

SUR LES CONDITIONS
DANS LESQUELLES
CERTAINS CORPS
PRENNENT
LA TEXTURE SCHISTEUSE

PAR

W. SPRING.

Extrait des Annales de la Société géologique de Belgique,
t. XXIX, Mémoires.

LIÈGE
IMPRIMERIE H. VAILLANT-CARMANNE
8, rue St-Adalbert, 8.

1902



La Société, en décidant l'impression d'un travail, laisse à l'auteur la responsabilité de ses opinions.

(Art. 27 des statuts, reproduit en exécution de l'art. 4 du règlement.)

Sur les conditions dans lesquelles certains corps prennent la texture schisteuse ;

PAR

W. SPRING ⁽¹⁾.

J'ai signalé, il y a déjà quelques années ⁽²⁾, que la compression seule ne suffit pas pour produire la texture schisteuse des roches ou de certains corps solides.

Un solide soumis à une compression égale dans tous les sens (pression hydrostatique) de près de 20.000 atmosphères, ne prend pas la texture schisteuse, aussi longtemps qu'il est complètement homogène tant au point de vue physique qu'au point de vue chimique.

De nombreuses expériences ont prouvé, au contraire, que si l'on comprime la poudre d'un corps, on trouve celle-ci soudée en un bloc d'autant plus homogène, plus solide, que la plasticité de la matière est plus grande. C'est là certainement l'opposé de la production de la schistosité. On est nécessairement conduit à penser que deux effets aussi exclusifs que celui de la division d'un solide en feuillets et celui de la soudure de grains de poussière en un bloc continu, ne peuvent pas avoir la même cause ; il

(1) Mémoire présenté à la séance du 16 février 1902.

(2) Sur l'origine de la fissilité des phyllades et des schistes. *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, 3^e série, t. XXXV, pp. 31-34, 1898.

faut que dans l'un ou l'autre cas, intervienne un facteur de plus, déterminant la direction du résultat primitif.

J'ai déjà dit (*loc. cit.*), que si l'on comprime une poudre qui n'est pas homogène, la soudure n'a pas lieu d'une façon égale dans toute la masse. Il demeure alors des lieux, ou des tranches, moins bien réunies, correspondant aux points où se trouvent concentrées les substances moins adhésives, surtout si la compression a lieu de manière à ce que la matière puisse fluer, ou glisser, ne fut-ce que d'une façon à peine perceptible, dans une direction donnée.

En un mot, la production de la schistosité sous l'influence de la pression paraît subordonnée à deux conditions d'ordre négatif : le défaut d'homogénéité de la matière et l'absence d'une compression hydrostatique.

*
**

J'ai désiré m'assurer si le défaut d'homogénéité qui a dû exister dans les roches argileuses, à l'époque à laquelle elles ont pris la texture schisteuse, est encore décelable aujourd'hui, au moins dans certaines d'entre elles.

Partant d'une idée suggérée par l'étude de *l'influence de la lumière et des composés ferriques sur les matières humiques en suspension, ou en dissolution dans l'eau* ⁽¹⁾, j'ai pensé que les sédiments formés au fond d'une masse d'eau calme, c'est-à-dire non brouillée par des actions quelconques, ne sauraient être homogènes, malgré toutes les apparences. Leur composition doit varier, périodiquement, le jour et la nuit, ou, plus généralement avec les successions de lumière intense et d'obscurité. En effet, l'insolation déterminant les composés ferriques, contenus

(1) *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, 3^e série, t. XXXIV, p. 578, 1897.

dans l'eau, à oxyder les matières humiques et à les faire passer à un état dans lequel elles sont moins solubles, la proportion de ces matières atteignant le fond de l'eau devra inévitablement être plus forte, après un temps d'éclairage et plus faible après un temps d'obscurité.

Les alternatives du jour et de la nuit s'inscriront donc dans les sédiments par la modification périodique de la composition. Si une forte pression a pu s'exercer ensuite sur ces éléments, pendant un temps suffisant, on conçoit qu'une masse schisteuse ait pu prendre naissance, ses feuillets devant être d'autant plus fins que les changements de composition étaient plus rapprochés. La matière humique doit être regardée comme une substance *intercalaire*, empêchant la prise en masse des sédiments, si l'on juge de la facilité avec laquelle la présence d'un végétal fossile, voire d'une feuille, favorise le clivage de la roche à l'endroit où il a été emprisonné.

Si ces spéculations ne sont pas vaines, on doit s'attendre à ce que les schistes (ou phyllades), dans lesquels les substances carbonées n'ont pas totalement disparu, par voie d'oxydation ou autrement, présentent des différences de composition à la surface et dans l'épaisseur des feuillets.

Pour m'assurer de la chose, j'ai raclé, à l'aide d'un couteau, la surface fraîche du clivage de schistes noirs des environs de Spa, et j'ai dosé la proportion de carbone contenue dans la poudre, en brûlant celle-ci dans un tube à l'aide de chromate de plomb. J'ai pulvérisé ensuite les échantillons de schiste raclés et j'ai dosé le carbone de la même manière. Trois essais ont été faits de la sorte ; ils ont montré que, en effet, la *surface des feuillets de schistes contenait plus de carbone* : elle en renfermait en moyenne, 1.50 %, tandis que la masse du schiste examiné n'en contenait que 1.10. Il y a donc près d'un tiers de carbone de plus à la surface des feuillets de ces schistes que dans

leur profondeur. Cette différence énorme mérite de fixer l'attention (1).

J'ai vérifié, ensuite, si la présence de substances humiques empêche vraiment l'argile de se prendre en masse sous l'influence de la pression.

A cet effet, j'ai étendu une mince couche d'argile pure, au fond d'une cuvette en porcelaine et j'ai versé, par dessus, de l'eau noire provenant d'une tourbière. Après évaporation de cette eau, j'ai étalé une deuxième couche d'argile sur la première et ainsi de suite, de façon à avoir des couches d'argile alternant avec des matières humiques.

Quand le tout fut séché au point de ne plus contenir que 5 à 6 % d'eau, je l'ai découpé en carrés de quelques centimètres de côté et ceux-ci ont été soumis à une forte compression entre deux plateaux de fer, dans un appareil à vis. La matière n'étant pas soutenue latéralement, a flué et s'est amincie considérablement, sans que les feuillets limités par la substance carbonée ne se confondissent. Il s'est formé une masse imitant véritablement la schistosité, mais ayant peu de solidité.

Un contre-essai fait au moyen de couches d'argile superposées sans intercalation de matières carbonées a conduit, dans les mêmes conditions, à une lame homogène, non schisteuse.

*
* *

Si ces faits permettent de regarder les sédiments naturels comme ayant dû manquer d'homogénéité, dès leur origine, et être préparés, en quelque sorte, en feuillets, ils conduisent néanmoins à une difficulté fondamentale dans l'explication de la disposition actuelle des roches schisteuses.

(1) Il est inutile de dire que les schistes, ou les phyllades, dans lesquels la proportion de composés ferriques a été suffisante pour détruire totalement, ou peu s'en faut, les matières carbonées qu'ils pouvaient contenir à l'origine, n'entrent pas en compte ici.

En effet, ils postulent que les feuillets des schistes, ou le plan de clivage de la roche, soient *parallèles à la stratification*; celle-ci ayant été, de son côté, parallèle au plan de l'eau dans laquelle les sédiments se sont déposés. Or, on sait qu'en règle générale, la direction du clivage des schistes est indépendante de celle de la stratification. Il s'agit donc de s'assurer si ces deux conditions contraires peuvent être conciliées ou non. C'est ici qu'intervient le second facteur de la schistosité : l'*absence d'une compression hydrostatique*, ainsi qu'on va le voir à la suite des expériences que je désire encore faire connaître.

J'ai vérifié si des feuillets parallèles d'une substance quelconque, peuvent prendre une direction indépendante de celle qu'on leur a donnée à l'origine, à la suite d'une compression accompagnée d'un flux de la matière.

J'ai pris les dispositions suivantes :

Une boîte carrée A A' (fig. 1), en acier, de 6 centimètres de haut, à parois épaisses de 1 centimètre, pour assurer une rigidité complète, servait de compresseur.

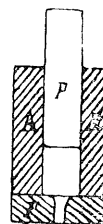


FIG. 1.

Un piston carré P s'y mouvait exactement. Le fond F de la boîte était percé d'une fente de 4 millimètres de largeur et d'une longueur égale à l'épaisseur du piston (12 mm.). J'ai empilé, dans une première série d'essais, de minces lames de plomb, à plat, sur le fond de la boîte. Ces lames avaient été graissées pour empêcher qu'elles ne se soudent l'une à l'autre, pendant la compression. En exerçant sur le piston P un effort suffisant, au moyen d'un appareil à vis, le plomb a passé par la fente F et formé une *bande* d'une certaine longueur. Celle-ci était entièrement feuilletée, les feuillets étant parallèles, cette fois, aux parois de la fente; *ils avaient donc pris une direction perpendiculaire à celle qui leur avait été donnée dans le principe.*

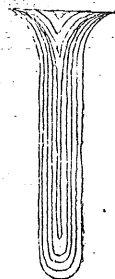


FIG. 2.

La figure ci-contre (fig. 2) reproduit, à une échelle amplifiée, l'aspect d'une section longitudinale faite dans cette bande. Elle montre comment les feuillets se sont incurvés, tout en s'étendant, pour passer par la fente.

J'ai traité ensuite, de la même manière, une pile de lamelles d'argile séparées l'une de l'autre par un dépôt de substances humiques, ainsi qu'il a été dit plus haut. L'effet a été le même, considéré dans son ensemble : les matières humiques ont empêché l'argile de se mouler en une masse unique ; elles ont conservé les *joints* et la direction de ces derniers est également devenue perpendiculaire à la direction primitive. Toutefois, comme l'argile, presque sèche, est loin d'avoir la malléabilité du plomb, les feuillets n'avaient pas glissé l'un sur l'autre sans se déchirer en plus d'un point ; ils n'ont donc pas formé un produit aussi réussi que les lames de plomb. Néanmoins la direction des feuillets se trouvait nettement accusée sur la section longitudinale de la bande d'argile, par les matières humiques qui y avaient tracé, en lignes noires, les joints successifs des couches.

Ces essais montrent, d'une part, qu'une intercalation de matières humiques dans l'argile empêche celle-ci de former une masse compacte unique et, d'autre part, que la direction de la schistosité dépend moins de celle de la pression, que de celle de l'écoulement de la matière.

La direction de la *fissilité* des schistes, dans la nature, est, en somme, celle du dernier mouvement fait par le terrain sous l'influence de la pression. Si, deux ou plusieurs mouvements ont eu lieu dans des directions différentes, chacun s'est inscrit à son tour, dans la masse et au lieu de

schistes ou de phyllades proprement dits, clivables dans une seule direction, on pourra avoir affaire à des textures plus ou moins bacillaires.

* *

Il n'est pas inutile de rappeler comment on a envisagé la formation des feuillets et plus particulièrement leur direction, sous l'influence de la compression.

Justus Roth, résumant les travaux faits sur cet objet, dans son traité de *Géologie générale et chimique*, dit (t. II, p. 15, note 3) que la schistosité développée pendant l'écoulement d'une substance plastique à travers un orifice, est le fait de la pression des parois de l'orifice et non de celle qui fait avancer la matière, de sorte que l'on devrait regarder la direction de la schistosité comme étant toujours perpendiculaire à la pression.

Plus tard, Jannettaz ⁽¹⁾ a admis que dans la compression des solides, l'attraction des parties n'a pas toujours lieu dans la direction de la pression, mais, quand les pressions sont fortes, perpendiculairement à celles-ci.

Je crois donc devoir insister sur le fait constaté ici, que la direction de la schistosité n'est pas nécessairement en relation directe avec la pression, mais bien avec le mouvement possible de la matière.

* *

Je passe, à présent, à la relation de quelques expériences complémentaires.

S'il est établi, par ce qui précède, que la présence de matières humiques inégalement réparties dans une argile, ou dans un sédiment, peut produire la schistosité, il n'en

(1) *Bull. de la Soc. chim.* (2) t. 41, p. 117, 1884.

résulte pas que d'autres substances ne pourraient pas avoir le même effet.

Il est particulièrement intéressant, même d'examiner, à cet égard, le rôle que *l'eau* peut jouer, parce qu'elle est inséparable des terrains de sédiment.

J'ai repris, en conséquence, les essais en soumettant, à l'écoulement sous pression, de l'argile à divers degrés d'humidité et même de l'argile complètement sèche.

Voici, en résumé, les résultats obtenus. L'argile desséchée à 150° jusqu'à constance de poids, c'est-à-dire physiquement sèche, a refusé de s'écouler, sous pression, même sous un effort qu'on peut estimer à 10.000 atmosphères, (plus élevé, par conséquent, que les pressions probables des temps géologiques). La substance avait formé un bloc homogène, dur et d'une grande résistance, mais manquant de plasticité; quant à la schistosité il n'en était pas question.

J'ai préparé ensuite de l'argile humide en exposant de l'argile sèche, de poids connu, dans une atmosphère saturée d'humidité, et déterminant l'augmentation de poids de temps en temps.

Après trois mois l'argile n'a plus absorbé d'eau (la température a varié de 18° à 26°), elle en avait pris la quantité énorme de 17.7 % sans être devenue facile à malaxer. Comprimée dans l'appareil à fente, elle s'est écoulée *en un ruban homogène* qui ne montrait aucun vestige de schistosité.

En soumettant ensuite à la compression des échantillons de moins en moins humides, j'ai constaté qu'une proportion d'eau de 5 à 6 p. c. donnait un résultat *positif* satisfaisant. L'argile s'écoule alors par la fente de l'appareil en donnant des feuillets qui se détachent avec facilité l'un de l'autre et qui font voir, d'une manière remarquable les

surfaces de glissement, luisantes, d'aspect un peu onctueux, que l'on observe si souvent dans les schistes naturels. Il ne s'est toutefois pas formé des feuillets de dimensions notables, par suite des chocs particuliers qu'éprouvait la matière et qui brisaient le ruban en formation.

Comment la schistosité a-t-elle pu se produire dans cette matière qui avait toutes les apparences d'une homogénéité parfaite? Il est facile de s'en rendre compte si l'on se rappelle un fait que j'ai signalé dans un travail précédent (1).

L'argile humide peut, à certains égards, être assimilée à une solution saturée dont la formation serait accompagnée d'une augmentation de volume de ses constituants. Si on la soumet à une compression suffisante, elle perd de son eau, comme la solution saturée abandonne une partie du sel dissous. J'ai montré le fait en comprimant de l'argile humide dans un vase poreux placé dans de l'eau et en notant sa dessiccation dans ce milieu.

Cela étant, l'argile mise en œuvre dans les expériences actuelles a dû se comporter de même et de l'eau a dû devenir libre en des points donnés de sa masse. Mais alors l'homogénéité est rompue et l'argile peut glisser, en ces points, sur elle-même et se laminer d'autant plus facilement que les surfaces de glissement se trouvaient lubrifiées par l'eau. Il est clair que si la proportion d'eau est trop grande dans l'argile, la compression ne pourra produire ces effets: la masse, trop plastique, passera par la fente du compresseur, avant que la force nécessaire à l'élimination de l'eau ait pu se réaliser. On pourra peut-être dire aussi que si *l'argile sèche* avait la propriété de fluer sous pression, la schistosité ne se produirait pas quand même, puisqu'il n'y aurait, alors, pas d'eau à éliminer.

(1) Sur la perméabilité de l'argile. *Annales de la Société géologique de Belgique*, t. XXVIII, p. M 423, 4901.

*
**

Occupons-nous, à présent, d'un autre fait.

On a cité encore, comme preuve de la production de la schistosité par la compression seule, que les métaux étirés ou laminés et notamment le fer, prennent une texture *fibreuse*, qui serait à assimiler à la schistosité. Il importe donc de s'assurer si, également ici, n'intervient pas un défaut d'homogénéité dans le métal comme cause principale du phénomène ?

A cet effet j'ai soumis des fragments de fer fibreux à l'action du chlore, à une température suffisante, au juste, à l'élimination du chlorure ferrique par la volatilisation. En opérant assez lentement pour éviter tout entraînement mécanique de la matière, on obtient, de cette façon, comme résidu, après le départ du fer, un squelette siliceux d'une ténuité extrême reproduisant fidèlement la texture fibreuse elle-même du métal. Un examen à la loupe ne laisse pas de doute sur le fait que les soi-disant fibres du métal étaient engagées dans un réseau tubulaire de scories. Les fibres ne sont donc pas le résultat immédiat du laminage ou de l'étirage du métal, mais elles sont un accident dû à un défaut d'homogénéité de la matière travaillée.

En vue de vérifier cette conclusion, j'ai pressé de la rapure de plomb, imprégnée d'huile pour rompre le contact du plomb au plomb, dans un cylindre dont le fond était percé d'un orifice (2^m/m de diamètre). Il s'est formé, naturellement, un long fil de plomb, mais qui n'était pas compact ; il était *fibreux* dans toute sa longueur. En le ployant plusieurs fois en un même point, on *l'effilocheait* avec facilité. Chaque grain de plomb s'était donc étiré en passant par l'orifice du cylindre, comme dans une filière ; mais n'ayant pu se souder à ses voisins par suite de l'interposition de l'huile, il est resté détaché, de sorte que l'ensemble reproduisait réellement la texture fibreuse.

Il me sera permis encore de citer, à l'appui de ce qui précède, un travail récent de Marpmann ⁽¹⁾, qui montre également le rôle joué par une substance hétérogène dans le développement de la texture schisteuse.

Il s'agit cette fois *de l'air* qui peut être emprisonné dans les sédiments et qui fonctionne, d'après l'auteur, comme une substance d'intercalation.

Ayant comprimé de la poudre fine, humide, de substances terreuses, dans une boîte métallique, Marpmann vit que toutes les fois que le piston empêchait l'air de s'échapper, il se formait des « pierres dont le noyau était formé de couches feuilletées de quelques millimètres d'épaisseur » ; tandis que des pressions exercées avec des pistons perforés donnaient des pierres très dures, de structure uniforme, à grains fins, qui se brisaient très difficilement en donnant des fragments irréguliers.

L'auteur attribue donc à la *présence de l'air* un rôle prédominant dans la production de la texture schisteuse. Cette conclusion est peut-être trop absolue ; l'air n'agit, sans doute, que parce qu'il rompt l'homogénéité de la matière comprimée, et non par sa nature propre, car les expériences citées dans cette note montrent que d'autres substances remplissent le même office.

Conclusions.

On peut conclure, je crois, de ce qui précède, que la texture schisteuse n'est pas une conséquence immédiate d'une forte compression de la matière, alors même que cette compression aurait été accompagnée d'un écoulement ou déplacement. L'attraction des particules comprimées n'a pas lieu d'abord dans la direction de la pression, comme

⁽¹⁾ Neues Jahrbuch für Min. u. Geol., 1899, I, p. 93.

plusieurs expérimentateurs l'ont pensé, pour devenir finalement perpendiculaire à celle-ci quand la pression a dépassé une certaine limite. Dans le cas d'une pression hydrostatique on n'observe aucun changement dans l'orientation de l'attraction des particules comprimées même quand la pression monte aux dernières limites qu'elle peut pratiquement atteindre.

La fissilité, ou le clivage, d'une masse formée par compression est la conséquence d'un défaut d'homogénéité de la matière. Les diverses substances se soudent plus ou moins facilement sous une forte pression. Si l'on comprime donc un mélange hétérogène, il se formera une masse également hétérogène au point de vue de la solidité. Alors, si les circonstances permettent un certain laminage, ou un écoulement même de courte durée, l'orientation des régions de solidité différente aura lieu parallèlement à la direction de l'écoulement, et la texture schisteuse proprement dite sera réalisée.

Celle-ci est donc subordonnée à la fois à un défaut d'homogénéité de la matière et à un défaut d'égalité de la pression en tous sens, bien plus qu'à la pression elle-même, envisagée comme telle.

La nature des matières causant *le défaut d'homogénéité* peut être quelconque; il s'ensuit nécessairement que la schistosité ne sera pas le propre d'une formation pétrographique déterminée : elle pourra se rencontrer dans les formations plutoniennes aussi bien que dans les formations neptuniennes; elle ne devra faire vraiment défaut que dans les terrains qui se caractérisent par une homogénéité particulière, alors même qu'ils auraient subi une forte compression.