

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Coal Research Institute, Tokyo.

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

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

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

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

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

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

Kalewa se trouve au confluent des rivières Chindwin et Myrthta.

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

Toutes les veines sont inclinées de 40 à 45 degrés.

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

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

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

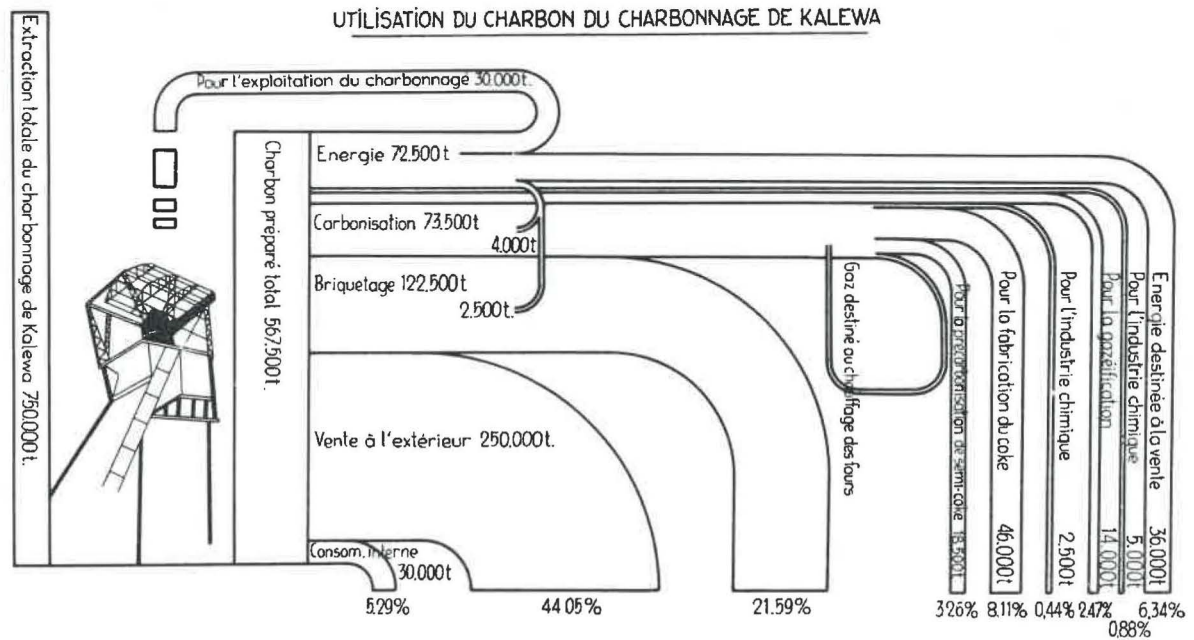


Fig. 1.

de Kalewa est réputé très friable et ne conviendrait donc pas pour les locomotives.

La consommation de charbon en Birmanie, au cours de ces dernières années, a été répartie comme suit (en tonnes par an) :

Locomotives des chemins de fer	200 000
Métallurgie	50 000
Cimenteries	50 000
Fabrication du carbure	20 000
Batellerie	10 000
Poteries	10 000
Total	340 000

En plus, il faut tenir compte d'une consommation répartie sur un grand nombre de postes : combustible domestique... etc., mais ceux-ci ont été omis, car on ne peut pas établir d'estimations exactes pour ces usages.

En ce moment, la Birmanie est pleine d'enthousiasme pour la reconstruction nationale. Un travail positif de construction est entrepris dans tous les secteurs industriels. La demande en charbon, basée

sur le rapport K.T.A. et sur d'autres données, pour les années à venir, s'établit de la façon suivante (fig. 1).

L'expression « industrie charbonnière » s'applique aux opérations suivantes :

- 1) établissement des réserves de charbon,
- 2) extraction du charbon,
- 3) préparation du charbon à des fins industrielles.

Ces trois activités sont pratiquement inséparables.

De plus, l'importance du charbon comme source de carbone a fortement augmenté à la suite des progrès de la science moderne.

Propriétés chimiques du charbon birman.

Le tableau I, qui donne le résultat de l'analyse du charbon de Kalewa, principale ressource de la Birmanie, a pour but de montrer dans quel sens ce charbon de Kalewa peut être utilisé dans les industries qui emploient ce charbon.

TABLEAU I.

I. — Analyse immédiate.

	Echantillons	Humidité	Cendres	Matières volatiles	Carbone fixe
A. Sur charbon tel quel	P — 1	9.34	3.67	44.55	42.44
	K — 2	8.84	8.77	39.93	42.46
B. Sur charbon sec	P — 1		4.05	49.14	46.81
	K — 2		9.70	43.91	46.39
C. Sur sec sans cendres	P — 1			52.25	47.75
	K — 2			48.62	51.38

II. — Analyse élémentaire.

		Cendres	C	H	N	O	S combustible
A. Sur charbon sec	P — 1	3.60	70.68	5.39	1.82	18.36	0.15
	K — 2	8.69	67.15	4.86	1.82	17.33	0.15
B. Sur sec sans cendres	P — 1		73.32	5.59	1.88	19.06	0.15
	K — 2		73.54	5.32	1.99	18.99	0.16

III. — S. total.

A. Sur charbon sec	P — 1	0,35
	K — 2	0,82

IV. — Pouvoir calorifique : kcal/kg.

	P1	K2
A. Sur charbon brut	6 270	5 990
B. Sur charbon sec	6 920	6 580
C. Sur charbon sec s.c.	7 200	7 200

V. — Pouvoir cokéfiant.

La méthode utilisée, adaptée aux exigences d'un laboratoire de campagne, avait pour but de renseigner sur la capacité de boursoufflement libre du charbon.

Cette méthode standard, de la Société américaine pour l'essai des matériaux, porte la désignation : D.720.

	Indice de gonflement	Pouvoir cokéfiant
P — 1	0	non cokéfiant
K — 2	0	non cokéfiant

VI. — Point de fusion des cendres du charbon.

La mesure du point de fusion des cendres du charbon a été réalisée dans l'appareil Leitz, à microscope et four électrique.

Dans cette méthode, l'échantillon est tout d'abord converti en cendres à 750°C environ, puis le cône des cendres est chauffé graduellement dans un four électrique.

Au cours de ce chauffage, les dimensions du cône varient : il y a diminution de la hauteur et élargissement de la base : 3 températures définissent 3 étapes de transformation.

1) La température de déformation initiale, c'est-à-dire la température à laquelle le sommet du cône s'arrondit définitivement sous la contrainte de la tension de surface de la phase liquide.

2) La température de ramollissement, c'est-à-dire la température à laquelle le cône fond en une masse approximativement sphérique.

3) La température de fluidisation, c'est-à-dire la température à laquelle le cône perd toute forme définie et s'écoule hors du champ d'observation.

Echantillon	Temp. de déformation	Temp. de ramollissement	Temp. de fluidisation
	Co	Co	Co
P — 1	1 280	1 300	1 460
K — 2	1 270	1 485	1 580

Le procédé de carbonisation en deux temps du Coal Research Institute.

Dans l'état actuel de la technique, il n'existe guère de méthode permettant de produire un coke métallurgique à partir du charbon de Kalewa, si ce n'est le procédé de carbonisation en deux temps du Coal Research Institute de Tokio.

Ce procédé, inventé il y a une dizaine d'années, a été développé au Japon en vue de produire un bon coke métallurgique à partir de charbons japonais et mettre fin à l'importation de charbons à coke. Il permet d'obtenir du coke métallurgique à partir de charbons non agglutinants. Sa désignation de procédé « en deux temps » provient du fait qu'il comporte deux carbonisations successives à basse et à haute température.

Le coke est fabriqué de façon continue grâce à un écoulement ininterrompu de matières, qui commence avec la préparation du charbon brut et se termine par le refroidissement et l'extraction du coke produit.

Au départ de l'opération, les charbons non cokéfiant, tels les lignites ou les charbons bitumineux de faible degré de houillification, sont pulvérisés et tamisés de manière à obtenir une poudre de l'ordre de 1 à 3 mm. Cette poudre de charbon est alors carbonisée vers 550-600°C dans le four de carbonisation fluidisée du C.R.I., qui fournit un semi-coke à 10-15 % de matières volatiles. Ce produit est mélangé à environ 8 % de brai, liquide séparé du goudron ou à 7 % d'asphalte; on y ajoute 10 à 15 % de charbon à coke provenant d'autres sources que Kalewa.

Le mélange est traité par la vapeur et aggloméré à la forme désirée dans une presse à rouleaux qui fournit une pression de 100-200 kg/cm².

Les briquettes ovoïdes ainsi obtenues sont carbonisées très rapidement à environ 1 200°C dans le four continu à chambre verticale mis au point par le C.R.I. Le coke durci est refroidi et déchargé à la base du four.

Ce coke a une grande résistance mécanique et une parfaite régularité de forme. Il convient tout

particulièrement comme coke métallurgique; sa résistance à l'abrasion, son point d'inflammation, sa porosité, sa teneur en matières volatiles et sa réactivité peuvent être réglés dans une certaine mesure par le choix des charbons utilisés et la variation des proportions des constituants du mélange.

Le coke produit se désagrège peu et on n'enregistre à peu près aucune perte sous forme de menu.

La carbonisation initiale étant effectuée à basse température, le rendement en goudron est élevé.

Le brai provenant du goudron est utilisé pour le moulage des briquettes, tandis que la fraction liquide est réservée comme matière première pour l'industrie chimique.

L'uniformité des briquettes de coke enfournées dans les fours métallurgiques augmente la perméabilité de la charge et permet une certaine économie sur les frais de soufflage du vent.

L'installation de Kalewa est la plus petite unité réalisée pour un fonctionnement continu. Elle comporte trois parties essentielles :

- 1) l'installation de pré-carbonisation à basse température,
- 2) l'installation de briquetage,
- 3) le four de cokéfaction à haute température.

Une description plus détaillée des différentes phases de l'opération est donnée dans les paragraphes suivants.

Pré-carbonisation du charbon brut.

Le premier traitement a pour but de réduire la teneur en matières volatiles du charbon brut de sa valeur initiale d'environ 60 % jusqu'à une valeur finale d'environ 15 %. Cette première opération est de la plus haute importance pour la cokéfaction ultérieure des briquettes, cette cokéfaction étant accomplie avec une vitesse de chauffe particulièrement élevée de 8 à 10°C par minute, contre 1 à 2°C par minute seulement dans les fours à coke conventionnels.

Du fait que cette pré-carbonisation est réalisée à basse température et dans des conditions thermiques exactement contrôlées, le goudron primaire et les huiles légères sont récupérés à près de 100 %, sans pertes par cracking ou par condensation.

Il en résulte une production d'huiles de goudron beaucoup plus élevée que celle que l'on obtient par le procédé normal de cokéfaction en un seul temps.

Le four de carbonisation fluidisée du C.R.I. a déjà été appliqué avec succès pour la carbonisation à basse température de charbons industriels non agglutinants et de lignites; dès lors, aucune difficulté n'était à prévoir pour son application au traitement des charbons de Kalewa.

Le four est conçu pour traiter environ 10 tonnes de charbon par jour.

L'installation, illustrée aux figures 2 et 3, est constituée de 2 parties essentielles : le four de carbonisation en briques réfractaires et le dispositif de refroidissement et d'épuration du gaz.

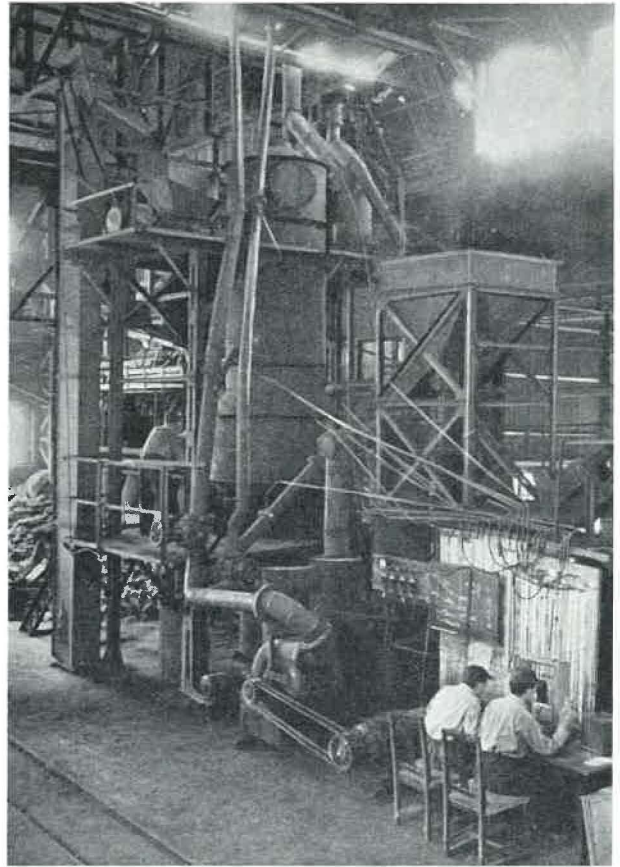


Fig. 2.

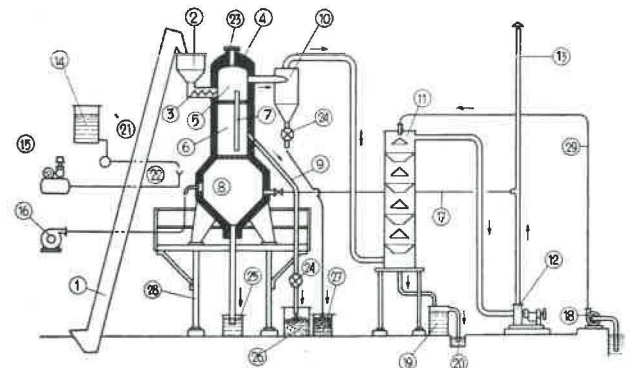


Fig. 3. — Schéma de carbonisation en fluidisé du Coal Research Institute.

1. Skip-élévateur; 2. Trémie pour la matière brute; 3. Alimentateur à vis; 4. Chambre de carbonisation en fluidisé; 5. Chambre de séchage; 6. Chambre de carbonisation; 7. Tuyau de débordement (matériel séché); 8. Chambre de combustion; 9. Tuyau de débordement (semi-coke); 10. Cyclone séparateur; 11. Scrubber à eau; 12. Extracteur de gaz; 13. Cheminée des gaz brûlés; 14. Réservoir de stockage de combustible; 15. Compresseur à air; 16. Soufflerie d'air; 17. Conduite du gaz recyclé; 18. Pompe à eau; 19. Boîte d'étanchéité; 20. Conduite des eaux résiduaires; 21. Pompe à engrenage; 22. Brûleur à huile; 23. Soupape de sûreté; 24. Valve rotative; 25. Boîte d'étanchéité pour la poussière; 26. Réservoir de semi-coke; 27. Réservoir à poussière; 28. Etau; 29. Conduite d'eau réfrigérante.

Le four comporte 3 chambres servant respectivement au séchage, à la carbonisation et à la combustion.

La matière première la plus adéquate est du charbon 0-5 mm, obtenu par tamisage sur un crible vibrant chauffé électriquement. La matière brute est chargée dans la trémie (2) en utilisant le skip-élévateur (1). De là, elle est alimentée à la chambre de séchage (5) du four (4) par l'alimentateur à vis (3). La matière est séchée en lit fluidisé par les gaz à 550° qui montent de la chambre de carbonisation (6) à travers une plaque d'acier percée de trous. La matière séchée descend dans la chambre de carbonisation par le tuyau de débordement (7) situé au centre du four. Dans cette chambre, les grains séchés forment un nouveau lit maintenu à l'état fluidisé par les gaz à 1200°C montant de la chambre de combustion (8). Les produits carbonisés sortent du four par le tuyau de débordement (9). Le régime de température est maintenu constant dans chacune des parties du four. Les différences de températures entre la partie supérieure et la partie inférieure de chaque chambre sont de l'ordre de 50 à 60°C. La durée de la pré-carbonisation est de l'ordre de 5 à 10 minutes. Normalement, le semi-coke produit est refroidi en dessous de sa température d'inflammation par un recyclage de gaz froid qui récupère sa chaleur sensible. Un cyclone sépare ensuite le gaz du semi-coke, ce dernier étant déchargé par une valve rotative et transporté à l'installation de briquetage par un dispositif Redler.

Le gaz de combustion et le gaz de carbonisation se mélangent dans le four, puis sont acheminés vers le cyclone séparateur (10) par un tube à fumées situé à la partie supérieure du four.

Après abattement des poussières dans le cyclone, le gaz traverse un scrubber à eau (11) dans lequel s'effectuent le lavage, le refroidissement et la séparation du goudron.

Le gaz épuré de son goudron est finalement rejeté à l'atmosphère, par l'extracteur (12) et la cheminée (13).

La chaleur nécessaire à la carbonisation est fournie par la combustion de pétrole brut. Une partie des fumées de combustion est recyclée, ce qui permet un réglage aisé de la température du gaz à l'entrée de la chambre de carbonisation.

Ce genre de four, qui comporte une chambre de séchage et une chambre de carbonisation indépendantes, peut être utilisé pour la carbonisation de produits tels que la sciure de bois ou les lignites à haute teneur en humidité. Son rendement thermique est particulièrement élevé si on le compare à celui d'autres types de fours. En marche industrielle, la combustion du gaz produit doit fournir la chaleur nécessaire à la carbonisation, ce qui évitera la consommation d'une quantité additionnelle d'huile brute.

Environ 6 tonnes de charbon P — 1 de Kalewa ont été carbonisées à basse température dans notre installation d'essai. Le charbon en bloc fut concassé et criblé en dessous de 5 mm; l'analyse gra-

nulométrique des fines obtenues est indiquée ci-dessous :

5 - 3 mm	24,30 % en poids
3 - 2 mm	10,19 % en poids
2 - 1 mm	31,92 % en poids
< 1 mm	33,59 % en poids

Pendant toute la durée de l'essai, l'installation de carbonisation fonctionna sans incidents. Les mesures réalisées ont fourni les valeurs suivantes :

- a) *Température en °C :*
gaz entrant : 1 120°C,
intérieur de la chambre de carbonisation : 610°C;
intérieur de la chambre de séchage : 380°C;
gaz sortant : 300 °C.
- b) *Pressions en mm d'eau :*
dans la chambre de combustion : 180 mm;
dans la chambre de carbonisation : 30 mm;
dans la chambre de séchage : 20 mm;
entrée du refroidisseur : 120 mm;
sortie du refroidisseur : 220 mm.
- c) *Durée de la période de carbonisation :*
15 heures.
- d) *Quantité de charbon traité :*
environ 6 tonnes.
- e) *Quantité de semi-coke produit :*
environ 3 tonnes.
- f) *Caractéristiques du charbon brut :*
(analyse immédiate sur produit sec)
cendres : 4,06 %;
matières volatiles : 47,89 %;
carbone fixe : 48,05 %;
pouvoir calorifique : 6 900 kcal/kg.
- g) *Caractéristiques du semi-coke :*
(analyse immédiate sur produit sec)
cendres : 8,61 %;
matières volatiles : 16,04 %;
carbone fixe : 75,35 %;
pouvoir calorifique : 6 900 kcal/kg.

L'essai a montré que le charbon de Kalewa à la dimension de 1 à 5 mm pouvait être traité sans aucune difficulté dans le four de carbonisation fluidisée à basse température du C.R.I.

Le semi-coke obtenu convient particulièrement bien comme matière première pour la fabrication de coke en briquettes.

Installation de briquetage (fig. 4 et 5).

Après passage dans une trémie intermédiaire, le semi-coke est alimenté dans un mélangeur à pales dans lequel on ajoute environ 15 % de charbon cokéfiant finement broyé, en l'occurrence du charbon japonais « Yubari », et environ 12 % de brai liquide ou 7 % d'asphalte.

Le procédé est autonome, en ce qui concerne le brai. Ce dernier provient directement du séparateur de brai de l'installation de récupération des sous-produits, il est amené à l'état liquide et entre-

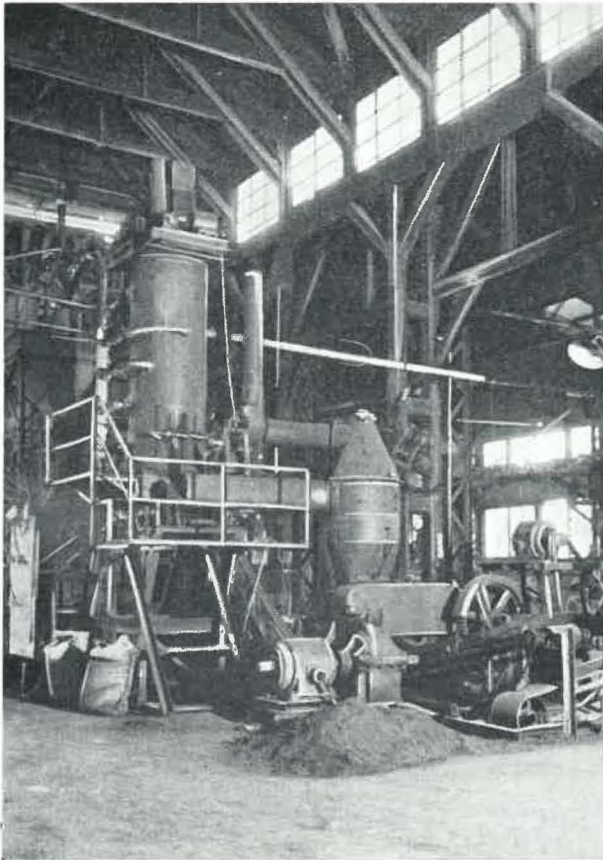


Fig. 4.

posé dans un réservoir calorifugé, chauffé à la vapeur.

Le mélange passe ensuite dans un masticateur où on lui ajoute une certaine quantité de vapeur vive pour maintenir la pâte à une température de

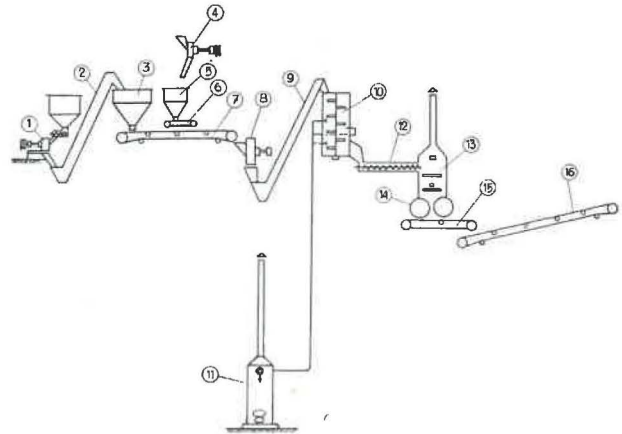


Fig. 5. — Schéma du briquetage (Coal Research Institute).
 1. Désintégrateur; 2. Skip-élévateur; 3. Trémie de réserve du charbon brut; 4. Broyeur de brai; 5. Trémie de brai; 6. Transporteur à balance automatique; 7. Transporteur à courroie; 8. Mélangeur; 9. Skip-élévateur; 10. Malaxeur; 11. Chaudière; 12. Alimentateur à vis; 13. Evacuateur; 14. Presse à rouleaux; 15. Transporteur à courroie; 16. Transporteur à courroie en treillis métallique.

briquetage de 100-120°C; le mélange traverse ensuite un convoyeur à vis et un distributeur qui l'amènent entre les rouleaux de la presse (2 cylindres de 640 mm de diamètre, pression de briquetage 120 à 150 kg/cm²).

Les briquettes quittent l'installation par un transporteur à courroie en treillis métallique et, après un certain temps de refroidissement, sont déversées dans une trémie d'emmagasiner située au-dessus du four de cokéfaction.

Les caractéristiques des briquettes sont données au tableau II.

TABLEAU II

Analyse immédiate

	Briquettes au brai	Briquettes à l'asphalte
Humidité	6,47 %	7,81 %
Cendres	9,19 %	11,29 %
Matières volatiles	23,10 %	18,94 %
Carbone fixe	61,24 %	61,96 %
Poids spécifique	1,22	1,22
Indice de résistance (au tambour)	91,5 %	94,92 %
Dimensions	55 × 45 × 35 mm (forme ovoïde)	55 × 45 × 35 mm (forme ovoïde)
Pouvoir calorifique	6 780 kcal/kg	6 630 kcal/kg

Installation de cokéfaction des briquettes.

Le mode de chauffage adopté pour la cokéfaction des briquettes est fondamentalement opposé à celui que l'on utilise pour la pré-carbonisation. Pour obtenir un bon coke, solide et dur, le chauffage doit être réalisé aussi rapidement que possible, afin de craquer les constituants volatils, y compris ceux provenant des additions de goudron

et de charbon cokéfiant. Un chauffage lent aurait pour effet de distiller et de vaporiser une partie du liant qui doit servir d'agent de cokéfaction lors de sa décomposition thermique.

Une haute température et une grande pénétration de la chaleur sont dès lors les deux conditions essentielles de succès. Ces principes sont appliqués dans le four de cokéfaction à chambre verticale du

C.R.I. Un four de ce type a été appliqué aux charbons de Kalewa avec d'excellents résultats.

Ce four de cokéfaction est d'un modèle perfectionné qui permet un réglage précis des températures et un fonctionnement continu.

La continuité de l'opération peut être réalisée grâce à un chargement et un déchargement ininterrompus des briquettes. Celles-ci s'écoulent continuellement du haut en bas de la chambre de cokéfaction. A la base du four, elles traversent une chambre de refroidissement dans laquelle leur chaleur sensible est récupérée par le gaz recyclé. De cette façon, les briquettes sortent à une température inférieure à leur température d'inflammation, tandis que le gaz préchauffé monte vers la chambre de combustion et y règle la température du gaz de chauffage.

Les briquettes entreposées dans une trémie intermédiaire située au-dessus du four, sont introduites continuellement dans la chambre de cokéfaction. Cette chambre est construite en briques réfractaires, ses parois étant percées de nombreuses fentes qui la mettent en communication avec plusieurs chambres extérieures où circulent les gaz de chauffage. Ceux-ci traversent la charge horizontalement, avec une température d'entrée de 1 250°C et une température de sortie de 1 000°C, puis sont à nouveau réintroduits à 1 000°C pour quitter finalement à 800°C. La chaleur sensible qu'ils conservent est utilisée dans le four de pré-carbonisation. Par cette méthode, les briquettes froides sont chauffées dès leur entrée dans la chambre de carbonisation par des gaz à 1 000°C qui les entourent de toutes parts. La répartition des températures dans toutes les parties du four peut d'ailleurs être réglée à l'aide de dispositifs spéciaux fixés à l'intérieur. Grâce à cette méthode de chauffage brusque (« shock heating »), on obtient une augmentation de température très rapide et très uniforme, la chaleur pénétrant simultanément de tous les côtés. L'élévation de température des briquettes est de l'ordre de 8 à 10°C par minute contre 1 à 2°C par minute dans un four à coke conventionnel.

Environ 50 à 60 % du goudron sont transformés en coke de goudron, qui agit comme liant, les 40 à 50 % restants étant éliminés sous forme de vapeurs avec les gaz chauds. Le temps de cokéfaction est de 2 à 3 heures suivant la dimension des briquettes, contre 12 à 20 heures dans un four à coke normal. Ce principe de chauffage ne peut être appliqué qu'en raison de la faible teneur en matières volatiles des briquettes résultant de la pré-carbonisation du charbon qui constitue la majeure partie du mélange.

Dans les autres types de cornues verticales à chauffage direct, imaginées pour la cokéfaction de briquettes de charbon, la vitesse de chauffe est beaucoup plus faible. L'accroissement de température, dans les fours utilisant le principe du contre-courant, doit être soigneusement contrôlé et limité à 1,0 ou 1,5°C par minute, sans quoi les briquettes contenant un pourcentage de matières volatiles aussi élevé et une quantité plus grande de liant se boursouffleraient et colleraient ou se fendille-

raient par rétrécissement, provoquant des ancrages dans la cornue.

Le fait que l'on n'est pas limité dans la vitesse de chauffe résulte de la faible teneur en matières volatiles et de la proportion relativement faible de liant du mélange. Jamais aucun collage ni aucun éclatement de briquette n'a été observé avec le procédé décrit ci-dessus, même aux plus grandes vitesses de chauffe.

La température maximum du coke obtenu est de 1 000 à 1 050°C. Une partie du gaz recyclé entre à la base de la cornue comme « gaz d'extinction » et ainsi récupère la chaleur sensible du coke chaud. Du fait que cette partie du gaz recyclé entre dans la chambre de combustion à une température de préchauffage d'environ 700°C, la quantité d'air de combustion nécessaire est réduite.

Le coke sort du four vers 150 à 200°C par un orifice d'évacuation à joint hydraulique.

Ce type de chambre de cokéfaction est construit en briques de chamotte, aucune brique en silice n'étant utilisée; de ce fait, la conduite du four présente une grande souplesse, la production pouvant être démarrée ou arrêtée en un temps relativement court. La production du coke est beaucoup plus souple que dans les fours à coke de type courant.

Les figures 6 et 7 montrent une installation de four pilote capable de traiter 2 tonnes par jour et qui produit journalièrement 1,5 tonne de briquettes de coke.

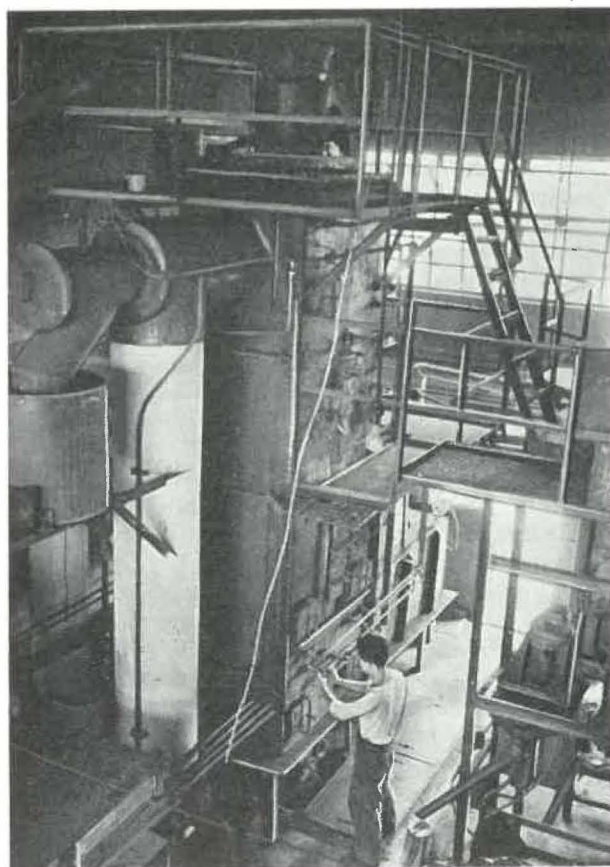


Fig. 6.

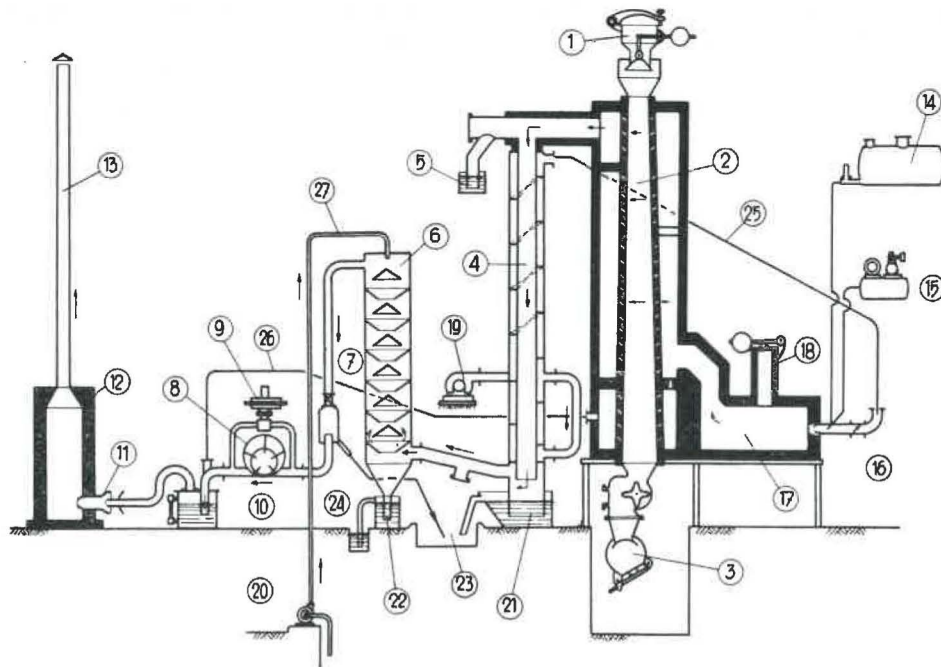


Fig. 7. — Four à chambre verticale, en continu du Coal Research Institute.

1. Trémie de chargement; 2. Chambre verticale de carbonisation; 5. Ecluseur du coke; 4. Echangeur de chaleur; 5. Boîte de sûreté pour les explosions; 6. Scrubber à eau; 7. Séparateur de brouillard, pour le goudron; 8. Extracteur de gaz; 9. Registre de by-pass; 10. Garde hydraulique; 11. Brûleur à gaz; 12. Chambre de combustion du gaz; 13. Cheminée des gaz brûlés; 14. Réservoir d'huile; 15. Compresseur à air; 16. Brûleur à huile; 17. Chambre de combustion d'huile; 18. Chaufferie de mise en marche; 19. Soufflerie d'air; 20. Pompe à eau; 21. Boîte d'étanchéité pour les eaux résiduaires; 23. Réservoir à brai; 24. Conduite des eaux résiduaires; 25. Conduite d'air chaud; 26. Conduite de recyclage du gaz, pour le refroidissement; 27. Conduite d'eau pour le scrubber.

Après 2 heures de carbonisation et 1 heure de refroidissement, soit au total 3 heures, les briquettes introduites par la trémie (1) située au sommet du four, sont carbonisées et refroidies et sortent par l'écluseur (3) situé à la base du four.

Les flèches de la figure 6 indiquent le parcours des gaz de chauffage qui traversent la cornue à trois reprises, assurant un chauffage simultané de l'intérieur et de l'extérieur de la chambre de cokéfaction.

Le gaz à haute température sortant du four entre dans l'échangeur (4) où il réchauffe l'air (25) destiné à la combustion de l'huile brute. Dans cet échangeur, on récupère l'huile lourde qui se sépare du gaz par refroidissement. Le gaz passe ensuite dans le scrubber (6) dans lequel il est refroidi par lavage à l'eau, ce qui produit la séparation de l'huile moyenne.

Le gaz traverse ensuite un séparateur de brouillard (7) dans lequel il est à nouveau refroidi et où l'on récupère l'huile légère et les gouttelettes d'eau et de goudron, après quoi il est évacué par un extracteur (8).

Cet extracteur de gaz, pourvu d'un registre de by-pass (9) et d'une garde hydraulique (10), peut régler automatiquement la pression et le débit de gaz dans la chambre, assurant ainsi la stabilité du fonctionnement du cokéfacteur.

Une partie du gaz d'échappement est recyclée à la base du four pour le refroidissement du coke,

le reste étant brûlé dans la chaudière de récupération (12) avant d'être évacué à la cheminée (13).

Les principales données relatives à la cokéfaction des briquettes dans le four vertical décrit ci-dessus sont résumées dans le tableau III.

TABLEAU III.

a) Températures en °C :	
Base de la chambre de cokéfaction	1 050°C
Milieu de la chambre de cokéfaction	820°C
Haut de la chambre de cokéfaction	580°C
Après le récupérateur	320°C
Après le scrubber	52°C
Air préchauffé	250°C
Chambre de refroidissement	180°C
b) Pressions en mm d'eau :	
Base de la chambre de cokéfaction	2,5 mm
Milieu de la chambre de cokéfaction	2,0 mm
Haut de la chambre de cokéfaction	0,0 mm
Après le récupérateur	— 20 mm
Après le scrubber	— 65 mm
Gaz recyclé	30 mm
Chambre de refroidissement	3,0 mm
c) Débit de briquettes :	
Production de coke	100 kg/h
Rendement en coke	79 kg/h
	79 %
d) Durée de la carbonisation :	
Durée du refroidissement	2 heures
	1 heure

e) Caractéristiques des briquettes de coke :

	Briquettes au goudron	Briquettes au brai
Dimensions	55 × 45 × 35 mm (forme ovoïde)	55 × 45 × 35 mm (forme ovoïde)
Volume	41,5 cm ³	41,5 cm ³
Poids spécifique apparent	0,99	1,01
Poids spécifique réel	1,80	1,85
Porosité	43,28 %	50,73 %
Densité en masse	550 kg/m ³	560 kg/m ³
<i>Analyse immédiate :</i>		
Humidité	3,27 %	4,31 %
Cendres	12,06 %	14,70 %
Matières volatiles	1,35 %	1,89 %
Carbone fixe	83,32 %	79,10 %
Pouvoir calorifique	6 630 kcal/kg	6 370 kcal/kg
Soufre total	0,61 %	0,86 %
Indice de résistance au trommel (15 mm)	89 %	91,2 %
Perte en menus	4,5 %	3,0 %

Ce coke sera, sans aucun doute, particulièrement bien approprié pour tous les fours à cuve métallurgiques et pour les usages en fonderie. Bien que la résistance au tambour dans ces essais soit de l'ordre de 89 à 91 %, nous pouvons assurer sur la base de notre large expérience que des résistances au tambour de 93 à 94 % peuvent être obtenues.

Nous pouvons conclure finalement, sur la base de ces résultats expérimentaux, que le charbon de Kalewa peut sans aucun doute constituer une

matière première intéressante pour la production de coke métallurgique. Toutefois, il semble qu'il serait de la plus haute importance qu'une expérience suffisamment large soit faite dans une installation semi-industrielle pour la mise au point des détails constructifs et opératoires.

Bilan des matières (fig. 8).

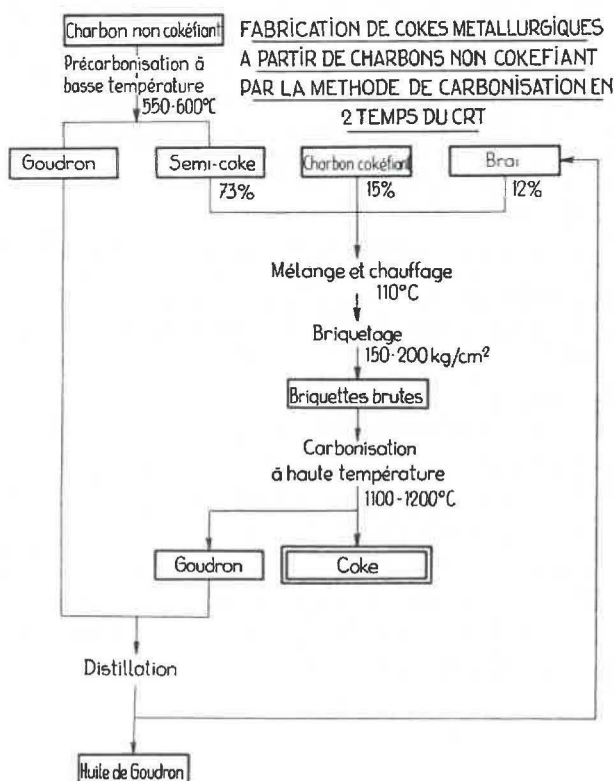


Fig. 8.

Les quantités exactes de produits, charbon brut, semi-coke, charbon cokéfiant, gaz, huiles et goudrons, récupérées ou consommées sont récapitulées au tableau IV. Elles se rapportent à une installation semi-industrielle d'une capacité journalière de 30 tonnes de coke.

TABLEAU IV

Base : Charbon de Kalewa en Birmanie.

Analyse immédiate :

Humidité	9,34 %
Cendres	3,67 %
Matières volatiles	44,55 %
Carbone fixe	42,44 %
Soufre total	0,35 %
Pouvoir calorifique	6 270 kcal/kg
Indice de gonflement	0

Analyse élémentaire :

Cendres	3,60 %
Carbone	70,68 %
Hydrogène	5,39 %
Azote	1,82 %
Soufre combustible	0,15 %
Oxygène	18,36 %

1. Pré-carbonisation à basse température :

Alimentation : fines lavées de 0-3 mm	2 100 kg/h
Production :	
semi-coke de 0-3 mm	1 250 kg/h
goudron (90 % à l'essai Fischer)	230 kg/h
gaz à 5 800 kcal/Nm ³ (entraîné dans le gaz de recyclage)	310 m ³ /h

2. Installation de briquetage :

Alimentation :		
semi-coke	70 %	1 250 kg/h
charbon cokéfiant	15 %	269 kg/h
brai	12 %	215 kg/h
eau	3 %	56 kg/h
Production : briquettes brutes		1 790 kg/h

3. Cokéfaction des briquettes :

Alimentation : briquettes brutes	1 790 kg/h
Production :	
(A) coke résultant du charbon cokéfiant	200 kg/h
du semi-coke	1 125 kg/h
du brai	110 kg/h
eau (3 %)	40 kg/h

Coke total	1 475 kg/h
(B) goudron recueilli	115 kg/h
(C) gaz de distillation :	
du semi-coke	250 m ³ /h
du charbon cokéfiant	90 m ³ /h
gaz total à 3 000 kcal/Nm ³	340 m ³ /h

$$\text{Rendement en coke} = \frac{\text{coke total}}{\text{charbon total}} = 57,5 \%$$

4. Bilan des sous-produits :

a) goudrons :

Produits résultant :

	Goudron total entraîné dans le gaz kg/h	Brai récupéré kg/h	Huile récupérée kg/h
de la carbonisation à basse température	230	79	151
de la cokéfaction du charbon cokéfiant	10	6	4
de la cokéfaction du brai	105	105	0
Total	345	190	155
Produits utilisés au briquetage		190 kg/h	
Surplus disponible pour la vente		91 kg/h	

b) gaz :

gaz résultant de la pré-carbonisation (à basse température) : 310 m³/h à 5 800 kcal/Nm³ ;
 gaz résultant de la cokéfaction : 340 m³/h à 3 000 kcal/Nm³ ;
 total : 650 m³/h à 4 300 kcal/Nm³.

DISCUSSION.

J. VENTER.

Remercie l'orateur et remarque que M. Asai, Directeur de l'Institut de Recherches du Charbon du Japon, traite des problèmes assez voisins de ceux que nous avons à traiter en Belgique notamment au point de vue de l'exploitation proprement dite, car le gisement japonais est aussi défavorisé que le nôtre. La semi-distillation en fluidisé qu'il a réalisée et mise au point est particulièrement intéressante.

M. FOCH.

Je voudrais demander à M. Asai s'il travaille à l'échelle de 100 kg/h ou de la tonne/heure.

M. ASAI.

A l'échelle de 15 tonnes/heure.

M. BUSSO.

A quelle température la chambre de fluidisation est-elle et quelle était la teneur en matières volatiles du produit qui sortait ?

M. ASAI.

Quinze à 16 % en matières volatiles après le premier traitement et la température était de 550°C.

M. HOFFMANN.

Peut-on employer le coke provenant des briquettes comme coke métallurgique ? J'ai eu l'expérience d'un essai réalisé à partir de charbons de Haute-Silésie; on a d'abord traité ce charbon en semi-cokéfaction, puis on a fait des briquettes avec le brai, et on traitait ces briquettes dans des fours à coke à haute température. Ces briquettes étaient inutilisables comme coke métallurgique dans nos hauts fourneaux actuels; elles avaient une microstructure très développée et donnaient des températures trop basses aux étalages. Elles pourraient être utilisées dans des bas-fourneaux ou des fours anciens au charbon de bois.

M. ASAI.

Ce coke est très bon pour des fours étroits.

M. LEDENT.

La récupération des gaz de distillation est-elle possible ?

M. ASAI.

Ces gaz sont récupérés.

M. LEDENT.

C'est bien le gaz de distillation qui sert de moyen de chauffage ?

M. ASAI.

Oui. Un traitement judicieux et modéré permet d'obtenir d'abord des hydrocarbures en chaîne.

M. VAN KREVELEN.

D'où provient le brai ? Devez-vous l'acheter pour le briquetage ?

M. ASAI.

Il vient du charbon lui-même.