

De l'influence du temps sur l'agglutination de la craie comprimée.

(Bulletin de l'Académie royale de Belgique, 3^e sér., t. XXX, nos 9-10, pp. 320-326, 1895.)

J'ai constaté, dès mes premières expériences sur la propriété des corps solides de se souder sous l'action d'une pression énergique, que l'effet obtenu était loin d'être également prononcé pour toutes les substances chimiquement définies. Les unes se sont soudées d'une manière plus ou moins complète, les autres, au contraire, n'ont fourni que des agglomérats plus ou moins friables. Le succès ou l'insuccès de l'expérience ne m'a pas paru pouvoir être attribué à une cause unique. On constate, par exemple, que la malléabilité de la matière ou sa plasticité ne sont pas des conditions exclusives d'un bon résultat; des fragments de soufre ou de bismuth, qui ne sont cependant pas des corps malléables ni plastiques, se soudent néanmoins sous pression, aussi bien que de la limaille de plomb ou d'étain. La dureté ne donne pas non plus une indication certaine sur l'issue de la compression des poudres, car le talc ou le gypse ont fourni des résultats bien moins complets que le nitrate de potassium ou le cuivre. On peut se demander si le phénomène de l'agglutination des fragments d'un corps solide n'a pas plutôt pour cause des *mouvements moléculaires spéciaux* semblables à ceux des liquides, mouvements qui pourraient avoir lieu avec une fréquence diverse au contact des fragments, chez les différentes espèces chimiques, pour une température déterminée. S'il en est ainsi, les corps se soudant *bien* seraient des corps se soudant *vite*, parce que, dans un temps donné, les mouvements moléculaires utiles se produiraient assez fréquemment, tandis que les autres corps ne donneraient un résultat imparfait, ou même *nul*, comme je l'ai constaté pour le carbone, que parce que pendant la durée de la pression ces mouvements intérieurs

ne se répèteraient pas un nombre suffisant de fois. Il découle immédiatement de cette remarque que le degré de soudure provoqué par la compression doit être une fonction du *temps* : telle substance qui donne un résultat défectueux à la suite d'une compression de quelques instants seulement, peut en donner un de plus en plus complet à la longue.

Cette conclusion est susceptible d'une vérification expérimentale; aussi ai-je tenu à m'assurer, dès la constatation des résultats que je viens de rappeler à grands traits, si le temps exerce une influence appréciable sur l'agglutination d'une poudre soumise à une forte compression.

J'ai donc enfermé, en juin 1878, dans le compresseur à vis qui m'avait servi à faire mes expériences préliminaires (*), l'une des poudres dont l'agglutination avait laissé beaucoup à désirer, et j'ai abandonné l'appareil à lui-même, à la température du laboratoire, jusqu'à la fin du mois de septembre de cette année, c'est-à-dire pendant *dix-sept ans et trois mois*. Ce sont les résultats de cette longue expérience que je désire communiquer, à présent, à la Classe des sciences.

* *
* *

La substance soumise à l'essai était de la craie sénonienne, tout à fait blanche et complètement sèche.

Par une compression de 6000 à 7000 atmosphères durant quelques instants, elle avait donné seulement un agglomérat assez imparfait, plus friable que les bâtons de craie à écrire les plus mous.

Cette poudre fut enfermée dans l'appareil et l'écrou fut serré à *refus*. On peut admettre que pendant les dix-sept années de son emprisonnement la craie a été pressée par suite de la réaction élastique de l'acier du compresseur.

Lorsque j'ai desserré l'écrou, j'ai trouvé la partie du piston d'acier de l'appareil qui dépassait encore le cylindre, entièrement déformée; elle avait été comme *pétrie* par la compression et remplissait les creux de l'appareil. Je cite ce fait parce qu'il nous donne un renseignement sur la grandeur de la pression qui s'est exercée sur la craie : elle a eu pour limite l'effort nécessaire pour produire une déformation permanente de l'acier.

(*) Voir *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 2^e série, t. XLV, p. 746, 1878.

Par suite du moulage du piston, il n'a pas été possible de faire sortir de l'appareil le cylindre de craie comprimée. J'ai donc dû me résoudre à scier l'appareil d'acier en deux parties pour mettre la craie à nu.

La scie a été conduite, toutefois, de manière à ne pas entamer la craie; les deux parties de l'appareil ont été, finalement, séparées par rupture.

La cassure a passé naturellement par la craie. Elle a permis de constater, tout d'abord, que la craie n'était plus blanche dans toute sa masse. Sur une épaisseur de 1 à 1,5 millimètre, depuis la surface de contact avec le cylindre du compresseur, elle était devenue *jaune d'ocre clair*, tandis que le milieu de sa masse avait conservé sa couleur blanche. Il s'était donc produit une diffusion d'un composé ferrique dans la craie malgré l'état solide des corps, les molécules ferriques ayant mis dix-sept ans pour pénétrer à 1^{mm}5 dans la craie. Ce résultat confirme d'une manière évidente d'autres observations que j'ai faites sur la diffusion des corps solides, et particulièrement celles qui se rapportent à la réaction chimique du sulfate de baryum et du carbonate de sodium à l'état solide et sous pression (*), réaction qui aboutit à un *équilibre chimique*, comme dans le cas où elle s'accomplit au sein de carbonate de sodium fondu.

On constate ensuite que la nature de la cassure de cette craie comprimée diffère profondément de la cassure de la craie agglomérée : au lieu d'être plus ou moins *droite*, elle est manifestement *conchoïde* et rappelle complètement celle de certains calcaires lithographiques.

La ressemblance est surtout frappante dans les parties où le composé ferrique a diffusé, parce que là, la couleur jaunâtre produit un rapprochement plus complet encore avec le calcaire lithographique.

La dureté de la masse a considérablement augmenté. Il n'est plus possible de tracer des lignes au moyen du cylindre comprimé, même sur une planche rugueuse. L'augmentation de la dureté n'a cependant pas été égale dans toute la masse. Vers les parties centrales, elle est relativement faible : on peut rayer le bloc à l'aide de l'ongle; mais à

(*) *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 3^e série, t. X, p. 204, 1885.

la surface extérieure, la dureté se rapproche de celle du *marbre*, si elle ne l'égalé pas complètement.

La surface extérieure du cylindre, qui a subi bien certainement la compression la plus forte, s'est montrée, en outre, particulièrement remarquable. Elle est entièrement *lisse*, comme enduite d'une glaçure, rappelant certaines surfaces, dites de *glissement*, que l'on observe assez fréquemment dans les roches anciennes.

A l'aide du microscope, on remarque nettement qu'elle est formée de grains *transparents* jusqu'à une profondeur de plus d'un dixième de millimètre et de couleur plus ou moins brunâtre.

A l'endroit des cassures, on voit distinctement des surfaces planes, très petites il est vrai, mais dont la disposition ainsi que les contours anguleux font naître la pensée que l'on a affaire à des surfaces de *clivage*, par conséquent à une matière cristalline.

J'ai détaché, en grattant le cylindre au moyen d'une aiguille, des fragments de cette pellicule transparente et je les ai examinés au microscope dans la lumière polarisée. La plus grande partie de ces raclures paraissait opaque parce qu'elles étaient encore appliquées sur de la craie compacte et non transformée; une autre partie était translucide brun foncé; enfin, une faible proportion des raclures était bien détachée et rappelait les facettes constatées sur place dans les cassures. Ces parcelles-là sont restées lumineuses dans la lumière croisée, ou bien elles ont pris une teinte jaune-rose ou verte par place; d'autres s'éteignaient dans la lumière croisée; ces dernières étaient donc ou amorphes, ou bien des parcelles brisées perpendiculairement à l'axe optique.

J'ai comparé, dans les mêmes conditions, de la poudre fine de craie blanche non comprimée et je crois ne pas me tromper en disant que celle-ci ne m'a pas montré les phénomènes lumineux de la pellicule transparente.

Notre confrère M. G. Cesàro et M. Arctowski ont bien voulu examiner de leur côté ces produits; leurs constatations ont concordé avec les miennes.

* * *

Il résulte des observations précédentes que la durée de la compression se traduit d'une manière manifeste dans l'agglutination d'une poudre. L'état solide de la matière n'exclut pas complètement les

mouvements moléculaires de l'état liquide. Il paraît seulement que ceux-ci sont d'autant plus rares, ou plus contrariés dans leurs manifestations, que la température est plus basse. Les expériences que j'ai faites sur la soudure autogène des métaux au-dessous de leur point de fusion et sur la soudure des poudres de certains sulfures, parlent aussi en faveur de cette opinion.

Ce *reste de liquidité*, si l'on peut ainsi dire, qui serait la conséquence de l'absence de repos dans le mouvement relatif des molécules, n'a pas seulement pour effet de réparer des solutions de continuité dans des masses de corps solides; il permet aussi, à la longue, une *orientation* des molécules et détermine le passage de la matière à sa modification la plus dense, c'est-à-dire la plus stable. Celle-ci est aussi, presque toujours, un état cristallisé.

Si l'on embrasse ces phénomènes par une vue d'ensemble, on reconnaîtra, ensuite de l'expérience précédente, que des particules de corps solides, par exemple des grains de sable, rassemblés en un tas meuble dans les conditions ordinaires, demeureront indéfiniment sans se souder, sans former un grès, parce que le contact physique proprement dit fait défaut à ces particules. Entre les grains de sable il y a très souvent de l'humidité et toujours de l'air, dont la présence suffit pour isoler chaque grain. Mais si, à la suite d'une pression suffisante, l'air et l'eau sont exprimés, le contact réel sera établi et le travail de la soudure commencera et durera un temps plus ou moins long, selon les circonstances propres à l'espèce de matière comprimée.

Si celle-ci admet des états allotropiques plus denses, par exemple des états cristallins, elle cristallisera d'autant plus rapidement que la température sera plus convenable.

Les faits que j'ai pu observer contribueront peut-être à jeter quelque lumière sur la question de la solidification des roches dans la nature. Ils peuvent nous faire comprendre pourquoi, en général, les roches les plus solides et les plus compactes sont aussi les plus anciennes, et ils peuvent nous expliquer la présence de ces milliards de cristaux microscopiques que l'on a observés dans certaines roches, par exemple dans les phyllades, cristaux qui paraissent s'être développés même après le dépôt des alluvions nécessaires à la formation de ces masses neptuniennes.