

CHAPITRE VINGT-NEUVIÈME.

SUR QUELQUES ACTIONS CHIMIQUES

DÉPENDANTES DE LA CHALEUR CENTRALE.

L'EXAMEN des grands phénomènes d'éruption et de dislocation dans l'écorce solide de la terre, nous a fait remarquer un fait très-important. C'est qu'il doit exister et qu'il existe en effet de nombreuses communications de l'intérieur du sol avec l'extérieur. Ce sont des fractures, des fentes plus ou moins larges, plus ou moins étendues, qui ont servi de passage à toutes les matières qui se sont épanchées du dedans au dehors.

Les corps qui ont fait partie de ces différentes éruptions, se présentent sous trois états : gazeux, liquides, solides ou pâteux. Ces deux derniers modes n'en contiennent réellement qu'un seul, puisque les corps pâteux deviennent solides par le refroidissement.

Nous avons étudié déjà d'une manière générale la nature et les caractères des corps gazeux, des eaux minérales, et des roches d'épanchement qui, seules ou réunies, s'échappent du sein de la terre; mais jusqu'ici nous n'avons fait aucune mention des matières déposées sur les parois pendant le trajet, ni des altérations produites par le contact de ces matières sur les mêmes parois.

Nous n'avons pas non plus examiné assez attentive-

ment les différentes phases du refroidissement des roches ignées, ainsi que les réactions des divers élémens qui les composent, soumis à un refroidissement plus ou moins rapide et à des actions électriques plus ou moins intenses. Ce sont ces matières qui nous restent à étudier, avant de passer à la classification des terrains. Nous allons donc successivement passer en revue : 1° Les filons ou l'ensemble des matières déposées dans les fissures de communication de l'intérieur à l'extérieur; 2° les actions de contact et principalement la dolomisation; 3° les phénomènes de refroidissement et de liquation.

DES FILONS EN GÉNÉRAL.

Nous donnerons d'abord à ce nom son acception la plus étendue, et nous considérerons les filons comme des masses allongées plus ou moins importantes, allant de l'intérieur à l'extérieur du sol. Ce sont pour nous des fentes provenant de fractures ou des fissures plus ou moins étendues qui ont été remplies en totalité ou en partie; ce sont les routes au moyen desquelles les matières de l'intérieur du globe sont arrivées à sa surface.

On voit que nous excluons des filons tous ceux qui auraient pu être remplis par en haut par *dépôts mécaniques* ou *chimiques*. Nous considérons ces derniers comme des fentes remplies plus ou moins analogues aux cavernes à ossemens, comme de simples dérangemens dans la stratification régulière des terrains, ou de simples accidens dans les massifs non stratifiés. Nous les avons étudiés plus haut et nous n'y reviendrons plus, quoique l'on puisse supposer avec quelque raison que certaines fractures, remplies par le haut, aient aussi été injectées par le bas.

Nous partagerons les filons en deux séries. Dans la première nous placerons les *filons d'injection*, dans la seconde les *filons de dépôt*, divisions auxquelles on pourrait aussi donner le titre de filons *pierreux* ou *métallifères*; mais elle aurait l'inconvénient d'être moins exacte.

Il est bien peu de phénomènes qui soient aussi compliqués que celui de la création des filons de diverses espèces. Il faut bien se garder de généraliser les observations que l'on peut faire sur ce sujet dans une contrée, et de l'appliquer à la théorie générale des filons, car cette théorie se compose d'une infinité de détails, et nous montre à chaque instant les grandes variétés de moyens que possède la nature pour arriver à un même résultat.

Nous ne pouvons, dans un ouvrage élémentaire, traiter comme elle mérite de l'être, l'importante question des filons. Nous renverrons les personnes qui désireraient sur ce sujet de plus amples détails, à un ouvrage très-remarquable de M. Fournet, professeur à la faculté des sciences de Lyon (1); on y trouvera, réunis à la plus profonde érudition, un style d'une grande lucidité et les observations les plus judicieuses. Ce beau travail nous a été très-utile dans la rédaction de ce chapitre.

Filons d'injection.

Cette catégorie contient un grand nombre de filons qui ont traversé indistinctement les roches cristallisées et les terrains stratifiés, selon l'époque à laquelle ils ont paru. Ils sont en général composés eux-mêmes de ro-

(1) *Etudes sur les dépôts métallifères*, un vol. in-8°; Paris, Levrault et J.-B. Baillière.

ches cristallisées, quelquefois analogues à celles qu'ils traversent et plus souvent différentes. Nous voyons de nos jours de tels filons se former dans les terrains volcaniques. Nous en avons décrit un exemple en parlant des éruptions de l'Etna, et nous en voyons fréquemment dans les environs des volcans éteints. Ils sont produits par la matière même des roches volcaniques, qui s'injecte dans les fractures occasionnées par les tremblemens de terre. Tantôt le filon reste encaissé et ne se manifeste pas au dehors (*Fig. L*); d'autres fois il vient affleurer et forme même souvent comme une haute muraille (*Fig. LI*), due à la décomposition de la roche encaissante, tandis que lui a résisté et fait saillie. On donne à cette espèce de filons volcaniques le nom de *dykes*.

On voit aussi ces mêmes filons verser une petite quantité de matière lavique, qui, arrivant pâteuse, se fige sur le lieu même de son origine (*Fig. LII*), et forme ce qu'on appelle des *culots*. Enfin, si la matière vomie par le filon est assez liquide, elle s'épanche et forme une nappe ou coulée plus ou moins épaisse, plus ou moins étendue, selon les circonstances variées auxquelles elle est soumise. Il peut même arriver que dans des terrains stratifiés la matière fondue se glisse entre deux couches avant d'arriver au jour, et forme une coulée intérieure que l'on pourrait facilement confondre avec une véritable couche. Cet épanchement interne empêche ordinairement, mais pas toujours, un second épanchement au dehors. (*Fig. LIII.*)

Non-seulement les laves, les basaltes et les trachytes ont donné naissance à de semblables filons, mais il en est de même des porphyres, des mélaphyres, des roches amphiboliques, des granites et de plusieurs autres substances.

L'âge de ces filons détermine généralement leur forme et leur épaisseur. Ceux qui sont les plus modernes ont été injectés dans des fissures résultant de fractures nettes au milieu de roches entièrement solidifiées, dont ils ont peut-être un peu fondu les parois ; mais les plus anciens, sortant à travers des roches qui n'étaient pas encore bien solides, ont dû nécessairement les écarter, et ont pu prendre des formes si irrégulières qu'elles se confondent avec les véritables massifs de roches cristallisées. Ce ne sont pas des filons, ce sont de véritables *amas*, comme ceux de certains porphyres dans les granites, ou des amphibolites et des serpentines dans plusieurs autres roches.

Chacune des roches qui se présente en filons dans les autres, a eu pour son apparition une époque moyenne à laquelle elle a atteint son *maximum* de fréquence, mais en deçà et au delà de cette époque, elle a oscillé pendant long-temps avant d'atteindre son apogée, ou de cesser ses injections.

Nous ne citerons pas les nombreuses localités où l'on peut observer ces filons divers, encaissés dans des roches tout-à-fait différentes, mais nous reviendrons plus loin sur l'action du contact de ces différentes masses avec la gangue qui en forme les parois.

Les matières métalliques se rencontrent assez rarement dans les filons d'injection, et si elles s'y trouvent, c'est disséminées dans la masse même du filon, comme si elles étaient contemporaines de la matière injectée. Ces filons, en pénétrant dans les fentes pour les remplir, ont quelquefois détaché des parois, des fragmens de la roche encaissante, qui se sont mêlés avec la matière éruptive, et que l'on retrouve dans leur intérieur. Cela est même arrivé pour des roches stratifiées qu'ils ont traversées, et des masses contenant des fossi-

les ont pu se trouver empâtées dans des roches évidemment cristallisées.

Un fait fort singulier, c'est que ces masses minérales indiquent souvent la présence de matières métalliques dans leur voisinage. Il semble qu'elles aient ouvert les voies, et que des sublimations où des agens chimiques, pénétrant par ces premières fissures, aient formé à une petite distance des dépôts plus ou moins métallifères.

Filons de dépôt.

Sous le nom de dépôt, nous entendons des matières qui n'ont pas été injectées, mais déposées par des vapeurs ou des liquides. Tels sont, selon toute apparence, les filons métallifères. Ce sont ces derniers qui ont été principalement étudiés, à cause des richesses qu'ils renferment, et les mineurs les ont connus bien avant les géologues.

« Les filons, dit M. Fournet, sont des masses minérales non stratifiées, de forme à peu près tabulaire, c'est-à-dire, dont l'étendue en hauteur et en longueur est beaucoup plus grande que celle en épaisseur. Ils *coupent* presque toujours un terrain ou une masse quelconque de roches, au moins dans une partie de leur cours, et ils sont d'une nature ou d'une structure différente de celle des terrains qu'ils traversent (1). »

Depuis long-temps les mineurs ont donné aux différentes parties des filons des noms que les géologues ont adoptés. Les deux faces principales d'un filon (*Fig. LIV*) prennent le nom de *salbandes*; mais on ne les désigne ainsi qu'autant qu'elles sont de na-

(1) FOURNET, p. 17.

ture ou au moins de couleur différente de la masse. On nomme *épontes* les parois sur lesquelles s'appuient les salbandes; et comme le filon est presque toujours incliné, l'éponte supérieure prend le nom de toit, et l'inférieure celui de mur. Quand une partie du filon vient effleurer la surface du sol, on l'appelle *affleurement* ou *tête de filon*. On nomme gangue les matières terreuses ou pierreuses qui enveloppent les minerais métalliques.

Les salbandes n'existent pas toujours; quelquefois il n'y en a qu'une, d'autres fois une de chaque côté, ou un plus grand nombre. Elles sont en général de même nature dans chaque filon et toujours disposées dans le même ordre.

Position des filons. — Ils coupent en général les couches obliquement ou perpendiculairement; quelquefois ils se trouvent entre deux couches ou au point de contact de deux terrains. On détermine la position d'un filon au moyen de deux lignes droites tracées sur le plan d'une des salbandes: une d'elles, menée horizontalement, fait un certain angle avec la méridienne; cet angle, donné par la boussole, est la *direction* du filon. Une seconde ligne, menée sur la salbande perpendiculairement à la première, fait avec l'horizon un angle qui détermine l'*inclinaison* du filon.

Forme. — Il est assez difficile de déterminer la forme des filons métallifères; ce sont en général des masses aplaties, dont les deux faces restent parfois parallèles sur une grande étendue; d'autres fois le filon s'amincit ou s'élargit par en bas, ou bien il se renfle ou s'amincit de distance en distance. Les filons se divisent souvent en rameaux, quelquefois très-nombreux, mais pres-

que toujours sur le même plan. Ils peuvent aussi se réunir et former de véritables faisceaux qui marchent ensemble.

Dimensions ou puissance. — La largeur des filons métallifères, à parois parallèles, est sujette à quelques variations remarquables. Si l'on fait abstraction des branches et filons accompagnans, elle ne dépasse en général pas un mètre. Sur plus de cent filons contenus dans les montagnes de Freiberg, Werner a pu à peine en observer quelques-uns qui atteignaient deux mètres. Cependant le Nordlauer, en Franconie, que l'on cite pour le plus grand de l'Allemagne, a une puissance de 10 à 12 mètres; le Burgstadtergang, dans le Hartz, en a depuis 40 jusqu'à 60; mais il paraît qu'on pourrait le regarder comme un plexus de plusieurs autres filons. Le filon principal de Schemnitz, en Hongrie, qui est le Spitaler, a jusqu'à 36 mètres en quelques points; enfin celui de Guanaxuato, au Mexique, aurait de 40 à 45 mètres, d'après M. de Humboldt.

Ces filons si larges, qui ont généralement aussi une grande étendue, ne sont pas cependant toujours les plus abondans en substances métalliques; les mines d'or et d'argent de Cremnitz, en Hongrie, en sont un exemple; le filon principal de ces mines, qui a jusqu'à 30 mètres de largeur, n'est presque pas exploité, et on s'attache à travailler plusieurs petites branches qui partent de ce filon. Il semble que la matière métallifère ait été trop peu abondante pour subvenir au remplissage d'une si vaste cavité, et qu'elle s'est concentrée de préférence par une sorte d'attraction en quelques rognons que l'on exploite si le hasard y conduit. D'ailleurs, une pareille dilatation n'a pu se faire sans que d'énormes blocs se soient détachés des parties latérales pour tom-

ber dans la fente, et ce ne sont guère que leurs intervalles qui ont pu se combler de minerais (1).

Richesse. — Elle dépend de la quantité de minerai qui existe dans un filon. On remarque, sous ce rapport, d'énormes inégalités. La roche que le filon pénètre a une grande influence sur la composition, et par conséquent sur la richesse, qui présente de singulières anomalies, quand le filon traverse plusieurs espèces de terrains. La profondeur est aussi une circonstance qui peut faire varier la nature et la quantité du minerai.

On voit des filons qui se trouvent déjà nobles sous la terre végétale, d'autres ne le deviennent qu'à une certaine profondeur; enfin, le minerai peut y changer complètement de nature, et le filon en éprouver un appauvrissement.

En Hongrie, les minerais les plus riches ne se trouvent pas immédiatement à la surface, ni à une grande profondeur; ils occupent une position moyenne entre 80 et 150 toises au-dessous du niveau du sol, quelles qu'en soient les irrégularités. Plus bas, le mélange du minerai avec la gangue devient de plus en plus intime; aussi les opérations de lavage qu'il faut faire subir aux minerais avant la fonte, se compliquent à tel point que souvent on est forcé de suspendre l'exploitation sans que les filons se soient montrés plus étroits qu'à leur affleurement. Dans la Transylvanie, beaucoup de veines d'or ont été remplacées dans la profondeur par des minerais de plomb. Dans le Bannat, on a vu le fer opérer cette substitution (2).

(1) FOURNET, sur les Dépôts métallifères, page 157.

(2) FOURNET, p. 167.

Il semble que l'élévation plus ou moins grande au-dessus du niveau de la mer fasse éprouver des modifications aux richesses métalliques.

Dans l'ancien continent, les filons de Freiberg et de Clausthal, qui traversent des montagnes de gneiss et de grauwacke, viennent au jour sur des plateaux dont l'élévation au-dessus du niveau de la mer n'est que de 400 et 500 mètres. Cette élévation peut être regardée comme la hauteur moyenne des mines les plus abondantes de l'Allemagne. Dans le nouveau continent, les richesses métalliques sont déposées par la nature sur le dos même des Cordillères, quelquefois dans des sites peu éloignés de la limite des neiges perpétuelles. Les exploitations les plus célèbres du Mexique se trouvent à des hauteurs absolues de 1,800 à 3,000 mètres. Dans les Andes, les districts des mines de Potosi, d'Oruro, de la Paz, de Pasco et de Hualgayoc, appartiennent à une région dont l'élévation surpasse celle des plus hautes cimes des Pyrénées. Près de la petite ville de Micuipampa, dont la grande place, d'après une mesure exacte, est élevée de 3,618 mètres au-dessus du niveau de la mer, un amas de minerai d'argent, connu sous le nom du Cerro de Hualgayoc, à offert d'immenses richesses dans ses affleuremens à une hauteur absolue de 4,100 mètres (1).

La longueur des filons est considérable, et tout porte à croire qu'ils s'étendent à une distance quelquefois très-grande.

On cite à Freiberg, comme un phénomène remarquable, le filon appelé *kalsbrukner spath*, qui a été

(1) HUMBOLDT, *Essai politique sur la Nouvelle-Espagne*, t. III, p. 142.

reconnu dans une longueur de 6,200 mètres. La Veta-madre de Guanaxuato est exploitée depuis Santa-Isabela et San-Bruno, jusqu'à Buenavista, sur une longueur de plus de 12,700 mètres.

Pour donner une idée de la richesse métallique incluse dans ce filon, il suffira de rappeler que la mine de Valenciana, pendant un espace de quarante ans, n'a jamais cessé de donner à ses propriétaires moins de deux à trois millions de francs de profit annuel, et la somme d'argent extraite s'élevait à plus de quatorze millions. Cependant cet énorme produit est dû bien plutôt à la grande facilité de l'exploitation et à l'abondance des minerais qu'à leur richesse intrinsèque, qui ne dépasse pas celle des masses du même ordre de l'Europe.

Le percement et le muraillement des trois anciens puits de tirage ont coûté près de six millions.

La consommation de la poudre seule a été de 400,000 f. par an; celle de l'acier, pour les pointerolles et les fleurets, s'est montée à 150,000 fr.; et enfin trois mille individus sont employés aux divers travaux.

Malgré la puissance de ces filons, malgré la persévérance des hommes, tout l'argent extrait depuis trois siècles de toutes les mines de l'Amérique, ne formerait qu'une sphère de 85 pieds de diamètre (1) : que l'on compare cette sphère à la masse de la terre qui a 3,000 lieues de diamètre!

Composition. — Les filons contiennent beaucoup de minéraux cristallisés, et l'on aurait plutôt fait de donner la liste de ceux que l'on n'y a pas encore rencontrés, que de citer tous ceux qu'on y trouve. Ils sont toujours bien

(1) HUMBOLDT, *Fragmens asiatiques*, t. II, p. 585.

plus riches en espèces que la roche qui les environne, et l'on y exploite la plupart des métaux.

Certains minerais se présentent d'ailleurs fréquemment associés. Ainsi, il est ordinaire de rencontrer la blende avec la galène; le cobalt, le nikel et le bimuth natif sont ordinairement réunis. L'étain se rencontre presque toujours avec le wolfram, le molybdène et la pyrite arsénicale. L'argent natif est assez fréquent dans les gangues spathiques, et l'or, au contraire, dans celles quarzeuses et ferrugineuses.

D'autres minerais semblent s'exclure mutuellement; aussi voit-on rarement l'étain avec le minerai d'argent. Le cinabre est ordinairement seul ou tout au plus avec quelques pyrites ferrugineuses (1).

On trouve aussi dans les filons de l'argile, des galets, des corps organisés, etc.; mais ces derniers corps indiquent des fentes remplies par en haut plutôt que de véritables filons.

Structure. — Elle est généralement due à la réunion de plusieurs bandes parallèles correspondantes à partir des deux parois; quelquefois même le centre est vide.

M. d'Aubuisson mentionne ainsi un filon composé de couches de baryte sulfatée et de chaux fluatée, diversement colorées, et disposées avec une si exacte symétrie de part et d'autre, qu'avec la règle et le compas on n'aurait pu faire mieux. Ce géologue remarque que cette structure est exactement ce qu'elle aurait été si la fente eût été remplie d'un dissolvant ou de diverses dissolutions qui auraient successivement déposé sur les parois différens précipités, et il ajoute que la coupe de

(1) FOURNET, p. 140.