

ROYAUME DE BELGIQUE

# BREVET D'INVENTION



MINISTRE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

NUMERO DE PUBLICATION : 1001169A5

NUMERO DE DEPOT : 8700658

Classif. Internat.: C10L E21B

Date de délivrance : 08 Août 1989

Le Ministre des Affaires Economiques,

Vu la Convention de Paris du 20 Mars 1883 pour la Protection de la propriété industrielle;

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d' invention, notamment l' article 22;

Vu l' arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d' invention, notamment l' article 28;

Vu le procès verbal dressé le 16 Juin 1987 à 15h00  
à l' Office de la Propriété Industrielle

## ARRETE :

ARTICLE 1.- Il est délivré à : INTEVEP S.A.  
Apartado 76343, Caracas 1070A(VENEZUELA)

représenté(e)(s) par : OVERATH Philippe, CABINET BEDE, Avenue Antoine  
Depage, 13 - 1050 BRUXELLES.

un brevet d' invention d' une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes  
annuelles, pour : PROCEDE POUR LA PRODUCTION ET LA COMBUSTION D'UN COMBUSTIBLE LIQUIDE  
EMULSIONNE NATUREL.

Priorité(s) 17.06.86 US USA 875450

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité  
de l' invention, sans garantie du mérite de l' invention ou de l' exactitude de  
la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeur(s).

Bruxelles, le 08 Aout 1989  
PAR DELEGATION SPECIALE :

  
W. V. L.  
Directeur.

08700658

1001169A5

INVENTEURS

=====

RODRIGUEZ Domingo, Urb.Los Nuevos Teques, Edif.Riga, Apto.173  
Los Teques (VE);LAYRISSE Ignacio, Urb.Picot,Km.13, Carretera  
Panamericana, Calle 1, Edif.San Luis, Apto.1 (VE);RIVAS Herci-  
lio, Paseo Los Ilustres,Res.Mara, Apto.73, Los Chaguaramos,  
Caracas (VE);JIMENEZ Euler, Urb.La Alameda,Res.Tamarindo,Apto.67  
Caracas (VE);QUINTERO Lirio, Residencias Parque Venezuela, Apto.  
80, Urb.Los Nuevos Teques, Los Teques (VE);SALAZAR Jose, Res.  
Trebol Country, Edif.Castellana 1-B, San Antonio de Los Altos  
(VE);RIVERO Mayela, Colinas de Carrizal, Edif.B, Apto.10, Los  
Teques, Edo.Miranda (VE);GUEVARA Emilio, Urb.California Norte,  
Av.Fco.de Miranda, Res.Irene,Apto.44, Caracas (VE);CHIRINOS  
Maria, Urb.Santa Paula,Calle Pluton, Qta.Maria Luisa,El Cafetal,  
Caracas (VE).

## DESCRIPTION

Procédé pour la production et la combustion d'un combustible liquide émulsionné naturel.

5 La présente invention concerne un procédé pour la préparation d'un combustible liquide naturel et, plus particulièrement, un procédé permettant de convertir un combustible naturel à haute teneur en soufre, en énergie, par combustion avec une importante réduction des émissions d'oxydes de soufre.

10 Les bitumes naturels que l'on trouve au Canada, en Union Soviétique, aux Etats-Unis d'Amérique, en Chine et au Venezuela sont normalement liquides et ils ont des viscosités se situant entre 10.000 et 200.000 centipoises, ainsi que des gravités API (= American Petroleum Institute) inférieures à 10.

15 Ces bitumes naturels sont habituellement obtenus par pompage mécanique, par injection de vapeur ou par des techniques d'exploitation minière. Une large utilisation étendue de ces matières comme combustibles est exclue pour un certain nombre de raisons, notamment

20 les difficultés de production, de transport et de traitement et, ce qui est plus important, des caractéristiques de combustion défavorables parmi lesquelles il y a d'importantes émissions d'oxydes de soufre et des solides non brûlés. Eu égard aux consi-

25 dérations qui précèdent, les bitumes naturels n'ont

pas été utilisés avec succès comme combustibles à l'échelle industrielle en raison des frais élevés qu'impliquent les systèmes d'injection de vapeur, de pompage et de désulfuration des gaz brûlés, qui sont nécessaires pour éviter les difficultés mentionnées ci-dessus.

Bien entendu, il serait hautement souhaitable de pouvoir utiliser les bitumes naturels du type indiqué ci-dessus comme combustible naturel.

En conséquence, un objet principal de la présente invention est de fournir un procédé pour la production d'un combustible liquide naturel à partir de bitumes naturels.

Un objet particulier de la présente invention est de produire un combustible liquide naturel à partir de bitumes naturels en formant une émulsion huile-dans-eau de ces bitumes naturels.

Un autre objet de la présente invention est de fournir une émulsion huile-dans-eau destinée à être utilisée comme combustible liquide ayant des caractéristiques permettant d'optimiser le processus de combustion.

Un autre objet encore de la présente invention est d'établir des conditions de combustion optimales pour la combustion d'une émulsion huile-dans-eau de bitumes naturels, afin d'obtenir une excellente combustion efficace, une faible teneur en solides non brûlés en particules et de faibles émissions d'oxydes de soufre.

D'autres objets et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description ci-après.

La présente invention concerne un procédé pour la préparation d'un combustible liquide naturel et, plus particulièrement, un procédé permettant de

convertir un combustible naturel à haute teneur en soufre, en énergie, par combustion avec une importante réduction des émissions d'oxydes de soufre.

Selon la présente invention, on injecte  
5 un mélange d'eau et d'un agent émulsionnant dans un puits de façon à former une émulsion huile-dans-eau au fond de ce dernier. Dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3.467.195 aux noms de McAuliffe et al., on décrit un procédé approprié en vue de  
10 former une émulsion huile-dans-eau de fond de puits, pouvant être utilisée dans le procédé de la présente invention, ce brevet étant mentionné ici à titre de référence. La quantité d'eau contenue dans l'agent émulsionnant injecté dans le puits est réglée de façon  
15 à former une émulsion huile-dans-eau ayant des caractéristiques spécifiques en ce qui concerne la teneur en eau, la grandeur des gouttelettes et la teneur en métaux alcalins. Selon une caractéristique particulière de la présente invention, on a trouvé que,  
20 pour optimiser les caractéristiques de combustion de l'émulsion huile-dans-eau, l'émulsion huile-dans-eau formée au fond du puits devait être caractérisée par une teneur en eau de 15 à 35% en volume, des gouttelettes d'une grandeur d'environ 10 à 60  $\mu\text{m}$  et une teneur  
25 en métaux alcalins supérieure à 50 parties par million, de préférence, d'environ 50 à 600 parties par million. De préférence, l'agent émulsionnant est présent dans l'émulsion huile-dans-eau en une quantité comprise entre 0,1 et 5% en poids, calculé sur le poids total  
30 de l'émulsion huile-dans-eau.

L'émulsion huile-dans-eau du fond du puits est ensuite pompée par une pompe installée profondément dans ce dernier de façon connue, vers une station d'écoulement où le dégazage  
35 peut, au besoin, être effectué. L'émulsion huile-

dans-eau est ensuite transportée vers une station de combustion. Dans cette station de combustion, l'émulsion huile-dans-eau est conditionnée de façon à optimiser la teneur en eau à une valeur optimale, de même que la grandeur des gouttelettes et la teneur en métaux alcalins en vue de la combustion. Après conditionnement, l'émulsion huile-dans-eau est caractérisée par une teneur en eau de 15 à 35% en volume, des gouttelettes d'une grandeur d'environ 10 à 60  $\mu\text{m}$  et une teneur en métaux alcalins d'environ 50 à 600 parties par million. L'émulsion est ensuite brûlée dans les conditions suivantes : température du combustible : 20 à 80°C, de préférence, 20 à 60°C, rapport vapeur/combustible (poids/poids) de 0,05 à 0,5, de préférence, de 0,05 à 0,4, rapport air/combustible (poids/poids) de 0,05 à 0,4, de préférence, de 0,05 à 0,3, et pression de vapeur : 2 à 6 bars, de préférence, 2 à 4 bars, ou pression d'air : 2 à 7 bars, de préférence, 2 à 4 bars.

Selon la présente invention, on a trouvé que, lorsqu'elle était conditionnée conformément à la présente invention et brûlée dans des conditions opératoires réglées, l'émulsion huile-dans-eau obtenue dans le procédé de la présente invention assurait une efficacité de combustion de 99,9%, une faible teneur en solides en particules et des émissions d'oxydes de soufre compatibles avec celles obtenues lors de la combustion du fuel oil (mazout) n° 6 traditionnel.

Dans les dessins annexés :

la figure 1 est un diagramme illustrant le schéma de déroulement des différentes étapes du procédé de la présente invention ;

la figure 2 est un graphique montrant une grandeur spécifique des gouttelettes d'une émulsion huile-dans-eau ;

la figure 3 est un graphique montrant des émissions comparatives d'anhydride sulfureux entre l'émulsion huile-dans-eau de la présente invention et le fuel oil n° 6 ;

5 la figure 4 est un graphique montrant des émissions comparatives d'anhydride sulfurique entre l'émulsion huile-dans-eau de la présente invention et le fuel oil n° 6.

10 Le procédé de la présente invention sera décrit en se référant à la figure 1.

Un puits profond 10 au fond duquel est installée une pompe, est alimenté en eau et en additif émulsionnant de façon à former une émulsion huile-dans-eau qui peut être pompée du puits 10 par la pompe installée au fond de ce dernier, pour être ensuite acheminée, via une conduite 12, à une station de dégazage 14. L'émulsion huile-dans-eau dégazée peut ensuite être conservée dans une aire d'entreposage 16 pour être transportée ultérieurement par un moyen 18 tel qu'un véhicule citerne, un camion, une canalisation ou analogues. Une fois transportée, l'émulsion huile-dans-eau peut être conservée dans une aire d'entreposage 20 et/ou elle peut être acheminée à une zone de conditionnement 22 dans laquelle elle est conditionnée avant d'être brûlée dans la zone de combustion 24.

20 Selon la présente invention, le procédé de cette dernière est destiné à la préparation et à la combustion d'un combustible naturel puisé d'un puits profond. Le combustible pour lequel le procédé est approprié, est un pétrole brut de bitume ayant une haute teneur en soufre, tel que les bruts que l'on trouve spécifiquement dans la Ceinture de l'Orénoque du Venezuela. Le pétrole brut de bitume possède les propriétés chimiques et physiques suivantes :

35

C : 78,2 à 85,5% en poids ; H : 10,0 à 10,8% en poids ;  
O : 0,26 à 1,1% en poids ; N : 0,50 à 0,66% en poids ;  
S : 3,68 à 4,02% en poids ; cendres : 0,05 à 0,33%  
en poids ; vanadium : 420 à 520 parties par million ;  
5 nickel : 90 à 120 parties par million ; fer : 10 à  
60 parties par million ; sodium : 60 à 200 parties  
par million ; gravité : 1,0 à 12,0° API ; viscosité  
à 50°C (122°F) : 1.400 à 5.100.000 centistokes ;  
10 viscosité à 98,89°C (210°F) : 70 à 16.000 centistokes ;  
valeur calorifique (LHV) : 8.500 à 10.000 kcal/kg; et  
asphaltènes : 9,0 à 15,0% en poids. Selon la présente  
invention, on injecte, dans le puits, un mélange  
comprenant de l'eau et un additif émulsionnant de  
15 façon à former une émulsion huile-dans-eau qui est  
pompée hors du puits au moyen d'une pompe installée  
au fond de ce dernier. Selon une caractéristique critique de la présente invention, les  
propriétés de l'émulsion huile-dans-eau doivent être  
telles qu'elles optimisent le transport et la com-  
20 bustion de l'émulsion huile-dans-eau. L'émulsion  
huile-dans-eau puisée du puits doit être caractérisée  
par une teneur en eau se situant entre environ 15  
et 35% en volume, de préférence, entre environ 20  
et 30% en volume ; des gouttelettes d'une grandeur  
25 comprise entre environ 10 et 60  $\mu\text{m}$ , de préférence,  
entre environ 40 et 60  $\mu\text{m}$ , et une teneur en métaux  
alcalins supérieure à 50 parties par million, de pré-  
férence, une teneur en métaux alcalins se situant  
entre environ 50 et 600 parties par million. On a  
30 trouvé que la teneur en métaux alcalins dans l'émulsion  
huile-dans-eau exerçait un effet important sur la  
quantité d'émissions gazeuses lors de la combustion  
de l'émulsion.

35 Au cours du procédé de production du pétrole  
brut de bitume par injection d'eau, on obtient conjointement



tement de l'eau provenant des formations géologiques. Le tableau I ci-après donne une analyse de l'eau de formations géologiques que l'on trouve dans la Ceinture de l'Orénoque.

5

TABLEAU I

ANALYSE DE L'EAU DES FORMATIONS GEOLOGIQUES

	Cl <sup>-</sup> (mg/l)	23.640
	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	2,1
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	284
10	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	10
	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	--
	Na <sup>+</sup> (mg/l)	14.400
	Ca <sup>++</sup> (mg/l)	427
	Mg <sup>++</sup> (mg/l)	244
15	K <sup>+</sup> (mg/l)	462
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	32
	SiO <sub>2</sub> (mg/l)	64
	pH	8,0

Comme on peut le constater dans le tableau I, l'eau des formations géologiques contient d'importantes quantités de métaux alcalins (Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup>). En réglant la quantité et la teneur en métaux alcalins de l'eau injectée avec l'agent émulsionnant, on assure la teneur requise précitée en métaux alcalins et en eau dans l'émulsion huile-dans-eau obtenue. Comme on l'a indiqué ci-dessus, l'eau injectée contient également un additif émulsionnant. L'émulsionnant est ajouté de façon à en obtenir une quantité se situant entre environ 0,1 et 5,0% en poids, de préférence, entre environ 0,1 et 1,0% en poids, calculé sur le poids total de l'émulsion huile-dans-eau obtenue. Selon la présente invention, l'additif émulsionnant est choisi parmi le groupe comprenant les agents tensio-actifs anioniques, les agents tensio-actifs non ioniques, les agents tensio-actifs cationiques,

35

les mélanges d'agents tensio-actifs anioniques et non ioniques, ainsi que les mélanges d'agents tensio-actifs cationiques et non ioniques. Les agents tensio-actifs non ioniques que l'on peut utiliser dans le  
5 procédé, sont choisis parmi le groupe comprenant les alkyl-phénols éthoxylés, les alcools éthoxylés, les esters de sorbitanne éthoxylés, ainsi que leurs mélanges. Les agents tensio-actifs cationiques appropriés sont choisis parmi le groupe constitué des chlorhydrates  
10 de diamines grasses, d'imidazolines, d'amines éthoxylées, d'amido-amines, de composés d'ammonium quaternaire et de leurs mélanges, tandis que les agents tensio-actifs anioniques appropriés sont choisis parmi le groupe constitué d'acides sulfoniques carboxyliques  
15 à longue chaîne et de leurs mélanges. Un agent tensio-actif préféré est un agent tensio-actif non ionique ayant un équilibre hydrophile/lipophile supérieur à 13, par exemple, le nonylphénol oxyalkylé avec 20 motifs d'oxyde d'éthylène. Des agents tensio-actifs  
20 anioniques préférés sont choisis parmi le groupe comprenant les sulfonates d'alkyl-aryle, les sulfates d'alkyl-aryle et leurs mélanges.

Le mélange eau/additifs injecté dans le puits stabilise l'émulsion huile-dans-eau. L'eau  
25 injectée dépendra de l'eau de formations géologiques obtenue simultanément avec le bitume. Sa teneur en sels dépendra également du rapport bitume/eau requis pour un traitement et une combustion dans des conditions appropriées et, en définitive, elle dépendra  
30 du type et de la quantité d'agent émulsionnant. C'est à ce stade que le combustible est formulé pour assurer les caractéristiques désirées en vue du traitement et de la combustion. Dès que l'émulsion est formée et pompée hors du puits, elle peut être dégazée sans  
35 que l'on rencontre beaucoup de problèmes du chef de

sa faible viscosité. Ce n'est pas le cas lorsque le bitume seul a dû être dégazé, ce qui nécessite un chauffage préalablement à la séparation du gaz.

L'émulsion peut être alors conservée et  
5 pompée à travers la station d'écoulement et des stations principales, tandis que des additifs tels que des imidazolines peuvent être ajoutés afin d'éviter toute corrosion des parois métalliques en raison de la présence de l'eau. Dans n'importe quelles étapes,  
10 un mélangeur de produits dans la canalisation peut être installé (après dégazage, avant pompage à travers une canalisation, avant le chargement d'un véhicule citerne, etc.) afin d'assurer une bonne émulsion avec la répartition adéquate des grandeurs de gouttelettes  
15 selon les conditions requises mentionnées ci-dessus.

Dès que l'émulsion huile-dans-eau est transportée vers l'installation de combustion, le combustible émulsionné est conditionné de façon à optimiser la teneur en eau, la grandeur des gouttelettes et  
20 la teneur en métaux alcalins de l'émulsion huile-dans-eau. L'installation de conditionnement est constituée d'un mélangeur de produits dans la canalisation et d'un dispositif de réglage de la teneur en métaux alcalins. Le mélangeur de produits dans la canalis-  
25 tion a pour but de régler la grandeur moyenne des gouttelettes du combustible liquide émulsionné. La répartition des grandeurs des gouttelettes exerce un effet très important sur les caractéristiques de combustion de ce combustible naturel, en particulier,  
30 dans l'aptitude au réglage de l'écoulement et la combustion totale. La figure 2 illustre les répartitions des grandeurs des gouttelettes immédiatement avant et après le mélangeur de produits dans la canalisation. On peut constater que la grandeur moyenne  
35 des gouttelettes est réduite de 65 à 51  $\mu\text{m}$ . On peut

également constater que la répartition des grandeurs des gouttelettes est régularisée, c'est-à-dire qu'elle devient une courbe en forme de cloche. Selon la présente invention, l'émulsion huile-dans-eau doit être caractérisée par une grandeur de gouttelettes se situant entre environ 10 et 60  $\mu\text{m}$ .

On a également trouvé que la teneur en métaux alcalins de l'émulsion huile-dans-eau exerçait un effet important sur ses caractéristiques de combustion, en particulier, sur les émissions d'oxydes de soufre. Des métaux alcalins tels que le sodium et le potassium exercent un effet positif sur la réduction des émissions d'anhydride sulfureux. On pense que, par suite du haut rapport interfacial surface/volume entre le bitume et l'eau, les métaux alcalins réagissent avec des composés de soufre présents dans le combustible naturel pour donner lieu à la formation de sulfures alcalins tels que le sulfure de sodium et le sulfure de potassium. Au cours de la combustion, ces sulfures sont oxydés en sulfates, fixant ainsi ces derniers aux cendres de combustion, tout en empêchant, ipso facto, le soufre de parvenir dans l'atmosphère en accompagnant les gaz brûlés. Comme on l'a indiqué ci-dessus, des métaux alcalins sont déjà ajoutés à l'émulsion au cours de l'étape de formation de l'émulsion de combustible naturel au moyen d'un mélange naturel de métaux alcalins contenus dans l'eau de production. Si l'on constate que les teneurs en métaux alcalins du combustible émulsionné ne sont pas optimales, on peut alors en ajouter une certaine quantité supplémentaire à l'émulsion dans le dispositif de réglage de la teneur en métaux alcalins. A cet effet, on ajoute de l'eau de production, de l'eau saline ou des solutions aqueuses synthétiques de métaux alcalins. Selon la présente invention,

l'émulsion huile-dans-eau doit être caractérisée par une teneur en métaux alcalins supérieure à 50 parties par million et se situant, de préférence, entre environ 50 et 600 parties par million, idéalement entre 50 et 300 parties par million.

Dès que l'émulsion huile-dans-eau est conditionnée, elle est prête à la combustion. On peut employer n'importe quel brûleur conventionnel injecteur d'huile tel qu'un brûleur à mélange interne ou des atomiseurs hyperboliques jumelés. Il est préférable d'effectuer l'atomisation en utilisant la vapeur ou l'air dans les conditions opératoires suivantes : température du combustible : 20 à 80°C, de préférence, 20 à 60°C, rapport vapeur/combustible (poids/poids) : 0,05 à 0,5, de préférence, 0,05 à 0,4, rapport air/combustible (poids/poids) : 0,05 à 0,4, de préférence, 0,05 à 0,3, et pression de vapeur : 1,5 à 6 bars, de préférence, 2 à 4 bars, ou pression d'air : 2 à 7 bars, de préférence, 2 à 4 bars. Dans ces conditions, on assure une atomisation excellente et une combustion efficace en association avec une bonne stabilité de la flamme.

Les avantages de la présente invention ressortiront clairement à la lecture des exemples ci-après.

#### EXEMPLE 1

Afin de démontrer les effets des teneurs en métaux alcalins sur les caractéristiques de combustion d'émulsions huile-dans-eau, comparativement à celles du bitume de l'Orénoque, on a préparé deux émulsions ayant les caractéristiques reprises dans le tableau II (le bitume de l'Orénoque est également indiqué). Le métal alcalin était le sodium.

TABLEAU II  
CARACTERISTIQUES DU COMBUSTIBLE

	<u>ORENOQUE</u>	<u>EMULSION</u> <u>n° 1</u>	<u>EMULSION</u> <u>n° 2</u>
5			
Teneur en métaux alcalins (parties par million dans le combustible)	0	10	160
Valeur calorifique (LHV) (BTU/livre)	17.455	13.676	13.693
(kcal/kg)	9.750	7.639	7.649
% en volume de bitume	100	77	77
% en volume d'eau	0	23	23
15	Tous les combustibles ont été brûlés dans les conditions opératoires indiquées dans le tableau III.		

TABLEAU III  
CONDITIONS OPERATOIRES

	<u>ORENOQUE</u>	<u>EMULSION</u> <u>n° 1</u>	<u>EMULSION</u> <u>n° 2</u>
20			
Débit d'alimentation (kg/h)	19,5	23,5	23
Apport total de chaleur (BTU/h)	750.000	750.000	750.000
(kcal/h)	189.000	189.000	189.000
Température du combustible (°C)	115	24	60-70
Rapport vapeur/com- bustible (poids/ poids)	0,4	0,2	0,43
Pression de la vapeur (bars)	4	4	2,8
Grandeur moyenne des gouttelettes (µm)	--	60	51
35			

Les émissions gazeuses et l'efficacité de combustion pour chacun des combustibles sont indiquées dans le tableau IV ci-après.

TABLEAU IV

5                    CARACTERISTIQUES DE COMBUSTION

	<u>ORENOQUE</u>	<u>EMULSION</u>	<u>EMULSION</u>
		<u>n° 1</u>	<u>n° 2</u>
	13,5	14	13
10	0	0	0
	3	3,5	3
	1.500	1.450	850
15	12	8	6
	690	430	417
	20	13	11
	99,0	99,9	99,9
20	100	36	100

Ces résultats indiquent que l'on obtient un accroissement de l'efficacité de la combustion pour le bitume émulsionné de l'Orénoque comparativement au bitume vierge de l'Orénoque, soit 99,9% comparative-ment à 99,0%. En outre, une comparaison entre l'émulsion n° 1 et l'émulsion n° 2 indique que les émissions d'oxydes de soufre,  $SO_2$  et  $SO_3$ , diminuent avec un accroissement des teneurs en métaux alcalins (sodium).

EXEMPLE 2

30                    On a étudié les effets exercés par les conditions opératoires sur les caractéristiques de combustion de différents combustibles. Dans le tableau V, on compare le brut de l'Orénoque avec huit émulsions huile-dans-eau.

TABLEAU V  
CARACTERISTIQUES DU COMBUSTIBLE

	ORENOQUE n° 3	EMULSION n° 4	EMULSION n° 5	EMULSION n° 6	EMULSION n° 7	EMULSION n° 8	EMULSION n° 9	EMULSION n° 10
Teneur en métaux alcalins (parties par million dans le combustible)	0	180	180	180	180	180	180	70
Valeur calorifi- que (IHV) (BTU/ livre)	17.455	12.900	12.900	13.600	13.600	13.600	13.600	13.712
(kcal/kg)	9.750	7.206	7.206	7.597	7.597	7.597	7.597	7.660
% en volume de bitume	100	70	70	76	76	76	76	78
% en volume d'eau	0	30	30	24	24	24	24	22



5 Le bitume de l'Orénoque et les émulsions n° 3, 6, 7 et 10 ont été atomisés avec de la vapeur. Les émulsions n° 4, 5, 8 et 9 ont été atomisées avec l'air. Le métal alcalin employé dans les émulsions n° 3, 4, 5 et 6 était le sodium, tandis que l'on a ajouté du potassium dans les émulsions 7, 8, 9 et 10. Les conditions opératoires sont reprises dans le tableau VI.

TABLEAU VI  
CONDITIONS OPERATOIRES

	N° 3	N° 4	N° 5	N° 6	N° 7	N° 8	N° 9	N° 10
Débit d'alimentation (kg/h)	20,8	28,9	28,9	27,4	27,4	27,4	27,4	28,1
Apport total de chaleur (BTU/h)	820.000	820.000	820.000	820.000	820.000	820.000	820.000	820.000
(kcal/h)	206.640	206.640	206.640	206.640	206.640	206.640	206.640	206.640
Température du combustible (°C)	115	60-70	60-70	60-70	60-70	60-70	60-70	60-80
Rapport vapeur/combustible (poids/poids)	0,4	0,34	--	0,4	0,45	--	--	0,2
Rapport air/combustible (poids/poids)	--	--	0,20	0,27	--	0,27	0,34	--
Pression vapeur/air (bars)	4	1,6	3	3,8	3,2	2,8	2,8	2,8
Grandeur moyenne des gouttelettes (µm)	--	43	43	60	60	60	60	18

Le tableau VII ci-après indique l'efficacité  
de la combustion et les émissions gazeuses.

TABLEAU VII

## CARACTERISTIQUES DE COMBUSTION

	N° 3	N° 4	N° 5	N° 6	N° 7	N° 8	N° 9	N° 10
ORENOQUE EMULSION	15,5	12,9	12,6	12,8	13,9	13,5	13,9	13,0
CO <sub>2</sub> , % molaires	15,5	12,9	12,6	12,8	13,9	13,5	13,9	13,0
CO, parties par million, v	1.000	20	50	60	25	22	25	30
O <sub>2</sub> , % molaires	3	3	3	3,2	2,7	3,3	2,8	3,2
SO <sub>2</sub> , parties par million, v	1.617	475	420	508	740	550	682	1.350
SO <sub>3</sub> , parties par million, v	10	5	5	5	6	6	9	10
NOx, parties par million, v	717	434	478	645	434	600	451	690
Particules (mg/Nm <sup>3</sup> )	25	12,6	5,7	4	4	4	4	4
Efficacité	98,7	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9
Durée de l'essai (heures)	428	100	100	100	40	40	40	40

Ces résultats indiquent d'importantes réductions des oxydes de soufre lors de la combustion d'émulsions contenant des métaux alcalins, ainsi qu'un accroissement de l'efficacité. En outre, plus le rapport air/combustible est faible, plus la réduction des oxydes de soufre est forte. Il semblerait qu'il en soit de même pour de plus faibles rapports vapeur/combustible. Enfin, la quantité d'oxydes d'azote a été réduite. Comparativement aux bruts de l'Orénoque, en règle générale, les conditions opératoires sont moins rigoureuses lorsqu'on brûle des combustibles émulsionnés ; les températures et les pressions d'atomisation du combustible étaient inférieures, tandis que l'utilisation d'air ou de vapeur a contribué à accroître la souplesse de l'opération. La réduction des émissions d'oxydes de soufre est une caractéristique importante des émulsions huile-dans-eau contenant des métaux alcalins. Les émissions d'anhydride sulfurique sont responsables de ce que l'on appelle la corrosion des extrémités froides, c'est-à-dire la condensation d'acide sulfurique dans les parties plus froides des chaudières (économiseurs et réchauffeurs d'air). Elles sont également responsables de l'acidité des cendres dans des ballons séparateurs électrostatiques et d'autres équipements de capture des solides.

### EXEMPLE 3

On a comparé les émissions de soufre dégagées par l'émulsion d'huile n° 3 de l'exemple 2 avec le fuel oil n° 6 et les résultats sont repris dans les figures 3 et 4 annexées. Les résultats obtenus indiquent que les émissions d'oxydes de soufre de l'émulsion huile-dans-eau sont favorables comparativement à celles du fuel oil n° 6 et de loin supérieures à celles enregistrées pour le bitume de l'Orénoque. La réduction des émissions de  $SO_2$  est de 33% comparativement au

fuel oil n° 6 et de 66% comparativement au bitume  
de l'Orénoque. Les émissions d'anhydride sulfurique  
sont également inférieures pour l'émulsion n° 3 com-  
parativement au fuel oil n° 6 (2,5% de S) et au  
5 bitume de l'Orénoque. Ces réductions s'expriment  
par 17% et 50% respectivement.

L'invention peut être mise en oeuvre sous  
d'autres formes ou selon d'autres manières sans se  
départir de son esprit ou de ses caractéristiques  
10 essentielles. En conséquence, la présente forme de  
réalisation doit être considérée à tous égards à titre  
d'illustration et sans aucun caractère limitatif,  
le cadre de l'invention étant défini par les reven-  
dications ci-après et il est entendu qu'il englobe  
15 tous les changements rentrant dans la signification  
et la gamme d'équivalences.

## REVENDEICATIONS

1. Procédé de préparation d'un combustible liquide naturel destiné à brûler, comprenant les opérations de formation d'une émulsion huile-dans-eau au départ d'un pétrole brut de bitume et de pompage de cette émulsion hors d'un puits, le pétrole brut ayant une viscosité de 1400 centistokes à 5 100 000 centistokes à 50°C, l'émulsion huile-dans-eau étant formée au fond du puits en y injectant un mélange d'eau et d'un additif émulsionnant, cette émulsion ayant des gouttelettes de 10 à 60  $\mu\text{m}$  de grandeur, la teneur en métaux alcalins de l'émulsion étant réglée, avant sa combustion à une valeur d'au moins 50 parties par million.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la teneur en eau de l'émulsion a une valeur de 15 à 35% et l'émulsionnant est présent en proportion de 0,1 à 5% en poids rapporté au poids total de l'émulsion huile-dans-eau.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la teneur en métaux alcalins est dans l'intervalle de 50 à 600 parties par million.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'émulsion huile-dans-eau est pompée du puits vers une station de combustion sans autre raffinage, l'émulsion huile-dans-eau est dégazée avant sa combustion et conditionnée de façon à avoir une teneur en eau de 20 à 30% en poids, des gouttelettes de 40 à 60  $\mu\text{m}$  de grandeur et un métal alcalin y est ajouté de manière à réduire les émissions d'anhydride sulfureux et d'anhydride sulfurique, l'émulsion huile-dans-eau optimisée est ensuite chauffée à une température de 20 à 80°C et le combustible est atomisé avec un diluant

choisi parmi la vapeur et l'air en un rapport  
vapeur/combustible de 0,05 à 0,4, le combustible  
atomisé est brûlé, en sorte que les émissions  
d'anhydride sulfureux et d'anhydride sulfurique sont  
5 inférieures à celles de fuel oil n°6.

5. Procédé selon l'une quelconque des  
revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le pétrole  
brut de bitume a les propriétés chimiques et physiques  
suivantes :

10

C : 78,2 à 85,5% en poids;

H : 10,0 à 10,8% en poids;

O : 0,26 à 1,1% en poids;

N : 0,50 à 0,66% en poids;

15

S : 3,68 à 4,02% en poids;

cenres : 0,05 à 0,33% en poids;

vanadium : 420 à 520 parties par million;

nickel : 90 à 120 parties par million;

fer : 10 à 60 parties par million;

20

sodium : 60 à 200 parties par million;

gravité : 1,0 à 12,0° API;

viscosité :

à 50°C (122°F) : 1.400 à 5 100 000  
centistokes;

25

à 98,89°C (210°F) : 70 à 16.000 centistokes;

valeur calorifique (LHV) (Kcal/kg) : 8.500  
à 10.000; et

asphaltènes : 9,0 à 15,0% en poids

30

6. Procédé selon l'une quelconque des  
revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'additif  
émulsionnant est choisi parmi le groupe constitué  
d'agents tensio-actifs anioniques, d'agents tensio-  
actifs non ioniques, d'agents tensio-actifs cationiques  
et de mélanges d'agents tensio-actifs cationiques  
35 et non ioniques.



7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que les agents tensio-actifs non ioniques sont choisis parmi le groupe constitué d'alkyl-phénols éthoxylés, d'alcools éthoxylés, d'esters de sorbitanne éthoxylés et de leurs mélanges.

8. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que les agents tensio-actifs cationiques sont choisis parmi le groupe constitué des chlorhydrates de diamines grasses, d'imidazolines, d'amines éthoxylées, d'amido-amines, de composés d'ammonium quaternaire et de leurs mélanges.

9. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que les agents tensio-actifs anioniques sont choisis parmi le groupe constitué d'acides sulfoniques carboxyliques à longue chaîne et de leurs mélanges.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'additif émulsionnant est un agent tensio-actif non ionique présentant un équilibre hydrophile/lipophile supérieur à 13.

11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que l'agent tensio-actif non ionique est un nonylphénol oxyalkylé avec 20 motifs d'oxyde d'éthylène.

12. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que l'agent tensio-actif anionique est choisi parmi le groupe constitué de sulfonates d'alkyl-aryle, de sulfates d'alkyl-aryle et de leurs mélanges.

13. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on brûle l'émulsion huile-dans-eau en tant que combustible.

14. Procédé selon l'une quelconque des

revendications précédentes dans lequel l'émulsion  
huile-dans-eau est caractérisée par une teneur en  
eau de 20 à 30% en volume, une grandeur moyenne de  
gouttelettes de 40 à 60  $\mu\text{m}$  et une teneur en métaux  
5 alcalins de 50 à 600 parties par million.

15. Procédé selon la revendication 13,  
caractérisé en ce qu'il comprend les étapes qui  
consistent à pomper cette émulsion huile-dans-eau  
de ce puits vers une station d'écoulement; transporter  
10 cette émulsion huile-dans-eau de cette station  
d'écoulement vers une station de combustion;  
conditionner cette émulsion huile-dans-eau de façon  
à optimiser la teneur en eau, la grandeur des  
gouttelettes et la teneur en métaux alcalins de cette  
15 émulsion huile-dans-eau en vue de la combustion; et  
brûler cette émulsion huile-dans-eau optimisée afin  
de réduire sensiblement les émissions d'anhydride  
sulfureux et d'anhydride sulfurique, les émissions  
d'anhydride sulfureux et d'anhydride sulfurique étant  
20 inférieures à celles du fuel oil n° 6.

16. Procédé selon la revendication 15,  
caractérisé en ce qu'il comprend l'étape qui consiste  
à dégazer l'émulsion huile-dans-eau avant de la  
conditionner en vue de la combustion.

25 17. Procédé selon l'une quelconque des  
revendications 15 et 16, caractérisé en ce qu'il  
comprend l'étape qui consiste à ajouter un additif  
inhibiteur de corrosion à l'émulsion huile-dans-eau  
avant de transporter cette dernière.

30 18. Procédé selon l'une quelconque des  
revendications 15, 16 et 17, comprenant l'étape  
consistant à conditionner l'émulsion huile-dans-eau  
de façon à obtenir une émulsion huile-dans-eau  
caractérisée par une teneur en eau d'environ 20-30%  
35 en volume, une grandeur de gouttelettes d'environ

10 à 60  $\mu\text{m}$  et une teneur en métaux alcalins d'environ 50-300 parties par million.

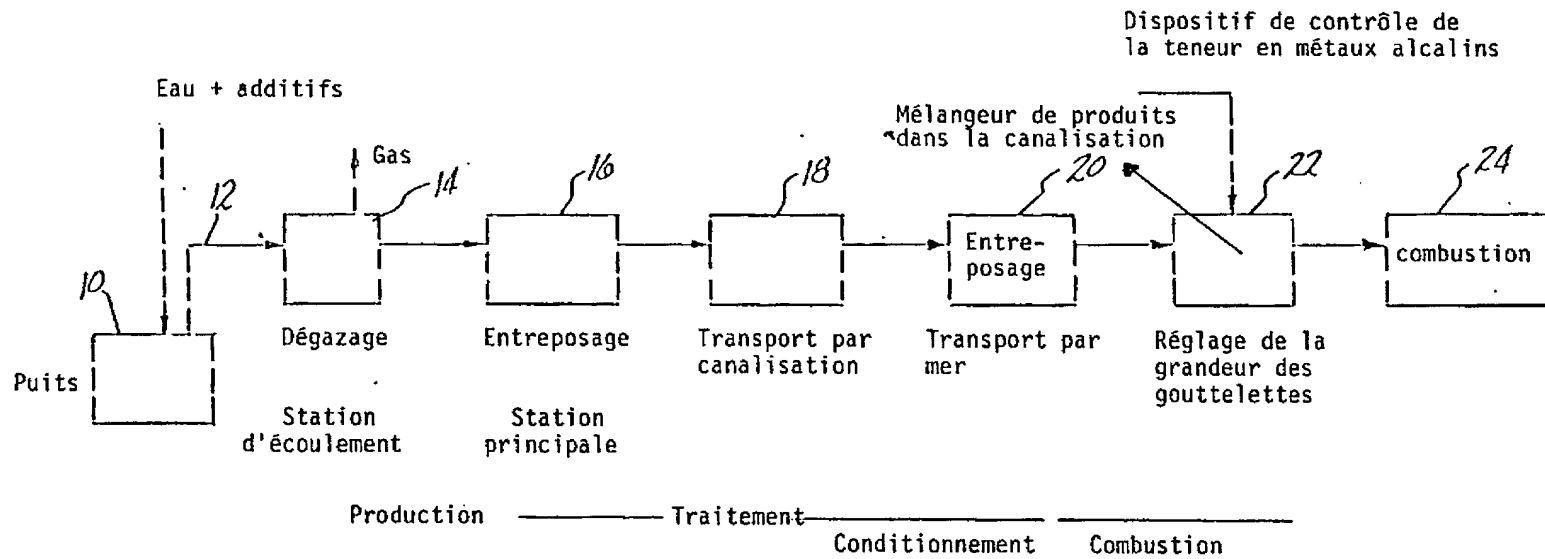
5 19. Procédé selon l'une quelconque des revendications 15 à 18, caractérisé en ce qu'il comprend l'étape qui consiste à brûler cette émulsion huile-dans-eau optimisée dans les conditions opératoires suivantes :

température du combustible : 20 à 80°C;  
rapport vapeur/combustible (poids/poids) : 0,05 à 0,5;  
10 rapport air/combustible (poids/poids) : 0,05 à 0,4; et pression de vapeur : 2 à 6 bars; ou pression d'air : 2 à 7 bars.

15 20. Procédé selon la revendication 19, caractérisé en ce qu'il comprend l'étape qui consiste à brûler cette émulsion huile-dans-eau optimisée dans les conditions opératoires suivantes :

température du combustible : 20 à 60°C;  
rapport vapeur/combustible (poids/poids) : 0,05 à 0,4;  
rapport air/combustible (poids/poids) : 0,05 à 0,3; et  
20 pression de vapeur : 2 à 4 bars; ou pression d'air : 2 à 4 bars.

25 21. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 20, caractérisé en ce que l'ajustement de la teneur en métaux alcalins se fait au choix au fond du puits, après pompage de l'émulsion hors du puits ou à un autre moment quelconque avant de brûler l'émulsion.



SCHEMA POUR LA PRODUCTION, LE TRAITEMENT, LE CONDITIONNEMENT ET LA COMBUSTION D'UN COMBUSTIBLE NATUREL AMELIORE

*FIG-1*

REPARTITION DES GRANDIERS DES GOUTTELETTES D' "ORIMULSION"  
(= EMULSION DE BITUME DE L'ORENOQUE)

Mélangeur dynamique

0 tour/minute

(65  $\mu\text{m}$ )

1400 tours/minute

(54  $\mu\text{m}$ )

2400 tours/minute

(51  $\mu\text{m}$ )

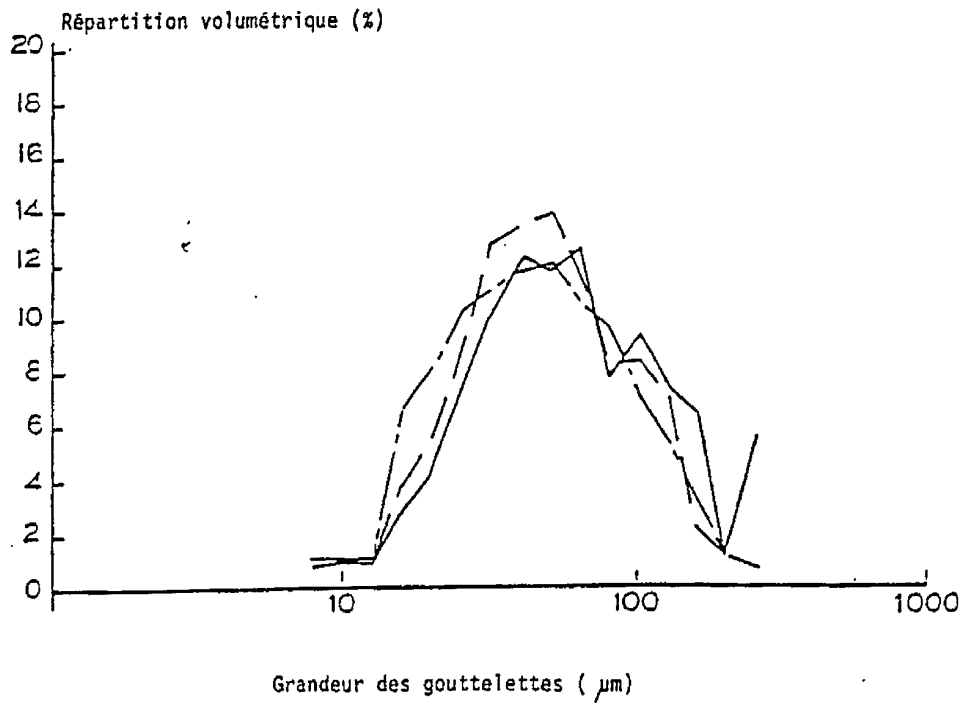


FIG-2

EMISSIONS COMPARATIVES D'ANHYDRIDE SULFUREUX (3% SO<sub>2</sub> & 0,82 MMBTU/H)

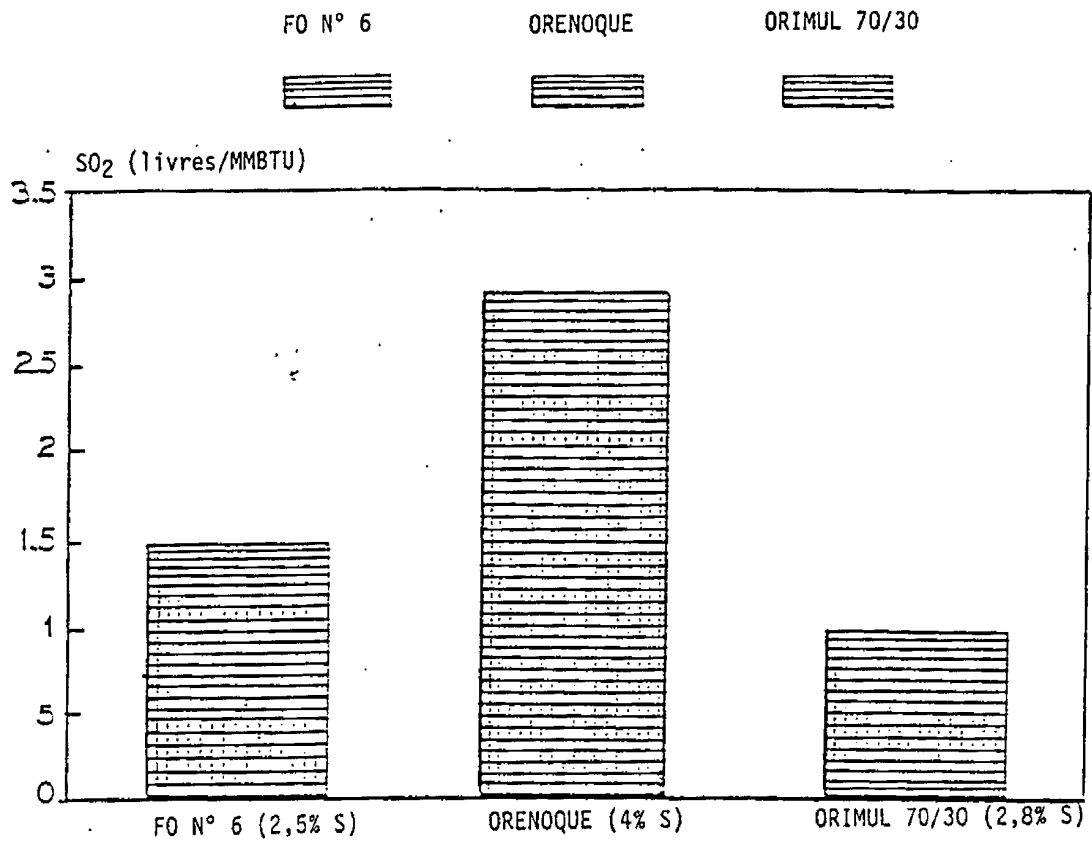
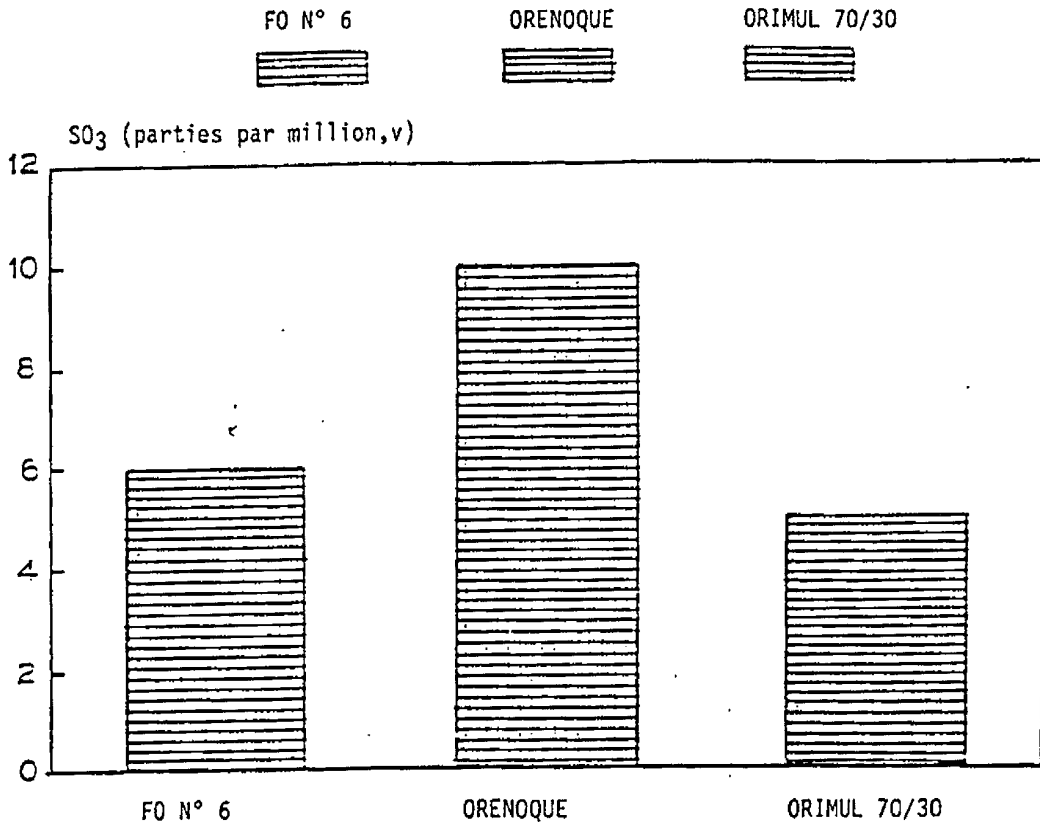


FIG-3

EMISSIONS COMPARATIVES D'ANHYDRIDE SULFURIQUE



*FIG-4*



Office européen  
des brevets

### RAPPORT DE RECHERCHE

établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2  
de la loi belge sur les brevets d'invention  
du 28 mars 1984

Numero de la demande  
nationale

BE 8700658  
BO 498

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.4)
A	GB-A-1 438 352 (SVENSKA UTVECKLINGSAKTIEBOLAGET) * Revendications 1,12,13 *	1	C 10 L 1/32 E 21 B 43/22
P,A	GB-A-2 169 220 (INTEVEP) * Revendications 1,4,6,7; page 2, ligne 59 - page 3, ligne 4; exemple *	1,2,5	
A	US-A-4 409 091 (KESSICK) * Revendications 1,11; figure 2; colonne 7, ligne 50 - colonne 8, ligne 47 *	1,2	
A	US-A-3 490 237 (LISSANT) * Revendication 1; colonne 1, ligne 58 - colonne 3, ligne 39 *	1,7,8,9 ,12,16	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
			C 10 G C 10 L E 21 B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
21-12-1988		DE HERDT O.C.E.	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P0448)



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

BE 8700658  
80 498

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 28/12/88  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
GB-A- 1438352	03-06-76	Aucun	
GB-A- 2169220	09-07-86	Aucun	
US-A- 4409091	11-10-83	CA-A- 1129801 US-A- 4392944	17-08-82 12-07-83
US-A- 3490237	20-01-70	Aucun	

EPO FORM P0463

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82