

Instituut voor Zeewetenschappelijk onderzoek  
Institute for Marine Scientific Research  
Prinses Elisabethlaan 69  
8401 Bredene - Belgium - Tel. 059 / 80 37 15

EXTENSION DE L'UNIVERSITÉ LIBRE DE BRUXELLES

12120

---

# L'OCÉANOGRAPHIE

PAR

PAUL PELSENEER

MEMBRE DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE

AGRÉGÉ A LA FACULTÉ DES SCIENCES



Vlaams Instituut voor de Zee  
*Flanders Marine Institute*

BRUXELLES

—  
IMPRIMERIE UNIVERSITAIRE J.-H. MOREAU

4, Rue d'Or, 4

—  
1904

# L'OCÉANOGRAPHIE

L'Océanographie est, à proprement parler, la partie de la géographie physique qui traite des Océans. — Jusqu'à une époque relativement récente, l'étude de l'Océan n'était qu'une science appliquée, se bornant aux notions « hydrographiques » qui concernent le voisinage immédiat des côtes et sont nécessaires à la navigation. Mais l'Océanographie ne s'est constituée comme science pure et comme branche autonome, que dans la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, sous l'influence des naturalistes, qui ont fait faire à la connaissance des mers, ses plus grands progrès.

## Leçon I.

### Les Océans.

#### I.

#### Les bassins océaniques

1. L'Océan couvre les 71 centièmes de la surface du globe. Mais les eaux marines et les continents sont très inégalement distribués : dans l'hémisphère N, les Océans se terminent tous en pointe et, entre 60 et 70° de latitude N, il y a plus de 70 % de terres ; au contraire, dans l'hémisphère Sud, ce sont les continents qui se terminent en pointe et, entre 50 et 60° de latitude S., il y a 99,2 % d'eaux.

Et si l'on prenait Bruxelles et son antipode comme pôles, on obtiendrait respectivement : d'une part, un hémisphère continental (avec la presque totalité des terres émergées), où le rapport des eaux et des terres est 1,1 : 1, — et d'autre part, un hémisphère océanique, où leur proportion devient 8,5 : 1.

2. Le contact entre les terres et les mers a lieu suivant une ligne de côtes dont le développement est évalué à près de 260,000 kilomètres. Mais celui-ci n'est pas réparti entre les divers continents proportionnellement à leur superficie : ainsi, l'Afrique n'a guère qu'un kilomètre de côtes par 1420 kilomètres<sup>2</sup> de surface, tandis que l'Europe en possède 1 par 289 kilomètres<sup>2</sup>.

3. Les hauteurs des continents et les profondeurs des Océans sont mesurées à partir du niveau des plus basses mers. Celui-ci, toutefois, n'est pas un niveau constant et uniforme pour toute la planète; il peut varier avec la distance à la côte, avec la salure de l'eau, avec la pression atmosphérique, etc. — Sous réserve de ces différences, la plus grande profondeur océanique connue est de 9636 m. (dans le S. W. du Pacifique), tandis que la plus grande hauteur continentale n'est que 8840 m. (Sud de l'Asie).

4. Mais si les très grandes profondeurs sont peu communes dans l'Océan, les saillies très hautes sont encore plus rares sur la terre ferme; et la hauteur *moyenne* des continents est beaucoup moins élevée au-dessus du niveau de la mer que la profondeur moyenne des océans ne se trouve enfoncée au-dessous de ce niveau.

La première valeur, en effet, est voisine de 700 mètres; la seconde atteint près de 4000 mètres.

5. Le volume des eaux marines vaut environ 15 fois celui des masses terrestres situées au-dessus du niveau de la mer; cette masse serait un peu plus considérable encore, si l'eau était absolument incompressible : car, par suite de la compressibilité de l'eau de mer, l'Océan perd, à peu près, 35 mètres de sa hauteur.

Si toute la masse des terres émergées était déposée dans les Océans, en y formant un fond uni, notre globe serait encore entièrement couvert par une couche d'eau de 2,500 mètres d'épaisseur.

6. En égard aux dimensions de la Terre, ces différences de niveau entre les hauteurs continentales et les profondeurs océaniques sont fort peu de chose. Sur un globe de la hauteur d'un homme, ces dernières seraient représentées par 1 millimètre et un quart, c'est-à-dire qu'elles seraient presque inappréciables à l'œil et n'altéreraient pas la forme régulièrement sphéroïdale de notre Planète.

Il en résulte donc que le fond des Océans, comme le reste de la face de la Terre, est absolument *convexe*, et nullement *concave*.

## II.

### Le fond des Océans.

1. Le fond des mers n'offre pas les mêmes inégalités que la surface terrestre. Il est régulièrement constitué d'immenses plaines uniformes, dont l'inclinaison est toujours très faible et souvent inférieure à 1°. Il n'y a guère d'exception que pour la base des îles océaniques d'origine volcanique, où la pente est parfois très brusque.

2. Cependant, d'une façon générale, il y a un changement régulier de l'inclinaison du fond : en premier lieu, vers la profondeur de 200 mètres, à partir de laquelle l'angle de pente est plus grand, jusqu'aux environs de 3000 mètres (au-delà commence le grand plateau à faible inclinaison), — puis, en second lieu, au voisinage de 6,000 mètres jusqu'aux plus grandes profondeurs, la pente est de nouveau plus vive.

3. Il résulte de cette disposition que :

1° Autour des continents, sur une étendue plus ou moins con-

sidérable, il y a, jusqu'à 200 mètres de profondeur, un « *plateau continental* », appartenant morphologiquement au continent même, et sur lequel s'est exercée l'action érosive des eaux agitées;

2° Au-delà de ce niveau, les lignes successives d'égale profondeur (« *isobathes* ») sont peu éloignées l'une de l'autre; et si la mer s'abaissait de 2,000 ou 3,000 mètres, la forme relative des masses continentales serait peu altérée;

3° Au-delà de 6,000 mètres, existent des *fosses*, à parois brusquement inclinées, jusqu'à plus de 8,000 mètres pour certaines d'entr'elles.

4. Ces fosses les plus profondes sont situées dans l'Ouest de l'Océan Atlantique (au N. de Porto Rico : fosse de Nares) et dans l'Ouest de l'Océan Pacifique (au N.-E. du Japon : fosse du Tuscarora; au S.-E. des îles Mariannes : fosse du Challenger; au N.-E. de la Nouvelle Zélande : fosse de Aldrich).

5. Aucune fosse ne se trouve au centre d'un Océan (pas plus que les hauts sommets terrestres ne sont au centre des continents); l'axe de l'Océan Atlantique et le centre du Pacifique Sud sont même occupés par des plateaux qui ne sont guère couverts que par un peu plus de 3,000 mètres d'eau. — Les grandes profondeurs sont, au contraire, relativement voisines des terres. Le relief de notre Planète est ainsi dépourvu de symétrie, ou dyssymétrique.

6. Les plus grands creux océaniques peuvent être considérés comme permanents depuis les temps les plus reculés, quoique avec moins de profondeur à l'origine. Mais la configuration des terres et des mers n'a pas toujours été ce qu'elle est aujourd'hui; le long et étroit Océan Atlantique, par exemple, est de formation assez récente.

7. Ce n'est qu'exceptionnellement qu'il y a des roches dures ou cohérentes sur le fond de la mer; celui-ci est uniformément formé de matériaux meubles. Jusqu'à la profondeur où l'agitation de l'eau se fait sentir (environ 200 mètres), le fond n'est couvert

que de particules grossières et lourdes (graviers, sables, etc); mais au-delà de ce niveau, il est entièrement constitué par une boue ou vase très fine. Cette profondeur de 200 mètres est donc marquée par la « ligne de boue ».

8. A proximité des continents (à moins de 370 kilomètres en moyenne), cette boue est formée de matériaux d'origine continentale, ou terrigènes; plus loin des côtes, elle est exclusivement composée de débris d'organismes vivant vers la surface des Océans (ou pélagiques) et de poussières d'origine volcanique et cosmique tombées sur la mer.

9. La majeure partie des boues « terrigènes » provient des matériaux solides en suspension, apportées par les fleuves (quantité évaluée à près de 10 milliards et demi de mètres<sup>3</sup> par an). La présence de sels dans l'eau de mer est cause de la « floculation » de ces substances solides les plus fines, qui se déposent ainsi rapidement.

10. Le caractère des boues « pélagiques » dépend des organismes à carapace siliceuse ou calcaire qui prédominent à la surface. Cependant, à de très grandes profondeurs (et sur l'énorme étendue de 133 millions de kilomètres<sup>2</sup>) se trouve une boue rougeâtre (par suite de la présence d'oxydes de fer et de manganèse), où prédominent les éléments inorganiques amorphes, ces derniers sont dus à la transformation de cendres et de poussières volcaniques diverses, tombées à la surface ou provenant d'éruptions sous-marines.

---

BIBLIOGRAPHIE.

THOULET. — *Océanographie* (Statique), Paris, 1890.

MURRAY. — *Oceanography* (Geographical Journal), 1899.

KRÜMMEL. — *Der Ozean*. Leipzig, 1902.

---

## Leçon II.

### L'Eau de Mer.

#### I.

##### Propriétés de l'Eau de Mer.

A. PROPRIÉTÉS OPTIQUES. — 1. La couleur de l'eau pure est bleue. Cette couleur n'est pas altérée par les substances incolores en solution dans l'eau de mer ; de sorte que celle-ci, lorsqu'elle n'est pas souillée, est également bleue. Mais cette couleur est souvent modifiée par des substances inorganiques en suspension (Mer du Nord), ou par des organismes végétaux microscopiques (Mer Rouge, mers polaires).

2. La transparence de l'eau de mer est naturellement proportionnelle à sa pureté : les mers bleues sont donc les plus transparentes. Le maximum a été trouvé dans l'Adriatique, où des objets de couleur blanche sont encore visibles à 54 mètres de profondeur ; arrivée à ce niveau, la lumière qui éclaire ces objets est donc encore assez intense pour être perçue par l'œil, après avoir traversé une seconde fois cette épaisseur d'eau.

3. Mais l'eau de mer ne laisse pas passer également tous les rayons de différente couleur ; contrairement à l'air (qui absorbe surtout les radiations violettes et bleues), ce sont les rayons rouges et orangés (donc les moins réfrangibles) qui sont arrêtés

le plus vite par l'eau. A 14 mètres, toute trace de lumière rouge a disparu. Mais les rayons chimiques (violets et ultra violets) en grande partie invisibles à notre œil, peuvent encore, dans une eau très transparente et vers l'heure de midi, impressionner des plaques photographiques ultra rapides, jusqu'aux environs de 380 mètres.

4. On peut donc en conclure que la masse des eaux marines se divise en deux zones ; une première, superficielle et *diaphane*, dont l'éclairage diurne n'est plus guère sensible au delà de 200 mètre, — et une seconde, obscure ou *aphotique*, au dessous de ce niveau.

B. PROPRIÉTÉS CHIMIQUES.—1. L'eau de mer est salée, en même temps que légèrement alcaline. La nature des sels dissous et leur proportion relative sont constantes ; ces sels sont : chlorure de sodium (plus des  $\frac{3}{4}$  de la totalité), chlorure de magnésium ( $\frac{1}{10^e}$ ), sulfate de magnésium ( $\frac{1}{20^e}$ ), sulfate de calcium ( $\frac{1}{27^e}$ ), sulfate de potassium ( $\frac{1}{40^e}$ ), carbonate de calcium ( $\frac{3}{1000^{es}}$ ), bromure de magnésium ( $\frac{2}{1000^{es}}$ ).

2. La quantité moyenne de sels dans l'eau de mer est de 34 grammes par kilogramme. Cette moyenne donnerait, pour la masse totale des sels contenus dans l'Océan, une couche de 52 mètres d'épaisseur sur tout le fond de ce dernier.

3. Le degré de salinité peut varier assez bien d'un point à un autre ; il dépend essentiellement : 1° de l'apport d'eau douce par les fleuves ; 2° de la quantité de pluie tombant annuellement dans la région considérée ; 3° de l'évaporation.

Cette salinité est généralement moindre dans les régions polaires que sous les tropiques ; elle est moindre aussi vers les côtes qu'au large. Le maximum s'observe au fond N de la Mer Rouge : 52,32 grammes par kilogramme ; le minimum est constaté au fond du Golfe de Bothnie (Mer Baltique) : de 2 à 3 grammes par kilo.

4. L'eau de mer dissout aussi les gaz de l'atmosphère : mais

dans cette solution, ceux-ci ne se trouvent plus dans la même proportion que dans l'air. L'oxygène est en effet plus soluble que l'azote ; et, vers la surface, ces gaz se trouvent dans le rapport moyen suivant : Oxygène, 34, pour Azote, 66 ; alors que dans l'air atmosphérique, leur proportion, en chiffres ronds, est 23 et 77, respectivement.

5. La solubilité augmentant avec l'abaissement de la température, les Mers froides sont encore plus chargées d'oxygène que les Mers chaudes. — Mais dans la profondeur, la teneur en oxygène va en décroissant, tandis que l'azote reste sensiblement constant. — Enfin l'eau de mer renferme de l'anhydride carbonique et peut en absorber jusqu'à 30 fois plus que l'eau douce.

C. DENSITÉ. — 1. La densité de l'eau de mer dépend non seulement de sa salure (facteur principal), mais encore de sa température. Elle oscille, pour les mêmes causes que la salinité, autour d'une moyenne de 1.026 (pour une température de + 17°5 C), correspondant à une teneur de 3,4 grammes des sels ‰.

2. La densité diminue du large vers les côtes et, en général, des Mers tropicales vers les Mers polaires. Elle est supérieure dans les zones tropicales des vents alizés, où se produit le maximum d'évaporation. La plus forte densité absolue a été rencontrée dans la Mer Rouge : 1,031 (certains lacs salés renferment de l'eau plus dense encore, la Mer Morte par exemple ; mais les sels n'y sont pas les mêmes que dans l'Océan) ; — la plus faible densité s'observe dans la Mer Baltique : 1.003.

3. L'eau de mer en s'échauffant devient plus légère et les eaux chaudes des régions tropicales sont moins denses que les eaux froides de même salinité. — D'autre part, en se refroidissant, l'eau pure après s'être alourdie jusqu'à + 4° C, redevient de nouveau plus légère au delà. Pour l'eau de mer, l'alourdissement continue jusqu'à de très basses températures, d'autant plus basses que la salure est plus forte ; et si l'on peut empêcher la congélation, l'eau de mer de salinité moyenne voit augmenter sa densité jusque vers — 4° C.

## II.

### Physique de la Mer.

A. **PRESSION.** — 1. Tout corps plongé dans un fluide est comprimé par celui-ci. La pression exercée ainsi par l'eau de mer augmente d'une atmosphère (soit environ 100 kilos par décimètre<sup>2</sup>) pour 10,7 mètres de profondeur. Cette augmentation de pression y est très régulière, par suite du faible coefficient de sa propre compressibilité: de sorte que vers 100 mètres, chaque décimètre<sup>2</sup> supporte une pression de 1100 kilos et vers 8000 mètres, de plus de 80. 000 kilos.

2. Tout objet plein d'air à la pression ordinaire, que l'on immerge à une profondeur suffisante (en le chargeant de poids), est rapidement écrasé, s'il est parfaitement clos, — ou bien brusquement ouvert et rempli d'eau s'il est simplement bouché.

3. Aussi les plongeurs, dont les poumons sont pleins d'air à la pression ordinaire, ne peuvent-ils s'enfoncer, sans danger, à une profondeur considérable; les scaphandriers ne peuvent pas descendre beaucoup plus bas, parce qu'il faut, dans leur scaphandre, comprimer l'air à une pression égale à celle de l'eau extérieure. Enfin, les Cétacés, qui sont des animaux à poumons, ne paraissent pas pouvoir plonger jusqu'à 100 mètres.

### B. TEMPÉRATURE. — a) *A la surface.*

1. L'eau s'échauffe et se refroidit moins vite que l'atmosphère, de sorte que :

1° La température superficielle de la mer est rarement égale à celle de l'air en contact avec elle, et qu'il n'y a pas concordance entre les isothermes atmosphériques et les isothermes océaniques superficielles ;

2° L'eau de mer ne présente pas d'aussi amples variations annuelles de température que l'air; ainsi à Verkhoïansk (Sibérie),

l'amplitude de variations annuelles de la température atmosphérique atteint 106°C; l'amplitude maximum, pour l'eau superficielle de l'Océan est de 28° (dans les régions tempérées, vers les côtes E. des continents de l'hémisphère N); mais elle est encore bien moindre dans les mers polaires et tropicales, où souvent elle ne dépasse pas 6°C. ;

3° L'eau de mer est moins chaude que l'air en été et moins froide l'hiver: ainsi sur les côtes de la Mer du Nord, au mois de juin, elle a 1° de moins; en automne et en hiver, 2° de plus en moyenne (jusqu'à 2,5° en novembre); et la différence est encore plus grande en plein Océan.

2. Le maximum de température observé à la surface de l'Océan est + 35°,5 (Golfe Persique), le minimum, — 3°,3 (à l'Est de la Nouvelle Ecosse). Sur plus de la moitié de son étendue, la mer n'est jamais plus froide que 15°,5; et sur un tiers de cette surface, la température ne descend jamais au dessous de 21°,1.

b) *Dans la profondeur :*

1. La température s'abaisse à mesure qu'augmente la profondeur; en outre, plus la distance à la surface est grande, moins grande est la différence de température entre deux points éloignés, de latitude différente: elle ne dépasse pas, en effet, 1°,1, dans les plus grandes profondeurs.

2. A 1,000 mètres, la température moyenne est + 4°; à 4,000 mètres, + 1°,8; au delà, la diminution est de plus en plus lente. La presque totalité du fond des Océans est à une température inférieure à 4°,4 et les quatre dixièmes de ce fond, en dessous de 1°,6.

3. Les mers fermées par un seuil élevé font exception à cette règle; la Méditerranée, par exemple, qui ne communique avec l'Océan que par un détroit très peu profond, montre une température uniforme de 12°,7, depuis 350 mètres jusqu'à sa plus grande profondeur (4,400 mètres; à ce dernier niveau, l'Océan Atlantique — sous la même latitude — se trouve en dessous de 2°).

4. Les variations de température, journalières et saisonnières, deviennent de plus en plus faibles à mesure que la profondeur augmente ; et un peu avant 200 mètres, elles sont tout à fait nulles, c'est-à-dire que l'état thermique y est invariable.

5. L'eau de mer se solidifie entre  $-2^{\circ},5$  et  $-3^{\circ},3$ . Ainsi se constitue la banquise, atteignant souvent 10 mètres, mais dont  $1/8^{\circ}$  seulement émerge. Cette glace de mer est presque entièrement privée de ses sels (elle en a perdu les  $49/50^{\text{es}}$ ). Outre la banquise, les Océans portent encore les Ice-bergs, qui sont des portions de la couverture de glace des terres polaires, lentement descendues vers le littoral, où elles deviennent libres.



## Leçon III.

### Dynamique de la Mer.

A. COURANTS SUPERFICIELS. — 1. Chaque Océan ou moitié (septentrionale et méridionale) d'Océan, possède son système de courants qui lui est propre ; aucun courant ne sort de l'Océan où il a pris naissance.

L'apparente irrégularité des courants est due à la configuration des côtes. Mais l'observation montre qu'ils obéissent à une loi générale, qu'il y a une étroite relation entre la direction des grands courants océaniques et les vents dominants et que ceux-ci sont la cause essentielle des premiers.

2. Au N et au S de l'Equateur (vers 10° de latitude), les vents alizés déterminent un courant « équatorial » de l'Est à l'Ouest (entre les deux cirque un « contre-courant » de sens inverse). Chaque courant équatorial arrivant vers le rivage Ouest de son Océan, s'infléchit au côté polaire, jusqu'au 40° ou 45° parallèle, suivant lequel il retransverse l'Océan, de l'Ouest à l'Est ; arrivé à la côte, il se rend alors dans la zone polaire, d'où il revient le long du rivage Ouest, jusqu'à 40 ou 45°, formant ainsi un S complet mais retourné.

3. Le caractère fondamental de cette circulation est le transport vers les pôles d'eaux chaudes tropicales et, vers les régions chaudes, d'eaux froides des zones polaires ; ainsi se trouve réalisée une uniformité plus grande des températures de l'Océan.

4. Dans l'intérieur des circuits formés par les courants, se trouvent des zones de calme (correspondant assez bien aux aires de pression atmosphérique maximum) ; les algues arrachées aux continents s'y accumulent souvent, en formant des « mers de sargasses. »

5. On peut prendre comme type des courants de surface, le Gulf-Stream, — le plus puissant et le plus régulier de tous, parce que, à son origine, ses eaux sont plus élevées et plus chaudes que celles de tout autre et parce que, sur son parcours entier, les vents régnants ont, en toute saison, exactement la même direction que lui.

Vers son origine (courant de Floride), il est encore très étroit et sa vitesse maximum peut atteindre 9 kilomètres à l'heure ; sa température y est de 5° plus élevée que celle de ses « rives », mais la différence augmente beaucoup plus au Nord.

B. INFRA-COURANTS. — A une profondeur modérée (300 à 400 mètres maximum) s'observent des courants de densité, particuliers aux détroits qui font communiquer entre elles des mers de poids spécifiques différents, ils sont de direction contraire à celle des courants de surface dans ces mêmes détroits ; leurs force et niveau sont sujets à variations.

C. CIRCULATION « VERTICALE ». — 1. Mais la circulation n'est pas localisée à la surface et dans ses environs. Toute la masse des Océans est aussi en mouvement, avec une lenteur excessive toutefois. Cette circulation profonde a pour cause des différences de densité (c'est-à-dire de température et de salinité).

2. Les eaux superficielles des mers polaires et des parties froides des grands Océans, refroidies par les basses températures régnant dans ces régions, deviennent plus denses et descendent dans la profondeur. Ces eaux polaires froides s'enfoncent toujours d'avantage, déplaçant des eaux moins froides et moins lourdes, puis s'avancent peu à peu jusqu'à l'Equateur où elles font remonter au dessus d'elles les eaux tropicales profondes, moins denses.

D. VAGUES. — 1. Elles sont dûes à l'action du vent, et leurs hauteur, longueur et vitesse augmentent avec la force de ce dernier. Le rapport entre la longueur et la hauteur des vagues va en décroissant, à mesure que grandit la force du vent : ainsi, pour une vitesse de 8 mètres par seconde, la longueur est 63 fois

la hauteur; elle ne l'est que 16,5 fois pour une vitesse de 16 mètres.

2. La vitesse maximum des vagues atteint 30 mètres par seconde; la plus grande hauteur observée avec certitude est entre 15 et 18 mètres; la plus grande longueur, d'environ 800 mètres. Mais ces diverses valeurs sont plutôt exceptionnelles et des vagues de 7 mètres sont déjà très hautes.

3. La puissance des vagues est très considérable: sur une surface d'un mètre<sup>2</sup>, elles exercent une pression de 3,500 kilogrammes en moyenne; et cette pression peut être dix fois plus forte, par des tempêtes extraordinairement violentes. — Une grande vague de 10 mètres de haut, de 200 mètres de long et d'une vitesse de 11 mètres par seconde, renferme 1350 chevaux de force par mètre transversal.

4. Des vagues hautes et fortes exercent leur action jusqu'à une profondeur qui varie entre 150 et 200 mètres.

E. ONDES SEISMQUES. — Les éruptions volcaniques violentes produisent à la surface des mers, des ondes qui se transmettent avec une vitesse excessive (277 m. par seconde, à l'origine, pour le Krakatoa, 1883) et d'une intensité suffisante pour traverser tous les Océans du globe.

Des raz de marée d'origine seismique également, se sont manifestés dans l'Amérique méridionale (côte Ouest) et dans l'Archipel malais, par des vagues atteignant 35 mètres de hauteur et pénétrant jusqu'à 3 ou 4 kilomètres à l'intérieur des terres.

F. MARÉES. — 1. Le phénomène des marées consiste en une onde océanique se déplaçant à la surface de la Terre et causant, deux fois en 24 heures, une élévation et un abaissement du niveau de la mer.

2. L'amplitude des marées est faible en plein Océan: entre 60 et 90 centimètres autour des îles très éloignées des continents. Par contre, elle atteint une valeur considérable partout où un obstacle vient contrarier la propagation de l'onde de marée:

particulièrement dans les détroits rétrécis, les fonds de golfes, certaines embouchures de fleuves, etc.

3. Les maximums ainsi observés sont d'environ 20 mètres. au fond de la Baie de Fundy (Nouvelle-Ecosse), une quinzaine de mètres au fond de la Baie du Mont St-Michel, près de 13 mètres vers l'entrée orientale du détroit de Magellan, etc. — Sur la côte belge cette amplitude est voisine de 5 mètres.

4. Les mers intérieures sont caractérisées par des marées très faibles ; leur valeur est de 30 centimètres en moyenne dans la Méditerranée ; au fond de la Mer Baltique, elles sont presque nulles.

5. La marée se fait sentir dans les estuaires des fleuves, souvent à une distance considérable de l'embouchure : jusqu'à Gand, dans l'Escaut ; jusqu'à Hankow dans le Yang-tse-Kiang ; jusqu'à 1000 kilomètres de l'estuaire, dans le fleuve des Amazones. Cette pénétration a pour effet, aux fortes marées d'équinoxe, le phénomène du « mascaret » ou « bore ».

6. L'origine des marées se trouve dans l'attraction exercée essentiellement par la lune, puis par le soleil, sur les parties liquides de la surface terrestre. Cette attraction produit un « flot », circulant dans le sens du mouvement apparent de la lune.

Les attractions lunaire et solaire ne s'exerçant que deux fois par mois dans la même direction (pleine lune et nouvelle lune), c'est alors que l'amplitude des marées est la plus grande ; dans l'intervalle (premier et dernier quartiers), les deux attractions se contrariant, les marées sont plus faibles.

7. Le flot de marée a sa vitesse considérablement ralentie quand la profondeur de la mer diminue : ainsi pour 10 mètres de profondeur sa vitesse n'est plus que de 25 kilomètres à l'heure, au lieu de 850 kilomètres pour les profondeurs de 8,000 mètres.

Le flot de marée engendre le long des côtes des courants alternatifs, dont la vitesse peut atteindre une quinzaine de kilomètres par heure et qui sont capables d'exercer sur les fonds meubles des transformations profondes.

G. ACTION RÉCIPROQUE DES MERS ET DES TERRES. — 1. Les vagues et courants de marée érodent les côtes dont ils déterminent une « abrasion » plus ou moins rapide, rongant les falaises dures et hautes ; c'est ainsi que le Pas de Calais s'élargit annuellement d'un quart de mètre sur chaque rive.

2. Outre ce que leur enlève l'érosion marine, les continents cèdent encore aux Océans une portion notable de leur masse, par les alluvions qu'y portent les fleuves (1<sup>re</sup> leçon, II, 9). Cette érosion intérieure est 20 fois plus puissante que l'érosion marine ; et si elle se continuait toujours avec son intensité actuelle, en moins de 7 millions d'années, tous les continents seraient rasés jusqu'au niveau de la mer.

3. Ces alluvions continentales les plus fines, qui ne se déposeraient dans l'eau douce qu'avec une extrême lenteur, se précipitent rapidement dans l'eau salée, pour la plus grande partie au voisinage des terres ; ainsi se forment : des bancs, à l'embouchure des fleuves tranquilles, dans les mers à marée considérable, avec courants le long des côtes, — ou des deltas, à celle des fleuves plus rapides, arrivant dans des mers à faible marée, sans courant côtier.

4. Enfin les ice-bergs emportent dans l'Océan des débris continentaux des terres polaires ; par la fusion de leur glace, ils déposent au fond de la mer des quantités considérables de substance solide (par exemple sur le banc de Terre Neuve).

D'autre part, à côté de son travail destructeur, l'Océan exécute aussi un travail de construction, par l'édification de cordons littoraux, le long de certaines côtes plates et par la rectification de rivages découpés, grâce à des apports de sables, etc.

---

#### BIBLIOGRAPHIE.

- THOULET. — *Océanographie* (Dynamique), Paris, 1896.  
DE LAPPARENT. — *Cours de Géographie physique*. 2<sup>e</sup> édition, Paris, 1898.
-

## LISTE DES SYLLABUS PARUS :

- |  |   |
|--|---|
| <p><b>M. Bergé</b><br/>Chimie industrielle (ép.)</p> <p><b>M. Boisacq</b><br/>La Sculpture grecque</p> <p><b>M. Ch. Bommer</b><br/>L'Influence des Végétaux sur le développement des Sociétés humaines (ép.)</p> <p><b>M. J. Bordet</b><br/>La Vie et l'Œuvre de Pasteur</p> <p><b>M. J. Capart</b><br/>Pourquoi les Égyptiens faisaient des Momies? (ép.)</p> <p><b>MM. J. Capart et J. De Mot</b><br/>L'Évolution de l'Art dans l'Antiquité</p> <p><b>M. E. Cattier</b><br/>Le Naturalisme littéraire (ép.)</p> <p><b>M. F. Cattier</b><br/>Principes de Colonisation</p> <p><b>M. J. Chot</b><br/>L'Évolution de l'Art littéraire français en Belgique<br/>Histoire de la Renaissance artistique en Italie.</p> <p><b>M. T. Claes</b><br/>Cours de Cosmographie</p> <p><b>M. Clautriau</b><br/>La Chimie dans la vie quotidienne</p> <p><b>M. Cocq</b><br/>Erreurs et préjugés populaires concernant la Médecine (ép.)<br/>L'Alimentation (ép.)</p> <p><b>M. Cornil</b><br/>L'Assurance municipale contre le chômage involontaire (4 fr.)</p> <p><b>M. Crismer</b><br/>Les Frontières de la Physique et de la Chimie (ép.)</p> <p><b>M. Dallemagne</b><br/>Criminologie (ép.)</p> <p><b>M. De Boeck</b><br/>L'Alcoolisme physiologique et social<br/>Les Frontières de la Folie</p> <p><b>M. Debray</b><br/>Comment naît et se conserve l'Intelligence.</p> | <p><b>M. Ch. De Keyser</b><br/>Considérations générales sur la Machine à vapeur et les autres Moteurs thermiques.</p> <p><b>M. De Leener</b><br/>L'Évolution industrielle et les Trusts</p> <p><b>M. J. Demoor</b><br/>Les Bases scientifiques de l'éducation<br/>L'École (épuisé)<br/>L'Éducation physique<br/>Évolution fonctionnelle du Système nerveux (ép.)<br/>La Lutte de l'Organisme contre les Maladies infectieuses<br/>Physiologie de l'Esprit<br/>Quelques grands faits de la Biologie (Nutrition et Irritabilité)</p> <p><b>M. J. De Mot</b><br/>La Grèce de Minos et d'Agamemnon</p> <p><b>M. Depage</b><br/>Les premiers soins à donner en cas d'accidents (ép.)</p> <p><b>M. P. De Reul</b><br/>La Vie du Langage<br/>Les Poètes anglais du XIX<sup>e</sup> siècle<br/>Le Théâtre de Shakespeare</p> <p><b>M. G. Des Marez</b><br/>Les Villes Flamandes</p> <p><b>M. L. Dollo</b><br/>Les grandes époques de l'Histoire de la Terre<br/>Les Ancêtres des Animaux domestiques<br/>Poissons belges et Poissons du Congo</p> <p><b>MM. Donny &amp; Goldschmidt</b><br/>Le Pendule de Foucault</p> <p><b>M. L. Dumont-Wilden</b><br/>Les Grandes Époques de l'Esprit Français</p> <p><b>M. L. Errera</b><br/>Existe-t-il une force vitale?<br/>Les Bases scientifiques de l'Agriculture</p> <p><b>M. P. Errera</b><br/>Les Institutions communales belges<br/>Littérature française : Historiens et Chroniqueurs<br/>Littérature française : Philosophes et Moralistes<br/>Quelques aspects de l'Évolution de la Propriété<br/>Quelques Historiens français</p> |
|--|---|

En vente à la **Librairie Lamertin**, Rue Marché-au-Bois, 20,  
au prix de **75 centimes** l'exemplaire.

# LISTE DES SYLLABUS PARUS :

(Suite)

- |   |  |
|---|--|
| <b>M. Franck</b><br>La Législation féministe (ép.)  | <b>M. Pelseener</b><br>Les Abîmes de la Mer et leurs Habitants.  |
| <b>M. Goblet d'Alviella</b><br>Les premières Civilisations<br>Les Origines du Christianisme d'après l'exégèse contemporaine   | <b>M. Pergameni</b><br>Le Théâtre français au XIX <sup>e</sup> Siècle (ép.)<br>Le Roman au XIX <sup>e</sup> Siècle (épuisé)<br>Origine et Développement du Romanisme en Europe et principalement en France (ép.) |
| <b>M. R. Goldschmidt</b><br>Quelques actualités scientifiques (ép.)   | Le Théâtre politique en France depuis 1789   |
| <b>M. Hanssens</b><br>Le Contrat de Travail (ép.)   | <b>M. Petrucci</b><br>Histoire de la Peinture Flamande<br>Histoire générale de l'Art<br>Rubens et ses Contemporains  |
| <b>M. Heger</b><br>Les Fonctions du Système nerveux<br>L'Alimentation (ép.)<br>Histoire de la Physiologie   | <b>M. M. Philippon</b><br>La Vie au sein des Mers  |
| <b>M. A. Herlant</b><br>Les Falsifications des Denrées alimentaires (ép.)   | <b>M. E. Pierard</b><br>L'Électricité et quelques-unes de ses Applications   |
| <b>M. A. Hubens</b><br>Histoire de l'Art musical  | <b>M. Plas</b><br>Principes de colonisation<br>La Chine.   |
| <b>M. M. Huisman</b><br>L'Évolution du Commerce en Belgique   | <b>M. L. Querton</b><br>La Médecine préventive<br>Les grands rouages de la Machine humaine   |
| <b>M. A. Lameere</b><br>Le Transformisme<br>Le Transformisme expérimental<br>Les Associations biologiques   | <b>M. R. Sand</b><br>Cours élémentaire d'Hygiène   |
| <b>M. E. Lameere</b><br>Histoire du Livre   | <b>M. Van Lint</b><br>Comment nous pouvons éviter les Maladies nerveuses   |
| <b>M. L. Leclère</b><br>Les grands faits de l'Histoire du Moyen-Age<br>Histoire contemporaine (1789-1815)<br>Histoire contemporaine (1815-1852)<br>Histoire contemporaine depuis 1852 | <b>M. Van der Rest</b><br>Les Classes ouvrières dans le passé  |
| <b>M. Le Marinel</b><br>L'Utilité des Exercices physiques   | <b>M. J. Verhoogen</b><br>Les Progrès de la Chirurgie (ép.)  |
| <b>M. J. Massart</b><br>Impressions de la Nature équatoriale<br>Le Désert<br>La Guerre et les Alliances entre Animaux et Végétaux<br>Comment les Montagnes se font et se défont       | <b>M. R. Verhoogen</b><br>Les grandes Névroses (ép.)   |
| <b>M. Pechère</b><br>La Lutte contre les Maladies infectieuses<br>L'Eau potable   | <b>M. A. Vermeylen</b><br>Le Théâtre dans l'Église (Origines du Drame moderne)<br>Het Tooneel in de Kerk (Oorsprong van 't nieuwere Drama)   |
| <b>M. Pelseener</b><br>L'Intelligence des Animaux   | <b>M. Waxweiler</b><br>Quelques problèmes du salaire   |
|   | <b>M. R. Wybauw</b><br>Hygiène de la première enfance  |
|   | <b>M. Zunz</b><br>Comment agissent les Médicaments   |

En vente à la **Librairie Lamertin**, Rue *Marché-au-Bois*, 20.  
au prix de 75 centimes l'exemplaire.