

## CHAPITRE VII.

### DES SOLS.

La masse solide de notre planète ne présente pas partout les mêmes caractères physiques, la même composition chimique. En parcourant une contrée montagneuse d'une grande étendue, on manque rarement d'observer une différence notable dans la nature et dans la position relative des roches qui la constituent. L'idée qu'on se forme pendant une semblable exploration est que ces masses minérales n'ont pas toutes la même origine, et qu'elles ont été formées et placées dans leurs situations actuelles, à des époques distinctes.

En examinant attentivement les inégalités, les anfractuosités qui rident la surface du globe, on reconnaît bientôt que les roches qui, dans le plus grand nombre de cas, forment les pics élevés, l'axe ou la charpente des chaînes de montagnes, résultent de l'agglomération, du mélange intime de substances minérales qu'il est possible d'isoler pour les étudier séparément.

Ces masses cristallines, les plus importantes par

l'étendue qu'elles occupent, sont souvent recouvertes jusqu'à une certaine hauteur, ou même cachées entièrement par des roches d'une origine plus récente, dont les éléments fragmentaires indiquent qu'elles proviennent de la désagrégation des terrains qui les supportent. La stratification régulière de ces roches superposées, la configuration de leurs moindres particules, les vestiges des êtres organisés attestent que ces dépôts ont eu lieu successivement et au sein des eaux.

La formation des roches cristallines date probablement de l'époque de la consolidation de l'écorce du globe. Leurs éléments, mêlés intimement par la fusion, se sont combinés pendant le refroidissement, suivant les lois de l'affinité, pour constituer les espèces minérales que nous y rencontrons; comme il arrive, par exemple, que des espèces minérales, identiques à celles que l'on observe dans la nature, prennent naissance et cristallisent durant la consolidation de certaines scories de nos usines.

Les circonstances variées qui ont accompagné le refroidissement de la surface du globe ont sans doute causé les différences que nous remarquons dans la distribution des minéraux qui entrent dans la composition des roches. Ainsi, le granit et le micaschiste, bien que d'une structure si distincte, sont certainement deux variétés de la même espèce, puisqu'ils contiennent du quartz, du feldspath et du mica. Dans la syénite, le mica est remplacé par l'amphibole; par le talc, dans le protogine. Dans le trachyte, gise-

par les eaux, lorsque leur vitesse d'écoulement vient à se ralentir. Dans de nombreuses localités, le sol arable est formé ou puissamment amélioré par ces sortes d'alluvions. On connaît assez les vertus fertilisantes du limon du Nil; selon Shaw, les eaux de ce fleuve en emportent avec elles un cent trente-deuxième de leur volume; celles du Rhin, aux époques des grandes crues, en charrient plus d'un centième; et le docteur Barrow, en s'appuyant sur des observations recueillies en Chine, évalue à un deux centième du volume de la masse liquide, les matières limoneuses entraînées par le fleuve Jaune (1).

Ces dépôts fluviaux forment les atterrissements accumulés aux bords de la mer, tels qu'on les observe, par exemple, dans les bouches de l'Elbe. A l'embouchure de ce fleuve, il se produit, lors de la marée montante, un calme durant lequel se précipitent les matières terreuses tenues en suspension; il en résulte un sédiment que les vagues rejettent sur la plage. Par ces dépôts successifs, le rivage s'élève graduellement, et il se forme une alluvion étendue qui reste à sec dans les marées moyennes. Ces terres nouvelles, d'une fertilité vraiment surprenante, sont les *polders*, dont les Hollandais tirent un si grand parti dans leurs cultures. Durant les hautes marées, ou pendant les tempêtes, les *polders* se trouveraient submergés, si l'industrie active des habitants n'eût établi des digues pour opposer un obstacle à l'invasion des eaux de l'Océan (2).

(1) Makartney, *Voyage en Chine*.

(2) Daubuisson, *Traité de Géognosie*, t. II, p. 469.

Aux causes mécaniques de la destruction des roches, s'ajoute encore une action chimique dépendante des influences météorologiques, qui s'exerce avec une grande énergie sur les éléments constitutifs des roches cristallines.

Le feldspath, l'amphibole, le mica, le protoxyde de fer, se décomposent, dans certaines circonstances, avec une rapidité étonnante, sans qu'on puisse prévoir et encore moins expliquer cette singulière tendance à la destruction. Dans le granit par exemple, le feldspath, le mica, perdent leur état vitreux et cristallin; ils deviennent terreux, friables et se transforment en une substance argileuse, que les minéralogistes désignent sous le nom de kaolin, matière si utilement employée dans la fabrication de la porcelaine. L'amphibole, le pyroxène, subissent une altération de même genre. Dans ces minéraux, le protoxyde de fer passe au maximum d'oxydation. L'oxygène, l'humidité, l'acide carbonique de l'air paraissent avoir une grande influence sur cette altération qui souvent se propage à une certaine profondeur, comme l'attestent les exploitations de terre à porcelaine dans plusieurs contrées granitiques, et comme j'ai pu le constater dans un terrain de porphyre syénitique riche en filons aurifères. Dans les travaux exécutés sur ces gisements, on suit la modification du feldspath et de l'amphibole, jusqu'à une profondeur de plus de cent mètres. Au sein de ces roches altérées, on rencontre çà et là des masses qui ont résisté à l'action décomposante; elles ont conservé toute leur

dureté, toute leur fraîcheur. Les monuments historiques nous montrent également des granits inaltérables, tel est celui de l'obélisque de la place de Saint-Jean de Latran à Rome, taillé à Syène, sous le règne d'un roi de Thèbes, 1300 ans avant l'ère chrétienne. Tel est encore l'obélisque de la place Saint-Pierre, consacré au soleil par un fils de Sésostris, il y a plus de 3000 ans (1).

Les schistes, à cause de leur structure, se détruisent et se délitent avec beaucoup de facilité. Les pierres calcaires résistent mieux; peut-être, aux agents atmosphériques, mais leur peu de dureté fait que les causes mécaniques les attaquent aisément; l'eau agit même sur elles comme dissolvant, à la faveur de l'acide carbonique qu'elle contient toujours. La résistance des grauwacks, des grès, dépend en grande partie de la nature et de la cohésion du ciment qui lie leurs particules; cependant, en général, cette résistance est peu considérable, et ces roches se résolvent assez promptement en terrain sablonneux.

Les modifications éprouvées par les minéraux constitutifs des roches ne proviennent pas seulement d'un changement survenu dans l'état moléculaire de leurs éléments. Leur nature chimique est profondément altérée, certains principes sont exclus. Les feldspaths, par exemple, dans lesquels il entre de la potasse ou de la soude, abandonnent la presque totalité de ces

(1) Daubuisson, *Traité de Géognosie*, t. II, p. 43.

alcalis, en passant à l'état de kaolin. C'est ce qui ressort de la comparaison des analyses faites sur ces deux minéraux. Indépendamment de l'alcali éliminé, on remarque en outre que dans le kaolin, la proportion de l'alumine, relativement à celle de la silice, est beaucoup plus grande que dans le feldspath non décomposé, ce qui montre que de l'alcali et de la silice ont été enlevés. On pourrait croire que la potasse a contribué à l'élimination de la silice, en formant un silicate soluble, mais la décomposition du feldspath n'est qu'un cas particulier de ce genre de décomposition. M. Ebelmen, dans un mémoire d'une très-haute portée géologique, a rendu extrêmement probable que l'acide carbonique de l'atmosphère est l'agent le plus actif dans la destruction des silicates appartenant aux roches cristallines. La potasse, la soude, la chaux, la magnésie, passent à l'état de carbonate; la silice, primitivement combinée avec ces différentes bases, est mise en liberté, et l'on sait que lorsqu'elle est dans un grand état de division, elle est très-sensiblement soluble; c'est principalement dans cette solubilité qu'il faut chercher la cause de sa disparition. Les carbonates formés sont dissous ou entraînés; à mesure que le silicate s'altère, il se rapproche de plus en plus de la nature de l'argile, silicate d'alumine susceptible de se combiner avec une forte proportion d'eau, en donnant un composé plastique, mais absolument insoluble. Ainsi, dans le cas de la décomposition dont nous nous occupons, l'argile restera donc comme un jalon, comme un

point de repère propre à faire reconnaître quelles ont été la nature et les quantités de principes éliminés. Par exemple, l'on sait par les analyses de M. Berthier que le feldspath et le kaolin ont pour composition :

	Kaolin.	Feldspath.
Silice....	46,8	64,2
Alumine....	37,3	18,4
Potasse....	2,5	17,0
Eau.....	13,0	
	99,6	99,6

En admettant que l'alumine du kaolin représente la totalité de celle que contenait le feldspath avant sa modification, on peut, en prenant une quantité de kaolin telle, qu'elle renferme la proportion d'alumine particulière au feldspath, arriver à connaître les éléments perdus, ou acquis, durant la décomposition. Ainsi, on a :

	Alumine.	Silice.	Potasse.	Eau.
Feldspath....	18,4	64,2	17,0	0
Kaolin.....	18,4	23,1	1,1	6,4
	0,0	- 41,1	- 15,8	+ 6,4

On voit que pour passer à l'état de kaolin, ou d'argile pure, 100 parties de feldspath ont abandonné 41,1 de silice, 15,8 de potasse, et qu'il y a eu acquisition de 6,4 d'eau. En somme, 100 de feldspath, en se décomposant, ont formé 49 de kaolin.

La comparaison du basalte avant et après son altération conduit à des résultats analogues, et de plus, elle montre qu'une proportion considérable de silice

peut disparaître alors qu'il n'y a qu'une faible quantité d'alcali d'éliminée. Les analyses de M. Ebelmen établissent les compositions suivantes :

	Basalte altéré.	Basalte non altéré.
Silice .....	36,7	46,1
Alumine.....	30,5	13,2
Chaux.....	8,9	7,3
Magnésie .....	0,6	7,0
Peroxyde de fer....	4,3	16,6 (protoxyde.)
Potasse de soude...	1,5	4,5
Eau.....	16,9	4,9
	99,4	99,6

Prenant une quantité de basalte altéré renfermant 13,2 d'alumine, on aura pour termes de comparaison.

	Alumine.	Silice.	Chaux.	Magnés.	Ox. de fer.	Alcalis.	Eau.
Basalte.....	13,2	46,1	7,3	7,0	16,6	4,5	4,9
Basalte altéré. . .	13,2	15,9	3,8	0,3	1,9	0,6	7,2
	0,0	-30,2	-3,5	-6,7	-14,7	-3,9	+ 2,3

Le basalte décomposé se désagrège facilement, et, par ses propriétés, se rapproche de l'argile ; pour arriver à cet état, il abandonne une forte proportion de silice, et une faible quantité de potasse et de soude. On remarquera que le kaolin, comme le basalte altéré, retient encore un peu d'alcali, l'élimination n'a pas été complète ; c'est là un fait général, à l'appui de l'opinion qui considère les argiles comme le résidu de la décomposition des silicates, par les influences météorologiques aidées de l'action exercée par l'acide carbonique. En effet, on a constaté que la plupart des argiles contiennent de faibles proportions d'alcali.

ment des volcans anciens et modernes, le quartz manque presque constamment, le pyroxène est substitué à l'amphibole, et le feldspath n'est plus identique avec celui du granit. Le calcaire de cette même époque plutonique est grenu ou saccharoïde; quelquefois l'intervention de la magnésie le fait passer à la dolomie.

Les terrains sédimentaires ne varient pas moins dans leur composition. Les causes qui ont désagrégé les roches d'origine ignée, ont détruit ou éliminé un ou plusieurs de leurs éléments, avant leur nouvelle consolidation.

Un des dépôts les plus communs, le grès, est presque uniquement formé de grains quartzeux, au milieu desquels on rencontre fréquemment du mica; mais déjà le feldspath y est assez rare. Dans les couches sédimentaires les plus anciennes de la série, comme dans les schistes argileux, les grauwacks, les éléments ignés se retrouvent plus au complet et moins altérés. La structure des roches calcaires de cette période géologique est souvent compacte, argileuse. Elle devient poreuse et même friable dans les dépôts les plus nouveaux.

Les roches stratifiées ont dû se déposer en couches parallèlement superposées, et ces strates, horizontales dans le principe, ont été redressées dans la position qu'elles occupent aujourd'hui, par le soulèvement, par la tuméfaction des masses sur lesquelles elles reposent. Les débris organiques qu'elles présentent souvent en très-grande abondance, indiquent

qu'à l'époque où se sont accomplies les révolutions du globe qui leur ont donné naissance, il existait déjà des êtres vivants, et que des plantes végétaient sur la terre. La production des couches sédimentaires est une preuve évidente que les roches ignées dont elles sont issues, peuvent se désagréger pour former des galets, des graviers, des sables, des argiles. Les éléments des bancs stratifiés ont nécessairement passé par ces différents états, avant que des causes puissantes, qu'il ne nous est pas donné d'apprécier, les aient consolidés. Cette désagrégation des roches cristallines s'opère, pour ainsi dire sous nos yeux, par les actions combinées de l'eau et de l'atmosphère.

L'eau, en raison de sa fluidité, pénètre dans la masse des roches douées d'une certaine porosité; elle s'infiltré dans leurs fissures. Si, par un abaissement de la température, l'eau vient ensuite à se congeler, elle écarte, en se dilatant, les molécules minérales; elle détruit leur cohésion, produit des fentes et fait éclater les rochers les plus durs. Pendant la gelée, la glace peut encore servir de ciment et lier entre elles les parties désagrégées; mais au moment du dégel, la moindre force, les courants d'eau, l'action seule de la pesanteur, suffisent pour entraîner les fragments au fond de la vallée, et les frottements continuels auxquels ces débris de roches sont exposés dans les torrents, tendent à les briser et à les réduire en sable.

La quantité de matières terreuses charriées par les rivières et les fleuves est considérable; on peut s'en former une idée d'après l'épaisseur du limon déposé