

lieux du Cantal. Quelquefois ces cirques s'élargissent et forment alors de véritables plaines, limitées partout par des montagnes et offrant de fertiles bassins. Telle est la Limagne d'Auvergne; telle est aussi la Bohême et le grand cirque où se trouve la ville de Mexico.

Dans des circonstances tout-à-fait opposées, les vallées sont tellement resserrées qu'elles ressemblent à des fentes qui se seraient opérées brusquement; telles sont ces vallées étroites que des tremblemens de terre paraissent avoir ouvertes dans les Andes, quelques-unes d'elles sont si profondes, au rapport de M. de Humboldt, que le Vésuve, le Schneekoppe de la Silésie, et le Puy-de-Dôme de l'Auvergne, pourraient y être placés sans que leur cime égalât la crête des montagnes qui bordent la vallée de plus près. Celle de Chota, dans le royaume de Quito, a quinze cent soixante-six mètres (804 toises); celle du Rio-Cutacu, au Pérou, a plus de treize cent soixante-quatre mètres (700 toises) de profondeur perpendiculaire: et cependant leur fond reste encore élevé d'une égale quantité de mètres au-dessus du niveau de la mer. Leur largeur n'est souvent pas de douze cents mètres (500 toises) (1). Aux Pyrénées aussi, la crevasse d'Ordesa, près du Mont-Perdu, a, selon Ramond, huit cent quatre-vingt-seize mètres (459 toises) de profondeur moyenne.

On voit par ce qui précède, que le fond des vallées est souvent fort élevé au-dessus de l'Océan, ce qui a toujours lieu dans les pays de montagnes; mais à mesure que les vallées s'abaissent pour s'ouvrir dans les plaines, et quelquefois dans la mer, on conçoit que leur fond doit suivre ce mouvement, et devenir à la

(1) HUMBOLDT, *Géographie des plantes*, p. 55.

fois horizontal et peu élevé au-dessus du niveau de l'Océan.

Ordinairement quand les vallées s'éloignent du point qui leur sert d'origine, leurs versans s'abaissent graduellement, et elles s'élargissent en même temps au point de ne plus offrir que de larges sillons au milieu des ondulations du sol.

#### *De l'origine des vallées.*

Les grandes crevasses que l'on voit dans les hautes montagnes semblent indiquer clairement leur origine; on ne peut les attribuer qu'à des tremblemens de terre, qui sans doute ont été autrefois plus violens qu'aujourd'hui. Elles retracent au géologue l'image d'immenses filons que la nature n'aurait pas remplis. Il faut bien se garder de confondre ces grandes crevasses avec les ravins que nous voyons tous les jours se former dans les flancs des montagnes, et avec une rapidité d'autant plus grande que les eaux érosives sont plus abondantes, plus rapides, et les roches plus tendres.

Non-seulement les grandes oscillations du sol ont pu produire les abîmes que nous venons de citer, mais tout porte à croire qu'elles ont donné naissance à toutes les grandes vallées des montagnes. Les cours d'eau qui les traversent maintenant, lors même qu'ils sont gonflés par la fonte des neiges et les plus fortes pluies d'orage, ne sont rien quand on les compare aux effets qui ont été produits.

En admettant même que ces eaux eussent été plus abondantes autrefois qu'aujourd'hui, elles eussent encore été incapables de creuser des vallées aussi larges, aussi longues, aussi profondes que celles qui

existent dans les grandes chaînes de montagnes. Et d'ailleurs, si ce liquide avait pu seul produire ces grandes inégalités du sol, on verrait les vallées comme nos ravins, par un léger sillon, dont la profondeur et la largeur iraient en augmentant toujours, tandis que les unes sont plus larges en certains points qu'en d'autres; on en voit qui ont un cirque pour point de départ, et quelques-unes même qui semblent entièrement fermées. Les cours d'eau doivent nécessairement avoir modifié les vallées. Ils doivent avoir corrodé leurs parois, approfondi quelques parties de leur lit, changé l'inclinaison de leurs pentes, et surtout avoir amoncelé dans quelques parties les débris qu'ils arrachaient dans d'autres; mais ces petits effets ne sont rien quand on les compare à la physionomie générale d'un pays de montagnes.

Il y a pourtant dans les pays de plaines ou de collines, des vallées qui ont été entièrement creusées par les eaux. Si la direction de quelques-unes d'entr'elles a été déterminée par une fente, ou une petite dépression du sol, on peut en général attribuer à l'eau tout le mérite de ces petites vallées des terrains meubles. On trouve un grand nombre de ces sillons dans tous les terrains de sédiment; aux environs de Paris, en Belgique, en Auvergne, et même au milieu des basaltes, du Velay et du Vivarais.

D'après cela, on distingue souvent les vallées en vallées des pays de montagnes et vallées des contrées basses. On attribue aux premières une origine dépendante des forces agissantes dans l'intérieur du globe, sur lesquelles nous reviendrons par la suite avec détails, et l'on pense que les autres sont le résultat de divers cours d'eau qui la plupart du temps existent encore au fond des excavations qu'ils ont creusées. Ces

deux forces ont un peu empiété sur leurs attributs respectifs, et en somme, la première a imprimé son caractère aux surfaces élevées des continents.

Un fait assez curieux est la présence de vallées basses, évidemment produites par l'action des eaux, dans des contrées où il ne pleut jamais, et où il n'existe pas de cours d'eau. Ce sont de véritables *vallées sèches* à pentes arrondies, qui existent sur la côte ouest du Pérou, et dans quelques autres lieux. Il faut nécessairement attribuer leur érosion à l'action des eaux de l'Océan qui en sont voisines, et que des secousses intérieures auront pu porter avec violence sur ces contrées.

Quant aux grandes vallées qui ressemblent à des plaines ou à des bassins, qui commencent par un cirque, ou qui en forment plusieurs communiquant par des gorges resserrées, on suppose encore que de grandes dislocations leur ont donné naissance, mais on ne peut nier que l'eau, qui ensuite a rempli ces vastes bassins, n'ait joué un rôle très-actif dans leur configuration. Ces plaines circulaires sont évidemment le fond d'anciens lacs qui communiquaient les uns avec les autres, qui charriaient dans leurs bassins une grande quantité de matériaux qui ont fini par les combler, et dont la surface, maintenant traversée par un simple cours d'eau, encombrée par une foule de débris, se couvre d'une végétation vigoureuse.

L'origine première de ces vallées étranglées, ou plutôt de ces grands lacs qui leur ont donné naissance, paraît tenir à des causes particulières qui ont formé de grandes dépressions sur les continents, et qui sont dues à des phénomènes de dislocation et par suite d'affaissements, ou à certaines conditions du refroidissement et de la solidification de la croûte de notre planète.

## DES PLAINES ET DES PLATEAUX.

Tout le monde sait ce que c'est qu'une plaine, et cependant on se trouve très-embarrassé pour définir ce mot. Dans l'acception ordinaire, une plaine est une grande étendue de terrain qui n'est pas limitée par des montagnes, ni sillonnée par des vallées, en un mot, c'est un pays plat; mais il est difficile de tracer les limites entre un pays plat et un pays montueux. En général, cependant, une contrée conserve la dénomination de plaine quand elle n'est pas traversée par de hautes montagnes, quand bien même le sol serait sensiblement ondulé. Quant aux plateaux, on sait que ce sont les plaines qui sont situées sur des montagnes.

Les plateaux peuvent être très-unis ou légèrement ondulés. Ils peuvent offrir, comme les plaines, quelques éminences qui s'élèvent au milieu ou sur leurs bords; ils peuvent être arrosés par des cours d'eau, quoique cela arrive rarement; enfin, ils ont quelquefois une grande étendue. Tel est, par exemple, celui qui supporte le volcan d'Antisana à 4,105 mètres d'élévation, et qui a douze lieues de circonférence (1). Il existe au Thibet des plateaux presque aussi élevés et très-étendus, mais en général ils le sont beaucoup moins.

Nous avons déjà parlé des petites plaines enfermées entre des montagnes, et qui ne sont autre chose que des vallées à fond plat, comme la Limagne et la Bohême. Elles sont, en général, formées des débris qui se sont déposés au fond des eaux qui les couvraient autrefois. Un jour, les grands lacs de l'Amérique du Nord, dé-

(1) HUMBOLDT, *Géographie des plantes*, p. 117.

barrassés de leurs eaux, formeront des plaines analogues. Mais ces larges vallées à fond plat ne donnent jamais que des plaines très-limitées, tandis qu'il existe sur certaines parties des continents des espaces immenses dont la régularité n'est dérangée que par de légères saillies, et qui s'élèvent même très-peu au-dessus de l'Océan.

Les véritables plaines sont, en effet, celles qui, d'un côté, sont bordées par l'Océan, car (à moins de chercher sur d'autres continents une chaîne de montagnes qui leur serve de limites) on ne peut plus assimiler ces plaines à de grandes vallées.

L'étude des plaines devient d'un grand intérêt pour le Géologue, si l'on fait attention que la plupart des chaînes de montagnes sont, comme nous le verrons plus tard, d'une date postérieure à l'apparition des continents, en sorte que ceux-ci ont dû s'élever d'abord de très-peu au-dessus des eaux. Ils devaient alors présenter une surface uniforme et marécageuse, car c'est au soulèvement des montagnes que les plaines ont dû les pentes plus ou moins fortes qu'elles ont acquises maintenant et qui permettent l'écoulement de leurs eaux.

Il existe encore des plaines très-étendues et très-basses sur les deux continents. Ainsi, en Amérique, où les plaines sont immenses et horizontales, les eaux n'ont presque pas d'écoulement; le peu de vitesse des fleuves contribue à les élargir, et c'est à peine si l'élévation des Andes a donné de la pente à celles qui naissent au pied de ces montagnes. Les trois chaînes transversales de cette partie du monde sont séparées par des plaines toutes fermées vers l'ouest, et ouvertes vers l'est et le sud-est. Lorsqu'on réfléchit sur leur peu d'élévation au-dessus de la surface de l'Océan, on est tenté de les considérer comme des golfes prolongés dans

la direction du courant de rotation. Si les eaux de l'Atlantique, par l'effet de quelque attraction particulière, se soulevaient, à l'embouchure de l'Orénoque, à 50 toises; à l'embouchure de l'Amazone, à 200 toises de hauteur, la *grande marée* couvrirait plus de la moitié de l'Amérique méridionale. La pente orientale, ou le pied des Andes, éloigné aujourd'hui de six cents lieues des côtes du Brésil, serait une grève battue par les eaux.

Aucune contrée, si ce n'est peut-être le nord de l'Asie, n'offre des plaines aussi étendues et aussi uniformes que celles de l'Amérique; aussi sont-elles périodiquement inondées par le débordement des fleuves.

En Asie, un immense terrain s'étend uniformément dans tout le nord du continent, et son élévation est si peu considérable, que les Chinois prétendent qu'il était caché par les eaux de la mer, et qu'il n'est émergé que depuis les temps historiques. Cette immense plaine se lie à celles de l'Europe, qui ont moins de développement, mais qui pourtant sont aussi très-grandes sur le littoral; et si l'on supposait une route des landes du Brabant aux steppes de l'Asie, par de hautes latitudes, au-delà des 60° et 65°, on trouverait des plaines continues sur une longueur qui égale presque la demi-circonférence du globe (1).

L'Afrique présente aussi des parties très-basses, comme l'Égypte, également soumise à des inondations périodiques, et qui n'est, à proprement parler, qu'une grande vallée dans laquelle coule le Nil. Une des plus vastes plaines de cette partie du monde est, sans contredit, le désert de Sahara, qui a une aire de 194,000

(1) HUMBOLDT, *Fragmens asiatiques*, t. II, p. 318.

lieues carrées de 20 au degré, et qui, par conséquent, offre une surface plus que double de celle de la Méditerranée.

Lorsqu'on prend un grand espace, par exemple, un continent tout entier, et que l'on cherche le rapport en étendue des plaines et des montagnes, on trouve que celles-ci n'occupent qu'une petite partie de la terre, car, dans l'Amérique méridionale, dont la surface est de 571,300 lieues carrées de 20 au degré, le rapport des montagnes aux plaines est comme 1 à 4; et toute la région à l'est des Andes a plus de 424,600 lieues carrées dont la moitié est en savanes couvertes de graminées (1).

La surface des plaines dont nous devons seulement nous occuper ici, est tantôt nue et tantôt recouverte de nombreux végétaux.

L'absence de l'eau semble être la cause de la stérilité de certaines contrées, comme cela a lieu pour les déserts de l'Afrique et de l'Asie. Si, dans quelques points de ces déserts, l'eau douce paraît, la végétation se groupe autour d'elle, et forme ce que l'on appelle un *oasis*, espaces plus ou moins grands dont le plus célèbre est celui de Thèbes. On le connaît sous le nom de *grand oasis*. L'étendue de son terrain fertile est de vingt à vingt-quatre lieues sur une largeur de trois à quatre.

Il paraîtrait que certains oasis avaient autrefois plus d'étendue qu'aujourd'hui; tel est, par exemple, celui qui paraît situé sur l'emplacement de l'ancienne ville *Oasis*, dont parle Hérodote. Soit que le sable du désert ait empiété sur les terrains fertiles, soit que les ruis-

(1) HUMBOLDT, *Voyage aux régions équinoxiales*, t. X, p. 221.

seaux aient diminué, on remarque autour des champs cultivés, et jusqu'à une distance de 15 lieues, les ruines nombreuses de temples antiques situés aux environs de Syouah, et qui certainement n'avaient pas été bâtis dans des lieux aussi stériles.

Des espaces arides, et qui paraissent tout-à-fait l'opposé des oasis, se trouvent au milieu de certaines plaines fertiles, comme M. de Humboldt l'a observé dans les plaines délicieuses de la Mission de Carichana. « Ce qui donne à cette contrée un caractère particulier, ce sont des bancs de roches presque dépourvus de végétation, qui ont souvent plus de 800 pieds de circonférence, et qui s'élèvent à peine de quelques pouces au-dessus de la savanne environnante. Ils font aujourd'hui partie de la plaine. On se demande avec surprise si quelque révolution extraordinaire a emporté le terreau et les plantes, ou si le noyau granitique de notre planète se montre à nu, parce que les germes de la vie ne sont point encore développés sur tous les points. Le même phénomène semble se trouver dans le *Shamo*, qui sépare la Mongolie de la Chine. On appelle *tsy* ces bancs de roches isolés dans le désert. M. Humboldt pense que ce seraient de véritables plateaux, si les plaines d'alentour étaient dépouillées du sable et du terreau qui les recouvrent, et que les eaux y ont accumulés dans les endroits les plus bas (1). »

Les plaines offrent encore une singularité que nous ne devons pas passer sous silence, et qui aurait peut-être pu être indiquée en parlant des vallées; ce sont certaines dépressions qui s'observent à la fois sur les plaines et sur les plateaux; mais il nous a semblé que

(1) HUMBOLDT, *Voyage aux régions équinoxiales*, t. VI, p. 368.

ces affaissemens du sol constituaient un ordre de phénomène tout-à-fait différent.

Ces dépressions existaient autrefois sur la plupart des plaines, et formaient autant de bassins fermés, occupés par de vastes amas d'eau. Maintenant plusieurs de ces bassins se sont ouverts par l'érosion de leur digue, et par la pression des eaux qu'ils renfermaient; plusieurs d'entre eux se sont mis en communication, et d'étage en étage ont versé leurs eaux dans la mer. Ce n'est pas ici le lieu de chercher si c'est bien réellement à la lente action érosive des eaux qu'il faut attribuer leur dessèchement, ou bien si le soulèvement de quelques groupes de montagnes n'a pas occasionné dans ces plaines une pente qui a changé des bassins fermés en bassins ouverts et étagés; ce que nous devons constater, c'est leur existence. Certes, l'exemple le plus remarquable est celui de la mer Caspienne, dont le niveau est bien au-dessus de celui de l'Océan. C'est la plus grande dépression connue, puisqu'elle occupe toute la partie centrale de l'Asie, et communiquerait même, selon le célèbre auteur qui nous a si souvent servi de guide, au sud de  $51^{\circ} \frac{3}{4}$  de latitude, dans le parallèle d'Orembourg et de Saratow, avec les plaines où se trouve la ville de Jeneisseik en Sibérie, et même avec celles qu'arrose l'Escaut, région dont la hauteur moyenne n'excède pas 40 à 50 toises. Il paraîtrait même que cette concavité de la Caspienne s'étendrait sous des dépôts de sédiment, jusqu'à Moscou d'un côté et jusqu'en Pologne de l'autre. Très-probablement de semblables dépressions se feraient remarquer dans un grand nombre de lieux, si des terrains de sédiment d'âge et de puissance différens ne les avaient pas comblés.

De vastes bassins fermés existent actuellement en Amérique, et le lac Titicaca en est le plus curieux exem-

ple. On peut y joindre le lac qui occupe le fond de la dépression de Mexico, et une foule d'autres disséminés sur toute l'étendue de ce continent.

Peut-être faut-il attribuer encore à des phénomènes analogues la formation des bassins des grands lacs de la Suisse. Il faut du moins y rapporter les bassins fermés de la Grèce, et enfin ces petites dépressions circulaires que présentent les grands plateaux basaltiques de l'Auvergne et d'autres contrées, et même les petits lacs arrondis qui existent encore sur les alluvions de la plaine du Forez.

Toutes ces cavités ne peuvent être dues aux mêmes causes; mais il en est deux qui ont puissamment contribué à former ces dépressions des plaines et des plateaux, c'est le soulèvement des chaînes de montagnes et le retrait qu'ont éprouvé, en se refroidissant, les matières pierreuses dont notre planète est composée.

Nous prévoyons déjà que des forces puissantes ont bouleversé la surface de la terre, puisqu'elle nous présente un si grand nombre d'inégalités. Des forces analogues ont dû agir aussi sur les autres planètes. Celles que nos instrumens nous ont permis d'étudier, nous ont offert aussi des plaines, des vallées et des montagnes. La lune, assez rapprochée pour que nous connaissions un peu sa topographie, a comme la terre de larges bassins et de hautes montagnes, de profondes dépressions comme celle de l'Asie, et des cirques comme la Bohême et l'île de Ceylan, des groupes comme les montagnes volcaniques du centre de la France, en un mot, une surface tellement tourmentée, qu'elle a, sans nul doute, été soumise comme la terre à des forces puissantes qui changeront peut-être encore le seul de ses hémisphères qu'il nous soit permis d'observer.

---

## CHAPITRE DEUXIÈME.

### DES ROCHES ET DES COUCHES.

---

Nous allons pénétrer dans l'intérieur du globe et examiner les différentes substances dont il est composé, l'ordre et l'arrangement de ses diverses parties, ainsi que leur âge relatif. Mais avant de nous occuper de ces détails, nous devons prévenir que nous ne connaissons qu'une bien faible partie de l'écorce de la terre. En effet, nous ne pouvons étudier l'intérieur que dans les vallées et dans quelques déchirures, qui mettent à nu les parties les plus extérieures, le long des fleuves et des côtes, sur la crête des montagnes et dans les puits que les hommes ont creusés pour chercher certaines substances auxquelles l'usage a donné un grand prix. Or, les mines les plus profondes ne descendent pas à 500 mètres au-dessous du niveau de l'Océan, et les montagnes les plus élevées n'en atteignent pas plus de 8000. Ces montagnes sont tellement hautes, relativement à nous, que nous ne pouvons pas nous élever jusque sur leur cime qui, du reste, est cachée par des neiges éternelles, en sorte que la partie intérieure du globe ne nous est connue que sur une épaisseur de 7000 mètres au plus, moins de deux lieues sur 1500 de diamètre, ou comme nous l'avons déjà vu, comme l'épaisseur d'une feuille de papier sur une boule de 16 pieds. Qu'on veuille bien ne pas perdre de vue cette grande