

De plus, étant donné le problème que posera bientôt l'approvisionnement en certaines qualités de charbons, l'addition d'huiles résiduelles devient particulièrement intéressante. Il est, en effet, très probable que l'on soit un jour obligé d'utiliser, comme charbon à coke, des combustibles médiocres, cokéfiant mal. L'addition d'huile à ces charbons permettrait dans ce cas d'obtenir un coke satisfaisant du point de vue résistance.

Le cracking dans les fours à coke offre en outre la possibilité de valoriser lucrativement les huiles résiduelles qui résultent, par exemple, de l'hydrogénation des pétroles. On sait que l'utilisation de ces résidus présente de grandes difficultés; leur valorisation, soit par distillation, soit par recyclage dans le processus d'hydrogénation, soit par utilisation pour des fins thermiques, n'offre en effet guère d'espoir.

La présence dans ces résidus d'hydrogénation de substances de contact à l'état de cendres est particulièrement favorable au cracking dans les fours à coke, car elles exercent une forte influence catalytique pour l'obtention de produits de dissociation de haute valeur.

C'est dans le sens de l'intervention des catalyseurs dans le cracking au four à coke, que de nouveaux développements du procédé sont possibles. Les essais se poursuivent afin d'obtenir des éclaircissements supplémentaires. Un four expérimental semi-industriel est actuellement en cours de montage et sera bientôt en état de marche. Les résultats déjà obtenus laissent espérer que le cracking catalytique des hydrocarbures dans les fours à coke va, de plus en plus, sans pour cela modifier la qualité du coke, améliorer les rendements en produits hydrocarbonés de valeur, notamment les benzols et oléfines.

## L'influence de la teneur en humidité des fines à coke sur la capacité de production des cokeries

par le Dr.-Ing. B. HOFMEISTER.

Nous nous sommes accoutumés, en Allemagne, à utiliser des fines à coke à teneur en humidité relativement élevée. En Silésie, la méthode par pilonnage exige cette teneur en humidité tandis que, dans la Ruhr, elle nous est imposée par suite de la préparation du charbon par voie humide et de l'insuffisance des procédés d'égouttage. L'amélioration de ces procédés entraîne d'ailleurs peu à peu une réduction de la teneur en humidité considérée comme « normale ». Il y a vingt ans elle était encore de 13 %; pendant longtemps on s'efforça de descendre à 12 % et actuellement la valeur de 10 % est usuelle. En moyenne, pour toutes les cokeries de la Ruhr, elle est de 10,3 % avec des variations de 7,8 à 12,3 %.

La teneur en humidité est ainsi établie à une valeur qui ne correspond plus à l'état actuel des techniques d'égouttage et de séchage. Nous n'étudierons pas ici les différents procédés en particulier, mais donnerons brièvement quelques moyens permettant de réduire la teneur en humidité des fines à coke. On peut obtenir cette réduction :

1) Par addition de charbon sec là où leurs propriétés cokéfiantes et leurs teneurs en cendres le permettent, par exemple sous forme de poussier de dépoussiérage ou de criblés concassés. On peut faire remarquer à ce sujet que le rapport des prix entre les fines à coke et les criblés s'est déplacé à l'avantage des premières de telle façon que les criblés, en tenant compte de leur teneur en humidité, ne sont pas plus chers que les charbons à coke.

2) Par égouttage mécanique :

dans desessoreuses à fines	à 6 — 7%
dans des filtres à schlamms	à 22 — 24%
dans desessoreuses à schlamms	à 12 — 15%.

3) Par égouttage physico-chimique par le procédé d'inversion de phase décrit par le Docteur Müschenborn. Par ce procédé, on peut obtenir des schlamms à 8 — 12% d'eau.

4) Par séchage thermique, où la limite de la teneur en humidité n'est fixée que par des considérations économiques.

Par l'application combinée des procédés ci-dessus aux différents composants des fines à coke, la teneur en humidité peut être abaissée loin en dessous des valeurs actuelles pour un prix généralement acceptable. Il est à remarquer que les installations d'égouttage et de séchage sont actuellement des parties normales des ateliers modernes de préparation américains.

Maintenant se pose la question : quelle est la teneur optimum en humidité pour l'exploitation des cokeries ? Depuis 1932, une réponse théorique a été donnée à cette question par Koppers et Baum qui démontrent qu'un charbon contenant de 6 à 8% d'humidité donne les meilleurs résultats quant au temps de carbonisation et à la consommation de calories pour le chauffage. En 1936, dans un avis de l'Office allemand du charbon, Hilgenstock a proposé 8% comme valeur optimum pour le séchage des fines à coke.

Malheureusement, les recherches projetées à ce sujet depuis vingt ans par la Commission des cokeries n'ont pu être effectuées, si bien qu'il n'existe

pas encore actuellement dans la Ruhr d'expérience pratique suffisante.

Par contre, on sait que toutes les cokeries américaines utilisent des charbons à 5 % d'eau, que certaines cokeries anglaises travaillent avec des charbons encore plus secs et, qu'en France, des recherches très intéressantes dans ce sens sont en cours.

Dans la Ruhr, il existe une crainte évidente d'abaisser la teneur en humidité sous 10 % : car on a obtenu de mauvais résultats avec des charbons plus secs. Au cours du chargement survenaient des difficultés par suite d'inflammation, de dépôt de poussières et même de petites explosions dans les chambres. Par contre, il est étonnant de voir comme le chargement des fours en Amérique avec du charbon à 5 % d'humidité est simple et régulier. Cette différence de comportement pourrait s'expliquer par le fait que les charbons américains, plus durs, forment très peu de grains très fins même par broyage, tandis que le charbon de la Ruhr est très fragile et que la quantité de grains inférieurs à 0,5 mm atteint 25 à 30 % dans les lignes à coke. Même les charbons à coke américains les plus fins sont encore très granuleux par comparaison et ne contiennent qu'une fraction de la quantité de poussier présent dans les charbons de la Ruhr. A la cokerie de la Mine Sachsen, on a entrepris des recherches sur les fines à coke à faible teneur en humidité. Ici également des difficultés survinrent lorsque la teneur en humidité descendit sous 9 %. Le charbon s'écoulait si difficilement des tours de stockage et des wagonnets que, malgré l'emploi de ringards, le remplissage des fours demandait un temps anormalement long et des entraves appréciables provenaient des flammes et de la poussière.

De ces essais on déduisit que les difficultés provenaient, non pas du pourcentage important de produit très fin, mais de la difficulté d'écoulement du charbon à cette teneur en humidité.

L'aptitude à l'écoulement dépend de la granulométrie et de la teneur en humidité du charbon. L'influence de la teneur en humidité est telle que des fines à coke très humides s'écoulent facilement. Avec des teneurs décroissantes, l'aptitude à l'écoulement diminue jusqu'à un minimum qui, suivant la granulométrie et les aptitudes particulières des charbons, se produit pour des valeurs comprises entre 7 et 10 %. Si le charbon devient plus sec, l'aptitude à l'écoulement augmente de nouveau et atteint un maximum pour des teneurs en humidité de 4 à 5 %. Ce charbon sec possède en outre la propriété de ne pas former de cône aigu sous le trou de chargement, mais de se répandre dans le four à la façon d'un liquide.

Si l'on réduit la teneur en humidité jusqu'au point où l'on obtient une bonne aptitude à l'écoulement, le remplissage du four est si rapide que même un charbon à haute teneur en grains très fins n'a pas la possibilité de former un mélange explosif poussière-air. De plus, le four est si rapidement rempli jusqu'au sommet que le dégazage initial du charbon ne cause aucune difficulté avant la fin du

remplissage et la fermeture des trous. Finalement, l'absence de cônes aigus due à la fluidité du charbon facilite et réduit le travail d'égalisation de la charge.

Pratiquement, les essais à grande échelle avec 100 t de charbon ont permis d'établir que, pour des teneurs en humidité de 7 et 5,5 %, le charbon s'écoule mieux que pour les teneurs courantes de 10 % et plus. Le temps de remplissage d'un four tombe de 3 minutes à moins d'une minute. Le remplissage du four se produit sans difficulté, et même plus régulièrement, qu'avec des teneurs en humidité de 10 % grâce au faible temps de remplissage, et cela, malgré des teneurs en poussières élevées (51 % en dessous de 0,5 mm). Ainsi est donc démontré pratiquement le bien-fondé de l'hypothèse. La conclusion de ces essais est qu'il faudrait réduire la teneur en humidité des fines à coke de façon à se trouver sous la valeur correspondant au minimum de l'aptitude à l'écoulement.

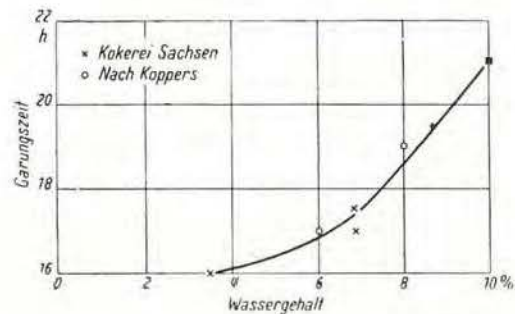


Fig. 1.

Garungszeit = Temps de cuisson.  
Wassergehalt = Teneur en humidité.

La figure 1 donne la variation du temps de cuisson en fonction de la teneur en humidité. Il faut remarquer que, lors de chaque essai, on a rempli de charbon sec 6 fours seulement dans une batterie de 35 fours. Ces 6 fours se trouvaient donc entre d'autres alimentés en charbon humide normal et ont subi l'influence de ces derniers. On peut admettre que les temps de cuisson seraient encore plus favorables dans une batterie réglée exactement d'après la teneur en humidité.

A la suite de l'exposé ci-dessus, on peut conclure :

que les techniques modernes d'égouttage et de séchage permettent d'obtenir des fines à coke à teneurs en humidité inférieures aux valeurs usuelles;

qu'un tel charbon sec peut être employé sans difficulté dans l'exploitation des fours à coke malgré de hautes teneurs en poussières aussi longtemps qu'on reste suffisamment sous la valeur correspondant au minimum d'aptitude à l'écoulement;

et que la réduction du temps de cuisson pour des teneurs en humidité décroissantes est au moins égale aux valeurs données dans la figure 1.

Il faut maintenant répondre à la question suivante : quelle est l'influence de la réduction d'hu-

midité sur la capacité de la cokerie et l'économie générale ?

L'alimentation en charbon sec donne une série d'avantages :

1. Le temps de cuisson réduit permet une augmentation de capacité sans fours supplémentaires;
2. La consommation de chaleur est réduite;
3. Les matériaux réfractaires des fours, surtout les briques de silice sensibles aux variations de température, sont traités avec ménagement et la vie des fours est allongée.
4. La puissance de refroidissement pour la condensation de la vapeur d'eau dans les réfrigérateurs est réduite;
5. La puissance d'aspiration est réduite par suite du moindre volume de vapeur aspiré.
6. On produit moins de condensat, d'où réduction des besoins de vapeur dans la fabrique d'ammoniaque.

Du point de vue économique, seuls les trois premiers points ont une valeur décisive. Nous allons établir leur influence en nous basant sur une capacité de 1000 t de charbon et une réduction de la teneur en humidité de 10 à 6 %.

1. Pour une capacité de 1000 t de charbon à 10 % d'humidité, 54 fours sont nécessaires. Avec 6 % d'humidité on économise 10 fours. Ceci signifie, avec les prix actuels, une réduction d'amortissement de 0,57 marks/tonne de charbon.

L'augmentation de capacité est de 24 %. Pour simplifier, on a supposé que la densité apparente ne varie pas. En fait, elle dépend de la teneur en humidité et passe par un minimum pour des teneurs de 6 à 10 % suivant la granulométrie du produit. La densité apparente, rapportée au charbon sec, peut soit augmenter soit diminuer pour des charbons plus secs. Lors des recherches à la cokerie Sachsen, on obtenait un accroissement marqué pour 6 % d'humidité.

On pourrait d'ailleurs remédier à une réduction par la pulvérisation de petites quantités d'huile — environ  $\frac{1}{4}$  % — ce qui, suivant Powell et Russel, augmente sensiblement la densité apparente. Certaines cokeries américaines tirent profit de cette possibilité.

2. Au sujet de la consommation de chaleur à 6% d'humidité, il n'existe pas d'essai permettant une comparaison dans le bassin de la Ruhr. Pour des valeurs de l'humidité jusque 8 %, on peut se baser sur une réduction de 10 Kcal par kilo de charbon et par % de réduction d'humidité.

Pour une réduction de 8 à 6 %, nous prendrons la moitié de cette valeur. Il en résulte donc une économie de gaz de 50 Kcal/kg, soit 0,25 mark/tonne de charbon.

3. Il est reconnu que les briques de silice sont très sensibles aux variations de température. Avec l'emploi de charbon humide, on constate après quelques années de fonctionnement une destruction prématurée des rangées inférieures et des murs entre

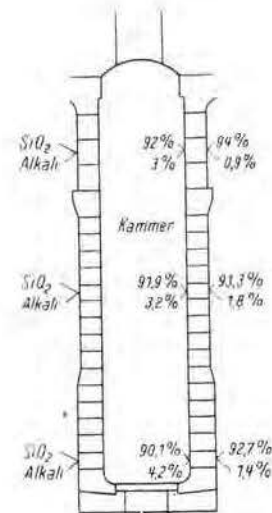


Fig. 2. — Corrosion de briques de silice par du chlorure de sodium.

les trous de chargement. Cette usure est très rapide si les eaux de lavoir contiennent beaucoup de chlorure. La figure 2 représente le résultat de recherches effectuées sur un mur de chambre de la cokerie Sachsen. On constate une réduction de la teneur en silice et une augmentation de la teneur en alcali, surtout près du fond.

Il est impossible de déterminer de combien la vie d'un four à coke est allongée, lorsque la teneur en humidité tombe de 10 à 6 %. Au sujet de l'influence financière, on peut seulement faire remarquer que chaque année de vie supplémentaire sur une base de vie moyenne de 10 à 15 ans donne une réduction d'amortissement de 0,10 mark/tonne, montant qui déjà après quelques années pèse sensiblement dans la balance.

Les points 4 à 6 ne seront pas traités par suite de leurs incidences réduites. Si l'on rassemble les chiffres trouvés jusqu'à présent, on obtient une économie d'au moins 0,75 marks/tonne de charbon humide lorsque la teneur en eau descend de 10 à 6 %.

Cette somme est sensiblement plus élevée que les frais d'égouttage du charbon. Si l'on utilise des essoreuses à fines, on peut compter sur une dépense de 0,10 mark/tonne. Le procédé le plus onéreux est le séchage thermique dont l'application est parfois nécessaire à une fraction complète des fines à coke, par exemple les schlamms. Si l'on considère même le cas le plus défavorable, qui ne se rencontre pratiquement jamais, du séchage thermique de l'entière des fines à coke pour passer de 10 à 6 % d'humidité, les frais d'amortissement et d'exploitation s'élèvent à 0,60 mark/tonne. Même dans ce cas extrême, les frais de séchage sont donc inférieurs à l'économie minimum réalisée à la cokerie.

Sur la base des essais décrits plus haut et des bilans il serait nécessaire de se libérer, dans le bassin de la Ruhr, de l'idée que les fines à coke

ont nécessairement une teneur en humidité de 10 %. On devrait plutôt abaisser la teneur en humidité souhaitable de plusieurs pourcents jusqu'au moins 6 %. Les possibilités techniques pour obtenir ce résultat existent. L'économie de l'exploitation complète en est améliorée. De plus, on a la possibilité d'augmenter la production de coke sans fours supplémentaires, en développant simplement l'instal-

lation de récupération des sous-produits et, par là, d'utiliser la surproduction de la période de crise à la production d'acier.

L'emploi de charbon sec est surtout intéressant pour des installations dont les fours n'ont pas encore retrouvé leur pleine capacité et dont l'installation de récupération permet un accroissement de production.

---