

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑳ Numéro de dépôt: **78810027.9**

⑤① Int. Cl.²: **F 23 D 11/40, F 23 C 7/00**

㉔ Date de dépôt: **04.12.78**

③① Priorité: **23.12.77 CH 15974/77**

⑤② Demandeur: **Fascione, Pietro, Cassina de'Pecchi Via dell' Orsa Minore, I-20145 Milano (IT)**

④③ Date de publication de la demande: **11.07.79**
Bulletin 79/14

⑤② Inventeur: **Hazard, Herbert, 2770 North Star Road, Columbus Ohio 43221 (US)**
Inventeur: **Recchi, Vincenzo, Vico IV Massaro 40/2, I-70123 Palese (Bari) (IT)**

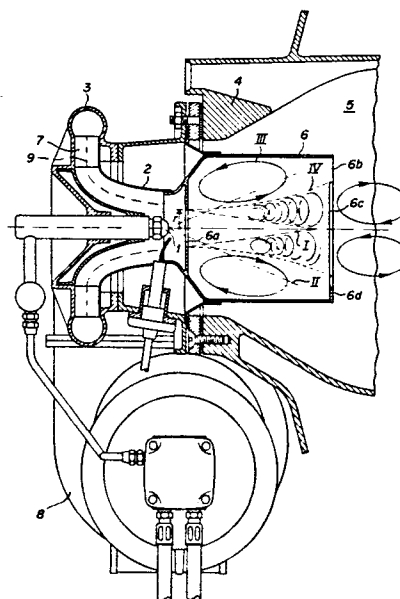
⑧④ Etats contractants désignés: **BE DE FR GB IT NL SE**

⑤④ Mandataire: **Dousse, Blasco et al, 7, route de Drize, CH-1227 Carouge/Genève (CH)**

⑤④ **Tête de combustion destinée à une chambre de combustion.**

⑤⑦ Cette invention se rapporte à une tête de combustion pour un combustible fluide, notamment liquide, brûlé en présence notamment d'un gaz dont la concentration d'oxygène est sensiblement inférieure à celle de l'air.

Cette tête comporte, adjacent au brûleur proprement dit, un pot (6) de forme générale cylindrique, présentant une ouverture d'entrée (6a) destinée à créer une perte de charge sensible pour injecter le gaz porteur d'oxygène dans le pot et un disque (6c) situé à la sortie du pot et dimensionné pour créer une seconde perte de charge plus faible. La combustion intense produite dans le pot (6) chauffe ses parois à une température située sensiblement au-dessus du point final de la courbe de distillation du fuel pour empêcher le dépôt de coke.



EP 0 003 000 A1

- 1 -

Tête de combustion destinée à une chambre de combustion

Les avantages, liés à la combustion utilisant comme gaz porteur d'oxygène une certaine proportion de gaz de combustion mélange à de l'air, sont bien connus. Cette recirculation permet d'augmenter les débits massiques de gaz de combustion, tout en fixant le taux d'excès d'air à un niveau très bas. La dilution de l'oxygène nécessaire, dans une plus grande masse de gaz, abaisse la température de la flamme. Ce type de combustion permet de réduire la production de NO_x ainsi que celle de suie. L'augmentation du débit massique de gaz, due à la recirculation des gaz de combustion, permet d'accroître le rendement des échanges thermiques et de réduire le débit massique à la cheminée.

Par contre, la flamme résultant de la combustion d'un combustible fluide en présence d'un gaz dont la concentration d'oxygène est sensiblement plus faible que celle de l'air, devient beaucoup moins stable. Pour remédier à ce défaut, il a été proposé d'introduire le gaz porteur d'oxygène en lui communiquant un fort mouvement tourbillonnaire. Cette quantité de mouvement tourbillonnaire nécessaire pour stabiliser la flamme est d'autant plus forte que la concentration d'oxygène est faible. Or, le combustible liquide pulvérisé dans cet écoulement tourbillonnaire est soumis, de ce fait, à des forces centrifuges, de sorte que des gouttelettes de combustible sont projetées contre la paroi de la chambre

de combustion. Etant donné que la température de cette paroi est inférieure à la température finale de distillation du combustible pulvérisé, un dépôt de coke et de suie se forme à la sortie du brûleur.

- 5 Il existe des brûleurs pour combustibles fluides dont la sortie débouche dans un pot de flamme placé dans la chambre de combustion. Ces pots de flamme ont pour but d'éviter la mise en contact du combustible avec les parois de la chambre de combustion refroidies de l'extérieur et de limiter l'essentiel
10 du processus de combustion à un espace réduit dans lequel la température peut atteindre un niveau plus élevé. C'est notamment le cas des brevets US 3.319.692, 2.606.604 et 40.414.639 ainsi que du DE-OS 2.250.766 dans lesquels la paroi du pot de flamme est métallique, tandis que dans les brevets US
15 2.806.517 et FR 2.226.056 les pots sont en matériau réfractaire.

- A part les brevets US 2.606.604 et 3.319.692, tous ces documents proposent d'augmenter la durée de séjour du mélange de gaz porteur d'oxygène et de combustible dans le pot de flamme,
20 en leur communiquant un mouvement tourbillonnaire suffisamment important pour engendrer en son centre une dépression génératrice d'un vortex toroïdal allongeant ainsi la longueur du parcours de ce mélange de gaz dans le pot de flamme. Toutefois, comme on l'a déjà mentionné précédemment, ce fort mouve-
25 ment tourbillonnaire projette des gouttelettes du combustible pulvérisé contre les parois du pot de flamme. En outre, la recirculation interne, induite par le vortex annulaire engendré par le tourbillon de gaz porteur d'oxygène amène le gaz froid introduit dans ce pot, directement contre sa paroi et la re-
30 froidit. De ce fait, sa température s'abaisse et empêche la combustion complète du combustible projeté contre sa surface de sorte que ces résidus de combustible forment un dépôt de coke qui s'accumule. Il résulte de ces documents que si l'on a déjà proposé que l'essentiel du processus de combustion se

déroule dans un pot dont les parois ne sont pas refroidies de l'extérieur comme celles des chambres de combustion classiques, les solutions proposées ne remplissent que partiellement leur objectif dans la mesure où les parois sont refroidies de l'intérieur sous l'effet de l'écoulement tourbillonnaire du mélange de gaz porteur d'oxygène.

Quant aux brevets US 2.606.604 et 3.319.692 dans lesquels l'air est introduit sans tourbillon dans le pot, le premier de ces documents utilise une succession de déflecteurs percés, disposés transversalement à l'axe du pot pour retenir le mélange combustible afin que la chaleur provenant de la combustion réchauffe le mélange au fur et à mesure de son introduction et améliore la combustion. Toutefois, aucune précision n'est donnée sur le mode d'écoulement du mélange combustible dans ce pot et donc sur le déroulement de la combustion. Enfin, dans le second de ces brevets US, aucune disposition particulière n'est prise pour augmenter le temps de séjour du mélange combustible dans le pot, seule une recirculation extérieure à ce pot étant induite.

Il apparaît qu'aucune de ces solutions ne permet de résoudre de manière satisfaisante, le problème de la combustion d'un combustible fluide, notamment liquide, avec recirculation externe de gaz d'échappement de manière que la combustion soit complète et stable, tout en fonctionnant avec un très faible taux d'excès d'air.

Le but de la présente invention est de remédier, au moins en partie, aux inconvénients susmentionnés.

A cet effet, l'invention a pour objet une tête de combustion destinée à une chambre de combustion et comprenant une buse d'injection d'un combustible fluide, notamment liquide, reliée à une source de ce combustible sous pression et un conduit d'alimentation d'un gaz relié à une source de gaz

sous pression contenant de l'oxygène, dont l'extrémité aval débouche dans un espace de combustion de forme générale cylindrique. Cette tête de combustion est caractérisée par le fait que l'ouverture de communication entre ledit conduit et
5 ledit espace est dimensionnée pour créer une chute de pression lors du passage dudit gaz, comprise entre 75 et 150 mm de colonne d'eau, que le diamètre de cet espace est compris entre 2 et 6 fois le diamètre de ladite ouverture, qu'un
10 disque est disposé à la sortie dudit espace de combustion, à une distance comprise entre 3,5 et 5,5 fois le diamètre de ladite ouverture, et que le diamètre de ce disque est choisi pour créer une chute de pression comprise entre 15 et 50 mm de colonne d'eau, à la sortie dudit espace de combustion.

15 La figure unique du dessin annexé illustre, schématiquement et à titre d'exemple, une tête de combustion selon l'invention, vue en coupe axiale, montée à l'entrée d'une chambre de combustion.

La tête de combustion illustrée comporte tous les éléments
20 d'un brûleur, à savoir, une buse 1 d'injection de fuel, disposée coaxialement dans un conduit d'alimentation 2 d'un mélange d'air et de gaz de combustion. Ce conduit 2 constitue la sortie d'une bache spirale 3 fixée au couvercle 4 d'une chambre de combustion 5 et se termine dans cette chambre de
25 combustion par un pot cylindrique 6 constituant la tête de combustion proprement dite au sujet de laquelle des détails supplémentaires seront donnés par la suite.

Un aubage fixe 7, formant une couronne, peut être disposé à la sortie de la bache spirale 3. L'inclinaison de cet
30 aubage est choisie pour imprimer, au mélange de gaz porteur d'oxygène introduit dans la chambre de combustion 5, un léger mouvement hélicoïdal appelé "swirl" défini par un nombre. Ce nombre de "swirl" $G_\phi / r.G_x$ est donné par le rapport entre

le flux de moment cinétique G_{ϕ} communiqué au gaz et le produit du rayon de l'ouverture de distribution du brûleur r par le flux de quantité de mouvement axial G_x . Ce nombre est choisi de préférence inférieur à 0,2 et dans tous les 5 cas inférieur au seuil à partir duquel un vortex toroïdal se crée sous l'effet du swirl.

En variante, le mélange de gaz porteur d'oxygène peut être introduit dans le pot cylindrique 6 sans aucun mouvement hélicoïdal.

- 10 Selon une autre variante illustrée en traits mixtes, le conduit 2 allant des aubes 7 à la buse 1 peut être divisé en deux par une cloison 9, et les aubes 7, de part et d'autre de cette cloison 9, peuvent être inclinées en sens contraire les unes des autres, de manière à former deux écoulements 15 animés de mouvements hélicoïdaux de sens contraires, qui se mélangent au moment d'être injectés dans le pot 6. Ces deux écoulements hélicoïdaux tendent à s'annuler en se mélangeant. De ce fait, il est tout à fait possible de dépasser notablement le nombre de swirl de 0,2 indiqué précédemment, pour 20 chacun des écoulements, le nombre total de swirl ne devant alors pas dépasser environ 0,2 à 0,3. Cette variante présente l'intérêt de créer un mélange supplémentaire lors de la réunion des deux écoulements.

- Le pot 6 dans lequel se produit la majeure partie de la 25 combustion présente une ouverture d'entrée 6a ainsi qu'une ouverture de sortie annulaire 6b ménagée autour d'un disque 6c, fixé concentriquement au pot cylindrique 6 par des bras radiaux 6d.

- Les dimensions des différents éléments du pot cylindrique 30 6 sont importants pour obtenir une combustion pratiquement exempte de suie et de CO, fonctionnant avec un excès d'air de 5 à 15 % et une recirculation d'environ 50 % des gaz

d'échappement, et pour que la combustion soit stable, qu'il ne se produise aucun dépôt de coke et que l'allumage soit facile.

A cet effet, le gaz porteur d'oxygène introduit dans le pot
5 cylindrique 6 doit être animé d'une haute vitesse afin de produire un niveau de turbulence élevé nécessaire pour obtenir une combustion intense. Les essais ont montré que le diamètre de l'ouverture 6a doit être dimensionné pour produire une chute de pression de 75 à 150 mm de colonne d'eau.
10 En deça de cette limite la combustion est mauvaise et au-delà, l'allumage est difficile.

Le pot peut être dimensionné à partir du diamètre de l'ouverture 6a. Sa longueur doit être choisie entre 3,5 et 5,5 fois ce diamètre. En fait cette longueur est choisie pour
15 que le corps central I de l'écoulement de gaz introduit dans le pot 6 ne touche pas le disque 6c. Or, la longueur de ce corps central est de l'ordre de 4 à 5 fois le diamètre de l'ouverture 6a suivant la quantité de swirl. Si le disque 6c est trop près de l'ouverture 6a, le corps I du
20 gaz froid injecté rencontrant ce disque s'étend radialement vers l'extérieur de celui-ci en le refroidissant. Si, au contraire, le disque 6c est placé trop loin de l'ouverture 6a, la flamme devient instable. A la position optimale du disque, la flamme est stable et le disque est assez chaud
25 pour éviter la formation de dépôts de carbone ou de coke.

Ce disque 6c n'est pas obligatoirement placé à l'extrémité du pot 6. Il peut se trouver soit légèrement en dedans, soit en dehors de ce pot 6, suivant la forme que l'on désire donner à la flamme sortant du pot 6 par l'ouverture annulaire
30 re 6b.

La dimension de cette ouverture annulaire 6b est choisie pour induire une recirculation derrière le disque 6c afin

d'assurer la combustion du combustible résiduel et pour atteindre des niveaux de CO aussi bas que possible. A cet effet, le diamètre du disque 6c est choisi pour que l'ouverture annulaire engendre une chute de pression de l'ordre de 15 à 5 30 mm de colonne d'eau.

Le diamètre de la portion cylindrique de ce pot 6 est compris entre 2 et 6 fois le diamètre de l'ouverture 6a.

La figure du dessin montre les différents modes d'écoulement dans le pot cylindrique 6 ainsi qu'à la sortie de ce pot.

- 10 L'angle du cône II de pulvérisation du fuel est de préférence compris entre 60 et 95 degrés. Comme on le voit, une recirculation III est formée autour d'une zone turbulente IV entourant le corps central I du jet d'air. Cette recirculation III permet de chauffer la paroi du pot cylindrique 6 jusqu'à 15 une température de 600° à 800°, à laquelle le pot devient rouge vif, température qui est supérieure à la température finale de la courbe de distillation d'un fuel léger, de sorte qu'aucun dépôt par accumulation de coke ne peut se produire. Cette recirculation annulaire III a aussi pour effet 20 d'amener les produits de combustion à la base du jet d'air sortant de l'orifice 6a, améliorant de ce fait la stabilité de la flamme.

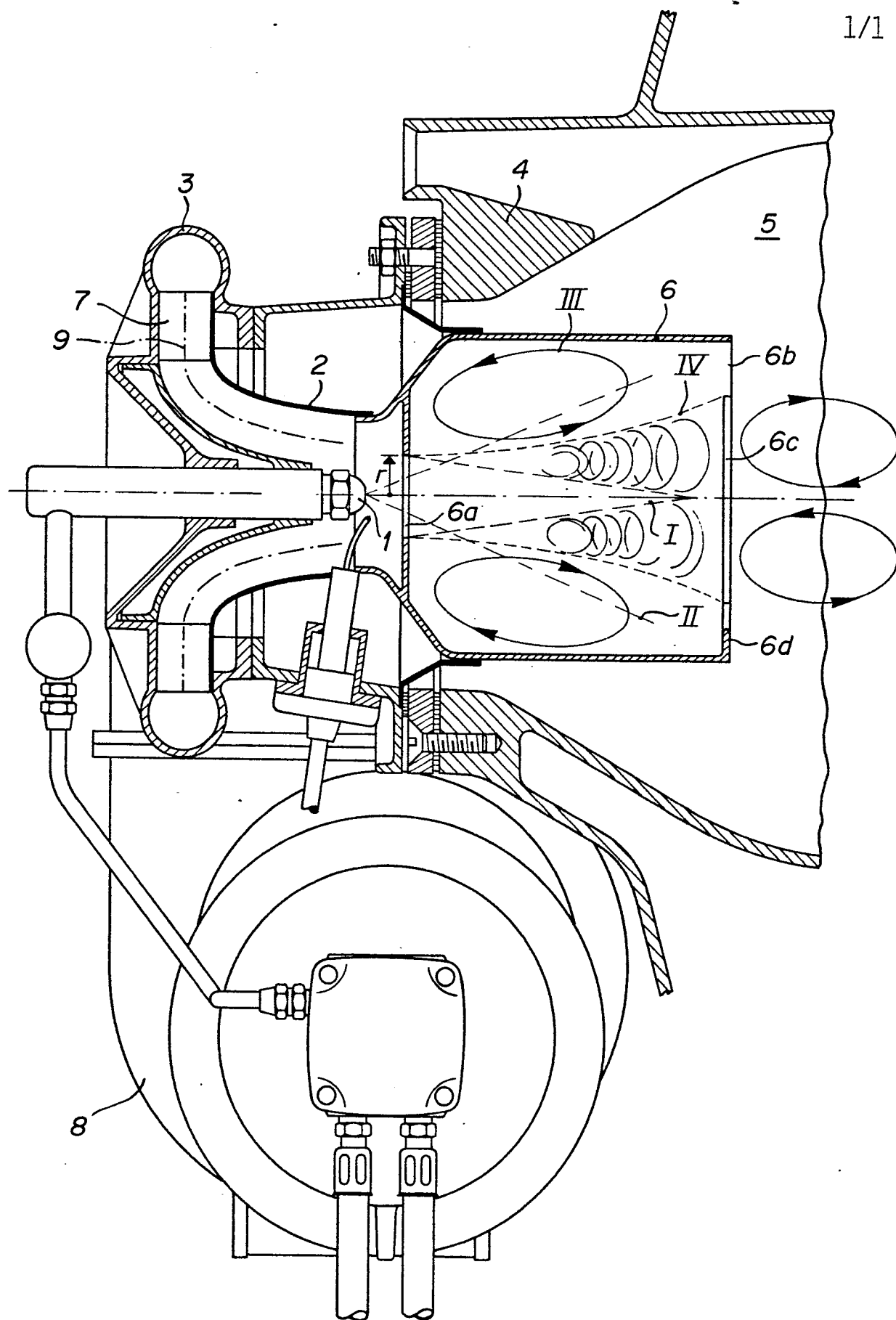
- Il est à noter que cette recirculation III en forme de vortex toroïdal présente un sens de rotation, indiqué par des flèches, contraire au sens de rotation qui serait induit par un 25 swirl intense. Ce sens de rotation est important, étant donné que, dans le cas du jet, le sens de la rotation induite provoque une recirculation des gaz de combustion chauds qui réchauffent la paroi du pot 6. Au contraire, dans le cas d'un 30 vortex toroïdal induit par un swirl, le sens de rotation contraire à celui illustré envoie des gaz froids sortant de l'ouverture 6a contre la paroi du pot 6, d'où la formation de dépôts de carbone et de coke.

Revendications :

1. Tête de combustion destinée à une chambre de combustion et comprenant une buse d'injection d'un combustible fluide, notamment liquide, reliée à une source de ce combustible sous pression et un conduit d'alimentation d'un gaz relié
5 à une source de gaz sous pression contenant de l'oxygène, dont l'extrémité aval débouche dans un espace de combustion de forme générale cylindrique, caractérisée par le fait que l'ouverture de communication entre ledit conduit et ledit espace est dimensionnée pour créer une chute de pression lors
10 du passage dudit gaz, comprise entre 75 et 150 mm de colonne d'eau, que le diamètre de cet espace est compris entre 2 et 6 fois le diamètre de ladite ouverture, qu'un disque est disposé à la sortie dudit espace de combustion, à une distance comprise entre 3,5 et 5,5 fois le diamètre de ladite
15 ouverture, et que le diamètre de ce disque est choisi pour créer une chute de pression comprise entre 15 et 50 mm de colonne d'eau, à la sortie dudit espace de combustion.

2. Tête de combustion selon la revendication 1, caractérisée par le fait
20 qu'un générateur de swirl est ménagé dans ledit conduit d'alimentation, ce générateur étant agencé pour que le swirl produit soit inférieur au seuil à partir duquel un vortex toroïdal se crée sous l'effet de l'écoulement hélicoïdal dudit gaz.

25 3. Tête de combustion selon la revendication 1, caractérisée par le fait
que ledit conduit d'alimentation est divisé en deux parties annulaires coaxiales, chacune munie d'un générateur de swirl de nombre et/ou de sens différent, choisis pour que le nom-
30 bre total de swirl soit inférieur au seuil à partir duquel un vortex toroïdal se crée sous l'effet de l'écoulement hélicoïdal dudit gaz.





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0003000

EP 78 81 0027

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. ²)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
D	<u>US - A - 3 319 692 (REBA)</u> * Colonne 2, lignes 68-72; colonne 3, lignes 1-13, 49-60; colonne 4, lignes 49,63; figure 1 *	1	F 23 D 11/40 F 23 C 7/00
	--		
D	<u>US - A - 2 806 517 (TE NUYL)</u> * Colonne 2, lignes 29-52; colonne 3, lignes 8-20; colonne 5, lignes 20-48; figure 1 *	1	
	--		
D	<u>US - A - 2 606 604 (WITHERELL)</u> * Colonne 2, lignes 10-38; figure 1 *	1	F 23 D F 23 C
	--		
D	<u>DE - A - 2 250 766 (VOLKSWAGEN-WERK)</u> * Page 6, paragraphes 2-4; page 7, paragraphe 1; figures *	1	
	--		
	<u>FR - A - 1 014 072 (S.A. DES CHANTIERS ET ATELIERS DE SAINT NAZAIRE)</u> * Page 1, colonne de gauche, paragraphes 3,4; colonne de droite, lignes 23-41; page 2, colonne de gauche, lignes 1-6; figures 1,2 *	2,3	
A	<u>DE - A - 2 365 186 (ELCO)</u>	1	
A	<u>FR - A - 1 595 206 (SHELL) ./.</u>	1	
☒ Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		28-03-1979	PHOA



0003000
Número de la demanda

EP 78 81 0027

-2-

OEB Form 1503.2 06.78