

sans qu'on en observe aucune trace dans les régions intermédiaires, il devient difficile d'échapper à cette conclusion : que le monde actuel n'est pas une unité homogène; que les groupes organiques, aussi bien que les détails du relief, y sont loin d'avoir tous la même antiquité; en un mot, que l'état de choses au milieu duquel nous vivons est la *résultante* d'une longue suite de transformations, dont chacune a laissé à la surface une empreinte plus ou moins reconnaissable.

Par quel mécanisme ces transformations se sont-elles effectuées? C'est ce que nous pouvons espérer de découvrir, en dirigeant notre attention vers les changements dont nous sommes chaque jour témoins.

## CHAPITRE II

### DYNAMIQUE TERRESTRE EXTERNE

#### § 1

#### DÉFINITION DE LA DYNAMIQUE TERRESTRE

**Stabilité apparente des formes du globe.** — Quand on jette un coup d'œil sommaire sur le monde qui nous entoure, la première impression qui s'en dégage semble être celle de la *stabilité* des formes et des conditions extérieures.

Le paysage autour de nous demeure immuable, ne subissant d'autres changements que ceux dus à la culture ou aux constructions élevées de main d'homme. Les contours déchiquetés des aiguilles des Alpes sont absolument tels que les a dessinés Saussure, et si l'histoire des montagnes a plus d'une fois enregistré des éboulements considérables, l'importance de ces phénomènes paraît négligeable, à côté de la masse qu'ils ne modifient que par d'insignifiants détails. A peine remarque-t-on, sur

certain points, une différence entre les rivages maritimes actuels et ceux dont les anciens géographes nous ont transmis la description. Chaque année les mêmes époques ramènent des conditions identiques de température. Enfin, si la tradition nous parle de changements survenus à la longue dans le climat de quelques contrées, tantôt l'intervention de l'homme suffit à les expliquer, tantôt il paraît légitime d'y voir des modifications passagères, produites par des causes périodiques, dont le retour régulier doit provoquer la répétition indéfinie des mêmes phénomènes.

**Universalité des actions dynamiques.** — Cependant cette impression n'est qu'une trompeuse apparence, qui tient à la brièveté de la vie humaine, comparée à la lenteur des changements en voie d'accomplissement. Tout se meut autour de nous, même dans les milieux qui semblent le plus inactifs. Partout les forces mécaniques, physiques et chimiques sont à l'œuvre, modifiant les conditions de l'écorce pour produire à chaque instant de nouveaux états d'équilibre, bientôt destinés à disparaître pour faire place à d'autres. Deux catégories de forces ou *agents dynamiques* s'emploient à cette transformation; les unes sont extérieures à notre globe et forment ce que nous appellerons le jeu de la *dynamique terrestre externe*; les autres ont leur siège dans les profondeurs de l'écorce et leur ensemble constitue la *dynamique terrestre interne*. Il convient d'examiner l'un après l'autre ces deux ordres de faits.

**Principe fondamental de la dynamique externe.** — Le principe essentiel de la dynamique externe réside dans la *chaleur solaire*. C'est cette chaleur qui vaporise l'eau des océans et la fait passer à l'état de vapeur dans les masses atmosphériques, d'où elle se précipite en pluie sur la terre ferme, entraînant sur son passage tous les matériaux meubles qu'elle peut déplacer. C'est elle qui fait naître les vents et lance à l'assaut des rivages les vagues de la mer. C'est elle enfin qui permet, à la surface du globe, l'accomplissement des réactions de toute nature, par lesquelles la consistance et la composition de l'écorce superficielle sont incessamment modifiées.

D'une manière générale, on peut donner de la dynamique externe la définition suivante : c'est la *réaction exercée sur l'écorce*

*solide, à la faveur de la chaleur du soleil, par les éléments fluides extérieurs, atmosphère, océan et eaux courantes. Par l'effet de cette réaction, les matériaux de la terre ferme perdent leur cohésion et retombent sous l'action de la pesanteur, qui les met en mouvement jusqu'à ce qu'ils aient conquis une meilleure situation d'équilibre, en se rapprochant du centre commun d'attraction.*

## § 2

## ACTION DE L'ATMOSPHÈRE

**Désagrégation des roches. Dunes.** — Sous l'influence des variations de la température et, mieux encore, par suite des alternatives de sécheresse et d'humidité, la surface du sol, même lorsqu'elle est rocheuse, se désagrège, éclate et se réduit en menus fragments, que le vent devient capable de déplacer. Quand ces fragments sont formés d'une matière suffisamment dure pour pouvoir, au delà d'un certain degré de division, résister à l'usure (ce qui est le cas des sables à grains de quartz), les courants atmosphériques les ballottent, jusqu'à ce qu'ils les aient amoncelés dans des vallées ou des dépressions à fond plat. A partir de ce moment, si le climat est assez sec pour que la pluie ne les entraîne pas, le vent se contente de remanier la superficie de ces accumulations, en y faisant naître une multitude de monticules instables qu'on appelle des *dunes*. Dans le Sahara, les dunes peuvent atteindre 200 mètres de hauteur et leur mobilité est justement redoutée par les caravanes. Les sables y sont siliceux et d'un grain remarquablement uniforme.

Les plateaux sur lesquels les grains quartzeux doivent cheminer avant d'arriver aux dunes prennent un poli caractérisé et, dans les défilés, le sable en mouvement burine les roches et parvient quelquefois à y creuser de vrais sillons.

**Dunes maritimes.** — Des dunes se forment aussi sur les rivages de la mer, quand la côte est plate, que le jeu de la marée est sensible et que le vent du large soulève les sables de la plage, desséchés à mer basse par les rayons du soleil, pour les accumuler en monticules à la faveur du moindre obstacle.

Il peut sembler, au premier abord, que ces *dunes maritimes* échappent à la formule générale de la dynamique externe; car elles résultent d'un travail opposé à l'action de la pesanteur. Mais, d'une part, le déplacement que subissent les sables, soit en distance, soit en hauteur, est toujours peu considérable et, d'autre part, ce qu'il importe de ne pas méconnaître, c'est le rôle protecteur que jouent les barrières de sable, en limitant l'action de la vague et en empêchant la mer de pénétrer, lors des grandes marées, sur la portion de l'ancien rivage abritée par ce *cordon littoral* de dunes. Cette portion, auparavant exposée à d'incessants remaniements, est désormais défendue contre toute destruction. Son sol se consolide; ses dépressions se comblent et se colmatent peu à peu par l'apport des cours d'eau voisins, et ainsi la terre ferme, c'est-à-dire l'élément stable, reçoit un nouvel accroissement, profitable à la cause générale de l'équilibre.

Lorsque les dunes maritimes ont atteint une hauteur assez grande pour que la force du vent ne permette plus aux grains de sable d'en franchir la crête, elles deviennent à peu près stables et peuvent être définitivement fixées par la végétation. Le phénomène des dunes n'est donc pas permanent et son développement, en chaque point, dépend du temps qui a pu s'écouler depuis l'établissement des rapports actuels de la terre ferme et de l'océan.

En outre il convient de remarquer que les dunes, maritimes ou continentales, étant l'œuvre du vent, leur formation est nécessairement intermittente; car une seule tempête peut y apporter plus de changements qu'une longue suite de jours ordinaires.

## § 3

## ACTION DES EAUX COURANTES

**Principe des précipitations atmosphériques.** — Le travail de désagrégation que produisent les influences atmosphériques ne donne naissance à des dunes que quand le vent est particulièrement fort ou que la sécheresse du climat est exceptionnelle.

En tout autre cas, ce travail a surtout pour effet d'ameublir l'écorce solide et, par là, de la rendre accessible à l'action des eaux courantes, l'instrument de beaucoup le plus efficace de la dynamique externe.

Le principe de cette action réside dans les *précipitations atmosphériques*, c'est-à-dire dans la condensation de la vapeur répandue au sein de l'atmosphère. L'air qui s'est chargé de vapeur d'eau au-dessus des mers tropicales est emporté par les courants atmosphériques vers des latitudes plus hautes; ou encore, après s'être saturé au niveau de l'océan, il est contraint, par la direction du vent, de s'élever pour franchir une chaîne de hauteurs. Dans l'un comme dans l'autre cas, il subit un refroidissement plus ou moins notable et, comme la quantité de vapeur qui peut exister dans l'air dépend de la température, tout ce qui, à un moment donné, dépasse le maximum admissible, doit se *précipiter*, sous la forme de *pluie* ou de brouillard si l'air est au-dessus de zéro, sous celle de *neige* ou de givre s'il est au-dessous. Laissant de côté, pour y revenir bientôt, la part des neiges, occupons-nous de ce que devient le produit des pluies.

**Chutes de pluie.** — L'intensité de la pluie est essentiellement variable suivant les régions. En moyenne, il tombe en Europe, chaque année, 575 millimètres d'eau dans les plaines et 1300 millimètres dans les districts montagneux. La chute de pluie s'élève à deux mètres le long de la côte de Norvège. Mais c'est bien autre chose sur le flanc méridional de l'Himalaya, où certaines localités reçoivent jusqu'à *quinze mètres* d'eau par an.

Ces différences ne tiennent pas seulement à l'inégale richesse en vapeur d'eau des courants d'air et au refroidissement que ceux-ci éprouvent au contact des montagnes. Une grande part de l'effet produit est due au relief lui-même et au travail que l'air est obligé d'accomplir pour franchir les chaînes qui lui barrent le passage. En s'élevant l'air se dilate; par ce seul fait, en vertu des lois de la physique, il perd une notable quantité de chaleur, ce qui entraîne une condensation correspondante de vapeur. De cette manière, la pluie est d'autant plus abondante que l'obstacle opposé aux vents humides est à la fois plus

élevé et plus brusque. Ainsi le relief antérieurement acquis par le sol n'agit pas seulement sur la direction des courants d'air et sur leur richesse en humidité; il influe aussi d'une manière remarquable sur l'abondance des pluies et, par contre-coup, sur la puissance mécanique des cours d'eau qui en résulteront.

On évalue aujourd'hui à environ 120 000 kilomètres cubes la quantité de précipitations atmosphériques que reçoit chaque année la terre ferme. Régulièrement étalée sur cette dernière (dont la superficie est de 143 millions de kilomètres carrés), cette quantité formerait une couche d'eau de 844 millimètres d'épaisseur.

**Partage du produit des pluies. Ruissellement. Érosion.**

— Une partie de la pluie qui tombe retourne immédiatement dans l'atmosphère par *évaporation*. Ce facteur, d'une efficacité très variable suivant les saisons et les latitudes, suffit, dans les régions tempérées, pour enlever chaque année entre les deux tiers et les trois quarts de la pluie tombée.

Le reste *s'infiltre* dans le sol, si ce dernier est *perméable*, ou *ruisselle* à la surface, si le terrain est *imperméable* ou encore si la pente est trop forte.

L'eau courante possède un pouvoir mécanique qui dépend à la fois de sa masse et de sa vitesse, cette dernière étant déterminée par la pente. Elle excelle à entraîner les matériaux meubles et à remanier les roches solides que la gelée et la sécheresse ont préalablement réduites en fragments, soit en y ouvrant des fentes de retrait, soit en élargissant les fissures naturelles. Aussi, dans beaucoup de pays, le terrain subit-il, par l'action prolongée des pluies, une *érosion* qui donne lieu à des apparences remarquables, piliers isolés, arcades naturelles, pyramides de terre (fig. 2), etc. Avec les sables dont certaines parties sont agglomérées en grès, l'isolement des blocs de grès, par entraînement du sable environnant, et leur chute sur les flancs des vallées, font naître des paysages pittoresques, dont la forêt de Fontainebleau offre un exemple bien connu.

**Torrents.** — Le ruissellement s'exerce avec une intensité particulière dans les pays de montagnes, où le sol se montre partout sillonné de ravinelements.

Lorsque le terrain est disposé de manière à faire converger

vers un même point de nombreuses rigoles, leur réunion donne naissance à un *torrent*. C'est un cours d'eau violent, mais éphémère, très souvent à sec, mais capable de débiter en quelques heures une masse d'eau comparable à celle des fleuves,

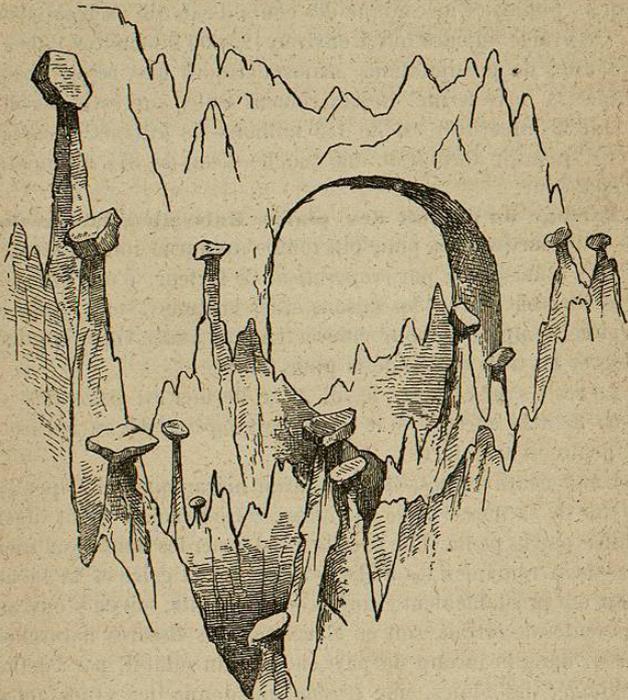


Fig. 2. — Arcade naturelle et pyramides d'érosion dans le bassin du Rio Grande (d'après Hayden).

avec une vitesse qui la rend apte aux plus grands effets mécaniques. Les eaux torrentielles, concentrées dans un *bassin de réception* en forme de *cirque*, s'écoulent d'habitude par un étroit *couloir*, dont elles ne cessent de dégrader les parois, tant par leur choc que par celui des matériaux qu'elles déplacent en provoquant de nombreux éboulements. Mais leur vitesse s'amortit subitement au débouché du couloir dans la vallée principale, et alors les matières solides charriées par le torrent

se déposent en formant un amas conique plus ou moins confus, mélange de blocs anguleux, de galets, de graviers et de boues, qu'on nomme *cône de déjection* (fig. 3). Ainsi tout torrent se compose de trois parties : l'une supérieure, où se fait sentir l'érosion produite par les *eaux sauvages*; la seconde, moyenne, où domine l'affouillement, œuvre du cours d'eau concentré dans son couloir; la troisième, inférieure, région de *dépôt*, où le torrent édifie un cône avec les matériaux qu'il a entraînés.

A mesuré que le cône s'allonge, le torrent se ménage à la surface un lit variable.

Mais les progrès de l'affouillement, joints à l'allongement du cône, ont pour effet de réduire peu à peu la pente du cours d'eau et, par suite, de diminuer sa puissance mécanique. Aussi tout torrent laissé à lui-même arrive-t-il, au bout d'un temps plus ou moins

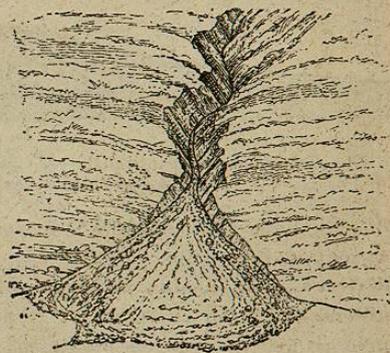


Fig. 3. — Cône de déjection torrentiel.

long, à une sorte d'équilibre, qui permet à la végétation de prendre possession de ses rives. Tandis que les arbres consolident le sol par leurs racines, l'herbe oblige l'eau des pluies à s'écouler par mille filets sans pouvoir se concentrer. Le travail d'érosion s'arrête et le torrent est fixé. Du moins, dans son existence éphémère, a-t-il contribué à faire arriver dans les vallées, c'est-à-dire dans une situation d'équilibre plus stable, des matériaux que la pesanteur seule n'eût jamais réussi à y ramener.

D'ailleurs cette action aura été essentiellement intermittente, ne s'exerçant que lors des grandes pluies et toujours pendant un temps très court, dont la brièveté contraste avec l'intensité des effets produits.

**Deltas torrentiels.** — Lorsqu'un torrent débouche dans un lac, sa vitesse étant immédiatement amortie, les cailloux et

graviers tombent dès l'embouchure et se stratifient en formant un talus plus ou moins raide. Par suite des progrès de ce talus, les couches inclinées de gravier vont s'ajoutant les unes aux autres en continuant à empiéter sur le lac. Mais les plus gros blocs, moins faciles à entraîner, se déposent, un peu avant l'embouchure, sur la crête du talus, laquelle s'avance aussi progressivement. Ainsi se constitue un amas de graviers en couches inclinées, avec couronnement horizontal de cailloux roulés, qu'on appelle *delta torrentiel* (fig. 4). Le cordon de gros

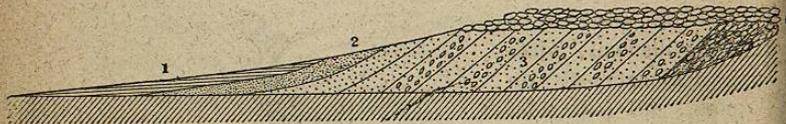


Fig. 4. — Coupe d'un delta torrentiel. — 1, limon; 2, sable fin; 3, graviers; 4, couronnement de galets.

cailloux indique avec certitude le niveau du lac au moment de la formation de ce delta.

**Rivières des bassins imperméables. Phénomènes d'affouillement.** — Si, en raison de la pente du sol, le ruissellement est général dans les montagnes, il s'exerce aussi d'une façon normale dans les pays peu accidentés, toutes les fois que le sol est *imperméable*, ce qui est le cas des roches argileuses. Privée de la faculté de s'infiltrer, l'eau ruisselle à la surface, creusant partout, lors des averses, des rigoles dont elle dégrade les bords. En quelques heures, le produit des pluies parvient aux cours d'eau principaux et occasionne le débordement, violent et rapide, d'une eau limoneuse.

Les rivières soumises à ce régime, ainsi que les cours d'eau dont la pente, sans être celle d'un véritable torrent, est assez sensible pour donner à l'eau une vitesse suffisante, exercent sur leurs versants une action mécanique appréciable, creusant leur lit, comme les torrents, jusqu'à ce que l'excès de pente ait disparu. Ce travail d'*érosion* et d'*affouillement*, lorsque la rivière dispose, jusqu'à son embouchure, d'une grande hauteur totale de chute, fait naître à la longue des gorges profondes, dont le type est réalisé dans les célèbres *Cañons* du Colorado

(fig. 5), véritables gouffres aux parois quelquefois verticales sur un millier de mètres de hauteur.

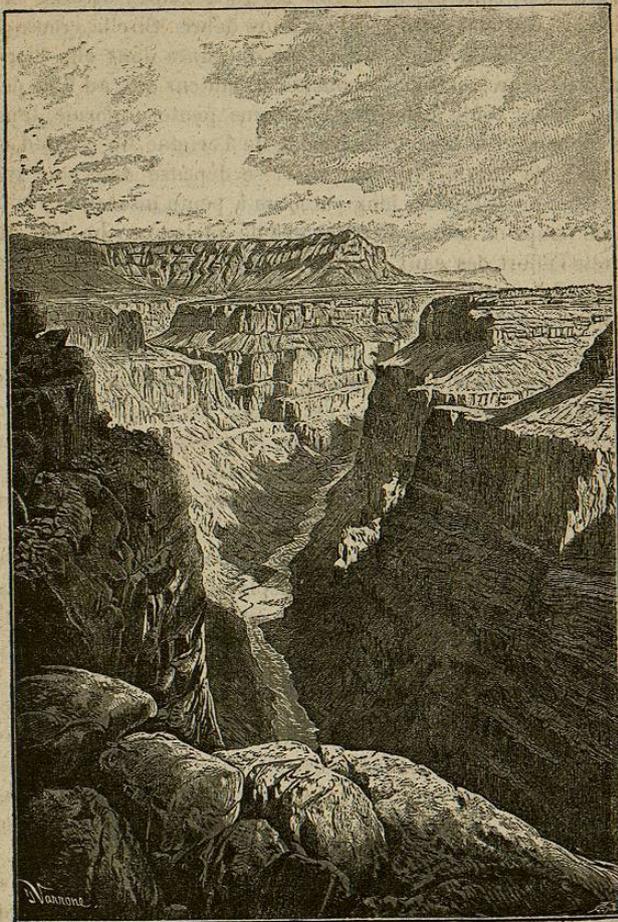


Fig. 5. — Le grand Cañon du Colorado.

Il importe de remarquer que l'affouillement produit par les rivières n'est en rien comparable au travail de la goutte d'eau qui creuse la pierre par ses chocs répétés. La division des

roches a été préparée de longue date par les cassures naturelles, les fentes de retrait, les infiltrations, la gelée, etc. L'eau courante se contente de *débiter* les roches ainsi divisées et de les faire écrouler en emportant leurs débris. Si elle creuse son lit, c'est en raison de la hauteur de chute dont elle dispose entre sa source et son embouchure, hauteur qui, au lieu de se répartir sur toute la longueur par une pente uniforme, tend à se concentrer le plus près possible de l'origine du cours d'eau, jusqu'à ce que le principal effort se dépense dans une seule cascade, précédant un long parcours à pente insensible.

De temps en temps, la rencontre de quelque roche plus dure arrête l'effort des eaux, qui se précipitent par-dessus en *cataractes*, *cascades* ou *rapides*, en attendant qu'elles aient réussi à emporter définitivement l'obstacle. Souvent cet arrêt momentané détermine, en amont du barrage, la formation d'un lac où les affluents latéraux viennent verser des deltas torrentiels. Plus tard, quand le barrage est rompu, les lacs se vident, laissant à découvert, sous forme de *terrasses*, les graviers ainsi déposés.

**Rivières divagantes.** — Pendant le progrès du creusement, l'impétuosité des eaux ne leur permet pas de suivre un chenal constant et la vallée prend toute la largeur que comportent le débit habituel et les déplacements du cours d'eau. Une fois la pente réduite, une nouvelle phase commence et la rivière devient *divagante*, c'est-à-dire que, insuffisante pour occuper habituellement toute la largeur de son ancien lit ou *lit majeur*, elle s'y trace un lit moins large ou *lit mineur*, dont la situation dans la vallée est instable. Cette instabilité persiste jusqu'à ce que, par les méandres de son lit mineur, la rivière ait *allongé son parcours*, assez pour que, en moyenne, la résistance offerte au mouvement par le frottement du fond soit égale à la force du courant. Alors la rivière devient stable.

Quand un cours d'eau a cessé de divaguer, on dit qu'il est à l'*état de régime*. Son lit ne subit plus que des déplacements insignifiants et les eaux ne le dépassent que lors des crues, dont la fréquence et l'intensité varient d'ailleurs avec l'abondance des pluies, le degré d'imperméabilité du terrain et le caractère particulier des affluents.

**Alluvionnement.** — Le propre d'une rivière divagante est d'attaquer les parties concaves de ses rives, contre lesquelles l'eau des crues vient se briser, et de les faire ébouler par portions. Mais sur les rives convexes et dans les remous, au contraire, la vitesse s'amortit et les produits de l'éboulement se déposent en formant des *alluvions*. Sans cesse remaniés lors des changements de lit, les matériaux de ces alluvions, qui sont des cailloux, des graviers, des sables et des limons, cheminent de proche en proche vers l'aval, et les plus gros, arrondissant constamment leurs angles par frottement mutuel, deviennent des *cailloux roulés*.

C'est lors des crues que se déposent les alluvions des cours d'eau. Les cailloux et graviers tombent les premiers, au sein d'une eau qui conserve encore une vitesse sensible, et tendent ainsi à former, à peu de distance du lit habituel, des bourrelets où les matériaux sont souvent en couches inclinées. La grosseur des éléments y varie beaucoup, suivant la force des débordements successifs. Les sables vont plus loin, et se déposent dans les eaux plus tranquilles, ce qui permet quelquefois la conservation des fragiles coquilles des mollusques d'eau douce. Quant au limon, c'est un produit impalpable, tombé dans une eau sans vitesse, au moment où les eaux débordées vont rentrer dans leur lit. Souvent on y peut distinguer trois couches : l'une, inférieure, un peu mélangée de menu sable; l'autre, moyenne, qui est le vrai limon, formé de très petits grains siliceux et de silicate d'alumine ferrugineux; la troisième, charbonneuse, résultat du dépôt et de la décomposition sous l'eau des matières végétales, que la rivière charrie encore lorsqu'elle ne peut plus transporter de fragments minéraux.

**Conditions du transport des cailloux et graviers.** — Pour qu'un cours d'eau transporte des pierres de la grosseur d'un œuf, il faut que sa vitesse au fond soit au moins égale à 1 m. 20 par seconde. La Seine, même en temps de crue, n'atteint jamais ce chiffre et ne peut par conséquent déplacer que du petit gravier.

Cette observation est très importante; car le fond de la Seine (aussi bien d'ailleurs que celui de tous les cours d'eau principaux aujourd'hui à l'état de régime) est tapissé par une

nappe, épaisse de plusieurs mètres, de gros cailloux roulés. Non seulement la rivière est maintenant impuissante à déplacer les matériaux de cette nappe; mais, quelque augmentation qu'on imagine pour le débit de ses crues, il est impossible que la vitesse sur le fond en reçoive assez d'accroissement pour mettre les gros cailloux en mouvement. Une augmentation momentanée de la pente pourrait seule produire ce résultat. Par suite, on peut affirmer que de telles rivières ont traversé, avant l'état actuel, une période où les relations mutuelles de niveau, entre la terre ferme et l'océan, n'étaient pas ce qu'elles sont de nos jours.

**Variabilité de l'action des cours d'eau.** — Ainsi tout cours d'eau a son histoire, plus ou moins compliquée suivant l'étendue et la composition de son bassin. Non seulement cette histoire a des phases bien distinctes, mais, dans chacune d'elles, l'activité dynamique du cours d'eau est intermittente, comme celle du vent ou des vagues de la mer. Ce n'est que dans les périodes de crues qu'une rivière, même divagante, dépose ou remanie sensiblement ses alluvions. Or le retour des crues est très capricieux; des années entières peuvent s'écouler sans qu'il s'en produise et, par conséquent, sans que la rivière accomplisse un travail géologique appréciable; tandis qu'une inondation de quelques heures, survenant avec violence, pourra modifier le lit majeur dans toute son étendue.

En tout cas, si les circonstances extérieures demeurent les mêmes, la marche que poursuit un cours d'eau le conduit sûrement vers une situation d'équilibre et, quand il l'a conquise, sa puissance, comme agent de remaniement et de transport, est réduite au point de se trouver parfois presque entièrement supprimée. Aujourd'hui les diverses rivières se montrent très inégalement avancées dans ce travail de conquête. Les unes, comme le Nil, ont acquis une stabilité presque absolue; d'autres, comme la Loire, remanient encore leur lit. Mais, pour toutes, les dimensions actuelles des vallées sont très supérieures à ce qu'exigent les plus fortes crues. Cela témoigne évidemment d'un état antérieur, où le régime des eaux devait être beaucoup plus violent, par suite d'une plus grande abondance des pluies et peut-être d'une plus forte valeur de la pente.

**Profil des vallées.** — Dans tous les pays où l'imperméabilité du sol fait prévaloir le ruissellement, le profil en travers des vallées est concave (fig. 6) et se rapproche d'autant plus d'un V que le régime est plus torrentiel. Cette forme concave tient à ce que les versants imperméables laissent se former à leur pied, par entraînement de débris lors des grandes pluies, des

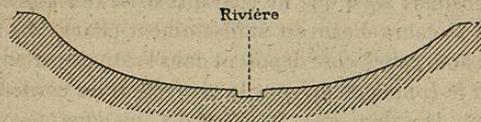


Fig. 6. — Profil d'une vallée à versants imperméables.

talus de *dépôts meubles sur les pentes*, qui viennent se souder avec le limon déposé par le cours d'eau dans ses crues. Au contraire quand, par suite de la perméabilité du sol, cet apport latéral fait défaut, le fond du lit majeur est plat; parfois même (fig. 7) la rivière coule sur la partie la plus haute de ce fond,



Fig. 7. — Profils de vallées à versants perméables.

le lit mineur ne pouvant guère manquer de s'exhausser graduellement par les matières que la rivière charrie, si tranquille et si limpide qu'elle soit, et qu'elle dépose en bourrelets uniquement sur les bords du courant.

**Dépôts d'embouchures. Barres. Deltas.** — A quelque période de son évolution qu'un fleuve soit parvenu, ses eaux, à la fin de leur course, vont déboucher dans le grand réservoir de l'océan, où elles arrivent en général avec assez peu de vitesse pour ne pouvoir entraîner que du sable fin et de la vase. Si l'embouchure est un *estuaire* profond et que des courants sensibles balayent la côte, les détritits sont dispersés à leur arrivée dans la mer, sans que leur chute (assez rapide à cause de la différence de densité de l'eau douce et de l'eau salée) se traduise autrement que par une *barre*. C'est une digue mobile de vase

qui se forme, au-devant de l'embouchure, à quelque distance au-dessous de la surface et dont la crête s'élève ou s'abaisse suivant les circonstances, en même temps qu'elle se déplace en avant ou en arrière.

Il n'en est plus ainsi quand l'embouchure est large, peu profonde, et que la mer où se verse le fleuve est dépourvue de marées sensibles ainsi que de courants littoraux rapides. Dans ce cas, si le cours d'eau est suffisamment chargé de matières en suspension, celles-ci se déposent dans l'estuaire et en opèrent peu à peu le comblement, sous la protection du cordon littoral de vase et de sable, que la vague ne manque pas d'élever en travers de l'embouchure; après quoi le fleuve franchit ce cordon et pousse ses alluvions jusque dans la mer, formant, au-devant de son ancien débouché, des atterrissements qui augmentent de proche en proche le domaine continental. Ces atterrissements se produisent, surtout lors des crues, sur les rives mêmes de la branche principale du fleuve; mais celle-ci est instable et se déplace fréquemment; de telle sorte que le dépôt finit par couvrir une assez vaste surface triangulaire, qui tourne sa pointe vers le fleuve, tandis que sa base est courbe et convexe du côté de la mer. De là le nom de *Delta*. Chaque fleuve traverse son delta par plusieurs branches d'inégale importance, susceptibles de se déplacer, parfois de s'oblitérer à la longue, et d'où se détachent de nombreux canaux secondaires.

**Exemples de deltas.** — Les deltas les plus célèbres sont : celui du Nil, aujourd'hui presque entièrement fixé et ne faisant plus aucun progrès appréciable; le delta du Rhône, qui progresse de nos jours à raison de 57 mètres par an devant la branche principale et qui a conquis, depuis l'époque gallo-romaine, près de 300 kilomètres carrés; le delta du Pô, où, par suite d'un transport annuel de troubles évalué entre 40 et 100 millions de mètres cubes (mais dont une grande partie est dispersée dans l'Adriatique), le progrès des alluvions est de 70 mètres par an; le delta du Danube, correspondant à un apport de 60 millions de mètres cubes; enfin et surtout celui du Mississippi, où l'excès des troubles charriés sur ceux que l'érosion et la mer dispersent suffit pour former, chaque année, une somme d'atterrissements de 28 millions de mètres cubes.

La force de ce fleuve est telle qu'il pousse son delta bien avant dans le golfe du Mexique, sous la forme d'une patte d'oie (fig. 8), dont le progrès annuel est de 80 ou 100 mètres.

Le Hoang-ho ou fleuve Jaune, en Chine, le plus limoneux de tous les cours d'eau, a formé un delta qui s'étend au moins sur 250 000 kilomètres carrés. La Hollande tout entière n'est que la réunion des deltas de l'Escaut, de la Meuse et du Rhin, conquis sur la mer du Nord à la faveur des cordons littoraux de vase et de sable.

Quant au delta du Gange, il se forme, malgré l'obstacle opposé par les marées du golfe de Bengale, grâce à la supériorité du courant du fleuve en période de crues, courant capable de refouler la mer, et aussi grâce à la grande masse des troubles charriés; mais ce delta est très instable et fréquemment remanié par les tempêtes. Le sol y manque d'assiette et plus d'un reptile nageur s'y engloutit en croyant aborder sur un terrain solide.

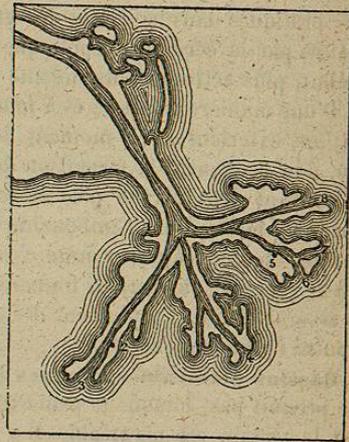


Fig. 8. — Delta du Mississippi. — 1, fourche des passes; 2, Pilotsville; 3, passe du sud-ouest; 4, passe du sud; 5, Balise; 6, passe du sud-est; 7, passe du nord-est; 8, passe à l'oultre.

**Caractères généraux des deltas. Fleuves sans embouchure.** — Les atterrissements d'un delta se formant dans un milieu où les eaux salées ont accès, on y trouve, en fait de faune, un mélange de formes d'eau douce et d'autres spécialement caractéristiques des estuaires. En outre, comme il y a souvent lutte entre le courant du fleuve et la vague, la stratification des dépôts peut être tourmentée, parfois *entre-croisée*.

Il convient de répéter, au sujet des deltas, ce que nous avons déjà dit à propos du régime des rivières. Le phénomène ne saurait être permanent et la vitesse d'accroissement des atter-