

ETUDE
SUR LE
DOSAGE DE L'HUMIDITÉ
ET SUR
L'ALTÉRATION
à 100° C. d'un charbon flambant

PAR

M. A. MEURICE

Ingénieur-chimiste, à Bruxelles

[5436]

L'étude qui va suivre a été entreprise sur un échantillon de charbon russe, lequel nous avait été remis afin d'y doser l'*humidité réelle* avec tous les soins désirables, la teneur élevée renseignée par un autre laboratoire paraissant anormale.

Les fragments reçus, examinés avec soin, paraissent très propres ; nous n'y remarquons que quelques rares mouches de pyrite. A première vue, ce combustible semble très sec ; sous le pilon, il tombe aisément en poudre poussiéreuse et rien ne laisse supposer que sa teneur en humidité soit élevée.

Un premier dosage de l'eau, effectué à la température de 98-100° C., sur la matière grossièrement concassée, nous donne :

Humidité	11.70 %
Analyse au creuset, sur matière sèche :	
Cendres	4.17 %
Matières volatiles	39.20 %
Carbone fixe	56.63 %
	100.00 %

Les cendres sont légèrement ferrugineuses; le coke est petit, peu dur.

Cette teneur élevée en humidité, tout-à-fait inattendue « le charbon étant poussiéreux au broyage, comme nous l'avons indiqué », nous avons entrepris la détermination de cet élément par les deux méthodes suivantes :

A. Dosage de l'humidité dans le vide, en présence d'acide sulfurique. Ce procédé donne des résultats parfaits, mais présente, dans la pratique industrielle, le très grand désavantage d'exiger beaucoup de temps;

B. Dosage de l'humidité par pesée directe de l'eau, celle-ci étant recueillie dans un tube à chlorure de calcium préalablement taré. Cette méthode, recommandée par quelques auteurs, donne, dans la plupart des cas, des résultats fort exacts, mais ne convient absolument pas dans le cas qui nous occupe, comme nous l'exposerons dans un moment. Ces derniers essais ont été effectués sur le charbon finement pulvérisé, pour rendre les prises plus homogènes.

A. — DESSICATION DANS LE VIDE.

Les prises, pesant chacune 10 grammes environ, ont été soumises à l'action du vide (755^{mm} de mercure), à la température ordinaire (17 à 22° C.), en présence d'acide sulfurique concentré.

Les pertes de poids ont été constatées à de très nombreuses reprises (environ toutes les 24 heures). Calculées en %, elles sont les suivantes :

		Essai A.	Essai B.
Après 24 heures		9.48	9.30
30 »		9.78	9.65
46 »		10.68	10.60
58 »		11.36	11.31
82 »		11.70	11.70
106 »		11.86	11.83
130 »		11.94	11.94
154 »		11.98	11.97
175 »		12.07	12.06
192 »		12.07	12.07

A partir de la 175^e heure, la perte en poids est restée constante; nous en déduisons que l'humidité réelle de ce charbon est de 12.07 %.

En même temps que nous effectuions ces dosages, nous avons placé une prise, de 5 grammes, dans une étuve à eau maintenue, pendant toute la durée de l'expérience, à la température de 98-100° C. Les pertes en poids subies par cette prise, calculées en %, donnent :

Après 2 heures		11.59
4 »	} perte maximum }	11.73
8 »		11.70
24 »		11.13
48 »		11.04
72 »		10.77
96 »		10.39
120 »		10.11
143 »		9.89
167 »		9.43
180 »		9.40
192 »		9.37

De ces essais il résulte que c'est entre la 4^e et la 8^e heure que le charbon perd son maximum de poids sans que toutefois le maximum constaté atteigne l'humidité obtenue

dans le vide. Dès ce moment, lentement, mais d'une façon continue, la perte va en s'affaiblissant pour devenir à peu près constante vers la 8^e journée. Nous en déduisons que ce combustible doit fixer très rapidement l'oxygène de l'air. MM. Mahler, Campredon et Munck ont, au reste, signalé ce fait.

Le fait pour un combustible de fixer rapidement l'oxygène de l'air est un indice d'une grande altérabilité ; un tel charbon doit s'éventer rapidement, perdre sa propriété de faire coke et voir son pouvoir calorifique diminuer dans une assez large mesure par une conservation prolongée.

DESSICATION DANS UN COURANT D'AIR SEC.

Dans cet essai, une nouvelle prise a été desséchée dans un courant d'air sec ; l'appareil était disposé de façon à pouvoir recueillir, dans un tube de chlorure de calcium taré, la vapeur d'eau qui se dégage du combustible.

Nous espérons obtenir par cette méthode un contrôle du dosage de l'humidité dans le vide ; mais grande a été notre surprise, en constatant les résultats suivants pour l'humidité recueillie dans le tube à chlorure de calcium.

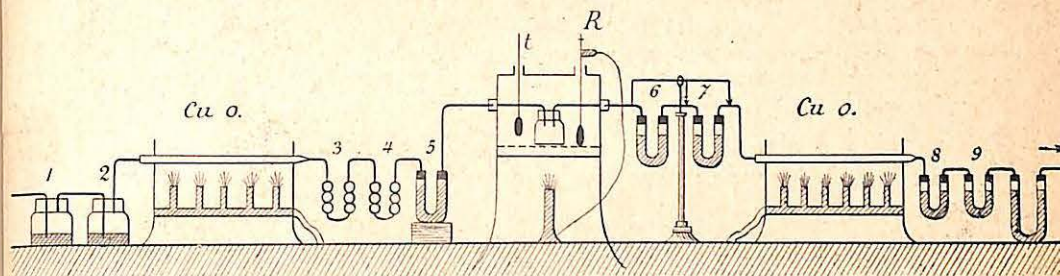
	HUMIDITÉ recueillie dans le tube.	PERTE EN POIDS subie par le charbon.
Après 2 heures . . .	12.07 %	11.50 %
5 » . . .	12.40 %	12 » %
12 » . . .	14.38 %	11.04 %
24 » . . .	16.36 %	10.60 %

Ce premier essai nous permet de constater que, si d'une part le combustible fixe rapidement de l'oxygène à la température de 100° C., il subit d'autre part, à cette même température, une véritable combustion avec formation de vapeur d'eau.

Pensant que cette combustion des produits hydrogénés du charbon n'a pas encore été signalée, nous avons cru

utile d'étudier le phénomène de près en employant pour notre démonstration un dispositif écartant les causes d'erreurs de manipulation.

La figure ci-contre fera comprendre le fonctionnement de l'appareil employé, sans qu'il soit, pensons-nous, nécessaire de donner grands détails à ce sujet.



Les tubes renfermant l'oxyde de cuivre ont été maintenus au rouge pendant toute la durée des essais ; la température dans l'étuve à air, grâce au régulateur, est restée comprise entre 99 et 101° C. Les absorbeurs 1 à 5 ont pour but de retenir les impuretés de l'air et son humidité. Les tubes 6 et 7 servent à doser l'humidité et l'anhydride carbonique provenant du combustible maintenu à 100° C. Enfin, les tubes 8 et 9 recueillent l'humidité et l'anhydride carbonique provenant de la combustion des hydrocarbures qui auraient pu se dégager à la température de l'expérience.

Les essais ont été répétés à trois reprises ; les résultats renseignés sont des moyennes. Nous ferons remarquer à ce sujet que les concordances entre les essais ne sont pas aussi grandes qu'on aurait voulu les avoir, ces différences provenant de la plus ou moins grande rapidité du courant d'air. Les résultats obtenus sont, au surplus, simplement relatifs et n'ont rien d'absolu, étant variables avec la prise, les surfaces en contact, la rapidité du courant d'air, etc., etc. Pour plus de clarté, nous résumons les résultats sous forme de tableau.

DUREE de l'opération	Perte subie par le charbon	H ² O pesé dans le tube 6	CO ² pesé dans le tube 7	H ² O pesé dans le tube 8	CO ² pesé dans le tube 9
8 heures	12.01	14.39	0.64	0.10	0.04
16 »	11.37	15.96	1.36	0.22	0.18
24 »	10.84	17.40	2.09	0.32	0.48
30 »	10.48	18.25	2.53	0.50	0.64
38 »	10.28	18.77	2.90	0.59	0.76
46 »	10.05	19.40	3.21	0.73	0.91
54 »	9.87	19.98	3.48	0.88	1.03
66 »	9.63	20.37	3.67	—	—

Des résultats ci-dessus, nous pouvons conclure :

A. L'humidité réelle, dans les conditions de l'expérience, ne tarde pas à être expulsée, puisque après 8 heures la perte de poids constatée est sensiblement égale à l'humidité dosée dans le vide. Mais ce résultat favorable n'est qu'apparent et ne semble exact que grâce à des compensations, car il y a déjà, après ce temps, une perte sensible en hydrogène et en carbone et fixation d'oxygène.

En effet, si d'une part après 8 heures de dessiccation, la matière accuse une perte en poids de 12.01 %, d'autre part, l'eau expulsée et recueillie dans le tube à chlorure de calcium, pendant le même temps, est de 14.39 %. La différence entre 14.39 % et 12.07 % (humidité réelle) représente l'eau produite au détriment de l'hydrogène du combustible par suite d'une combustion lente à la température de 100° C.

Le tableau (colonne 3) montre qu'il y a en même temps légère combustion du carbone, tandis que les quantités d'hydrocarbures expulsés sont pratiquement négligeables.

En calculant les quantités d'H et de C perdues par le

combustible, et en additionnant ces nombres à l'humidité réelle, nous obtenons la perte totale que le charbon aurait dû accuser.

$$12.07 + (0.27^H + 0.18^C) = 12.52 \%$$

Comme nous n'observons que 12.01 %, nous en déduisons que le combustible a fixé $12.52 - 12.01 = 0.51 \%$ d'oxygène.

Si nous reproduisons le même calcul après 16, 24, 30 heures, etc., nous arrivons aux constatations ci-dessous.

DURÉE de l'opération	Hydrogène brûlé à 100° C.	Carbone brûlé à 100° C.	Hydrogène perdu sous forme d'hydrocarbures	Carbone perdu sous forme d'hydrocarbures	Oxygène fixé
8 heures	0.26	0.17	0.01	0.01	0.51
16 »	0.43	0.37	0.02	0.04	1.57
24 »	0.59	0.57	0.03	0.13	2.55
30 »	0.69	0.69	0.04	0.17	3.18
38 »	0.74	0.79	0.06	0.21	3.59
46 »	0.81	0.87	0.08	0.24	4.02
54 »	0.88	0.95	0.10	0.28	4.41

B. La fixation de l'oxygène dépasse donc de beaucoup la perte en H et en C subie par le combustible et explique pourquoi le charbon, par une chauffe prolongée, gagne en poids d'une façon constante.

C. La quantité d'hydrocarbures volatilisés sans combustion, à la température de 100° C. est très faible, même après 54 heures, la perte subie de ce chef par le charbon n'étant que de 0.38 %.

Nous signalons à titre de curiosité que les hydrocarbures expulsés répondent très sensiblement à la forme CH^4 .

En examinant le tableau ci-dessus, on voit qu'il y a une relation fort constante entre les pertes subies, à la combustion directe à 100°C ., entre les deux éléments C et H. Au fur et à mesure que l'action se prolonge, pour une même durée de temps, les pertes en H et en C diminuent graduellement. Il en est de même concernant la fixation de l'oxygène.

Ces résultats acquis, nous avons voulu les compléter en effectuant l'analyse élémentaire du charbon séché dans le vide d'une part et du charbon séché dans le courant d'air d'autre part :

1. Sur charbon séché dans le vide :

Cendres	4.23
Matières volatiles	39.10
Soufre volatil	0.21
Carbone fixe.	56.46
	<hr/>
	100.00

Aspect du coke : petit, peu résistant.

Analyse élémentaire :

Carbone	73.49
Hydrogène	6.05
Soufre volatil	0.21
Cendres	4.23
Azote	1.51
Oxygène	14.51
	<hr/>
	100.00

Pouvoir calorifique d'après l'analyse élémentaire $7,400 \text{ C}$.

2. Charbon séché dans le courant d'air :

Cendres	4.11
Matières volatiles	37.80
Soufre volatil	0.17
Carbone fixe.	57.89
	<hr/>
	100.00

Le combustible ne donne plus de coke à la calcination.

Analyse élémentaire :

Carbone	70.85
Hydrogène	5.03
Soufre volatil	0.17
Cendres	4.14
Azote	1.60
Oxygène	18.21
	<hr/>
	100.00

Pouvoir calorifique d'après l'analyse élémentaire $6,670 \text{ C}$.

Ces résultats confirment entièrement les essais précédents et démontrent la perte considérable en valeur calorifique subie par le charbon éventé.

Bruxelles, décembre 1904.