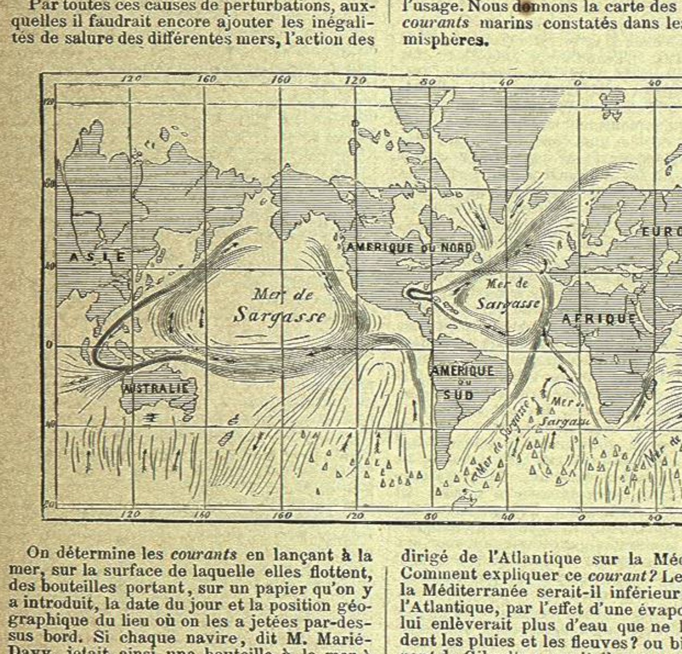
turbations et des tempêtes si fréquentes sur notre Océan pendant l'hiver.

— III. Courants marins. 1° *Courants superficiels.* Les eaux de la mer ne sont pas plus en repos que l'air atmosphérique. La chaleur qui règne entre les tropiques, la formation et la fonte alternatives des glaces, la rotation de la terre, sont trois causes qui, par leurs actions combinées, produisent dans la masse des eaux les mêmes effets que dans l'air, sauf la différence des deux fluides et de leur emplacement. Ainsi les eaux froides des régions polaires tendent plus obliquement vers l'ouest, à mesure qu'elles approchent de l'équateur; et les eaux chaudes qui, de la zone torride, s'épanchent sans cesse vers les pôles, doivent tendre, au contraire, davantage vers l'est, en se maintenant à la surface des mers, en vertu de leur légèreté spécifique. C'est pourquoi les eaux tièdes des régions équatoriales viennent chaque année porter sur les côtes occidentales de l'Europe, et jusqu'en Norvége, les productions de ces mêmes régions, qu'on s'étonnerait de voir ainsi dans le nord, si l'on ne connaissait la cause de leur voyage lointain.

Les *courants* marins sont beaucoup moins rapides que les *courants* atmosphériques, qui peuvent, par conséquent, les contrarier ou les accélérer beaucoup. D'autre part, les obstacles apportés par les îles, par les côtes des continents, par les bancs sous-marins (celui de Terre-Neuve, par exemple), peuvent singulièrement modifier les *courants*, les faire dévier, les diviser, ou les changer en des remous, comme celui qu'on observe aux environs des Canaries, et dans lequel l'accumulation des algues flottantes a été remarquée par les premiers navigateurs espagnols et portugais, qui donnèrent à ces parages le nom de *Mare di Sargasso* (mer de varech).

Par toutes ces causes de perturbations, auxquelles il faudrait encore ajouter les inégalités de salure des différentes mers, l'action des pluies, celle des vents, l'apport des fleuves, etc., il est aisé de voir combien est difficile l'exacte détermination des *courants* marins dans les divers océans. Les *courants* sous-marins sont presque entièrement ignorés. On commence à connaître les *courants* de surface, qui intéressent, il est vrai, plus directement la navigation. Pour aider à leur connaissance, une réunion de géographes, de marins et de météorologistes, réunie à Bruxelles en 1853, sur l'initiative des Etats-Unis, décida qu'on engagerait et encouragerait les marins de toutes les nations à tenir un *journal de bord*, divisé en 15 colonnes, et que les colonnes 5, 7 et 8 seraient consacrées à l'observation des *courants*, tant marins qu'atmosphériques. D'après les instructions qui leur sont données, les officiers doivent: mentionner les remous de *courants*, particulièrement entre les tropiques, en notant l'âge de la lune lors de ces observations; décrire les taches blanches ou roses qui parsèment souvent la surface de la mer, comme on le voit dans l'océan Pacifique, et en recueillir des échantillons dans des flacons bouchés à l'émeri; noter les apparences des glaces et les directions qu'elles suivent; relever avec soin les apparitions de poissons, d'algues marines, de bois flottants, etc.

Au moyen des nombreuses données fournies déjà par toutes les marines du monde, l'observatoire de Washington, sous la direction de l'illustre Maury, a pu construire des cartes de *courants* marins dont les hommes du métier apprécient toute l'utilité. Depuis l'année 1859, et par ordre de l'amiral Hamelin, alors ministre, tous les bâtiments de l'Etat reçoivent ces cartes, ainsi que les *Instructions nautiques* de Maury. Nos bâtiments de commerce peuvent les obtenir à des conditions très-avantageuses qui ont été fixées par le ministère de la marine, afin d'en répandre l'usage. Nous donnons la carte des principaux *courants* marins constatés dans les deux hémisphères.



On détermine les *courants* en lançant à la mer, sur la surface de laquelle elles flottent, des bouteilles portant, sur un papier qu'on y a introduit, la date du jour et la position géographique du lieu où on les a jetées par-dessus bord. Si chaque navire, dit M. Marié-Davy, jetait ainsi une bouteille à la mer à l'heure où il prend son point, et si, de plus, il relevait toutes les bouteilles qu'il rencontre pour prendre note de leur contenu et y ajouter l'heure et le lieu de la rencontre, la question des *courants* marcherait d'un pas rapide; mais cette mesure est encore appliquée trop rarement.

En l'absence de documents directs, continue le même auteur, Maury s'est servi des observations thermométriques pour déterminer dans quel sens se meuvent les *courants* marins. Si, en un point des mers, la température dépasse d'une manière sensible la température moyenne de la latitude du lieu où l'on se trouve, on est en droit d'en conclure que les eaux dans lesquelles on a plongé le thermomètre n'appartiennent pas à cette latitude, qu'elles viennent de régions plus chaudes. Si la température observée est, au contraire, plus basse, on se trouve entre deux hypothèses: ou bien les eaux viennent des latitudes plus froides, ou bien elles viennent de couches plus profondes ramenées à la surface. On adopte l'hypothèse qui concorde avec l'ensemble des autres observations.

On a remarqué que les *courants* les plus actifs circulent au-dessus des régions les plus profondes de la mer. Comme, dans ces endroits, la profondeur des *courants* n'est guère que le dixième de celle de l'eau, on ne peut admettre que les *courants* aient pu creuser leur lit. Il est donc probable que la rapidité des *courants*, en dispersant et transportant les nombreuses matières solides qu'ils rencontrent, empêche ces matières de former des dépôts sur le fond du lit, et qu'ainsi elles sont rejetées et vont s'accumuler dans des régions plus calmes.

On rencontre des *courants* réguliers au sein de quelques mers intérieures. Au détroit de Gibraltar, par exemple, il existe un *courant* dirigé de l'Atlantique sur la Méditerranée. Comment expliquer ce *courant?* Le niveau de la Méditerranée serait-il inférieur à celui de l'Atlantique, par l'effet d'une évaporation qui lui enlèverait plus d'eau que ne lui en rendent les pluies et les fleuves? ou bien le *courant* de Gibraltar serait-il compensé par un *courant* sous-marin, allant de la Méditerranée à l'Océan et restituant à celui-ci l'eau gagnée par celle-là? On incline pour cette dernière supposition, qui s'accorderait avec d'autres exemples pareils bien constatés et qui serait du reste vérifiée par quelques faits. Le docteur Hudson cite un navire qui, ayant été coulé dans un combat près de Tanger, revint sur l'eau quelques jours après, à cinq lieues *à l'ouest* du point où il avait disparu. Ce transport vers l'ouest n'est explicable que par l'existence d'un *courant* sous-marin dirigé contrairement au *courant* superficiel qui, lui, aurait porté le navire vers l'est.

Nous allons maintenant aborder la description successive des principaux *courants*. Parlons d'abord du plus considérable et du plus célèbre, le Gulf-Stream. Maury, le Humboldt de l'Océan, s'étend longuement sur ce *courant* colossal. Voici en résumé ce qu'il dit à ce sujet. Le Gulf-Stream a son origine dans le golfe du Mexique, d'où il sort par la passe de la Floride, semblable à une majestueuse rivière dont le *courant* dépasse en rapidité celui du Mississipi et celui de l'Amazone; de là il se dirige d'abord au N.-O., se sépare bientôt en deux branches, dont l'une, tournant vers l'E. et le S.-E., va atteindre Madère, tandis que l'autre, conservant la direction primitive, dépasse Terre-Neuve, traverse tout l'Atlantique, court vers l'Islande et les Iles Britanniques, et va réchauffer les côtes de la Norvége et du Spitzberg. A partir des Etats-Unis, son lit se déplace avec les saisons; le mouvement du soleil dans l'écliptique lui imprime un mouvement d'oscillation annuel; sur le méridien du cap Race, par exemple, sa limite nord, en hiver, est par 40° ou 41° de latitude nord; elle atteint le 46e degré en septembre, alors que l'eau de la mer dans l'Atlantique du nord est à sa température maximum. Les eaux du Gulf-Stream diffèrent des eaux voisines par leur couleur, leur transparence, leur température, leur densité, leur degré de salure, et peut-être leurs propriétés chimiques. La distinction, sur les côtes des Etats-Unis, est assez nettement tranchée pour que l'œil puisse saisir la ligne de démarcation. Cela est vrai surtout de son bord N.-O. ou de sa rive gauche. La température du courant y est maintes fois supérieure de 10° à 15° à celle des eaux voisines. On voit souvent la moitié d'un navire dans le courant, tandis que l'autre moitié est dehors. Jusqu'aux côtes de la Caroline, sa couleur est d'un bleu indigo. Cette teinte plus foncée est due probablement à ce que les eaux, ayant subi une évaporation considérable, sont plus salées. M. Thomassy, qui a étudié avec un soin tout particulier la densité de l'eau de mer, a trouvé dans les eaux du golfe de Gascogne 3,5 pour 100 de sel; 4,4 pour 100 dans la région des vents alizés; 4 pour 100 vis-à-vis de Charleston, dans le Gulf-Stream, qui a pourtant reçu les eaux du Mississipi et les pluies équatoriales. Il résulte des travaux de la Commission hydrographique des Etats-Unis que, si l'on traverse le Gulf-Stream perpendiculairement à sa direction, on traversera des bandes alternativement froides et chaudes. Si nous descendons maintenant dans les profondeurs du *courant*, nous trouverons les eaux les plus chaudes à la surface ou très-près de la surface. Cela se conçoit facilement: l'eau la plus chaude est aussi la plus légère; si elle se refroidit par le rayonnement et le contact avec l'air ambiant, elle redescend pour être remplacée par une couche inférieure plus chaude. Dans ce mouvement de va-et-vient vertical, les eaux qui descendent auront, par suite du mouvement de la terre, une légère tendance vers l'est; celles, au contraire, qui montent à la surface tendront vers l'ouest; les eaux les plus chaudes à la surface doivent donc se trouver sur la rive gauche du *courant*. C'est ce que prouve l'observation. Quand on étudie la température des diverses couches superposées, on voit qu'elle diminue de plus en plus à mesure qu'on descend dans le *courant*, jusqu'à ce qu'on l'ait dépassé. Ainsi, pendant l'hiver, par le travers du cap Hatteras, on a observé à la surface une température de 26° ou 27°, tandis qu'à une profondeur de 900 mètres le thermomètre marquait 14°. Par le travers des caps de la Virginie, 120 milles plus loin, la température de la surface n'avait diminué que de 1°; mais la couche chaude de 14° s'était rapprochée de la surface de 180 mètres. Les couches inférieures s'étaient refroidies, ou plutôt le *courant*, se développant en largeur, avait dû perdre de sa profondeur; il avait gravi une pente de 1m,4 à 1m,5 par mille. La température maximum du Gulf-Stream est d'environ 30°, c'est-à-dire qu'elle est supérieure de 5° à la température de l'Océan, à latitude égale. Un changement de 10° en latitude n'y produit guère qu'un abaissement de température de 1°, de sorte que, même après avoir fait 3,000 milles dans le nord, ce courant conserve encore en hiver la chaleur de l'été. C'est ainsi qu'après avoir franchi le 40e parallèle nord on le voit recouvrir les eaux froides de ces régions sur une surface de plusieurs milliers de lieues carrées, et étendre de la sorte sur l'Océan un véritable manteau de chaleur qui adoucit les rigueurs de l'hiver. Son allure est alors plus lente, mais aussi la quantité de chaleur qu'il dégage est plus considérable. Lorsque les Iles Britanniques le divisent en deux branches, dont l'une se dirige vers le bassin polaire du Spitzberg, tandis que l'autre pénètre dans le golfe de Gascogne, ces deux branches conservent une température notablement supérieure à celle des mers qu'elles traversent. L'influence bienfaisante de cette température réagit sur les climats des pays que rencontrent les *courants*. Tous les vents d'ouest qui soufflent vers l'Europe passent sur ce *courant* et lui empruntent une partie de sa chaleur. C'est à eux que l'Angleterre doit sa riche végétation et l'Irlande son nom poétique d'émeraude de l'Océan, alors que sous la même latitude les côtes du Labrador sont emprisonnées par une barrière de glaces. En même temps qu'il adoucit nos climats par la chaleur qu'il leur apporte, le Gulf-Stream produit un effet inverse, mais également bienfaisant, sur le golfe du Mexique et la mer des Antilles, en leur enlevant une immense quantité de calorique. Il y permet de plus l'afflux de *courants* froids qui doivent absorber une partie de la chaleur qu'y concentrent les rayons solaires et les eaux chaudes du *courant* équatorial. Aussi, dans la mer des Antilles, les observations de M. Dunsterville donnent, pour la température de la mer à la surface, de 28° à 30°; à 440 mètres, son thermomètre marquait 8°,9; à 706 mètres, 6°,1; à 820 mètres, 5°,5; à 910 mètres, 6°,1. La Commission hydrographique des Etats-Unis a trouvé 3°,3 dans les couches inférieures du Gulf-Stream, pendant qu'à la surface le thermomètre marquait 26°,7. Il est probable que cette eau si froide, qui semble passer sous le Gulf-Stream, vient du nord pour remplacer celle que le *courant* envoie au Spitzberg; près de cette île, en effet, à une profondeur égale, la température n'est inférieure que d'un demi-degré à ce qu'elle est dans la mer des Antilles, tandis que, sur la côte du Labrador, la température de l'eau sous la glace est de 2°,22. Il serait très-intéressant de connaître le trajet de ces *courants* sous-marins qui vont refroidir l'eau des régions tropicales; on en a trouvé un, par exemple, à l'équateur, dont la largeur était de 200 milles et dont la température présentait une différence de près de 13° avec celle des eaux de la surface. Les *courants* froids et les *courants* chauds sont aussi signalés par les animaux qui y vivent. L'existence du Gulf-Stream fut d'abord révélée par ce fait, que la baleine franche évite constamment les eaux chaudes. Les *courants* froids ont une influence marquée sur la saveur des poissons qu'on y pêche. La renommée des poissons des côtes de la Virginie et de la Floride est bien connue. Cet immense volume d'eau chaude entraîné par le Gulf-Stream doit exercer une influence considérable sur les phénomènes atmosphériques. L'Atlantique du Nord est une mer où les coups de vent sont fréquents et terribles. Il y a quelques années, l'amirauté anglaise fit faire des recherches sur l'origine de ces coups de vent si redoutables aux navigateurs; on ne put les attribuer qu'à la différence de température, tant pour l'air que pour l'eau, entre le Gulf-Stream et les régions voisines. Les coups de vent les plus violents suivent le parcours du Gulf-Stream, et les brumes de Terre-Neuve sont évidemment dues aux immenses volumes d'eau chaude qu'il porte dans ces froides régions. Ce qui rend ces ouragans du Gulf-Stream particulièrement redoutables, c'est l'épouvantable mer qui résulte de l'action du vent et du *courant* lorsqu'ils marchent dans des directions opposées. Pendant trois siècles, les navigateurs traversèrent le Gulf-Stream sans qu'il vînt à l'idée d'aucun d'eux de se servir des indications de ce *courant* pour rectifier sa longitude. Franklin y songea le premier, et, dans sa *Navigation thermométrique*, il indique comment, à l'aide du thermomètre, on peut rectifier sa position et estimer la distance à laquelle on se trouve de la côte des Etats-Unis, moyen précieux pour des régions où les atterrages sont rendus si difficiles, surtout en hiver, par les brumes épaisses et les coups de vent terribles qu'on a si souvent occasion d'y observer. Les eaux chaudes du Gulf-Stream, malgré leur salure plus considérable, sont encore plus légères que les eaux qui bordent le *courant*. Leur niveau doit donc être plus élevé, et la surface supérieure du *courant* doit figurer deux plans inclinés adossés l'un à l'autre, le long desquels l'eau s'écoule comme sur les deux faces du toit d'une maison. En effet, lorsqu'un navire amène un canot pour expérimenter le *courant* de surface, le navire continue à dériver dans la direction du Gulf-Stream pendant que le canot dérive à l'est ou à l'ouest, suivant qu'on se trouve à droite ou à gauche de l'axe du *courant*, car le canot obéit au mouvement descendant de la surface vers le bord du *courant*, mouvement trop superficiel pour agir sur le navire. Un autre fait vient encore à l'appui de notre assertion, c'est que toutes les plantes marines, tous les bois de dérive venant de l'Amérique, que l'on rencontre abondamment sur le bord extérieur du Gulf-Stream, ne se trouvent jamais sur son bord intérieur; ils ne pourraient, en effet, y arriver, à moins de remonter à contre-*courant* le plan incliné situé de leur côté. Le *courant* augmente sans cesse de largeur et diminue de profondeur; à mesure que l'eau s'écoule par-dessus le *courant*, elle est remplacée par une égale quantité d'eau froide, qui vient se placer en quelque sorte au-dessous, et élève la couche inférieure qui lui sert de lit; de sorte que son épaisseur au-dessus de cette couche diminue à mesure qu'on avance vers le nord. La déviation du Gulf-Stream vers l'est doit-elle être attribuée à la configuration de la côte d'Amérique? Nous savons que, par le seul fait du mouvement de rotation de la terre, les *courants* qui portent au nord doivent dévier vers l'est, à mesure qu'ils atteignent des latitudes plus élevées, où la vitesse de rotation est moins considérable. C'est là qu'il faut chercher la raison de la direction du Gulf-Stream. De Tessan a parfaitement démontré qu'au cap Hatteras, par exemple, la côte d'Amérique n'avait aucune action sur la direction de ce *courant:* premièrement, parce que ce cap, comme le cap Lookout, comme le cap Fear, se termine par des bancs de sable qui s'étendent dans le sens perpendiculaire au Gulf-Stream, et tendent à s'accroître, au lieu d'être rongés par le choc de ses eaux; secondement, parce que la température de la mer est beaucoup plus basse que celle des eaux du Gulf-Stream. Du reste, un contre-*courant* froid descend des régions polaires et passe entre les Etats-Unis et le Gulf-Stream, déviant ainsi de sa direction nord et sud vers l'ouest, sans y être forcé par le voisinage d'aucune terre. Il faudrait, au contraire, supposer qu'il est attiré par la côte d'Amérique. Arrivé aux bancs de Terre-Neuve, le Gulf-Stream court franchement à l'est. On a voulu attribuer à ces bancs ce changement de direction. Peut-être la dérive des *courants* polaires y est-elle pour quelque chose; mais Maury pense que les bancs sont plutôt un effet qu'une cause; c'est là que les *ice-bergs* viennent se fondre au contact des eaux tièdes du Gulf-Stream, opération qui entraîne tout naturellement le dépôt des terres, des pierres et du gravier qu'ils renferment. La face méridionale de ces bancs est complétement accore, tandis qu'au nord le fond va en diminuant graduellement, indiquant avec évidence que c'est du nord que sont venus les dépôts de formation. Le changement en profondeur est considérable, et l'on ne peut admettre que cette différence provienne de ce que les bancs dans cette partie sont rongés par le courant. Avant de quitter le Gulf-Stream, parlons d'un phénomène qui a longtemps intrigué les navigateurs. A l'est du *courant*, dans la partie occidentale de l'Atlantique nord, entre l'équateur et le Gulf-Stream, on observe une dérive d'eaux chaudes vers le nord; dans la partie orientale, les eaux dérivent vers le sud. Au milieu, dans l'espace triangulaire formé par les Açores, les Canaries et les îles du Cap-Vert, se trouve la mer de Sargasso (mer de varech); sur une étendue de plusieurs milliers de milles carrés, l'Océan est couvert d'une végétation abondante d'herbes flottantes, de raisins des tropiques, en si grande quantité, que la marche des bâtiments peut en être parfois retardée. Quand les compagnons de Colomb virent cette mer, ils crurent être arrivés aux limites de la mer navigable. Depuis Colomb, cette mer de Sargasso n'a pas changé de place. L'eau qui dérive au nord, dit Maury, est forcée de tourner à l'est quand le Gulf-Stream prend cette direction. Les *courants* venant de l'équateur entraînent en outre vers les pôles des masses d'eau de plus en plus considérables relativement aux parallèles qu'ils traversent; une partie de ces eaux doit revenir sur elle-même. Il y a donc là un mouvement pour ainsi dire circulaire des eaux; au centre de ce mouvement, elles doivent être en repos, et tous les objets viennent s'amasser en cet endroit. S'il en est ainsi, il doit y avoir une mer de Sargasso au centre des *courants* analogues de tous les océans. Cette mer de Sargasso doit être à droite du courant dans l'hémisphère nord, à gauche dans l'hémisphère sud; Maury signale, en effet, l'existence de pareilles régions dans toutes les mers. Nous parlerons plus loin de la mer de Sargasso du Pacifique nord. Il y en a une dans l'océan Indien, entre le *courant* chaud du Mozambique et le *courant* qui remonte au nord la côte occidentale d'Australie. Le lieutenant Varley en a trouvé une dans le Pacifique sud, entre les parallèles de 50° et 60° sud et les méridiens de 142° et 180° ouest. Dans l'Atlantique sud, Maury cite deux parages abondants en végétaux, l'un au nord des Malouines, l'autre à l'ouest du cap de Bonne-Espérance, entre les méridiens de 2° et 15° ouest.

Abordons maintenant les autres *courants* de l'Atlantique. Le long de la côte occidentale d'Afrique, au nord de l'équateur, le courant descend vers le sud, suivant la configuration de la côte, tournant à l'est au cap Mesurade, et formant alors ce qu'on appelle le *courant* de la côte de Guinée, ou plutôt contribuant à sa formation; les observations montrent en effet qu'un *courant* portant à l'est, comme celui de Guinée et sur son prolongement, existe au milieu de l'Atlantique. Le *courant* équatorial de l'Atlantique prend sa source dans le fond du golfe de Guinée. Il a déjà plus de 300 milles de largeur au cap des Palmes. Sur le méridien de 22° ouest, une branche s'en détache et court au nord-ouest. Le *courant* principal continue jusqu'à une certaine distance de la côte d'Amérique, où il se sépare en deux: une partie se dirige parallèlement à la côte au nord, sous le nom de *courant* de la Guyane, reçoit les eaux de l'Amazone et de l'Orénoque, pénètre dans la mer des Antilles, entre la Trinité et la Martinique, et va alimenter le Gulf-Stream. L'autre branche se dirige au sud, parallèlement à la côte du Brésil, dont elle prend le nom: son lit est éloigné de la côte de 250 à 300 milles; il a 6° à 7° de largeur. Dans l'Atlantique sud, nous trouvons encore le *courant* du cap Horn, *courant* froid dont nous parlerons à propos des *courants* du Pacifique, qui se dirige au nord-est, arrondit les Malouines et atteint quelquefois les parallèles de 49° et 48° sud. Là il tourne à l'est, probablement avec une partie des eaux chaudes du *courant* du Brésil. Sur la côte occidentale d'Afrique, dans l'hémisphère sud, les *courants* sont plus faibles. Remontent-ils au nord ou descendent-ils au sud? C'est ce qu'on ne saurait encore préciser. Nous avons dit qu'un *courant* froid descendait le long des côtes de l'Amérique du Nord, entre ce continent et le Gulf-Stream. Ce *courant* descend du pôle par le détroit de Davis. D'un autre côté, nous avons vu le Gulf-Stream se diriger au nord-est et aller réchauffer les côtes du Spitzberg. Il y a probablement autour du pôle nord une circulation complète allant de l'ouest à l'est. Les eaux du Gulf-Stream continuent leur chemin parallèlement aux côtes de l'Asie septentrionale. Elles rencontrent par le travers du détroit de Behring le *courant* d'eaux chaudes qui vient du Gulf-Stream du Pacifique et pénètre par ce détroit dans les mers polaires. Au nord de l'Amérique septentrionale, les glaces dérivent au sud-ouest, et le *courant* va redescendre par le détroit de Davis. Pendant l'été, les glaces qui abandonnent les rivages de la Sibérie interceptent complétement le passage au nord de l'Europe; les eaux chaudes qui se dirigent vers les pôles se reportent au nord-ouest et doivent se frayer un passage par des conduits sous-marins pour aller remplacer la masse énorme des eaux qui dérivent vers des latitudes plus basses, soit à l'état liquide, soit à l'état de glaces. C'est un phénomène analogue à celui que nous avons signalé dans la Méditerranée. L'observation, du reste, indique bien ces *courants* sous-marins. Les bâtiments que le *courant* de surface du détroit de Davis entraîne vers le sud ont vu souvent avec étonnement d'immenses *icebergs*, dont la base plonge plus profondément dans l'eau, remonter au nord en sens contraire de ce *courant* et dans une direction opposée au vent. En voici peut-être l'explication. Les eaux chaudes qui viennent des zones tropicales, plus légères en raison de leur température, sont en même temps plus salées que les eaux des bassins polaires. A mesure qu'elles avancent vers le pôle, leur température diminue, leur densité augmente et devient supérieure à celle des eaux de ces régions. Dans le détroit de Behring, par 77°2' de latitude et 174°37' de longitude, Rodgers, en août 1855, trouvait l'eau de la surface à 6°,5, d'une densité égale à 1,0264. A 36 m. de profondeur, l'eau était à 0°,8, et sa densité était de 1,0266; à 72 m., l'eau était à 4°,7, et avait la même densité. Par 71°21' et 175°22', voici quel était le résultat de ses expériences: à la surface, température = 5°,8, densité = 1,0258; à 32 m., $t = 4°,2$, $d = 1,0264$; à 45 m., $t = 4°,6$, $d = 1,0264$, près du fond. La température des eaux qui s'écoulent en *courants* sous-marins varie peu. Ainsi, sous le Gulf-Stream, par 25° nord, on a trouvé la température de l'eau égale à 1°,11; dans les mers antarctiques, Ross a trouvé à 720 m. la température de l'eau à 3°,8, et à 1,100 m. à 4°,2, quand la surface était à 0°. Le *courant* de surface, qui recouvre comme d'un manteau les eaux chaudes inférieures, arrête donc les progrès de leur refroidissement, et ces eaux doivent arriver dans les régions polaires avec une température supérieure à celle de la surface. Le mouvement continu des *courants* océaniques exige que ces eaux plus chaudes viennent déboucher quelque part au milieu de la vaste surface glacée qui entoure le pôle. On doit trouver, en quelque point de ces régions désolées, la mer libre de glaces et un climat moins rigoureux. Sans qu'il soit besoin d'insister sur toutes les raisons que Maury donne en faveur de cette opinion, il nous suffira de dire qu'aujourd'hui les faits sont venus justifier cette hypothèse. De Haven, Penny, Kane ont vu cette mer libre. Le docteur Kane l'a trouvée au nord de 28°, après avoir parcouru 80 ou 100 milles sur la glace; elle était d'une étendue telle, que l'œil n'en apercevait pas les limites. On observe encore un *courant* qui descend à l'ouest du Spitzberg et vient longer les côtes est du Groenland. Arrivé au cap Farewell, ce *courant* cesse de suivre la même direction et ne descend pas vers Terre-Neuve, comme on le croyait autrefois. Il contourne ce cap et remonte au nord-ouest le long de la côte sud-ouest du Groenland, jusque par 64° ou 65° latitude nord, quelquefois jusqu'à Holsteinburg (par 67° nord), et se réunit probablement ensuite au *courant* qui vient des baies de Baffin et d'Hudson, et qui court au sud dans la partie occidentale du détroit de Davis, le long des côtes du Labrador. Les recherches du commandant Irminger, de la marine danoise, semblent avoir mis ce fait hors de doute. C'est ce *courant* qui, entraînant avec lui les glaces des parages plus septentrionaux, vient accumuler ces glaces le long de la côte sud-ouest du Groenland, et tient les ports de ces parages si longtemps fermés à la navigation. Les navires venant de l'est et se rendant à Frederikshaab ou à Godthaab doivent s'efforcer de ne pas passer près du cap Farewell, et faire de l'ouest avant de remonter au nord chercher la latitude de leur point de destination. En sortant du port il leur faut, au contraire, piquer au large et ensuite faire du sud pour trouver une mer libre de glaces, ou au moins des *icebergs* moins volumineux. Passons maintenant à l'océan Pacifique. Nous y remarquons, aux environs de l'équateur, comme dans l'Atlantique, un mouvement des eaux dirigé de l'est à l'ouest, et c'est dans les parties occidentales de la zone tropicale que la température est la plus élevée. De ces régions part un *courant* d'eaux chaudes, qui remonte vers le nord, tout à fait analogue au Gulf-Stream. Il passe entre les Philippines et la côte d'Asie, se dirigeant vers les îles Aléoutiennes, se refroidissant peu à peu dans sa course, jusqu'à ce qu'il vienne se perdre au milieu des eaux qui baignent la côte nord-ouest d'Amérique. Le trajet de ce *courant* chaud est remarquable par ses brouillards et ses éclairs; les parages des îles Aléoutiennes sont aussi brumeux que ceux de Terre-Neuve. Voici le résumé des observations faites par les Américains au sujet de ce *courant:* il prend son origine dans le *courant* équatorial du Pacifique (peut-être aussi reçoit-il les eaux de quelques *courants* chauds qui proviennent de l'océan Indien); il s'en sépare à l'extrémité sud de Formose, par 22° nord et 120° est, s'infléchit vers le nord, suit la côte orientale de Formose, et, arrivé par 30° nord, il s'arrondit vers le nord-est et va baigner les côtes sud-est et est du Japon, jusqu'à la hauteur du détroit de Sangar. Etroit près de son origine, compris entre Formose et Majicosima, il a alors 100 milles environ de largeur. Il se développe au nord de cette dernière île, atteint Loutchou et Bonin, point au nord duquel il a bientôt 500 milles de largeur. Ses limites au nord-ouest sont parfaitement marquées; un changement de 5° à 10° dans la température de l'eau les accuse nettement. Ses limites au sud-est et à l'est sont loin de pouvoir être aussi bien déterminées. Le long de ses bords, et aussi dans sa partie centrale, où des tournants d'eau et des contre-*courants* se produisent près des îles, on observe des ras de marée violents qui ressemblent souvent à des brisants. Les Japonais connaissent très-bien ce *courant*, dont l'effet est d'adoucir singulièrement le climat de la partie sud du Japon; ils lui donnent le nom de Kuro-Siwo ou *courant* noir, à cause de la couleur foncée de ses eaux, analogue à celle du Gulf-Stream. Au nord du détroit de Sangar, le *courant* s'éloigne de la côte, et on observe le contre-*courant* froid venant du nord entre lui et la côte d'Yesso. Ce *courant* froid continue le long de la côte d'Asie, entre la Chine et le Japon, et plus au sud; mais les Américains ne l'ont pas observé à l'est de Niphon. C'est dans ce *courant* frais que se trouvent les fameuses pêcheries de la Chine et du Japon, que l'on peut comparer à celles de l'Amérique septentrionale. Par le travers du Japon, le Gulf-Stream du Pacifique se sépare en deux branches: l'une remonte au nord, longe les côtes du Kamtchatka, passe à l'ouest des Aléoutiennes et pénètre dans le détroit de Behring; l'autre va se briser entre la côte nord-ouest d'Amérique, et prend une direction parallèle à cette côte, jusqu'à ce que ses eaux soient complétement confondues avec celles des parages qu'elle traverse. Nous voyons ici le *courant* du Pacifique ne plus suivre la même route que le Gulf-Stream. Le *courant* de surface du Pacifique se rend dans la mer Arctique par le détroit de Behring, tandis que dans l'Atlantique le *courant* de surface descend, et celui qui remonte au nord est sous-marin. Mais le détroit de Behring est trop peu profond pour admettre un *courant* sous-marin important ou pour permettre l'introduction dans le Pacifique des volumineux *icebergs* du bassin polaire. Ainsi les *courants* chargés des glaces de l'Atlantique nord ne se retrouvent pas sur les mêmes parallèles dans le Pacifique nord, et les glaces que l'on rencontre dans ce dernier proviennent non des mers arctiques, mais des mers d'Okhotsk et du Kamtchatka. Le long de la côte de Californie le *courant* descend; ce *courant* est froid et analogue à celui qui se dirige vers les îles du Cap-Vert, le long de la côte occidentale d'Afrique. Il continue à descendre le long des côtes du Mexique pendant une moitié de l'année. Pendant l'autre moitié, le *courant* remonte sur ces dernières côtes, et les eaux vont se rejeter dans l'ouest. C'est à l'ouest du *courant* des îles du Cap-Vert que l'on trouve, dans l'Atlantique, la mer de Sargasso. Il y a également dans le Pacifique nord une étendue de mer assez considérable servant de réceptacle aux bois de dérive et aux herbes flottantes de cet océan. Sur les rivages des îles Johnston (par 17° nord et 171° 50' ouest), qui sont sur sa limite, on rencontre des bois de la Colombie et le cèdre rouge de Californie. Les arbres immenses que l'on trouve sur ces îles de guano ont sans doute été entraînés par le *courant* le long de la côte de Californie; puis les alizés les ont fait dériver vers l'ouest, en sorte que les *courants* du Pacifique nord semblent former une sorte de cercle borné par le Japon, les Aléoutiennes et la côte nord-ouest d'Amérique. Nous avons parlé du contre-*courant* froid qui coule vers le sud, à l'ouest du Kuro-Siwo, qu'on appelle aussi *courant* d'Okhotsk. Il est trop faible pour exercer sur la navigation une influence sensible. Le Pacifique a aussi ses *courants* équatoriaux. Seulement, au lieu d'un seul *courant*, comme dans l'Atlantique, dirigé de l'est à l'ouest le long de l'équateur, il semble qu'ici il y en ait deux marchant parallèlement, l'un au nord, l'autre au sud de l'équateur, sur la limite des alizés. Le *courant* équatorial du nord se trouve jusque par le parallèle de 20° et même quelquefois au delà; les eaux chaudes qu'il envoie vers l'ouest servent probablement à alimenter le Gulf-Stream du Pacifique. Le *courant* équatorial du sud se divise en deux branches, dont l'une paraît aller se déverser dans le détroit de Torres, pendant que l'autre tourne vers le sud et va former le *courant* chaud qui descend parallèlement aux côtes orientales de la Nouvelle-Hollande et se perd dans les latitudes plus élevées. Entre les deux *courants* équatoriaux, un contre-*courant* allant de l'ouest à l'est existe probablement. Des *courants* est ont souvent été observés dans certaines parties, et le capitaine Hunter dit qu'on peut traverser le Pacifique de l'est à l'ouest en se tenant dans les régions équatoriales, entre les alizés du nord et du sud. Suivant Krusenstern, ce contre-*courant* se trouve entre l'équateur et 6° nord. Dans toute la moitié occidentale du Pacifique sud, la masse des eaux chaudes est emportée par un mouvement de dérive vers des latitudes plus élevées. C'est à cet écoulement d'eau chaude, suivant Maury, que le capitaine Ross a dû de pouvoir pénétrer aussi loin dans les mers antarctiques. Les eaux chaudes du Pacifique ne trouvent d'issue d'ailleurs que par le sud, car le détroit de Behring ne doit pas en laisser passer beaucoup. Les eaux des régions polaires ont ici comme partout ailleurs un mouvement de dérive qui les entraîne vers l'équateur, et le mouvement de rotation de la terre les dirige vers l'est. En approchant de la pointe sud de l'Amérique, ces eaux froides constituent deux *courants*, dont le plus considérable, connu sous le nom de *courant* de Humboldt, longe la côte d'Amérique et remonte jusqu'au nord de l'équateur, rafraîchissant les climats du Pérou et du Chili, tandis que l'autre, se séparant du premier aux environs du parallèle de 50° sud, retourne en arrière et contourne le cap Horn auquel il emprunte son nom. Le *courant* de Humboldt, suivant en cela la règle générale, est plus rapide le long de la terre qu'au large. Entre ce dernier et la grande dérive des eaux chaudes équatoriales est une région qui a été désignée sous le nom de région Désolée. Rarement la baleine se rencontre dans ces parages. Dans l'air et dans la mer, aucun symptôme de vie ne se révèle. Dans l'océan Pacifique surtout, au milieu de cette immense étendue liquide, des oiseaux de mer accompagnent souvent les navires aussi bien pendant les tempêtes que dans les jours de calme. L'albatros et le pigeon du Cap, qui se plaisent dans les régions tempêtueuses du cap Horn et les climats inhospitaliers des régions antarctiques, suivent les bâtiments jusque dans l'été éternel des tropiques. Ces oiseaux de mer, de même que ceux qui se montrent sitôt qu'on approche des côtes de l'Australie, disparaissent tout à coup quand on atteint les parages dont nous parlons; on cesse même d'entendre le cri du pétrel, et la vie semble également absente au sein des eaux. A propos de l'océan Indien, Maury fait cette supposition, que le centre de cette mer est le point de départ de *courants* chauds considérables, qui entraînent hors de cette masse d'eau un volume liquide bien supérieur à celui du Gulf-Stream. Les mers de l'Inde ne se prolongent pas dans le nord comme l'océan Antarctique; elles sont bornées de ce côté par des terres tropicales; leurs eaux sont plus chaudes que celles de la mer des Antilles; l'évaporation y est bien plus considérable. C'est dans le golfe Arabique que l'on observe les eaux les plus chaudes; c'est de là sans doute que sort le principal *courant* chaud de l'océan Indien, le *courant* de Mozambique. Il longe la côte est d'Afrique, passe dans le canal de Mozambique, où il atteint sa vitesse maximum, et va jusqu'au cap de Bonne-Espérance, où il prend le nom de *courant* des Aiguilles ou de *Lagulhas*. La température de ce *courant*, qui est de 30°,5 par le travers du cap Guardafui, diminue à mesure qu'il descend vers le sud dans le canal de Mozambique. Elle augmente un peu après avoir dépassé Madagascar, parce qu'un nouvel afflux d'eaux chaudes vient l'alimenter. On a cru longtemps que le *courant* des Aiguilles, après avoir doublé le cap de Bonne-Espérance, remontait au nord dans l'Atlantique pour aller rejoindre le grand *courant* équatorial de cet océan; cette opinion n'était guère d'accord avec les principes que nous avons émis sur la circulation des mers. De nouvelles recherches et principalement les études faites par l'Institut d'Utrecht ont montré que le *courant* des Aiguilles continue sa course au sud-ouest du Cap, où le thermomètre accuse des températures beaucoup trop élevées pour ces latitudes. Ici, comme dans les autres océans, il existe un *courant* équatorial ou plutôt un *courant* dirigé de l'est à l'ouest, car on l'observe entre les parallèles de 10° et 20° sud. Il s'élargit à mesure qu'il avance vers l'ouest, et se divise en deux branches qui vont rejoindre le *courant* de Mozambique, l'une en contournant au nord l'île de Madagascar, l'autre en la prolongeant au sud. Les observations thermométriques semblent encore indiquer un mouvement de dérive des eaux chaudes vers le sud, à mi-distance entre l'Afrique et l'Australie. Ce mouvement paraît s'arrêter autour d'une région couverte de plantes marines, située environ par 46° de latitude sud et 70° de longitude est. Dans la partie nord de l'océan Indien, les *courants* sont variables et changent peut-être avec les moussons. Une masse d'eaux chaudes sort par le détroit de Malacca et va contribuer à alimenter le Gulf-Stream de l'océan Pacifique. Ainsi, en même temps qu'une évaporation active enlève à la surface de l'océan Indien septentrional une immense masse d'eau, des *courants* nombreux en entraînent encore vers le sud des quantités plus considérables. Ces pertes doivent être compensées par un afflux des eaux des régions polaires. On observe, en effet, dans les régions méridionales, un mouvement des eaux polaires vers l'équateur; elles viennent se briser d'abord contre le *courant* des Aiguilles, puis contre les masses d'eaux chaudes qui sortent du *courant* équatorial dont nous avons parlé plus haut. Elles entraînent avec elles des glaces que l'on rencontre jusque par la latitude de 40°. C'est sans doute ce mouvement général des eaux polaires vers le nord-est qui constitue ce qu'on appelle le *courant* traversier de l'océan Indien. Ce *courant*, arrivé près des côtes d'Australie, se sépare en deux branches, dont l'une remonte au nord et longe la côte occidentale de l'Australie, l'autre suit la côte méridionale.

Nous arrêtons ici notre énumération, que nous pourrions étendre encore si nous voulions décrire les petits *courants* auxquels ceux que nous venons de décrire servent de troncs, et entre autres ceux de la Méditerranée, etc., mais ces rameaux ne sauraient offrir d'intérêt qu'au navigateur.

2° *Courants de marées.* L'ondulation de marée est un mouvement d'oscillation verticale qui se transmet de proche en proche dans la masse liquide sans qu'il y ait déplacement sensible des molécules aqueuses. Telle est, du moins en pleine mer, la marche de la ma-