

Sur les phénomènes qui accompagnent la compression de la poussière humide de corps solides, en rapport avec la plasticité des roches.

(Annales de la Société géologique de Belgique, t. XV, Bulletin, 1888.)

J'ai démontré, par un grand nombre d'expériences, que beaucoup de corps solides jouissent de la propriété de se souder, sous l'action d'une pression suffisante, de manière à former des masses dont la solidité, la ténacité et la dureté varient avec la nature des matières soumises à l'épreuve. En général, les substances peu dures se soudent bien, tandis que les autres ne fournissent que des résultats imparfaits; il en est enfin qui, comme le carbone, la barytine, etc., ne donnent même pas lieu à une agglomération: la poussière de ces corps demeure complètement meuble.

J'ai fait ressortir déjà (*) la connexion de ces faits avec le durcissement des roches de la plupart de nos terrains et j'ai pu montrer comment on pouvait s'expliquer la formation de masses compactes dans la nature au moyen de matériaux primitivement en poudre, sans l'intervention visible d'un ciment quelconque.

Je ne reviendrai pas sur ce point; mais je désire appeler aujourd'hui l'attention de mes savants confrères sur des phénomènes qui complètent les précédents et qui pourront contribuer, avec ceux-ci, à nous expliquer la formation de plusieurs masses géologiques: je veux parler de ce qu'on observe en comprimant des poudres humides.

Dans ces conditions, certaines poudres se soudent incomparablement mieux qu'à sec, d'autres, au contraire, sont rendues rebelles à toute liaison par une trace d'eau; enfin certaines substances, comme les argiles, acquièrent une plasticité étonnante sous l'influence d'un

peu d'eau, alors qu'à l'état sec elles peuvent supporter des pressions énormes sans se déformer sensiblement.

Dans mes premiers essais de compression des matières en poudre, j'avais observé qu'une trace d'humidité, ou plus généralement, d'un corps étranger liquide, contrariait régulièrement la soudure des métaux en poudre. Par exemple, en passant par les doigts un peu gras, ou humides, de la limaille de plomb, de bismuth ou d'étain, on lui enlève en bonne partie la propriété dont elle jouit de se souder sous une pression suffisante. Les masses obtenues dans ces conditions restent friables, tandis que si la limaille est employée bien fraîche et bien propre, la soudure est assez complète pour qu'on puisse limer, marteler et même laminier les blocs fournis par la compression.

On peut rapprocher cette observation d'un fait bien connu des ouvriers mécaniciens, savoir que la lime ne mord plus que difficilement une pièce de fer si l'on a passé simplement la main humide à sa surface. Il faut exercer alors un certain effort pour accrocher, en quelque sorte, de nouveau les dents de la lime au métal.

On pourrait se demander si cet obstacle qu'oppose à la soudure des corps solides sous pression, c'est-à-dire sous l'influence du contact intime, la présence d'un corps liquide, est un fait général, ou bien s'il ne dépend pas, au moins jusqu'à un certain point, de la nature chimique des corps solides mis en œuvre.

A cet effet, j'ai comprimé sous une pression de 6,000 atmosphères environ la poudre humide provenant d'un grand nombre de matières chimiquement différentes. Pour opérer, dans chaque essai, autant que possible, avec le même degré d'humidité, j'ai mélangé chaque fois trois gouttes d'eau à un centimètre cube de poudre.

Voici, en résumé, le résultat obtenu:

La présence de l'eau se manifeste différemment selon la nature chimique des corps solides. Il est des corps dont elle paraît supprimer plus ou moins complètement le pouvoir de se souder et d'autres, au contraire, dont elle facilite d'une manière surprenante la soudure de la poudre.

En classant les corps dans l'ordre de l'influence qu'ils subissent de la part de l'eau, on trouve aisément le facteur physique dont dépend le renversement du phénomène.

On remarque d'abord que tous les métaux se comportent de même manière; leur limaille humide ne se soude que si l'eau se trouve

(*) Bulletin de l'Académie royale de Belgique (2), t. XLIX, n° 5, 1880.

expulsée au préalable par la compression. Cette expulsion étant loin d'être toujours complète, on comprend que le résultat ne saurait être constant et parfait.

On pourrait chercher, à la suite de cette observation, la raison générale du phénomène dans l'insolubilité des substances dans l'eau. Cependant les corps solubles se comportent différemment eux-mêmes. Les uns, comme l'iodure de potassium, le chlorure d'ammonium, se soudent beaucoup mieux à sec qu'à l'état humide. Les poudres humides donnent toujours des masses friables. D'autres, comme le nitrate de potassium, le chlorure de sodium, le sulfate de cuivre, l'hyposulfite de sodium, etc., se soudent, à l'état humide, de manière à fournir des masses plus dures et plus homogènes que ne le sont les masses obtenues par fusion.

Il est facile de voir à quelle circonstance physique on doit rapporter cette manière différente de se comporter des corps de ces deux catégories. Les premiers fournissent une solution dont le volume est *plus grand* que la somme des volumes du dissolvant et du corps soluble; les seconds donnent, au contraire, une solution dont le volume est plus petit que la somme des volumes des corps intégrants.

Or M. Sorby (*) a démontré, en 1865, à la suite des travaux de Bunsen sur l'élévation ou l'abaissement du point de fusion des corps par la pression selon l'augmentation ou la diminution de volume produite par la liquéfaction, que la solubilité augmente ou diminue de la même façon sous l'influence d'une pression suffisante. Les corps appartenant à la première catégorie mentionnée plus haut sont moins solubles dans l'eau sous pression, et ceux de la seconde catégorie sont, au contraire, plus solubles. Si l'on comprime donc du chlorure d'ammonium humide, l'eau emprisonnée entre les fragments du sel, qui n'a pu être exprimée par la pression, doit se dépouiller d'une partie de la substance dissoute auparavant; quand la pression cesse, elle *liquéfie* de nouveau une partie de la matière et l'on ne peut obtenir qu'une masse plus ou moins meuble ou délitée. Au contraire, d'autres substances, comme l'azotate de potassium humide, se dissolvant davantage sous pression, *font prise*, comme du plâtre, quand la pression diminue ou vient à cesser. On conçoit de plus, sans peine, que

(*) *Jahresbericht für Chemie*, 1863, p. 97.

ces substances humides doivent se comporter sous pression comme des masses *semi-fluides*, c'est-à-dire se mouler avec la plus grande facilité et jouir plus ou moins des caractères des corps *plastiques*.

L'action spécifique de l'eau a été démontrée, parce qu'en remplaçant ce liquide par de la benzine ou du chlorure de carbone, je n'ai plus obtenu des résultats de même nature.

Ces résultats étant acquis, je me suis demandé comment se comporteraient, sous pression, des poussières humides de substances passant pour insolubles dans les conditions ordinaires. Ici encore les résultats ont différé avec la nature chimique des corps.

Le minium (Pb^5O^4), l'oxyde de mercure (HgO), l'hydrate ferrique, se sont soudés au point d'acquiescer, au moins à la surface et sur les bords, un aspect vitreux, transparent, témoignage évident d'un commencement de liquéfaction. Pour d'autres corps, tels que le peroxyde de plomb, le carbonate de cuivre, le carbonate de calcium (marbre pulvérisé), la silice (SiO^2 précipité), les résultats ont été moins parfaits; mais, si on les compare avec ceux que fournissent les mêmes matières comprimées à l'état sec, il ne reste aucun doute sur le rôle positif que joue la présence de l'eau.

Il est donc probable que ces substances éprouvent, sous forte pression, un commencement de dissolution à la surface des grains de leur poussière, comme les corps solubles de la seconde catégorie.

De l'argile provenant du délitement de schistes famenniens a été comprimée également à l'état humide et à l'état sec à fin de comparaison. A sec, je n'ai obtenu qu'une agglomération peu solide, facile à détruire sous l'action des doigts; mais à l'état humide, il s'est produit une agglutination de la matière qui, si elle n'a pas restitué, à la vérité, une masse de la même solidité qu'un fragment de schiste famennien, était cependant assez dure pour que, après dessiccation complète, l'ongle ne pût plus l'entamer qu'à la suite d'un certain effort.

Je mentionnerai encore que cette argile humide est si plastique, sous pression, qu'elle a fui en grande partie par les fentes du compresseur, bien que celles-ci eussent à peine quelques dixièmes de millimètre de jeu, de manière à produire des bandes, comme des feuillettes de schiste, de plusieurs centimètres de longueur. Cette circonstance rendait même peu commode le travail avec cette argile humide.

Les faits précédents me paraissent pouvoir être utilisés pour l'explication de la formation de plus d'une masse rocheuse. En effet, dans la nature, non seulement la matière a dû se trouver sous une pression assez grande, mais, le plus souvent, elle était à un degré d'humidité plus ou moins prononcé. La solidification de certaines roches a pu être le résultat d'un commencement de dissolution provoqué par la pression. Dans des régions déterminées, l'eau a pu rester emprisonnée en quantité plus ou moins grande, de sorte que l'homogénéité dans la dureté a dû s'en ressentir. Peut-être trouvera-t-on là la raison pour laquelle on peut souvent observer, dans un même banc de schiste, de psammite, de grès, ou de calcaire, des parties dont la friabilité est plus ou moins grande.

C'est une hypothèse que je me permets d'émettre sans préjudice de toutes les autres raisons qui peuvent avoir concouru encore pour donner à nos roches leur état actuel. En outre, la grande plasticité des roches *humides* qui fait souvent le désespoir des mineurs et qui oblige à un étaçonnage coûteux pour maintenir ouvertes des galeries récemment creusées, se rattache singulièrement aussi aux faits que j'ai pu observer dans le laboratoire. La déformation des cailloux de grès dans les poudingues et leur moulage sur des cailloux voisins pourraient s'expliquer aussi par ce que les uns plus que les autres, par suite de leur nature chimique et de leur état d'imprégnation par les eaux, se seraient trouvés dans des conditions plus favorables pour acquérir une sorte de plasticité passagère.

Peut-être même la formation des *pisés* au moyen d'une pâte d'argile humide soumise à la dessiccation sous la pression ordinaire n'est-elle qu'une forme atténuée des phénomènes que je viens de faire connaître.
