

9.

DES
CARACTÈRES DISTINCTIFS DE LA DOLOMITE

ET DE

LA CALCITE DANS LES ROCHES CALCAIRES ET DOLOMITIQUES
DU CALCAIRE CARBONIFÈRE DE BELGIQUE;

PAR

A. RENARD, S. J.,

Conservateur au Musée royal d'histoire naturelle de Belgique.



BRUXELLES,

F. HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADEMIE ROYALE DE BELGIQUE.

—
1879

Extrait des *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*,
2^{me} série, t. XLVII, n° 5; mai 1879.

DES
CARACTÈRES DISTINCTIFS DE LA DOLOMITE

ET DE

LA CALCITE DANS LES ROCHES CALCAIRES ET DOLOMITIQUES
DU CALCAIRE CARBONIFÈRE DE BELGIQUE.

La distinction, à l'aide des caractères microscopiques, de la calcite et de la dolomite dans les roches qui offrent ces éléments associés, présente des difficultés que l'on ne rencontre pas pour la détermination des cristaux macroscopiques des mêmes espèces. Ces difficultés proviennent en partie de la similitude de composition et de forme qu'affectent ces minéraux dont on ne peut évaluer, dans le tissu serré des roches, les valeurs angulaires, ni tenir compte avec certitude de leurs propriétés chimiques respectives. Cependant, deux questions importantes au point de vue minéralogique et géologique sont liées intimement

à la distinction de la calcite et de la dolomite dans les lames minces des roches étudiées au microscope. La première se rapporte à la composition minéralogique des roches dolomitiques qui s'écartent du type normal ($\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$) ; la seconde, l'une des plus controversées en géologie, a trait au mode de formation des calcaires dolomitiques et de la dolomie. Sans nous arrêter à la discussion des opinions émises sur ces questions, qui sont d'ailleurs parfaitement exposées dans le savant travail de MM. Doelter et Hoernes (1), nous nous bornerons à signaler ici les caractères distinctifs de la calcite et de la dolomite, tels qu'ils apparaissent au microscope dans les préparations des roches. Il est évident que si l'on parvient à établir ces caractères d'une manière nette et précise, on peut s'attendre à ce que l'analyse microscopique jette du jour à la fois sur la composition minéralogique et sur l'origine des roches qui renferment comme éléments fondamentaux les espèces minérales dont nous allons décrire la microstructure. Cette note, comme celle que nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie sur les phthanites du calcaire carbonifère, doit être considérée comme un travail préliminaire à notre monographie lithologique des roches de cet étage. Quoique nous n'ayons pas encore appliqué l'analyse microscopique à d'autres roches qu'aux calcaires et aux dolomies des assises du calcaire carbonifère, le grand nombre de types que nous avons étudiés et dont nous avons fait polir plus de deux cents préparations, nous ont donné des caractères si constants que nous croyons pouvoir les généraliser pour toutes les roches dolomitiques de

(1) C. DOELTER et R. HOERNES, *Chemisch-genetische Betrachtungen über Dolomite* (JAHRB. K. K. GEOL. REICHSANST., vol. XXV, 1875, p. 293).

cet étage et nous n'hésitons pas à penser qu'ils pourront s'appliquer aux calcaires et aux dolomies d'autres formations.

Comme nous allons le montrer en résumant les travaux antérieurs, on n'était pas parvenu à fixer d'une manière certaine les caractères micrographiques de ces deux espèces. M. von Inostranzeff (1) est le premier, croyons-nous, qui se soit occupé de rechercher les caractères distinctifs de la dolomite et de la calcite dans les roches taillées en lames minces. Des calcaires types grenus de la Finlande et des monts Oural, lui permirent d'observer que tous les grains de calcite se montrent striés par l'interposition de lamelles hémitropes (2) et qu'ils sont sillonnés

(1) VON INOSTRANZEFF, *Unt. von Kalksteinen und Dolomiten* (JAHRB. DER GEOLOG. REICHSDRÄSTALT. TSCHERNAK'S MINERALOGISCHE MITTHEILUNGEN 1875, p. 45).

(2) Cette macle de la calcite a son plan d'assemblage parallèle et l'axe d'hémisphérie normal à b^1 . Les axes des deux individus formant entre eux des angles de $127^\circ 20' 52''$ et $52^\circ 50' 28''$, et en supposant que l'un soit resté fixe, l'autre peut être considéré comme ayant tourné de 180 degrés autour de l'axe hémitropique. Cette structure des cristaux de calcite se traduit au microscope par des stries parallèles et extrêmement fines qui furent signalées par Oschatz dans un des premiers travaux sur l'étude microscopique des roches (*Zeitschrift d. d. geol. Gesellschaft*, t. VII, 1855, p. 5). Stelzner (*Petrographische Bemerkungen über Gesteine des Altai*, 1871, p. 56) a fait remarquer que ces stries hémitropes dans les plages de calcite des calcaires cristallins pourraient bien avoir été provoquées par les efforts mécaniques auxquels les couches de calcaire auraient été soumises. On sait en effet que Reusch (*Pogg. Annalen*, CXXXII, 445) est parvenu dans ses remarquables expériences à provoquer l'apparition de ces stries hémitropes en soumettant des cristaux de calcite à l'action d'une vis de pression. Quoi qu'il en soit de l'interprétation suggérée par M. Stelzner, bornons-nous à indiquer que l'on découvre bien souvent des cristaux de calcite striés par ces lamelles hémitropes et pour la produc-

en outre par les lignes de clivage coupant ces stries et conservant toujours à peu près la même orientation. La roche de Gopunwara en Finlande se présente au microscope avec des caractères différents, tandis qu'une partie des granules incolores qui la composent ne montre pas de stries hémitropes, mais simplement des traces de clivage, d'autres sont striés; traitée avec un acide faible, il laisse un résidu de dolomie. La roche grenue de Kiwisari est formée de granules dont le plus grand nombre ne porte pas les stries hémitropes; presque tous, au contraire, sont sillonnés par les lignes du clivage rhomboédrique. Les granules striés polarisent fortement la lumière, ils sont plus brillants que ceux sans lamelles polysynthétiques. Dans la dolomie grenue de Tiosia, l'auteur n'observa point une seule plage avec stries hémitropes; il constata le même fait dans deux autres roches dolomitiques : celle de Kjapjaselga et celle de Tschewscha-Selga. M. Inostranzeff fit marcher de pair l'étude chimique avec l'examen microscopique de ces roches. En comparant les rapports de la teneur en carbonate de calcium pur et en dolomite avec les caractères microscopiques des roches analysées, il arrivait à ce résultat remarquable que les calcaires types au point de vue chimique ne sont composés que de plages cristallines striées par l'interposition de lamelles hémitropes et que la teneur en carbonate double de calcium et de magnésium augmente

tion desquelles on ne peut faire appel à la pression (Cf. QUENSTEDT, *Minéralogie*, 493, 1877). Les cristaux de calcite des géodes et les rhomboédres les plus transparents de spath d'Islande sont souvent pénétrés par une multitude de lames minces, orientées d'après la loi que nous énoncions plus haut et produisant sur la face de clivage des stries parallèles à la diagonale horizontale (DES CLOIZEAUX, *Manuel de minéralogie*, t. II, 1874. p. 108).

à mesure que le nombre des sections sans stries polysynthétiques diminue. Il s'ensuivrait que le caractère distinctif des plages de calcite doit se trouver dans la présence des lamelles hémitropes, et celui de la dolomite dans la présence exclusive des lignes de clivage. Une conclusion qui découlerait de ces observations, c'est que la dolomie ne serait pas composée de cristaux de dolomite dont la teneur variable en carbonate de calcium et de magnésium devrait s'interpréter par le remplacement partiel de ces deux bases suivant les lois de l'isomorphisme. Il s'ensuivrait que dans les roches dolomitiques n'appartenant pas au type normal, chacun des grains qui constituent la roche ne possède pas la composition que l'analyse brute indique. M. Inosttraneff arriverait donc à confirmer les recherches antérieures de Karsten (1). Ce savant avait établi que des calcaires dolomitiques attaqués à 0° par l'acide acétique dilué laissent un résidu cristallin présentant la composition de la dolomie normale. Nos observations sur les roches dolomitiques nous amènent, comme les auteurs que nous venons de citer, à croire que beaucoup de ces roches sont formées d'un mélange mécanique de calcite et de dolomite ; nous démontrerons, toutefois, que l'on ne peut pas s'établir sur la présence ou l'absence des stries hémitropes pour discerner, comme l'a fait M. Inosttraneff, les grains de dolomite des plages de calcite. Comme nous allons le voir, cette déduction présente un caractère trop général ; non-seulement les sections de calcite sont loin d'être toutes striées, mais il arrive que la dolomite elle-même offre l'interposition de lamelles polysynthétiques.

(1) *Karsten's Archiv für Mineralogie*, XXII, 572, voir aussi SCHAFHAÜTL, *Neues Jahrb. für Min.*, 1864, p. 812.

L'objection que nous venons d'énoncer a été relevée par M. Doelter (1) dans sa communication préliminaire au mémoire qu'il a fait paraître avec M. Hoernes sur les roches dolomitiques. Il fait observer que le diagnostic reposant sur la présence ou l'absence des stries hémitropes ne peut être mis en jeu que lorsqu'on étudie des roches à gros grains et il substitue à ce caractère les indications que l'on peut obtenir en observant l'action des acides sur les parties calcaires ou dolomitiques des roches taillées en lames minces. A cet effet, il attaque une plaque de calcaire type à l'aide d'acide chlorhydrique dilué, dont il augmente peu à peu la concentration ; lorsque cet acide est parvenu à dissoudre tous les granules calcaieux, M. Doelter prend une solution au même degré de concentration et qu'il nomme sa solution normale. A l'aide de cet acide ainsi dilué, il attaque des plaques minces de roches contenant à la fois de la calcite et de la dolomite et il arrive à indiquer d'après le résidu plus ou moins notable de dolomite qui reste inattaquée, la quantité proportionnelle de calcite et de dolomite. Il constate que ces résultats concordent avec ceux que lui fournissent l'analyse chimique des mêmes roches. Le caractère sur lequel s'appuie M. Doelter ne repose donc que sur la résistance que la dolomite oppose à l'action des acides. Nous appliquerons à notre tour cette même donnée ; mais il nous paraît nécessaire de ne pas l'employer seule et de faire servir en même temps pour déterminer ces deux espèces minérales, les indications que nous fournissent leurs propriétés physiques.

(1) DOELTER, *Vorläufige Mittheilung über Untersuchungen von Dolomiten aus Sud-Tyrol* (VERHANDL. DER K. K. REICHSANSTALT, 1873, p. 166).

Dans le travail que M. Lagorio (1) a publié sur les roches de la région orientale de la Baltique, cet auteur nous paraît serrer le problème de plus près que ne l'avaient fait ses devanciers. Après avoir indiqué à son tour le peu de certitude que donnent les caractères distinctifs formulés par M. Inostranzeff en montrant que, dans plusieurs cas, le calcaire se présente sans lamelles hémitropes, il attache un certain poids au fait que la dolomite est surtout caractérisée par la forme rhomboédrique plus ou moins parfaite qu'affecte ce minéral lorsqu'il entre comme élément constitutif dans les roches. Il montre dans divers passages de son mémoire comment cette interprétation est en accord avec les résultats de l'analyse chimique ; mais l'auteur n'a pas formulé d'une manière assez nette l'importance que l'on doit attacher à ce caractère, que nous considérons comme fondamental. En traitant des calcaires dolomitiques dévoniens, il indique bien que la dolomite s'y distingue par des cristaux rhomboédriques ; mais il ajoute que ces roches contiennent en même temps, quoique en nombre moins considérable, d'autres cristaux de même forme que l'on ne peut considérer, vu leur manière de se comporter aux acides, comme de la dolomite. Il envisage les rhomboèdres qui se dissolvent dans l'acide acétique comme de la calcite ; ceux qui résistent à l'action de cet acide, il les rapporte à la dolomite (2).

(1) LAGORIO, *Mikroskopische Analyse Ostbaltischer Gesteinsarten* (ARCHIV. FÜR DIE NATURK. LIV. EST. UND KURLANDS, 1 série, 7 vol., 1876).

(2) Loc. cit., p. 54. Fischer-Benzon, dans son mémoire sur la structure des halysites (*Mikroskopische Untersuchungen über die Halysites Arten und einigen Gest. aus den russischen Oostsee-Provincen* (ABH. AUS DEM GEBIETE DER NATURW., HAMBURG, 1871), indique déjà la forme rhom-

Le récent travail de M. Loretz (1) sur les dolomies du Tyrol méridional, consacré à ce groupe de roches célèbres entre toutes dans l'histoire de l'origine de la dolomie, ne nous fournit pas de détails que l'on puisse appliquer aux calcaires dolomitiques ou aux dolomies du calcaire carbonifère de Belgique. L'auteur trouve que la plupart des dolomies dont il décrit la microstructure sont caractérisées par des éléments qu'il nomme macrocristallins, associés à d'autres, de dimensions moindres, qu'il désigne sous le nom de microcristallins. Cette structure, qui semble dominer dans les roches du Tyrol, ne se présente pas dans les dolomies de Belgique dont l'un des traits les plus saillants au contraire est l'uniformité du grain qui se montre aussi bien à l'œil nu et à la loupe dans les échantillons, qu'à l'aide du microscope dans les lames taillées. Une grande partie du travail de M. Loretz est ensuite consacrée à décrire la structure *oolithoïde* de la dolomie; cette structure n'est jamais représentée, peut-on dire, dans les roches que nous avons choisies comme objet de nos études. Les formes plus ou moins circulaires, que nous avons rencontrées dans le calcaire carbonifère se montrent, pour le plus grand nombre, composées de sections de fossiles; plus rarement nous y découvrons des concrétions, mais nous n'avons aucune raison de croire qu'elles soient composées de dolomie. La structure schistoïde et bréchoïde, qu'il découvre dans la dolomie du Tyrol, manque aussi dans nos roches

boédrique comme fréquente pour la dolomite dans les roches qu'il a étudiées; mais, comme M. Lagorio, en différents passages de son travail, il parle de cristaux de calcite cristallisée sous cette forme.

(1) H. LORETZ, *Untersuchungen über Kalk und Dolomit. I, Sud-Tyroler Dolomit* (Z. d. d. c. G. 3 fasc., 1878, p. 387).

de Belgique. Les roches du calcaire carbonifère que nous avons examinées peuvent toutes se rapporter au type de structure que M. Loretz désigne sous le nom de macro-cristalline uniforme. En résumé, le mémoire de ce savant est plutôt consacré à décrire la microstructure de la dolomie comme roche, qu'à nous faire connaître les caractères propres de la dolomite et de la calcite.

M. Bonney (1) dans un de ses derniers travaux a touché de plus près la question. Après avoir rappelé que la calcite est représentée dans les traps micacés de la région de Kendal et de Sedbergh, il indique qu'elle est assez souvent associée à un minéral qu'il considère comme de la dolomite; pour établir la distinction entre ces deux espèces, il se fonde sur ce que les grains qu'il rapporte à la dolomite ont une forme plus régulière, des clivages moins distincts et des couleurs plus vives que les sections de calcite. L'étude d'un grand nombre de préparations de roches dolomitiques, et entre autres de dolomies du Tyrol, semble lui prouver que la dolomite se présente d'ordinaire sous la forme de grains réguliers polygonaux ou arrondis, tandis que ceux de la calcite sont ordinairement terminés par des contours qui ne rappellent aucune loi cristallographique. Les clivages sont moins visibles dans le premier minéral que dans le second; mais les grains de dolomie se colorent vivement entre nicols croisés, tandis que les teintes du calcaire sont plus sombres. On voit que M. Bonney met plus de poids sur la forme des sections, comme l'avait déjà fait M. Lagorio; toutefois il nous paraît ne point la spécifier assez. A notre tour, nous allons

(1) BONNEY et HOUGHTON, *On some mica-traps from the Kendal and Sedbergh districts* (QUART. JOURN. OF GEOL. SOC., février 1879, p. 167).

essayer de montrer que les formes cristallines de la calcite et de la dolomite doivent être prises en considération, si l'on veut démêler la structure intime des roches que nous étudions; et, groupant autour de ce caractère toutes les particularités, qui découlent de nos observations, nous espérons établir les différences qui permettent de distinguer, dans les lames minces, ces deux espèces minérales. Nous croyons devoir ajouter que cette note n'a point d'autre but que de préciser le facies microscopique de la dolomite et de la calcite; nous réservons pour une autre communication de traiter en détail de la composition minéralogique des calcaires et des calcaires dolomitiques, ainsi que du mode de formation de ces roches. Si nous parvenons à établir ces caractères distinctifs, nous aurons mis entre les mains du lithologue le moyen de trancher ces deux importantes questions.

Lorsqu'on envisage la manière d'être de la dolomite et de la calcite macroscopique au point de vue de la forme cristalline, un fait qui frappe tout d'abord, c'est la tendance que possède la première à s'offrir avec le *rhomboèdre primitif* et la rareté exceptionnelle de cette même forme pour la calcite. De toutes les espèces minérales, la calcite est incontestablement la plus féconde en modifications de formes, et d'un autre côté c'est de tout le groupe des carbonates rhomboédriques le minéral qui se présente le moins souvent sous la forme dite primitive du rhomboèdre de 105°, que l'on peut obtenir par le clivage de tous les cristaux de cette espèce. On a même douté que la calcite pure ait jamais été observée sous cette forme, et l'on a pensé que les cristaux primitifs considérés comme de la calcite devaient être plutôt rapportés à la dolomite, qui affecte d'habitude, on le sait, une forme différant de quel-

ques degrés à peine du rhomboèdre primitif de la calcite (1). Il est incontestable toutefois que dans la variété de cette espèce la plus pure et la plus transparente, le spath d'Islande, on a rencontré très rarement des rhomboèdres primitifs. D'après Dana (2) on a trouvé dans cette région un rhomboèdre primitif mesurant 6 mètres de longueur sur 3 mètres de haut. Des Cloizeaux (3) dit seulement que les spaths calcaires du gisement d'Helgastad en Islande ont pour forme dominante le même rhomboèdre. Nous devons cependant ajouter ici qu'il s'est formé des cristaux rhomboédriques de calcite dans les expériences de Rose, de Credner, etc. G. Rose (4), dans ses recherches sur les conditions de température et de saturation qui président à la cristallisation du carbonate de calcium dans le système rhomboédrique sous la forme de calcaire spathique ou dans le système rhombique sous la forme d'aragonite, a obtenu des cristaux de calcite qui possédaient la forme du rhomboèdre primitif.

II. Credner (5) dans les recherches qu'il poursuivit sur le même sujet a enrichi nos connaissances relativement aux conditions qui font cristalliser le carbonate de calcium comme calcite ou comme aragonite. Il montre que cette substance cristallise dans le système hexagonal ou dans le système rhombique suivant les matières en

(1) DELAFOSSE, *Nouveau cours de minéralogie*, t. III, p. 458.

(2) DANA, *A system of mineralogy*, p. 681, 5^e édit., 1871.

(3) DES CLOIZEAUX, *Manuel de minéralogie*, vol. II, p. 106.

(4) *Über die Bildung des Kalkspaths und Aragonits*, POG. ANN., XLII, 1857. *Über die heteromorphen Zustände der kohlensauren Kalkerde* (ABH. DER BERLINER AK., 1856, 1858. Monatsber., 1860).

(5) *Über gewisse Ursachen der Krystallverschiedenheiten der kohlensauren Kalke* (JOURN. F. PRAKTIISCHE CHEMIE, 1870).

solution dans l'eau-mère. H. Credner, de même que G. Rose, a obtenu des rhomboèdres de calcite. Harting (1) et Vogelsang (2) signalent aussi cette forme pour les individus microscopiques de calcite, qu'ils firent cristalliser dans leurs études sur les précipités et les cristallites. Si, comme le démontre H. Credner, les substances étrangères en présence dans la solution qui doit donner naissance aux cristaux de carbonate de calcium déterminent pour ce minéral des modifications dans la forme cristalline, on comprend aisément qu'une espèce répandue si abondamment dans la nature, associée aux minéraux les plus divers, puisse présenter l'extrême variabilité de formes que nous constatons. Ce qui milite en faveur de cette interprétation, c'est la localisation de certaines formes de calcite dans des gisements spéciaux, c'est encore la richesse de forme, que montre la calcite suivant ses associations; nous n'en citerons qu'un exemple bien connu, celui des cristaux de calcite associés à l'apophyllite à Andreasberg. Partant de cette donnée, que certaines substances mêlées à la solution du carbonate de calcium influent sur la forme que revêt ce minéral, et considérant d'un autre côté que dans la nature la calcite affecte très-exceptionnellement de prendre la forme du rhomboèdre primitif, on pourrait peut-être conclure que la solution d'où cristallisèrent les rhomboèdres de calcite doit avoir été dans des conditions tellement spéciales de pureté, qu'on doit s'attendre à ne les trouver que dans des circonstances exceptionnelles. C'est

(1) P. HARTING, *Étude microscopique des précipités et de leurs métamorphoses* (BULL. DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES DE LA NÉERLANDE, 1840, p. 257, etc.).

(2) VOGELSANG, *Die Krystalliten*, 1875, t. V, p. 78.

ce qui semblerait découler aussi du fait que l'on n'observe sous la forme rhomboédrique primitive, que les cristaux de spath d'Islande qui, pour la pureté et la limpidité, sont les types de l'espèce. Cette déduction nous paraît encore confirmée par les résultats du laboratoire. A leur tour les petits rhomboèdres, obtenus par les auteurs que nous venons de citer, ne se seraient formés que parce qu'on a réalisé ces expériences, comme toutes les recherches de ce genre, avec des solutions aussi chimiquement pures que possible : or ces conditions ne sont pas celles de la nature.

Quoi qu'il en soit de l'interprétation cristallogénique que nous venons d'indiquer, le fait fondamental qu'il nous paraît important de relever nous semble acquis : la forme du rhomboèdre primitif n'est presque jamais affectée par la calcite. Il n'est pas douteux que l'on doive retrouver dans les individus microscopiques qui forment la base des roches calcaires cette même tendance à ne se présenter jamais, peut-on dire, avec la forme primitive. En appliquant donc aux plages de calcite des calcaires taillés en lames minces cette règle qui semble découler de toutes les observations macroscopiques, nous arrivons à la conclusion, qu'il est très peu probable que nous trouvions dans les préparations microscopiques de ces roches des sections de calcite avec les contours du rhomboèdre primitif. — Demandons-nous maintenant si la dolomite présente, à ce même point de vue de la forme, la tendance que nous venons de rappeler pour les cristaux de calcite. Nous constatons que tous les auteurs de minéralogie indiquent pour forme ordinaire de la dolomite celle du rhomboèdre de 106°. Tous signalent qu'autant le rhomboèdre de la calcite est extrêmement rare, autant celui de la dolomite se présente habituellement. Il est évident, comme nous le

disions tout à l'heure, que ce caractère constant, pour les individus bien développés de dolomite et de calcite, doit laisser sa trace sur les éléments microscopiques des mêmes minéraux, lorsqu'ils entrent dans la composition des roches massives.

Pour prouver qu'il en est ainsi, décrivons d'une manière générale la structure d'un calcaire et celle d'une dolomie tels que nous les rencontrons dans les roches du calcaire carbonifère de Belgique.

Nous constatons à première vue que dans les calcaires, même ceux d'apparence les plus cristallins, comme les marbres saccharoïdes, on ne découvre jamais, dans la masse, des cristaux ébauchés comme on les voit dans presque toutes les roches cristallines. Les grains de calcaire, examinés à l'œil nu ou à la loupe, se montrent toujours terminés par des contours irréguliers ne rappelant jamais une forme cristalline nettement accusée. A plus forte raison, ne retrouvera-t-on pas de lignes terminatrices dérivant de polygones sectionnés dans les granules microscopiques qui forment le calcaire compacte. Si l'on applique le microscope à l'étude de ces roches, on n'entrevoit pas davantage des sections que l'on pourrait rapporter à une forme cristalline. Sans nous arrêter à une description détaillée de la microstructure du calcaire et nous bornant aux faits en rapport avec ce que nous voulons établir, nous nous contenterons d'indiquer ici les traits saillants que nous offre la calcite dans les lames minces des calcaires que nous avons étudiés. On constate au microscope que ce minéral s'y présente, peut-on dire, sous un triple aspect, indiquant que sa formation est due à des causes d'ordre différent. Dans quelques cas le calcaire est composé de restes organiques qui prennent une part considérable à la

constitution de la roche. Ces sections se distinguent aisément, par leur forme et par leur structure intime, de la calcite, dans laquelle elles sont enchâssées; celle-ci constitue ce que l'on pourrait appeler la pâte ou masse fondamentale cimentant les parties d'origine organique dont elle tapisse aussi les cavités. Les sections de cette masse fondamentale sont quelquefois sillonnées de lignes de clivage, affectant, dans bien des cas, une tendance à la ligne courbe; souvent elles sont formées de lamelles hémitropes; dans d'autres cas, elles apparaissent comme des masses d'aspect terne n'offrant aucune particularité qui trahisse leur structure cristalline, mais à l'aide de l'appareil de Nicol montrant dans tous les cas les phénomènes de biréfringence (1). Jamais ces plages de calcite n'ont les contours rappelant la section d'un cristal; elles sont terminées par des lignes courbes d'allure indéterminée, échancrées ou vagues sur les bords, se fondant en quelque sorte dans la masse entourante; presque toujours on les voit colorées par des matières argileuses, charbonneuses ou limoniteuses. Observons aussi que ces enduits ne paraissent pas répandus d'une manière uniforme sur toute l'étendue de la plage. Enfin on découvre dans les lames minces de calcaire des parties composées de calcite que nous sommes porté à considérer comme dues à une infiltration posté-

(1) On trouve indiqué dans tous les ouvrages de lithologie, que, seule parmi les roches calcaires, la craie n'est point composée de particules cristallines. M. Zirkel a attiré récemment notre attention sur une communication publique à ce sujet par M. Kauffmann, dans les Bulletins de l'Institut géologique d'Autriche. L'auteur y indique que des granules de craie examinés avec l'appareil de Nicol montrent tous les phénomènes de biréfringence. Nous nous sommes assuré par nous-même de l'exactitude du fait signalé par M. Kauffmann.

rieure. Elles se distinguent par la limpidité de leur grain, par la grande dimension des éléments qui les forment, par leur allure indépendante au milieu des sections. Ce qui les caractérise encore, c'est l'abondance des stries hémitropes (1). Mais ces veinules ne nous ont jamais montré des plages à contours polygonaux. (Pour cette description voir fig. 1.) Ce fait qui découle de toutes nos observations paraît bien établi; nous allons voir maintenant le contraste qu'offre à ce point de vue la structure de la dolomie.

Dans une roche dolomitique, ce qui frappe au premier coup d'œil, c'est de voir, avec la tendance à l'uniformité du grain, la nature cristalline des éléments qui la composent; elle se traduit par une rugosité caractéristique, par les facettes brillantes des éléments, qui conservent encore ces faces réfléchissantes alors que la roche tend à se déliter et à passer à l'état terreux. Lorsque la dolomie dans une décomposition plus avancée forme les masses pulvérulentes désignées sous le nom de *cendres dolomitiques*, chaque grain étudié à la loupe montre des formes cristallines, quelquefois bien effacées, à vrai dire, mais toujours assez accusées pour indiquer que chacun des éléments constituait un individu cristallin isolé, terminé par les faces du rhomboèdre primitif, forme qu'affecte si fréquemment la dolomite macroscopique des géodes. — Voyons maintenant, comme nous l'avons fait pour le calcaire, les détails microscopiques d'une dolomie taillée en lame mince (voir la fig. 2). Étudiée avec un grossissement de 20 à 30 diamètres, une roche de ce type présente une structure telle

(1) M. FISCHER-BENZON (*loc. cit.*) a signalé depuis longtemps que les veinules de calcite des calcaires sont en quelque sorte caractérisées par la présence d'un très-grand nombre de grains avec lamelles hémitropes.

que ne l'offre jamais un calcaire. D'abord les restes organiques que l'on peut considérer comme élément essentiel du calcaire ont disparu ou sont à peu près effacés; au lieu des plages irrégulières homogènes, quelquefois sillonnées par les lignes de clivage rhomboédrique et les stries hémitropes, on observe des sections affectant toutes des dimensions à peu près uniformes, et toutes rappelant la forme rhomboèdrique; pour quelques-unes d'entre elles cette forme cristalline est réalisée d'une manière parfaite, d'autres nous la montrent moins bien indiquée, parce que les individus, générés dans leur développement mutuel, se sont trouvés pressés les uns sur les autres, dans des conditions où il leur était impossible de se développer normalement.

Ces lames minces, composées presque exclusivement de petits polyèdres, montrent une structure tellement caractéristique, indiquant pour la dolomite une tendance si prononcée à la cristallisation, qu'il n'existe peut-être pas un type de roche dans toute la série lithologique qui lui soit comparable à ce point de vue. Les cristaux qui composent la dolomie n'ont presque jamais la transparence de la calcite; presque jamais non plus ils ne sont incolores comme ce dernier minéral; les clivages et les stries hémitropes y sont beaucoup moins prononcés ou plus rares. La teinte brun-jaunâtre répandue uniformément sur toutes les sections de dolomite n'est peut-être pas moins caractéristique pour cette espèce. C'est un détail qu'elles ont de commun avec les individus macroscopiques de dolomite qui revêtent ordinairement une coloration jaunâtre ou rougâtre (1). Entre les sections que nous venons de décrire,

(1) M. LAGORIO (*loc. cit.*) attribue à des substances organiques la coloration des cristaux de dolomite. Dans les analyses faites sous le microscope,

on observe quelquefois de petites plages incolores parfaitement limpides, que leurs caractères physiques et l'effervescence qu'elles montrent lorsqu'on les traite avec un acide faible nous démontrent appartenir à la calcite. Comme nous le verrons, nous avons des raisons de penser que les cristaux de dolomite dans beaucoup de dolomies sont cimentés par de la calcite répandue en filaments d'une extrême minceur entre les rhomboèdres. Ce réseau de calcite est quelquefois visible au microscope, quelquefois on parvient à le déceler par l'attaque au moyen des acides. Ces plages calcareuses sont presque complètement défaut dans les roches dolomitiques types, où les grains sont juxtaposés sans interposition entre les individus cristallins. Les détails sur lesquels nous venons d'insister nous permettent donc de distinguer ces deux espèces d'après leurs caractères microscopiques; ils nous fournissent le moyen de constater *de visu* la part que chacune d'elles prend dans la constitution des roches du calcaire carbonifère.

Mais il importe de montrer comment les sections de dolomite et de calcite que nous avons déterminées surtout par leur forme et leurs caractères physiques se comportent sous l'action des acides; nous trouverons dans les réactions micro-chimiques une confirmation des vues que nous venons d'exprimer. Nous nous sommes attaché à faire

nous avons toujours pu déceler beaucoup de fer quand on attaque un cristal de dolomie. Nous croyons que cette substance plus ou moins mélangée à des matières organiques sert de matière colorante pour le calcaire. Nous n'avons rien découvert dans nos préparations qui tende à démontrer l'opinion émise par Ebelmen, que la coloration du calcaire est due à de la pyrite.

ces réactions sous l'objectif même du microscope : ce mode d'étude permet d'apprécier avec certitude la marche de l'attaque, de limiter à un point l'action des réactifs et de démêler au milieu des éléments les centres qui résistent ou qui se décomposent.

Un des traits distinctifs les plus saillants de la calcite et de la dolomite est la facilité avec laquelle la première se décompose sous l'action d'un acide faible, tandis que la dolomite présente une résistance beaucoup plus énergique aux mêmes acides. Autant ces particularités peuvent être saisies avec netteté sur de grands vitraux, autant ces réactions sont-elles voilées dans une masse grenue, d'apparence homogène, composée de granules micro-cristallins de ces deux espèces. Soumettons au microscope une plaque taillée de dolomie dans laquelle nous distinguons des rhomboèdres sectionnés et des filaments incolores blanchâtres que nous rapportions tout à l'heure à la calcite ; recouvrons la plage d'acide chlorhydrique fortement étendu de glycérine : des bulles nombreuses sortent de tous les interstices entre les cristaux de dolomite, recouvrent immédiatement les veinules incolores qui, par leur limpide, leur transparence, leurs contours irréguliers tranchent sur les sections rhomboédriques jaunâtres ; celles-ci ne dégagent point de bulles à leur surface. Si on laisse agir la solution, en la renforçant par une gouttelette d'acide, la lame mince ne tarde pas à se désagréger ; les rhomboèdres restent intacts, ce ne sont que les veinules et la masse qui cimente les cristaux, qui disparaissent et il reste enfin sur le porte-objet des rhomboèdres microscopiques et des sections de mêmes cristaux où l'action de l'acide se traduit par une teinte plus foncée et par une transparence

un peu voilée (1). Si nous soumettons à l'action d'un acide faible un calcaire à grandes plages de calcite avec rares interpositions de rhomboèdres de dolomite, nous observons des faits qui concordent avec ceux que nous venons de décrire; des sections de fossiles, les plages irrégulières incolores striées ou clivées ne tardent pas à se décomposer, tandis que celles à contours polygonaux et que tous les caractères physiques nous font considérer comme de la dolomie, restent insensibles à l'action de l'acide chlorhydrique dilué; sauf les plages rhomboédriques, toute la plaque se recouvre immédiatement de bulles, la netteté des contours de calcite s'atténue et, comme dans le cas précédent, il ne reste plus, lorsque la calcite a disparu, que les cristaux de dolomite. Ceci nous démontre d'une manière certaine que les sections polygonales présentent aux acides une résistance telle que nous ne la constatons pas pour la calcite. C'est donc une nouvelle preuve en faveur de notre détermination.

Nous voulûmes enfin la contrôler par une analyse aussi exacte qu'il nous est permis de la faire sous l'objectif du microscope. Afin d'éliminer, autant que possible, dans les solutions que nous avions à recueillir, les substances étrangères, et pour être bien sûr de n'attaquer que les petits cristaux rhomboédriques, nous avons fait la recherche dont nous allons parler sur une plaque mince de phthanite du calcaire carbonifère, criblée d'enclaves rhomboédriques, présentant le facies des cristaux de dolomie.

(1) L'altération de ces cristaux microscopiques de dolomite par un acide faible se comprend bien si l'on pense aux petites dimensions de ces sections.

Après avoir étendu sur la préparation dégarnie de baume une gouttelette d'acide chlorhydrique concentré et avoir observé l'effervescence aux points où apparaissaient les rhomboèdres, nous recueillîmes la solution à l'aide d'une longue pipette capillaire. On la ferme à un bout au chalumeau, et lorsqu'elle est ainsi transformée en éprouvette on introduit dans la solution une gouttelette d'acétate de sodium et l'on précipite par l'oxalate. On laisse déposer pendant un jour; et lorsque l'oxalate de chaux s'est réuni au fond du tube, à l'aide d'un ciseau on détache l'extrémité où s'est accumulé le précipité. Afin d'éviter que les cristaux de phosphate ammoniaco-magnésine ne s'attachent aux parois de la pipette, on fait écouler la solution sur un porte-objet. Après avoir ajouté de l'ammoniaque, du chlorhydrate d'ammoniaque et du phosphate de soude, on ne tarde pas à observer au microscope les petits cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien caractérisant la présence de la magnésie.

Il nous resterait, en terminant cette note, à dire quelques mots sur l'interprétation qui tend à envisager la dolomitisation comme le résultat d'une action chimique sur les sédiments calcaires et qui aurait transformé ceux-ci en carbonate double de calcium et de magnésium. En nous bornant aux conclusions qui découlent de l'observation microscopique des roches que nous avons étudiées, nous sommes porté à croire que dans un grand nombre de nos échantillons, taillés en lames minces, les cristaux de dolomite sont répartis de telle manière que l'on peut en induire qu'ils sont de seconde formation. Loin d'être distribués d'une manière plus ou moins uniforme entre les granules de calcite, ils sont groupés ou alignés dans des positions où on doit les considérer comme déposés par

infiltrations dans des solutions de continuité de la masse calcaire. Si les cristaux de dolomite s'étaient formés en même temps que la calcite à laquelle ils sont associés, il est évident, croyons-nous, que le premier minéral ne se trouverait pas distribué suivant certaines lignes ou accumulé dans les vides entre les grains de calcite. La roche eût certainement affecté la structure microgranitoïde telle qu'on l'observe dans les masses minérales composées d'éléments divers qui ont cristallisé en même temps. Nous concluons à l'origine secondaire de certaines espèces, qui entrent dans la composition des masses minérales, en nous basant sur la place qu'elles occupent dans les fentes, et les fissures d'une roche préalablement consolidée; nous appliquons la même conclusion aux rhomboèdres de dolomite: car, ainsi que nous l'indiquions tout à l'heure, nous les observons presque toujours groupés en un centre formant comme une géode microscopique, ou alignés suivant des lignes qui retracent la forme des sections de fossiles plus ou moins disparus (fig. 1); nous les voyons localisés dans les vides de ces mêmes restes organiques présentant une indépendance complète d'allure avec les sections environnantes, effaçant par leur accumulation les formes auxquelles ils se sont substitués, car, ainsi que nous l'avons indiqué dans la note sur les phthanites du Calcaire carbonifère, la silice gélatineuse se moule sur les objets et conserve leurs formes; la dolomie, au contraire, par la tendance qu'elle possède à se présenter en cristal terminé, tend à les effacer lorsqu'elle s'infiltre dans les restes organiques. Que cette transformation plus rapide des fossiles soit due, comme l'a récemment avancé M. Sorby, à l'état instable de la calcite rhombique dont un grand nombre de fossiles seraient formés, ou qu'on doive l'attri-

buer à leur structure spéciale ou à leur composition, nous constatons que bien souvent la dolomite choisit de préférence les sections organiques pour s'y développer.

Il n'est pas nécessaire de recourir à l'examen microscopique pour constater cette transformation en dolomite des restes organiques; dans les dolomies les plus caractéristiques des couches du calcaire carbonifère, on observe qu'elles sont bien souvent pétrées de fossiles, de crinoïdes en particulier, formés de dolomite. Ces restes organiques ainsi transformés, nous fournissent une preuve de la dolomitisation du calcaire qui les constituait autrefois. Il est évident que l'on peut avec autant de raison admettre que les organismes microscopiques qui jouent un rôle considérable dans les calcaires compactes et que la masse fondamentale elle-même de ces roches peuvent avoir subi une transformation semblable à celle que nous constatons pour les fossiles visibles à l'œil nu.

EXPLICATION DE LA PLANCHE.

Fig. 1. Calcaire subcompacte blanc grisâtre (III a). La masse fondamentale est composée de calcite, dont les grains ont une texture homogène ou sont sillonnés par les lignes de clivage ou par les lamelles hémitropes. Les plages jaunâtres formées de sections polyédriques plus ou moins régulières sont des cristaux ébauchés de dolomite. La disposition qu'ils affectent montrent qu'ils se sont substitués à une section d'organisme, probablement de bryozoaire $\frac{1}{40}$.

Fig. 2. Dolomie avec crinoïdes (III f). Cette figure représente la structure microscopique d'une roche dolomitique presque exclusivement composée de rhomboèdres de dolomite. Vers le bord à gauche, grande section de crinoïde transformée en dolomite $\frac{1}{40}$.



1.



2.