



Le Ministre des Affaires Economiques,

*Vu la loi du 24 mai 1854 sur les brevets d'invention;*

*Vu le procès-verbal dressé le 29 avril 1981 à 15 h. 05*  
*au Service de la Propriété Industrielle ;*

## ARRÊTE :

**Article 1.** — *Il est délivré à la Société Anonyme dite : ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ELECTRIQUES DE CHARLEROI (ACEC)*  
*54, Chaussée de Charleroi, Bruxelles*

*un brevet d'invention pour : Procédé d'hydrogénopyrolyse de matières pulvérulentes à haute teneur de carbone*

**Article 2.** — *Ce brevet lui est délivré sans examen préalable, à ses risques et périls, sans garantie soit de la réalité, de la nouveauté ou du mérite de l'invention, soit de l'exactitude de la description, et sans préjudice du droit des tiers.*

*Au présent arrêté demeurera joint un des doubles de la spécification de l'invention (mémoire descriptif et éventuellement dessins) signés par l'intéressé et déposés à l'appui de sa demande de brevet.*

Bruxelles, le 29 octobre 1981.

PAR DÉLÉGATION SPÉCIALE :

Le Directeur

L. SALPETEUR

39.20/1845

BREVET D'INVENTION

PROCÉDÉ D'HYDROGÉNOPYROLYSE DE MATIÈRES PULVÉRULENTES  
A HAUTE TENEUR DE CARBONE

(Inventeurs: ROALD BINGEN & YVES BECKO)

Société Anonyme dite  
ATÉLIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES  
DE CHARLEROI (ACEC)

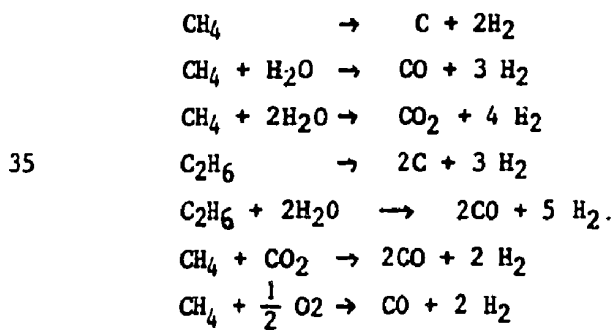
# PROCEDE D'HYDROGENOPYROLYSE DE MATIERES PULVERULENTS A HAUTE TENEUR DE CARBONE

Il est connu que l'hydrogénopyrolyse du charbon, des schistes bitumineux et du lignite permet de transformer en produits liquides (benzène par exemple) les matières volatiles contenues dans la matière pulvérulente injectée dans un réacteur sous pression d'hydrogène et de gazéifier partiellement le carbone en un gaz à haut pouvoir calorifique (le méthane par exemple). Une installation permettant de réaliser un tel procédé est notamment décrite dans:

- 10 R. CYPRES  
 "Hydrogénopyrolyse préalable du charbon brûlé dans les centrales électriques"  
 Fifth International Conference on Coal Research, September 1-5th, 1980, Düsseldorf, vol.II
- 15 R. CYPRES & S. FURFARI  
 "Pyrolyse de charbon à basse température sous pression d'hydrogène"  
 Communication présentée à la Table Ronde "Valorisation Chimique et Physique du Charbon", C.E.E., Bruxelles, 24-25 novembre 1980.

Il est aussi connu qu' l'intérêt économique d'un semblable procédé est fortement limité par l'importance des investissements et des technologies à mettre en oeuvre pour la production de l'hydrogène nécessaire car la teneur en hydrogène des combustibles carbonés traités est trop faible pour satisfaire les besoins du procédé et un apport d'hydrogène est toujours nécessaire.

- 25 Pour réaliser l'hydrogénopyrolyse de matières pulvérulentes, le procédé suivant la présente invention ne nécessite pas d'unité complémentaire de production d'hydrogène (comme c'était le cas précédemment); il est au contraire caractérisé en ce qu'on recycle partiellement ou totalement les gaz produits lors de l'hydrogénopyrolyse, et en ce qu'on enrichit à haute température ces gaz en hydrogène en faisant appel à des réactions de craquage et de décomposition des hydrocarbures telles que:



Ces gaz recyclés enrichis en hydrogène sont réinjectés dans la chambre de réaction dans laquelle s'effectue l'hydrogénopyrolyse.

Une autre caractéristique de l'invention consiste dans l'utilisation d'une torche à plasma pour chauffer les gaz partiellement ou totalement recyclés afin de provoquer la décomposition partielle ou totale des hydrocarbures contenus dans les gaz recyclés selon les réactions mentionnées ci-dessus ou des réactions analogues.

L'invention est décrite ci-dessous par rapport à un exemple d'une forme d'exécution du procédé d'hydrogénopyrolyse dans une installation représentée schématiquement sur l'unique figure du dessin annexé.

Sur l'unique figure du dessin, une chambre de réaction 1 est réalisée sous la forme connue d'un lit fluidisé, lit entraîné ou lit mixte (sputting bed) et alimentée sous haute pression (5 à 500 bars) en gaz chauds (leur température étant supérieure à 500°C) provenant d'une unité de chauffage 16 décrite ci-après et en charbon pulvérulent provenant d'une installation de broyage 18 alimentée en charbon par un conduit d'injection 19. Ce charbon pulvérulent peut avantageusement être préchauffé dans un réchauffeur d'entrée 15 qui peut aussi servir de silo d'alimentation. Il est ensuite mélangé intimement dans une chambre de mélange 14 aux gaz de réaction, qui doivent avoir une teneur significative en hydrogène. Ces gaz de réaction à haute pression et haute température proviennent du recyclage total ou partiel des gaz de sortie amenés par un conduit 13.

A la sortie de la chambre de réaction 1, un cyclone 2 ou tout autre moyen de séparation approprié extrait les résidus solides à haute teneur en carbone via un conduit 3, et via un autre conduit 4, les produits gazeux résultant de l'hydrogénopyrolyse. Le conduit 4 fait passer ces gaz successivement dans un condenseur 5 qui sépare par condensation les hydrocarbures lourds et des hydrocarbures plus légers tels que le benzène et les phénols, ensuite dans un condenseur 6 qui condense la vapeur d'eau et éventuellement dans une unité 7 de fixation d'anhydride carbonique, des produits sulfurés ou d'autres produits gazeux qu'on désire éliminer des gaz de sortie.

Avant de les recomprimer, il peut être avantageux de faire passer les gaz à recycler, composés notamment d'hydrocarbures légers (méthane principalement), d'oxyde de carbone et d'hydrogène, dans un dispositif 8 (tel par exemple qu'un séparateur à diffusion gazeuse permettant d'

enrichir le gaz de recyclage en hydrogène et d'évacuer le gaz appauvri d'hydrogène par un conduit de sortie 9. Il est évident que le débit du conduit 9 sortant de l'installation varie en fonction de la teneur en matières volatiles du charbon injecté.

- 5 Les gaz de recyclage, éventuellement enrichis en hydrogène à l'aide du dispositif 8 sont envoyés via un conduit 10 pour être comprimés par un compresseur 11. A la sortie de ce compresseur 11, en vue d'assurer sa circulation le gaz de recyclage est réparti au moyen d'une vanne de répartition, non représentée, entre une conduite 12 et une conduite 13.
- 10 La partie du gaz recyclé via la conduite 13 alimente la chambre de mélange 14. La conduite 12 amène l'autre partie du gaz recyclé à l'unité de chauffage 16 où a lieu le craquage.

Cette unité 16 peut être, dans une première variante, une torche à plasma dans laquelle l'énergie fournie par un arc électrique dissocie

15 le méthane en carbone et hydrogène.

Vu le caractère parfois peu réactif de ce carbone, il peut s'avérer intéressant de recycler, via un conduit 6' une partie de l'eau récoltée dans le condenseur 6, vers la torche à plasma pour obtenir de l'oxyde de carbone  $CO$  ( $CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3H_2$ ) et augmenter en même temps la production d'hydrogène. Cette même injection d'eau peut, en fonction des

20 conditions de travail (température, pression), transformer tout ou partie de  $CO$  en  $CO_2$  avec également production d'hydrogène.

On peut, par un conduit d'injection 17, aussi bien dans l'unité de chauffage 16 que dans le broyeur 18, ajouter des hydrocarbures de peu

25 de valeur comme les goudrons, les résidus de la distillation du pétrole, les huiles usées, qu'il s'agisse d'injection sous forme liquide, solide ou gazeuse.

Une autre variante de l'unité 16 productrice d'hydrogène peut être un dispositif de stockage continu ou discontinu de la chaleur, semblable

30 à un COWPER, dans lequel une partie des gaz de sortie est brûlée pour chauffer le solde de gaz recyclé à une température suffisante pour réaliser certaines des réactions décrites ci-avant.

Enfin, il peut s'avérer intéressant de combiner ces deux variantes, la torche à plasma étant alimentée par toute ou partie des gaz préchauffés

35 grâce au COWPER et ne faisant office que de réacteur chimique grâce à l'ionisation produite par l'arc électrique, la consommation de l'énergie électrique pouvant être ajustée par un choix judicieux de la chaleur de

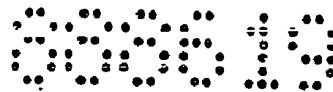
combustion dans le COMPER.

Il doit être clairement compris que le procédé de recyclage des gaz produits pour régénérer l'hydrogène nécessaire à l'hydrogènapyrolyse du charbon telle que décrit ici s'applique à d'autres combustibles carbonés tels que, outre le charbon, le lignite, les schistes bitumeux, les terres de terrils, etc.....

Il est certain que le recyclage de tout ou partie des gaz produits par l'hydrogènapyrolyse permet de minimiser la consommation spécifique d'énergie d'un semblable procédé; en effet, le processus ayant lieu pour des températures entre 500 et 1000°C, il est possible de préchauffer les gaz pendant le recyclage à travers des échangeurs schématiquement représentés suivant les interfaces gaz/solides (23), gaz/gaz (20,21) et gaz/chambre de réaction (24).

De plus, il est possible de regrouper l'ensemble des dispositifs et tuyauteries associés à la recirculation de gaz dans une enceinte soumise à une pression interne égale à la pression majeure des gaz de recirculation, facteur qui facilite grandement le dimensionnement de ces tuyauteries.

De même, il peut être avantageux de broyer le charbon ou tout autre combustible carboné décrit précédemment dans le broyeur 18 en injectant des hydrocarbures liquides de peu de valeur pour empêcher l'oxydation de la matière pulvérulente, ce qui pourrait être nuisible au bon fonctionnement du procédé et à la production d'hydrocarbure gazeux. En lieu et place des hydrocarbures liquides il est possible aussi d'injecter de l'eau.

REVENDICATIONS.

1. Procédé d'hydrogénopyrolyse à pression et température élevées dans une installation comprenant un dispositif d'injection de matières pulvé-  
rulentes (15) une chambre de mélange (14) une chambre de réaction  
5 (1), un dispositif de séparation des produits solides des produits gazeux (2) et un ou plusieurs dispositifs de condensation et/ou d'élimination de composants gazeux (5,6,7),

caractérisé en ce que la matière pulvérulente est un matériau à  
haute teneur en carbone et en ce que les hydrocarbures légers produits  
10 lors de l'hydrogénopyrolyse sont partiellement ou totalement recyclés pour être soumis à un craquage thermique afin de produire l'hydrogène nécessaire à injecter dans la chambre de réaction (1).

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que des gaz oxydants sont injectés dans la chambre (16) où a lieu le craquage  
15 thermique.

3. Procédé suivant la revendication 2, caractérisé en ce que les gaz oxydants comprennent de la vapeur d'eau et/ou de l'anhydride carbonique.

4. Procédé suivant une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'une partie des gaz recyclés est brûlée pour chauf-  
20 fer les matières solides et/ou les gaz à injecter dans la chambre (16) où a lieu le craquage thermique.

5. Procédé suivant une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on injecte dans la chambre (16) où a lieu le  
25 craquage et/ou dans la chambre de préchauffage (18,15) des goudrons et/ou des résidus de distillation de pétrole et/ou des huiles usées.

6. Installation pour exécuter le procédé suivant une des revendications précédentes, caractérisée en ce que la chambre (16) où a lieu le  
craquage est la chambre d'une torche à plasma, c'est-à-dire d'un dispo-  
30 sitif assurant l'échauffement d'un ou de plusieurs fluides par transfert de calories à partir d'un arc électrique créé dans ce ou ces fluides.

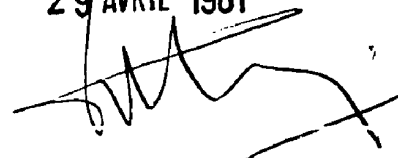
7. Installation pour exécuter le procédé suivant une des revendications 1 à 5, caractérisée en ce qu'une partie des gaz de sortie  
35 est brûlée pour fournir à travers un échangeur discontinu ou continu les calories nécessaires au craquage thermique des gaz recyclés dans la chambre (16) où a lieu le craquage.

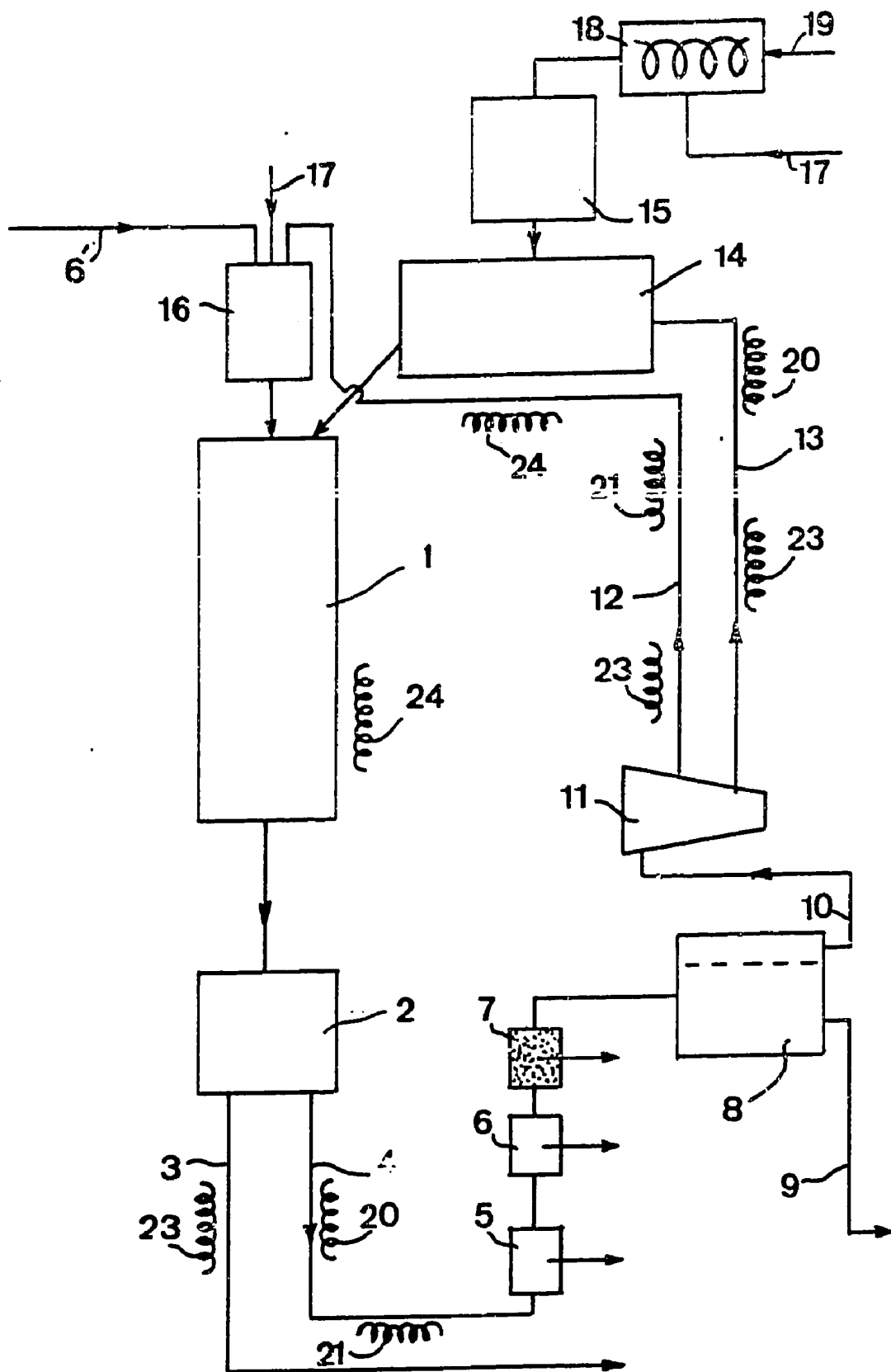
8. Installation suivant une quelconque des revendications 6 ou 7, caractérisée en ce qu'on envoie une partie des gaz recyclés dans la chambre de mélange (14) tandis que l'autre partie est envoyée dans la chambre (16) où a lieu le craquage.
- 5 9. Installation suivant une quelconque des revendications 6 à 8, caractérisée en ce que les gaz recyclés sont enrichis en hydrogène grâce à une installation de séparation par diffusion gazeuse.
- 10) Installation suivant une quelconque des revendications 6 à 9, caractérisée en ce que dans l'installation de broyage (18) des matières pulvérulentes on introduit de l'eau et/ou des hydrocarbures liquides pendant la pulvérisation.

ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ELECTRIQUES  
DE CHARLEROI (ACEC)

Société Anonyme

29 AVRIL 1981





ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ELECTRIQUES  
DE CHARLEROI (ACEC)

Société Anonyme

29 AVRIL 1981

*[Signature]*