

RECHERCHES
SUR L'ORIGINE ET LE MODE DE FORMATION
DE LA BAUXITE, DU FER EN GRAINS ET DU GYPSE

PAR

Stanislas MEUNIER (1)

Docteur-ès-sciences.

On sait qu'on appelle Bauxite une roche constituée essentiellement par de l'hydrate d'alumine, auquel se mélange, le plus ordinairement, de l'hydrate de peroxyde de fer.

Ce minéral fut d'abord découvert par Berthier aux alentours des Baux (Bouches-du-Rhône) et retrouvé ensuite dans des localités très variées.

Son aspect ordinaire est comparable à celui des argiles ou des porphyres argiloïdes, parfois même à du minerai de fer, et dans beaucoup de circonstances, on s'est complètement mépris sur sa nature.

C'est ainsi qu'en revisant d'anciennes collections du Museum d'histoire naturelle de Paris, j'ai remarqué des échantillons recueillis il y a plus de trente ans par Cordier, et qui portent au Catalogue la désignation suivante :

« 3. Z. 242. — Porphyre argileux décomposé. Du lieu dit le Rou-
» geas, à 1/2 lieue au Nord-Ouest de Cazouls-les-Béziers ; à 1/4 de
» lieue des plâtrières de Cazouls. — Environs de Narbonne (Aude).
» — Cordier. »

Quelques essais m'ayant montré qu'il ne s'agissait aucunement en réalité de roches feldspathiques plus ou moins altérées, j'ai exécuté une série de recherches d'où il résulte que les environs de Narbonne possèdent des gisements de véritable Bauxite.

(1) Présenté à la séance du 25 janvier 1888.

Dans cette localité, on trouve le minéral sous quatre types différents : le premier forme une masse argiloïde, blanche, ayant fortement l'odeur terreuse sous l'influence du souffle, rayée facilement par l'ongle et blanchissant les doigts un peu à la manière de la craie.

Le second type est une substance argiloïde, d'un rose ferrugineux pâle, avec quelques mouches noirâtres ; la cassure est conchoïde et la roche résiste mieux que la précédente à l'effort de l'ongle ; des surfaces internes montrent des frottements à enduits smalloïdes d'un blanc à peine jaunâtre.

Une substance argileuse un peu plus foncée que la précédente, avec délit tabulaire, représente un troisième type. On y voit aussi des surfaces de frottement émaillées, fortement cannelées. La cassure est irrégulière. A sa surface se détachent des pisolithes d'un brun très foncé.

Enfin, comme dernier type, je mentionnerai une roche ocreuse, entièrement pisolithique, offrant l'aspect ordinaire des Bauxites les mieux caractérisées.

J'ai retrouvé la même roche au quartier Crosviel, à Cannes (Alpes Maritimes).

Un autre exemple m'a été fourni par des roches de la Guyane française qui étaient conservées au Museum, et qui avaient été reçues en 1839 de M. Jules Ytier, sous le signe « 8. A. 163. » et avec cette mention : « Peroxyde de fer globulaire rouge. Pointe de Diamant ou Mahury ».

L'analyse m'a montré qu'il s'agit encore ici de Bauxite limonitifère, et ma détermination, publiée en février 1872 dans les *Comptes-rendus de l'Académie des sciences*, a été confirmée, nombre d'années plus tard, par M. Jannettaz.

On sait que sa composition exceptionnelle a désigné la Bauxite à Henri Sainte Claire Deville comme un minerai d'aluminium capable de remplacer avec un grand avantage la Cryolithe, seule employée jusque là. De plus, le même chimiste a augmenté l'intérêt de l'alumine en roche en y démontrant l'existence fréquente du Vanadium et du Titane (1).

Le gisement de la Bauxite, si exactement étudié par Coquand (2), n'est pas moins singulier que sa composition et a conduit ce géologue et bien d'autres à y reconnaître un produit émanant directement de la profondeur.

(1) Annales de chimie et de physique. 3^e série, t. LXI, n^o 317. 1861.

(2) Bulletin de la Société géologique de France. 2^e série, T. XXVIII, p. 98. 1871.

« Les Bauxites, dit-il, se rangent sous la bannière des gîtes irréguliers, auxquels on reconnaît une origine geysérienne. »

Quant au procédé chimique de cette formation, les auteurs sont loin d'être d'accord à son égard.

M. Coquand disait (loc. cit.) : « Quant à leur origine, elle ne saurait être douteuse ; elle se rattache incontestablement à l'intervention de sources minérales qui, à l'époque où vivaient les *Lychnus*, ont apporté, soit dans les lacs, soit à la surface du sol émergé, les aluminates de fer et le diaspore qui constituent les minerais de Bauxite. La structure pisiforme, indépendamment des circonstances géologiques relatées ci-dessus, vient encore corroborer cette opinion. »

Cependant, on peut faire à cette manière de voir des objections dont la principale est que l'alumine hydratée, pas plus que l'aluminate de fer, n'est soluble dans l'eau et que, dès lors, l'assimilation avec le calcaire ou le carbonate de fer paraît très difficile

Aussi ne s'en est-on pas tenu à l'opinion de M. Coquand, et il y a peu d'années M. Dieulafait a publié une théorie qui a été fort remarquée (1).

« Quand, dit-il, les roches de formation primordiale et particulièrement le granit sont soumises à l'action de l'eau et des agents mécaniques, elles se désagrègent et se décomposent ; le quartz et le feldspath non décomposé, réduits en sable, tombent au fond de l'eau et la partie alumineuse et ferrugineuse *provenant de la décomposition d'une partie des feldspaths*, reste en suspension ; elle ira se déposer à une distance plus ou moins grande du lieu de décomposition suivant que les vagues seront plus ou moins agitées. On a alors un hydrate d'alumine plus ou moins mélangé de sesquioxyde de fer, c'est-à-dire de la Bauxite. »

Malgré l'autorité justement acquise de M. Dieulafait et malgré le consentement tacite donné à ce qui précède par des chimistes distingués (2), je ne puis accepter aisément une semblable manière de voir.

Rien, je pense, n'autorise à dire que, sous l'action de l'eau, le feldspath se scinderait en silice et en alumine hydratée. Ebelmen nous a appris toute autre chose pour le feldspath décomposé qui donne le kaolin, et les expériences dans l'eau surchauffée n'ont jamais donné que des silicates d'alumine et non de l'alumine libre.

(1) Comptes-rendus de l'Académie des sciences, t. XCIII, p. 804. 1881.

(2) V. Osmond et Witz, *Étude sur l'industrie du Vanadium*. Bulletin de la Société industrielle de Rouen, année 1882.

Amené, par des recherches très différentes, à étudier les réactions des sels d'alumine et des sels de fer, il m'a semblé que mes résultats fournissent de quoi résoudre la question qui vient d'être agitée.

C'est une pratique ordinaire des laboratoires que de précipiter l'alumine de ses dissolutions à l'aide du carbonate de chaux; mais il faut ajouter que, d'après mes essais, le calcaire en roche réalise la séparation de l'alumine, même dans des conditions comparables à celles où ce minéral se trouve d'habitude dans la nature.

Un fragment de marbre blanc abandonné dans une solution de chlorure d'aluminium, détermine en quelques heures la prise du liquide en une masse gélatineuse où sont retenues prisonnières de grandes bulles d'acide carbonique.

Une solution de chlorure d'aluminium coulant goutte à goutte sur un bloc de calcaire, développe des concrétions turberculeuses d'hydrate d'alumine.

Ces expériences, recommencées en remplaçant le chlorure d'aluminium par le perchlorure de fer, donnent des résultats tout à fait comparables, et la limonite produite finit par ne plus contenir trace de chlorure.

Naturellement, si on mélange les deux chlorures, on obtient des mélanges des deux oxydes en proportion quelconque, reproduisant toutes les compositions de la Bauxite.

Il suffit donc d'admettre que des sources tenant en dissolution de l'alumine et du fer viennent jaillir dans des assises de calcaire, pour comprendre que le carbonate calcaïque soit rapidement remplacé par de la Bauxite. Celle-ci sera dès lors interstratifiée et à son voisinage le calcaire sera plus ou moins corrodé, comme l'est si visiblement l'Urgonien au contact de la Bauxite et tant d'autres couches au contact du fer en grains.

Quant à l'origine du chlorure d'aluminium dans l'eau minérale, il sera bien naturel de l'attribuer à la réaction, dans la profondeur, d'eaux surchauffées, chlorurées, comme l'eau motrice des volcans, sur des feldspaths ou d'autres silicates d'alumine.

En montant dans les failles, l'eau pourra d'ailleurs entraîner des sables granitiques semblables à ceux dont l'association avec les Bauxites préoccupait si fort M. Dieulafait et qui font partie de la grande catégorie des alluvions verticales.

Enfin, l'attaque des roches cristallines fournira aux eaux, non seulement de l'alumine, mais d'autres substances existant dans les roches cristallines, telles que le Vanadium et le Titane.

Si l'on admet cette origine en quelque sorte *hyperépigénique*, puis-

qu'il ne reste rien du calcaire qui a déterminé la précipitation, on explique aisément la structure pisolithique fréquente dans la Bauxite et dans le fer en grains, structure qui est caractéristique des corps précipités dans un liquide où se dégage de l'acide carbonique ou tout autre gaz.

Quant à l'argile, mêlée à la Bauxite ou à la Limonite, elle provient, suivant le cas, des calcaires remplacés ou de roches feldspathiques kaolinisées en partie.

En résumé, la théorie que je propose pour expliquer l'origine et le mode de formation de la Bauxite et de la Limonite geysériennes subordonnées aux calcaires, s'appuie exclusivement sur des réactions bien connues des chimistes; elle rend compte des principales particularités de gisement constatées; peut-être pensera-t-on qu'il y a lieu de la substituer aux suppositions antérieurement émises.

J'ajouterai, sur un plan secondaire, qu'en poursuivant mes expériences et en les variant, je suis parvenu à quelques résultats accessoires paraissant dignes d'être mentionnés.

En abandonnant pendant plusieurs mois un fragment de marbre blanc dans une solution aqueuse et froide de sulfate d'alumine, on constate la formation d'un enduit mamelonné à la surface du calcaire et un dégagement très paresseux de bulles d'acide carbonique.

L'analyse m'a montré dans cette sorte de croûte, la présence de l'alumine, de la chaux, de l'acide sulfurique et de l'eau, constituant plusieurs composés distincts les uns des autres.

Au microscope on remarque une matière amorphe d'un blanc grisâtre. Une lessive de potasse étendue et froide la dissout. Je la regarde comme devant contenir de l'hydrate d'alumine; mais sa dissolution m'a toujours donné la réaction de l'acide sulfurique, comme si la croûte qui recouvrait le calcaire renfermait un sous-sulfate aluminique.

Avec cette matière amorphe, se montrent d'innombrables petits cristaux aciculaires, très actifs sous la lumière polarisée. Leur forme, leurs propriétés optiques, comme les essais chimiques, les font reconnaître comme du gypse, ayant exactement la même allure que les petits cristaux de la pierre à plâtre saccharoïde des environs de Paris.

Leur grosseur est en moyenne de 1 centième de millimètre; ils sont souvent 6 ou 7 fois aussi longs.

Enfin, on est frappé de la présence, au milieu de ces aiguilles gypseuses, de grains extrêmement limpides et éclatants, relativement volumineux.

Certains d'entre eux atteignent un dixième de millimètre et sont sensiblement sphériques ou ellipsoïdaux. On constate qu'ils renferment un grand nombre d'aiguilles gypseuses englobées dans leur intérieur et qui apparaissent surtout, entre les nicols, au milieu de leur substance, qui est inactive à la lumière polarisée.

Des boules de ce genre sont accolées entre elles par des sortes de goulots ou de pédoncules, qui leur donnent un aspect très bizarre.

En poursuivant l'examen de ces corps singuliers, on en voit dont le pourtour, au lieu d'être franchement courbe, prend des angles et devient polygonal, et l'on ne tarde pas à découvrir parmi eux de véritables cristaux.

Parfois, ceux-ci sont d'une netteté, d'une régularité et d'une complication merveilleuses.

Tous dérivent de l'octaèdre régulier et donnent à l'esprit l'idée de diamants microscopiques.

Les octaèdres simples sont fort rares, la modification dite *triforme* s'y est rencontrée plusieurs fois et j'y ai même noté un cristal à 50 faces qui n'en est qu'une complication.

C'est un octaèdre dont les faces *p* sont représentées par 8 hexagones dont les arêtes *b* sont modifiées par trois facettes et dont les angles *a* sont remplacés par 6 troncutures consistant en polygones à 16 côtés.

Malgré la grande durée de mon expérience, les cristaux ainsi préparés étaient fort peu abondants et je n'ai pu en faire qu'une analyse qualitative.

Ils sont immédiatement solubles dans l'eau bouillante et plus lentement dans l'eau froide. L'acool ne les altère pas sensiblement et je me suis servi de ce véhicule dans les observations microscopiques.

Des essais y ont montré clairement la présence de l'acide sulfurique, de l'alumine et de la chaux; peut-être pourrait-on les considérer comme une sorte d'*alun* dont la formule reste à déterminer et qui cristallise dans des formes analogues à celles des aluns proprement dits.

On peut remarquer que cette expérience, où le sulfate d'alumine a été substitué au chlorure d'aluminium, ouvre un aperçu relativement à l'origine du gypse.

La présence simultanée du sulfate d'alumine (*Websterite*) et du sulfate de chaux (*Gypse*) dans certains gisements tels que ceux de l'argile plastique de la région parisienne pourrait même lui donner une certaine importance; aussi l'ai-je soumise à un examen spécial.

Si l'on se reporte aux gisements dont il est question, par exemple à Auteuil ou à Vaugirard, on est frappé de la présence de très beaux cristaux de gypse, de la forme dite trapézienne de Haüy.

Ces cristaux, beaucoup plus nets que tous ceux des couches de pierre à plâtre, témoignent évidemment d'un mode de formation tout différent.

Il fallait voir si le mode opératoire indiqué tout à l'heure ne pouvait pas s'appliquer nettement à leur histoire, c'est-à-dire si on ne pouvait pas les rattacher aux faits si importants de précipitation réalisés par les roches calcaires.

Ayant abandonné pendant plusieurs mois des fragments de marbre blanc dans des dissolutions variées de sulfate de fer, j'ai vu, sur plusieurs d'entre eux, se former des cristaux de gypse présentant la forme et le groupement en rosettes si fréquent dans les fausses glaises parisiennes. Beaucoup d'entre elles, malgré l'exiguïté des récipients, ont atteint plusieurs millimètres de longueur.

L'intérêt de cette reproduction réside surtout dans la réunion, au sein des fausses glaises, avec les cristaux gypseux, des corps mis en présence dans mon expérience et de la substance qu'elle a secondairement produit.

Le sulfate de fer y abonde en effet, résultant de l'oxydation de la pyrite et se montre en maints endroits sous les fronts de taille, à l'état d'*Apatélite*.

Le calcaire n'y manque pas non plus, en plaquettes plus ou moins épaisses et parfois strontianifères.

D'un autre côté, avec le gypse, se montre le carbonate de fer ou *Sidérose*, résidu de la réaction, tantôt terreux, tantôt globuliforme, et dont l'abondance avait frappé Ch. d'Orbigny il y a plus de cinquante ans.

Cette réaction se rattache directement à la précédente, et dans la nature elles se sont fréquemment faites ensemble, comme en témoigne, par exemple, le voisinage réciproque de la Bauxite de l'Aude et des plâtrières de Cozouls, ainsi que le mélange de la Bauxite, à Pokrowskoïé, en Russie, avec le gypse et le calcaire.

