

L'emploi de charbons de moindre valeur dans l'exploitation des usines à gaz

Une contribution à la solution du problème des qualités

par Walter A. FREY,

Ing. Chem. des Usines à gaz de la ville de Duisburg.

Traduit de « Erdöl und Kohle » d'août 1950,

par H. HERMAN,

Ingénieur Civil des Mines A.I.Lg. - Electricien A.I.M.

Remarques préliminaires.

La perte de districts miniers importants, les destructions de guerre et les difficultés d'approvisionnement sont quelques-uns des soucis dont sont chargés et préoccupés les chercheurs et les chefs d'exploitation des usines. Ces soucis trouvent écho dans la littérature spécialisée et il ne manque pas de propositions pour vaincre ces difficultés. Une campagne pour l'installation de stations de broyage et de mélange et pour l'emploi de briquettes de lignite pour le chauffage des foyers, est faite dans le monde compétent. Toujours de plus en plus, les usines à gaz sont obligées de s'approvisionner en charbons moins bien cokéfiables et de qualités moins courantes. Comme résultat final, au lieu de 70 % de charbons à coke, on doit traiter 70 % de charbon à gaz et l'on estime que cette transformation fondamentale dans les qualités a été réalisée en 10 ans. A la suite de l'abatage préférentiel de charbons à coke, exécuté dans les dernières années, comparativement à celui de charbons à gaz et à flammes, on exploite actuellement des couches nouvellement découvertes et reconnues exploitables, donnant, en ordre principal, des charbons jeunes, peu cokéfiables. Pour toutes les usines à gaz et les préparateurs de charbons, il est opportun de s'adapter rapidement et radicalement à cette nouvelle situation du marché. Il ne manque pas de publications judicieuses traitant de la situation tendue du marché des charbons à coke, des difficultés d'approvisionnement des matières, de l'état stagnant du crédit depuis la réforme monétaire, des délais de livraison non respectés et d'autres difficultés. Mais il faut aussi tenir compte, et cela doit être dit une fois bien ouvertement, que ce n'est pas seulement le manque de crédit qui intervient pour la non réalisation de projets connus. Souvent, il

manque l'homme voulu à la place indiquée. De nombreuses personnes sont sans situation, et pour beaucoup d'usines, l'engagement d'un chimiste expérimenté serait encore, malgré l'accroissement des dépenses en personnel, la meilleure façon d'améliorer leurs installations.

Détermination de la pression de poussée des charbons; valeur limite inférieure et supérieure.

L'utilisation des charbons à gaz, des charbons à flamme et des charbons poussants implique la connaissance des propriétés de ces combustibles. Comme, dans un avenir prochain, les usines à gaz ne seront plus uniquement alimentées par des charbons à gaz et à longue flamme, mais aussi par des charbons poussants ou suspects tels, il est extrêmement utile de traiter ci-dessous de la valeur limite supérieure et inférieure de la pression de poussée. La valeur déterminée au laboratoire pour la pression de poussée de charbons se situe entre 0 et 2 kg/cm². Dans la littérature, on trouve des indications sur l'ordre de grandeur de la pression de poussée critique, c'est-à-dire la limite supérieure de cette pression au delà de laquelle une augmentation n'est plus admissible, sans devoir compter sur des détériorations et des destructions complètes des chambres de gazéification (1).

La détermination de cette pression, par une méthode d'exploitation, donne des valeurs entre 0,1 et 0,35 kg/cm²; 0,1 kg/cm² caractérise un charbon peu poussant; 0,35 kg/cm² caractérise déjà un

(1) F. Wehrmann. — « Der Treibdruck von Kohlen », - Gas- u. Wasserfach 90, 149 (1949).

charbon poussant. MM. Koppers et Jenkner (2) indiquent une pression de $0,1 \text{ kg/cm}^2$ comme dangereuse d'après leurs essais pratiques en exploitation. Une paroi horizontale de chambre, de $11 \times 3,6 \text{ m}$ de dimensions, devra dans ces conditions supporter une pression de 40 tonnes. Il faut encore tenir compte de ce que la résistance des matériaux de construction est diminuée aux hautes températures et de ce que la pression dont il s'agit n'est pas régulièrement répartie. Le milieu de la chambre sera plus chargé et il est à présumer que les parois des chambres se voûteront sous de telles charges ou qu'elles se fissureront.

Ces résultats d'exploitation dépendent encore d'une série d'autres facteurs tels que la largeur des chambres, la densité de chargement, la grosseur des grains, la vitesse de chauffage, le facteur de retrait; et parce que ces facteurs ne sont pas constants dans l'exploitation courante, des résultats tout à fait différents s'obtiennent ainsi pour des charbons de même provenance. Ce fait et les grandes difficultés rencontrées dans l'exécution d'essais en exploitation font qu'il n'a pas encore été possible de leur donner une signification générale.

Mais les analyses de laboratoire aussi donnent des différences notables pour un même charbon parce que ces analyses dépendent entièrement de l'appareil utilisé et de la façon de travailler du chimiste. Les vieux maîtres Korten, Damm, Koppers et Jenkner ont construit des appareils maniables, qui ont été comparés par l'auteur au cours de nombreuses analyses et modifiés par lui (3 et 4). En 1944, Feddeler mit sur le marché un appareil conçu d'après des principes éprouvés, chauffé électriquement, et Gieseler construisit un appareillage dont le vase de réception dépendait de la largeur de chambre, qui était chauffé des deux côtés et se rapprochait très fortement des conditions d'exploitation. On doit insister sur le fait que tous les appareils décrits ne donnent pas les pressions effectives obtenues dans les chambres, mais des pressions de poussée influencées par la manière particulière dont chaque chimiste se sert de l'appareil. Il n'est d'ailleurs pas indispensable d'obtenir la pression produite réellement dans les fours, mais il est cependant tout à fait nécessaire de fixer une fois pour toutes, pour un même appareil, une façon de travailler bien déterminée. Alors la détermination au laboratoire de la pression de poussée des charbons atteint son but, car les facteurs variables, comme la grosseur des grains, la densité de chargement, la vitesse de chauffage et l'épaisseur de couche, sont éliminés et ont été transformés, en laboratoire, en facteurs constants. L'auteur s'écarta résolument de l'idée d'imiter les conditions d'exploitation (4), mais s'efforça de travailler dans des conditions don-

nant des rapports constants. Il a ainsi construit un appareillage dans lequel la chambre permettait la compression du charbon sous 40 à 45 atm (dilatomètre) en une couche homogène de 1,4 mm d'épaisseur avec une charge de 10 g de charbon.

Ainsi, tous les essais de charbons les plus divers ont été rendus comparables parce que, par suite de l'homogénéité de la couche (abstraction faite de petits écarts inévitables dus aux teneurs différentes en stériles) et de la loi de chauffage rigoureusement constante, tous les facteurs variables ont été rendus constants. Il y a lieu de signaler aussi que, par suite de la forte compression du charbon en masse compacte, toutes les pressions de poussée obtenues dépassent de loin celles de l'exploitation.

Une pression de $0,20 \text{ kg/cm}^2$, obtenue par le procédé décrit ci-dessus, avec une loi de chauffage de $3^\circ/\text{m}$, peut être développée par un charbon cuisant bien mais dont la pression de poussée n'est pas encore dangereuse. Un essai avec le même charbon, avec une vitesse de chauffage de $14^\circ/\text{m}$, a donné une pression de poussée de 2 kg/cm^2 ; cet essai montre dans quelle mesure les résultats dépendent de la loi de chauffage. Pour obtenir des résultats d'analyse comparables, il faut donc que soit établi un plan de chauffage bien déterminé qu'il y a lieu de respecter. De plus, la vitesse de chauffe est de tous les facteurs celui que l'on peut le plus facilement rapprocher des conditions d'exploitation. Quand des auteurs renseignent des pressions de poussée et suggèrent que des charbons donnant des pressions de $0,1$ jusque 1 kg/cm^2 se trouvent à la limite des poussées dangereuses, on peut se demander quel était l'appareillage utilisé et aussi quels étaient la densité de chargement, la vitesse de chauffe et le poids de charbon mis en œuvre.

Une vitesse d'échauffement de $14^\circ/\text{min}$ n'est pas atteinte en général dans l'exploitation, mais une telle progression dans l'élévation de la température est possible avec des appareillages qui travaillent avec des brûleurs Teclu, brûlant en plein, et cela explique comment de si grandes différences peuvent se présenter dans les chiffres obtenus. La pression critique, dans le mode opératoire de l'auteur, est de $0,36 \text{ kg/cm}^2$, ce qui correspond à une pression de chambre de $0,18 \text{ kg/cm}^2$. La pression d'exploitation correspond en effet, très approximativement à la moitié de la pression de poussée au laboratoire par la méthode de l'auteur.

Comme une certaine pression de poussée qui correspond à un degré de gonflement bien déterminé et de même à un comportement plastique fixé, n'est pas seulement désirable mais indispensable pour l'obtention d'un coke vendable, la limite inférieure de la pression doit également être examinée de plus près. Des charbons de la Sarre à 34,2 % de matières volatiles et des charbons de Haute Silésie à 33,6 % de matières volatiles qui, en laboratoire, ont encore $0,06 \text{ kg/cm}^2$ de pression (pression de chambre $0,03 \text{ kg/cm}^2$) donnaient encore tout juste un coke vendable qui était, sans aucun doute, déjà tendre et très poreux et qui, traité au trommel d'Essen, donnait une perte par usure (0 à 10 mm) de 25,8 %.

(2) H. Koppers u. A. Jenkner. — « Bestimmung des Treibdruckes von Kohlen im Laboratorium und in Grossversuchen », - *Glückauf* 67, 353 (1931).

(3) W. Frey. — « Die Treibdruckbestimmung im Lichte neuester Erkenntnisse », - *Gas- u. Wasserfach* 85, 73 (1942).

(4) W. Frey. — « Ueber die Ursachen des Treibens von Kokskohlen », - *Oel u. Kohle* 37, 646 (1941).

Des charbons de la Sarre à 37,8 % de matières volatiles et des charbons de Haute-Silésie à 37,4 % de matières volatiles donnèrent au laboratoire une pression de 0,02 kg/cm² (pression de chambre en dessous de 0,01 kg/cm²). Le coke obtenu, dans des fours à chambres verticales et inclinées de même que dans des cornues, ne pouvait plus être considéré comme vendable. Il était en petits morceaux et donnait au trommel d'Essen une perte par usure de 59,8 à 64,9 %. La limite inférieure de la pression de poussée se situe dès lors vers 0,06 kg/cm² (0,03 kg/cm² pression de chambre). Les charbons à gaz à teneurs croissantes en matières volatiles se rapprochent de la limite inférieure de la pression de poussée et les charbons à coke à teneurs en matières volatiles décroissantes se rapprochent de la limite supérieure de cette pression. Par suite de la difficulté de l'approvisionnement, les charbons se situant entre la limite inférieure et la limite supérieure, font de plus en plus défaut pour les usines à gaz. Les usines doivent tenir compte qu'elles devront s'adresser dans un prochain avenir à des quantités croissantes de charbons qui s'approchent de la valeur limite supérieure ou inférieure ou qui dépassent ou n'atteignent pas ces valeurs limites, c'est-à-dire qu'elles devront incorporer dans leurs stocks de base des charbons à flamme et des charbons poussants. On peut se demander quelles sont les possibilités d'adaptation à cette situation.

**Problèmes des qualités de charbon
... et construction de fours.**

On peut diviser ces possibilités en deux groupes suivant que l'on envisage la possibilité d'utiliser les installations existantes ou que l'on admet la nécessité d'ériger de nouvelles usines. Au premier groupe appartiennent la gazéification complète dans des gazogènes, la cokéfaction à haute température de charbons à flamme dans des conditions de grosseur de grains déterminées, et, à la température de gonflement et cokéfaction, de charbons poussants ou présumés poussants, en mélange avec des charbons à gaz et à flamme, ce qui suppose d'autre part l'existence d'une installation de mélange et de broyage. Mais nécessitent de nouvelles installations : la gazéification sous pression avec de l'oxygène, le procédé Ahrens, la production de gaz riches pour la synthèse de la benzine, le procédé Weber qui suppose une installation de briquetage, ainsi que le procédé Stief.

Toutes ces possibilités sont susceptibles d'élargir l'approvisionnement en charbon des usines à gaz.

Si l'installation de nouvelles usines ne se heurte plus actuellement aux difficultés antérieures, la situation du crédit est encore tellement tendue que des sociétés moyennes ou petites ne peuvent songer à l'érection de nouvelles installations. De plus, les installations qui ont été en activité ces dix dernières années sont fatiguées et nécessitent pour leur conservation des réparations urgentes. Un grand nombre d'usines sont encore entravées dans leur possibilité d'exploitation par des dégradations de guerre de toutes espèces. Il est ainsi fort probable que les liquidités seront consacrées aux révisions et à la réparation des destructions de guerre et que les chefs d'entreprises s'adresseront à des procédés permettant l'utilisation des installations existantes.

En particulier, il faut s'occuper des travaux destinés à supprimer l'incidence des dommages de guerre. A ce sujet, il est publié des articles, notamment par Bausch (5), où il est conseillé aux usines de s'adapter à la consommation de fines de la Ruhr et de construire à cette fin des fours à chambres horizontales. Cet avis très judicieux mérite d'être retenu, en particulier par les firmes constructrices de fours, car dans l'avenir, celles-ci devront adapter leurs constructions aux charbons qui seront disponibles. Ce n'est pas seulement un pur travail de construction d'ingénieur, mais une étude à réaliser avec les conseils d'un chimiste de cokerie expérimenté. En effet, pour la construction de fours, des données spéciales de construction s'imposent, et les propriétés des charbons réellement disponibles sont devenues la base de l'étude des fours.

Des essais durant la cokéfaction d'un charbon peu cokéfiable donnèrent, dans une chambre horizontale de 400 mm de large, avec un courant gazeux de chauffage de 1.100° et une température interne de 980°, un accroissement de 2,1°/min. Le même charbon fut alors cokéfié dans une chambre de 250 mm de large par le même courant gazeux et avec une même température de chambre. Il y eut alors un accroissement de température de 2,9°/min. Les teneurs en eau, cendres et matières volatiles furent déterminées sur un échantillon moyen de chaque essai (voir tableau I). Les valeurs sont voisines l'une de l'autre. Seules les pressions de poussée montrèrent des différences considérables, ce qui était d'ailleurs à prévoir, parce que la pression

(5) H. Bausch. — « Das Sortenproblem der Kohle für die Gaswerke », - Gas- u. Wasserfach 89, 576 (1948).

TABLEAU I
Analyse des essais de cokéfaction.

Traitement	Eau %	Cendres %	Matières volatiles %	Vitesse de chauffe	Pression de poussée kg/cm ²	Durété au trommel d'Essen	Déchet 0 à 10 mm
Chambre horizontale 400 mm	0,9	8,7	36,2	2,1° min	0,012	36 %	32 %
Chambre d'essai 250 mm ...	0,9	8,9	35,9	2,9° min	0,08	52 %	14 %

de poussée croît toujours très rapidement avec l'augmentation de la vitesse d'échauffement.

Les valeurs du tableau I se rapportent à du charbon séché à l'air.

Les chiffres de ce tableau donnent un exemple de la rapidité avec laquelle le coke s'améliore avec l'augmentation de la vitesse de chauffage. Il s'agissait d'un charbon à coke, à la limite d'utilisation qui aurait pu produire une qualité de coke de loin meilleure, en le traitant dans les mêmes conditions, dans une chambre plus étroite. Au surplus, la technique par chambres plus étroites réduirait évidemment la durée de cuisson et permettrait ainsi le traitement du contingent journalier. Signalons que le chef d'usine peut, en traitant des charbons bien cokéfiant, donc déjà notablement poussants, dans des chambres étroites, diminuer les températures des fours pour s'opposer simplement et efficacement à la propension à la poussée. Ceci de nouveau suppose, en tout cas, les charbons bien caractérisés, sans équivoque, par l'organisme fournisseur, ou la mine, ou l'usine disposant d'un laboratoire propre; ces exigences viennent d'être confirmées par Bausch (5) et Zankl (6).

L'expérience de l'exploitation apprend que les chambres horizontales sont spécialement appropriées au traitement des fines. Les charbons fins constitueront dans l'avenir la partie principale des approvisionnements; la question se pose alors de savoir quels genres de chambres il faut adopter: verticales, inclinées ou horizontales. Non seulement la granulation du charbon est alors importante, décisive, mais aussi ses propriétés, et avant tout son pouvoir cokéfiant et sa pression de poussée. Si des charbons à gaz, cuisant mal, doivent être traités, la chambre horizontale étroite avec pilonnage s'impose. Le gâteau de charbon obtenu par le pilonnage a une plus grande densité que celui provenant du dépôt des grains par déversement. Avec la densité plus grande, la pression de poussée faible propre du charbon peu cokéfiant augmente, ce qui contribue de nouveau à l'amélioration de la qualité du coke. En aucun cas, des charbons suspectés poussants ou nettement poussants ne doivent être traités au procédé par pilonnage parce que la densité de chargement favorise la poussée.

D'autre part, les charbons à flammes sans pouvoir cokéfiant et sans tendance à la poussée ne sont pas appropriés aux chambres horizontales. Une usine qui travaille avec le procédé au pilonnage ne s'en tirera pas sans un chimiste expérimenté, aussi longtemps qu'il n'y a aucune possibilité de recevoir directement de la mine le mélange de charbons préparé pour les fours. Si le saumon de coke n'est plus suffisamment ferme par suite du trop faible pouvoir cokéfiant, il se brise déjà par chocs dans les chambres, ce qui, non seulement produit des perturbations dans la conduite des fours, mais aussi, comme l'auteur l'a constaté dans une mine de Basse-Silésie, peut provoquer des dégradations mécaniques des chambres. L'exploitation par chambres horizontales suppose ainsi la production d'un sau-

mon de coke suffisamment dur, c'est-à-dire que la qualité du charbon ou du mélange de charbons doit garantir à l'avance cette dureté. Les chambres verticales ou inclinées sont par contre beaucoup moins sensibles aux charbons cuisant mal. Dans ces systèmes, il y a lieu d'utiliser les constructions les plus étroites possibles.

Evidemment, il ne peut être utilisée pour la construction de nouveaux fours, que des matériaux résistant aux températures élevées, de sorte que lors du traitement de charbons cuisant mal, de hautes températures d'exploitation puissent être atteintes.

Le tableau II donne un ensemble de résultats obtenus dans la pratique. On n'a employé à dessein dans ces essais d'exploitation qu'une sorte de charbon. On a donc évité tout mélange. Comme il ressort du tableau II, c'est la chambre horizontale travaillant avec le procédé du pilonnage qui donne la meilleure qualité de coke. Abstraction faite du cas des cornues, les températures des chambres et des gaz de chauffage sont à peu près les mêmes de telle sorte que les vitesses de chauffe sont également très voisines. Dans le procédé par pilonnage, par suite de l'augmentation de la densité de chargement, la pression de poussée des trois charbons essayés, très faible en elle-même, s'est élevée de sorte que l'on a obtenu un coke qualitativement meilleur qu'avec d'autres types de fours. La qualité de coke provenant de cornues prouve que les cornues perdent de plus en plus la justification de leur existence. Même de petites unités ne devraient plus être créées, dans l'avenir, qu'avec chambres, parce que les avantages du système des chambres, en particulier l'obtention d'un coke qualitativement meilleur, sont patents. La tendance justifiée ci-dessus d'étendre l'emploi des chambres étroites est également à poursuivre: construire des chambres étroites pour tous les systèmes et des chambres horizontales pour le procédé avec pilonnage. Il faut encore une fois insister sur le fait que toutes les mesures pour étendre l'approvisionnement et la couverture des besoins en charbons, supposent une certaine uniformité dans la qualité des charbons fournis à l'usine et la possibilité pour celle-ci de contrôler sur place la qualité de ces charbons et d'en déduire les dispositions à prendre dans l'exploitation du résultat des essais. Ceci suppose encore une fois l'existence d'un laboratoire — fut-il modeste — et un chimiste capable d'exécuter les analyses simples des charbons. C'est une économie à rebours pour les usines que de ne pas procéder à ces analyses. Un exemple le montrera. Par suite de difficultés de transport et de fourniture, une grande usine à gaz de la côte Baltique reçut, durant la guerre, du charbon pour navires qui fut utilisé de suite à l'enfournement d'une batterie entière de fours, parce que les stocks étaient complètement épuisés. Peu de temps après, la batterie complète était détériorée parce que cette fourniture comportait des charbons fortement poussants. Si les charbons avaient été préalablement examinés, le directeur de l'usine eut pu en tirer immédiatement les conséquences pour prendre des mesures de sécurité: par exemple, mélange de charbon poussant avec du poussier de coke (10 à

(6) W. Zankl. — « Bemerkungen zur Qualität der Kohle », - Gas- u. Wasserfach 89, 254 (1948).

TABLEAU II
Résultats d'exploitation de la cokéfaction.

Charbons	Chambres	Températures		granu- lation du charbon mm	Eau %	Cen- dres %	Mat. vol. %	Press. de poussée kg/cm ²	Dur. du coke %	Déch. par usure %	Remarques sur la qualité du coke
		courant chauffé	chambre								
Charbon à gaz de Basse-Silésie	horizont. av ^c pilon- nage	} 1.100°	980°	0 à 6	1,2	7,6	34,5	0,03	55	15	Coke assez bon d'usine à gaz Fragile
	verticales		1.140°	1.000°	0 à 6	1,1	7,4	34,8	0,03	50	
	inclinées	1.120°	990°	0 à 6	1,2	7,4	34,6	0,03	45	24	Fines fragiles
	cornues	980°	900°	0 à 6	1,2	7,7	34,4	0,03	40	30	Très fragile et tendre
Charbon de la Ruhr	horizont. av ^c pilon- nage	} 1.110°	1.000°	0 à 6	1,4	5,3	32,3	0,04	57	12	B ⁿ coke d'usine à gaz Coke encore utilisable Coke tendre
	verticales		1.150°	1.020°	0 à 6	1,3	5,2	32,4	0,04	53	
	inclinées	1.120°	1.010°	0 à 6	1,4	5,2	32,5	0,04	49	20	Fines fragiles
	cornues	970°	890°	0 à 6	1,4	5,4	31,9	0,04	40	28	Fines fragiles
Charbon de la Sarre	horizont. av ^c pilon- nage	} 1.120°	1.020°	0 à 6	1,0	5,6	36,4	0,01	45	25	Fines fragiles Très fragile, tendre
	verticales		1.150°	1.020°	0 à 6	0,9	5,6	36,3	0,01	40	
	inclinées	1.100°	1.000°	0 à 6	1,0	5,4	36,5	0,01	38	33	Très fragile, beaucoup de poussier.
	cornues	960°	890°	0 à 6	1,0	5,5	36,5	0,01	29	35	Très grande quantité de poussier.

30 % de poussier de coke), abaissement de la température des fours à la température de gonflement, mouture fine du charbon et exposition à l'air à l'état moulu (vieillessement). Un arrêt de l'usine eut été préférable à la détérioration d'une batterie complète de fours.

Cokéfaction des charbons suspectés poussants ou poussants à gaz ou à flammes.

On a beaucoup publié ces derniers temps sur cette question (5, 7, 8, 9, 10). On a décrit également la cokéfaction électrique (11) et l'obtention

de coke métallurgique avec des charbons non cuisants (12). Avec le chauffage électrique, on obtient une grande souplesse dans l'exploitation parce que, par le changement de la tension du transformateur, la vitesse de chauffe peut être réglée dans de larges limites. Les possibilités de pouvoir adapter rapidement la vitesse de chauffage des fours à la qualité du charbon est un avantage qui n'est pas suffisamment apprécié. Malheureusement, le procédé ne s'est pas encore pleinement développé dans la pratique. Il reste en attendant une nécessité impérieuse de perfectionner chacun des procédés afin de permettre de tenir les températures dans des

(7) F. Stief. — « Vorschläge zur Umwandlung der Energieversorgung », - *Gas- u. Wasserfach* 89, 195 (1948).

(8) D. Witt. — « Von der Kohle zum Gas und anderen Veredelungsprodukten », - *Gas- u. Wasserfach* 89, 201 (1948).

(9) M. Raschig. — « Das Sortenproblem der Gaswerkskohle. Vortrag auf der Fachtagung : « Gas » der Kammer der Technik, Berlin, 18 und 19. November 1948. *Kurzref. in Gas- u. Wasserfach* 91, 135 (1949).

(10) L. Winkler. — « Gaswerke und Kohlenlage », - *Gas- u. Wasserfach* 91, 150, 201 (1949).

(11) R. Schreiber. — « Die Stellung des Stadtgases in der künftigen Energiewirtschaft Bayerns », - *Gas- u. Wasserfach* 89, 225 (1948).

(12) A. Thau. — « Die Herstellung von Hüttenkoks aus nichtbackender Kohle », - *Referat, Gas- u. Wasserfach* 90, 178 (1949).

limites plus larges. Une telle souplesse des températures des fours peut remplacer une installation de mélange et de broyage. Quand le laboratoire annonce à l'exploitation l'arrivée d'un charbon peu cokéfiable, il faut alors, par exemple, dans le cas de chauffage électrique, donner ordre au poste des transformateurs de conduire les unités traitant ce charbon avec les plus hautes températures; si des charbons suspectés poussants doivent être traités, la température des fours sera maintenue entre 650° et 800°, d'après la pression de poussée que l'on peut craindre. D'autres avantages consistent en ce que les cornues peuvent être mises en activité sans chauffage préalable (densité de chargement élevée et faible chaleur de cokéfaction). C'est encore une nécessité de l'heure que de consacrer une grande attention à l'interdépendance économique des usines à gaz et des centrales électriques.

Abstraction faite du prix plus élevé du coke, la fabrication du coke métallurgique avec du charbon non cuisant est aussi un moyen riche d'avenir destiné à étendre l'approvisionnement en charbons des usines à gaz et des cokeries. Tous ces procédés exigent cependant de nouvelles et coûteuses immobilisations. Mais comment l'usine à gaz peut-elle déjà actuellement utiliser ses installations existantes ?

Indifféremment, qu'il s'agisse de chambres horizontales, verticales ou inclinées (et l'exploitation par cornues peut aussi être envisagée), des moyens sont à la disposition du directeur d'usine : mélange, mélange et broyage, broyage et pilonnage ou une combinaison de ces procédés, pour préparer sur place un mélange de charbons adapté à l'installation. Ceci suppose naturellement que l'usine possède une installation de mélange et de broyage ou au moins une installation de concassage et de mélange. Si c'est le cas, et si l'on dispose d'un chimiste capable, alors l'exploitation a toutes les possibilités de cokéfier des charbons suspects de poussée et même des charbons poussants en mélange avec des charbons à gaz et à flammes. Des charbons bien cokéfiables par nature, mais non poussants, seront traités, broyés et non mélangés, en cas de besoin; des charbons à gaz et à flammes seront mélangés avec des charbons poussants ou suspects poussants. Comme il sera montré plus loin, le mélange de tels charbons doit se faire après détermination, au laboratoire, des pourcentages appropriés. Pour autant que les possibilités de stockage le permettent, des mesures seront prises pour que les charbons poussants soient finement moulus et exposés en fines couches à l'air. Comme l'auteur l'a indiqué dans un travail précédent (15), de tels charbons finement divisés perdent déjà après quelques jours, par oxydation, presque tout leur pouvoir de poussée. Naturellement, ces charbons doivent encore, avant le traitement aux fours, être de nouveau essayés du point de vue de la poussée.

Mais il n'est qu'un nombre restreint d'usines à gaz disposant d'installations de broyage et de mélange; et comme il n'est pas concevable que toute

usine modeste ou très petite construite une telle installation, il faut chercher une voie pour aider les usines qui en sont dépourvues. Ceci pourrait se réaliser en donnant suite au projet déjà établi depuis longtemps de centraliser la livraison des charbons aux usines à gaz. Ces charbons seraient broyés et mélangés dans des centrales reliées aux charbonnages; les usines seraient ainsi alimentées directement en mélanges pouvant immédiatement être traités aux fours. Les usines passeraient donc des contrats pour la fourniture de charbons pouvant être enfournés directement, ces charbons étant des mélanges broyés dont les proportions tiennent compte des propriétés cokéfiantes des divers composants. Ce sujet sera encore discuté de plus près à la fin de ce travail.

Dans ce qui suit, nous traiterons des essais de mélanges de différents charbons. Tous ces essais de mélanges ont été établis sur la base des résultats d'analyse du laboratoire et ont été confirmés par des essais en grand. La figure 1 donne les courbes du gonflement, de la poussée, du dégagement gazeux et aussi de la plasticité. Le charbon ramollit vers 340° (commencement de l'intervalle plastique), atteint vers 406° le maximum de fluidité = 45×10^{-8} Rhe; la resolidification s'établit vers 440° (fin de l'état plastique). La vitesse de chauffage était la même pour toutes les analyses, c'est-à-dire 5°/min.

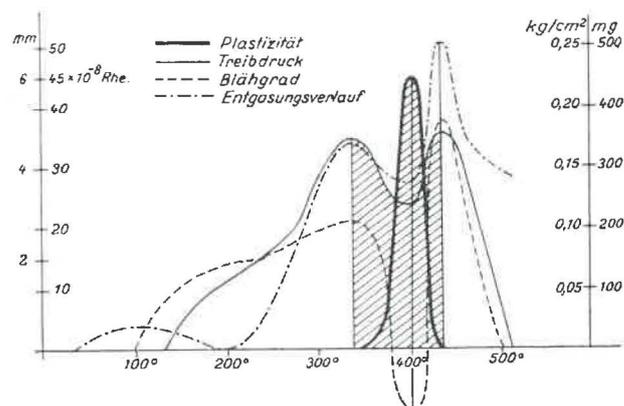


Fig. 1.

Plastizität	=	Plasticité (10^{-8} Rhe).
Treibdruck	=	Pression de poussée (kg/cm^2).
Blähgrad	=	Gonflement (mm).
Entgasungsverlauf	=	Dégazage (mg).

A cette courbe de plasticité correspondent des courbes bien déterminées pour le gonflement, la poussée et le dégagement gazeux, quand les essais sont réalisés dans les mêmes conditions que pour la plasticité. Au point de ramollissement (340°), donc au commencement de l'état plastique et de la montée de la courbe de plasticité, se manifestent les maxima du dégagement gazeux, du gonflement et de la poussée. A l'état de la plus grande fluidité (406°), au maximum de la courbe de plasticité, les courbes du dégagement gazeux, du gonflement et de la poussée décroissent vers des minima. Au moment de la resolidification (440°), donc à la fin de la période de plasticité et à la descente de

(15) W. Frey. — « Die Alterungsneigung von Steinkohlen », - *Oel und Kohle* 39, 603 (1945).

la courbe de plasticité jusqu'à l'axe des abscisses se manifestent de nouveau des maxima de dégagement gazeux, de gonflement et de poussée. Entre les premiers et seconds maxima se situe l'état plastique du charbon essayé. Autrement dit : entre le point de ramollissement et le point de redurcissement, entre les températures des deux maxima, donc 340° et 440°, se trouve aussi la région des températures de cokéfaction. D'après la façon de procéder de l'auteur, il suffit de déterminer l'une de ces courbes, par exemple celle de poussée, pour pouvoir donner la position des maxima des autres courbes.

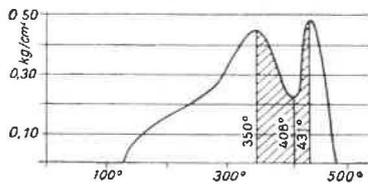


Figure 2.

La figure 2 représente la courbe de poussée d'un charbon poussant. Le premier maximum de 0,45 kg/cm² a lieu vers 350°; suivent un minimum de 0,22 kg/cm² vers 408° et un second maximum de 0,48 kg/cm² vers 431°. On peut dire d'avance que le point de ramollissement de ce charbon se situe vers 350°, le point de redurcissement vers 431°. La plus grande fluidité se produit vers 408°. De telles prévisions sont également exactes pour les courbes de dégagement de gaz et le gonflement; la courbe de poussée donne une image caractéristique du charbon. Elle indique s'il s'agit d'un charbon dangereusement poussant, cokéfiant, ou non poussant (non cokéfiant).

Mais la courbe ne dit pas seulement cela. Elle renseigne sur l'état plastique, par conséquent sur la région des températures de formation du coke qui, dans le cas de la figure 2, se situe entre 350° et 431°. La période de plasticité est localisée dans un intervalle de température de 81°. La courbe indique en outre que vers 350° et 431° se produisent des maxima de gonflement et de dégagement gazeux, qu'il y a un maximum de fluidité vers 408° ainsi que des minima de dégagement gazeux et de gonflement. Vers 431° commence le retrait, qui, aux fours, peut passer inaperçu par suite de la forte pression de poussée des couches voisines. Comme il sera encore signalé plus loin, il est possible de conclure à une grande fluidité du charbon, en se basant sur la grandeur de la pression de poussée et surtout sur la forte chute de poussée entre le premier maximum et le premier minimum. Les caractéristiques de ce charbon découlent de la courbe de poussée. Il s'agit d'un charbon géologiquement vieux, riche en charbon brillant, pauvre en gaz, très fluide, fort poussant et gonflant. Ce charbon est à proscrire dans l'exploitation courante et ne doit être traité qu'en mélange avec un charbon très peu ou non poussant.

La courbe donnée par un charbon plus riche en gaz, peu poussant mais encore cokéfiant a une toute

autre allure (Fig. 3). Le premier maximum se situe vers 332° où se produisent un dégagement gazeux maximum et un gonflement maximum. A cette température, le charbon ramollit et l'état plastique commence. Vers 402°, se présentent les minima de poussée, de gonflement et de dégazage et également la plasticité la plus forte. Vers 448° se produisent les seconds maxima de poussée, de gonflement et de dégagement gazeux et simultanément le durcissement. L'état plastique s'étend donc dans un intervalle de température de 116° contre 81° avec le charbon très poussant et 100° avec le charbon moyennement poussant. Plus la différence de température entre le début et la fin de la plasticité est forte, moins grande est la pression de poussée. Moins cet intervalle est étendu, plus forte sera la poussée.

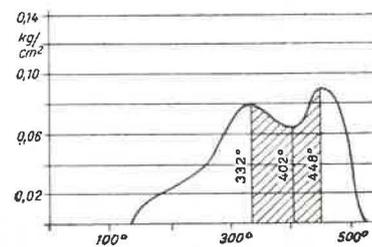


Figure 3.

Ce fait confirme, dans les grandes lignes, les observations publiées antérieurement par l'auteur. De l'intervalle de température des deux maxima, on peut donc déduire les propriétés de poussée d'un charbon. En outre, de la plus faible diminution de la pression de poussée du premier maximum au minimum suivant, comparativement aux deux premiers charbons, on peut déduire une plus faible tendance à la poussée. En ce qui concerne le charbon caractérisé par la figure 3, il s'agit d'un charbon géologiquement jeune, pauvre en charbon brillant, riche en gaz, peu poussant, mais encore cokéfiable, et pouvant d'une façon générale être traité seul. La qualité du coke est encore satisfaisante, mais le charbon peut aussi être traité en mélange avec du charbon poussant (Fig. 2) dans la proportion 80/20 comme il sera indiqué plus loin par les courbes de mélange.

Dans la figure 4, il s'agit d'un charbon non poussant. Comme il n'est pas possible d'obtenir une courbe de pression de poussée, il faut établir la courbe de dégagement de gaz. Le premier maxi-

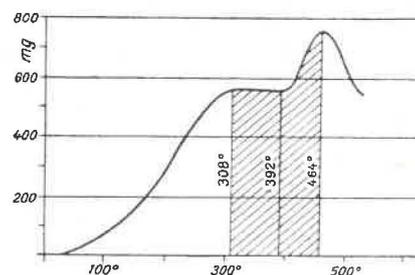


Figure 4.

imum se produit vers 308°, le second vers 464°. Un minimum à peine marqué se produit vers 392°. L'intervalle de température est de nouveau étendu, il atteint 156°. Il ne peut être question d'une fluidité ou d'un état plastique vers le minimum à peine marqué (chute de pression 0). Il s'agit ici d'un charbon jeune, pauvre en charbon brillant, riche en gaz, ni poussant, ni gonflant, qui, aux fours, donne tout au plus des concrétions. Ce charbon est à proscrire dans l'exploitation parce qu'il ne peut pas être traité seul. En mélange avec le charbon poussant (Fig. 2) dans la proportion de 65/35 il peut encore être utilisé ainsi qu'il sera dit plus loin.

Au tableau III se trouvent résumés les résultats principaux des quatre charbons étudiés. On peut constater qu'au fur et à mesure que la poussée

décroît, les premiers maxima se produisent vers des températures de plus en plus basses, et les seconds vers des températures de plus en plus élevées. Ceci amène inévitablement une augmentation de l'intervalle de température. L'intervalle de température augmente ainsi de 81° à 156° avec une diminution de la pression de poussée, c'est-à-dire que le stade de plasticité et de formation du coke se répartit sur un intervalle de température d'autant plus étendu que la pression de poussée diminue. Plus la durée de l'état plastique est courte et, par conséquent, l'intervalle de température petit, plus la pression de poussée augmente. Les températures des minima diminuent avec ces pressions de poussées décroissantes, et les températures finales de la poussée (et du dégagement gazeux) croissent.

TABLEAU III
Caractéristiques principales de quatre charbons essayés.

Charbons	Matières volatiles %	Max. pression de poussée kg/cm ²	Temp. du 1 ^{er} max.	Temp. du 2 ^d max.	Temp. du minim.	Intervalle de temp ^{re} entre 1 ^{er} et 2 ^d max. Région plastique	Temp. finale de la poussée (dégagement de gaz)	Remarques sur la qualité du coke obtenu
Fortement poussant Fig. 2	19,6	0,48	350°	431°	408°	81°	485°	Très ferme, compact, résistance au trommel 88 %
Moyennem. poussant Fig. 1	23,0	0,18	340°	440°	406°	100°	510°	Compact, ferme, résistance au trommel 74 %
Peu poussant Fig. 3	32,4	0,09	332°	448°	402°	116°	522°	Peu compact, coke à gaz, résistance au trommel 52 %
Non poussant Fig. 4	37,9	0,00	308°	464°	392°	156°	534°	Poreux, résistance au trommel 18 %

Il est aussi possible de déterminer la durée de l'état plastique à partir de l'intervalle de température et de déduire de cette durée les autres caractéristiques du charbon.

Dans la figure 5 se trouvent portés en abscisses les intervalles des températures et en ordonnées, les pressions de poussée. On obtient une courbe remarquablement régulière qui fait ressortir clairement l'étroite relation existant entre la pression de poussée et la période de plasticité. Si l'intervalle de température entre les deux maxima s'élève vers 150° on peut être certain qu'il s'agit d'un charbon non poussant; les charbons donnant des intervalles

de 100° peuvent encore être traités seuls tandis qu'avec des intervalles inférieurs à 100°, il y a lieu d'être d'une prudence extrême parce que, dans ces cas, la pression commence à prendre des valeurs dangereuses. Ici encore, on retrouve la même constatation : plus l'intervalle de température entre les deux maxima est petit, plus courte sera également la durée de l'état de plasticité et la pression prendra des valeurs de plus en plus élevées. De l'allure des courbes, on peut aussi déduire la valeur limite supérieure et inférieure de l'intervalle. La valeur limite supérieure se trouve vers 160° et la valeur limite inférieure vers 75°.

Dans la figure 6, l'intervalle plastique est représenté dans ses rapports avec la pression de poussée. Il est limité à gauche par la courbe représentant les points de ramollissement (températures des premiers maxima) en fonction des pressions de poussée.

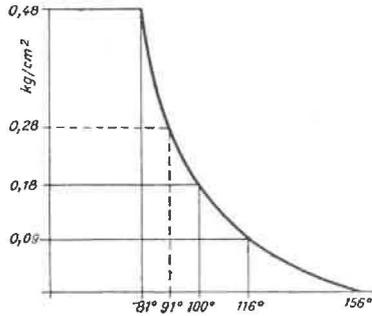


Figure 5.

sée et à droite par la courbe figurant les points de resolidification (températures des seconds maxima) en fonction des valeurs de poussée. On remarquera que les courbes de délimitation de l'intervalle plastique se rapprochent asymptotiquement des ordonnées de sorte que, pour des charbons toujours plus fortement poussants, les intervalles de températures ne diminueront en réalité que très faiblement. D'un autre côté, il existe une limite de l'intervalle de température entre les deux maxima de tous les charbons non poussants. Le domaine plastique des charbons utilisables est limité. Au-dessus de 0,20 kg/cm² se trouve la région des poussées dangereuses et tous les charbons qui se rangent dans cette région ne peuvent être cokéfiés seuls. Entre 0,06 kg/cm² et 0,20 kg/cm² se trouve la région des bons charbons à coke, tandis qu'en dessous de 0,06 kg/cm² se rangent les charbons cokéfiants très mal ou pas du tout. Tous les charbons tombant dans cette dernière catégorie ne peuvent être traités, pour la production du coke, qu'en mélange avec des charbons donnant des pressions de poussée supérieures à 0,20 kg/cm². Si l'on trace les parallèles aux abscisses pour les valeurs de poussée de 0,06 kg/cm² et 0,20 kg/cm² (valeur limite supérieure et valeur limite inférieure de la région des charbons cokéfiants), les points d'intersections avec les courbes donnent les intervalles de températures correspondants. Pour une valeur de poussée de 0,06 kg/cm², on trouve les abscisses 328° et 450°, soit un intervalle de température de 122°. Pour une pression de poussée de 0,20 kg/cm², on trouve 341° et 439°, soit un intervalle de température de 98°. On peut en conclure : tous les charbons dont l'intervalle de température entre le premier et le second maximum est de 98° ou moins sont à considérer comme dangereusement poussants;

aux intervalles compris entre 98° et 122°, appartiennent les bons charbons à coke et les intervalles supérieurs à 122° sont propres aux charbons peu ou pas cokéfiants.

Au moment de la plus grande fluidité se manifeste un minimum de poussée, de dégagement gazeux et de gonflement. Si l'on porte les températures des quatre minima des charbons essayés en abscisses et les valeurs de poussée correspondantes, en ordonnées, on obtient une courbe donnant les renseignements sur la région des températures de tous les minima. Le charbon non poussant de la figure 4, qui ne peut devenir plastique, montre un minimum à peine accusé vers 392°. Croissant avec la pression de poussée, les trois autres minima se placent à 402°, 406° et 408°. Ces valeurs, trop voisines l'une de l'autre, ne peuvent servir de critère

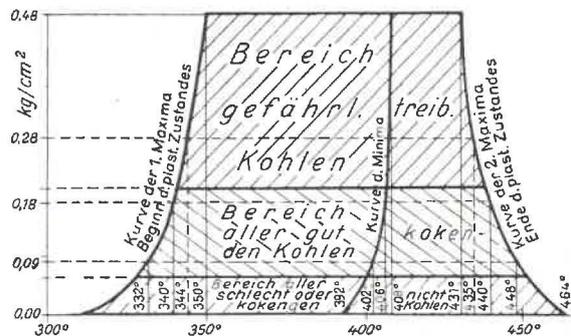


Fig. 6.

Surfaces hachurées : de haut en bas :

- Domaine des charbons poussant dangereusement.
- Domaine des charbons se cokéfiant bien.
- Domaine des charbons se cokéfiant mal ou pas du tout.

Courbes en trait épais : de gauche à droite :

- Courbe des premiers maximums. Commencement de l'état plastique.
- Courbe des minimums.
- Courbe des seconds maximums. Fin de l'état plastique.

d'un charbon ou d'un mélange. De l'allure de la courbe, on peut cependant conclure que les températures des minima ne peuvent dépasser sensiblement 410° pour des charbons fortement poussants et que, pour des poussées décroissantes, les températures des minima descendent vers 390°. La région des températures de la plus grande fluidité de tous les charbons est ainsi limitée : elle se situe entre 390° et 410°.

Mais une autre relation remarquable s'obtient si l'on compare la perte centésimale de la pression de poussée entre le premier maximum et le minimum et la pression de poussée elle-même; les pressions maxima de la pression tombent de :

- 1) 0,45 kg/cm² à 0,22 kg/cm² = 51,1 % perte de pression;
- 2) 0,175 kg/cm² à 0,12 kg/cm² = 31,4 % perte de pression;
- 3) 0,08 kg/cm² à 0,064 kg/cm² = 20,0 % perte de pression;
- 4) 0,00 kg/cm² à 0,00 kg/cm² = 0,0 % perte de pression;

Si l'on porte ces valeurs en graphique, on obtient une courbe régulière indiquant la plus ou moins grande possibilité d'utilisation dans l'exploitation d'un charbon ou d'un mélange de charbons. La figure 7 montre immédiatement que, si la perte de pression dépasse environ 32 %, il s'agit d'un charbon à haute fluidité, poussant, qui est à proscrire dans l'exploitation.

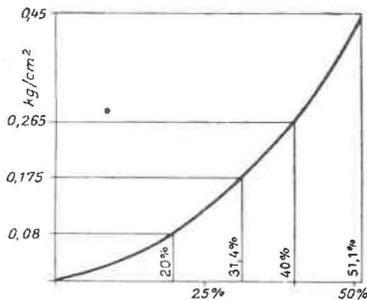


Figure 7.

Ce procédé donne à l'analyste judicieux un critère rapide de la valeur d'un charbon; en limitant l'examen de la pression de poussée jusqu'à l'obtention du minimum, il peut déduire de la valeur de la perte de pression, la pression de poussée elle-même. En effet, plus la perte est grande, plus le charbon est fluide et plastique, mais plus élevée sera la pression de poussée.

Ces lois permettent d'éviter des erreurs de détermination parce que l'intervalle de température, la région de plasticité, la pression de poussée et la perte de pression se contrôlent mutuellement. Un intervalle de température de 150° et au delà ne peut jamais provenir d'un charbon poussant, et une région étroite de plasticité peut uniquement être caractéristique de charbons à tendance poussante. Une forte perte de pression, par exemple 40 %, indique des charbons fluides, poussants. Dans la figure 7, sur la courbe de perte de pression, une perte de 40 % correspond à une pression de 0,265 kg/cm² (premier maximum). Dans la courbe d'intervalle (Fig. 5), on constate à 0,28 kg/cm² (deuxième maximum) un intervalle de 91°. Dans le diagramme délimitant l'état plastique (Fig. 6), on trouve pour 0,28 kg/cm², 344° comme point de ramollissement et 435° comme point de redurcissement; on retrouve donc l'intervalle de 91°. Un technicien compétent et expérimenté pourra, à l'aide de toutes ces indications, juger très rapidement un charbon donné; il pourra établir pour son genre de fours et avec les installations dont il dispose (installations de mélange et de broyage supposées existantes) le mélange de charbons approprié. Ceci n'exclut pas d'emblée l'emploi de charbons poussants, car ceux-ci peuvent être nécessaires pour l'amélioration des propriétés cokéfiantes des charbons à gaz ou à flammes qui, eux aussi, ne peuvent être traités seuls (coke peu aggloméré et formation exagérée de poussier).

Essai de mélanges comprenant des charbons poussants.

Le charbon poussant représenté à la figure 2 a été mélangé avec le charbon jeune, peu poussant, mais cependant encore à peine cokéfiable représenté à la figure 3, et cela dans la proportion de 20/80 après broyage des deux charbons. Un second essai a ensuite été réalisé avec le même charbon poussant en mélange, dans la proportion 35/65, avec le charbon à flamme, non poussant, riche en gaz de la figure 4. Les courbes de poussée de ces mélanges sont données aux figures 8 et 9 et les autres résultats sont résumés au tableau IV. Les pressions de poussée atteignent 0,15 kg/cm² et 0,11 kg/cm², elles se trouvent donc dans des limites admissibles. Les régions de plasticité et les intervalles de température entre les deux maxima s'étendaient sur 103° et 112° respectivement; ceci est en concordance avec les conclusions précédentes suivant lesquelles cette différence doit être supérieure à 98° pour déclarer le charbon non suspect et le recommander à l'exploitation. La perte de pression s'élevait à 28 % et 22,5 % et était donc inférieure à la perte de pression admissible de 32 %.

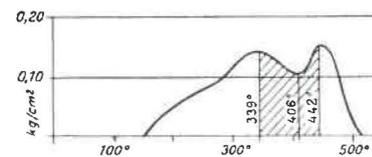


Figure 8.

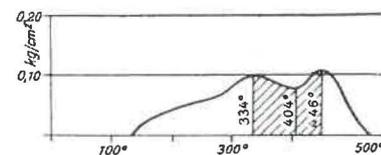


Figure 9.

La nature du coke fabriqué était généralement satisfaisante, ce que l'essai au trommel faisait ressortir avec les valeurs de 62 et 58 %.

Ces essais de mélange montrent la supériorité des usines qui possèdent une installation de mélange et de broyage et un technicien expérimenté: elles peuvent facilement utiliser des charbons poussants ou à flammes si leurs fournisseurs ne sont pas momentanément en mesure de leur fournir un charbon bien cokéfiable, non dangereux. Le mélange de charbons peut ainsi d'une façon générale être adapté aux conditions spéciales de l'exploitation et aux types de fours de façon à donner dans chaque cas à la pression de poussée du mélange une valeur plus forte ou plus faible, suivant la largeur des chambres et la température de traitement. D'une façon générale, on peut donc entrevoir la possibilité de gazéifier, dans l'avenir, de grandes quantités de charbons utilisés pour le chauffage domestique; le gaspillage d'énergie par les foyers domestiques pourra être endigué quand la combus-

TABLEAU IV
Caractéristiques principales des mélanges de charbon 20/80 et 35/65.

Mélange de charbon	Pression de poussée kg/cm ²	Domaine plastique	Pression de poussée du mélange	Point de ramolliss ^{mt} du mélange	Point de redurcis ^{mt} du mélange	Domaine plastique du mélange	Qualité du coke
80 % charbon figure 3 20 % charbon figure 2	0,09 0,48	116° 81°	0,15	339°	442°	103°	Compact, dur, trommel: 62 %
65 % charbon figure 4 35 % charbon figure 2	0,00 0,48	156° 81°					

tion dans ces foyers sera remplacée par la production de produits valorisés. Il serait désirable que le règlement de police applicable à l'édification de nouveaux bâtiments soit modifié et prévoie dès maintenant la possibilité de l'emploi du chauffage au coke, au semi-coke et au gaz.

Comme il a déjà été signalé, il ne serait pas économique pour le pays de vouloir équiper actuellement chacune des petites usines à gaz, d'installation de broyage et de mélange. Ici, l'idée de centralisation doit être poursuivie avec persévérance. La mesure appropriée serait d'édifier de grandes installations de mélange et de broyage, reliées aux houillères. Le charbonnage même a toujours à sa disposition des hommes compétents pour essayer ses charbons sur place à l'aide des données techniques les plus récentes; il peut ainsi, d'après les résultats des essais, livrer aux usines le mélange approprié aux fours. Plus rien ne s'oppose à l'emploi combiné des charbons poussants et à flamme, et l'élargissement ainsi obtenu dans l'approvisionnement sera profitable non seulement aux usines mêmes, mais à l'économie entière du pays. En cas de besoin, les usines à gaz qui tireraient elles-mêmes les plus grands avantages de telles centrales pourraient intervenir dans leur construction.

Pour terminer ce travail, attirons encore l'attention sur un essai intéressant fait avec un charbon à flamme de grosseur de grains déterminée. Ce charbon fut traité en morceaux de 60 à 100 mm dans une chambre verticale avec courant de chauffage de 1.180° et une température de chambre de 1.070° en exploitation normale. Le coke défourné n'était pratiquement pas cuit et était peu fondu; il sortait cependant de la chambre avec une proportion de 88 % de morceaux ayant la grosseur de départ et donnait au trommel une dureté de 45 %.

Charbon :

matières volatiles : 37,7 %;
pression de poussée : 0,0 kg/cm²;
grosseur de grains : 60 à 100 mm.

Etat du coke : 12 % de poussier, le reste en morceaux comme le charbon de départ.

Essai au trommel : 45 %.

Ce résultat est à prendre en considération; il devrait inciter toutes les usines à gaz à entreprendre des essais semblables avec des charbons à flammes en assortiments déterminés.

Résumé.

Après avoir donné un court aperçu sur la situation du marché des charbons, l'auteur insiste sur la nécessité pour les usines à gaz d'entrevoir le traitement de gammes de charbons plus étendues. Il décrit ensuite la technique des essais relatifs à la pression de poussée. Les limites supérieure et inférieure de la pression de poussée sont déterminées suivant une méthode d'analyse bien déterminée. La pression de poussée déterminée au laboratoire est, d'après l'expérience, le double de celle obtenue en fait dans les chambres. Comme limite supérieure, on peut retenir 0,36 à 0,40 kg/cm² (pression de chambre 0,18 à 0,20 kg/cm²) et comme limite inférieure 0,06 kg/cm² (pression de chambre 0,03 kg/cm²).

Les charbons bien cokéfiant situés entre la limite inférieure et supérieure manquent de plus en plus pour les usines à gaz. Les usines doivent se rendre maîtres de la situation avec les installations existantes. Les firmes constructrices de fours ont une nouvelle tâche qui consiste à construire les fours pour les charbons. Les propriétés des charbons disponibles fournissent les éléments de base dont il faut tenir compte pour cette construction.

Par un essai en grand, l'auteur montre l'influence de la largeur de chambre sur la vitesse de chauffage et en conséquence sur la qualité du coke. Des chambres étroites et horizontales doivent être prévues dans les nouvelles constructions pour le procédé par pilonnage. Par un essai d'exploitation, il a été prouvé que le procédé par pilonnage utilisé dans les chambres horizontales est supérieur aux autres systèmes.

Les prévisions pour la conduite favorable de l'exploitation doivent être basées sur l'examen du charbon. Chaque usine à gaz devrait établir un laboratoire, fût-il même petit.

Il a été aussi question de la cokéfaction électrique et de l'obtention de coke métallurgique avec des charbons non cuisants. Sans installation de mélange et de broyage, la couverture trop restreinte en charbon ne peut être assurée que dans ces cas spéciaux.

Des essais de mélange, en grand, ont été décrits.

Afin de bien faire ressortir encore une fois l'importance de l'analyse de la poussée, on a établi la relation entre la poussée et la plasticité. La courbe de poussée est une caractéristique de chaque charbon. On peut y lire immédiatement toutes les propriétés importantes.

Quatre charbons ont été essayés : un charbon fortement poussant, un moyennement poussant, un faiblement poussant et un non poussant. Leur points de ramollissement, de redurcissement, l'intervalle de plasticité et la pression de poussée ont été déterminés. L'intervalle de plasticité est limité par deux points, les points de ramollissement et de redurcis-

sement. Ces points donnent, pour différentes pressions de poussée, deux courbes limites qui déterminent les intervalles plastiques de tous les charbons. La perte de pression en pour cent, du premier maximum au minimum de poussée, rapportée au premier maximum de poussée, donne une courbe continue. En cas d'urgence, l'analyse de la poussée peut déjà être interrompue après l'obtention du minimum parce qu'à ce moment, la pression de poussée peut être déduite de la chute de pression. Grâce à la courbe d'intervalles, le domaine de température de la plasticité et les points de ramollissement et de redurcissement peuvent se déterminer graphiquement. Avec toutes ces données, le charbon est alors suffisamment caractérisé.

Un cas spécial de l'extension de l'approvisionnement en charbon est donné par un essai en grand avec du charbon à flammes en assortiment déterminé.

La nécessité de l'érection d'installations centrales de mélange et de broyage a été préconisée pour pouvoir aider toutes les usines qui ne disposent pas d'installations propres.