

## LE DEFUMAGE DES AGGLOMERES DES CHARBONS GRAS DE CAMPINE CHAMPS D'APPLICATION DU PROCEDE

L. MEURISSE,

Directeur du Syndicat d'Etudes Chimiques  
du Groupe Coppée.

### RESUME

*La pénurie d'antracites calibrés pour le chauffage domestique a porté l'attention sur la transformation de charbons moins nobles en combustible solide de qualité.*

*Les recherches ont été axées sur la transformation d'agglomérés au brai, non plus de fines de charbons maigres mais bien de charbons gras et flambants.*

*Les déformations lors du chauffage d'agglomérés de charbons fondants sont liées aux manifestations de fusion et de boursoufflement des charbons considérés, manifestation décelable en particulier au dilatomètre Arnu.*

*Le procédé décrit vise à la préparation des agglomérés dans des conditions telles qu'ils soient aptes à subir sans dommage le traitement de défumage.*

*A cet effet trois paramètres sont appliqués : une finesse de mouture déterminée, l'emploi éventuel d'un réactif et un traitement thermique adéquat.*

*L'exposé rend compte de la progression des travaux aux stades laboratoire, pilote et industriel. Le traitement thermique des agglomérés a été effectué dans le four continu des Houillères du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais, modifié en collaboration par les deux parties intéressées en vue de l'adapter au traitement d'agglomérés de charbons bitumineux.*

*Les résultats préliminaires des essais industriels qui ont mené à l'édification d'une installation en Campine sont exposés.*

*L'extension de ces recherches au domaine des flambants est exposée et les résultats concluants d'essais industriels sont commentés.*

*Des éléments financiers permettant de conduire à un calcul de rentabilité en fonction de la nature du charbon sont avancés.*

## HET ONTROKEN VAN DE AGGLOMERATEN UIT DE VETTE KOLEN DER KEMPEN TOEPASSINGSVELD VAN HET PROCEDE

L. MEURISSE,

Direkteur van het Syndikaat  
voor Scheikundige Studies van de Groep Coppée.

### SAMENVATTING

*Het gebrek aan geklasseerde antraciet voor huishoudelijk gebruik heeft de aandacht gevestigd op de mogelijkheid van het omzetten van minder edele kolen in een vaste kwaliteitsbrandstof.*

*De opzoekingen waren vooral gericht op de omvorming van pekagglomeraten vervaardigd niet uit magere fijnkool maar uit vette en vlamkolen.*

*De vervormingen die optreden bij het verwarmen van weekwordende kolen houden verband met de verschijnselen van smelting en zwelling, eigen aan de kolen in kwestie, verschijnselen die speciaal door middel van de uitzettingsmeter Arnu kunnen waargenomen worden.*

*Het hier beschreven procédé beoogt de bereiding van agglomeraten in zodanige omstandigheden dat ze de ontroking kunnen doorstaan zonder er nadeel van te ondervinden.*

*Drie parameters komen hierbij in aanmerking : een bepaalde fijnheid tengevolge van het malen, het gebeurlijk gebruik van een reagens en een aangepaste thermische behandeling.*

*De uiteenzetting beschrijft hetgeen bereikt werd zowel in het laboratorium als in de eerste proefinstallaties en in de industriële inrichtingen. De thermische behandeling van de agglomeraten werd uitgevoerd in de continu oven van de Houillères du Nord et du Pas-de-Calais, nadat deze in samenwerking met beide belanghebbende partijen de nodige aanpassingen had ondergaan met het oog op het behandelen van agglomeraten uit bitumineuze kolen.*

*De eerste resultaten van de proeven op industriële schaal, die geleid hebben tot de oprichting van een installatie in de Kempen worden weergegeven.*

*Er wordt eveneens gehandeld over de uitbreiding van de proeven tot het domein van de vlamkolen en over de gunstige resultaten van industriële proeven.*

*Ook de financiële elementen waarmee de rentabiliteit van het procédé in functie van de natuur der kolen kan berekend worden, worden onder ogen genomen.*

## INHALTSANGABE

*Der Mangel an sortenfesten Anthraziten für Hausbrandzwecke hat die Aufmerksamkeit auf die Umwandlung von weniger edlen Kohlen zu festen Qualitätsbrennstoffen gelenkt.*

*Die bezüglichen Forschungen gründeten sich weniger auf die Transformierung von Peckbriketts aus mageren Kohlen als vielmehr auf solche aus Fett- und Gasflammkohlen.*

*Die Formänderungen beim Erhitzen von Briketts aus schmelzenden Kohlen sind verbunden mit dem Fließen und Quellen der erwähnten Kohlearten und werden im Arnu'schen Dilatometer deutlich erkennbar.*

*Das einschlägige Verfahren beruht auf der Herstellung der Briketts dergestalt, dass sie einwandfrei der Schwelung unterzogen werden können.*

*Dazu dienen drei Messgrößen: eine bestimmte Mahlfeinheit, eventuelle Anwendung eines chemischen Zusatzes und eine entsprechende thermische Behandlung.*

*Die Abhandlung legt die Fortschritte im laboratoriums- und grossversuchsmässigen sowie im industriellen Massstabe dar. Die thermische Aufbereitung der Briketts wurde durchgeführt im kontinuierlichen Ofen der französischen Steinkohlenbergwerke von Nord und Pas-de-Calais mit Aenderungen nach Absprache der beiden beteiligten Partner, um das Verfahren der Behandlung von Briketts aus bituminösen Kohlen anzupassen.*

*Die vorerst erreichten Ergebnisse der industriellen Versuche haben zum Bau einer Anlage im Campinebecken geführt und werden beschrieben.*

*Des Weiteren sind die Ausdehnung auf das Gebiet der Gasflammkohlen und deren abschliessende industriellen Versuchsergebnisse kritisch erörtert.*

*Es werden Kostenelemente untersucht, welche Grundlage von Rentabilitätsberechnungen je nach Kohlenart sind.*

## 1. INTRODUCTION

Le succès mitigé des foyers fonctionnant au gas oil a remis l'antracite au premier plan des combustibles domestiques.

La fermeture des mines de capacité d'extraction réduite, parmi lesquelles un certain nombre de charbonnages produisant des charbons maigres, a accentué cette position.

Les statistiques Cobechar montrent un déficit croissant d'année en année en combustibles domestiques. Le montant des importations est en effet passé de 28 % en 1960 à 33 % en 1962, ce

## SUMMARY

*The shortage of anthracite graded for domestic heating has drawn attention to the transformation of the poorer quality coals into a good quality solid fuel.*

*Research has been directed to the transformation of pitch briquets not from small lean coals as before, but from high volatile bituminous coals.*

*The deformations that occur during the heating of coking coals are linked with the manifestations of fusion and swelling of the coals considered, and these manifestations can be detected particularly with an Arnu dilatometer.*

*The process described aims at preparing briquets in such conditions that they will be able to undergo the de-smoking treatment without damage.*

*For this purpose, three parameters are used: a pre-determined grinding size, the possible use of a reagent and a suitable thermic treatment.*

*The report gives an account of the progress of the research in the laboratory, pilot and industrial stages. The thermic treatment of the briquets was carried out in the continuous type furnace of the Bassin du Nord and Pas-de-Calais collieries, modified by both parties conjointly so as to adapt it to the treatment of briquets of high volatile bituminous coals.*

*The preliminary results of the industrial tests which led to the construction of an installation in Campine are described.*

*A report is given of the extension of the research to the high volatile bituminous coals and the conclusive results of the industrial tests are commented upon.*

*Financial elements are proposed whereby the profitability may be calculated in function of the kind of coal.*

## 1. INLEIDING

Door het eerder gematigd succes van de met gasoil werkende haarden kwam de antraciet tussen de huishoudelijke brandstoffen opnieuw op de voorgrond.

De aandacht werd nog meer op de antraciet gevestigd door het sluiten van een aantal mijnen met geringe capaciteit, waarvan sommige magere kolen voortbrachten.

De statistieken van het Belgisch Kolenbureau wijzen op een van jaar tot jaar toenemend tekort aan huishoudelijke brandstof. Het volume van de invoer nam inderdaad toe van 28 % in 1960

qui correspond respectivement à 1.560.000 t et 2.250.000 t.

Ce déficit croissant favorisant encore le prix de vente des anthracites, il était logique de songer à la transformation des autres catégories de charbon.

## 2. ETUDE DU DEFUMAGE

Le coke n'est pas très apprécié.

De nombreux efforts ont été faits en vue de développer un processus de semi-cokéfaction : citons en Belgique, les tentatives de Probeldhom.

La semi-cokéfaction ne s'adresse qu'à une catégorie déterminée de charbons aux propriétés plastiques nettement définies et souvent les caractéristiques commerciales du produit obtenu ne sont pas excellentes.

Vient la solution des agglomérés défumés. Les agglomérés présentent l'avantage d'utiliser les fines particules de n'importe quelle variété de charbon, mais l'inconvénient de nécessiter généralement l'emploi d'un liant — le brai est le plus couramment utilisé — avec, comme conséquence, un accroissement des propriétés fumigènes.

La fumée peut provenir aussi du charbon.

C'est la suppression de ces caractères fumigènes qui constitue notre objectif.

Comme la combustion de tout charbon bitumineux se traduit par un dégagement de fumée plus ou moins abondant, l'importance du défumage devra donc varier avec la nature du charbon.

Le contrôle de la nature du charbon ne peut se faire sans le recours aux mesures systématiques dilatométriques ou plastométriques. Ayant le choix entre des déterminations de Swelling Index, des dilatomètres Arnou ou Hoffman, du plastomètre Gieseler et d'autres, notre choix s'est porté sur le dilatomètre Arnou. Celui-ci, comme chacun le sait, permet l'obtention d'une ligne représentative des variations de volume d'une certaine quantité de charbon soumis à un gradient de température déterminé (fig. 1).

Prenons le cas du véritable anthracite (teneur en MV inférieure à 6,5%), du Donetz par exemple pour lequel le dilatomètre donne une horizontale (A). Le défumage des agglomérés de ce charbon peut présenter de réelles difficultés, l'enlèvement des constituants fumigènes du brai par oxydation ne laissant dans ce cas subsister que des agglomérés de consistance réduite et dont la tenue au feu est peu satisfaisante. Une solution consiste à incorporer du charbon fondant susceptible de donner une dureté accrue de l'aggloméré.

Prenons le cas des charbons maigres ou anthraciteux (teneur en MV de 6,5 à 10%) caractérisés

tot 33 % in 1962, hetzij respectievelijk 1.560.000 t en 2.250.000 t.

Het feit dat het tekort aan antraciet de prijs er van nog doet stijgen was een reden te meer om de omvorming van andere categorieën van kolen in overweging te nemen.

## 2. STUDIE VAN HET ONTROKEN

Cokes wordt niet erg op prijs gesteld.

Dikwijls werd getracht de vervaardiging van halfcokes uit te breiden; vermelden we voor wat België betreft de pogingen van Probeldhom.

Voor halfcokes komt slechts een bepaalde categorie van kolen met welomschreven plastische eigenschappen in aanmerking, en dan mist het bekomen produkt soms nog de nodige commerciële kwaliteit.

Zo komt men tot de mogelijkheid van de ontrookte agglomeraten. Hiermee heeft men het voordeel dat fijnkool van eender welke herkomst kan gebruikt worden, maar het nadeel dat men in het algemeen een bindmiddel nodig heeft; meestal gebruikt men daarvoor pek, hetgeen voor gevolg heeft dat de rookontwikkeling nog verergert.

De rook kan ook van de kolen voortkomen.

Het is ons doel het rookverwekkend karakter van deze brandstoffen weg te nemen.

Vermits bitumineuze kool bij het verbranden rook vrijmaakt in min of meer grote hoeveelheden moet men bij het bepalen van de omvang der bewerking van het ontrokken rekening houden met de natuur van de kolen.

Om de natuur van de kolen te controleren moet men nog altijd zijn toevlucht nemen tot de systematische meting van de uitzetting en de plasticiteit. Wij hadden de keuze tussen het bepalen van de Swelling Index, de uitzettingsmeting Arnou of Hoffman, de plasticiteitsmeting Gieseler en andere, en hebben de uitzettingsmeting Arnou gekozen. Zoals men wet wordt bij deze meting een kromme bekomen die weergeeft hoe een bepaalde hoeveelheid kool van volume verandert wanneer ze aan een bepaalde temperatuurgradient wordt onderworpen (fig. 1).

Wij hebben bij voorbeeld het geval van de echte antraciet van de Donetz (minder dan 6,5 % VB) voor dewelke de uitzettingsmeter een (A) horizontale lijn geeft. Het ontrokken van de agglomeraten vervaardigd uit dergelijke kool kan ernstige problemen stellen, omdat men, door het wegnemen van de rook uit het pek door middel van de oxydatie, een produkt bekomt dat weinig weerstand biedt en vooral niet tegen het vuur bestand is. Men kan in deze agglomeraten smeltbare kool verwerken en zo de hardheid van het agglomeraat verhogen.

Nemen wij magere of antracietachtige kolen (VB tussen de 6,5 en de 10%) waarvan de Arnou-

par une courbe Arnu très légèrement infléchi (B) : sur le plan industriel, un bref traitement thermique à des températures de l'ordre de 350 °C, en milieu oxydant, suffit pour obtenir des agglomérés commerciaux parfaitement défumés. En Belgique, Inichar, sous l'impulsion de M. Ledent, a réalisé un procédé utilisant un four spécial continu dont la caractéristique principale est le transfert de calories par un lit de sable en semi-fluidisation. Un four de ce type, érigé à la Bergbau-Forschung, nous a paru donner des résultats absolument remarquables.

En France, les Houillères du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais ont réalisé des installations très importantes avec un four horizontal continu, à chauffage direct en atmosphère contrôlée.

La situation change lorsqu'on envisage le traitement des charbons 3/4 gras (D) et gras (E) (teneur en MV supérieure à 14%); l'obtention d'agglomérés non fumeux commerciaux va présenter des difficultés croissantes en fonction de l'intensité de la dilatation; en effet, pour de tels charbons, à la partie infléchi de la courbe Arnu, succède une dilatation d'intensité beaucoup plus importante, pouvant dépasser largement 140%.

L'obtention d'un combustible défumé va impliquer la destruction par cracking et oxydation d'une quantité plus ou moins grande d'éléments bitumineux, la quantité résiduelle étant destinée à provoquer la soudure des grains de charbon, de façon à donner à l'aggloméré une cohésion d'où une résistance à l'écrasement suffisante.

Diverses solutions ont déjà été envisagées : le procédé Inichar opérant par dilution du charbon gras par du charbon maigre et le traitement thermique au four à sable; le procédé Carmaux qui opère en discontinu, à haute température; le procédé Marienau où les agglomérés constitués de charbons préoxydés sont ensuite carbonisés.

### 3. SOLUTION COPPEE

#### 31. Technique.

Nos études ont abouti à la conclusion que le défumage d'agglomérés de charbon implique une certaine amplitude de la courbe Arnu, conditionnée, pour le minimum, par l'obtention, après traitement, d'une résistance à l'écrasement satisfaisante et, pour le maximum, par l'absence de déformation en cours de traitement.

Pour concrétiser ce fait, le charbon gras représenté à la figure 1 par la courbe E, devra pour pouvoir donner des agglomérés non fumeux, être traité de façon à abaisser considérablement l'amplitude de la dilatation Arnu.

kromme (B) zacht glooiend is : op het industriële plan is een kortstondige thermische behandeling rond de 350°C in oxyderend midden voldoende om volkomen rookvrije handelsagglomeraten te bekomen. In België heeft Inichar, onder impuls van dhr Ledent, een procédé uitgewerkt waarbij gebruik gemaakt wordt van een speciale continu werkende oven; de voornaamste eigenaardigheid hiervan is dat de warmte zich voortplant in een bij tussenpozen bewegend zandbed. Er werd door de Bergbau Forschung een dergelijke oven gebouwd en volgens ons zijn de resultaten zeer merkwaardig.

In Frankrijk hebben de Houillères du Nord et du Pas-de-Calais zeer belangrijke installaties opgericht met een horizontale continu werkende oven, met rechtstreekse verwarming in een gecontroleerde atmosfeer.

De zaak wordt anders wanneer men 3/4 vette (D) en vette (E) kolen (VB boven de 14 %) wil behandelen; hoe groter de uitzetting, hoe moeilijker men rookloze agglomeraten met handelswaarde bekomt; inderdaad vertonen deze kolen na de inzinking in de Arnu-kromme een veel grotere zwelling die 140 % ruim kan overtreffen.

Hier moet de rookvrije brandstof ontstaan dank zij de vernietiging door cracking en oxydatie van een min of meer groot gedeelte van de bitumineuze bestanddelen, terwijl het overschot daarvan moet dienen om de kooldeeltjes aan elkaar te hechten en aan het agglomeraat een voldoende cohesie en dus ook weerstand tegen vergruizing te geven.

Verskillende oplossingen werden reeds overwogen : Inichar werkt met verdunning van de vette kool door middel van magere kool en de thermische behandeling in de oven met zand; het procédé Carmaux werkt op discontinue wijze en op hoge temperatuur; in het procédé Marienau worden agglomeraten, samengesteld uit op voorhand geoxydeerde kolen, vervolgens gecarboniseerd.

### 3. SYSTEEM COPPEE

#### 31. Techniek.

Onze studies hebben geleid tot het besluit dat voor het ontroken van de agglomeraten uit vette kolen een zekere amplitude van de Arnu-kromme vereist is; het onderste punt moet goed gekozen zijn opdat men na de behandeling een produkt zou bekomen dat een voldoende weerstand tegen vergruizing vertoont, en het bovenste zodanig dat er tijdens de behandeling geen vervorming optreedt.

Concreet gesproken, zal een kolensoort zoals die voorgesteld door de kromme E in figuur 1 zodanig moeten behandeld worden dat de amplitude van de Arnu-kromme gevoelig wordt verminderd, wil men ontrookte agglomeraten bekomen.

Nous pourrions réaliser cet objectif par l'oxydation.

Nous nous sommes référés aux travaux de M. Foch qui font autorité dans le domaine de la préoxydation du charbon en lit fluidisé, mais nous avons finalement préféré porter nos efforts sur

Dit doel zullen we bereiken door middel van de oxydatie.

Wij hebben onze volle aandacht gewijd aan de werken van dhr Foch, een autoriteit op het gebied van het vooraf oxyderen van kolen in bewegend bed, maar uiteindelijk hebben we verkozen onze

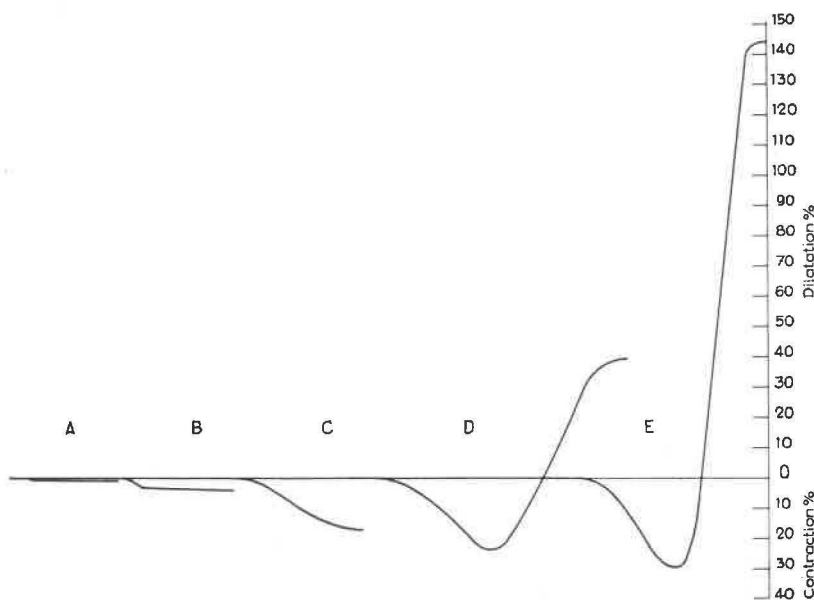


Fig. 1. — Courbes dilatométriques Arnou de divers types de houilles.

Fig. 1. — Uitzettingskromme Arnou voor verschillende soorten kolen.

Contraction en % : samentrekking in % — Dilatation en % : uitzetting in %.

l'oxydation de l'aggloméré lui-même avec comme objectif de réaliser, en une seule opération, la préoxydation et le défumage.

Le traitement thermique de tels agglomérés devient possible par l'application stricte de certains paramètres dont le premier et le plus important est incontestablement la fine granulométrie. A titre de démonstration, signalons qu'au dilatomètre Arnou, un charbon broyé à 0,150 mm, présentant une dilatation de 127%, donne après broyage à 0,050 mm une intensité de dilatation ramenée à 49,6% (fig. 2).

L'oxydation simple d'un certain pourcentage de substances à propriétés plastiques élevées, constitue une opération de longue durée, ne pouvant être conduite qu'à température réduite pour éviter tout emballement; en outre, tout en engendrant des produits gazeux dégradés, elle peut se traduire par la fixation sur la matière d'un pourcentage plus ou moins important d'oxygène conduisant à une diminution de son pouvoir calorifique. Dans ces conditions, nous avons choisi la voie catalytique permettant un traitement accéléré avec fixation d'une quantité minimum d'oxygène.

opzoeken te richten op de oxydatie van het agglomeraat zelf, en wel met de bedoeling in een enkele bewerking de voorafgaandelijke oxydatie en het ontrokken samen te trekken.

De thermische behandeling van dergelijke agglomeraten is mogelijk op voorwaarde dat bepaalde parameters, waarvan de voornaamste ongetwijfeld de korrelgrotte is, strikt in acht worden genomen. Het is bij voorbeeld zo dat een bepaalde kolensoort, gemalen tot 0,15 mm, in de uitzettingsmeter Arnou gaat tot 127 %, en gemalen tot 0,05 mm slechts tot 49,6 % (fig. 2).

Het eenvoudig oxyderen van een zekere hoeveelheid stof met hoge plasticiteit vergt een langdurige behandeling; de temperatuur moet beperkt worden om elke versnelling in de oxydatie te voorkomen; bovendien worden er waardeloze gasvormige produkten gevormd terwijl een min of meer grote hoeveelheid zuurstof in het produkt kan opgenomen worden, waardoor zijn verbrandingswaarde vermindert. In deze omstandigheden hebben wij liever gebruik gemaakt van een katalysator hetgeen een snellere behandeling mogelijk maakt en de opgeslorpte hoeveelheid zuurstof beperkt tot het minimum.

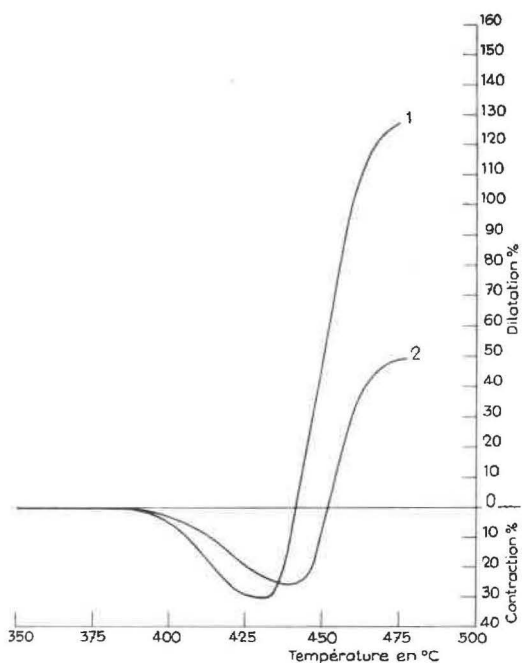


Fig. 2. — Mesures Arnu effectuées sur charbon broyé à différentes granulométries.

Metingen Arnu uitgevoerd op gemalen kolen van verschillende korrelgrootte.

Le second paramètre est donc un réactif d'oxydation. Le réactif utilisé jusqu'à présent sur le plan industriel est le soufre. Si nous considérons l'influence de l'addition du soufre à un charbon gras, les mesures dilatométriques nous donnent successivement, comme intensité de dilatation, les résultats repris dans le tableau I.

De tweede parameter is dan ook het oxyderend reagens. Tot nu toe werd op industrieel plan zwavel gebruikt. Als men de invloed nagaat van de zwavel, toegevoegd aan vette kolen, namelijk door het meten van de uitzetting, verkrijgt men achtereenvolgens de uitzettingsintensiteiten gegeven in tabel I:

Op het eerste zicht lijkt het toevoegen van 4 % zwavel voordelig maar het procédé wordt daardoor minder economisch en ook de nadelen verbonden aan de vorming van zwavelachtige verbindingen nemen in omvang toe.

De derde parameter is de temperatuurgradient. De behandeling bevat, voor eender welke kolensoort, twee fasen: tijdens de eerste, die doorgaat op lage temperatuur en in tamelijk zuurstofrijke atmosfeer, wordt het overtollig gedeelte van de smeltbare bestanddelen door polymerisatie uitgeschakeld; tijdens de tweede, waarin de temperatuur hoger ligt en de atmosfeer zwak oxyderend wordt gehouden, moeten de rookverwekkende produkten door gedeeltelijke destillatie verwijderd worden.

Dank zij de combinatie van deze drie parameters: fijnheid bij het malen, gebruik van een katalysator, temperatuurgradient, zijn wij er in geslaagd het probleem op te lossen voor de vette smeltende kolen, voor dewelke praktisch alleen de bovenste waarde van de uitzetting Arnu moet in aanmerking genomen worden.

Wat meer in het bijzonder de katalysator aangaat, werd dus aanvankelijk zwavel genomen; de keuze van dit reagens betekende geen nieuwig-

TABLEAU I. — TABEL I.

Mesures dilatométriques Arnu, effectuées sur charbon aggloméré à divers titres en soufre.

Uitzettingsmeting Arnu, uitgevoerd op kolen geagglomereerd met toevoeging van verschillende gehalten zwavel.

Soufre — Zwavel	1 %	2 %	3 %	4 %
Départ - Vertrek	302°C	315°C	320°C	332°C
Retrait maximum - Maximum krimp	— 30 %	— 30 %	— 30 %	— 30 %
Température de retrait maximum - Temperatuur bij maximum krimp	355°C	365°C	370°C	380°C
Dilatation maximum - Maximum uitzetting	+ 126 %	+ 65 %	+ 48 %	+ 14 %
Température de dilatation maximum - Temperatuur bij maximum uitzetting	410°C	410°C	410°C	410°C

A priori, l'intérêt d'incorporer 4% de soufre est évident, mais ce serait au détriment du côté économique avec, comme conséquence, l'accroissement des inconvénients dus à la formation de composés sulfureux.

Le troisième paramètre est le gradient de température. Le traitement, spécifique à chaque charbon, comporte deux phases : la première, conduite à basse température en atmosphère assez riche en oxygène, est destinée à détruire tout en la polymérisant la partie excédentaire des matières fusibles; la seconde, à température plus élevée en atmosphère faiblement oxydante, est destinée à faire disparaître les produits fumigènes tout en les distillant partiellement.

C'est la combinaison de ces trois paramètres: finesse de mouture, emploi de catalyseur, gradient de température, qui nous a permis de solutionner le problème des charbons gras fondants pour lesquels, seule, la limite supérieure de dilatation Arnu est à prendre pratiquement en considération.

En ce qui concerne plus spécialement le catalyseur, le soufre a donc été premièrement utilisé: le choix de ce réactif n'a rien d'original; Carmaux l'a employé, il y a plusieurs années.

Dans le cas des charbons belges renfermant de 0,8 à 1% de soufre, l'incorporation de 1,5% de réactif se traduit par un taux final de 1,7% de soufre dans le combustible défumé. Cette valeur ne conduit pas à un indice de pollution atmosphérique supérieur à 22 g par 10.000 calories constaté pour les charbons domestiques en Belgique. (extrait des travaux de la Société Belge des Pétroles).

Il serait, bien entendu, naïf de prétendre que cette incorporation constitue une amélioration de la qualité du combustible produit.

Cet inconvénient a donc retenu notre attention et, de la multitude des produits chimiques essayés en laboratoire, deux classes ont émergé : ce sont les dérivés du soufre et du chlore.

Les récents essais à l'échelle pilote sur des quantités d'agglomérés de l'ordre de quelques dizaines de kg ont permis une nouvelle sélection. Montrons à titre d'exemple l'influence du sulfate d'ammoniaque sur l'intensité de la courbe Arnu: (fig. 3)

charbon gras seul	+ 140%
+ 1% de sulfate d'ammoniaque	+ 56%
+ 2% de sulfate d'ammoniaque	+ 15%
+ 4% de sulfate d'ammoniaque	- 18%

Il s'ensuit que l'utilisation industrielle du soufre (\*) est peu probable.

(\*) notamment dans l'installation de Campine.

Carmaux had het verschillende jaren eerder gebruikt.

Met de Belgische kolen die zelf 0,8 tot 1 % zwavel bevatten leidt het toevoegen van 1,5 % zwavel als reagens tot een eindwaarde van 1,7 % zwavel in de ontrookte brandstof. Deze waarde geeft voor de luchtbezoedeling geen hogere index dan 22 g per 10.000 calorieën, waarde vastgesteld voor de huisbrandkolen in België (uittreksel uit de werken van de Société Belge des Pétroles).

Niettemin mag men niet zo naïef zijn te beweren dat het toevoegen van zwavel de kwaliteiten van de brandstof verbetert.

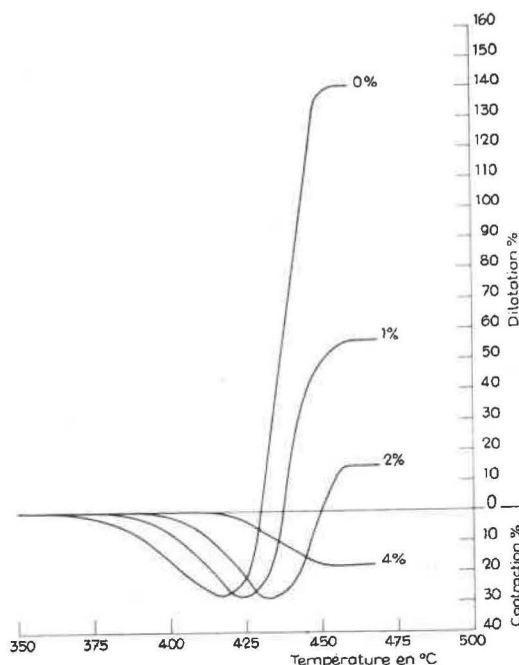


Fig. 3. — Effet du sulfate d'ammoniaque sur la courbe Arnu. Invloed van het ammoniumsulfaat op de Arnu-kromme.

Wij hebben dan ook over de nadelen van zwavel nagedacht en in het laboratorium talrijke chemische produkten beproefd, waarvan we er twee hebben overgehouden : de verbindingen van zwavel en die van chloor.

De laatste proeven uitgevoerd met experimentele hoeveelheden van enkele tientallen kilogrammen van agglomeraten hebben tot een verdere selectie geleid. Bij wijze van voorbeeld zij de invloed van ammoniumsulfaat op de intensiteit van de Arnu-kromme gegeven : (fig. 3)

vette kolen alleen	+ 140 %
vette kolen met 1 % ammoniumsulfaat	+ 56 %
vette kolen met 2 % ammoniumsulfaat	+ 15 %
vette kolen met 4 % ammoniumsulfaat	- 18 %

Uit het voorgaande volgt dat zwavel op industriële schaal waarschijnlijk niet zal gebruikt worden (\*).

(\*) namelijk in de installatie van de Kempen.

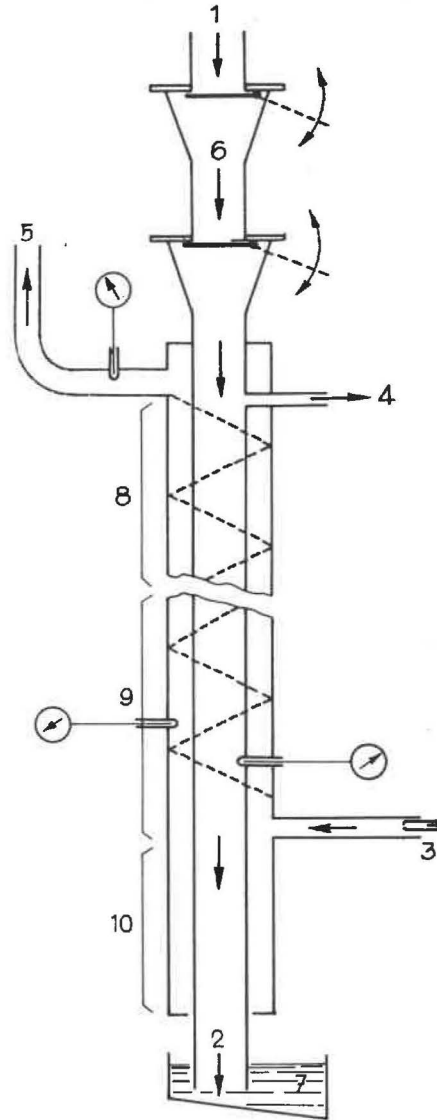


Fig. 4. — Four-pilote.

- 1) Alimentation des boulets à traiter.
- 2) Sortie des boulets traités.
- 3) Chauffage. Brûleur à gaz.
- 4) Sortie des gaz de distillation.
- 5) Sortie des gaz de chauffage.
- 6) Sas d'alimentation.
- 7) Garde hydraulique.
- 8) Zone de réchauffage.
- 9) Zone de distillation.
- 10) Zone de refroidissement.

Fig. 4. — Proefoven.

- 1. Voeding met te behandelen eitjes.
- 2. Uitgang van de behandelde eitjes.
- 3. Verwarming. Gasbrander.
- 4. Uitgang van de destillatiegassen.
- 5. Uitgang van de verwarmingsgassen.
- 6. Sas voor de voeding.
- 7. Watergrendel.
- 8. Heropwarmingszone.
- 9. Destillatiezone.
- 10. Afkoelingszone.

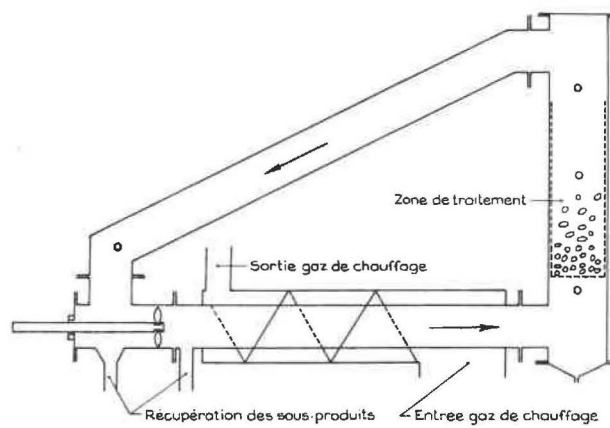


Fig. 5. — Four-pilote Coppée I.

Fig. 5. — Proefoven Coppée I.

Zone de traitement: behandelingszone — Sortie gaz de chauffage: uitgang verwarmingsgassen — Récupération des sous-produits: recuperatie der nevenprodukten — Entrée gaz de chauffage: ingang der verwarmingsgassen.



L'intérêt de semblable réactif est qu'il n'apporte pas de soufre dans le combustible défumé.

Hogergenoemd reagens heeft het voordeel dat het geen aanleiding geeft tot zwavel in de ont-rookte brandstof.

32. Mise au point industrielle.

32. Uitwerking van het industriële procédé.

La mise au point de ce procédé a nécessité plusieurs années d'efforts en laboratoire, où les divers paramètres ont été successivement dégagés pour être ensuite assemblés et leur action confirmée dans des prépilotes à chauffage indirect (fig 4-5).

Het uitwerken van het procédé heeft verschillende jaren van laboratoriumwerk gevraagd, tijdens dewelke elke parameter afzonderlijk werd bestudeerd waarna ze samengebracht werden en hun actie gebundeld in proefovens met onrecht-streekse verwarming (fig. 4-5)-.

Sur le plan industriel, nous avons bénéficié de la collaboration de deux charbonnages de Campine, André Dumont et Helchteren Zolder, qui s'étaient donné pour tâche de rechercher un procédé de traitement de leurs charbons.

Op het industrieel plan hebben wij de medewerking genoten van twee Kempense kolenmijnen, André Dumont en Helchteren-Zolder, die op zoek waren naar een methode om hun kolen te behandelen.

Je tiens ici à rendre hommage à la collaboration combien active des Directeurs des Etudes de ces Charbonnages, MM. Clérin et Deflandre, qui ont payé de leur personne en participant activement aux essais industriels.

Ik maak van deze gelegenheid gebruik om hulde te brengen aan de Directeurs der Studiën van deze kolenmijnen, de Heren Clérin en Deflandre, die met inzet van hun ganse persoon actief hebben deelgenomen aan de industriële proefnemingen.

C'est dans le four d'essais des Houillères du Nord et du Pas-de-Calais que nous avons poursuivi nos travaux de mise au point dans le but de confirmer les résultats prépilotes (fig. 6-7). A l'origine, ce four ne comportait qu'une phase de traitement; nous avons été amenés à traiter un même lot d'agglomérés en deux passes à température croissante et en milieu oxygénant décroissant.

In de proefovens van de Houillères du Nord et du Pas-de-Calais hebben wij verder gewerkt aan de uitbouw van het procédé met het doel de bevestiging te bekomen van de resultaten in de kleinere proefinstallaties bekomen (fig. 6-7). Aanvankelijk bestond er in deze oven slechts één behandelingsfase; wij zijn echter overgegaan tot de behandeling van eenzelfde lot agglomeraten in twee stadia gekenmerkt door stijgende tempera-

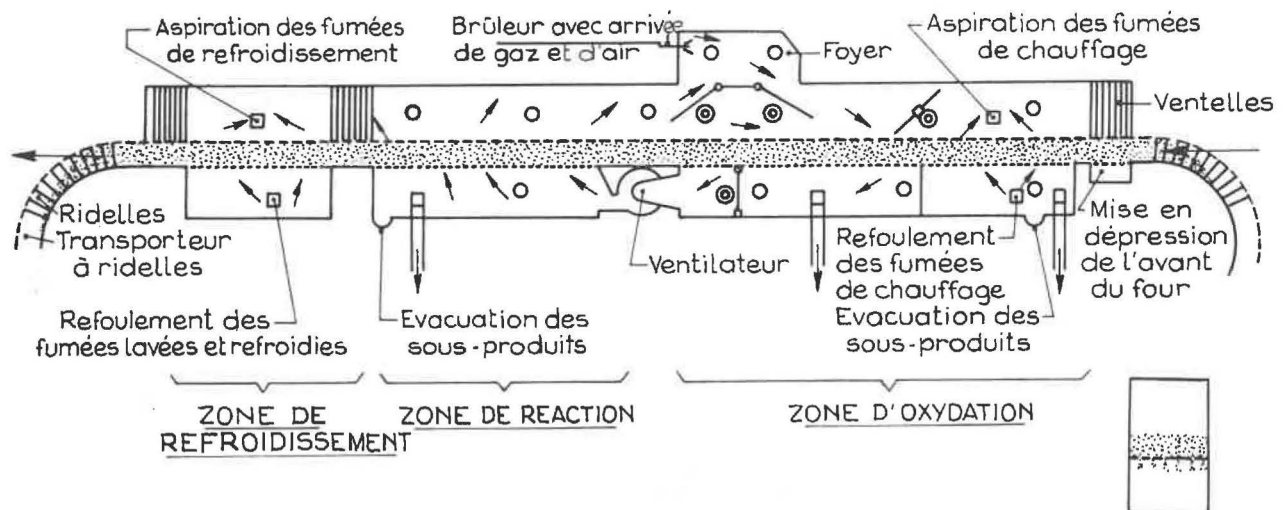


Fig. 6. — Schéma du four d'essais H.B.N.P.C. - Coppée.

Fig. 6. — Schema van de proefoven H.B.N.P.C. - Coppée.

Aspiration des fumées de refroidissement: aanzuiging van de afkoelingsgassen — Brûleur avec arrivée de gaz et air: brander met toevoer van gas en lucht — Foyer: haard — Aspiration des fumées de chauffage: aanzuiging van de verwarmingsgassen — Ridelles: schermen — Transporteur à ridelles: afgeschermd transporteur — Refolement des fumées lavées et refroidies: verwijdering van de gewassen en afgekoelde gassen — Evacuation des sous-produits: evacuatie der nevenprodukten — Refolement des fumées de chauffage: verwijdering van de verwarmingsgassen — Mise en dépression de l'avant du four: het in onderdruk zetten van de oveningang — Zone de refroidissement: afkoelingszone — Zone de réaction: reactiezone — Zone d'oxydation: oxydatiezone.

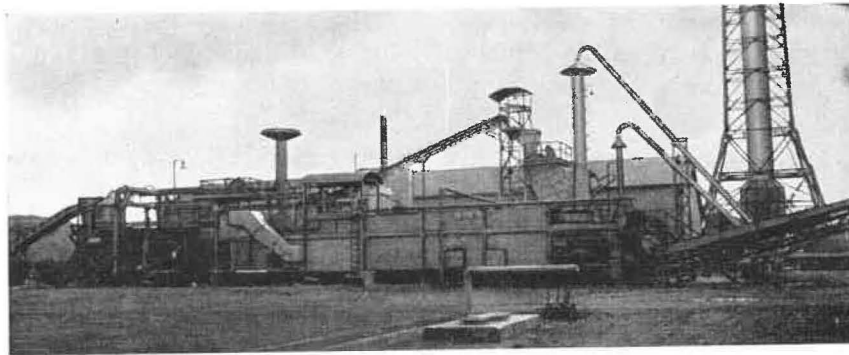


Fig. 7. — Four-pilote H.B.N.P.C.

Fig. 7. — Proefoven H.B.N.P.C.

Ayant rencontré le résultat attendu, nous avons, en collaboration avec les H.B.N.P.C., transformé leur four d'essais en un appareil continu opérant en deux phases. Dès lors, après un court laps de temps, le problème de défumage des agglomérés de charbons gras put être considéré comme résolu.

Il m'est agréable d'associer à mes remerciements la Direction Générale des H.B.N.P.C. pour l'accueil réservé à cette idée de collaboration, et M. Demolon, Directeur de la Station d'Essais des Houillères, qui nous a fait profiter de son énorme expérience.

Un mélange 50/50 de charbons André Dumont et Helchteren Zolder agglomérés dans une installation provisoire et défumés dans l'installation modifiée des Houillères a donné les résultats repris au tableau II, le S étant utilisé comme catalyseur.

tuur en minder en minder oxyderend midden. Eenmaal het gewenste resultaat bekomen hebben wij samen met de H.B.N.P.C. hun oven omgebouwd tot een apparaat voor continu werking in twee fasen. Korte tijd nadien kon de kwestie van het ontrokken van agglomeraten uit vette kolen beschouwd worden als opgelost.

Ik ben verheugd hier ook mijn dank te kunnen betuigen aan de Algemene Directie van de H.B.N.P.C. voor de manier waarop ze ons voorstel tot samenwerking hebben aanvaard, en aan dhr Demolon, Directeur van het Proefstation der Houillères, die zijn zeer grote ondervinding tot onze beschikking heeft gesteld.

Met een mengsel bestaande voor de helft uit kolen van André Dumont en voor de helft uit kolen van Helchteren-Zolder, die in een voorlopige installatie geagglomereerd en in de getransformeerde oven van de Houillères ontrookt werden heeft men de resultaten bekomen die in tabel II worden weergegeven; als katalysator werd zwavel gebruikt.

TABLEAU II. — TABEL II.

Agglomérés — Agglomeraten	Crus Rauw	Traités Behandeld
<i>Analyse chimique/Scheikundige analyse :</i>		
Cendres en % - Assen in %	4,56	5,22
Matières volatiles en % - Vluchtige bestanddelen in %	32,30	14,90
Pouvoir calorifique supérieur en kcal/kg - Bovenste verbrandingswaarde in kcal/kg	8097	7651
<i>Analyse physique/Natuurkundige analyse :</i>		
Poids d'un boulet en g - Gewicht van een eitje in g	13,59	11,95
Volume d'un boulet en cm <sup>3</sup> - Volume van een eitje in cm <sup>3</sup>	13,67	13,33
Densité apparente - Schijnbare dichtheid	0,90	0,84
Résistance à l'écrasement - Weerstand tegen vergruizing	—	67 kg
Déformation - Vervorming	—	nulle/nihil
Essai au moufle à 950°C/Proef in de moffeloven op 950°C :		
Apparition de fumée - Verschijnen van de rook	—	néant/nihil
Essai de combustibilité - Geschiktheid tot verbranding	—	excellent buitengewoon

Ce tableau montre que ces agglomérés peuvent soutenir aisément la comparaison avec les anthracites classés et présentent une qualité nettement supérieure à celle des boulets anthraciteux au brai qui n'ont pas subi de traitement de défumage.

Cette conclusion a été confirmée dans un rapport circonstancié établi à la demande des Charbonnages Campinois par le Centre Belge de Documentation des Combustibles Solides Cedocos.

Remarquons encore que les agglomérés défumés sont caractérisés par un pouvoir calorifique légèrement inférieur à celui du charbon mais supérieur à celui obtenu par semi-carbonisation ( $\pm 7.450$ ); la teneur en oxygène ne varie guère.

En ce qui concerne le rendement pondéral exprimé par rapport aux boulets crus, les valeurs suivantes ont été obtenues :

- a) Basé sur la perte de poids des boulets 87,91%
- b) Basé sur la variation des cendres 87,35%

Ce rendement pondéral devient 90% dès que le boulet traité a repris son équilibre hygrométrique.

Ce même rendement exprimé non plus par rapport au boulet cru, mais par rapport au charbon sec traité atteint 98%, ce qui est remarquable pour un charbon gras. Ceci constitue une augmentation de près de 15 points par rapport aux autres procédés de semi-cokéfaction. Ce rendement particulièrement élevé est à attribuer à la formation de macromolécules dues à des phénomènes de condensation de matières bitumineuses du charbon et du brai.

Enfin, ce procédé ne nécessite que des immobilisations modérées inférieures à 1.000 F la tonne/an de boulets non fumeux et permet une augmentation de la valorisation du charbon gras de 250 F la tonne environ.

### 33. Champ d'application du procédé.

De l'exposé qui précède, il résulte que la transformation du charbon gras en agglomérés défumés peut être réalisée en réduisant, par un traitement catalytique oxydant, l'amplitude de la phase plastique du diagramme Arnou. Ce problème étant résolu, il était intéressant de se demander quel pouvait bien être le minimum de dilatation Arnou permettant l'obtention après défumage d'un aggloméré commercialement valable.

L'étude des charbons flambants secs allait nous permettre de répondre à cette question.

Uit deze tabel volgt dat dergelijke kolen gemakkelijk de vergelijking met geklasseerde antraciet kunnen doorstaan en gevoelig beter zijn dan antracietachtige eitjes met pek die geen ontroking hebben ondergaan.

Deze conclusie werd nogmaals bevestigd in een uitvoerig verslag opgesteld op aanvraag van de Kempense kolenmijnen door het Belgisch Centrum voor Documentatie over Vaste Brandstoffen Cedocos.

Er dient nog te worden opgemerkt dat de ontrookte agglomeraten een iets lager verwarmingsvermogen hebben dan de kolen maar een hoger dan dat bekomen door halve carbonisatie ( $\pm 7.450$ ): het zuurstofgehalte verandert niet.

Voor wat het gewichtsrendement uitgedrukt ten opzichte van de rauwe agglomeraten betreft werden de volgende waarden bekomen :

- a) Gebaseerd op het gewichtsverlies van de eitjes : 87,91 %
- b) Gebaseerd op de wijziging van het asgehalte : 87,35 %

Zohaast het behandelde eitje teruggekeerd is tot een staat van normale vochtigheid wordt dit gewichtsrendement 90 %.

Hetzelfde rendement, uitgedrukt niet ten opzichte van het rauwe eitje maar ten opzichte van de droge behandelde kool, wordt 98 %, hetgeen een merkwaardig resultaat is voor vette kool. Het betekent een vermeerdering van ongeveer 15 punten tegenover de andere procédé's voor de vorming van halfcokes. Dit bijzonder hoog rendement moet toegeschreven worden aan de vorming van makromolekulen onder invloed van condensatieverschijnselen in de bitumineuze stoffen van de kolen en de pek.

Tenslotte vergt het procédé slechts betrekkelijk lage investeringen, van de grootteorde van 1000 F per ton en per jaar rookvrije eitjes terwijl de waarde van de vette kool erdoor stijgt met ongeveer 250 F per ton.

### 33. Toepassingsgebied van het procédé.

Uit het voorafgaande volgt dat het omzetten van vette kolen in rookvrije agglomeraten kan gebeuren door het verminderen, door middel van een oxyderende behandeling over een katalysator, van de amplitude der plastische fase in het Arnou-diagram. Eenmaal dit probleem opgelost, begon men zich af te vragen voor welke minimumwaarde van de uitzetting Arnou men na het ontroken nog een verkoopbaar agglomeraat kon behouden.

De studie van de droge vlamkolen zou ons het antwoord op deze vraag verstrekken.

TABLEAU III.

## Classification internationale des houilles par nature

(Charbons d'un pouvoir calorifique supérieur à 5.700 kcal/kg sur échantillon humide, exempt de cendres)

TABEL III.

## Internationale classificatie der kolen volgens hun natuur

(Kolen met een verbrandingswarmte van meer dan 5.700 kcal/kg gemeten op een vochtig monster zonder assen).

GROUPES — GROEPEN (déterminés d'après le pouvoir agglutinant) (bepaald volgens het kleefvermogen)			NOMBRES CONVENTIONNELS — CONVENTIONELE GETALLEN										SOUS-GROUPES — ONDERGROEPEN (déterminés d'après le pouvoir cokéfiant) (bepaald volgens het bakvermogen)																								
N° du groupe N° van de groep	Paramètre de détermination du groupe (au choix) Parameter voor de bepaling van de groep (naar keuze)		<p>Le premier chiffre du nombre conventionnel indique la classe, déterminée d'après l'indice M.V. (Charbons contenant jusqu'à 33 % de M.V.) ou par paramètre du pouvoir calorifique (charbons contenant plus de 33 % M.V.). Le deuxième chiffre indique le groupe, déterminé d'après le pouvoir agglutinant. Le troisième chiffre indique le sous-groupe, déterminé d'après le pouvoir cokéfiant.</p> <p>Het eerste cijfer van het conventioneel getal duidt de klasse aan, bepaald volgens het gehalte aan vluchtige bestanddelen (kolen die tot 33 % V.B. bevatten) of door middel van de parameter der verbrandingswarmte (kolen met meer dan 33 % V.B.). Het tweede cijfer duidt de groep aan, bepaald volgens het kleefvermogen. Het derde cijfer duidt de ondergroep aan, bepaald volgens het bakvermogen.</p>										N° du sous-groupe N° van de ondergroep	Paramètre de détermination du sous-groupe (au choix) Parameter voor de bepaling van de ondergroep (naar keuze)																							
	Indice du gonflement au creuset Zwellingsindex in de kroes	Indice Roga Index Roga												Essai dilatométrique Uitzettingsproef	Essai Gray-King Proef van Gray-King																						
3	> 4	> 45															5	> 140	> G8																		
																		4	> 50-140	G5-G8																	
																		3	> 0-50	G1-G4																	
																		2	≤ 0	E-G																	
																		3	> 0-50	G1-G4																	
2	2½-4	> 20-45																2	≤ 0	E-G																	
																		1	Contraction seulement Enkel krimp	B-D																	
																		2	≤ 0	E-G																	
1	1-2	> 5-20																1	Contraction seulement Enkel krimp	B-D																	
																		0	Ne se ramollissant pas Wordt niet zacht	A																	
																			<p>A titre d'indication, les classes ci-après ont environ l'indice M.V. (matières volatiles) suivant :</p> <p>Ten titel van inlichting weze vermeld dat de hiernavolgende klassen ongeveer het aangegeven gehalte aan vluchtige bestanddelen hebben (V.B.):</p> <table border="0"> <tr> <td>Classe 6</td><td>.....</td><td>33-41 %</td><td>Classe 6</td></tr> <tr> <td>7</td><td>.....</td><td>33-44 %</td><td>7</td></tr> <tr> <td>8</td><td>.....</td><td>35-50 %</td><td>8</td></tr> <tr> <td>9</td><td>.....</td><td>42-50 %</td><td>9</td></tr> </table>			Classe 6	.....	33-41 %	Classe 6	7	.....	33-44 %	7	8	.....	35-50 %	8	9	.....	42-50 %	9
Classe 6	.....	33-41 %	Classe 6																																		
7	.....	33-44 %	7																																		
8	.....	35-50 %	8																																		
9	.....	42-50 %	9																																		
0	0-½	0-5																																			
N° de la classe — N° van de klasse →																																					
Paramètre de détermination de la classe Parameter voor bepaling van de classe	Mat. volatiles (prod. sec exempt de cendres) - Vluchtige bestanddelen (droog produkt zonder assen) →																																				
	Par. pouv. cal. a (prod. hum. exempt cendr.) - Par. v. d. verbrandingswarmte (vocht. prod. z. assen) →																																				
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9																									
			0-3	>3-10 >3-65 >65-10	>10-14	>14-20	>20-28	>28-33	>33	>33	>33	>33																									
			-	-	-	-	-	-	-	>7750	>7200 -7750	>6100 -7200	>5700 -6100																								
			CLASSES — KLASSEN (bepaald volgens het gehalte aan vluchtige bestanddelen (kolen die tot 33 % V.B. bevatten) of volgens de parameter van de verbrandingswarmte (kolen met meer dan 33 % V.B.))																																		

Note. — (i) Lorsque la teneur en cendres du charbon est trop élevée pour que sa classification soit effectuée selon les principes de la méthode, cette teneur en cendres doit être réduite, au laboratoire, par traitement aux liqueurs denses (ou tout autre traitement approprié). La densité de coupure devra être choisie de manière à assurer le rendement maximum en charbon d'une teneur en cendres comprise entre 5 et 10 %.

(ii) 332a ... > 14-16 % M.V.  
332b ... > 16-20 % M.V.

a Pouvoir calorifique supérieur de produit humide, exempt de cendres en kcal/kg. Humidité correspondant à l'eau de rétention dans une atmosphère à 30°C et 96 % d'humidité.

Nota. — (i) Wanneer kolen zoveel assen bevatten dat het niet mogelijk is ze volgens de principes van de methode te klasseren, moet het asgehalte in het laboratorium worden verminderd door een behandeling in zware vloeistof (of door elke andere aangepaste behandeling). De dichtheid van de vloeistof moet zodanig gekozen worden dat een maximale hoeveelheid kolen bekomen wordt met een asgehalte begrepen tussen 5 en 10 %.

(ii) 332a ... > 14-16 % V.B.  
332b ... > 16-20 % V.B.

a bovenste verbrandingswarmte van het vochtige produkt zonder assen in kcal/kg. De vochtigheid is deze van een produkt in een atmosfeer op 30°C en met een vochtigheidsgraad van 96 %.

Pour préciser le domaine des flambants secs, il est intéressant de se référer à la classification internationale des charbons (tableau III). Cette classification internationale donne, comme chacun le sait, une valeur numérique aux divers types de charbon. Les charbons André Dumont et Helchteren-Zolder répondent respectivement aux codes 434 et 634. Les flambants secs couvrent la zone inférieure droite du tableau et groupent les charbons 600, 700, 800 et 900. De tels charbons existent en Belgique mais ne sont pas exploités contrairement aux pays voisins.

Relevons ici une certaine imprécision dans la démarcation entre flambants gras et secs.

Nous avons assimilé aux charbons flambants secs, ceux caractérisés par une courbe de dilatation Arnou limitée à une contraction suivie ou non d'une dilatation dans la zone négative.

*A l'échelle laboratoire.*

Trois charbons flambants ont été essayés, ils présentaient les caractéristiques reprises au tableau IV.

Constatons immédiatement que le défumage des agglomérés préparés à partir de ces charbons n'a nécessité l'emploi d'aucun adjuvant. L'observation du paramètre finesse de mouture a suffi pour donner au stade pilote, avec un gradient de température plus élevé, les résultats indiqués au tableau V.

Om het domein van de droge vlamkolen te omschrijven kan men zich best houden aan de internationale klassificatie der kolen (tabel III). Zoals men weet geeft deze internationale klassificatie een numerieke waarde aan de verschillende typen van kolen. De kolen van André Dumont en Helchteren-Zolder dragen respectievelijk de codenummers 434 en 634. De droge vlamkolen beslaan de linker benedenhoek van de tabel met nummers 600, 700, 800 en 900. Deze kolen bestaan in België doch worden niet ontgonnen, hetgeen wel het geval is in onze buurlanden.

Het is hier de plaats om te wijzen op een zekere onnauwkeurigheid in de afbakening tussen de vette en de droge vlamkolen.

Met droge vlamkolen hebben wij deze kolen gelijkgesteld wier uitzettingskromme Arnou bestaat uit een samentrekking al of niet gevolgd van een uitzetting in de negatieve zone.

*Op laboratoriumschaal.*

Er werden drie soorten vlamkolen beproefd; hun kenmerken worden gegeven in tabel IV :

Wij stellen onmiddellijk vast dat het ontroken van de agglomeraten uit deze kolen mogelijk was zonder enige toevoeging. Het oordeelkundig gebruik van de parameter korrelgrootte was voldoende om in het proefstadium, met een hogere temperatuurgradient, de resultaten te geven die bevat zijn in tabel V.

TABLEAU IV. — TABEL IV.

	1	2	3
Cendres en % - Asgehalte in %	5,42	7,20	3,95
Matières volatiles en % - Vluchtige bestanddelen in %	36,64	34,43	47,22
Soufre en % - Zwavel in %	1,34	0,82	0,94
Dilatometre Arnou - Uitzettingsmeter Arnou			
Retrait maximum en % - Maximum krimp in %	— 25 à/op 408°C	— 25 à/op 424°C	continu
Dilatation maximum en % - Maximum uitzetting in %	— 19,2 à/op 435°C	— 23,7 à/op 439°C	—
P.C.S. en kcal/kg (humide, sans cendres) - Bovenste verbrandingswaarde in kcal/kg (vochtig, zonder assen)	8035	8058	5524 (H <sub>2</sub> O 15,4 %)
Nombre conventionnel international - Internationaal conventioneel getal	612	611-612	900

TABLEAU V. — TABEL V.

	1		2		3	
	crus rauw	traités behandeld	crus rauw	traités behandeld	crus rauw	traités behandeld
Cendres en % - Asgehalte in %	5,05	6,78	6,47	8,62	3,78	5,85
Matières volatiles en % - Vluchtige bestand- delen in %	40,37	15,25	39,37	15,52	48,76	18,60
P.C.S. en kcal/kg - Bovenste verbrandings- waarde in kcal/kg	7697	7445	7702	7530	7059	7325
Résistance en kg - Weerstand in kg		70		70		40

Devant les résultats encourageants obtenus en pilote, nous avons entrepris un essai industriel sur une centaine de tonnes de charbon correspondant à l'échantillon de la 1<sup>ère</sup> colonne (classification internationale 612), dont la courbe Arnou se présente comme suit :

Aangemoedigd door de resultaten van de proef-behandeling hebben wij een andere proef ingericht op industriële schaal met een honderd ton kolen gelijkvormig aan de soort van de eerste kolom (internationale klassificatie 612), met de volgende Arnou-kromme :

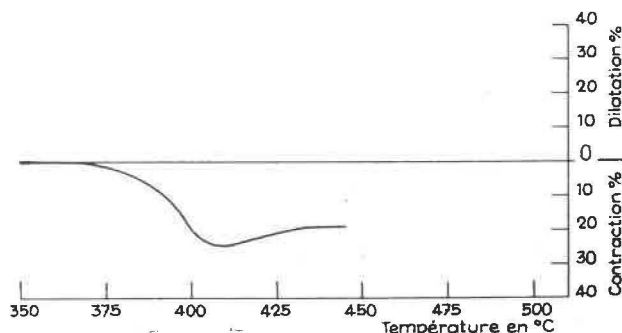


Fig. 8. — Charbon flambant - Dilatométrie Arnou.

Fig. 8. — Vlamkolen - Uitzettingsmeting Arnou.

Le four utilisé était l'appareil d'essai des H.B. N.P.C. adapté au traitement des charbons campinois. Reconnaissons immédiatement que le traitement des agglomérés de charbons flambants a nécessité de nouvelles modifications du four dans les secteurs gaz et goudron. Si du côté gaz, le problème a pu être complètement résolu, il n'en a pas été de même en ce qui concerne les goudrons dont la récupération n'a été que partielle. De toute façon les résultats obtenus rassemblés dans le tableau VI ont permis d'obtenir un bilan plus complet de l'opération.

Dans ce cas, les rendements pondéraux exprimés par rapport aux boulets crus sont de l'ordre de 80%, ou de 90% exprimés sur charbon sec.

Als oven gebruikte men de proefinrichting van de H.B.N.P.C. aangepast voor het gebruik van de Kempense kolen. Het moet toegegeven worden dat het gebruik van agglomeraten uit vlamkolen nieuwe wijzigingen van de oven in de zone van de gassen en de teerprodukten heeft vereist. Wat het gas betreft kon een goede oplossing gevonden worden maar hetzelfde geldt niet voor de teerprodukten die slechts gedeeltelijk konden gerecupe-reerd worden. In elk geval hebben de resultaten die gegeven worden in tabel VI een meer volledig bilan van de operatie mogelijk gemaakt.

Het gewichtsrendement ten opzichte van de rauwe agglomeraten bedraagt in dit geval ongeveer 80 tot 90 %, uitgedrukt in droge kolen.

TABLEAU VI. — TABEL VI.

Agglomérés — Agglomeraten	Crus Rauw	Traités Behandeld
<i>Analyse chimique/Scheikundige ontleding :</i>		
Cendres en % - Aasgehalte in %	5,44	6,88
Matières volatiles en % - Vluchtige bestanddelen in %	37,25	14,00
Pouvoir calorifique supérieur en kcal/kg - Bovenste verbrandingswaarde in kcal/kg	7682	7513
<i>Analyse physique/Natuurkundige ontleding :</i>		
Poids d'un boulet en g - Gewicht van een eitje in g	17,90	13,96
Volume d'un boulet en cm <sup>3</sup> - Volume van een eitje in cm <sup>3</sup>	17,36	18,00
Densité apparente - Schijnbare dichtheid	1,03	0,78
Résistance à l'écrasement - Weerstand tegen vergruizing	—	90 kg
Déformation - Vervorming	—	nulle/gene
Essai au moufle à 950°C - Proef in moffeloven op 950°C	—	néant/nihil
Apparition de fumée - Verschijnen van rook	—	néant/nihil
Essai de combustibilité en feu ouvert - Verbrandingsproef in open vuur	—	excellent/buitengew.
<i>Sous-produits/Nevenprodukten :</i>		
Gaz/Gas (*)		570 m <sup>3</sup> à/aan 1200 kcal soit/of 684 000 kcal
Goudron/Teer (**)		40 kg

(\*) Composition du gaz.

CO <sub>2</sub>	7,3
CnHm	2,3
O <sub>2</sub>	6,2
CO	2,6
H <sub>2</sub>	3
CH <sub>4</sub>	5,4
N <sub>2</sub>	73,2

Pouvoir calorifique supérieur 1193

(\*) Samenstelling van het gas.

CO <sub>2</sub>	7,3
CnHm	2,3
O <sub>2</sub>	6,2
CO	2,6
H <sub>2</sub>	3
CH <sub>4</sub>	5,4
N <sub>2</sub>	73,2

Bovenste verbrandingswaarde 1193

(\*\*) Analyse du goudron.

Viscosité Engler :	50°C	34°
	75°	6°
	100°	2°4
Fractionnement (teneur en H <sub>2</sub> O : 1,5%)		
à 170°C	néant	
200°C	2 %	
225°C	3,5	
250°C	9,5	
275°C	14,5	
300°C	21,5	
325°C	26,5	
360°C	43	
Brai	56 (point de fusion 45°C)	
Perte	1 %	
Teneur en produits acides dans les huiles	28 %	

(\*\*) Ontleding van de teer.

Viscositeit Engler :	50°C	34°
	75°	6°
	100°	2°4
Fractionnering (gehalte H <sub>2</sub> O : 1,5%)		
op 170°C	nihil	
200°C	2 %	
225°C	3,5	
250°C	9,5	
275°C	14,5	
300°C	21,5	
325°C	26,5	
360°C	43	
Pek	56 (smeltpunt 45°C)	
Verlies	1 %	
Gehalte aan zure bestanddelen in de olie	28 %	

Les avantages qui résultent du traitement de tels charbons sont :

- a) l'économie du réactif d'oxydation par rapport aux charbons gras, ce poste pouvant être supprimé;
- b) la possibilité d'utiliser des fours permettant le traitement plus rapide des agglomérés, c'est-à-dire des durées de traitement réduites.

De behandeling van dergelijke kolen vertoont de volgende voordelen :

- a) besparing van oxyderend reagens in vergelijking met de magere kolen, vermits deze post kan geschrapt worden;
- b) de mogelijkheid ovens te gebruiken waarin de behandeling der agglomeraten sneller verloopt, met andere woorden waarin de behandelingsduur kan worden ingekort.

## 4. CONCLUSIONS

De cette étude nous pensons pouvoir conclure que la plupart des charbons peuvent servir de matière première à la production de combustibles domestiques sans fumée. En ce qui concerne l'indice Arnou, il semble bien qu'une limite supérieure théorique n'existe pas. Par contre, une dilatation minimum, si faible soit-elle, est utile. Tout accroissement d'intensité de dilatation impliquera une durée plus grande de traitement pouvant justifier, à partir d'une certaine limite, l'emploi d'un réactif d'oxydation. Parmi les charbons gras, ce sont les catégories A et B qui vont nécessiter le traitement préalable le plus actif et les conditions chimiques les plus précises.

Quant aux charbons des deux extrémités de la classification, d'une part, ceux présentant une faible teneur en matières volatiles (jusque 14%) et, d'autre part, ceux dénommés flambants à très haute teneur en matières volatiles (supérieure à 33%), notre expérience montre que l'aptitude de leur transformation en agglomérés défumés sera plus aisée.

Compte tenu de ces possibilités, voici comment vont se présenter pour l'ensemble des charbons, les bases susceptibles de conduire à un projet d'étude de rentabilité. Nous exprimant par tonne de boulets défumés, nous obtenons les valeurs données au tableau VII.

A la figure 9, les droites donnent la relation entre le prix de revient de boulets non fumeux et le prix d'achat du type de charbon traité.

Si nous donnons la même valeur aux trois catégories de charbon, et c'est le cas en Belgique en ce qui concerne les fines lavées, nous constatons que le prix de revient des boulets non fu-

## 4. BESLUTEN

Wij menen uit deze studie het besluit te mogen trekken dat de meeste kolensoorten als grondstof kunnen dienen voor de produktie van rookvrije huisbrandkolen. Wat de Arnou-index betreft heeft men wel de indruk dat er geen theoretische bovenste grens bestaat. Daarentegen is een zekere uitzetting, hoe zwak ook, steeds voordelig. Wanneer de intensiteit van de swelling toeneemt verhoogt eveneens de duur van de behandeling zodat van zeker ogenblik af het gebruik van een oxyderend reagens verrechtvaardigd is. Bij de vette kolen worden door de categorieën A en B de meest verzorgde voorbereidende behandeling en de meest preciese voorwaarden van temperatuur vereist.

Wat de soorten gelegen in de uiterste zones van de klassificatie betreft, 't is te zeggen: aan de ene zijde die met een klein gehalte aan vluchtige bestanddelen (tot 14 %) en aan de andere die welke men vlamkolen noemt en die een zeer hoog gehalte aan vluchtige bestanddelen bevatten (meer dan 33 %), hebben wij ondervonden dat ze beter geschikt zijn voor de omzetting in rookvrije agglomeraten.

Rekening houdend met deze mogelijkheden, komt men voor het geheel van de beschikbare kolen tot de volgende gegevens die voldoende zijn voor een eerste studie van de rentabiliteit van het procédé. De waarden weergegeven in tabel VII gelden voor een ton rookvrije eitjes.

De rechten van figuur 9 geven de betrekking weer tussen de kostprijs van de niet ontrookte eitjes en de aankoopprijs van het type van kool dat behandeld wordt.

Indien wij de waarde van de drie soorten kolen gelijkstellen hetgeen in België inderdaad het geval is, komen wij tot het besluit dat de kostprijs van

TABLEAU VII. — TABEL VII.

	Nature des charbons Natuur van de kolen		
	Maigres Magere	Gras A et B Vette A en B	Flambants C.I. 612 Vlamkolen int. getal 612
Frais de fabrication par tonne de boulets défumés - Fabricagekosten per ton rookvrije eitjes	290 F	340 F	340 F
Rendement pondéral des boulets défumés sur charbon sec - Gewichtsrendement der rookvrije eitjes betrokken op droge kool	104 %	97 %	90 %
Immobilisations en limite de batterie par tonne/an de boulets défumés - Uiteindelijke investering per ton en per jaar voor rookvrije eitjes	± 600 F	± 800 F	± 800 F



meux croît en fonction des matières volatiles contenues dans le charbon de départ.

Réciproquement nous constatons que, prenant comme base du prix de revient de la transformation en agglomérés défumés de l'ensemble des charbons la valeur de 1200 F, nous obtenons, pour les trois charbons, un prix croissant régulièrement d'une centaine de francs, soit environ 700 F pour les flambants, 800 F pour les gras et 900 F pour les maigres.

Il y a toutefois lieu de tenir compte que, dans ces calculs, il a été impossible de prendre de façon précise en considération les calories excédentes

de rookvrije eitjes toeneemt met de vluchtige bestanddelen aanwezig in de kool die voor grondstof dient.

Wanneer wij omgekeerd te werk gaan en als basiskostprijs voor de omzetting van het geheel dezer kolen in rookvrije eitjes 1200 F nemen bekommen wij voor de drie kolensoorten een prijs die telkens met een honderd frank toeneemt, t'is te zeggen 700 F voor de vlamkolen, 800 F voor de vette en 900 F voor de magere kolen.

Toch moet men niet uit het oog verliezen dat het in deze berekening niet mogelijk was op nauwkeurige wijze rekening te houden met de

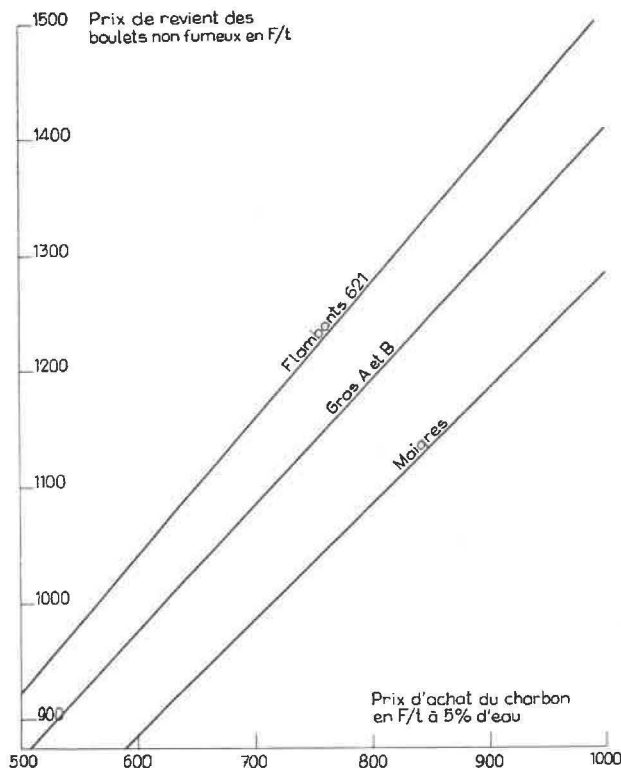


Fig. 9. — Prix de revient de la tonne de boulets non fumeux en fonction du prix d'achat et du type de charbon traité.

Fig. 9. — Kostprijs per ton van de rookvrije eitjes in functie van de aankoopprijs en de soort van de gebruikte kolen.

Prix de revient des boulets non fumeux en F/t: Kostprijs van de rookvrije eitjes in F/t — Prix d'achat du charbon en F/t à 5 % d'eau: aankoopprijs van de kolen bij 5 % water, in F/t.

taires et les quantités de goudron obtenues en tant que sous-produits qui augmentent avec la teneur en matières volatiles du charbon de départ et dont la valorisation mérite d'être prise sérieusement en considération pour les gras et les flambants secs.

Seuls de nouveaux essais à l'échelle industrielle permettront de nous éclairer sur ce point.

bijkomende calorieën en de hoeveelheden teer die als nevenprodukten verschijnen en wel in de mate dat de grondstof meer vluchtige bestanddelen bevat; voor wat de vette en vlamkolen betreft is de valorisatie van deze stoffen zeker van groot belang.

Alleen nieuwe proeven op industriële schaal kunnen ons op dit gebied klaarheid geven.

## DISCUSSION

**M. Lusinchi.**

Je voudrais savoir si le procédé est applicable aux boulets de toutes dimensions et comment ils réagiraient s'il s'agissait de boulets plus gros.

**M. Meurisse.**

Notre expérience est basée uniquement sur des boulets de 20 g. Vous avez effectivement soulevé un point délicat. Il est évident que, pour traiter par oxydation des boulets de 50 g, le problème sera plus ardu. Autrement dit, il faudra un temps d'oxydation beaucoup plus grand. Néanmoins nous avons certains essais en cours à ce sujet. Mais au point de vue industriel, il est sage de s'en tenir aux boulets de 20 g.

**M. Lusinchi.**

Même pour les charbons flambants ?

**M. Meurisse.**

Dans ce cas, je crois que le problème serait moins difficile, mais nous n'en avons pas l'expérience jusqu'à présent.

**M. Ponomarenko.**

A) Y a-t-il une influence sur le prix de revient de fabrication lorsque le charbon provient d'une extraction fraîche au lieu d'un charbon de stock déjà oxydé, entreposé par exemple depuis un an ?

B) Quel est le combustible le plus désigné pour le chauffage du four, prix de la calorie mis à part ?

**M. Deflandre.**

Pour ce qui est des charbons de stock, nous n'avons pas eu l'occasion de les expérimenter à Oignies, mais M. Ledent d'Inichar a eu l'occasion de les essayer et, pour les grains, il n'y a pas grande différence; pour les fines, cela pourrait donner des différences plus importantes. Mais ce que nous voyons surtout, c'est que le catalyseur doit « aller jusqu'à cœur » pour détruire complètement le pouvoir gonflant, alors que cette oxydation en stock ne fait perdre que 2 ou 3 points de l'indice Afnor; de 9 on peut retomber à 6 ou 7 mais certainement pas plus bas : ce qui compte c'est de descendre jusqu'à un gonflement pratiquement nul.

## DISCUSSIE

**Dhr Lusinchi.**

Ik zou graag weten of het procédé toepasselijk is op eierkolen van allerlei afmetingen en hoe dikkere eitjes zouden reageren.

**Dhr Meurisse.**

Wij hebben alleen ondervinding met eierkolen van 20 g. U hebt daar inderdaad een zeer delikate kwestie aangeraakt. Het spreekt vanzelf dat het probleem veel moeilijker wordt wanneer het er om gaat eitjes van 50 g te oxyderen. Met andere woorden : de oxydatieduur zal veel langer zijn. Toch zijn wij bezig met sommige proeven over dit geval. Op industrieel gebied is het echter veiliger zich te beperken tot de eitjes van 20 g.

**Dhr Lusinchi.**

Zelfs met vlamkolen ?

**Dhr Meurisse.**

Ik denk dat het probleem in dat geval minder ingewikkeld is maar tot nu toe hebben wij er geen ondervinding van.

**Dhr Ponomarenko.**

A) Maakt het enig verschil uit in de kostprijs van de behandeling of men met vers gedolven kool te doen heeft ofwel met reeds geoxydeerde kolen van voorraden die sinds een jaar aan de lucht zijn blootgesteld ?

B) Welke brandstof is het best geschikt voor het verwarmen van de oven, afgezien van de kostprijs der calorie ?

**Dhr Deflandre.**

Wat de kolen in voorraad betreft hebben wij niet de gelegenheid gehad ze te beproeven te Oignies, maar dhr Ledent van Inichar heeft dat wel gedaan en voor de korrelige soorten maakt het niet veel verschil uit; voor fijnkool zou het verschil belangrijker kunnen zijn. Wij merken echter vooral op dat de katalysator « tot in de kern » moet gaan om het zwellend vermogen volledig weg te nemen, en dat de oxydatie tijdens het stockeren slechts een vermindering van de index Afnor van 2 of 3 punten voor gevolg heeft; van 9 kan men terugvallen op 6 of 7 maar zeker niet lager; het komt er op aan te dalen tot waar de zwelling praktisch nul is.

**M. Meurisse.**

J'ajouterai également ceci, c'est que vous parlez certainement d'un charbon gras A, l'exposé je pense vous a montré que la courbe de dilatation était trop importante; après un an de séjour sur un parc, la courbe de dilatation aura tendance à être abaissée, ce qui ne pourra que faciliter l'opération.

**M. Deflandre.**

Pour l'apport calorifique, le problème est à l'étude, mais dès maintenant l'utilisation de combustibles liquides est à rejeter. Les essais faits par les Houillères du Nord et du Pas-de-Calais ont toujours montré que nous devions nous adresser à un gaz de caractéristiques bien définies et constantes. Nous n'avons pas encore décidé du type de gaz à utiliser et nous attendons les essais de la seconde campagne à Oignies où le bilan gaz sera fait de façon plus précise, car avant de choisir le gaz il faut d'abord voir la quantité de gaz nécessaire et faire choix en fonction du prix de revient et non pas seulement de la qualité; il faut lier qualité, quantité et prix.

**Dhr Meurisse.**

Ik zou daar nog iets willen aan toevoegen: U spreekt waarschijnlijk over vetkolen A; de uiteenzetting heeft U, meen ik, duidelijk gemaakt dat de uitzettingskromme te hoog gaat; na een verblijf van een jaar op het stockeerplein zal deze kromme een neiging vertonen tot dalen hetgeen de operatie alleen maar gemakkelijker kan maken.

**Dhr Deflandre.**

De toevoer van warmte maakt het voorwerp van opzoekingen uit maar van nu af kan men zeggen dat vloeibare brandstoffen niet in aanmerking komen. De proeven uitgevoerd door de Houillères du Nord et du Pas-de-Calais hebben steeds aangetoond dat men een gas nodig heeft met welbepaalde en constante kenmerken. Wij hebben nog geen beslissing genomen in verband met het te gebruiken gas en wachten de resultaten van de tweede proefcampagne te Oignies af, waar men een meer precies gasbilan zal opmaken; vooreer een keuze te doen moet men eerst weten welke hoeveelheid gas men nodig heeft en kiezen in functie van de kostprijs en niet alleen van de kwaliteit; men moet terzelfdertijd rekening houden met kwaliteit, hoeveelheid en prijs.