

Challenger, montre bien que le Gulf Stream est une tranche d'eau sans profondeur. Elle représente une section de l'Atlantique septentrional entre New-York et les Bermudes; on peut y voir d'une manière frappante que, comparé à la grande profondeur de l'Océan, le Gulf Stream n'a qu'une épaisseur des plus médiocres. On peut même le considérer comme un simple ruisseau d'eau chaude courant à la surface de la mer; car, tandis que les eaux qui s'étendent au-dessous du Gulf Stream ont une profondeur bien supérieure à 4000 mètres, le Gulf Stream lui-même n'a pas plus de 180 mètres d'épaisseur. On voit aussi que, tandis que le Gulf Stream a ici une température de 21°, l'eau des couches inférieures a une température de 1°67 Cent. à peine. La figure 51 peut servir aussi accessoirement à indiquer la nature du fond de la mer le long de la section; elle montre, par exemple, que l'île Bermuda ou Long-Island surgit, comme un pic isolé, d'eaux très profondes¹.

Après ce que nous avons dit au chapitre IV de l'altération que produit la chaleur dans le volume des corps, on comprendra qu'une masse immense d'eau chaude, telle que le Gulf Stream, puisse flotter aisément sur une eau plus froide et par conséquent plus dense. Quand on chauffe inégalement une certaine quantité d'eau, en élevant la température dans la partie inférieure du liquide ou en l'abaissant dans sa partie supérieure, des courants

nellement entraînée à l'océan par le Gulf Stream serait suffisante pour porter des montagnes de fer de 0° au point de fusion, et pour faire sortir de leurs flancs un fleuve de métal liquide plus considérable que le volume d'eau mis chaque jour en mouvement par le Mississipi. En présence de semblables résultats l'esprit humain est confondu, et l'admiration qu'inspire le spectacle de ces merveilles reporte involontairement la pensée vers la Puissance qui, en les créant, a laissé, selon l'énergique expression de l'Écriture, la trace de ses pas à la surface des eaux. » (Maury).

1. Il ne faut pas oublier la réserve que nous avons déjà faite touchant l'exagération de la hauteur verticale dans les sections figurées.

s'établissent immédiatement, et si le liquide porte en suspension quelque matière légère telle que de la sciure, on distingue parfaitement la direction de ces courants. Ainsi dans la figure 52 où une flamme chauffe le fond d'un vase renfermant de l'eau, le liquide devient spécifiquement plus léger et s'élève en conséquence, tandis que l'eau plus froide environnante étant plus dense descend sous forme de courants pour remplir la place de celle qui est montée à la surface. C'est en effet de cette manière que la chaleur se propage d'ordinaire à travers un



FIG. 52. — Courants dans l'eau chauffée.

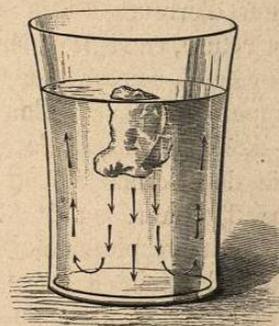


FIG. 53. — Courants dans l'eau refroidie.

liquide. On nomme *conductibilité* la propriété qu'ont les corps de transmettre la chaleur de proche en proche. Mais le phénomène n'est pas le même dans les solides et dans les liquides. Dans les solides, la chaleur se transmet de molécule en molécule et chemine ainsi à travers la masse entière, tandis que dans les liquides, les molécules échauffées se déplacent d'elles-mêmes. Si d'autre part on verse un morceau de glace dans un vase plein d'eau légèrement chauffée, il s'établira également un système de courants, comme on le voit dans la figure 53. Du bas du morceau de glace un courant limpide de li-

quide plus froid et plus lourd descend au centre du verre, comme un courant d'huile claire, tandis que l'eau avoisinante qui est relativement chaude s'élève en formant des courants le long des parois du vase.

Un refroidissement ou un échauffement inégalement répartis des grandes masses naturelles d'eau pourront produire une circulation semblable à celle que nous venons de décrire. Au cours de l'expédition du *Challenger*, la température de la mer à des profondeurs différentes fut soigneusement relevée au moyen d'instruments spécialement construits pour éviter les sources d'erreurs. Ces observations montrent que la température, en règle générale, s'abaisse à mesure que l'on descend, comme on a vu que c'était le cas dans l'Atlantique septentrional. En se reportant à la figure 51, on voit que les couches d'eau inférieures ont dans cette partie de l'océan une température qui ne dépasse guère 35° Fahr. ou 1° 67 Cent., tandis qu'ailleurs elle est encore plus basse et descend même parfois au-dessous du point de congélation de l'eau douce¹. Il semble qu'on ne puisse expliquer la présence de cette masse d'eau froide dans les couches les plus profondes de l'océan, même dans les régions tropicales, qu'en admettant un grand mouvement de l'eau du pôle vers les régions équatoriales. M. Carpenter a mis en lumière nombre de faits tendant à établir l'existence de cette circulation générale dans l'océan, et il attribue ces mouvements principalement aux différences de densité dues elle-mêmes aux différences de température. Les eaux froides des régions polaires s'enfoncent par suite de leur densité et forment une couche profonde qui glisse sur le fond de l'océan vers les régions équatoriales,

1. On abaisse le point de congélation de l'eau par l'addition de sel commun; l'eau de mer ordinaire ne se congèle qu'à 28° F. ou — 2°22 C.

tandis que l'eau plus chaude et relativement plus légère flotte à la surface dans une direction contraire, c'est-à-dire des régions équatoriales vers les régions polaires¹. Une circulation complète pourrait ainsi s'accomplir, et on a dit en conséquence que chaque goutte d'eau en plein océan peut avec le temps être entraînée des plus grandes profondeurs à la surface. Mais certaines conditions météorologiques peuvent exercer une influence analogue aussi grande et peut-être même plus grande que celle qui résulte de la différence de température. Sir Wyville Thomson regarde l'influx d'eau froide venue du sud dans le Pacifique et l'Atlantique comme le résultat d'une sorte de tirage dû à « l'excès de l'évaporation sur la précipitation dans la portion septentrionale de l'hémisphère terrestre, et à l'excès de la précipitation sur l'évaporation dans les portions moyennes et méridionales de l'hémisphère maritime² ».

Il semble probable que les courants de l'océan n'ont pas une grande importance comme agents de dénudation et de transport. Une lente circulation de la masse en-

1. Naturellement cette circulation se trouve grandement modifiée par la forme et la profondeur du fond de la mer sur lequel glisse l'eau froide. Ainsi la partie méridionale du bassin de l'Atlantique communique librement avec la mer Antarctique et rien n'y prévient donc l'influx des eaux froides; mais la partie septentrionale du même bassin est resserrée et le canal principal par lequel l'eau des régions arctiques peut s'écouler vers le sud est l'étroit chenal qui sépare le Groënland de l'Islande; il en résulte que le courant sous-marin d'eau glacée qui descend du nord doit être beaucoup moindre que celui qui remonte du sud. Ce fait ressort avec plus d'évidence encore de la forme du grand bassin du Pacifique, où il n'existe d'autre communication avec les mers qui baignent le Pôle nord que par le canal sans longueur ni profondeur du détroit de Behring; ce détroit ne laisse s'écouler vers le sud qu'une quantité très médiocre d'eau glaciale. Aussi Sir Wyville Thomson pense-t-il que la portion la plus considérable de l'eau froide des couches inférieures dans le nord du Pacifique et une grande partie des eaux froides de l'Atlantique septentrional découlent non des mers arctiques, mais de l'océan Antarctique.

2. *Proceedings of the Royal Society*, vol. XXIV, p. 470.

tière des eaux océaniques, déterminée par des différences comparativement légères de densité dans l'eau des diverses parties de l'océan, peut faciliter peut-être la dissémination des matières sédimentaires les plus fines. D'autre part, quand les courants de surface viennent heurter le rivage, ils doivent dans une certaine mesure faire œuvre de dénudation, mais leur action est en général extrêmement faible; l'action des courants n'est pas tant assurément d'user le sol que d'entraîner les produits de sa détérioration après qu'elle a été accomplie par d'autres agents et de disséminer partout sur le fond de l'océan les matières d'une grande ténuité qu'ils portent en suspension.

Outre les mouvements de la mer que nous avons étudiés dans ce chapitre, les vagues soulevées par les vents, les courants de la surface et la circulation générale, l'océan, il ne faut pas l'oublier, est soumis au grand mouvement rythmique dont nous avons parlé dans le premier chapitre. Du haut du pont de Rouen, nous avons vu que l'eau montait et descendait régulièrement, et ce qu'elle fait là, elle le répète sur chaque point de nos côtes. Deux fois par vingt-quatre heures la mer se soulève et deux fois elle s'abaisse, si bien que son niveau se modifie sans cesse. Et cependant on dit communément qu'une élévation est à tant de mètres au-dessus du niveau de la mer. En s'exprimant ainsi on suppose que le terme de comparaison choisi n'est ni la ligne de basse mer ni celle de haute mer, mais le niveau moyen entre les deux, l'eau s'élevant à un moment autant au-dessus de ce niveau régulateur qu'elle s'abaisse au-dessous à un autre moment. En Angleterre, l'*Ordnance Survey* a choisi pour le zéro de l'échelle des hauteurs mesurées le niveau moyen de la marée à Liverpool.

Comme il faut aller chercher la cause des marées hors

de notre planète, l'explication en doit être reportée à un des derniers chapitres de ce volume. Il suffit de remarquer ici que la grande vague de marée qui voyage autour de la terre est un flot oscillatoire et non un flot de translation. Dans les bras de mer resserrés, la marée détermine parfois un élan violent des eaux ou *ras de marée*. Quand le flot de la marée pénètre dans un estuaire étroit, l'eau refoulée s'amonce, puis se précipite soudain par un violent effort dans le lit du fleuve; la lame qu'elle forme alors s'appelle *mascaret*. On peut l'observer pleinement dans l'estuaire de la Seine où il s'avance avec une vitesse de 20 à 30 kilomètres à l'heure; à certaines époques, cette vitesse s'accroît singulièrement et la colonne d'eau n'atteint pas moins de trois mètres de hauteur.

Dans l'estuaire d'un fleuve à marées, la marée agite l'eau périodiquement et prévient ainsi le dépôt de sédiments. Mais l'écoulement du fleuve vers la mer est arrêté chaque fois que la marée pénètre dans l'estuaire et le sédiment se dépose alors; aussi les *barres*, véritables digues de sable le plus souvent invisibles, se rencontrent fréquemment aux embouchures des fleuves qu'elles obstruent et ferment; et même dans l'estuaire de la Seine, les hauts-fonds mouvants témoignent de dépôts semblables. Mais on a montré dans un chapitre précédent que le reflux, en nettoyant l'estuaire, prévient la formation d'un delta véritable.

Le sédiment que le flot de la marée reçoit à l'embouchure d'un fleuve et qu'il entraîne le long des côtes se dépose parfois sur une autre plage et la mer peut devenir ainsi l'architecte d'une terre nouvelle. C'est ainsi qu'à l'embouchure de la Somme, les 20 000 hectares de la Marquenterre (voir p. 164) sont sortis des flots de la même mer qui, à quelque distance au nord ou au sud, mine la falaise, l'abat en pans énormes, puis l'effrite et

la délaye. Mais d'ordinaire la matière en suspension, balayée par le reflux, est entraînée à la mer où, saisie par les courants, elle dérive parfois à de grandes distances. Les marées et les courants concourent donc très efficacement à la distribution de la matière solide provenant de l'érosion des terres.

Si l'on résume tout ce que l'on a dit, dans ce chapitre, de l'action de la mer sur la terre, on peut conclure que l'œuvre de la mer est dans l'ensemble une œuvre de destruction, mais différente de l'œuvre accomplie par la pluie et les rivières. Pour apprécier la différence, il faut se rappeler que la dénudation marine n'intervient pas aussi activement à toutes les profondeurs de la mer. Les vagues, comme on l'a expliqué précédemment, n'accusent qu'une agitation superficielle et n'ont pas d'effet sur l'eau profonde. L'action destructive de la mer ne s'exerce donc en majeure partie que dans des limites étroites ; elle ne s'étend pas au delà de deux ou trois cents mètres et elle est principalement confinée à la zone de côtes comprise entre les lignes de haute et de basse mers. Aux profondeurs considérables, le flot plus lent des courants sous-marins n'accomplit qu'une dégradation très minime, car des dragages ont montré que dans les mers profondes il n'y a pas de gros fragments de roche pour aider à l'œuvre de démolition ; y en eût-il même, la force du courant serait probablement impuissante à les déplacer. Le grand travail de la mer se réduit donc à ronger le rivage en le festonnant et à le raboter jusqu'à une profondeur de deux cents mètres environ. Si cette action se continuait assez longtemps, la côte entière finirait par être engloutie et la France finirait par n'être plus qu'une grande plaine au-dessous du niveau de la mer. La surface relativement lisse et unie qui serait formée de la sorte a reçu de M. Ramsay le nom de *plaine de dénudation marine*. Que si une telle plaine

sous-marine venait à se soulever au-dessus de la surface de l'eau, la pluie, la gelée et les autres agents atmosphériques l'attaqueraient immédiatement et finiraient par la ciseler en une variété de traits physiques. On croit qu'il est encore possible de découvrir dans certaines régions de vieilles plaines de dénudation marine. Ainsi la figure 54 représente la section d'une contrée où les points les plus élevés peuvent être reliés par un plan dont l'arête est en A B ; cette surface plane, incli-

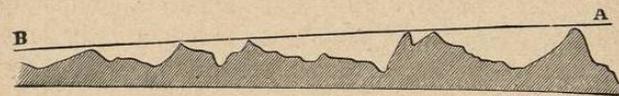


FIG. 54. — Plaine de dénudation marine.

née en pente douce vers la mer, coïncide probablement avec la plaine primitive de dénudation marine ou du moins lui est parallèle, les irrégularités actuelles de la surface du pays étant dues à la dénudation atmosphérique. La dénudation marine diffère donc de celle accomplie par les autres agents, en ce qu'elle tend à produire une surface à peu près horizontale, tandis que la dénudation atmosphérique donne naissance à des irrégularités superficielles.