

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

11) N° de publication : **2 900 933**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

21) N° d'enregistrement national : **06 04322**

51) Int Cl<sup>8</sup> : C 10 G 1/10 (2006.01), C 08 J 11/14

12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 11.05.06.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 16.11.07 Bulletin 07/46.

56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71) Demandeur(s) : *DISPONS JEAN* — FR.

72) Inventeur(s) : *DISPONS JEAN.*

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) :

54) **PROCEDE DE CRAQUAGE THERMIQUE EN CONTINU DE DECHETS DE POLYIOLEFINES EN VUE DE LA PRODUCTION D'HYDROCARBURES.**

57) Procédé de craquage thermique en continu de déchets de polyoléfinés en vue de la production d'hydrocarbures.

Il est connu que l'on peut obtenir le craquage thermique en continu de déchets de polyoléfinés par l'action, en l'absence d'air, de la seule chaleur de la vapeur d'eau surchauffée au-delà de 300° C sans aucun autre apport de chaleur.

Une première amélioration revendiquée par le présent procédé consiste à utiliser de la vapeur d'eau surchauffée sous pression et l'envoyer sur les déchets à traiter par des tuyères calibrées sous forme de jets dont la force creuse les déchets et en expulse les produits de craquage formés. L'avantage de cette technique est de multiplier la surface de craquage et sa rapidité.

La deuxième amélioration porte sur l'expulsion de l'air contenu dans les déchets lequel est nuisible aux bonnes conditions du craquage. Le procédé consiste à éliminer avant le craquage l'air des déchets en les balayant par un flux de vapeur surchauffée avant de les envoyer dans la chambre de craquage.

FR 2 900 933 - A1



La présente invention concerne un nouveau procédé de craquage thermique en continu de déchets de polyéthylène ou autres polyoléfines, en vue de la production d'hydrocarbures, dérivé d'un procédé décrit dans le brevet français N° 02 02737, lequel revendique en particulier l'action de la seule chaleur de la vapeur d'eau surchauffée au-delà de 400° C sans aucun autre apport de chaleur pour obtenir le craquage thermique.

Le procédé décrit dans le brevet français N° 02 02737, reprend une méthode d'alimentation en déchets décrite dans un brevet antérieur, laquelle consiste à pousser dans un tube ces déchets de polyoléfines à l'aide d'un dispositif quelconque connu, tel un piston par exemple, de façon à les comprimer dans ce tube avant de les faire déboucher en continu dans une cage grillagée où ils demeurent confinés. Cette cage grillagée est elle-même enfermée dans une enceinte close à l'abri de l'air où les déchets sont soumis à une pyrolyse provoquant leur craquage thermique.

Les déchets étant ainsi poussés en continu dans la cage grillagée au sein de l'enceinte close au fur et à mesure de leur disparition consécutive à leur craquage, le procédé précité consiste à les soumettre, à l'intérieur de l'enceinte close et à l'abri de l'oxygène de l'air, à la chaleur directe de vapeur d'eau surchauffée au-delà de 400°C pour obtenir leur craquage. Il est encore précisé dans le brevet précité qu'une partie des hydrocarbures produits au cours du craquage était utilisée pour obtenir la vapeur surchauffée nécessaire pour ce craquage.

La présente invention, qui est un perfectionnement du procédé décrit dans le brevet N° 02 02737, reprend tous les éléments de ce procédé rappelés dans les paragraphes ci-dessus, mais apporte certaines améliorations destinées à accroître considérablement l'efficacité du craquage à la vapeur d'eau surchauffée.

Dans la description du procédé revendiqué dans le brevet N° 02 02737, il est indiqué sans autre précision d'une part qu'il suffit que soient prévues une ou plusieurs arrivées de vapeur placées de façon à balayer efficacement les déchets emprisonnés dans leur grille et d'autre part qu'ils sont soumis, à l'intérieur de l'enceinte close où se trouve la grille et à l'abri de l'oxygène de l'air, à la chaleur directe de vapeur d'eau surchauffée au-delà de 400°C pour obtenir leur craquage sans préciser la méthode utilisée pour obtenir cette absence d'oxygène dans les déchets traités.

Les améliorations proposées par la présente invention sont destinées à préciser les techniques appropriées pour obtenir d'une part une meilleure efficacité de l'usage de la vapeur surchauffée et d'autre part la suppression de l'air contenu dans les déchets. Ces deux améliorations qui sont indépendantes vont être exposées successivement.

En premier lieu, la présente invention précise la manière dont doit être réalisée l'installation de l'arrivée de vapeur surchauffée de façon à associer en synergie simultanément l'action mécanique d'un jet de vapeur d'eau surchauffée à plus de 300°C et son énergie thermique pour provoquer, sous l'influence de la  
5 chaleur et de la force du jet de vapeur, la formation de cratères dans la masse des déchets de polyoléfines, tout en évacuant de ces cavités, au fur et à mesure de leur formation, les produits de craquage obtenus.

Aux températures convenant au craquage, la quantité horaire de déchets pyrolysés est proportionnelle à la quantité de chaleur qu'ils peuvent absorber.  
10 laquelle est elle-même proportionnelle, selon la formule bien connue de Fourier, à l'aire de la surface de contact entre le fluide chaud et la substance à chauffer.

Or l'expérience montre que l'aire de contact entre les déchets et la vapeur peut être multipliée par un facteur pouvant dépasser 3 lorsque cette vapeur est projetée sur les déchets de telle façon qu'elle y creuse des cavités grossièrement  
15 coniques sous l'influence de sa température et de la force du jet.

Dans le cas de l'invention décrite dans le brevet français N° 02 02737 dont nous proposons une amélioration, l'aire où s'effectue la pyrolyse est délimitée par la surface d'une grille retenant les déchets dans ses mailles. Le perfectionnement que nous revendiquons revient ainsi à multiplier par un facteur pouvant dépasser 3  
20 la capacité de craquage d'une surface donnée de grille.

Ce résultat sera obtenu en faisant arriver avec une pression suffisante la vapeur surchauffée par des tuyères calibrées dont les jets attaqueront directement les déchets situés aussi près que possible de l'orifice des tuyères.

Pour obtenir l'effet revendiqué dans la présente invention, il suffit que la  
25 pression de la vapeur surchauffée utilisée, à la température choisie pour le craquage, soit telle qu'à la sortie des tuyères calibrées, la force du jet soit suffisante pour creuser les déchets en cours de fusion et de pyrolyse en expulsant les produits de craquage hors de la cavité ainsi formée.

Or la force du jet de vapeur dépend de la vitesse de la vapeur à la sortie des  
30 tuyères. La vitesse, quant à elle, dépend, conformément aux lois de la dynamique des gaz, d'une part de la différence de pression entre le conduit d'arrivée de vapeur et la pression régnant dans l'enceinte où sont confinés les déchets et d'autre part du calibre et de la forme de la tuyère. Cette vitesse peut varier de quelques mètres par seconde à plusieurs centaines de mètres par seconde. Comme le débit de vapeur est  
35 lié à sa vitesse, le choix de cette dernière dépend aussi de la quantité horaire de déchets à traiter sans que cela sorte du cadre de la présente invention.

D'autre part, les paramètres de la pyrolyse constituant le craquage thermique dépendent de l'objectif à atteindre. La température de la vapeur surchauffée peut

varier de 300° C à plus de 800° C et sa pression, qui est celle de la chaudière d'où elle provient, peut aller jusqu'à sa pression critique dans le respect de la résistance du matériel utilisé. Cette pression peut donc être choisie à volonté dans de larges limites. On peut alors, par un choix convenable des température et pression de la  
5 vapeur surchauffée, obtenir, en opérant selon la présente invention, des produits de craquage aussi bien majoritairement liquides qu'entièrement gazeux à l'ambiance (c'est-à-dire C<sub>4</sub> au plus) en une seule opération de craquage.

Quant aux tuyères permettant la sortie de la vapeur sous forme de jets, leur forme peut être quelconque, du simple orifice calibré percé dans le ou les conduits  
10 d'arrivée de vapeur, à la tuyère cylindrique ou cylindro-conique convergente de calibre fixe ou réglable branchée sur ces conduits. Leur calibre doit seulement être réglé pour obtenir, selon les lois bien connues de la dynamique des gaz et les techniques classiques qui en découlent, la vitesse et le débit de vapeur désirés.

Les déchets de plastiques étant retenus par une grille au cours de leur  
15 craquage par les jets de vapeur, la présente invention peut s'appliquer quels que soient le nombre des tuyères utilisées et leur disposition relative entre elles et par rapport à la grille de confinement, à la seule condition que la grille ne fasse pas obstacle au passage de la vapeur. En définitive, c'est la configuration des mailles de la grille retenant les déchets qui commandera leur disposition pratique.

20 Les produits du craquage peuvent être recueillis par tous les moyens classiques connus de la technique sans sortir du cadre de la présente invention.

En ce qui concerne la suppression de l'air contenu dans les déchets., observons que les déchets de polyoléfines se présentent sous la forme d'ouvrages  
25 ou fragments d'ouvrages qui sont, selon le brevet N° 02 02737 dont nous avons repris les éléments, introduits de force en continu par un piston dans un conduit où ils sont comprimés afin d'être poussés dans l'enceinte grillagée où ils subissent le craquage et restent confinés jusqu'à leur disparition par pyrolyse.

Malgré la compression il reste de l'air entre les fragments de déchets, mais  
30 cette quantité d'air est très faible lorsque les déchets sont très souples et très compressibles comme lorsqu'il s'agit d'emballages à parois minces par exemple, mais ce n'est plus le cas si les déchets sont rigides (déchets épais en polypropylène tels que pare-chocs de voitures ou carcasses d'appareils divers par exemple).

L'air interstitiel présent dans les déchets est nuisible s'il est en trop grande  
35 quantité car il est générateur de goudrons et de coke.

Selon la présente invention, pour pallier à la présence d'air dans le cas où on traite des déchets de ce type, la trémie, qui reçoit les déchets afin qu'ils puissent être repris par le piston qui les compresse vers le lieu du craquage, doit être munie

à sa partie basse d'arrivées de vapeur alimentées par de la vapeur d'eau à faible pression mais de préférence suffisamment surchauffée pour qu'elle se condense le moins possible en balayant les déchets.

5 L'inondation des déchets par ce flux de vapeur a pour effet principal de chasser vers l'extérieur l'air présent entre les déchets au fur et à mesure de leur introduction dans la trémie et pour effet secondaire de les réchauffer, ce qui favorise leur assouplissement avant compression par le piston ainsi que leur pyrolyse ultérieure.

10 Suivant la présente invention, pour que le flux de vapeur puisse chasser l'air introduit avec les déchets, son débit doit être au moins du même ordre (ou plus élevé) que le volume horaire des déchets envoyés dans la trémie.

15 Le maintien théorique d'un débit de vapeur d'un volume horaire au moins égal à celui des déchets introduits en vrac dans la trémie implique la connaissance de plusieurs paramètres variables selon les conditions de travail, températures et chaleurs massiques respectives de la vapeur et des déchets entre autres, il ne peut donc être question de préciser de manière fixe et définitive le débit de vapeur à envoyer dans les déchets.

20 Toutefois, il est toujours possible de connaître la température de la vapeur ressortant des déchets après les avoir balayés en plaçant sur son passage des capteurs de température usuels. Or, dans des conditions normales de pression, ces capteurs doivent indiquer au moins 100°C si c'est de la vapeur pure exempte d'air qui ressort des déchets. Dès lors, il suffit, en utilisant des techniques classiques connues, d'asservir les vannes d'arrivées de vapeur aux capteurs installés pour obtenir automatiquement le débit de vapeur souhaité.

25 À titre d'exemple non limitatif, le schéma unique annexé illustrera l'action de tuyères alimentées par de la vapeur surchauffée à 600°C sous une pression de 3 bars sur des déchets compressés de polyéthylène confinés par une grille.

30 Nous avons fait déboucher dans une chambre parallélépipédique (1) (vue en coupe sur sa petite face sur le dessin) de 150 mm de haut, 200 mm de long et 100 mm de large un conduit (2) de vapeur tubulaire de 20 mm de diamètre et 100 mm de long fermé à son extrémité. Sur ce conduit qui traversait la chambre dans sa largeur nous avons branché verticalement à 60 mm l'une de l'autre 2 tuyères (3) convergentes de diamètre de sortie vapeur de 0,8 mm et de longueur 10 mm.

35 D'autre part, nous avons placé dans la chambre de craquage décrite ci-dessus une boîte cubique (4) de 100 mm d'arête fermée à sa partie supérieure par une grille (5) en acier inox et remplie de fragments de films en polyéthylène

compressés dans la boîte mais empêchés d'en sortir par la grille dont les mailles forment des carrés d'environ 30 mm de côté.

5 La chambre de craquage a 200 mm de long afin de ménager à la boîte contenant les déchets un emplacement qui la met à l'abri des jets de vapeur avant le départ de l'essai. Au moment choisi, une tige de poussée coulissante permet d'amener à volonté la boîte contenant les déchets sous les tuyères. Cette phase de l'opération n'est pas illustrée dans le schéma annexé qui montre seulement la boîte de déchets dans la position où les jets de vapeur peuvent atteindre les déchets.

10 La chambre de craquage est close et calorifugée mais est munie d'un tube de sortie (non représenté sur le dessin) permettant d'éviter les surpressions et de recueillir les vapeurs non condensées dans la chambre. D'autre part, pour pouvoir observer le déroulement des essais, sa face supérieure est en verre résistant à la chaleur et préchauffé avant l'essai pour éviter les condensations qui gêneraient les observations.

15 Dans le schéma annexé, la boîte est placée dans la chambre sous les tuyères de telle sorte que les centres des mailles de la grille soient à moins de 10 mm des sorties des tuyères.

20 Les tuyères et la conduite de vapeur surchauffée étant préalablement préchauffées, de la vapeur surchauffée à 600°C sous 3 bars est envoyée dans le conduit. Cette vapeur sort des tuyères à grande vitesse et creuse presque instantanément des cratères dans la matière plastique compressée. Ces cratères ont une forme approximativement conique et en quelques secondes leurs bords se sont rejoints.

25 L'essai a été interrompu après 12 secondes alors que la vapeur avait creusé deux cavités grossièrement coniques de 100 mm de profondeur et atteint le fond de la boîte. Presque tout le polyéthylène atteint par la vapeur surchauffée avait été lui-même vaporisé et seule une faible partie formait une couche mince fondue recouvrant les bords des deux cavités à bords adjacents.

30

35

## REVENDEICATIONS

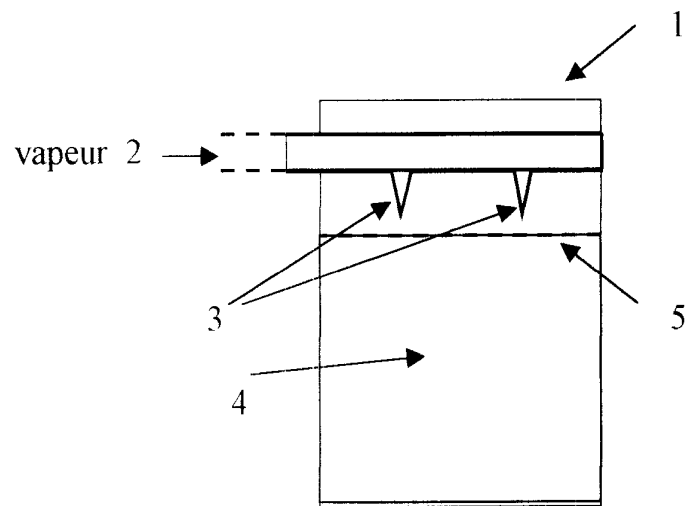
5 (1) Procédé de craquage thermique en continu de déchets de polyoléfinés, en vue de la production d'hydrocarbures, caractérisé par le fait que le craquage thermique de ces déchets est provoqué à l'abri de l'air par la seule action de jets de vapeur d'eau sous pression surchauffée à plus de 300°C, projetée directement sur les déchets par des tuyères calibrées.

10 (2) Procédé selon les revendications (1) caractérisé par le fait qu'aux températures convenant au craquage des déchets de polyoléfinés la pression de la vapeur surchauffée est telle que la force du jet de cette vapeur sortant des tuyères calibrées est suffisante pour creuser des cavités dans la masse des déchets de polyoléfinés et pour expulser de ces cavités à mesure de leur formation les produits  
15 de craquage formés.

(3) Procédé selon les revendications (1) et (2) caractérisé par le fait que les tuyères utilisées peuvent être en nombre et dispositions relatives quelconques et avoir une forme et un calibre quelconques à condition de pouvoir assurer la force  
20 du jet de vapeur surchauffée sous pression exigée par la revendication (2).

(4) Procédé de craquage thermique en continu de déchets de polyoléfinés, en vue de la production d'hydrocarbures, caractérisé par le fait que les déchets de polyoléfinés destinés au craquage doivent être balayés par un flux continu de  
25 vapeur d'eau surchauffée pour expulser l'air qu'ils contiennent avant d'être comprimés par le dispositif prévu pour les envoyer vers le lieu du craquage.

(5) Procédé selon la revendication (4) caractérisé par le fait que le débit du flux de vapeur d'eau surchauffée doit être au moins égal au volume horaire des  
30 déchets devant être traités.





**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE PARTIEL**

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

voir FEUILLE(S) SUPPLÉMENTAIRE(S)

N° d'enregistrement  
national

FA 679817  
FR 0604322

| DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS   |   | Revendications concernées  | Classement attribué à l'invention par l'INPI |
|---|---|--|--|
| Catégorie   | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes   |  |  |
| X   | GB 1 507 138 A (SANYO ELECTRIC CO)<br>12 avril 1978 (1978-04-12)<br>* page 1, ligne 9 - ligne 16;<br>revendications 1,2; figure 2 *<br>-----                | 1-3  |  |
| X   | EP 0 684 116 A1 (SCIENCE TECHNICAL AND PRODUCT [BY])<br>29 novembre 1995 (1995-11-29)<br>* revendications 1,2; figure 1 *<br>-----                          | 1-3  |  |
| X   | EP 0 712 886 A1 (SCIENCE TECHNICAL AND PRODUCT [BY]; SMALL STATE ENTERPRISE ECORES [BY]) 22 mai 1996 (1996-05-22)<br>* revendication 1; figure 1 *<br>----- | 1-3  |  |
| D,X   | FR 2 836 685 A1 (DISPONS JEAN [FR])<br>5 septembre 2003 (2003-09-05)<br>* revendication 1; figure 1 *<br>-----  | 1-3  |  |
|   |   |  | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)         |
|   |   |  | C10G   |
|   |   | Date d'achèvement de la recherche  | Examineur                                    |
|   |   | 12 janvier 2007  | Deurinck, Patricia                           |
| CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITES   |   | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>.....<br>& : membre de la même famille, document correspondant |  |
| X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |   |  |  |

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0604322 FA 679817**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 12-01-2007

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|---|------------------------|---|------------------------|
| GB 1507138      A                               | 12-04-1978             | DE      2646729 A1                      | 28-04-1977             |
|   |                        | JP      987368 C                        | 21-02-1980             |
|   |                        | JP      52049668 A                      | 20-04-1977             |
|   |                        | JP      54023002 B                      | 10-08-1979             |
| -----   |                        |   |                        |
| EP 0684116      A1                              | 29-11-1995             | WO      9515840 A1                      | 15-06-1995             |
|   |                        | DE      684116 T1                       | 29-08-1996             |
|   |                        | US      5780518 A                       | 14-07-1998             |
| -----   |                        |   |                        |
| EP 0712886      A1                              | 22-05-1996             | WO      9526127 A2                      | 05-10-1995             |
|   |                        | DE      712886 T1                       | 07-11-1996             |
|   |                        | US      5771821 A                       | 30-06-1998             |
| -----   |                        |   |                        |
| FR 2836685      A1                              | 05-09-2003             | AUCUN                                   |                        |
| -----   |                        |   |                        |

**ABSENCE D'UNITÉ D'INVENTION**  
**FEUILLE SUPPLÉMENTAIRE B**

Numéro de la demande

FA 679817  
FR 0604322

La division de la recherche estime que la présente demande de brevet ne satisfait pas à l'exigence relative à l'unité d'invention et concerne plusieurs inventions ou pluralités d'inventions, à savoir :

## 1. revendications: 1-3

un procédé amélioré de craquage thermique en continu de déchets de polyoléfines

---

## 2. revendications: 4,5

un autre procédé amélioré de craquage thermique en continu de déchets de polyoléfines

---

La première invention a été recherchée.

La présente demande ne satisfait pas aux dispositions de l'article L.612-4 du CPI car elle concerne une pluralité d'inventions qui ne sont pas liées entre elles en formant un seul concept inventif général.

Spécification des raisons pour lesquelles la demande nationale FA679817 n'observe pas l'exigence d'unité de l'invention.

Le critère d'unité de l'invention ne doit tout d'abord être appliqué qu'aux revendications indépendantes 1 et 4.

L'unité d'invention suppose entre les inventions revendiquées une relation technique portant sur un ou plusieurs "éléments techniques particuliers" (nouveaux et inventifs).

A) L'"élément technique" identique ou correspondant, est le craquage thermique en continu de déchets de polyoléfines en vue de la production d'hydrocarbures.

Ce élément technique est connu de l'état de la technique (voir D1 (FR 2 836 685): revendication 1).

B) Le problème à résoudre dans la demande est un procédé de craquage thermique amélioré. Ce problème est connu de l'état de la technique et ne peut pas contribuer au concept inventif général.

Les groupes d'inventions suivants ont été identifiés dans la demande de brevet:

I: Revendications 1-3;

II: Revendications 4 et 5.

C) Les groupes d'inventions ne sont pas liés entre eux de sorte à ne former qu'un seul concept inventif général parce qu'il n'y a pas d'éléments techniques particuliers (nouveaux et inventifs) identiques ou correspondants reliant les groupes d'inventions (voir ci-dessus). Ces groupes d'inventions n'observent donc pas l'exigence d'unité d'invention.