

# Conférence Internationale sur le développement de la technologie chimique dans l'industrie charbonnière et les industries connexes

Stoke Orchard (Cheltenham), juin 1956

COMPTE RENDU par INICHAR (\*)

## AGGLOMERATION A CHAUD

par D. H. GREGORY

(Coal Research Establishment, N.C.B.)

### I. — INTRODUCTION

L'une des plus importantes méthodes de production de combustible sans fumée, destinée à satisfaire la demande croissante de combustible de ce genre en Grande Bretagne, comporte une agglomération du charbon avec carbonisation subséquente des agglomérés. Ce procédé n'est applicable, sans

il a été nécessaire de soumettre préalablement de nombreux charbons à une oxydation modérée ou à une carbonisation partielle. Dans ces deux traitements préliminaires, le charbon est chauffé à des températures variant d'environ 300° C à 600° C. Il y a une autre phase de chauffage lorsque les agglomérés sont ultérieurement carbonisés à des températures habituellement supérieures à 600° C.

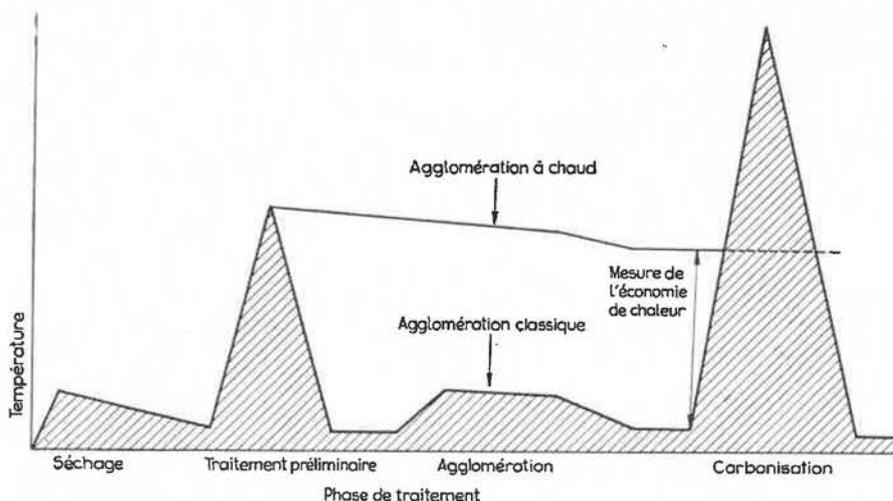


Fig. 1. — Niveaux des températures de traitement dans l'agglomération classique et à chaud.

modification, qu'à une gamme très limitée de charbons. Pour l'étendre à d'autres combustibles,

(\*) Le début de ce compte rendu a été publié dans le numéro de novembre 1956, p. 907/922.

La phase d'agglomération est ainsi intercalée entre deux traitements thermiques. Si l'on fait l'agglomération classique à 80° C environ, en employant, par exemple, du brai de goudron de char-

bon comme liant, les agglomérés doivent être refroidis à une température proche de la température ambiante afin de permettre au brai de faire prise et de fournir aux agglomérés une résistance suffisante pour permettre de les transporter mécaniquement jusqu'à l'appareil de carbonisation. Dans ce traitement final, les agglomérés doivent être réchauffés de toute la gamme des températures. Le rendement thermique d'ensemble d'une telle méthode est évidemment faible. On peut l'améliorer considérablement si l'opération d'agglomération est faite à la température du traitement préliminaire ou au voisinage de cette température, ainsi que le montre la figure 1, pourvu que les agglomérés soient suffisamment solides à ces températures pour résister à la manipulation au cours de la phase ultérieure de carbonisation.

Le brai de goudron de houille n'a d'efficacité, comme liant, qu'après son durcissement et, comme la température de « durcissement » ou de « prise » est de l'ordre de 100° C, il est trop liquide aux températures supérieures à 300° C pour contribuer à la résistance des agglomérés fabriqués à ces températures. Aussi a-t-on élaboré d'autres liants à températures de « prise » élevées.

Hardy (1) et d'autres chercheurs ont montré que des fines de charbon peuvent être agglomérées sans liant, si le charbon est chauffé de façon telle qu'il devienne plastique et est alors soumis à une compression. Darmont (2) a démontré que ce charbon plastique peut être employé comme liant pour le coke. Mais il n'y a toutefois qu'un groupe relativement faible de charbons qui se ramollissent suffisamment avant de se décomposer et, même avec lesdits charbons, l'intervalle de température entre le ramollissement et la décomposition est trop étroit pour des opérations entreprises à gran-

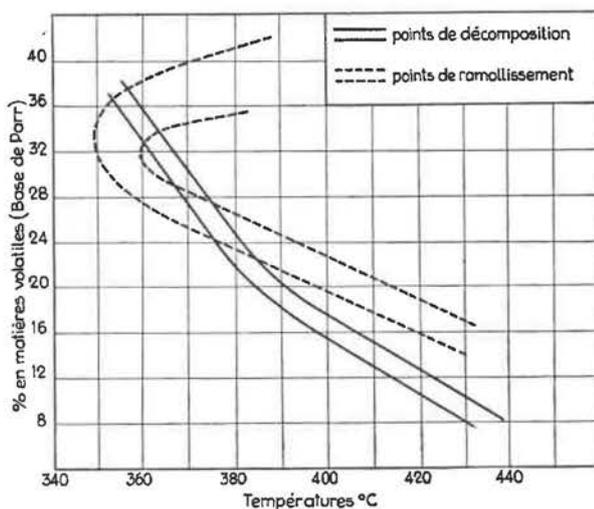


Fig. 2. — Teneur en matières volatiles du charbon en fonction des températures de ramollissement et de décomposition.

Basée sur les chiffres de Bennet — Journal of the Institute of Fuel 14.175 (1941) (figure reproduite avec la permission de l'auteur et de la revue).

de échelle. En fait, l'élaboration de ce procédé s'est limitée à un appareil de 5 t/h.

Bennet (3), en partant des courbes de ramollissement du charbon de Seyler et de la température de décomposition de Evans, a indiqué que, pour de faibles vitesses d'échauffement, ce sont seulement les charbons ayant 24 à 34 % de matières volatiles (Base de Parr) qui se ramollissent avant la décomposition (fig. 2). De plus, même avec ces charbons, la différence maximum de température entre les points de ramollissement et de décomposition est de l'ordre de 10° C seulement.

On a montré qu'une vitesse d'échauffement plus grande a un effet marqué pour abaisser la température à laquelle le charbon se ramollit et pour remonter la température de sa décomposition. On peut donc s'attendre à ce que la gamme des charbons qui se ramollissent avant la décomposition et leur zone de ramollissement s'élargissent en pratiquant un échauffement rapide, mais même avec des vitesses très rapides, Darmont (2) a déclaré que ce sont seulement les charbons fusibles qui peuvent être considérés comme convenant au procédé d'agglomération à températures élevées.

Des travaux récents et encore en cours au Coal Research Establishment du National Coal Board indiquent que les difficultés pratiques d'agglomération dans l'intervalle plastique peuvent être surmontées par l'addition au charbon d'un agent servant de fondant, tel que du brai de goudron de houille. L'objet de ce fondant est de rendre le charbon plus fusible sur un intervalle de température plus large. La figure 3 donne la relation qui

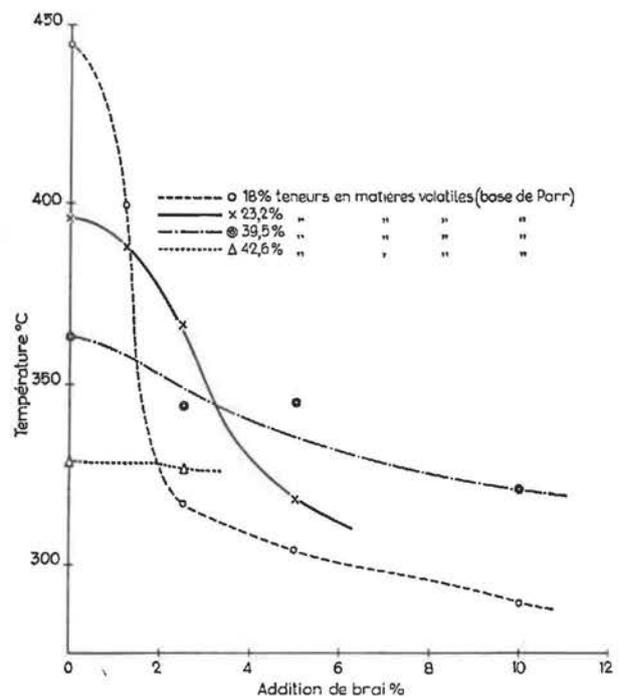


Fig. 3. — Effet d'une addition de brai sur la température de ramollissement du mélange de brai et de charbon. Méthode de Gieseler.

existe entre les températures de ramollissement déduites de la méthode de Gieseler et les teneurs de brai servant de fondant, pour 4 charbons dont la teneur en matières volatiles varie de 18 % à 42,6 % (base de Parr). On notera que, pour le charbon à 18 % de matières volatiles, des additions de brai allant jusqu'à 4 % ont un effet considérable, en abaissant la température initiale de ramollissement de 443° C sans brai à 330° C avec une addition de 2 % et à 310° C avec une teneur de brai de 4 %. Des accroissements plus grands de la quantité de brai n'entraînent pas les mêmes modifications remarquables de la température de ramollissement. Au fur et à mesure que les teneurs en matières volatiles des charbons augmentent, l'effet des additions de fondant sur leur point de ramollissement devient moins accusé. C'est ainsi qu'avec le charbon à 39,5 % de matières volatiles, les températures correspondantes sont 377° C sans brai, 350° C avec addition de 2 %, et 340° C avec 4 %, tandis que, pour le charbon à teneur en matières volatiles la plus élevée (42,6 %), le brai, pour les quantités ajoutées, n'a pas d'effet sur la température initiale de ramollissement. Outre l'effet d'abaissement de la température de ramollissement du charbon, l'addition de fondant augmente aussi considérablement le degré de fluidité, ainsi que le montre la figure 4. L'effet est de nouveau

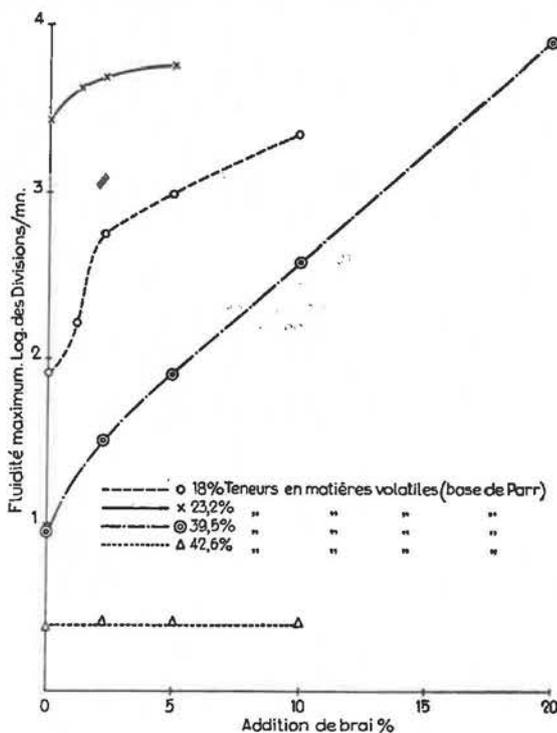


Fig. 4. — Effet d'une addition de brai sur la fluidité maximum du mélange de brai et de charbon. Méthode de Gieseler.

le plus accentué pour des additions allant jusqu'à 4 %, avec une réduction de l'effet pour des additions plus importantes. Nos travaux ont montré que l'addition de brai, à titre de fondant, ne mo-

diffie pas la température de décomposition du charbon. Les effets nets de l'introduction de fondant sont donc d'élargir la gamme des charbons se ramollissant avant décomposition et d'agrandir l'intervalle de température pour l'agglomération.

Le nombre limité de charbons qui ont été examinés jusqu'à présent montre que la gamme des charbons qu'on peut ramollir avant décomposition s'étend au moins jusqu'à ceux ayant une teneur en matières volatiles de 18 % à 39,5 % et que, par conséquent, des charbons non normalement considérés comme cokéfiant deviennent convenables pour l'agglomération à chaud. La gamme des températures admissibles pour le charbon à 18 % de matières volatiles est augmentée de 110° C avec 2 % de brai et de 130° C avec 4 % de brai servant de fondant. Pour le charbon à 39,5 % de matières volatiles, les augmentations sont respectivement de 27° C et 37° C pour des additions de 2 % et 4 % de brai.

## II. — APPLICATIONS DE L'AGGLOMERATION A CHAUD DE CHARBON ADDITIONNE DE FONDANT

### A) Agglomération de charbon oxydé.

Dans un autre mémoire présenté à cette conférence, on décrit un procédé dans lequel du charbon à faible teneur en matières volatiles, mais fortement gonflant, est oxydé par voie thermique avant d'être aggloméré. La phase d'agglomération est, dans ce procédé, intercalée entre les deux phases de traitement thermique, c'est-à-dire l'oxydation à des températures entre 300° C et 400° C et la carbonisation à des températures dépassant 650° C.

Après une oxydation convenable, le charbon ne manifeste aucun ramollissement dans l'appareil Gieseler. Toutefois, à la suite de l'addition de 4 % de brai, on note un ramollissement du mélange à 350° C.

On conclut des expériences d'agglomération au laboratoire et de la marche de petites installations à l'échelle expérimentale, que les variables dans l'agglomération à chaud de charbon oxydé sont : la teneur en fondant, la température d'agglomération et le degré d'oxydation du charbon. La composition granulométrique du charbon n'a pas été considérée comme une variable dans ces expériences, car elle était gouvernée dans une mesure beaucoup plus grande par le traitement d'oxydation. Des essais à petite échelle, tant en marche discontinue que continue, ont montré qu'avec une teneur de brai de 3 % à 4 %, le charbon qui a été oxydé de façon que son pouvoir agglutinant soit réduit de 13 à un chiffre compris entre 1 et 4, peut être aggloméré sous une pression de 2 tonnes/pouce carré (314,5 kg/cm<sup>2</sup>) à des températures d'au

moins 300° C. Ce chiffre de 3 à 4 % de brai nécessaire comme fondant n'est que la moitié environ de ce qu'il faut comme liant dans les procédés classiques d'agglomération à basse température, de ce charbon oxydé.

Thau (4) aussi bien que Darmont (2) ont considéré que des presses à volume constant ne pouvaient pas être employées pour l'agglomération à chaud. Cependant, des expériences de laboratoire portant sur du charbon additionné de fondant ont indiqué que la variation de la résistance de l'aggloméré en fonction de la pression n'est pas plus grande que dans l'agglomération classique avec du brai servant de liant; confirmation de ce fait a été obtenue dans une installation expérimentale à petite échelle utilisant une presse à double rouleau, c'est-à-dire une presse à volume constant. Il semblerait donc que, si le charbon est additionné de fondant, on peut utiliser des presses à volume constant du type à double rouleau, avec tous leurs avantages, dans l'agglomération à chaud. Les résultats de l'installation expérimentale à petite échelle semblent indiquer aussi qu'il n'y aurait pas besoin d'aciers spéciaux résistant à la chaleur, car la température à laquelle s'équilibrent les rouleaux se tient entre 150° C et 170° C, lorsque la température du charbon à l'endroit où se fait la compression varie entre 300° C et 325° C. On gagnerait peu de chose en chauffant artificiellement les rouleaux à la température d'agglomération.

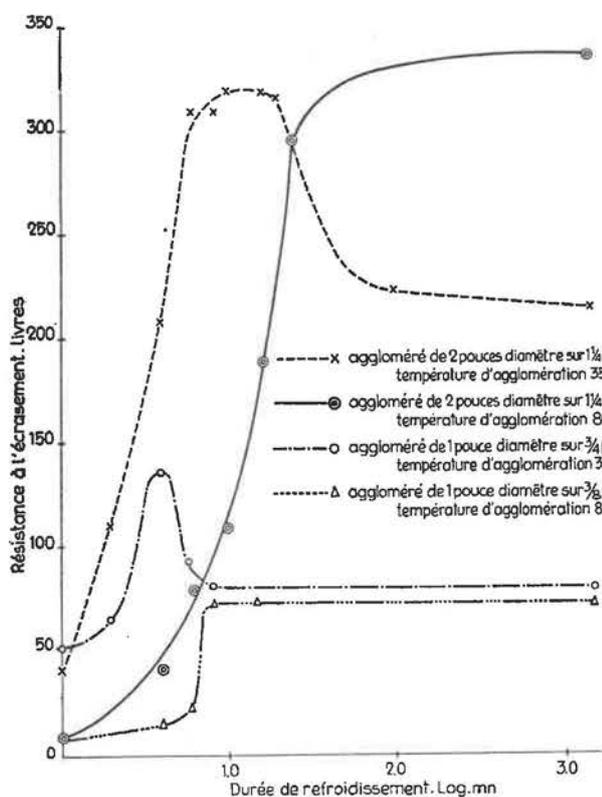


Fig. 5. — Agglomération de charbon oxydé. Apparition de la résistance de la brique'te.

Les caractéristiques de refroidissement des agglomérés varient en fonction de la dimension et de la forme de l'aggloméré. Dans tous les cas toutefois, ainsi que le montre la figure 5, l'apparition de la résistance se fait beaucoup plus rapidement que pour un aggloméré de type normal fabriqué par les moyens classiques. La résistance finale du produit aggloméré à chaud est aussi, en général, plus élevée que celle du produit normal fabriqué à 80° C.

Il y a une résistance caractéristique maximum des agglomérés fabriqués au-dessus de 300° C, le maximum augmentant en même temps que la température d'agglomération. La décroissance de la résistance de l'aggloméré au cours du refroidissement, au delà du maximum, est attribuable à deux causes : les efforts internes causés par un refroidissement trop rapide et par suite inégal, et les contractions thermiques différentes des éléments pétrographiques constituant le charbon originel. Les deux causes sont considérées comme importantes, mais la seule qui puisse être modifiée en pratique est la vitesse de refroidissement. Si l'on emploie un appareil continu pour la carbonisation des agglomérés, leur refroidissement ne pose plus de problème. Dans ce cas, il est préférable de charger les agglomérés dans le four de carbonisation avant qu'on ait obtenu la résistance maximum. Si toutefois on laisse les agglomérés se re-

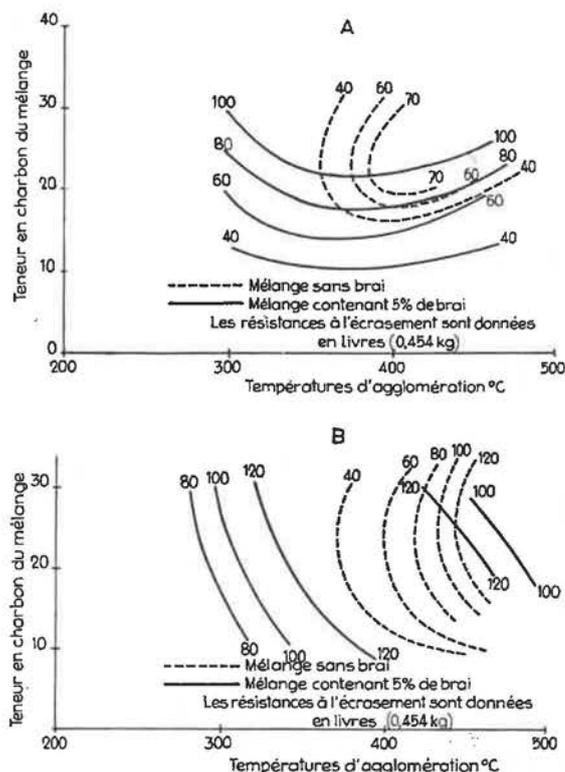


Fig. 6. — Courbe de résistance ISO indiquant les effets de la concentration en charbon, de la température d'agglomération et de l'addition de brai.

A : Teneur en matières volatiles du semi-coke pulvérulent 12,8 %.

B : Teneur en matières volatiles du semi-coke pulvérulent 22,8 %.

froidir à l'air en dessous de la température pour laquelle la résistance maximum se produit, comme, par exemple, ce peut être le cas dans la carbonisation par charges séparées, le produit carbonisé a une faible résistance en raison du développement de fissures capillaires qui apparaissent dans les agglomérés non encore cuits. La carbonisation par charges séparées peut toutefois être employée si la vitesse de refroidissement des agglomérés est réglée à moins de 10° C par minute, même si la température finale est abaissée au niveau de la température ambiante.

**B) Agglomération de semi-coke ou de semi-coke pulvérulent.**

Une autre application de cette technique à chaud est l'agglomération du semi-coke. Ici encore, la phase d'agglomération est intercalée entre deux phases de traitement par la chaleur. La première consiste en une précarbonisation partielle du charbon à des températures se tenant entre 400° C et 650° C afin d'obtenir un semi-coke ou un semi-coke pulvérulent, le second traitement thermique est la carbonisation des agglomérés à des tempéra-

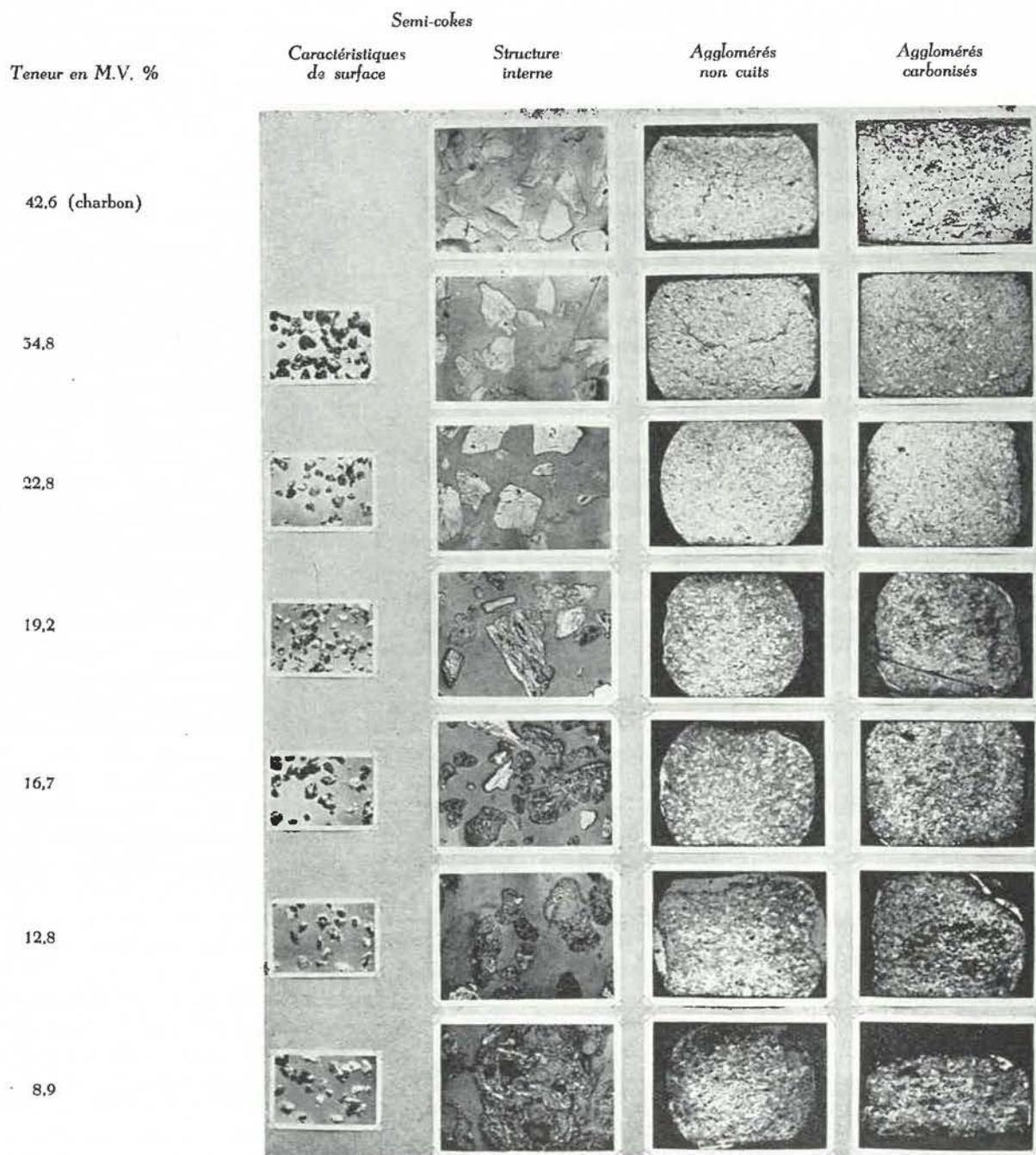


Fig. 7. — Caractéristiques physiques du charbon et des semi-coques de Binley.

tures dépassant 650° C. Dans ce procédé, le degré de précarbonisation est tel que la fluidité du charbon original a été détruite. La méthode adoptée, par conséquent, est d'ajouter du charbon et du fondant au semi-coke chaud. Ces deux éléments constitutifs (le charbon et le fondant) agissent comme un liant mixte dans l'agglomération à chaud du semi-coke, de la même façon que le brai seul agit dans l'agglomération classique. L'action du brai pour abaisser la température minimum d'agglomération et élargir la marge admissible de température d'agglomération est bien démontrée.

Bien que jusqu'à présent cette méthode d'agglomération n'ait été élaborée qu'à l'échelle du laboratoire, les variables qui déterminent la résistance de l'aggloméré non cuit et de l'aggloméré carbonisé ont été définies. Ces variables sont la teneur en matières volatiles du semi-coke, la composition du liant mixte de charbon et de fondant, la teneur en liant mixte, le type de charbon employé dans le liant mixte et la température d'agglomération.

L'une des variables les plus importantes est la teneur en matières volatiles du semi-coke, car, ainsi que l'indique la figure 7, cette valeur peut être mise en relation avec la structure, la forme et aussi les dimensions des particules. Il est bien connu, même dans le procédé classique d'agglomération, que ces trois facteurs gouvernent, dans une large mesure, les besoins de liant et la résistance des agglomérés.

Un examen microscopique des semi-cokes à teneurs en matières volatiles variables décèle qu'au fur et à mesure que la carbonisation devient plus poussée, il se développe dans les particules une structure poreuse, et c'est aux teneurs en matières volatiles les plus basses que les dimensions de pores deviennent extrêmement grandes (fig. 7). La porosité des semi-cokes ne se modifie pas d'une manière appréciable lorsqu'on descend jusqu'à 25 % de matières volatiles, mais ensuite il y a un accroissement marqué au fur et à mesure que la teneur en matières volatiles baisse. Il n'est donc pas surprenant que les agglomérés produits à partir de semi-coke ayant moins de 25 % de matières volatiles, dans les conditions normales de composition et de proportion de liant, de température et de pression d'agglomération, n'aient pas autant de résistance que ceux produits à partir de semi-coke ayant environ 25 % de matières volatiles (fig. 8A). Cette réduction de résistance se produit aussi avec des agglomérés fabriqués à partir de semi-coke ayant plus de 30 % de matières volatiles, mais pour une raison différente. Ces semi-cokes à teneur en matières volatiles plus élevée, ayant été précarbonisés à des températures plus basses que la température d'agglomération, émettent des matières volatiles pendant l'opération d'agglomération et ceci produit des fissures qui affaiblissent

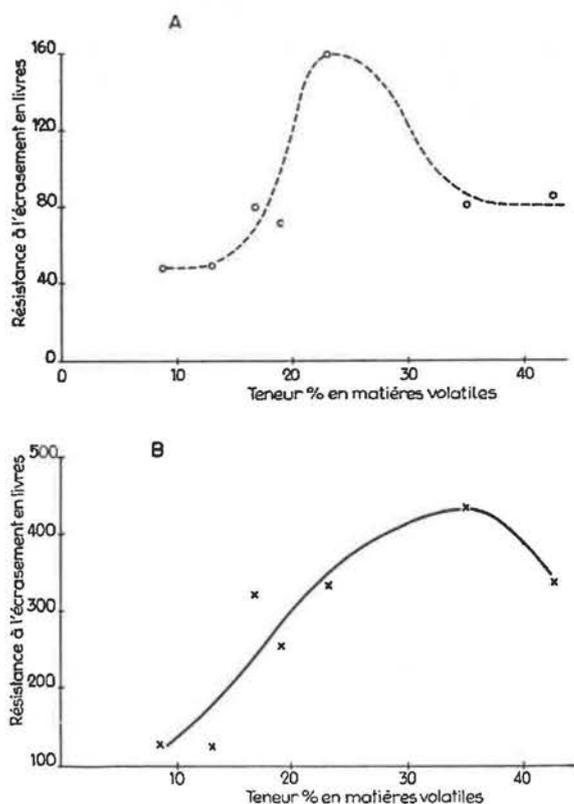


Fig. 8. — Résistance à l'écrasement d'agglomérés produits à partir de semi-cokes à teneurs en matières volatiles variables.  
Teneur du liant 14 % (9,8 % charbon, 4,2 % brai).  
Température des agglomérés : 420° C.

A : Agglomérés non cuïs.

B : Agglomérés carbonisés.

les agglomérés non encore cuïs (fig. 7). La résistance des agglomérés carbonisés est maximum lorsque la teneur en matières volatiles du charbon précarbonisé se tient entre 30 et 35 % (fig. 8B). Les mesures de densité apparente indiquent que le semi-coke est plus compact à cette teneur en matières volatiles, par conséquent la contraction du semi-coke qui provoque la séparation du liant mixte au cours de la carbonisation subséquente des agglomérés est réduite au minimum.

Les autres propriétés des particules, qui peuvent avoir une relation avec le degré de carbonisation, comme la forme et la distribution granulométrique, doivent, bien entendu, contribuer à la résistance maximum obtenue avec les semi-cokes ayant de 25 à 30 % de matières volatiles. On voit sur la figure 7 que les particules constitutives de ces semi-cokes conservent encore les propriétés anguleuses qui sont préférables pour l'agglomération, et l'examen de la composition granulométrique indique qu'il ne s'est pas produit de coalescence des particules. Toutefois, en poussant la carbonisation, les particules deviennent de plus en plus sphériques et la granulométrie devient plus grosse. Des expériences ont été faites pour évaluer l'effet des différentes compositions granulométriques en con-

cassant des semi-cokes à faible teneur en matières volatiles aux dimensions des échantillons à 25 - 40 % de matières volatiles; les résultats indiquent que la variation de composition granulométrique n'a qu'une importance secondaire par rapport à la porosité et à la forme des particules.

Les autres variables, telles que la composition du liant mixte, la quantité de liant mixte et le type de charbon employé dans le liant mixte, sont en étroite relation les unes avec les autres. Il a déjà été dit que les travaux de Darmont (2) ont indiqué que, lorsqu'on se sert de charbon seul comme liant, la quantité nécessaire dépend du type de charbon employé, c'est-à-dire de son degré de fluidité intrinsèque. Il en est de même jusqu'à un certain point lorsque du charbon additionné de fondant de brai est employé sous forme de liant mixte; mais, dans ce cas, la quantité de liant mixte nécessaire dépend de la fluidité du mélange de charbon et de brai, plutôt que de celle du charbon lui-même.

En général, le rapport du charbon au brai dans le liant mixte peut être modifié dans une large mesure, pourvu que le liant mixte soit convenablement réglé. Un type d'exemple de la relation qui existe entre les éléments constitutifs du liant

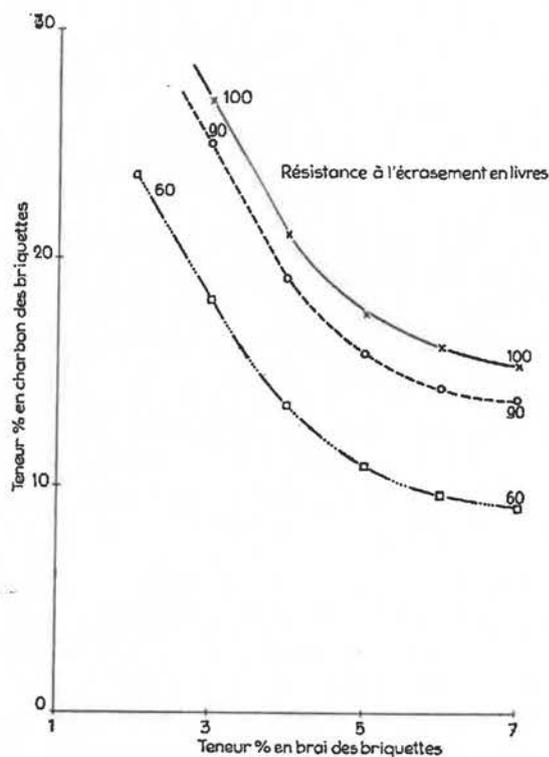


Fig. 9. — Effet des concentrations du charbon et du brai sur la résistance de la briquette.

Courbes de résistance ISO pour les briquettes à semi-coke, teneur en M.V. 12,8 %, 1 inch diam. sur 3/4 inch, température d'agglomération 420° C.

mixte est donné par la figure 9 qui indique par exemple que, pour obtenir un aggloméré ayant une résistance à l'écrasement de 100 lb (45,4 kg),

la proportion pondérale du charbon dans le mélange total peut varier de 25 % à 15 % si la proportion de brai varie aussi de 3,5 % à 7,5 %, c'est-à-dire que le rapport du charbon au brai peut être modifié de 7 à 1 jusqu'à 2 à 1. La modification des besoins en liant mixte, consécutive à cette variation du rapport entre charbon et brai, est de 28,5 % à 22,5 %. On a montré qu'en général la composition optimum du liant mixte au point de vue de la consommation minimum de liant est de 70 parties de charbon pour 30 parties de brai, en poids. Avec cette composition et avec des semi-cokes de la teneur optimum en matières volatiles, la quantité de liant mixte nécessaire peut être réduite à environ 12 %; auquel cas la teneur en charbon du mélange de l'aggloméré est de 8,4 % et celle du brai de 3,6 %.

La température d'agglomération n'est en général pas critique entre 350° C et 450° C lorsqu'on considère tous les semi-cokes. Il semble, toutefois, que la température est plus un point critique lorsqu'on agglomère des semi-cokes à teneurs en matières volatiles plus élevées que lorsqu'on agglomère des semi-cokes à teneurs en matières volatiles plus basses. Ces conditions de température ont été déterminées à l'échelle du laboratoire, en chauffant ensemble le semi-coke et le liant composé de charbon et de brai à la vitesse moyenne de 40° C/mn. Il est permis de supposer qu'avec un chauffage beaucoup plus rapide du liant, à l'échelle industrielle, lorsque la chaleur sensible du semi-coke chaud peut être utilisée pour faire le chauffage, on pourra disposer d'une étendue plus large

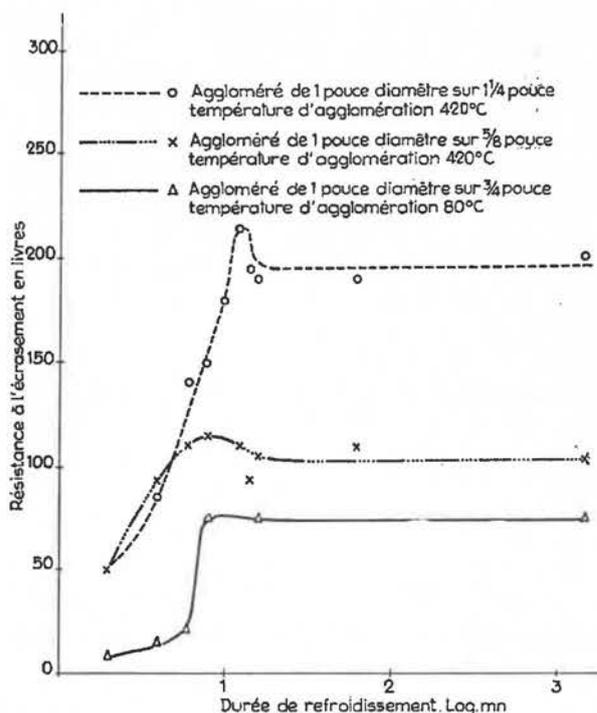


Fig. 10. — Agglomération des semi-cokes. Apparition de la résistance de la briquette.

de température d'agglomération, ainsi que d'une composition et d'une teneur de liant plus favorables.

L'effet de la pression d'agglomération sur la résistance des agglomérés a été déterminé. Ces expériences indiquent que la variation de la résistance des briquettes en fonction de la pression n'est pas plus grande que dans l'agglomération classique au brai seul servant de liant. Bien que cette conclusion n'ait pas encore été confirmée pour une marche continue, il semblerait que des presses à volume constant du type à double rouleau, avec tous leurs avantages, puissent être employées pour l'agglomération à chaud de semi-cokes.

Comme pour l'agglomération à chaud du charbon oxydé, les caractéristiques au refroidissement des agglomérés de semi-coke varient avec les dimensions et la forme des agglomérés. L'incorpora-

tion du semi-coke inerte dans l'aggloméré a toutefois comme conséquence une réduction plus graduelle et moins prononcée de résistance après que le maximum a été atteint; cette fois encore il est préférable de charger les agglomérés dans le four de carbonisation avant que le maximum de résistance ait été atteint, afin de conserver la chaleur et d'obtenir un produit carbonisé de haute résistance. Ainsi que l'indique la figure 10, la rapidité d'apparition de la résistance est du même ordre de grandeur qu'avec le charbon oxydé et considérablement plus grande que lorsqu'on effectue une agglomération classique du charbon au brai.

#### REFERENCES

- (1) Hardy, H., Belg. Pat. 599. 159 (1933).
- (2) Darmont, G., Fuel, 31, 75 (1952).
- (3) Bennett, J.G., J. Inst. Fuel, 14, (78), 175 (1941).
- (4) Thau, A., Colliery Guard, 149, 333, 383 (1934).

## ETUDE DE LA SEMI-CARBONISATION PAR FLUIDISATION (1)

par A. PEYTAUVY et P. FOCH

(CERCHAR, Verneuil et Marienau).

### I. — OBJET DE NOTRE ETUDE

La semi-carbonisation du charbon, c'est-à-dire sa carbonisation à basse ou moyenne température (2), donne naissance à trois produits essentiels, le semi-coke, le goudron et le gaz. On peut donc se proposer des objectifs très différents selon que l'on met l'accent sur l'un ou sur l'autre.

Personne, à notre connaissance, n'a cherché à réaliser l'opération dans le but essentiel de disposer de gaz. On a pu constater, en effet, que la quantité de gaz produite n'était pas assez importante et souvent sa qualité insuffisante pour que l'opération soit intéressante. Par contre le goudron, comme le semi-coke, peuvent être, selon les cas, considérés comme des produits nobles. Par exemple, une unité importante a été construite à Denver (Etats-Unis) dans le but de récupérer les goudrons contenus dans des charbons à haute teneur en matières volatiles avant d'envoyer ceux-ci à la centrale électrique. Dans ce cas, le produit de valeur est le goudron, et le semi-coke un sous-produit.

Pour nous, le semi-coke est le produit principal parce que nous cherchons à mettre au point un additif destiné à améliorer la qualité des mélanges pour cokeries. Et, dans ce domaine, nous avons plusieurs objectifs que nous allons indiquer rapidement :

a) Bien que les charbons lorrains n'aient pas de bonnes propriétés cokéfiantes, on peut les utiliser dans de très larges proportions (70 à 80 %) pour faire du coke de haut-fourneau en utilisant la technique du pilonnage. Celle-ci améliore beaucoup la cohésion du coke, mais non sa fissuration. On peut agir efficacement sur cette dernière en incorporant au mélange du poussier de coke convenablement broyé. Malheureusement, de telles cokeries ne sont pas autonomes en poussier et doivent en acheter à l'extérieur. Nous avons eu l'occasion de montrer que le semi-coke de fluidisation fabriqué vers 800° avait des propriétés antifissurantes comparables à celles du poussier de coke et pouvait, par conséquent, le remplacer.

b) Sans pilonnage, des charbons à indice de matières volatiles élevé donnent un coke petit, fragile, mais pouvant avoir une cohésion acceptable. On peut parfois améliorer ce coke en ajoutant du semi-coke aux charbons. Nous avons utilisé il y a quelques années à cette fin du semi-coke de four tournant. Nous aurons à revoir la question avec du semi-coke de fluidisation. Les conditions d'emploi seront peut-être différentes de celles du cas précédent. Une étude spéciale sera donc nécessaire.

(1) Travaux effectués par le CERCHAR (Centre d'Etudes et Recherches des Charbonnages de France). L'exécution des essais, ainsi qu'une part importante des études et du dépouillement des résultats, ont été assurées par MM. Bosschem, Geoffroy et Lahouste, ingénieurs au Cerchar.

(2) Les expressions de basse et haute température sont évidemment conventionnelles. Elles désignent les opérations de carbonisation effectuées aux environs de 500 et 1 000° respectivement. On appellera donc carbonisation à moyenne température, celle qui est effectuée vers 700 ou 800°.