

me paraît en outre plus simple que celles que l'on a employées jusqu'ici, et occupe moins de place. Il n'y a dans son jeu aucun choc; elle peut s'adapter aisément à un bateau construit pour un tout autre objet, et n'exige pas que ses bords soient aussi élevés au-dessus de l'eau. L'effet utile qu'elle doit produire est théoriquement le même que celui qu'on peut attendre des machines ordinaires; mais comme elle ne présente dans son jeu ni chocs, ni perte de force vive, on doit penser que dans la pratique on approchera plus aisément de l'effet maximum en l'employant, qu'en se servant de roues ordinaires, dont les palettes choquent l'eau obliquement dans la plus grande partie de leur cours. On peut, il est vrai, parer à cet inconvénient d'une manière très-ingénieuse; mais on n'y parvient qu'en augmentant les attirails de la machine.

---

## ANALYSE

DES

### NODULES DE CHAUX PHOSPHATÉE

QUI SE TROUVENT DANS LA CRAIE

DU CAP LA HÈVE (PRÈS LE HAVRE);

PAR M. P. BERTHIER,

Ingénieur au Corps royal des Mines.

---

LA craie du cap La Hève renferme une multitude de grains verdâtres très-petits, et des nodules de même couleur et de grosseurs diverses. Jusqu'ici les minéralogistes se sont accordés à désigner ces grains et ces nodules sous le nom de *chlorite*; mais comme dans l'état actuel de la science ce nom me semble à-peu-près vide de sens, ou au moins applicable à un grand nombre de minéraux d'une nature très-différente (1),

---

(1) Il en est actuellement de la dénomination de *chlorite* comme il en était autrefois des dénominations de *schorl*, *spath*, *zéolithe*, etc., dont les anciens minéralogistes ont fait un si grand abus: il est temps ou de la bannir de la nomenclature, ou de la définir d'une manière précise. Tout ce qui est granuleux, d'un blanc verdâtre ou d'un vert grisâtre, plus ou moins

j'ai cru utile de rechercher, par l'analyse, la composition de la principale substance contenue dans la craie du cap La Hève.

J'ai lieu de croire que les petits grains ne sont pas de la même nature que les nodules; mais je n'ai pu encore examiner que ceux-ci.

Ces nodules sont d'un gris foncé nuancé d'une légère teinte de vert; ils ont une cassure grenue et terne; leur grosseur varie depuis celle d'un grain de millet jusqu'à celle d'une noix; leur forme est arrondie et irrégulière; ils se détachent nettement de la craie; ces deux substances ne sont jamais fondues l'une dans l'autre.

Lorsqu'on les calcine en morceaux, ils deviennent d'un gris plus foncé et perdent 0,08 de leur poids; lorsqu'on les calcine avec le contact de l'air, après les avoir réduits en poudre, ils deviennent d'un rouge sale, s'agglomèrent un peu et perdent 0,11. Ces effets proviennent de ce que outre de l'eau ils contiennent une matière bitumineuse qui ne peut se brûler complètement que dans le second cas, et de ce qu'ils renferment du protoxide de fer qui se suroxyde par le contact de l'air.

L'acide acétique n'attaque que faiblement ce minéral, et ne lui enlève qu'un peu de chaux en produisant une légère effervescence. Les acides forts agissent promptement sur lui, le dissolvent en grande partie et laissent un résidu noir un peu gélatineux.

---

foncé; est maintenant qualifié du nom de *chlorite*, comme autrefois on qualifiait du nom de *zéolithe* tous les minéraux faisant gelée avec les acides, etc.

1) 10<sup>s</sup> calcinés avec le contact de l'air ont perdu 1<sup>s</sup>,10.

2) 10<sup>s</sup> traités par l'acide muriatique ont perdu 0<sup>s</sup>,42 d'acide carbonique; en ajoutant à la différence 0<sup>s</sup>,68 avec la perte par la calcination, la quantité d'oxigène 0<sup>s</sup>,07 absorbée par le protoxide de fer, on trouve que la proportion de l'eau et des matières bitumineuses s'élève à 0<sup>s</sup>,75.

3) 5<sup>s</sup> ont été traités par l'eau régale; le résidu insoluble calciné a pesé 0,93.

Ce résidu a paru être un mélange d'argile sablonneuse et de silice gélatineuse; il n'a donné à l'analyse qu'une très-petite quantité d'alumine.

4) La dissolution a été évaporée tout-à-fait à siccité, et le résidu a été repris par l'eau. Il est resté une matière insoluble qui est devenue brune par la calcination et a pesé 0<sup>s</sup>,9; c'était un mélange de phosphate de fer et de phosphate de chaux. On l'a redissous dans l'acide muriatique; on a précipité le fer par le prussiate de potasse, filtré et précipité ensuite le phosphate de chaux par l'ammoniaque: ce phosphate calciné a pesé 0<sup>s</sup>,15. On a conclu, par différence, que le résidu contenait 0<sup>s</sup>,75 de phosphate de tritoxide de fer.

5) La partie soluble dans l'eau (4) a été précipitée par l'hydrosulfate d'ammoniaque. Le précipité calciné a pesé 1<sup>s</sup>,7; c'était du phosphate de chaux mêlé d'une très-petite quantité d'oxide de fer. Dans une autre expérience le précipité a pesé davantage, mais il retenait environ 0<sup>s</sup>,1 d'oxide de fer. On s'est assuré de sa nature en le dissolvant dans l'acide muriatique, précipitant la chaux par l'oxalate d'ammoniaque, puis le fer et

un peu de phosphate de chaux par l'ammoniac, évaporant la liqueur et calcinant les sels : il est resté un verre acide, soluble dans l'eau, formant avec les sels d'argent un précipité jaune, et présentant enfin tous les caractères de l'acide phosphorique.

6) On a ajouté à la liqueur (5), précipitée par l'hydrosulfate d'ammoniac, de l'oxalate d'ammoniac; il s'est fait un dépôt qui, calciné, a pesé 0<sup>g</sup>82 : c'était de la chaux.

7) Enfin, en y versant ensuite du phosphate d'ammoniac, on a eu une quantité de phosphate de magnésie représentant 0<sup>g</sup>05, au plus, de magnésie.

D'après ces données et en considérant que le fer est certainement à l'état de protoxide, dans le minéral, on trouve que celui-ci contient :

Acide phosphorique. . . . .	0,257
Acide carbonique. . . . .	0,042
Chaux. . . . .	0,354
Protoxide de fer. . . . .	0,067
Magnésie. . . . .	0,010 au plus.
Argile et silice. . . . .	0,186
Eau et matière bitumineuse. . .	0,075
	<hr/>
	0,991

Si l'on sature la magnésie d'acide carbonique, puis si l'on combine le reste de l'acide carbonique avec de la chaux, on verra que la quantité de chaux qui restera sera à la quantité d'acide phosphorique à très-peu près dans le même rapport que dans l'apatite, dans laquelle la quantité

d'oxygène de la base est à la quantité d'oxygène de l'acide :: 3 : 5. Il est donc très-vraisemblable que tel est l'état de combinaison dans lequel se trouvent la magnésie, la chaux, l'acide carbonique et l'acide phosphorique; mais alors il ne reste aucune portion d'acide à laquelle le protoxide de fer puisse être combiné. Cependant cet oxide est une base trop forte et d'ailleurs trop avide d'oxygène pour qu'il puisse exister dans un minéral hors de toute combinaison : il est probable qu'il est uni à de la silice, et l'état demi-gélatineux de la partie insoluble dans les acides rend cette conjecture presque certaine. Il n'y a pas de moyen de séparer l'une de l'autre de la silice gélatineuse et de l'argile; il est par conséquent impossible de savoir quelle est la composition du silicate de fer qui se trouve mêlé dans les nodules de la craie du cap La Hève. Seulement, comme ce silicate est facilement et complètement décomposable par les acides, on peut affirmer qu'il ne renferme pas un excès de silice; ainsi, il doit en contenir au plus la moitié de son poids ou 0,067. On voit que cette quantité, mêlée à 0,12 d'argile, ne peut rendre le mélange que médiocrement gélatineux.

Je suis porté à croire que les petits grains qui se trouvent dans la craie du cap La Hève, sont formés du même silicate de fer que nous venons de voir être mélangé dans les nodules.

D'après ce qui précède les nodules sont com-

posés de :

Phosphate de chaux. . . . .	0,573
Carbonate de chaux. . . . .	0,070
Carbonate de magnésie. . . . .	0,020
Silicate de fer et argile. . . . .	0,253
Eau et matière bitumineuse. . . . .	0,075
	0,991

Dans le cours de l'analyse on a obtenu du phosphate de fer et un excès de chaux dans les liqueurs, parce que toutes les fois qu'il se trouve en même temps dans une dissolution de l'acide phosphorique, de la chaux et du tritoxide de fer, ce tritoxide se sépare à l'état de combinaison avec de l'acide phosphorique, soit qu'on le précipite par l'ammoniaque, un carbonate ou un hydrosulfate alcalin sans excès; je me suis assuré de ce fait par une expérience directe, et j'ai même reconnu qu'on pourrait se servir, avec avantage, du tritoxide de fer, pour opérer la décomposition du phosphate de chaux et en séparer complètement la chaux. Pour cela, il faudrait employer un excès de cet oxide et précipiter de la dissolution le phosphate de fer et l'oxide surabondant, soit par l'ammoniaque pure et sans excès (un excès de cet alcali réagirait sur le précipité et mettrait à nu une portion de l'acide phosphorique qui se porterait sur la chaux et reformerait du phosphate de chaux dont le dépôt se trouverait mélangé), soit par un sous-carbonate aussi sans excès; alors on traiterait le précipité humide par l'acide acétique, on évaporerait

jusqu'à siccité à une douce chaleur, et on reprendrait par l'eau, qui dissoudrait exactement toute la chaux et laisserait tout le phosphate de fer et l'oxide de fer. On pourrait aussi évaporer la dissolution muriatique à siccité et reprendre par l'eau, ainsi qu'on l'a fait dans l'analyse qui vient d'être rapportée. Mais une condition essentielle, c'est que le fer soit complètement amené à l'état de peroxide; car le protoxide se comporte avec la chaux et l'acide phosphorique d'une manière tout opposée.

La chaux phosphatée du cap La Héve est de même nature que celle de Wissant (1), et l'unc et

(1) Voyez *Annales des Mines*, tome IV, page 623.

Il s'est glissé dans ce memoire une faute d'impression très-essentielle à corriger. Au lieu de ces mots: « Cette chaux » phosphatée paraît avoir la même composition que la phosphorite d'Estramadure, composition très-différente de celle » de l'apatite » (page 632, ligne 8), il faut lire: Cette chaux phosphatée paraît avoir la même composition que l'apatite, composition très-différente de celle de la phosphorite d'Estramadure.

Voici le détail d'une analyse qui prouve évidemment l'exactitude de cette assertion. Un échantillon du minéral de Wissant, mêlé de pyrite, a donné :

Acide phosphorique. . . . .	0,2400
Acide carbonique. . . . .	0,0400
Chaux. . . . .	0,3470
Oxide de fer. . . . .	0,0130
Pyrites. . . . .	0,0780
Argile. . . . .	0,1960
Eau, matière bitumineuse et perte.	0,0860
	1,0000

l'autre ayant la même composition que l'apatite (abstraction faite des mélanges), doivent être distinguées de la *phosphorite d'Estramadure*, dont la composition est toute différente, si l'analyse que Pelletier en a faite est exacte.

En supposant la chaux et l'acide phosphorique combinés dans le même rapport que dans l'apatite, on déduit de ces données :

Carbonate de chaux. . . . .	0,0917
Phosphate de chaux. . . . .	0,5310
Chaux en excès. . . . .	0,0040
Oxide de fer. . . . .	0,0130
Pyrites. . . . .	0,0780
Argile. . . . .	0,1960
Eau, bitume et perte. . . . .	0,0863
	1,0000

Résultat qui fait voir que la quantité de chaux hors de combinaison est si petite, qu'elle doit être négligée. Il ne paraît pas que l'oxide de fer soit ici, comme dans les nodules du cap La Héve, combiné avec la silice : il est plus vraisemblable qu'il provient de la décomposition d'une certaine quantité de pyrite.

## OBSERVATIONS

*Sur l'écoulement des fluides ;*

PAR C.-J. LEHOT, ingénieur des Ponts-et-Chaussées.

IL résulte de quelques expériences de M. Dubuat, consignées dans le second volume de ses *Principes d'hydraulique* :

1°. Que les liquides s'écoulent, sous une même charge, plus lentement par un tube capillaire que par une ouverture de même diamètre pratiquée en mince paroi ;

2°. Qu'il y a une certaine charge qui, pour un tube vertical donné, produit une vitesse qui reste constante, quoiqu'on augmente la longueur du tube ; mais qui s'accélère si l'on diminue cette longueur ;

3°. Que sous une même hauteur de fluide, à la même température et par le même tube, un volume d'eau pure s'écoule plus promptement qu'un volume égal d'alcool ou d'eau salée, mais moins vite qu'un pareil volume de mercure ;

4°. Enfin, on doit, à M. Dubuat, cette observation fort curieuse, que le temps nécessaire pour l'écoulement d'un volume d'eau donné, par le même tube capillaire et sous une même hauteur de fluide, est d'autant moindre que la température de ce liquide est plus élevée.

On a cru récemment pouvoir expliquer ces faits, en supposant : 1°. que la surface de la paroi intérieure du tube capillaire exerce sur l'eau une action à distance qui fait adhérer à cette surface une couche fluide qui diminue d'autant le rayon du tube par lequel l'écoulement s'opère ;

2°. Que cette couche est variable pour les dif-