

SUR LA FORMATION DE LA DOLOMIE

COMMUNICATION PRÉLIMINAIRE

PAR

M. C. Klement,

Aide-naturaliste au Musée Royal d'Histoire Naturelle de Bruxelles.

La présente communication a pour but de prendre date afin de me réserver la priorité de quelques expériences chimiques, par lesquelles je crois pouvoir expliquer la formation d'une roche dont l'origine est recherchée depuis si longtemps. Dès la fin du dernier siècle, en effet, un grand nombre de savants, géologues, lithologistes et chimistes, se sont occupés de cette question, et les hypothèses les plus variées ont été émises, sans qu'on eût trouvé jusqu'ici une solution complète du problème.

Le plus grand nombre de ces hypothèses, se basant surtout sur le manque de stratification et sur la rareté de fossiles bien conservés dans la roche typique, admettent pour la dolomie une formation *indirecte*, par voie de métamorphisme du calcaire déposé par l'action des organismes. Mais quand il s'agit de savoir de quelle manière cette transformation du calcaire en dolomie s'est opérée, les opinions sont des plus divergentes.

La théorie la plus ancienne, celle de l'action de vapeurs magnésiennes d'origine volcanique (*Arduino, Heim, L. v. Buch, Frapolli Durocher*) (1) est aujourd'hui complètement abandonnée et n'a plus qu'une valeur historique.

Un second groupe de savants admettent un apport de magnésie par voie humide, soit sous la forme de bicarbonate (*Dana et Jackson,*

(1) Je renvoie, pour la littérature ancienne, à l'excellent travail de MM. *Doelter* et *Hoernes*, cité plus tard:

Nauck, Pfaff, Hausmann, etc.), soit à l'état de sulfate (*Collegno, v. Alberti, Haidinger, v. Morlot*) ou de chlorure (*Marignac, Favre*) : le bicarbonate remplacerait directement une partie du calcaire, tandis que le sulfate et le chlorure agiraient par double décomposition, en formant du carbonate de magnésium et du sulfate (ou du chlorure) de calcium : $\text{CaCO}_3 + \text{MgSO}_4 = \text{MgCO}_3 + \text{CaSO}_4$; $\text{CaCO}_3 + \text{MgCl}_2 = \text{MgCO}_3 + \text{CaCl}_2$. Mais ces réactions n'ont lieu qu'à des températures assez élevées — 100° à 160°C, d'après *Hoppe-Seyler* (2); — on était donc forcé, pour les expliquer, d'avoir recours à des hypothèses supplémentaires, telles que l'action de sources chaudes ou d'éruptions volcaniques.

Un troisième groupe de savants partent du fait que le calcaire formé par les organismes contient toujours une petite quantité de carbonate de magnésium (0,5 à 1 0/0 ordinairement, mais quelquefois beaucoup plus); ils expliquent alors la formation de la dolomie par la dissolution de l'excès du carbonate de calcium par les eaux atmosphériques, qui contiennent toujours une certaine quantité d'acide carbonique. Cette théorie a été appliquée d'abord par *Grandjean* aux dolomies de la vallée de la Lahn, et généralisée ensuite par *Bischof*. Tout récemment, M. Högbom (1) a suggéré l'idée que ce lessivage du calcaire pourrait avoir eu lieu déjà pendant la suspension des particules calcaires dans l'eau de mer.

Quelques auteurs, enfin, admettent pour la dolomie une formation *directe*, soit par simple dépôt de sources calcaro-magnésiennes (*Leube, Coquand, Rosen, Gümbel*), soit par précipitation à la suite d'une double décomposition de solutions calcareuses et magnésiennes (*Forchhammer, Scheerer*).

De ces différents modes de formation, l'un ou l'autre peut bien avoir eu lieu dans certains cas. Il y a, sans doute, des dolomies déposées par des sources, et d'autres formées par l'action d'eaux magnésiennes sur le calcaire. Mais ces formations ne se rencontrent que dans une étendue très restreinte et d'une manière tout à fait locale. Même la théorie de *Bischof*, qui compte probablement encore le plus d'adeptes, ne saurait s'appliquer à tous les gisements de la roche en question. Les dolomies formées par l'altération du calcaire dolomitique montrent en général un aspect tout à fait poreux et se désagrègent même souvent complètement en grains sableux. Pour expliquer de cette manière la formation des dolomies compactes, *Bischof* était forcé

(2) F. HOPPE-SEYLER, *Zeitsch. deutsch. geol. Ges.*, 1875, **XXV** 11, p. 509.

(1) A. G. HÖGBOM, *N. Jahrb. Min.*, 1894, 1, p. 273.

d'admettre une recristallisation complète de la masse poreuse en une roche massive, qui n'a été observée nulle part avec certitude, au moins sur une grande échelle. En outre, les dolomies poreuses sont généralement accompagnées de couches argileuses et ferrugineuses, souvent métallifères, qui représentent, sans aucun doute, le résidu de bancs calcaires dissous. Ces couches d'argile ferrugineuse semblent manquer, d'une manière générale, aux dolomies massives, non stratifiées. Enfin, si l'énorme excès de carbonate de calcium dans les calcaires dolomitiques avait été enlevé par dissolution, il devrait y avoir une perte de substance et, en conséquence, un abaissement de niveau considérable, dont on ne trouve nulle trace pour les dolomies compactes.

La principale difficulté d'une explication satisfaisante de la formation de la dolomie se résume évidemment dans la question suivante : D'où viennent ces énormes quantités de magnésie, nécessaires pour la transformation du calcaire en dolomie ? La supposition qu'elles aient été apportées par des sources magnésiennes, provenant par exemple de la décomposition de roches volcaniques, est déjà en elle-même — abstraction faite des conditions secondaires de cette action — tellement hypothétique, qu'il est difficile de l'admettre. D'un autre côté, l'eau de mer nous fournit une source presque inépuisable de sels de magnésie, mais elle contient ce corps à l'état de sulfate et de chlorure, et comment ces sels peuvent-ils agir sur le calcaire, puisque, à la température ordinaire, la réaction nécessaire n'a pas lieu ?

Malgré cette difficulté, divers auteurs ont formellement exprimé l'avis, que la source de la magnésie des roches dolomitiques doit être cherchée dans l'eau de mer. Ainsi, par exemple, MM. *Doelter* et *Hoernes* (1), qui cependant ne se prononcent pas sur les modalités de cette réaction ; ainsi, encore, M. *Hoppe-Seyler* (2), qui invoque, pour expliquer la haute température, l'action volcanique. Mais une température de 100 à 160° ne paraît pas bien réalisable pour l'eau de mer ; en outre, on ne découvre souvent aucune trace de vulcanisme dans le voisinage des dolomies.

Les faits qui, pour moi, sont d'une importance fondamentale pour la solution du problème qui nous occupe, sont les suivants :

1° La dolomie typique, c'est-à-dire la roche massive, non stratifiée, se trouve très souvent sous la forme de récifs coralliens (3), et ce sont

(1) C. DOELTER et R. HOERNES, *Jahrb. k. k. geol. Reichsanst.* 1875, xxv, p. 332.

(2) F. HOPPE-SEYLER, *l. c.*, p. 520.

(3) Rappelons en quelques mots la manière dont les récifs coralliens se forment de nos jours. En raison des conditions toutes spéciales que nécessite la

alors toujours les atolls, qui montrent la dolomitisation la plus complète. Tel est le cas des dolomies du Zechstein de l'Orlathal, décrites par *Liebe* (1). Le même cas se présente pour les célèbres dolomies triasiques du Tyrol méridional, dont l'origine corallienne a été démontrée par *v. Richthofen* (2); ce savant insiste expressément sur le fait, inexplicable pour lui, que ce sont précisément les atolls qui sont composés de dolomie, tandis que les récifs barrières sont formés de calcaire dolomitique. Il en est de même, enfin, des dolomies dévonienues et carbonifères de l'Ardenne, dont l'origine corallienne a été mise en évidence par *M. Dupont* (3); les affleurements que ce savant a appelés l'atoll de Roly, montrent d'une manière tout à fait marquante la dolomitisation à la partie centrale de certains récifs.

2° *Dana* (4) rapporte que l'île corallienne émergée de Matea, une des îles Touamotou dans l'Océan Pacifique, est composée à l'inté-

croissance des coraux, ces récifs affectent surtout deux formes : 1° la forme de remparts le long des continents ou des grandes îles, soit que ces remparts bordent directement la côte et en forment la plage—*récifs frangeants*; soit qu'ils soient séparés de la côte par un chenal plus ou moins large et plus ou moins profond—*récifs barrières*. La seconde forme de récifs coralliens est celle de véritables îles. Ces îles coralliennes, ou *atolls*, présentent toujours une forme particulière. Par suite de la croissance plus considérable des coraux vers l'extérieur des récifs, où ces organismes trouvent plus de nourriture, le bord externe de ces îles est toujours plus élevé que la partie centrale, et cette dépression intérieure est ordinairement remplie d'eau, formant ainsi un lac plus ou moins étendu, que l'on appelle la *lagune*. On peut donc dire qu'un atoll n'est autre chose qu'un récif annulaire; il peut être entouré, ou non, d'un récif barrière.

Quant aux lagunes, elle sont ordinairement en communication directe avec la mer, soit par des chenaux à travers le bord extérieur, soit par le fait que ce bord est généralement plus bas et immergé du côté opposé à la direction du vent dominant. Mais il arrive aussi que ces lagunes sont complètement fermées et sans communication avec l'océan, du moins pendant la marée basse.

La configuration des atolls devient quelquefois beaucoup plus compliquée par la réunion d'un grand nombre de petits récifs annulaires en un seul système, qu'on pourrait appeler un *atoll composé* : les îles Maldives, notamment, nous en fournissent de nombreux exemples. *Dana* (l. c., p. 154) les décrit comme suit : « Leur caractère propre consiste dans la présence de petits récifs annulaires à l'intérieur d'un large atoll; les petites îles qui composent le récif extérieur, ainsi que les îlots qui se trouvent à l'intérieur de la lagune, sont formés par de petits récifs annulaires, chacun ayant son petit lac. »

(1) TH. LIEBE, *N. Jahrb. Min.* 1853, p. 769.

(2) F. v. RICHTHOFEN, *Geogn. Besch. d. Umgeb. v. Predazzo etc.*, Gotha, 1860.

(3) E. DUPONT, *Bull. Musée R. d'Hist. nat. Belg.*, 1882, 1, p. 89 et *Bull. Acad. R. Belg.* 1883, v, p. 264.

(4) J. D. DANA, *Corals and Coral Islands*, London, 1875, p. 307.

rieur, c'est-à-dire dans la partie lagunaire, de dolomie contenant jusqu'à 38.07 % de carbonate de magnésium, tandis que les coraux de la même île ne contiennent que des traces de cette substance. Il est évident, ajoute Dana, qu'il y a eu dans ce cas un apport de magnésie par l'eau de mer, probablement concentrée dans une lagune complètement fermée. Il croit que cette réaction s'est faite à la température ordinaire; mais à une autre occasion (l. c., p. 95) il indique lui-même, ainsi que M. *Murray* (3), que l'eau de ces lagunes peut être *fortement* chauffée.

3° Déjà *Dana* (l. c., p. 74) a émis l'opinion que le carbonate de calcium des coraux n'est peut-être pas de la calcite, mais bien de l'aragonite. *Sorby* (4), à la suite de nombreuses recherches sur la nature du carbonate de calcium sécrété par les différents organismes, arrive à la même conclusion. Puisque cette espèce minérale montre des propriétés tout autres que la calcite, j'ai cru pouvoir m'expliquer par ce fait l'insuccès des chimistes, quand ils ont voulu démontrer, par des expériences de laboratoire, la formation de la dolomie, en opérant sur la calcite au lieu de l'aragonite. Par l'emploi de cette dernière espèce, j'ai réussi, en effet, à obtenir une substance qui est probablement de la dolomie. En faisant agir sur de l'aragonite en poudre fine, au bain-marie, dans une capsule en platine couverte, une solution assez concentrée de sel marin avec du chlorure et du sulfate de magnésium, dissous environ dans les mêmes proportions que dans l'eau de mer, j'ai obtenu à plusieurs reprises un produit qui contient, outre de l'acide carbonique et de la chaux, 15 à 32,5 % de magnésie, ce qui répond de 31,5 à 68,3 % de carbonate de magnésium. Durant cette opération la solution employée s'est graduellement concentrée jusqu'à une cristallisation abondante de sel marin. Le produit ainsi obtenu est à peine attaqué par l'acide acétique dilué. Au microscope on voit qu'il est formé de cristaux biréfringents, mais si petits qu'il est difficile de déterminer leur forme cristalline, qui semble cependant se rapprocher du rhomboèdre. Mais quelle que soit la nature et la composition exacte de ce produit, que je me propose de déterminer avec précision, la possibilité de la formation de carbonate de magnésium, et en conséquence de dolomie est prouvée par ces expériences, et cela dans des conditions qui sont approximativement réalisables dans la nature. La température observée, pendant mes expériences, était de 90 à 92°C. Mais vu l'intensité de la réaction, elle se fera probablement encore,

(1) J. MURRAY, *Proc. Roy. Soc., Edinburgh*, 1880, x, p. 511.

(2) H. C. SORBY, *Quart. Journ. Geol. Soc. London*, 1879, xxxv, Proc. p. 60.

quoique peut-être moins énergiquement, à des températures plus basses. La concentration de la solution employée semble jouer un rôle considérable, car en répétant la même expérience, avec la même solution, dans un tube en verre scellé, où une concentration plus complète était donc impossible, je n'ai observé qu'une action tout à fait insignifiante. Je me réserve d'étudier à fond toutes les conditions nécessaires à la bonne réussite de ces expériences, et de revenir alors, dans un travail plus complet, sur ce sujet. Mais je crois déjà pouvoir tirer de tout ce qui précède la conclusion suivante : *La dolomie massive se forme dans des lagunes fermées, par l'action de l'eau de mer concentrée et surchauffée par les rayons solaires, sur l'aragonite des coraux.* Ainsi les parties dolomitiques des bancs coralliens de Roly nous indiqueraient l'emplacement d'anciennes lagunes d'un atoll composé.
