

L'ÉTUDE MICROSCOPIQUE DES ROCHES.

RÉSUMÉ D'UNE LECTURE FAITE A L'ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DU 29 JANVIER 1876 ;

PAR

Le R. P. RENARD, S. J.

L'intérêt qui s'attache au nouveau mode d'investigation introduit en géologie par l'analyse microscopique des roches pratiquée d'après la méthode de Sorby, et l'importance des faits que ce genre d'étude vient de révéler aux savants, engagent le R. P. Renard à exposer succinctement le développement historique de la micrographie des roches, à indiquer les opérations à faire pour préparer les lames minces que l'on soumet à l'analyse microscopique par la lumière transmise, et à montrer d'une manière générale les avantages qui résultent de ces recherches.

Pour donner un exemple des résultats remarquables auxquels on peut arriver par ce nouveau mode d'analyse, il se propose de décrire avec quelques détails les corps étrangers que le microscope décèle au sein même des minéraux qui constituent les roches, et de faire connaître quelques-unes des conclusions importantes auxquelles ces découvertes ont conduit.

Les roches qui forment l'écorce du globe sont généralement des agrégats de minéraux, composés d'éléments plus ou moins discernables à l'œil nu ou à la loupe. Il arrive souvent que la finesse de leur grain est telle, qu'il devient impossible, par les modes d'observation généralement en usage, d'individualiser leurs minéraux constitutifs et leur structure, et partant, de lever les doutes relatifs à leur origine.

L'importance d'une classification naturelle des roches, fondée

sur la détermination de leur composition chimique et de leurs propriétés physiques, frappa dès les débuts de la géologie, quelques savants français comme Dolomieu et Cordier. Pour avancer dans la connaissance des roches à structure serrée et d'apparence homogène, ils firent usage du microscope, et étudièrent à l'aide de cet instrument des fragments de roches triturés. Mais en triturant une matière pierreuse, les éléments brisés irrégulièrement laissent difficilement reconnaître leurs formes et leur mode d'agencement. Néanmoins cette méthode, malgré ses imperfections, constituait un progrès réel. L'application du microscope en pétrographie, qui devait plus tard réaliser de si brillantes découvertes, était inaugurée; il fallait perfectionner les procédés d'observation, et ce fut à M. Sorby que revint l'honneur d'imaginer une méthode, qui devait devenir le point de départ de travaux variés, tendant à transformer profondément les connaissances que nous avons sur les roches. Le procédé de M. Sorby consiste essentiellement à tailler les roches en lames minces transparentes. En 1858, il fit connaître au monde savant son mode d'observation dans la *Revue de la Société géologique* de Londres; ces recherches comprennent la première série de travaux systématiques sur l'examen à l'aide du microscope des minéraux et des roches réduits en lames minces. Quelques années après la publication de ce remarquable mémoire, Sorby, se rendant à Bonn, y fit la connaissance d'un jeune géologue et lui exposa son mode d'investigation. Celui-ci entrevit d'un coup d'œil le champ inexploré que lui ouvrait l'application des procédés du célèbre micrographe anglais. Il les mit immédiatement en œuvre; divers groupes de roches et de matières vitreuses lui fournirent, en peu de temps, une riche moisson de résultats scientifiques; et, par une série de brillants travaux, il conquit les chaires les plus enviées des universités allemandes. Ce premier disciple du géologue anglais est M. Zirkel, actuellement professeur à l'université de Leipzig. En même temps paraissaient les recherches de Vogelsang, et ces deux savants donnèrent l'impulsion aux nouvelles recherches. Le P. Dressel suivit de très-près leur exemple et fit connaître en 1863 ses études microscopiques sur le basalte, dans son mémoire couronné à

Haarlem. Ces succès attirèrent bientôt l'attention des géologues de l'Allemagne, et il se forma une école de micrographes, qui compte aujourd'hui dans son sein les hommes les plus éminents, parmi ceux qui s'appliquent aux investigations relatives à la connaissance des roches et des minéraux.

Après ce résumé succinct du développement de la nouvelle méthode, voyons la manière dont on prépare les roches pour l'étude au microscope. On détache, à l'aide du marteau, un éclat de l'échantillon à analyser. Ce fragment, de deux à trois centimètres, est usé d'un côté sur une plaque de fer; à l'aide d'émeri interposé, on obtient une face bien égale; grâce à son poli, elle s'attache aisément à une plaque de verre sur laquelle on la fixe au moyen de baume du Canada. Il reste alors à user de la même manière la seconde face, jusqu'à ce que la lamelle ait atteint une minceur suffisante pour une bonne observation. Généralement ce degré de transparence est obtenu lorsqu'on peut lire, à travers la lame, les caractères imprimés sur lesquels on la pose. Celles dont M. de la Vallée et le P. Renard se sont servis pour étudier les roches belges qu'ils ont décrites, mesuraient en moyenne $\frac{1}{40}$ de millimètre d'épaisseur, d'après les déterminations de M. Voigt, de Göttingen. A l'aide de certains phénomènes optiques observés dans les lames minces de la diorite de Quenast, qui contiennent du spath calcaire, ils ont pu démontrer que l'épaisseur de ces lames était certainement inférieure à $\frac{1}{28}$ de millimètre.

Le polissage des lames minces de roches cristallines est, dans certains cas, une opération longue et qui réclame une grande habitude. Dans ces derniers temps, on a inventé des machines coupantes et des meules qui rendent plus expéditive la préparation des plaques transparentes; mais aucun des nouveaux appareils, sauf les disques en métal que l'on emploie pour tailler régulièrement un éclat de roche et l'amincir, ne vaut le polissage à la main tel qu'il est encore pratiqué à l'Institut géologique de Leipzig, dirigé par M. Zirkel.

On saisit au premier coup d'œil les avantages que le mode d'observation par lames transparentes doit offrir au pétrographe. L'extrême minceur à laquelle on parvient à réduire cet agrégat

de minéraux permet de distinguer au microscope les différents éléments de la roche, de suivre leurs contours, d'étudier leurs phases de décomposition, leur disposition et leur structure; et puisque dans la plupart des roches les minéraux sont cristallisés, on retrouve dans les lames minces les sections géométriquement terminées de ces divers cristaux et l'on peut se renseigner sur la nature de leurs clivages. Pour déterminer avec plus de certitude encore les propriétés cristallographiques de ces minéraux, on adapte au microscope des appareils propres à mettre en jeu les phénomènes optiques des cristaux, phénomènes qui permettent de s'orienter sur la direction suivant laquelle le cristal fut taillé, d'en reconstituer la forme intègre et de déterminer le système cristallin auquel on doit le rapporter. Notons encore que l'on peut faire au microscope, sur ces préparations, divers essais chimiques: attaquer par des acides un point déterminé de la plaque, suivre minutieusement la marche de la réaction et étudier la manière dont chaque minéral se comporte dans ces essais.

Le P. Renard montre à l'Assemblée une série de plaques taillées; les unes sont à peine ébauchées, d'autres sont presque terminées et permettent de se rendre compte des manipulations auxquelles on doit soumettre la roche pour en faire une préparation microscopique. Il présente ensuite quelques-unes des chromolithographies qui doivent figurer dans le travail qu'il fit avec M. de la Vallée et que l'Académie de Belgique fait imprimer. Ces planches, dont la reproduction est due à un habile artiste, M. Severeyns, représentent des plaques de roches observées au microscope d'après la méthode que l'on vient d'exposer. Il aborde ensuite le sujet même de l'entretien et il montre dans un rapide exposé les belles découvertes sur les enclaves renfermées dans les minéraux des roches, en indiquant les considérations suggérées au géologue par le nouvel ordre de choses que lui révèle le microscope. Les faits qu'il signale sont illustrés par des diagrammes qu'il trace au tableau et qui permettent de suivre comme sur l'objet lui-même, les détails dans lesquels il va entrer et que nous résumons ici.

Les variétés les plus limpides de cristaux offrent souvent à l'œil

nu une foule de corps étrangers renfermés dans le minéral; ils y sont enchâssés comme les feuilles et les brins d'herbe dans un bloc de glace. Mais c'est au microscope surtout que se découvrent emprisonnées dans le cristal un grand nombre de substances étrangères, solides ou liquides, amorphes ou cristallines, que nous désignons sous le nom d'enclaves et dont on décrira les principales variétés.

Les enclaves dont la présence est le plus fréquemment constatée dans les minéraux des roches sont celles que l'on désigne sous le nom d'*enclaves liquides*. Dans toutes les roches belges soumises à l'examen microscopique, on les retrouve invariablement répandues en nombre considérable dans les sections quartzes; elles ont en général moins de $\frac{1}{10}$ de millimètre de diamètre. Ces vacuoles renferment souvent une petite bulle, quelquefois agitée et qui atteste que la substance enclavée est bien un liquide. En suivant attentivement l'acte de la cristallisation d'un corps bien connu, comme le chlorure de sodium, on comprend aisément comment ces enclaves liquides se forment, ainsi que la bulle ou *libelle* qui surnage et s'agite librement entre les parois de son étroite prison. M. Zirkel a mesuré de ces enclaves liquides dont les limites ne comprennent pas plus de $\frac{3}{10,000,000}$ de millimètre carré et dans lesquels il observait encore le phénomène de la bulle mobile. Ces vacuoles sont tellement nombreuses dans les quartz de certains granites que M. Sorby a calculé qu'un pouce cube de cette roche peut en contenir parfois un milliard.

On peut démontrer que ces liquides ont été enclavés au moment de la solidification de la roche; par conséquent, l'existence de ces vacuoles au milieu des cristaux de quartz du granite, par exemple, prouve que cette roche a été formée en présence de liquides ou de gaz qui se condensèrent dans la suite, et l'idée ultra-plutoniste relativement à la formation du granite doit nécessairement être abandonnée.

Quelle est la nature du liquide contenu dans les enclaves? — M. Sorby essaya de résoudre ce problème en faisant congeler ce liquide et il observa que la congélation coïncidait avec le zéro de l'échelle thermométrique; il en conclut que les enclaves renfer-

maient de l'eau. Il arrive que l'enclave emprisonne, outre le liquide, des corpuscules microscopiques qui permettent de pousser plus loin l'investigation et dont l'étude nous met à même de nous prononcer avec probabilité sur des questions géologiques du plus haut intérêt.

La diorite quartzifère de Quenast contient beaucoup de quartz criblés d'enclaves liquides; plusieurs d'entre elles renferment, outre la libelle, de petits cristaux cubiques striés de lignes parallèles aux arêtes du cube. La vue de ces microlithes fait naturellement naître l'idée d'une solution sursaturée de sel marin: la forme de ces cristaux microscopiques, leurs clivages marqués par les stries parallèles font immédiatement penser au sel gemme. Le P. Renard montre comment, par l'analyse spectrale et l'analyse chimique on peut arriver à démontrer que ces cubes sont bien des cristaux de sel marin et que le liquide des enclaves est saturé de chlorure de sodium. Ce résultat avait été obtenu par MM. Zirkel et Sorby, avant les recherches qu'il fit dans le but de déterminer la nature des cristaux cubiques des enclaves de la roche de Quenast. Puisque le liquide sursaturé de sel marin s'est trouvé hermétiquement englobé au moment de la cristallisation du quartz, il est possible, à l'aide des données physiques, de déterminer la température à laquelle cette roche se figea.

Connaissant par des mesures micrométriques le volume d'eau contenu dans la vacuole, on avait à se demander à quelle température il fallait élever cette quantité de liquide pour lui faire dissoudre un cube de sel dont les dimensions étaient évaluées par le micromètre. Le calcul donna une température de 507°c . Acceptons ce chiffre comme approximatif et poursuivons notre recherche des conditions physiques sous l'empire desquelles la roche de Quenast a pu se consolider. Connaissant la température à laquelle s'était formée l'enclave, on pouvait déterminer la pression qui fut nécessaire pour empêcher à cette température la vaporisation complète de l'eau. En appliquant la formule de M. Roche, on obtint une pression de $66,291^{\text{mm}}$, soit 87 atmosphères. Ces chiffres ne représenteraient-ils la vérité que d'une manière approximative, il n'en resterait pas moins vrai que l'étude

de ces inclusions microscopiques révèle au géologue des détails que l'examen le plus minutieux, d'après les méthodes anciennes, n'aurait jamais pu lui faire deviner.

Certaines enclaves ne contiennent pas seulement de l'eau tenant des sels en solution, mais on a démontré, dans des préparations microscopiques de roches, que l'anhydride carbonique liquide est renfermé dans quelques vacuoles des sections quartzeuses. L'ingénieux appareil, inventé par Geissler et Vogelsang, permet d'étudier la dilatation de cette substance sous l'influence d'un accroissement de température, et les chiffres obtenus par ces savants répondent à ceux que Thilorier avait fixés pour la dilatation de l'anhydride carbonique liquide. Après avoir décrit l'appareil de ces deux savants et indiqué le mode d'opération à suivre pour constater la présence de ce corps dans les enclaves, le R. P. Renard passe à l'étude d'un autre genre d'inclusions microscopiques : celles qu'il désigne sous le nom d'*enclaves vitreuses*. Dans le cas des enclaves vitreuses on ne remarque jamais la mobilité de la bulle, qui est alors ordinairement déformée et n'a pas l'aspect sphérique des libelles des enclaves liquides. Celles dont nous nous occupons en ce moment renferment souvent plusieurs bulles ; la coloration de l'enclave est verdâtre ou brunâtre, semblable, sous ce rapport, aux plages vitreuses qui existent dans la roche. Il va sans dire que ces enclaves présentent avec les appareils de polarisation les caractères optiques des substances isotropes. L'inclusion d'un globule vitreux au sein des cristaux de quartz est un fait décisif en faveur de l'origine de ce minéral par voie de fusion.

Après avoir fait connaître les *enclaves lithoïdes*, décrit les cristaux microscopiques emprisonnés dans les minéraux cristallisés qui forment les roches et fait remarquer la série des formes rudimentaires de ces microlithes, le P. Renard insiste, en terminant, sur l'importance, dans l'étude des sciences naturelles, de scruter la nature dans les moindres détails.