

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-



siècles ont formée. C'est ce que l'on voit sur l'Etna et le Vésuve, dont les cônes ne se sont pas élevés depuis plusieurs siècles, quoique leurs éruptions soient assez fréquentes. M. Elie de Beaumont vient du reste de mettre ce fait tout-à-fait hors de doute pour l'Etna. Il a remarqué un petit monument, la *Torre del filosofo*, situé sur la plaine même qui supporte le cône, monument qui date de plusieurs siècles, et dont la base est à peine ensevelie par les produits que lance l'Etna, tandis qu'il devrait être couvert depuis long-temps si les éruptions pouvaient, comme quelques géologues le supposent, exhausser le sol d'une manière remarquable. Le Nil qui, selon M. Girard, exhausse chaque année la vallée dans laquelle il coule de 1^m 260 en mille ans, travaille bien plus efficacement, dit M. de Beaumont, à cacher sous ses alluvions les monumens de Thèbes et de Memphis, que l'Etna à ensevelir sous ses déjections la *Torre del filosofo* (1). Si au lieu de former un cône de scories sur une montagne préexistante, l'accumulation des matières incohérentes se fait au milieu des eaux, il est rare que l'élévation qui en résulte ne soit pas bientôt entraînée par les vagues, et l'exemple tout récent de l'île Julia nous prouve que les îles formées par accumulation de matières, se détruisent et disparaissent presque aussitôt que l'éruption cesse de déposer de nouveaux produits sur la pente du cratère.

Les soulèvements présentent un caractère tout différent. Ils peuvent se terminer par une éruption, mais le terrain commence par se soulever et se bomber d'une manière plus ou moins prononcée.

(1) ÉLIE DE BEAUMONT, Recherches sur le mont Etna. *Annales des Mines*, t. IX, 594.

La plupart des îles qui ont été soulevées au-dessus des flots, ont paru à la surface avant de jeter des flammes et avant que l'éruption ait pu se faire jour; et peut-être celles qui n'élèvent de temps en temps au-dessus de l'eau qu'une masse de scories incohérentes, ont-elles aussi pour origine un centre de soulèvement sous-marin.

L'action volcanique, comprimée au-dessous de la croûte solide du globe, doit nécessairement agir sur cette enveloppe pour se frayer un passage, et augmenter d'intensité, jusqu'à ce qu'elle soit capable de vaincre la résistance. C'est pendant cette action que la croûte se soulève, poussée par des matières gazeuses ou par des matières solides, qui, dans l'un et l'autre cas, peuvent se faire jour à la surface ou rester emprisonnées dans l'intérieur.

Le soulèvement le plus simple est celui qui est produit par l'émission ou la pression de matières gazeuses qui cherchent à se dégager d'une pâte molle. C'est ce que nous voyons très en petit sur quelques coulées de laves, quand elles viennent de sortir du volcan. L'accumulation des matières gazeuses soulève la croûte et forme une convexité qui se perce et laisse dégager le gaz. Les parois restent soulevées en forme de cloche et donnent naissance à une cavité, une sorte de four ou *hornitos*, comme ceux que M. Robert a observés sur plusieurs laves d'Islande. Ils ressemblaient, dit ce voyageur, à une bouteille élargie à sa base, et dont la profondeur était de 60 pieds (1). Mais ceci est un exemple local, et un phénomène qui ne dépend pas directement de l'action intérieure du sol. Il n'en est pas de même des *hornitos*,

(1) ROBERT, *Voyage en Islande*; Institut, 4^e année, p. 125.
Tome II.

observés par M. de Humboldt autour du volcan de Jorullo, et qui forment plusieurs milliers de petits cônes soulevés par des matières gazeuses qui s'échappent ensuite par leurs fissures. Un phénomène analogue se retrouve au volcan d'Awatocha au Kamtschatka. Le dôme du volcan est couvert d'une infinité de ces petits cônes de douze pieds de hauteur et de trente pieds de circonférence, dont chacun donne issue à une fumarole d'hydrogène sulfuré.

Ces sortes de pustules se forment aussi sous de plus grandes proportions dans certaines circonstances, car tous les hornitos du volcan de Jorullo sont eux-mêmes distribués sur une surface de terrain bombée et soulevée en forme de vessie. On reconnaît encore aujourd'hui par les fractures des couches les limites du soulèvement. On y voit une élévation d'environ 37 pieds, qui augmente graduellement jusqu'au centre du mamelon, où elle atteint environ 290 pieds. Ce soulèvement eut lieu tout-à-coup après de fréquens tremblemens de terre, et au milieu de ce terrain soulevé s'ouvrit une crevasse de laquelle sortirent six buttes volcaniques, dont une, le volcan de Jorullo, répandit des laves. Voilà donc un exemple du soulèvement instantané d'un terrain qui n'offrait auparavant aucun phénomène volcanique, sur lequel d'anciennes cultures étaient établies, et que l'on ne s'attendait nullement à voir s'élever et se couvrir de bulles gazeuses à parois basaltiques. Sans l'issue que les buttes volcaniques et les nombreux hornitos ont donnée aux vapeurs, le soulèvement eût été bien plus considérable. Il se serait formé une grande montagne au lieu d'une large boursoufflure. Mais aussitôt l'établissement d'un si grand nombre de soupiraux, la puissance soulevante s'est trouvée détruite. C'est peut-être à une action de cette nature, mais sans com-

munication extérieure, qu'il faut attribuer l'émersion récente du haut Danemarck, de la basse Péninsule de Jutland, des Landes de la Westphalie, et le soulèvement de la Suède qui dure encore.

Il existe aussi sur la terre un grand nombre de montagnes en forme de dôme, qui ne se sont jamais ouvertes, et qui ressemblent tellement à des soufflures que l'on ne peut guères leur attribuer une autre origine. Ce sont généralement des montagnes de trachyte, telles que le Chimborazzo, le puy de Dôme, Sarcouy, etc.; elles ressemblent à de grandes boursoufflures soulevées par des émanations gazeuses, et l'on peut les considérer comme telles, avec d'autant plus de vraisemblance, que quelques-uns de ces dômes se sont ouverts quelquefois, ont laissé dégager une immense quantité de gaz, des cendres, même de la lave, et se sont refermés peut-être pour toujours : c'est ce qui est arrivé, selon M. de Humboldt, au gigantesque Antisana. D'autres fois, au lieu de se refermer, la communication reste permanente, et il s'établit un volcan actif, comme cela a eu lieu pour la plupart des volcans de Quito, en Amérique, qui ne sont que des dômes trachytiques ouverts à leur sommet, et comme on le remarque aussi dans les volcans d'Auvergne, où la soufflure à travers laquelle s'est faite l'éruption a été souvent entièrement cachée par les scories, ce qui n'a pas eu lieu pour les volcans d'Amérique. L'Etna paraît aussi, par sa forme en dôme légèrement aplati, une boursoufflure analogue à celles que nous venons de citer. La roche doléritique dont ce dôme est formé, a été percée à sa partie supérieure, par la sortie des matières éruptives, et en même temps une sorte d'étoilement a été déterminé par cette rupture. C'est maintenant sur les fentes, qui se dirigent toutes vers le centre du dôme, que naissent les monticules de

scories et que s'échappe la lave que la force volcanique ne peut soulever jusqu'à la hauteur prodigieuse du cratère.

Ainsi, à quelques exceptions près dont l'Etna fait partie, des dômes ou des cônes de trachyte ont généralement précédé les éruptions volcaniques, et ces masses trachytiques ont été soulevées avec une force prodigieuse, puisqu'elles forment maintenant une grande partie des hautes montagnes du globe.

La montagne de Fusi au Japon, dont nous avons rapporté la récente création, serait un exemple fort curieux d'un cône presque aussi haut que Ténériffe, et qui se serait élevé d'un seul jet.

On trouve du reste, dans plusieurs relations de voyages, des écrits qui attestent que des îles se sont successivement agrandies et soulevées, comme cela est arrivé à celle qui parut en 1796 près de l'île d'Umnack, et dont nous avons donné plus haut la description. La présence du trachyte ou d'une roche analogue, comme l'andésite de M. de Buch, paraît donc être nécessaire à l'apparition de phénomènes d'éruption volcanique.

« Cesont les trachytes, dit M. de Humboldt, qui, par leur fendillement et leurs crevasses ouvertes, semblent établir cette communication permanente entre la surface du sol et l'intérieur du globe, qui est la condition indispensable de l'existence d'un volcan. »

Ce célèbre géologue pense même que la partie est des Andes de l'Amérique n'est privée de volcans que par l'absence de cette roche (1).

Jusqu'ici nous avons supposé le soulèvement de cha-

(1) HUMBOLDT, *Voyage aux régions équinoxiales*, t. X, p. 310.

que point volcanique sur une fracture ou fente préexistante qui permettait à chaque petit centre d'élévation de se former sans déranger le terrain inférieur, mais il n'en est pas toujours ainsi. La force volcanique, en agissant au-dessous de la croûte solide de la terre, peut la fracturer, et c'est alors seulement qu'il se produit un véritable cratère de soulèvement, au centre duquel l'éruption peut se faire jour, quoique la chose ne soit pas nécessaire pour créer le cratère, mais seulement pour le compléter. Admettons qu'un dôme de trachyte cherche à se faire jour, comme dans la figure XXXVII, et que la force de soulèvement soit plus grande que la force de résistance, il y aura nécessairement fracture, des secousses de tremblement de terre se feront sentir, et le terrain fracturé sera ensuite soulevé; (Fig. XLI) de telle sorte que le cône soulevant paraîtra au dehors, après avoir étoilé le terrain et relevé tout autour de lui les fragmens qu'il aura séparés. Il en résultera une sorte de cratère, dont le centre sera occupé par le cône créateur, et dont les parois formeront tout autour de lui l'enceinte d'un grand cirque à vallées plus ou moins nombreuses, mais rayonnant d'un même centre. Ces vallées, élargies à leur origine, se rétréciront à mesure qu'elles s'éloigneront de leur point de départ, et leur profondeur devra également diminuer. Les couches soulevées offriront une pente douce au dehors du cirque et des escarpemens au dedans. L'action des eaux courantes et des eaux pluviales dégradant promptement des terrains mis à nu, les angles s'adouciront, les vallées se dégraderont peu à peu, et l'on aura enfin un véritable cratère de soulèvement complet, qui, comme on le voit, ne sera pas le résultat de l'accumulation de déjections liquides ou pulvérulentes, mais qui sera formé d'un seul jet, c'est-à-dire, sans discontinuité, et dans un es-

pace de temps plus ou moins long. Rigoureusement les fractures d'un tel cratère devraient être au moins au nombre de trois, car on ne peut admettre un étoilement qui ait moins de trois fissures convergentes; mais comme le soulèvement se fait quelquefois avec lenteur, qu'il n'atteint qu'une très-petite élévation relativement à l'étendue du terrain soulevé, enfin comme les roches soulevées peuvent avoir une certaine élasticité, il arrive quelquefois que les fractures sont peu sensibles, ou qu'elles sont remplacées par une infinité de petites fissures qui s'opèrent dans toute la masse, et qui permettent à la fois l'écartement et le redressement de toutes les parties, ainsi que l'injection de la matière soulevante qui se moule dans toutes ces fentes, et s'y consolide bientôt. Il se forme alors un cirque régulier, une caldéra, comme celles que l'on remarque dans le bel Atlas de M. de Buch, sur les îles Canaries, sur les cartes de Palma et de Ténériffe. Il reste cependant toujours une grande fracture vers laquelle les bords du cirque s'abaissent et par où s'échappe l'eau qui ruissèle sur les pentes intérieures. Lorsque les centres de soulèvement sont sous-marins, ils offrent alors une lagune au milieu du cratère. M. de Buch en cite un exemple fort remarquable, extrait du voyage de M. Poepig au Chili. « Le 6 septembre 1825, le capitaine américain Thayer aperçut tout-à-coup une île par une latitude de 30° 14 sud, longitude 180° 35' est de Paris. Une fumée épaisse s'élevait du sommet de cette île. Les barques envoyées pour prendre connaissance de ce phénomène, trouvèrent un roc noir qui s'élevait à peine au-dessus de la surface de la mer. Il avait la forme d'un grand anneau dans l'intérieur duquel se trouvait une lagune n'ayant qu'une seule issue vers la mer. Les matelots sautèrent dans l'eau pour pousser la barque par-dessus ces bas-

fonds; mais effrayés et brûlés par la chaleur de l'eau, ils cherchèrent au plus vite à regagner leurs embarcations. La fumée s'élevait par de nombreuses crevasses qui traversaient cet anneau noir. En un seul point on put voir un peu de sable, tout le reste était un roc solide. « Ce n'était donc pas, dit M. de Buch, une éruption, mais bien certainement un soulèvement, et il » serait difficile de trouver un exemple plus clair et » plus décidé, qui pût d'une manière plus évidente » faire voir la différence qui existe entre un *cratère de* » *soulèvement* et un *volcan* véritable qui reste en activité pendant des siècles entiers (1). »

Lorsque les bords de ces cratères sous-marins n'atteignent pas la surface de l'eau, il arrive souvent que les coraux bâtissent, en les prenant pour point d'appui, et amènent ainsi à fleur d'eau d'immenses anneaux qui n'ont qu'une seule issue. Les îles Gambier présentent, selon le capitaine Beechy, cette sorte de disposition, et renferment dans l'intérieur du cirque des montagnes de quelques milliers de pieds de hauteur, composées de basaltes et de roches particulières aux actions volcaniques.

Les îles Barren, déjà décrites, et dont nous donnons le dessin (*fig. XLV*), offrent de la manière la plus régulière la forme et l'apparence d'un cratère de soulèvement. Le piton central est un volcan actif aussi élevé que l'enceinte qui forme les bords de son cirque.

Le cratère de soulèvement le mieux déterminé est sans contredit celui que forme le groupe d'îles de Santorin. Nous avons décrit les divers phénomènes volcaniques qui ont paru autour de cette île célèbre. Santorin,

(1) DE BUCH, *Description physique des îles Canaries*, p. 392.