

dans l'année 82 avant Jésus-Christ, la grande île de *Tsisikou-Bosima*, qui existe encore (1). »

Tout le monde sait qu'en 1558, les 28 et 29 septembre, il se forma, dans le lac Lucrino, dans les Champs Phlégréens, un volcan qui reçut le nom de *Monte-Nuovo* et qui forme aujourd'hui une montagne de huit mille pieds de circonférence à sa base et de quatre cents de hauteur. (Fig. XXVII.)

Un phénomène bien plus important et plus curieux par les détails se manifesta au Mexique. C'est l'apparition du volcan de Jorullo et de tout le terrain environnant.

Dans la nuit du 28 au 29 septembre 1759, un terrain de trois à quatre milles carrés, situé au milieu d'une plaine, entre le volcan de la Puebla et celui de Colima, à trente-six lieues des côtes et à quarante-deux lieues de tout volcan actif, se souleva en forme de vessie. Au centre d'un millier de cônes enflammés, six montagnes de quatre à cinq cents mètres s'élevèrent subitement au-dessus du niveau primitif des plaines voisines. La principale, le volcan de Jorullo, a 3,703 pieds; elle s'est élevée, en un seul jour, de 1,480 pieds.

Les éruptions de ce volcan continuèrent jusqu'en février 1760. Le bord du cratère principal atteint 4,029 pieds d'élévation. Les éruptions sont sorties d'en haut par une fente. Elles ont maintenant tout-à-fait cessé et c'est à peine si le volcan fume encore. (Fig. XXXVI.)

Entre les Sporades, des roches de trachyte se sont élevées du fond de la mer, et ont formé des îles semblables à cette île des Açores, qui, dans un espace de trois siècles, s'est montrée périodiquement à des in-

(1) KLAPROTH, dans HUMBOLDT, *Fragmens Asiaticques*, tome I, p. 222.

tervalles presque égaux. Entre Epidaure et Trézène, près de Méthrone, dans le Péloponèse, se trouve un Monte-Nuovo, décrit par Strabon, et revu par Dodwel. Il est plus haut que le Monte-Nuovo des Champs Phlégréens, près de Baies, peut-être même plus haut que le nouveau volcan de Jorullo (1).

On connaît aussi plusieurs soulèvements tout-à-fait indépendans d'actions volcaniques extérieures. Nous avons déjà cité l'élévation graduelle de la côte du Chili, qui s'opéra le 19 novembre 1822, et qui fit périr un si grand nombre de coquillages adhérens aux roches qui s'élevèrent et restèrent au-dessus des eaux.

Certaines côtes de la Suède et de la Norwège s'élèvent aussi d'une manière graduelle par une cause sans cesse agissante et non instantanée comme celle qui, à plusieurs reprises, a soulevé les côtes du Chili. Des observations nouvelles semblent prouver que, par une sorte de compensation, les rivages du Groënland s'abaissent, et des cabanes construites près de l'Océan sont maintenant recouvertes par ses eaux.

En Italie, le temple de Sérapis, près Naples, prouve que le sol peut être successivement abaissé et soulevé. Après la construction du temple, le terrain s'est affaissé au point que les colonnes portent jusqu'à la hauteur de 24 pieds des traces du séjour de l'eau marine, et ont même été sur plusieurs points attaquées par des coquillages qui peuvent creuser la pierre et s'y loger. Sans que les colonnes aient été renversées, elles sont maintenant revenues presque à leur ancien niveau; car le pavé du temple n'est plus recouvert que d'environ un pied d'eau.

(1) HUMBOLDT, *Tableaux de la Nature*, t. II, p. 165.

Si nous avons pu, sur quelques points du globe, être témoins de ces soulèvemens actuels, nous devons supposer qu'ils ont eu lieu également dans un grand nombre de contrées, depuis l'existence de l'homme sur la terre, et par conséquent à une époque que nous pouvons appeler contemporaine, si nous ne pouvons lui donner le titre d'historique. C'est ainsi que M. Murchison a observé sur les côtes orientales et occidentales de l'Angleterre des dépôts de sable et d'argile contenant des espèces marines encore existantes, et il pense que le sol de l'Angleterre, ou du moins ses côtes ont subi une élévation qui date d'une époque récente.

Si l'on peut découvrir, dit M. Murchison, de tels phénomènes dans cette île où les forces souterraines ont si peu d'intensité, quels résultats ne doit-on pas attendre des observations, dans les contrées où les volcans et les tremblemens de terre sont si fréquens et produisent tantôt des élévations et tantôt des abaissemens (1) ?

M. Boblaye a constaté, dans la Morée, l'existence de quatre ou cinq rangs bien distincts de roches marines, dont les différens niveaux sont marqués dans les escarpemens des pierres calcaires par des perforations lithotomiques dues à l'action de la mer.

Dans une des Hébrides, l'île de Jura, le capitaine Vetch décrit 6 ou 7 terrasses, ou lignes d'anciennes plages, qui paraissent s'être élevées successivement au-dessus du niveau actuel de l'Océan. La plus basse se trouve à la hauteur des hautes mers, et la plus élevée est environ à 40 pieds au-dessus. Ces terrasses, ou anciennes plages, reposent en partie sur le roc nu, et en partie sur un dépôt épais composé d'argile, de sable et

(1) Société géologique de Londres, séance du 15 février 1833.

de fragmens anguleux de quartz; leur continuité est çà et là interrompue par les torrens des montagnes, ou par l'action de la mer sur le dépôt qui les supporte; on les voit très-bien au lac Tarbert. La largeur de cet ensemble de plages anciennes varie suivant la disposition du sol; lorsque celui-ci présente des pentes rapides, elle peut s'élever à cent yards; mais lorsque les pentes sont douces, comme sur le côté septentrional du lac, elle s'étend jusqu'à trois quarts de mille du bord de la mer. Ces plages en terrasses sont formées de cailloux arrondis et polis de quartz blanc de la grosseur d'un coco; ils sont tout-à-fait semblables à ceux qui forment la plage actuelle au bord de l'Atlantique, dans cette partie de l'île; et, d'après leurs formes, ils doivent avoir été produits par l'action réunie des vagues et des marées. A l'appui de cette opinion, le capitaine Vetch rapporte, qu'en suivant le bord septentrional du lac Tarbert, on trouve une série de cavernes toutes situées au même niveau, et à une hauteur considérable au-dessus de la mer; et comme jamais, dans les roches de quartz des îles d'Isla, de Jura et de Fair, il n'a observé aucune autre caverne que celles qui se trouvent sur le bord de la mer, il les considère comme ayant été de même produites par l'action des vagues (1).

M. de la Marmora a remarqué sur les rivages de la Sardaigne des terrains littoraux qui renferment des débris de poterie mélangés à des coquilles dont les identiques vivent sur la côte elle-même. Il a trouvé ces dépôts jusqu'à cinquante mètres au-dessus du niveau de la mer. Entre autres objets, il a remarqué une boule de terre cuite, de la grosseur d'une pomme, percée

(1) LABÈCHE, *Manuel de Géologie*, p. 199.

dans son milieu, comme pour y laisser passer une corde. M. de la Marmora croit que cette boule peut avoir appartenu à des pêcheurs qui l'employaient en guise de plomb pour lester leurs filets, lorsqu'ils vogaient au-dessus de ces lieux, qu'un changement de niveau a mis à sec (1).

M. Brongniart a indiqué aussi (2) un grand nombre de localités où des dépôts de terrains tout-à-fait semblables à ceux qui se forment journellement sous nos yeux, se trouvent situés à des hauteurs remarquables et attestent un soulèvement récent des côtes des continents. Il cite ceux de St-Michel-en-Lerme, dans la Charente-Inférieure, soulevés à 15 mètres, ceux de Nice à 17, ceux de Catane à 10. Il en a rencontré aussi en Ecosse, sur les rives de la Clyde, soulevés de 4 à 12 mètres; mais de toutes ces observations, les plus curieuses sont celles qui ont été faites tout récemment en Scandinavie par M. Keilhau. Les traces de soulèvement que M. Brongniart avait parfaitement reconnues en Suède par la présence de balanes encore attachées aux roches de Uddevalla, à 200 pieds de hauteur, ont été reconnues aussi par M. Keilhau, dans un lieu appelé Hellesaaen, à 8 lieues environ de la côte et à une élévation de 430 pieds au-dessus des eaux. Ce savant ajoute qu'en plusieurs endroits il a retrouvé, à des distances et à des élévations plus ou moins grandes, d'anciennes lignes de rivage, dont les cailloux et surtout les coquilles encore vivantes dans les eaux et si bien conservées dans les dépôts, ne peuvent laisser aucun doute sur l'époque contemporaine de ces soulèvements. 50 es-

(1) C. A. DE LA MARMORA, *Journal de Géologie*, t. III, p. 309.

(2) *Tableaux des Terrains*, p. 87.

pèces recueillies dans ces terrains élevés appartiennent toutes à des espèces encore existantes.

Au Spitzberg, des couches semblables à celles qui se forment sur les côtes ont été observées à plus de 20 pieds au-dessus des eaux, en sorte que toute cette partie du nord de l'Europe semble soumise à la même action intérieure.

Outre les anciennes lignes littorales et les dépôts marins, M. Keilhau cite encore comme une preuve concluante de l'élévation du sol, l'abaissement des limites de la végétation sur les hautes montagnes. On trouve des racines d'arbres où croissent à peine aujourd'hui des arbrisseaux; des forêts de pins sylvestres se terminent sur les flancs des montagnes par des lignes d'arbres verts, qui cependant sont restés debout pendant bien des siècles (1).

DE L'AGE DES SOULÈVEMENS.

Dès qu'il est démontré que des soulèvements ont encore lieu de nos jours, il ne peut répugner d'admettre que les mêmes phénomènes se sont reproduits à des époques différentes, d'autant plus que tous les faits viennent déposer en faveur de cette hypothèse; mais avant de rechercher quelles ont été les principales époques de ces grandes actions géologiques, il nous importe de connaître les caractères au moyen desquels on peut déterminer leur âge.

La croûte solide de la terre a dû être souvent fracturée, des communications fréquentes ont dû s'établir en-

(1) *Institut*, 4^e année, p. 201.

tre l'intérieur et l'atmosphère, et de là sont résultés deux genres de phénomènes que l'on confond souvent, quoique l'un soit la cause et l'autre l'effet. Ce sont les *éruptions* et les *soulèvemens*. Lorsqu'une matière solide ou gazeuse s'est fait jour pour se verser au dehors, comme le font maintenant les laves et les vapeurs des volcans, il y a eu *éruption*; mais pendant que les matières faisaient effort pour sortir, et que les croûtes cédaient, il y a eu *soulèvement*: de sorte que souvent, et peut-être toujours un soulèvement quelconque, *linéaire* ou *central*, a été déterminé par une éruption qui peut dans certaines circonstances n'être pas parvenue jusqu'au jour, à cause de la résistance de la masse soulevée. Si l'éruption s'est fait jour, le soulèvement a dû cesser, ou du moins diminuer d'intensité, comme une soupape ouverte anéantit la force d'une machine à vapeur. Cette tension du dedans au dehors s'est manifestée sur la terre à toutes les époques; sa croûte a été percée et soulevée sur une foule de points et de lignes, et il est résulté des soulèvemens, des chaînes et des groupes de montagnes, des éruptions, des filons, des dykes et des massifs de roches cristallisées qui se sont injectés au milieu des terrains préexistans, ou qui les ont traversés pour se répandre à leur surface.

L'âge des montagnes soulevées devient donc très-difficile à établir. On sait que les roches cristallisées sont plus anciennes les unes que les autres: ainsi généralement le granite s'est montré avant le porphyre, celui-ci avant le basalte, cette dernière roche avant les laves modernes, et ainsi de suite; mais ces connaissances, nous ne les avons acquises qu'en comparant la position de ces roches entr'elles, et avec les dépôts de sédiment. Or, c'est précisément l'étude relative de la stratification qui a permis à M. Elie de Beaumont de détermi-

ner, comme nous le verrons par la suite, un certain nombre de ces grandes époques géologiques.

Les terrains stratifiés ou de sédiment servent de chronomètre pour toutes ces recherches. Ils offrent en effet pour cet usage trois caractères qui, isolés, peuvent rarement induire en erreur, et qui, réunis, équivalent à une démonstration rigoureuse.

1° Les plus anciens sont ceux qui sont situés le plus profondément, et ceux qui les recouvrent sont toujours plus nouveaux;

2° La plupart contiennent des débris de corps organisés, dont l'époque d'existence a été préalablement déterminée par l'ordre de superposition des couches;

3° Ces terrains ayant été en suspension dans l'eau, ont dû se déposer en couches plus ou moins distinctes, et sensiblement horizontales.

Une étude sérieuse de la stratification peut donc suffire pour déterminer l'âge d'une chaîne ou d'un groupe de montagne.

Lorsque nous verrons, comme dans la figure XXVIII, des couches de sédiment reposer bien horizontalement dans un bassin situé entre deux chaînes de montagnes, nous en concluons que le soulèvement de ces montagnes avait eu lieu avant le dépôt de ces couches.

Si, comme dans la figure XXIX, les couches sont adossées d'un côté sans l'être de l'autre, nous supposerons avec raison que le dépôt était formé avant le soulèvement d'une des deux chaînes, mais qu'il est antérieur à l'apparition de l'autre série des montagnes.

Si enfin des couches de sédiment se trouvent adossées en sens inverse de chaque côté d'une montagne, ou l'enveloppent en s'élevant sur ses flancs jusqu'à une certaine hauteur, on sera bien plus sûr encore que le

soulèvement est postérieur au dépôt, comme dans la figure XXX.

Cette disposition prouvera qu'après le dépôt des roches de sédiment dans un vaste bassin, un soulèvement s'est opéré au milieu, a disloqué les couches préexistantes, et les a soulevées sous un angle plus ou moins aigu. Il pourra même se faire que le soulèvement ayant eu son entier effet, une éruption ait eu lieu, et ait recouvert une partie des roches de sédiment par des roches cristallisées, qui cependant presque toujours se trouvent au-dessous, excepté dans les éruptions volcaniques modernes. (*Fig. XXXI.*)

On conçoit aussi que le soulèvement ayant été très-intense et limité à une bande étroite, ou ayant eu lieu d'une manière inégale, comme cela arrive le plus souvent, une partie des couches pourra être bien plus redressée que l'autre, et approcher même de la position verticale. (*Fig. XXXII.*)

La science des géologues ne se borne pas à distinguer si tel soulèvement s'est opéré avant ou après le dépôt des terrains de sédiment, elle leur permet de déterminer l'âge d'une manière plus rigoureuse.

On sait, en effet, par une longue suite d'observations, par l'étude minutieuse des débris organiques, et notamment des coquilles, par l'examen des roches et des minéraux qu'elles renferment, on sait que les terrains de sédiment, loin de s'être déposés en même temps, se sont lentement succédés à des époques diverses, et le mode de cette succession est très-bien connu.

Si nous trouvons par conséquent trois sortes de terrains de sédiment, dont le dernier composé de cailloux roulés est extrêmement moderne, soulevés tous trois, et appliqués contre une montagne, nous saurons que cette montagne est une apparition nouvelle, puisqu'elle a dé-

rangé, en sortant de la terre, des couches horizontales qui venient de s'y déposer. (*Fig. XXXIII.*)

Mais si au lieu de trouver toutes les couches déplacées et appliquées contre des roches nouvellement sorties, nous voyons qu'une partie seulement des terrains est relevée, et que l'autre s'étend horizontalement (*Fig. XXXIV.*), nous comprendrons de suite que le soulèvement a eu lieu après la formation du premier terrain, avant le dépôt du second : c'est comme si l'on nous disait qu'une personne que nous attendons n'était pas arrivée à midi, mais qu'elle était rendue à une heure. L'heure précise ne nous serait pas indiquée, mais notre incertitude n'aurait que des limites très-étroites.

Nous connaissons donc par ces observations le temps approximatif employé à chaque soulèvement, lorsque nous pouvons déterminer sûrement si la stratification des terrains soulevés concorde avec celle des couches qui sont restées horizontales. Ainsi la figure précédente nous offre un exemple de deux terrains de sédiment dont la stratification est discordante, et ce mode de jonction des couches nous indique qu'il s'est écoulé un laps de temps assez considérable entre le dépôt des couches soulevées et de celles qui ne le sont pas; ou en d'autres termes, que le soulèvement de cette chaîne a détruit les circonstances sous lesquelles le premier dépôt avait lieu, et que de nouvelles existaient quand les couches horizontales se sont formées.

Si au contraire, comme dans la figure XXXV, il y a passage insensible d'un terrain vertical ou incliné à un autre horizontal, si la stratification reste concordante, on aura la preuve que le soulèvement s'est effectué, de manière à ne rien changer aux circonstances géologiques pendant lesquelles les sédiments s'opéraient.

A ces considérations générales sur l'âge des soulève-

mens, M. Elie de Beaumont en joint d'autres tirées de la direction, ou plutôt du parallélisme des chaînes. Ces données ne peuvent s'appliquer aux soulèvements centraux, qu'autant qu'ils sont eux-mêmes distribués en séries. M. de Beaumont pense que toutes les chaînes qui sont sorties à une même époque sont parallèles, comme le sont les grands cercles qui divisent une sphère, en se réunissant tous en deux points différens. Il considère la terre comme traversée par plusieurs systèmes de rides, qui appartiennent chacun à des époques distinctes qu'il a indiquées dans son beau travail sur les soulèvements de l'Europe.

CHAPITRE VINGT-SIXIÈME.

DES SOULÈVEMENS CENTRAUX OU DES CRATÈRES DE SOULÈVEMENT.

LES nombreux exemples de créations nouvelles que nous avons rapportés, nous ont prouvé que des îles et des montagnes pouvaient encore s'élever de nos jours, tantôt par des soulèvements, tantôt par des éruptions, deux classes de phénomènes qu'il faut soigneusement distinguer, et dont les résultats sont bien différens. En effet, toutes les recherches qui ont été faites, toutes les mesures qui ont été prises avec quelques soins, prouvent que les éruptions, en s'accumulant pendant des siècles, ne peuvent produire que de très-petites élévations de terrains. Les matières incohérentes rejetées par les bouches volcaniques retombent presque toutes sur l'orifice dont elles sont sorties, et forment tout autour une sorte de bourrelet de scories, dont les pentes varient ordinairement de 20 à 40 degrés. Jamais ces produits ne s'étendent au loin, à moins d'être entraînés par les eaux ou par les vents, et dans aucun cas ils ne peuvent former des montagnes considérables. Les cônes à cratère, qui sont le résultat de ce mode de formation, ne présentent d'ailleurs aucune forme durable; s'ils s'élèvent par de nouvelles accumulations, ils se détruisent aussi avec la plus grande facilité, et une seule secousse peut engloûtir une masse que plu-

