

7698

ÉTUDE

DES

PRINCIPALES VARIÉTÉS DE HOUILLES

CONSOMMÉES

— SUR LE MARCHÉ DE PARIS ET DU NORD DE LA FRANCE.

ÉTUDE DE LA TOURBE.

PAR M. DE COMMINES DE MARSILLY,

INGÉNIEUR DES MINES ;

SUIVIE

D'UN RAPPORT A L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

— a | o | e —

PARIS.

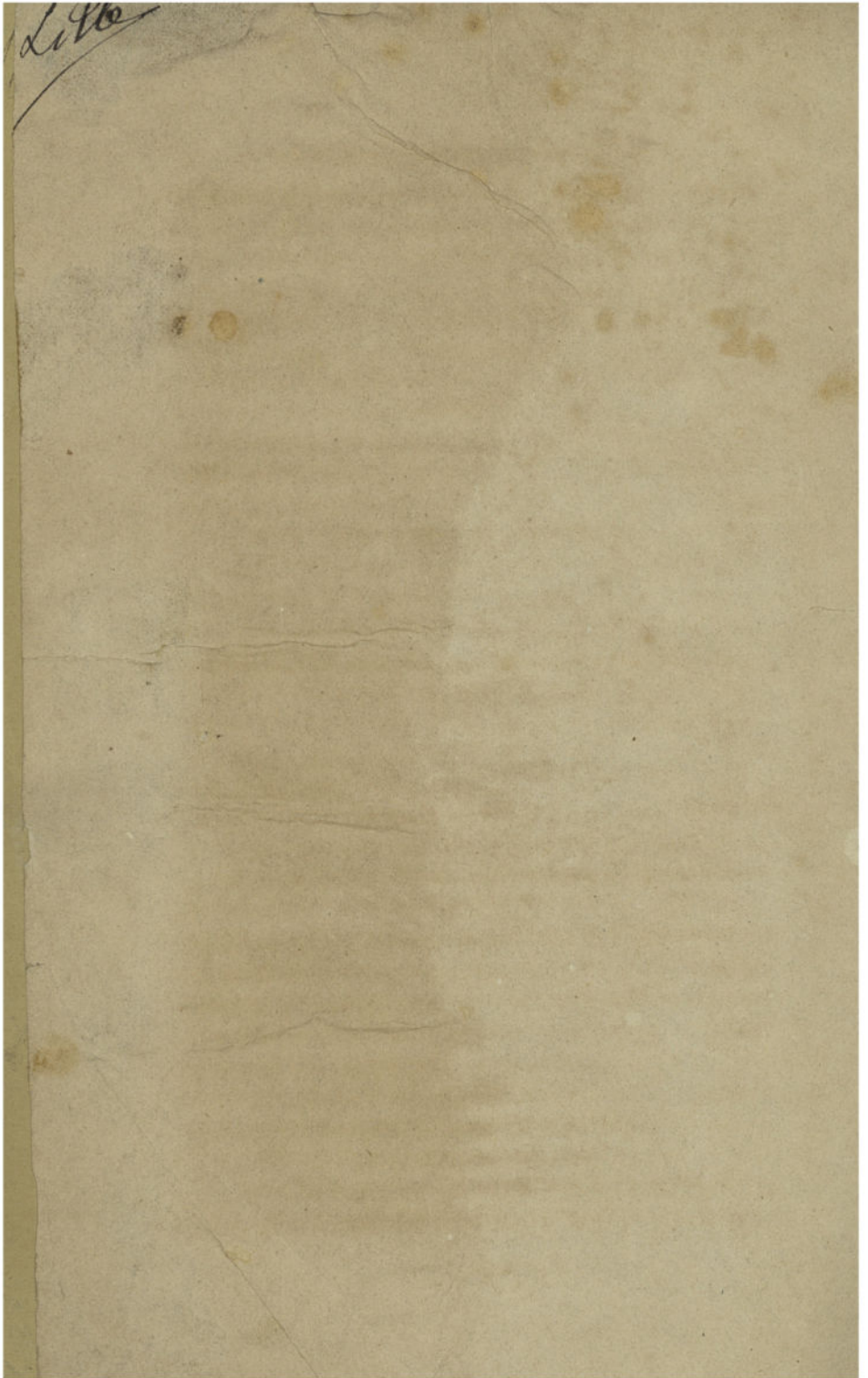
DALMONT ET DUNOD, ÉDITEURS,

Précédemment Carilian-Gœury et Victor Dalmont,

LIBRAIRES DES CORPS IMPÉRIAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES,

Quai des Augustins, 49.

—
1837



4038141-128021



ÉTUDE
DES
PRINCIPALES VARIÉTÉS DE HOUILLES
CONSOMMÉES
SUR LE MARCHÉ DE PARIS ET DU NORD DE LA FRANCE.
ÉTUDE DE LA TOURBE.

1087

8881

PARIS
8881



Paris. — Imprimé par E. THUNOT et C^o, rue Racine, 26.



MUSEE GOMI
SECRET
2, Rue du L...
LILL

ÉTUDE

DES

PRINCIPALES VARIÉTÉS DE HOUILLES

CONSOMMÉES

SUR LE MARCHÉ DE PARIS ET DU NORD DE LA FRANCE.

ÉTUDE DE LA TOURBE.

PAR M. DE COMMINES DE MARSILLY,

INGENIEUR DES MINES;

SUIVIE

D'UN RAPPORT A L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

— (C) —

PARIS,

DALMONT ET DUNOD, ÉDITEURS,

(Précédemment Carillon-Gemury et Victor Dalmont),

LIBRAIRES DES CORPS IMPÉRIAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES,

Quai des Augustins, 49.

—
1837

22

ÉTUDE

PRINCIPALES VARIÉTÉS DE HOUILLES

CONSTITUTION

EN LE NOMBRE DE PARIS ET DU NORD DE LA FRANCE.

ÉTUDE DE LA TOURBE.

PAR M. DE DUMAS, CHIMISTE.

1827

D'UN RAPPORT A L'ACADEMIE DES SCIENCES.

PARIS.

DEBROU ET GONOD, ÉDITEURS.

1827

ÉTUDE
DES
PRINCIPALES VARIÉTÉS DE HOUILLES
CONSOMMÉES
SUR LE MARCHÉ DE PARIS ET DU NORD DE LA FRANCE.
ÉTUDE DE LA TOURBE.

INTRODUCTION.

Le but que je me propose est d'étudier la combustion dans les foyers des locomotives.

Cette étude est complexe; le combustible, le foyer de la locomotive, la grille, les tubes, la boîte à feu, le tuyau d'échappement, la cheminée, les métaux employés, tels sont les nombreux éléments dont la forme, les dimensions, les rapports et la nature influent sur la manière dont s'opère la combustion et s'utilise la chaleur produite.

Parmi ces éléments, celui qui joue le premier rôle et qu'il importe le plus de bien connaître est le combustible; suivant que l'on emploie le coke, la houille, la tourbe ou le bois, les produits de la combustion varient et les dimensions des divers éléments que nous venons d'énumérer doivent changer.

L'étude de la combustion doit donc être précédée de l'analyse des combustibles employés.

Pendant longtemps le coke a été, sauf dans des circonstances exceptionnelles, le seul combustible brûlé

dans les foyers des locomotives ; mais aujourd'hui la houille a pris une large place dans la consommation ; nous avons même montré, M. Chobrzinski et moi, que son emploi était supérieur à celui du coke ; sur certains chemins de fer on marche avec les lignites, la tourbe et le bois.

Pour circonscrire mon sujet, je me bornerai à l'examen des combustibles qui arrivent sur le chemin de fer du Nord ; car c'est sur ce chemin de fer que seront faites mes études de la combustion dans les foyers des locomotives.

Ces combustibles comprennent :

1° Les houilles de Belgique, du nord de la France et du bassin de Newcastle (Angleterre) ;

2° Les briquettes ;

3° Le coke ;

4° La tourbe que l'on trouve dans le Pas-de-Calais, la Somme, l'Aisne et l'Oise ; on ne la brûle pas dans les foyers des locomotives, mais elle est tellement à la portée du chemin de fer du Nord, qu'il était intéressant de voir si, d'après sa composition, il pouvait y avoir avantage à l'employer dans certains cas.

Les importations des houilles belges et anglaises, et la production des houilles du nord de la France, ne s'élèvent pas à moins de 5 millions de tonnes, qui se répartissent pour l'année 1856 entre les divers bassins producteurs à peu près ainsi qu'il suit :

Bassin de Mons et	}	tonnes.
Bassin du Centre.		1.700.000
Bassin de Charleroi.		900.000
Bassin de Valenciennes.		1.300.000
Bassin du Pas-de-Calais.		550.000
Bassin de Newcastle.		400.000
Total.		<u>5.150.000</u>

La consommation totale de la France est d'environ

9 millions de tonnes; c'est donc plus de la moitié des houilles consommées en France que comprennent mes études.

Elles se divisent en quatre parties :

La première comprend l'analyse élémentaire de la houille, c'est-à-dire la détermination des éléments, eau, hydrogène, carbone, oxygène, azote et cendres qui la composent.

La seconde, l'analyse immédiate de la houille, autrement dit la recherche des principes qui constituent immédiatement la houille; un savant illustre faisait naguère encore ressortir l'importance de ce genre de recherches (1).

La troisième partie comprendra l'étude des produits que donne la houille en se décomposant sous l'action de la chaleur.

La quatrième, l'analyse des cendres et la recherche des différentes substances autres que l'hydrogène, le carbone et l'oxygène que l'on rencontre dans la houille.

Le mémoire que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie a pour objet l'analyse élémentaire de la houille, des briquettes, du coke et de la tourbe; il constitue la première partie des recherches auxquelles je me suis livré.

Les houilles que nous avons étudiées n'ont encore été l'objet d'aucun travail du même genre; on a bien fait à l'École des mines de Liège l'incinération et la calcination d'une série d'échantillons représentant toutes les variétés de houille que produit la Belgique; mais on n'a pas donné leur composition élémentaire. M. Regnault, dans ses belles recherches sur les combustibles minéraux (2), donne seulement l'analyse

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XLIV, n° 18, 4 mai 1857, page 817.

(2) *Annales des mines*, 3^e série, t. XII, page 161.

complète de deux espèces de houille du bassin de Mons.

Le travail de M. Regnault nous a servi de modèle ; nous avons suivi , à quelques exceptions près, les mêmes méthodes d'analyses.

PREMIÈRE PARTIE.

EXPOSÉ DES MÉTHODES D'ANALYSES.

Les divers éléments qui entrent dans la composition de la houille sont :

Eau hygrométrique,
Hydrogène,
Carbone,
Oxygène,
Azote,
Cendres.

Nous avons déterminé ces divers éléments ; de plus, nous avons recherché le résidu que la houille laisse par la calcination en vase clos ; ce résidu est composé de cendres et de carbone ; quand il est agglutiné, il prend le nom de coke.

Enfin nous avons pris les densités d'un certain nombre d'échantillons de houille.

Eau hygrométrique.

« L'eau hygrométrique renfermée dans les houilles, » dit M. Regnault, est variable suivant leur nature. » Je me suis assuré que cette eau hygrométrique était » enlevée complètement dans le vide ou par une température un peu supérieure à 100°.

» Toutes les houilles que j'ai analysées, ajoute-t-il » plus loin, ont été préalablement exposées à une température de 120°. »

Les résultats des essais que j'ai faits ne concordent point avec ceux de M. Regnault.

J'ai fait de nombreux essais de dessiccation ; toujours la perte dans le vide sec a été moindre qu'à une température de 100 ou 120°.

Les résultats de ces essais sont consignés dans le tableau n° 1.

En l'examinant on voit que les houilles perdent plus à 100° que dans le vide sec, et qu'elles perdent plus encore à 250° qu'à 100°.

Certains échantillons ont perdu moins 250° qu'à 100° ; cela tient sans doute à la présence de pyrites qui absorbent l'oxygène de l'air, sous l'influence d'une température élevée.

Si, à la température de 100° à 200°, la houille ne perdait que de l'eau, on ne comprendrait point qu'elle éprouvât une perte plus grande que dans le vide sec ; il y avait donc lieu de penser qu'il se dégagait autre chose que de la vapeur d'eau et que la houille subissait une véritable décomposition.

C'est ce que j'ai constaté par de nombreuses expériences ; toutes portent sur des morceaux de charbon en bloc récemment extraits de la mine ; il est essentiel de n'opérer que sur des charbons frais et en gros morceaux qui n'ont point encore subi d'altération sensible par leur exposition à l'air.

1^{re} EXPÉRIENCE. — *Charbon du Grand-Hornu* (bassin de Mons).

Ce charbon est gras, il brûle avec une longue flamme, produit beaucoup de gaz et donne un coke bien formé, mais poreux et léger. On ne rencontre point de grisou dans les veines que l'on exploite.

650 grammes de houille pulvérisée ont été mis dans une cornue en verre et soumis dans un bain d'huile à une température qu'on a graduellement élevée jusqu'à 330°.

Il s'est dégagé : 1° de l'eau mêlée d'huiles carburées; 2° 750 centimètres cubes de gaz, soit pour un kilogramme de houille 1^l,150.

Ce gaz ne brûlait point au contact d'une allumette en ignition; il l'éteignait; la potasse n'en absorbait qu'une très-faible quantité; il était donc principalement composé d'azote.

2° EXPÉRIENCE. — *Levant du Flénu* (bassin de Mons).

Charbon flambant, donnant beaucoup de gaz et un coke léger et fritté; pas de grisou dans les mines.

500 grammes portés graduellement à une température de 350° ont donné :

- 1° Eau mélangée d'huiles empyreumatiques;
- 2° 837 centimètres cubes d'un gaz composé d'azote et d'un peu d'acide carbonique, soit pour un kilogramme de houille 1^l,674.

De 300° à 350°, il ne s'est pas dégagé de gaz.

3° EXPÉRIENCE. — *Midi du Flénu* (charbon maigre).

Charbon à longue flamme, donnant beaucoup de gaz; coke léger et à peine foncé. Il n'y a pas de grisou dans les mines.

600 grammes ont été portés au bain d'huile.

A 110° il ne s'était pas encore dégagé de gaz; le dégagement n'est devenu sensible qu'à 140°; il s'est arrêté avant 300° et n'a pas repris ensuite, quoiqu'on ait atteint la température de 350°.

On a recueilli :

- 1° Eau mélangée d'huiles empyreumatiques;
- 2° 462 centimètres cubes de gaz, soit pour un kilogramme de houille 0^l,770.

Ce gaz ne s'enflammait point au contact d'un corps en ignition et l'éteignait.

4° EXPÉRIENCE. — *Midi du Flénu* (autre échantillon).

Charbon à longue flamme, donnant beaucoup de

gaz et un coke assez bien formé quoique léger. Il n'y a pas de grisou dans les mines.

500 grammes ont donné :

1° Eau mêlée d'huile de goudron ;

2° 481 centimètres cubes de gaz, soit pour un kilogramme 0^l,962.

Ce gaz éteint les corps en ignition ; agité avec la potasse, il diminue un peu de volume.

5° EXPÉRIENCE. — *Mariemont* (bassin du Centre).

Charbon gras à courte flamme sans fumée. Coke bien formé.

920 grammes ont donné :

1° Eau mêlée d'huile de goudron ;

2° 1^l,560 de gaz, soit par kilogramme 1^l,478.

De 10° à 100° il s'était dégagé 0^l,220 d'un gaz qui ne s'enflammait pas au contact d'une allumette en ignition ; le gaz recueilli de 100° à 520° brûlait avec une flamme à peine visible.

6° EXPÉRIENCE. — *Bascoup* (bassin du Centre).

Charbon dur, brûlant sans fumée, donnant peu de gaz et un coke mal formé. Il n'y a pas de grisou dans les mines.

920 grammes ont été chauffés au bain d'huile.

	litres.
Entre 20° et 100°, il s'est dégagé.	0,220
de 100° à 530°.	0,885

Total. 1,105

Soit par kilogramme. 1,201

Ce gaz ne brûlait point au contact d'une allumette en ignition et l'éteignait ; avec la potasse il n'y avait point d'absorption sensible.

7° EXPÉRIENCE. — *Hagne Saint-Pierre* (bassin du Centre).

Houille demi-grasse, donnant un coke bien formé ;

d'une qualité analogue à celle de Mariemont ; point de grisou dans les mines.

500 grammes ont été chauffés au bain d'huile :

Le dégagement du gaz a commencé avant 100° ; la température a été portée jusqu'à 340° ; il s'est dégagé $0^1,795$ d'un gaz non inflammable au contact d'un corps en ignition et éteignant les corps enflammés.

La production du gaz par kilogramme est de $1^1,590$.

8^e EXPÉRIENCE. — *Nord du bois de Boussu. Fosse alliance* (bassin de Mons).

Charbon gras à longue flamme, coke boursoufflé. Il y a du grisou dans les mines.

500 grammes ont dégagé de 10° à 340° , $1^1,455$; soit par kilogramme $1^1,910$.

Ce gaz brûlait avec une longue flamme au contact d'un corps en ignition.

9^e EXPÉRIENCE. — *Grand-Buisson* (bassin de Mons).

Charbon de même nature que le précédent. Mines à grisou.

600 grammes ont été chauffés au bain d'huile.

Jusqu'à 120° il s'est dégagé peu de gaz ; mais de 120° à 335° il s'est dégagé $1^1,570$; à 335° le dégagement ne paraissait pas encore arrêté ; il semblait que la décomposition de la houille commençât ; c'est, par kilogramme $2^1,167$.

Le gaz brûlait avec une très-longue flamme ; celui recueilli vers la fin de l'expérience était plus éclairant et donnait une flamme plus longue et plus vive que celui qu'on a recueilli au commencement.

10^e EXPÉRIENCE. — *Escouffiaux* (bassin de Mons).

Charbon dur, donnant du coke. Mines à grisou.

500 grammes ont été chauffés au bain d'huile.

Le dégagement du gaz a commencé à une température de 70° ; j'ai recueilli :

	litre.
1° de 70° à 150°	0,250
2° de 150° à 180°	0,100
3° de 180° à 250°	0,480
4° de 250° à 310°	0,255
5° de 310° à 325°	0,250
6° de 325° à 350°	0,115
Total	1,450
Soit par kilogramme	2,860

Le gaz n° 1 ne s'est point enflammé.

Le gaz n° 2 a brûlé avec une flamme bleue très-légère.

Le gaz n° 3 a donné une flamme longue et éclairante.

Le gaz n° 4 a brûlé avec une flamme plus longue et plus vive que le précédent.

Les gaz nos 3 et 6 ont donné tous deux une flamme très-longue et très-vive.

11° EXPÉRIENCE. — *Jolimet et Rouige* (bassin de Mons).

Charbon gras, bon pour la forge et pour la fabrication du coke. Mines à grisou.

500 grammes ont été chauffés au bain d'huile.

Le dégagement a commencé à la température de 50°.

De 50° à 160° il s'est dégagé 0^l,250 : ce gaz ne s'est pas enflammé au contact d'une allumette en ignition.

De 160° à 165°, j'ai recueilli 0^l,048 de gaz qui a donné une flamme bleue à peine visible.

Il s'est dégagé ensuite de 160° à 330°, un gaz qui a brûlé avec une légère flamme bleue (1).

En somme, on a obtenu 0^l,958 de gaz, soit par kilogramme 1^l,196.

12° EXPÉRIENCE. — *Bellevue, Ferrand, Élouges* (bassin de Mons).

(1) Il est probable que le charbon avait perdu par l'exposition à l'air, depuis le jour où il avait été extrait, le gaz qu'il renfermait.

On a fait chauffer au bain d'huile des échantillons de charbon gras des mines de Bellevue, Ferrand et Élouges, dans lesquelles on rencontre le grisou.

Il s'est constamment dégagé du gaz qui brûlait avec une longue flamme au contact d'un corps enflammé.

13^e EXPÉRIENCE. — *Charbon anglais* (Newcastle).

Charbon gras, propre à la fabrication du gaz et du coke. Il était resté longtemps exposé à l'air.

500 grammes ont été chauffés au bain d'huile.

Le dégagement a commencé à 50°.

De 50° à 250°, on a obtenu 0^l,500 d'un gaz qui brûlait avec une flamme peu éclairante.

Le gaz recueilli ensuite brûlait avec une flamme éclairante.

On a eu en tout 1^l,175, soit par kilogramme 2^l,350.

En général, les mines du bassin de Newcastle renferment du grisou.

Les conséquences que l'on peut tirer des expériences qui précèdent sont les suivantes :

1° La houille, quand elle est récemment extraite, subit un commencement de décomposition à une température inférieure à 100°; elle dégage du gaz et de l'eau mêlée d'huiles carburées; le dégagement ne devient abondant qu'au delà de 100° et continue jusqu'à une température de 350°, et probablement même au delà, jusqu'au point où la décomposition de la houille devient complète.

2° Les houilles qui proviennent de mines à grisou dégagent de l'hydrogène carboné; celles qui proviennent de mines où il n'y a point de grisou n'en dégagent point; les gaz qu'elles donnent consistent principalement en azote.

Cette dernière conséquence est curieuse, elle donne à l'ingénieur des mines un moyen de reconnaître à

priori si la veine dont il va commencer l'exploitation produira du grisou.

Il était naturel de penser, d'après les faits que je viens d'exposer, que certaines houilles, sinon toutes les houilles, perdaient quelques-uns de leurs principes par leur exposition à l'air ; c'est ce que l'expérience est venue confirmer.

On sait que dans les mines à grisou le gaz se dégage de la houille ; c'est dans les déblais souvent que la production de gaz est la plus abondante.

J'ai mis en évidence le dégagement spontané du gaz hydrogène carboné de la manière suivante.

Deux gros morceaux de houille de Bellevue, extraits depuis six jours environ, et arrivés directement de la fosse, ont été pulvérisés rapidement ; la poussière a été placée dans un grand vase que l'on a recouvert d'une cloche de forme conique ; au bout de douze heures, en enlevant la cloche, approchant une allumette enflammée et renversant, il se produisait une flamme longue et éclairante.

J'ai répété l'expérience avec le même succès sur des charbons de Ferrand et de l'Agrappe (bassin de Mons).

Quand ces charbons avaient été plusieurs jours exposés à l'air, il ne se dégageait plus de gaz inflammable.

Quand cette exposition dure plusieurs mois, on ne retire plus de gaz hydrogène carboné, même en chauffant la houille jusqu'à 500°.

Ainsi 500 grammes de houille du nord du bois de Boussu ont été réduits en poussière et laissés cinq mois exposés à l'air ; au bout de ce temps, chauffés au bain d'huile jusqu'à 500°, il s'est dégagé du gaz, mais ce gaz n'était pas inflammable.

Des expériences semblables faites sur les charbons

gras de Bellevue et d'Élouges ont donné le même résultat; le charbon frais donnait du gaz inflammable, le charbon vieux n'en donnait point.

Il n'y a pas seulement que le gaz hydrogène carboné qui se dégage par l'exposition à l'air; la houille perd encore en partie le principe gras qui détermine la formation du coke lors de la calcination.

Tous les fabricants de coke attachent une grande importance à n'employer que des charbons frais; ils assurent que le vieux charbon ne colle pas bien.

J'ai voulu vérifier cette assertion moi-même, et, pour cela, j'ai fait fabriquer en Belgique deux tonnes de coke avec des charbons gras de Jolimet et Roinge qui, depuis six mois, étaient restés sur le rivage; on avait eu soin de l'enfourner dans un four bien chaud placé au centre d'un groupe de fours en bonne allure; la cuisson a duré quarante-huit heures comme à l'ordinaire; elle a été conduite dans les mêmes conditions que celle des fours voisins où l'on avait enfourné des charbons frais.

Pendant le coke que l'on a obtenu était mal formé, en partie pulvérulent, et trop mauvais pour être livré au commerce.

Ce résultat ne pouvait provenir que d'une chose, du départ, par l'exposition à l'air, du principe gras qui fait coller le coke.

Ce principe se dégage aussi à une température peu élevée; j'ai fait chauffer à une température inférieure à 300° des houilles grasses réduites en poudre, puis je les ai calcinées dans un creuset; elles donnaient un résidu pulvérulent. Les mêmes houilles, calcinées sans avoir été préalablement desséchées, donnaient un coke bien formé.

Voici les houilles que j'ai soumises à cette expérience :

Bassin de Charleroi.

Carabiniers français.	}	Houilles demi-grasses.
Lodelinsart.		
Triekaisin.	}	Houilles grasses maréchaes.
Bayemont.		
Poirier.		

Bassin de Mons.

Haut-Flénu.	Houille sèche à longue flamme.
L'Agrappe.	Charbon gras fines-forges.
Nord du bois de Boussu.	Charbon gras à longue flamme.

Ainsi le principe gras de la houille, celui qui détermine l'agglutination de toutes les parcelles qui la composent lors de la calcination, disparaît sous l'influence d'une température de 200° à 300°; après qu'il a disparu, la houille cesse de se coller et de se boursoufler sous l'action de la chaleur.

La pression atmosphérique influe-t-elle sur le dégagement du grisou? est-il plus rapide lorsque le baromètre baisse, moins abondant et rapide lorsqu'il monte? La plupart des ingénieurs qui dirigent les mines où il y a du grisou, croient à l'influence de la pression atmosphérique sur le dégagement du gaz. Il est certain que lorsque le temps est lourd et orageux, le gaz paraît en plus grande abondance dans la veine que quand le temps est beau; mais cela peut tenir à ce que les moyens de ventilation, ventilateur ou foyer d'aérage, sont affectés par les variations atmosphériques et n'agissent plus avec la même puissance. Je n'ai point cherché à résoudre cette question, mais j'ai voulu m'assurer si le gaz hydrogène carboné se dégage quelle que soit la pression de l'atmosphère ambiant.

Voici l'expérience que j'ai faite :

J'ai mis dans un vase de forme cylindrique en cuivre 20 kilogrammes de charbon menu de l'Agrappe provenant de gros morceaux fraîchement sortis de la fosse et

pulvérisés rapidement ; puis j'ai hermétiquement fermé le vase, et, à l'aide d'une pompe de pression, refoulé de l'air à l'intérieur jusqu'à ce que la pression atteignît cinq atmosphères ; un robinet était placé à la partie supérieure du vase ; on avait la précaution de l'ouvrir un instant et de laisser échapper quelques litres d'air afin de faire partir le gaz hydrogène carboné qui aurait pu se dégager lors de l'introduction du charbon menu.

Ce même robinet servait à recueillir du gaz ; vingt-quatre heures après l'introduction du charbon menu, le gaz recueilli brûlait au contact d'un corps allumé ; c'était de l'hydrogène carboné. L'expérience fut répétée sur plusieurs litres recueillis successivement et donna toujours le même résultat.

Ainsi une pression de cinq atmosphères n'empêche pas le dégagement du grisou ; peut-être l'augmentation de pression a-t-elle pour effet de rendre le dégagement moins rapide ; mais on ne saurait l'affirmer ; ce qui est positif, c'est qu'elle ne l'empêche pas.

Les charbons provenant de mines où il n'y a point de grisou subissent-ils quelque perte par leur exposition à l'air ? Il est possible qu'ils laissent dégager spontanément des gaz tels que l'azote et l'acide carbonique ; s'il en était ainsi, plus de soin devrait être apporté à l'aérage de beaucoup de mines dans lesquelles il est négligé au grand détriment de la santé des classes ouvrières ; il serait même du devoir de l'administration d'intervenir et de prescrire l'emploi de mesures efficaces.

Des faits que nous venons d'exposer on peut déduire les conclusions suivantes :

1° La houille éprouve, par une dessiccation à la température de 100° et au-dessus, une perte supérieure à celle qu'elle subit dans le vide sec ; avec l'élévation de température la perte augmente.

2° Sous l'influence d'une température comprise entre 50° et 550°, la houille subit une véritable décomposition, elle dégage des gaz, de l'eau et des huiles carbonées dont la proportion s'élève de 1 à 2 pour 100; la perte augmente avec l'élévation de température; ce qu'il y a de remarquable, c'est qu'à une température de 200° à 300°, la houille perd complètement le principe gras qui détermine la formation du coke lors de la calcination.

3° Les gaz dégagés par les houilles provenant de mines à grisou consistent principalement en hydrogènes carbonés; ceux dégagés par les houilles provenant de mines où il n'y a pas de grisou consistent principalement en azote et ne sont pas inflammables.

De là un moyen de reconnaître *à priori* si une veine de houille est susceptible de donner du grisou.

4° Les houilles provenant de mines à grisou s'altèrent par l'exposition à l'air; elles perdent de l'hydrogène carboné et une partie, sinon la totalité, du principe gras qui détermine la formation du coke lors de la calcination; elles se délitent souvent et tombent en poussière.

5° Le gaz hydrogène carboné se dégage lors même que la pression de l'atmosphère ambiant est quintuple de la pression atmosphérique.

M. Regnault exprime l'opinion que la houille ne subit aucune altération à l'air.

« Des houilles d'Anzin et de Mons, dit-il (1), qui ont » été analysées par l'un de nous, il y a vingt ans, et qui

(1) Extrait de deux rapports adressés les 15 février et 28 juin 1855, à sa Majesté l'Empereur, sur les expériences entreprises par son ordre, pour déterminer les conditions économiques de la fabrication du gaz à la houille. 5^e série, t. VIII, page 54 des *Annales des mines*.

» étaient conservées dans des flacons imparfaitement
» fermés par des bouchons de liége, ayant été soumises
» à de nouvelles analyses, ont présenté la même com-
» position que celle qu'on leur avait trouvée il y a vingt
» ans. Donc, dans les conditions où elles ont été con-
» servées, elles n'ont subi aucune décomposition spon-
» tanée, appréciable à une analyse délicate. »

Ensuite, ce savant cite deux expériences de fabrication de gaz faites, l'une avec de la gailleterie de Mons en magasin depuis plus de dix mois, l'autre avec du poussier de houille du bois de Saint-Ghislain ; on a obtenu du bon coke et un rendement de gaz satisfaisant, l'essai fait sur des criblures de houille provenant du criblage de gaillettes tamisées, et qui séjournaient depuis plusieurs années, en tas, dans les cours de la manufacture de Sèvres, a donné également un bon résultat en coke et en gaz.

« En résumé, termine M. Regnault, nous ne nions
» pas que certaines houilles, principalement celles qui
» renferment des pyrites ou des schistes se délitant
» facilement à l'air, ne puissent s'altérer à la longue et
» devenir impropres à la fabrication avantageuse d'un
» coke de bonne qualité ; mais l'expérience que nous
» venons de citer, et qui a été faite spécialement pour
» cet objet, montre que cette altération n'est pas sensible
» pour les houilles de Mons, même au bout de dix mois. »

Nous ne saurions admettre dans toute sa généralité la conclusion que M. Regnault tire des faits qu'il expose.

Observons d'abord que la fabrication du coke de gaz s'opère dans des conditions toutes différentes de celles du coke pour locomotives ; dans le premier cas, on opère en vase clos, le charbon est dans une cornue chauffée par un foyer ; quelle que soit la nature de la houille, elle est toujours portée à la même température.

Le coke pour locomotives est au contraire fabriqué dans des fours où l'air pénètre, et c'est le gaz que dégage la houille et une portion même du carbone fixe qu'elle renferme qui, en brûlant, développent la chaleur nécessaire à la carbonisation; on comprend donc que les houilles, telles que celles de Jolimet et Rouige, que nous avons essayées, et qui sont de même nature que celles du bois de St-Ghislain qu'a essayées M. Regnault, donnent, après une exposition de plusieurs mois à l'air, un coke mal formé dans des fours; tandis que si elles avaient été carbonisées dans une cornue, elles eussent pu donner du gaz abondamment et du coke bien formé.

L'expérience faite en grand sur les houilles menues du bois de Saint-Ghislain ne prouve donc rien contre nos résultats.

Quant aux expériences faites sur des gaillettes de Mons ou menus, provenant du même charbon, elles n'ont rien non plus de concluant par le même motif; il est probable d'ailleurs que ces charbons proviennent de mines où il n'y a point de grisou, et, nous l'avons dit plus haut, nous n'avons point recherché si ces houilles subissent une perte par leur exposition à l'air.

Enfin, quant aux analyses faites sur des échantillons renfermés dans des bouteilles depuis vingt ans, et analysées déjà il y a vingt ans, on ne peut tirer de leur concordance une autre conclusion que celle qu'en tire lui-même M. Regnault, savoir : que dans les conditions où ces houilles ont été conservées, elles n'ont subi aucune décomposition *spontanée, appréciable à une analyse délicate.*

Mais, en admettant même que l'analyse fût parfaite, il faudrait encore qu'on eût opéré d'abord sur des échantillons fraîchement extraits de la mine.

Or si l'on examine la provenance des divers échan-

tillons de houille dont ce savant chimiste donne l'analyse dans ses belles recherches sur les combustibles minéraux, si l'on se rappelle que les chemins de fer n'existaient point alors et que les communications étaient lentes et difficiles, on restera persuadé que les échantillons sur lesquels il a opéré avaient été extraits de la mine depuis un temps plus ou moins long; ils avaient donc pu subir déjà l'altération que cause l'exposition à l'air.

En résumé, nous croyons avoir établi d'une manière certaine que les houilles provenant de mines à grisou subissent par leur exposition à l'air une modification véritable dans leur composition; pour les houilles provenant de mines où il n'y a pas de grisou, nous ne voudrions exprimer aucune opinion, car nous n'avons pas suffisamment étudié la question.

Dans les recherches auxquelles nous nous sommes livrés, nous n'avons point fait subir aux échantillons que nous avons analysés de dessiccation à une température de 110° à 120° .

Seulement, nous les avons toujours laissés préalablement de douze à vingt-quatre heures sous la cloche de la machine pneumatique dans le vide sec; la perte qu'ils éprouvent est faible et on s'affranchit ainsi de la chance d'erreur que causerait la présence d'une proportion notable d'eau hygrométrique absorbée par une cause accidentelle.

Détermination de l'hydrogène, du carbone et de l'oxygène.

La méthode qu'a suivie M. Regnault pour analyser la houille consiste à la brûler avec l'oxyde de cuivre, et à dégager à la fin de l'opération de l'oxygène pour achever la combustion et chasser tous les produits gazeux du tube; à cet effet, on place à l'extrémité de celui-ci

deux ou trois grammes de chlorate de potasse pur et fondu que l'on chauffe à la fin de l'opération.

Pour réduire les vapeurs nitreuses qui se forment, on place une couche de cuivre réduit par l'hydrogène dans la partie antérieure du tube.

Cette méthode présente tout le degré d'exactitude désirable, mais elle a l'inconvénient d'être longue et d'exiger l'emploi d'une quantité considérable d'oxyde de cuivre et de cuivre réduit par l'hydrogène.

J'ai adopté de préférence une autre méthode qui présente, il est vrai, une légère erreur sur le dosage de l'hydrogène, erreur que nous apprécierons plus loin, mais qui a l'avantage d'être plus rapide, exige beaucoup moins d'oxyde de cuivre, et permet de se servir deux ou trois fois du même tube.

Elle consiste à brûler la houille dans un courant d'oxygène sec, et à faire passer les gaz qui se forment à travers une couche d'oxyde de cuivre qui achève la combustion.

Le tube en verre réfractaire a 0^m,60 environ de longueur et est ouvert par les deux bouts; on le nettoie d'abord avec du papier décollé que l'on fait passer de part en part; on l'entoure d'une feuille de cuivre, puis on le dessèche parfaitement en le remplissant presque entièrement d'oxyde de cuivre qui vient d'être porté au rouge et se trouve encore à une température de 200° à 300°.

Quand le tube est vide, on le remplit de suite sur la moitié de sa longueur d'oxyde de cuivre chaud et récemment calciné, et on le porte sur la grille; alors on introduit dans le tube une capsule de platine qui épouse la forme et qui a 0^m,10 environ de longueur; dans cette capsule se trouve la houille que l'on veut analyser.

La capsule est placée dans une autre de même forme et plus grande; elle vient toucher à la couche d'oxyde de cuivre.

Cela fait, on met le tube en communication avec le gazomètre à oxygène; à l'autre bout s'adaptent les tubes destinés à recueillir l'eau et l'acide carbonique et le tube témoin.

L'oxygène s'obtient par la calcination du chlorate de potasse pur; on le recueille sur l'huile dans un gazomètre; il se dessèche déjà, lors de sa préparation, en traversant un grand tube de pierre ponce imbibée d'acide sulfurique.

En sortant du gazomètre il traverse: 1° un appareil à boules de Liebig dans lequel se trouve une dissolution à 1,27 de potasse pur qui le dépouille de toute trace d'acide carbonique; 2° un grand tube en U rempli de pierre ponce imbibée d'acide sulfurique qui enlève toute trace d'humidité; il arrive donc pur et parfaitement sec dans le tube à combustion.

Celui-ci n'est entouré d'une feuille de cuivre que sur les deux tiers de sa longueur, là où se trouve l'oxyde de cuivre; sur le surplus, la feuille de cuivre ne l'enveloppe qu'à moitié, la partie supérieure est libre, l'on voit la capsule et l'on peut suivre les progrès de la combustion.

Voici comment l'opération est conduite:

Quand l'oxyde de cuivre a été porté au rouge, on fait arriver lentement l'oxygène, et l'on met quelques charbons en arrière de la capsule; on en place aussi quelques-uns sous celle-ci, mais de manière que la température de la houille ne soit pas assez élevée pour qu'elle s'enflamme. Des gaz et des matières liquides et volatiles se dégagent; ils se brûlent complètement en traversant la couche d'oxyde de cuivre; au bout de quelques minutes on met des charbons bien enflammés à l'extrémité de la capsule, la houille prend feu; puis, au fur et à mesure que la combustion avance, on place plus avant de nouveaux charbons; la combustion

s'opère toujours sur le point extrême, là où arrive l'oxygène, et n'avance qu'après que les parties en ignition sont réduites en cendres.

Il est nécessaire, surtout avec des houilles grasses et flambantes, de déterminer d'abord une distillation lente à une basse température sans enflammer la houille; autrement, quand celle-ci s'enflammerait, il y aurait production subite et abondante de gaz, projection d'oxyde de cuivre dans le tube à eau et combustion incomplète des matières dégagées. Il est prudent, pour éviter la projection, de placer en tête de la colonne d'oxyde de cuivre, de la tournure de cuivre grillée sur une longueur de quelques centimètres.

L'opération est terminée quand on n'aperçoit plus aucun point brillant dans la capsule.

On continue à faire passer le courant d'oxygène pour chasser tous les gaz provenant de la combustion de l'appareil; un demi-litre à un litre suffit.

Alors on enlève les tubes qui ont servi à recueillir l'eau et l'acide carbonique; puis on retire avec un fil de fer terminé par une pointe recourbée la capsule de platine qui contient la cendre et que l'on pèse.

J'ai opéré généralement sur 1 gramme ou sur 0^s,500.

Lorsque la houille n'est point flambante, il suffit de prendre un tube de 0^m,60 de longueur; un tube de 0^m,40 à 0^m,50 de longueur suffit pour des houilles maigres et le coke; on pourrait même, dans ce cas, se passer d'oxyde de cuivre; mais pour des houilles flambantes et gazeuses il faut prendre un tube de 1 mètre au moins de longueur, et augmenter considérablement la longueur de la couche d'oxyde de cuivre. Il convient aussi de n'opérer que sur 0^s,50 à 0^s,60 de matière.

Généralement le même tube peut servir sans changement à deux ou trois opérations successives; on laisse

seulement refroidir la partie dans laquelle est introduite la capsule.

L'oxyde de cuivre que l'on retire des tubes peut servir pour d'autres opérations.

Il est facile de s'assurer que l'incinération est complète; il suffit pour cela de porter la capsule dans le fourneau à moufle; elle ne doit pas changer de poids.

Je me suis assuré plusieurs fois, en faisant marcher l'appareil sans la houille, qu'il n'y avait aucun changement dans les poids des tubes d'absorption.

La seule cause d'erreur sensible que présente la méthode que je viens de décrire, consiste dans la production d'acide nitrique qui se condense avec l'eau dans le tube à eau; l'eau que l'on recueille dans le petit tube placé à l'intérieur du tube en U est toujours légèrement acide, et cet acide est de l'acide nitrique; en présence de l'oxygène il ne peut pas se former de bioxyde d'azote; on ne voit jamais de teinte jaune indiquant la présence de l'acide hypoazotique. C'est dans le tube en U que se condense l'acide nitrique; on ne remarque point qu'il en passe dans le tube à potasse; comme l'acide nitrique ne peut subsister sans eau, il est naturel d'admettre qu'il se retrouve en entier dans le tube à pierre ponce; c'est donc sur le dosage de l'hydrogène que porte l'erreur (1).

J'ai cherché à apprécier quelle pouvait être cette erreur, et, à cet effet, j'ai fait les expériences suivantes :

1° *Houille de Mariemont maigre* (bassin du Centre).
0^g,50 ont été brûlés dans un courant d'oxygène, et les produits de la combustion recueillis dans un tube à

(1) J'ai recherché la présence de l'acide nitrique dans les dissolutions de potasse qui avaient servi à l'absorption de l'acide carbonique; c'est à peine si le sulfate ferreux dénote l'existence des traces de nitrates.

boules de Liebig renfermant une dissolution de potasse.

Liqueur d'hypermanganate de potasse.

22 centimètres cubes de liqueur d'hypermanganate de potasse peroxydent 0^g,02 de fer.

Après le mélange de la dissolution de 0^g,02 de fer pur dans l'acide hydrochlorique avec la dissolution de potasse, il suffit de 11 centimètres cubes pour achever la peroxydation, d'où l'on déduit :

Acide nitrique.	0 ^g ,003
Azote.	0 ^g ,0008

Le poids du tube à eau se trouve augmenté de 0^g,005; ce qui augmente le poids de l'hydrogène de 0^g,000335, soit 0^g,07.

2° *Houille du Poirier grasse* (bassin de Charleroi).

0^g,50 de houille ont été brûlés dans un courant d'oxygène, et les produits de la combustion recueillis dans un tube à boules de Liebig renfermant une dissolution de potasse.

22 centimètres cubes de liqueur d'hypermanganate de potasse peroxydent 0^g,02 de fer.

Après le mélange de la dissolution de 0^g,02 de fer pur dans l'acide hydrochlorique avec la dissolution de potasse, il a suffi de 4 centimètres cubes pour achever la peroxydation, d'où l'on déduit :

Acide nitrique.	0 ^g ,005
-------------------------	---------------------

L'erreur sur le poids de l'eau est donc de 0^g,005, et sur l'hydrogène de 0^g,00055, soit 0,11 pour 100.

Carabinier français. Veine Huit-Paumes.

Charbon demi-gras de Charleroi.

Houille pesant 0^g,50 brûlée dans un courant d'oxygène.

Titre de la liqueur avant l'expérience. . .	cent. cub. 5,4
Pour 0 ^g ,04 ^e de fer après l'expérience. . .	. . . . . 0,8
Différence.	<u>4,6</u>

Équivalent à $0^{\text{e}},009$ d'acide nitrique ; ce qui donne une erreur de $0^{\text{e}},001$ sur le dosage de l'hydrogène, soit $0,2$ pour 100 .

On peut dire qu'en général l'erreur est de $0,1$ pour 100 à $0,2$ pour 100 ; comme elle a toujours lieu dans le même sens, les résultats restent comparables entre eux ; on peut donc la négliger et considérer comme suffisamment approchés les résultats obtenus.

La méthode que nous avons employée pour doser l'hydrogène et le carbone contenus dans la houille, convient en général pour toutes les matières organiques solides ne renfermant pas ou renfermant peu d'azote.

Elle convient en particulier pour le dosage du carbone que renferme la fonte.

Détermination de l'azote.

Toutes les houilles que j'ai essayées renferment de l'azote ; la réaction légèrement acide que présente l'eau recueillie dans le tube à pierre ponce après la combustion, le prouve.

L'azote peut être déterminé, soit par la méthode de M. Dumas, soit par celle de MM. Will et Waretrapp, modifiée par M. Péligot ; c'est cette dernière que j'ai adoptée de préférence à toute autre comme plus expéditive et plus exacte.

Comme l'azote n'est qu'en faible proportion, je ne l'ai déterminé que dans un petit nombre de houilles prises comme types. En général, j'ai déterminé l'azote et l'oxygène ensemble par différence.

Détermination des cendres et du coke.

On obtient directement le poids des cendres dans la méthode d'analyse que nous avons suivie ; comme vérification, nous avons constamment fait l'incinération de

5 grammes dans une capsule de platine portée dans la moufle d'un grand fourneau de coupelles.

C'est dans la même moufle que nous opérions la calcination de la houille ; le creuset de platine était placé avec son couvercle dans l'intérieur d'un creuset en terre, recouvert lui-même ; entre les deux couvercles, on mettait quelques morceaux de charbon de bois pour empêcher la rentrée de l'air lors du refroidissement.

La calcination s'opérait généralement sur 5 grammes et durait de dix à quinze minutes ; à la fin, on donnait un coup de feu en poussant le creuset au fond de la moufle et en fermant celle-ci.

Quelque pur que soit un morceau de houille, il n'a point de composition homogène en cendres ; trois morceaux retirés d'un même bloc de houille m'ont donné des résultats différents.

	gr.	gr.	p. 100.
1 ^{er} Morceau pesant	7,950,	cendres 0,155,	1,70
2 ^e Morceau pesant	10,452,	cendres 0,250,	2,20
3 ^e Morceau pesant	9,059,	cendres 0,216,	2,58

Il faut même réduire la houille en poussière très-fine pour trouver sur le même échantillon la même teneur en cendres.

Pour le même échantillon pulvérisé et passé à un tamis de crin assez fin, nous avons trouvé :

	p. 100.
1 ^{er} Essai.	3,54
2 ^e Essai.	3,90

Les mêmes variations se reproduisent dans la calcination.

Ainsi deux calcinations faites sur le même échantillon pulvérisé du nord du bois de Boussu m'ont donné :

	p. 100.
1 ^{er} Essai.	68,65
2 ^e Essai.	69,15
Différence.	0,50

Il importe en conséquence de n'opérer que sur des échantillons réduits en poussière très-fine.

J'ai suivi, dans l'étude des houilles qui va suivre, la classification adoptée par les mineurs dans chaque bassin; elle repose sur les propriétés industrielles des houilles et la division par groupes des couches qui les fournissent. De cette manière, il sera facile d'opérer des rapprochements entre les houilles similaires des divers bassins.

SECONDE PARTIE.

I. BASSIN DE MONS.

Le bassin de Mons s'étend de l'est à l'ouest, depuis Mons jusqu'à peu de distance de Quiévrain, sur une longueur de 15 à 16 kilomètres environ et sur une largeur de 7 à 8 kilomètres (1).

Les couches qu'il renferme sont nombreuses; mais leur épaisseur est faible; elle atteint rarement 2 mètres.

La direction générale des couches est de l'est à l'ouest; quant à l'inclinaison, elle est très-variable.

Les veines exploitées au nord de la partie reconnue du bassin sont très-régulières et présentent de grandes plateures inclinées de 10° à 20° du sud vers le nord; à une certaine profondeur, elles se relèvent et pendent au contraire du nord vers le sud; mais elles sont tellement accidentées que l'on n'a jamais pu y établir d'exploitation suivie.

Lorsqu'on s'avance vers le sud, on trouve des veines avec des allures moins régulières; elles sont formées de plis et de replis dont les uns pendent au nord, les autres

(1) Nous ne parlons ici que de la partie reconnue et exploitée du bassin.

au sud; les premiers portent le nom de plats, les seconds, celui de droits ou dressants.

On admet qu'à une profondeur plus ou moins grande les veines se terminent par des plateures immenses à peu près parallèles à celles exploitées au nord du bassin; et d'après la même analogie, on suppose aussi qu'elles se relèvent au nord et pendent alors du nord vers le sud.

L'ensemble des grands plats du midi et des dressants et plateures, qui se trouvent à leur suite, s'appelle comble du midi ou versant du midi; l'ensemble des grands plats ou plateures et dressants, que l'on suppose exister au nord, se nomme comble du nord ou versant du nord.

La ligne suivant laquelle a lieu l'intersection des combles du nord et du midi s'appelle *naïe*.

Ainsi le bassin de Mons se composerait de deux parties distinctes, la partie sud qui renferme un grand nombre de couches exploitables et exploitées, la partie nord qui formerait le pendant de la première, mais dans laquelle on n'a pu établir aucun grand siège d'exploitation, et dont l'existence est encore problématique.

Nous ne nous occuperons que de la partie sud.

On doit à MM. Delneufcourt, Albert Toilliez, Jules le Toret, D. Gain, Émile et César Plumet, une carte géologique du bassin de Mons et deux coupes de ce bassin à MM. Plumet.

La première coupe est faite suivant un plan vertical du nord au sud passant par les fosses de l'Agrappe, Picquery, Ostennes et Cacheaprès.

La deuxième, par un plan parallèle au premier et passant par les fosses de Bellevue, Longterne-Trichères, grande machine à feu de Dour, et nord du bois de Boussu.

Ces coupes présentent la succession de toutes les veines que l'on rencontre dans le bassin de Mons.

Les veines figurées dans la première coupe sont divisées en quatre groupes en allant du nord au sud.

Charbon flenu.	54
Charbon dur.	28
Charbon fines-forges.	36
Charbon sec.	38

Nous suivrons cette classification que confirment nos analyses; seulement, nous diviserons les flenus en deux classes, les flenus maigres et les flenus gras, ou bien houilles sèches à longue flamme et houilles grasses à longue flamme.

Parmi les veines figurées dans la seconde coupe ne se trouvent point de veines de flenu sec; les trente-trois premières couches produisent de la houille grasse à longue flamme; celles du n° 34 au n° 63 des charbons durs, celles du n° 64 au n° 106 des charbons fines forges et du n° 107 à 116 des charbons maigres.

Les charbons flenu brûlent avec une flamme longue et fument beaucoup; ils s'allument facilement, se collent légèrement et forment voûte; ce qui rend leur usage très-commode pour le chauffage des chaudières à vapeur.

Ils donnent beaucoup de gaz, mais le rendement en coke n'est pas abondant; les charbons flenu provenant des veines les plus au nord collent à peine; ceux des veines plus au midi donnent au contraire un coke bien formé.

Ce qui caractérise le flenu, c'est qu'il se présente en morceaux bien taillés et rhomboédres d'une régularité remarquable, dont les faces portent des stries caractéristiques auxquelles on a donné le nom de maille du flenu.

Les houilles flenu grasses présentent le même caractère; mais il est moins prononcé dans celles provenant de la partie ouest du bassin.

Le passage des flenus gras aux charbons durs s'opère d'une manière insensible.

Ceux-ci donnent en brûlant une flamme plus courte que les précédents; ils durent plus longtemps au feu; d'où leur vient la dénomination de charbon dur.

Ils sont propres au chauffage des chaudières à vapeur, mais ils exigent du soin et de la surveillance de la part du chauffeur.

Ils produisent moins de gaz que le flenu, mais donnent plus de coke et un coke meilleur.

A défaut de fines forges ils peuvent servir à forger; ils sont employés à la fabrication du coke pour les chemins de fer.

Ils présentent à un moindre degré la forme de prisme rhomboïdal qui caractérise le flenu.

Les charbons fines forges sont spécialement propres à la fabrication du coke pour hauts fourneaux et locomotives ainsi qu'au travail de la forge.

On les emploie aussi avec avantage pour chauffer les fours à réverbère, soit seuls, soit mélangés avec des charbons moins gras.

Pour les utiliser au chauffage des chaudières à vapeur, il faut prendre beaucoup de soin, piquer souvent le feu, dégager les barreaux et casser la croûte qui se forme.

Ils donnent peu de gaz et beaucoup de coke.

Nous ne mentionnons les charbons maigres que pour mémoire; ils ne donnent lieu à aucune exploitation importante dans le bassin de Mons.

Nous avons réuni dans un seul tableau les résultats de nos analyses de houille de ce bassin.

Bassin de Mons.

DÉSIGNATION DE LA HOUILLE.	Hydrogène.	Carbone.	Oxygène et azote.	Cendres.	Résidu de la calcination.	DÉDUCTION FAITE DES CENDRES.				Rapport du résidu de la calcination au carbone.	Pouvoir calorifique.	OBSERVATIONS.
						Hydrogène.	Carbone.	Oxygène et azote.	Résidu de la calcination.			
<i>Houilles senu sèches.</i>												
Haut senu.	5,42	85,95	10,93	0,70	63,58	5,46	83,53	11,01	63,32	75	6,920	
Belle et bonne	5,50	80,03	9,37	5,10	63,00	5,80	84,93	9,87	61,01	72	7,082	
Belle et bonne	5,60	82,41	10,89	1,10	64,76	5,66	83,33	11,01	64,36	77	6,946	Coke fritté.
Levant du senu.	5,22	82,91	10,13	1,74	66,96	5,31	84,38	10,31	66,37	78	6,966	
Couchant du senu.	5,38	81,73	9,77	3,12	65,48	5,55	84,36	10,69	64,36	76	7,023	
Midi du senu.	4,92	79,96	8,89	6,23	66,02	5,24	85,27	9,49	63,76	74	7,033	
Midi du senu.	5,12	83,38	9,70	1,80	65,74	5,21	84,91	9,88	65,11	76	6,906	
<i>Houilles senu grasses.</i>												
Grand Hornu.	5,63	83,30	8,54	2,53	68,31	5,78	85,46	8,76	67,48	78	7,103	
Nord du bois de Boussu. Grand Gaillet-senimelle.	5,34	82,25	9,51	2,90	68,16	5,50	84,70	9,80	67,20	79	7,049	
Nord du bois de Boussu. Fosse Alliance.	5,53	80,55	9,52	4,40	69,15	5,78	84,26	9,96	67,73	80	7,072	
Grand Buisson	5,49	83,40	7,76	3,44	70,10	5,59	86,37	8,04	69,03	79	7,234	
<i>Houilles dures.</i>												
Escouffiaux	5,40	85,10	7,25	2,16	72,90	5,61	86,98	7,41	72,30	83	7,297	
Baron-de-Meklembourg	5,13	83,17	6,99	4,80	72,65	5,39	87,36	7,25	71,27	81	7,281	
Sainte-Hortense.	5,35	85,11	7,61	1,93	75,17	5,35	86,78	7,77	74,68	86	7,390	
<i>Houilles fines forges.</i>												
Ferrand	4,60	86,13	7,92	1,35	74,71	4,67	87,30	8,03	74,56	85	7,101	
Elouard	2,04	86,69	6,86	1,91	74,86	5,11	87,93	6,96	74,50	84	7,270	
Agrappe	4,78	86,68	6,10	2,44	78,81	4,90	88,85	6,23	78,28	88	7,311	
Agrappe	4,87	86,30	6,49	3,04	80,33	5,04	88,25	6,71	79,65	89	7,285	
Belleveue.	4,48	86,38	6,09	3,05	80,58	4,62	89,10	6,28	79,96	90	7,268	
Jolimet et Rolinge.	4,87	88,85	4,46	1,82	80,51	4,96	90,49	4,55	80,14	88	7,460	

La proportion de cendres est variable, elle descend rarement au-dessous de 1 p. 100, et s'élève jusqu'à 6 p. 100.

Si l'on fait abstraction des cendres, et que l'on considère les matières fixes et volatiles séparées par la calcination, on arrive à une loi bien nette : c'est que la proportion de matières fixes augmente au fur et à mesure que l'on avance du nord au sud, tandis que celle de matières volatiles diminue.

Elle est de 61 à 67 p. 100 pour les charbons flenu, de 67 à 70 p. 100 pour les houilles flenu grasses, de 70 à 75 p. 100 pour les houilles dures, de 74 à 80 p. 100 pour les charbons fines forges.

La proportion d'hydrogène est de 5,20 à 5,80 p. 100 pour les flenu secs, de 5,55 à 5,78 p. 100 pour les houilles grasses à longue flamme, de 5,55 à 5,61 p. 100 pour les houilles dures et de 4,62 à 5,11 p. 100 pour les fines forges.

La proportion d'hydrogène n'a donc rien de caractéristique pour les trois premières espèces de houilles ; elle est sensiblement moindre pour les fines forges.

La proportion de carbone est :

	p. 100.	p. 100.
Pour les flenus secs de.	83,53	à 85,27
— flenus gras de.	84,26	à 87,56
— houilles dures.	86,78	à 87,56
— houilles fines forges de. . .	87,50	à 90,49

On voit que la proportion de carbone va en augmentant au fur et à mesure que l'on avance du sud vers le nord, et que le passage d'une catégorie de houille à la suivante s'opère par une augmentation de carbone.

La proportion d'oxygène et d'azote est :

	p. 100.	p. 100.
Pour les flenus secs de.	11,01	à 9,49
— flenus gras de.	9,96	à 8,04
— houilles dures de.	7,77	à 7,25
— fines forges de.	8,03	à 4,53

On peut dire d'une manière générale que la proportion d'oxygène et d'azote va en diminuant au fur et à mesure que l'on avance du nord vers le sud, et que dans le passage d'une catégorie de houille à la suivante il y a une diminution d'oxygène et d'azote.

Un élément qui joue un grand rôle dans la manière dont les houilles se comportent au feu, c'est le rapport entre le carbone total et le carbone qui reste dans le résidu de la calcination, lequel se compose uniquement de carbone et de cendres. J'ai établi ce rapport dans une colonne distincte ; on voit qu'au fur et à mesure qu'on se rapproche des charbons gras, la partie de carbone que se dégage avec les matières volatiles est de plus en plus faible.

C'est moins par l'augmentation de la quantité totale de carbone que par l'augmentation relative du carbone fixe, que se distinguent les houilles des diverses catégories.

On peut prévoir déjà que les pouvoirs calorifiques suivent la même loi que les proportions de carbone.

Ils sont, abstraction faite des cendres :

	p. 100.	p. 100.
Pour les flenus secs de	6,920	à 7,082
— flenus gras de	7,046	à 7,254
— houilles dures de	7,281	à 7,297
— houilles grasses de	7,101	à 7,460

Entre le pouvoir calorifique le plus faible et le plus élevé la différence est de 8 p. 100.

De la comparaison des résultats obtenus avec les charbons de la partie est du bassin et ceux de la partie ouest, on tire cette conséquence :

« Que l'on exploite dans la partie ouest du bassin le » prolongement des couches de la partie est, sauf le » système des couches de flenus secs qui manque com- » plètement. »

Prenons, par exemple, les deux termes extrêmes des séries de veines, l'Agrappe et Bellevue; nous avons trouvé :

DÉSIGNATION.	Hydrogène.	Carbone.	Oxygène.	Matières fixes.
Agrappe. Veine 5 paumes.	4,90	88,85	6,25	79,54
Bellevue.	4,62	89,40	6,23	79,99

Sainte-Hortense se rapproche beaucoup du Baron-de-Mecklembourg.

DÉSIGNATION.	Hydrogène.	Carbone.	Oxygène.	Matières fixes.
Sainte-Hortense.	5,35	86,78	7,77	74,55
Baron-de-Mecklembourg..	5,89	87,36	7,25	71,37

Les données géologiques confirment complètement celles de l'analyse.

Détermination de l'azote.

J'ai déterminé l'azote sur un petit nombre d'échantillons.

Haut flénu. — 10 centimètres cubes d'acide sulfurique normal renferment 0^s,484 d'acide sulfurique et équivalent à 0^s,1694 d'azote.

Houille pesant 0^s,40.

	cent. cub.
Titre de l'acide avant l'expérience. . . .	33,1
— après l'expérience. . . .	32,2
Différence. . . .	00,9
Équivalent à azote 0 ^s ,0046, soit.	1,15 p. 100.

Escouffiaux. — 10 centimètres cubes d'acide sulfurique normal équivalent à 0^s,1694 d'azote.

Houille pesant 0^s,40.

	cent. cub.
Titre de l'acide avant l'expérience.	33,1
— après l'expérience.	52,1
Différence.	01,0

Équivalent à azote 0^e,005, soit. 1,25 p. 100.

Agrappe, Veine grande sereuse, Fosse grand trait.

Houille pesant 0^e,40.

	cent. cub.
Titre de l'acide avant l'expérience.	33,6
— après l'expérience.	52,5
Différence.	01,1

Équivalent à azote 0^e,0055, soit. 1,375 p. 100.

La proportion d'azote paraît un peu plus forte dans les houilles grasses que dans les houilles flénu.

En résumé, la classification adoptée généralement pour les houilles du bassin de Mons, et fondée sur leurs usages industriels, se trouve confirmée par l'analyse chimique; il convient donc de distinguer les quatre catégories suivantes :

- 1° Flénu sec ou houilles sèches à longue flamme;
- 2° Flénu gras ou houilles grasses à longue flamme;
- 3° Charbons durs ou bien houilles grasses à flamme longue, mais moins longue que la précédente, improprement nommées quelquefois demi-grasses;
- 4° Charbons fines forges ou bien houilles grasses marécales à courte flamme.

Le passage des houilles de la première catégorie à celles de la seconde et de celle-ci aux suivantes, s'opère par une diminution dans la proportion d'oxygène et d'azote et une augmentation dans celle de carbone; ce qui est caractéristique, c'est que le rapport de la partie fixe du carbone à la quantité totale du carbone va en augmentant; c'est la partie fixe du carbone qui s'accroît; loin de profiter de l'accroissement du carbone,

la partie volatile diminue, circonstance qui, jointe aux diminutions d'hydrogène et d'oxygène, indique un changement profond dans la manière dont se combinent les éléments.

La proportion d'hydrogène ne diminue sensiblement que quand on arrive aux houilles fines forges; elle paraît cependant aller en diminuant au fur et à mesure que l'on avance des flénus vers les houilles fines forges.

La proportion d'azote varie de 1 à 1 1/2 p. 100; elle paraît plus grande dans les houilles fines forges que dans les flénus.

Quant au pouvoir calorifique, il augmente au fur et à mesure que l'on arrive aux fines forges.

Les densités ne présentent aucune différence bien saillante, elles varient de 1,26 à 1,30; cependant, si l'on se reporte au tableau n° 2 où elles sont consignées, on remarquera que les houilles grasses paraissent un peu plus denses que les houilles flénu.

II. BASSIN DU CENTRE.

Le bassin du Centre est situé à l'est de Mons; il commence vers Strépy et Bracquognies et s'étend jusqu'à Herlaimont sur une longueur d'environ 12 kilomètres.

Les couches sont dirigées de l'est à l'ouest, elles pendent du nord vers le sud.

Si le bassin du Centre fait suite à celui de Mons, c'est le prolongement du comble du Nord que l'on exploite aujourd'hui.

On distingue trois qualités de charbon: le gras, le demi-gras et le maigre.

Les charbons gras sont bons pour la forge et la fa-

brication du coke; ils ne sont pas employés pour la fabrication du gaz.

Le charbon maigre ne colle point quand il est calciné en vase clos ou donne un coke à peine formé; cependant il ne décrépité point au feu.

Le charbon demi-gras tient le milieu entre les charbons maigres et les charbons gras; il s'agglutine un peu, mais pas assez pour donner du bon coke; il est impropre à la fabrication du gaz et à la forge.

Les charbons du Centre sont en général très-estimés; ils brûlent avec une flamme courte, mais cette flamme est très-chaude; ils durent longtemps au feu.

Ils sont recherchés pour les usages domestiques; les charbons demi-gras ou maigres le sont surtout à cause de la propriété dont ils jouissent de brûler sans fumée.

J'ai réuni dans le tableau suivant les résultats de l'analyse des houilles du Centre.

Bassin du Centre.

DÉSIGNATION de la houille.	Hydrogène.	Carbone.	Oxygène.	Cendres.	Résidu de la calcination.	DÉDUCTION faite des cendres.				Rapport du résidu de la calcination au carbone.	Pouvoir calorifique.	OBSERVATIONS.
						Hydro- gène.	Car- bone.	Oxy- gène.	Résidu de la cal- cination.			
<i>Houilles grasses.</i>												
Haine-Saint-Pierre.	4,49	85,82	7,29	2,40	81,63	4,60	87,93	7,47	81,17	92	7,147	Coke bien formé, très-boursoufflé.
Bois du Luc.	4,64	82,73	7,13	5,50	78,80	4,91	87,54	7,55	77,56	88	7,184	Coke boursoufflé.
Sars-Longchamps.	4,52	81,61	6,58	4,29	81,61	4,72	88,40	6,88	80,78	91	7,222	Coke boursoufflé.
La Louvière.	4,64	86,44	4,12	4,80	80,04	4,85	90,82	4,73	79,03	92	4,455	Coke boursoufflé.
Bracquegnies.	4,69	88,40	5,21	1,70	80,22	4,77	89,93	5,30	79,87	88	7,387	Coke formé, très-boursoufflé.
Maricmont.	4,68	87,36	5,68	2,28	81,05	4,79	89,40	5,81	80,60	90	7,338	Coke bien formé, boursoufflé.
Houssu.	4,56	86,40	4,56	6,82	83,90	4,89	90,91	5,00	82,72	91	7,427	Coke un peu boursoufflé.
<i>Houilles demi grasses.</i>												
Haine-Saint-Pierre.	4,43	83,40	5,84	6,33	82,64	4,73	89,14	6,23	81,46	91	7,285	Coke bien formé, à peine boursoufflé.
Bois du Luc.	4,48	88,12	5,70	1,70	77,60	4,55	89,64	5,81	77,21	86	7,303	Coke formé, légèrement boursoufflé.
Bascoup.	4,28	87,26	5,56	2,90	82,45	4,41	89,87	5,72	81,92	91	7,284	Coke bien formé, non boursoufflé.
Sars-Longchamps.	4,43	87,02	6,57	1,98	80,51	4,52	88,78	6,70	80,41	90	7,210	Coke à peine formé, non boursoufflé.
Maricmont.	4,31	88,62	4,77	2,30	83,70	4,41	90,70	4,89	83,31	91	7,375	Coke formé, non boursoufflé.
La Louvière.	4,57	84,76	5,61	5,49	84,66	4,38	89,68	5,94	83,76	93	7,267	Coke formé, un peu mieux agglutiné.
Bracquegnies.	4,57	83,27	5,70	6,47	82,73	4,88	89,02	6,10	81,53	88	7,323	Coke formé, non boursoufflé.
La Louvière.	4,30	90,46	4,34	0,90	84,79	4,34	91,28	4,38	84,65	92	7,415	Coke formé, non boursoufflé.
Houssu.	4,85	87,47	4,72	2,96	83,50	4,99	90,14	4,87	82,99	92	7,533	Coke à peine formé.
Bascoup.	4,20	87,75	5,45	2,60	82,97	4,31	90,09	5,60	82,51	91	7,290	Coke à peine formé.

On voit que la proportion d'hydrogène est plus considérable dans les charbons gras que dans les charbons demi-gras, la proportion de carbone plus faible, celle d'oxygène et d'azote plus élevée; il y a peu de différence entre les proportions de carbone fixe et les rapports du carbone fixe à la quantité totale de carbone; mais de deux charbons provenant de la même mine, c'est toujours le plus gras qui renferme le moins de carbone fixe.

La composition des houilles grasses du Centre est presque identique avec celle des houilles grasses de Mons; les demi-gras n'ont pas leurs similaires.

Il n'y a point, parmi les échantillons que nous avons analysés, de houilles maigres proprement dites.

Le pouvoir calorifique des houilles du Centre est en général très-élevé; il est égal ou supérieur à celui des houilles grasses de Mons.

Détermination de l'azote.

Nous avons déterminé l'azote dans deux échantillons.

1° *Bracquignies demi-gras.* — Houille pesant 0^s,40. 10 centimètres cubes de l'acide sulfurique normal équivalent à 0^s,1694 d'azote.

	cent. cub.
Titre de l'acide avant l'expérience. . . .	33,5
— après l'expérience. . . .	<u>32,7</u>
Différence.	00,8
Équivalent à azote 0 ^s ,004, soit.	1,00 p. 100.

2° *Mariemont demi-gras.* — Houille pesant 0^s,40.

	cent. cub.
Titre de l'acide avant l'expérience. . . .	33,7
— après l'expérience. . . .	<u>33,1</u>
Différence.	00,6
Équivalent à azote 0 ^s ,003, soit.	0,75 p. 100.

La proportion d'azote est, on le voit, peu élevée.

En résumé, sur les deux catégories de combustible que présente le bassin du Centre, une seule, celle des houilles fines forges, se trouve dans le bassin de Mons; les houilles demi-grasses forment une catégorie nouvelle.

Aux quatre divisions que nous avons admises dans ce bassin devra donc s'ajouter dans l'échelle ascendante une autre division, celle des houilles demi-grasses.

On donne souvent aux houilles dures ou grasses flambantes de Mons le nom de demi-grasses; cette qualification nous paraît erronée; car la qualification de *gras* appliquée à la houille indique surtout la propriété qu'elle possède de s'agglutiner facilement, de se fondre en quelque sorte sous l'action de la chaleur; or les houillures dures de Mons jouissent de cette propriété à un haut degré. Cette dénomination pourrait en outre induire en erreur en laissant croire à une similitude de propriétés entre les houilles dures de Mons et les houilles demi-grasses du Centre; nous la réserverons donc pour celles-ci; elle leur convient bien, car elles s'agglutinent à peine sous l'action de la chaleur.

La densité des houilles du Centre varie de 1,27 à 1,30; elle est en général assez élevée.

III. BASSIN DE CHARLEROI.

Le bassin houiller de Charleroi fait suite à celui du Centre; les charbonnages les plus à l'ouest et les plus près de ceux du Centre sont les charbonnages de Courcelles et du Piéton; à l'extrémité est, on trouve ceux d'Auvélais et de Falnuée; sa longueur est d'environ 30 kilomètres et sa largeur de 10 kilomètres.

Les couches présentent une succession de droits et

de plats dont l'inclinaison est généralement du nord vers le sud ; la direction est de l'est à l'ouest.

On distingue trois qualités principales de houille :

- 1° Houille grasse ou fines forges ;
- 2° Houille demi-grasse ;
- 3° Houille maigre.

Comme dans le bassin du Centre , les veines de houille grasse sont à l'extrémité sud du bassin , et en avançant vers le nord , on trouve successivement les séries de veines de houille demi-grasse et de houille maigre.

Le tableau suivant renferme les résultats de l'analyse d'un certain nombre de houilles.

Basin de Charleroi.

DÉSIGNATION DE LA HOUILLE.	Hydrogène.				Carbone.	Oxygène.	Centrés.	Résidu de la calcination.	DÉDUCTION FAITE DES CENDRES.				Rapport du résidu au carbone.	Pouvoir calorifique.	OBSERVATIONS.
	Hydrogène.	Carbone.	Oxygène.	Centrés.					Hydrogène.	Carbone.	Oxygène.	Résidu de la calcination.			
NOMS DES MINES. | NOMS DES FOSSES ET DES VEINES.															
Houille grasse.															
Saint-Martin	4,62	86,23	5,81	3,34	79,48	4,77	89,20	6,03	78,77	88	7,317	Coke bien formé, bour-souffé.	7,296		
Triekaisin	4,68	86,17	5,30	3,55	84,43	4,85	89,05	5,50	83,86	93	7,377				
Poitier	4,47	83,21	5,80	6,52	83,60	4,78	89,91	6,21	82,45	92	7,296				
Houille demi-grasse.															
Bayemont	4,05	80,64	5,67	9,63	85,75	4,49	89,23	6,28	81,31	94	7,250	Coke bien formé.	7,384		
Triekaisin	4,06	88,64	4,36	2,94	89,40	4,18	91,32	4,50	89,08	97	7,411				
Sacré-Madame	4,37	88,34	4,52	2,77	87,55	4,49	90,86	4,65	87,19	95	7,387				
Lodelinsart	4,26	86,29	4,41	5,04	87,02	4,39	90,87	4,74	86,33	95	7,387	Coke à peine formé, non boursouffé.	7,339		
Sars-les-Moulins	4,25	88,69	5,26	1,80	85,57	4,32	90,32	5,36	85,30	94	7,315				
Ardinoises	4,03	86,03	4,74	5,21	86,66	4,25	90,74	5,01	85,92	94	7,339				
Carabinier-Français. Veine 8 paumes.	3,85	83,90	5,58	6,58	88,50	4,12	89,91	5,97	87,69	97	7,225	Coke non formé ou en résidu est en poussière au moins choc.	7,275		
Carabinier-Français. Veine 11 paumes, fosse n° 2	4,13	87,89	5,53	2,48	88,15	4,24	90,09	5,67	87,74	97	7,466				
Goudré	3,87	83,94	6,20	5,99	88,15	4,13	89,28	6,59	87,40	97	7,466				
Houille maigre.															
Roton	3,00	84,50	5,10	6,50	87,17	4,17	91,37	5,46	86,34	95	7,281	Coke non formé ou en résidu est en poussière au moins choc.	7,295		
Font-de-Loup	3,90	89,12	5,64	1,37	89,82	3,96	90,36	5,68	89,67	99	7,231				
Falmée	3,97	89,30	5,13	1,60	88,90	4,03	90,75	5,22	88,72	97	7,295				
Beaulieu	3,65	90,89	3,98	1,48	91,86	3,70	92,26	4,01	91,74	99	7,358				
Bois d'Heigne	3,83	89,22	4,52	2,43	91,35	3,93	91,43	4,64	90,92	99	7,330				

Les houilles grasses ont à peu près la même composition que les houilles grasses du Centre; leur rendement en vase clos est un peu plus grand, il est plus considérable par conséquent que celui des fines forges de Mons.

Les houilles demi-grasses renferment un peu moins d'hydrogène et un peu plus de carbone que les houilles grasses; leur rendement en vase clos est plus considérable, leur pouvoir calorifique aussi élevé; elles ont à peu près la même composition que les houilles demi-grasses du Centre; seulement la proportion de carbone fixe et par suite le rapport du carbone fixe au carbone total est généralement plus élevé.

Enfin les houilles maigres renferment encore moins d'hydrogène et plus de carbone que les précédentes; presque tout le carbone est à l'état de carbone fixe; le pouvoir calorifique est à peu près le même.

Si les houilles grasses et demi-grasses du Centre appartiennent aux mêmes couches que celles de Charleroi, il n'y a donc eu aucun changement important dans leur nature.

En tout cas, on doit ranger dans la même catégorie les houilles grasses du Centre et celles de Charleroi, et les considérer comme des variétés d'une même famille; il en est de même des charbons demi-gras.

Détermination de l'azote.

Nous avons déterminé l'azote dans trois échantillons de houille de nature différente.

1° *Poirier houille grasse.* — Houille pesant 0^g,40.

Titre de l'acide avant l'expérience. . . .	3,35
— après l'expérience. . . .	3,24
Différence. . . .	0,11

Équivalent à azote 0^g,0055, soit. 1,575 p. 100.

2° *Carabinier Français, fosse n° 2, veine Huit-Paumes.*

— Houille pesant 0^s,40.

Titre de l'acide avant l'expérience. . . .	3,35
— après l'expérience. . . .	3,27
	Différence. . . .
	0,08
Équivalent à azote 0 ^s ,004, soit.	1 p. 100.

3° *Bois d'Heigne.* — Houille pesant 0^s,40.

Titre de l'acide avant l'expérience. . . .	3,35
— après l'expérience. . . .	3,31
	Différence. . . .
	0,04
Équivalent à azote 0 ^s ,002, soit.	0,40 p. 100.

L'azote diminue quand on passe des houilles grasses aux houilles maigres.

En résumé, nous avons établi six catégories distinctes de houille :

- 1° Houilles sèches à longue flamme ;
- 2° Houilles grasses à longue flamme ;
- 3° Houilles dures, ou bien houilles grasses marécales à longue flamme ;
- Houilles fines forges, ou bien houilles grasses marécales à courte flamme ;
- 5° Houilles demi-grasses ;
- 6° Houilles maigres.

Chaque catégorie de houille est nettement caractérisée par la composition élémentaire des houilles qu'elle comprend, la proportion du carbone fixe et le rapport du carbone fixe au carbone total ; les couches qui les fournissent forment des groupes distincts et successifs placés constamment dans le même ordre.

La densité des houilles maigres est sensiblement plus élevée que celle des houilles grasses.

IV. BRIQUETTES.

La fabrication des briquettes a pris depuis quelques années un grand développement; dans le bassin de Charleroi on compte plusieurs fabriques de briquettes.

Les charbons menus, maigres ou demi-gras sont mélangés avec du goudron, ou mieux avec le résidu de la distillation du goudron à une température peu élevée, puis façonnés en briquettes et fortement comprimés; tantôt les briquettes subissent une cuisson à la température du rouge sombre (ce qui les durcit davantage), tantôt on les vend sans avoir été cuites.

Nous donnons les analyses de deux briquettes, l'une de Gosselies qui a subi la cuisson, l'autre de Montigny-sur-Sambre qui ne l'a point subie.

1° *Briquelette de l'usine de Gosselies (Charleroi).*

Sur un gramme :

	p. 100.		p. 100.
Hydrogène. . . .	4,12,	sans les cendres.	4,36
Carbone.	84,92,	. . . . .	89,96
Oxygène et azote.	5,36,	. . . . .	5,68
Cendres.	5,60,	. . . . .	0,00
	<hr/>		<hr/>
	100,00,	. . . . .	100,00

Pouvoir calorifique 7,362 calories.

2° *Briquelette de l'usine de Montigny-sur-Sambre (Charleroi).*

Sur un gramme :

	p. 100.		p. 100.
Hydrogène. . . .	4,01,	sans les cendres.	4,37
Carbone.	82,74,	. . . . .	90,15
Oxygène.	5,05,	. . . . .	5,50
Cendres.	8,20,	. . . . .	0,00
	<hr/>		<hr/>
	100,00,	. . . . .	100,00

Pouvoir calorifique 7,289 calories.

On voit que la composition des briquettes est semblable à celle des houilles demi-grasses de Charleroi, ce que l'on devait prévoir puisqu'elles servent à leur fabrication et qu'elles les composent presque entièrement.

V. BASSIN DE VALENCIENNES.

Le bassin de Valenciennes commence à peu de distance de Quiévrain et s'étend jusqu'à Douai; il comprend les concessions de Fresnes-Midi, de Vicoigne, d'Anzin, de Douchy, d'Aniche et d'Azincourt; le pendage général des couches est du nord vers le sud, leur direction de l'est-nord à l'ouest-sud.

Les veines sont nombreuses, mais leur puissance est en général plus faible que celle des veines exploitées en Belgique.

La production totale de ce bassin a été en 1856 d'environ 1.900.000 tonnes.

Les houilles maigres se trouvent au nord; au fur et à mesure que l'on avance du nord vers le sud, on trouve les houilles demi-grasses, fines forges, grasses à longue flamme; on ne rencontre point de charbon analogue au charbon flenu sec.

La série entière de toutes les veines de houille se trouve dans les concessions d'Anzin; c'est sur des échantillons provenant de ces veines que nous l'étudierons.

Le tableau suivant donne les résultats de nos analyses.

Bassin de Valenciennes.

DÉSIGNATION DE LA HOUILLE.		Hydrogène.	Carbone.	Oxygène.	Cendres.	Résidu la calcination.	Hydrogène.	Carbone.	Oxygène.	Résidu de la calcination.	Happort du résidu au carbone.	Pouvoir calorique.	OBSERVATIONS.
Houilles grasses à longues flammes.													
FOSSÉS.													
VEINES.													
Renard.	Marck.	5,47	82,55	7,68	4,30	66,68	5,72	86,25	8,03	65,18	75	7,247	
Renard.	President.	5,46	85,54	7,50	1,50	67,35	5,54	86,85	7,61	66,85	76	7,268	
Renard.	Marie.	5,32	86,39	6,99	1,30	67,50	5,39	87,53	7,68	67,07	76	7,300	
Renard.	Paul.	5,21	85,68	7,21	1,90	69,62	5,31	87,35	7,34	68,93	78	7,254	
Orléans.	Grande-Veine.	5,23	83,28	8,09	3,40	68,52	5,41	86,21	8,38	67,72	78	7,172	
Division de Beuzin.	Veine-Perier.	5,53	84,84	6,83	2,80	67,75	5,69	87,28	7,03	66,77	76	7,347	
	Napoleon.	5,18	87,10	6,82	0,96	70,38	5,23	87,89	6,88	70,01	79	7,296	Coke bien formé, très-hou-
	Marie-Louise.	5,07	81,42	8,11	5,70	69,09	5,38	86,02	8,60	67,22	78	7,158	soufflé.
	Mathilde.	5,09	84,10	6,04	4,80	71,49	5,34	88,34	6,32	69,73	78	7,148	
	Ernestine.	4,93	83,85	7,22	4,00	72,07	5,13	87,34	7,53	70,91	81	7,217	
	Jean-Bart.	4,95	86,34	6,81	1,90	72,83	5,05	88,01	6,94	73,30	82	7,263	
	Le Bret.	4,91	87,05	5,64	3,00	74,56	5,06	89,74	5,29	73,77	82	7,438	
Division de St-Yast.	1 ^{re} Nouvelle-Veine.	4,54	81,10	7,86	6,50	71,90	4,85	86,73	9,42	69,94	80	7,060	
	Davy.	4,54	81,10	7,86	6,50	71,90	4,85	86,73	9,42	69,94	80	7,060	
	Curochon.	4,54	81,10	7,86	6,50	71,90	4,85	86,73	9,42	69,94	80	7,060	
	Du Temple.	5,24	85,95	6,31	2,50	72,10	5,37	88,15	6,18	71,38	80	7,356	
Houilles grasses marchables à courte flamme.													
	(Réussite.	5,03	85,90	6,37	2,50	75,91	5,16	88,10	6,74	76,83	87	7,300	
Division de St-Wast.	Grosse-Fosse.	4,90	86,47	5,53	3,10	77,55	5,06	89,22	5,72	75,29	83	7,397	Coke bien formé.
	Tinchon.	4,68	86,73	5,59	3,00	78,08	4,82	89,41	5,77	77,40	86	7,347	
	Ernest.	4,78	86,15	5,37	3,10	78,90	4,93	88,91	6,16	78,22	86	7,324	
Houilles demi-grasses.													
Division de St-Wast.	Temple.	4,61	85,98	4,81	4,50	81,58	4,83	90,03	5,14	80,71	89	7,411	Coke formé, peu boursoufflé.
	Grosse-Fosse.	4,41	88,95	3,84	2,80	85,80	4,54	91,50	3,60	85,89	93	7,407	Coke formé à peine boursoufflé.
	Chaufour.	4,35	83,50	6,35	5,80	80,74	4,62	88,64	6,71	79,55	89	7,222	Coke formé, à peine boursoufflé.
	La Cave.	4,81	82,90	6,51	5,70	75,42	5,11	88,00	6,89	73,93	94	7,278	Coke boursoufflé, houille grosse.
Division d'Anzin.	Blieuse-Borne.	4,50	87,89	4,81	2,80	85,73	4,03	90,42	4,95	86,32	94	7,401	Coke non boursoufflé.
	Georges.	4,43	89,53	4,54	1,50	86,15	4,50	90,89	4,61	85,93	94	7,415	
	Saint-Louis.	4,13	88,03	4,32	3,50	87,33	4,30	91,22	4,48	86,87	95	7,400	
	Moutin.	4,13	88,03	4,32	3,50	87,33	4,30	91,22	4,48	86,87	95	7,400	
Houilles maigres.													
Vier-	Sarcieu.	3,83	91,16	3,64	1,40	92,98	3,88	92,46	3,66	90,14	97	7,492	
Coat.	Vieille-Machine.	3,51	86,39	4,20	5,90	92,23	3,73	91,81	4,46	91,67	99	7,550	
Frasnes.	Bonnepart.	3,66	89,54	4,20	3,40	93,17	3,78	93,14	2,78	89,93	99	7,482	Le coke n'est pas formé.
	Bonnepart.	3,49	86,47	3,84	6,20	89,95	3,72	92,16	4,10	89,28	96	7,355	

Les houilles fines forges ont la même composition, le même rendement en vase clos, et le même pouvoir calorifique que celles de Mons.

Les houilles grasses à longue flamme ont leurs similaires parmi les flenus gras à longue flamme et les houilles dures de Mons.

Les houilles demi-grasses ont beaucoup d'analogie avec les houilles demi-grasses du Centre et de Charleroi; leur composition s'en rapproche et la manière dont elles se comportent au feu confirme l'analogie.

Enfin les houilles maigres de Fresnes et de Vieux-Condé se classent après les houilles les plus maigres de Charleroi; lors de la calcination, il n'y a qu'une faible proportion de carbone qui passe parmi les matières volatiles.

Toutes les variétés de houilles du bassin de Valenciennes ont une pouvoir calorifique élevé; c'est parmi les houilles maigres et demi-grasses qu'on trouve les chiffres les plus considérables.

Les résultats de nos essais sur les houilles du bassin de Valenciennes établissent que les couches qui le composent sont les mêmes que celles qui forment les bassins belges.

Ce qu'il y a de remarquable, c'est qu'à l'exception du flenu, on y trouve réunies toutes les qualités de houilles; en avançant de l'extrémité sud vers le nord, on trouve :

- 1° Le groupe des houilles grasses à longue flamme;
- 2° Le groupe des veines de houilles grasses maréchales à longue flamme;
- 3° Les fines forges, ou bien houille grasse maréchale;
- 4° Les veines de houille demi-grasse;
- 5° Les houilles maigres.

Le flenu sec est donc la seule espèce de houille qui manque.

Pour montrer les variations de qualités entre les couches qui se succèdent en avançant du sud vers le nord, j'ai analysé quatre échantillons de quatre veines différentes exploitées par la fosse Renard (division de Denain).

La veine Paul est plus au sud que la veine Marck, et cependant elle donne un charbon plus flambant; ainsi la loi d'après laquelle les charbons se rapprochent des charbons maigres au fur et à mesure que l'on avance vers le nord n'est exacte qu'autant qu'on range les veines par groupes; dans un même groupe, lorsqu'on passe d'une veine à celle qui la suit immédiatement, cette loi ne se vérifie plus.

Détermination de l'azote.

J'ai déterminé l'azote dans deux échantillons représentant deux espèces de houille distinctes.

1° *Fosse Renard. Veine Paul.*—Houille pesant 0^s,40.

	cent. cub.
Titre de l'acide avant l'expérience.	3,35
— après l'expérience.	3,22
Différence.	0,13
Équivalent à azote 0 ^s ,00657, soit.	1,64 p. 100.

2° *Fosse Sarteau. Veine Six-Paumes.* — Houille pesant 0^f,40.

	cent. cub.
Titre de l'acide avant l'expérience pour 5 ^{cs}	2,80
— après l'expérience.	2,58
Différence.	0,22
Équivalent à azote 0 ^s ,00665, soit.	1,66 p. 100.

La densité des houilles maigres est plus élevée que celle des autres espèces de houille.

VI. BASSIN DU PAS-DE-CALAIS.

Le bassin houiller du Pas-de-Calais est le prolongement de celui de Valenciennes ; il commence à la limite du Pas-de-Calais et comprend les possessions de l'Escarpelle, Dourges, Courrières, Lens, Bully-Gruai, Noeux, Bruai, Ferfai, Marles et d'autres concessions plus à l'ouest ; il se rétrécit au delà de Noeux et semble même disparaître plus loin ; on retrouve un lambeau de terrain houiller entre Calais et Boulogne, à Hardinghem et à Ferques.

La direction générale des couches est, comme dans le bassin de Valenciennes, de l'est à l'ouest, leur pendage du nord vers le sud. Au nord du bassin, on trouve les houilles maigres, et en avançant vers le sud, les houilles grasses et flambantes.

Il y a longtemps que les houillères d'Hardinghem et de Ferquesont exploitées ; mais la découverte du bassin du Pas-de-Calais proprement dit est toute récente.

Il paraissait évident que le bassin de Valenciennes ne pouvait s'arrêter brusquement dans la concession d'Aniche ; mais on n'avait aucune donnée positive sur sa direction à l'ouest ; c'est en 1846, d'après les indications de M. Blavier, ingénieur en chef des mines, que la Compagnie de la Scarpe entreprit un sondage vers les limites occidentales de la concession d'Aniche ; elle rencontra la houille à 134 mètres de profondeur.

Dès lors toute incertitude cessait, une voie nouvelle était ouverte à l'industrie houillère. Bientôt des travaux de recherches habilement dirigés amenèrent la découverte du charbon sur des points nombreux ; la Compagnie de Vicoigne, la première, grâce à l'initiative de l'habile ingénieur qui la dirigeait, M. de Bracquemont,

tira de la houille grasse à Noeux, près de Béthune; les limites du bassin furent reconnues par des sondages sagement posés, et l'intelligente direction donnée aux travaux de recherche par M. Dusouich d'abord, puis par M. Sens, ingénieurs des mines, évita les dépenses et les mécomptes si fréquents dans de semblables travaux.

Il y a dix ans à peine que le bassin du Pas-de-Calais est découvert; il produit aujourd'hui 300.000 à 400.000 tonnes, et sa production ne peut manquer de prendre en peu d'années un grand développement.

L'exploitation est encore trop récente pour qu'on puisse grouper les couches ainsi que nous l'avons fait dans les autres bassins; c'est à peine si certaines compagnies ont commencé leur exploitation.

Nous ne pouvons que constater la nature des charbons; de la comparaison de leur composition avec celle des houilles de Belgique et de Valenciennes, on pourra conclure les divers systèmes de couches de houille que renferme le bassin.

Le tableau qui suit renferme les résultats des analyses de houilles que nous avons faites.

Bassin du Pas-de-Calais.

DÉSIGNATION des houilles.	COMPOSITION.					DÉDUCTION faite des cendres.				Rapport du carbone fixe au carbone total.	Pouvoir calorifique.	Observations.
	Hydrogène.	Carbone.	Oxygène et azote.	Cendres.	Résidu de la calcination.	Hydrogène.	Carbone.	Oxygène et azote.	Carbone fixe			
Bruai	5,56	79,86	12,88	2,20	62,49	5,68	81,66	12,66	61,64	75	6,787	(a)
Martes	5,56	79,64	11,00	3,80	62,77	5,78	82,78	11,54	61,29	74	6,920	
Bully	5,82	83,34	7,84	3,00	65,09	6,00	85,92	8,08	64,01	74	7,230	
Billy-Montigny.	5,81	85,36	7,53	1,60	68,16	5,60	86,75	7,65	67,64	77	7,229	(b)
Hersins	5,18	87,00	6,62	1,20	71,55	5,24	88,05	6,71	71,20	80	7,314	
Lens	5,31	85,68	6,41	2,60	76,85	5,45	87,96	6,59	76,23	86	7,357	
Noeux	4,98	86,78	5,84	2,40	77,05	5,10	88,91	5,99	76,48	86	7,365	(c)
Henin-Liétard.	5,40	86,34	5,86	2,40	77,64	5,53	88,47	6,00	77,09	87	7,426	
Gayant	4,86	86,89	5,65	2,60	82,49	4,99	89,21	5,80	82,02	91	7,369	
Escarpelle	4,00	90,75	3,58	1,80	89,56	4,07	92,41	3,52	89,36	86	7,462	(d)
Courrières	4,48	82,68	4,54	8,60	87,62	4,77	90,46	4,97	86,45	95	7,396	(e)

(a) Coke boursoufflé. — (b) Coke bien formé. — (c) Coke boursoufflé, bien formé.
— (d) Coke non formé. — (e) Le coke n'est pas formé. Le résidu de la calcination est en poussière.

Les houilles de Bruai, de Marles et de Bully représentent des variétés du flenu ; puis viennent les charbons durs représentés par des échantillons de Billy-Montigny, Hersins, Lens ; Noeux, Hénin-Liétard et Gayant appartiennent aux charbons gras fines forges ; les demi-gras ne sont point représentés. L'Escarpelle et Courrières nous fournissent des échantillons de charbon maigre.

Ainsi l'on trouve dans le Pas-de-Calais le charbon flenu que nous n'avons point trouvé dans le bassin de Valenciennes ; il est à l'extrémité sud du bassin, tandis que les houilles maigres sont au nord ; les charbons gras se trouvent entre eux, ce qui donne lieu de penser qu'on trouvera la même succession de systèmes de couches, maigres, demi-grasses, fines forges, grasses-maréchaux à longue flamme, grasses à longue flamme et peut-être aussi sèches à longue flamme.

Il est curieux de voir que le bassin du Pas-de-Calais renferme toutes les variétés de houille que fournissent les divers bassins belges.

Détermination de l'azote.

J'ai déterminé l'azote dans deux échantillons d'après la méthode ordinaire.

J'ai trouvé :

Bruai Azote.	1.875 p. 100.
Noeux Azote.	1.525

Les houilles maigres ont une densité plus élevée que les autres houilles.

VII. HOUILLES D'ANGLETERRE.

Les houilles que l'Angleterre expédie sur le marché de Paris et du nord de la France proviennent du bassin de Newcastle.

On peut évaluer à 400.000 tonnes ce qui est arrivé sur ce marché en 1856.

Nous distinguerons deux variétés principales :

- 1° Le charbon Hartley, charbon sec, à longue flamme, fumant beaucoup, collant à peine ;
- 2° Les charbons gras, à flamme plus ou moins longue, très-recherchés pour gaz, pour forges et pour le chauffage des chaudières à vapeur.

Le tableau suivant donne le résultat de nos analyses.

Houilles d'Angleterre.

NOMS des houilles.	Hydrogène.	Carbone.	Oxygène et azote.	Cendres.	Matières fixes.	DÉDUCTION faite des cendres.				Rapport.	Pouvoir calorifique.	Observations.
						Hydrogène.	Carbone.	Oxygène et azote.	Matières fixes.			
Hartley	5,55	78,35	14,60	1,50	61,54	5,63	79,54	14,83	60,95	76	6,781	(a)
Hunwich	5,51	86,80	5,86	1,83	71,34	5,61	88,42	4,97	70,80	81	7,442	(b)
Byers Green	5,24	85,27	8,49	1,48	72,10	5,32	86,55	8,13	71,68	83	7,186	(c)
Anthracite du Pays de Galles (*) . . .	3,08	92,66	2,66	1,60	92,27	3,13	94,17	2,70	92,14	97	7,407	

(*) On voit que l'anthracite du Pays de Galles diffère bien peu par la composition de certaines houilles maigres d'Anzin.
 (a) Coke léger, peu boursoufflé. — (b) Coke bien formé, boursoufflé. — (c) Coke non formé.

Le Hartley se place à côté des flenus les plus secs, non-seulement par sa composition, mais encore par ses usages; les houilles grasses sont analogues aux charbons durs de Denain et de Mons; ils sont plus estimés cependant pour la forge.

Le pouvoir calorifique des houilles Hartley est encore inférieur à celui du flenu de Mons.

Celui des houilles de Hunwich et Byers Green est à peu près le même que celui des houilles grasses à longue flamme.

VIII. COKE.

Le coke que l'on brûle dans les foyers des locomotives et dans les hauts fourneaux est le résidu de la carbonisation des houilles grasses; elle s'effectue généralement dans des fours fermés; la cuisson dure au moins vingt-quatre heures; pour les chemins de fer, on exige une cuisson de quarante-huit heures et même de soixante-douze heures, afin que le coke soit plus dur et plus compacte.

Quoique les houilles fines forgées soient celles qui donnent le meilleur coke, on emploie, faute de celles-ci, des houilles grasses à longue flamme et des houilles demi-grasses qui se rapprochent le plus des fines forges.

Nous donnons l'analyse complète de deux échantillons de coke pour chemin de fer; ce coke avait été cuit en quarante-huit heures dans des fours à sole chauffée; nous avons desséché les échantillons à une température de 200° avant de les analyser.

Coke.

DÉSIGNATION DU COKE.	Hydrogène.	Carbone.	Oxygène et azote.	Cendres.	DÉDUCTION faites des cendres.			Pouvoir calorifique.
					Hydrogène.	Carbone.	Oxygène et azote.	
Agrappe (Bassin de Mons)	0,33	91,30	2,17	6,20	0,34	97,33	2,32	7,039
Bois du Luc.	0,47	91,59	2,05	5,89	0,50	97,33	2,18	7,080

On voit que le coke n'est pas uniquement composé de carbone et de cendres; il reste toujours une petite quantité d'hydrogène et d'oxygène.

Avant d'introduire le coke dans le tube à combustion, j'avais fait passer un litre de gaz oxygène à travers ce tube et les appareils de condensation; le tube à eau n'avait ni gagné ni perdu; ce que le tube à boules de Liebig avait perdu, le tube témoin l'avait regagné.

Le pouvoir calorifique du coke est sensiblement moins élevé que celui des houilles grasses et demi-grasses; si l'on observe, en outre, qu'il renferme toujours plus de cendres que la grosse houille et qu'il contient généralement 2 à 5 p. 100 d'eau; qu'enfin, sous le même volume, il a un poids deux fois moindre, on reconnaîtra qu'il est, comme combustible, inférieur à celle-ci.

Comme la proportion d'hydrogène et d'oxygène que renferme le coke est très-faible, on peut le regarder comme composé uniquement de carbone et de cendres; il renferme en outre de l'eau

On peut donc considérer sa valeur comme proportionnelle à la quantité de carbone qu'il renferme; or celle-ci se détermine :

1° En faisant dessécher un poids donné de coke à une température supérieure à 100°.

2° En incinérant le coke desséché.

La différence entre le poids des cendres et le poids du coke desséché donne la quantité de carbone d'où l'on déduit la proportion de carbone que renferme le coke humide.

Les compagnies du chemin de fer introduisent souvent dans les marchés qu'elles contractent avec les fournisseurs des conditions d'après lesquelles on déduit l'eau que renferme le coke, en sorte qu'on ne paye que le coke sec; de plus, la proportion des cendres ne doit jamais dépasser 8 p. 100; au delà de cette limite le coke est refusé.

L'utilité de la clause relative à la teneur du coke en cendres est évidente; aussi depuis quelques années les fabricants de coke sont-ils arrivés, en lavant la houille, à ne livrer que des cokes contenant de 6 à 7 p. 100.

Tous les cokes que reçoit la Compagnie du Nord sont soumis à des essais réguliers; sur chaque wagon expédié pour cette compagnie, on prend un échantillon de coke dont la teneur en cendres est déterminée; à la fin de l'année on peut établir la moyenne en cendres de tous les cokes livrés.

La moyenne de l'année est généralement comprise entre 6 et 7 p. 100.

L'utilité des essais de dessiccation n'est guère moins

évidente que celle des essais d'incinération ; quand l'extinction du coke est bien faite, et que celui-ci est mis à wagon sur le carreau des fours, il n'y a pas plus de 2 à 5 p. 100 d'eau ; cependant nous avons trouvé quelquefois dans ces conditions 5 à 6 p. 100 d'eau.

Comme les ouvriers sont payés à la tonne de coke fabriqué, ils ont intérêt à mettre de l'eau pour simuler un rendement plus grand.

La question de l'eau renfermée dans le coke a un grand intérêt pour les chemins de fer, je l'ai étudiée avec quelques détails.

Le coke, au sortir des fours, est parfaitement sec, l'eau qu'il renferme lors de la livraison peut provenir :

- 1° De l'humidité de l'air ;
- 2° De l'eau introduite lors de l'extinction ;
- 3° De l'eau introduite par la pluie.

Le coke parfaitement sec, mis dans une atmosphère saturée d'humidité, n'absorbe pas plus de 1 à 2,50 p. 100 d'eau.

Dans les expériences qui suivent, le coke avait été desséché préalablement à 150° ; on plaçait un morceau pesant 3 à 4 kil. au-dessus d'un vase rempli d'eau que l'on fermait hermétiquement, et on l'y laissait plusieurs jours, jusqu'au moment où son poids n'augmentait plus.

DÉSIGNATION DU COKE.	Poids du coke sec.	Température de l'air.	Proportion d'eau d'après l'hygrométrique.	OBSERVATIONS.
	k			
Coke de l'Escouffiaux.	2,126	15°	1,364	
Coke du bassin de Mons.	3,988	10	0,60	
Coke de l'Agrappe.	2,913	12	2,210	
Coke de l'Agrappe (autre échantillon).	2,942	13	0,27	Coke très-dur et serré.
<i>Idem.</i> <i>idem.</i>	1,945	9	1,28	
<i>Idem.</i> <i>idem.</i>	3,694	12	0,85	
Coke de Sars-Longchamps.	3,142	13	0,54	
Coke de Mous.	2,577	11	1,35	

Le coke sec absorbe, quand on le place dans l'eau, une quantité d'eau considérable.

Pour faire l'expérience, on dessèche un morceau de coke à une température de 100° à 200°, puis on le plonge dans l'eau et on l'y laisse vingt-quatre heures; on le retire, et quand il est égoutté on le pèse; la différence des poids, avant et après l'immersion, donne la quantité d'eau absorbée.

Nos d'ordre.	DÉSIGNATION DU COKE.	POIDS du coke sec.	PROPORTION d'eau absorbée.	Température.
1	Agrappe.	5,820	22,91	12
2	Agrappe (autre échantillon).	4,075	25,88	
3	<i>Idem.</i> <i>idem.</i>	3,966	12,50	
4	<i>Idem.</i> <i>idem.</i>	3,906	38,88	
5	Jolimet et Rouige.	3,895	48,31	15
6	Bellevue.	5,055	46,74	
7	Bellevue (autre échantillon).	7,660	38,44	
8	Longterne.	3,130	51,11	
9	<i>Idem.</i> <i>idem.</i>	6,127	31,54	15
10	<i>Idem.</i> <i>idem.</i>	4,415	34,36	
11	Coke fabriqué à Boulogne.	2,130	48,16	

On voit que le coke peut absorber jusqu'à 51 p. 100 de son poids d'eau.

J'ai exposé à l'air, dans un endroit sec et fermé, des morceaux de coke ainsi recueillis.

- L'échantillon n° 1 conservait encore au bout p. 100. de 45 jours. 14 d'eau.
- L'échantillon n° 2, au bout de 16 jours. 13
- L'échantillon n° 3, au bout de 16 jours. 5
- L'échantillon n° 4, au bout de 13 jours. 9
- L'échantillon n° 5, au bout de 38 jours. 4
- L'échantillon n° 6, au bout de 34 jours. 9
- L'échantillon n° 7, au bout de 25 jours. 15

On voit combien le coke est lent à se dessécher dans un endroit fermé; exposé à l'air libre, surtout à des courants d'air, comme l'est le coke dans les wagons, il

perd rapidement la majeure partie de l'eau qu'il renferme.

Les expériences que nous venons de citer montrent que le coke augmente peu de poids en absorbant de l'humidité, mais qu'il peut s'y introduire directement une grande quantité d'eau, soit lors de l'extinction, soit quand il est exposé à la pluie.

IX. TOURBE.

Les vallées des départements du Pas-de-Calais, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne, renferment presque toutes des bancs de tourbe plus ou moins puissants; l'épaisseur du banc tourbeux dépasse rarement 7 mètres; il est des points où il est recouvert d'une couche épaisse d'alluvion, et où il descend jusqu'à une profondeur de 9 à 10 mètres.

On distingue plusieurs variétés de tourbe :

- 1° La tourbe noire de première qualité;
- 2° La tourbe mousseuse;
- 3° La tourbe grise, compacte ou mousseuse;
- 4° La tourbe blanche.

D'une variété à la suivante, il y a encore beaucoup de nuances.

En outre, il y a la tourbe au grand louchet, découpée et séchée sans être moulée, et la tourbe au moule.

Les échantillons de tourbe sur lesquels j'ai opéré étaient parfaitement secs, je les avais conservés six mois ou un an dans mon laboratoire avant de les essayer; ils avaient donc perdu toute l'humidité qu'ils étaient susceptibles de perdre par leur exposition à l'air.

J'ai déterminé la perte qu'éprouvait la tourbe :

- 1° Dans le vide sec;
- 2° Dans l'étuve à 100°;
- 3° Dans l'étuve à huile à 200°.

La tourbe subit une décomposition véritable à la température de 100°; ce n'est point de l'eau seulement qu'elle perd; il se dégage des produits carbonés, ainsi que je le prouverai plus loin.

D'après cela, j'ai cru devoir n'opérer que sur des échantillons desséchés dans le vide sec; s'il se dégage autre chose que de la vapeur d'eau, c'est en trop faible proportion pour altérer la composition de la tourbe.

Le tableau suivant donne les résultats de la dessiccation dans le vide et dans l'étuve à 100°; lorsqu'on porte la température à 250°, il arrive souvent que la tourbe s'enflamme et qu'il y ait un commencement d'incinération.

DÉSIGNATION DE LA TOURBE.	Perte dans le vide sec.	Perte dans l'étuve à eau à 100°.	Poids des échantillons desséchés.	Observations.
Tourbe noire de Bresles (Oise) au petit louchet.	2,17	12,90	7,995	(a)
Tourbe mousseuse de Bresles au petit louchet.	3,14	15,31	6,832	(b)
Tourbe noire de Thésy, 1 ^{re} qualité, au moule.	6,37	16,00	1,631	
Tourbe grise mousseuse de Thésy, 3 ^e qualité, au moule.	7,20	16,74	1,069	
Tourbe noire de Bourdon, 1 ^{re} qualité, au louchet.	5,55	17,32	1,062	
Tourbe noire de Camon, 1 ^{re} qualité, au grand louchet.	5,59	19,52	1,859	
Remiencourt, tourbe blanche.	1,81	6,73	1,485	

(a) Cette tourbe est très-dure et très-compacte.
 (b) Quoique mousseuse, cette tourbe est de bonne qualité.

On voit que la perte à 100° est de 12 à 20 p. 100, sauf pour la tourbe blanche qui renferme beaucoup de terre; dans le vide elle est bien moindre et varie de 2,17 p. 100 à 7,20 p. 100.

Tous les essais qui suivent ont été faits sur des échantillons desséchés préalablement dans le vide sec pendant vingt-quatre heures.

Tourbe.

DÉSIGNATION de la tourbe.	Hydrogène.	Carbone.	Oxygène et azote.	Cendres.	Résidu de la calcination.	DÉDUCTION faite des cendres.				Rapport du résidu de la calcination au carbone total.	Pouvoir calorifique.	Observation.
						Hydrogène.	Carbone.	OXYGÈNE et azote.	Résidu de la calcination.			
Tourbe de Bresles noire, 1 ^{re} qualité.	7,16	47,78	36,06	9,00	38,62	7,86	52,51	39,63	32,54	61	4,423	(*)
Tourbe de Bresles mou- seuse, 2 ^e qualité.	5,65	46,80	41,15	6,40	39,43	6,28	51,86	41,86	35,28	68	3,973	
Tourbe noire de Thésy au moule, 1 ^{re} qualité.	5,76	50,67	36,87	6,70	36,95	6,17	54,31	39,52	32,42	59	4,189	
Tourbe noire de Thésy mousseuse, 2 ^e qualité, au grand louchet.	5,79	43,65	36,66	14,00	40,04	6,73	50,75	42,52	30,27	59	3,973	
Tourbe noire de Bour- don, 1 ^{re} qualité, au grand louchet.	6,01	47,69	39,30	7,00	37,85	6,46	51,28	42,26	33,17	64	3,960	
Tourbe noire de Camon, 1 ^{re} qualité, au grand louchet.	5,99	46,11	38,50	9,40	38,11	6,61	50,89	42,50	31,68	62	3,958	
Remiencourt: — tourbe blanche.	2,22	12,99	19,71	65,08	72,57	6,36	37,20	56,44	21,44	57	2,259	

(*) Le résidu de la calcination reste en poussière ou s'agglutine à peine. Pour avoir du charbon de tourbe, il faut laisser celle-ci en morceaux; ceux-ci conservent la forme de la tourbe, mais diminuent beaucoup de volume par la calcination.

Toutes les analyses de tourbe ont été faites sur 1 gramme de matière.

Après l'opération, la capsule contenant les cendres était pesée, puis reportée dans la moufle d'un fourneau de coupelles; on notait ensuite la perte qu'elle avait éprouvée, et le poids qui la représentait était ajouté au poids de l'acide carbonique recueilli. En effet, comme la tourbe ne fait point effervescence avec les acides, nous admettons avec M. Regnault que la chaux qui n'est point combinée avec l'acide sulfurique est combinée avec un acide organique tel que l'acide ulmique; l'acide carbonique qu'elle retient encore après l'analyse provient donc de la combustion du carbone et doit s'ajouter à celui qui a été recueilli.

L'acide sulfurique préexiste dans la tourbe; car

quand on traite celle-ci par l'acide hydrochlorique bouillant, on extrait une liqueur qui donne un précipité avec le chlorure de barium.

Le fer paraît être à l'état de sulfure ; il reste dans les cendres à l'état d'oxyde ; de là une légère erreur dans les résultats de l'analyse.

Les tourbes renferment une quantité considérable d'oxygène ; les plus pures en renferment de 39 à 40 pour 100 ; la proportion d'hydrogène est un peu plus élevée que dans la houille, mais la proportion de carbone beaucoup plus faible ; aussi le pouvoir calorifique est-il bien moins élevé.

En tenant compte des cendres et de l'eau que renferme la tourbe, on trouve qu'elle donne environ moitié moins de calories que les houilles grasses et demi-grasses.

J'ai déterminé la proportion d'azote dans deux échantillons de tourbe d'après la méthode ordinaire.

J'ai trouvé :

Tourbe de Camon desséchée dans le vide.	2,625 p. 100.
Tourbe de Thésy, première qualité, desséchée dans le vide.	1,92 p. 100.

La tourbe renferme deux fois plus d'azote environ que la houille.

J'ai recherché si, en desséchant la tourbe à 120°, et même à 200°, ce qui réduit de beaucoup son poids, on n'aurait pas un combustible plus riche en carbone et en hydrogène et présentant par conséquent un pouvoir calorifique plus élevé.

1° *Tourbe de Thésy. — Première qualité.*

J'ai opéré sur la tourbe de Thésy desséchée à 120° ; la tourbe avait été desséchée d'abord dans le vide, puis portée dans l'étuve ; elle avait subi une nouvelle perte de 11,89 p. 100 ; en totalité, 17,10 p. 100.

L'analyse m'a donné :

Hydrogène. . .	4,87,	déduction des cendres	5,25
Carbone. . . .	54,56,		58,86
Oxygène. . . .	55,27,		35,89
Cendres. . . .	7,50,		0,00
	<u>100,00,</u>		<u>100,00</u>

Pouvoir calorifique 4,546.

Si par la dessiccation à 120° il ne s'était dégagé que de l'eau, la tourbe aurait dû présenter la composition suivante :

Hydrogène.	5,05
Carbone.	57,50
Oxygène.	29,85
Cendres.	<u>7,60</u>
	100,00

On voit qu'il s'est dégagé de l'hydrogène et du carbone, éléments de production de chaleur, et que la quantité d'oxygène qui s'est dégagée est insuffisante pour former de l'eau avec l'hydrogène parti; il y a donc eu décomposition.

Le pouvoir calorifique a augmenté, mais dans une faible proportion.

2° EXPÉRIENCE. — *Tourbe noire de Bourdon* (1^{re} qualité).

La tourbe a été desséchée à 200° dans l'étuve à huile sans qu'elle brûlât. La perte dans le vide était 5,55 p. 100, dans l'étuve à 100° 17,52 p. 100, et dans l'étuve à 200° 24,57 p. 100.

L'analyse faite sur 1 gramme a donné :

Hydrogène. . .	4,59,	déduction des cendres	5,04
Carbone. . . .	56,52,		61,83
Oxygène. . . .	50,17,		33,13
Cendres. . . .	8,92,		0,00
	<u>100,00,</u>		<u>100,00</u>

Le pouvoir calorifique était de 4,661.

SECRETARIAT
2, Rue du Lombard,

CONSOMMÉES SUR LE MARCHÉ DE PARIS. **L 63 LE**

Si la perte qu'a éprouvé la tourbe en passant du vide sec dans l'étuve à 200°, laquelle est de 20,14 p. 100, eût consisté uniquement en eau, la tourbe aurait eu la composition suivante :

Hydrogène.	4,72
Carbone.	59,72
Oxygène.	26,79
Cendres.	8,77
	<hr/>
	100,00

Il s'est dégagé une proportion d'hydrogène plus que suffisante pour former de l'eau avec l'oxygène qui est parti ; il y a eu aussi perte de carbone.

Donc, la tourbe avait subi un commencement de décomposition.

Il résulte de ces expériences que par la dessiccation de la tourbe on obtient un combustible dont le pouvoir calorifique est plus élevé, mais on perd aussi des éléments propres à la production de la chaleur ; le pouvoir calorifique ne s'accroît pas dans une proportion égale à la perte de poids subie par le combustible ; en pratique, il doit y avoir avantage à dessécher la tourbe à une température d'environ 100°, car on est sûr de la débarrasser ainsi de toute humidité ; mais il est douteux qu'il y ait avantage à opérer la dessiccation à une température plus élevée (1).

(1) Le pouvoir calorifique des tourbes de première qualité, telles qu'on les emploie soit pour le chauffage domestique, soit pour les usages industriels, n'est guère que de 3.500 calories ; c'est à peu près la moitié de celui des bonnes houilles tout venant que l'industrie consomme ; d'autre part la tourbe donne lieu à beaucoup de déchet, occupe beaucoup de place, et exige de grands magasins ; il ne saurait donc y avoir avantage à l'employer pour le chauffage des chaudières à vapeur qu'autant qu'à poids égal elle coûterait moitié moins que la houille mélangée.

Dans la Somme, la houille mélangée coûte 26 fr. à 30 fr. les 1.000 kilog. rendue à l'usine, la tourbe de première qualité

X. RÉSUMÉ.

Nous avons étudié les divers combustibles que l'on rencontre sur les marchés de Paris et du nord de la France : houille, briquettes, coke et tourbe; la composition élémentaire de ces divers combustibles a été établie, leur pouvoir calorifique déterminé.

Ce sont des données utiles à l'industriel.

Nous avons suivi, pour l'étude des houilles de Belgique et du nord de la France, la classification généralement adoptée; cette classification repose sur les usages industriels des houilles, notamment sur la propriété qu'elles possèdent de coller plus ou moins bien ou de ne pas coller sous l'action de la chaleur; de là les dénominations de houilles grasses, demi-grasses, etc., qui sont assez vagues en elles-mêmes et laissent une certaine confusion.

Nous avons montré que la propriété que la houille possède de s'agglutiner sous l'action de la chaleur tient à la présence d'un principe gras que lui enlève complètement une température de 200 à 250°, et, pour certaines variétés, la simple exposition à l'air.

Il n'est certainement point rationnel d'établir une

15 fr. à 15 fr.; aussi n'est-elle qu'exceptionnellement employée aux usages industriels.

A Bresles (Oise), la tourbe revient à peine à 10 fr. les 1.000 kilog., tandis que la houille coûte 28 fr. à 29 fr.; aussi la fabrique de sucre établie dans cette localité ne consomme guère que de la tourbe.

On peut poser en principe qu'il n'y a avantage à brûler de la tourbe pour le chauffage des chaudières à vapeur qu'autant qu'à poids égal, la tourbe coûte moitié moins que la houille tout venant.

Cette règle, qui est la conséquence de nos analyses, se trouve confirmée d'une manière remarquable par les faits que nous avons cités.

classification d'après une seule propriété des houilles, ou l'abondance plus ou moins grande d'un principe qu'elles renferment, quelque important qu'en soit le rôle. Pour être naturelle, une classification doit reposer sur l'ensemble des propriétés des corps, et dépendre de leur composition et de la manière dont les éléments sont combinés entre eux.

Les analyses que nous avons faites ont l'avantage d'établir bien clairement les caractères des divisions que l'on peut adopter parmi les houilles, et de montrer que la classification qui repose sur leur composition concorde avec celle qu'indiquent leur gisement et l'ensemble de leurs propriétés.

Nous avons d'abord trois catégories bien distinctes et bien nettement caractérisées :

- 1° Les houilles maigres ;
- 2° Les houilles fines forges, ou grasses marécales à courte flamme ;
- 3° Les houilles à longue flamme.

Nous avons trouvé :

I. Dans les houilles maigres :

Proportion d'hydrogène.	3,72 à 4,17
— Carbone.	90,56 à 93,44
— Oxygène et azote.	2,70 à 5,68
— Carbone fixe.	89,28 à 93,25

II. Dans les houilles grasses :

Hydrogène.	4,68 à 5,11
Carbone.	87,30 à 90,49
Oxygène et azote.	4,73 à 7,55
Carbone fixe.	74,36 à 83,86

III. Dans les houilles à longue flamme :

Hydrogène.	5,21 à 5,80
Carbone.	83,33 à 85,27
Oxygène et azote.	9,87 à 11,01
Carbone fixe.	61,01 à 66,37

La proportion d'hydrogène, qui n'atteint que 4,20 p. 100 dans les houilles maigres, est toujours supérieure à 4,60 p. 100 dans les houilles grasses et inférieure à 5,11 p. 100; dans les houilles flenu elle est comprise entre 5,21 et 5,00 p. 100.

La proportion de carbone et celle d'oxygène et d'azote distinguent nettement les flenus des houilles grasses, mais pas toujours les houilles grasses des houilles maigres; mais si l'on examine la proportion de carbone fixe, tout doute disparaît; c'est là un des éléments qui caractérisent le mieux chaque catégorie.

La manière dont ces trois espèces de houille se comportent au feu, le gisement des veines qui les produisent, les distinguent aussi parfaitement.

Entre les houilles grasses et les houilles maigres viennent se placer, par leur composition comme par leurs propriétés, les houilles demi-grasses de Charleroi, du Centre et d'Anzin, qui forment autant de variétés dans une même famille.

Par leur position géologique, c'est aussi la place qu'elles occupent; on trouve constamment les couches de houilles demi-grasses entre celles de houilles grasses et de houilles maigres.

Les houilles flenu se divisent en deux classes, houilles sèches à longue flamme et houilles grasses à longue flamme; leur composition est peu différente; c'est surtout la présence du principe gras qui motive cette distinction.

Les houilles grasses à longue flamme se rapprochent cependant davantage des houilles grasses marécales; dans le bassin de Mons, où ces diverses houilles se rencontrent, leur gisement est intermédiaire; cela paraît avoir lieu également dans le Pas-de-Calais; enfin, entre les houilles grasses à longue flamme et les houilles

grasses maréchales à courte flamme, se placent, tant par leur composition que par leur gisement et leurs propriétés, les houilles dures, ou bien houilles grasses à longue flamme.

Ainsi, les houilles de Belgique et du nord de la France peuvent être classées de la manière suivante :

- 1° Houilles maigres;
- 2° Houilles demi-grasses;
- 3° Houilles grasses maréchales à courte flamme;
- 4° Houilles dures ou grasses maréchales à longue flamme;
- 5° Houilles grasses à longue flamme;
- 6° Houilles sèches à longue flamme.

Cette classification est rationnelle; car elle repose sur la composition élémentaire des houilles, le gisement des couches qui les fournissent et l'ensemble de leurs propriétés dans les arts.

S'étend-elle à toute espèce de houille et de toute provenance? nous ne pouvons le dire. Elle comprend probablement un grand nombre de houilles de divers bassins; mais on ne pourra affirmer qu'elle est générale qu'après qu'on aura fait sur les houilles des principaux bassins connus des recherches analogues à celles auxquelles nous nous sommes livré sur les bassins houillers de Belgique et du nord de la France.

Il nous reste, pour les compléter, à étudier les produits que l'on obtient lorsqu'on soumet les houilles à l'action des dissolvants et à celle de la chaleur; nous trouverons très-probablement dans ces études une nouvelle confirmation des analogies que nous avons établies et de la classification que nous avons adoptée.

Densités.

Compagnies.	Densité.	Température.	Compagnies.	Densité.	Température.
MONS.			VALENCIENNES.		
Haut fleu.	1,258	12°0	Vieille machine maigre		
Levant du fleu.	1,293	12,8	Vieux-Condé.	1,393	15°6
Agrappe 5 paumes.	1,261	13,2	Bonnepart Grande veine		
Grand Buisson.	1,255	13,6	Fresnes.	1,325	16,2
Bellevue.	1,275	13,8	Bonnepart. Toussaint		
Sainte-Hortense.	1,272	17,4	Fresnes.	1,352	22,4
Bellevue.	1,240	24,6			
CENTRE.			PAS-DE-CALAIS.		
Mariemont gras.	1,298	13,8	Hersin Liétard gras.	1,269	18,0
Mariemont demi-gras.	1,309	16,2	Hersin gras.	1,258	19,1
Bois du Luc gras.	1,255	17,2	Courrières maigre.	1,348	17,8
Mariemont maigre.	1,291	18,0	Nœux gras.	1,268	16,6
Mariemont maigre.	1,304	18,0	Billy Montigny.	1,257	18,3
CHARLEROI.			ANGLETERRE.		
Gouffre gros-pierre.	1,031	11,0	Hunwick.	1,270	18,0
Bois d'Huyne.	1,031	9,0	Hartley.	1,254	19,1
Baymont demi-gras	1,296	17,3	Byers Green.	1,266	21,4
Falnuée.	1,274	18,0	Anthracite du pays de		
Poirier gras.	1,278	18,2	Galles.	1,396	17,4
VALENCIENNES.			TOURBE.		
Ernestine-Denain.	1,233	17,4	Bourdon.	1,147	20,2
Grosse fosse St-Wast.	1,249	18,7	Thésy, première qualité.	0,916	20,0
Chaufour anzin.	1,261	19,0	Thésy moussoux.	0,888	20,8
Renard. Marck-Denain.	1,274	19,0	Bresles moussoux.	0,839	21,0
Réussite Saint-Waast.	1,270	16,0	Bresles première qualité	1,070	18,6
La cave anzin.	1,311	18,0	Camon.	1,189	17,8
			Rimencourt.	0,904	20,5

Essais de dessiccation.

NOMS DES COMPAGNIES.	Vide.	100°	250°
<i>Bassin de Mons.</i>			
Haut flénu de Mons.	0,92	1,88	3,51
Midi du flénu maigre.	0,58	1,16	2,08
Sainte-Hortense.	0,62	1,12	0,76
Bellevue.	0,15	0,60	0,26
Couchant du flénu.	"	"	2,34
Agrappe, grande Cereuse.	0,33	1,10	0,26
Agrappe, 5 paumes.	0,05	0,98	0,92
<i>Bassin du Centre.</i>			
La Louvière, maigre fosse n° 1.	0,92	0,98	"
La Louvière gras, fosse Saint-Hubert.	0,84	0,84	"
Braquegnies demi-gras, fosse Sorcière.	0,55	0,77	"
Braquegnies gras, fosse Occident.	0,46	0,54	"
Houssu gras, fosse Grande-Veine.	0,67	1,18	"
Houssu maigre, fosse Olive.	0,75	1,23	"
Bascoup gras, fosse n° 3.	0,11	1,38	0,55
Bois du Luc gras, Emmanuel.	0,21	0,98	0,33
Mariemont maigre, 100 bonniers.	0,17	0,94	0,35
Bois du Luc maigre, Saint-Charles.	0,45	1,01	1,17
Mariemont demi-gras, Melanie.	0,50	1,07	0,85
Sars-Longchamps maigre, fosse n° 3.	0,34	0,88	0,23
Mariemont gras, fosse Sainte-Cécile.	0,29	0,95	0,45
Sars-Longchamps gras, Caroline.	0,48	1,05	0,22
Bascoup maigre, Victoire.	0	0,71	0,16
Haine Saint-Pierre gras, Adolphe.	0,26	0,82	0,20
Haine Saint-Pierre maigre, Émile.	0,36	0,80	0,08
<i>Bassin de Charleroi.</i>			
Bayemont.	0,85	1,09	(a)
Bois d'Hugin.	0,99	1,35	0,30
Ardinoises.	1,02	1,32	0,12
Bayemont.	0,85	1,09	(b)
Pont-de-Loup.	1,08	1,13	0,54
Sars-les-Moulins.	0,74	1,22	(c)
Carabiniers-Français, 8 paumes.	0,81	1,51	"
Tricukaisin demi-gras, Sébastopol.	0,59	1,17	"
Sacré-Madame, à la Sablonnière.	0,72	1,19	"
Gouffre n° 3, demi-gras.	0,54	0,88	"
Lodelinsart, demi-gras.	0,52	1,18	"
Carabinier-Français, 11 paumes.	1,11	1,54	"
Bayemont demi-gras, Saint-Charles.	0,75	1,11	"
Marcinelle nord, gras.	0,89	1,33	"
Tricukaisin gras, 10 paumes.	0,68	1,02	"
Poirier gras, Saint Louis.	0,69	0,79	0,32
Saint-Martin.	0,48	0,95	0,21
Roton.	"	"	1,34
<i>Bassin de Valenciennes.</i>			
Bonne-Part maigre, Fresnes.	1,05	1,84	"
Bonne-Part, Toussaint maigre.	1,42	1,69	"
Vieille-Machine, Vieux-Condé.	1,63	2,13	"
Sartean maigre, Vieux-Condé.	1,32	1,55	"

(a), (b), (c) Augmentation de poids.

NOMS DES COMPAGNIES.	Vide.	100°	250°
Moulin-Anzin.	0,66	1,38	»
Saint-Louis n° 4, Anzin.	0,89	1,29	»
Bleuse, Borne, Georges, Anzin.	0,86	1,61	»
La Cave, Rosières, Anzin.	1,32	1,74	»
Chaufour, Anzin.	0,69	0,82	»
Dutemple, Saint-Waast.	1,01	1,35	»
Grosse-Fosse, Saint-Waast.	0,80	1,38	»
Dayy, Saint-Waast.	1,28	1,79	»
Cuichon, Saint-Waast.	1,10	2,02	»
Dutemple, Saint-Waast.	1,20	1,60	»
Ernest n° 19.	1,06	1,53	»
Réussite, Saint-Waast.	1,40	1,69	»
Grosse-Fosse, Saint-Waast.	0,83	1,47	»
Mathilde, Denain.	1,07	1,50	»
Orléans, Denain.	0,90	1,36	»
Renard, Marck, Denain.	1,20	1,60	»
Renard, Président, Denain.	1,07	1,97	»
Napoléon, Denain.	1,38	1,94	»
<i>Bassin de Newcastle.</i>			
Hunwick.	0,77	1,90	»
Byers Green.	0,96	2,01	»
Anthracite du Pays de Galles.	3,51	4,51	»
<i>Briquettes.</i>			
MM. Dehaynin.	0,44	1,41	»
Gosselies.	0,96	1,54	»
<i>Tourbe.</i>			
Remiencourt.	1,81	6,73	11,68
Camon.	5,59	19,52	27,59
Bourdon.	5,64	17,32	24,93
Thésy, 1 ^{re} qualité.	6,37	16,00	»
Thésy, mousseuse.	7,20	16,74	58,93
Bresles, mousseuse.	3,14	15,31	»
Bresles, tourbe noire.	2,17	12,90	35,58
<i>Pas-de-Calais.</i>			
Courrières maigre.	0,79	1,17	»
Hénin-Lietard gras.	0,57	1,23	»
Hersin gras.	0,52	1,33	»
Nœux gras.	0,37	1,05	»
Billy-Montigny.	0,46	1,46	»
Lens.	0,67	1,37	»

RAPPORT
A L'ACADÉMIE DES SCIENCES

SUR LE MÉMOIRE PRÉCÉDENT,

PAR UNE COMMISSION COMPOSÉE DE

MM. REGNAULT, DE SÉNARMONT, PELOUZE *rapporteur*.

(Séance du 10 mai 1858.)

Le but que se propose l'auteur du travail considérable dont nous allons rendre compte est d'étudier la combustion dans les foyers des locomotives. Cette question se compose d'éléments très-divers, parmi lesquels le plus important est le combustible. Mais suivant que l'on emploie le coke, la houille, la tourbe ou le bois, les produits de la combustion varient, et avec eux doivent varier la forme et les dimensions de la locomotive.

L'étude des combustibles, au point de vue de leurs propriétés principales et de leur composition chimique, doit donc précéder celle de leur combustion dans les locomotives.

Il y a là deux questions distinctes, dont la première est la seule que nous ayons à examiner.

L'auteur, pour circonscrire un sujet trop vaste, s'est borné à l'examen des combustibles qui arrivent sur le chemin de fer du Nord. C'est d'ailleurs dans les foyers des locomotives de ce chemin que doivent être faites des études sur la combustion.

Les combustibles dont il s'agit sont :

- Les houilles de Belgique ;
- Les houilles du Nord ;
- Les houilles du bassin de Newcastle (Angleterre) ;
- Les briquettes ;
- Le coke ;
- La tourbe des départements du Pas-de-Calais, de la Somme, de l'Aisne et de l'Oise.

Les importations des houilles belges et anglaises, et la production des houilles du nord de la France, s'élèvent ensemble à environ 5 millions de tonnes par an.

En 1856, elles se sont réparties, ainsi qu'il suit, entre les divers bassins producteurs :

	tonnes.
Bassin de Mons et bassin du Centre.	1.700.000
Bassin de Charleroi.	900.000
Bassin de Valenciennes.	800.000
Bassin du Pas-de-Calais.	500.000
Bassin de Newcastle.	400.000
Total.	<u>5.100.000</u>

La consommation annuelle de la France étant d'environ 9 millions de tonnes, il en résulte que les études de M. de Marsilly comprennent plus de la moitié des houilles qu'on y emploie.

M. de Marsilly, dès le début de ses recherches, a reconnu que la perte de poids qu'éprouve la houille dans le vide sec était toujours inférieure à celle obtenue dans l'étuve à 100 degrés. Cette observation l'a conduit à étudier l'action de la chaleur sur les houilles, entre la température ordinaire et 500 degrés. Il a constaté qu'à partir de 50 degrés la houille perdait du gaz, que le dégagement ne devenait bien sensible qu'à 100 degrés et au delà, et qu'il allait croissant jusqu'à 330 degrés et probablement jusqu'au point où commence la décomposition proprement dite de la houille.

La quantité de gaz obtenue variait de 1 à 2 litres par kilogramme de houille.

De plus, il recueillait un produit liquide ayant l'odeur de la benzine, dont le poids variait de 10 à 15 grammes par kilogramme de houille.

Les poids réunis du gaz et du liquide forment la perte qu'éprouve la houille à 500 degrés; elle varie de 1 à 2 p. 100.

Un fait remarquable c'est que les houilles provenant de mines à grisou dégagent toujours et presque exclusivement de l'hydrogène carboné, tandis que les houilles provenant de mines où il n'y a pas de grisou ne dégagent aucune trace de ce gaz; celui qu'elles donnent est principalement composé d'azote et d'acide carbonique.

De là un moyen pratique et simple pour le mineur de reconnaître à priori si la veine de la houille, dans laquelle il pénètre pour la première fois, est susceptible de dégager du grisou, ce fléau des exploitations houillères.

L'auteur a poussé plus loin ses recherches; on attribue le grisou à un dégagement spontané du gaz hydrogène carboné, renfermé dans la houille.

Il a fait pulvériser rapidement de gros morceaux de houille, extraits de la fosse depuis trois ou quatre jours seulement, et mis la poussière sous une cloche renversée au-dessus du vase qui la contenait; le lendemain, la cloche était remplie d'un gaz qui s'enflammait au contact de la flamme d'une bougie. C'est donc bien de la houille que se dégage le grisou.

Ce dégagement spontané de gaz inflammable explique les explosions qui ont été plusieurs fois signalées dans la soute des navires à vapeur, où l'on avait eu l'imprudence de descendre avec une lampe.

Une conséquence pratique de ce fait est que l'on doit

éviter de charger un navire à vapeur, et en général dans un endroit fermé, des charbons récemment extraits des mines à grisou, ou qu'il convient de prendre des précautions pour ne point avoir d'explosion.

Le dégagement spontané d'hydrogène carboné a lieu même quand la pression de l'atmosphère ambiante est quintuple de la pression atmosphérique.

M. de Marsilly le démontre par l'expérience suivante : il met dans un vase cylindrique en cuivre 20 kil. de charbon menu, provenant de gros morceaux récemment extraits de la fosse et pulvérisés rapidement ; puis il ferme hermétiquement le vase, et, avec une pompe de pression, il refoule de l'air à l'intérieur, jusqu'à ce que la pression atteigne cinq atmosphères. Un robinet est placé à la partie supérieure du cylindre ; on l'ouvre un instant et on laisse échapper quelques litres d'air, dans le but de produire le dégagement de l'hydrogène carboné, qui aurait pu devenir libre lors de l'introduction du charbon menu dans le cylindre. Le même robinet servira plus tard à recueillir le gaz carboné. En effet, au bout de 24 heures on peut recueillir un gaz qui brûle au contact d'un corps enflammé.

Cette expérience, d'une grande simplicité, donne constamment le même résultat ; elle démontre, comme nous venons de le dire, qu'une pression considérable n'empêche pas le dégagement du grisou.

D'un autre côté, ce dégagement est tellement complet après six mois, et probablement avant un temps moins long, que même à une température de 300 degrés la bouille n'en fournit plus.

Il semble permis de conclure de ces observations que les gaz qui se dégagent par la libre exposition des houilles à l'air, sont les mêmes que ceux obtenus en les chauffant jusqu'à 300 degrés.

L'hydrogène carboné n'est point le seul élément que perdent, par la libre exposition à l'air, les houilles provenant des mines à grisou : le principe gras, qui facilite la formation du coke sous l'action de la chaleur, disparaît, sinon entièrement, du moins en partie.

Des houilles très-grasses, qui étaient restées exposées à l'air six mois environ, n'ont plus donné, dans une fabrication en grand, que du coke imparfaitement formé, tandis que l'on obtenait d'excellent coke, dans les mêmes fours, avec les houilles fraîches provenant de la même veine.

S'il y a analogie entre les produits gazeux qui se dégagent, soit spontanément par l'exposition à l'air, soit par l'action de la chaleur à une température inférieure à 300 degrés, cette analogie n'est pas moins complète et remarquable pour les produits liquides. Toutes les houilles grasses provenant de mines à grisou, lorsqu'elles ont été soumises à l'action d'une température de 300 degrés, cessent de se boursoufler et de coller ; si on les a réduites en poussière avant de les calciner, on les retrouve en poussière après la calcination. Ainsi il y a départ du principe gras, soit par une longue exposition à l'air, soit par l'action de la chaleur à une température inférieure à 350 degrés.

Les mêmes échantillons de houilles grasses, calcinées sans avoir été préalablement desséchées, donnaient, comme nous venons de l'indiquer, un coke bien formé, c'est-à-dire cohérent et propre aux usages domestiques ou industriels.

On savait depuis longtemps que les houilles, même les moins pyriteuses, exposées au contact prolongé de l'air et de l'humidité, perdent une partie notable de leur valeur, soit qu'on les distille pour en extraire le gaz de l'éclairage ou pour faire du coke, soit qu'on les

brûle sur une grille pour produire de la chaleur. Les faits signalés par M. de Marsilly ne donnent pas encore la clef de ce phénomène ; mais on peut les considérer comme un pas fait dans la voie qui conduira à l'expliquer.

Nous allons maintenant indiquer les méthodes suivies par M. de Marsilly pour l'analyse des houilles.

L'auteur fait remarquer lui-même qu'à peu d'exceptions près il a suivi les méthodes décrites par M. Regnault dans ses recherches sur les combustibles minéraux.

Les divers éléments qui entrent dans la composition de la houille sont :

L'eau hygrométrique ;

L'hydrogène ;

Le carbone ;

L'oxygène ;

L'azote ;

Les cendres.

A leur dosage il faut ajouter la détermination du coke, c'est-à-dire du résidu que laissent les houilles par leur calcination en vase clos.

Eau hygrométrique.

Elle a été mesurée par la perte de poids que subit la houille en poudre, lorsqu'on l'expose dans le vide sec à la température ordinaire.

Hydrogène, carbone, oxygène.

On brûle la houille, desséchée comme il vient d'être dit, dans un courant d'oxygène sec, et on achève la combustion en faisant passer le gaz, encore carburé, à travers une couche d'oxyde de cuivre portée au rouge. L'appareil qu'emploie M. de Marsilly se compose :

1° d'un gazomètre plein d'oxygène sec ; 2° d'un tube en verre réfractaire, ouvert par les deux bouts, qui communique par une de ses extrémités avec le gazomètre, par le moyen de tubes à potasse et à pierre ponce ; 3° d'un tube en U rempli de pierre ponce, d'un tube de Liebig et d'un tube témoin.

Avec les différentes espèces de houilles soumises à l'analyse varie la longueur du tube qu'on doit employer. Ainsi tandis que pour le coke et pour les houilles maigres il suffit d'un tube long seulement de 0^m,40 à 0^m,50, lorsqu'on opère sur les houilles grasses à longues flammes, on doit prendre un tube long de 1 mètre.

On remplit le tube préalablement desséché avec soin, jusqu'à sa moitié, avec de l'oxyde de cuivre chaud et récemment calciné.

La houille est placée dans une petite nacelle en platine qu'on introduit dans le tube et qui vient toucher la couche d'oxyde de cuivre. On ne recouvre pas de clinquant cette partie du tube, de sorte qu'on peut suivre la marche de l'opération et voir quand l'incinération est complète. On porte l'oxyde de cuivre au rouge ; on fait alors passer l'oxygène lentement, et en même temps on met quelques charbons en arrière de la nacelle de platine, puis peu à peu dessous, de manière à déterminer une distillation lente et progressive de la houille sans l'enflammer. Cette précaution est surtout utile avec les houilles grasses. On chauffe ensuite plus fortement la nacelle et on brûle la houille. La combustion s'opère toujours au point extrême où arrive l'oxygène et n'avance que progressivement.

L'opération est terminée lorsqu'on n'aperçoit plus de point brillant dans la capsule.

Cette méthode offre plusieurs avantages : ainsi le même tube peut servir plusieurs fois. On obtient direc-

tement les cendres, et d'une manière exacte, comme on peut s'en assurer. Cependant elle offre un inconvénient : l'azote qui existe en faible proportion dans les houilles produit de l'acide nitrique, qui vient se condenser dans le tube à eau.

De là une légère erreur dans la détermination de l'hydrogène.

M. de Marsilly a cherché, au moyen du permanganate de potasse, à déterminer la quantité d'acide nitrique qui se condensait ainsi dans le tube en U et l'erreur correspondante qui en résultait pour l'hydrogène. Il a trouvé que cette erreur était comprise entre 0^{es},0005 et 0^{es},001.

Détermination de l'azote.

L'azote a été déterminé en général avec l'oxygène, par différence. Sa proportion, excessivement faible dans les houilles, en rendait l'analyse moins importante pour le but que se proposait l'auteur; cependant M. de Marsilly a quelquefois dosé l'azote en employant le méthode de M. Péligot qu'il considère comme la plus exacte et en même temps la plus expéditive.

Détermination des cendres et du coke.

La méthode d'analyse suivie pour le carbone et l'hydrogène donne directement, comme on l'a vu, le poids des cendres, mais M. de Marsilly en a toujours effectué la vérification en brûlant directement la houille dans une capsule de platine portée au rouge dans le moufle d'un grand fourneau à coupelle.

C'est dans la même moufle qu'était faite la calcination de la houille, pour apprécier le poids du coke qu'elle fournissait; à cet effet on se servait d'un creuset de platine surmonté de son couvercle, et placé dans un

creuset de terre également couvert. On mettait quelques petits morceaux de charbon de bois entre les deux couvercles, pour empêcher la rentrée de l'air lors du refroidissement.

On opérât généralement sur 5 grammes de matière, soit pour la détermination de la cendre, soit pour celle du coke.

Dans le cours de ces analyses, M. de Marsilly a fait une observation très-digne d'intérêt. Il a vu que quelque pur que soit un morceau de houille, quelque homogène qu'il paraisse à la vue, il ne laisse pas par la combustion la même quantité de cendres dans ses diverses parties. Il en est de même du coke fourni par la calcination des fragments d'un même bloc de la houille, d'où l'on conclut qu'il faut réduire la houille en poudre très-fine pour trouver, sur le même échantillon, la même teneur en cendres ou en coke.

La dernière partie du mémoire de M. de Marsilly est consacrée à une classification des houilles. Nous en présentons un résumé rapide.

Il a classé les houilles par pays et par bassins, et dans chaque bassin il a suivi la classification basée sur les usages industriels et la position des couches.

En Belgique, la direction générale des couches est de l'est à l'ouest.

Dans le bassin de Mons, on trouve au sud les houilles grasses marécales (les houilles maigres, plus au sud encore, sont à peine exploitées), puis en avançant vers le nord les houilles dures, les houilles flénu grasses et les houilles flénu sèches.

Dans le bassin du centre on rencontre les houilles grasses au nord, et plus au sud les houilles demi-grasses ou demi-maigres.

Enfin, dans le bassin de Charleroi, on a les deux es-

pèces de houille précédentes, et tout à fait au nord les houilles maigres.

Les analyses établissent que les houilles maigres sont celles qui renferment le moins d'hydrogène, d'oxygène et d'azote, et le plus de carbone. Le passage d'une catégorie de houille à la suivante, en partant des houilles maigres, est signalé par un accroissement d'hydrogène, d'oxygène et d'azote, et une diminution de carbone; en même temps le résidu de la calcination en vase clos va constamment en diminuant, et cependant la proportion de carbone qui passe dans les produits volatils augmente.

Le bassin de Valenciennes renferme les mêmes qualités de houille que la Belgique, à l'exception du flénu; les analyses établissent des compositions semblables pour les houilles similaires: la loi posée plus haut s'y applique encore.

Le bassin du Pas-de-Calais n'est pas encore bien connu; d'après les analyses de M. de Marsilly, on y rencontrerait la plupart des variétés de charbons que l'on trouve en Belgique: c'est une raison de penser que les couches présenteront les mêmes variétés de houille dans le même ordre en allant du nord vers le sud.

L'identité qui existe entre les analyses des houilles belges et celles des houilles françaises, ajoute un nouveau motif à ceux que l'on a déjà de croire que les bassins du nord de la France sont les prolongements des bassins belges.

Si l'on considère la formation des houilles maigres comme plus ancienne que celles des autres espèces de houille, on a dans les analyses de l'auteur la confirmation de la loi posée par M. Regnault, que le passage des combustibles de formation ancienne à ceux d'une formation plus récente s'opère par une augmentation

d'hydrogène et d'oxygène, et une diminution de carbone.

Les analyses de houille anglaise semblent montrer que ces houilles peuvent être classées dans une des catégories établies pour les houilles belges et françaises.

Les analyses de briquettes établissent une composition presque identique entre elles et les houilles qui ont servi à leur fabrication; c'était un fait prévu.

On trouve dans le coke destiné aux chemins de fer une faible proportion d'hydrogène et d'oxygène: son pouvoir calorifique est moindre que celui de la houille; l'auteur a déterminé par des expériences nombreuses les quantités d'eau que le coke pouvait absorber, soit par l'exposition à l'air humide, soit en recevant l'eau directement; il a fait ressortir aussi l'importance au point de vue industriel, de la détermination des cendres qu'il renferme.

Beaucoup de compagnies de chemins de fer introduisent dans les marchés qu'elles contractent avec les fournisseurs, des conditions d'après lesquelles on déduit l'eau que renferme le coke sec; de plus la proportion de cendres ne doit jamais excéder 8 p. 100: au delà de cette limite le coke est refusé.

Depuis quelques années, les fabricants de coke sont arrivés en lavant la houille à ne livrer que du coke contenant 6 à 7 p. 100 de cendres. Ces chiffres ont été constatés par la compagnie du Nord, qui fait soumettre à des essais réguliers, pour l'eau et la cendre, tous les cokes qu'elle emploie.

La tourbe n'est guère employée que pour les usages domestiques; M. de Marsilly a fait l'analyse de plusieurs variétés de ce combustible. Comme la houille, la tourbe subit un commencement de décomposition à une température de 110 degrés; cette décomposition est très-

prononcée à une température de 200 degrés. Il peut y avoir avantage à dessécher la tourbe à 110 degrés, mais pas au delà; car les produits gazeux qui se dégagent avec l'humidité renferment des carbures hydrogénés combustibles. La tourbe marchande développe à peu près moitié autant de calories que la houille tout venant, son prix est seulement moitié moindre; dans de telles conditions, celle-ci sera toujours préférée pour les usages industriels.

Le tableau des analyses que nous annexons à ce rapport, page 83, est loin d'être complet, mais il donnera une idée de l'importance et de l'étendue du travail dont nous venons de rendre compte. Votre rapporteur a reçu de M. de Marsilly un certain nombre des échantillons de combustibles qui figurent dans ce tableau, il en a déterminé la composition, et il est arrivé à des résultats numériques qui confirment pleinement ceux de l'auteur.

Vos commissaires n'hésitent pas à déclarer qu'à leurs yeux le travail de M. de Marsilly est le plus étendu qui ait été fait sur les combustibles.

Il contient des observations pleines d'intérêt et d'une utilité immédiate sur les houilles des marchés de Paris et du nord de la France, sur le coke et sur les tourbes.

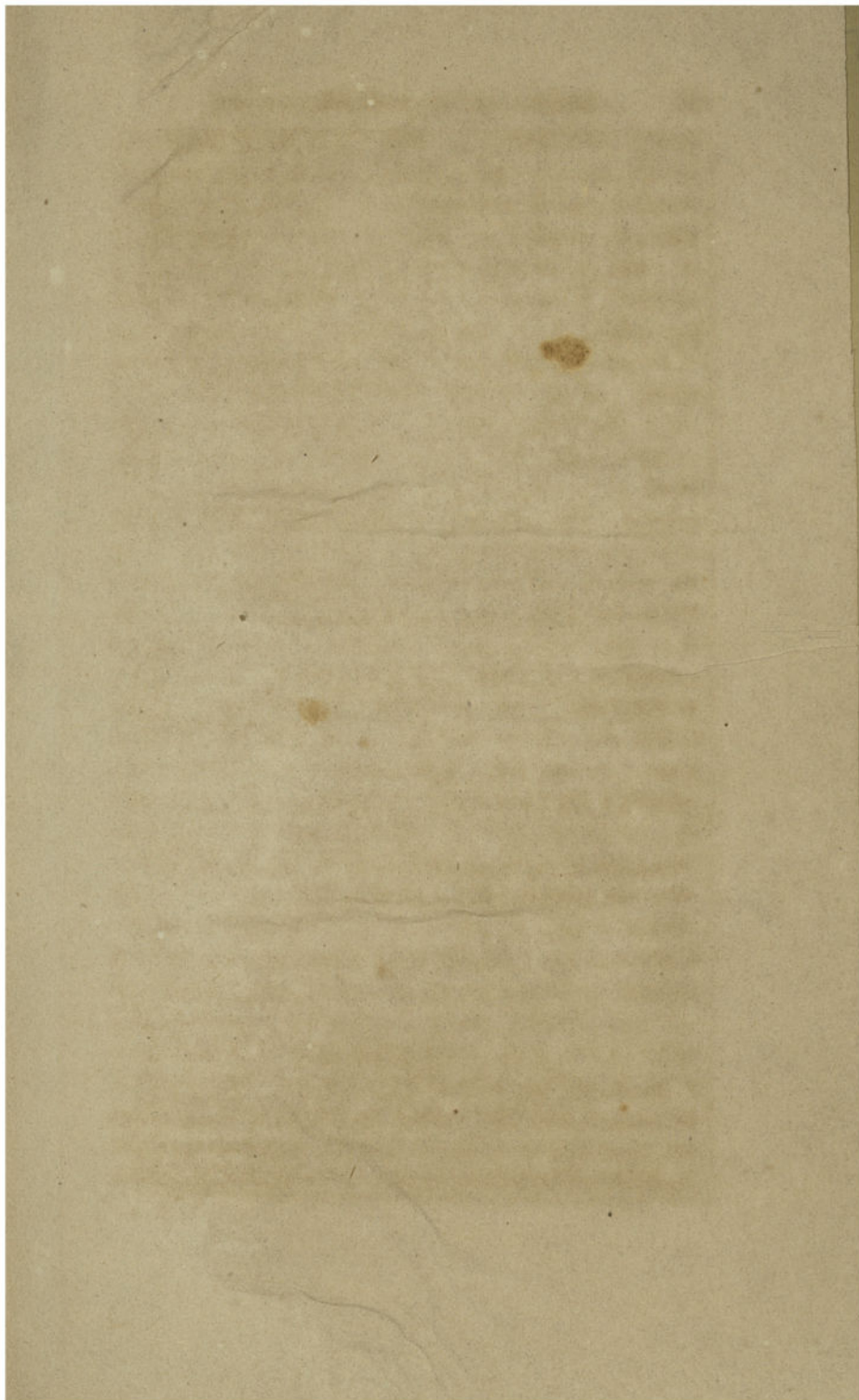
Aussi formons-nous des vœux pour que la plus grande publicité soit donnée au mémoire de M. de Comminez de Marsilly.

Nous demandons à l'Académie qu'elle veuille bien remercier cet habile ingénieur de la communication qu'il lui a faite, et l'engager à poursuivre ses recherches.

Les conclusions de ce rapport sont adoptées.

Tableau des analyses de houilles faites par M. de Marsilly.

DÉSIGNATION DES ÉCHANTILLONS.	RÉDUCTION FAITE DES CENDRES.				Cendres.	RÉDUCTION FAITE DES CENDRES.				Rapport du résidu de la calcination au carbone.	Pouvoir calorifique.	OBSERVATIONS.
	Hydrogène.	Carbone.	Oxygène.	Résidu de la calcination.		Hydrogène.	Carbone.	Oxygène.	Résidu de la calcination.			
Escaffiaux.....	5.49	85.10	7.25	2.16	72.80	5.61	86.98	7.41	72.30	83	7,297	Coke bien formé.
Nord du bois de Bousou.....	5.53	80.55	9.52	4.40	69.15	5.78	84.26	9.96	67.73	80	7,072	Id.
Levant du Flénu.....	5.22	82.91	10.13	1.74	66.95	5.31	84.38	10.31	66.37	78	6,966	Coke frité.
Grand Buisson.....	5.40	83.40	7.76	3.44	70.10	5.59	86.37	8.01	69.03	79	7,234	Coke bien formé.
Haut Flénu.....	5.42	82.95	10.93	0.70	63.58	5.46	83.53	11.01	63.32	75	6,920	Coke frité.
Bellevue.....	4.48	86.38	6.09	3.05	80.58	4.92	89.10	6.28	79.96	89	7,268	Coke bien formé.
Mariemont.....	4.68	87.36	5.68	2.38	81.05	4.79	89.40	5.81	80.60	90	7,338	Coke bien formé, boursoufflé.
Id.....	4.31	88.62	4.77	2.30	83.70	4.41	90.70	4.89	83.31	91	7,375	Coke formé, non boursoufflé.
Id.....	4.14	84.76	5.61	5.49	84.56	4.38	89.68	5.94	83.76	93	7,267	Coke un peu mieux agglutiné.
Tricornaisin... No 6, 10 paumes.	4.68	86.47	5.30	3.55	84.43	4.85	89.65	5.50	83.86	93	7,377	Coke bien formé, boursoufflé.
Beautet... No 1, Veine des Haies	3.62	90.89	3.98	1.48	91.86	3.70	92.26	4.04	91.74	99	7,558	Coke non formé, en poussière.
{ Sars-les-Moulins.....	4.25	88.69	5.26	1.80	85.57	4.32	90.32	5.36	85.30	94	7,315	Coke à peine formé.
Bonnepart... Veine Toussaint.	3.66	90.54	2.70	3.10	93.17	3.78	93.44	2.78	92.95	99	7,493	Le coke n'est pas formé.
La Cave... Veine Rosière.	4.81	82.98	6.51	5.70	75.43	5.11	88.00	6.89	73.93	84	7,278	Coke boursoufflé.
Napoleon... Veine Périer.	5.53	84.84	6.81	2.80	67.75	5.69	87.28	7.93	66.77	76	7,517	Coke bien formé.
Fosse Reussite.....	3.03	85.90	6.57	2.50	75.91	5.16	88.10	6.74	76.83	87	7,360	Coke bien formé.
Bully.....	5.82	83.34	7.81	3.00	65.09	6.00	85.92	8.08	64.01	74	7,230	Coke boursoufflé.
Noeux.....	4.98	86.78	5.81	2.40	77.05	5.10	88.00	5.99	76.48	86	7,365	Coke bien formé.
Courrières.....	4.18	82.68	4.54	8.60	87.82	4.57	90.46	4.97	86.45	95	7,386	Coke non formé, en poussière.
Coke. Agrappe (Mons).....	0.33	91.30	2.17	6.20	0.35	97.33	2.32	0.32	0.32	p	7,039	
Tourne. Bourdon, 1 ^{re} qualité.....	6.91	47.69	39.30	7.00	37.85	5.46	51.28	42.26	33.17	64	3,960	



On trouve chez les mêmes Éditeurs :

A. BOURGUIGNAT, ancien avocat au conseil d'État et à la cour de cassation. **Législation appliquée de l'industrie**, notamment des usines hydrauliques ou fabriques, ateliers dangereux, incorn, hauts fourneaux, établissements métallurgiques, carrières, etc.; **Traité complet** d'après la doctrine et de la jurisprudence, des règles à observer, l'exploitation, la location, la vente, l'abandon ou la suppression des établissements appartenant à l'industrie. 2 beaux volumes in-8. Paris, 1858. — Pour les souscripteurs. 15 fr.

ANNALES DES MINES, ou Recueil de mémoires sur l'exploitation des mines et sur les sciences qui s'y rapportent, rédigées sous la direction d'une commission spéciale, composée de MM. Cordier, Elie de Beaumont, et Combes, inspecteurs généraux des mines, membres de l'Institut; MM. de Boureuille, Thirria, Levallois, Marrot, Lorieux et de Billy, inspecteurs généraux des mines; M. de Sénarmont, ingénieur en chef des mines, membre de l'Institut; MM. Piérard, de Villeneuve, Coche et Callon, ingénieurs en chef des mines; MM. Rivot, Piot et Delesse, ingénieurs des mines, et M. de Cheppe, ancien chef de la division des mines.

Depuis 1832 les *Annales des mines* paraissent régulièrement tous les deux mois par livraisons; les six livraisons de l'année réunies forment annuellement trois volumes in-8°, avec 25 planches.

Prix de l'abonnement annuel, et de chaque année écoulée, que l'on peut se procurer séparément: pour Paris, 20 fr.; les départements, 24 fr.; l'étranger, 28 fr.

CLÈRE, ingénieur en chef des mines. **Essai pratique sur l'Art du briquetier au charbon de terre**, d'après les procédés en usage dans le département du Nord et dans la Belgique, in-8, avec pl. 4 fr. 50 c.

DUPRÉNOY, membre de l'Institut, inspecteur général des mines, professeur de minéralogie aux Écoles des Ponts et chaussées et des Mines, etc. **Traité complet de Minéralogie**. 2^e édition, revue et beaucoup augmentée. 5 forts volumes in-8, dont un de planches, avec un grand nombre de figures et planches intercalées dans le texte. 48 fr.

FRANÇOIS (Jules), ing. en chef des mines, **Recherches sur le gisement et sur le traitement des minerais de fer dans les Pyrénées et particulièrement dans l'Ariège**, suivies de considérations historiques et économiques sur le travail du fer et de l'acier dans les Pyrénées. 2 vol. in-4, dont un de planches. 25 fr.

HÉRON DE VILLEFOSSE, de l'Institut, inspecteur gén. des mines. **Atlas de la Richesse minérale**, recueil de faits géognostiques et de faits industriels, offrant un cours complet de l'art des mines et usines, au moyen d'exemples tirés de célèbres établissements, et rendus sensibles à l'œil par la représentation géométrique des objets; nouveau tirage, accompagné d'un nouveau texte explicatif, rédigé par ordre du gouvernement; par H. Le Cocq, ing. des mines. Atlas de 65 pl., très-bien gravées par Leblanc, dont plusieurs coloriées, et 1 vol. in-8 de texte; 50 fr.

LAMPADIUS, professeur à l'Académie des mines de Freiberg, etc. **Manuel de Métallurgie générale**, suivi d'additions par l'auteur; traduit de l'allemand, revu, considérablement augmenté et mis au niveau des connaissances actuelles, par G.-A. ARBAULT, ing. des mines, anc. élève de l'École des mines de Paris. 2 v. in-8, avec planches. 12 fr. 50 c.