

COMMISSION
DES
COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES

Doc. N° 14.783/2/XVII/69-F
Orig. D

Direction Générale Energie

Bruxelles, le 6 mars 1970

Direction Charbon

XVII - B

C R I T E R E S

de comparaison et d'évaluation de différentes
qualités de charbon à coke et de coke

SOMMAIRE

	<u>Page</u>
Remarque liminaire	1
Introduction	3
Evaluation du charbon à coke et du coke	7
Charbon standard, coke standard	7
Evaluation du charbon à coke d'après sa teneur en matières volatiles	8
Evaluation du charbon à coke d'après sa granulométrie	8
Evaluation du charbon à coke et du coke d'après leur teneur en matières inertes	8
Evaluation d'après le pouvoir cokéfiant ou évaluation du coke	9
Echantillonnage et analyse	11
Tableau I	
Graphique 1	
Graphique 2	
Bibliographie	
<u>ANNEXE I</u> : Exposé des méthodes de calcul pour la détermination de prix comparables du charbon et du coke	
I. Exemple de calcul pour la conversion en valeurs comparables de prix et de qualités différentes <u>de charbon à coke</u>	1 (Annexe I)
II. Exemple de calcul pour la conversion en valeurs comparables de prix et de qualités différentes <u>de coke de haut fourneau</u>	9 (Annexe I)
III. Exemple de calcul pour la comparaison du prix du coke d'achat et d'un coke pouvant être produit directement à partir d'un charbon à coke donné	14 (Annexe I)
<u>ANNEXE II</u> : Equations et coefficients utilisés pour les calculs	

Remarque liminaire

1. Lors de sa 57ème session du 20/21.12.1968 le Conseil des Communautés européennes a invité la Commission, en vue de la prorogation de sa décision n° 1/67 du 21 février 1967 relative aux charbons à coke et cokes destinés à la sidérurgie de la Communauté ⁽¹⁾, de lui soumettre une étude approfondie de ces produits. Cette étude a été transmise le 25 mars 1969 au Conseil et publiée dans sa "Série Energie" (n° 2) par la Commission des Communautés européennes, sous le titre "Etude sur la question des charbons à coke et cokes destinés à la sidérurgie de la Communauté".

Dans cette étude la Commission fait également état des problèmes liés à l'évaluation des différences de qualité des charbons à coke et des cokes ⁽²⁾ et exprime son intention de faire "après avoir terminé des études en cours, des propositions relatives au problème de l'évaluation des différentes qualités de charbon à coke et de coke".

2. Compte tenu des résultats de cette étude, la Commission a arrêté le 19.12.1969, sur avis conforme du Conseil statuant à l'unanimité, et après consultation du Comité consultatif, la décision 70/1/CECA relative aux charbons à coke et cokes ⁽³⁾.

D'après l'article 3, section II, Règles de Prix, de cette décision les entreprises charbonnières "sont autorisées à pratiquer, en tant que de besoin, pour leurs livraisons de charbons à coke et cokes servant à l'alimentation des hauts fourneaux de la sidérurgie de la Communauté, des rabais par rapport à leurs prix de barème". Cependant, ces rabais possibles "ne doivent pas conduire à des prix rendus pour les charbons et cokes de la Communauté inférieurs à ceux qui pourraient s'appliquer pour les charbons à coke des pays tiers et pour les cokes qui seraient fabriqués à partir des charbons à coke de pays tiers".

(1) Journal Officiel des Communautés européennes du 28.2.1967, pp. 562/67

(2) Page 47 de l'étude

(3) Journal Officiel des Communautés européennes du 6.1.1970, pp. L 2/10 à L 2/15

Afin de garantir l'application de ces dispositions de l'article 3, il est décidé à l'article 5 :

- que les prix rendus pour les charbons à coke de pays tiers sont "à calculer à partir des prix caf-ports de la Communauté pour des transactions comparables" ;
- que les prix rendus pour des cokes de hauts fourneaux de pays tiers sont à calculer sur la base des prix caf et "de manière à couvrir intégralement le coût net de cokéfaction des cokeries livrancières";
- que la Commission fixera "des critères pour l'évaluation des différences de qualités entre les charbons à coke et les cokes".

Les vendeurs et les acheteurs de charbons à coke et de cokes restent libres de conclure leurs transactions sur la base des normes de qualité qui leur paraissent appropriées. Ce n'est que dans les cas où la Commission aura à juger du bien fondé d'un alignement réel ou fictif qu'elle le fera sur la base des critères susmentionnés.

Introduction

3. On constate des différences de qualités souvent très importantes entre les charbons à coke disponibles sur le marché, différences qui sont fonction des gisements, des procédés d'extraction et de traitement, de la durée du transport et du stockage, etc. Il en est de même pour le coke produit à partir de ces charbons, dont la qualité dépend en partie - en dehors de la pâte à coke - du procédé et des conditions de cokéfaction appliqués ainsi que du traitement du coke fini (broyage, criblage, déversement et chargement).

Une comparaison de prix entre fournitures de charbons à coke et de cokes exige par conséquent une uniformité qualitative "comptable". A cet effet, il est nécessaire de recenser et d'évaluer les critères qualitatifs du charbon à coke et du coke qui présentent une importance sur le plan économique et technique.

Jusqu'ici, le calcul des différences qualitatives et leur évaluation n'ont porté en général que sur la teneur en matières volatiles et en matières inertes (eau, cendres, soufre). On sait que cette méthode d'évaluation est très peu satisfaisante, la cokéfaction de charbon d'égale teneur en matières inertes et en matières volatiles pouvant donner des qualités de coke différentes, ce qui s'explique par le fait que l'on n'a jusqu'ici tenu aucun compte de la caractéristique essentielle d'un charbon à coke, à savoir son pouvoir cokéfiant. La création de systèmes de classification internationale a été la première tentative qui a été faite pour tenir compte du pouvoir cokéfiant, mais dans la pratique, ces systèmes permettent uniquement de déterminer si un charbon ou un mélange de charbons est ou n'est pas cokéfiable en principe.

4. Il a été possible, au cours des dernières années, grâce à l'aide financière de la CECA, de se faire une idée précise des processus techniques intervenant dans la cokéfaction en four à chambre horizontale à alimentation supérieure continue et, en particulier, d'avoir une description exacte du pouvoir de cokéfaction (Bibl. 3) ⁽¹⁾. A présent il apparaît indispensable de faire appel à des connaissances pour corriger les précédents critères d'évaluation.

1) Les indications "Bibl." se rapportent à la bibliographie annexée au graphique 2.

Aussi a-t-on tenu compte dans les considérations qui suivent de toutes les corrélations jusqu'ici connues entre le charbon à coke, les conditions de cokéfaction et les caractéristiques qualitatives du coke. Pour l'instant, certains critères qualitatifs importants du coke, tels que sa granulométrie ou les qualités de résistance du coke, avec lesquels il arrive chez le consommateur ne doivent pas être pris en considération, en raison des différences de traitement que subit le coke après défournement de la chambre : nombre variable des points de transfert, hauteurs de chute variables, installations différentes de criblage etc...

Pour l'utilisation du modèle mathématique de la cokéfaction en continu de la houille, les grandeurs théoriques de comparaison qualitative, à savoir l'indice au trommel et l'abrasivité, ne doivent être considérées que comme des valeurs numériques comptables ⁽¹⁾. Elles se rapportent à un coke dit "Rampenkok" (coke de rampe), c'est-à-dire le coke éteint, stocké pour évaporation sur la rampe de la cokerie et produit à partir d'un charbon de composition granulométrique déterminée et dans des conditions de cokéfaction données (pour plus de détails, voir suite du texte).

Des écarts trop grands par rapport à la granulométrie optimale provoquent des frais supplémentaires de broyage. Par conséquent, la granulométrie d'un charbon à coke doit entrer dans l'évaluation de la qualité.

Dès que l'on disposera, sur les propriétés du coke et du charbon, de nouveaux éléments d'information permettant d'affiner encore les comparaisons qualitatives, on pourra réviser et, le cas échéant, compléter les critères actuels relatifs par exemple à l'uniformité des caractéristiques des charbons à coke et des cokes, la granulométrie du coke etc....

./.

(1) Le modèle mathématique employé pour la cokéfaction de la houille par chargement en vrac fait actuellement l'objet de recherches scientifiques ; les critères ne s'appliquent donc qu'à la cokéfaction par chargement en pilonnage

5. Pour mieux illustrer la corrélation qui existe entre les caractéristiques qualitatives du coke et de la pâte à coke, dans la mesure où celles-ci sont importantes sur le plan technique et économique, ainsi que pour en simplifier l'évaluation, il apparaît utile de subdiviser ces caractéristiques qualitatives en quatre catégories :
- a) le pouvoir de cokéfaction qui, en même temps que la teneur en matières volatiles est déterminant pour la résistance mécanique et l'abrasivité du coke ;
 - b) la composition granulométrique ;
 - c) la teneur en matières inertes (eau, cendres, soufre) ;
 - d) la teneur en charbon à coke en matières volatiles en tant que mesure pour la production éventuelle à la fois de coke et de gaz, de goudron brut et de benzol brut par tonne de pâte à coke.

Ad a : (pouvoir cokéfiant)

L'évaluation du pouvoir cokéfiant variable du charbon à coke est devenu possible grâce au modèle mathématique employé pour la cokéfaction de la houille, pour chargement en vrac. D'après ce modèle, ce sont les caractéristiques mécaniques suivantes du coke que l'on applique pour déterminer le pouvoir cokéfiant : indice au trommel et abrasivité. Ces caractéristiques sont mises en relation, compte tenu des conditions de cokéfaction et de la composition granulométrique du charbon à coke, avec :

un indice de résistance du coke a'
et
un indice de cohésion du coke '

Ces indices, qui servent à caractériser le charbon à coke en fonction de sa teneur en matière première, sont calculées à partir de la teneur en matières volatiles et de la courbe de dilatation tracée par le dilatomètre ou à partir d'analyses pétrographiques du charbon ou d'analyses élémentaires (Bibl. 1, 2, 3).

Ad b : (composition granulométrique)

Pour obtenir un coke de résistance maximale, il est indispensable d'avoir un charbon d'une composition granulométrique optimale (Bibl. 3). La distribution granulométrique de la pâte à coke doit correspondre autant que possible à

la composition granulométrique optimale (100 % \geq 3,15 mm, 83,9 % \geq 2 mm, 59 % \leq 1 mm, 34,1 % \leq 0,5 mm). Tout charbon présentant un écart trop grand par rapport à cette composition doit être broyé.

Ad c : (teneur en matières inertes)

L'évaluation du coke et du charbon à coke en fonction de leur teneur en matières inertes (eau, cendres, soufre) est régie depuis longtemps par des accords de qualité, conclus dans les différents pays entre l'industrie minière et la sidérurgie. Les critères de ces accords peuvent être repris, mais à condition d'être harmonisés. Les teneurs en cendres et en soufre du charbon à coke et du coke peuvent faire l'objet d'une conversion mutuelle (Bibl. 5). La teneur en eau du coke est naturellement indépendante de la teneur en eau du charbon à coke.

Ad d : (matières volatiles)

En dehors du rendement en coke et en sous-produits de cokerie, l'évaluation économique d'un charbon à coke en fonction de sa teneur en matières volatiles dépend du prix de ces produits. Plus le produit de la vente des sous-produits de la carbonisation (gaz, goudron, benzol brut) régresse, plus élevée doit être l'évaluation du charbon accusant une teneur moindre en matières volatiles, son rendement en coke étant dès lors plus élevé et son rendement en gaz et sous-produits de carbonisation, proportionnellement plus faible.

Evaluation du charbon à coke et du cokeCharbons et cokes standards

6. Toutes les comparaisons de qualité sont effectuées sur la base d'un charbon standard ou du coke standard pouvant être obtenu à partir de ce dernier. En théorie, tout charbon (coke) ayant des caractéristiques physiques et chimiques bien définies peut servir de charbon ou de coke standard.

Dans le cas du charbon standard, on se base, pour toute comparaison qualitative, sur un charbon possédant les normes de qualité suivantes :

Teneur en eau	: 9,5 %
Teneur en cendres	: 6,9 % (sec) (= 8,75 % dans le coke)
Teneur en matières volatiles	: 26 % (sec et sans cendres) correspond à 24,31 % (sec)
Teneur en soufre	: 1,0 (sec)
Pouvoir cokéfiant	:
Résistance (1)	: 78-75 % (domaine III sur le graphique 1)
Abrasion (1)	: 8,5 - 7,5 % (domaine c sur le graphique 2)
Composition granulométrique	: 100 % \leq 10 mm

Cette qualité standard correspond approximativement à la qualité moyenne du charbon cokéfié dans la Communauté.

Le coke standard pouvant être produit à partir du charbon de cette qualité (pour des conditions de cokéfaction $K = 22 \text{ g cm}^{-1} \text{ h}^{-1}$ et une distribution granulométrique $M_s = \pm 20$) possède les caractéristiques suivantes :

Teneur en cendres	: 8,75 %
Teneur en soufre	: 0,85 % (sec)
Résistance	: 78 - 75 % (domaine III sur le graphique 1)
Abrasion	: 8,5 - 7,5 % (domaine c sur le graphique 2)

La teneur en eau (indépendante de la pâte à coke) est estimée à 5,0 %.

./.

- (1) Dans le modèle mathématique de cokéfaction (Bibl. 3), la résistance est calculée d'après le DIN 51712. La conversion à la recommandation 556 de l'ISO peut se faire dans les conditions suivantes :

$$-M_{40}, \text{ ISO Rec 556} = 0,66722 + 0,93427 \times M_{40}, \text{ DIN 51712}$$

$$-M_{40}, \text{ ISO Rec 556} = 2,7509 + 0,7655 \times M_{10}, \text{ DIN 51712}$$

Evaluation du charbon à coke en fonction de sa teneur en matières volatiles

7. La teneur en matières volatiles (mesurée en % de la matière sèche et sans cendres) donne la mesure du rendement en coke. A condition de respecter certaines conditions de cokéfaction, on calcule le rendement en coke, goudron brut et benzol brut ainsi qu'en gaz suivant le modèle mathématique utilisé pour la cokéfaction de la houille en four à chambre horizontale. A partir des prix applicables à chacun de ces produits de cokerie, il est possible de calculer pour chaque teneur en matières volatiles de charbon à coke, la somme des valeurs globales des produits en question.

Le tableau 1 indique le rendement en coke, gaz, goudron et benzol brut par tonne de pâte à coke en fonction de la teneur en matières volatiles pour une teneur en cendres de 6,9 % (sec) (teneur en cendres du charbon standard). Le rendement en coke est indiqué par rapport à la teneur en matières volatiles de la pâte à coke, à la fois dans la matière sèche et sans cendres, et dans la matière sèche avec une teneur en cendres de 6,9 %. En outre, il convient de tenir compte des besoins en gaz pour le chauffage des fours à coke, besoins qui s'accroissent à mesure qu'augmente la teneur en matières volatiles.

L'évaluation du charbon à coke en fonction de la granulométrie

8. Compte tenu du coût du broyage, le charbon ayant une proportion de grains de 10 à 50 mm subit un rabais pour différence de qualité de 15 cts/t, le charbon avec une proportion de grains à 50 mm un rabais au même titre de 20 cts/t.

L'évaluation du charbon à coke et du coke en fonction de sa teneur en matières inertes

9. On pourrait reprendre dans ce cas particulier les principes adoptés lors des recherches effectuées précédemment par la Haute Autorité et qui font l'objet de l'étude du 17 mai 1966, document n° 1625/1/66, ainsi que les critères d'évaluation fixés dans ladite étude (primes et pénalités en cas d'écart par rapport à une valeur limite ou une valeur standard).

Pour les écarts des teneurs en eau, cendres et soufre par rapport aux normes qualitatives du charbon standard et du coke standard, on utilise les multiplicateurs suivants :

<u>Pour le charbon</u>	Multiplicateurs par point d'écart par rapport à la valeur standard
Teneur en eau : dans le domaine < 8 %	1,0
dans le domaine 8 - 10 %	1,2
dans le domaine 10 - 12 %	1,2 (1)
dans le domaine > 12 %	1,4
Teneur en cendres : (sec)	1,8 divisé par le rendement en coke (sec et sans cendres/sec) (voir colonne 4 du tableau 1)
Teneur en soufre : (sec)	5 multiplié par le facteur indiqué à la colonne 9 du tableau 1 (Bibl. 5)
<u>Pour le coke</u>	Multiplicateurs par point d'écart par rapport à la valeur standard
Teneur en eau :	1,1
Teneur en cendres : (sec)	1,8
Teneur en soufre : (sec)	5

Pour le cokeMultiplicateurs par point d'écart
par rapport à la valeur standard

Teneur en eau :	1,1
Teneur en cendres : (sec)	1,8
Teneur en soufre : (sec)	5

Evaluation d'après le pouvoir cokéfiant ou évaluation du coke

10. Pour produire un coke de haut fourneau, il est indispensable de disposer, suivant le modèle mathématique utilisé pour la cokéfaction de la houille, d'un charbon à coke ayant un pouvoir cokéfiant suffisant.

A partir des résultats du test dilatométrique, on obtient le pouvoir cokéfiant G d'après l'équation suivante : (2)

$$G = \frac{E + V}{2} \cdot \frac{k + d}{KV = dE}$$

dans laquelle :

E = température de ramollissement ° C
V = température de durcissement ° C
k = contraction
d = dilatation

Pour évaluer le charbon à coke, il faut en outre connaître la teneur en matières volatiles.

;/.

- (1) Les différences dans l'évaluation des domaines < 8, 8-10, 10-12, et > 12 % s'expliquent par le fait que, en dehors de la compensation des matières, il faut également compenser dans le four à coke la perte de charge due à la teneur en eau plus élevée de la pâte à coke.
- (2) Le calcul du pouvoir cokéfiant G peut également s'effectuer sur la base d'études pétrographiques (Bibl. 1)

Les coordonnées "indices G" et "teneur en matières volatiles" donnent sur chacun des graphiques 1 et 2 un point qui se situe dans l'un des domaines à évaluer.

11. Sur les graphiques 1 et 2, l'indice G (pouvoir cokéfiant du charbon) est porté en fonction de la teneur en matières volatiles (sec et sans cendres)%. Les charbons correspondant à certains domaines de résistance du coke (I à VI sur la figure 1) et à certains domaines d'abrasion du coke (a à e sur la figure 2) sont portées, sur ces graphiques, en coordonnées (valeur G ou matières volatiles).

Les charbons des domaines I à VI donnent dans des conditions de cokéfaction correspondant à $K = 22$ ⁽¹⁾ des cokes, dont l'indice au trommel et l'abrasion ont été calculés suivant la Recommandation n° 556 de l'ISO et qui ont été reportés sur le tableau suivant, colonne 1.

Remarque

Exemple : Un charbon à coke A d'indice G égal à 1,00 et dont la teneur en matières volatiles (sec et sans cendres) est égal à 25 % tombe, suivant la figure 1, dans le domaine de résistance III et suivant la figure 2 dans le domaine de l'abrasion b. Un charbon à coke B, d'indice G égal à 1,01 et dont la teneur en matières volatiles est de 30 % relève, conformément à la figure 1, du domaine de résistance IV et, conformément à la figure 2, du domaine d'abrasion c.

Les charbons de pouvoir cokéfiant $G < 0,95$ ne sont pas cokéfiables en régime d'alimentation continue seul. Ce charbon peut toutefois être mélangé avec un charbon ayant un pouvoir cokéfiant excédentaire.

Les charbons dont les coordonnées pouvoir cokéfiant/matières volatiles sont représentés par la courbe tracée en pointillé sur la figure 1 possèdent un pouvoir cokéfiant maximal. Cela signifie qu'ils donnent, lors de la cokéfaction et indépendamment des conditions de cette dernière, du coke de résistance maximale pour cette teneur en matières volatiles. Les charbons dont les coordonnées se situent au-dessus de la courbe du pouvoir cokéfiant optimal possèdent un pouvoir cokéfiant excédentaire, ceux dont les coordonnées se situent au-dessous de la courbe précitée ont un pouvoir cokéfiant insuffisant. Cela signifie que tout écart par rapport à la courbe du pouvoir cokéfiant optimal entraîne pour une teneur donnée en matières volatiles une diminution de résistance du coke.

./.

(1) Les conditions de cokéfaction sont supposées conforme à $K = 22$ g/cm h ; à cette valeur numérique correspond un temps de carbonisation de 17 à 18 h pour une largeur moyenne de 450 mm de la chambre et une charge spécifique de 750 à 820 kg/m³. Ainsi tient-on déjà compte en partie de l'évolution vers une production de coke à des températures de marche plus élevées.

12. Pour les domaines de résistance I à VI (colonne 2) et les domaines d'abrasion a à e (colonne 2), le charbon a été évalué de la manière suivante :

Domaine de résistance Figure 1 (1)		(2)	Accroissement (+) et diminution (-) En % de la qualité du charbon standard (3) calculé
plus de 81 %	=	I	+ 3,6
81 - 78 %	=	II	+ 1,8
78 - 75 %	=	III domaine du charbon standard	± 0
75 - 70 %	=	IV	- 1,8
moins de 70 %	=	V	- 3,6
		VI	- 5,4
Domaine d'abrasion Figure 2			
moins de 6,5 %	=	a	+ 4,5
7,5 - 6,5 %	=	b	+ 1,5
8,5 - 7,5 %	=	c domaine du charbon standard	± 0
10,0 - 8,5 %	=	d	- 1,5
plus de 10,0 %	=	e	- 4,5

Echantillonnage, analyse et calcul

13. Les modalités de prélèvement d'échantillons nécessaires à l'exécution d'une comparaison qualitative et les méthodes d'analyse sont fixées par des normes internationales. La contraction, la dilatation, la température de ramollissement et la température de durcissement intervenant dans le calcul de l'indice G sont mesurées au dilatomètre. Par ailleurs, la détermination de la teneur en matières volatiles et celle de l'indice G peuvent être également effectuées sur la base d'analyses pétrographiques et d'analyses élémentaires.

Pour calculer le M_{40} , M_{10} , le rendement en coke, en gaz, en goudron brut et benzol brut ainsi que la teneur en soufre du coke, on se base sur les équations et valeurs numériques figurant à l'annexe 2.

(1)	(2)	Koks coke		Gas gaz		Rohteer goudron brut Ausbringen $\frac{t(waf)}{t(waf)}$	Benzolvorzeugnis benzol brut $\frac{t(waf)}{t(waf)}$	Schwefel soufre Koks bei Schwefelge- halt in der Kohle von 1% Soufre contenu soufre dans le coke pour une teneur en soufre du charbon de 1%
		Ausbringen rendement $\frac{t(waf)}{t(waf)}$	Ausbringen rendement $\frac{t(waf)}{t(waf)}$	Ausbringen rendement $\frac{m^3}{t} \frac{n}{(waf)}$	Uberschussgas gaz net $\frac{m^3}{t} \frac{n}{(waf)}$			
15,0	13,97	0,8679	0,8770	330,5	205,5	0,00893	0,00338	0,94
16,0	14,90	0,8593	0,8690	337,9	209,9	0,01128	0,00404	0,93
17,0	15,83	0,8507	0,8610	345,3	214,3	0,01363	0,00470	0,92
18,0	16,76	0,8421	0,8530	352,7	218,7	0,01597	0,00536	0,91
19,0	17,69	0,8335	0,8450	360,1	223,1	0,01832	0,00601	0,91
20,0	18,62	0,8248	0,8369	367,5	227,5	0,02067	0,00667	0,90
21,0	19,55	0,8162	0,8289	375,0	232,0	0,02302	0,00733	0,89
22,0	20,48	0,8076	0,8209	382,4	236,4	0,02537	0,00799	0,88
23,0	21,41	0,7990	0,8129	389,8	240,8	0,02771	0,00865	0,87
24,0	22,34	0,799	0,8049	397,2	245,2	0,03006	0,00931	0,87
25,0	23,28	0,7818	0,7969	404,6	257,0	0,03241	0,00996	0,86
26,0	24,21	0,7733	0,7924	412,0	257,0	0,03476	0,01062	0,85
27,0	25,14	0,7647	0,7809	419,4	257,0	0,03711	0,01128	0,84
28,0	26,07	0,7561	0,7729	426,8	268,8	0,03945	0,01194	0,83
29,0	27,00	0,7475	0,7649	434,2	273,2	0,04180	0,01260	0,83
30,0	27,93	0,7389	0,7569	441,6	277,6	0,04415	0,01326	0,82
31,0	28,86	0,7303	0,7489	449,0	282,0	0,04650	0,01391	0,84
32,0	29,79	0,7216	0,7408	456,5	286,5	0,04885	0,01457	0,80
33,0	30,72	0,7130	0,7328	463,9	290,9	0,05120	0,01523	0,79
34,0	31,65	0,7044	0,7248	471,3	295,3	0,05354	0,01589	0,79
35,0	32,59	0,6958	0,7168	478,7	299,7	0,05589	0,01655	0,78
36,0	33,52	0,6872	0,7088	486,1	304,1	0,05824	0,01720	0,77
37,0	34,45	0,6786	0,7008	493,5	308,5	0,06059	0,01786	0,76
38,0	35,38	0,6700	0,6928	500,9	312,9	0,06294	0,01852	0,76

(*) waf = sec sans cendres

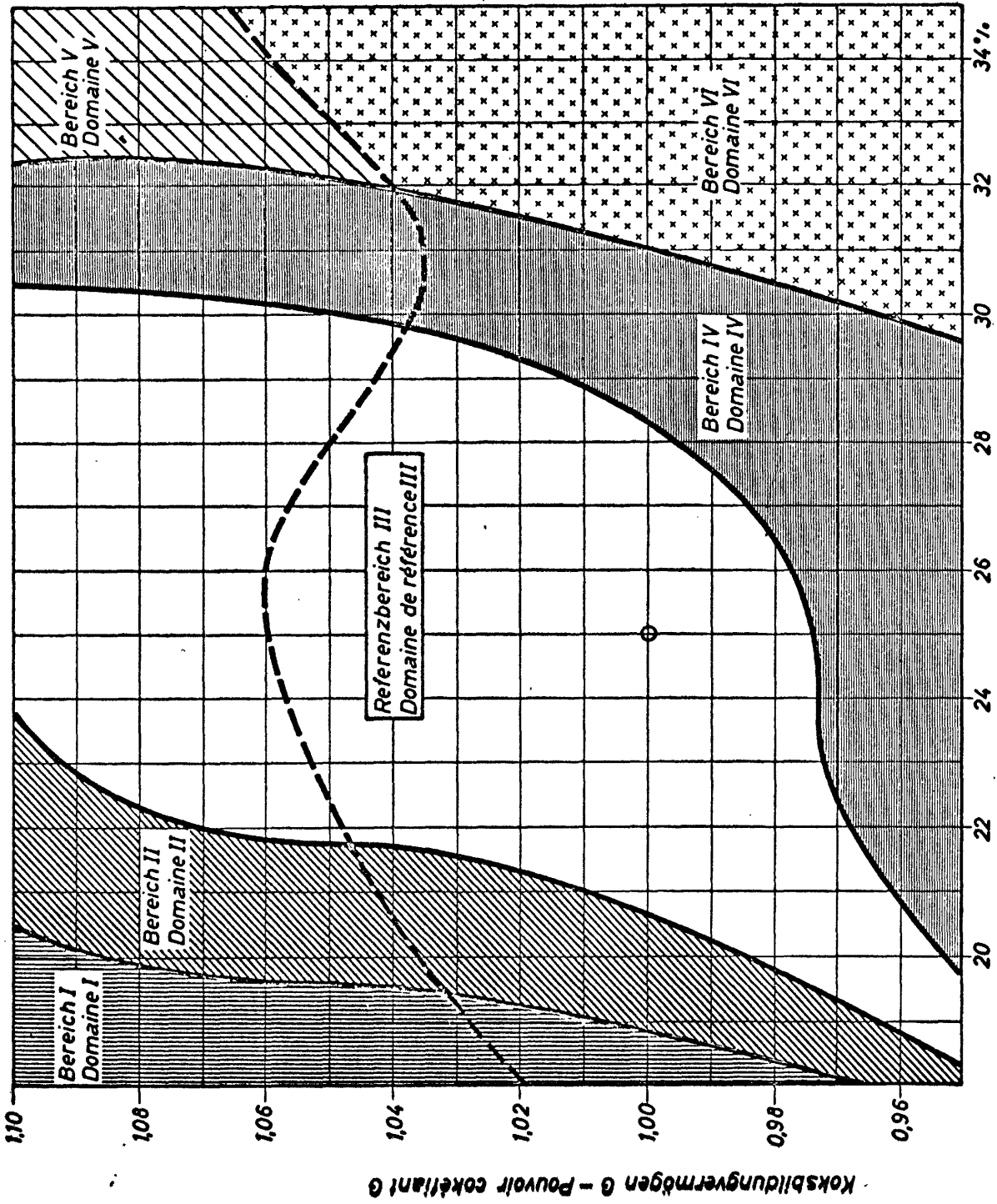
spezifische Aufheizgrösse
gradient d'échauffement spécifique
mittlerer Aschegehalt der Kohle
teneur moyenne en cendre du charbonK = 22 g cm⁻¹h⁻¹

6,9 %

KOKSFESTIGKEIT - RESISTANCE DU COKE

Schaubild 1
Graphique

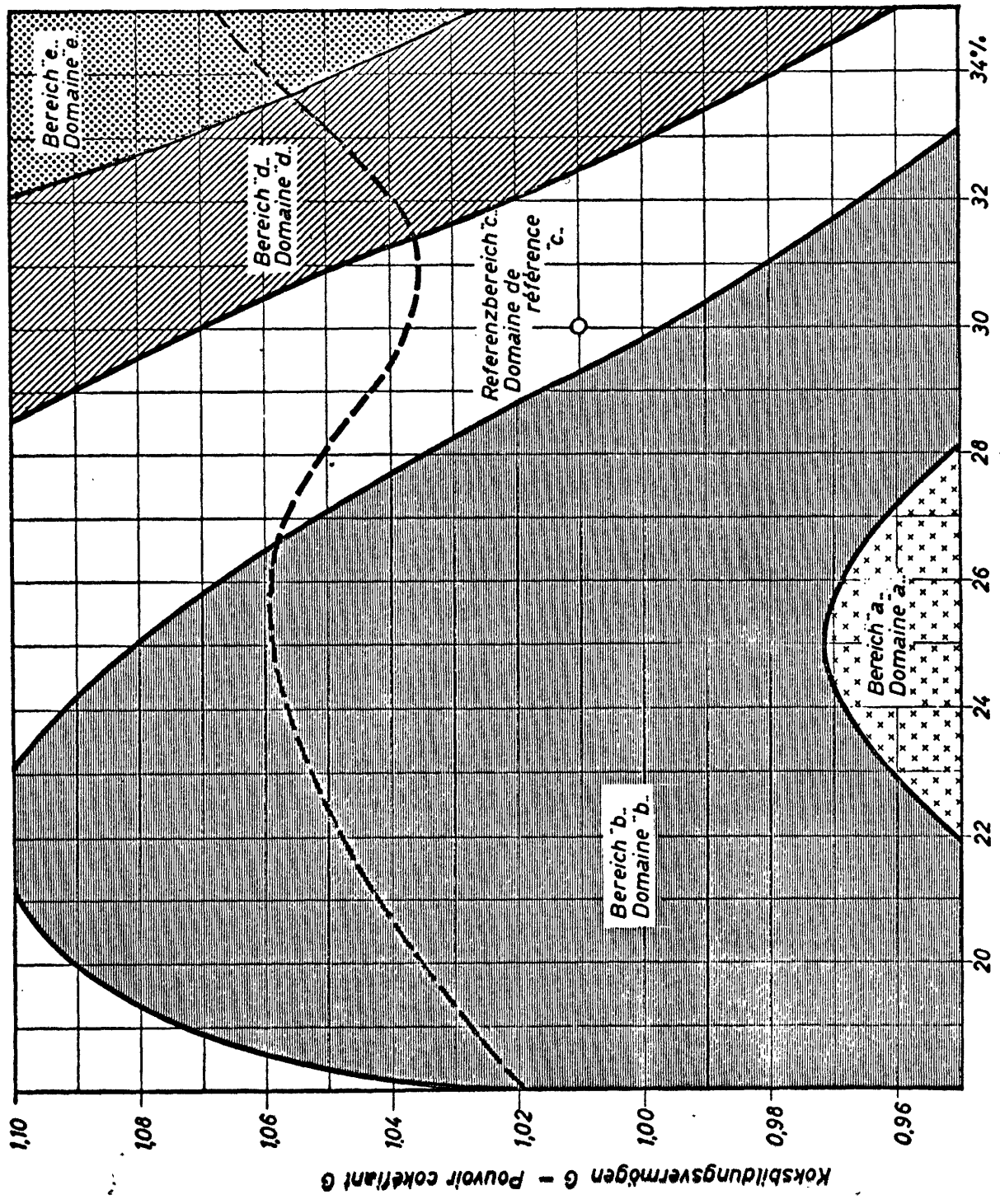
Spez. Aufheizgröße } $K = 22 \text{ g cm}^{-1} \text{ h}^{-1}$
 Gradient d'échauffement spéc. }
 Kornverteilung } $M_S = \pm 20$
 Granulometrie }



Fl. Best. (i.waf.) Matières volatiles (sec et sans cendres)

Subbild 2 KOKSABRIEB — ABRASION DU COKE
 Graphique

spez. Aufheizgrösse } $K=22\text{cm}^{-1}\text{h}^{-1}$
 Gradient d'échauffement spéc. }
 Kornverteilung } $M_5 \pm 20$
 Granulométrie }



FL Best. (i.waf.) Matières volatiles (sec et sans cendres)

BIBLIOGRAPHIE

1. Machowsky, M. Th. et Simonis, W.
Die Kennzeichnung von Kokskohlen für die mathematische Beschreibung der Hochtemperaturverkokung im Horizontalkammerofen bei Schüttbetrieb durch Ergebnisse mikroskopischer Analysen.
Glückauf-Forschungshefte 30 (1969) H.1, p. 15/37.
2. Simonis, W. et Gnuschke, G.
Zur Vorausberechnung des Koksabriebs M_{10} bei der Hochtemperaturverkokung von Steinkohle im Horizontalkammerofen bei Schüttbetrieb.
Glückauf-Forschungshefte 29 (1968) H. 4, p. 205/07.
3. Simonis, W.
Mathematische Beschreibung der Hochtemperaturverkokung von Kokskohle im Horizontalkammerofen bei Schüttbetrieb.
Glückauf-Forschungshefte 29 (1968) H. 3, p. 103/19.
4. Simonis, W.
Ein Operator für das Verhalten der Kohle bei der Pyrolyse.
Glückauf-Forschungshefte 29 (1968) H. 6 p. 291/94.
5. Ernst, H., Gnuschke, G., Hofherr K., Simonis, W. :
Der Zusammenhang zwischen dem Anteil an Schwefel in der Kokskohle, den den Verkokungsbedingungen und dem Anteil an Schwefel im Steinkohlenkoks bei der Hochtemperaturverkokung im Horizontalkammerofen bei Schüttbetrieb.
Glückauf-Forschungshefte 30 (1969)
6. Stankevich, A.S.
Method of predicting the coking qualities of coal charges on the basis of the genetic properties of the coal.
Koks i Chimija, N° 4, 1967.
7. Formin, A.P. Gryaznov, N.S. Lazovsky, I.M. Mochalov, R.V.
Method of predicting the optimum crushing size of coal charges for coking purposes.
Koks i Chimija, N° 4, 1968.
8. Gomez, M., Walters, J.G. and Gayle, J.B.
The effect of carbonizing conditions and coal properties of coke size and strength parameters.
US-Bureau of Mines Report of Investigations, 7024, 1967, 34 pp.

9. Thompson, Richard, R. and Benedict, Louis, G.
Accomplishments and Limitations of Petrographic Methods of Coal AIME Proceedings, vol. 26, 1967, pp. 91-97.
10. Gluschchenko, I.M. Timofeev, A.F., Zinchenko, E.M. Iskhakov, Kh. A. Melnichuk, A. Yu.
The use of petrographic methods for the preparation of coal charges and the prediction of coke quality.
Koks i Chimija, N° 8, 1966.
11. British Coke Research Association, Coke Research Report 32, 1965.
12. British Coke Research Association, Coke Research Report 30, 1964.
13. Ammosov, I.I. Eremin, I.V. Pakh, E.M. Boev, A.I.
Petrographic studies and the prediction of the coking properties of coals.
The Exploration and Conservation of Mineral Deposits, N° 12, 1961.
14. Taitz, E.M.
The properties of bituminous coals and the coking process.
Metallugizdat, 1961.
15. Eromin, I.V.
The petrographic characteristics of coals and their use in the coking industry.
Publications of the Mineral Fuels Institute, Academy of Sciences of the URSS, vol. VIII, 1959.
16. Taitz, E.M.
The coking process and the prediction of coke quality.
Koks i Chimija, N° 3, 1958.
17. Ammosov, I.I., Eremin, I.V., Sukchenko, S.I. Osburkova, L.S.
Calculation of coke charges on the basis of the petrographic properties of the coals uses.
Publications of the Mineral Fuels Institute, Academy of Sciences of the USSR, vol. VIII, 1959.
18. Shapiro, N., Gray, R.J. and Eusner, G.R.
Recent Developments in Coal Petrography
AIME Blast Furnace, Coke Oven and Raw Materials Proceedings, vol. 20, pp. 89 - 109.
19. Harrison, J.A.
Effect of High-Carbon Components and other Additives on Cokes
1960, III. State Geol. Survey Circ. 289, 30 p. 16 figs.

ANNEXE I

EXPOSE DES METHODES DE CALCUL POUR LA
DETERMINATION DE PRIX COMPARABLES DU CHARBON ET DU COKE

I. Exemple de calcul destiné à corriger et ramener à des valeurs comparables des prix et des qualités différents de charbon à coke.

1. On se propose de comparer deux qualités de charbon à coke ayant les caractéristiques et les prix suivants : (1)

	<u>CHARBON A</u>	<u>CHARBON B</u>
<u>Caractéristiques qualitatives</u>		
Matières volatiles (sec et sans cendres)	27,0 %	24,0 %
Teneur en cendres (sec)	7,0 %	6,0 %
Teneur en eau	9,0 %	5,0 %
Teneur en soufre (sec)	1,1 %	0,9 %
Pouvoir cokéfiant (G)	1,06 %	0,97
Prix UC/t	18,-	15,-

2. La détermination de la qualité du charbon à coke se fait par prélèvement d'échantillons et études en laboratoire, selon des normes généralement admises.

Les prix représentent des prix franco-cokerie et incluent par conséquent les frais de transport. La conversion des monnaies nationales en unités de compte est effectuée sur la base des parités officielles ; à cet effet sont applicables à partir du 1.1.1970 les parités suivantes :

1 UC = 3,66 DM
 = 50,00 FB
 = 5,554 FF
 = 3,62 hfl
 = 625,00 Lit

3. Il ressort des prix susmentionnés (18 ou 15 UC/t) une différence de 3 UC/t. Cette différence n'est toutefois pas représentative de la

./.

(1) Il s'agira dans les deux cas de fines pouvant être cokéfiées sans traitement ultérieur (par exemple broyage). Si le broyage est nécessaire, il y a lieu de prévoir les frais suivants :

(voir texte page 7)

pour une granulométrie 10 - 50 mm = 0,15 UC/t
 pour une granulométrie > 50 mm = 0,20 UC/t

situation concurrentielle entre le charbon A et le charbon B, étant donné que cette différence se rapporte à des prix correspondant à des qualités non comparables (puisque différentes).

4. Il serait possible en principe de comparer directement les qualités différentes de charbon, en partant par exemple de l'une des deux qualités mentionnées. Comme il existe toutefois dans la pratique de nombreuses qualités de charbon qui pourraient être utilisées comme base d'appréciation il convient d'adopter une qualité standard de charbon à coke pouvant servir de paramètre pour l'évaluation des qualités des autres charbons. Le fait de pouvoir rapporter toutes les qualités à un critère de quantité généralement reconnu (charbon standard) garanti l'uniformité des calculs.

On attribue au charbon standard - comme il est exposé à la page 6 du document - les caractéristiques qualitatives suivantes :

Matières volatiles	26 %	(sec et sans cendres)
Teneur en cendres	6,9 %	(sec)
Teneur en eau	9,5 %	
Teneur en soufre	1,0 %	(sec)
Pouvoir cokéfiant :		
Résistance		Domaine III (voir graphique I)
Abrasion		Domaine c (voir graphique 2)

5. Le tableau A de l'annexe expose schématiquement les calculs nécessaires à l'évaluation des différences qualitatives des charbons à coke. Pour l'élaboration de la méthode de calcul, nous donnerons les indications suivantes :

5.1 Les caractéristiques de qualité du charbon standard ainsi que du charbon A et B figurent dans les colonnes 1, 2 et 6 du tableau A ;

./.

5.2. Dans les colonnes 3 et 7 sont indiquées les différences de qualité des charbons A et B par rapport à la qualité standard. On obtient ces chiffres par simple formation de la différence, c'est-à-dire que toutes les différences qui représentent des écarts se situant au-dessous de la qualité standard sont affectés du signe + (qualité supérieure), alors que celle qui représentent des écarts se situant au-dessus sont affectées du signe - (qualité inférieure).

Les écarts par rapport à la résistance et à l'abrasion standard ne figurent pas dans les colonnes 3 et 7, mais ont été reportés directement dans les colonnes 5 et 9 (évaluation directe de la différence de qualité).

5.3. Les colonnes 4 et 8 indiquent les coefficients d'évaluation par point de différence. Ces facteurs sont indispensables, car les caractéristiques ou différences de qualité ont un "poids" (importance) variable. Le calcul des coefficients d'évaluation appelle les explications suivantes :

5.3.1. Matières volatiles

Lorsqu'on évalue les différences de teneur en matières volatiles, on part du principe que les cokeries tirent un profit plus élevé de leurs produits en utilisant des charbons à basse plutôt que du charbon à haute teneur en matières volatiles. Cela découle du fait que, le produit spécifique (1) de la vente du coke est plus élevé que lorsqu'il s'agit de sous-produits de cokerie.

Compte tenu de ce qui précède, les facteurs d'évaluation correspondant à des teneurs variables en matières volatiles sont calculés comme suit :

- on calcule sur les tableaux 2 et 3 figurant dans le texte le rendement quantitatif en coke, gaz, goudron brut et benzol

./.

(1) rapporté au pouvoir calorifique ;

brut par tonne de pâte à coke compte tenu des différentes teneurs en matières volatiles, c'est-à-dire qu'on relève dans le tableau 1 les valeurs numériques correspondantes pour le charbon standard :

	<u>Charbon B</u>	<u>Charbon standard</u>	<u>Charbon A</u>
Matières volatiles (sec et sans sendres)	24	26	27
Rendement en coke	0,7905	0,7732	0,7646
Rendement en gaz	397,2	412,0	419,4
Rendement en goudron brut	0,03006	0,03476	0,03711
Rendement en benzol brut	0,00931	0,01062	0,01128

- Les différentes quantités de coke, gaz, goudron brut et benzol brut obtenues sont évaluées sur la base du produit moyen des ventes effectuées au cours d'une période la plus proche possible (trimestre, année précédente), par référence à la situation des prix particuliers à la cokerie à laquelle il incombe d'opter pour l'utilisation du charbon A ou pour l'utilisation du charbon B.

En ce qui concerne l'exemple de calcul du tableau A, nous avons adopté pour les produits de cokerie les prix suivants :

Coke : 26,60 UC/t

Gaz : 0,01 UC/m³

Goudron brut : 19,95 UC/t

Benzol brut : 37,15 UC/t

On obtient par conséquent les valeurs globales suivantes par tonne de pâte à coke pour les produits de cokerie : (y compris le gaz de chauffage)

24 % de matières volatiles (charbon B) = 25,94 UC

26 % de matières volatiles (charbon standard) = 25,78 UC

27 % de matières volatiles (charbon A) = 25,69 UC

./.

- Les valeurs ci-dessus donnent, par le calcul suivant, les coefficients d'évaluation applicables aux différences de teneur en matières volatiles :

$$\frac{\text{Charbon A}}{\text{Charbon standard}} = \frac{25,69}{25,78} = 0,3 \text{ \% par point de différence en matières volatiles}$$

$$\frac{\text{Charbon B}}{\text{Charbon standard}} = \frac{25,94}{25,78} = 0,6 \text{ \% pour deux points de différence en matières volatiles, soit } 0,3\% \text{ par point.}$$

Chaque point de différence en matières volatiles doit donc, aussi bien dans le cas du charbon A que dans le cas du charbon B, être affecté d'un coefficient de 0,3 (voir tableau A).

5.3.2. Teneur en cendres

Pour évaluer les cendres dans le coke, on utilise un facteur 1,8. Pour évaluer la teneur en cendres du charbon, ce facteur doit être divisé par le rendement en coke. :

$$\begin{aligned} \text{pour le charbon A :} & \quad \frac{1,8}{0,7646} = 2,35 \\ \text{pour le charbon B :} & \quad \frac{1,8}{0,7905} = 2,28 \end{aligned}$$

5.3.3. Teneur en eau

Pour une teneur en eau comprise entre 8 et 10 % (charbon A : 9 %), le coefficient d'évaluation unitaire est de 1,1. Dans le cas du charbon B (5 % de teneur en eau), 3 % doivent être affectés du coefficient 1,0 et 1,5 % du coefficient 1,1 (voir texte page 9) ; on obtient de la sorte, pour le charbon B, un coefficient global de 1,033 (moyenne pondérée).

./.

5.3.4. Soufre

Pour évaluer la teneur en soufre, on utilise le coefficient 5 dans le coke. Etant donné qu'à 1 % de soufre dans le charbon correspond une teneur en soufre du coke à relever dans la colonne 9 du tableau 1, il faut multiplier par ces teneurs le coefficient 5 rapporté au coke, pour évaluer la teneur en soufre du charbon. On obtient alors les coefficients d'évaluation suivants :

	<u>Charbon B</u>	<u>Charbon standard</u>	<u>Charbon A</u>
Matières volatiles (sec et sans cendres)	24	26	27
Coke	0,87	0,85	0,84
Coefficient	4,35	4,25	4,20

5.3.5. Résistance

Avec une teneur de 27 % en matières volatiles et un indice G de 1,06 (voir tableau A), le charbon A, conformément au graphique 1, doit être rangé dans le domaine III où figure également le charbon standard. Le charbon A n'accuse donc, par rapport au charbon standard, aucune différence de qualité en ce qui concerne la résistance.

Avec une teneur en matières volatiles de 24 % et un indice G de 0,97 (voir tableau A), le charbon B, suivant le graphique 1, doit figurer dans le domaine IV. D'après l'échelle des valeurs figurant à la page 10 du texte, il s'ensuit que, par rapport au charbon standard (domaine III), le charbon B doit être affecté d'un coefficient de dépréciation de 1,8 %.

5.3.6. Abrasion

Avec une teneur en matières volatiles de 27 % et un indice G de 1,06, le charbon A, conformément au graphique 2, doit être rangé dans le domaine σ , où figure également le charbon standard. Le charbon A, n'accuse donc, par rapport au charbon standard, aucune différence de qualité en ce qui concerne l'abrasion.

Avec une teneur en matières volatiles de 24 % un indice G de 0,97 (voir tableau A), le charbon B, conformément au graphique 2, doit figurer dans le domaine b. Suivant l'échelle de valeurs figurant à la page 11 du texte il s'ensuit que par rapport au charbon standard, le charbon B, doit être affecté d'un coefficient de majoration de 1,5 %.

- 5.4. Il y a lieu d'appliquer, dans la suite des calculs, les coefficients d'évaluation aux écarts par rapport à la qualité standard (multiplication), de sorte que les valeurs des différences de qualité résultent des colonnes 5 ou 9 du tableau A.

On procède alors, compte tenu des signes, à la totalisation des valeurs des différences de qualité. Le bilan global s'établit ainsi.

pour le charbon A	- 0,41 %
pour le charbon B	+ 7,44 %

Ces chiffres représentant le taux d'écart des qualités du charbon A ou B par rapport au charbon standard.

- 5.5. Le prix d'ajustement du charbon A ainsi que la différence de prix corrigée entre le charbon A et le charbon B sont calculés comme suit :

Pour obtenir un résultat précis et pour éviter toute incertitude quant à la manière d'introduire dans le calcul des prix d'ajustement les signes + ou - (1) calculés à partir des différences d'évaluation (2), les deux types de charbon (A et B) doivent être rapportés au charbon standard.

./.

(1) Selon le cas, les signes peuvent être soit + et -, soit + et +, soit - et -.

(2) Différence d'évaluation globale (voir tableau A)

Dans le calcul, les qualités inférieures (signe -) doivent être corrigées par un coefficient de majoration (1) et les qualités supérieures (signe +) par un coefficient de dépréciation (2). Rapporté à la qualité standard le prix, corrigé de l'influence de la qualité, devient :

pour le charbon A : 18,07 UC/t

pour le charbon B : 13,88 UC/t

Ces deux prix représentent un résultat comptable intermédiaire.

Ils permettent de calculer la différence de prix corrigée recherchée entre A et B : à savoir 4,19 UC/t qui, soustraite de 18,- UC/t, donne le prix d'ajustement de 13,81 UC/t pour le charbon A. Le prix comparable (du point de vue de la qualité) pour le charbon B est de 15,- UC/t.

Sur cette différence de prix corrigée, 3,- UC/t vont à la différence de prix initiale et 1,19 UC/t à la différence de qualité.

./.

(1) Le multiplicateur pour le calcul du prix corrigé du charbon A est 1,0041

(2) Le multiplicateur pour le calcul du prix corrigé du charbon B est 0,9256

Tableau schématique de l'évaluation des différences de qualité dans le cas du charbon

Tableau A

Caractérist. de qualité	C H A R B O N A				C H A R B O N B				Différence de qual.
	Qualité	Différence par rapp. à la qualité standard (points)	Coefficient d'évaluat. par point de différence	Différence de qualit.	Qualité	Différence par rapp. à la qual. standard (points)	Coefficient d'évaluation par point de différence	Différence de qual.	
%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Matières volatiles (sec et sans cendres)	26,0	- 1,0	0,3	- 0,30	24	+ 2	0,3	+ 0,60	
Cendres (sec)	6,9	- 0,1	2,35	- 0,24	6	+ 0,9	2,28	+ 2,05	
Eau	9,5	+ 0,5	1,1	+ 0,55	5	+ 4,5	1,033	+ 4,65	
Soufre (sec)	1,0	- 0,1	4,20	- 0,42	0,9	+ 0,1	4,35	+ 0,44	
Pouvoir cokéfiant (G)	-	xx	xx	xx	0,97	xx	xx	xx	xx
Résistance	Dom. III	xx	xx	0	Dom. IV	xx	xx	- 1,80	
Abraison	Domaine c	xx	xx	0	Domaine b	xx	xx	+ 1,50	
Diff. d'évaluation globale :				- 0,41	Diff. d'évaluation globale :				+ 7,44
Prix franco				18,- UC/t	Prix franco				15,- UC/t
Différence de prix non corrigée :					Différence de prix non corrigée :				
Prix franco corrigé de l'influence de la qualité et rapporté à la qualité standard :				18,07 UC/t	Prix franco corrigé de l'influence de la qualité et rapporté à la qualité standard :				13,88 UC/t
Différence de prix corrigée :				4,19 UC/t	Différence de prix corrigée :				4,19 UC/t
Prix de vente du charbon A en cas d'alignement sur le prix du charbon B :				13,81 UC/t	Prix de vente du charbon B en cas d'alignement sur le prix du charbon A :				13,81 UC/t

ANNEXE

II. Exemple de calcul destiné à ramener à des valeurs comparables des prix et des qualités différents de coke de haut fourneau

1. On suppose que l'on doit comparer deux qualités de coke ayant les caractéristiques et les prix suivants :

	<u>COKE A</u>		<u>COKE B</u>	
<u>Caractéristiques de qualité</u>				
Teneur en cendres (sec)	9,2	%	8,0	%
Teneur en eau	5,5	%	5,0	%
Teneur en soufre (sec)	0,8	%	1,0	%
Résistance du "coke de rampe" (coke déchargé sur rampe)	75 - 70	%	81 - 78	%
	10 - 8,5	%	7,5 - 6,5	%
Abrasion du "coke de rampe"				
<hr/>				
Prix UC/t	24,-		24,50	

2. Pour déterminer la qualité du coke, on procède par échantillonnages et études en laboratoire suivant des normes généralement reconnues. Les caractéristiques de qualité indiquées pour le coke ne sont que de simples hypothèses et ne découlent pas des qualités de charbon indiquées à la page 1 de l'annexe.

Les prix sont des prix franco haut fourneau et incluent par conséquent les frais de transport. La conversion des unités monétaires nationales en unités de compte (UC) est effectuée sur la base des parités indiquées à la page 1 de l'Annexe.

3. Les prix indiqués ci-dessus font apparaître une différence de 0,50 UC/t en faveur du coke A. Cette différence n'est toutefois pas représentative de la situation concurrentielle qui existe entre le coke A et le coke B, car elle se rapporte à des prix correspondant à des qualités non comparables (parce que différentes).
4. Par analogie avec la méthode de calcul appliquée pour le charbon, on détermine également pour le coke de haut fourneau une qualité standard destinée à servir de référence pour toutes les autres qualités de coke. Ainsi assure-t-on l'uniformité et la précision des calculs pour tous les cas que l'on rencontre dans la pratique.

ANNEXE 1

Au coke standard sont affectées - comme il ressort de la page 6 du texte - les caractéristiques de qualité suivantes :

Teneur en cendres (sec)	8,75 %
Teneur en eau	5,0 %
Teneur en soufre (sec)	0,85 %
Résistance (1)	78 - 75 % (domaine III sur le graph. 1)
Abrasion (1)	8,5 - 7,5 % (domaine c sur le graph. 2)

5. Le tableau B de l'Annexe donne un aperçu schématique des calculs nécessaires à l'évaluation des différences de qualité du coke de haut fourneau.

A propos de l'élaboration de la méthode de calcul, il y a lieu d'indiquer ce qui suit :

5.1. Les caractéristiques de qualité du coke standard ainsi que des cokes A et B sont réparties dans les colonnes 1, 2 et 6 du tableau B.

5.2. Dans les colonnes 3 et 7 sont indiquées les différences de qualité du coke A et du coke B par rapport à la qualité standard. Les chiffres sont calculés par simple formation de différence, en affectant du signe + (qualité supérieure) toutes les différences représentant les écarts se situant au dessous de la qualité standard, et du signe - (qualité inférieure) toutes les différences représentant des écarts si situant au-dessus de la qualité standard.

Les écarts de résistance et d'abrasion ne figurent pas dans les colonnes 3 et 7, mais ils ont été directement reportés dans les colonnes 5 et 9 (évaluation directe de la différence de qualité).

5.3. Les colonnes 4 et 8 contiennent les coefficients d'évaluation par point de différence. Le calcul de ces coefficients appelle les explications suivantes :

5.3.1. Teneur en cendres

L'évaluation se fait avec le facteur 1,8.

5.3.2. Teneur en eau

L'évaluation se fait avec le facteur 1,1.

(1) Du "coke de rampe".

ANNEXE 1

5.3.3. Teneur en soufre

Coefficient d'évaluation : 5

5.3.4. Résistance ("coke de rampe")

En ce qui concerne la résistance, l'évaluation des différences de qualité des cokes A et B par rapport au coke standard est exposé à la page II du texte.

	<u>Résistance</u>	<u>Domaine</u>
Coke standard	78 - 75 %	III
Coke A	75 - 70 %	IV = Dépréciation pour qualité non conforme = - 1,8 %
Coke B	81 - 78 %	II = Majoration pour qualité supérieure = + 1,8 %

5.3.5. Abrasion ("coke de rampe")

En ce qui concerne l'abrasion, l'évaluation des différences de qualité des cokes A et B par rapport au coke standard est exposée à la page 11 du texte.

	<u>Abrasion</u>	<u>Domaine</u>
Coke standard	8,5 - 7,5 %	c
Coke A	10,0 - 8,5 %	d = Dépréciation pour qualité non conforme = - 1,5 %
Coke B	7,5 - 6,6 %	b = Majoration pour qualité supérieure = + 1,5 %

5.4. Dans la suite des calculs, les coefficients d'évaluation doivent dès lors s'appliquer aux différences par rapport à la quantité standard (multiplication), de sorte que les différences de qualité résultent des colonnes 5 au 9 du tableau B.

On procède ensuite, en tenant compte des signes, à la totalisation des valeurs des différences de qualité. Le bilan global s'établit ainsi :

pour le coke A	- 4,95 %
pour le coke B	+ 3,90 %

ANNEXE 1

ces chiffres représentant le taux d'écart des qualités du coke A et du coke B par rapport au coke standard.

- 5.5. Le prix d'ajustement du coke A ainsi que la différence de prix corrigée entre le coke A et le coke B sont calculés comme suit :

Pour obtenir un résultat précis et pour éviter toute incertitude quant à la manière d'introduire dans le calcul des prix d'ajustement, les signes + ou - (1) calculés à partir des différences d'évaluation (2), le coke A et le coke B doivent être rapportés au coke standard.

Dans le calcul, les qualités inférieures (signe -) doivent être corrigées par un coefficient de majoration (3), et les qualités supérieures (signe +) par un coefficient de dépréciation (4). Rapporté à la qualité standard, le prix, corrigé de l'influence de la qualité, devient :

pour le coke A : 25,19 UC/t

pour le coke B : 23,54 UC/t

Ces deux prix représentent un résultat intermédiaire comptable.

Ils permettent de calculer la différence de prix corrigée recherchée entre les cokes A et B, à savoir -1,65 UC/t qui, soustraite de 24 UC/t (coke A), donne le prix d'ajustement de 22,35 UC/t pour le coke A, en cas d'alignement sur le prix du coke B. Le prix comparable (du point de vue de la qualité) pour le coke B est de 24,50 UC/t. L'écart de prix se chiffre à 2,15 UC/t.

-
- (1) Selon le cas, les signes peuvent être soit + et -, soit + et +, soit - et -.
- (2) Différence d'évaluation globale (voir tableau B)
- (3) Le multiplicateur pour le calcul du prix corrigé du coke A est 1,0495.
- (4) Le multiplicateur pour le calcul du prix corrigé du coke B est 0,9610.

ANNEXE 1

La différence de prix initiale non corrigée de 0,50 UC/t en faveur du coke A s'est transformée, lors des conversions, en une différence de prix corrigée de 1,65 UC/t au détriment de ce même coke A.

La modification globale de la différence de prix initiale se chiffre à 2,15 UC/t et est imputable à la différence de qualité entre le coke A et le coke B.

Tableau schématique de l'évaluation des différences de qualité dans le cadre du coke

Tableau B

Caractérist. de qualité	C O K E A				C O K E B			
	Qualité	Différence par rapp. à la qual. standard (points)	Coefficient d'évaluation par point de différence	Différence de qual.	Qualité	Différence par rapp. à la qual. standard (points)	Coefficient d'évaluation par point de différence	Différence de qual.
Coke standard								
Qualité	%	%	%	%	%	%	%	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cendres(sec)	8,75	- 0,75	1,8	- 1,35	8,0	+ 0,75	+ 1,8	+ 1,35
Eau	5,0	- 0,5	1,1	- 0,55	5,0	0	1,1	0
Soufre(sec)	0,85	+ 0,05	5	+ 0,25	1,0	- 0,15	5	- 0,75
Résistance	78 - 75	xx	xx	- 1,80	81 - 78	xx	xx	+ 1,80
Abraison	8,5 - 7,5	xx	xx	- 1,50	7,5 - 6,5	xx	xx	+ 1,50
		Diff. d'évaluation globale :		- 4,95		Diff. d'évaluation globale :		+ 3,90
		Prix franco :	24,- UC/t			Prix franco :	24,50 UC/t	
				Différence de prix non corrigée :				
		Prix franco corrigé de l'influence de la qualité et rapporté à la qualité standard :		25,19 UC/t		Prix franco corrigé de l'influence de la qualité et rapporté à la qualité standard :		23,54 UC/t
				Différence de prix corrigée :				
								- 1,65 UC/t
		Prix de vente du coke A en cas d'alignement sur le prix du coke B:	22,35 UC/t					

III. Exemple de calcul comparatif du prix du coke d'achat et d'un coke produit directement à partir d'un charbon à coke donné

1. Dans cet exemple de calcul, on suppose qu'une usine sidérurgique s'approvisionne en coke de haut fourneau et qu'il est nécessaire en l'occurrence de procéder à un alignement du prix du coke sur le prix d'un coke pouvant être fictivement produit à partir d'un charbon d'importation.

Dans ce cas le problème consiste à comparer un prix donné du coke d'achat à un prix de revient théorique du coke de production propre, calculé sur la base d'un prix donné du charbon à coke.

2. Dans les colonnes 1 et 2 du tableau C sont indiquées les caractéristiques de qualité supposées du coke d'achat (coke C) et du charbon à coke offert.

La conversion du charbon à coke en coke donne également, compte tenu de la qualité du charbon, une qualité donnée de coke (voir coke D, colonne 3, du tableau C).

La qualité de coke (coke D) dérivée de la qualité de charbon est calculée comme suit :

- Cendres :

La teneur en cendres du charbon (6,4 %) est divisée par le rendement en coke ⁽¹⁾(0,7303); on obtient ainsi une teneur en cendres dans le coke de 8,56 %.

- Eau :

La teneur en eau du coke D est indépendante de la cokéfaction; la valeur utilisée est la même que pour le coke C (3,8 %).

- Soufre :

La teneur en soufre du charbon (0,8 %) doit être multipliée par 0,81 ⁽²⁾; on obtient ainsi une teneur en soufre dans le coke de 0,65 %.

(1) Voir tableau 2 et 3 du texte; rendement en coke sec sans cendres/ sec sans cendres pour une teneur en matières volatiles de 31 %: 0,7303 t/t.

(2) voir Annexe page 6, point 5.3.4.

ANNEXE 1

- pouvoir cokéfiant :

L'indice G du charbon est supposé égal à 0,97. Pour une teneur de 31 % de matières volatiles dans le charbon et un indice G de 0,97, la résistance du coke D suivant le graphique 1 ou 2 - est évaluée à 70 % (domaine VI) et l'abrasion à 7,5 - 6,5 % (domaine b).

3. La qualité ainsi calculée, du coke (D) de production propre (théorique) est différente de celle du coke d'achat (C). Pour évaluer les différences de qualité, il convient de se référer au coke standard (voir tableau B, colonne 1). Les calculs nécessaires en l'occurrence (comparaison de prix du coke) sont en principe les mêmes que les calculs exposés aux pages 9 - 13 de la présente Annexe. Nous ne reviendrons donc pas ici sur la méthode en question. Les résultats figurent dans les colonnes 4 et 5 du tableau C.

4. On suppose que le coke d'achat (C) est offert à un prix franco ⁽¹⁾ de 24,- UC/t et le charbon à coke à un prix franco ⁽²⁾ de 18,- UC/t. Le problème consiste dès lors à évaluer le montant du prix de revient par tonne du coke (D), en tenant compte de la qualité figurant à la colonne 3 du tableau C, c'est-à-dire sans correction de ladite qualité.

Pour le calcul du prix de revient du coke (D), on suppose en principe que la cokerie fournisseur doit parvenir à couvrir l'intégralité de ses frais (frais de cokéfaction, y compris amortissement et service du capital). Si les frais de cokéfaction ainsi calculés sont, par exemple, 5,- UC par tonne de pâte de coke (y compris gaz de chauffage), on obtient par tonne de pâte à coke :

pâte à coke (1) t	18,- UC
frais de cokéfaction	5,- UC
	<hr/>
Total	23,- UC
	<hr/> <hr/>

(1) Prix haut fourneau
(2) Prix cokerie

Dans le tableau 1 du texte on note que, pour une teneur de la pâte à coke en matières volatiles de 31 % on obtient le rendement suivant en produits de cokerie (par tonne de pâte à coke)

		Prix supposé des sous-produits de cokeries (2)
Coke	730,3	
Gaz (1)	449,0 m ³	0,01 UC/m ³
Goudron brut	46,50 kg	19,95 UC/t
Benzol	13,91 kg	37,15 UC/t

En évaluant les quantités de gaz, goudron brut et de benzol sur la base des prix précités, on obtient pour ces produits une valeur globale de 5,93 UC/t de pâte à coke. Pour un coût global en cokerie de 23,- UC/t de pâte à coke, la part du prix du coke (730,3 kg) sera donc de 17,07 UC. Rapporté à 1.000 kg de coke, le prix de revient (couverture de l'intégralité du coût) du coke D s'établit à 23,30 UC/t (voir tableau C). Selon le cas, on ajoutera à ce moment une majoration pour frais de transport du coke D de la cokerie aux hauts fourneaux. Dans cet exemple de calcul, on a toutefois fait abstraction de cette majoration.

5. Pour les autres calculs de prix, on suit la même méthode que celle qui est exposée à la page 11 de l'Annexe (point 5.5.), c'est-à-dire que les deux qualités du coke C et du coke D sont rapportées au coke standard ⁽³⁾ et comparées entre elles sur cette base.

Par suite des qualités différentes du coke C et du coke D, le décalage initial de prix (0,70 UC/t) est tombé à 0,05 UC/t de coke. La différence de 0,65 UC/t est imputable au fait que la qualité du coke D est inférieure à celle du coke C.

L'alignement du prix du coke d'achat C sur le prix de revient du coke D donne un prix de vente de 23,95 UC/t pour le coke C. Par suite de sa qualité plus élevée le coke d'achat C peut donc être offert à un prix supérieur de 0,65 UC/t au prix de revient théorique du coke D (23,30 UC/t).

(1) Rendement global en gaz

(2) Les prix indiqués correspondent à ceux de la page 4 de l'Annexe

(3) voir page 10 de l'Annexe.

Tableau schématique du prix du coke d'achat et du prix théorique du coke produit directement

Tableau C

Caractéristiques de qualité	Qualité du coke d'achat (coke c)	Qualité du charbon à coke offert (1)	Qualité du coke produit directement (coke D)	Différences de qualité (2) entre le coke C et le coke D, par rapport à la qualité standard (3)	
	%	%	%	Coke C %	Coke D %
	1	2	3	4	5
Matières volat. (sec et sans cend)	-	31,0	-	-	-
Cendres	9,20	6,40	8,56	- 0,81	+ 0,34
Eau	3,80	5,50	3,80	+ 1,32	+ 1,32
Soufre (sec)	0,95	0,80	0,65	- 0,50	+ 1,00
Pouvoir cokéfiant (G)	-	0,97	-	-	-
Résistance (M40)	78-75	xx	moins de 70 (domaine VI)	0	- 5,40
Abraison (M10)	7,5 - 6,5	xx	7,5 - 6,5	+ 1,50	+ 1,50
Total différence d'évaluation				+ 1,51	- 1,24
Prix franco ou prix de revient				24,00 UC/t	23,30 UC/t
Différence de prix non corrigée				- 0,70 UC/t	
Prix corrigés du facteur qualité, rapportés au coke standard				23,64 UC/t	23,59 UC/t
Différence de prix corrigée				- 0,05 UC/t	
Prix de vente du coke d'achat (C) en cas d'alignement sur celui du coke (D)				23,95 UC/t	

(1) Utilisable sans frais de broyage

(2) Différences de qualité

(3) voir Tableau B, colonne 1

Tableau 2

Equations utilisées dans les calculs (cf. Bibl. 1,2,3,5)

- $$\begin{aligned} \text{Rendement coke, sec/sec} &= O_0 + O_1 \text{ FB (sec et sans cendres)} + O_2 K^2 + O_3 K^3 + O_4 \text{ FB (sec)} \\ &\quad \times K + O_5 \text{ FB (sec)} K^3 \quad \text{t/t} \quad (1) \end{aligned}$$
- $$\begin{aligned} \text{Rendement coke sec et sans cendres/sec et sans cendres} &= \\ \frac{\text{Rendement coke sec/sec} - \text{teneur en cendres pâte à coke}}{1 - \text{teneur en cendres pâte à coke}} &\quad \text{t/t} \quad (2) \end{aligned}$$
- $$\begin{aligned} \text{Rendement gaz} &= p_0 + p_1 \text{ FB (sec et sans cendres)} + p_2 K + p_3 K^2 + p_4 K^3 \\ &\quad \text{m}_n^3/\text{t (sec et sans cendres)} \quad (3) \end{aligned}$$
- $$\begin{aligned} \text{Rendement goudron brut} &= z_0 + z_1 \text{ FB (sec et sans cendres)} + z_2 K + z_3 K^2 + z_4 K^3 \\ &\quad \text{t/t} \quad (4) \end{aligned}$$
- $$\begin{aligned} \text{Rendement benzol brut} &= i_0 + i_1 \text{ FB (sec et sans cendres)} + i_2 K + i_3 K^2 + i_4 K^3 \\ &\quad \text{t/t} \quad (5) \end{aligned}$$
- $$\begin{aligned} \text{Cendres coke} &= \frac{\text{Cendres pâte à coke (sec)}}{\text{rendement coke, sec/sec}} \quad (6) \end{aligned}$$
- $$\begin{aligned} \text{Soufre coke} &= s_0 + s_1 \text{ Rendement coke, sec/sec} \times \text{soufre pâte à coke} + s_2 K \quad (7) \end{aligned}$$
- $$\begin{aligned} \text{Pouvoir cokéfiant} \quad G &= \frac{E + V}{2} \times \frac{N + \alpha E}{NV + \alpha E} \quad (8) \end{aligned}$$
- $$\begin{aligned} M_{40, \text{ DIN 51712}} &= a' + b + \alpha' M_s \quad \% \quad (9) \end{aligned}$$
- $$\begin{aligned} M_{40, \text{ ISO - rec. 556}} &= f_0 + f_1 M_{40, \text{ DIN 51712}} \quad \% \quad (10) \end{aligned}$$
- $$\begin{aligned} M_{10, \text{ DIN 51712}} &= m_0 + m_1 K + m_2 K M_s + m_3 K M_s^2 \quad \% \quad (11) \end{aligned}$$
- $$\begin{aligned} M_{10, \text{ ISO - rec. 556}} &= a_0 + a_1 M_{10, \text{ DIN 51712}} \quad \% \quad (12) \end{aligned}$$
- $$\begin{aligned} a' &= r_0 + r_1 G + r_2 \text{ FB (sec et sans cendres)}^3 + r_3 G \text{ FB (sec et s.cendres)}^2 + r_4 G \text{ FB (sec et s.cendr)}^3 \\ &\quad + r_5 G^2 + r_6 G^2 \text{ FB (sec et sans cendres)}^2 \quad (13) \end{aligned}$$

ANNEXE II

Tableau 2

$$b = u_0 + u_1 \text{ FB (sec et sans cendres)} + u_2 \text{ FB (sec et sans cendres)}^2 \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \omega' = & q_0 + q_1 G + q_2 \text{ FB (sec et sans cendres)} + q_3 \text{ FB (sec et sans cendres)}^2 + q_4 G^3 + q_5 G^4 + q_6 G \text{ FB} \\ & (\text{sec et s. cendres}) + q_7 G \text{ FB (sec et s. cendres)}^2 + q_8 G^2 \text{ FB (sec et s. cendres)}^2 + q_9 G^2 \text{ FB (sec et s. cendres)}^3 \\ & + q_{10} G^3 \text{ FB (sec et sans cendres)}^2 \end{aligned} \quad (15)$$

$$m_0 = c_{0,0} + c_{0,1} \text{ FB (sec et s. cendres)} + c_{0,2} G \text{ FB (sec et s. cendres)}^2 + c_{0,4} G^2 (\text{sec et s. cendres})^3 \quad (16)$$

$$m_1 = c_{1,0} + c_{1,1} \text{ FB (sec et s. cendres)} + c_{1,2} G \text{ FB (sec et s. cendres)}^2 + c_{1,4} G^2 \text{ FB (sec et s. cendres)}^3 \quad (17)$$

$$m_2 = c_{2,0} + c_{2,1} \text{ FB (sec et s. cendres)} + c_{2,2} G \text{ FB (sec et s. cendres)}^2 + c_{2,4} G^2 \text{ FB (sec et s. cendres)}^3 \quad (18)$$

$$m_3 = c_{3,0} + c_{3,1} \text{ FB (sec et s. cendres)} + c_{3,2} G \text{ FB (sec et s. cendres)}^2 + c_{3,4} G^2 \text{ FB (sec et s. cendres)}^3 \quad (19)$$

Remarque : les valeurs numériques pour les matières volatiles et le soufre doivent être indiquées en fractions décimales par ex. : au lieu de 25 % : 0,25

ANNEXE II

Tableau 3

Valeurs numériques des coefficients des équations (1) à (19) du tableau 2

Equation (1)	$o_0 = + 0,11728 \times 10$
	$o_1 = - 0,237 \times 10$
	$o_2 = - 0,176 \times 10^{-2}$
	$o_3 = + 0,635 \times 10^{-4}$
	$o_4 = + 0,133$
	$o_5 = - 0,133 \times 10^{-3}$
Equation (3)	$p_0 = + 0,19881$
	$p_1 = + 0,740951 \times 10^3$
	$p_2 = + 0,211216$
	$p_3 = + 0,368446 \times 10^{-1}$
	$p_4 = - 0,177783 \times 10^{-3}$
Equation (4)	$z_0 = - 0,49464$
	$z_1 = + 0,234817 \times 10^2$
	$z_2 = - 0,393743$
	$z_3 = + 0,238851 \times 10^{-1}$
	$z_4 = - 0,472651 \times 10^{-3}$
Equation (5)	$i_0 = - 0,26431 \times 10$
	$i_1 = + 0,658256 \times 10$
	$i_2 = + 0,314085$
	$i_3 = - 0,16384 \times 10^{-1}$
	$i_4 = 0,2830041 \times 10^{-3}$
Equation (7)	$s_0 = + 0,24823 \times 10^{-1}$
	$s_1 = + 0,98793$
	$s_2 = + 0,20997 \times 10^{-2}$

ANNEXE II

Tableau 3

Equation (9)	a' , b et ϵ , doivent être calculés d'après les équations (13), (14) et (15)
Equation (10)	$f_0 = + 0,66722$ $f_1 = + 0,93427$
Equation (11)	m_0 , m_1 , m_2 et m_3 doivent être calculés d'après les équations (16) à (19)
Equation (12)	$a_0 = + 0,27509 \times 10$ $a_1 = + 0,7645$
Equation (13)	$r_0 = - 0,31885 \times 10^2$ $r_1 = + 0,52457 \times 10^2$ $r_2 = - 0,131058 \times 10^4$ $r_3 = + 0,536768 \times 10^3$ $r_4 = + 0,874283 \times 10^3$ $r_5 = - 0,219087 \times 10^2$ $r_6 = - 0,041846 \times 10^3$
Equation (14)	$u_0 = + 0,23102 \times 10^3$ $u_1 = - 0,148688 \times 10^4$ $u_2 = + 0,386253 \times 10^4$
Equation (15)	$s_c = - 0,25984 \times 10^3$ $s_1 = + 0,515756 \times 10^3$ $s_2 = + 0,114353 \times 10^3$ $s_3 = + 0,665128 \times 10^4$ $s_4 = - 0,477155 \times 10^3$ $s_5 = + 0,233934 \times 10^3$ $s_6 = - 0,266602 \times 10^3$ $s_7 = - 0,192344 \times 10^5$

ANNEXE II

Tableau 3

Equation (15)	$s_8 = + 0,191976 \times 10^5$
	$s_9 = - 0,751436 \times 10^3$
	$s_{10} = - 0,602324 \times 10^4$
Equation (16)	$c_{0,0} = - 0,41602 \times 10$
	$c_{0,1} = + 0,17843 \times 10$
	$c_{0,2} = + 0,68099 \times 10^3$
	$c_{0,3} = - 0,17654 \times 10^4$
Equation (17)	$c_{1,0} = + 0,15152 \times 10^{-1}$
	$c_{1,1} = + 0,40168 \times 10$
	$c_{1,2} = - 0,47288 \times 10^{-2}$
	$c_{1,3} = + 0,10393 \times 10^3$
Equation (18)	$c_{2,0} = + 0,41131 \times 10^{-1}$
	$c_{2,1} = - 0,2524$
	$c_{2,2} = + 0,23618$
	$c_{2,3} = + 0,65935$
Equation (19)	$c_{3,0} = + 0,10141 \times 10^{-3}$
	$c_{3,1} = - 0,48687 \times 10^{-2}$
	$c_{3,2} = + 0,30646 \times 10^{-1}$
	$c_{3,3} = - 0,54822 \times 10^{-1}$

Double

COMMISSION
DES
COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES

Doc. N° XVII/56/71-F
Orig. D

Direction Générale Énergie

Bruxelles, le 18. février 1971

Direction Charbon

XVII - B

Proposition
de
C R I T È R E S

de comparaison et d'évaluation de différentes
qualités de charbon à coke et de coke

SOMMAIRE

	<u>Page</u>
Remarque liminaire	1
Introduction	3
Evaluation du charbon à coke et du coke	7
Charbon standard, coke standard	7
Evaluation du charbon à coke d'après sa teneur en matières volatiles	8
Evaluation du charbon à coke d'après sa granulométrie	8
Evaluation du charbon à coke et du coke d'après leur teneur en matières inertes	8
Evaluation d'après le pouvoir cokéfiant ou évaluation du coke	9
Echantillonnage et analyse	11
Tableau I	
Graphique 1	
Graphique 2	
Bibliographie	
<u>ANNEXE I</u> : Exposé des méthodes de calcul pour la détermination de prix comparables du charbon et du coke	
I. Exemple de calcul pour la conversion en valeurs comparables de prix et de qualités différentes de <u>charbon à coke</u>	1 (Annexe I)
II. Exemple de calcul pour la conversion en valeurs comparables de prix et de qualités différentes de <u>coke de haut fourneau</u>	9 (Annexe I)
III. Exemple de calcul pour la comparaison du prix du coke d'achat et d'un coke pouvant être produit directement à partir d'un charbon à coke donné	14 (Annexe I)
<u>ANNEXE II</u> : Equations et coefficients utilisés pour les calculs	

Remarque liminaire

1. Lors de sa 57ème session du 20/21.12.1968 le Conseil des Communautés européennes a invité la Commission, en vue de la prorogation de sa décision n° 1/67 du 21 février 1967 relative aux charbons à coke et cokes destinés à la sidérurgie de la Communauté ⁽¹⁾, de lui soumettre une étude approfondie de ces produits. Cette étude a été transmise le 25 mars 1969 au Conseil et publiée dans sa "Série Energie" (n° 2) par la Commission des Communautés européennes, sous le titre "Etude sur la question des charbons à coke et cokes destinés à la sidérurgie de la Communauté".

Dans cette étude la Commission fait également état des problèmes liés à l'évaluation des différences de qualité des charbons à coke et des cokes ⁽²⁾ et exprime son intention de faire "après avoir terminé des études en cours, des propositions relatives au problème de l'évaluation des différentes qualités de charbon à coke et de coke".

2. Compte tenu des résultats de cette étude, la Commission a arrêté le 19.12.1969, sur avis conforme du Conseil statuant à l'unanimité, et après consultation du Comité consultatif, la décision 70/1/CECA relative aux charbons à coke et cokes ⁽³⁾.

D'après l'article 3, section II, Règles de Prix, de cette décision les entreprises charbonnières "sont autorisées à pratiquer, en tant que de besoin, pour leurs livraisons de charbons à coke et cokes servant à l'alimentation des hauts fourneaux de la sidérurgie de la Communauté, des rabais par rapport à leurs prix de barème". Cependant, ces rabais possibles "ne doivent pas conduire à des prix rendus pour les charbons et cokes de la Communauté inférieurs à ceux qui pourraient s'appliquer pour les charbons à coke des pays tiers et pour les cokes qui seraient fabriqués à partir des charbons à coke de pays tiers".

(1) Journal Officiel des Communautés européennes du 28.2.1967, pp. 562/67

(2) Page 47 de l'étude

(3) Journal Officiel des Communautés européennes du 6.1.1970, pp. L 2/10 à L 2/15

Afin de garantir l'application de ces dispositions de l'article 3, il est décidé à l'article 5 :

- que les prix rendus pour les charbons à coke de pays tiers sont "à calculer à partir des prix caf-ports de la Communauté pour des transactions comparables"
- que les prix rendus pour des coques de hauts fourneaux de pays tiers sont à calculer sur la base des prix caf et "de manière à couvrir intégralement le coût net de cokéfaction des cokeries livraulières";
- que la Commission fixera "des critères pour l'évaluation des différences de qualités entre les charbons à coke et les coques".

Les vendeurs et les acheteurs de charbons à coke et de coques restent libres de conclure leurs transactions sur la base des normes de qualité qui leur paraissent appropriées.

Introduction

3. On constate des différences de qualités souvent très importantes entre les charbons à coke disponibles sur le marché, différences qui sont fonction des gisements, des procédés d'extraction et de traitement, de la durée du transport et du stockage, etc. Il en est de même pour le coke produit à partir de ces charbons, dont la qualité dépend en partie - en dehors de la fôte à coke - du procédé et des conditions de cokéfaction appliqués ainsi que du traitement du coke fini (broyage, criblage, déversement et chargement).

Une comparaison de prix entre fournitures de charbons à coke et de cokes exige par conséquent une uniformité qualitative "comptable". A cet effet, il est nécessaire de recenser et d'évaluer les critères qualitatifs du charbon à coke et du coke qui présentent une importance sur le plan économique et technique.

Jusqu'ici, le calcul des différences qualitatives et leur évaluation n'ont porté en général que sur la teneur en matières volatiles et en matières inertes (eau, cendres, soufre). On sait que cette méthode d'évaluation est très peu satisfaisante, la cokéfaction de charbon d'égale teneur en matières inertes et en matières volatiles pouvant donner des qualités de coke différentes, ce qui s'explique par le fait que l'on n'a jusqu'ici tenu aucun compte de la caractéristique essentielle d'un charbon à coke, à savoir son pouvoir cokéfiant. La création de systèmes de classification internationale a été la première tentative qui a été faite pour tenir compte du pouvoir cokéfiant, mais dans la pratique, ces systèmes permettent uniquement de déterminer si un charbon ou un mélange de charbons est ou n'est pas cokéfiable en principe.

4. Il a été possible, au cours des dernières années, grâce à l'aide financière de la CECA, de se faire une idée précise des processus techniques intervenant dans la cokéfaction en four à chambre horizontale à alimentation supérieure continue et, en particulier, d'avoir une description exacte du pouvoir de cokéfaction (Bibl. 3) ⁽¹⁾. A présent il apparaît indispensable de faire appel à des connaissances pour corriger les précédents critères d'évaluation.

1) Les indications "Bibl." se rapportent à la bibliographie annexée au graphique 2.

Aussi a-t-on tenu compte dans les considérations qui suivent de toutes les corrélations jusqu'ici connues entre le charbon à coke, les conditions de cokéfaction et les caractéristiques qualitatives du coke. Pour l'instant, certains critères qualitatifs importants du coke, tels que sa granulométrie ou les qualités de résistance du coke, avec lesquels il arrive chez le consommateur ne doivent pas être pris en considération, en raison des différences de traitement que subit le coke après défournement de la chambre : nombre variable des points de transfert, hauteurs de chute variables, installations différentes de criblage etc...

Pour l'utilisation du modèle mathématique de la cokéfaction en continu de la houille, les grandeurs théoriques de comparaison qualitative, à savoir l'indice au trommel et l'abrasivité, ne doivent être considérées que comme des valeurs numériques comptables ⁽¹⁾. Elles se rapportent à un coke dit "Rampenkok" (coke de rampe), c'est-à-dire le coke éteint, stocké pour évaporation sur la rampe de la cokerie et produit à partir d'un charbon de composition granulométrique déterminée et dans des conditions de cokéfaction données (pour plus de détails, voir suite du texte).

Des écarts trop grands par rapport à la granulométrie optimale provoquent des frais supplémentaires de broyage. Par conséquent, la granulométrie d'un charbon à coke doit entrer dans l'évaluation de la qualité.

Dès que l'on disposera, sur les propriétés du coke et du charbon, de nouveaux éléments d'information permettant d'affiner encore les comparaisons qualitatives, on pourra réviser et, le cas échéant, compléter les critères actuels relatifs par exemple à l'uniformité des caractéristiques des charbons à coke et des cokes, la granulométrie du coke etc...

./.

(1) Le modèle mathématique employé pour la cokéfaction de la houille par chargement par pillotage fait actuellement l'objet de recherches scientifiques; les critères ne s'appliquent donc qu'à la cokéfaction par chargement en pilonnage.

5. Pour mieux illustrer la corrélation qui existe entre les caractéristiques qualitatives du coke et de la pâte à coke, dans la mesure où celles-ci sont importantes sur le plan technique et économique, ainsi que pour en simplifier l'évaluation, il apparaît utile de subdiviser ces caractéristiques qualitatives en quatre catégories :
- a) le pouvoir de cokéfaction qui, en même temps que la teneur en matières volatiles est déterminant pour la résistance mécanique et l'abrasivité du coke ;
 - b) la composition granulométrique ;
 - c) la teneur en matières inertes (eau, cendres, soufre) ;
 - d) la teneur en charbon à coke en matières volatiles en tant que mesure pour la production éventuelle à la fois de coke et de gaz, de goudron brut et de benzol brut par tonne de pâte à coke.

Ad a : (pouvoir cokéfiant)

L'évaluation du pouvoir cokéfiant variable du charbon à coke est devenu possible grâce au modèle mathématique employé pour la cokéfaction de la houille, pour chargement en vrac. D'après ce modèle, ce sont les caractéristiques mécaniques suivantes du coke que l'on applique pour déterminer le pouvoir cokéfiant : indice au trommel et abrasivité. Ces caractéristiques sont mises en relation, compte tenu des conditions de cokéfaction et de la composition granulométrique du charbon à coke, avec :

un indice de résistance du coke a'

et

un indice de cohésion du coke b'

Ces indices, qui servent à caractériser le charbon à coke en fonction de sa teneur en matière première, sont calculées à partir de la teneur en matières volatiles et de la courbe de dilatation tracée par le dilatomètre ou à partir d'analyses pétrographiques du charbon ou d'analyses élémentaires (Bibl. 1, 2, 3).

Ad b : (composition granulométrique)

Pour obtenir un coke de résistance maximale, il est indispensable d'avoir un charbon d'une composition granulométrique optimale (Bibl. 3). La distribution granulométrique de la pâte à coke doit correspondre autant que possible à

la composition granulométrique optimale ($100\% \geq 3,15 \text{ mm}$, $83,9\% \leq 2 \text{ mm}$, $59\% \leq 1 \text{ mm}$, $34,1\% \leq 0,5 \text{ mm}$). Tout charbon présentant un écart trop grand par rapport à cette composition doit être broyé.

Ad c : (teneur en matières inertes)

L'évaluation du coke et du charbon à coke en fonction de leur teneur en matières inertes (eau, cendres, soufre) est régie depuis longtemps par des accords de qualité, conclus dans les différents pays entre l'industrie minière et la sidérurgie. Les critères de ces accords peuvent être repus, mais à condition d'être harmonisés. Les teneurs en cendres et en soufre du charbon à coke et du coke peuvent faire l'objet d'une conversion mutuelle (Bibl. 5). La teneur en eau du coke est naturellement indépendante de la teneur en eau du charbon à coke.

Ad d : (matières volatiles)

En dehors du rendement en coke et en sous-produits de cokerie, l'évaluation économique d'un charbon à coke en fonction de sa teneur en matières volatiles dépend du prix de ces produits. Plus le produit de la vente des sous-produit de la carbonisation (gaz, goudron, benzol brut) régresse, plus élevée doit être l'évaluation du charbon accusant une teneur moindre en matières volatiles, son rendement en coke étant dès lors plus élevé et son rendement en gaz et sous-produits de carbonisation, proportionnellement plus faible.

Evaluation du charbon à coke et du cokeCharbons et cokes standards

6. Toutes les comparaisons de qualité sont effectuées sur la base d'un charbon standard ou du coke standard pouvant être obtenu à partir de ce dernier. En théorie, tout charbon (coke) ayant des caractéristiques physiques et chimiques bien définies peut servir de charbon ou de coke standard.

Dans le cas du charbon standard, on se base, pour toute comparaison qualitative, sur un charbon possédant les normes de qualité suivantes :

Teneur en eau	: 9,5 %
Teneur en cendres	: 6,9 % (sec) (= 8,75 % dans le coke)
Teneur en matières volatiles	: 26 % (sec et sans cendres) correspond à 24,31 % (sec)
Teneur en soufre	: 1,0 (sec)
Pouvoir cokéfiant	:
Résistance (1)	: 78-75 % (domaine III sur le graphique 1)
Abrasion (1)	: 8,5 - 7,5 % (domaine c sur le graphique 2)
Composition granulométrique	: 100 % \leq 10 mm

Cette qualité standard correspond approximativement à la qualité moyenne du charbon cokéfié dans la Communauté.

Le coke standard pouvant être produit à partir du charbon de cette qualité (pour des conditions de cokéfaction $K = 22 \text{ gcm}^{-1} \text{ h}^{-1}$ et une distribution granulométrique $M_s = \pm 20$) possède les caractéristiques suivantes :

Teneur en cendres	: 8,75 %
Teneur en soufre	: 0,85 % (sec)
Résistance	: 78 - 75 % (domaine III sur le graphique 1)
Abrasion	: 8,5 - 7,5 % (domaine c sur le graphique 2)

La teneur en eau (indépendante de la pâte à coke) est estimée à 5,0 %.

./.

- (1) Dans le modèle mathématique de cokéfaction (Bibl. 3), la résistance est calculée d'après 12 DIN 51712. La conversion à la recommandation 556 de l'ISO peut se faire dans les conditions suivantes :

$$-M_{40} \text{ ISO Rec 556} = 0,66722 + 0,93427 \times M_{40} \text{ DIN 51712}$$

$$-M_{40} \text{ ISO Rec 556} = 2,7509 + 0,7655 \times M_{10} \text{ DIN 51712}$$

Evaluation du charbon à coke en fonction de sa teneur en matières volatiles

7. La teneur en matières volatiles (mesurée en % de la matière sèche et sans cendres) donne la mesure du rendement en coke. A condition de respecter certaines conditions de cokéfaction, on calcule le rendement en coke, goudron brut et benzol brut ainsi qu'en gaz suivant le modèle mathématique utilisé pour la cokéfaction de la houille en four à chambre horizontale. A partir des prix applicables à chacun de ces produits de cokerie, il est possible de calculer pour chaque teneur en matières volatiles de charbon à coke, la somme des valeurs globales des produits en question.

Le tableau 1 indique le rendement en coke, gaz, goudron et benzol brut par tonne de pâte à coke en fonction de la teneur en matières volatiles pour une teneur en cendres de 6,9 % (sec) (teneur en cendres du charbon standard). Le rendement en coke est indiqué par rapport à la teneur en matières volatiles de la pâte à coke, à la fois dans la matière sèche et sans cendres, et dans la matière sèche avec une teneur en cendres de 6,9 %. En outre, il convient de tenir compte des besoins en gaz pour le chauffage des fours à coke, besoins qui s'accroissent à mesure qu'augmente la teneur en matières volatiles.

L'évaluation du charbon à coke en fonction de la granulométrie

8. Compte tenu du coût du broyage, le charbon ayant une proportion de grains de 10 à 50 mm subit un rabais pour différence de qualité de 15 cts/t, le charbon avec une proportion de grains à 50 mm un rabais au même titre de 20 cts/t.

L'évaluation du charbon à coke et du coke en fonction de sa teneur en matières inertes

9. On pourrait reprendre dans ce cas particulier les principes adoptés lors des recherches effectuées précédemment par la Haute Autorité et qui font l'objet de l'étude du 17 mai 1966, document n° 1625/1/66, ainsi que les critères d'évaluation fixés dans ladite étude (primes et pénalités en cas d'écart par rapport à une valeur limite ou une valeur standard).

Pour les écarts des teneurs en eau, cendres et soufre par rapport aux normes qualitatives du charbon standard et du coke standard, on utilise les multiplicateurs suivants :

<u>Pour le charbon</u>	Multiplicateurs par point d'écart par rapport à la valeur standard
Teneur en eau : dans le domaine < 8 %	1,0
dans le domaine 8 - 10 %	1,2
dans le domaine 10 - 12 %	1,2
dans le domaine > 12 %	1,4 (1)
Teneur en cendres : (sec)	1,8 divisé par le rendement en coke (sec) (voir colonne 4 du tableau 1)
Teneur en soufre : (sec)	5 multiplié par le facteur indiqué à la colonne 9 du tableau 1 (Bibl.5)
<u>Pour le coke</u>	Multiplicateurs par point d'écart par rapport à la valeur standard
Teneur en eau :	1,1
Teneur en cendres : (sec)	1,3
Teneur en soufre : (sec)	5

Évaluation d'après le pouvoir cokéfiant ou évaluation du coke

10. Pour produire un coke de haut fourneau, il est indispensable de disposer, suivant le modèle mathématique utilisé pour la cokéfaction de la houille, d'un charbon à coke ayant un pouvoir cokéfiant suffisant.

A partir des résultats du test dilatométrique, on obtient le pouvoir cokéfiant G d'après l'équation suivante : (2)

$$G = \frac{E + V}{2} \cdot \frac{k + d}{KV = dE}$$

dans laquelle :

E = température de ramollissement ° C
V = température de durcissement ° C
k = contraction
d = dilatation

Pour évaluer le charbon à coke, il faut en outre connaître la teneur en matières volatiles.

;/.

- (1) Les différences dans l'évaluation des domaines < 8, 8-10, 10-12, et > 12 % s'expliquent par le fait que, en dehors de la compensation des matières, il faut également compenser dans le four à coke la perte de charge due à la teneur en eau plus élevée de la pâte à coke.
- (2) Le calcul du pouvoir cokéfiant G peut également s'effectuer sur la base d'études pétrographiques (Bibl. 1)

- 10 -

Les coordonnées "indices G" et "teneur en matières volatiles" donnent sur chacun des graphiques 1 et 2 un point qui se situe dans l'un des domaines à évaluer.

11. Sur les graphiques 1 et 2, l'indice G (pouvoir cokéfiant du charbon) est porté en fonction de la teneur en matières volatiles (sec et sans cendres). Les charbons correspondant à certains domaines de résistance du coke (I à VI sur la figure 1) et à certains domaines d'abrasion du coke (a à e sur la figure 2) sont portés, sur ces graphiques, en coordonnées (valeur G ou matières volatiles).

Les charbons des domaines I à VI donnent dans des conditions de cokéfaction correspondant à $K = 22$ ⁽¹⁾ des cokes, dont l'indice au trommel et l'abrasion ont été calculés suivant la Recommandation n° 556 de l'ISC et qui ont été reportés sur le tableau suivant, colonne 1.

Remarque

Exemple : Un charbon à coke A d'indice G égal à 1,00 et dont la teneur en matières volatiles (sec et sans cendres) est égal à 25 % tombe, suivant la figure 1, dans le domaine de résistance III et suivant la figure 2 dans le domaine de l'abrasion b. Un charbon à coke B, d'indice G égal à 1,01 et dont la teneur en matières volatiles est de 30 % relève, conformément à la figure 1, du domaine de résistance IV et, conformément à la figure 2, du domaine d'abrasion c.

Les charbons de pouvoir cokéfiant $G < 0,95$ ne sont pas cokéfiables en régime d'alimentation continue seul. Ce charbon peut toutefois être mélangé avec un charbon ayant un pouvoir cokéfiant excédentaire.

Les charbons dont les coordonnées pouvoir cokéfiant/matières volatiles sont représentés par la courbe tracée en pointillé sur la figure 1 possèdent un pouvoir cokéfiant maximal. Cela signifie qu'ils donnent, lors de la cokéfaction et indépendamment des conditions de cette dernière, du coke de résistance maximale pour cette teneur en matières volatiles. Les charbons dont les coordonnées se situent au-dessus de la courbe du pouvoir cokéfiant optimal possèdent un pouvoir cokéfiant excédentaire, ceux dont les coordonnées se situent au-dessous de la courbe précitée ont un pouvoir cokéfiant insuffisant. Cela signifie que tout écart par rapport à la courbe du pouvoir cokéfiant optimal entraîne pour une teneur donnée en matières volatiles une diminution de résistance du coke.

(1) Les conditions de cokéfaction sont supposées conforme à $K = 22$ g/cm h ; à cette valeur numérique correspond un temps de carbonisation de 17 à 18 h pour une largeur moyenne de 450 mm de la chambre et une charge spécifique de 750 à 820 kg/m³. Ainsi tient-on déjà compte en partie de l'évolution vers une production de coke à des températures de marche plus élevées.

12. Pour les domaines de résistance I à VI (colonne 2) et les domaines d'abrasion a à e (colonne 2), le charbon a été évalué de la manière suivante :

Domaine de résistance Figure 1 (1)		(2)	Accroissement (+) et diminution (-) En % de la qualité du charbon standard (3)
plus de 81 %	=	I	+ 3,6
81 - 78 %	=	II	+ 1,8
78 - 75 %	=	III domaine du charbon standard	+ 0
75 - 70 %	=	IV	- 1,8
moins de 70 %	=	V	- 3,6
		VI	- 5,4
Domaine d'abrasion Figure 2			
moins de 6,5 %	=	a	+ 4,5
7,5 - 6,5 %	=	b	+ 1,5
8,5 - 7,5 %	=	c domaine du charbon standard	+ 0
10,0 - 8,5 %	=	d	- 1,5
plus de 10,0 %	=	e	- 4,5

Echantillonnage, analyse et calcul

13. Les modalités de prélèvement d'échantillons nécessaires à l'exécution d'une comparaison qualitative et les méthodes d'analyse sont fixées par des normes internationales. La contraction, la dilatation, la température de ramollissement et la température de durcissement intervenant dans le calcul de l'indice G sont mesurées au dilatomètre. Par ailleurs, la détermination de la teneur en matières volatiles et celle de l'indice G peuvent être également effectuées sur la base d'analyses pétrographiques et d'analyses élémentaires.

Pour calculer le M_{40} , M_{10} , le rendement en coke, en gaz, en goudron brut et benzol brut ainsi que la teneur en soufre du coke, on se base sur les équations et valeurs numériques figurant à l'annexe 2.

Pl. Etendit. mat. volatiles g (waf) (*)	Koks coke		Gas gaz		Rohteer goudron brut Ausbringen $\frac{t(waf)}{t(waf)}$	Benzolvorerzeugnis benzol brut $\frac{t(waf)}{t(waf)}$	Schwefel soufre Schwefel im Koks bei Schwefelge- halt in der Kohle von 1% Soufre contenu soufre dans le coke pour une teneur en soufre du charbon de 1	
	$\frac{t(waf)}{t(waf)}$	Ausbringen rendement $\frac{t(wf)}{t(wf)}$	Ausbringen rendement $\frac{m^3}{t(waf)}$	Uberschussgas gaz net $\frac{m^3}{t(waf)}$				(6)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
15,0	13,97	0,8679	0,8770	330,5	205,5	0,00893	0,00338	0,94
16,0	14,90	0,8593	0,8690	337,9	209,9	0,01128	0,00404	0,93
17,0	15,83	0,8507	0,8610	345,3	214,3	0,01363	0,00470	0,92
18,0	16,76	0,8421	0,8530	352,7	218,7	0,01597	0,00536	0,91
19,0	17,69	0,8335	0,8450	360,1	223,1	0,01832	0,00601	0,91
20,0	18,62	0,8248	0,8369	367,5	227,5	0,02067	0,00667	0,90
21,0	19,55	0,8162	0,8289	375,0	232,0	0,02302	0,00733	0,89
22,0	20,48	0,8076	0,8209	382,4	236,4	0,02537	0,00799	0,88
23,0	21,41	0,7990	0,8129	389,8	240,8	0,02771	0,00865	0,87
24,0	22,34	0,799	0,8049	397,2	245,2	0,03006	0,00931	0,87
25,0	23,28	0,7818	0,7969	404,6	257,0	0,03241	0,00996	0,86
26,0	24,21	0,7733	0,7904	412,0	257,0	0,03476	0,01062	0,85
27,0	25,14	0,7647	0,7809	419,4	257,0	0,03711	0,01128	0,84
28,0	26,07	0,7561	0,7729	426,8	268,8	0,03945	0,01194	0,83
29,0	27,00	0,7475	0,7649	434,2	273,2	0,04180	0,01260	0,83
30,0	27,93	0,7389	0,7569	441,6	277,6	0,04415	0,01326	0,82
31,0	28,86	0,7303	0,7489	449,0	282,0	0,04650	0,01391	0,84
32,0	29,79	0,7216	0,7408	456,5	286,5	0,04885	0,01457	0,80
33,0	30,72	0,7130	0,7328	463,9	290,9	0,05120	0,01523	0,79
34,0	31,65	0,7044	0,7248	471,3	295,3	0,05354	0,01589	0,79
35,0	32,59	0,6958	0,7168	478,7	299,7	0,05589	0,01655	0,78
36,0	33,52	0,6872	0,7088	486,1	304,1	0,05824	0,01720	0,77
37,0	34,45	0,6786	0,7008	493,5	308,5	0,06059	0,01786	0,76
38,0	35,38	0,6700	0,6928	500,9	312,9	0,06294	0,01852	0,76

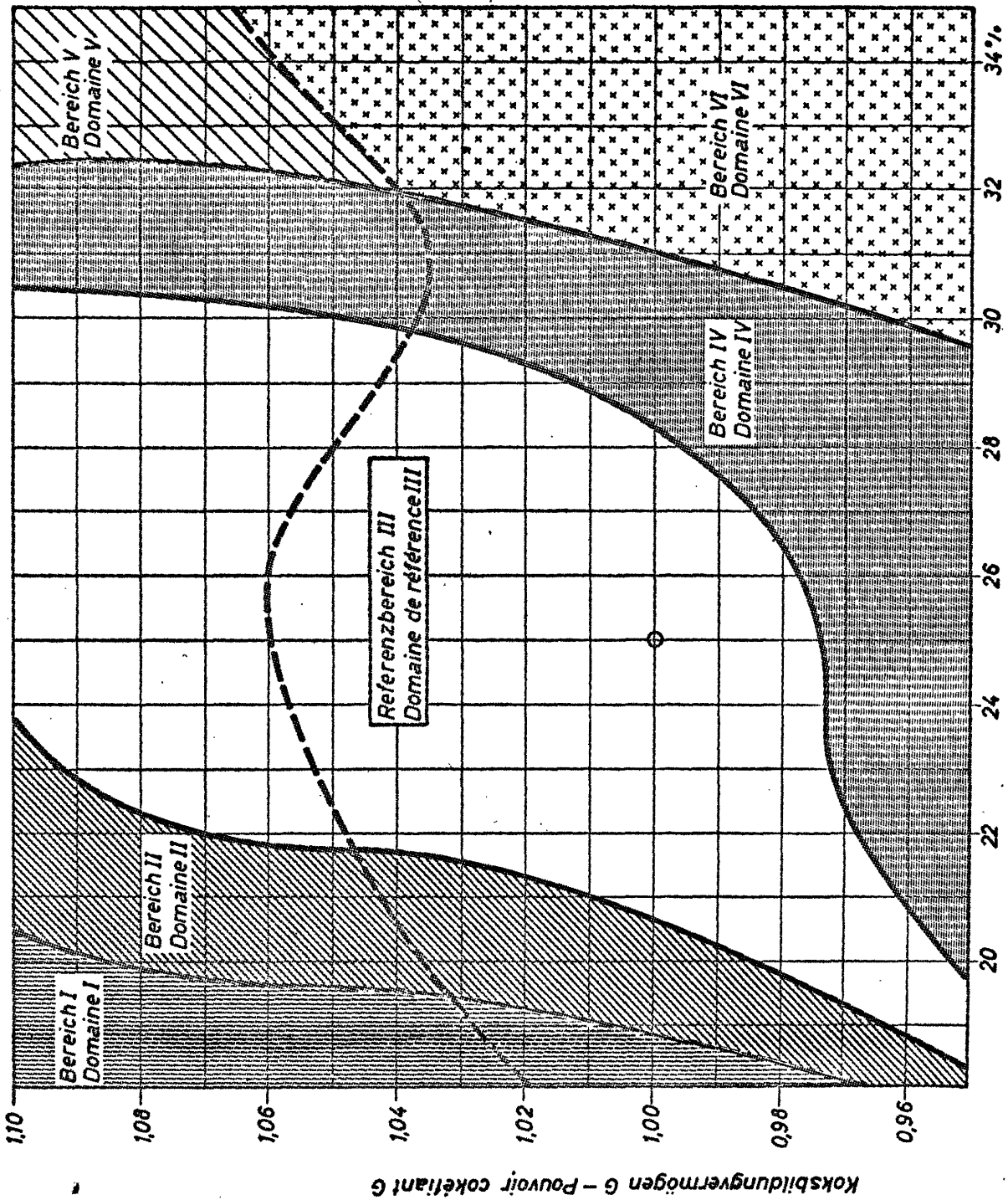
(*) waf = seo sans cendres

spezifische Aufheizgrasse
spezifische Aufheizgrasse

K = 22 g. cm⁻¹

KOKSFESTIGKEIT - RESISTANCE DU COKE

Schaubild ①
Graphique



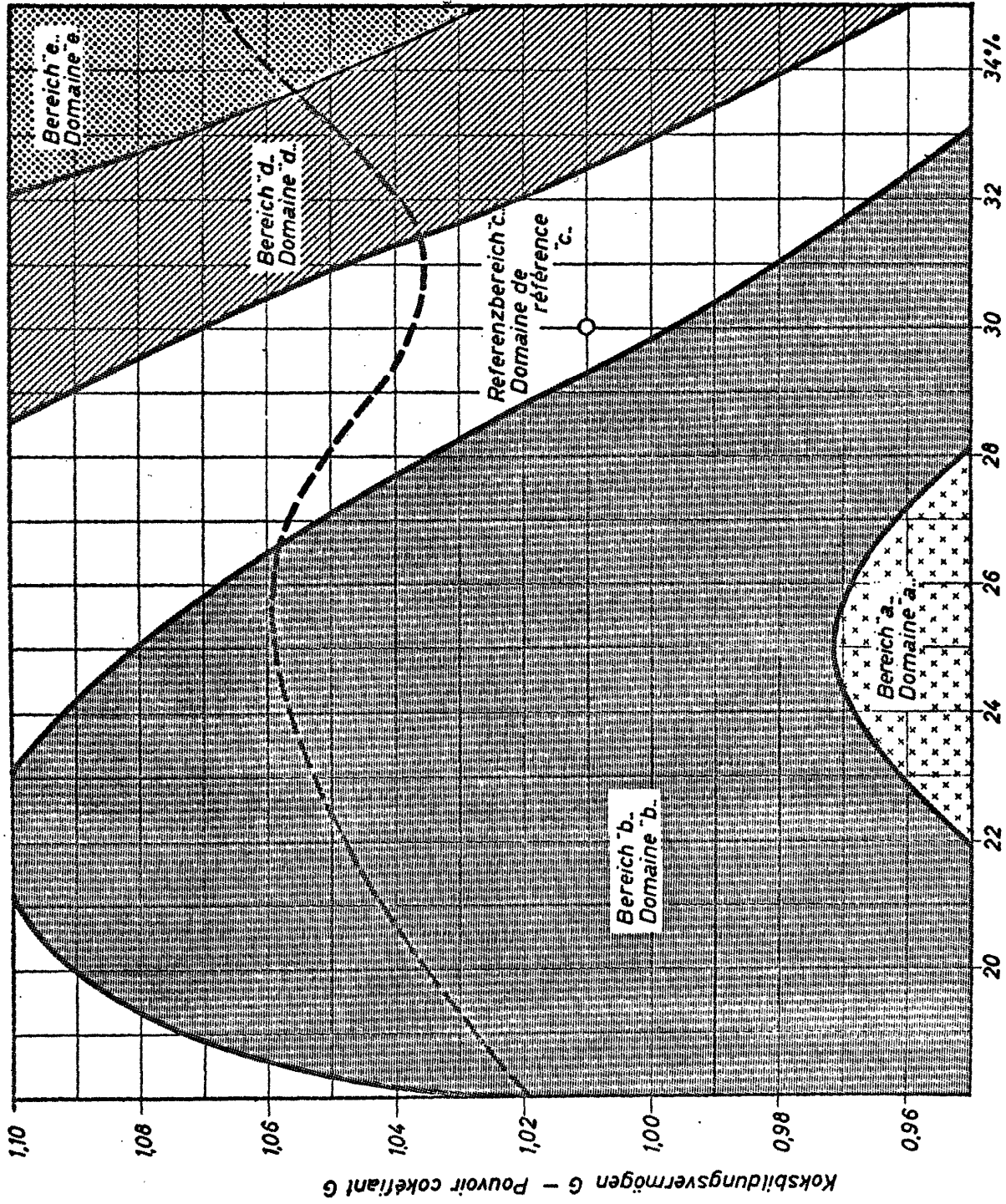
Spez. Aufheizgrösse } $K = 22g\ cm^{-1}\ h^{-1}$
 Gradient d'échauffement spéc. }
 Kornverteilung } $M_S = \pm 20$
 Granulometrie }

Fl. Best. (i.waf.) Matières volatiles (sec et sans cendres)

Koksbildungsvermögen G - Pouvoir cokéifiant G

Schaubild ②
Graphique

KOKSABRIEB — ABRASION DU COKE



spez. Aufheizgröße } $K=22\text{cm}^{-1}\text{h}^{-1}$
Gradient d'échauffement spéc. }
Kornverteilung } $M_S=20$
Granulométrie }

Fl. Best.(i.waf.) Matières volatiles (sec et sans cendres)

BIBLIOGRAPHIE

1. Machowsky, M. Th. et Simonis, W.
Die Kennzeichnung von Koks kohlen für die mathematische Beschreibung der Hochtemperaturverkokung im Horizontalkammerofen bei Schüttbetrieb durch Ergebnisse mikroskopischer Analysen.
Glückauf-Forschungshefte 30 (1969) H.1, p. 15/37.
2. Simonis, W. et Gnuschke, G.
Zur Vorausberechnung des Koksabriebs M_{10} bei der Hochtemperaturverkokung von Steinkohle im Horizontalkammerofen¹⁰ bei Schüttbetrieb.
Glückauf-Forschungshefte 29 (1968) H. 4, p. 205/07.
3. Simonis, W.
Mathematische Beschreibung der Hochtemperaturverkokung von Koks kohle im Horizontalkammerofen bei Schüttbetrieb.
Glückauf-Forschungshefte 29 (1968) H. 3, p. 103/19.
4. Simonis, W.
Ein Operator für das Verhalten der Kohle bei der Pyrolyse.
Glückauf-Forschungshefte 29 (1968) H. 6 p. 291/94.
5. Ernst, H., Gnuschke, G., Hofherr K., Simonis, W. :
Der Zusammenhang zwischen dem Anteil an Schwefel in der Koks kohle, den den Verkokungsbedingungen und dem Anteil an Schwefel im Steinkohlenkoks bei der Hochtemperaturverkokung im Horizontalkammerofen bei Schüttbetrieb.
Glückauf-Forschungshefte 30 (1969)
6. Stankevich, A.S.
Method of predicting the coking qualities of coal charges on the basis of the genetic properties of the coal.
Koks i Chimija, N° 4, 1967.
7. Formin, A.P. Gryaznov, N.S. Lazovsky, I.M. Mochalov, R.V.
Method of predicting the optimum crushing size of coal charges for coking purposes.
Koks i Chimija, N° 4, 1968.
8. Gomez, M., Walters, J.G. and Gayle, J.B.
The effect of carbonizing conditions and coal properties of coke size and strength parameters.
US-Bureau of Mines Report of Investigations, 7024, 1967, 34 pp.

9. Thompson, Richard, R. and Benedict, Louis, G.
Accomplishments and Limitations of Petrographic Methods of Coal AIME Proceedings, vol. 26, 1967, pp. 91-97.
10. Gluschchenko, I.M. Timofeev, A.F., Zinchenko, E.M. Iskhakov, Kh. A. Melnichuk, A. Yu.
The use of petrographic methods for the preparation of coal charges and the prediction of coke quality.
Koks i Chimija, N° 8, 1966.
11. British Coke Research Association, Coke Research Report 32, 1965.
12. British Coke Research Association, Coke Research Report 30, 1964.
13. Ammosov, I.I. Eremin, I.V. Pakh, E.M. Boev, A.I.
Petrographic studies and the prediction of the coking properties of coals.
The Exploration and Conservation of Mineral Deposits, N° 12, 1961.
14. Taitz, E.M.
The properties of bituminous coals and the coking process.
Metallugizdat, 1961.
15. Eromin, I.V.
The petrographic characteristics of coals and their use in the coking industry.
Publications of the Mineral Fuels Institute, Academy of Sciences of the URSS, vol. VIII, 1959.
16. Taitz, E.M.
The coking process and the prediction of coke quality.
Koks i Chimija, N° 3, 1958.
17. Ammosov, I.I., Eremin, I.V., Sukchenko, S.I. Osburkova, L.S.
Calculation of coke charges on the basis of the petrographic properties of the coals uses.
Publications of the Mineral Fuels Institute, Academy of Sciences of the USSR, vol. VIII, 1959.
18. Shapiro, N., Gray, R.J. and Eusner, G.R.
Recent Developments in Coal Petrography
AIME Blast Furnace, Coke Oven and Raw Materials Proceedings, vol. 20, pp. 89 - 109.
19. Harrison, J.A.
Effect of High-Carbon Components and other Additives on Cokes
1960, III. State Geol. Survey Circ. 289, 30 p. 16 figs.

ANNEXE I

EXPOSE DES METHODES DE CALCUL POUR LA
DETERMINATION DE PRIX COMPARABLES DU CHARBON ET DU COKE

- I. Exemple de calcul destiné à corriger et ramener à des valeurs comparables des prix et des qualités différents de charbon à coke.
1. On se propose de comparer deux qualités de charbon à coke ayant les caractéristiques et les prix suivants : (1)

	<u>CHARBON A</u>	<u>CHARBON B</u>
<u>Caractéristiques qualitatives</u>		
Matières volatiles (sec et sans cendres)	27,0 %	24,0 %
Teneur en cendres (sec)	7,0 %	6,0 %
Teneur en eau	9,0 %	5,0 %
Teneur en soufre (sec)	1,1 %	0,9 %
Pouvoir cokéfiant (G)	1,06 %	0,97
Prix UC/t	18,-	15,-

2. La détermination de la qualité du charbon à coke se fait par prélèvement d'échantillons et études en laboratoire, selon des normes généralement admises.

Les prix représentent des prix franco-cokerie et incluent par conséquent les frais de transport. La conversion des monnaies nationales en unités de compte est effectuée sur la base des parités officielles ; à cet effet sont applicables à partir du 1.1.1970 les parités suivantes :

$$\begin{aligned}
 1 \text{ UC} &= 3,56 \text{ DM} \\
 &= 50,00 \text{ FB} \\
 &= 5,554 \text{ FF} \\
 &= 3,62 \text{ hfl.} \\
 &= 625,00 \text{ Lit}
 \end{aligned}$$

3. Il ressort des prix susmentionnés (18 ou 15 UC/t) une différence de 3 UC/t. Cette différence n'est toutefois pas représentative de la

./.

- (1) Il s'agira dans les deux cas de fines pouvant être cokéfiées sans traitement ultérieur (par exemple broyage). Si le broyage est nécessaire, il y a lieu de prévoir les frais suivants :
 (voir texte page 7)

pour une granulométrie 10 - 50 mm = 0,15 UC/t
 pour une granulométrie > 50 mm = 0,20 UC/t

situation concurrentielle entre le charbon A et le charbon B, étant donné que cette différence se rapporte à des prix correspondant à des qualités non comparables (puisque différentes).

4. Il serait possible en principe de comparer directement les qualités différentes de charbon, en partant par exemple de l'une des deux qualités mentionnées. Comme il existe toutefois dans la pratique de nombreuses qualités de charbon qui pourraient être utilisées comme base d'appréciation il convient d'adopter une qualité standard de charbon à coke pouvant servir de paramètre pour l'évaluation des qualités des autres charbons. Le fait de pouvoir rapporter toutes les qualités à un critère de quantité généralement reconnu (charbon standard) garanti l'uniformité des calculs.

On attribue au charbon standard - comme il est exposé à la page 6 du document - les caractéristiques qualitatives suivantes :

Matières volatiles	26 %	(sec et sans cendres)
Teneur en cendres	6,9 %	(sec)
Teneur en eau	9,5 %	
Teneur en soufre	1,0 %	(sec)
Pouvoir cokéfiant :		
Résistance		Domaine III (voir graphique 1)
Abrasion		Domaine c (voir graphique 2)

5. Le tableau A de l'annexe expose schématiquement les calculs nécessaires à l'évaluation des différences qualitatives des charbons à coke. Pour l'élaboration de la méthode de calcul, nous donnerons les indications suivantes :

5.1 Les caractéristiques de qualité du charbon standard ainsi que du charbon A et B figurent dans les colonnes 1, 2 et 6 du tableau A ;

5.2. Dans les colonnes 3 et 7 sont indiquées les différences de qualité des charbons A et B par rapport à la qualité standard. On obtient ces chiffres par simple formation de la différence; c'est-à-dire que toutes les différences qui représentent des écarts se situant au-dessous de la qualité standard sont affectés du signe + (qualité supérieure), alors que celle qui représentent des écarts se situant au-dessus sont affectées du signe - (qualité inférieure).

Les écarts par rapport à la résistance et à l'abrasion standard ne figurent pas dans les colonnes 3 et 7, mais ont été reportés directement dans les colonnes 5 et 9 (évaluation directe de la différence de qualité).

5.3. Les colonnes 4 et 8 indiquent les coefficients d'évaluation par point de différence. Ces facteurs sont indispensables, car les caractéristiques ou différences de qualité ont un "poids" (importance) variable. Le calcul des coefficients d'évaluation appelle les explications suivantes :

5.3.1. Matières volatiles

Lorsqu'on évalue les différences de teneur en matières volatiles, on part du principe que les cokeries tirent un profit plus élevé de leurs produits en utilisant des charbons à basse plutôt que du charbon à haute teneur en matières volatiles. Cela découle du fait que, le produit spécifique (1) de la vente du coke est plus élevé que lorsqu'il s'agit de sous-produits de cokerie.

Compte tenu de ce qui précède, les facteurs d'évaluation correspondant à des teneurs variables en matières volatiles sont calculés comme suit :

- on calcule sur les tableaux 1 figurant dans le texte le rendement quantitatif en coke, gaz, goudron brut et benzol

./.

(1) rapporté au pouvoir calorifique ;

brut par tonne de pâte à coke compte tenu des différentes teneurs en matières volatiles, c'est-à-dire qu'on relève dans le tableau 1. les valeurs numériques correspondantes pour le charbon standard :

	<u>Charbon B</u>	<u>Charbon standard</u>	<u>Charbon A</u>
Matières volatiles (sec et sans sèdres)	24	26	27
Rendement en coke	0,7905	0,7732	0,7646
Rendement en gaz	397,2	412,0	419,4
Rendement en goudron brut	0,03005	0,03476	0,03711
Rendement en benzol brut	0,00931	0,01062	0,01128

- Les différentes quantités de coke, gaz, goudron brut et benzol brut obtenues sont évaluées sur la base du produit moyen des ventes effectuées au cours d'une période la plus proche possible (trimestre, année précédente), par référence à la situation des prix particuliers à la cokerie à laquelle il incombe d'opter pour l'utilisation du charbon A ou pour l'utilisation du charbon B.

En ce qui concerne l'exemple de calcul du tableau A, nous avons adopté pour les produits de cokerie les prix suivants :

Coke : 26,60 UC/t
 Gaz : 0,01 UC/m³
 Goudron brut : 19,95 UC/t
 Benzol brut : 37,15 UC/t

On obtient par conséquent les valeurs globales suivantes par tonne de pâte à coke pour les produits de cokerie : (y compris le gaz de chauffage)

24 % de matières volatiles (charbon B) = 25,94 UC
 26 % de matières volatiles (charbon standard) = 25,78 UC
 27 % de matières volatiles (charbon A) = 25,69 UC

./.

- Les valeurs ci-dessus donnent, par le calcul suivant, les coefficients d'évaluation applicables aux différences de teneur en matières volatiles :

$$\frac{\text{Charbon A}}{\text{Charbon standard}} = \frac{25,69}{25,78} = 0,3 \text{ \% par point de différence en matières volatiles}$$

$$\frac{\text{Charbon B}}{\text{Charbon standard}} = \frac{25,94}{25,78} = 0,6 \text{ \% pour deux points de différence en matières volatiles, soit } 0,3\% \text{ par point.}$$

Chaque point de différence en matières volatiles doit donc, aussi bien dans le cas du charbon A que dans le cas du charbon B, être affecté d'un coefficient de 0,3 (voir tableau A).

5.3.2. Teneur en cendres

Pour évaluer les cendres dans le coke, on utilise un facteur 1,8. Pour évaluer la teneur en cendres du charbon, ce facteur doit être divisé par le rendement en coke. :

$$\text{pour le charbon A : } \frac{1,8}{0,7646} = 2,35$$

$$\text{pour le charbon B : } \frac{1,8}{0,7905} = 2,28$$

5.3.3. Teneur en eau

Pour une teneur en eau comprise entre 8 et 10 % (charbon A : 9 %), le coefficient d'évaluation unitaire est de 1,1. Dans le cas du charbon B (5 % de teneur en eau), 3 % doivent être affectés du coefficient 1,0 et 1,5 % du coefficient 1,1 (voir texte page 9) ; on obtient de la sorte, pour le charbon B, un coefficient global de 1,033 (moyenne pondérée).

./.

5.3.4. Soufre

Pour évaluer la teneur en soufre, on utilise le coefficient 5 dans le coke. Etant donné qu'à 1 % de soufre dans le charbon correspond une teneur en soufre du coke à relever dans la colonne 9 du tableau 1, il faut multiplier par ces teneurs le coefficient 5 rapporté au coke, pour évaluer la teneur en soufre du charbon. On obtient alors les coefficients d'évaluation suivants :

	<u>Charbon B</u>	<u>Charbon standard</u>	<u>Charbon A</u>
Matières volatiles (sec et sans cendres)	24	26	27
Coke	0,87	0,85	0,84
Coefficient	4,35	4,25	4,20

5.3.5. Résistance

Avec une teneur de 27 % en matières volatiles et un indice G de 1,06 (voir tableau A), le charbon A, conformément au graphique 1, doit être rangé dans le domaine III où figure également le charbon standard. Le charbon A n'accuse donc, par rapport au charbon standard, aucune différence de qualité en ce qui concerne la résistance.

Avec une teneur en matières volatiles de 24 % et un indice G de 0,97 (voir tableau A), le charbon B, suivant le graphique 1, doit figurer dans le domaine IV. D'après l'échelle des valeurs figurant à la page 10 du texte, il s'ensuit que, par rapport au charbon standard (domaine III), le charbon B doit être affecté d'un coefficient de dépréciation de 1,8 %.

5.3.6. Abrasion

Avec une teneur en matières volatiles de 27 % et un indice G de 1,06, le charbon A, conformément au graphique 2, doit être rangé dans le domaine 0, où figure également le charbon standard. Le charbon A, n'accuse donc, par rapport au charbon standard, aucune différence de qualité en ce qui concerne l'abrasion.

Avec une teneur en matières volatiles de 24 % un indice G de 0,97 (voir tableau A), le charbon B, conformément au graphique 2, doit figurer dans le domaine b. Suivant l'échelle de valeurs figurant à la page 11 du texte il s'ensuit que par rapport au charbon standard, le charbon B, doit être affecté d'un coefficient de majoration de 1,5 %.

- 5.4. Il y a lieu d'appliquer, dans la suite des calculs, les coefficients d'évaluation aux écarts par rapport à la qualité standard (multiplication), de sorte que les valeurs des différences de qualité résultent des colonnes 5 ou 9 du tableau A.

On procède alors, compte tenu des signes, à la totalisation des valeurs des différences de qualité. Le bilan global s'établit ainsi.

pour le charbon A	- 0,41 %
pour le charbon B	+ 7,44 %

Ces chiffres représentant le taux d'écart des qualités du charbon A ou B par rapport au charbon standard.

- 5.5. Le prix d'ajustement du charbon A ainsi que la différence de prix corrigée entre le charbon A et le charbon B sont calculés comme suit :

Pour obtenir un résultat précis et pour éviter toute incertitude quant à la manière d'introduire dans le calcul des prix d'ajustement les signes + ou - (1) calculés à partir des différences d'évaluation (2), les deux types de charbon (A et B) doivent être rapportés au charbon standard.

./.

(1) Selon le cas, les signes peuvent être soit + et -, soit + et +, soit - et -.

(2) Différence d'évaluation globale (voir tableau A)

Dans le calcul, les qualités inférieures (signe -) doivent être corrigées par un coefficient de majoration (1) et les qualités supérieures (signe +) par un coefficient de dépréciation (2). Rapporté à la qualité standard le prix, corrigé de l'influence de la qualité, devient :

pour le charbon A : 18,07 UC/t

pour le charbon B : 13,88 UC/t

Ces deux prix représentent un résultat comptable intermédiaire.

Ils permettent de calculer la différence de prix corrigée recherchée entre A et B : à savoir 4,19 UC/t qui, soustraite de 18,- UC/t, donne le prix d'ajustement de 13,81 UC/t pour le charbon A. Le prix comparable (du point de vue de la qualité) pour le charbon B est de 15,- UC/t.

Sur cette différence de prix corrigée, 3,- UC/t vont à la différence de prix initiale et 1,19 UC/t à la différence de qualité.

./.

(1) Le multiplicateur pour le calcul du prix corrigé du charbon A est 1,0041

(2) Le multiplicateur pour le calcul du prix corrigé du charbon B est 0,9256

Tableau schématique de l'évaluation de la qualité dans le cas du charbon

Caractérist. de qualité	C H A R B O N A				C H A R B O N B				
	Qualité	Différence par rapp. à la qualité standard (points)	Coefficient d'évaluat. par point de différence	Différence de qualit.	Qualité	Différence par rapp. à la qualité standard (points)	Coefficient d'évaluation par point de différence	Différence de qual.	
	%	%		%	%	%		%	
Matières volatiles (sec et sans cendres)	26,0	- 1,0	0,3	- 0,30	24	+ 2	0,3	+ 0,60	
Cendres (sec)	6,9	- 0,1	2,35	- 0,24	6	+ 0,9	2,28	+ 2,05	
Eau	9,5	+ 0,5	1,1	+ 0,55	5	+ 4,5	1,033	+ 4,65	
Soufre (sec)	1,0	- 0,1	4,20	- 0,42	0,9	+ 0,1	4,35	+ 0,44	
Pouvoir cokéfiant (G)	-				0,97				
Résistance	Dom. III	xx	xx	xx	Dom. IV	xx	xx	- 1,80	
Abraison	Domaine c	xx	xx	0	Domaine b	xx	xx	+ 1,50	
Diff. d'évaluation globale :				- 0,41	Diff. d'évaluation globale :				+ 7,44
Prix franco				18,- UC/t	Prix franco				15,- UC/t
Différence de prix non corrigée :					Différence de prix non corrigée :				
Prix franco corrigé de l'influence de la qualité et rapporté à la qualité standard :				18,07 UC/t	Prix franco corrigé de l'influence de la qualité et rapporté à la qualité standard :				13,88 UC/t
Différence de prix corrigée :				4,19 UC/t	Différence de prix corrigée :				4,19 UC/t
Prix de vente du charbon A en cas d'alignement sur le prix du charbon B :				13,81 UC/t	Prix de vente du charbon B en cas d'alignement sur le prix du charbon A :				13,81 UC/t

ANNEXE

II. Exemple de calcul destiné à ramener à des valeurs comparables des prix et des qualités différents de coke de haut fourneau

1. On suppose que l'on doit comparer deux qualités de coke ayant les caractéristiques et les prix suivants :

	<u>COKE A</u>		<u>COKE B</u>	
<u>Caractéristiques de qualité</u>				
Teneur en cendres (sec)	9,5	%	8,0	%
Teneur en eau	5,5	%	5,0	%
Teneur en soufre (sec)	0,8	%	1,0	%
Résistance du "coke de rampe" (coke déchargé sur rampe)	75 - 70	$\frac{1}{2}$	81 - 78	%
	10 - 8,5	%	7,5 - 6,5	%
Abrasion du "coke de rampe"				
<hr/> Prix UC/t	24,-		24,50	

2. Pour déterminer la qualité du coke, on procède par échantillonnages et études en laboratoire suivant des normes généralement reconnues. Les caractéristiques de qualité indiquées pour le coke ne sont que de simples hypothèses et ne découlent pas des qualités de charbon indiquées à la page 1 de l'annexe.

Les prix sont des prix franco haut fourneau et incluent par conséquent les frais de transport. La conversion des unités monétaires nationales en unités de compte (UC) est effectuée sur la base des parités indiquées à la page 1 de l'Annexe.

3. Les prix indiqués ci-dessus font apparaître une différence de 0,50 UC/t en faveur du coke A. Cette différence n'est toutefois pas représentative de la situation concurrentielle qui existe entre le coke A et le coke B, car elle se rapporte à des prix correspondant à des qualités non comparables (parce que différentes).
4. Par analogie avec la méthode de calcul appliquée pour le charbon, on détermine également pour le coke de haut fourneau une qualité standard destinée à servir de référence pour toutes les autres qualités de coke. Ainsi assure-t-on l'uniformité et la précision des calculs pour tous les cas que l'on rencontre dans la pratique.

ANNEXE 1

Au coke standard sont affectées - comme il ressort de la page 6 du texte - les caractéristiques de qualité suivantes :

Teneur en cendres (sec)	8,75 %
Teneur en eau	5,0 %
Teneur en soufre (sec)	0,85 %
Résistance (1)	78 - 75 % (domaine III sur le graph. 1)
Abrasion (1)	8,5 - 7,5 % (domaine c sur le graph. 2)

5. Le tableau B de l'Annexe donne un aperçu schématique des calculs nécessaires à l'évaluation des différences de qualité du coke de haut fourneau.

A propos de l'élaboration de la méthode de calcul, il y a lieu d'indiquer ce qui suit :

5.1. Les caractéristiques de qualité du coke standard ainsi que des cokes A et B sont réparties dans les colonnes 1, 2 et 6 du tableau B.

5.2. Dans les colonnes 3 et 7 sont indiquées les différences de qualité du coke A et du coke B par rapport à la qualité standard. Les chiffres sont calculés par simple formation de différence, on affectant du signe + (qualité supérieure) toutes les différences représentant les écarts se situant au dessous de la qualité standard, et du signe - (qualité inférieure) toutes les différences représentant des écarts si situant au-dessus de la qualité standard.

Les écarts de résistance et d'abrasion ne figurent pas dans les colonnes 3 et 7, mais ils ont été directement reportés dans les colonnes 5 et 9 (évaluation directe de la différence de qualité).

5.3. Les colonnes 4 et 8 contiennent les coefficients d'évaluation par point de différence. Le calcul de ces coefficients appelle les explications suivantes :

5.3.1. Teneur en cendres

L'évaluation se fait avec le facteur 1,8.

5.3.2. Teneur en eau

L'évaluation se fait avec le facteur 1,1.

(1) Du "coke de rampe".

ANNEXE 1

5.3.3. Teneur en soufre

Coefficient d'évaluation : 5

5.3.4. Résistance ("coke de rampe")

En ce qui concerne la résistance, l'évaluation des différences de qualité des cokes A et B par rapport au coke standard est exposé à la page II du texte.

	<u>Résistance</u>	<u>Domaine</u>
Coke standard	78 - 75 %	III
Coke A	75 - 70 %	IV = Dépréciation pour qualité non conforme = - 1,8 %
Coke B	81 - 78 %	II = Majoration pour qualité supérieure = + 1,8 %

5.3.5. Abrasion ("coke de rampe")

En ce qui concerne l'abrasion, l'évaluation des différences de qualité des cokes A et B par rapport au coke standard est exposée à la page II du texte.

	<u>Abrasion</u>	<u>Domaine</u>
Coke standard	8,5 - 7,5 %	c
Coke A	10,0 - 8,5 %	d = Dépréciation pour qualité non conforme = - 1,5 %
Coke B	7,5 - 6,6 %	b = Majoration pour qualité supérieure = + 1,5 %

5.4. Dans la suite des calculs, les coefficients d'évaluation doivent dès lors s'appliquer aux différences par rapport à la quantité standard (multiplication), de sorte que les différences de qualité résultent des colonnes 5 au 9 du tableau B.

On procède ensuite, en tenant compte des signes, à la totalisation des valeurs des différences de qualité. Le bilan global s'établit ainsi :

pour le coke A	- 4,95 %
pour le coke B	+ 3,90 %

ANNEXE 1

ces chiffres représentant le taux d'écart des qualités du coke A et du coke B par rapport au coke standard.

- 5.5. Le prix d'ajustement du coke A ainsi que la différence de prix corrigée entre le coke A et le coke B sont calculés comme suit :

Pour obtenir un résultat précis et pour éviter toute incertitude quant à la manière d'introduire dans le calcul des prix d'ajustement, les signes + ou - (1) calculés à partir des différences d'évaluation (2), le coke A et le coke B doivent être rapportés au coke standard.

Dans le calcul, les qualités inférieures (signe -) doivent être corrigées par un coefficient de majoration (3), et les qualités supérieures (signe +) par un coefficient de dépréciation (4). Rapporté à la qualité standard, le prix, corrigé de l'influence de la qualité, devient :

pour le coke A : 25,19 UC/t

pour le coke B : 23,54 UC/t

Ces deux prix représentent un résultat intermédiaire comptable.

Ils permettent de calculer la différence de prix corrigée recherchée entre les coques A et B, à savoir -1,65 UC/t qui, soustraite de 24 UC/t (coke A), donne le prix d'ajustement de 22,35 UC/t pour le coke A, en cas d'alignement sur le prix du coke B. Le prix comparable (du point de vue de la qualité) pour le coke B est de 24,50 UC/t. L'écart de prix se chiffre à 2,15 UC/t.

(1) Selon le cas, les signes peuvent être soit + et -, soit + et +, soit - et -.

(2) Différence d'évaluation globale (voir tableau B)

(3) Le multiplicateur pour le calcul du prix corrigé du coke A est 1,0495.

(4) Le multiplicateur pour le calcul du prix corrigé du coke B est 0,9610.

ANNEXE 1

La différence de prix initiale non corrigée de 0,50 UC/t en faveur du coke A s'est transformée, lors des conversions, en une différence de prix corrigée de 1,65 UC/t au détriment de ce même coke A. La modification globale de la différence de prix initiale se chiffre à 2,15 UC/t et est imputable à la différence de qualité entre le coke A et le coke B.

Tableau schématique de l'évaluation des différences de qualité dans le cadre du coke
Tableau B

Caractéristiques de qualité	Coke standard	C O K E A				C O K E B					
		Qualité	Différence par rapp. à la qual. standard (points)	Coefficient d'évaluation par point de différence	Différence de qual.	Qualité	Différence par rapp. à la qual. standard (points)	Coefficient d'évaluation par point de différence	Différence de qual.		
		%	%	%	%	%	%	%	%		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Condres(sec)	8,75	9,5	- 0,75	1,8	- 1,35	8,0	+ 0,75	+ 1,8	+ 1,35		
Eau	5,0	5,5	- 0,5	1,1	- 0,55	5,0	0	1,1	0		
Soufre(sec)	0,85	0,8	+ 0,05	5	+ 0,25	1,0	- 0,15	5	- 0,75		
Résistance	78 - 75	75 - 70	xx	xx	- 1,80	81 - 78	xx	xx	+ 1,80		
Abraison	8,5 - 7,5	10 - 8,5	xx	xx	- 1,50	7,5 - 6,5	xx	xx	+ 1,50		
		Diff. d'évaluation globale : - 4,95				Diff. d'évaluation globale : + 3,90					
		Prix franco : 24,- UC/t				Prix franco : 24,50 UC/t					
		Différence de prix non corrigée : + 0,50 UC/t									
		Prix franco corrigé de l'influence de la qualité et rapporté à la qualité standard : 25,19 UC/t				Prix franco corrigé de l'influence de la qualité et rapporté à la qualité standard : 23,54 UC/t					
		Différence de prix corrigée : - 1,65 UC/t									
		Prix de vente du coke A en cas d'alignement sur le prix du coke B: 22,35 UC/t									

ANNEXE I

III. Exemple de calcul comparatif du prix du coke d'achat et d'un coke produit directement à partir d'un charbon à coke donné

1. Dans cet exemple de calcul, on suppose qu'une usine sidérurgique s'approvisionne en coke de haut fourneau et qu'il est nécessaire en l'occurrence de procéder à un alignement du prix du coke sur le prix d'un coke pouvant être fictivement produit à partir d'un charbon d'importation.

Dans ce cas le problème consiste à comparer un prix donné du coke d'achat à un prix de revient théorique du coke de production propre, calculé sur la base d'un prix donné du charbon à coke.

2. Dans les colonnes 1 et 2 du tableau C sont indiquées les caractéristiques de qualité supposées du coke d'achat (coke C) et du charbon à coke offert.

La conversion du charbon à coke en coke donne également, compte tenu de la qualité du charbon, une qualité donnée de coke (voir coke D, colonne 3, du tableau C).

La qualité de coke (coke D) dérivée de la qualité de charbon est calculée comme suit :

- Cendres :

La teneur en cendres du charbon (6,4 %) est divisée par le rendement en coke ⁽¹⁾ (sec/sec) (0,7489); on obtient ainsi une teneur en cendres dans le coke de 8,55 %.

- Eau :

La teneur en eau du coke D est indépendante de la cokéfaction; la valeur utilisée est la même que pour le coke C (3,8 %).

- Soufre :

La teneur en soufre du charbon (0,8 %) doit être multipliée par 0,81 ⁽²⁾; selon équitation (7) on obtient ainsi une teneur de soufre dans le coke de 0,59 %.

(1) Voir tableau 1 du texte; rendement en coke sec/sec pour une teneur en matières volatiles de 31 %: 0,7489 t/t.

(2) voir Annexe page 6, point 5.3.4.

ANNEXE 1

- pouvoir cokéfiant :

L'indice G du charbon est supposé égal à 0,97. Pour une teneur de 31 % de matières volatiles dans le charbon et un indice G de 0,97, la résistance du coke D suivant le graphique 1 ou 2 - est évaluée à 70 % (domaine VI) et l'abrasion à 7,5 - 6,5 % (domaine b).

3. La qualité ainsi calculée, du coke (D) de production propre (théorique) est différente de celle du coke d'achat (C). Pour évaluer les différences de qualité, il convient de se référer au coke standard (voir tableau B, colonne 1). Les calculs nécessaires en l'occurrence (comparaison de prix du coke) sont en principe les mêmes que les calculs exposés aux pages 9 - 13 de la présente Annexe. Nous ne reviendrons donc pas ici sur la méthode en question. Les résultats figurent dans les colonnes 4 et 5 du tableau C.
4. On suppose que le coke d'achat (C) est offert à un prix franco ⁽¹⁾ de 24,- UC/t et le charbon à coke à un prix franco ⁽²⁾ de 18,- UC/t. Le problème consiste dès lors à évaluer le montant du prix de revient par tonne du coke (D), en tenant compte de la qualité figurant à la colonne 3 du tableau C, c'est-à-dire sans correction de ladite qualité.

Pour le calcul du prix de revient du coke (D), on suppose en principe que la cokerie fournisseur doit parvenir à couvrir l'intégralité de ses frais (frais de cokéfaction, y compris amortissement et service du capital). Si les frais de cokéfaction ainsi calculés sont, par exemple, 5,- UC par tonne de pâte de coke (y compris gaz de chauffage), on obtient par tonne de pâte à coke :

pâte à coke (1) t	18,- UC
frais de cokéfaction	5,- UC
	<hr/>
Total	23,- UC
	<hr/> <hr/>

(1) Prix haut fourneau

(2) Prix cokerie

Dans le tableau 1 du texte on note que, pour une teneur de la pâte à coke en matières volatiles de 31 % on obtient le rendement suivant en produits de cokerie (par tonne de pâte à coke)

		Prix supposé des sous-produits de cokeries (2)
Coke (sec/sec)	748,9	
Gaz (1)	449,0 m ³	0,01 UC/m ³
Goudron brut	46,50 kg	19,95 UC/t
Benzol	13,91 kg	37,15 UC/t

En évaluant les quantités de gaz, goudron brut et de benzol sur la base des prix précités, on obtient pour ces produits une valeur globale de 5,93 UC/t de pâte à coke. Pour un coût global en cokerie de 23,- UC/t de pâte à coke, la part du prix du coke (748,9 kg) sera donc de 17,07 UC. Rapporté à 1.000 kg de coke, le prix de revient (couverture de l'intégralité du coût) du coke D s'établit à 22,79 UC/t (voir tableau C). Selon le cas, on ajoutera à ce moment une majoration pour frais de transport du coke D de la cokerie aux hauts fourneaux. Dans cet exemple de calcul, on a toutefois fait abstraction de cette majoration.

5. Pour les autres calculs de prix, on suit la même méthode que celle qui est exposée à la page 11 de l'Annexe (point 5.5.), c'est-à-dire que les deux qualités du coke C et du coke D sont rapportées au coke standard (3) et comparées entre elles sur cette base.

Par suite des qualités différentes du coke C et du coke D, le décalage initial de prix (1,21 UC/t) est tombé à 0,63 UC/t de coke. La différence de 0,58 UC/t est imputable au fait que la qualité du coke D est inférieure à celle du coke C.

L'alignement du prix du coke d'achat C sur le prix de revient du coke D donne un prix de vente de 23,37 UC/t pour le coke C. Par suite de sa qualité plus élevée le coke d'achat C peut donc être offert à un prix supérieur de 0,58 UC/t au prix de revient théorique du coke D (22,79 UC/t).

(1) Rendement global en gaz

(2) Les prix indiqués correspondent à ceux de la page 4 de l'Annexe

(3) voir page 10 de l'Annexe.

Tableau schématique du prix du coke d'achat et du prix théorique du coke produit directement

Tableau C

Caractéristiques de qualité	Qualité du coke d'achat (coke c)	Qualité du charbon à coke offert (1)	Qualité du coke produit directement (coke D)	Différences de qualité (2) entre le coke C et le coke D, par rapport à la qualité standard (3)	
	%	%	%	Coke C %	Coke D %
	1	2	3	4	5
Matières volat. (sec et sans cend)	-	31,0	-	-	-
Cendres	9,20	6,40	8,55	- 0,81	+ 0,34
Eau	3,80	5,50	3,80	+ 1,32	+ 1,32
Soufre (sec)	0,95	0,80	0,59	- 0,50	+ 1,29
Pouvoir cokéfiant (G)	-	0,97	-	-	-
Résistance (MAC)	78-75	xx	moins de 70 (domaine VI)	0	- 5,40
Abraison (MIO)	7,5 - 6,5	xx	7,5 - 6,5	+ 1,50	+ 1,50
Total différence d'évaluation				+ 1,51	- 0,95
Prix franco ou prix de revient				24,00 UC/t	22,79 UC/t
Différence de prix non corrigée				- 1,21 UC/t	
Prix corrigés du facteur qualité, rapportés au coke standard				23,64 UC/t	23,01 UC/t
Différence de prix corrigée				- 0,63 UC/t	
Prix de vente du coke d'achat (C) en cas d'alignement sur celui du coke (D)				23,37 UC/t	

(1) Utilisable sans frais de broyage
 (2) Différences de qualité
 (3) voir Tableau B, colonne 1

Tableau 2

Equations utilisées dans les calculs (cf. Bibl. 1,2,3,5)

$$\text{Rendement coke, sec/sec} = o_0 + o_1 \text{ FB (sec et sans cendres)} + o_2 K^2 + o_3 K^3 + o_4 \text{ FB (sec)} \times K + o_5 \text{ FB (sec)} K^3 \quad \text{t/t (1)}$$

$$\text{Rendement coke sec et sans cendres/sec et sans cendres} = \frac{\text{Rendement coke sec/sec} - \text{teneur en cendres pâte à coke}}{1 - \text{teneur en cendres pâte à coke}} \quad \text{t/t (2)}$$

$$\text{Rendement gaz} = p_0 + p_1 \text{ FB (sec et sans cendres)} + p_2 K + p_3 K^2 + p_4 K^3 \quad \frac{\text{m}^3}{\text{t}} \text{ (sec et sans cendres)} \quad \text{(3)}$$

$$\text{Rendement goudron brut} = z_0 + z_1 \text{ FB (sec et sans cendres)} + z_2 K + z_3 K^2 + z_4 K^3 \quad \text{t/t (4)}$$

$$\text{Rendement benzol brut} = i_0 + i_1 \text{ FB (sec et sans cendres)} + i_2 K + i_3 K^2 + i_4 K^3 \quad \text{t/t (5)}$$

$$\text{Cendres coke} = \frac{\text{Cendres pâte à coke (sec)}}{\text{rendement coke, sec/sec}} \quad \text{(6)}$$

$$\text{Soufre coke} = s_0 + s_1 \text{ Rendement coke, sec/sec} \times \text{soufre pâte à coke} + s_2 K \quad \text{(7)}$$

$$\text{Pouvoir cokéfiant} \quad G = \frac{E + V}{2} \times \frac{k + d}{kV + dE} \quad \text{(8)*}$$

$$M_{40, \text{ DIN 51712}} = a'K + b + \alpha M_s \quad \% \quad \text{(9)}$$

$$M_{40, \text{ ISO - rec. 556}} = f_0 + f_1 M_{40, \text{ DIN 51712}} \quad \% \quad \text{(10)}$$

$$M_{10, \text{ DIN 51712}} = m_0 + m_1 K + m_2 K M_s + m_3 K M_s^2 \quad \% \quad \text{(11)}$$

$$M_{10, \text{ ISO - rec. 556}} = a_0 + a_1 M_{10, \text{ DIN 51712}} \quad \% \quad \text{(12)}$$

$$a' = r_0 + r_1 G + r_2 \text{ FB (sec et sans cendres)}^3 + r_3 G \text{ FB (sec et s.cendres)}^2 + r_4 G \text{ FB (sec et s.cendr)}^3 + r_5 G^2 + r_6 G^2 \text{ FB (sec et sans cendres)}^2 \quad \text{(13)}$$

*) voir Texte, page 9

ANNEXE II

Tableau 2

$$b = u_0 + u_1 \text{ FB (sec et sans cendres)} + u_2 \text{ FB (sec et sans cendres)}^2 \quad (14)$$

$$\begin{aligned} d' = & s_0 + s_1 G + s_2 \text{ FB (sec et sans cendres)} + s_3 \text{ FB (sec et sans cendres)}^2 + s_4 G^3 + s_5 G^4 + s_6 G \text{ FB} \\ & (\text{sec et s. cendres}) + s_7 G \text{ FB (sec et s. cendres)}^2 + s_8 G^2 \text{ FB (sec et s. cendres)}^2 + s_9 G^2 \text{ FB (sec et s. cendres)} \\ & + s_{10} G^3 \text{ FB (sec et sans cendres)}^2 \end{aligned} \quad (15)$$

$$m_0 = c_{0,0} + c_{0,1} \text{ FB (sec et s. cendres)} + c_{0,2} G \text{ FB (sec et s. cendres)}^2 + c_{0,4} G^2 (\text{sec et s. cendres})^3 \quad (16)$$

$$m_1 = c_{1,0} + c_{1,1} \text{ FB (sec et s. cendres)} + c_{1,2} G \text{ FB (sec et s. cendres)}^2 + c_{1,4} G^2 \text{ FB (sec et s. cendres)}^3 \quad (17)$$

$$m_2 = c_{2,0} + c_{2,1} \text{ FB (sec et s. cendres)} + c_{2,2} G \text{ FB (sec et s. cendres)}^2 + c_{2,4} G^2 \text{ FB (sec et s. cendres)}^3 \quad (18)$$

$$m_3 = c_{3,0} + c_{3,1} \text{ FB (sec et s. cendres)} + c_{3,2} G \text{ FB (sec et s. cendres)}^2 + c_{3,4} G^2 \text{ FB (sec et s. cendres)}^3 \quad (19)$$

$$G_{\text{opt}} = q_0 + p_1 \text{ FB(i.waf)} + q_2 \text{ FB(i.waf)}^2 + q_3 \text{ FB(i.waf)}^3 + q_4 \text{ FB(i.waf)}^4 + q_5 \text{ FB(i.waf)}^5 + q_6 \text{ FB(i.waf)}^6 \quad (20)$$

Remarque : les valeurs numériques pour les matières volatiles, cendre et le soufre doivent être indiquées en fractions décimales par ex. : au lieu de 25 %: 0,25

Tableau 3

Valeurs numériques des coefficients des équations (1) à (19) du tableau 2

Equation (1)

$$\begin{aligned}o_0 &= + 0,11728 \times 10 \\o_1 &= - 0,237 \times 10 \\o_2 &= - 0,176 \times 10^{-2} \\o_3 &= + 0,635 \times 10^{-4} \\o_4 &= + 0,133 \\o_5 &= - 0,133 \times 10^{-3}\end{aligned}$$

Equation (3)

$$\begin{aligned}p_0 &= + 0,19881 \times 10^3 \\p_1 &= + 0,740951 \times 10^3 \\p_2 &= + 0,211216 \\p_3 &= + 0,368446 \times 10^{-1} \\p_4 &= - 0,177783 \times 10^{-3}\end{aligned}$$

Equation (4)

$$\begin{aligned}z_0 &= - 0,49464 \times 10^2 \\z_1 &= + 0,234817 \times \\z_2 &= - 0,393743 \times 10^{-2} \\z_3 &= + 0,238851 \times 10^{-3} \\z_4 &= - 0,472651 \times 10^{-5}\end{aligned}$$

Equation (5)

$$\begin{aligned}i_0 &= - 0,26431 \times 10^{-1} \\i_1 &= + 0,658256 \times 10^{-1} \\i_2 &= + 0,314085 \times 10^{-2} \\i_3 &= - 0,16384 \times 10^{-3} \\i_4 &= 0,2830041 \times 10^{-5}\end{aligned}$$

Equation (7)

$$\begin{aligned}s_0 &= + 0,24823 \times 10^{-3} \\s_1 &= + 0,98793 \times 10^2 \\s_2 &= + 0,20997 \times 10^{-4}\end{aligned}$$

Tableau 3

Equation (9)	a' , b et d , doivent être calculés d'après les équations (13), (14) et (15)
Equation (10)	$f_0 = + 0,66722$ $f_1 = + 0,93427$
Equation (11)	m_0 , m_1 , m_2 et m_3 doivent être calculés d'après les équations (16) à (19)
Equation (12)	$a_0 = + 0,27509 \times 10$ $a_1 = + 0,7645$
Equation (13)	$r_0 = - 0,31885 \times 10^2$ $r_1 = + 0,52457 \times 10^2$ $r_2 = - 0,131058 \times 10^4$ $r_3 = + 0,536768 \times 10^3$ $r_4 = + 0,874283 \times 10^3$ $r_5 = - 0,219087 \times 10^2$ $r_6 = - 0,041846 \times 10^3$
Equation (14)	$u_0 = + 0,23102 \times 10^3$ $u_1 = - 0,148688 \times 10^4$ $u_2 = + 0,386253 \times 10^4$
Equation (15)	$s_0 = - 0,25984 \times 10^3$ $s_1 = + 0,515756 \times 10^3$ $s_2 = + 0,114353 \times 10^3$ $s_3 = + 0,665128 \times 10^4$ $s_4 = - 0,477155 \times 10^3$ $s_5 = + 0,233934 \times 10^3$ $s_6 = - 0,266602 \times 10^3$ $s_7 = - 0,192344 \times 10^5$

ANNEXE II

Tableau 3

Equation (15)	$s_8 = + 0,191976 \times 10^5$
	$s_9 = - 0,751436 \times 10^3$
	$s_{10} = - 0,602324 \times 10^4$
Equation (16)	$c_{0,0} = - 0,41602 \times 10$
	$c_{0,1} = + 0,17843 \times 10$
	$c_{0,2} = + 0,68099 \times 10^3$
	$c_{0,3} = - 0,17654 \times 10^4$
Equation (17)	$c_{1,0} = + 0,15152 \times 10^{-1}$
	$c_{1,1} = + 0,40168 \times 10$
	$c_{1,2} = - 0,47288 \times 10^2$
	$c_{1,3} = + 0,10393 \times 10^3$
Equation (18)	$c_{2,0} = + 0,41131 \times 10^{-1}$
	$c_{2,1} = - 0,2524$
	$c_{2,2} = + 0,23618$
	$c_{2,3} = + 0,65935$
Equation (19)	$c_{3,0} = + 0,10141 \times 10^{-3}$
	$c_{3,1} = - 0,48687 \times 10^{-2}$
	$c_{3,2} = + 0,30646 \times 10^{-1}$
	$c_{3,3} = - 0,54822 \times 10^{-1}$
Equation (20)	$q_0 = - 0,12539 \times 10$
	$q_1 = 0,107141 \times 10^3$
	$q_2 = - 0,159024 \times 10^4$
	$q_3 = 0,109955 \times 10^5$
	$q_4 = - 0,391769 \times 10^5$
	$q_5 = 0,698135 \times 10^5$
	$q_6 = - 0,492734 \times 10^5$