

Actuellement encore, il existe des contrées où l'on remarque l'influence des vents régnans et presque continus sur la végétation et la distribution des sables des volcans. Ainsi, en Auvergne, les vents d'ouest ont dirigé à l'est presque toutes les pouzzolanes de ses volcans, et les grands arbres qui végètent au sommet des montagnes, et notamment aux environs du Puy-de-Dôme, sont tous fléchis au levant par la même cause.

On ne peut nier cependant que cette cause de changement ne soit bien moins intense sur la terre, ainsi que sur Mercure et Vénus, qui tournent toutes en vingt-quatre heures sur leur axe, que sur les grosses planètes, telles que Jupiter, Saturne et probablement Uranus. Avec leur rotation rapide de dix heures au lieu de vingt-quatre, leur énorme volume, qui augmente la vitesse de la circonférence, et leur puissante atmosphère, il est à peu près certain qu'il règne sous presque tous les parallèles de ces planètes des ouragans perpétuels et tellement violens, que rien ne peut leur résister. C'est avec raison que l'on regarde les bandes qui sont parallèles à l'équateur de Jupiter, comme des courans d'air, sensibles pour nous à une si prodigieuse distance, parce qu'ils charrient sans cesse une foule de débris arrachés à cet astre, qu'ils rendent inhabitable; car, en supposant que Jupiter fût dans des circonstances favorables pour que la vie s'y développât, il est bien certain que, pour cette raison, elle serait confinée à ses deux pôles, dont les habitans seraient éternellement séparés par ces ouragans permanens. Les mêmes causes ne produisent sur la terre que les vents alizés, qui, loin d'être un obstacle à nos communications, les favorisent singulièrement.

---

## CHAPITRE NEUVIÈME.

### DE L'ACTION DES MÉTÉORES AQUEUX.

---

C'EST encore chimiquement, plutôt que de tout autre manière, qu'agissent les météores aqueux. Nous aurons donc à reprendre encore leur examen par la suite. Cependant ils ont aussi une action mécanique bien marquée.

L'évaporation agit en desséchant les masses, et les met ainsi dans un état particulier qui leur permet d'être attaquées par certains agens. Ainsi, c'est la grande sécheresse des sables qui les rend susceptibles d'être emportés par les vents; c'est l'absence de l'eau dans les déserts qui permet aux courans d'air d'enlever en tourbillonnant une portion des sables ou de la terre desséchée. C'est encore l'évaporation qui facilite la sortie de plusieurs sels, et qui détermine l'efflorescence entière de plaines immenses qui se couvrent de cristaux soyeux, que les pluies viennent entraîner. L'évaporation est, au reste, la cause première des pluies, de la grêle, de la neige, des brouillards, de la rosée, et de toutes ces actions invisibles qui se passent dans l'atmosphère, et qui jouent un si grand rôle dans la physiologie du globe.

Les neiges agissent par leur poids, surtout lorsqu'elles se sont transformées en glaces, comme nous le verrons par la suite. Quant à la grêle, ses effets mécaniques

sont bien peu de chose, et personne n'a imaginé, à ma connaissance, de la faire entrer en ligne de compte dans la succession des événemens géologiques. En supposant qu'elle eût été plus abondante autrefois qu'à présent, ce qui est fort invraisemblable, on ne voit pas quel effet un peu marquant elle aurait pu produire. Il n'y a donc réellement que la pluie qui puisse jouer un rôle dans les phénomènes d'action, et ce rôle est l'inverse de l'évaporation. Elle humecte les roches, elle ramollit les terres, elle retient les sables, elle dissout les sels, et précipite sur la terre toutes les matières pulvérulentes que contient l'atmosphère. Il est rare qu'elle tombe pure. Souvent elle tient en dissolution un peu de sel marin enlevé aux mers pendant l'évaporation ou par les vents. Nous avons vu, en parlant des pluies de sang, de soufre, de cendres, etc., que souvent elle rencontrait des matières en suspension qu'elle entraînait dans sa chute. En effet, si l'on expose une plaque de verre bien propre à l'action de l'eau de pluie, elle restera presque toujours tachée après l'évaporation.

La pluie joue un certain rôle de création pendant les éruptions volcaniques, non pas qu'elle contribue aux éruptions boueuses véritables, mais elle tombe parfois avec tant d'abondance, qu'elle stratifie les sables, les applique sur le flanc de la montagne, ou bien les transforme en globules, qui s'entassent les uns sur les autres et forment ces roches à structure globuleuse que Breislack a observées plusieurs fois en Campanie.

Elle délaye les couches d'argile, s'infiltré à travers les roches, s'y congèle, et agit alors avec une grande force. Lorsque la pluie est accompagnée d'un grand vent, elle agit aussi avec une grande violence, en formant subitement des torrens dont l'action érosive est

excessivement forte; mais cette action appartient déjà à l'histoire des cours d'eau. En comparant la quantité de pluie qui tombe sur les différentes zones du globe, comme nous l'avons fait dans le premier volume de cet ouvrage, nous reconnaissons bientôt que la zone torride reçoit une énorme quantité d'eau. C'est donc encore un phénomène plus actif sous l'équateur qu'au pôle, où il a déjà cessé entièrement. Nous devons conclure de cette augmentation de pluie sous les tropiques, qu'il pleuvait davantage autrefois qu'à présent. Nous pouvons, il est vrai, supposer que, dans les premiers âges du monde, notre atmosphère, plus chaude et plus étendue, ne répandait pas encore en gouttelettes l'énorme quantité de vapeurs dont elle était chargée; mais, en examinant, comme nous l'avons déjà fait, les preuves irrécusables de la diminution des cours d'eau, nous ne pouvons nous empêcher de reconnaître que les pluies ont été bien plus abondantes qu'elles ne le sont maintenant; et nous devons remarquer que s'il existe des dépôts d'eau douce plus étendus que ceux qui peuvent se former actuellement dans les grands lacs de l'Amérique septentrionale, c'est qu'il tombait dans ces mêmes climats des quantités d'eau capables de fournir à d'aussi grands réservoirs.

Nous reconnaissons, du reste, en étudiant les phénomènes de l'intérieur du globe, comment cette supposition s'accorde tout naturellement avec les faits et avec la théorie.

#### DE L'ACTION DES SOURCES.

Les sources étant très-communes dans presque tous les terrains et possédant une puissance d'action continue, il en résulte qu'elles doivent occasionner des bou-

leversemens assez notables à la surface de la terre. Elles produisent souvent des éboulemens qui sont d'autant plus dangereux qu'on est loin de s'y attendre. Leur travail est caché : elles minent lentement le terrain sous lequel elles s'écoulent, et tout-à-coup la catastrophe arrive. On cite un grand nombre d'accidens de ce genre qui ont eu les suites les plus funestes.

Tel fut l'éboulement des Diablerets, qui eut lieu dans les Alpes, avec un horrible fracas, en 1749. Tel fut celui du pas de Compains, dans le Cantal, dont la date est ignorée, et qui a fait de cet endroit un des points les plus pittoresques de la France.

Il faut rapporter à la même cause le célèbre éboulement de la montagne de Rossberg, dont le diorama a offert un si beau tableau. Cette montagne fait face au mont Righi, en Suisse, et s'élève à 5,196 pieds de hauteur absolue. Les couches, plongeant sous un angle de 45 degrés environ et très-perméables à l'eau, en furent tellement imbibées, que, le 2 septembre 1806, elles glissèrent avec un fracas horrible dans la vallée de Goldau, qui est à leur pied. On ne peut se faire une idée du désordre qui suivit cet horrible accident. Les rochers et la boue couvrirent la vallée; les deux villages de Busingen et de Goldau, une partie de celui de Lowertz, le hameau entier de Huelloch, les fermes de Unter-Rothen et Ober-Rothen, et plusieurs autres habitations, disparurent sous les débris de la montagne. Goldau fut écrasé par les fragmens des rochers, et Lowertz enseveli sous un torrent de fange. Le lac de Lowertz reçut une telle impulsion, que le village de Seven faillit être détruit par les vagues qui s'y précipitèrent, mais qui n'abattirent que deux maisons; le reste en fut quitte pour une inondation. Des poissons vivans furent portés jusques dans le village de Steinen.

Cet éboulement, qui n'était pas le premier qui se soit détaché de cette montagne, a coûté la vie à neuf cents personnes.

Plus récemment un éboulement, moins désastreux cependant, eut lieu à la Dent-du-Midi, dans les Hautes-Alpes, le 26 août 1835. Voici en quels termes M. Lardy le rapporte :

« . . . . Mardi, 25 août, un violent orage eut lieu, dans la soirée, tout autour de la Dent-du-Midi; on prétend même que la foudre tomba à plusieurs reprises sur la cime. Le lendemain 26, entre 10 et 11 heures du matin, une portion assez considérable de cette cime se détacha tout-à-coup sur l'arête orientale et se précipita avec un bruit épouvantable sur le glacier, situé sur le revers méridional de la Dent, dont elle entraîna dans sa chute un immense quartier. Cette masse énorme de pierre et de glace vint s'abîmer dans un ravin profond qui sépare la Dent-du-Midi du col de Nalenfe, et dans lequel coule le torrent de Saint-Barthélemi.

« Bientôt on vit déboucher, de la gorge qui donne issue à ce torrent dans la vallée du Rhône, comme une montagne d'une boue noire et visqueuse, à la surface de laquelle flottaient des quartiers de roc de toutes les dimensions (il y en avait de 12 pieds de hauteur). Cette masse liquide, semblable à une coulée de lave, se dirigea vers le Rhône, au travers de la forêt de pins qui couvre cette partie de la vallée, entraînant avec elle tout ce qui se trouvait sur son passage. Des arbres de la plus grande taille furent renversés et froissés comme des roseaux. Arrivée sur la berge du fleuve, elle s'y précipita en formant une nappe de boue effrayante à voir. Les blocs qui se trouvaient dans cette boue furent également entraînés dans le Rhône, dont les eaux furent rejetées contre la rive opposée et refoulées

en amont à une assez grande distance. La grande route, recouverte par cette boue et ces pierres, devint impraticable, et il fallut construire, au moyen de fascines, un nouveau chemin sur ce sol élastique. Pendant plusieurs jours, les communications entre le Haut et le Bas-Valais n'ont pu avoir lieu qu'au milieu d'un pont très-peu solide qu'on avait jeté sur le torrent, à l'entrée de la gorge. Il est impossible de se représenter quelque chose de plus affreux que ce sillon de 60 à 100 pieds de profondeur, sur une largeur de 200 à 300 pieds, et qui va en s'élargissant jusqu'au Rhône, creusé dans cette boue actuellement figée et dont la surface est parsemée de blocs et de troncs d'arbres. Une petite portion seulement du rocher s'est écroulée sur le revers septentrional de la Dent-du-Midi, et descendant par un couloir, est venue recouvrir une partie du glacier qui se trouve de ce côté-là. »

M. Élie de Beaumont a donné aussi différens détails sur ce phénomène à une partie duquel il a assisté; il insiste particulièrement sur ce que lui a paru présenter de curieux la manière dont les courans de boue, produits par l'éboulement, se répandaient sur le vaste cône de débris, incliné de 5 à 7°, du torrent de Saint-Barthélemi. Ces torrens de boue ne renfermaient peut-être pas un dixième d'eau; ils déplaçaient des blocs calcaires de plusieurs mètres de côté, et ils les flottaient même sur leur surface, pendant des espaces considérables, presque aussi facilement qu'une rivière flotte des glaçons. Malgré la petitesse de ses dimensions, ce phénomène parut à M. Élie de Beaumont présenter de l'intérêt, à cause des inductions auxquelles il conduit, relativement au mode suivant lequel a pu s'opérer le transport des blocs diluviens.

M. Huot, qui fut également témoin d'une partie de

ce phénomène, ajoute qu'un nuage de poussière s'élevait à une grande hauteur plusieurs jours encore après l'événement, ce qui de loin produisait l'apparence d'un phénomène volcanique (1).

Les eaux infiltrées ne produisent pas toujours des accidens aussi graves. Quelquefois elles délayent seulement la surface d'une couche d'argile sur laquelle le terrain supérieur glisse tout entier. Un événement de ce genre eut lieu en 1818, près d'Avesnes (Nord). Une partie d'un petit bois, qui était situé sur une colline assez inclinée, se détacha entièrement avec une épaisseur de terrain d'environ six pieds. Je fus très-surpris, en allant herboriser dans ce bois, le matin, de le trouver au milieu d'une prairie. Les arbres avaient conservé, pour ainsi dire, leur distance respective, et je retrouvai dans une situation relativement la même les plantes que j'avais vues la veille sur le sommet de la colline.

Ce phénomène d'éboulement, produit par des infiltrations, a dû aussi être bien plus actif autrefois, puisque les pluies étaient plus abondantes, et d'ailleurs, il doit devenir de plus en plus rare, car les masses qui tendaient à se précipiter doivent, depuis long-temps, s'être détachées, et l'équilibre doit être établi. Ce ne sont plus que de très-petits accidens, tandis qu'à l'époque de la création ou du soulèvement des montagnes, ces catastrophes ont dû se montrer sous des proportions bien plus grandes et bien plus imposantes.

#### DE L'ACTION DES COURS D'EAU.

Nous voici arrivés à une cause d'action bien puissante à la surface du globe; car les cours d'eau com-

(1) Institut, 4<sup>e</sup> année, p. 202.

mencent dès que la pluie touche le sol, dès que l'eau s'écoule d'une source, et depuis cette origine jusqu'à sa jonction avec la mer, l'eau coule, avance, corrode et emporte avec elle des débris qu'elle abandonne ensuite. C'est une force incalculable que celle de la chute de toutes ces eaux dans la mer, à partir du point où elles sont versées sur la terre par l'atmosphère.

Fidèle à nos habitudes, nous allons d'abord étudier les petits effets avant de passer aux grands.

Quand un filet d'eau marche sur un plan incliné, il appuie sur ce plan, et par conséquent il doit l'user à la fois par son poids et par son mouvement. Il faut presque toujours y ajouter une action chimique; car il dissout plus ou moins le corps sur lequel il s'écoule. Si la roche est dure, l'eau reste limpide, elle est à peine attaquée. Cependant, avec le temps, les parois sont polis et paraissent usés; ils le sont en effet. Si la roche est tendre, les mêmes effets ont lieu, mais bien plus rapidement. L'eau se trouble, elle charrie des matières pulvérulentes qui altèrent sa pureté. Un premier résultat est obtenu dans ces deux cas, c'est le creusement d'une petite vallée par érosion.

En suivant toujours notre filet d'eau, nous le verrons, quand la pente sera moins rapide, déposer ce qu'il aura entraîné un peu plus haut. Ce dépôt aura lieu plus ou moins promptement, et de telle manière, que les matières les plus lourdes seront au fond et les plus légères par-dessus. Il y aura donc eu transport de terrain d'un lieu dans un autre; il y aura eu creusement de *vallée* et formation de *déjà*. La matière prise en *haut* a été déposée en *bas*, rien n'a été détruit, rien n'a été *créé*; il n'y a eu que changement de forme. Nous voyons tous les jours dans les champs, au milieu même de nos terres labourées, une petite

averse produire de nombreux filets d'eau, qui agissent comme nous venons de le dire. Ils creusent une petite ornière, et déposent un petit tas de sable en entrant dans le fossé qui est sur le bord du chemin. Il nous suffit d'agrandir le phénomène, pour l'appliquer, avec les mêmes détails, les mêmes caractères, aux ruisseaux, aux rivières et aux fleuves. Pour comprendre sa continuité, nous n'aurons qu'à supposer que l'eau qui a servi à charrier ces matériaux est remontée pour être versée de nouveau, et il suffira pour cela de nous rappeler que l'évaporation est continue. Nous allons d'abord examiner comment les rivières dégradent le sol, nous verrons de quelle manière les matériaux sont transportés, et enfin nous étudierons la création de nouveaux terrains par dépôt ou sédiment.

*Action érosive des cours d'eau.*

Les roches les plus dures sont attaquées par l'eau, qui commence par en polir les parois et qui finit par les détruire. Il y a sans doute une action chimique qui favorise celle qui est due au simple frottement, mais ce dernier seul agirait encore.

On remarque surtout cette action érosive quand l'eau tombe perpendiculairement d'une grande élévation; aussi, dans les cascades, on trouve presque toujours à la base un creux très-profond que l'eau a formé, une sorte de gouffre dont elle sort en écumant. Les angles des fragmens de rochers qui sont tombés au bas de la cascade, sont arrondis peu d'années après leur chute, si ce sont des roches dures; peu de mois après, si les roches sont tendres. Quelquefois même il se forme des excavations latérales dans les points contre lesquels l'eau est renvoyée dans sa chute. Non-seulement le ravin

dans lequel elle s'élançe s'élargit, mais la hauteur de la chute diminue journellement, d'abord par l'amoncellement des débris à sa base, et secondement par leur séparation du sommet. Le point de départ de l'eau recule continuellement et d'une manière très-sensible dans certains lieux. Aussi, dans les contrées volcaniques, il n'est pas rare de voir des courans de lave dont les bords sont ainsi dégradés par des cours d'eau; de grands quartiers de roches s'en détachent et il se forme une profonde échancrure dans la coulée. Si l'eau ruisselle dans des roches tendres, on voit bientôt se former des ravins très-étendus qui s'élargissent à mesure qu'elles descendent. On en voit beaucoup de ce genre en Auvergne, pays profondément raviné par les eaux. De la ville de Clermont on en aperçoit un sur la montagne de Chanturgue; on le désigne sous le nom de *Creux-Rouge*, à cause de la couleur des sables dans lesquels il est creusé. Le même pays offre de nombreux ravins creusés dans les argiles qui sont dégradées de la manière la plus bizarre. Chaque pluie d'orage change la forme des figures fantastiques que l'eau a sculptées dans l'argile, et elle s'échappe en véritables torrens de boue. Personne ne conteste cette action de l'eau sur un sol tendre et facilement attaquable; mais sans être aussi prononcée, elle est aussi certaine sur les roches du grain le plus fin et de la pâte la plus dure.

Déjà nous avons cité l'ouverture faite par le Potomack dans le Montagnes-Bleues; celle du fort l'Ecluse, pratiquée par le Rhône, ou plutôt par la masse puissante des eaux du lac de Genève, qui alors s'étendait jusque-là. Nous pourrions produire une foule d'exemples semblables.

M. Strangways a décrit, dans les *Transactions géolo-*

giques (1), la profonde échancrure où l'Imatra se précipite en chutes rapides et nombreuses. Cette rivière lui paraît avoir évidemment creusé ce profond ravin sur un plateau où elle coulait d'abord. Le bord de ce plateau, composé de gneiss, paraît aujourd'hui élevé de 50 pieds au-dessus du niveau de l'eau au bas de la cataracte. « Sa surface (du plateau) est en beaucoup de points tout-à-fait nue et profondément creusée dans une direction parallèle à celle de la rivière; elle est couverte de monceaux de galets et de blocs d'un gros volume, dont quelques-uns sont creusés et évidés sous les formes les plus bizarres. L'un des plus gros blocs laissés maintenant à sec, situé à peu près au milieu de la plate-forme, est percé verticalement d'un trou cylindrique. » Il est bien évident, d'après cette description, que le lit de la rivière, primitivement très-large, s'étendait sur une partie du plateau dont une portion a été postérieurement attaquée et creusée assez profondément pour contenir les eaux, qui d'abord s'étendaient sur une grande surface.

M. d'Aubuisson a remarqué des traces bien manifestes de profondes érosions sur deux roches qui s'élèvent sur le bord du précipice que les eaux du Rhin vont franchir à Schaffouse où a lieu la belle chute de ce fleuve. Le Danube pénètre en Valachie par une étroite ouverture que ses eaux ont creusée, et que l'on nomme les *Portes de fer*. La Sioule, près Pontgibaud en Auvergne, s'est fait jour à travers une large coulée volcanique qui était venue barrer son lit. M. Lyell cite une gorge ouverte par la rivière de Simeto dans un courant de lave qui est à la base de l'Etna, et que l'on

(1) Vol. V, p. 341.