

de 11 milles par jour, entre par ce détroit et amène continuellement des eaux à la Méditerranée, qui du reste en reçoit aussi de la mer Noire. On explique facilement ces courans, en supposant avec beaucoup de vraisemblance que l'évaporation, qui a lieu sur ce bassin enlève beaucoup plus d'eau que les fleuves ne peuvent en fournir. L'inverse a lieu pour la mer Noire, et elle verse son excédant dans la Méditerranée.

L'existence du contre-courant est plutôt supposée que prouvée. On pense qu'après avoir été soumise à l'évaporation, l'eau, devenue plus salée, doit retourner dans l'Océan; et comme il n'y a qu'une issue, et que la partie supérieure est occupée par un courant, on a admis, par un raisonnement très-rationnel, la présence sous-marine du contre-courant.

M. Lyell ne pense pas que l'on puisse adopter cette idée, et il n'admet pas son existence.

Troisième cas. — Il est bien rare que deux courans, arrivant en sens contraire, viennent précisément se heurter. Cependant on en a des exemples, et ils sont presque toujours situés à peu de distance de passages étroits. Ils commencent dès leur contact à décrire une courbe qui devient assez souvent une spirale dont les spires se multiplient jusqu'à ce que les deux courans soient réunis ou que l'un des deux se soit échappé. Ces points de contact sont très-redoutés des navigateurs, surtout lorsque de hautes marées viennent ajouter encore à leur puissance, et ils ont causé plus d'un naufrage. C'est à cette cause qu'il faut rapporter les *Tornados*; le fameux *Charybde*, dans le détroit de Sicile; l'*Euripe*, près de l'île d'Eubée; le *Malstrøm*, dans la Norwège septentrionale.

CHAPITRE DIXIÈME.

DE LA PROFONDEUR DES MERS, DE LA TEMPÉRATURE ET DE LA NATURE DE LEURS EAUX.

Il est bien difficile de connaître la configuration du fond des mers; mais on doit supposer, avec assez de vraisemblance, que ce fond ressemble à la surface de nos continens. Il doit y avoir des vallées et de vastes plaines dont les sommets, en s'élevant au-dessus des flots, viennent y former des îles plus ou moins étendues, ainsi que de hautes montagnes. Cependant cette surface doit différer de celle des continens, car les dépôts des fleuves et les dépouilles des animaux marins, entraînés par les courans, doivent à la longue niveler les plaines et combler les vallées; par conséquent, les plus grandes profondeurs de la mer doivent être moins considérables que les plus hautes montagnes de la terre.

De Laplace a calculé que la profondeur moyenne de l'Océan n'était qu'une petite fraction de la différence produite par l'aplatissement des pôles entre les deux diamètres de la terre. On a estimé fort contradictoirement cette profondeur à 3,000 et jusqu'à 5,000 mètres. La hauteur moyenne des continens au-dessus des eaux est un peu plus de 3,200 mètres. On peut voir d'après cela que la profondeur moyenne de la mer peut à peine atteindre ce chiffre, et elle doit nécessairement être

beaucoup moindre ; or, comme les eaux occupent les trois quarts du globe, les continens actuels pourraient être distribués dans le sein de l'Océan, de telle manière que la surface du globe ne présentât plus qu'une seule masse d'eau ; possibilité fort importante, dit M. de Labèche, car elle permet de concevoir à volonté toutes les combinaisons imaginables dans la distribution superficielle des continens et des eaux, et par conséquent de nombreuses variétés dans la vie organique, chacune d'elles appropriée aux diverses situations et aux divers climats dans lesquels elle serait placée.

Buffon arrivait par un autre calcul à une profondeur bien moins grande. Il avait calculé que les fleuves portent à la mer, en 812 ans, une quantité d'eau égale à l'Océan ; en sorte que si l'eau qui s'évapore n'y retournait pas, ce dernier serait à sec après ce laps de temps. Il considère l'évaporation diurne comme égale à deux tiers de ligne, ou 21 pouces par an, ou 1421 pieds dans les 812 ans. D'après ce calcul, l'Océan n'aurait qu'une profondeur moyenne de 237 toises. Malheureusement les sondages qui ont été faits ne peuvent résoudre cette curieuse question. Malgré leur grand nombre, beaucoup d'entre eux n'ont présenté que des résultats négatifs, et la sonde n'a pas toujours atteint le fond, quoique, dans certains cas, on lui ait donné d'énormes dimensions.

Le docteur Yung croit que la profondeur moyenne de l'Océan atlantique est de une lieue environ, et celle de l'Océan pacifique de une lieue un tiers ; mais jusqu'à présent la sonde n'a pu atteindre qu'à une profondeur de deux tiers de lieue.

De toutes les mers, celles de l'Europe sont peut-être les moins profondes. La plus grande profondeur de l'Adriatique, entre la Dalmatie et les bouches du Pô,

est de 132 pieds. Considéré sous ce rapport, le bassin de la Méditerranée est très-inégal. Entre Gibraltar et Centa, le capitaine Smith a reconnu que sa profondeur est de 5,700 pieds. Saussure dit qu'il est, à Nice, de 2,000 pieds. Dans les parties les plus rétrécies du détroit de Gibraltar, la profondeur varie de 960 à 3,000 pieds. Dans les mers australes, M. Scoresby a descendu la sonde par le 76° latitude nord, 4° longitude ouest, à une profondeur de 7,600 pieds, sans rencontrer le fond. Le capitaine Parry, dans les mêmes parages, a interrogé en vain ce prodigieux abîme, sans donner toutefois la même latitude à la sonde ; l'expérience de M. Scoresby demeure donc la plus remarquable qui ait encore été faite dans ce genre.

Ces divers sondages, exécutés dans les régions polaires, prouvent que la mer y est extrêmement profonde, et il paraît qu'aucune île ne sert d'appui aux glaces polaires. Lorsqu'on approche des rivages, l'eau devient de moins en moins profonde, et la plage descend souvent très-lentement dans la mer ; mais si des falaises escarpées bordent les côtes, il règne de suite à leur pied une profondeur considérable, et la même chose a lieu pour les lacs.

Les courans semblent aussi avoir une assez grande influence sur la profondeur des mers, à moins qu'ils ne soient tout-à-fait superficiels ; dans le cas contraire, ils agissent comme des fleuves qui creusent leur lit sur des pentes plus ou moins rapides.

DE LA TEMPÉRATURE DES MERS.

Bien des mystères sont ensevelis au fond des mers ; mais l'esprit inquiet de l'homme n'y a pas laissé celui de la température de ces profonds abîmes. Malgré l'agi-

tation des flots, qui peut se communiquer à de grandes profondeurs, partout où la sonde a pu pénétrer, elle a été armée d'un thermomètre, et a ramené à la surface la température des lieux où elle avait séjourné.

L'atmosphère, s'appuyant sur la mer et étant douée d'une température qui varie selon la latitude et les saisons, doit nécessairement avoir une grande influence sur la température de la surface de la mer, et c'est en effet ce qui arrive.

Perron, qui s'est occupé beaucoup de cet objet, est arrivé aux conclusions suivantes, qui paraissent dignes de toute confiance :

1° La température de l'Océan est généralement plus froide à midi que celle de l'atmosphère observée à l'ombre.

2° Elle est constamment plus forte à minuit.

3° Le matin et le soir les deux températures sont ordinairement en équilibre.

4° Le terme moyen d'un nombre donné d'observations comparatives entre la température de la surface des flots et celle de l'atmosphère, répétées quatre fois par jour, à six heures du matin, à midi, à six heures du soir et à minuit, et dans les mêmes parages, est constamment plus fort pour les eaux de la mer, par quelque latitude que les observations soient faites.

5° Le terme moyen de la température des eaux de la mer, à la surface et loin des continens, est donc plus fort que celui de l'atmosphère avec laquelle les eaux sont en contact.

Il est naturel qu'une grande masse d'eau ne puisse suivre avec précision les changemens de température qui surviennent dans l'atmosphère; aussi le *maximum* des températures moyennes de chaque mois ne correspond pas non plus, à la même époque, dans l'Océan

et dans l'air. L'accroissement de chaleur des mers éprouve nécessairement un retard, et comme la température de l'air commence à diminuer avant que l'eau ait atteint son *maximum*, il en résulte que l'étendue des variations atmosphériques est plus petite à la surface de la mer que dans l'atmosphère. Nous sommes encore bien éloignés de connaître les lois de ces phénomènes, qui ont une grande influence dans l'économie de la nature.

M. de Humboldt pense que la température de la surface de la mer ne peut, dans aucun lieu en pleine mer, atteindre $+ 30^{\circ}$ centigrades. C'est du moins ce qui résulte de ses propres expériences, de celles du capitaine Baudin, dans la mer des Indes et dans l'Océan Atlantique; de celles de Basil Hall, dans la mer de Chine; de celles de John Davy, dans celle de Ceylan; de celle de W. Bayley, de Churruca, de Quevedo, dans l'Océan atlantique, et d'un grand nombre d'autres.

M. de Humboldt a fait aussi l'observation importante que l'eau qui recouvre un banc de sable est toujours plus froide qu'en pleine mer; ainsi, en traversant de la Corogne au Férol, le thermomètre centigrade marquait, près d'un banc, $+ 12^{\circ} 5$ et $13^{\circ} 3$, tandis qu'il se trouvait à 15° ou $16^{\circ} 3$ partout ailleurs où la mer était très-profonde: la température atmosphérique était alors de $12^{\circ} 8$. La différence est d'autant plus grande que le banc est moins abaissé au-dessous de la surface des eaux. Plus un banc de sable est étendu, plus l'eau qui le recouvre est froide; il ne faut en excepter que les hauts-fonds compris entre des caps rapprochés ou situés dans des courans réguliers.

L'abaissement de température est très-sensible à l'approche des terres. Ce phénomène remarquable a été

attribué, par H. Davy, au rayonnement et à l'évaporation.

La température des courans est souvent supérieure à celle de la mer qui les environne.

M. de Humboldt a observé, par 40° et 41° de latitude, les eaux du golfe mexicain qui sont entraînées au nord-est avec une grande force, conservant, sous cette latitude, leur température de $22^{\circ} 5$, tandis que hors du courant la chaleur de l'Océan, à sa surface, était à peine de $17^{\circ} 5$. Sous le parallèle de New-York et d'Oporto, la température du Gulf-Stream égale par conséquent celle que les mers du tropique nous offrent par les 18° de latitude, c'est-à-dire sous le parallèle de Porto-Rico et des îles du Cap-Vert. À l'est du port de Boston, et sur le méridien de Halifax, sous les $41^{\circ} 25'$ de latitude et les 67° de longitude, le courant atteint près de 80 lieues marines de largeur; c'est là qu'il se dirige tout d'un coup à l'est, de manière que son bord occidental, en se recourbant, devient la limite boréale des eaux courantes, et qu'il rase l'extrémité du grand banc de Terre-Neuve, que M. de Volney appelle très-ingénieusement la barre de l'embouchure de cet énorme fleuve marin. Les eaux froides de ce banc qui, selon les expériences de M. de Humboldt, ont une température de $8^{\circ} 7$ à 10° (7° ou 8° R.), offrent un contraste frappant avec les eaux de la zone torride, poussées au nord par le Gulf-Stream, dont la température est de 21° à $22^{\circ} 5$ (17° à 18° R.). Dans ces parages, le calorique se trouve réparti dans l'Océan d'une manière étrange: les eaux du banc sont de $9^{\circ} 4$ plus froides que la mer voisine, et cette mer est de 3° plus froide que le courant. Ces zones ne peuvent se mettre en équilibre de température, avec que chacune d'elles a une source de chaleur

ou une cause de refroidissement qui lui est propre, et dont l'influence est permanente.

Depuis le banc de Terre-Neuve, ou depuis les 52 degrés de longitude jusqu'aux îles Açores, le Gulf-Stream continue à se porter vers l'est et l'est-sud-est; les eaux y conservent encore une partie de l'impulsion qu'elles ont reçue près de mille lieues plus loin, dans le détroit de la Floride, entre l'île de Cuba et le bas-fond de la Tortue. Cette distance est le double de la longueur de la rivière des Amazones, depuis Jaën ou le détroit de Manseriche au Grand-Para. Sur le méridien des îles de Corvo et de Flores, les plus occidentales du groupe des Açores, le courant occupe une étendue de mer de 160 lieues de large (1).

La température de la mer a été prise aussi à différentes profondeurs, et l'on a obtenu des résultats très-différens, comme on peut s'en convaincre par l'examen des faits suivans que j'emprunte à M. de Labèche (2):

Le capitaine Kotzebue, à la latitude de $36^{\circ} 9'$ nord, et à la longitude de 148° ouest, a trouvé que l'eau de la surface avait une température de $22^{\circ}, 16$, celle de l'air étant à $22^{\circ}, 77$; — à 25 br., l'eau n'était plus qu'à $13^{\circ}, 94$; — à 100 br., $11^{\circ}, 55$; — et à 30 br., $6^{\circ}, 66$: ce qui montre un décroissement graduel de température vers le terme de $3^{\circ}, 88$ à $4^{\circ}, 44$ centig., ou 39° à 40° Fahrenheit.

À la latitude de $23^{\circ} 3'$ nord, et longitude $181^{\circ} 56'$ ouest, le capitaine Krusenstern a obtenu à la surface, $25^{\circ}, 55$; — à 25 br., $23^{\circ}, 88$; — à 50, $21^{\circ}, 33$; — et $16^{\circ}, 38$ à 125 brasses.

Dans les latitudes au sud des tropiques, le capitaine Kotzebue a observé une température de $9^{\circ}, 72$ à 35 br.,

(1) HUMBOLDT, *Voyage aux régions équinoxiales*, t. I, p. 129.

(2) *Manuel de Géologie*, p. 27.

la surface de l'eau étant à $19^{\circ},44$, et l'air à 20° ; à la latitude de $30^{\circ} 39'$ sud, le même navigateur a trouvé que la température, à 196 brasses, était à $3^{\circ},77$, à la latitude de $44^{\circ} 17'$ sud, et longitude $57^{\circ} 31'$ ouest, l'eau de la surface étant à $12^{\circ},72$, et l'air à $14^{\circ},22$.

Les résultats suivans font partie de ceux qu'a obtenus le capitaine Beechey, sur les températures, à différentes profondeurs et dans différentes localités. A la latitude de $47^{\circ} 18'$ sud, et longitude $53^{\circ} 30'$ ouest, la surface de l'eau étant à $9^{\circ},88$, il a trouvé $7^{\circ},05$ à 270 brasses, 4° à 603 brasses, $4^{\circ},50$ à 733 brasses, et $4^{\circ},11$ à 854 brasses; à la latitude de $55^{\circ} 58'$ sud, longitude $72^{\circ} 10'$ ouest, l'eau de la surface étant à $6^{\circ},38$, il obtint $5^{\circ},83$ à 100 brasses, $5^{\circ},83$ à 230 brasses, $5^{\circ},83$ à 330 brasses, et $5^{\circ},33$ à 430 brasses.

Dans la mer Pacifique, il trouva, à la latitude de $28^{\circ} 40'$ sud, longitude 96° ouest, $21^{\circ},66$ de température à 100 brasses, $11^{\circ},66$ à 200, $9^{\circ},44$ à 300, et $7^{\circ},22$ à 400, l'eau de la surface étant à $23^{\circ},33$.

Parmi les observations qu'a faites le même navigateur dans la partie nord de la mer Pacifique, je citerai les suivantes. A la latitude de $61^{\circ} 10'$ nord, longitude $183^{\circ} 28'$ ouest, en juillet 1827, il trouva, à 5 brasses $5^{\circ},27$, à 10 brasses $3^{\circ},33$, à 20 brasses $-1^{\circ},39$ et aussi $-0^{\circ},83$ à la même profondeur, probablement par une seconde observation; à 30 brasses $-0^{\circ},83$; à 52 brasses $+0^{\circ},27$; à 100 brasses $+0^{\circ},27$, et à 200 brasses encore $+0^{\circ},27$, l'eau de la surface étant à $6^{\circ},38$, et l'air à $7^{\circ},22$.

Plusieurs observations sur la température de la mer ont été faites à des profondeurs considérables sous les tropiques. Le capitaine Sabine a trouvé à la latitude de $20^{\circ} 30'$ nord, longitude $83^{\circ} 30'$ ouest une température de $7^{\circ},50$ à 1000 brasses, l'eau à la surface étant à $28^{\circ},33$. Le capitaine Wauchope a obtenu, à la latitude

de 10° nord, longitude 25° ouest, une température de $10^{\circ},55$ à 966 brasses, l'eau à la surface étant à $26^{\circ},66$; et le même observateur a aussi trouvé, à la latitude de $3^{\circ} 20'$ sud, longitude $7^{\circ} 39'$ est, une température de $5^{\circ},55$ à 1300 brasses, l'eau de la surface étant à $22^{\circ},77$. D'autres observations, faites dans les mers entre les tropiques, à de moindres profondeurs, montrent le même décroissement de température en allant de la surface dans la profondeur; ainsi le capitaine Kotzebue, à la latitude de $9^{\circ} 21'$ nord, a obtenu 25° à 250 brasses, l'eau de la surface étant à $28^{\circ},33$, et l'air à $28^{\circ},88$. Sous l'équateur, à la longitude de $177^{\circ} 5'$ ouest, il a trouvé une température de $12^{\circ},77$ à une profondeur de 300 brasses, l'eau de la surface étant à $28^{\circ},05$, et l'air à $28^{\circ},33$.

Toutes ces observations, jointes à plusieurs autres, au nombre de 421, dont 138 ont donné la température de couches situées à 200 brasses (mille pieds) et plus du niveau des eaux de l'Océan, ont été recueillies par M. d'Urville, et ont formé la base d'un Mémoire fort important sur la distribution de la température dans l'intérieur des mers.

M. d'Urville explique comment il a disposé ces divers résultats sur deux tableaux synoptiques, dont les ordonnées sont d'une part l'échelle des degrés de latitude depuis l'équateur jusqu'au pôle, et de l'autre l'échelle en brasses des diverses profondeurs jusqu'à mille brasses. Sur ces deux tableaux ont été inscrites toutes les températures observées, de sorte qu'on peut à l'instant, pour chaque parallèle, saisir le rapport des températures de la surface avec celles qui ont lieu aux diverses profondeurs.

Arrivant aux conséquences qui semblent découler de toutes les observations faites jusqu'à ce jour, il croit

pouvoir les énoncer toutes dans les propositions suivantes.

Dans l'étendue des mers libres :

1° La température générale des couches inférieures, à des profondeurs de 600 brasses et plus, est presque constante et très-voisine d'une limite comprise entre 4° et 5° qui paraît être 4° 4;

2° Cette température se modifie progressivement à mesure qu'on s'élève vers la surface, pour se rapprocher de la température des eaux superficielles, relative à la saison de l'observation;

3° Dans la zone la plus rapprochée de l'équateur, c'est-à-dire entre 10° de latitude nord et 10° de latitude sud, une cause particulière semble occasionner dans les couches sous-marines, jusqu'à 100 brasses, un refroidissement plus brusque qu'on n'aurait lieu de s'y attendre.

Dans la Méditerranée :

1° La température des couches inférieures, jusqu'à 150 brasses, pourrait encore dépendre de celle des couches supérieures, et c'est d'une manière d'autant plus sensible, que celles-ci ont été plus long-temps échauffées;

2° Au delà de 150 brasses, les couches inférieures sont soumises à une température constante de 13°, à très-peu de chose près.

Enfin, dans les lacs et dans les grands réservoirs d'eau douce :

1° La température est en général d'autant plus basse qu'on s'éloigne de la surface, et le *maximum* de refroidissement est 4° 4, tant que les couches supérieures conservent une plus grande chaleur;

2° Toutefois ce *maximum*, sauf des circonstances purement accidentelles, ne saurait dépasser le *maximum* de refroidissement des eaux superficielles.

Pour expliquer cette distribution de la chaleur dans les grandes masses liquides du globe terrestre, M. d'Urville croit devoir admettre, pour les eaux de la mer, un *maximum* de densité à 4° 4, ou à peu près, comme cela était déjà établi pour l'eau douce. Cette hypothèse seule peut expliquer ce refroidissement successif des eaux profondes de l'Océan vers l'équateur, le réchauffement de ces mêmes eaux vers les pôles, et la température constante des eaux de la Méditerranée aux plus immenses profondeurs.

En outre, M. d'Urville est disposé à croire que dans l'Océan, entre les parallèles de 40° et 60° de chaque hémisphère, les eaux inférieures se dirigeraient alternativement vers l'équateur en hiver, vers les pôles en été, pour remplacer les eaux superficielles enlevées dans la zone torride par la vaporisation, et dans la zone glaciale par la fonte des glaces (1).

Les courans doivent présenter quelque exception à ces règles de distribution de la chaleur dans la mer. Nous avons déjà vu que ces exceptions avaient lieu à la surface, mais tout porte à croire qu'elles se manifestent également à de grandes profondeurs, à cause du mélange continuel de leurs eaux. Cependant il est probable que le Gulf-Stream, que M. de Humboldt compare à un immense fleuve au milieu de l'Océan Atlantique, conserve à une grande profondeur une partie de la chaleur qu'il a acquise sous de basses latitudes.

NATURE ET COMPOSITION DE L'EAU DE LA MER.

L'eau de la mer et celle des grands lacs salés est bien

(1) *Bulletin de la Société de Géographie*, n° 120, p. 221. Avril 1835.