

**Note préliminaire sur la propriété que possèdent
les fragments des corps solides de se souder par l'action
de la pression.**

(Bulletins de l'Académie royale de Belgique, 2^e sér., t. XLV, p. 748, n^o 6, 1878.)

J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats auxquels je suis arrivé en soumettant à une pression énorme la poudre fine de quelques corps solides.

J'ai pu déterminer la soudure complète des particules des corps que j'ai expérimentés jusqu'à présent, au point d'obtenir des blocs homogènes, plus durs et plus résistants qu'ils ne l'eussent été s'ils avaient été produits par fusion : deux d'entre eux sont même sortis translucides de la compression et ne présentent plus le moindre vestige des particules qui se sont réunies pour les former.

Ces résultats me paraissent présenter un certain intérêt, non seulement au point de vue général de l'étude de la cohésion des corps, mais aussi au point de vue plus spécial de la formation de ces masses solides immenses qui composent l'écorce terrestre. Les géologues sont d'accord, en effet, pour admettre que toutes les roches dites neptuniennes, aussi bien celles qui présentent actuellement la plus grande dureté que les plus friables, proviennent de dépôts marins, fluviaux ou géysériens, meubles à l'époque de leur formation et qui se sont agglomérés dans la suite des temps. Quant à la question de savoir comment cette agglomération s'est faite, il faut reconnaître que l'on ne possède à cet égard que peu ou point de données positives.

S'il est vrai qu'un certain nombre de roches présentent des traces

évidentes d'infiltrations qui ont cimenté les parties réunies, on est toujours en droit, néanmoins, de se demander comment il se fait qu'un ciment possède la puissance de lier les fragments sur lesquels il agit. D'un autre côté, enfin, un nombre beaucoup plus grand de roches ne décèlent à la cassure absolument aucune matière sur laquelle on puisse faire reposer la raison de la cohésion. On a émis souvent l'opinion que la pression ne devait pas être restée étrangère à l'agglomération des parties de ces roches, mais on n'a jamais étudié ni résolu cette question; cette opinion est plutôt issue de la nécessité d'assigner une raison à un phénomène observé que de données expérimentales.

Enfin, l'extension des recherches que j'ai entreprises permettra certainement de se rendre compte d'un nombre déjà grand de faits isolés, de la nature de ceux que je signale, et qui ont été révélés par la pratique de diverses industries sans que cependant ils aient fait l'objet d'une étude méthodique : je veux parler des changements apportés dans la ténacité et la dureté de certains métaux par la compression que produit le choc d'un marteau puissant, ainsi que de ces phénomènes, connus dans les ateliers sous le nom de *grippage*, qui se produisent quand deux pièces métalliques fortement pressées l'une contre l'autre doivent se déplacer relativement, et de bien d'autres encore.

Il eût certes été préférable d'attendre, avant de parler de ces recherches, que les résultats définitifs fussent acquis; mais si je m'écarte de la voie suivie, c'est que j'y suis contraint par la force des choses. Un accident survenu à l'appareil dont je me sers m'oblige à interrompre, pendant longtemps peut-être, mes investigations, et comme, en outre, celles-ci sont longues et pénibles, je prévois que la fin du travail pourra se faire attendre. Dans ces conditions, j'ai cru pouvoir informer l'Académie de la nature des expériences qui m'occupent pour le moment, en faisant connaître déjà les résultats positifs auxquels je suis arrivé; j'acquerrai ainsi l'énorme avantage de pouvoir travailler sans que la crainte de perdre mes résultats apporte quelque précipitation dans mes observations.

Je montrerai, dans le mémoire définitif, en faisant l'historique de nos connaissances sur la cohésion, comment l'idée de ces recherches se rattache à quelques vérifications expérimentales auxquelles j'ai soumis la théorie de la formation des glaciers de Tyndall et de

Helmholtz, et qui m'ont fait douter de la rigueur absolue des vues émises sur la raison du regel de la glace; aujourd'hui, pour ne pas sortir du cadre d'une note préliminaire, je me contenterai d'indiquer les moyens que j'ai employés pour pouvoir réaliser de fortes pressions, ainsi que les résultats positifs obtenus.

Le compresseur dont je me suis servi se compose d'un prisme à base carrée, en acier, de 0^m04 de large et 0^m12 de haut, dans l'axe duquel on a foré un trou de 0^m008 de diamètre.

C'est dans ce trou que l'on emprisonne la poudre à comprimer : à cet effet, l'une des extrémités du trou se ferme au moyen d'un petit cylindre en acier de 0^m010 de long, maintenu en place par une forte vis tournant dans un écrou large, taillé dans l'extrémité du prisme.

Par-dessus la poudre on laisse descendre une série de petits pistons en acier fondu de premier choix, jusqu'à ce que l'un d'eux dépasse l'orifice supérieur du trou du prisme. Cette extrémité du prisme présente un épaulement cylindrique fileté et s'engageant dans un chapeau-écrou d'une grande puissance qui a pour objet d'enfoncer, par sa rotation, les pistons dans le cylindre. La tête du chapeau-écrou est carrée et pénètre dans une clef en fer de 1^m50 de long.

Le pas de la vis est de 0^m003; la clef ayant d'autre part 1^m50, on peut calculer facilement la pression exercée sur l'unité de surface de la poudre que l'on comprime en admettant que l'effort exercé à l'extrémité de la clef soit de 50 kilogrammes, effort qu'un homme peut commodément faire. On arrive ainsi à la pression colossale de 39,500 atmosphères, soit en nombre rond 40,000. Il est clair que ce nombre ne représente pas la pression effective supportée par la poudre dans le compresseur, puisque, dans le calcul, je n'ai pas tenu compte de la perte de travail due au frottement des pièces de l'appareil pendant la compression. Ce frottement doit être énorme; je ne possède malheureusement pas de données pour le déterminer; cependant, si l'on admet même qu'il absorbe 50 % de la quantité de travail effectué, il reste encore environ 20,000 atmosphères de pression disponibles.

J'ai comprimé en premier lieu du nitrate de potassium pur fondu et pulvérisé dans un mortier en porcelaine. La poudre était fine, mais non impalpable.

Après compression et ouverture de l'appareil, je constatai que la

poudre s'était soudée au point de former un bloc adhérent tellement aux parois du compresseur qu'il me fut impossible de le faire sortir en continuant la pression. Je dus forer le bloc et ce n'est qu'après en avoir détruit plus de la moitié que le reste put être dégagé par pression. Le petit bloc sorti de l'appareil présentait une masse homogène, translucide comme de la porcelaine, beaucoup plus dure, plus résistante à la cassure et plus transparente qu'une portion du même nitrate obtenue par fusion. En un mot, toute trace de particules avait disparu, le corps paraissait avoir été fondu. Sa densité, déterminée à 24°, a été trouvée égale à 2.008; celle du nitrate de potassium fondu est, à la même température, 1.991; il y a donc une augmentation notable, ce qui était à prévoir du reste.

En deuxième lieu, j'ai comprimé du nitrate de sodium.

Le sel employé n'était pas parfaitement pur : il renfermait une petite quantité de chlorure de sodium.

L'agglomération de la poudre de ce sel a été parfaite. Ici j'ai eu à compter avec un premier accident survenu à mon appareil. Les pistons en acier, aplatis sous la pression, *s'étaient en partie soudés aux parois du cylindre*. En exerçant un effort considérable par chocs répétés sur la clef de l'écrou, je suis cependant parvenu à les détacher : ils présentaient des marques nombreuses d'arrachement, et en une place la partie d'acier enlevée à l'un des pistons est restée adhérente au cylindre au point de découper un sillon dans les pistons lors de leur descente forcée.

Le nitrate de sodium comprimé se présente sous forme de masse semblable à de la porcelaine, très dure, plus solide que le nitrate fondu. Sa densité était de 2.198 à 24°; celle du nitrate fondu est 2.195. L'augmentation de la densité est donc loin d'avoir été aussi considérable que pour le nitrate de potassium; j'attribue ce fait à la soudure des pistons aux parois de l'appareil, circonstance qui a dû empêcher la pression de se transmettre intégralement au sel. Quant à la question de savoir pourquoi la soudure des pistons ne s'est pas produite dans l'expérience précédente, elle est évidente si l'on tient compte que dans la première compression les pistons ont subi seulement un aplatissement qui, augmentant leur diamètre, a pu déterminer ultérieurement leur contact parfait avec les parois du cylindre.

En troisième lieu, j'ai soumis de la sciure de bois de peuplier à la

compression. J'avais très peu d'espoir dans la réussite de cette expérience et je dois dire que je l'entreprenais uniquement pour connaître jusqu'où pouvait aller la propriété des corps de se souder sous l'influence de la pression. J'ai été heureusement trompé dans mes prévisions. La sciure de bois blanc s'agglomère de manière à former, elle aussi, un bloc plus dur que le bois qui l'a fournie. La structure du bloc obtenu est intéressante à observer. Elle n'est pas homogène : ainsi, dans une direction perpendiculaire à l'axe du cylindre, c'est-à-dire à la direction de la pression, on peut casser le bloc assez aisément, mais dans toute autre direction on ne peut rompre, à la main, des morceaux qui n'ont même que 2 millimètres d'épaisseur. La texture du bloc est donc schistoïde, elle présente des feuillettes perpendiculaires au sens de la pression. N'y a-t-il pas là une confirmation des hypothèses que les géologues ont émises sur la formation des schistes dans la nature? Les feuillettes de ceux-ci se disposent également dans un sens perpendiculaire à celui de la poussée des terrains.

Le bloc de bois ainsi obtenu peut être découpé au couteau presque comme s'il était d'une seule pièce; la différence consiste en ce que les copeaux sont pulvérulents au lieu d'être solides. Enflammé, il brûle comme un morceau de bois taillé dans une planche et laisse une braise compacte sur laquelle on peut souffler sans déterminer le départ d'étincelles; ceci montre bien qu'il y a union des fragments de la sciure. La densité de ce morceau de bois est énorme : je l'ai trouvée égale à 1.528; le bois lui-même, non comprimé, n'en donne qu'une exprimée par 0,589. Jeté dans l'eau, il tombe au fond de celle-ci, puis, après un certain temps, il se gonfle, pousse dans le sens de la compression et se désagrège : les fragments conservent une densité supérieure à celle de l'eau. Cette désagrégation montre qu'ici on n'a pas affaire à une soudure parfaite du bois, mais seulement à un commencement de liaison; il faudra probablement une pression supérieure à celle que j'ai exercée pour arriver à des résultats semblables à ceux obtenus avec les nitrates de potassium et de sodium.

Quoi qu'il en soit, cette expérience permet de se rendre aisément compte de la production de ces culots de bois — si je puis m'exprimer ainsi — pendant le forage du bois au moyen d'une mèche à cuiller, la matière enlevée par la mèche s'accumulant dans la cuiller et

subissant une compression d'autant plus forte que l'on retire moins souvent l'outil pour le nettoyer.

Pendant la compression de la sciure de bois de peuplier, les pistons de l'appareil se sont soudés, comme précédemment, aux parois du cylindre.

Enfin, j'ai comprimé également la poussière séchée provenant de l'usure d'une meule à aiguiser.

Sous forte pression, cette poudre se lie au point que j'ai pu faire sortir de l'appareil le bloc obtenu sans le briser. Cependant la masse obtenue était bien loin d'être aussi dure que la meule d'où elle provenait : on pouvait la casser facilement, elle était friable.

J'ai obtenu les mêmes résultats en comprimant de la craie sénonienne en poudre sèche : la masse obtenue était cohérente au point qu'on pouvait s'en servir pour écrire, mais elle était encore friable.

La raison de l'imperfection de la cohésion dans ces deux derniers cas pouvait se trouver ou bien dans la faiblesse de la pression, ou bien dans le peu de durée de celle-ci, ou bien encore dans ce fait que le contact parfait entre les particules solides aurait été empêché par la présence de l'air qui reste adhérent aux poudres avec une ténacité extraordinaire.

J'ai commencé par examiner le dernier de ces trois points. Pour cela, ne pouvant comprimer les poudres dans le vide, je me suis décidé à les humecter d'eau avant de les introduire dans le compresseur : il était possible que la pression parviendrait à expulser l'eau complètement, et en tout cas, en laissant sécher la masse sous pression, je pouvais espérer que le contact des particules solides suivrait le départ de l'eau. Du reste, il me semblait que je réalisais mieux ainsi les conditions de la formation naturelle des roches neptuniennes.

Mes essais ont porté sur la craie sénonienne; je l'ai introduite dans l'appareil après l'avoir mouillée au moyen de la plus petite quantité d'eau nécessaire pour atteindre cependant toutes les particules, puis j'ai exercé une forte pression. Le compresseur fut ouvert une semaine après et je constatai que la craie s'était agglomérée au point d'adhérer tellement aux parois du cylindre qu'il me fut impossible de l'en détacher. Dans un dernier effort, je ne parvins qu'à souder un piston au cylindre et à déformer celui-ci au point de mettre l'appareil hors d'usage. Force m'est à présent de forer à nouveau le

compresseur pour détruire le piston qui le bouche et essayer de recueillir le plus possible de la craie agglomérée.

Ces premières expériences mettent hors de doute, je crois, la possibilité de déterminer la cohésion des parties solides des corps sous l'influence de la pression. Mais je pense que ces résultats ne pourront présenter une valeur générale que lorsqu'un nombre suffisant de corps de nature chimique et physique différente auront été examinés sous ce rapport. Je me propose d'expérimenter d'une façon méthodique des corps appartenant à toutes les espèces chimiques; j'arriverai ainsi à passer en revue les matières composant les roches naturelles. Je vérifierai également si certains corps ne réagissent pas chimiquement à l'état solide l'un sur l'autre, sous l'influence d'une forte pression.

L'appareil dont je me servirai dans la suite sera construit d'après d'autres vues que celui que j'ai employé jusqu'à présent, pour éliminer les inconvénients que j'ai pu constater maintenant. L'exécution de ce travail me prendra beaucoup de temps, comme on peut le prévoir aisément; aussi ai-je l'honneur de prier l'Académie de vouloir bien accueillir cette note préliminaire comme prise de date.