

Le second a été observé plusieurs fois sur la côte nord du Chili et tout le long de celle du Pérou.

Meyen rapporte, dans son voyage autour du monde, qu'il s'est trouvé, pendant la nuit et par le calme le plus complet, à l'ancre dans le port de Copiapo, lorsque, par une brusque transition et sans coup de vent, d'énormes vagues sont venues soulever le vaisseau où il était, et lui imprimer des secousses si violentes que le mouvement en était insoutenable. Dans d'autres parages, au sud même d'Itrica, par un temps doux et serein, la brise étant à peine sensible, il a vu arriver de la haute mer des vagues de 30 à 40 pieds d'élévation; cependant, sur la côte occidentale de l'Amérique du sud, le flux et le reflux sont à peu près imperceptibles; ce n'est donc pas au retour périodique de la marée qu'il faut attribuer ce phénomène. On a cru pouvoir l'expliquer par l'influence de la pleine-lune; mais M. Meyen oppose à cette théorie que ce roulement, comme on l'appelle, se manifeste sur quelques points de la côte avec bien plus de violence pendant le dernier quartier de la lune, d'où il conclut que cet astre n'en est pas la cause. On pourrait, dit-il, l'attribuer peut-être à une surabondance extraordinaire d'eaux froides qui affluent du sud-ouest et viennent tomber à la côte péruvienne, dans toute la largeur de l'Arequipa (1). Peut-être aussi est-il dû à de violents dégagemens de gaz qui, dans ces contrées où les tremblemens de terre sont si fréquens, soulèvent les flots et occasionnent ces grandes fluctuations.

(1) *Mémorial encyclopédique*, octobre 1835, et *Institut* du 25 novembre 1835.

## DE LA CAUSE DES COURANS.

Il est certes bien singulier de voir des cours d'eau sillonner l'étendue des mers, comme nous en voyons marcher à la surface des continens, par la seule pente du terrain. Ici, rien de plus naturel que de voir un fleuve se diriger vers les points les plus bas avec une rapidité qui est toujours en rapport avec les sinuosités de son lit; mais au milieu de l'Océan, pourquoi certaines zones d'eau salée se meuvent-elles dans des directions déterminées et, si elles changent, pourquoi n'éprouvent-elles ces changemens qu'à des époques réglées et périodiques?

On n'a pas manqué de proposer pour ce sujet une longue série de théories dont les applications ont toujours été très-difficiles et en général fort peu satisfaisantes.

Il est une chose dont il faut bien se pénétrer dans l'étude des sciences naturelles, c'est que la nature a toujours à sa disposition des moyens très-variés pour arriver à un même résultat, et il est bien rare que l'explication très-rationnelle d'un fait puisse s'appliquer aussi à tous les autres faits du même genre. C'est ce qui a lieu pour les courans, dont les causes sont probablement très-variées.

« En y réfléchissant, dit M. de Humboldt, on reconnaît qu'elles sont beaucoup plus multipliées qu'on ne le croit généralement, car les eaux de la mer peuvent être mises en mouvement, soit par une impulsion extérieure, soit par une différence de chaleur et de salure, soit par la fonte périodique des glaces polaires, soit enfin par l'inégalité de l'évaporation qui a lieu à diverses latitudes. Tantôt plu-

» sieurs de ces causes concourent au même effet, tantôt elles produisent des effets opposés (1). »

Parmi les causes extérieures, les principales sont les vents; et l'on ne peut nier en effet qu'ils n'aient une puissance active à la surface des mers. Les vents accidentels et variables, lors même qu'ils sont assez violens pour qu'on puisse leur donner le titre de tempêtes, ne produisent jamais que des courans temporaires et circonscrits. Mais les vents constans ou périodiques communiquent à l'eau qu'ils touchent leur caractère de continuité ou leur alternance. Aussi, c'est en grande partie à l'action des moussons qu'il faut attribuer les courans périodiques si communs dans les mers des Indes et de la Chine.

Peut-être faut-il aussi placer comme force extérieure déterminant certains courans, l'impulsion des fleuves qui viennent se rendre à l'Océan. M. Bory de Saint-Vincent considère même cette cause comme celle qui détermine la vitesse et l'existence de ces grands cours d'eau. Il pense qu'en débouchant dans la mer, le courant des fleuves y continue à travers la masse d'eau qui repose sur un fond anfractueux et qu'il doit nécessairement suivre encore, en s'y écoulant, les anfractuosités du sol sous-marin, tout en ralentissant sa progression.

La réunion de ces courans divers et l'opposition invincible que leur présente bientôt le poids de la masse totale des eaux qu'ils viennent grossir, doit produire un courant général, vaste fleuve marin, à peu près parallèle aux côtes, proportionné, en étendue et en ra-

(1) HUMBOLDT, *Voyage aux régions équinox.*, t. I, p. 144.

pidité, aux tributs qu'il reçoit des continens, et dont les rivages sont, d'un côté ceux des continens mêmes, et de l'autre la masse centrale des flots.

Il paraît plus probable cependant que l'évaporation qui se fait d'une manière si inégale sous les différentes zones du globe, la fonte des glaces polaires et le mouvement de rotation de la terre, sont les principales causes qui, seules ou réunies, donnent naissance aux courans.

On ne peut nier que l'évaporation ne soit beaucoup plus forte sous la zone torride que sur les autres parties de la terre, et dès-lors l'eau doit arriver du nord et du sud pour remplacer celle qui se combine avec la chaleur et s'élève en vapeur.

D'un autre côté, les glaces polaires qui forment aux deux extrémités de l'axe du globe des masses considérables d'eau solide, sont soumises successivement à l'action du soleil qui les fond au lieu de les réduire en vapeur; il en résulte d'immenses courans d'eau froide qui, par leur température, devraient gagner les parties basses des mers, mais qui étant fort peu salées, doivent pénétrer plus ou moins obliquement dans des eaux que le sel rend plus denses et que la chaleur rend plus légères, en sorte que, sous ce rapport, il peut s'établir une sorte de compensation.

Il n'en résulte pas moins deux courans qui vont des pôles à l'équateur, et qui, sans les déviations partielles, viendraient se réunir sous la ligne, après avoir perdu une partie de leur vitesse. Mais il faut bien remarquer que ces deux grands courans polaires n'ont pas lieu à la fois; pendant que nous sommes en été, le pôle nord, continuellement exposé aux rayons obliques du soleil, laisse fondre une partie de ses glaces, et le courant s'établit; et pendant la même saison, le pôle sud,

plongé dans l'obscurité, se charge au contraire de neiges et de glaçons qui doivent fondre à leur tour. Les deux courans polaires ne peuvent donc pas être constans, et l'on prévoit déjà une partie des causes de la périodicité des courans.

Si pendant que les glaces fondent à un pôle ou à l'autre, l'évaporation enlève sans cesse de nouvelles quantités d'eau à l'équateur, il y aura nécessairement double motif pour qu'il y ait toujours un courant des pôles à l'équateur, seulement ce courant sera plus fort au nord ou au sud, selon les saisons. Il faudra nécessairement tenir compte, dans ces variations, du temps nécessaire pour que l'eau arrive des pôles, sous tel degré de latitude, et des obstacles qui peuvent ralentir sa course et la dévier de son cours. Sans ces obstacles il y aurait donc deux courans qui iraient en ligne droite du nord au sud et du sud au nord, d'une manière assez régulière, et c'est pourtant ce qu'on n'observe pas.

Lorsqu'on approche des latitudes élevées, on remarque bien ces courans polaires qui charient d'énormes glaçons dans une direction exactement opposée au pôle dont ils partent, et ils sont d'autant plus sensibles que c'est ordinairement en été seulement que l'on peut pénétrer dans ces froides régions; on y arrive alors à l'époque des plus forts courans. Ce furent ces courans qui empêchèrent le capitaine Parry et son équipage d'atteindre le pôle; car, tandis qu'ils se traînaient péniblement sur les glaces, celles-ci, emportées dans une direction contraire, les éloignaient, sans qu'ils s'en aperçussent, du point qu'ils désiraient atteindre.

Lorsqu'on approche de l'équateur, cette direction du nord au sud et du sud au nord, selon les hémisphères et la saison, n'est plus celle qui domine. Il y a une

tendance générale qui porte à l'occident, et la mer semble fuir les rivages qui sont à l'est. Cette tendance est celle des vents alisés, et le grand courant marin que l'on désigne sous le nom de courant équatorial, est lié aussi à la rotation de la terre. Voici comment Maltebrun explique l'action puissante et la direction de ce courant.

« L'action du soleil et la rotation terrestre diminuent constamment la pesanteur des eaux équatoriales, et l'évaporation en fait disparaître une quantité infiniment plus grande que ne peuvent lui rendre les fleuves. Les eaux des mers plus éloignées de l'équateur sont donc sollicitées de remplir ce vide, et de là proviennent les deux courans polaires. Maintenant les eaux qui viennent des zones plus froides (surtout dans le grand Océan où le passage d'un climat à l'autre est plus rapide), ces eaux ont une pesanteur considérablement plus grande que celles qu'elles viennent remplacer. D'un autre côté, et c'est là l'essentiel, elles sont animées d'un mouvement de rotation infiniment plus lent que ne l'est la partie d'eau qui se trouve habituellement dans la zone torride; or, ces eaux, par leur force d'inertie, ne se dépouillent jamais tout d'un coup du degré de mouvement qu'elles ont une fois acquis. Donc elles ne peuvent pas suivre la rotation du globe; lourdes et immobiles, elles sont tout à coup tombées dans la sphère de la plus rapide mobilité; elles conservent, pour quelques instans, leur caractère primitif. Mais la partie solide du globe est toujours mue vers l'orient avec la même rapidité dont elle fuit réellement ces eaux, qui, en restant toujours un peu en arrière, semblent se mouvoir vers l'occident et ainsi s'éloigner des rives orientales des continens, tandis que sur les rives occidentales la terre s'avance vers les

eaux ; et celles-ci , ne se conformant pas avec assez de rapidité au mouvement de rotation , semblent s'avancer vers la terre. Ainsi ce grand et merveilleux mouvement n'est qu'une vaste et paisible oscillation qui ne dépend que de l'équilibre seulement de l'Océan ; mais lorsqu'une oscillation si puissante trouve dans son chemin des passages étroits , des obstacles qui la gênent , la détournent sans l'arrêter , elle se change en courant violent et souvent dangereux (1). »

Voilà les principales causes du mouvement des eaux. On voit que ce sont presque les mêmes qui déterminent les courans d'air ou vents réguliers ; mais il y a une bien grande différence entre la surface plane des mers sur laquelle reposent les vents alisés et les moussons , et le fond raboteux de l'Océan.

Des continens tout entiers s'opposent , en différens points , à la marche régulière des grands courans ; puis tout d'un coup ils cessent , et le courant , qui ne trouve plus d'obstacle , s'épanche et s'éteint quelquefois tout à fait. Une foule d'îles , formant parfois des archipels nombreux , changent aussi à chaque instant la direction imprimée aux eaux. Souvent toutes les causes qui en altèrent la marche sont sous-marines ; et quoiqu'il n'y ait aucune terre visible , le changement de direction d'un courant indique qu'il existe au fond de la mer des masses saillantes mais cachées par les flots. Ailleurs , des détroits , diminuant la largeur du fleuve marin , accélèrent sa vitesse , ou le dirigent dans un sens différent. Presque tous les détroits présentent ce phénomène , et il est très-sensible dans les hautes lati-

(1) MALTEBBUN , *Géographie universelle* , t. II , p. 276.

tudes , où les courans polaires conservent encore toute leur intensité.

Si l'on ajoute à toutes ces causes l'action des vents et celle des fleuves que nous avons déjà étudiée , on trouvera moyen d'expliquer la direction et la plupart des caractères que présente la majeure partie des courans dont nous avons parlé dans la première partie de ce paragraphe. Cette appréciation serait cependant encore assez difficile pour plusieurs d'entre eux qui sont loin d'être suffisamment connus , ou qui du moins n'ont pas été explorés dans toutes les saisons.

On peut expliquer aussi facilement les contre-courans , qui sont des courans marchant en sens contraire. Leur position , relativement aux véritables courans , établit entre eux quelques différences que nous allons examiner.

- 1° Ils peuvent marcher l'un à côté de l'autre ;
- 2° Ils peuvent passer l'un sur l'autre ;
- 3° Ils peuvent arriver l'un contre l'autre.

*Premier cas.* — On sait que les vents , en venant frapper une chaîne de montagnes , peuvent être réfléchis sous des angles très-différens , selon la forme et la situation de l'obstacle et selon sa vitesse ou sa force d'impulsion. Des phénomènes semblables se présentent au fond de la mer , et l'on peut concevoir aisément une série d'obstacles (*îles , écueils , inégalités sous-marines*) disposés de telle manière que le courant réfléchi passe à côté de la portion qui doit l'être bientôt , et nous avons cité plusieurs exemples de ces contre-courans. On conçoit encore que des différences dans la température des eaux , ou dans leur salure , établissent des inégalités de pesanteur assez grandes pour former un courant ; l'arrivée d'un grand fleuve , enfin toutes les causes qui ont



pu produire le premier courant , peuvent donner naissance à un second , qui , arrivant sous un angle aigu sur le premier , le longe pendant un trajet plus ou moins long , et se meut dans une direction opposée. Plus souvent , il est vrai , le second courant suit la même direction que le premier , et leurs eaux confondues suivent l'impulsion et prennent la direction communes.

*Second cas.* — Pour choisir encore un point de comparaison dans les courans d'air , nous rappellerons qu'il n'est pas rare , pendant l'été , de voir deux couches de nuages superposées marcher dans un sens tout-à-fait différent ; c'est aussi ce que l'on voit , mais plus rarement , dans la mer. Il est vrai que cette marche contraire est rarement constante , parce qu'elle tient souvent à l'action du vent qui souffle dans une direction opposée à un courant , et assez violemment pour arrêter l'eau à sa surface et ensuite la faire rétrograder. Il y a cependant de tels courans qui semblent continus.

Maltebrun rapporte , d'après des observations puisées dans les transactions philosophiques , que dans les parages des Antilles , il y a des endroits où un bâtiment peut s'amarrer au milieu d'un courant , en laissant tomber à une certaine profondeur connue , un cable auquel est attaché une sonde de plomb. Il doit , sans doute , y avoir à cette profondeur un courant contraire à celui qui règne à la superficie des eaux ; le repos vient de l'égalité de ces deux forces qui entraînent , l'une le bâtiment , l'autre le cable avec la sonde.

Dans la mer du Nord , il y a un courant nord qui vient du pas de Calais , et un courant sud qui va depuis les îles Orcades le long des côtes britanniques.

Le navigateur Deslandes en cite aussi un exemple remarquable dans une lettre écrite à Buffon , en 1773. Il était sur la côte d'Afrique , dans le golfe de Guinée ,

et il voulait aller à Laongo , à quelques degrés plus au sud ; mais un fort courant qui venait du midi lui fermait le passage.

Etant mouillé par huit brasses d'eau , il s'aperçut qu'il existait un courant inférieur contraire à celui de la surface. Pour s'en assurer , il attacha une serviette à la corde d'une ligne , un peu au-dessus du plomb. Dès que la serviette toucha l'eau , elle prit la direction du courant supérieur. A trois brasses de profondeur , elle flottait indifféremment autour de la ligne , mais de là jusqu'au fond elle prenait une direction contraire à la première.

Deslandes réitéra l'expérience à quelques lieues de la côte , où la mer avait environ cinquante brasses de profondeur ; là le courant supérieur se faisait sentir jusqu'à la profondeur de douze à quinze brasses.

Pendant deux mois et demi que Deslandes fut dans cette situation , ces effets eurent lieu à divers intervalles , qui équivalaient à un mois ; dans les autres temps , toute la masse du courant se portait en entier dans le golfe de Guinée.

Ce navigateur se servit ingénieusement de ce contre-courant pour avancer contre le courant supérieur ; il imagina une machine qui présentait beaucoup de surface , et qui étant descendue jusqu'au courant inférieur , était entraînée assez fortement pour remorquer le navire , et lui faire faire environ une demi-lieue par heure (1).

Parmi les doubles courans superposés , un des plus célèbres est celui du détroit de Gibraltar. On sait , à ne pas en douter , qu'un courant marchant avec une vitesse

(1) *Dictionnaire de DETERVILLE*, 1<sup>re</sup> édition , article Courant.

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