

Rapport du Fuel Research Board pour la période de 1946 à 1949

Department of Scientific and Industrial Research (1951)

Traduction résumée par INICHAR.

SAMENVATTING.

Het verslag van de Fuel Research Station behandelt de bedrijvigheid van dit organisme gedurende de periode die zich uitstrekt van 1 April 1946 tot 31 Maart 1949. Deze activiteit werd in het bijzonder gewijd aan de studie van de techniek tot een meer doeltreffende benutting van de brandstoffen.

De lezer vindt hieronder de vertaling van enkele uittreksels over dit onderwerp uit het rapport. Het betreft namelijk een procédé van catalytische transformatie van watergas, en eventueel van gassen arm aan methaan, gas met hoog warmtevermogen, van de studie der vergassing in vloeibare staat, van werken over de synthèse Fischer-Tropsch en tenslotte van de studie van de verbrandingskamers van gasturbines.

Voor wat betreft het procédé Fischer-Tropsch, loont het de moeite de princiepstelling van de Fuel Research Station te onderlijnen : dit procédé schijnt momenteel geen werkelijk economisch belang te vertonen in Engeland zelf, maar de vooruitzichten zouden gunstiger zijn in sommige landen van het Commonwealth, waar het bestaan van belangrijke reserves van kolen van mindere hoedanigheid een voorname faktor uitmaakt. Het is in functie van deze beschouwingen dat de studie gewijd aan het procédé Fischer-Tropsch voortgezet wordt in Engeland en gestreefd wordt naar de constructie van een model-fabriek.

Dit standpunt verdient met aandacht gevolgd te worden in België, wegens het bestaan in Belgisch Kongo van jonge koolafzettingen van geringe handelswaarde, die aan een lage kostprijs kunnen ontgonnen worden.

RESUME.

Le rapport de la Fuel Research Station traite de l'activité de cette Institution pendant la période s'étendant du 1^{er} avril 1946 au 31 mars 1949. Cette activité a été consacrée principalement à l'étude de techniques ayant pour but une utilisation plus efficace des combustibles.

Le lecteur trouvera ci-dessous la traduction de quelques extraits du rapport traitant de ce sujet. Il s'agit notamment de l'étude d'un procédé de transformation catalytique du gaz à l'eau et, éventuellement, de gaz pauvre en méthane, gaz à pouvoir calorifique élevé, de l'étude de la gazéification en lit fluide, de travaux consacrés à la synthèse Fischer-Tropsch et finalement de l'étude de chambres de combustion pour turbines à gaz.

En ce qui concerne le procédé Fischer-Tropsch, la position de principe de la Fuel Research Station mérite d'être soulignée : le procédé Fischer-Tropsch ne semble pas actuellement présenter un intérêt économique certain en Angleterre même. Toutefois, les perspectives peuvent être plus favorables pour certains pays du Commonwealth, où l'existence de réserves importantes de charbons de moindre valeur constitue un facteur important. C'est en fonction de ces considérations que les études consacrées au procédé Fischer-Tropsch se poursuivent en Angleterre et tendent vers la construction d'une usine-pilote. Ce point de vue mérite d'être souligné en Belgique à cause de l'existence au Congo Belge de gisements de charbons jeunes de faible valeur marchande, qui pourront être exploités à bas prix de revient.

I. — SYNTHÈSE DES HYDROCARBURES.

A. Synthèse catalytique du méthane.

L'enrichissement du gaz à l'eau par la conversion de mélange de CO et H₂ en méthane a retenu considérablement l'attention parce que, si l'on peut le réaliser économiquement, cela présenterait l'avantage de réduire la quantité d'huile importée actuellement pour la production de gaz à l'eau carburé.

Les travaux sur la synthèse du méthane ont été poursuivis dans le but de recueillir des données sur les possibilités techniques et économiques du procédé.

Réacteur avec lit mobile de catalyseur.

Une chambre de réaction a été construite pour traiter de 100 à 200 pieds-cubes de gaz à l'eau par heure.

Le catalyseur est placé dans un cylindre vertical perforé, d'une hauteur de 6' et de 1,25" de diamètre (fig. 1). Ce cylindre est pourvu d'une chemise d'eau en acier de 1,8" de diamètre. Le gaz à l'eau entre dans le tube par le bas, passe dans l'espace annulaire et atteint le catalyseur par diffusion. Les produits de la réaction diffusent dans le courant de gaz principal, dans l'espace annulaire.

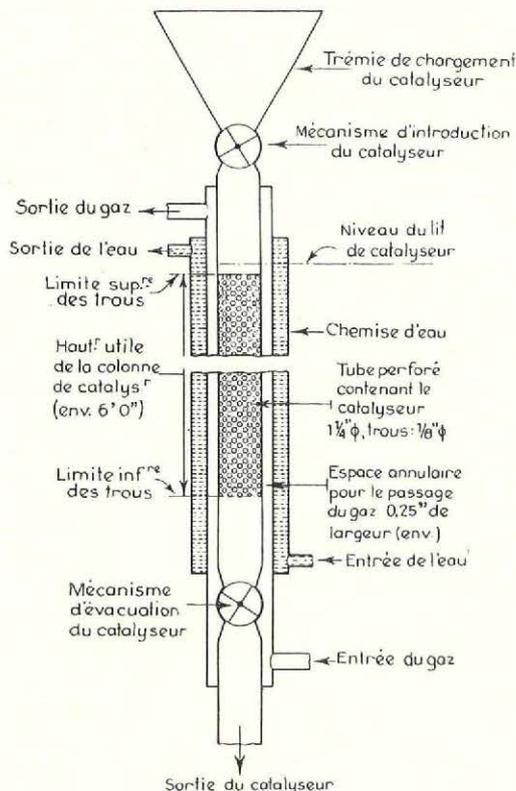


Fig. 1. — Chambre de réaction avec lit mobile de catalyseur pour la synthèse du méthane.

Ce réacteur présente des avantages par rapport aux réacteurs ordinaires, parce qu'une température uniforme peut être obtenue sur toute la longueur et

maintenue dans des limites telles que le dépôt de C soit négligeable.

On a remarqué également que H₂ était consommé « préférentiellement » de sorte que des gaz de faible rapport H₂/CO, tel le gaz pauvre, peuvent être utilisés sans addition de H₂.

L'installation complète (1) représentée à la figure 2 est composée principalement d'un dispositif de purification pour éliminer les composés sulfurés du gaz à l'eau, d'un préchauffeur, de la chambre de réaction décrite ci-dessus, avec son mécanisme de chargement et de déchargement du catalyseur, et d'un thermosiphon pour la circulation d'eau à 200°.

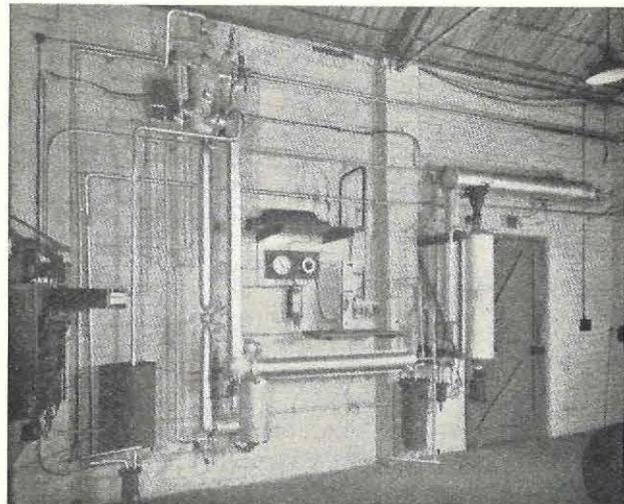


Fig. 2. — Installation pour la synthèse du méthane utilisant un convertisseur avec lit mobile de catalyseur.

Pour cette température dans l'enveloppe, la température du catalyseur, mesurée par thermocouple, est comprise entre 350 et 375° C. L'utilisation d'un catalyseur Ni Kieselguhr : 1/1 donne un gaz de pouvoir calorifique égal à 456 B. Th. U. par pied-cube, ce qui correspond à une production de 2.100 kg de CH₄ par kg de nickel dans le catalyseur; celui-ci a une durée de vie de 168 jours.

Les résultats des différents essais sont consignés au tableau I.

Le catalyseur mis en œuvre pour ces essais contient 1,5 livre anglaise de nickel.

Au début de 1948, on a jugé suffisantes les informations recueillies pour passer à une installation industrielle si les conditions l'exigeaient et les recherches ont alors été arrêtées.

Catalyseur pour la synthèse du méthane.

La présence d'un support autre que le kieselguhr n'est pas nécessaire pour la production d'un catalyseur actif et de longue durée de vie.

Le kieselguhr lui-même semble être un constituant essentiel. Des préparations de NiCO₃ réduit, sans addition de kieselguhr, ne présentent aucune activité pour la synthèse du CH₄ en dessous de

TABLEAU I. — Synthèse du méthane.
Influence de la variation du débit et de la composition du gaz.

Gaz utilisé		Temp. max. dans réacteur ° C	% de conversion de		Pouvoir calorifique du gaz enrichi (après élimination du CO ₂) B. TH. U./pied cube
H ₂ /CO	Débit en pieds cubes par heure		H ₂	CO	
1.5	66.0	375	79.2	64.6	555
	98.0	375	68.5	52.9	499
	129.0	394	59.5	46.5	450
	199.0	448	46.7	34.3	408
	65.7	336	83.6	62.1	567
2.05	128.7	410	65.1	45.3	462
	200.4	465	52.0	33.0	410

300°, tandis que l'adjonction de kieselguhr rend les préparations actives à partir de 150° C.

Les catalyseurs les plus actifs ont malheureusement une tendance marquée au dépôt de C, mais en modifiant convenablement la méthode de préparation du catalyseur, on peut, au prix d'une légère diminution de son activité, supprimer pratiquement cet inconvénient.

B. Synthèse Fischer-Tropsch.

L'étude du procédé Fischer-Tropsch à la Fuel Research Station a pour but d'obtenir une source de combustibles liquides, de lubrifiants, de cires, d'alcools et d'autres produits chimiques.

En plus des essais avec des catalyseurs à base de cobalt utilisés dans la méthode ordinaire, des recherches ont été faites avec des catalyseurs au fer et on a expérimenté la synthèse avec des catalyseurs pulvérisés, ceux-ci étant soit fluidifiés dans un courant gazeux soit mis en suspension dans l'huile.

Synthèse avec des catalyseurs à base de cobalt.

On a poursuivi l'étude des facteurs influençant l'activité et la vie des catalyseurs à base de cobalt pour la synthèse sous la pression atmosphérique et sous 10 atm. Le catalyseur le plus actif et le plus facilement reproductible est celui de composition Co 100 : ThO₂ 6 : MgO 3 et kieselguhr 200. Il a été adopté comme catalyseur standard au cobalt.

On a constaté que la réduction devait se faire quelques semaines après la précipitation et le séchage du précipité, parce qu'un entreposage prolongé du produit non réduit pouvait conduire à un catalyseur nettement moins actif.

De même, le séchage du précipité humide dans des moules de dimensions appropriées donne un

catalyseur moins actif que celui obtenu par la méthode habituelle de broyage et tamisage du précipité séché.

Des essais prolongés avec six catalyseurs différents au cobalt ont montré qu'il n'y avait aucune relation entre la vitesse initiale de détérioration du catalyseur et celle qui se manifeste après une période de 3 à 4 mois.

Il est donc impossible de prévoir la durée de vie d'un catalyseur d'après son comportement au cours d'un essai d'une à trois semaines. L'examen aux rayons X a montré qu'aucune altération de structure physique ne peut être mise en évidence après une période d'essai de 3 à 4 mois et la perte d'activité observée pendant cette période est attribuée à la sulfuration et au dépôt de C.

Les résultats les plus importants obtenus par la synthèse à 10 atm ont été publiés (2).

Des expériences ont été faites en utilisant les catalyseurs au cobalt avec de grandes vitesses spatiales et en suivant les mêmes conditions opératoires que pour les catalyseurs à base de fer : on a obtenu la conversion de 80 % du gaz à des vitesses spatiales allant jusqu'à 500 à l'heure et en élevant la température de réaction entre 220 et 240° C.

A cette température cependant, le catalyseur se détériore rapidement et une trop grande quantité de CH₄ est formée.

La température et la pression ont des effets contraires sur la composition du produit : la synthèse sous la pression atmosphérique et à 100° C donne un produit contenant beaucoup de cire — ce produit étant similaire à celui obtenu à une pression moyenne et à 185° C, tandis que la synthèse sous 10 atm et à 220° donne un produit plus volatil dans le genre de celui obtenu sous la pression atmosphérique et à 185° C.

On n'a trouvé aucun ensemble de conditions opératoires ni sous la pression atmosphérique ni sous 10 atm, qui permette d'obtenir un accroissement du distillat moyen (150—300° C) au-delà des 45 à 50 % obtenus par la synthèse à la pression atmosphérique.

Comme suite à ce travail de laboratoire, une petite installation a été construite suivant le principe du catalyseur en lit fixe et fonctionnant sous des pressions allant jusqu'à 50 atm; cette installation est capable de produire 3 gallons de produits par jour. Elle utilise le principe du double tube et contient 50 livres anglaises de catalyseur réparti dans 36 éléments.

Cette installation a fonctionné pendant trois mois, sous une pression de 10 atm avec un catalyseur au cobalt. Pendant cette période, on a produit 400 livres anglaises de cire et 80 gallons d'essence et d'huile diesel. Aucune difficulté d'ordre mécanique n'a été rencontrée, mais la température ne pouvait être contrôlée qu'avec des vitesses spatiales inférieures à 100 à l'heure, en limitant la conversion du gaz de synthèse à 65 %.

Même dans ces conditions, le catalyseur se détériorait beaucoup plus rapidement que dans l'appareil de laboratoire.

Des échantillons de catalyseur prélevés dans différents tubes et à des niveaux divers, montraient une activité et un aspect très différents à l'essai de laboratoire. Ceci prouve que la température ou les conditions de circulation n'avaient pas été uniformes sur toute la hauteur du catalyseur.

Synthèse avec des catalyseurs à base de fer.

Des travaux en utilisant des catalyseurs précipités, à base de fer, ont montré qu'en général ils sont inférieurs aux catalyseurs au Co pour le travail en lit fixe.

Utilisés dans les mêmes conditions de température et de pression, avec le même rapport H_2/CO , ils donnent les mêmes produits que les catalyseurs

au Co et en tout cas ne donnent pas de produits contenant une plus grande proportion d'oléfines, comme cela a été souvent déclaré.

Contrairement aux catalyseurs précipités, les préparations à partir de Fe_3O_4 fondu ou fritté sont très robustes.

Ils sont actifs sur une large échelle de température, 200 à 340° C, et donnent, selon les conditions, soit un mélange normal d'essences légères, d'huiles moyennes et de cires avec une proportion variable d'alcools, soit un produit primaire se composant presque exclusivement d'oléfines gazeuses ou bouillant à basse température convenant pour la conversion d'essence à haut indice d'octane comme produit final.

Un tel catalyseur a été préparé en imprégnant des battitures de laminoirs d'aciéries de 2% en poids d'un carbonate alcalin et en le chauffant à 1000° C. Il a été utilisé à des vitesses spatiales de 1.000 par heure et, dans ces conditions, on a converti plus de 75% du gaz en hydrocarbures plus lourds que le méthane (3).

Le rendement, rapporté au litre de catalyseur et à l'heure, est 15 fois plus élevé que celui obtenu par la synthèse ordinaire avec le catalyseur au cobalt.

Pour obtenir ce résultat, il est nécessaire de faire recirculer au moins deux volumes de gaz résiduel par volume de gaz frais afin de supprimer la formation de CO_2 .

La technique de la catalyse fluide.

La synthèse en lit fluide avec un catalyseur à base de « fer fritté » a été étudiée (4) entre 300 et 340° C, sous une pression de 20 atm, en utilisant comme réacteur un tube en acier de 10 pieds de longueur et d'un pouce de diamètre intérieur.

Ce tube contient 1 kg de catalyseur de finesse délimitée par les tamis B S Test 72 et 170.

L'installation d'essai est représentée schématiquement à la figure 3 et une vue générale est donnée à la fig 4.

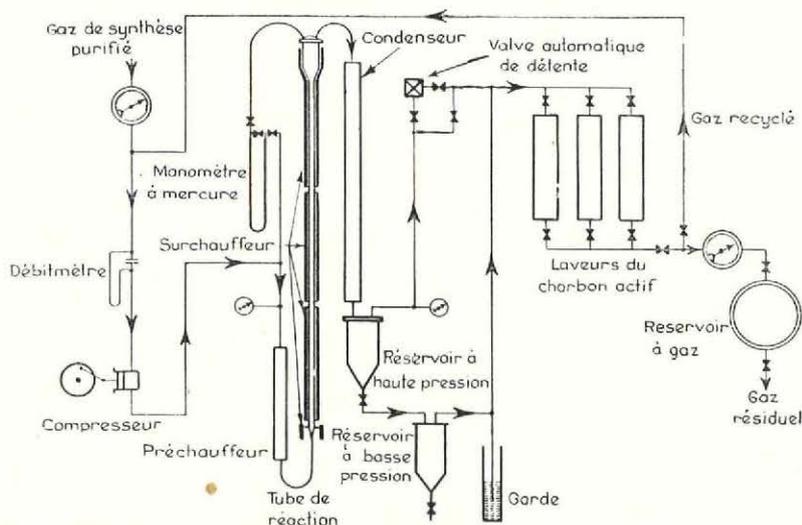


Fig. 3. — Schéma d'une installation expérimentale pour la synthèse des hydrocarbures par le procédé Fischer-Tropsch au moyen d'un lit fluide de catalyseur.

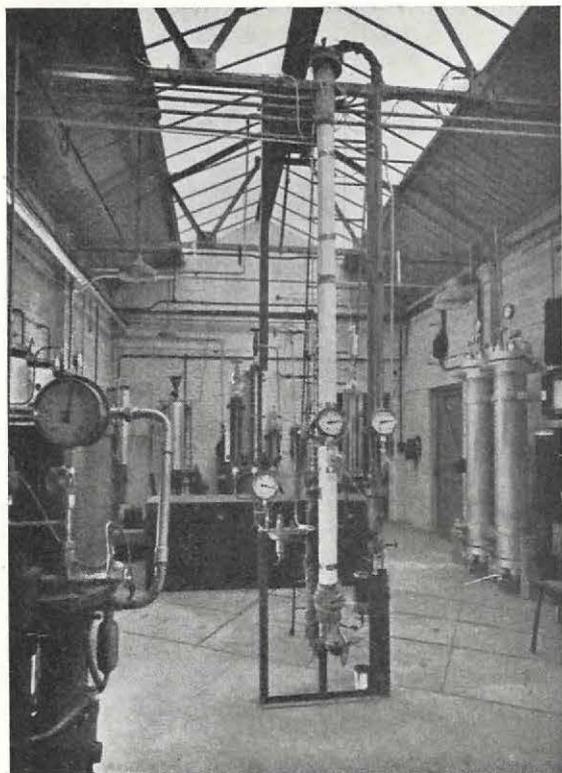


Fig. 4. — Installation expérimentale pour la synthèse des hydrocarbures par le procédé Fischer-Tropsch au moyen d'un lit fluide de catalyseur.

Le débit du gaz de départ variait de 750 à 2.050 volumes par heure pour un volume de catalyseur placé, et une partie du gaz résiduel était recirculé en vue de supprimer la formation de CO_2 et afin de garder une vitesse du gaz total suffisamment élevée (de 0.4 à 0.7 pieds/s) pour maintenir le catalyseur en suspension.

Dans ces conditions, on obtient des hydrocarbures plus lourds que le méthane. Les rendements rapportés à l'unité de volume du catalyseur et à l'heure sont trente fois plus élevés que ceux de la synthèse ordinaire avec un catalyseur au cobalt.

On a cependant rencontré de grandes difficultés par suite de dépôts de produits non-volatils sur le catalyseur. Les dépôts occasionnaient des pertes de fluidité et des blocages. D'autres difficultés résultaient de la formation de C et de la désintégration du catalyseur.

Le C semble prendre naissance dans les pores du catalyseur dont il brise les grains. Les poussières de catalyseur sont entraînées vers le système de condensation et y causent des obstructions.

En dépit de ces difficultés, des essais de 7 à 15 jours ont été effectués.

Synthèse en phase liquide.

Une autre façon de résoudre le problème de la transmission de chaleur et de permettre ainsi l'emploi des réacteurs de modèle courant est d'utili-

ser le catalyseur sous forme divisée en suspension dans l'huile.

Contrairement à la synthèse en lit fluide, cette technique n'est pas limitée à l'emploi de catalyseurs de forte résistance mécanique ou à la production de produits volatils.

Une étude expérimentale a été effectuée à la Fuel Research Station en utilisant un tube de réaction de 3' de hauteur et 2" de diamètre, avec le catalyseur standard au Co réduit en poudre fine et mis en suspension dans de la cire de synthèse fondue.

Une partie du gaz résiduel était recyclée de façon à obtenir une vitesse du gaz total suffisamment élevée pour maintenir le catalyseur en suspension uniforme.

Pour obtenir d'aussi bons résultats qu'avec le catalyseur en lit fixe, des températures plus élevées de 10° à 15° C étaient nécessaires. Des essais pour maintenir le produit à des vitesses spatiales supérieures à 200 à l'heure ont causé une chute rapide de l'activité du catalyseur. Contrairement à ce qu'on attendait, les produits obtenus par la synthèse en phase liquide étaient plus volatils que ceux obtenus par la méthode normale à la même température. Des essais sont actuellement en cours avec un type de catalyseur au fer fritté.

Mécanisme de la réaction.

L'étude d'un catalyseur fraîchement réduit par diffraction des rayons X n'a montré aucun des résultats caractéristiques du Co. L'hypothèse que le catalyseur ne contient pas de masse de cobalt métallique a été confirmée par la mesure des surfaces des catalyseurs et de leurs composants.

Pour ce motif, on admet que la réaction se localise sur des atomes de Co isolés et non sur une masse de Co métallique ou bien a lieu par l'intermédiaire de carbure de cobalt (5).

On s'est rendu compte que, dans certaines conditions, le CH_4 présent dans le gaz de synthèse peut participer à la réaction. On a également trouvé que la cire, formée sur le catalyseur pendant la synthèse, réagit avec l'hydrogène dans les conditions de la synthèse, pour donner des hydrocarbures plus lourds avec une répartition des différentes grandeurs moléculaires, semblable à celle observée dans les produits de synthèse.

Ces deux faits, rapprochés, portent à croire que l'état final de la synthèse est soumis à un équilibre Polymérisation — Dépolymérisation (6).

A des températures de synthèse anormalement basses et avec de faibles temps de contact, on a observé la production d'une quantité appréciable d'alcools dans les produits fournis par les catalyseurs au Co. Ces résultats, et les observations sur la décomposition des alcools dans les conditions de synthèse, peuvent être conciliés avec l'hypothèse (7) suivant laquelle les alcools seraient les produits primaires de la réaction de synthèse. Le travail sur les alcools se poursuit.

Produits.

Le travail sur la synthèse d'huiles lubrifiantes à partir des produits primaires du procédé avec le catalyseur au Co a été complété et terminé (8). Il en est de même de l'étude sur la production d'acides gras par oxydation des fractions lourdes des produits de synthèse (9).

Des essais de purification du savon préparé à partir d'acides gras synthétiques afin d'éliminer l'odeur désagréable qu'il laisse sur la peau après l'usage, ont été infructueux.

Des expériences avec des acides synthétiques de divers types spécialement préparés ont confirmé que les savons faits à partir d'acides gras à chaînes ramifiées possèdent cette propriété, mais il n'est pas prouvé que la présence de tels acides est l'unique cause de l'odeur désagréable du savon préparé à partir des produits bruts de la synthèse Fischer-Tropsch.

Contacts avec les travaux allemands et américains.

Un temps assez long a été consacré à l'étude des documents rapportés d'Allemagne en 1945.

La grande partie des résultats de ce travail (10) a été rassemblée dans la section D du rapport du Ministry of Fuel and Power (11).

Une visite spéciale (12) a été faite en Allemagne par deux membres du personnel en 1946 pour combler certaines lacunes des informations précédentes. Quand deux usines de synthèse ont été remises en route dans la Ruhr en 1947, deux membres du personnel ont pris part à une visite pour les étudier, en activité.

En réponse à une invitation du U. S. Bureau of Mines, un membre de la Fuel Research Station a passé environ trois mois aux U. S. pour suivre les travaux du Bureau of Mines et de l'American Petroleum Ind. sur les combustibles liquides de synthèse et spécialement sur le procédé Fischer-Tropsch.

II. — GAZEIFICATION EN LIT FLUIDE.

Dans les usines à gaz ordinaires, la carbonisation d'une tonne de charbon produit approximativement 12 1/2 cwt (*) de gros coke et 1 1/2 cwt de coke en grains menus. Du gros coke produit, on doit gazéfier environ 2 1/2 cwt pour le chauffage des cornues et seul le reste peut être vendu ou utilisé pour la production de gaz à l'eau.

Donc, si l'on pouvait trouver un procédé convenable pour gazéfier des combustibles poussiéreux ou de moindre qualité pour chauffer les cornues, on pourrait récupérer, pour le commerce ou pour d'autres usages, 1 1/2 à 2 1/2 cwt de gros coke par tonne de charbon distillé.

Le procédé serait en outre intéressant pour la préparation de mélanges de CO et H₂ utilisés dans la synthèse Fischer-Tropsch, le prix de revient de

ces mélanges étant surtout fonction du prix du combustible à gazéfier.

Il apparaît ainsi que le seul procédé de production d'un gaz de synthèse à un prix raisonnable est de gazéfier des combustibles de qualité inférieure.

Un programme de recherches a été dressé dans le but de trouver des méthodes de gazéification de combustibles tels que les poussières de coke et d'antracites ou les fines de lavoir, la dimension des particules devant rester inférieure à 5/16".

Actuellement, on examine la possibilité de gazéfier de tels combustibles en lit fluide.

Des expériences préliminaires ont été faites dans des tubes en verre de différent diamètre avec des particules de charbon et de coke de grosseurs données en suspension dans divers gaz; de cette façon, des relations empiriques ont été trouvées entre le comportement du lit fluide, la dimension des grains, la vitesse, la densité et la viscosité du gaz.

Des lits de grains de dimensions comprises entre 1/8—1/16; 1/16—1/32; 1/32—1/60 de pouce, de même que des lits de particules délimitées par les tamis BS 36—72, 72—150, et 150—240, ont été mis en suspension dans l'air, l'hydrogène, le butane et l'anhydride carbonique. Pour les plus petites particules mises en œuvre, la vitesse du gaz nécessaire pour maintenir un état de suspension donné était à peu près proportionnelle au carré de la dimension linéaire de la particule.

Avec de plus gros grains de combustible, une puissance inférieure de la dimension linéaire était nécessaire; cette puissance approchait de l'unité pour les plus gros grains.

Le diamètre du tube, compris entre 2 et 6" a peu d'influence sur les relations ci-dessus, mais l'uniformité de la suspension croît avec le diamètre.

La densité du gaz affectait peu la vitesse requise pour maintenir un état donné de fluidification; cette vitesse était d'autre part à peu près inversement proportionnelle à la viscosité absolue du gaz.

En étendant les essais à des grains de diamètre toujours croissant, la vitesse gazeuse requise continue à décroître, mais l'uniformité de la phase fluide laisse à désirer.

Les résultats ont permis de calculer approximativement les conditions nécessaires pour mettre en suspension des grains de combustible dans un gazogène, pour des températures, des pressions, des gaz et des dimensions de particules données.

Sur la base de ces données, des expériences ont été faites en insufflant de l'air à travers un lit fluide de particules combustibles incandescentes afin d'étudier les facteurs devant dicter la conception d'un gazogène de lit fluide. L'appareil utilisé était une chambre verticale de 36" de hauteur et de 7" de diamètre; la température du lit allait de 800 à 1.200° C. Une suspension satisfaisante a été obtenue avec un anthracite du Pays de Galles, un charbon du Warwickshire à haute teneur en matières volatiles et peu cokéfiant, de même qu'un coke de

(*) cwt = 112 livres anglaises.

haute température. On mettait en œuvre un lit de 27" de profondeur et des particules de dimensions inférieures à 1/8".

Les températures mesurées étaient uniformes à $\pm 5^\circ$ près sur toute la hauteur. Le degré de transmission d'échange de chaleur était très bon. Une notice concernant ces mesures a été publiée (13).

Le gaz obtenu dans ces expériences était de médiocre qualité. La teneur en CO_2 était supérieure à 10 % et le pouvoir calorifique ne dépassait pas 50 B. Th. U. par pied cube.

Pour la production d'un gaz convenable par la méthode du lit fluide, il est nécessaire d'opérer à des températures beaucoup plus élevées et avec de plus grandes profondeurs de lit.

On envisage des essais dans des appareils remplissant ces conditions et évitant les difficultés dues à la formation de mâchefers.

III. — CHAMBRES DE COMBUSTION DE CHARBON POUR TURBINES A GAZ.

On se rend actuellement compte que, pour des unités produisant une faible puissance, telles que locomotives et petites installations de production d'électricité, les turbines à gaz seraient plus effi-

compte de la quantité et du genre de cendres qui peuvent être tolérées dans les gaz chauds fournis à la turbine et de prévoir, éventuellement, des dispositifs d'épuration de ces gaz.

En vue d'obtenir des données de base sur la chambre de combustion, deux modèles expérimentaux ont été construits à la Fuel Research Station, chacune des chambres pouvant brûler environ 500 livres anglaises de charbon par heure sous la pression atmosphérique.

Des chambres de combustion de mêmes dimensions, mais travaillant sous pression, pourraient brûler à peu près 2.000 livres anglaises de charbon, ce qui correspond à une turbine d'environ 2.000 H. P.

Une troisième chambre de combustion a été construite par la British Coal Utilisation Research Association pour la Fuel Research Station; cette chambre peut brûler 250 livres de charbon par heure sous la pression atmosphérique.

A. La chambre de combustion Vortex.

La chambre Vortex de la Fuel Research Station, représentée à la figure 5, est une chambre cylindrique peu profonde (12 à 18"), d'un diamètre intérieur de 5'5".

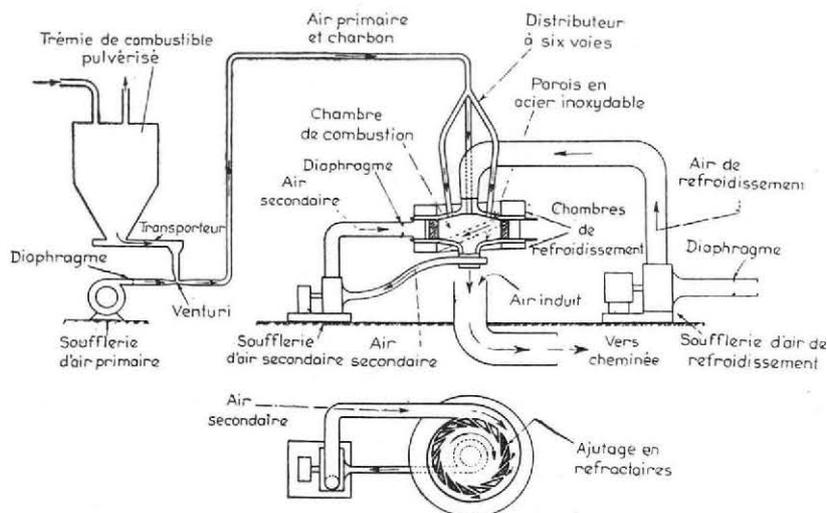


Fig. 5. — Chambre de combustion Vortex donnant le schéma général de l'installation.

caces que les machines thermiques habituelles.

Partant de ce nouveau point de vue, des recherches ont été commencées sur l'emploi du charbon pulvérisé comme combustible pour les turbines à gaz.

L'application de la combustion de charbon pulvérisé à la turbine à gaz à cycle ouvert implique la construction d'une chambre de combustion et de brûleurs devant travailler sous une pression d'environ 4 atm, ainsi que d'un appareillage auxiliaire comprenant une installation de pulvérisation et des appareils de chargement. Une bonne combustion étant obtenue, il est encore nécessaire de tenir

Elle est placée de façon telle que l'axe du cylindre soit vertical. Les parois du sommet et du fond sont construites en acier réfractaire F. D. P. et la paroi latérale est garnie de briques réfractaires. Le combustible pulvérisé est entraîné par l'air primaire dans la partie supérieure de la chambre; le courant primaire passe à travers six ajutages disposés suivant une circonférence dont le diamètre est approximativement égal aux $\frac{2}{3}$ de celui de la chambre.

Les ajutages d'amenée du courant primaire sont orientés de façon à produire un mouvement circulaire dans le sens des aiguilles d'une montre. La

majeure partie de l'air de combustion entre tangentielllement par seize ajutages longs et étroits, placés dans le revêtement réfractaire périphérique de la chambre (fig. 6). Les produits de la combustion s'évacuent par le bas à travers un petit orifice central dans une conduite qui les dirige vers la cheminée.

L'air entrant dans la chambre ainsi que les produits de la combustion décrivent ainsi un mouvement en spirale de la périphérie vers le centre.



Fig. 6. — Chambre de combustion Vortex. Revêtement réfractaire périphérique montrant des ajutages tangentiels.

Les particules de combustible sont ici soumises à deux forces opposées : la force centrifuge et une force en sens contraire due au freinage résultant de la viscosité du gaz. De cette façon, des particules de grandeur déterminée effectuent dans la chambre des mouvements circulaires dont le rayon est fonction de leurs dimensions et de leur densité. Comme les dimensions des particules de combustible diminuent à mesure que la combustion progresse, ces dernières se rapprochent du centre et finalement les cendres quittent la chambre avec le courant de gaz chauds.

Pendant ce processus, le courant gazeux et les particules sont animés de vitesses assez différentes de sorte que les grains de combustible subissent un balayage intense par l'air, et la combustion rapide s'en trouve favorisée.

Dans des essais antérieurs avec une chambre Vortex, des dégagements de chaleur de l'ordre de 500.000 B. TH. U. par pied cube d'espace de combustion ont été obtenus.

L'installation actuelle, comprenant une chambre de combustion de 3'3" de diamètre et 1'3" de profondeur, est conçue pour la combustion de 500 livres de charbon par heure.

Pour cela, des dispositifs de refroidissement ont été prévus. Les parois métalliques du sommet et du fond sont refroidies, par l'air, aux environs de 600° C.

Une partie de cet air chaud est utilisée comme air secondaire et est injectée dans la chambre à

travers les ajutages périphériques. Le reste est mélangé au courant principal du gaz brûlé quittant la chambre de combustion : on obtient ainsi un courant gazeux à une température d'environ 700° C; cette température des gaz est convenable pour l'entrée dans la turbine.

La construction de cette chambre Vortex est terminée et les principaux dispositifs sont représentés à la fig. 7. Les essais préliminaires sont en cours.

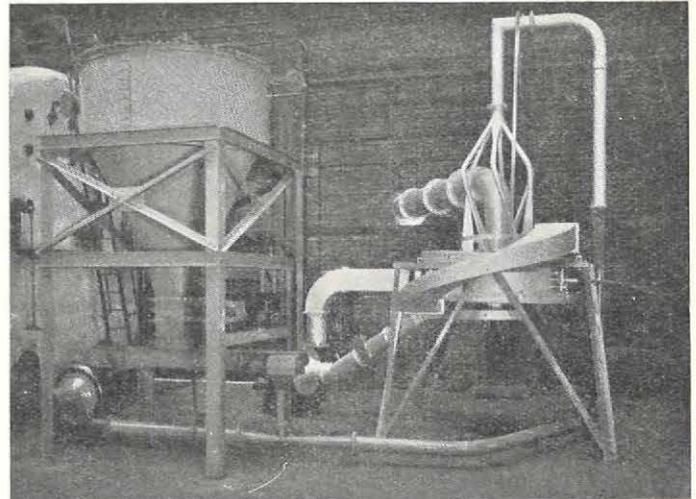


Fig. 7. — Chambre de combustion Vortex montrant le schéma général de l'installation.

B. La chambre de combustion à passage direct.

La seconde chambre de combustion expérimentée à la Fuel Research Station est représentée aux figures 8 et 9. Elle est constituée d'un cylindre vertical en briques, d'une hauteur de 6' et d'un diamètre extérieur de 2'3", et est munie, soit d'un brûleur F. R. S. « Grid » ou d'un brûleur F. R. S. « Multijet ». Ces deux modèles de brûleurs se trouvent dans le commerce et sont de plus en plus utilisés dans les chaudières du Lancashire.

Le brûleur est placé au sommet de la chambre et les produits de combustion passent par une large ouverture à la base de la chambre, dans un tuyau souterrain qui les conduit à la cheminée.

L'appareil est refroidi par l'air, celui-ci s'introduit dans la chambre à différentes hauteurs de façon à réduire la température finale des produits de combustion aux environs de 700° C.

Cette chambre, quoique de dimensions plus considérables, peut être prévue pour le fonctionnement sous pression et avec des dimensions conciliables avec l'utilisation dans les turbines à gaz.

L'expérience déjà acquise dans le maniement des brûleurs « Grid » et « Multijet » pourrait favoriser davantage la mise au point de ce modèle de chambre de combustion, d'autant plus que les transformations d'installations déjà existantes ne demanderaient que le remplacement du refroidissement à l'eau par le refroidissement à l'air.

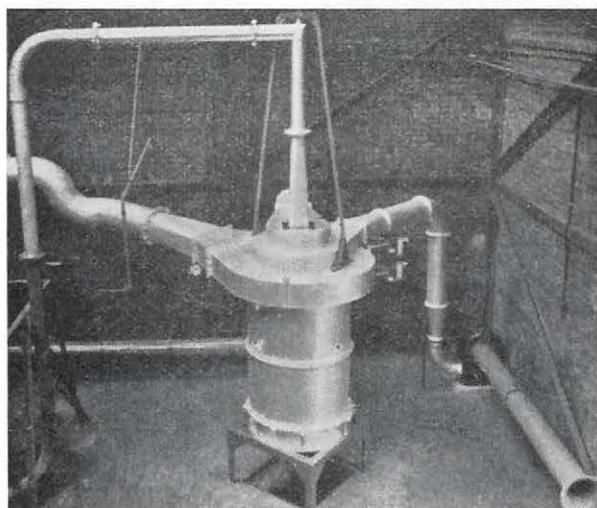
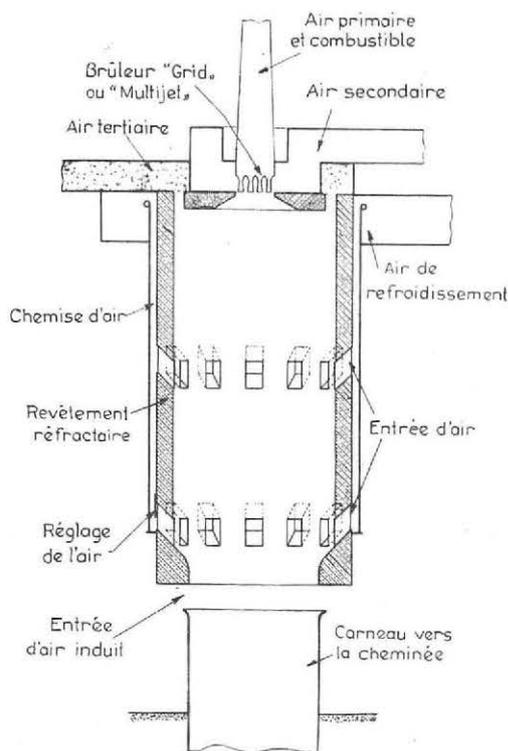


Fig. 8 et 9. — Chambre de combustion à passage direct.

Il est toutefois possible que, même si la combustion complète est acquise, on ne puisse éliminer tous les constituants nuisibles des produits de combustion sans refroidir le gaz à une température inférieure à la température d'utilisation dans la turbine.

Dans ce cas, il peut être nécessaire de procéder à une combustion en deux étapes en transformant le charbon en gaz combustible qui peut être refroidi et purifié avant la combustion.

C'est pourquoi on fait des essais sur la combustion du gaz de gazogène, en utilisant les brûleurs « Grid » et « Multijet », et on peut prévoir des dispositifs pour brûler le gaz dans la chambre de combustion à passage direct.

REFERENCES.

- (1) Wilkins, E. T. and Jolley, L. J. — « The catalytic production of methane ». - Proc. 11th. International Congress of Pure and Applied Chemistry, London, 1947 (In the Press).
- (2) Hall, C. C. and Smith, S. L. — « Hydrocarbon synthesis in the presence of cobalt catalysts at medium pressures ». - J. Int. Petrol. 1947, 55, 439.
- (3) et (4) Hall, C. C. — « Recent research on the Fischer-Tropsch synthesis ». - Paper presented to the 21st. Congress of Industrial Chemistry, Brussels, 1948. Indust. Chem., 1949, 25, 163.
- (5) Craxford, S. R. — « The Fischer-Tropsch synthesis with cobalt catalysts ». - J. Soc. Chem. Ind. 1946, 66, 440.
- (6) Craxford, S. R. — « The chemistry of the Fischer-Tropsch synthesis ». - Fuel, 1947, 26, 119.
- (7) Voir (5).
- (8) Dazeley, G. H. and Gall, D. — « Lubricating oils from Fischer-Tropsch olefins, using water-gas as raw material ». - Petroleum, 1946, 9, 208.
Dazeley, G. H., Gall, D. and Hall, C. C. — « The production of olefin polymer lubricating oils of satisfactory oxidation stability ». - J. Inst. Petrol 1948, 54, 647.
Dazeley, G. H. and Hall, C. C. — « The preparation of lubricating oils from hydrocarbon-synthesis products ». - Petroleum 1948, 11, 14, 41.
Dazeley, G. H. and Hall, C. C. — « Production of olefins by the cracking of Fischer-Tropsch waxes and their conversion into lubricating oils ». - Fuel 1948, 27, 50.
Dazeley, G. H. and Hall, C. C. — « The polymerization to lubricating oils of *n*-Heptene-1 and *n*-Pentadecene-1 ». - J. Soc. Chem. Ind., 1948, 67, 22.
- Gall, D. — « The production of lubricating oils from olefins produced in the Fischer-Tropsch synthesis ». - J. Soc. Chem. Ind. 1946, 65, 185.
- (9) Gall, D. and Hall, C. C. — « The production of fatty acids by the oxidation of Fischer-Tropsch waxes ». - Fuel 1948, 27, 155.
- (10) Hall, C. C. — « The Fischer-Tropsch process. - present and future ». - Inst. Fuel Bull., 1947, 97.
Hall, C. C. — « The operation and development of the Fischer-Tropsch and similar process in Germany ». - J. Inst. Fuel 1947, 20, 65; Chem. and Ind. 1947, 67.
Hall, C. C. — « The production of oil from coal by the Fischer-Tropsch process ». - 4th Stevens Memorial Lecture. J. Jun. Inst. Engrs 1947, 57, 509.
Hall, C. C. and Taylor, A. H. — « Chemical engineering aspects of the Fischer-Tropsch process ». - Trans. Inst. Chem. Engrs 1947, 25, 5.
- (11) « Report on the petroleum and synthetic oil industry of Germany ». - Ministry of Fuel and Power. London, H.M.S.O. 1947.
- (12) Hall, C. C. and Craxford, S. R. — « Additional information concerning the Fischer-Tropsch and its products ». - B.I.O.S. Final Report 1712, 7 pp.
- (13) Jolley, L. J. — « Heat transfer in beds of fluidized solids ». - Fuel 1949, 28, 114.