

pratique importante en stratigraphie, pour l'identification des couches.

Dans ce domaine, ce sont les spores ou éléments reproducteurs de plantes fossiles qui, par la résistance exceptionnelle de leur enveloppe externe, jouent un rôle considérable.

Les espèces de spores présentes dans une couche et leur répartition quantitative dans cette couche permettent de la caractériser. Ce fait s'est révélé exact dans les couches de lignites, où les spores sont le mieux conservées. Les recherches entreprises dans le même sens sur les charbons peu évolués semblent le confirmer.

Par ailleurs, l'accumulation en lits de certaines espèces de spores donne à des durains une constitution particulière qui reste constante sur de vastes superficies. Grâce à ces « crassi-durains » et « tenui-durains » par exemple, E. Stach a pu établir des corrélations très étendues entre veines dans le district de la Ruhr.

La figure 9 met en évidence, dans l'étude d'une couche belge, la valeur de ces bandes de durain au point de vue stratigraphique. Elle donne la représentation graphique de la constitution pétrographique de trois piliers de charbon représentatifs de la même couche, à des points géographiquement situés aux sommets d'un triangle équilatéral de 800 m de côté. La bande de durite caractéristique D se retrouve au même niveau dans les trois piliers.

Dans l'étude d'ensemble entreprise par Inichar sur les charbons belges en exploitation, le laboratoire de pétrologie procède, sur ces charbons, à deux espèces d'analyses qui correspondent aux deux utilisations pratiques principales dont nous venons de parler :

- 1) analyse pétrographique globale quantitative et qualitative d'un échantillon moyen en grains, ce qui correspond à l'étude pétrographique des fines à coke que pourrait donner ce charbon;
- 2) étude en profil des veines qui présentent un intérêt stratigraphique particulier.

Inichar conserve aussi, sous forme d'un pilier enrobé, un témoin précieux de toutes les couches exploitées, sur lequel on peut faire ultérieurement d'autres études physiques, chimiques ou palynologiques.

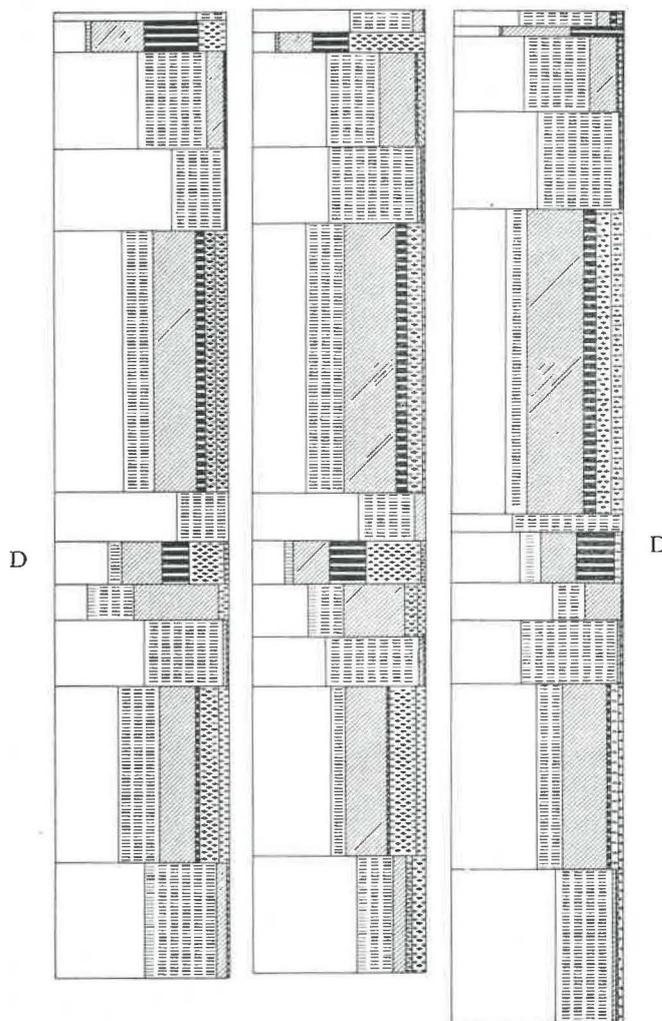
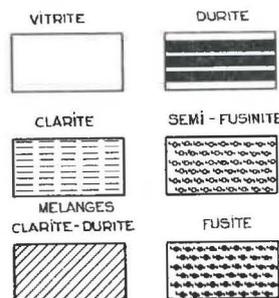


Fig. 9.



## PROGRES DANS L'ETUDE ET LE CONTROLE DE LA CONSTITUTION PHYSIQUE DU COKE SIDERURGIQUE

par Dr. Ing. H. HOFFMANN, Völklingen.

Une étude comparative entre les caractéristiques physiques du coke et les résultats obtenus en haut fourneau pendant une période prolongée est la seule étude vraiment efficace. Elle a montré déjà, en tout premier lieu, l'influence prépondérante de la perte de pression dans le haut fourneau, due

en ordre principal à des modifications de granulométrie du minerai et du coke, durant leur descente dans le haut fourneau, provoquées par des actions thermiques et mécaniques.

La température de combustion du coke aux étalages dépend, outre l'influence du vent chaud,

- 1) du réchauffement complet du coke et de sa tenue à la chaleur du gueulard aux étalages;
- 2) de l'importance des surfaces de contact du carbone au vent.

La surface de contact efficace offerte au vent comporte, non seulement la surface externe des morceaux de coke, mais surtout les surfaces que présente la structure même du coke.

On sait que la température maximum atteinte aux étalages est d'autant plus élevée que la réaction exothermique  $C + O_2 = CO^2$  est plus importante, comparée à la réaction endothermique  $CO^2 + C = 2 CO$ .

Or, la réaction exothermique semble surtout influencée par la grandeur des surfaces des macropores et la réaction endothermique par la surface des micropores. Un coke sidérurgique devrait donc avoir une surface de macropores suffisamment grande et une surface de micropores faible.

### I. Le morcellement du coke et la répartition statistique des calibres ainsi obtenus.

Une très forte influence sur la structure macroscopique du coke est exercée par les phénomènes de retrait au cours de la cokéfaction, qui conduisent à la formation d'un *réseau de fissuration* dans le morceau de coke.

Selon Saposhnikov, la densité de ce réseau de fissuration est un facteur déterminant pour le morcellement du coke, dû aux contraintes mécaniques et thermiques, ainsi que pour la répartition statistique des calibres ainsi obtenus.

A la suite d'études approfondies sur le morcellement du coke, Saposhnikov en arrive à définir un paramètre ( $j$ ) qu'il appelle *facteur de densité du réseau de fissuration*.

Selon lui, en effet, en appliquant plusieurs phases de morcellement identiques à un seul et même coke, on constate que le quotient du nombre de *morceaux formés* dans les différentes tranches granulométriques par 100 kg de coke, par le nombre de *morceaux détruits* dans les différentes tranches granulométriques, est une constante :  $f$ .

Cette constante peut varier du simple au double, et même au triple pour des cokes sidérurgiques de constitution physique différente.

Dans ces conditions, l'essai *MICUM* seul ne doit pas donner une relation définie entre ses propres résultats et les destructions bien plus profondes que le coke va subir par les contraintes thermiques dans le haut fourneau, mieux mises en évidence par le facteur  $j$ .

D'après l'auteur, ce facteur dépendant de la *nature* du coke, ne peut être en relation qu'avec la forme de la microstructure du coke.

Les effets des contraintes thermiques dans le haut fourneau semblent donc dépendre, dans une large mesure, de la structure fine du coke et des facteurs qui agissent sur elle.

## II. Macrostructure.

### Répartition des macropores - Macrosolidité.

La macrostructure est caractérisée par la répartition des dimensions et la superficie des macropores existant dans le produit poreux qu'est le coke.

Pour mesurer la variation des macropores, on a utilisé récemment avec succès des méthodes basées sur la variation du poids spécifique des grains d'un solide poreux et broyé, en fonction de la grosseur de grain.

La détermination du poids spécifique est réalisée, soit par la méthode microscopique, soit par la méthode de diffusion des gaz, plus simple et plus exacte.

La densité des pores, c'est-à-dire le pourcentage de pores par unité de poids d'échantillon d'origine, peut être grossièrement estimée en admettant que les pores sont sphériques. Les dimensions des pores et leur densité donnent des indications sur leur surface. Ces recherches ont montré que la proportion en pores fins et très fins dans la macrostructure est favorisée par l'emploi de charbon demi-gras ou de charbon d'un bas degré de houillification, tandis que, du point de vue exploitation, la finesse de broyage et la valeur élevée de la densité de chargement dans le four jouent un rôle particulièrement important. Il ne devrait plus faire de doute que les cokes à proportion élevée en pores fins et très fins proviennent d'un charbon fin et bien broyé ou encore d'une addition de charbon de bas rang.

Malheureusement, pour apprécier la macrostructure du coke *en exploitation pratique*, il n'est guère possible d'employer ces méthodes dont la poursuite est plutôt du ressort d'un laboratoire de recherche. Un *procédé pratique*, ayant fait ses preuves, pour la caractérisation indirecte de la forme de la macrostructure, est appliqué avec succès depuis dix ans environ, à la cokerie des Usines Röchling, à Völklingen. Pour ce procédé\* qui se base après quelques améliorations sur une ancienne proposition de l'Américain Rice, on utilise un tambour en acier ayant un diamètre de 490 mm et une longueur de 560 mm, muni de couvercles à chaque extrémité et de deux cornières de 38 mm à l'intérieur sur toute la longueur. On introduit 13,5 kg de coke séché 60 - 80 mm ou 20 - 30 mm. Ces morceaux bien calibrés sont obtenus en cassant le coke au moyen d'un maillet en bois, et en essayant au tamis ou en tamisant les morceaux obtenus. Le maintien du calibre entre d'étroites limites est d'une importance décisive pour l'exactitude et la reproductibilité des résultats. Au coke, on ajoute 11 billes d'acier ayant un diamètre de 32 mm. Le tambour effectue en tout 1 240 tours à la vitesse de 20 tours-minute en 62 minutes, et le contenu est ensuite criblé sur un tamis de 12,5 mm (1/2 pouce). On pèse le refus et on établit le rapport avec le poids

(\*) Appareillage fabriqué par W. Feddeler, Essen, Michaelstrasse, 24.

TABLEAU I.

Comparaison des valeurs de l'indice d'abrasion du Micum et de la macrosolidité de coques de différentes provenances,  
répartis en 4 groupes d'après la valeur du Micum.

Groupe 1 — jusque 6,6			Groupe 2 — de 6,7 à 7,8			Groupe 3 — de 7,9 à 8,6			Groupe 4 > 8,6		
Variétés de coke	Valeur du micum	Macro-solidité	Variétés de coke	Valeur du micum	Macro-solidité	Variétés de coke	Valeur du micum	Macro-solidité	Variétés de coke	Valeur du micum	Macro-solidité
Coke A (Nord de la France)	4,6	86,6	Coke F (Ruhr)	7,2	85,4	Coke R (Sarre)	8,6	82,2	Coke T (Lorr.)	9,2	82,9
Coke V (Sarre)	5,8	85,1	Coke S (Pays-Bas)	7,2	84,4	Coke V (Sarre)	8,5	83,7	Coke C (Ruhr)	9,9	79,5
Coke C (Lorraine)	6,0	85,2	Coke Au (Nord de la France)	7,4	82,2	Coke V (Sarre)	8,4	81,5	Coke C (Lorr.)	8,9	83,0
Coke Z (Belgique)	6,4	83,7	Coke L (Nord de la France)	7,3	82,2	Coke T (Lorr.)	8,0	81,3	Coke Br (Sarre)	9,4	81,5
Coke V (Ruhr)	5,6	82,2	Coke W (Ruhr)	7,2	82,9	Coke M (Est de la la France)	8,6	80,0	Coke B (Sarre)	9,2	81,4
Coke L (Nord de la France)	6,1	81,4	Coke Br (Sarre)	7,4	82,2	Coke Br (Sarre)	8,6	78,5	Coke S (Pays-Bas)	10,4	81,1
Coke V (Sarre)	6,4	83,6	Coke C (Ruhr)	6,9	81,9	Coke T (Lorr.)	8,6	78,2	Coke V (Sarre)	9,1	79,5
Coke M (Pays-Bas)	6,6	82,2	Coke MA (Ruhr)	7,8	79,3				Coke D (Espag.)	9,2	80,0
Coke E (Aix-la-Chapelle)	6,6	81,2	Coke R (Sarre)	7,3	79,7						
			Coke A (Sarre)	7,2	86,6						
			Coke V (Sarre)	7,1	85,1						
			Coke B (Sarre)	7,4	84,4						
			Coke D (Sarre)	7,5	83,0						
			Coke V (Sarre)	7,8	82,9						

de l'échantillon. Comme une expérience de dix ans l'a montré, l'indice ainsi trouvé se trouve en relation très étroite avec la forme de la macrostructure, aussi le désigne-t-on par *macrosolidité*. Suivant la prescription du mode opératoire, la détermination de la macrosolidité se fait aussi bien sur les morceaux 60 - 80 mm que sur ceux de 20 - 30 mm. Ceci a été fait en se basant sur le principe que le poids spécifique des calibres de corps poreux concassés augmente avec la diminution du calibre; dans le cas du coke, celui-ci devient donc plus homogène.

La répartition des macropores, qui devient plus favorable avec la diminution du calibre des morceaux, se manifeste par un accroissement très important de la macrosolidité. Dans l'étude de la constitution du coke, aussi bien la macrosolidité du calibre 60 - 80 mm que celle du calibre 20 - 30 mm jouent un rôle particulièrement important. Les deux indices doivent présenter en même temps une valeur suffisamment élevée.

L'indice de macrosolidité et l'indice < 10 mm du Micum, bien que de même nature, ne se comportent pas toujours de la même façon. C'est ce que montre le tableau I qui donne une comparaison des deux indices classée en quatre groupes, selon les chiffres du Micum.

Ces exemples semblent montrer que l'indice < 10 mm du Micum ne représente pas toujours un indice bien net de la forme de la macrostructure.

En effet, les prescriptions de l'essai Micum (application de 100 tours seulement) conviennent peu pour la détermination d'un indice caractérisant la structure interne, car les influences de la surface et de la fissuration y sont bien trop prépondérantes par rapport à l'influence de la macrostructure.

Par contre, les prescriptions de la détermination de la macrosolidité comportent l'application de 1240 tours au tambour d'un coke de calibre bien déterminé et déjà en partie préstabilisé, de sorte que l'influence de la surface du coke y passe à l'arrière-plan par rapport à l'influence de la macrostructure.

On peut particulièrement bien reconnaître l'insuffisance de l'essai Micum pour la détermination de l'indice de poussier dépendant de la macrostructure, si, suivant une proposition de *Lowry et Epstein* (7), on porte dans des coordonnées semi-logarithmiques les résultats obtenus au cours d'essais au trommel prolongés, effectués en phases successives. Des cokes d'origine différente sont traités au tambour Micum en 2000 tours avec détermination, tous les 100 tours, du poussier < 10 mm obtenu. Les indices d'abrasion ainsi obtenus ont été portés en fonction du nombre de tours sur un graphique, dont l'abscisse indique le nombre de tours en échelle logarithmique et l'ordonnée, l'indice d'abrasion en échelle normale (fig. 1). Les indices d'abrasion, déterminés au delà de 200 tours, se trouvent sur une ligne droite. Les indices trouvés pour 100 à 200 tours, se trouvent plus ou moins au-dessus de la droite.

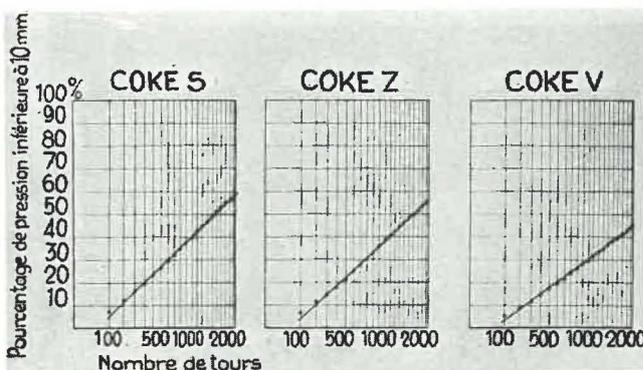


Fig. 1.

Ce concassage progressif montre donc deux phases nettement différenciées. Dans la première, c'est-à-dire pendant les 100 à 200 premiers tours, l'influence de la surface et de la fissuration du coke se fait sentir et est responsable de la valeur de l'indice.

Dans la deuxième, le coke est plus ou moins stabilisé, ici se fait sentir la solidité inhérente, étroitement liée à la macrostructure du coke, dont les chiffres sont, chez un coke donné, proportionnels entre eux pour chaque phase du traitement.

Sans aucun doute, les deux phases présentent de l'intérêt pour juger de la qualité d'un coke sidérurgique. Selon les travaux de *Saposhnikov*, des cokes avec une grande solidité dans la seconde phase du traitement donnent en règle générale de meilleurs résultats au haut fourneau. On devrait donc attribuer une plus grande importance à la deuxième phase, qui met en évidence la solidité interne ou inhérente du coke et qui est exprimée par la macrosolidité.

### III. Microstructure.

#### Son aspect au microscope - Microsolidité.

Sous le microscope, on peut reconnaître déjà, en lumière naturelle, une certaine structure fine dans la substance des cokes de charbons gras et demi-gras.



Fig. 2.

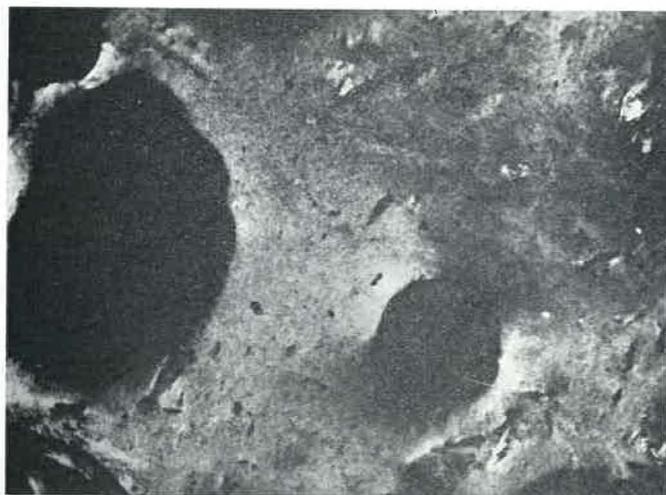


Fig. 3.

En lumière polarisée, à la suite des travaux de Ramdohr, on observe une croissance des cristallites de graphitoïde et de l'anisotropie de la substance des coques en fonction du rang des charbons dont ils proviennent.

La figure 2 d'un coke flambant sec lorrain, montre une substance complètement amorphe, sans cristallites.

La figure 3, d'un coke de charbon sarrois de Camphausen, situé entre les charbons à gaz et les gras, mais plus près des premiers, montre une formation encore très fine de cristallites.

La figure 4, d'un coke de charbon sarrois de Reden situé dans la même zone mais plus proche des gras, révèle une formation de cristallites déjà un peu plus prononcée.

Dans la figure 5, d'un coke de charbon gras typique de la Ruhr, on observe une forme cristalline encore plus marquée.

Enfin, la figure 6 d'un coke de charbon demi-gras montre nettement une formation déjà grossièrement lamellaire d'agrégats de cristallites,



Fig. 4.



Fig. 5.

montrant de plus des phénomènes d'anisotropie extrêmement prononcés, comparables au graphite.

Ces quelques exemples démontrent de façon convaincante combien la formation de cristallites dans la substance du coke peut être variée et comment, avec l'élévation du rang du charbon cokéfié, on passe progressivement de la structure micro-capillaire à la structure graphitoïde grossièrement lamellaire.

En outre, cette étude révèle de façon surprenante les constituants et les irrégularités du charbon cokéfié.

Ces différences dans la constitution physique de la substance du coke ont évidemment un important effet sur ses propriétés réactives et purement mécaniques. Ainsi, par exemple, il est devenu possible, par détermination de la friabilité de la substance du coke, de mesurer indirectement la constitution de la microstructure. Aux Usines Röchling, à Völklingen, depuis plusieurs années déjà, en se basant sur une proposition du

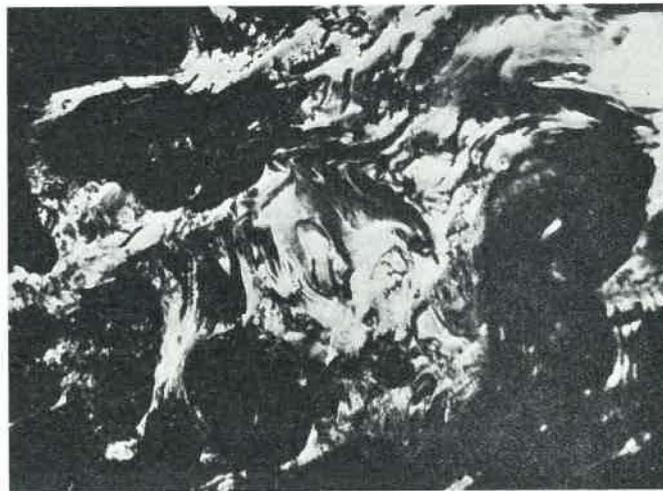


Fig. 6.

« Northern Coke Research Committee » (\*), on applique la méthode suivante pour l'étude indirecte de la constitution de la microstructure. On soumet 2 g de coke séché de 1,0 - 1,2 mm à un essai prolongé au tambour (800 tours/heure) avec 12 petites billes d'acier de diamètre 5 mm. Le refus sur tamis de 0,6 mm, déterminé ensuite et exprimé en % de l'échantillon, fournit un ordre de grandeur pour la friabilité de la substance du coke.

Les résultats d'une pratique prolongée ont démontré que cet indice est en relation étroite avec la microstructure. Aussi a-t-il été appelé *micro-solidité*.

Une détermination exacte de l'abrasion de la substance du coke suppose l'utilisation de granulométries très fines avec, en même temps, des échantillons très réduits. Pour qu'un tel procédé ait réellement une valeur pratique, on doit accorder une attention toute particulière à l'échantillonnage, surtout à la prise d'un bon échantillon moyen de coke à étudier. A cet effet, on prélève un échantillon moyen de 1 kg environ de la quantité prévue pour la détermination de la macro-solidité 20 - 30 mm. On l'amène à la granulométrie prescrite, d'où l'on prélève la quantité nécessaire pour l'essai. En plus, on peut appliquer avec profit cette détermination de la micro-solidité aux différentes parties du morceau de coke représentant la demi-largeur de la cellule.

Ces méthodes de repérage de la structure physique du coke sidérurgique ont été employées parallèlement aux autres procédés connus, lors de l'examen, durant ces six dernières années, de coke de provenances les plus diverses. Nous en rassemblerons ici toute une série de constatations.

La constitution physique du coke dépend, non seulement du degré de carbonisation du charbon que l'on désire cokéfier, mais aussi, dans une forte proportion, de la densité de chargement et de la finesse de broyage.

La figure 7 donne des renseignements sur l'influence de la densité de chargement sur la qualité d'un coke de charbon sarrois additionné de 20 % de demi-gras. Les résultats ne varient absolument pas proportionnellement à la densité de chargement : les variations des Micum M 40 et M 20 présentent une allure parabolique, celles du M 10, des macrosolidités 80/60 et 30/20, une allure hyperbolique et celles de la microsolidité, ainsi que de la densité en vrac des coques calibrés à 80/60 et 30/20 mm, une allure presque linéaire, quoique légèrement arquée.

Les valeurs M 40 et M 20 repèrent donc une qualité du coke autre que celle des autres valeurs. Par contre, les valeurs M 10, Mac 80/60 et Mac 30/20 repèrent sensiblement la même qualité du coke, mais avec une sensibilité différente; ainsi la Mac 30/20 présente, surtout en dessous de 800 kg/m<sup>3</sup>, une corrélation avec la densité de chargement, plus nette que la Mac 80/60. Les deux valeurs des macrosolidités augmentent en-

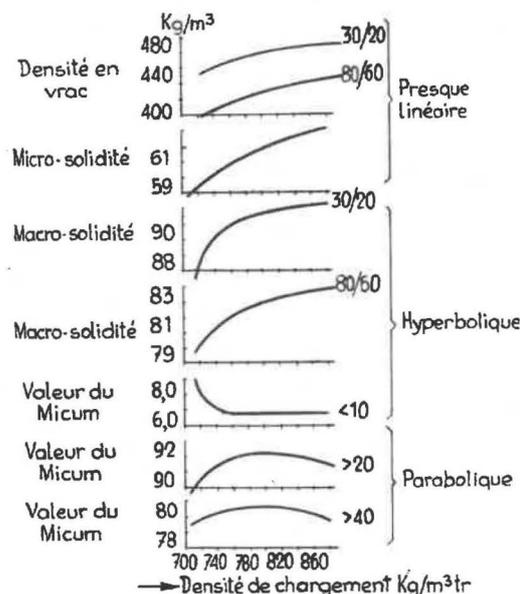


Fig. 7.

core sensiblement dans le domaine des densités de chargement supérieures à 800 kg/m<sup>3</sup>, tandis qu'au delà de cette même valeur, le M 20 reste pratiquement constant. La Mac 30/20, avec sa valeur sensiblement plus élevée, a donc une importance plus grande que la Mac 80/60. Par suite de la surface externe beaucoup plus élevée des grains 30/20 comparés aux grains 80/60, on devrait en réalité s'attendre aux résultats contraires. La solidité plus élevée du grain 30/20 est une conséquence de l'homogénéité bien plus élevée de sa granulométrie, comparée à celle des grains 80/60 plus grossiers; cette remarque a une importance fondamentale.

L'allure presque linéaire des deux densités en vrac était prévisible, mais l'allure presque semblable de la microsolidité l'était moins. La microsolidité non seulement est influencée fortement par le degré de carbonisation, mais encore elle augmente presque linéairement avec la densité de chargement. Il y a donc intérêt absolu à atteindre une densité sur sec de 800 kg/m<sup>3</sup> pour le charbon choisi, si l'on veut obtenir une qualité de coke optimale. Par contre, une élévation de la densité de chargement au delà de 800 kg/m<sup>3</sup> n'apporte plus d'améliorations sensibles. Les valeurs Micum et la granulométrie du coke sont plutôt réduites qu'améliorées. De plus, le poids spécifique du coke augmente. Ces deux modifications sont un inconvénient à cause de la perte de pression dans le haut fourneau. Cependant, on constate une légère amélioration de la macrosolidité. Celle-ci n'est toutefois significative que dans le cas d'un charbon de très bas rang. Les résultats de 82,5 et 91,4 pour les macrosolidités 80/60 et 30/20, obtenus avec un charbon sarrois à 800 kg de densité de chargement, doivent être considérés comme largement suffisants.

Comme le montre le tableau II, le broyage fin du charbon enfourné présente sur la qualité du coke une influence non moins sensible. Non seu-

(\*) Appareillage fabriqué par W. Feddele, Essen, Michaelstrasse, 24.

TABLEAU II.

Influence de la finesse de broyage du charbon enfourné sur la qualité du coke.

	Essai Micum			Macrosolidité		Microsolidité	Densité en vrac		Date
	> 40 mm	> 20 mm	< 10 mm	80/60 mm	30/20 mm		80/60 mm	30/20 mm	
Coke de noix sarroises + 14 % de 1/2 gras broyés normalement : > 2 mm — 12,8 % < 0,6 mm — 54 %	71,9	87,9	10	78,6	87,5	58,0	449	491	20.7.48
Coke du même charbon mais broyé sélectivement : > 2 mm — 2 % < 0,6 mm — 63,6 %	80,8	91,8	6,2	81,3	91,3	64,7	437	475	20.7.48
Coke de charbon sarrois broyé dans un moulin à marteaux : > 2 mm — 19 % < 0,6 mm — 42 %	65,0	87,2	9,2	81,4	89,6	59,9	409	455	20.7.54
Coke de charbon sarrois presque indentique broyé dans un moulin centrifugeur : > 2 mm — 4,0 % < 0,6 mm — 67,2 %	71,0	90,6	7,4	84,4	91,1	64,3	446	485	20.7.54
Coke Sluiskil II (Pays-Bas) de charbon grossièrement broyé (charbon gras supérieur)	77,3	88,4	10,4	81,1	88,9	63,5	438	464	5.3.52
Coke Sluiskil I (Pays-Bas) de charbon broyé très finement (charbon gras supérieur)	85,0	92,8	7,2	84,4	90,3	74,6	399	442	1.9.50
Coke Concordia (Ruhr) de charbon très grossièrement broyé (charbon gras)	79,3	87,9	9,9	74,5	85,6	62,9	443	460	31.5.48
Coke Concordia (Ruhr) de charbon grossièrement broyé (charbon gras)	90,2	92,6	6,9	81,9	89,7	64,5	433	454	3.1.50

lement les valeurs Micum, mais encore tous les autres paramètres, se trouvent améliorés d'une façon surprenante par l'augmentation de la finesse de broyage et de l'homogénéité du charbon.

Cette remarque vaut, non seulement pour des charbons à gaz, mais aussi pour de très bons charbons gras. Le broyage poussé du charbon évite la ségrégation des grains et, par conséquent, les variations de composition pétrographique dans le temps.

Après avoir examiné l'influence de la densité de chargement et de la finesse de broyage du charbon enfourné, il nous reste à voir dans quelle mesure le degré de carbonisation du charbon enfourné se répercute sur la qualité du coke.

Quand on compare des cokes de différentes provenances obtenus à partir de charbons de rangs différents, on doit tenir compte aussi de l'influence des facteurs d'exploitation : densité de chargement et finesse de broyage du charbon enfourné, et du fait que c'est seulement dans des cas isolés que la pâte à coke est constituée d'un seul charbon. Dans la majorité des mélanges, on trouve en effet des charbons de rangs différents, même si en général, l'un des constituants domine largement.

Les tableaux III et IV donnent les caractéristiques de cokes provenant de bassins houillers les plus divers, classés selon le rang approximatif de leur pâte d'enfournement.

Quand l'examen de la pâte à coke n'était pas possible, le rang a été déterminé optiquement, à la lumière polarisée sur des échantillons polis de ces cokes. Dans le tableau III se trouvent les cokes de charbons demi-gras et gras, classés d'après la finesse décroissante de leur pâte d'enfournement. Ces pâtes sont constituées en général de composants inertes tels que : fusinite, semi-fusinite, durite, schiste, anthracite, charbon maigre et demi-gras. Par suite de leur grande dureté, ces constituants subsistent, lors du broyage dans les grains les plus gros, et influencent défavorablement la qualité du coke. Les cokes *Anzin* et *Sluiskil*, qui proviennent de charbon gras broyé très fin, donnent sur toute la ligne de très bonnes caractéristiques. Leur microsolidité élevée, 74 à 78 (c'est-à-dire leur très faible surface de micropores), est en conformité avec le rang élevé et la très grande finesse de broyage de leur pâte d'enfournement. La faible densité de chargement, due à la grande finesse de broyage, ne présente pas ici d'inconvénient car elle est annulée par la forte poussée, due à leur rang très élevé.

Les cokes *Alsdorf*, *Zeebrügge* et *Friedrich-Heinrich* proviennent de charbons gras broyés à une finesse moyenne. Les valeurs Micum et Mac restent encore dans le cadre de très bons cokes sidérurgiques. Par suite du broyage un peu plus grossier de la pâte, la densité en vrac 80/60 se relève et la microsolidité diminue de 4 à 6 points.

Les cokes *Mauritz*, *Victor*, *Liévin*, *Auby*, *Concordia II*, *Ministre Achenbach*, *Sluiskil II* et *Concordia* de charbons gras broyés assez grossiè-

rement se signalent (*Sluiskil II* et *Concordia* exceptés) par une chute plus poussée des macro- et surtout des microsolidités (67-63), tandis que les valeurs Micum restent très bonnes.

Ces chutes sont si prononcées que les cokes présentent une qualité moyenne pour leur emploi en sidérurgie. *Concordia* semble même à peine utilisable à cet effet.

Les valeurs Micum ne suffisent plus à caractériser la qualité de ces cokes moyens. Il faut examiner en plus leur macro- et leur microsolidité, qui donnent une représentation plus exacte du développement de leur structure et par conséquent de leur solidité interne.

Tous ces charbons d'enfournement de ces cokes moyens présentent sensiblement le même rang. Les différences de finesse de structure et de propriétés physiques de ces cokes doivent être attribuées principalement à des différences plus ou moins sensibles du broyage de leur pâte. Les différences de densité de chargement ne jouent ici qu'un rôle secondaire, par suite de la poussée favorable de la pâte lors de la cuisson.

Les bons cokes, à pâte finement broyée, montrent la structure cellulaire régulière et homogène, caractéristique des cokes de mélange de demi-gras et gras (cfr. 2 photos supérieures de la fig. 8).

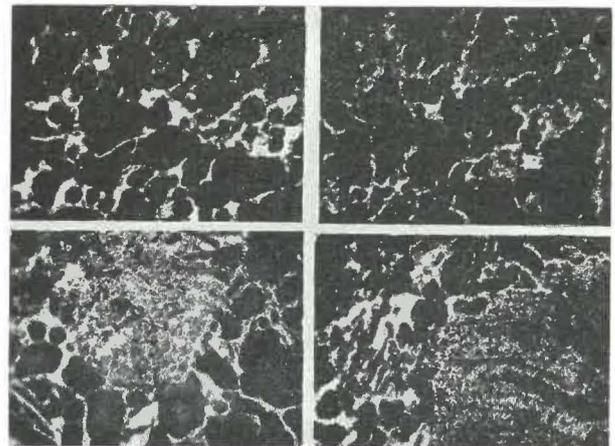


Fig. 8.

Ils possèdent une faible densité en vrac du 80/60.

Les cokes moyens et médiocres qui sont cependant construits à partir des mêmes constituants montrent en beaucoup d'endroits, par suite d'un broyage plus ou moins déficient, un colmatage très poussé de la structure cellulaire par des particules inertes de grande dimension, pratiquement non fondues (cfr. deux photos inférieures de la fig. 8).

La figure 9 montre, en lumière polarisée, la structure homogène de cokes provenant d'un fin broyage :

- 1) d'un demi-gras;
- 2) d'un gras;

TABLEAU III.

## Résultats de l'étude de coques sidérurgiques de différents bassins.

## Cokes de charbons demi-gras et gras.

Désignation et origine	Valeur Micum			Macrosolidité			Densité en vrac		Finesse de broyage du charbon enfourné	Date
	> 40 mm	> 20 mm	< 10 mm	80/60 mm	50/20 mm	Microsolidité	80/60 mm	50/20 mm		
Anzin/Thiers (Nord de la France)	89,0	94,8	4,6	86,6	93,3	77,3	415	452	Charbon gras inférieur finement broyé	6.54
Sluiskil I (Pays-Bas)	85,0	92,8	7,2	84,4	90,3	74,6	399	442	Charbon gras inférieur finement broyé	1.9.50
Alsdorf (Aix-la-Chapel.)	86,8	92,7	6,6	81,2	90,0	70,1	424	450	Charbon 1/2 gras broyage semi-fin	15.8.51
Zeebrugues (Belgique)	85,8	92,8	6,4	83,7	91,1	71,1	433	492	Charbon gras avec charbon demi-gras, broyage semi-fin	1.9.50
Friedrich-Heinrich (Ruhr)	85,9	91,8	7,2	85,4	91,1	70,3	431	464	» »	6.54
Maurits (Pays-Bas)	86,2	92,6	6,6	82,2	91,1	65,2	410	439		1.9.50
Victor (Ruhr)	84,6	93,4	5,6	82,2	89,8	67,1	407	431		5.3.52
Liévin (N. de la France)	84,6	91,6	7,2	82,2	89,6	67,1	449	483		6.54
Auby (N. de la France)	83,1	91,3	7,4	82,2	89,6	63,1	438	451	Charbon gras avec charbon demi-gras, broyage grossier	5.3.52
Concordia II (Ruhr)	90,2	92,6	6,9	82,2	89,6	63,1	433	454		3.1.50
Lens (N. de la France)	89,8	93,4	6,1	81,4	90,7	64,5	419	451		1.9.50
Minister Achenbad (Ruhr)	81,8	91,1	7,8	79,3	88,0	65,1	422	448		5.3.52
Sluiskil II (Pays-Bas)	77,3	88,4	10,4	81,1	88,9	63,5	438	464		5.3.52
Concordia (Ruhr)	79,3	87,9	9,9	74,5	85,6	62,9	443	460	Charbon gras avec charbon demi-gras, broyage très grossier	31.5.48

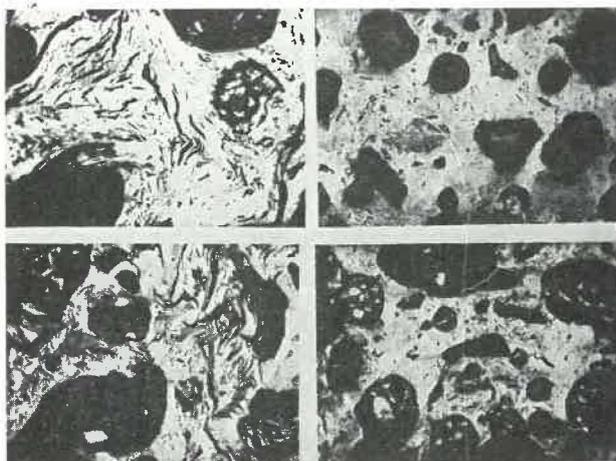


Fig. 9.

- 3) d'un mélange demi-gras - gras à demi-gras prédominant;
- 4) d'un mélange demi-gras - gras à gras prédominant.

La figure 10 montre, dans la structure, de petites régions colmatées par des inertes par suite du broyage grossier de la pâte. Une telle structure est caractérisée à la fois par une surface de macropores assez réduite et une surface de micropores développée, surtout en présence des particules inertes.

Le tableau IV rassemble les résultats d'examen de cokes provenant de charbons à gaz (A) et de mélanges de rangs très divers (B). Le groupe A réunit des cokes sarrois à pâtes pilonnées, enfournées en vrac, et constituées soit de fines, soit de mélanges divers de fines et de noix sarroises avec addition simultanée de demi-gras. (Dans l'un des cas il y avait, en plus, un peu d'anhracite.) Il est nécessaire de faire une distinction entre fines et noix sarroises, car les différences pétrographiques dans les diverses fractions granulométriques sont notables. Par exemple, les noix sarroises sont très riches en durite riche en exinite, tandis que les fines sarroises, à forte prépondérance en con-

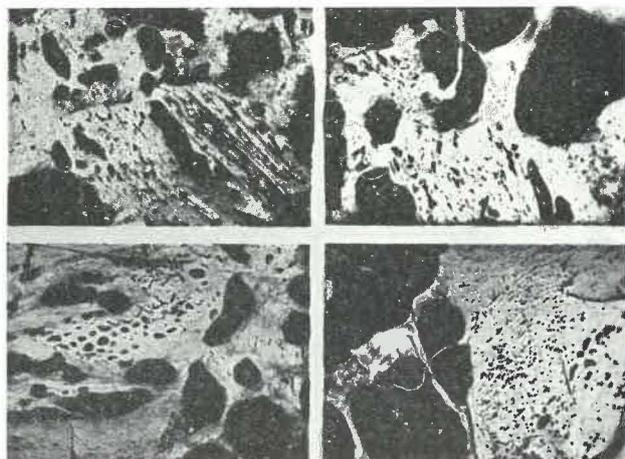


Fig. 10.

centrés flottés, sont constituées principalement de vitrite.

C'est pourquoi, les cokes de mélanges à teneur élevée en noix sarroises ont tendance à former beaucoup de zones mousseuses. On peut ainsi comprendre pourquoi il est nécessaire d'employer des méthodes spéciales de broyage (par exemple broyage sélectif ou double broyage) pour obtenir un coke meilleur à partir d'un tel charbon.

Ces charbons contiennent aussi un certain pourcentage (8 à 10 % en moyenne) de flambants à gaz dont l'addition, bien que faible en soi, exerce une influence néfaste par suite de l'effet nuisible de leur plasticité.

Contrairement aux cokes de charbon gras, la densité de chargement joue ici un rôle considérable mis en évidence dans le tableau numérique.

Les deux cokes pilonnés V proviennent d'une pâte sarroise à teneur élevée en noix et à addition variée de demi-gras. Dans les deux cas, les noix ont été broyées sélectivement si bien que les pâtes présentent des finesses convenables identiques et une même densité de chargement. La teneur en charbon demi-gras n'influe notablement que les valeurs Micum, en particulier le M 40. Les macro- et microsolidités sont peu modifiées, ce qui est étonnant. Ces deux cokes ont donné de très bons résultats au haut fourneau.

Le coke pilonné A est obtenu à partir d'un charbon broyé très finement et constitué de fines sarroises à forte proportion en concentrés flottés, riches en vitrite, avec, en plus, 7 % d'anhracite et 12 % de demi-gras.

Pour des valeurs Micum moyennes, ce coke présente des macro- et microsolidités excellentes. Ceci est en bon accord avec sa structure cellulaire très homogène et sa très bonne tenue au haut fourneau.

Les deux cokes pilonnés B<sub>w</sub> et B<sub>o</sub> sont un exemple classique de l'influence prépondérante de la finesse de broyage de la pâte. Le coke B<sub>o</sub> provient d'une pâte broyée très grossièrement et laisse à désirer pour toutes ses caractéristiques. Au contraire, le coke B<sub>w</sub> provient d'une pâte très finement broyée et a des caractéristiques meilleures malgré une teneur plus faible en charbons demi-gras.

Le coke B<sub>o</sub>, plus mauvais que tous les autres cokes sarrois signalés plus haut, présente une densité en vrac très faible pour les morceaux 80/60 et 30/20. C'est un cas typique où la densité en vrac plus faible se traduit par une structure plus mauvaise du coke. Cette densité plus faible est le signe d'une structure hétérogène du coke, provoquée par la formation de zones ou d'inclusions mousseuses.

Les deux cokes sarrois N et B<sub>r</sub> prouvent que la technique de l'enfournement en vrac simple ne convient pas aux charbons sarrois. Malgré tous les efforts faits pour remédier aux inconvénients de l'enfournement en vrac, ce coke présente des qualités de solidité interne, M 10, Mac 80/60, Mac 30/20 et Mic discutables. De plus la faible

TABLEAU IV.

Résultats de l'étude de coques sidérurgiques des provenances les plus diverses.

A. Coke de charbons à gaz (charbons Sarrois) avec addition de demi-gras.

Désignation et origine	Essai Micum			Macrosolidité		Microsolidité	Densité en vrac		Finesse de broyage du charbon enfourné	Date
	> 40 mm	> 20 mm	< 10 mm	80/60 mm	50/20 mm		80/60	50/20		
Coke pilonné V Sarre	80,4	92,8	5,8	85,1	93,3	63,9	449	495	Fines sarroises avec 42 % de noix sarroises et 20 % de ½ gras. Broyage fin sélectif.	28.10.54
Coke pilonné V Sarre	72,9	91,3	7,0	84,1	92,6	65,8	443	486	Fines sarroises avec 42 % de noix sarroises et 15 % de ½ gras. Broyage fin sélectif.	16.11.54
Coke pilonné A Sarre	74,8	91,0	7,2	86,6	93,3	67,0	448	494	Fines sarroises sans noix avec 7 % d'anhracite et 12 % de ½ gras. Broyage fin.	3. 4.51
Coke pilonné Bw Sarre	71,0	90,6	7,4	84,4	91,1	64,3	446	485	Fines sarroises avec 50 % de noix sarroises et 14 % de ½ gras. Broyage très fin.	20. 7.54
Coke pilonné Bo Sarre	65,0	87,2	9,2	81,4	89,6	59,9	409	455	Fines sarroises avec 55 % de noix sarroises et 18 % de ½ gras. Broyage grossier.	20. 7.54
Coke obtenu par enfournement en vrac N-Sarre	78,4	90,6	8,4	81,5	88,8	61,3	401	438	Fines sarroises avec 15 % de noix sarroises et 29 % de ½ gras. Broyage grossier.	23. 7.54
Coke obtenu par enfournement en vrac Br-Sarre	65,0	89,3	8,6	78,5	89,2	62,2	427	463	Fines sarroises avec 25 % de noix sarroises et 10 % de ½ gras. Broyage grossier.	14. 4.51

B. Coke de mélanges de divers charbons de rangs très différents.

Désignation et origine	Essai Micum			Macrosolidité		Microsolidité	Densité en vrac		Finesse de broyage du charbon enfourné	Date
	> 40 mm	> 20 mm	< 10 mm	80/60 mm	30/20 mm		80/60	30/20		
Duro La Felguera (Espagne)	64,44	87,0	9,2	80,0	90,3	68,3	417	464	Mélange d'une grande proportion de charbon gras avec du charbon à gaz et du charbon flambant à gaz. Forte teneur en cendres (17 % dans le coke). Broyage grossier.	12. 9.53
Coke pilonné R Sarre	82,7	91,5	7,2	81,5	86,6	57,3	475	508	Mélange de fines sarroises avec 5 % de flambant, 7 % de poussier de coke et 15 % de 1/2 gras. Broyage grossier à semi-fin.	7. 7.53
Coke pilonné C Lorraine	82,9	91,5	7,0	84,0	90,3	63,0	433	459	Mélange de 64 % de charbon lorrain avec 28 % de charbon gras de la Ruhr et 8 % de poussière de coke. Broyage semi-fin.	24. 5.54
Coke obtenu par chargement en vrac - T Lorraine	82,4	91,1	7,6	79,3	88,8	55,0	401	436	Mélange de 45 % de charbon lorrain avec 20 % de charbon sarrois 25 % de charbon gras et 10 % de 1/2 gras. Broyage fin sélectif.	18. 9.54
Coke obtenu par chargement en vrac - M Est de la France	74,5	89,5	8,6	80,0	88,5	57,9	385	427	Mélange de 30 % de charbon sarrois, 25 % de charbon lorrain, 30 % de charbon gras et 15 % de 1/2 gras. Broyage grossier.	26.11.54
Coke obtenu par chargement en vrac - W Ruhr	88,8	91,8	7,2	82,9	88,8	55,0	432	475	Mélange de charbon gras avec du charbon à gaz et du 1/2 gras. Broyage très grossier.	14.11.53

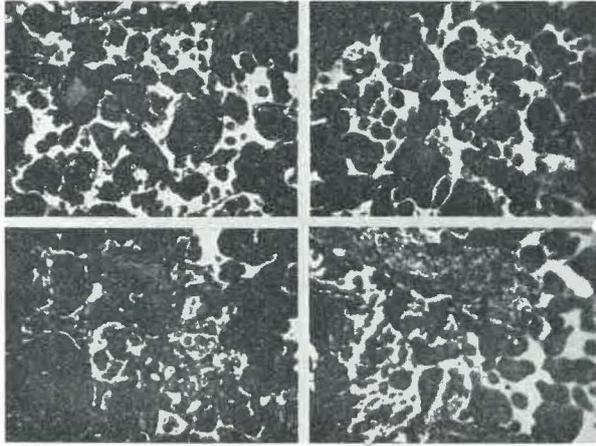


Fig. 11.

densité en vrac du coke ne s'accompagne pas ici d'une solidité interne satisfaisante.

Les photos supérieures des figures 11 et 12 représentent la bonne structure homogène du coke obtenu à partir de charbons très finement broyés. Les photos inférieures montrent, à gauche, une structure affaiblie par de la fine mousse et, à droite, une structure colmatée par des inertes.

Comparés dans les mêmes conditions à la structure du coke de charbon gras, les cokes sarrois présentent des différences très prononcées. Mais, les cokes du *groupe B* du tableau IV présentent un aspect encore plus compliqué. Les pâtes à cokes sont constituées de divers charbons de rangs très différents. Lors du broyage de ces pâtes, il faut tenir spécialement compte de la différence de dureté, de type et de genre du charbon, ainsi que de sa structure pétrographique. A notre connaissance, ces principes ont été activement développés pour les cokes lorrains C et T. Le coke de pilonnage C présente les meilleures caractéristiques des cokes B du tableau.

Compte tenu de la proportion relativement élevée de flambants dans le coke C, la microsolidité de 63 doit être considérée comme une bonne va-

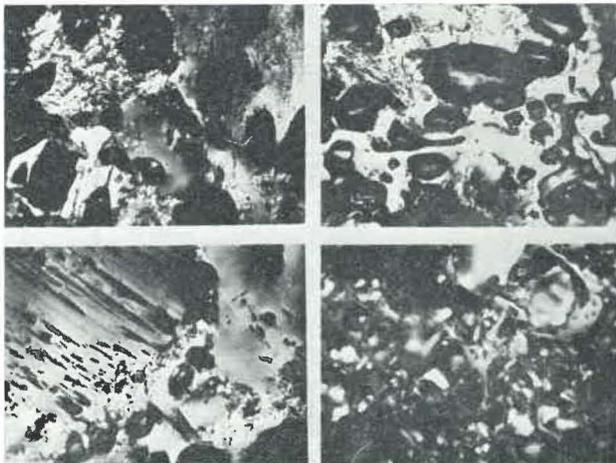


Fig. 12.

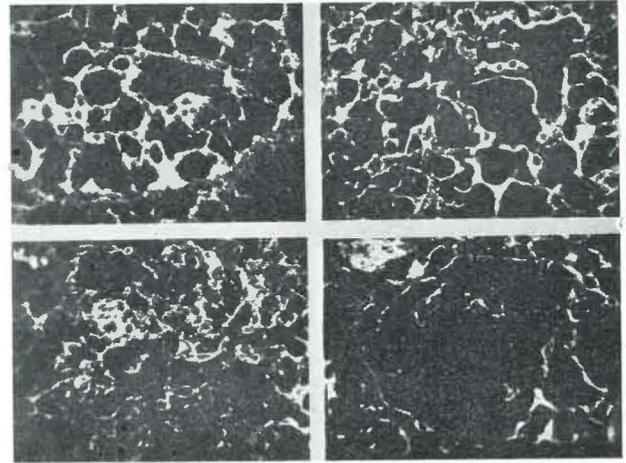


Fig. 13.

leur. L'emploi, lors de la préparation de ce coke, de constituants convenables et le profit tiré de paramètres d'exploitation bien choisis (broyage et densité de chargement) ont compensé, de loin, les inconvénients dus à l'emploi d'un charbon à faible degré de carbonisation.

Pour le coke lorrain d'enfournement en vrac T, provenant d'un broyage sélectif et poussé, les caractéristiques laissent à désirer, du moins du point de vue de la solidité interne. La densité en vrac du coke, relativement basse, laisse penser qu'ici c'est la densité de chargement trop faible de la pâte finement broyée, qui est à mettre en cause.

On constate l'influence notable de la densité de chargement, lors de la préparation des charbons lorrains, sur les quatre photos de la figure 13.

Les photos supérieures représentent des surfaces à cellules moyennes provenant de constituants gras et identiques à la structure du coke de charbons gras; par contre, les photos du bas font apparaître des surfaces à cellules très fines et des pores plus grossiers qui semblent, à l'agrandissement choisi, coexister indépendamment les uns des autres, mais qui, à un agrandissement plus important (figure 14), présentent des liaisons mutuelles.

Pour le coke pilonné R de Sarre et le coke d'enfournement en vrac W (Ruhr), les excellentes

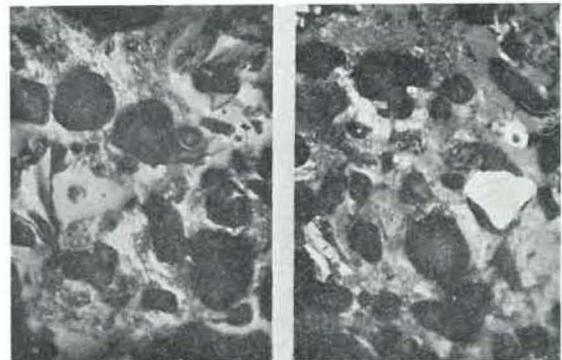


Fig. 14.

valeurs Micum et les macrosolidités 80/60 encore satisfaisantes s'accompagnent de valeurs insuffisantes pour la macrosolidité 30/20 et pour la microsolidité. Cette contradiction s'explique par le fait que l'incorporation d'une quantité trop élevée d'amaigrissants dans ces deux pâtes s'est traduite par une plasticité trop visqueuse. Ces deux exemples montrent comment, en recherchant coûte que coûte des granulométries et résistances élevées, on réduit fortement d'autres propriétés très importantes du coke.

Pour le coke d'enfournement en vrac (Est de la France), provenant d'un charbon broyé assez grossièrement, toutes les caractéristiques sont sensiblement au même niveau. La structure de ce coke fait apparaître, à côté de pores particulièrement gros, des zones de mousses très fines, ce qui explique la solidité interne insuffisante, tandis que les zones mousseuses réduisent les valeurs Micum. La densité en vrac des morceaux de coke est particulièrement faible et doit être considérée qualitativement comme défavorable.

Sur la base de ces résultats, on peut tirer les conclusions suivantes sur la qualité du coke.

Les valeurs Micum sont suffisantes pour caractériser les qualités des cokes de pâtes finement broyées de demi-gras et de gras. Elles sont en bon accord avec les nouvelles valeurs de macro- et microsolidité. Si les cokes proviennent de pâtes broyées grossièrement ou contenant de fortes proportions de charbons quart-gras, de charbons à gaz ou de charbons flambants, les valeurs Micum ne suffisent plus et il est nécessaire d'employer les méthodes de détermination des macro- et microsolidités.

Pour la fabrication d'un coke sidérurgique, il n'est pas souhaitable de rechercher une granulométrie et une résistance mécanique trop importantes car de ce fait, la structure caractérisée par les valeurs de macro- et microsolidité, ainsi que la tenue à la chaleur du coke, sont réduites.

*Les valeurs notablement plus élevées de la macrosolidité 30/20, comparées à celles du 80/60, montrent que l'emploi de morceaux de coke quelque peu plus petits que ceux employés jusqu'ici offre de grands avantages du point de vue aptitude à la combustion par suite de la constitution plus homogène de la structure. Ceci est d'une très grande importance pour les cokes constitués de charbons à degré de carbonisation faible.*

Toutefois, l'on ne doit pas perdre de vue que la réduction de la granulométrie du coke entraîne une réduction de la perte de pression du haut fourneau. Cette dernière exige une compensation et le mieux sera du côté minéral. L'exploitation des hauts fourneaux aux États-Unis, et particulièrement la Kaiser-Steel-Works à Fontana, nous en fournit un exemple très instructif. Il a conduit à une réduction sensible et nette de la mise au mille.

Des valeurs satisfaisantes de macrosolidité peuvent se présenter même pour des cokes ayant des

valeurs Micum moyennes. De tels cokes, constitués la plupart du temps d'une pâte à plasticité relativement élevée, se sont très bien comportés à l'exploitation d'un lit de fusion bien préparé et précablé. Malgré des variations notables du Micum, causées principalement par des écarts de plasticité de la pâte, la marche irréprochable du haut fourneau peut être assurée tant que la macrosolidité ne descend pas en dessous d'un certain minimum. Comme ce minimum dépend étroitement du degré de carbonisation de la pâte à coke, il doit être fixé spécialement pour chaque cas particulier.

Par contre, des cokes de charbons de bas rang ayant des macrosolidités aussi faibles donnent lieu à des incidents de marche en haut fourneau. Compte tenu de la température de combustion nécessaire, il semble avantageux de compenser les inconvénients dus à la grande surface externe du coke de charbon de bas rang par un développement très poussé de la surface des macropores. Indiquons, une fois encore, l'importance prépondérante, pour des cokes de charbons de bas rang, de la finesse de broyage et de l'homogénéisation de la pâte, de même que les mesures propres à atteindre une densité de chargement voulue et suffisante, ce qui se traduit finalement par un relèvement de la microsolidité.

Pour de tels cokes, une cuisson insuffisante et incomplète présente des effets catastrophiques. Ce n'est certainement pas le fait du hasard si, dans les régions où l'on est contraint de carboniser des charbons de bas rang, on consacre une attention particulière à la cuisson. La faible densité en vrac du coke doit être considérée comme nuisible dans certains cas et, spécialement, quand on constate simultanément une solidité interne insuffisante.

La méthode de détermination extrêmement sensible de la microsolidité du coke mal cuit fournit un moyen de contrôle très important, surtout si cette détermination est effectuée sur des échantillons de morceaux de coke représentant la demi-largeur de la cellule, et si l'on y ajoute une détermination de la teneur en matières volatiles des échantillons étudiés. Le tableau V montre la possibilité d'appliquer la détermination de la microsolidité à des échantillons prélevés dans différentes parties du morceau de coke.

Vers la paroi, la microsolidité du morceau de coke est la plus élevée et vers le cœur du saumon elle est la plus faible. La valeur pour la zone médiane est intermédiaire. *Le coke A du Nord de la France* de charbon gras finement broyé donne des valeurs pour paroi et cœur assez voisines, signe d'une grande régularité dans tout le morceau de coke. Dans le *coke du Nord L* de charbon gras plus grossièrement broyé et ayant un degré de carbonification moindre, les différences sont déjà un peu plus grandes, en particulier, la baisse de la microsolidité vers le cœur du saumon. Les différences sont encore plus marquées dans le *coke*

TABLEAU IV.

Microsolidité d'échantillons prélevés dans différentes parties du morceau de coke.

Variété de coke	Date	Extrémité du chou-fleur		Zone médiane		Cœur du saumon	
		Microsolidité	Teneur en matières volatiles %	Microsolidité	Teneur en matières volatiles %	Microsolidité	Teneur en matières volatiles %
Coke A du Nord de la France	mai 1954	76,1	0,5	75,7	0,6	74,2	0,8
	août 1954	77,5	0,7	72,5	0,7	71,3	0,6
Coke L du Nord de la France	mai 1954	70,1	0,9	69,4	0,9	66,1	0,6
	juillet 1954	76,5	0,8	69,9	0,8	67,5	0,6
Coke F de la Ruhr	juin 1954	75,0	0,8	68,7	0,8	65,0	0,8
	août 1954	70,0	1,0	68,2	1,2	65,8	1,0
Coke pilonné sarrois R	mai 1954	75,3	0,7	72,7	0,8	58,2	0,8
	juillet 1954	77,5	0,7	70,6	0,8	68,5	0,6
Coke pilonné sarrois usine B usine A usine V	juillet 1954	72,0	0,4	67,9	0,6	60,1	0,6
	juillet 1954	66,6	0,5	65,6	0,4	61,6	0,5
	juillet 1954	71,9	0,6	66,5	0,7	59,3	0,6
Coke à enfournement en vrac usine B usine N	juillet 1954	71,9	0,7	64,1	1,0	49,6	1,0
	juillet 1954	65,7	0,6	56,5	0,6	48,0	0,8
Coke pilonné lorrain C	mai 1954	70,8	0,9	66,7	0,8	60,3	0,9
	juin 1954	68,2	0,6	62,6	0,8	55,8	1,6
Coke à enfournement en vrac lorrain T	juillet 1954	72,4	0,8	58,4	0,9	54,7	1,3
	août 1954	65,1	1,0	62,5	0,8	54,8	1,5

de la Ruhr F, obtenu avec du charbon bien plus grossièrement broyé. Ici, la baisse de la microsolidité du côté du cœur du saumon est particulièrement apparente.

Chez les cokes sarrois et lorrains, les différences entre paroi et cœur sont nettement plus importantes, sauf dans le *coke pilonné A* de fines broyées de charbon sarrois, où la différence n'est que de cinq points. Les autres cokes sarrois proviennent de pâtes à coke contenant, à côté de fines, des quantités plus ou moins importantes de noix sarroises et un certain pourcentage en charbons à teneur en oxygène plus élevée. Ici aussi, les différences entre paroi et cœur sont très grandes. Le *coke pilonné lorrain C* fait à peu près suite aux chiffres des cokes sarrois.

Les différences apparaissent particulièrement grandes chez les *cokes sarrois d'enfournement en*

*vrac B et N*. La microsolidité du côté cœur est particulièrement basse.

Chez le *coke lorrain T à enfournement en vrac*, on observe à nouveau des différences très grandes, toutefois, sans doute par suite d'une cuisson un peu insuffisante (teneur en matières volatiles plus élevée), la microsolidité du côté cœur est plus élevée que chez les cokes sarrois à enfournement en vrac.

Pour atteindre des valeurs plus élevées et toujours plus régulières des propriétés de solidité inhérentes au coke, un rôle important sera joué, à l'avenir, par les nouveaux procédés :

- 1) de broyage par traitement sélectif;
- 2) d'homogénéisation au moyen de broyeurs centrifuges spéciaux;
- 3) d'augmentation de densité de la pâte enfournée par agglomération partielle.

## FABRICATION DE COKES METALLURGIQUES A PARTIR DE CHARBON BIRMAN PAR LE PROCÉDE DE CARBONISATION EN DEUX TEMPS DU COAL RESEARCH INSTITUTE

par les Dr. K. ASAI et H. TANNO,

Coal Research Institute, Tokyo.

La Birmanie possède de la houille tertiaire et jurassique. En général, la houille tertiaire est constituée par de la lignite et du charbon sub-bitumineux et le charbon jurassique par du charbon bitumineux.

L'auteur a étudié le bassin houiller de Kalewa et voudrait donner dans ce travail quelques explications.

Le charbon de Kalewa appartient à l'ère tertiaire. C'est pourquoi sa teneur en matières volatiles est élevée et, contrairement aux charbons européens, il ne possède pas un bon pouvoir cokéfiant.

Le charbon japonais s'est aussi formé à la période tertiaire mais le charbon de Kalewa, contrairement au charbon japonais, n'a pas été affecté par des poussées tectoniques, et moins encore par des activités volcaniques.

Des affleurements de veines de houille ont été découverts dans de nombreuses localités en bordure ouest du bassin central de Birmanie, mais leur relevé n'est pas encore complètement terminé, sauf dans le bassin houiller de Kalewa. C'est la raison pour laquelle on n'a pas encore pu donner d'estimation valable sur les réserves en charbon.

Le gisement houiller, dans lequel les veines s'étendent du nord au sud sur une étendue de plusieurs miles, au N-O de Kalewa, s'appelle le gisement de Kalewa.

Kalewa se trouve au confluent des rivières Chindwin et Myrthta.

D'actives prospections géologiques sont poursuivies en ce moment, dans cette région. L'auteur, à l'invitation du Gouvernement birman, a eu l'occasion de visiter le gisement houiller de Kalewa, où il a poursuivi systématiquement l'examen du charbon de tous les affleurements.

Toutes les veines sont inclinées de 40 à 45 degrés.

Jusqu'à présent, on a reconnu deux groupes de veines. On a entrepris l'exploitation d'une veine de 9 pieds, située à l'extrémité est de ces groupes, mais sur la faible échelle de 30 tonnes par jour.

D'après le plan du Ministère birman des Mines, on doit exploiter 1 000 tonnes par jour à Kalewa. Pour y arriver, beaucoup de temps et d'argent sont nécessaires. Cette entreprise exigera tout d'abord un important budget. Elle exigera aussi que de larges facilités soient accordées aux travaux miniers, par exemple, pour l'équipement des installations d'extraction et de préparation du charbon et pour son transport sur la Chindwin. Tout ce travail nécessite l'utilisation de techniques appropriées à la réalisation de chacun de ces objectifs.

La Birmanie importe, aujourd'hui, environ 300 000 tonnes de charbon de l'Inde. La plus grande proportion de ce charbon est utilisée dans les locomotives des chemins de fer, car le charbon