



## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIEE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS (PCT)

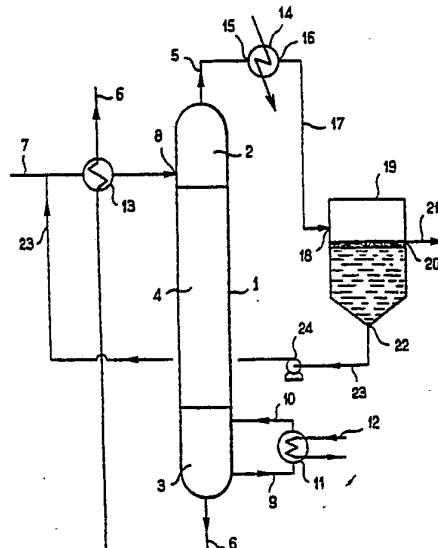
(51) Classification internationale des brevets <sup>5</sup> :  B01D 3/38		A1	(11) Numéro de publication internationale: <b>WO 93/16779</b>  (43) Date de publication internationale: 2 septembre 1993 (02.09.93)
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR93/00193	(74) Mandataire: BOILLOT, Marc; Elf Aquitaine Production, Dépt. Propriété Industrielle, Tour Elf, F-92078 Paris-La Défense Cédex 45 (FR).		
(22) Date de dépôt international: 26 février 1993 (26.02.93)	(81) Etats désignés: GB, NL, NO.		
(30) Données relatives à la priorité: 92/02297 27 février 1992 (27.02.92) FR	Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale.</i>		

(71) Déposant: ELF AQUITAINE PRODUCTION [FR/FR]; Tour Elf - 2, place de la Coupole, La Défense 6, F-92400 Courbevoie (FR).

(72) Inventeurs: BLANC, Claude ; 24, rue de Bagnères, F-64000 Pau (FR). OLIVEAU, Olivier ; Allée des Près, F-64230 Lescar (FR). PEYTAVY, Jean-Louis ; 11, rue des Chanterelles, F-64230 Lescar (FR). VENDE, Bernard ; 5 bis, rue Carrère, F-64000 Pau (FR).

(54) Title: PROCESS AND DEVICE FOR THE REMOVAL OF THE DISSOLVED AND/OR EMULSIFIED HYDROCARBONS CONTAINED IN WASTE WATER BY STEAM STRIPPING

(54) Titre: PROCEDE ET DISPOSITIF D'ELIMINATION DES HYDROCARBURES CONTENUS A L'ETAT DISSOUS ET/OU EMULSIONNE DANS UNE EAU RESIDUAIRE PAR STRIPAGE A LA VAPEUR D'EAU



## (57) Abstract

A stream of water to be treated is conveyed (7, 8) to the upper part (2) of a stripping column and then flows to the lower part (3) by crossing an intermediate part (4) of said column comprising from 2 to 20 gas/liquid contact theoretical stages. Steam generated by reboiling (11) flows to the top of the column counter to the water stream to be treated and strips the hydrocarbons contained therein. At the head of the column a steam/hydrocarbon gaseous phase (5), which is condensed to form a liquid phase of a temperature equal to or below 30 °C, is discharged. The condensed phase is separated into an upper carbon-containing phase and a lower aqueous phase in a separator (19), the aqueous phase being preferably recycled into the stream of water to be treated. A purified water stream (6) is extracted from the bottom of the column. A particular water to be treated is oil and gas production/generated with water.

**(57) Abrégé** Un courant d'eau à traiter est amené (7, 8) dans la partie supérieure (2) d'une colonne de stripage et s'écoule vers sa partie inférieure (3) en traversant une partie intermédiaire (4) de ladite colonne comportant 2 à 20 étages théoriques de contact gaz/liquide. De la vapeur d'eau générée par rebouillage (11) circule vers le haut de la colonne à contre-courant du courant d'eau à traiter et stripe les hydrocarbures qu'il contient. En tête de la colonne, on évacue une phase gazeuse vapeur d'eau/hydrocarbures (5), qui est condensée pour former une phase liquide ayant une température égale ou inférieure à 30 °C. Cette phase condensée est séparée en une phase hydrocarbonée supérieure et une phase aqueuse inférieure dans un séparateur (19), la phase aqueuse étant, de préférence, recyclée dans le courant d'eau à traiter. Au fond de la colonne, on soutire un courant d'eau purifiée (6). L'eau à traiter est en particulier une eau résiduaire générée en production pétrolière et gazière.

#### ***UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION***

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Autriche	FR	France	MR	Mauritanie
AU	Australie	GA	Gabon	MW	Malawi
BB	Barbade	GB	Royaume-Uni	NL	Pays-Bas
BE	Belgique	GN	Guinée	NO	Norvège
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	NZ	Nouvelle-Zélande
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	PL	Pologne
BJ	Bénin	IE	Irlande	PT	Portugal
BR	Brésil	IT	Italie	RO	Roumanie
CA	Canada	JP	Japon	RU	Fédération de Russie
CF	République Centrafricaine	KP	République populaire démocratique de Corée	SD	Soudan
CG	Congo	KR	République de Corée	SE	Suède
CH	Suisse	KZ	Kazakhstan	SK	République slovaque
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	SN	Sénégal
CM	Cameroun	LK	Sri Lanka	SU	Union soviétique
CS	Tchécoslovaquie	LU	Luxembourg	TD	Tchad
CZ	République tchèque	MC	Monaco	TG	Togo
DE	Allemagne	MG	Madagascar	UA	Ukraine
DK	Danemark	ML	Mali	US	Etats-Unis d'Amérique
ES	Espagne	MN	Mongolie	VN	Viet Nam
FI	Finlande				

Procédé et dispositif d'élimination des hydrocarbures contenus à l'état dissous et/ou émulsionné dans une eau résiduaire par stripage à la vapeur d'eau.

5 L'invention a trait à un procédé et à un dispositif d'élimination des hydrocarbures contenus, à l'état dissous et/ou à l'état de suspension du type émulsion ou non, dans des eaux et notamment dans des eaux résiduaires comme les eaux de production des champs d'hydrocarbures, par stripage  
10 à la vapeur d'eau.

Comme la plupart des industries, la production pétrolière et gazière est génératrice d'eaux résiduaires susceptibles de contenir des hydrocarbures qu'il est nécessaire d'éliminer dans un contexte réglementaire. Les  
15 plates-formes de traitement génèrent également des eaux de procédé et des eaux pluviales dont il faut se défaire et qui peuvent contenir des hydrocarbures.

Le rejet de telles eaux résiduaires, qui peut être réalisé en surface dans le milieu naturel ou en fond dans  
20 des puits de rejet ou dans le cadre de réinjection pour maintien de pression, ne peut se faire qu'après traitement de ces eaux résiduaires dans des installations permettant de délivrer des eaux résiduaires purifiées conformes à la réglementation sur les rejets.

25 Dans les eaux résiduaires polluées par les hydrocarbures, que l'on rencontre en production pétrolière ou gazière, les hydrocarbures peuvent être présents en suspension à l'état libre ou faiblement émulsionnés, cas des eaux pluviales, ou à l'état d'émulsions, cas des eaux de  
30 production ou de procédé, ou/et se trouver à l'état dissous. L'émulsification des hydrocarbures dans les eaux résiduaires peut avoir une origine mécanique, liée aux accidents de conduites, duses, pompes qui créent des émulsions plus ou moins fines en fonction des caractéristiques des  
35 hydrocarbures et de l'énergie transférée aux fluides, ou une origine chimique liée à la présence de produits tensioactifs, par exemple inhibiteurs de corrosion, bactéricides, désémulsifiants ou autres, qui créent des

émulsions plus fines et plus stables par polarisation des interfaces entre la goutte d'hydrocarbure et le milieu aqueux. Quant aux hydrocarbures présents à l'état dissous, leur solubilité est fonction de la nature des hydrocarbures,  
5 de la température et de la pression du milieu.

Les techniques d'élimination des hydrocarbures en suspension dans les eaux, ou techniques de déshuileage, se fondent, en général, sur les principes de séparation gravitaire et notamment sur l'accroissement de la vitesse de  
10 décantation des gouttes d'hydrocarbures pour qu'elles soient éliminées le plus rapidement possible.

Les techniques gravitaires de déshuileage d'eau les plus couramment utilisées sont choisies parmi les suivantes:

- . technique de centrifugation et technique de cyclonage, qui sont des séparations par forces centrifuges ayant un caractère dynamique pour la centrifugation et un caractère statique pour le cyclonage (hydrocyclone) ;
- . technique de flottation, qui consiste à disperser des microbulles d'air ou autre gaz dans le milieu liquide de façon à générer des turbulences qui font se rencontrer les particules d'hydrocarbures entre elles, ces effets étant accrus par l'utilisation d'additifs de flottation, qui sont nécessaires pour déstabiliser les émulsions chimiques ;
- . technique de coagulation/flocculation, qui consiste à rassembler les particules en suspension, pour les faire décanter, par l'intermédiaire d'additifs solides lourds, minéraux du type hydroxydes ou chaux ; et
- . technique de coalescence, qui consiste à faire fusionner des gouttes de petit diamètre pour en générer de plus grosses souvent par l'intermédiaire d'un matériau fibreux ou granulaire.

Les techniques gravitaires de déshuileage d'eaux polluées par des hydrocarbures présentent l'inconvénient d'être quasi-inopérantes dans le traitement des émulsions aqueuses très fines d'hydrocarbures qui sont générées, en production pétrolière et gazière, par les fortes détentes auxquelles sont soumis les effluents aqueux, car ces émulsions sont très souvent stabilisées par les quantités

importantes d'additifs chimiques divers, notamment inhibiteurs de corrosion, contenues dans ces effluents aqueux.

En outre, les techniques gravitaires de déshuillage 5 sont inefficaces par principe pour éliminer la fraction d'hydrocarbures dissoute dans l'eau et il est nécessaire de faire appel à d'autres techniques de séparation et par exemple à des techniques d'extraction pour éliminer ladite fraction d'hydrocarbures.

On conçoit donc que les procédés permettant de réaliser une élimination quasi complète des hydrocarbures contenus en suspension et à l'état dissous dans une eau résiduaire, en vue de produire une eau purifiée conforme aux réglementations sur les rejets, sont relativement complexes.

Dans le but de remédier aux inconvénients précités, 15 l'invention propose un procédé de stripage des hydrocarbures à la vapeur d'eau, qui permet, en une seule opération, d'éliminer tant les hydrocarbures en suspension, émulsionnés ou non, que les hydrocarbures dissous physiquement contenus 20 dans des eaux résiduaires de diverses provenances avec récupération desdits hydrocarbures et production d'eaux purifiées répondant aux normes des réglementations sur les rejets, ledit procédé étant tout particulièrement approprié pour le traitement des eaux de production des champs 25 d'hydrocarbures.

L'invention a donc pour objet un procédé d'élimination des hydrocarbures contenus, à l'état dissous ou/et à l'état de suspension du type émulsion ou non, dans une eau par stripage à la vapeur d'eau, ledit procédé se 30 caractérisant en ce que l'on introduit un courant de l'eau à traiter dans la partie supérieure d'une colonne de stripage, qui comporte une partie supérieure et une partie inférieure communiquant par une partie intermédiaire renfermant 2 à 20 et de préférence 5 à 15 étages théoriques de contact 35 gaz/liquide, ledit courant d'eau s'écoulant vers la partie inférieure de la colonne en traversant la partie intermédiaire de cette dernière, on fournit au liquide contenu dans la partie inférieure de la colonne de stripage

une énergie calorifique suffisante pour générer une quantité de vapeur d'eau circulant à contre-courant du courant d'eau à traiter et effectuant ainsi le stripage des hydrocarbures qu'il contient, on maintient en tête de la colonne une 5 pression comprise entre 1 et 3 bars absous, on évacue en tête de la colonne une phase gazeuse formée de vapeur d'eau et des hydrocarbures stripés par la vapeur d'eau et on refroidit ladite phase gazeuse pour la transformer en une phase condensée liquide ayant une température égale ou 10 inférieure à 30°C et de préférence égale ou inférieure à 20°C, on sépare par gravité ladite phase condensée liquide en une phase supérieure hydrocarbonée et une phase inférieure aqueuse et évacue séparément lesdites phases hydrocarbonée et aqueuse et l'on soutire en fond de la 15 colonne de stripage un courant d'eau purifiée, en effectuant ce soutirage avec un débit molaire sensiblement égal à la différence entre le débit molaire de l'eau du courant d'eau à traiter et le débit molaire de ladite phase aqueuse.

Dans une forme de mise en œuvre préférée, on 20 recycle la phase aqueuse, séparée d'avec la phase hydrocarbonée, dans le courant d'eau à traiter, avant l'introduction de ce dernier dans la colonne de stripage, en réalisant ce recyclage avec un débit molaire de phase aqueuse sensiblement égal au débit molaire de vapeur d'eau 25 dans la phase gazeuse évacuée en tête de la colonne de stripage et l'on effectue le soutirage du courant d'eau purifiée avec un débit molaire sensiblement égal au débit molaire de l'eau du courant d'eau à traiter avant recyclage de la phase aqueuse dans ce courant.

30 Avantageusement, le courant d'eau à traiter est préchauffé, avant son introduction dans la colonne de stripage, par échange indirect de chaleur avec le courant d'eau purifiée soutiré en fond de ladite colonne. Dans cette forme de mise en œuvre, le recyclage de la phase aqueuse, 35 issue de la phase condensée liquide, dans le courant d'eau à traiter est réalisé, de préférence, en amont du préchauffage du courant d'eau à traiter.

Pour réaliser le contact dans la partie intermédiaire de la colonne de stripage, aux fins de stripage des hydrocarbures, entre le courant d'eau à traiter et la vapeur d'eau générée par vaporisation dans la partie inférieure de la colonne de stripage, ladite partie intermédiaire est généralement équipée de plateaux de contact gaz/liquide ou d'une hauteur équivalente d'un garnissage approprié. L'ensemble desdits plateaux, respectivement la hauteur équivalente de garnissage, correspondent à un certain nombre d'étages théoriques de contact gaz/liquide, respectivement à une certaine hauteur théorique équivalente de garnissage.

Par "étage théorique" de contact gaz/liquide, on entend une zone de contact idéal gaz/liquide pour laquelle les phases gazeuse et/ou liquides qui en sortent sont à l'équilibre thermodynamique.

Le nombre  $n_p$  de plateaux réels de contact gaz/liquide, respectivement la hauteur  $h_R$  équivalente de garnissage réel, sont liés au nombre  $n_T$  d'étages théoriques, respectivement à la hauteur  $h_T$  théorique équivalente de garnissage, par les relations  $n_T = k n_p$  et  $h_T = m h_R$ , dans lesquelles  $k$  et  $m$  sont des coefficients positifs inférieurs à 1, qui représentent l'efficacité du contact gaz/liquide pour les plateaux, respectivement pour le garnissage utilisés.

L'apport d'énergie calorifique au fluide contenu dans la partie inférieure de la colonne de stripage, pour générer la vapeur d'eau servant d'agent de stripage des hydrocarbures, peut être réalisé en faisant appel à toute technique connue et avantageusement en utilisant la technique du rebouillage.

Le procédé selon l'invention est utilisable pour traiter des eaux de diverses provenances polluées par des hydrocarbures à l'état dissous ou/et en suspension du type émulsion ou non, lesdits hydrocarbures pouvant être des hydrocarbures aromatiques, par exemple tels que benzène, toluène, éthylbenzène, xylynes, des hydrocarbures paraffiniques, des hydrocarbures cycloaliphatiques, des

hydrocarbures naphténiques, des mélanges de tels hydrocarbures ou autres. Ledit procédé est particulièrement efficace pour éliminer les hydrocarbures contenus dans les eaux résiduaires générées en production pétrolière et gazière, qui outre des hydrocarbures dissous physiquement ou/et en suspension du type émulsion ou non peuvent encore renfermer des additifs divers tels que bactéricides, agents anti-corrosion, agents inhibiteurs d'hydrates. Le procédé selon l'invention permet, tout particulièrement, de traiter des eaux polluées par des hydrocarbures à l'état dissous physiquement ou/et émulsionnés et notamment des eaux de production de champs d'hydrocarbures, dont la teneur en hydrocarbures peut aller jusqu'à 1% en poids ou plus, avec obtention d'eaux purifiées dont la teneur en hydrocarbures est inférieure au seuil, actuellement 40 ppm, fixé par les réglementations en matière de rejet.

L'invention concerne encore un dispositif pour l'élimination des hydrocarbures contenus, à l'état dissous ou/et à l'état de suspension du type émulsion ou non, dans une eau par stripage à la vapeur d'eau, ledit dispositif se caractérisant en ce qu'il comprend une colonne de stripage comportant une partie supérieure et une partie inférieure communiquant par une partie intermédiaire renfermant 2 à 20 et de préférence 5 à 15 étages théoriques de contact gaz/liquide, ladite colonne étant pourvue, en tête, d'un conduit d'évacuation de vapeurs et, en fond, d'un conduit de soutirage d'eau purifiée et étant équipée d'un conduit d'aménée de l'eau à traiter débouchant dans sa partie supérieure et, dans sa partie inférieure, d'un système de chauffage, un condenseur possédant une entrée, connectée au conduit d'évacuation de vapeurs de la colonne de stripage, et une sortie, ledit condenseur étant agencé pour produire une phase condensée liquide ayant une température égale ou inférieure à 30°C et de préférence égale ou inférieure à 20°C, un séparateur opérant par gravité et présentant une entrée connectée, par un conduit, à la sortie du condenseur, une sortie pour

les hydrocarbures dans sa partie médiane et une sortie pour une phase aqueuse à sa partie inférieure.

Dans une forme de réalisation préférée, la sortie pour la phase aqueuse, dont est pourvu le séparateur, est connectée par un conduit, muni de moyens de recyclage, au conduit d'amenée de l'eau à traiter à la colonne de stripage.

Avantageusement, le dispositif selon l'invention comporte encore un échangeur indirect de chaleur, dont le circuit froid est monté en série sur le conduit amenant l'eau à traiter à la colonne de stripage et le circuit chaud est placé en série sur le conduit de soutirage de liquide monté en fond de la colonne de stripage. Dans cette forme de réalisation du dispositif, la connexion entre le conduit, muni de moyens de recyclage, qui est monté à la sortie pour la phase aqueuse à la partie inférieure du séparateur, et le conduit d'amenée de l'eau à traiter à la colonne de stripage est, de préférence, réalisée en amont de l'échangeur indirect de chaleur.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description de l'une de ses formes de mise en oeuvre illustrée par la figure du dessin annexé représentant un dispositif selon l'invention utilisant une colonne de stripage équipée de plateaux pour le contact gaz/liquide.

En se référant à la figure, le dispositif selon l'invention comprend une colonne 1 de stripage comportant une partie supérieure 2 et une partie inférieure 3 communiquant par une partie intermédiaire renfermant un nombre de plateaux de contact gaz/liquide correspondant à un nombre d'étages théoriques de contact gaz/liquide allant de 2 à 20 et de préférence de 5 à 15. La colonne 1 est pourvue, en tête, d'un conduit 5 d'évacuation de vapeurs et, en fond, d'un conduit 6 de soutirage de liquide et, en outre, elle est équipée d'un conduit 7 d'amenée de l'eau à traiter, ledit conduit débouchant en 8 dans la partie supérieure de la colonne 1. Dans sa partie inférieure 3, la colonne 1 est associée, par des tubulures

d'entrée 9 et de sortie 10, à un rebouilleur 11 chauffé par échange indirect d'énergie calorifique avec un fluide calopoiteur à température appropriée circulant dans une tubulure 12. En variante, on pourrait également envisager  
5 un chauffage électrique ou par chaudière du rebouilleur 11. Sur le conduit 7, qui amène l'eau à traiter à la colonne 1, est monté en série le circuit froid d'un échangeur indirect de chaleur 13, dont le circuit chaud est placé en série sur le conduit 6 de soutirage du  
10 courant d'eau purifiée, dont est équipé le fond de la colonne 1. Un condenseur 14, qui possède une entrée 15 et une sortie 16 et qui est refroidi par un circuit frigoporteur, par exemple aéroréfrigérant ou circuit de fluide froid, pour produire une phase condensée liquide  
15 ayant une température égale ou inférieure à 30°C et de préférence égale ou inférieure à 20°C, a son entrée 15 connectée au conduit 5 d'évacuation de vapeurs de la colonne 1 de stripage et sa sortie 16 connectée, par un conduit 17, à l'entrée 18 d'un séparateur 19 de type  
20 séparateur par gravité. Ledit séparateur présente, dans sa partie médiane, une sortie 20 pour les hydrocarbures, qui est prolongée par un conduit d'évacuation 21, et, dans sa partie inférieure, une sortie 22 pour une phase aqueuse, laquelle sortie 22 est connectée, par un conduit 23 muni  
25 de moyens de recyclage 24 consistant, par exemple, en une pompe, au conduit 7 d'amener de l'eau à traiter à la colonne de stripage, ladite connexion étant réalisée en amont de l'échangeur indirect de chaleur 13 monté en série sur le conduit 7. Une vanne de régulation de pression, non représentée, est montée sur le conduit 5 ou sur le conduit 17 pour contrôler la pression en tête de la colonne 1 de  
30 stripage.

Le fonctionnement de ce dispositif peut être schématisé comme suit:

35 Le courant d'eau à traiter, qui renferme des hydrocarbures à l'état dissous ou/et à l'état de suspension du type émulsion ou non, arrive par le conduit 7 et passe dans l'échangeur de chaleur indirect 13, où il

est préchauffé par échange indirect de calories avec l'eau débarrassée des hydrocarbures soutirée en fond de la colonne 1 de stripage par le conduit 6. Le courant préchauffé d'eau à traiter est alors introduit, par 5 l'entrée 8, dans la partie supérieure 2 de la colonne de stripage. Dans cette colonne, le courant d'eau à traiter s'écoule par gravité vers la partie inférieure 3 de la colonne en traversant la partie intermédiaire 4 pourvue d'étages de contact gaz/liquide. Le liquide arrivant dans 10 la partie inférieure 3 de la colonne 1 est soumis à un rebouillage par passage, à travers la tubulure 9, dans le rebouilleur 11 et retour, par la tubulure 10, dans la partie inférieure 3 de la colonne 1, de manière à générer une quantité appropriée de vapeur d'eau pour réaliser le 15 stripage des hydrocarbures. La pression en tête de ladite colonne 1 est maintenue entre 1 et 3 bars absolus par l'intermédiaire de la vanne de régulation de pression, non représentée, montée sur le conduit 5 ou sur le conduit 17. L'énergie calorifique pour le rebouillage est fournie par 20 échange indirect de chaleur avec un fluide caloporteur à température appropriée circulant dans la tubulure 12. La vapeur d'eau générée par le rebouillage circule dans la colonne 1, depuis la partie inférieure 3 vers la partie supérieure 2 en traversant la partie intermédiaire 4, c'est-à-dire à contre-courant du courant d'eau à traiter, 25 et réalise le stripage des hydrocarbures contenus dans ledit courant d'eau. En tête de la colonne 1, on évacue une phase gazeuse consistant en un mélange de vapeur d'eau et des hydrocarbures stripés du courant d'eau à traiter par la vapeur d'eau générée par le rebouillage, ladite phase gazeuse étant refroidie dans le condenseur 14, par 30 échange indirect de chaleur avec un fluide frigoporteur approprié, pour former une phase condensée liquide ayant une température égale ou inférieure à 30°C et de préférence égale ou inférieure à 20°C. Cette phase condensée liquide est amenée au séparateur 19, dans lequel 35 elle se sépare en une phase hydrocarbonée supérieure, que l'on évacue par le conduit 21, et en une phase aqueuse,

que l'on évacue par le conduit 23 et que l'on recycle dans le courant d'eau passant dans le conduit 7, en effectuant ce recyclage en amont de l'échangeur de chaleur 13 et avec un débit molaire sensiblement égal au débit molaire de 5 vapeur d'eau de la phase gazeuse évacuée de la colonne 1 par le conduit 5 en tête de cette colonne. En fond de colonne 1, on soutire un courant d'eau purifiée, par le conduit 6, en opérant ce soutirage avec un débit molaire sensiblement égal au débit molaire de l'eau du courant 10 d'eau à traiter avant recyclage de la phase aqueuse dans ce courant, lequel courant d'eau purifiée, après passage dans l'échangeur de chaleur 13 pour préchauffer le courant d'eau à traiter, est dirigé vers le lieu de rejet.

Pour compléter la description du procédé selon 15 l'invention, qui vient d'être présentée, on donne ci-après, à titre non limitatif, des exemples concrets de mise en oeuvre de ce procédé

EXEMPLE 1 :

On opérait dans un dispositif analogue à celui 20 décrit en référence à la figure du dessin annexé et comportant une colonne de stripage ayant un diamètre intérieur de 30 cm et renfermant, dans sa partie intermédiaire 4, vingt plateaux perforés de contact gaz/liquide ayant chacun un coefficient d'efficacité  $k$  égal 25 à 0,6, ce qui équivaut à la présence de 12 étages théoriques de contact gaz/liquide dans ladite partie intermédiaire.

On traitait une eau résiduaire de production de champ de gaz renfermant 800 mg/l d'hydrocarbures constitués d'un mélange de 20% en poids d'hydrocarbures en  $C_3$  à  $C_{11}$ , 30 consistant pour le huitième environ en hydrocarbures aromatiques et pour le reste en hydrocarbures paraffiniques et cycloparaffiniques, et de 80% en poids d'hydrocarbures paraffiniques en  $C_{12}$  à  $C_{39}$ .

Le courant d'eau à traiter arrivait par le conduit 7 35 avec un débit, mesuré avant recyclage de la phase aqueuse par le conduit 23, égal à 4,6  $m^3$ /heure et, après préchauffage dans l'échangeur de chaleur 13, l'eau

introduite dans la colonne 1 de stripage, par l'entrée 8, possérait une température égale à 100°C.

On maintenait une pression en tête de la colonne 1 égale à 1,4 bar absolu, ce qui correspond à une température 5 en fond de ladite colonne égale à 112°C et l'on fournissait au rebouilleur 11 une puissance calorifique égale à 220 kW.

Le condenseur 14, refroidi par circulation d'eau, délivrait une phase condensée liquide ayant une température de 15°C.

10 Par le conduit 21, on évacuait 3,6 kg/heure de phase hydrocarbonée et par le conduit 23 on recyclait 0,14 m<sup>3</sup> par heure de phase aqueuse, issue du séparateur 19, dans le courant d'eau à traiter arrivant par le conduit 7.

Par le conduit 6, on soutirait en fond de la colonne 15 1 de stripage 4,595 m<sup>3</sup> par heure d'un courant d'eau purifiée renfermant 9mg/l d'hydrocarbures, ledit courant, après passage dans l'échangeur de chaleur 13, étant dirigé vers le lieu de rejet.

EXEMPLE 2 :

20 En opérant dans des conditions analogues à celles décrites dans l'exemple 1, avec toutefois utilisation d'une puissance calorifique égale à 320 kW pour le rebouillage, on traitait 4,6 m<sup>3</sup>/heure d'un courant d'eau de production de champ de gaz renfermant 1500 mg/l d'un mélange 25 d'hydrocarbures ayant la composition donnée dans l'exemple 1. La pression en tête de la colonne de stripage était égale à 1,4 bar absolu et la température en fond de ladite colonne avait une valeur de 112°C.

Par le conduit 21, on évacuait 6,8 kg/heure de phase 30 hydrocarbonée et par le conduit 23 on recyclait 0,32 m<sup>3</sup>/heure de phase aqueuse, issue du séparateur 19, dans le courant d'eau à traiter arrivant par le conduit 7.

Par le conduit 6, on soutirait en fond de la colonne de stripage 4,59 m<sup>3</sup>/heure d'un courant d'eau purifiée 35 renfermant 7 mg/l d'hydrocarbures, ledit courant, après passage dans l'échangeur de chaleur 13, étant dirigé vers le lieu de rejet.

EXEMPLE 3 :

En opérant dans des conditions analogues à celles décrites dans l'exemple 1, avec toutefois utilisation d'une puissance calorifique de 320 kW pour le rebouillage, on traitait 4,6 m<sup>3</sup>/heure d'un courant d'eau de production de champ de gaz renfermant 1000 mg/l d'un mélange d'hydrocarbures ayant la composition donnée dans l'exemple 1 et 100 mg/l d'additifs anti-corrosion. La pression en tête de la colonne de stripage était égale à 1,2 bar absolu et la température en fond de ladite colonne avait une valeur égale à 105°C.

Par le conduit 21, on évacuait 4,5 kg/heure de phase hydrocarbonée et par le conduit 23 on recyclait 0,32 m<sup>3</sup>/heure de phase aqueuse, issue du séparateur 19, dans le courant d'eau à traiter arrivant par le conduit 7.

Par le conduit 6, on soutirait en fond de la colonne de stripage 4,59 m<sup>3</sup>/heure d'un courant d'eau purifiée renfermant 20 mg/l d'hydrocarbures, ledit courant, après passage dans l'échangeur de chaleur 13, étant dirigé vers le lieu de rejet.

On constate que la présence d'additifs anti-corrosion dans l'eau à traiter a une influence négative, mais non rédhibitoire sur les performances du procédé, puisque la teneur en hydrocarbures de l'eau purifiée est encore très en dessous du seuil fixé par la réglementation en matière de rejet.

EXEMPLE 4 :

En opérant dans des conditions analogues à celles décrites dans l'exemple 1, avec toutefois utilisation d'une puissance calorifique de 250 kW pour le rebouillage, on traitait 4,6 m<sup>3</sup>/heure d'un courant d'eau de production de champ de gaz renfermant 1700 mg/l d'un mélange d'hydrocarbures constitué de 83,5% en poids d'hydrocarbures en C<sub>3</sub> à C<sub>12</sub>, consistant pour environ deux cinquièmes en hydrocarbures aromatiques et pour le reste en hydrocarbures paraffiniques et cycloparaffiniques, et de 16,5% en poids d'hydrocarbures paraffiniques supérieurs à C<sub>12</sub>, le courant d'eau à traiter renfermant également 100 mg/l d'additifs

anti-corrosion. La pression dans la colonne de stripage était égale à 2,3 bars absous et la température en fond de ladite colonne avait une valeur égale à 124°C.

Par le conduit 21, on évacuait 7,7 kg/heure de phase hydrocarbonée et par le conduit 23 on recyclait 0,2 m<sup>3</sup>/heure de phase aqueuse, issue du séparateur 19, dans le courant d'eau à traiter arrivant par le conduit 7.

Par le conduit 6, on soutirait en fond de la colonne de stripage 4,59 m<sup>3</sup>/heure d'un courant d'eau purifiée renfermant 25 mg/l d'hydrocarbures, ledit courant, après passage dans l'échangeur de chaleur 13, étant dirigé vers le lieu de rejet.

REVENDICATIONS

- 1 - Procédé d'élimination des hydrocarbures contenus, à l'état dissous ou/et à l'état de suspension du type émulsion ou non, dans une eau, par stripage à la vapeur d'eau, caractérisé en ce que l'on introduit un courant de l'eau à traiter dans la partie supérieure d'une colonne de stripage, qui comporte une partie supérieure et une partie inférieure communiquant par une partie intermédiaire renfermant 2 à 20 étages théoriques de contact gaz/liquide, ledit courant d'eau s'écoulant vers la partie inférieure de la colonne en traversant la partie intermédiaire de cette dernière, on fournit au liquide contenu dans la partie inférieure de la colonne de stripage une énergie calorifique suffisante pour générer une quantité de vapeur d'eau circulant à contre-courant du courant d'eau à traiter et effectuant ainsi le stripage des hydrocarbures qu'il contient, on maintient en tête de la colonne une pression comprise entre 1 et 3 bars absolus, on évacue en tête de la colonne une phase gazeuse formée de vapeur d'eau et des hydrocarbures stripés par la vapeur d'eau et on refroidit ladite phase gazeuse pour la transformer en une phase condensée liquide ayant une température égale ou inférieure à 30°C et de préférence égale ou inférieure à 20°C, on sépare par gravité ladite phase condensée liquide en une phase supérieure hydrocarbonée et une phase inférieure aqueuse et évacue séparément lesdites phases hydrocarbonée et aqueuse et l'on soutire en fond de la colonne de stripage un courant d'eau purifiée, en effectuant ce soutirage avec un débit molaire sensiblement égal à la différence entre le débit molaire de l'eau du courant d'eau à traiter et le débit molaire de ladite phase aqueuse.
- 2 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la partie intermédiaire de la colonne de stripage comporte 5 à 15 étages théoriques de contact gaz/liquide.

- 3 - Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'on recycle la phase aqueuse, séparée d'avec la phase hydrocarbonée, dans le courant d'eau à traiter, avant l'introduction de ce dernier dans la colonne de stripage, en réalisant ce recyclage avec un débit molaire de phase aqueuse sensiblement égal au débit molaire de vapeur d'eau dans la phase gazeuse évacuée en tête de la colonne de stripage et l'on effectue le soutirage du courant d'eau purifiée avec un débit molaire sensiblement égal au débit molaire de l'eau du courant d'eau à traiter avant recyclage de la phase aqueuse dans ledit courant.
- 4 - Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le courant d'eau à traiter est préchauffé, avant son introduction dans la colonne de stripage, par échange indirect de chaleur avec le courant d'eau purifiée soutiré en fond de ladite colonne.
- 5 - Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que le recyclage de la phase aqueuse, issue de la phase condensée liquide, dans le courant d'eau à traiter est réalisé en amont du préchauffage du courant d'eau à traiter.
- 6 - Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'eau à traiter est une eau résiduaire générée en production pétrolière et gazière et en particulier une eau de production de champ d'hydrocarbures.
- 7 - Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'eau à traiter renferme jusqu'à 1% en poids d'hydrocarbures.
- 8 - Dispositif pour l'élimination des hydrocarbures contenus, à l'état dissous ou/et à l'état de suspension du type émulsion ou non, dans une eau par stripage à la vapeur d'eau, caractérisé en ce qu'il comprend une colonne de stripage (1) comportant une partie supérieure (2) et une partie inférieure (3) communiquant par une partie intermédiaire (4) renfermant 2 à 20 étages

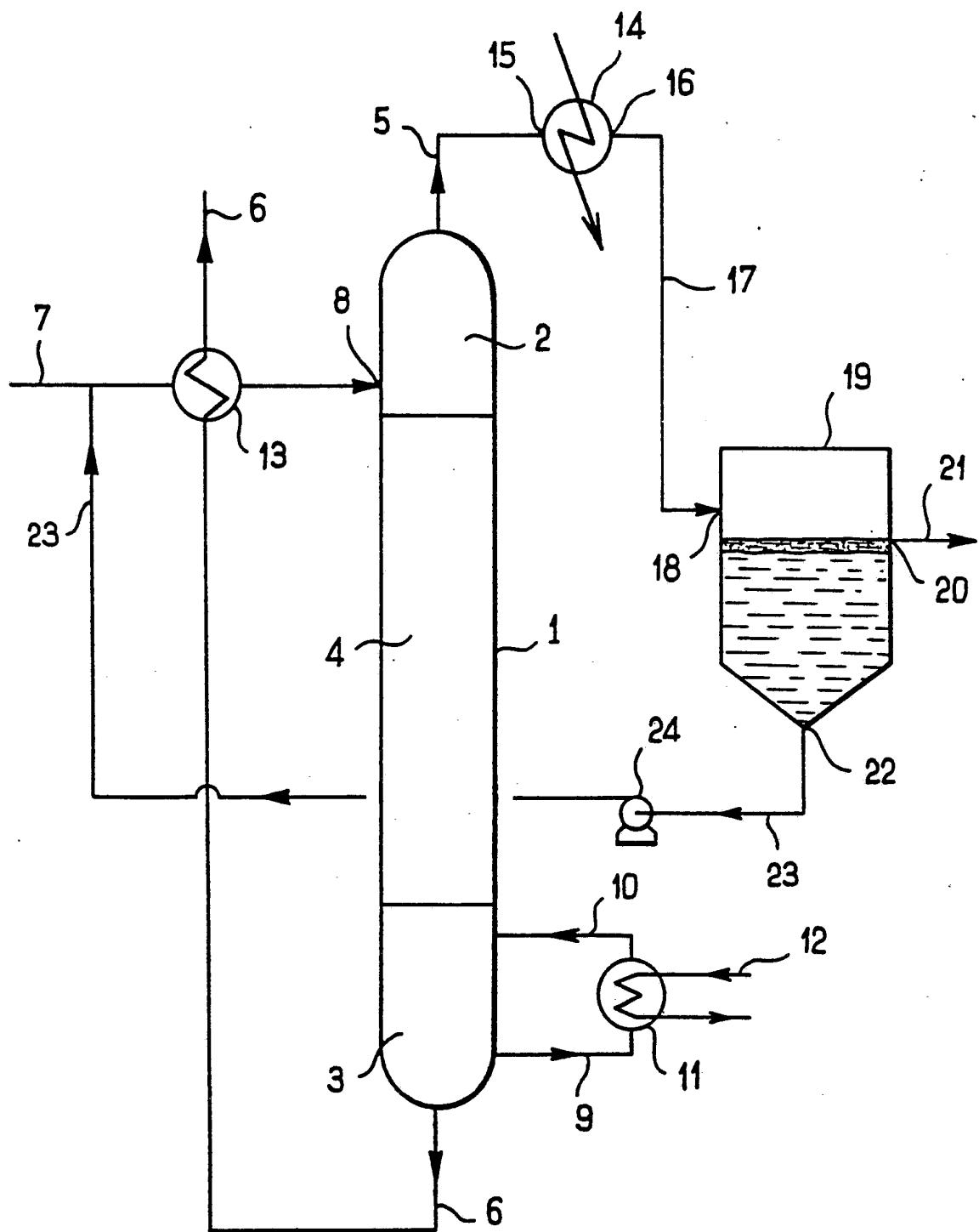
théoriques de contact gaz/liquide, ladite colonne étant pourvue, en tête, d'un conduit (5) d'évacuation de vapeurs et, en fond, d'un conduit (6) de soutirage d'eau purifiée et étant équipée d'un conduit (7) d'amenée de l'eau à traiter, débouchant dans sa partie supérieure, et, dans sa partie inférieure, d'un système de chauffage (11), un condenseur (14) possédant une entrée (15), connectée au conduit (5) d'évacuation de vapeurs de la colonne de stripage, et une sortie (16), ledit condenseur étant agencé pour produire une phase condensée liquide ayant une température égale ou inférieure à 30°C et de préférence égale ou inférieure à 20°C, un séparateur (19) opérant par gravité et présentant une entrée (18), connectée par un conduit (17) à la sortie (16) du condenseur, une sortie (20) pour les hydrocarbures dans sa partie médiane et une sortie (22) pour une phase aqueuse à sa partie inférieure.

9 - Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que la sortie (22) pour la phase aqueuse, dont est pourvu le séparateur, est connectée par un conduit (23), muni de moyens de recyclage (24), au conduit (7) d'amenée de l'eau à traiter à la colonne de stripage.

10- Dispositif selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce qu'il comporte un échangeur indirect de chaleur (13), dont le circuit froid est monté en série sur le conduit (7) amenant l'eau à traiter à la colonne de stripage et le circuit chaud est placé en série sur le conduit (6) de soutirage de liquide en fond de la colonne de stripage.

11- Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce que la connexion entre le conduit (23), muni de moyens de recyclage (24), dont est équipée la sortie pour la phase aqueuse à la partie inférieure du séparateur (19), et le conduit (7) d'amenée de l'eau à traiter à la colonne de stripage est réalisée en amont de l'échangeur indirect de chaleur (13).

1 / 1



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR 93/00193

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.C1.5 B01D3/38

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.C1.5 B01D; C02F; C07C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP, A, 0 401 631 (MOBAY CORPORATION) 12 December 1990 see page 4, line 5 - line 27 see page 4, line 39 - line 41; figure 1 ----	1,3,8
Y	EP, A, 0 254 892 (THE DOW CHEMICAL) 3 February 1988	1,3,8
A	see column 2, line 5 - column 5, line 26; figure	7
A	GB, A, 1 509 997 (H-T MANAGEMENT COMPANY) 10 May 1978 see page 1, line 36 - line 52 see page 2, line 106 - page 3, line 11; figures 1,2 ----	1,3,6,8
A	US, A, 4 171 427 (HOECHST AG) 16 October 1979 see column 4, line 18 - line 21; figure ----	4

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 May 1993 (28.05.93)

Date of mailing of the international search report

16 June 1993 (16.06.93)

Name and mailing address of the ISA/

EUROPEAN PATENT OFFICE  
Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT  
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.**

FR 9300193  
SA 71053

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report.  
The members are as contained in the European Patent Office EDP file on  
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information. 28/05/93

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
EP-A-0401631	12-12-90	US-A-	4992143	12-02-91
		CA-A-	2018380	09-12-90
		JP-A-	3016602	24-01-91
EP-A-0254892	03-02-88	US-A-	4713089	15-12-87
		AU-B-	587558	17-08-89
		AU-A-	7537887	21-01-88
		CA-A-	1297067	10-03-92
		DE-A-	3782878	14-01-93
		JP-A-	63028402	06-02-88
GB-A-1509997	10-05-78	None		
US-A-4171427	16-10-79	DE-A-	2521780	18-11-76
		AT-B-	352393	10-09-79
		BE-A-	841838	16-11-76
		CA-A-	1278638	02-01-91
		CH-A-	601358	14-07-78
		FR-A, B	2311037	10-12-76
		GB-A-	1497510	12-01-78
		JP-C-	1190959	29-02-84
		JP-A-	51140985	04-12-76
		JP-B-	52046994	29-11-77
		LU-A-	74948	14-02-77
		NL-A-	7605200	18-11-76
		SE-A-	7602710	17-11-76

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE** PCT/FR 93/00193  
Demande Internationale No

**I. CLASSEMENT DE L'INVENTION** (si plusieurs symboles de classification sont applicables, les indiquer tous) <sup>7</sup>

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

CIB 5 B01D3/38

**II. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée<sup>8</sup>

Système de classification	Symboles de classification		
CIB 5	B01D ;	C02F ;	C07C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où de tels documents font partie des domaines sur lesquels la recherche a porté

**III. DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS<sup>10</sup>**

Catégorie <sup>9</sup>	Identification des documents cités, avec indication, si nécessaire, <sup>12</sup> des passages pertinents <sup>13</sup>	No. des revendications visées <sup>14</sup>
Y	EP,A,0 401 631 (MOBAY CORPORATION) 12 Décembre 1990 voir page 4, ligne 5 - ligne 27 voir page 4, ligne 39 - ligne 41; figure 1 ---	1,3,8
Y	EP,A,0 254 892 (THE DOW CHEMICAL) 3 Février 1988 voir colonne 2, ligne 5 - colonne 5, ligne 26; figure	1,3,8
A	GB,A,1 509 997 (H-T MANAGEMENT COMPANY) 10 Mai 1978 voir page 1, ligne 36 - ligne 52 voir page 2, ligne 106 - page 3, ligne 11; figures 1,2 ---	7
A	---	1,3,6,8
		-/-

<sup>9</sup> Catégories spéciales de documents cités.<sup>11</sup>

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié postérieurement à la date de dépôt international ou à la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier.

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

**IV. CERTIFICATION**

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

28 MAI 1993

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

16. 06. 93

Administration chargée de la recherche internationale

OFFICE EUROPEEN DES BREVETS

Signature du fonctionnaire autorisé

VAN BELLEGHEM W.

III. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS <sup>14</sup>		(SUITE DES RENSEIGNEMENTS INDIQUES SUR LA DEUXIEME FEUILLE)
Catégorie <sup>o</sup>	Identification des documents cités, <sup>15</sup> avec indication, si nécessaire des passages pertinents <sup>17</sup>	No. des revendications visées <sup>18</sup>
A	US,A,4 171 427 (HOECHST AG) 16 Octobre 1979 voir colonne 4, ligne 18 - ligne 21; figure -----	4

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE  
RELATIF A LA DEMANDE INTERNATIONALE NO.**

FR 9300193  
SA 71053

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

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

28/05/93

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
EP-A-0401631	12-12-90	US-A-	4992143	12-02-91
		CA-A-	2018380	09-12-90
		JP-A-	3016602	24-01-91
EP-A-0254892	03-02-88	US-A-	4713089	15-12-87
		AU-B-	587558	17-08-89
		AU-A-	7537887	21-01-88
		CA-A-	1297067	10-03-92
		DE-A-	3782878	14-01-93
		JP-A-	63028402	06-02-88
GB-A-1509997	10-05-78	Aucun		
US-A-4171427	16-10-79	DE-A-	2521780	18-11-76
		AT-B-	352393	10-09-79
		BE-A-	841838	16-11-76
		CA-A-	1278638	02-01-91
		CH-A-	601358	14-07-78
		FR-A,B	2311037	10-12-76
		GB-A-	1497510	12-01-78
		JP-C-	1190959	29-02-84
		JP-A-	51140985	04-12-76
		JP-B-	52046994	29-11-77
		LU-A-	74948	14-02-77
		NL-A-	7605200	18-11-76
		SE-A-	7602710	17-11-76