

3 pouces et  $\frac{1}{4}$  par mille marin de 950 toises (environ 8 pouces par lieue). Des mesures prises sur le Gange, dans une étendue de vingt lieues, ont donné aussi 8 pouces par lieue, tandis que la vitesse était de une, deux et même près de trois lieues à l'heure, selon la sécheresse ou l'abondance des pluies.

La pente du fleuve de la Magdeleine, dans l'Amérique Méridionale, n'est que de 5 pieds par lieue.

Dans certains endroits, le Danube n'a pas 18 pouces de pente pour la même distance.

Le fleuve des Amazones est presque horizontal. On ne lui donne que dix pieds de pente sur deux cents lieues, ce qui fait  $\frac{1}{20}$  de pouce sur 1,000 pieds; et cependant en mars, qui est la saison des pluies, il s'élançe dans l'Atlantique avec une telle force, que ses eaux sont encore visibles à 120 lieues de l'embouchure, et leur courant y est encore sensible.

La pente de nos rivières ou de nos petits fleuves d'Europe est bien plus forte que celles que nous venons de citer, quoique très-faible encore en certains endroits. La Seine, depuis la Bourgogne jusqu'à Paris, n'a que 2 pieds de pente par lieue de 2000 toises. Sa vitesse, dans les basses eaux, est de 0<sup>m</sup>, 6 par seconde (celle d'un homme qui se promène est de 1<sup>m</sup> 3 pour le même temps), et elle devient, d'après Picard, trois fois plus grande dans les inondations.

La Loire, entre Pouilly et Briare, a un pied de pente sur 1,250, et un sur 2,266 entre Briare et Orléans (1). Le Rhin entre Schaffouse et Strasbourg descend 4 pieds par mille géographique, et 2 pieds seulement entre Strasbourg et Schenckenschantz, tandis que le Rhône

(1) MALTEBRUN, t. II, p. 301.

offre une différence de niveau de 5 mètres par lieue.

Ces grandes inégalités qui existent dans l'inclinaison du lit des rivières et des fleuves, expliquent comment un cours d'eau peut arriver dans un autre sans augmenter sa largeur, mais en accélérant son cours; on conçoit aussi que leurs eaux marchent long-temps à côté l'une de l'autre sans se mélanger, et si une rivière rapide vient, sous un angle aigu, s'ouvrir dans une autre, elle pourra momentanément lui opposer une digue, arrêter son cours et la faire refluer vers sa source jusqu'à ce que ses eaux aient acquis derrière ce rempart mobile une puissance capable de le vaincre ou de le compenser, c'est ce qui est arrivé plusieurs fois au Rhône, comme le rapporte Saussure (1): « L'Arve est » sujette à des crues subites et considérables; on l'a » vue quatre fois s'enfler à tel point que ne pouvant » pas s'écouler assez promptement entre les collines » qui la resserrent au-dessous de sa jonction avec le » Rhône, les eaux du torrent refluent dans le lit du » fleuve, le forcèrent à remonter avec elles contre le » lac, et firent tourner à contre-sens les moulins construits sur le Rhône. » Une lutte analogue s'établit aussi à l'embouchure des grands fleuves contre les eaux de la mer, ainsi que nous l'avons vu tout à l'heure pour celles de l'Amazone, dont les eaux douces s'étendent au loin. Ici le fleuve est plus fort, tandis qu'en France l'eau salée remonte quelquefois très-loin des côtes où nos petites rivières vont s'ouvrir. Le vent lui-même peut produire un effet semblable, comme on l'a vu plusieurs fois à Saint-Petersbourg, sur la Nawa.

(1) Voyages, t. I, § 16, p. 13.

## DES CRUES PÉRIODIQUES DES COURS D'EAU.

La plupart des cours d'eau sont soumis à des crues accidentelles qui souvent occasionnent de désastreuses inondations. On sent très-bien que de tels accidens ne peuvent provenir d'une augmentation de puissance dans les sources, mais de l'abondance des pluies et de la fonte des neiges. Ces phénomènes n'ont rien de constant dans nos climats. Les rivières débordent au moment où l'on s'y attend le moins, et ces débordemens, plus fréquens en été qu'en hiver, sont tellement accidentels, que souvent un ruisseau inonde un grand espace de terrain, tandis qu'un autre coule à côté dans son lit ordinaire. Il n'en est pas de même pour les cours d'eau qui sont situés sous la zone torride. Les contrées dans lesquelles ils prennent naissance sont placées sous un climat tout différent du nôtre; des pluies très-abondantes et de longue durée gonflent les fleuves ou leurs affluens, dont les eaux bourbeuses charrient une masse énorme de débris et de limon.

On sait depuis long-temps que l'Égypte ne doit sa fertilité qu'aux débordemens périodiques du Nil; mais un grand nombre de fleuves, et notamment tous les grands cours d'eau de l'Amérique, s'élèvent et s'abaissent comme lui à des époques déterminées. Il est difficile de se faire une idée de la masse d'eau que contiennent les fleuves à cette époque. Le Nil, jaugé au port de Syout par M. Girard, lui a donné, comme nous l'avons déjà dit, un *minimum* et un *maximum* de 678 et 10,247 mètres cubes par seconde, c'est-à-dire que ce fleuve non débordé n'est qu'une légère fraction de lui-même à l'époque des crues, puisqu'il fait plus que décupler son volume. Ce fleuve monte de 30 à 35 pieds

dans la Haute-Égypte, de 25 pieds au Caire, et de 4 pieds dans la partie septentrionale du Delta. Les pilotes étrangers admettent 90 pieds pour les crues ordinaires dans le bas Orénoque (1), et l'on ne peut se figurer l'immensité des nappes d'eau qui couvrent alors plusieurs parties de l'Amérique. De grands bâtimens remontent depuis l'Angostura jusqu'à San-Fernando de Apure, et par le Rio Santo-Domingo jusqu'à Torunos, le port de la ville de Varinas. A cette même époque, les inondations des rivières, qui forment un dédale d'embranchemens entre l'Apure, l'Arauca, le Capanaparo et le Sinaruco, couvrent un pays de près de quatre cents lieues carrées (2). Les forêts sont inondées, on les parcourt en canots, et les poissons viennent nager au milieu des buissons qui, plus tard, supporteront les nids des oiseaux.

C'est toujours à une époque réglée que les inondations ont lieu. Il y a déjà 250 ans que des colons européens sont établis près des bouches de l'Orénoque; et pendant ce long espace de temps, d'après une tradition qui s'est propagée de génération en génération, les oscillations périodiques du fleuve (l'époque du commencement des crues et celle où elles atteignent le *maximum*) n'ont jamais retardé de plus de douze à quinze jours (3).

« La cause des crues périodiques de l'Orénoque agit également sur tous les fleuves qui naissent sous la zone torride. Après l'équinoxe du printemps, la

(1) HUMBOLDT, *Voyage aux régions équinoxiales*, t. VIII, p. 406.

(2) Idem, *Voyage aux régions équinoxiales*, t. VI, p. 165.

(3) Idem, *Voyage aux régions équinoxiales*, t. VIII, p. 609.

cessation des brises annonce la saison des pluies; l'accroissement des rivières, que l'on peut considérer comme des *ombromètres* naturels, est proportionnel à la quantité d'eau qui tombe dans les différentes régions. Au centre des forêts du haut Orénoque et du Rio Negro, cette quantité paraît excéder 90 à 100 pouces par an; aussi, ceux des naturels qui ont vécu sous le ciel brumeux de l'Esmeralda et de l'Atabapo, savent, sans avoir la moindre notion de physique, ce que savaient jadis Eudoxe et Eratosthène, que les inondations des grands fleuves sont dues aux seules pluies équatoriales. »

Voici ce que dit M. de Humboldt de la marche ordinaire des oscillations de l'Orénoque : « On s'aperçoit, aussitôt après l'équinoxe du printemps (le peuple dit le 25 mars), du commencement des crues. Elles ne sont d'abord que d'un pouce par 24 heures; quelquefois la rivière baisse de nouveau en avril; elle atteint son *maximum* en juillet, reste pleine (au même niveau) depuis la fin de juillet jusqu'au 25 août; puis elle décroît progressivement, mais avec plus de lenteur qu'elle n'a augmenté. Elle est à son *minimum* en janvier et février. Dans les deux mondes, c'est à peu près à la même époque que les rivières de la zone torride boréale parviennent à la plus grande hauteur. Le Gange, le Niger et la Gambie atteignent le *maximum*, comme l'Orénoque, dans le mois d'août. Le Nil retarde de deux mois, soit à cause de quelques circonstances locales dans le climat de l'Abyssinie, soit à cause de la longueur de son cours, depuis le pays de Berber, ou les 17° de latitude, jusqu'à la bifurcation du *Delta*. Les géographes arabes assurent que, dans le Sennaar, et en Abyssinie, le Nil se gonfle dès le mois d'avril (à peu près comme l'Orénoque); cependant les crues ne

deviennent sensibles au Caire que vers le solstice d'été; elles atteignent la plus grande hauteur à la fin du mois de septembre; la rivière se maintient au même niveau jusqu'à la mi-octobre; elle est au *minimum* d'avril en mai, à une époque où les fleuves de la Guyane commencent déjà à gonfler.

On voit par cet exposé rapide, que, malgré le retard causé par la forme des canaux naturels et par des circonstances climatiques locales, le grand phénomène des oscillations des rivières de la zone torride est le même partout (1).

## DE L'EMBOUCHURE DES FLEUVES.

Un fleuve commence à une source et se termine dans la mer. Nous venons de voir les phénomènes que nous présente son cours; étudions maintenant les particularités que l'on remarque à son *embouchure*. On sait qu'on nomme ainsi le point de réunion d'un fleuve avec la mer, tandis qu'on donne le nom de *confluent* à toute jonction de deux cours d'eau. Il arrive quelquefois que certains cours d'eau n'ont ni confluent ni embouchure, c'est-à-dire qu'ils se perdent tout-à-coup dans l'intérieur des terres ou dans des cavernes. Nous reviendrons sur cet objet en parlant des eaux souterraines.

Lorsque deux rivières se joignent, on peut quelquefois les suivre de l'œil après leur mélange, par la couleur différente des eaux; c'est ce qui arrive souvent à Lyon pour le Rhône et la Saône. La même chose a

(1) HUMBOLDT, *Voyage aux régions équinoxiales*, t. VIII, p. 399.

lieu quand un fleuve se jette dans mer. Nous avons déjà parlé de l'Amazone, qui semble couler encore dans l'Océan, ayant pour rives l'eau salée avec laquelle elle semble ne se mêler qu'à regret. Le Danube présente en petit le même phénomène que renouvelle encore la petite rivière Syre, en Norwège (1). Malgré l'impulsion qui lance ainsi ces eaux douces dans la mer, le flux se fait sentir avec une grande intensité à l'embouchure de la plupart des fleuves, et la marée montante s'élève à une grande distance du rivage dans l'intérieur des terres. Ainsi, dans l'Indus, elle remonte à 25 lieues, et à 50 dans le Gange. Dans l'Orénoque, le flux et le reflux se font sentir au mois d'avril, lorsque la rivière est la plus basse, jusque au delà de l'Angostura, à la distance de plus de 85 lieues dans l'intérieur des terres. Au confluent du Carony, à 60 lieues des côtes, les eaux s'élèvent par refoulement à 1 pied 3 pouces de hauteur (2).

Dans l'Amazone, à la même époque, elles sont encore sensibles à 200 lieues. Il est vrai que sur cette énorme distance sa pente n'est que de quelques pieds; mais les oscillations des marées remontent comme sur un plan incliné bien au-dessus du niveau auquel se maintiennent les eaux de la mer à l'embouchure des fleuves. C'est un fait qui a été parfaitement démontré pour la Garonne. Le vent, soufflant avec force, ajoute quelquefois à cette puissance des marées et oppose une barrière insurmontable aux eaux des fleuves; elles augmentent alors avec une incroyable rapidité, et causent

(1) PONTOPPIDAN, *Hist. nat. de la Norwège*, t. I, p. 145.

(2) HUMBOLDT, *Voyage aux régions équinoxiales*, t. VIII, p. 389.

de grands désastres dont la Newa a souvent donné des exemples, en jetant des vaisseaux sur les quais de St-Pétersbourg, et en inondant la ville presque entière, comme cela est arrivé en 1824.

Il résulte souvent de cette lutte des eaux qui descendent des continents et de celles que la marée soulève, un phénomène particulier que l'on désigne sous le nom de *barre*; on le remarque à l'embouchure de la Seine, de l'Orne, du Gange, etc. Il consiste en ce qu'au moment du flux, une ou plusieurs vagues, quelquefois très-élevées, s'avancent avec impétuosité contre les eaux douces, et les font refluer à des distances souvent très-grandes. La disposition des rives du fleuve, et probablement des sables amoncelés à son entrée, contribuent à former la barre qui, dans quelques localités, acquiert une certaine violence. C'est ce qui arrive pour la Gironde, au-dessous de Bordeaux, où l'on voit la barre, plus connue sous le nom de *Mascaret*, rouler en arrière, inonder les rivages et balotter les vaisseaux. On la voit aussi remonter le fleuve Zaire, en Afrique; mais, tandis qu'il s'établit sur ses deux rives deux courans onduleux qui remontent vers sa source, les eaux du milieu continuent de couler dans la mer, en sorte que l'effet de la marée ne doit pas se faire sentir bien loin dans l'intérieur des terres.

« Le plus beau phénomène de ce genre, dit Maltebrun, est celui qu'offre le géant des fleuves, l'Orelana ou rivière des Amazones. Deux fois par jour il verse ses ondes, ou pour mieux dire, ses mers prisonnières, dans le sein de l'Océan; une montagne liquide s'élève à la hauteur de 30 toises; elle se rencontre assez souvent avec la marée montante de la mer; le choc terrible de ces deux masses d'eau fait trembler toutes les îles d'alentour; les pêcheurs, les navigateurs s'éloi-

gnent avec effroi. Le lendemain ou le surlendemain de chaque nouvelle ou pleine lune, temps où les marées sont les plus fortes, l'Orellana semble aussi redoubler de puissance et d'énergie; ses eaux et celles de l'Océan se précipitent au combat comme deux armées; les rivages sont inondés de leurs flots écumeux; les rochers, entraînés comme des galets légers, se heurtent sur le dos de l'onde qui les porte; de longs mugissemens roulent d'île en île: on dirait que le génie du fleuve et le dieu de l'Océan se disputent l'un à l'autre l'empire des flots. Les Indiens désignent ce phénomène sous le nom de *Pororoca* (1). »

Les fleuves forment aussi, à leur embouchure, des dépôts puissans de tous les matériaux qu'ils charrient. Tantôt ce sont des bancs de sable que déposent les eaux, tantôt des forêts entières qu'ils amoncellent et qu'ils compriment sous des masses de galets; d'autrefois ce sont des terrains ou de vastes deltas, qui chaque année s'agrandissent, et forment des terres vierges et fertiles dont l'homme vient s'emparer. Nous reviendrons plus loin sur ces importantes considérations.

(1) MALTEBRUN, t. II, p. 307.

## CHAPITRE QUATRIÈME.

### DES CHUTES D'EAU.

LA différence de niveau qui existe quelquefois dans le sol, donne naissance à des chutes d'eau d'autant plus remarquables que cette différence est plus grande et plus brusque, et que la masse d'eau est plus considérable: on donne à ces chutes le nom de *cascade*, de *sauts*, *chutes*, *cataractes* ou *rapides*, dont nous avons déjà donné la définition. On rencontre principalement les chutes au point de jonction de deux terrains différens, sur le bord des terrains primitifs, aux points de réunion des terrains de sédiment; sur les bords des plateaux basaltiques, des coulées volcaniques dont l'épaisseur forme ordinairement la hauteur de la chute.

Lorsqu'il y a tout-à-coup solution de continuité dans le sol, l'eau s'élance et forme une sorte d'arc mobile et transparent, sous lequel on peut passer sans être mouillé; quelquefois même il existe des grottes ou des cavernes assez étendues dans lesquelles on peut pénétrer et d'où l'on peut jouir du singulier spectacle de la cascade. M. de Humboldt en cite un exemple très-remarquable sur les bords de l'un des plus grands fleuves du Nouveau-Monde:

« Ce site offrait une des scènes de la nature des plus extraordinaires que nous ayons rencontrées sur les bords de l'Orénoque. Le fleuve roulait ses eaux au-