

tions diverses, qui, à des époques différentes, auraient fracturé la croûte de la terre; les granites, les porphyres, les roches amphiboliques, les trachytes, les ophites, les basaltes et la lave auraient successivement apparu en percant et quelquefois en soulevant l'écorce consolidée du globe.

Si, au contraire, nous regardons comme plus naturelle l'hypothèse de M. de Beaumont, ces éruptions diverses ne seront plus la cause, mais le résultat des grandes dislocations. La matière éruptive, au lieu de déterminer les fractures des couches, se sera seulement glissée dans les interstices que ces fractures auront laissés entre elles.

Ces deux modes d'action ont probablement eu lieu à des époques différentes.

Dans le système de soulèvements par éruptions, on peut admettre que l'élévation d'une chaîne de montagnes, ou la création d'un cratère de soulèvement, s'est opéré par une série successive de secousses comme celles qui élèvent maintenant la côte du Chili; dans le système opposé, il faut supposer que l'élévation a eu lieu d'un seul jet et dans un temps assez court; car une ride qui s'opère au moyen de fractures, un plissement dans l'enveloppe déjà solide d'une sphère dont la capacité diminue en s'éloignant de la forme sphérique, doit avoir eu lieu presque instantanément. Et l'on conçoit très-bien alors que les couches fracturées ont dû rester dans la position qu'elles avaient prise, tandis que la même chose n'a pas toujours eu lieu dans les éruptions, puisque nous avons déjà cité l'exemple de dômes trachytiques qui s'étant ouverts, avaient laissé échapper diverses matières et s'étaient ensuite refermés.

Les volcans, tels qu'ils se présentent de nos jours, ne paraissent pas avoir contribué à ces différens soulèvements de l'écorce de la terre. Ils n'en sont qu'un résultat.

Nous les voyons tous placés, ou sur la ligne de faite d'une chaîne volcanique, ou au pied de cette même chaîne, position qui semble assez naturelle, parce que la résistance est nécessairement moindre là où les fractures se sont opérées. Or, le soulèvement d'une partie de terrain en série plus ou moins longue, doit présenter au moins trois fractures, sur l'une desquelles la matière volcanique se fera jour de préférence, ayant moins de couches à traverser. Tantôt c'est au sommet de la chaîne, tantôt c'est à la base, et quelquefois sur deux ou plusieurs lignes parallèles, comme on le remarque pour les volcans éteints de l'Auvergne. Si des terrains de sédiments appuient sur un des côtés, la résistance sera plus forte, et les volcans paraîtront plutôt sur la fracture qui sera le plus à découvert. Cette seule disposition des bouches volcaniques suffirait pour indiquer les fractures. Du reste, celles-ci servent souvent d'issue à plusieurs roches successives. En Auvergne, la ligne des volcans s'est ouverte sur une fracture du granite qui avait été remplie par des amphibolites. Les trachytes ont percé cette ligne pour s'élever, et la plupart des dômes ont ensuite été percés par des laves ou cachés sous des scories. La fréquence des volcans sur le bord des continens ou dans les îles tient à la position de ces fractures. Les contours de ces grandes terres sont souvent marqués par des failles, comme elles ont été aussi l'origine première de la direction de la plupart des cours d'eau. (*Fig. XLVIII et XLIX.*)

La situation des volcans dans les îles tient à la même cause qui les place sur les montagnes. Les îles n'étant que le sommet de chaînes sous-marines, les éruptions ont lieu sur la ligne de fracture. Quant à l'appareil volcanique lui-même, à ces cônes de scories, aux cratères et aux laves, tout cela tient à l'époque actuelle,

tout cela caractérise et nous prouve la grande épaisseur de la partie solidifiée de la terre.

On conçoit en effet que le refroidissement graduel de la surface du globe et l'accroissement progressif de l'épaisseur de la croûte, ont dû singulièrement modifier les dislocations diverses qui ont altéré l'uniformité de surface du sphéroïde terrestre.

Quand la matière en fusion commençait à se figer, les moindres actions donnaient lieu à des oscillations que l'on ne pouvait pas encore désigner sous le nom de soulèvements. De larges marées se faisaient sentir plus régulièrement que celles qui ont lieu maintenant sur l'Océan. Ces marées ont même eu la puissance de briser à plusieurs reprises la pellicule solide qui tendait à se former. Cette croûte a pu, après un certain laps de temps, et aux époques où le soleil et la lune se trouvaient dans les circonstances les plus favorables pour opérer la grande marée, être percée par des vagues de matières fondues qui se seront étendues à sa surface, et ainsi ont dû être créés les premiers terrains d'épanchement, formés selon toute apparence par les granites. Les plus grandes de ces marées terrestres ne pouvaient s'élever au delà de 4 à 5 mètres, et M. Cordier, qui suppose à l'écorce du globe un reste de flexibilité, pense que ce phénomène s'exerce encore, quoique très-faiblement, sur toute la masse de la terre.

Cette écorce, si elle n'est plus flexible maintenant, a dû l'être autrefois, mais cette propriété remarquable a nécessairement diminué à mesure que son épaisseur augmentait. La cémentation, d'abord très-active, s'est peu à peu ralentie à mesure que le noyau oxidable s'est enveloppé d'une couche plus épaisse d'oxides vitrifiés.

Les phénomènes de soulèvements n'ont donc pu commencer qu'après la solidification de la croûte terrestre,

et comme cette croûte était peu épaisse, facile à rompre ou à soulever, les soulèvements ont dû être fréquents, et en même temps très-simples, n'offrant aucune complication, élevant à peine sur les pentes quelques couches de sédiment qui commençaient à se déposer. Il y eut même très-probablement un certain nombre de rides qui se formèrent avant le dépôt des sédiments, et que leur faible élévation rend peu sensibles. L'épaississement de la croûte, le poids des dépôts sédimenteux, l'action de moins en moins intense de la cémentation et de l'émission de chaleur, ont nécessairement éloigné ces grandes convulsions, mais leur intensité a dû augmenter dans ces mêmes proportions. L'intervalle entre deux révolutions successives, doit aller sans cesse en croissant; mais comme la résistance à laquelle nous devons l'accroissement de durée de ces périodes de tranquillité, mesure précisément l'énergie des forces qui doivent briser l'enveloppe solidifiée, nous devons en conclure que la grandeur des phénomènes qui en seront le résultat ira toujours aussi en augmentant. Déjà nous avons des preuves de ce développement progressif des forces intérieures, en comparant la grandeur des chaînes soulevées avec les époques. Les Pyrénées, les Alpes sont au nombre des soulèvements les plus récents, et quelle différence entre la masse et l'élévation de ces montagnes et celles des premiers systèmes que nous avons décrits. L'Himalaya, qui vraisemblablement appartient à un des systèmes les plus récents, a soulevé des corps organisés jusqu'à la hauteur prodigieuse de 5,500 mètres sur ses pentes (1).

La masse énorme des Andes, qui de l'extrémité sud

---

(1) *Correspondance* de Victor Jacquemont, t. I, p. 243.

de l'Amérique s'étend pour ainsi dire jusqu'au pôle nord, paraît être le dernier trait que les soulèvements ont ajouté au relief du globe, et c'est certainement le plus saillant. Un mouvement aussi étendu que celui qui dut être occasionné par l'apparition de cette vaste chaîne, doit avoir produit de grands phénomènes sur la terre. D'immenses oscillations ont dû agiter les mers, et des lames proportionnées à la puissance qui les mettait en mouvement, ont dû balayer les continents émergés, et soulever les sédiments jusqu'au fond des abîmes de l'Océan. Qui sait si cette Atlantide dont l'existence est quelquefois considérée comme fabuleuse, n'a pas disparu dans cette grande convulsion de la nature ? Peut-être l'élévation de cette chaîne est-elle contemporaine de l'existence de l'homme, et a-t-elle contribué à l'une de ces grandes inondations qui sont inscrites à une date presque uniforme dans les archives de tous les peuples. C'est un doute qu'élève lui-même M. de Beaumont, en donnant le nom de système des Andes, qu'il regarde comme le plus récent, « à cet énorme bourrelet montagneux qui court entre l'Océan Pacifique d'une part, et les continents des deux Amériques et de l'Asie de l'autre, en suivant depuis le Chili jusqu'à l'empire des Birmans, la direction d'un demi-grand cercle de la terre, et en servant comme d'axe central à cette ligne volcanique en zig-zag, qui suivant ça et là les fractures plus anciennes sans s'écarter de la zone littorale, forme, ainsi que l'a remarqué M. de Buch, la limite la plus naturelle du continent de l'Asie, et peut être considéré comme séparant la partie aujourd'hui la plus continentale du globe terrestre de la partie la plus maritime (1). »

(1) M. DE BEAUMONT, dans Labèche, p. 661.

Il est donc très-possible que la série des soulèvements du sol ne soit pas terminée, et que de nouvelles dislocations viennent détruire une partie des races existantes, et changer encore la configuration de notre planète. Les observations télescopiques nous font voir dans la lune, non pas des chaînes, mais des groupes de montagnes, qui, relativement au volume de notre satellite, sont plus élevées que les nôtres, et il n'y aurait rien d'extraordinaire à supposer que ce globe a éprouvé ses derniers soulèvements, tandis que le nôtre est encore à les attendre. Nous sommes, il est vrai, dans une période de tranquillité et de calme qui dure depuis très-long-temps, et qui probablement s'étendra encore bien loin; mais le temps n'est rien pour la nature: c'est un élément que nous plaçons toujours en première ligne, parce que nous comparons toutes nos chronologies à notre existence, ne pouvant les comparer à celle des corps célestes.

Peut-être aussi la communication presque régulière qui existe maintenant, au moyen des volcans, entre l'intérieur du globe et l'atmosphère, est-elle une sorte de garantie analogue aux soupapes de sûreté que l'on applique aux machines à vapeur pour en prévenir les explosions; peut-être enfin l'épaisseur de la croûte terrestre a-t-elle acquis les limites au-delà desquelles ses grandes fractures ne peuvent plus s'opérer; mais ces ébranlemens, ces violentes secousses que nous éprouvons si souvent, et qui ont désolé tant de contrées, anéanti des villes si populeuses et enseveli tant d'habitations, sont des signaux qui nous rappellent fréquemment le peu de stabilité de notre demeure et la fragilité de notre existence.

En admettant qu'il se produise encore de nouveaux soulèvements, nous devons supposer qu'ils auront lieu

sur les continens ou dans leur voisinage, et qu'ils profiteront des lignes de fractures déjà établies. Ainsi nous avons déjà remarqué que plusieurs systèmes séparés par de longs intervalles, et dont l'âge ne peut être confondu, ont affecté une semblable direction. Il en résulte que les soulèvemens récents doivent être plus compliqués que les anciens, par la raison qu'ils peuvent se surajouter, comme nous venons de le dire, et ensuite parce qu'ils peuvent se croiser. Cet effet a lieu quelquefois, et en général il en résulte d'abord un soulèvement extraordinaire, et une montagne très-élevée, comme le Mont-Blanc en est un exemple, et ensuite une sorte de cirque analogue aux cratères de soulèvement, mais produit sur une dimension généralement plus grande. M. de Buch cite comme cirque de ce genre la vallée de Mexico, et M. de Beaumont celui du Mont-Blanc entouré de hautes montagnes, ainsi que celui de l'Elbrouz dans la chaîne du Caucase. En comparant les hauteurs relatives des deux cimes du Mont-Blanc et de l'Elbrouz avec celle de quelques points culminans de leur cirque, et rattachant ces observations à celles des hauteurs comparatives du pic de Ténériffe et de la Caldéra, il arrive aux proportions suivantes qui sont remarquables par leur ressemblance :

<i>Cimes.</i>	<i>Bords des cirques.</i>	<i>Rapport.</i>
Mont-Blanc....	: Buet.....	:: 1 : 0,646.
Elbrouz.....	: Inal.....	:: 1 : 0,648.
Pic de Teyde...	: Los Adulejos...	:: 1 : 0,758.

Les anomalies que l'on rencontre dans les soulèvemens de certaines chaînes, peuvent aussi provenir d'une cause bien difficile à apprécier, de l'inégalité d'épaisseur de la couche terrestre, et par conséquent de l'inégalité du refroidissement. La température exté-

rieure et le plus ou moins de conductibilité des roches, doivent influencer sur cette circonstance, et en admettant ce raisonnement, la croûte solide de la terre devrait être plus mince sous la zone torride, et plus épaisse vers les pôles; ce serait par conséquent dans les régions équatoriales qu'elle devrait se percer de préférence. L'observation ne dément pas cette supposition. Il semble même que diverses chaînes de montagnes disparaissent avant d'arriver aux pôles, et M. Le Play croit que l'on peut attribuer à cette cause l'abondance des mers aux deux extrémités de la terre et leur grande profondeur (1).

Il ne faudrait cependant pas conclure de là que la force volcanique n'agit plus vers les régions polaires, l'Islande prouve le contraire, et les derniers voyages de recherches vers le pôle sud ont fait découvrir non-seulement quelques îles, mais des Archipels dont l'existence ne peut être que récente, et sur lesquels l'absence des quadrupèdes et l'originalité de la végétation se réunissent pour leur assigner une émigration peu éloignée de l'époque actuelle.

Quelques phénomènes presque dépendans des grandes dislocations du sol se sont passés avant l'entière solidification de ces roches cristallisées qui ont primitivement recouvert le globe. Un des principaux consiste dans la présence de dépressions plus ou moins grandes qui existaient à cette époque, et dont la plupart ont été comblées par des eaux d'abord, et ensuite par des sédimens. On conçoit qu'avant la consolidation de la croûte terrestre, ou lors même qu'étant solidifiée elle n'avait qu'une faible épaisseur, des affaissemens

(1) LE PLAY, sur les Soulèvemens des montagnes, *Annales des Mines*, 3<sup>e</sup> série, t. VI, p. 515.

ont dû se former toutes les fois que dans des oscillations de la masse fondue, la croûte solide a porté à faux. On voit facilement que lors du soulèvement ou du ridement d'un système de montagnes, des dépressions ont pu avoir lieu au pied de la chaîne, par le départ d'une certaine quantité de matière éruptive, et en même temps par la pression de couches solides maintenues sur une matière liquide qui s'est échappée quand une issue s'est présentée. D'un autre côté, le refroidissement successif mais inégal de diverses portions de la masse terrestre superficielle, a dû laisser une cavité plus ou moins large et peu profonde dans la partie qui s'est refroidie la dernière. Ce phénomène, que nous observons sur toutes les matières fondues, même en petite quantité, a dû se produire en grand pendant ce refroidissement séculaire auquel ont été soumises toutes les parties de la terre. Nous retrouvons ces dépressions produites par simple retrait sur tous les plateaux de basalte horizontalement situés. Les innombrables cratères de la lune, nous offrent une longue suite de ces dépressions ou de ces cavités formées par retrait. La terre nous en présenterait aussi beaucoup sans doute, si les parties qui doivent en avoir en plus grande quantité n'étaient pas cachées sous les eaux de l'Océan, et si d'un autre côté de nouveaux et puissans dépôts de sédiment n'avaient pas nivelé une grande partie de ces cavités primitives. Les mêmes effets de comblement n'ont probablement pas eu lieu sur la lune. Sur la terre, la seule dépression de ce genre qui soit un peu considérable est le bassin de la mer Caspienne.

Les soulèvements ont pu aussi produire la dispersion des blocs erratiques, en occasionnant la fonte subite de glaces ou de neige existant déjà sur une chaîne voisine ou sur une chaîne qu'un système plus récent

serait venu croiser. C'est ainsi du moins que M. de Beaumont explique le transport des blocs des Alpes, au moyen de grands courans formés tout-à-coup, qui les auraient entraînés avec violence, et quelquefois à d'immenses distances.

C'est aussi aux fractures occasionnées pendant l'élévation des montagnes, et au redressement des couches de sédiment qu'il faut rapporter l'origine première d'un grand nombre de cavernes appartenant à des terrains divers.

Enfin, c'est à la même cause qu'il faut attribuer ces fentes si nombreuses, quelquefois remplies par en haut, plus souvent injectées par en bas, et que l'on désigne sous le nom de filons. Leurs caractères méritent d'être soigneusement étudiés.