danger de l'emploi des explosifs dans les mines en superposant dans ce but, les éléments de sécurité.

L'emploi de la gaine avec des explosifs qui sont déjà par eux-mêmes anti-grisouteux et anti-poussiéreux répond à ce désidératum.

Le 15 juillet 1914.

MÉMOIRES

QUELQUES NOTES

SUR LE

POUVOIR COKÉFIANT DES CHARBONS

PAR

A. MEURICE

Ingénieur-Chimiste à Bruxelles.

I

Classification des charbons à l'aide d'un nouvel indice.

Parmi les produits miniers, la houille occupe, sans conteste, le premier rang au point de vue des transactions auxquelles elle donne lieu.

La production mondiale actuelle de la houille dépasse 1,300,000,000 de tonnes.

On devrait croire qu'un produit donnant lieu à des échanges aussi formidables, se vend sur spécifications rigoureuses, déduites de données scientifiques certaines.

Il n'en est cependant rien, et, actuellement, les méthodes utilisées pour rechercher si un charbon donné doit être considéré comme un maigre, demi-gras, à coke, à gaz, etc., n'ont qu'une valeur bien précaire.

La classification des charbons se déduit, en effet, de quelques essais rapides : teneur en matières volatiles et aspect du culot de coke.

Ces essais très simples sont loin de suffire pour résoudre le problème.

La connaissance de la teneur en matières volatiles est loin d'être, à elle seule, un critérium, et même si l'on

accorde à cet indice une valeur que, pour notre part, nous lui contestons, il ne permet, en tout cas, pas de dire, lorsque l'on doit comparer entre eux plusieurs charbons de même nature, lequel convient le mieux pour un emploi donné.

D'autre part, tous les chimistes qui se sont occupés de cette question savent combien il est malaisé de différencier deux culots de coke obtenus en partant de charbons de qualités assez voisines. Certes, il n'y aura aucune difficulté à reconnaître un coke pulvérulent ou tout au plus fritté, d'un coke compact ; mais deux chimistes ou deux experts ayant à défendre des intérêts opposés, se mettront difficilement d'accord pour différencier un coke fondu compact (houille grasse de puddlage) d'un coke fondu très compact (houille grasse à courte flamme).

Il y a là des différences d'appréciation trop subtiles sur lesquelles un accord nous semble impossible.

Au surplus, tout le monde sait que l'aspect du coke obtenu peut varier dans une large mesure, suivant que l'on procède au dosage des matières volatiles sur un gramme de charbon ou plus, que l'on utilise du charbon très fin ou en poudre grossière, ou encore que le chauffage est brusque ou progressif.

En ce qui concerne la teneur en matières volatiles, l'accord est encore plus malaisé à obtenir, les bases d'appréciation variant ici dans des limites considérables, suivant les vues des chimistes ou des administrations, sans parler des erreurs analytiques auxquelles ce dosage peut donner lieu (1).

Vandevelde, dans une note sur la classification des

(1) Voir à ce sujet : Lucion, *Bulletin de l'Association belge des Chimistes*, 1901, no 10 ; Meurice, *Annales des Mines de Belgique*, t. XVI ; Prost et Ubaghs, *Bulletin de la Société Chimique de Belgique*, 1912, numéro jubilaire.

charbons, a recherché dans la bibliographie les teneurs en matières volatiles admises par quelques spécialistes pour la classification des charbons (1).

Nous résumons sous forme de tableau les diverses teneurs renseignées, en y ajoutant quelques données nouvelles :

Auteurs	Anthracite	Maigre	1/2 gras	Gras à coke	Gras à gaz	Sèche à longue flamme	Maréchale
Van Eyndhoven . .	»	10—18	»	18—26	32—40	45—50	26—32
Dammer Marsilly . .	»	11—15	»	20—22	»	»	»
Wagner, Fischer, Gauthier	< 10	10—18	»	18—26	32—40	40—50	»
Grüner	4—7	7—10	14—18	18—32	32—40	40—48	26—32
Hilt	< 10	»	10—15	15—33	33—40	45—48	»
Syndicat liégeois . .	7—8.5	8.5—11	14—18	18—23	23—28	»	»
Administration des mines belges	»	11	11—16	16—25	25	»	»
Meurice	< 8	8—12	12—18	18—28	28—38	38—50	25—32
Jordan	6—8	8—10	14—17	18—23	28—34	34—38	23—28
Würtz	»	10	»	25	»	35	»
Bertelsmann . . .	»	10—18	18—26	»	»	»	»

En ce qui concerne les charbons anthraciteux et les houilles sèches à longue flamme, l'accord est à peu près complet et la question ne présente aucune difficulté.

Il n'en est pas de même en ce qui regarde les charbons

(1) *Bulletin de la Société Chimique de Belgique*, 1913, n.o 1.

dits maigres et demi-gras ; les bases d'appréciation sont extrêmement différentes, et même quelquefois tout-à-fait fantaisistes.

En se basant sur les indications données par quelques chimistes, on s'exposerait à faire des erreurs grossières, car admettre qu'un charbon renfermant jusqu'à 18 % de matières volatiles peut être considéré comme un charbon maigre, est absolument en désaccord avec les données de la pratique industrielle.

Certes, si l'on se trouve devant un combustible renfermant 16 à 18 % de matières volatiles, et ne donnant qu'un coke pulvérulent ou à peine fritté, on ne pourra déclarer que l'on a affaire à un charbon demi-gras, car à part les charbons anthraciteux, maigres ou les houilles sèches à longues flammes, la caractéristique de tous charbons demi-gras, gras, à coke, etc., est de donner, lorsqu'on les chauffe en vase fermé, un coke plus ou moins fondu ou boursoufflé.

Un charbon à 16 % de matières volatiles doit donner un coke cohérent, et si celui-ci n'est pas obtenu, on peut en déduire que l'on se trouve devant un combustible anormal, altéré, d'extraction ancienne, ayant perdu, par une longue conservation à l'air, son pouvoir agglutinant (1).

Tout combustible possédant un pouvoir cokéfiant sensible ne peut être considéré comme un charbon maigre, et une houille ne renfermant que 11 à 12 % de matières volatiles, mais agglutinant trois ou quatre fois son poids de sable, devra être considérée comme répondant à la catégorie des charbons quart gras.

Si nous examinons les qualités auxquelles doivent répondre les charbons à coke, nous constatons, ici encore, que

(1) Nous renvoyons à nouveau au travail de Prost, déjà cité, concernant l'influence des carbonates métalliques sur le dosage des matières volatiles.

le pouvoir agglutinant de ces combustibles joue un rôle primordial dans la détermination de leur valeur.

On peut poser en fait qu'un charbon à coke sera de qualité d'autant meilleure que son pouvoir agglutinant sera plus élevé. Ce fait est actuellement bien connu des industriels, puisqu'aujourd'hui on utilise, dans un grand nombre d'usines du pays et de l'étranger, des charbons anglais ou allemands à pouvoir agglutinant très élevé, que l'on mélange à des quantités considérables de charbons à pouvoir cokéfiant très faible ou nul, tout en obtenant un coke industriel de première qualité.

Malheureusement, les méthodes permettant de juger du pouvoir agglutinant des charbons sont peu connues, mal étudiées, et les résultats que l'on obtient en effectuant ces essais sont, par ce fait, peu dignes de confiance.

Pénétré de l'importance que la détermination du pouvoir agglutinant peut avoir pour l'appréciation de la qualité des houilles, nous avons entrepris à ce sujet une longue étude portant sur plusieurs centaines d'échantillons de charbons, tant du pays que de l'étranger.

Ce sont les résultats de nos recherches et travaux que nous publions aujourd'hui.

La détermination expérimentale du pouvoir agglutinant des houilles a déjà préoccupé quelques chimistes. Richter (1), notamment, s'est occupé de la question. Campredon (2) indique le mode opératoire qu'il préconise pour effectuer cet essai. Nous-même (3) avons décrit en 1908 la modification que nous avions apportée à cette époque au procédé Campredon.

Depuis lors, nous avons été amené à modifier sensible-

(1) Polytechnique. *Journal de Dingler*, 1870.
(2) *Guide pratique du chimiste métallurgique*, 1898.
(3) Meurice, *Cours d'analyse quantitative des matières minérales*.

ment le mode opératoire, et nous avons établi les règles que l'on devrait observer si l'on voulait obtenir des résultats comparatifs.

Le principe du procédé est des plus simples : mélanger la houille (1 gramme) avec un corps inerte (sable) et soumettre le mélange à la carbonisation en vase clos. On détermine ainsi par quelques essais le poids maximum de sable que la houille peut agglomérer, tout en donnant encore un culot solide.

Divers facteurs interviennent et peuvent faire varier, dans une large mesure, les résultats obtenus ; nous les examinerons en détails dans le travail qui va suivre, et nous indiquerons les conditions d'expérience dans lesquelles on doit se placer pour obtenir des résultats concluants.

L'appréciation du pouvoir agglutinant, si l'on veut pousser l'essai jusqu'au moment où la houille ne donne plus un culot solide, ne nous paraît pas utilisable. En effet, certains charbons peuvent agglomérer dans ces conditions jusqu'à vingt-cinq ou trente fois leur poids de sable, le culot restant entier si on le manipule avec précaution, alors que déjà le produit de la carbonisation obtenu en mélangeant dix-huit à vingt fois le poids de sable s'effrite sous une pression légère.

Cette difficulté d'appréciation nous avait déjà fait choisir, en 1908 (1), une autre base d'interprétation du résultat, et nous avions proposé à cette époque de laisser tomber le culot obtenu d'une hauteur de 16 centimètres, sur une plaque de fer, la limite de résistance étant indiquée au moment où le culot se désagrègerait en quelques fragments, sans toutefois tomber en poudre.

(1) *Loc. cit*

Depuis, nous avons reconnu que ce mode opératoire était trop brutal et ne pouvait donner lieu à discussion, et nous avons voulu rechercher s'il n'y avait pas moyen de déterminer d'une façon plus exacte ce que nous appellerons l'indice limite d'agglutination.

Nos essais nous ont montré que pour déterminer cet indice, trois facteurs devaient intervenir :

1° Evaluation du déchet non aggloméré ;
2° Résistance du culot à l'écrasement ;
3° Quantité de sable agglomérable.

1° *Evaluation du déchet non aggloméré.* — La quantité de sable et de poussière qui se détache du culot après carbonisation varie avec la quantité de sable ajoutée ; assez constante tant que la limite d'agglutination n'est pas atteinte, elle augmente brusquement lorsque cette limite est dépassée.

De nombreux essais nous ont démontré que le déchet maximum tolérable ne devrait jamais être supérieur à 1 gramme, car dès ce moment, dans la plupart des cas, la résistance à l'écrasement diminue dans une très large mesure.

2° *Résistance à l'écrasement.* — Le culot obtenu à la carbonisation est soumis à une pression croissante, à l'aide d'un appareil simple que nous décrirons plus loin.

Une relation constante existe entre le déchet et la résistance.

3. *Quantité de sable agglomérable.* — La quantité de sable agglomérable se déduit des deux déterminations ci-dessus, et cette quantité indique l'indice d'agglutination.

Pour obtenir des résultats comparables, il faut que l'essai d'agglutination soit effectué toujours dans des conditions identiques, quelques facteurs pouvant influencer dans une très large mesure les résultats obtenus. Nous

avons affaire ici à une méthode conventionnelle, et si l'on modifie arbitrairement les conditions du travail, on peut obtenir des résultats tout autres que ceux que nous signalons.

Influence de la mouture du charbon. — La prise doit être pulvérisée très finement ; il est indispensable qu'elle passe entièrement au travers du tamis n° 80 (1).

Cette mouture est suffisante, les résultats restant identiques, que le charbon passe au tamis n° 80, 100 ou 150. Une mouture plus fine que celle indiquée est peu pratique et demande beaucoup de temps ; par contre, une pulvérisation plus grossière fait tomber l'indice d'agglutination dans une proportion des plus considérables.

Nature du charbon	N° du tamis	Déchet	Résistance	Sable
		grammes	kilogr.	grammes
Allemand :	150	0.73	12.1	14
	100	0.70	12.2	14
Matières volatiles : 26.30	80	0.75	12.0	14
Cendres . . . 6.46	50	0.88	9.0	14
	40	1.57	6.2	14
	25	1.92	3.5	14

Remarque. — Le charbon finement pulvérisé est très altérable à l'air pour quelques variétés de houilles ; il est indispensable de procéder aux essais d'agglutination immédiatement après la préparation des échantillons. Si les échantillons doivent être conservés, on remplira les flacons

(1) 860 mailles au centimètre carré. Les tamis dont nous faisons usage proviennent de la maison J. Gantois et Cie, à Saint-Dié des Vosges (France).

jusqu'au col, en tassant la matière le plus possible ; les flacons seront bouchés hermétiquement.

Choix du sable. — Nous utilisons uniquement du sable de mer à grains réguliers ; le sable est lavé à l'aide d'acide chlorhydrique à 20 %, puis à l'eau distillée jusqu'à fin de réaction de chlorures ; après dessiccation parfaite, on le tamise. On considère comme sable normal celui qui passe au travers du tamis n° 40 (1), et qui est retenu sur le tamis n° 50 (1).

La grosseur et la régularité du sable jouent un grand rôle dans l'exactitude des résultats.

Nature du charbon	N° du tamis	Déchet	Résistance	Sable
		grammes	kilogr.	grammes
	50	0.75	12 0	14
Allemand :	40	1.00	7.5	14
Matières volatiles : 26.30	25	1.92	4.0	14
Cendres . . . 6.46	80	1.03	10.0	14
	100	4 95	9.2	14
	200	4.00	3.0	14

Choix du creuset. — A première vue, le creuset utilisé semble ne devoir avoir sur les résultats finals qu'une influence très faible ; la pratique nous a démontré qu'il n'en était pas ainsi.

L'usage des creusets de platine doit être prohibé ; les résultats ne sont constants et comparatifs que pour autant que l'on utilise un creuset neuf, non dépoli. L'emploi d'un creuset usagé fait varier, dans une mesure très grande, la

(1) 225 mailles au centimètre carré
(2) 335 mailles au centimètre carré.

quantité de déchet et la résistance. Au surplus, dans beaucoup de laboratoires industriels, à cause du prix excessif du platine, on en restreint de plus en plus l'usage. Tous nos essais ont été effectués en utilisant de petits creusets de porcelaine de Meissen n° 6, de 25 centimètres cubes environ, répondant aux dimensions ci-dessus :

Hauteur . . . . . 3.5 centimètres
Diamètre au sommet . . 4 »

Le creuset peut servir tant qu'il n'est pas dévitrifié à l'intérieur. La forme du culot obtenu en utilisant ce creuset convient fort bien pour évaluer sa résistance à l'écrasement, en se servant de l'appareil que nous décrirons plus loin.

Nature du charbon	Nature du creuset	Déchet	Résistance	Sable
		gram.	kilogr.	gram.
Allemand :				
Matières volatiles : 26.30	Porcelaine .	0.75	12 0	14
Cendres . . 6.46	Platine neuf.	0.60	19.0	14
	Platine usagé	1.30	16.0	14
Anglais :				
Matières volatiles : 27.30	Porcelaine .	0.60	9.7	18
Cendres . . . 7.22	Platine neuf.	0.35	12.0	18
	Platine usagé	0.93	10.0	18
Belge :				
Matières volatiles : 27.30	Porcelaine .	0.66	11.5	15
Cendres . . . 7.40	Platine neuf.	0.50	14.0	15
	Platine usagé	0.93	13.0	15

Conditions de chauffage. — L'usage des moufles chauffés soit au gaz, soit encore au pétrole, s'est généralisé dans presque tous les laboratoires. Aisément réglables, ils permettent de maintenir pendant longtemps une température constante. Leur emploi pour la détermination de l'indice d'agglutination de la houille est tout indiqué.

La seule condition indispensable à observer est que la température soit suffisante, comprise entre 800° et 900° (essai au pyromètre) (1).

Le creuset doit être placé aux trois quarts du moufle, à égale distance des bords, pour obtenir un chauffage uniforme.

Il faut prohiber, d'une façon absolue, l'usage des lampes à gaz ou à benzine, les résultats que l'on obtient alors n'étant comparables en rien à ceux auxquels conduit l'usage du moufle.

Les essais ci-dessous montrent l'importance de cette remarque.

Nature du charbon	Chaufte	Déchet	Résistance	Sable
		gram.	kilogr.	gram.
Allemand :				
Matières volatiles : 26.30	Moufle . .	0.72	12.0	14
Cendres . . . 6.46	Bec Mück. .	0.22	22.0	14
Anglais :				
Matières volatiles : 27.30	Moufle . .	0.60	9.7	18
Cendres . . . 7.22	Bec Mück .	0.77	23.0	18
Belge :				
Matières volatiles : 18.30	Moufle . .	0.96	12.5	10
Cendres . . . 3.60	Bec Mück .	0 28	17.0	10

(1) L'influence de la température étant considérable, il est indispensable de vérifier de temps à autre la température du moufle, à l'aide d'un pyromètre.

Mode opératoire. — Pour évaluer l'indice limite d'agglutination, tel que nous le proposons, le mode opératoire est le suivant :

On pèse 1 gramme du charbon fin passé au tamis n° 80, on mélange intimement sur une feuille de papier glacé avec le poids de sable normal choisi pour l'essai (voir tableau p. 639). Ce mélange doit être parfaitement intime ; on introduit la matière dans un creuset de porcelaine n° 6, on égalise la surface pour qu'elle soit aussi plane que possible, sans cependant tasser la matière par des chocs répétés sur la table.

Le creuset étant muni de son couvercle, on l'introduit brusquement aux trois quarts du moufle, en ayant soin d'être à égale distance des parois. On retire le creuset aussitôt que la flamme disparaît entre le creuset et le couvercle. On laisse parfaitement refroidir.

On retourne avec précaution le creuset sur un carton glacé et fait tomber le culot ; on enlève celui-ci et pèse le déchet qui s'en est détaché (1).

On place le culot sur le plateau de l'appareil à écrasement et détermine sa résistance (2).

Description de l'appareil à écrasement.

Cet appareil a la forme d'une balance romaine ; le fléau à deux bras 1 et 2, est porté par une colonne 3, monté sur un socle approprié 4. Le bras 1 du fléau est muni d'une graduation et porte un curseur mobile 5. Le bras 2 porte un poids 6 qui peut être fixé en un point quelconque de ce bras.

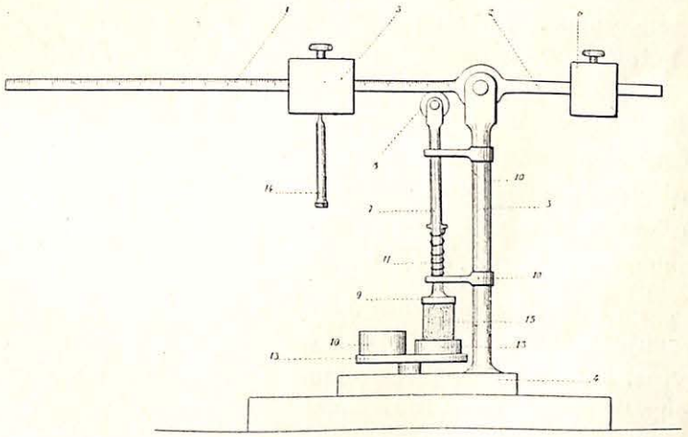
(1) Exceptionnellement, il peut arriver que le culot soit boursoufflé; dans ce cas, l'essai à l'écrasement doit être recommencé, car la résistance est presque nulle. Cet accident se produit lorsque le mélange du sable et du charbon n'est pas bien homogène.

(2) L'appareil est construit par MM. E. Tordoir et Fils, rue Gray, 139, Ixelles-Bruxelles.

Sous le bras 1 est placée une tige verticale 7, portant à son extrémité supérieure un galet 8, et à son extrémité inférieure un pilon 9. Cette tige peut coulisser dans des guides 10-10 et est munie d'un léger ressort de rappel qui soutient le galet 8 en contact avec la face inférieure du bras 1.

Sur le socle 4 est monté un plateau rotatif 12, muni d'une série de blocs 13 de hauteurs différentes qui peuvent être amenés à volonté en-dessous du pilon 8.

Pour mesurer la résistance à l'écrasement du culot, on procède comme suit :



On équilibre d'abord la balance, la position du poids 6 étant déterminée de telle façon que ce poids fasse équilibre à la tige et au poids mobile 5, celui-ci étant en regard du zéro de la graduation.

Le culot est ensuite placé sur celui des blocs du support 13 dont la hauteur permet de le glisser sous le pilon 9, par rotation de la plaque 12. On déplace ensuite le poids 5 le long de la graduation du bras 1, de façon à faire peser sur le culot un poids croissant progressivement jusqu'à ce que

l'écrasement se produise. Le culot s'affaise alors d'une fois et l'équilibre de la balance est rompu. La division du bras 1 sur laquelle se trouve le poids 5 à ce moment indique la mesure de la résistance en kilogrammes.

Pour éviter de donner au bras 1 une longueur excessive, on peut, lorsqu'on examine des culots très résistants, suspendre des poids supplémentaires à une tige 15, fixée au poids. On dispose ainsi d'une échelle de poids répondant à tous les besoins.

Les essais auxquels nous avons soumis par ce procédé, un très grand nombre de charbons, tant belges qu'étrangers, nous ont permis de déduire, pour quelques variétés de houilles, quel était leur indice d'agglutination.

Nous ne pouvons actuellement donner des chiffres absolus pour toutes les catégories de combustibles, car pour être complet ce travail devrait porter sur plusieurs milliers d'échantillons; nous proposons cependant, dès maintenant, d'admettre comme indice limite les chiffres renseignés au tableau ci-dessous, faisant cependant remarquer que :

A. Tout charbon dont l'indice limite d'agglutination est compris entre 1 et 6 doit être considéré comme quart gras, si le culot, pour 1 gramme de déchet au maximum, supporte un poids d'au moins 3 kilogrammes ;

B. Le pouvoir agglutinant des charbons dits demi-gras est très variable; certaines qualités peuvent agglutiner jusqu'à 10 et même 13 fois leur poids de sable et donner encore un culot très résistant; mais alors, le déchet est toujours supérieur de beaucoup à 1 gramme ;

C. La valeur des charbons à coke est directement proportionnelle à leur indice limite d'agglutination ; les essais pratiques industriels ont confirmé que plus cet indice était élevé, plus grande était la quantité de charbon maigre, ou à pouvoir agglutinant faible, que l'on pouvait y incorporer, tout en obtenant un coke industriel de bonne qualité ;

D. L'indice limite d'agglutination tombe très considérablement pour les charbons éventés, d'extraction ancienne ; il peut même devenir nul si le charbon a été exposé longtemps à l'air. Le chimiste possède donc, de ce chef, un moyen sûr de reconnaître si un charbon donné est de fraîche extraction ou s'il a affaire à un combustible ayant séjourné longtemps sur le carreau de la mine ;

E. Dans la fabrication industrielle du coke, la connaissance de l'indice limite d'agglutination du mélange prêt à l'enfournement peut rendre des services très grands au chef de fabrication. Il évite de procéder par tatonnements et permet de déterminer par quelques essais, le mélange convenant le mieux pour la fabrication.

Nous reviendrons dans un article ultérieur sur l'importance de cette détermination.

DÉSIGNATION	Matières volatiles	Sable aggloméré pour un déchet de 1 gramme maximum	Résistance du culot en kilogrammes
Charbons belges			
Anthracite	jusque 8	0	0
Maigre	8 à 11	0	0
Quart-gras	11 à 14	1 à 6	3
Demi-gras	14 à 17	6 à 11	minimum 8
Trois-quarts gras	17 à 20	11 à 16	» 8
Gras à coke	20 à 28	16 à 19	» 10
Gras à gaz	28 à 38	12 à 17	» 8
Houille sèche à longue flamme	> 38	0	0
Charbons anglais			
Durham à coke	23 à 29	20 à 24	minimum 10
Charbons allemands			
A coke	20 à 27	16 à 19	minimum 10

II

Détermination de l'indice de fabrication des charbons à coke.

La fabrication du coke industriel paraît, de prime abord, chose simple.

La connaissance exacte des teneurs respectives en matières volatiles, cendres et soufre du charbon enfourné semble être une donnée amplement suffisante pour permettre de prévoir si la fabrication sera ou non régulière.

Il n'en est malheureusement pas ainsi en pratique, et il faut bien reconnaître que cette industrie, si importante, s'appuie encore de nos jours sur des données scientifiques bien peu positives.

Lorsqu'un accident de fabrication se produit, lorsque l'allure des fours se modifie, le chef de fabrication change, sans guide certain, son mélange et dépasse souvent le but poursuivi, pour ne revenir que lentement au mélange le mieux approprié et le plus économique.

Toutes ces fausses manœuvres se traduisent par des pertes d'argent, des réclamations, et rendent le travail difficile et peu agréable.

Il ne suffit pas qu'un charbon soit d'une origine connue pour qu'il donne, par ce seul fait, de bons résultats aux fours à coke. Comme nous l'avons démontré dans le travail précédent, la connaissance des teneurs en cendres et matières volatiles ne suffit pas pour dire que le charbon examiné possède les qualités spéciales pour lesquelles on l'a acheté.

L'indice limite d'agglutination dans la fabrication du coke est bien plus important à connaître et peut seul, à notre avis, servir de guide certain dans la fabrication.

Nous avons entrepris, à ce sujet, une étude très complète, dont nous publions aujourd'hui les résultats.

De ce travail, il ressort que la valeur d'un charbon prêt à l'enfournement peut se déterminer par quelques essais que tout chimiste habile peut effectuer sans grande peine.

Dans l'article précédent, nous indiquions les règles qu'il fallait suivre pour déterminer l'indice d'agglutination, et nous terminions en disant que la connaissance de cet indice dans la fabrication du coke peut rendre de très grands services aux industriels, leur évitant de procéder par tâtonnement et leur permettant de déterminer par quelques essais de laboratoire le mélange répondant le mieux aux besoins de leur fabrication.

Nous possédons actuellement les données suffisantes pour pouvoir établir une règle générale d'appréciation, applicable dans presque tous les cas de la pratique. Certes, cette règle n'est pas absolue et peut varier dans une certaine mesure avec le genre de fours utilisés, leur largeur, la conduite des opérations, etc.; mais elle est applicable, comme l'expérience nous l'a démontré, dans la majeure partie des cas.

Nous avons pu déterminer à la suite d'un très grand nombre d'essais, qu'un rapport constant existe entre, d'une part, la résistance du culot, le déchet et la quantité de sable utilisé pour l'essai d'agglutination et, d'autre part, la valeur du charbon pour la fabrication du coke.

Les mélanges utilisés dans la plupart des usines à enfournement, répondent sensiblement à la composition moyenne ci-dessous, calculée sur matière séchée à 100° C. :

Matières volatiles	18 à 24 %
Cendres.	7 à 10 %
Soufre	0.8 à 1.10 %
Carbone fixe	75 à 66 %

L'indice moyen d'agglutination pour charbon de ce type est de :

Sable . . . . . 17 gr.
Déchet . . . . . 0.7 gr.
Résistance . . . . . 10 kilog.

La quantité de déchet et la résistance à l'écrasement peuvent cependant, pour la même quantité de sable, varier dans une certaine limite, mais l'essai direct montre que pour répondre aux exigences d'une bonne fabrication industrielle, le déchet ne doit jamais être plus grand que 1 gramme et la résistance inférieure à 8 kilogrammes, lorsque l'essai s'effectue avec 17 fois le poids de sable.

Il est à remarquer, en outre, qu'une grande résistance peut compenser un déchet trop fort et que, par contre, un déchet faible corrige, dans une certaine mesure, une résistance peu considérable.

En examinant les très nombreux essais que nous avons eu l'occasion d'effectuer sur des milliers d'échantillons de charbons à coke, nous avons reconnu que cette compensation pouvait se traduire par une formule simple déduite de la règle suivante :

La valeur d'un charbon à coke est fonction du produit de la résistance du culot par le poids du sable nécessaire à l'essai d'agglutination, divisé par le poids du déchet non aggloméré.

Si nous représentons par :

S = quantité de sable (17 gr., quantité invariable),
R = résistance du culot à l'écrasement,
D = déchet non aggloméré,

l'indice de fabrication deviendra :

$$\frac{S \times R}{D}$$

Cet indice est normal lorsqu'il est compris entre 200 et 300 ; les mélanges accusant un indice plus élevé pourront être additionnés de quantités variables de charbon à faible

pouvoir cokéfiant ou maigre ; par contre, les mélanges donnant un indice inférieur à 200 devront être renforcés en charbon à indice d'agglutination élevé.

Si la pratique industrielle prouve que les limites que nous venons d'indiquer sont exactes, nul doute que la détermination de cet indice ne soit de nature à rendre en fabrication des services très sérieux.

Pour nous assurer de la valeur réelle de cet indice, nous avons eu recours à la bonne obligeance des principales usines à cokes du pays et de l'étranger ; celles-ci ont bien voulu répondre à notre demande et nous aider dans le travail que nous poursuivions ; nous leur adressons ici nos remerciements les plus sincères pour le précieux concours qu'elles ont bien voulu nous donner.

Nous avions demandé à ces usines de bien vouloir nous faire parvenir des échantillons de 50 kilog. environ de leurs charbons en mélange prêts à l'enfournement ; nous indiquons ci-dessous les résultats obtenus et les indices calculés d'après la formule que nous proposons :

Analyse sur sec à 100 C.

Nos d'ordre	Matières volatiles	Cendres	Sable	Déchet	Résistance	Indice
1	19.90	9.10	17	0.67	12.00	337
2	18.90	13.62	17	0.81	12.00	291
3	23.10	7.10	17	0.50	20.00	680
4*a*	20.75	10.64	17	0.67	12.50	317
4*b*	23.40	9.20	17	0.50	20.00	680
5	17.55	16.40	17	>1.00	12.00	?
6	18.05	12.24	17	0.70	10.00	267
7	19.50	9.50	17	1.00	11.00	187
8	24.00	6.50	17	0.75	13.30	306
9	19.90	9.54	17	1.00	12.00	204
10	25.80	10.36	17	0.65	15.00	392
11*a*	20.00	11.28	17	1.00	3.50	47
11*b*	22.85	8.45	17	0.70	12.00	291
12	25.45	6.60	17	0.60	17.00	408
13	18.90	9.74	17	0.70	6.00	139
14	25.00	9.25	17	0.52	15.90	520
15	21.30	8.85	17	0.73	12.10	280
16	20.10	8.30	17	0.65	11.20	291
17	22.70	9.20	17	0.73	12.00	280

Le mélange n° 5 ne peut convenir pour la fabrication du coke métallurgique ; la teneur en cendres est excessive; le coke obtenu à la fabrication renfermait près de 20 % de cendres. C'est à cette haute teneur qu'est dû, au surplus, le déchet élevé que nous trouvons à l'essai.

Le mélange n° 11*a* ne peut donner à la fabrication un coke marchand ; l'usine qui nous a remis cet échantillon a reconnu par la suite que sa fabrication était défectueuse, les cokes obtenus étant trop friables et donnant une quantité exagérée de cendrées. Nous avons alors proposé d'ajouter au mélange 30 % de charbon de Durham à haut pouvoir agglutinant ; la fabrication reprise sur ces indications a donné satisfaction et les chiffres obtenus à l'essai sont indiqués sous le n° 11*b*.

Le charbon analysé sous le n° 13 donne, en fabrication, de bons résultats ; il est à remarquer ici que l'usine employant ce mélange pilonne ses charbons avant enfournement. Il est évident que dans ce cas, la résistance du culot dans l'essai que nous préconisons n'a qu'une importance secondaire et que c'est plus spécialement le déchet que l'on doit prendre comme base d'appréciation.

Les mélanges n°s 3, 4*b* et 15 sont, d'après leur indice, sensiblement trop riches en charbon à haut pouvoir agglutinant. Nous avons conseillé de faire des essais de fabrication en augmentant, dans une mesure assez forte, la quantité de charbon à faible pouvoir agglutinant (fines maigres, quart gras).

Ces ajoutes ont atteint, dans un cas, jusqu'à 20 % du poids du mélange et les résultats obtenus en pratique ont confirmé entièrement notre manière de voir.

Enfin, les charbons repris sous les n°s 1, 4*a*, 8, 10 et 12 ont un indice un peu trop fort ; une légère addition d'un charbon à pouvoir cokéfiant faible est encore possible, 5 à 10 %, suivant le genre de fours employés.

Ces ajoutes ont été faites par les industriels et les cokes obtenus ont donné toute satisfaction.

En résumé, la pratique est venue confirmer entièrement notre appréciation, prouvant ainsi que l'indice que nous préconisons a une valeur indiscutable.

Un chef de fabrication attentif, en se basant sur ces données, pourra, après quelques essais de laboratoire, établir le mélange le plus économique à utiliser. En fait, il ne suffit pas de faire seulement du beau et du bon coke, il faut encore que celui-ci soit fabriqué avec le prix de revient le plus bas possible.

L'essai que nous préconisons peut, au surplus, se déterminer rapidement, et tout industriel soucieux de ses intérêts devrait exiger que chaque mélange nouveau soit examiné par cette méthode; il éviterait ainsi beaucoup d'ennuis, des pertes d'argent et saurait, au surplus, si sa fabrication laisse à désirer, à qui en incombe la responsabilité.

III

Note sur la composition de quelques charbons à coke d'Extrême-Orient.

On considère généralement les charbons anglais de Durham comme étant les houilles possédant le plus haut pouvoir d'agglutination et jusqu'en ces derniers temps, nous partagions cette manière de voir; mais si l'on compare l'indice d'agglutination des charbons anglais les plus réputés avec celui de certains charbons de Chine et du Japon, on doit reconnaître qu'à ce point de vue, les charbons d'Extrême-Orient leur sont, dans quelques cas, de beaucoup supérieurs.

Nous avons eu dernièrement à notre disposition quelques centaines de kilogrammes de charbons chinois, japonais et tonkinois. Nous en avons fait une étude complète, et nous résumons ici quelques-uns des résultats obtenus dans nos essais :

1° Charbon japonais, marque Miike. — A première vue, ce charbon semble ne pouvoir convenir pour la fabrication du coke; l'aspect extérieur rappelle celui des lignites brunes, la poudre obtenue au broyage n'est pas noire mais présente une teinte chocolat. L'analyse immédiate est bien faite pour confirmer cette impression; la teneur en matières volatiles est énorme, 40 %; le coke obtenu à l'essai Muck, quoique très brillant, est peu boursoufflé.

Cette haute teneur en matières volatiles ferait ranger, sans autre examen, ce combustible parmi les houilles à longue flamme et à pouvoir cokéfiant faible.

Analyse sur sec à 100° C.

Matières volatiles	40.00
Cendres	10.05
Carbone fixe	49.95
	100.00

Si l'on carbonise en vase clos à haute température un poids considérable de ce charbon, on obtient un coke brillant entièrement spongieux, quoique peu boursoufflé, sans résistance et, par conséquent, impropre aux usages industriels.

Mais les propriétés cokéfiantes de ce charbon se manifestent si, au lieu de l'utiliser pur, on le mélange à des quantités considérables de houille à faible pouvoir agglutinant ou même à de l'anthracite.

Nous avons déterminé l'indice d'agglutination de ce charbon en utilisant la méthode que nous avons imaginée.

Cet indice est remarquable et dépasse de beaucoup celui des meilleurs charbons à coke de Durham; le charbon Miike agglutine, tout en donnant un coke résistant, jusqu'à 30 fois son poids de sable et ne laisse, dans ces conditions, qu'un déchet très faible.

L'indice de fabrication dépasse tout chiffre prévu et indique que ce charbon peut supporter, tout en donnant un bon coke, une ajoute énorme de charbon maigre ou même d'anthracite.

Le tableau ci-dessous résume les résultats obtenus :

Indice limite d'agglutination.

Sable	Déchet	Résistance
	grammes	kilogr.
16	0.12	12.50
20	0.17	10.00
24	0.35	9.00
28	0.52	7.00
30	0.55	4.00
32	0.59	3.50
36	0.84	3.00
40	0.95	3.00

Indice de fabrication Meurice.

Sable	Déchet	Résistance	Indice
grammes	grammes	kilog.	
17	0.13	12.00	1570

Ces résultats connus, nous avons voulu nous rendre compte de la quantité d'anthracite tonkinois que l'on pourrait incorporer dans la fabrication industrielle du coke, et nous avons déterminé l'indice de fabrication de quelques mélanges de plus en plus riches en anthracite.

Le tableau ci-dessous indique les résultats trouvés.

L'anthracite utilisé répondait à la composition suivante :

Sur sec à 100° C. :

Matières volatiles (double creuset)	10.24 %
Cendres	6.26 %
Carbone fixe	83.50 %

Indice de fabrication Meurice des mélanges.

Miike	Tonkinois	Matières volatiles	Cendres	Sable	Déchet	Résistance	Indice
87.5	12.5	36.2	9.45	17	0.22	11.5	880
75.0	25.0	32.5	9.00	17	0.33	10.5	540
62.5	37.5	28.7	8.45	17	0.40	10.0	425
50.0	50.0	25.0	8.00	17	0.43	7.5	296
37.5	62.5	21.2	7.50	17	0.60	5.0	141
30.0	70.0	19.0	7.20	17	0.80	2.5	54

Des essais industriels portant sur plusieurs tonnes des mélanges indiqués ci-dessus ont été effectués et montrent

que même avec l'addition vraiment extraordinaire de 62.5 % d'anthracite, on peut obtenir un coke extrêmement résistant, ne donnant qu'un déchet à peu près nul. Le coke obtenu dans cet essai est même tellement dur que l'on doit le considérer comme de l'anthracite reconstitué ; tel quel, sa dureté est trop grande pour qu'il puisse être utilisé soit aux hauts-fourneaux, soit en fonderie.

2° Charbons chinois. — Quelques-uns des charbons que nous avons eu à examiner ces temps derniers possèdent aussi un pouvoir agglutinant remarquable.

Deux échantillons surtout sont dignes d'être signalés.

A. *Charbon M. C. K., 9.* — Ce charbon donne sur matière séchée à 100° C :

Matières volatiles (double creuset) .	30.90
Cendres	8.46
Carbone fixe	60.64
	100.00

L'indice d'agglutination est très élevé ; il est compris entre 25 et 26, comme l'indique le tableau ci-dessous :

Sable	Déchet	Résistance
	grammes	kilog.
24	0.90	9 50
25	0.97	9.00
26	1.17	4.50

L'indice de fabrication est comparable à celui des meilleures variétés de Durham :

Sable	Déchet	Résistance	Indice
17	0.42	13.50	544

Des essais de fabrication montrent qu'en mélangeant 40 % de ce charbon avec 60 % d'un charbon demi-gras à faible pouvoir cokéfiant, on obtient un coke industriel de première qualité ; si l'on utilise du quart gras ou des fines maigres, on peut travailler avec un mélange égal de charbon chinois et de charbon maigre.

B. *Charbon M. C. K., 12.* — Analyse sur sec à 100° C (1) :

Matières volatiles (double creuset) .	32.80
Cendres	11.80
Carbone fixe	55.40
	100.00

Indice d'agglutination.

Sable	Déchet	Résistance
	grammes	kilogr.
20	0.46	15.00
22	0.52	13.30
24	0.65	11.00
26	0.90	10.00
28	1.07	9.50

(1) Les essais ont été faits sur le charbon tel quel, non lavé ; par lavage, on ramène facilement ce charbon à une teneur en cendres ne dépassant pas 7 %.

Indice de fabrication Meurice.

Sable	Déchet	Résistance	Indice
17	0.34	17.40	870

Après le charbon japonais Miike, c'est l'indice le plus élevé que nous ayons rencontré ; la résistance du culot est remarquable, puisque même avec 28 fois son poids de sable, cette résistance est voisine de 10 kilogrammes.

Nous avons étudié les ajoutes que l'on pourrait faire à ce charbon pour la fabrication industrielle du coke. Si l'on mélange le charbon M. C. K. 12 avec l'anthracite tonkinois, on obtient un excellent résultat lorsque ce mélange renferme parties égales de ces deux produits.

L'indice de fabrication pour ce mélange est le suivant :

Sable	Déchet	Résistance	Indice
17	0.74	8.00	183

Utilisé avec le Miike et le même anthracite, on obtient un mélange donnant d'excellents résultats en fabrication, en prenant les proportions suivantes :

M. C. K. 12	30 parties
Anthracite	60 »
Miike	10 »

Ce mélange répond à la composition suivante :

Matières volatiles. . . .	20.50 %
Cendres.	7.26 %

et son indice d'agglutination est voisin de 200.