaire » et leurs « co-locataires » ? De là jusqu'aux parasites qui se nourrissent de la substance même de leur hôte sans guère provoquer ses réactions, qui apparaissent blancs, mous, déformés, atrophiés, chez les Copépodes et surtout les Cestodes, les Trématodes, il y a une infinité de mystères que nous ne savons aborder.

Les animaux fixés ne montrent pas moins de variété, depuis les solitaires, en passant par les colonies mal définies d'Eponges encroûtantes et celles plus régulières d'Ascidies, jusqu'aux colonies d'Hydroïdes où chaque individu est spécialisé, adapté à une seule fonction : digestive, sexuelle, sensible ou armée.

Tous les êtres vivants sont évidemment conduits,

dominés par deux grands instincts : chaque individu veut vivre, durer et pour cela se nourrir et se défendre ; il veut aussi se survivre et pour cela se reproduire. La faim et l'amour sont les principaux moteurs de tous les actes, le premier perpétuel et quasi constant, le second agissant par périodes, par crises correspondant aux maturations des produits sexuels. Mais n'est-il pas vain de vouloir comprendre ces poussées, ces impulsions, de vouloir traduire en notre pensée, nos sentiments, notre langage ces instincts dont nous n'apercevons que l'extérieur, les résultats, alors qu'ils nous restent si troubles, incertains et confus lorsque nous les sentons agir aussi en nous-mêmes ?

Les animaux satisfont-ils uniquement leurs besoins par la lutte pour la vie, incessante, brutale ou rusée, seule cause de sélection, de progrès, d'évolution selon Darwin ? Connaissent-ils aussi des moments moins tendus, plus doux, des repos, des jeux, des affections ? La bataille féroce est-elle tempérée par l'entr'aide chère à Kropotkine ? Aucun domaine n'est plus fuyant, moins sûr devant la claire raison. S'il s'agit seulement de décrire des aspects ou de s'émerveiller de leur variété, des adaptations qu'ils révèlent, rien n'est plus aisé ; s'il s'agit de les bien concevoir et de les pénétrer, mieux vaudrait en abandonner l'étude.

La nourriture est poursuivie par les moyens les plus divers : la force chez beaucoup, chez l'Orque qui dépèce les Baleines vivantes, les Céphalopodes accrochés à leur proie par mille ventouses tandis que leur bec déchire ; la vitesse chez d'autres tels que les Cétacés ou le Germon. Il en est qui font le guet sous les pierres, telle la Pieuvre, et d'autres qui attirent leurs victimes par un leurre, telle la Baudroie avec ses filaments pêcheurs. Certains

paralysent, empoisonnent ou électrocutent ; chacun a ses armes : épines, griffes, pinces, ventouses.

Pour la défense, les moyens sont tout aussi nombreux : fuite, armures (test, carapace, coquille), camouflage (homophanie, homochromie), décharges électriques, poisons, saveurs désagréables, etc. On connaît l'autotomie qui fait séparer du corps de certains animaux en un point précis, par un mécanisme complexe, une partie devenue prisonnière ; l'Etoile de mer qu'on tient par un bras retombe, abandonnant le bras détaché à sa racine ; divers Crabes serrés par une patte se libèrent en rompant leur carapace toujours au même endroit. La Seiche a une poche à encre dont elle noircit et trouble l'eau autour d'elle dès qu'on l'excite ; les Cœlentérés piquent sur tout ce qui les frôle leurs cellules urticantes ; la Torpille dispose des fortes secousses de son appareil électrique.

Si tout cela est bien connu en fait, on discute à perte de vue des causes, de la finalité, des adaptations, et même parfois du mécanisme et de son efficacité réelle. Les animaux présentent tous les degrés de « haine » et de tolérance. Ils ne foncent pas sur toutes les espèces étrangères mais sur certaines seulement ; beaucoup leur restent indifférentes. A cette xénophobie mitigée et souvent intermittente ils peuvent ajouter un « cannibalisme » qui s'étend à leurs semblables et même à leur progéniture.

La vie sexuelle des animaux marins est tout aussi obscure. Tantôt la femelle pond ses ovules mûrs sans se soucier s'ils seront fécondés ; tantôt elle attend le mâle ou les mâles qui fertiliseront sa masse d'œufs ; elle abandonne ses ovules n'importe où, au gré des flots, ou les range, les garde sur le fond, dans des coques fixées ou attachées (Blennies,

Gobies, Cottes, Cycloptère, Raies, etc.). Quelques Ophiures, quelques Annélides promènent leurs petits et chez beaucoup de Crustacés la femelle garde les œufs sur elle, attachés sous sa carapace où elle les nettoie et les aère. Parfois les œufs sont déposés dans un nid (Epinoche), couvés dans la bouche (Silures) ou même développés dans le corps de la femelle (viviparité) après fécondation interne.

Les rapports des sexes prennent tous les aspects : tantôt c'est l'indifférence totale, chacun vidant ses produits sexuels mûrs comme une excrétion ; tantôt se développe une cérémonie de pariade. Parfois les mâles acquièrent un dimorphisme marqué, il leur vient des organes d'accouplement (*petasma* des Crustacés, « claspers » des Sélaciens) et aussi certains ornements sans usage visible ; divers Poissons prennent une parure de noces aux couleurs éclatantes (Labridés, Callionymes) ; on y a voulu voir une cause du choix des femelles et par suite de la sélection ; on y trouve maintenant l'action des hormones et des troubles du métabolisme.

Tantôt la reproduction a lieu dans les eaux mêmes où vit l'espèce, tantôt elle est précédée d'une migration ; quelques espèces d'eau douce descendent à la mer, quelques espèces marines remontent les fleuves ; la plus surprenante est l'Anguille qui quitte les marais et les ruisseaux de nos régions au moment où elle prend la livrée argentée de noces et s'assemble pour commencer de nuit le très long voyage qui la mènera dans l'Atlantique occidental, vers la Floride et les Antilles, aux lieux de ponte. On connaît aussi quelques espèces où la fécondation est précédée d'une espèce de « cour ».

Il n'est guère de spectacle plus singulier que celui auquel nous avons maintes fois assisté, Fage et moi, lors de nos pêches à la lumière. Les Néréidiens

sont des Annélides qui subissent de grandes transformations au moment de leur maturité sexuelle ; leur corps change de forme, de nouvelles soies leur poussent, leur cavité générale est envahie par la masse des produits sexuels, leurs organes internes (tube digestif, muscles) se désagrègent, s'histolysent ; l'ensemble de ces phénomènes est dénommé l'épitoquie. Un grand nombre arrivent à complète maturité à un moment précis du calendrier lunaire, au premier ou au dernier quartier par exemple. Au soir dit, les vers qui vivaient sur le fond viennent nager en pleine eau ; d'abord montent quelques femelles, isolées, éparses, qui ne font que passer ; peu à peu leur nombre augmente, les orbes qu'elles décrivent se rétrécissent et elles en arrivent à former une sorte de roue, tête et queue presque jointes. Tandis qu'elles tournent, des mâles paraissent qui passent comme flèches ; ils vont, viennent, augmentent de nombre, se localisent à une femelle dont les danses nuptiales s'accélèrent ; à un moment une d'elles pond, aussitôt les autres suivent tandis que les mâles tourbillonnants lancent en jets leur semence dans la masse des œufs ; on peut alors admirer des millions de vers tournant, virant à toute vitesse, aussi loin que la lumière éclaire. Si l'on attend, on voit ensuite les pauvres femelles, vidées, déchirées retomber vers le fond où elles vont mourir tandis que les mâles s'éloignent et disparaissent. Comment expliquer un pareil phénomène ?

Nous nous arrêterons là sans avoir épuisé tous les sujets de la biologie marine, certain qu'il existe bien moins de curiosités à l'affût que d'énigmes à observer et à résoudre.

Chapitre IV

LES RESSOURCES DES MERS

Les rapports de la mer et de l'homme sont fort nombreux. D'abord elle conditionne, elle régularise le climat, et par là les cultures, puis elle est la grande route, le moyen le plus puissant et le plus économique d'échanges entre les peuples, si bien qu'elle les lie maintenant plus qu'elle ne les sépare. Elle est une source inépuisable de force et l'on commence à envisager d'utiliser industriellement la puissance des marées et des vagues, les différences de température entre la surface et les profondeurs. Elle est aussi une immense réserve saline dont on extrait depuis fort longtemps, sur les côtes ensoleillées, le sel marin ou chlorure de sodium, aliment indispensable et matière première aux multiples usages chimiques ; on s'essaie à y prendre en plus le brome, la potasse, la magnésie.

Les êtres vivants des mers ont aussi des rapports nombreux avec l'homme. Sans parler du rôle des bactéries dans la corrosion des métaux (coques de navires, ouvrages des ports) qui apparaît aussi important sinon plus que la formation chimique de la rouille, et des méfaits des Tarets et de quelques petits Crustacés dans les bois des coques et des pilotis, il est à considérer tout ce que l'homme tire de la mer et utilise : plantes et animaux.

Produits végétaux. — Tous les végétaux qui croissent dans la zone éclairée voisine des côtes sont utilisés et exploités.

Les Algues brunes qui forment le goémon (Fucacées et Laminariées) sont fauchées dans leurs prairies sous-marines (goémon de rive) ou ramassées mortes à la côte (goémon d'épave) ; on les hisse hors de l'eau, les fait sécher en tas, puis les brûle ; les cendres, dites « soude », sont livrées aux usines d'iode. Une partie du goémon est emportée aux champs pour y être épandue comme amendement-engrais en raison de sa teneur en potasse. On a proposé, en temps de disette, de se servir des Laminaires en place d'avoine pour la nourriture des chevaux. Dans quelques usines, on pratique depuis peu, des lessivages préalables, acides ou alcalins, qui séparent des produits pentosés utilisables pour l'encollage et l'apprêt des papiers et des étoffes. Limitée par les apports étrangers d'iode, l'industrie du goémon est petite (400.000 m^3 par an d'algues fraîches sur les côtes bretonnes) ; elle est plus importante en Grande-Bretagne et surtout aux Etats-Unis sur la côte pacifique.

Le maerl est l'Algue rouge *Lithothamnion calcareum* qui est fortement incrustée de calcaire un peu magnésien et se présente sous forme de rognons anfractueux. On drague les algues vivantes et mortes près des côtes et on les répand dans les champs comme amendement. Dans les terres granitiques acides de Bretagne, le maerl permet de remplacer le seigle et le sarrazin par le blé et les primeurs, changeant ainsi les conditions de la vie paysanne.

D'autres Algues rouges, *Chondrus crispus* et *Gigartina mamillosa* sont récoltées en petites quantités (400 tonnes) et séchées au soleil pour donner

le lichen carragaheen dont on fait des gelées médiocres utilisées en herboristerie et comme apprêt. Au Japon, les *Gelidium* donnent des gelées plus consistantes connues sous les noms de gélose, agar-agar, kanten, qu'on ajoute aux aliments et dont on fait des colles, des apprêts, etc.

Les Zostères sont fauchées vivantes ou ramassées mortes, séchées et vendues sous les noms de varech, pailleule, crin végétal pour l'emballage, le bourrage des matelas et des sièges. On a songé à en faire de la pâte à papier.

Le malheur de toutes les industries des plantes marines est de ne pouvoir exploiter qu'une bande étroite le long des côtes et d'en tirer des produits tellement chargés et gonflés d'eau que les transports sont pénibles, onéreux et limités.

Produits animaux. — Divers animaux fournissent des produits industriels ou commerciaux.

Dans les mers chaudes, en Méditerranée entre autres, on pêche les Eponges cornées sur les petits fonds où elles abondent. La Tunisie à elle seule en fournit 130 tonnes par an. On les arrache du fond au moyen de tridents ou en plongeant, nu ou muni d'un scaphandre. L'espèce la plus estimée est *Hippospongia equina* O. Schmidt. Les individus sont mis à pourrir et le squelette lavé, blanchi devient l'éponge officinale.

Le corail rouge (*Corallium rubrum* L.) est un produit recherché en Méditerranée et depuis peu aux îles du Cap Vert ; le Japon en récolte aussi. Le corail noir est également précieux, les coraux d'autres couleurs sont de moindres valeurs. On les drague tous sur des bancs peu profonds.

Les Mollusques sont exploités à divers points de vue. Sur beaucoup de côtes, on drague les débris de coquilles des fonds littoraux comme amende-

ments calcaires. Dans les mers tropicales, on recueille les coquilles entières des grandes espèces, épaisses, nacrées, qu'on scie en plaques utilisées par la tabletterie ou qu'on découpe en rondelles dont on fait des boutons de nacre.

Dans le Golfe Persique, à Ceylan, en divers points du Pacifique, des pêcheries de Pintadines ou Huîtres perlières (*Meleagrina margaritifera* L.) sont très actives ; en draguant ou en plongeant, on détache du fond des Huîtres dont quelques-unes renferment entre le manteau et la coquille des perles rondes, libres. On trouve aussi des perles irrégulières, adhérentes à la coquille, dites baroques. Un Japonais, Mikimoto, a réussi l'élevage des Huîtres perlières et a trouvé le moyen de provoquer artificiellement la sécrétion des perles ; on obtient ainsi des perles de culture plus nombreuses.

Les Poissons donnent plus de produits utilisables. A défaut d'écailles d'Ablette, on recueille les écailles de Hareng et les vessies natatoires d'Argentine pour en extraire des composés azotés très irisés, l'essence d'Orient dont on teinte des perles artificielles. Les chairs altérées, les déchets qu'on trouve en abondance dans les criées et les usines de conserves peuvent être cuits puis séchés ; on sépare ainsi des huiles et un tourteau ou une farine ; si la séparation a été totale, par solvants, la farine peut servir de nourriture aux animaux, notamment aux porcs et aux volailles ; si elle a été imparfaite, le tourteau ne peut être qu'un engrais riche en azote. Les huiles sont demandées par la tannerie, le corroyage ; l'excédent va à la savonnerie ou est hydrogéné, soufflé, sulfoné, pour entrer dans divers mélanges. La cuisson de certains Poissons donne des colles utilisées pour le collage des boissons, la maroquinerie, etc.

Les Tortues de mer des espèces *Chelone mydas* L. et *C. imbricata* L. sont chassées dans les mers chaudes pour l'écaille de leur carapace.

Les grands Cétacés sont de telles masses de matières premières que leur chasse est industriellement organisée (baleiniers) et qu'on y emploie même des navires-usines. Tous fournissent en abondance des tourteaux ou farines très azotés, des graisses et huiles un peu différentes selon les espèces et les régions du corps (huile de lard, huile de tête). A cela la Baleine franche ajoute ses fanons dont on faisait des baleines de corset et de parapluie et le Cachalot le spermaceti des cavités spongieuses de sa face et l'ambre gris concrétionné dans son tube digestif.

Mais la grande ressource de la mer n'est pas industrielle, elle est alimentaire, c'est la pêche.

Les « cultures ». — Le fondateur du premier laboratoire maritime, Coste, avait eu l'idée de mettre la mer en culture et c'est dans ce but qu'il avait créé un établissement scientifique à Concarneau. Pourquoi en effet s'exposer aux risques de la navigation et aux aléas des pêches si l'on peut sur le littoral aménager des cultures, des élevages dans des parcs et des bassins accessibles par tous les temps ? De son idée, Coste ne réalisa que l'ostréiculture, mais il fit ainsi la fortune de beaucoup de nos côtes.

L'Huître (*Ostrea edulis* L.) vit sauvage, maigre, au large, sur des fonds peu profonds ; on peut l'y draguer et l'amener vivante dans des parcs aménagés dans la zone des marées. Elle pond au printemps et les petites larves véligères vont se poser un peu partout ; on peut leur offrir des collecteurs faits de tuiles et de plateaux chaulés ; le naissain qui s'y fixe est placé dans des parcs, détaché du sup-

port (détroquage), placé dans des caisses ostréophiles où ses ennemis n'ont pas accès. En deux ou trois ans, on obtient de petites Huîtres qu'on transporte dans d'autres parcs d'engraissement ; certaines vont ensuite dans la région de Marennes pour y verdir. La portugaise (*Gryphœa angulata* Lamarck) plus robuste s'élève aussi dans des parcs, mais avec moins de précautions. La production ostréicole française atteint 60.000 tonnes.

Les Moules ne sont pas cultivées mais élevées, depuis le moyen-âge, principalement sur des bouchots de clayonnages plantés dans la vase des côtes ; les Moules sauvages qu'on trouve sur tous les points battus émettent des larves, du naissain qui se fixe sur les fascines, croît, engraisse et peut être aisément récolté. La France produit 40.000 tonnes de Moules, la moitié de sa consommation.

En certains points on élève ou on entrepose des Coques, des Palourdes, des Clams, des Bigorneaux.

Les essais de culture des Crustacés, notamment du Homard, n'ont pas abouti jusqu'ici et l'on ne voit sur les côtes que des viviers où l'on garde les adultes le moins longtemps possible.

Malgré de nombreux essais de laboratoire, on n'a réussi qu'une fois le développement complet depuis l'œuf de la Sole, puis du Turbot. On a réalisé quelques petits élevages de Turbots à partir de jeunes pris à la senne et de plus nombreux élevages de Mulets dans des bassins où arrive un filet d'eau douce.

Les pêches. — La grande ressource reste les pêches maritimes. On peut les considérer selon la zone qu'elles exploitent, les engins qu'elles mettent en œuvre, les poissons qu'elles apportent, les organisations économiques qu'elles nécessitent.

On distingue la pêche à pied et la pêche en bateau.

La première est une activité toute individuelle, sans capitaux, presque inorganisée ; elle englobe le ramassage des coquillages et des crabes sur les grèves, la capture du poisson au moyen de paniers, carrelets, seines, nasses, cordes, la pose de barrages mobiles ou de filets fixes (parcs) et la pêche à la ligne chère aux amateurs. La petite pêche en bateau en vue des côtes est à peine plus productive et emploie aussi des engins minuscules. La pêche de la Sardine exige déjà des embarcations plus grandes, des équipages plus nombreux, des filets plus étendus. La pêche au Germon se pratique au grand large sur des dundees solides tenant bien la mer, plus coûteux de construction. Toutes ces pêches sont restées artisanales. La pêche hauturière, au chalut, aux cordes, aux filets dérivants, devient industrielle ; les bateaux qui la pratiquent ont à bord une machinerie puissante non seulement pour se propulser, mais aussi pour relever les engins ; ils ont l'éclairage électrique et la T. S. F. ; un vaste emplacement (les cales) est destiné à emmagasiner le poisson ; les capitaux engagés, bien plus considérables, sont généralement fournis par des armateurs non navigants ; l'exploitation est plus constante, plus régulière et les rendements sont souvent plus élevés. La grande pêche à la morue provoque des campagnes de six mois dans les mers lointaines : Islande, Terre-Neuve, Groenland, et la pêche à la baleine est encore plus aventureuse.

Les engins employés sont très divers. A la côte, dans la zone des marées, on construit des parcs, barrages en pierres ou en fascines conduisant à mer descendante les poissons vers une impasse, une poche où on les ramasse à mer basse ; on tend sur le fond des sennes à une seule nappe de filet et des tramails à trois nappes où les poissons sont

retenus ou maillés ; on dépose des nasses appâtées où viennent se prendre des Anguilles ; on fixe à des piquets de longues cordes munies de nombreux hameçons. Près de terre, on tire des sennes, on pose des nasses à Crustacés, on mouille des cordes ; on racle le fond avec des dragues dont les modèles diffèrent un peu selon qu'on recherche les Pétoncles, les Coquilles Saint-Jacques ou d'autres Lamellibranches plus ou moins enterrés. Plus au large, on opère en posant des lignes de fond ; les bateaux cordiers mouillent ainsi et relèvent jusqu'à 2 kilomètres de cordes portant jusqu'à 6.000 hameçons ; on râcle légèrement le fond pour lever les animaux qui l'habitent, c'est ainsi qu'on pêche la Langoustine avec un petit chalut à mailles serrées ; on effleure seulement la vase à grande vitesse pour prendre tout ce qui se tient dessus ou au voisinage et notamment les Poissons plats, c'est ce que font les chalutiers. Le chalut est l'engin le plus prenant de la pêche hauturière et on en est arrivé à l'employer pour la Morue, le Hareng, le Maquereau ; c'est une poche vaste et longue dont l'ouverture bée grâce à une ralingue inférieure lestée de plombs et à une ralingue supérieure munie de flotteurs ; les deux ralingues sont tenues par une perche en bois dans les chaluts primitifs ou encore le filet est tiré par deux bateaux écartés (pêche aux bœufs) ; un grand progrès a été l'invention du chalut à plateaux ou otter-trawl permettant à un seul bateau de tirer la poche tendue et bien ouverte ; on l'a encore perfectionné en ces derniers temps dans le sens d'une plus haute et plus large ouverture ; les grands chalutiers traînent ainsi couramment, à une vitesse de 6 à 10 nœuds un chalut profond de 60 mètres, dont la bouche large de 30 et haute de 3 recueille tout ce qui vit dans la nappe d'eau traversée ;

ils exploitent la zone néritique partout où le fond n'est pas rocailleux et ils vont même sur la pente jusqu'aux fonds de 200, 300 mètres et plus. Le chalut est l'engin de choix de la pêche industrielle.

Entre deux eaux, on prend les bancs de poissons qui passent, surtout les bancs de Harengs et de Maquereaux, en mouillant des cordes ou en tendant des filets immergés qu'on laisse dériver ; les dériveurs ou drifters du nord étendent ainsi jusqu'à 8 ou même 10 kilomètres de « roies » ou de « manets ». En surface, on pêche le Germon avec une quinzaine de lignes traînantes par bateau, certaines fixées sur des perches ou tangons, toutes terminées par un gros hameçon mal caché dans une touffe de crin de cheval ; le Maquereau se prend aussi à la ligne ou avec une turlute qui l'éventre ; la Sardine, appâtée par de la rogue, maille dans des filets droits dérivants, est cernée dans des poches de sennes diverses ou dans des filets tournants qu'on tire en cercle et coulisse par dessous ; la Morue est pêchée à la ligne dans les doris avec une boette de Capelan ou d'Encornet.

En France, la pêche occupe 145.000 personnes, dont 80.000 pratiquent la pêche en bateau et 65.000 la pêche à pied, sans parler des industries annexes. On comptait il y a peu d'années 25.700 bateaux de pêche dont 14.000 à voiles, 500 à vapeur et 11.000 à propulsion mécanique ; le nombre des voiliers diminuait peu à peu tandis que celui des bateaux à moteur croissait sans cesse ; les bateaux à vapeur sont des grandes unités de la pêche industrielle.

Cette flotte était inégalement répartie entre les mers et les ports ; elle apportait à terre près de 300.000 tonnes de poissons par an, dont 86.000 dans le seul port de Boulogne, 27.000 à Fécamp, 23.000 à Dieppe et à Lorient, 20.000 à La Rochelle ; Mar-

seille, premier port méditerranéen, n'atteignait pas 3.000 tonnes. 28 % du poisson provenait du Golfe de Gascogne, 25 de la Manche, 15 du Groenland et de Terre-Neuve, 12 de la Mer du Nord, 11 du sud de l'Irlande, 5 de l'Islande. Les différentes espèces se classaient ainsi par ordre d'importance :

Hareng	63.400	tonnes
Morue	55.600	—
Sardine	43.100	—
Merlan	25.900	—
Maquereau	23.000	—
Raies	13.500	—
Germon	9.600	—
Merlu	7.800	—
Carrelet, Plie	7.500	—

Quand on compare les rendements de la pêche industrielle, de la pêche artisanale et de la pêche à pied, on constate que la première fournit à elle seule la plus grande partie du tonnage, que la deuxième est peu active, irrégulière et trop souvent limitée dans la crainte de faire baisser les cours sur un marché étroit, que la troisième enfin est primitive, rudimentaire, qu'elle ne fournit presqu'aucun produit de valeur, se bornant à nourrir plutôt mal que bien ceux qui la pratiquent. Le Poisson devrait être la nourriture azotée bon marché, l'aliment du pauvre, puisqu'il se multiplie sans intervention humaine, sans main-d'œuvre, sans engrais, sans machines et qu'on peut le prendre en toute liberté dans toutes les mers, sans aucun droit, ni charges autres que celles de l'armement.

D'ailleurs d'autres pays peuvent nous servir d'exemples. L'Islande pêche plus que la France ; l'Allemagne, par un effort croissant a approché de 600.000 tonnes avec 25.000 pêcheurs en 1936 ;

l'Angleterre avoisine depuis longtemps 700.000 tonnes avec 32.000 pêcheurs et la Norvège atteint 800.000 tonnes. Ce record européen est battu de loin par le Japon qui pêche 2.700.000 tonnes dans ses îles, 3.500.000 tonnes dans son empire avec 1.500.000 pêcheurs.

Le développement de la pêche, surtout de la pêche industrielle, crée de multiples activités accessoires, les unes techniques comme les constructions navales, la fabrication des filets, les aménagements des ports, les industries de traitement des déchets, les autres économiques comme le financement des opérations commerciales : achats de vivres et de combustibles, assurances, ventes, répartitions et transports des produits pêchés. Pour régulariser le trafic et en diminuer les risques on commence à doter les ports de frigorifiques, à faire circuler le poisson frais en wagons frigorifiques ou simplement isothermes, à le recevoir dans d'autres frigorifiques installés aux centres consommateurs ou répartiteurs. Dans le port même ou à son voisinage, des industries de conservation se multiplient : salage du Hareng, de la Sardine, de l'Anchois, du Maquereau et surtout de la Morue ; saurissage par la fumée du Hareng, du Sprat, de l'Eglefin (haddock) ; conserves hermétiques, en boîtes de fer blanc soudées ou serties et stérilisées, de Sardine, Germon, Hareng, Anchois, Sprat, Maquereau, Langoustine, etc., frits ou cuits dans un bouillon, du vin blanc, du vinaigre, de l'huile. La conserverie est devenue une industrie active, puissamment mécanisée, qui permet des transports lointains, une conservation très prolongée des produits et qui a largement acquis la faveur du public.

Chapitre V

LES MOYENS ET LES BESOINS DE RECHERCHES

Bien que beaucoup trop brève, la longue énumération que nous venons de faire des recherches entreprises jusqu'ici sur la vie dans les mers, des points de vue très divers auxquels on les a abordées et des vues multiples qu'elles offrent sur les problèmes fondamentaux de la biologie générale doit, espérons-nous, donner envie d'y collaborer.

Il est plus vivant, plus distrayant, plus actif et plus personnel d'observer la nature, même en amateur et par simple curiosité, que de se complaire en tant de besognes mécaniques, monotones, « normalisées » dont sont trop souvent faits les « loisirs », les vacances d'aujourd'hui. La mer permet les plus beaux sports. L'observation, l'expérience font appel aux meilleures qualités de l'homme : l'attention, la patience, la raison, le jugement, et l'imagination. Il faut seulement y ajouter un peu de science qu'il n'est pas si pénible d'acquérir et beaucoup d'ardeur, beaucoup d'amour.

Rien n'est fini, rien n'est définitivement acquis, tout est à revoir ou à entreprendre.

L'inventaire des êtres vivants n'est pas terminé et ne le sera probablement jamais. Des mers lointaines restent biologiquement inexplorées. Plus

près de nous, chaque nouveauté dans les techniques apporte son lot de découvertes. La première drague le premier chalut, le premier câble télégraphique remonté du fond ont révélé des faunes inconnues ; les premiers filets traînés à grande vitesse par le Prince Albert de Monaco ont capturé toutes sortes d'animaux rapides qui échappaient jusqu'alors à la poursuite. Quand Beebe se fait descendre dans sa bathysphère jusqu'à 900 mètres, il pénètre dans un milieu neuf et y voit vivre toutes sortes d'êtres qu'on ne connaissait que morts ; quand Piggot sonde au canon les grands fonds, il rapporte de copieux échantillons des boues que le *Challenger* seul avait entrevues. Des moyens moins puissants ne sont pas non plus à dédaigner ; j'ai dit tout ce que nous avons appris, Fage et moi, d'une simple lanterne flottante et tout ce que j'ai pu récolter dans des estomacs de Germons. Il est encore des faunes minuscules, dans le maerl, autour des grains de sable, dans les vases côtières qui sont à peine entrevues. Toute notre classification est à réviser ; elle est plus commode que rationnelle et elle ne nous a pas donné le maître-mot de l'évolution.

Des êtres les plus communs, les plus banals, nous ne savons encore que peu de choses. Pour beaucoup, nous ignorons toujours combien de temps ils vivent, ce qu'ils mangent, comme ils se reproduisent, ni leurs constituants chimiques, leurs échanges avec le milieu, leurs réactions et leurs modes de vie. Les données que nous possédons sont éparses et trop souvent ont été acquises si brièvement qu'elles manquent de sûreté et d'ampleur.

Pour aller plus loin, il faut beaucoup de temps, de travail, d'observateurs ayant fait choix d'un domaine et d'une méthode.

Il y a deux siècles, il n'était pas un salon où l'on

ne discutât d'histoire naturelle ; le grand génie de la chimie allait être un fermier général et les plus beaux livres de science s'éditaient « aux dépens » des grands de la terre. Il y a cinquante ans, la France pouvait s'enorgueillir d'une pléiade de zoologistes amateurs aussi savants que des professionnels. Faut-il que se perdent de telles traditions ?

Pour étudier la mer, il n'est que d'y aller ; les uns peuvent explorer à pied le rivage, les autres profiter de leurs navigations. Pendant longtemps, la Marine nationale embarqua pour chaque grand voyage, pour chaque expédition lointaine des savants, des médecins dont les récoltes ont enrichi les collections du Muséum national et permis les longs catalogues descriptifs du XIX^e^ siècle ; elle vient heureusement de renouer cet usage. Les grands yachts qui parcourent les mers peuvent aussi fournir une riche contribution ; il n'est que de songer aux trésors recueillis par le prince Albert de Monaco. Depuis le *Challenger*, toutes les nations maritimes ont organisé des croisières scientifiques ou même équipé des navires-laboratoires spéciaux pour collaborer à l'œuvre immense de la connaissance des mers ; la France, après un glorieux début avec le *Travailleur* et le *Talisman* n'a pas continué son effort ; le Prince de Monaco est mort ; Charcot a fini tragiquement sur son vieux *Pourquoi-Pas ?* ; le dernier-né, le *Président-Théodore-Tissier* de l'Office des Pêches n'est peut-être plus qu'un souvenir !

Heureusement la France possède de nombreux laboratoires maritimes disséminés sur toutes les côtes ; la haute mer leur est interdite faute de moyens mais la zone néritique et surtout l'intercotidale leur sont accessibles, et on leur doit presque tout ce qu'on sait de la biologie marine. On y trouve des bassins d'observation et d'élevage, des salles de travail

pourvues de microscopes, et même de plus en plus des appareils de physiologie et des installations d'analyses chimiques indispensables. Dans ceux des universités passent tous les étudiants en sciences naturelles qui y viennent faire des récoltes sur le terrain et des exercices pratiques de dissection ; ils apprennent ainsi à observer et à expérimenter et certains y acquièrent l'amour de la mer. Dans tous, ceux d'enseignement comme ceux de recherches, des savants viennent passer leurs studieuses vacances et poursuivent des études personnelles qui font progresser notre connaissance de la vie dans les mers. Mais il y a tant à voir et à chercher que leur activité, quelque grande qu'elle soit, n'atteint pas à tous les domaines et bien des collaborations restent nécessaires.

De ce petit livre, trop bref, il n'est pas une ligne qui ne résume, qui ne condense de laborieux efforts ; il n'en est pas une non plus qui ne demande de vastes compléments. Puisse-t-il susciter des curiosités, des vocations, des concours!

« La langue manque pour dire et la main pour écrire toutes les merveilles de la mer. »

TABLE DES MATIÈRES

Pages

Avant-Propos 5

Chapitre Premier. — **Le milieu marin** 6

Géographie, 6. — Géologie, 14. — Divisions biogéographiques, 19.

Chapitre II. — **Les êtres vivants des mers**..... 27

Récoltes et classifications, 27. — Algues, 32. — Phanérogames, 36. — Protozoaires, 37. — Métazoaires, 38. — Spongiaires, 40. — Cœlentérés, 41. — Echinodermes, 44. — Vers, 46. — Annélides, 50. — Crustacés, 51. — Autres Arthropodes marins, 56. — Mollusques, 58. — Prochordés, 62. — Poissons, 64. — Autres Vertébrés marins, 67.

Chapitre III. — **La biologie marine** 70

Les formes, 70. — Les structures, 74. — La génération et les développements, 77. — Les constituants chimiques, 87. — Les fonctions, 90. — Les réactions, 96. — Les modes de vie, 100.

Chapitre IV. — **Les ressources des mers**..... 113

Produits végétaux, 114. — Produits animaux, 115. — Les « cultures », 117. — Les pêches, 118.

Chapitre V. — **Les moyens et les besoins de recherches**.. 124

Imprimerie des Presses Universitaires de France. — Vendôme (France)