

terrains de transition, de même que ceux-ci sont appuyés en *superposition concordante* sur les terrains primitifs. Cette remarque me paraît de quelque importance.

Les couches du terrain houiller renferment, dit-on, en assez grande abondance, des fragmens roulés d'agathes qui contiennent souvent des pyrites.

Dans deux endroits de ce bassin, les couches de houille sont en combustion depuis plusieurs siècles. On y remarque les divers phénomènes que cette circonstance produit par-tout où elle se rencontre.

Rétinite.

On trouve, aux environs de Planitz, une rétinite (*pechstein*) qui renferme des fragmens roulés de porphyre, et qui contient aussi une substance noire ou brune, fibreuse, d'apparence soyeuse et charbonneuse, que l'on a longtemps regardée comme un charbon de bois fosile (*mineralische holzkohle*), et sur la nature de laquelle on est aujourd'hui incertain.

Grès rouge.

A *Zwickau* et au delà, on ne rencontre plus que les psammites rouges, pséphites, et poudingues psammitiques (*rothliegende et conglomerat*), sur lesquels je reviendrai, après avoir parlé du troisième groupe ou système de gisement.

(*La Suite au Numéro prochain.*)

Sur les substances minérales, dites en masse, qui servent de base aux roches volcaniques;

Par M. L. CORDIER.

Extrait par M. BRONGNIART.

BEAUCOUP de roches, d'apparence homogène, et principalement les roches volcaniques, sont le résultat de la réunion de plusieurs espèces minéralogiques, dont les parties sont trop fines pour être visibles. L'observation des caractères extérieurs, et des propriétés physiques, et l'analyse chimique, qui sont les moyens mis en usage, jusqu'à présent pour déterminer la nature de ces roches, peuvent bien faire connaître les propriétés et la composition résultant de la réunion de ces espèces; mais ces moyens n'apprennent rien de positif, ni sur la nature, ni sur la proportion des espèces minéralogiques qui composent ces roches. M. Cordier a pris une autre route pour arriver à la connaissance de leur véritable composition. Il a cherché à isoler mécaniquement les espèces minéralogiques qui, par leur agrégation, forment ces roches, pour en connaître le nombre, la nature, et les proportions.

Les principaux moyens mis en usage par l'auteur, consistent :

1°. A réduire en poudre, plutôt par pression que par trituration, les roches solides, de manière à avoir des parties dont la ténuité varie entre $\frac{1}{10}$ et $\frac{1}{100}$ de millimètre;

2°. A séparer, par un lavage convenable, les parties de ces poudres, qui diffèrent par leur densité ;

3°. A examiner les parties isolées au microscope pour en distinguer la forme, et pour reconnaître l'aspect de leur cassure ;

4°. A les essayer par l'action des acides, par celle de l'aiguille aimantée, par celle du chalumeau, évaluée suivant la méthode de Saussure ; et, enfin, par tous les moyens propres à aider dans la détermination de leur nature ;

5°. A faire subir à des minéraux cristallisés purs, et par conséquent bien déterminés et choisis parmi ceux qu'on trouve le plus communément dans les terrains volcaniques, tels que le pyroxène, le feldspath, le péridot, le fer titané, etc., la même trituration, afin de comparer, sous tous les rapports, les parties de leur poudre avec celles des poudres qui résultent de la trituration des masses dont la composition est à déterminer.

Cet examen comparatif lui a permis d'établir quelques caractères généraux pour reconnaître assez facilement plusieurs espèces dans cet état de ténuité. Ces caractères vont ressortir par l'application que l'auteur en a faite à la détermination des différentes roches volcaniques.

M. Cordier examine, par cette nouvelle méthode, toutes les roches qui font partie des terrains volcaniques, et sur-tout de ceux auxquels beaucoup de géologues refusent encore l'origine ignée.

Il commence par les *laves lithoïdes*, et les prend dans les terrains volcaniques les plus différens, c'est-à-dire, dans les volcans brûlans, dans

dans les volcans éteints, et dans les terrains volcaniques, dont l'origine est plus ou moins contestée. Dans chacun de ces terrains, il a toujours égard à l'âge relatif de la roche qu'il étudie.

Il résulte de cette première considération, 1°. que tous ces terrains renferment des roches de même sorte, et qu'ils ne diffèrent souvent que par la roche dominante ; 2°. que chaque sorte de roche, quel que soit le terrain volcanique d'où elle provient, est composée de la même manière, ou à de très-légères différences près ; 3°. que toutes ces roches sont composées de grains différens très-distincts à structure cristalline, et diversement entrelacés ; en sorte qu'on peut considérer ces laves lithoïdes comme des granites à parties microscopiques.

Il existe quelquefois entre les grains de vacuoles, qui ne paraissent cependant pas occuper plus du soixantième du volume de la roche. Ces vacuoles sont plus communs dans quelques laves modernes que dans les laves anciennes.

On distingue, au premier aspect, dans les laves lithoïdes, cinq sortes de grains. — Des grains *blancs* ou légèrement jaunâtres, plus ou moins transparens. — Des grains *vert-bouteille*, plus ou moins foncés, quelquefois translucides. — Des grains *noirs* parfaitement opaques. — Des grains d'un *brun clair*, faiblement translucides. — Des grains très-fins, d'un *brun-rougeâtre* ; ces grains peuvent se subdiviser encore en plusieurs sortes par l'observation de leurs propriétés physiques et chimiques. Nous allons examiner successivement la nature et les

propriétés de ces grains, et les caractères qu'ils impriment aux laves dans lesquelles ils sont en quantité dominante.

Les *grains blancs* appartiennent à trois espèces distinctes de minéraux; les uns, et ce sont les plus communs, se fondent en émail blanc, et appartiennent au *feldspath*; les autres sont très-difficiles à fondre, ils se colorent en noir par le feu; ils peuvent être rapportés au *péridot*; les troisièmes sont absolument infusibles, mais ils conservent leur couleur au feu: ce sont des grains d'*amphigène*.

Les *grains feldspathiques*, suivant leur prédominance, communiquent aux laves lithoïdes des caractères différens.

Celles qui n'en renferment que de 0,45 à 0,55, fondent en émail noir. Les bords minces des éclats de ces laves sont vert-bouteille foncé. Tels sont les *basaltes noirs*, ou d'un noir grisâtre.

Celles qui en contiennent de 0,55 à 0,70, fondent en un verre de couleur vert-bouteille. Ce sont les *basaltes noirâtres*, verdâtres, et gris-cendré.

Les laves lithoïdes qui en renferment 0,90, fondent en verre blanc: telles sont les *laves pétrosiliceuses*, les *phonolites* (Klingstein), les *domites*.

Les *grains jaunâtres* ou *verdâtres*, ou d'un vert noirâtre, appartiennent, ou au *pyroxène*, ou à l'*amphibole*. L'auteur convient qu'il est quelquefois difficile de les distinguer, et donne, pour les reconnaître, les caractères suivans:

Les *grains pyroxéniques* sont arrondis et irréguliers; ils offrent une cassure vitreuse, ra-

boteuse; néanmoins ils sont assez éclatans, leur couleur est le vert-bouteille, le vert-jaunâtre, et le vert-noirâtre. Ils sont moins fusibles que le *feldspath*, et donne un verre de couleur vert-jaunâtre ou vert-bouteille, et ils deviennent très-fusibles par le contact du *feldspath*.

Les *grains amphiboliques* sont alongés, et tendent à la forme prismatique, ils offrent des indices de lames, et n'ont d'éclat vif que dans le sens des lames; ils sont bruns ou verts-noirâtres. Ils fondent avant le *feldspath*, et donnent un émail brun ou vert-noirâtre.

Le *maximum* de proportion des grains pyroxéniques est de 0,45 dans les laves lithoïdes, et ces laves fondent en noir; on ne les trouve que pour 0,01 dans celles qui fondent en verre blanc.

Les *grains noirs opaques* appartiennent, soit au *fer titané*, qui ne renferme que 0,05 de titane, soit au *titane ménakanite* qui renferme parties égales de titane et de fer, soit au *fer oligiste*.

Les *grains de fer titané* ont un éclat métallique vif, une cassure conchoïde parfaite; ils sont attirables à l'aimant.

Le *maximum* de proportion dans les laves lithoïdes qui fondent en noir est 0,15.

Les *grains de titane ménakanite* sont en proportion beaucoup plus faibles; ils sont d'un noir persistant, très-difficiles à fondre, et ne sont pas enlevés par le barreau aimanté.

Enfin, les *grains de fer oligiste* se reconnaissent à la poussière rouge qu'ils donnent par la trituration; ils sont très-rare dans les laves. L'examen que M. Cordier a fait d'un grand

nombre de laves lithoïdes, lui a appris qu'il n'y avait, dans ces roches, que deux des substances précédentes qui y dominassent; savoir: le *feldspath* et le *pyroxène*. Toutes les autres y sont toujours en proportion très-subordonnée; ainsi l'amphibole qui avait été admis sans examen dans la plupart des roches volcaniques s'y trouve au contraire très-rarement, et sa présence s'y manifeste par les circonstances suivantes:

On ne le voit guère que dans les laves à pâte feldspathique, et il y est indiqué par des cristaux amphiboliques disséminés très-apparens.

Ces considérations amènent l'auteur à déterminer la nature des *basaltes*, et à rectifier l'erreur commise à cet égard par presque tous les naturalistes.

Si les *basaltes* étaient, comme on l'a cru, une roche d'apparence homogène, composée d'un mélange invisible, de feldspath et d'amphibole, les grains de leur pâte présenteraient les caractères attribués à ceux de l'amphibole, et on y verrait quelquefois des cristaux d'amphibole disséminés. Mais on observe, au contraire, que ces grains offrent tous les caractères attribués à ceux du pyroxène; et, quand il y a des cristaux apparens dans le basalte, ce sont toujours des pyroxènes. A ces observations se joignent les résultats des analyses chimiques qui donnent à peu près la somme des principes terreux et métalliques qu'on doit attendre de la composition des espèces minérales qui entrent dans le basalte, et de la proportion de ces espèces entre elles. Enfin, le passage qu'on remarque sur le mont Meisner en Hesse, entre le basalte de cette montagne et la roche, composée

de cristaux très-distincts de feldspath et de pyroxène, qui le recouvre de plusieurs points, confirme le résultat de M. Cordier, en faisant voir, pour ainsi dire, et d'une manière très-distincte, les parties constitutives du basalte.

D'après les observations précédentes, M. Cordier croit pouvoir diviser en deux sortes les roches volcaniques à pâte lithoïde. Il réunit, sous le nom de *LEUCOSTINE*, les laves lithoïdes qui, fondant en verre blanc, quelquefois piqueté de noir ou de vert, appartiennent au *feldspath* compacte. Elles renferment une petite quantité de fer titané, de pyroxène, d'amphibole, de mica d'amphigène (1); et sous celui de *BASALTE*, les laves lithoïdes qui donnent un émail noir ou un verre de couleur verte foncée. Elles appartiennent au *pyroxène* compacte, et contiennent de petites quantités de feldspath, de fer titané, et quelquefois de péridot, d'amphigène, et de fer oligiste (2).

M. Cordier cherche ensuite à faire voir que les considérations minéralogiques précédentes peuvent être très-utilement employées pour distinguer les *pétrosilex*, les *trapps*, et les *cornéennes* qui appartiennent aux terrains primitifs, ou de transition, des roches qui leur ressemblent, et qui font partie de terrains

(1) Ce sont les *laves pétrosiliceuses* de Dolomieu, le *feldspath compacte sonore* de M. Haüy, le *domite* et la *lave à base de hornstein* de Karsten, le *klingsstein* de M. Werner.

(2) Cesont les *laves ferrugineuses* de Dolomieu, les *laves basaltiques uniformes* de M. Haüy, le *basalte trappéen*, et la *lave* proprement dite de M. Werner.

considérés comme d'origine volcanique par beaucoup de minéralogistes.

1°. Les roches des terrains primitifs et de transition se lient presque toujours par leur mode de stratification, et par les cristaux disséminés qu'elles renferment, avec les roches accompagnantes; tandis que les roches volcaniques lithoïdes n'ont ordinairement aucun rapport de stratification et de composition avec les terrains accompagnant.

2°. Dans les roches volcaniques on trouve des cristaux disséminés de péridot, de pyroxène, d'amphigène, de fer titané, et on n'y voit jamais ni diallage, ni talc, ni chlorite, ni fer oxidulé, ni fer sulfuré, ni quartz; l'inverse s'observe au contraire dans les roches non volcanique.

3°. Le troisième caractère distinctif, celui qui a été l'objet principal des recherches de M. Cordier, se tire du tissu intime et de la composition mécaniques.

Les roches d'origine volcanique, qui par leur apparence lithoïde peuvent se confondre avec les roches primitives ou de transition ou d'origine aqueuse, examinées au microscope, présentent un tissu grossier composé de petits cristaux ou grains entrelacés, mêlés de vacuoles, et offrent tous les caractères d'une masse résultant de la cristallisation confuse de minéraux de diverses espèces.

Les pétrosilex, les trapps et les cornéennes n'offrent rien de semblable; ils montrent au microscope un tissu uniforme sans vacuoles, dont la poussière est composée de grains si

fins qu'on ne distingue aucune diversité dans ces élémens, et qu'on ne peut isoler aucun d'entre eux pour les examiner séparément. Cependant on voit assez ordinairement, dans les trapps et dans les cornéennes, des grains noirs qui, recueillis quoiqu'avec peine tant ils sont petits et rares, ont été reconnus par M. Cordier pour appartenir soit au fer oxidulé, soit au fer sulfuré, minéraux métalliques qui se présentent souvent disséminés en grains ou cristaux très-apparens dans ces roches. M. Cordier a cherché en vain le fer titané dans ces mêmes roches.

Il résulte de ce qui vient d'être rapporté, 1°. que les laves lithoïdes dont l'origine est contestée, sont extrêmement semblables, par leur structure et leur composition mécanique, aux laves lithoïdes modernes.

2°. Que ces roches diffèrent par ces mêmes caractères des roches primitives et secondaires auxquelles on a voulu les assimiler par la nature et par l'origine.

M. Cordier a examiné d'après les mêmes principes les scories et les verres volcaniques.

Parmi les scories, les unes fondent en verre blanchâtre, les autres en verre noirâtre ou verdâtre.

M. Cordier distingue trois sortes de scories, les *scories grumeleuses*, qui ne diffèrent pas sensiblement des laves lithoïdes auxquelles elles sont ordinairement adhérentes; elles présentent les mêmes subdivisions qu'elles.

Les *scories pesantes*. La pâte de celles-ci présente un aspect intermédiaire entre la struc-

ture lithoïde et l'aspect vitreux, c'est-à-dire, qu'on y voit au microscope une substance vitreuse continue dans laquelle sont disséminés des grains blancs, noirs ou verts, semblables à ceux des laves lithoïdes. Dans les scories rouges, la majeure partie des grains noirs appartient au fer oligiste.

Les *scories légères* font voir un tissu uniforme analogue à celui des verres volcaniques; leurs éclats minces sont toujours translucides, avec des couleurs différentes suivant la nature de la scorie dont ils proviennent. La pâte vitreuse de ces scories fait voir néanmoins quelques grains de fer titané, de feldspath, de pyroxène, d'amphigène et de péridot.

Les *pâtes vitreuses* ou verres volcaniques se divisent également en deux genres, suivant qu'elles donnent au chalumeau un verre blanc ou un verre d'un noir verdâtre. Chacun de ces genres présente des verres volcaniques parfaits, c'est-à-dire, qui ne font voir au microscope que quelques grains rares de fer titané. Les imparfaits, qui ont en général un aspect demi-vitreux, présentent une pâte vitreuse dans laquelle sont disséminés des rudimens de cristaux microscopiques, analogues à ceux des laves lithoïdes. Ce sont des grains feldspathiques dans les obsidiennes qui fondent en verre blanc, et des grains de pyroxène dans celles qui fondent en verre noir. On voit dans certains cas la transition de cette obsidienne au basalte le plus dense.

On retrouve dans les *cendres volcaniques* les mêmes élémens que dans tous les produits volcaniques que nous venons de parcourir, c'est-

à-dire, le pyroxène, le péridot, le feldspath, le fer titané, etc., et très-rarement l'amphibole. Ces mêmes élémens se retrouvent encore dans les *tufs volcaniques*, qu'on peut considérer comme des cendres consolidées par diverses infiltrations ou par le tassement. Enfin, dans les *vakes* on retrouve encore les mêmes minéraux microscopiques disséminés dans une pâte due à la décomposition des roches volcaniques solides et réagréées par des infiltrations calcaires, mais beaucoup plus communément siliceuses. C'est toujours le pyroxène qui se montre en plus grande abondance dans les vakes qui fondent en émail noir, et jamais l'amphibole.

M. Cordier tire des observations nombreuses renfermées dans son Mémoire, et dont nous n'avons présenté qu'une partie, plusieurs conséquences importantes pour la géologie; et entre autres les suivantes:

1°. Les roches volcaniques qui paraissent le plus homogènes, sont composées en grande partie de cristaux microscopiques appartenant à un petit nombre d'espèces connues, notamment au pyroxène, au feldspath, au péridot, et au fer titané.

2°. Celles qui ont l'aspect lithoïde et celles qui ont l'aspect vitreux, celles qui n'ont encore éprouvé aucune altération, comme celles qui sont déjà entièrement désagrégées et très-altérées, offrent toujours la même composition mécanique.

3°. Ces roches sont les mêmes dans les produits volcaniques de tous les âges et de tous les pays.

4°. Les analogies qu'on a cru apercevoir entre quelques-unes de ces roches, et les roches primordiales ou secondaires à base de pétrosilex, de trapp ou de cornéenne, ne sont pas fondées.

5°. Les terrains volcaniques, considérés sous le point de vue le plus général, offrent une constitution toute particulière qu'on ne retrouve dans aucun terrain.

DÉMONSTRATION GÉNÉRALE

DU

THÉORÈME DE FERMAT

SUR LES NOMBRES POLYGOUES ;

Par A. L. CAUCHY, Ingénieur des Ponts-et-Chaussées (1).

Le théorème dont il s'agit, consiste en ce que tout nombre entier peut être formé par l'addition de trois triangulaires, de quatre carrés, de cinq pentagones, de six hexagones, et ainsi de suite. Les deux premières parties de ce théorème, savoir, que tout nombre entier est la somme de trois triangulaires et de quatre carrés, sont les seules qui aient été démontrées jusqu'à présent, ainsi qu'on peut le voir dans la *Théorie des nombres* de M. Legendre, et dans l'ouvrage de M. Gauss, qui a pour titre, *Disquisitiones arithmeticae*. J'établis dans le Mémoire que j'ai donné à ce sujet la démonstration de toutes les autres; et je fais voir en outre que la décomposition d'un nombre entier en cinq pentagones, six hexagones, sept heptagones, etc., peut toujours être effectuée de manière que les divers nombres polygones en question, à l'exception de

(1) Cet article est extrait du *Bull. des Sc.*