

qui change la nature des roches sédimenteuses à leur point de contact avec les roches d'épanchement, et qui établit ces nombreux passages quelquefois si bien fondus entre ces deux sortes de roches.

Il reste encore un grand nombre de points à éclaircir dans la vaste question de la dolomisation, et de bien belles études pour un chimiste géologue; c'est une question neuve, à laquelle M. Buch a su donner tout l'intérêt qu'inspirent ses vues profondes et la haute sagacité de son jugement. Cette question, liée à la théorie des soulèvemens, de M. de Beaumont; à celle de la chaleur centrale, par M. Cordier; aux recherches savantes sur l'électro-chimie, par M. Becquerel, ouvre au géologue une carrière nouvelle et neuve à parcourir.

CHAPITRE TRENTE-UNIÈME.

PHÉNOMÈNES DE REFROIDISSEMENT ET DE LIQUATION.

Nous venons de voir comment de nouveaux élémens pouvaient pénétrer par contact dans des roches préexistantes, et ces sortes d'actions sont certainement très-fréquentes dans la nature. La silice, la chaux, la magnésie et plusieurs autres substances entrent ainsi jusqu'à une grande profondeur, et modifient totalement l'aspect et la nature des roches. Nous allons terminer ce qui est relatif à ces différens phénomènes chimiques, en étudiant ce qui se passe pendant le refroidissement de ces matières.

Nous avons déjà supposé, en parlant du granite qui se décompose en boules très-volumineuses, que ce genre d'altération avait pour cause première un phénomène de refroidissement. Un expérience curieuse de M. Gregory Watt, sur la structure des basaltes, vient confirmer cette opinion. Après avoir fondu une masse de basaltes non cristallisés, pesant 700 livres, ce savant a observé avec soin les différentes phases de son refroidissement, et il a remarqué qu'une portion de la masse retirée, pendant que le basalte était en fusion, devint parfaitement vitreuse, tandis que la même matière donna naissance à un certain nombre de masses sphé-

roïdales présentant une texture radiée avec des fibres distinctes qui formaient aussi des couches concentriques, quand les circonstances n'étaient favorables qu'à cet arrangement. Cette structure disparaissait graduellement par une chaleur suffisamment continuée; les centres de la plupart des sphéroïdes devenaient compactes avant que leur diamètre ait atteint un demi-pouce, et cette structure s'étendait peu à peu à toute la masse du sphéroïde. En continuant, dit M. Watt, la chaleur favorable à cet arrangement des molécules, on obtint promptement une autre modification. La texture de la masse devint plus granulaire, la couleur plus grise et les points brillans plus grands et plus nombreux. Bientôt ces molécules s'arrangèrent en formes régulières, et finalement toute la masse devint parsemée de petites lames cristallines qui la traversaient dans toutes les directions et qui formaient des cristaux saillans dans les cavités.

M. Watt a remarqué aussi que deux sphéroïdes qui vinrent à se rencontrer ne se pénétraient pas, mais se comprimaient mutuellement, au point de s'aplatir, et se trouvaient séparés par un plan couleur de rouille.

Il était facile, comme on le prévoit, d'appliquer ces données à la structure des basaltes, qui tantôt sont en boules, qui d'autres fois sont en prismes composés de boules superposées et aplaties, qui enfin offrent souvent des articulations qui semblent provenir du développement inégal de deux boules, dont l'une, en grossissant plus vite, aurait comprimé l'autre. Du reste, ces différentes structures du basalte ne s'aperçoivent souvent qu'à l'époque de leur décomposition, comme les masses de glaces qui ne révèlent leur mode de cristallisation qu'en commençant à fondre.

Il a dû se passer dans le refroidissement des autres

roches des phénomènes tout-à-fait analogues à ceux que nous présentent les basaltes.

Les cristaux que l'on rencontre dans la plupart des roches d'épanchement, ont nécessairement une origine ignée, comme les roches dans lesquelles ils se trouvent. A l'époque où l'on regardait les volcans comme des phénomènes locaux, on a discuté long-temps si les cristaux des laves étaient tout formés dans les roches que l'on supposait fondues pour les former, ou s'ils étaient créés de toutes pièces pendant leur refroidissement. D'après la manière dont on envisage aujourd'hui les phénomènes volcaniques, il faut nécessairement adopter la dernière de ces deux suppositions. Elle est du reste confirmée par de nombreuses expériences; car il est plusieurs minéraux que l'on est parvenu à obtenir cristallisés en réunissant leurs élémens, et les soumettant ensemble à une température élevée. M. Mitscherlich a produit entre autres de cette manière des pyroxènes très-bien déterminés; M. Kerston de Freiberg a observé des cristaux prismatiques de feldspath qui avaient été trouvés par M. Heine sur les parois d'un fourneau à fondre le cuivre dans l'usine de Sanderhausen. Tous les jours, dans les cavités des laitiers et des scories des différentes exploitations de mines, on découvre ainsi de nouveaux cristaux, qui ont tant d'analogie avec ceux qui se trouvent dans la nature, que l'on ne peut douter un instant de leur identité de composition et de leurs rapports d'origine. Il faut donc admettre que les cristaux que l'on rencontre dans les laves, et ceux qui abondent disséminés dans la pâte des roches primitives, ont été formés par une sorte d'*élection élémentaire* au milieu même des masses fondues qui les contiennent. C'est pendant le refroidissement des roches que leur cristallisation s'est opérée, et souvent même à une époque très-avancée

du refroidissement. Ce qui tend à le faire supposer, c'est que certains cristaux, les divers zéolithes, par exemple, sont décomposés à une température élevée et retiennent toujours une certaine quantité d'eau. Quelques géologues, parmi lesquels se trouve M. Fournet, regardent même l'apparition de ces cristaux comme postérieure au refroidissement des roches qui les renferment : il suppose qu'ils se sont formés par voie d'infiltration. Malgré l'autorité de M. Fournet en pareille matière, il est bien difficile d'admettre cette opinion. Il semble plus naturel de supposer, avec M. Brongniart, que la masse de la roche était imbibée de ces dissolutions avant son entier refroidissement, et que les cristaux se sont formés à une température qui était encore assez élevée dans l'intérieur des cavités.

D'autres faits viennent aussi appuyer la supposition que la plupart des cristaux se sont formés à une température élevée, c'est la présence de l'eau ou de gaz très-dilatés, formant des bulles dans des cristaux. H. Davy, Brewster et plusieurs autres physiciens célèbres se sont occupés de l'analyse des gaz et des liquides contenus dans toutes ces petites cavités, et en général ils ont remarqué une prompt absorption dès que la cavité était percée; ce qui prouve que l'air ou l'eau qui s'y trouvaient, avaient été enfermés à une température élevée. Il est vrai que des phénomènes inverses se sont aussi présentés quelquefois, mais plus rarement et en quelque sorte comme des exceptions qu'une haute pression peut encore expliquer (1).

(1) Voyez, pour plus de détails sur cet objet : Sur l'état où se trouvent l'eau et les matières aériformes dans les cavités de certains cristaux, par sir Humphry Davy (*Annales de Chimie*,

Les minéraux disséminés, les cristaux qui donnent aux roches la structure porphyroïde, et qui par conséquent y sont empâtés, doivent donc être considérés comme des formations contemporaines de ces mêmes roches et comme formés pendant leur refroidissement. Leurs élémens se sont séparés de la masse et ont formé un grand nombre de petits centres; comme les boules de fer sulfuré et les cristaux de gypse se sont séparés des matières argileuses dans lesquelles on les trouve aujourd'hui; comme les silex se sont isolés de la chaux carbonatée qui a formé la craie blanche.

Il n'en est pas de même des cristaux contenus dans les fentes ou fissures et non empâtés; ceux-là ont pu être formés par des dissolutions plus ou moins concentrées, par des sublimations, par des actions de contact ou par la dolomisation.

Il semble aussi que, dans certaines circonstances, des cristaux puissent se former dans des roches préexistantes, soumises à la fusion et au refroidissement. Les domites d'Auvergne m'ont toujours paru des roches de ce genre, une sorte de conglomérat amené à l'état pâteux par la chaleur des volcans modernes qui ont éclaté sous cette enveloppe trachytique, et qui, après avoir sublimé du fer oligiste dans les fractures, ont laissé former par le refroidissement des cristaux de feldspath, d'amphibole, de titane, etc., dans la masse ramollie du conglomérat (1).

M. Virlet croit aussi que dans l'île de Cimolis des

t. XXI, p. 152 et 220); Sur l'existence de deux nouveaux fluides dans les cavités des cristaux, par le docteur Brewster (*Annales de Chimie*, t. XXIII, p. 305).

(1) *Annales scientifiques de l'Auvergne*, 1828, février.

cristaux de feldspath vitreux se sont formés dans certains conglomérats ponceux, au moment où ils devenaient, par une sorte de fusion, des espèces de porphyres verts siliceux. M. Virlet entrevoit même la possibilité de la formation en place de porphyres et de trachytes, par suite d'actions chimiques et électro-chimiques dans des roches aggrégées, espèce de transmutation que M. Boué croit aussi seule capable d'expliquer certains bancs et amas cristallins, et certains passages au milieu du sol schisteux ancien.

Enfin, nous terminerons ce chapitre par quelques considérations sur la *liquation des roches*, phénomène que l'on a peu étudié et qui peut-être pourra éclairer quelques points de géologie chimique. Lorsque deux corps différens sont fondus et mélangés, on sait que s'il n'y a pas combinaison chimique, ces corps tendent à se séparer si leur pesanteur spécifique est différente. Ainsi, dans la fabrication de la plupart des alliages, si l'on n'agitait pas le mélange, le métal le plus lourd gagnerait le fond et le plus léger viendrait à la partie supérieure. Il n'y aurait pas séparation entière et tranchée, il y aurait toujours mélange, mais très-inégal, surtout au fond et à la partie supérieure du vase où se serait effectué le mélange. Des phénomènes analogues se passent dans les roches que nous voyons refroidir sous nos yeux. Les laves modernes nous en offrent des exemples très-positifs. Ces laves sont composées principalement de deux sortes de minéraux, le *feldspath* et le *pyroxène*. Si le premier domine, c'est une lave *feldspathique*; si c'est le second, la lave est *pyroxénique*. Or, il est très-rare de rencontrer un courant de lave dont toutes les parties soient homogènes; presque toujours il y a des différences de composition dans les différens points du courant, et l'on trouve

que le pyroxène abonde plus à l'extrémité qu'à la naissance. Si l'on se rappelle le degré de fusibilité du pyroxène et du feldspath, on trouvera une différence notable. Le pyroxène est bien moins fusible que le feldspath et se refroidit plus lentement; en sorte qu'il se forme dans les courans, pendant qu'ils marchent, une sorte de *liquation* semblable à celle qui a lieu dans plusieurs opérations métallurgiques. Dans le même espace de temps, il se refroidit plus de feldspath que de pyroxène, et ce dernier se réunit aux extrémités du courant.

Outre la plus grande fusibilité de cette substance minérale, il est une autre cause qui détermine sa séparation, c'est sa plus grande densité: le feldspath pèse 2,42 à 2,60, tandis que le pyroxène pèse jusqu'à 3,40. Les deux matières fondues et mélangées, se trouvant ensemble sur un plan incliné, le pyroxène se sépare et gagne peu à peu la partie inférieure. La longue fluidité des laves, à leur sortie des cratères, favorise beaucoup ces phénomènes. On peut, du reste, en voir un exemple bien marqué sur la grande coulée de lave de Pariou, en Auvergne (1).

M. J. Reynaud, dans son beau Mémoire sur l'Eifel, en cite aussi un exemple bien remarquable:

« La lèvres de ce cratère est arrachée sur le
 » côté, et une coulée de lave qui s'en échappe descend
 » jusque dans la vallée et forme en tombant une cas-
 » cade si escarpée et si abrupte, qu'il est bien difficile
 » de se hasarder à la suivre. On éprouve un vif étonne-
 » ment lorsqu'en accompagnant la marche de cette cou-
 » lée, on la voit tout-à-coup prendre l'aspect noir et

(1) *Description du volcan de Pariou*, p. 78.

» compacte du basalte, et même dans sa partie inférieure affecter très-sensiblement la forme colonnaire » des vrais basaltes (1). »

Il est bien probable que des actions analogues à celles que nous venons de décrire, et qui se passent de la manière la plus évidente pendant la marche et le refroidissement des courans de lave, ont eu lieu aussi pendant le refroidissement des autres roches d'épanchement. On expliquerait peut-être ainsi dans beaucoup de circonstances les différences notables que l'on remarque dans une même masse de roche, mais on n'a pas encore étudié les roches cristallisées sous ce point de vue, et il serait d'ailleurs très-difficile de reconnaître leur point d'origine et la limite de leurs cours, qui généralement a eu lieu sur des plans très-peu inclinés.

(2) JEAN REYNAUD, sur les *Formations volcaniques des bords du Rhin*, t. II, p. 387.

CHAPITRE TRENTE-DEUXIÈME.

DE L'AGE ET DE LA SUPERPOSITION DES TERRAINS.

DEPUIS le commencement de cet ouvrage nous nous occupons des causes; nous allons actuellement examiner les effets. Le nombre des faits est si grand dans l'étude de la géologie, qu'il est impossible de les recueillir tous dans un ouvrage élémentaire; ce sont donc des traits généraux que nous allons offrir en parlant des terrains; ce sont les traits saillans qui les caractérisent, et non la masse infinie de détails qui les différencie dans chaque localité, que nous voulons décrire. Nous avons cru qu'il était possible, jusqu'à un certain point, de présenter avec un peu de méthode les diverses modifications que les forces agissantes ont imprimées aux différentes masses dont se compose la terre, tandis qu'il était impossible de les décrire minutieusement. Ces considérations nous ont engagé à restreindre cette description des terrains; ils ne peuvent d'ailleurs être étudiés avec détails et d'une manière pratique que sur le sol même, et alors toutes les descriptions qui ont été faites dans les ouvrages élémentaires deviennent insuffisantes. Ce sont des descriptions locales qu'il faut lire sur les lieux, ou qu'il faut faire si elles n'existent pas.

Nous savons déjà qu'il existe deux sortes de roches, dont les unes stratifiées ont été formées par voie de