

se trouve une autre vallée plus profonde ou un précipice, d'énormes masses de glaces et de roches se détachent et tombent avec fracas, formant ainsi des amas très-considérables de fragmens hétérogènes qui s'accumulent depuis des siècles.

Dans le nord, où les glaciers viennent souvent se jeter directement dans la mer, ils conduisent avec eux une partie de leurs moraines et donnent naissance à ces montagnes de glace qui flottent dans l'Océan et que les courans conduisent lentement au midi. On voit quelquefois sur ces masses glacées de gros fragmens de rochers, de la terre et même des végétaux, qui s'éloignent sur ces masses flottantes des lieux de leur origine, puis les glaces se fondent, et ces blocs, tout-à-fait étrangers aux points où ils s'arrêteront, vont, à d'immenses profondeurs, pénétrer de nouveaux terrains et s'identifier à de nouveaux dépôts.

CHAPITRE TREIZIÈME.

DU DÉPOT DES BLOCS ERRATIQUES.

ON donne le nom de *blocs erratiques* à de gros fragmens anguleux de roches étrangères au lieu où on les trouve et dont le véhicule a disparu (1). Il ne faut pas confondre ces masses de rochers avec celles que charrient les rivières et dont les angles sont généralement plus arrondis.

On trouve des blocs erratiques de toutes les dimensions; quelques-uns ont plusieurs toises cubes, mais il y en a de beaucoup plus petits, qu'il faut prendre garde de confondre avec ceux qui sont le résultat du transport journalier des cours d'eau. Quand ces blocs sont d'un petit volume, on ne peut savoir s'ils appartiennent réellement à ceux qui nous occupent qu'en les comparant à de plus gros qui appartiennent évidemment à ce groupe, et qui se trouvent dans les mêmes localités. Un grand nombre de roches composent ces fragmens : ce sont des granites, des gneiss, des porphyres, des calcaires, mais en général des roches non stratifiées, quoique cependant on en ait observées contenant des fossiles.

(1) Boué, *Agenda du Géologue*, t. II, p. 94.

Ces blocs sont anguleux quand ils sont gros; on en voit même dont les arêtes sont très-vives. Quand ils sont peu volumineux, les angles s'émousent, et l'on en trouve qui sont presque arrondis.

Rarement ils sont recouverts, mais quelquefois on les rencontre enchâssés dans le sable ou les graviers. Le plus ordinairement, ils gisent à la surface du sol où ils sont simplement posés ou un peu enfoncés.

On les trouve à toutes les hauteurs. Ainsi, ils sont très-élevés dans les Alpes et le Jura; ils sont presque au niveau des mers dans le nord de l'Europe. On remarque cependant que ces énormes masses sont rarement disséminées dans les plaines. Elles se sont arrêtées de préférence sur le versant des montagnes et des collines.

Quelquefois des masses appartenant à des roches très-différentes se trouvent mélangées dans un même bassin ou sur un même versant. Le plus souvent pourtant, les espèces sont comme classées, et les blocs analogues forment des groupes séparés. On les voit disposés en longues traînées affectant des directions assez constantes, ou bien formant des courbes et même des ellipses. Ils occupent souvent des pentes opposées à de grandes vallées, ou le revers de certaines chaînes de montagnes.

On a beaucoup cherché à connaître le point de départ de ces blocs, et pour cela on a suivi leur traînée avec la plus grande persévérance. On est parvenu de cette manière à trouver le point de départ de plusieurs d'entre eux, et à reconnaître à peu près la route qu'ils ont suivie. Il en est d'autres dont l'origine est extrêmement problématique.

Ces blocs sont un phénomène assez commun sur la

terre, et presque toutes les contrées qui ont été bien étudiées par les géologues en ont offert des traces.

On en rencontre un grand nombre au pied des Alpes, sur les pentes du Jura qui font face aux grandes vallées transversales qui descendent de ces hautes montagnes. De Saussure les a fréquemment signalés. Ce phénomène n'est cependant pas général dans les Alpes. Il est restreint, sur le pied méridional de cette chaîne, entre le Piémont et le Bergamasque, et sur le versant nord, entre le Dauphiné et l'Autriche. L'intensité du charriage semble diminuer depuis un point central formé par les bassins du Léman, de l'Aar et de la Reuss. Dans les Alpes orientales et les Carpathes occidentales, s'il y a quelques blocs, ils sont infiniment plus petits et isolés; ils ne sont plus réunis en grandes traînées. M. de Buch a observé que les blocs qui sont descendus des Alpes du Valais, et qui existent sur le Jura, aux environs d'Yverdon, sont disposés devant chaque vallée à des hauteurs qui vont en décroissant de part et d'autre de la direction centrale de la vallée, de manière à former une zone dont le point culminant fait face au centre de l'embouchure du Valais (1).

Le nord de l'Europe offre un grand nombre de ces masses problématiques. Depuis long-temps, on en avait indiqué en Suède, et M. Brongniart a eu occasion de les étudier dans un de ses voyages. Tout porte à croire que ces blocs viennent du nord; car ce savant a remarqué que tous les débris qui appartiennent au terrain de transport sont disposés par lignes qui se croisent quelquefois, mais qui ont une direction générale

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. VII, p. 17.

du nord au sud (1). Le comte Razoumowski a observé, entre St-Petersbourg et Moscou, de longues séries parallèles de ces mêmes blocs; elles étaient dirigées du nord-est au sud-ouest. Ce géologue a reconnu, en les examinant, des roches qui proviennent évidemment de la péninsule scandinave, malgré la séparation que forme aujourd'hui la méditerranée Baltique. L'Allemagne présente aussi, en plusieurs lieux, des blocs qui ont la même origine que ceux de la Russie.

L'Angleterre, qui a été si bien étudiée sous le rapport géologique, a offert aussi ses masses errantes. D'abord, le docteur Hibbert a remarqué aux îles Sethland d'énormes roches qu'un choc venant du nord a reculées à environ un mille de leur point d'origine. Dans une autre de ces îles, à *Papa-Strour*, il a rencontré des fragmens qui proviennent de *Hillswich-Ness*, et qui doivent avoir franchi une distance de 12 milles (environ 4 lieues). Entre la Tamise et la Tweed, on a trouvé des blocs erratiques dont on ne peut trouver les analogues qu'en Norvège.

L'Amérique du nord offre aussi des traces nombreuses d'un grand transport, dont les matériaux sont rangés aussi dans une direction qui indique une violente impulsion du nord au sud. On cite même, dans les États-Unis, des sillons tracés sur les roches, et que l'on considère comme produits par le frottement de grosses masses anguleuses violemment transportées. Des traces semblables ont été observées dans le nord de l'Écosse par sir James Hall (2), qui, en considérant

(1) ALEX. BRONGNIART, *Annales des Sciences naturelles*, t. XIV, p. 13.

(2) *Trans. Royal Soc. Edimburg.*

la direction de ces sillons sur des couches solides, en a conclu qu'auprès d'Edimbourg le courant se dirigeait à l'ouest. L'Amérique méridionale est couverte, sur certains points, de ces masses problématiques, et il serait bien curieux de rechercher si elles sont le résultat d'une grande action polaire analogue à celle qui se montre dans toute la partie nord de l'hémisphère boréal. Dans son intéressant Voyage au Chili, M. Gay a remarqué, dans l'Hacienda de Canquenes, que les vallons de ce canton sont profonds, à parois escarpées et composées uniquement de basaltes et de roches analogues, les seules qui soient à 20 lieues à la ronde. On ne connaît dans ces vallons, ni à leur origine, ni dans cette circonscription, aucun banc, aucun pic, aucune masse de granite en place, et cependant ces vallons sont encombrés jusqu'au tiers de leur hauteur et comme obstrués par une accumulation immense de galets et de blocs de granite. « Ce phénomène, signalé depuis quelques années dans toute l'Europe, dit M. Brongniart, rapporteur à l'Institut des observations géologiques de M. Gay, et notamment sur les bords de la Baltique, est encore plus inexplicable ici, où il se présente sur un terrain d'une nature tout-à-fait différente de ceux où il s'est montré dans l'Europe septentrionale, et dans des vallons de 10 à 12 lieues d'étendue, fermés de tous côtés par des collines escarpées que les cailloux et blocs ne semblent avoir pu surmonter. »

On voit par ce qui précède que le phénomène des blocs erratiques tient évidemment à des forces de transport très-considérable, et dont le premier développement est peut-être bien éloigné de l'époque actuelle. Quand on songe que les blocs qui couvrent le sol de la Russie y sont arrivés malgré l'obstacle de la mer Baltique; quand on réfléchit que ceux qui sont épars sur

l'Angleterre viennent de la Norvège, malgré l'étendue de mer qui sépare ces contrées; lorsqu'enfin on fait attention que ceux qui sont descendus des Alpes ont remonté en grande partie les pentes du Jura, on reste très-embarrassé d'expliquer, non pas l'origine des masses, puisqu'on arrive graduellement à leur point de départ, mais le mode de transport qu'elles ont éprouvé.

En considérant la direction générale qu'ont prise la plupart de ces blocs; en examinant l'énorme masse de cailloux roulés de toutes les espèces qui couvrent les terres du nord dans les deux continens, et qui plusieurs fois même ont rempli les fissures du sol, on ne peut nier qu'une cause puissante n'ait soulevé les flots, qui auront déposé sur leur passage les débris qu'ils apportaient et ceux qu'ils enlevaient à chaque instant. Nous verrons par la suite que des secousses violentes ont très-vraisemblablement pu produire cet effet.

D'un autre côté, comment supposer que des masses de roches de plusieurs toises cubes, et par conséquent extrêmement pesantes, aient pu être soulevées par les flots et chassées à d'aussi grandes distances? Quelques géologues répondent, il est vrai, à cette objection, que ces masses ont été transportées sur des glaçons que les courans du nord entraînaient vers le sud, comme ils le font encore actuellement, et le fait est que, de nos jours, des blocs erratiques doivent tomber à chaque instant près des côtes de l'Islande et du Groenland, où, chaque année, les montagnes de glace les charrient; mais si ce mode de transport est réellement celui qui a amené les blocs, pourquoi cette constance de direction sous laquelle ils se présentent en lignes parallèles? Les courans eussent-ils été capables de les déposer suivant ces lignes? En admettant même cette invrai-

semblable hypothèse, les blocs, en tombant au fond des mers, auraient dû glisser et s'accumuler dans les lieux les plus bas, tandis qu'ils sont presque toujours situés sur des plans inclinés, comme on le voit dans le Jura et comme le comte de Razoumowski l'a remarqué aussi en Russie, où ils semblent avoir été arrêtés contre des plans inclinés sans lesquels ils auraient continué leur course. Il faudrait alors supposer que les glaces fondant peu à peu ont fini par être entraînées par les masses de pierres qu'elles charriaient, et que, suspendues entre deux eaux, elles ont été arrêtées par les éminences qui étaient au fond du bassin. Resterait encore, pour beaucoup de géologues, de graves difficultés pour changer ce fond de mer en continens.

D'autres ont admis que le transport des blocs avait eu lieu avant le creusement des vallées intercalées et par de simples courans d'eau. Ainsi ceux de la Scandinavie seraient descendus en Russie avant le creusement de la profonde vallée que la Baltique emplit de ses eaux. Ceux du Jura se seraient fixés sur ces pentes avant l'érosion de la grande vallée qui le sépare des Alpes (*Fig. XIV*).

Cependant le transport de ces derniers semble plus facile à déterminer que celui des masses séparées de leur point de départ par des mers étendues. On a cru d'abord pouvoir donner une explication satisfaisante du déplacement de ces blocs, en admettant de grands lacs dans les hautes vallées. Tout-à-coup les digues auraient été rompues, et les eaux descendant avec impétuosité, auraient charrié les plus gros blocs à l'aide d'une pente rapide et une forte puissance d'impulsion. M. de Buch, sans admettre précisément de semblables débâcles, regardait pourtant ces blocs comme entraînés par de grands courans d'eau. Il mettait surtout en première ligne la densité de l'eau produite par les matières ter-

reuses qu'elle tenait en suspension et qui la rendaient capable de vaincre suffisamment la pesanteur des blocs et de les empêcher de tomber ailleurs que sur les digues qu'elle rencontrait dans son cours. Ainsi s'explique naturellement la disposition en demi-cercle que nous avons déjà décrite, car les masses ont dû se déposer à des hauteurs plus ou moins grandes, suivant qu'elles se trouvaient plus ou moins dans le centre du courant. Nous avons vu plus haut, en parlant de quelques éboulemens produits par l'eau de source, comment les courans de boue transportent facilement les plus gros rochers. Tel a été, selon toute apparence, le mode de transport des blocs alpins, et cette opinion devient très-admissible si l'on suppose, comme le pense M. Elie de Beaumont, qu'une violente secousse imprimée à la chaîne des Alpes, lorsqu'une partie de ses montagnes existait déjà, a fondu tout-à-coup leurs glaciers et a produit ces torrens d'eau et de fange qui avaient une si grande force de transport. Ces blocs seraient donc ceux qui gisaient sur les flancs de ces montagnes, comme on en trouve presque partout, détachés par les pluies, ou plutôt par une disgrégation de la roche dont les parties les plus dures restent saillantes, et que ces grands courans diluviens auraient entraînés avec la moraine des glaciers.

M. de Carpentier a émis aussi une idée très-ingénieuse sur l'origine des blocs alpins. Il avait reconnu avec raison leur grande analogie avec ceux que charrient les glaces et qui marchent en avant des glaciers. Il avait supposé que ces blocs erratiques étaient de grandes moraines, que de puissans glaciers descendant des Alpes et appuyant leurs bases sur les pentes du Jura, les y avait appliqués en éventail, et les avait abandonnés en se retirant. Ce savant explique la présence de

ces mers de glaces, en admettant que les Alpes avaient été primitivement soulevées bien au-dessus de leur élévation actuelle. Les glaciers, qui alors étaient en rapport avec cette énorme saillie, s'étendirent jusqu'aux points où les blocs sont restés comme les flotteurs d'un grand thermomètre, pour indiquer la plus grande extension de sa colonne. Les Alpes, mal assises, se seraient peu à peu affaissées, pour arriver à l'état de stabilité qu'elles offrent aujourd'hui, et les glaciers se seraient graduellement reculés jusqu'aux limites qu'ils occupent à présent (1).

Quelle que soit la cause de ce grand phénomène, il semble lié, comme nous le verrons par la suite, au transport de vastes alluvions, qui coïncident avec l'anéantissement de quelques grands mammifères dont les dépouilles sont maintenant les seuls témoins de leur apparition sur la terre.

(1) *Annales des Mines*, 3^e série, t. VIII, p. 234.