

le nombre de rangées soustraites, relatif au décroissement sur  $B$ , et  $n$ , celui qui se rapporte au décroissement sur  $D$ , on aura

$$nx \text{ (fig. 9)} = \frac{n'+1}{2n'-1} \sqrt{\frac{2}{3}g^2} \text{ (1).}$$

Maintenant

$$ap \text{ (fig. 10)} = \frac{1}{n-1} \sqrt{9p^2 - 3g^2} \cdot pr : dr :: pn : nt,$$

ou

$$\left(\frac{1}{n-1} + \frac{2}{3}\right) \sqrt{9p^2 - 3g^2} : \sqrt{\frac{2}{3}g^2} :: \left(\frac{1}{n-1} + \frac{1}{3}\right) \sqrt{9p^2 - 3g^2} : nt.$$

$$\text{Donc } nt = \frac{n+2}{2n+1} \sqrt{\frac{2}{3}g^2} = \frac{n'+1}{2n'-1} \sqrt{\frac{2}{3}g^2}.$$

D'où l'on tire  $n' = n + 1$ , comme je l'ai annoncé plus haut, page 9.

Parmi les différentes lois de décroissemens qui déterminent les formes des variétés connues de chaux carbonatée, on en connaît huit, dont quatre ont pour expression  $B, B, B, B$ , et

les quatre autres  $D, D, D, D$ ; ce qui donne les combinaisons suivantes  $DB, DB, DB, DB$ ,

qui toutes réalisent la propriété que je viens de démontrer. Mais jusqu'ici il n'y a que les deux lois représentées par la seconde, qui soient associées dans une même cristallisation; les autres agissent solitairement dans la production des formes qui en offrent les résultats.

(1) *Traité de Minéralogie*, t. I, p. 311.

## M É M O I R E

*Sur les Mines de houilles du département de Montenotte, et en particulier sur celles de Cadibona.*

Par M. GALLOIS, Ingénieur des Mines.

LES arrondissemens de Savone, de Ceva et d'Acqui, offrent déjà seize indications précises de houille. L'arrondissement de Port-Maurice n'a pas encore été examiné.

Ces nombreux affleuremens, et l'étendue considérable du terrain houiller qui se prolonge sous la mer entre Albissola et Varazzo, attestent l'abondance avec laquelle ce combustible se trouve ou doit se trouver dans le département.

Cependant la plupart de ces affleuremens n'ont qu'une faible épaisseur. Les plus considérables s'observent, 1°. à *Malare-Ceretta* sur l'Olba, où il se trouve plusieurs petites couches assez rapprochées les unes des autres; 2°. à *Ponzone*, près de Cortosio, entre l'Ero et le torrent Coboaco, arrondissement d'Acqui, où se montre au jour une couche assez puissante; 3°. à *Morbello*; et 4°. enfin les houillères de *Cadibona*, arrondissement de Savone, qui sont les seules qui ont été reconnues par quelques travaux.

Je me bornerai dans ce rapport, à présenter les détails qui feront connaître cette mine.

Situation  
et richesse  
des mines  
de Cadibona.

La mine de Cadibona est située près des sources du Litimoro, qui se jettent dans la mer à Savone. Elle est conséquemment appuyée sur le revers méridional de la chaîne principale de l'Appenin. Son élévation au-dessus de la mer est environ de trois cents mètres. Sa distance à la nouvelle route du Piémont est de 20 minutes de marche. On y communique un peu au-dessus de la commune de Cadibona, distant de Savone de deux heures de marche, par un petit chemin que l'on vient d'établir, pour servir au transport de la houille. Ce premier transport se fait à dos de mulet. A partir de Cadibona jusqu'à Savone, le transport se fait par voiture, et il est alors très-facile, à raison de la pente douce et uniforme de la nouvelle route, qui est entièrement terminée dans cette partie.

La longueur développée des diverses galeries autrefois exploitées, est de plusieurs centaines de mètres. L'épaisseur assez constante de la couche est de deux mètres, et augmente de quelques décimètres en s'enfonçant dans le terrain. Les ouvriers prétendent que la houille est alors de meilleure qualité.

Le terrain qui accompagne la houille est un grès fin, jaunâtre, chargé de mica; on n'y observe aucune empreinte végétale ni minérale. Un fait digne de remarque, est que tous les grès qui se trouvent adossés sur le revers méridional de l'Appenin, ne contiennent aucune trace de ces empreintes, tandis que ceux sur le revers opposé en renferment beaucoup, parmi lesquelles on distingue parfaitement des feuilles de châtaignier et d'autres plantes indigènes.

La direction de la couche est du Sud-Est au Nord-Ouest. Son inclinaison est de 8 à 10 degrés vers le couchant.

Le châtaignier croît assez bien sur le sol qui est une argile jaune, résultante de la décomposition du grès.

Le chêne servant à l'étañonnage de la mine est tiré de plus loin.

De nombreux indices de la même couche s'observent dans les environs, et prouvent qu'elle se prolonge sur une grande étendue. Le terrain houiller qui accompagne cette couche a plus d'une lieue carrée de surface; mais comme le terrain est généralement bouleversé dans la chaîne de l'Appenin, on doit supposer que la couche n'occupe que le quart de cette surface. En admettant cette supposition, pour éviter l'exagération des calculs, la quantité de houille serait encore de *deux millions* de mètres cubes, qui étant chacun du poids de mille kilogrammes environ, équivaldraient à vingt millions de quintaux métriques. Si l'on divise ce poids par cinquante, on trouve que la mine peut assurer, pendant ce même nombre d'années, une exploitation régulière de quatre cent mille quintaux.

Cette couche étant située sur une pente rapide, peut s'extraire par des galeries sans être sujette aux épuisemens des eaux.

La situation de ces mines est destinée à devenir encore plus avantageuse. Le canal de la *Bormida* doit passer à la mine même. Les frais de transport seront alors presque nuls, et les débouchés de la houille s'accroîtront par la

consommation des établissemens auxquels le canal donnera nécessairement lieu.

Historique  
de ces mi-  
nes.

La houillère de Cadibona fut découverte en 1790, par un officier au service de la République Ligurienne. Il sollicita de M. César-Branca-Léon Doria, de Gênes, la permission de faire des recherches; ce qu'il obtint, et il atteignit très-facilement la couche. La houille qui en fut extraite servit à des essais, mais qui n'eurent point de suite.

Deux ans après MM. Solimani, de Savone, et Sivori, de Gênes, se rendirent fermiers de ces mines pour dix ans. Ils en confièrent l'exploitation à un maître mineur allemand et à quelques manœuvres. Ils firent construire à Savone un four de verrerie à bouteilles; mais sa mauvaise construction les obligea bientôt d'abandonner cette entreprise, et ils se bornèrent à faire de la houille un objet de commerce. Les arsenaux de Gênes s'en approvisionnèrent pendant plusieurs années, et il en fut expédié à Livourne et en Espagne jusqu'en l'an 1802, époque à laquelle le bail expira.

Le maître mineur et un de ses aides périrent asphyxiés dans la mine vers les derniers tems du bail. Le propriétaire et Solimani moururent. L'exploitation fut abandonnée à l'agent de la veuve du propriétaire qui s'en occupa fort peu. Les arsenaux n'en firent plus usage, et les expéditions à l'étranger cessèrent à raison des circonstances de la guerre. Cette entreprise devint presque nulle.

Plusieurs galeries, dont on voit encore les traces, furent ouvertes pendant les premières

exploitations. On évalue la quantité de houille extraite à 40,000 quintaux métriques.

L'exploitation de ces mines vient d'être entreprise de nouveau. MM. Astingo, père et fils, habitans de Savone, les ont affermées pour dix ans, à dater du mois d'octobre dernier. Ils sollicitent dans ce moment une prolongation du bail pour dix autres années, et ils se disposent, aussitôt que cet arrangement avec le propriétaire sera terminé, de faire les démarches nécessaires pour obtenir la concession de ces mines.

Exploitation actuelle et emploi de la houille.

Ils ont repris l'exploitation par une galerie déjà ouverte et en suivant la direction de la couche. Sa longueur, comprise celles de trois petites traverses, est de 40 à 50 mètres. Ils y occupent un maître mineur piémontais et deux ou trois manœuvres. L'extraction journalière est de 40 à 50 quintaux, et elle s'élève en tout, à dater du mois d'octobre jusqu'aujourd'hui, à environ 2000 quintaux.

Une partie de cette houille est encore en magasin faute de débits, et comprend une grande quantité de déchets. Cette houille étant très-friable et exploitée en fragmens, se réduit facilement en poussière, et passe à travers les grilles sur lesquelles on l'expose pour déterminer sa combustion, et elle est alors rebutée.

La houille employée a été bornée aux usages suivans.

1°. MM. Astingo l'ont employée à l'évaporation des dissolutions de sulfate de cuivre dont ils avaient entrepris la fabrication, mais qu'ils viennent d'abandonner à cause de l'augmentation du prix du soufre et du cuivre qui ne

leur a plus permis de la continuer avec avantage.

2°. A l'évaporation des lessives des cendres dont ils extraient le salin. Mais cette fabrication ne fait que commencer, et elle est peu susceptible de développement.

3°. Les fabricans de briques la mêlent dans la proportion d'un tiers au bois pour chauffer leurs fours : mais ces fours n'étant point disposés convenablement, on ne retire de cet emploi qu'un faible avantage. Cet usage n'a pas été adopté généralement. On lui doit cependant la plus forte consommation actuelle de la houille.

4°. A l'arsenal de l'artillerie à Gênes : mais les ouvriers français qui y travaillent et qui sont habitués à la houille grasse, trouvent qu'elle ne remplit pas le même objet. Cependant M. le colonel Ménici, directeur de cet arsenal, est disposé d'adopter pour le service du Gouvernement ce combustible, soit dans son état naturel, ainsi qu'il a déjà été employé autrefois, soit réduit à l'état de coak, si ses avantages compensent l'augmentation du prix résultant de la perte qu'éprouve la houille par cette préparation.

5°. A Varazzo, mêlée au charbon de bois pour la fabrication des ancres.

6°. A une expédition de cinquante quintaux de houille faite à Marseille pour essai.

7°. Au chauffage de deux petites cheminées à grilles, construites cet hiver à Savone, et dont on a obtenu un très-bon effet. La houille y brûle avec activité, mais cependant avec moins de flamme que les houilles grasses. Elle

ne répand aucune odeur dans l'appartement, et pourra par conséquent devenir très-utile à l'économie domestique.

8°. Enfin à la carbonisation de 50 quintaux de cette houille pour la réduire à l'état de coak. J'ai plusieurs fois été témoin des épreuves qui ont été faites avec ce coak aux feux des maréchaux, et j'ai observé qu'il chauffe avec plus d'activité que le charbon de bois ; qu'il en faut moins, et que le fer se soude et se corroye parfaitement bien, sans éprouver des déchets plus considérables.

Je dois maintenant indiquer plus particulièrement la nature de cette houille, et les principaux usages auxquels elle pourra convenir.

Mise au feu, elle ne colle et ne se boursoffle point ; elle y devient très-friable et s'enflamme avec une fumée épaisse, analogue à celle de la houille grasse de France, mais moins agréable et mêlée d'une odeur de soufre.

Elle n'offre point dans son gisement, qui est un grès fin micacé, d'empreinte végétale ou animale.

Elle a la texture et le brillant de la résine ou de la poix noire. Elle se casse indifféremment en tout sens ; on y observe quelques petites veines à cassure lamelleuse suivant la direction de la couche.

Sa pesanteur spécifique est de 1347 à 1360. Celle des houilles grasses du département de la Sarre (Ludwigstollen) est de 1259. Elle pèse conséquemment à égal volume de 7 à 8

pour 100 de plus.

Ces caractères la distinguent de la lignite de

Nature de  
cette houille.

— 1347  
— 1360  
— 1259  
— 1347  
— 1360

l'anhracite et du jayet. La houille de Morbello a plus d'analogie avec le jayet.

La houille de Cadibona appartient par conséquent à la classe des houilles sèches, et en diffère par le gisement qui pour ces dernières est ordinairement dans le calcaire. Comme houille sèche, elle est moins propre aux feux des maréchaux pour lesquels on préfère les houilles grasses, qui forment, en se collant au feu, une espèce de voûte où se concentre la chaleur qui échauffe le fer sans le mettre en contact immédiat avec le combustible.

La perte en poids que cette houille éprouve par la carbonisation, est environ de moitié comme pour les houilles grasses; elle laisse pour résidu six pour cent de substance terreuse, ce qui répond à la moitié à peu près du résidu laissé par les houilles grasses du département de la Sarre.

Le coak résultant de la carbonisation de cette houille, conserve son volume primitif et en partie sa texture, à la réserve de son brillant qui est plus terne, et d'une multitude de petites fentes que l'on y remarque. Réduit à cet état, le coak est moins friable, et donne au feu excité par le vent d'un soufflet, une chaleur vive et soutenue sans se déliter. Il exhale une odeur de soufre sans fumée.

Ce coak paraît contenir plus de soufre que celui résultant des houilles de la Sarre. Le soufre n'y est cependant pas apparent comme dans celles-ci où il se manifeste à l'état de pyrite.

Il suit de ces derniers résultats d'expériences, que la proportion de substance carbonneuse contenue dans le coak de Cadibona, est plus

Applications de cette houille aux travaux métallurgiques.

forte que dans les coaks des bonnes houilles grasses, et conséquemment qu'il doit produire par la combustion une intensité de chaleur aussi vive. C'est ce que confirme les épreuves faites aux feux des maréchaux.

Si cet effet a réellement lieu, ce coak pourrait servir à fondre au haut fourneau des minerais de fer, et à fabriquer du lest qui reviendrait au Gouvernement à beaucoup meilleur prix que la fonte actuellement employée par la marine.

Il est probable même qu'on parviendra à enlever à ce coak le soufre qu'il renferme, en l'arrosant avec de l'eau, et en l'exposant pendant quelque temps aux intempéries de l'air pour faire passer le soufre à l'état d'acide sulfurique, et qu'alors ce combustible pourra servir à former une fonte utile dans beaucoup d'autres travaux.

Il est probable aussi, qu'en modifiant la construction des fourneaux à réverbère, ou en faisant subir à la houille quelques préparations, on pourra en faire usage pour les fonderies.

Je me propose de revenir sur ces objets importants dans un Mémoire particulier.

Mais le succès de ces travaux métallurgiques est encore incertain, et dépend de constructions dispendieuses qui ne peuvent s'exécuter qu'avec le temps.

Les mines de Cadibona ont besoin d'un débouché plus prochain, pour les mettre en valeur et donner de l'activité à leur exploitation.

Les fabrications de briques, de poteries, de chaux et de savon, dont il se fait un commerce

Débouchés de la houille que l'on peut actuellement espérer.

considérable dans le département, sont propres à remplir ce but.

La houille sèche est même préférée à la houille grasse, dans la plupart de ces fabrications. Son emploi est facile et n'exige que quelques légères modifications dans la construction des fours déjà existans.

Il convient par conséquent de commencer par introduire l'usage de la houille dans ces divers établissemens. Le genre de construction que cet usage nécessite est resté absolument ignoré dans le pays, et on n'y avait même point songé encore.

Je fais disposer dans ce moment un four à brique pour être chauffé avec la houille. J'espère que les propriétaires s'empresseront d'adopter cette disposition pour se mettre à même de soutenir la concurrence du prix qui résultera de l'économie faite sur le combustible. Je m'occuperai également d'étendre cet emploi aux autres établissemens que je viens d'indiquer.

Ce sera plus difficile pour certaine poterie blanche; mais on peut l'espérer du moins pour la poterie commune, dont la fabrication est la plus considérable.

Il existe à la proximité de Savone et sur le bord de la mer, 14 fours à briques, qui fournissent annuellement trois millions cinq cent mille briques; cinquante fours de poterie commune, de faïence et de terre à pipe, dont la fabrication s'élève à près de un million de douzaines d'assiettes ou d'assortimens; onze fours qui produisent cent mille quintaux de chaux et une trentaine de savonneries.

La quantité de houille que ces établissemens pourraient consommer, peut être évaluée à cent mille quintaux par an.

Elle remplacerait une consommation de près du double en poids de fagots composés de divers arbustes et de jeunes repousses d'arbres. Il est d'autant plus important d'épargner ces menus bois, que leur rareté fait diminuer chaque jour l'activité des établissemens, et qu'en arrachant ces jeunes repousses, souvent avec leurs racines de dessus les rochers, les pluies abondantes du pays emportent incessamment le peu de terres végétales qui les recouvrent, et déterminent l'éboulement des montagnes dont la pente est très-rapide.

En même-tems qu'on assurerait à la mine ces premiers débouchés, il est probable que les marchands, mieux éclairés sur leurs intérêts, adopteraient également l'usage de la houille, soit à l'état naturel, soit préparée.

On doit aussi être porté à croire que l'exemple déjà donné par la forge d'ancre de Varrazzo, sera bientôt suivi par la forge du même genre établie à Savone.

La consommation de la houille pour ces deux forges d'ancre, peut être évaluée à trois mille quintaux.

Les arsenaux de l'artillerie et de la marine peuvent assurer une consommation assez considérable de cette houille quand les avantages en seront mieux constatés. La houille de France qu'on y emploie dans ce moment, revient très-chère en raison des frais de transport, et il est hors de doute, ce me semble, que celle de Cadibona, mêlée à partie égale avec celle de

France, produise le même effet. L'arsenal de l'artillerie de terre se propose d'en consommer pour la campagne quinze mille quintaux; l'arsenal de la marine, y comprise l'artillerie de mer, se propose d'en consommer trente mille. La consommation totale serait de quarante-cinq mille quintaux; mais en supposant qu'on n'en prenne que la moitié pour la mêler avec la houille de France, les approvisionnemens certains que ces deux arsenaux pourraient faire aux mines de Cadibona, seraient encore d'environ vingt milliers de quintaux.

On voit par les deux derniers articles, que le débit le plus considérable sera dû aux manufactures des environs de Savone.

En supposant que ces différens travaux soient en pleine activité, et que l'usage de la houille soit aussi général qu'il est susceptible de le devenir, la mine pourrait espérer un débouché annuel de deux cent mille quintaux métriques.

#### R É S U M É.

Il suit de ce qui précède,

1°. Que l'exploitation des mines de houilles de Cadibona n'est point en activité effective, et ne peut être considérée que comme un travail de recherches, dont le seul résultat important a été d'avoir fait connaître la puissance et l'étendue de la couche.

2°. Que l'emploi de la houille est encore extrêmement borné, et peut être considéré comme ayant

ayant servi à faire des essais qui méritent d'être encouragés, et qui offrent un grand intérêt pour l'avenir.

3°. Que ces mines suffiraient à une exploitation considérable, et au-delà des besoins du département pendant plus de cinquante ans.

4°. Que les premières notions sur la manière d'employer la houille en grand, sont ignorées jusqu'à présent dans le pays, et que faute de ces connaissances, l'exploitation de ces mines n'a pu avoir le degré d'utilité dont elles sont susceptibles.

5°. Que cette houille peut servir, soit dans son état naturel, soit à l'état de coak, aux feux des maréchaux et aux arsenaux, mais moins avantageusement que les houilles grasses.

6°. Que mêlée en proportion égale avec de la houille grasse de France, elle pourrait remplir le même objet, et qu'il en résulterait déjà une épargne notable.

7°. Que cette houille, sans être de première qualité, est propre cependant à remplacer le bois dans les briqueries, poteries, fours à chaux et savonneries du département.

8°. Que la consommation que peuvent faire ces établissemens est la plus importante et la plus prochaine.

9°. Que le chauffage domestique, les feux des maréchaux, les fabrications d'ancres, les arsenaux, les verreries, les fournaux à reverbères, les hauts fourneaux, contribueront

avec le tems à augmenter les débouchés de ces mines, en offrant au pays de nouveaux genres d'industrie et de commerce.

10°. Enfin, que de nouvelles mines pourront s'ouvrir par la suite pour maintenir pendant des siècles ces arts d'utilité public.

---

## ACIER FONDU.

---

*RÉSULTAT d'une expérience qui a été faite sur l'Acier fondu, par MM. Poncelet frères, en présence de M. le Préfet du département de l'Ourthe, de M. Mathieu, Ingénieur en chef des Mines, et de M. Migneron, Ingénieur ordinaire du même département (1).*

L'EXPÉRIENCE dont nous allons rendre compte a été entreprise d'après le désir que Son Excellence le Ministre de l'Intérieur en avait témoigné aux frères Poncelet, dans la lettre qu'il leur fit l'honneur de leur écrire le 7 octobre 1808; elle avait pour but de constater authentiquement, que l'acier fondu, versé dans le commerce par les fabricans, est réellement un produit de leur manufacture, afin de détruire les bruits par lesquels on s'est efforcé jusqu'ici de nuire à leur établissement, en répandant que cet acier provient des fabriques anglaises. Son Excellence, désirant donner aux frères Poncelet un témoignage de la protection qu'elle accorde à leur industrie, chargea spécialement l'ingénieur en chef des mines, M. Mathieu, d'assister à cette expérience, et de lui en faire connaître les résultats; la séance

Objet de  
l'expé-  
rience.

---

(1) L'expérience a été faite à Liège le 12 mars 1809.