

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑳ Numéro de dépôt: 87401133.1

⑤① Int. Cl.⁴: **F 04 F 5/42**
B 01 F 5/00

㉔ Date de dépôt: 20.05.87

③⑦ Priorité: 22.05.86 FR 8607444

④③ Date de publication de la demande:
20.01.88 Bulletin 88/03

⑧④ Etats contractants désignés:
AT BE CH DE GB IT LI NL

⑦① Demandeur: **INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE**
4, Avenue de Bois-Préau
F-92502 Rueil-Malmaison (FR)

⑦② Inventeur: **Rojey, Alexandre**
29-33, rue Henri Régnault
F-92380 Garches (FR)

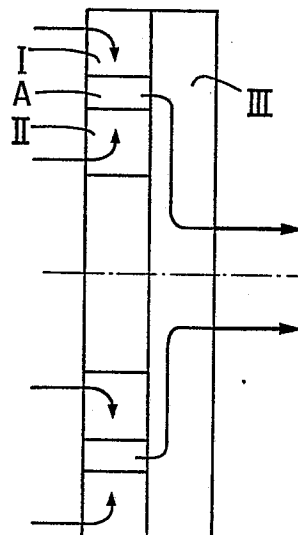
⑦④ Mandataire: **Aubel, Pierre et al**
Institut Français du Pétrole Département Brevets 4,
avenue de Bois Préau
F-92502 Rueil-Malmaison (FR)

⑤④ **Ejecteur à rotation induite.**

⑤⑦ La présente invention concerne un procédé et un dispositif de compression d'un fluide par détente d'un fluide moteur comportant un premier compartiment dans lequel circule le fluide moteur, un deuxième compartiment dans lequel circule le fluide à comprimer, un troisième compartiment dans lequel circule le mélange du fluide moteur et du fluide à comprimer, ledit mélange provenant d'un compartiment de mélange relié au troisième compartiment ainsi qu'aux premier et deuxième compartiments.

Le dispositif selon l'invention se caractérise en ce que ledit compartiment de mélange (A) a une forme annulaire et en ce que lesdits premier et deuxième compartiments (I et II) sont reliés audit compartiment de mélange (A) par des passages adaptés à introduire de manière sensiblement tangentielle ledit fluide moteur et ledit fluide à comprimer audit compartiment de mélange ou compartiment annulaire (A).

FIG.3



Description

La présente invention concerne un procédé et un dispositif d'éjection permettant de comprimer et/ou pomper un fluide. Le dispositif selon la présente invention est d'un faible encombrement.

D'une manière générale, les éjecteurs représentent un moyen simple et peu coûteux sur le plan des investissements pour comprimer un fluide. Cependant les dispositifs d'éjection selon l'art antérieur présentent un certain nombre d'inconvénients qui en limitent les possibilités d'application.

En premier lieu, un encombrement linéaire important, un rendement énergétique réduit et une plage de fonctionnement réduite.

Le dispositif selon l'invention vise à pallier les inconvénients des dispositifs connus dans l'art antérieur.

Plus précisément, la présente invention concerne un dispositif de compression d'un fluide par détente d'un fluide moteur comportant un premier compartiment dans lequel circule le fluide moteur, un deuxième compartiment dans lequel circule le fluide à comprimer, un troisième compartiment dans lequel circule le mélange du fluide moteur et du fluide à comprimer, ledit mélange provenant d'un compartiment de mélange relié au troisième compartiment ainsi qu'au premier et au deuxième compartiments. Le dispositif selon l'invention se caractérise notamment en ce que le compartiment de mélange a une forme annulaire et en ce que les premier et deuxième compartiments sont reliés au compartiment de mélange par des passages adaptés à introduire de manière sensiblement tangentielle le fluide moteur et le fluide à comprimer au compartiment de mélange ou compartiment annulaire.

Ceci peut être réalisé notamment si les axes des passages reliant le premier et le deuxième compartiment sont sensiblement tangents au compartiment de mélange. Le compartiment annulaire, qui a un diamètre extérieur moyen et un diamètre intérieur moyen le délimitant, pourra être prévu pour que le rapport du diamètre extérieur moyen de la zone annulaire à l'écart entre ledit diamètre extérieur moyen et ledit diamètre intérieur moyen soit au moins égal à 5.

Le deuxième compartiment de distribution du fluide à comprimer pourra comporter une couronne circulaire percée de canaux débouchant sur le compartiment annulaire, ces canaux pouvant être de préférence régulièrement espacés sur le pourtour dudit compartiment annulaire, et pouvant être incurvés de manière à introduire le fluide à comprimer avec une vitesse sensiblement tangentielle dans la zone annulaire.

Le troisième compartiment de compression du mélange des deux fluides provenant dudit compartiment annulaire pourra comporter lui-même un espace annulaire dans lequel seront placés des aubages redresseurs adaptés à annuler progressivement la composante vitesse tangentielle du mélange en faisant remonter la pression.

Le premier compartiment de distribution du fluide

moteur pourra comporter une série de tuyères convergentes débouchant dans le compartiment annulaire, les tuyères étant de préférence régulièrement espacées sur le pourtour du compartiment annulaire et étant inclinées de manière à introduire le fluide moteur avec une vitesse sensiblement tangentielle dans le compartiment annulaire.

Le premier compartiment de distribution du fluide moteur pourra comporter une couronne circulaire percée de canaux débouchant sur le compartiment annulaire, les canaux étant de préférence régulièrement espacés sur le pourtour du compartiment annulaire et ayant une forme convergente de manière à communiquer au fluide moteur une vitesse croissante, et ayant en outre une forme incurvée de manière à introduire le fluide à comprimer avec une vitesse sensiblement tangentielle au compartiment annulaire.

Le premier compartiment de distribution du fluide moteur pourra comporter une zone annulaire comprise entre deux surfaces coniques dont les génératrices pourront former un angle différent avec l'axe du dispositif de manière à créer ladite zone annulaire convergente dans laquelle le fluide moteur sera introduit par une arrivée tangentielle au niveau de la plus grande section et circulera avec une vitesse tangentielle croissante jusqu'à la plus petite section qui communique avec le compartiment annulaire.

Le troisième compartiment de compression du mélange des deux fluides provenant du compartiment annulaire pourra comporter, lui-même, une zone annulaire comprise entre deux surfaces coniques dont les génératrices pourront former un angle différent avec l'axe du dispositif, de manière à créer ladite zone annulaire divergente dans laquelle le mélange des deux fluides provenant du compartiment annulaire débouche au niveau de la plus petite section et circule avec une vitesse tangentielle décroissante jusqu'à la plus grande section.

Le troisième compartiment de compression pourra comporter un premier espace compris entre deux surfaces placées de manière sensiblement transversale par rapport à l'axe du dispositif dans lequel le mélange pourra circuler avec une vitesse tangentielle décroissante en étant évacué à la périphérie dudit premier espace, ledit premier espace étant suivi d'un second espace également compris entre deux surfaces placées de manière sensiblement transversale par rapport à l'axe du dispositif dans lequel le mélange est ramené vers l'axe du dispositif en circulant avec une vitesse tangentielle décroissante, le second espace pourra être muni d'aubages redresseurs permettant d'annuler progressivement la vitesse tangentielle du mélange.

L'angle d'introduction du fluide moteur dans le premier compartiment de distribution du fluide moteur pourra être modifié lorsque le débit dudit fluide moteur varie, de manière à maintenir la vitesse tangentielle de circulation du fluide moteur sensiblement constante.

Le dispositif selon l'invention pourra être utilisé

pour comprimer un gaz ou une vapeur ou pour comprimer un liquide.

Le fluide moteur pourra être constitué par un gaz ou une vapeur, ou encore par un liquide.

La présente invention concerne également un procédé de compression d'un fluide par détente d'un fluide moteur. Le procédé selon l'invention se caractérise en ce qu'il comporte les étapes suivantes prises en combinaison suivant lesquelles :

a) on fait entrer le fluide moteur dans une première zone dans laquelle il circule dans une section de passage décroissante avec une vitesse croissante, en sortant de cette première zone à un niveau de pression inférieur à celui du fluide basse pression à comprimer,

b) à la sortie de ladite première zone on fait déboucher ledit fluide moteur dans une zone annulaire suivant une direction sensiblement tangentielle,

c) on fait déboucher selon une direction sensiblement tangentielle dans la zone annulaire le fluide basse pression à comprimer en le faisant passer à travers une deuxième zone,

d) on mélange dans ladite deuxième zone annulaire le fluide moteur et le fluide à comprimer en conférant au mélange une vitesse tangentielle sensiblement uniforme dans toute la zone annulaire et

e) on fait passer le mélange provenant de l'étape (d) dans une troisième zone dans laquelle la vitesse tangentielle est progressivement annulée, la pression remontant corrélativement.

La présente invention sera bien comprise à la description d'exemples particuliers qui suivent, illustrés par les figures ci-annexées parmi lesquelles :

- les figures 1 et 2 illustrent schématiquement des éjecteurs selon l'art antérieur,

- la figure 3 représente le schéma de principe du procédé selon la présente invention,

- les figures 4A à 4C illustrent un premier mode de réalisation du dispositif selon la présente invention.

- les figures 5 à 7 montrent différentes variantes de ce mode de réalisation,

- les figures 8 et 9 illustrent différents modes de réalisation concernant la première et la deuxième zones du dispositif selon la présente invention, et

- les figures 10, 11A et 11B représentent différents modes de réalisations concernant la troisième zone du dispositif selon la présente invention.

Le schéma de la figure 1 permet d'illustrer le principe d'un dispositif d'éjection selon l'art antérieur.

Le fluide à comprimer arrive par le conduit d'aspiration 1.

Le travail de compression est fourni par un fluide moteur qui arrive par le conduit 2.

Dans le convergent 3 la vitesse du fluide moteur augmente et corrélativement sa pression baisse.

Le fluide à comprimer et le fluide moteur peuvent être ainsi admis dans la zone de mélange 4 à un

même niveau de pression. Dans la zone de mélange 4 se produit un échange de quantité de mouvement entre le fluide moteur et le fluide à comprimer et à la sortie de la zone de mélange le champ des vitesses peut être considéré comme sensiblement uniforme.

Dans le diffuseur 5 la vitesse du mélange des deux fluides est réduite et corrélativement la pression remonte.

Globalement, le dispositif a permis de comprimer le fluide arrivant par le conduit 1 en détendant partiellement le fluide moteur arrivant par le conduit 2.

Comme cela a été déjà indiqué un tel dispositif présente de nombreux avantages :

- Il est entièrement statique, ce qui le rend parfaitement fiable. Il ne nécessite pas de lubrifiant et ne présente pas les problèmes de fuites aux paliers des compresseurs munis d'un rotor.

- Il est simple et peu coûteux à réaliser, ce qui le rend particulièrement attrayant chaque fois qu'il est important de limiter le niveau de l'investissement.

Un tel dispositif peut être utilisé avec différents fluides liquides ou gazeux. Un exemple d'utilisation d'un éjectocompresseur gaz-gaz est décrit dans la demande de brevet français enregistrée le 28 Juin 1985 sous le numéro 85/09844, cette demande décrivant la compression par un tel dispositif de la vapeur de tête provenant d'une distillation.

Toutefois, à côté de ces avantages importants, ces dispositifs présentent aussi des inconvénients qui en limitent l'utilisation :

- Le rendement énergétique est réduit du fait des pertes par frottement. Ces pertes ont lieu essentiellement dans le mélangeur et dans le diffuseur.

Dans le mélangeur les pertes par frottement peuvent représenter de 5 à 15 % de l'énergie cinétique du mélange. Ces pertes sont liées à l'hétérogénéité du champ des vitesses à l'entrée du mélangeur et au fait que le mélangeur doit avoir une longueur suffisante pour homogénéiser ce champ de vitesses.

Les pertes les plus importantes ont lieu dans le diffuseur.

La génératrice du diffuseur ne doit pas faire avec l'axe un angle supérieur à 7° environ, en raison des risques d'instabilité de l'écoulement et de ce fait la longueur du diffuseur est importante par rapport au diamètre. Il en résulte des pertes atteignant 15 à 60 % de l'énergie cinétique du mélange, selon le rapport des sections et la technique adoptée.

En outre, ces pertes étant rapportées à l'énergie cinétique du mélange, plus le facteur de dilution du fluide moteur par le fluide entraîné augmente, plus le rendement diminue, une part de plus en plus faible du travail de détente du fluide moteur étant transformée en travail de compression du fluide entraîné.

- Une autre difficulté provient du fait qu'à charge

partielle les sections ne sont plus adaptées aux débits qui circulent dans le dispositif. De ce fait la plage de fonctionnement est relativement étroite et pour pouvoir faire varier le débit de fluide à comprimer il est nécessaire de disposer d'une batterie d'éjecto-compresseurs qui sont mis en route successivement.

Pour pouvoir réduire la longueur du diffuseur il a été proposé de créer dans la zone d'arrivée du fluide moteur et dans la zone de départ du mélange un mouvement tourbillonnaire dont la vitesse s'accroît en se rapprochant de l'axe du dispositif par conservation de la quantité du mouvement. Un tel mouvement tourbillonnaire est créé en introduisant le fluide moteur tangentiellement dans la partie convergente du dispositif. De tels dispositifs font l'objet notamment du brevet américain US-A 4.245.961 et des brevets soviétiques SU-A 731220 et 1.125.417.

Comme cela est représenté sur la figure 2, le fluide à comprimer qui arrive par la tuyère 6 débouche au centre du tourbillon formé par le fluide moteur.

Une telle disposition permet de réduire la longueur du divergent, mais elle conduit à une augmentation de l'hétérogénéité du champ des vitesses défavorable au rendement.

Le principe du dispositif selon l'invention est illustré très schématiquement sur la figure 3.

Il consiste essentiellement :

a) à faire entrer le fluide moteur dans une première zone (I), ou premier compartiment, dans laquelle il circule dans une section de passage décroissante avec une vitesse croissante, en sortant de la zone (I) à une pression inférieure à la pression du fluide basse pression à comprimer;

b) à la sortie de la première zone (I), à faire déboucher le fluide moteur dans une zone annulaire (A), ou compartiment annulaire, suivant une direction sensiblement tangentielle;

c) à faire déboucher suivant une direction sensiblement tangentielle dans la zone annulaire (A) le fluide basse pression à comprimer en le faisant passer à travers une deuxième zone (II) ou deuxième compartiment;

d) à mélanger dans la zone annulaire (A) le fluide moteur et le fluide basse pression à comprimer en conférant au mélange une vitesse tangentielle sensiblement uniforme dans toute la zone annulaire (A);

e) à faire passer le mélange provenant de l'étape (d) dans une troisième zone (III) ou troisième compartiment, dans laquelle la vitesse tangentielle est progressivement annulée, la pression remontant corrélativement.

Il a été découvert également que pour favoriser un champ de vitesses tangentielles sensiblement uniforme dans la zone annulaire (A), ce qui permet de réduire les pertes par frottement dans ladite zone annulaire, il est préférable que l'écart entre le diamètre extérieur moyen de la zone annulaire (A) et le diamètre intérieur moyen de la zone annulaire (A) soit réduit par rapport au diamètre extérieur moyen,

le rapport du diamètre extérieur moyen de la zone annulaire (A) à l'écart entre le diamètre extérieur moyen et le diamètre intérieur moyen de la zone annulaire (A) étant de préférence supérieur à 5.

Les positions respectives de la première et de la deuxième zones (I) et (II) peuvent être modifiées.

C'est ainsi que la première zone (I) d'introduction du fluide moteur peut être placée à l'intérieur dudit espace annulaire et la deuxième zone (II) d'introduction du fluide basse pression à comprimer à l'extérieur dudit espace annulaire. Ainsi les zones (I) et (II) sont placées à des diamètres différents. Dans certaines conditions la première et la deuxième zones (I) et (II) peuvent même être situées du même côté de la zone annulaire (A), comme le montrent les exemples de réalisation qui suivent.

Un premier exemple de réalisation du dispositif selon l'invention est représenté par les schémas des figures 4A et 4B.

La figure 4A représente une coupe longitudinale du dispositif suivant le plan A-A indiqué sur la figure 4B et la figure 4B une coupe transversale du dispositif par le plan B-B indiqué sur la figure 4A.

Le fluide basse pression à comprimer arrive par le conduit 7. Il est ensuite distribué à travers une couronne circulaire C qui représente dans cet exemple de réalisation la deuxième zone de distribution (II). Dans cette couronne circulaire il est distribué suivant une série de canaux tels que C1, C2, C3, C4 disposés sensiblement radialement et placés à intervalles réguliers. Ces canaux sont convergents, c'est-à-dire que leur section décroît vers la périphérie de ladite couronne circulaire, de manière à communiquer au fluide basse pression à comprimer une vitesse croissante et sont incurvés de manière à introduire le fluide basse pression à comprimer avec une vitesse sensiblement tangentielle dans la zone annulaire (A).

Le fluide moteur arrive par une série de tuyères convergentes telles que T1, T2, T3. Dans cet exemple de réalisation ces tuyères T représentent la première zone (I) de distribution du fluide moteur. Les tuyères d'admission T du fluide moteur sont convergentes, de manière à communiquer au fluide moteur une vitesse croissante, tout en diminuant sa pression, de manière à l'amener à un niveau inférieur à celui du fluide à comprimer et sont inclinées de manière à introduire le fluide moteur avec une vitesse tangentielle dans la zone annulaire (A).

De manière préférée les orifices situés de part et d'autre de la zone annulaire (A) par lesquels débouchent respectivement les canaux tels que C1, C2, et C3 et les tuyères telles que T1, T2 et T3 sont placés en vis à vis.

Le fluide moteur et le fluide basse pression à comprimer sont mélangés dans la zone annulaire (A) et le mélange de ces deux fluides circule avec un mouvement giratoire avec une vitesse moyenne sensiblement uniforme sur toute la circonférence de l'espace annulaire (A) et sur toute la section de passage de l'espace annulaire (A).

Le mélange des deux fluides débouche alors sur un espace annulaire EA1 qui prolonge l'espace annulaire (A) dans lequel sont placés des aubages redresseurs R1 qui permettent d'annuler progressi-

vement la composante tangentielle de la vitesse du mélange dont la pression remonte corrélativement. Le profil de l'un de ces aubages R1 est représenté sur la figure 4C.

A l'admission du mélange dans l'espace annulaire EA1, l'aubage forme avec l'axe longitudinal 19 du dispositif un angle D3 proche de 90°. Cet angle diminue ensuite progressivement en se rapprochant d'une valeur nulle, de manière à réduire progressivement la vitesse tangentielle du mélange.

Le mélange se trouve ainsi comprimé. Il est alors évacué à travers l'espace ED1 vers le conduit d'évacuation 8.

Les première, deuxième et troisième zones (I), (II) et (III) peuvent être réalisées avec des géométries différentes, tout en étant conformes au principe de l'invention.

La couronne circulaire C de distribution du fluide basse pression à comprimer peut avoir un diamètre intérieur différent du conduit d'arrivée 7. En particulier en augmentant ce diamètre intérieur, on réduit la largeur de ladite couronne circulaire qui se présente selon le schéma de la figure 5, ce qui permet d'en simplifier la réalisation. La référence 20 de la figure 5 représente le diamètre extérieur de la couronne circulaire C et la référence 21 désigne la ligne pointillée correspondant à la trace du conduit d'arrivée 7.

La géométrie schématisée sur les figures 4A, 4B et 4C est particulièrement avantageuse lorsque le fluide basse pression à comprimer est admis dans l'espace annulaire (A) avec une vitesse relativement faible.

Dans le cas contraire, il est préférable de communiquer cette vitesse progressivement de manière à éviter une perte de charge relativement importante à l'admission. Ceci est réalisé en modifiant progressivement la section des canaux tels que C1, C2, C3, ce qui implique une longueur suffisante de ces canaux et une couronne de distribution relativement large.

La couronne de distribution du fluide basse pression peut être réalisée soit en évitant des canaux sur une pièce pleine, soit au moyen d'aubages 22 permettant d'orienter tangentiellement le fluide selon le schéma de la figure 6.

Une autre possibilité consiste à distribuer le fluide basse pression à comprimer suivant une série de tuyères disposées régulièrement comme les canaux tels que C1, C2, C3 et inclinées de manière à faire déboucher le fluide basse pression à comprimer dans l'espace annulaire (A) avec une vitesse tangentielle.

La distribution du fluide moteur dans la première zone (I) peut être également réalisée de manière différente de celle décrite précédemment.

Le fluide moteur peut être distribué à travers une couronne circulaire telle que celle qui est schématisée sur la figure 7. Dans cette couronne circulaire il est distribué suivant une série de canaux tels que T10, T11, T12, T13, T14 disposés radialement et placés à intervalles réguliers. Ces canaux sont convergents, c'est-à-dire que leur section décroît vers l'intérieur de ladite couronne circulaire de manière à communiquer au fluide moteur une

vitesse croissante et sont incurvés de manière à introduire le fluide moteur avec une vitesse sensiblement tangentielle dans la zone circulaire (A).

Le diamètre intérieur de la couronne de distribution peut être supérieur au diamètre extérieur de la zone annulaire (A) et la couronne de distribution peut être décalée en position longitudinale par rapport à la zone annulaire (A), comme cela est présenté sur le schéma de réalisation de la figure 8. Dans cet exemple de réalisation le fluide moteur arrive tangentiellement par l'ouverture 23. Il rejoint la zone annulaire de mélange avec le fluide basse pression à travers la zone annulaire incurvée 24. La zone annulaire intermédiaire 24 a une forme convergente, ce qui permet d'augmenter la vitesse tangentielle du fluide moteur. La référence CD1 désigne la couronne de distribution du fluide moteur qui pourra comporter de préférence des ailettes.

Le fluide basse pression à comprimer arrive par le conduit 25. Il est mis en rotation dans la couronne de distribution CD2 et se mélange avec le fluide moteur dans la zone annulaire (A). Cette couronne pourra comporter de préférence des ailettes. Dans cet exemple les deux premières zones de distribution (I) et (II) sont placées radialement du même côté de la zone annulaire (A).

Une zone annulaire convergente, telle que la zone annulaire intermédiaire 24 avec une arrivée tangentielle, peut également remplacer le système multi-tuyères tel, que celui qui est représenté sur la figure 5, ou une couronne de distribution, telle que celle représentée sur la figure 7.

Une telle disposition est représentée sur la figure 9A. Le fluide moteur arrive tangentiellement par l'ouverture 10. Il passe alors dans la zone annulaire 12 comprise entre deux surfaces coniques d'angles différents, de manière à créer une zone annulaire convergente dans laquelle la vitesse tangentielle du fluide moteur augmente du fait de la restriction de la section transversale à l'écoulement tangentiel du fluide moteur.

Le dispositif selon l'invention présente l'avantage de pouvoir être utilisé dans une large gamme de débits.

En effet la vitesse tangentielle dans la zone (I) de distribution du fluide moteur peut être modulée, contrairement à la vitesse longitudinale qui résulte du rapport du débit à la section de passage perpendiculaire à l'axe du dispositif.

Ainsi, si l'on considère le mode de réalisation schématisé sur la figure 9A, pour un débit de fluide moteur fixé, une vitesse tangentielle variable peut être obtenue en faisant varier l'angle d'introduction du conduit d'admission 11 qui débouche sur l'ouverture 10.

Inversement une vitesse tangentielle constante peut être obtenue pour un débit de fluide moteur variable en faisant varier ce même angle d'introduction.

Un effet comparable peut être obtenu, non pas en modifiant l'angle d'introduction du conduit d'admission 11, mais en modifiant la position d'un volet qui a pour effet de réduire plus ou moins la vitesse tangentielle d'écoulement.

L'arrivée tangentielle du fluide moteur par la

canalisation 11 est schématisée suivant une coupe transversale cc sur la figure 9B.

Le volet 14 est un volet réglable qui permet de maintenir la vitesse tangentielle constante, même lorsque le débit de fluide moteur varie. Ce volet est relevé lorsque le débit de fluide moteur diminue, pour compenser la diminution de la vitesse avec laquelle le fluide moteur débouche dans l'espace annulaire 12 à travers l'ouverture 10 et abaissé lorsque le débit de fluide moteur augmente pour compenser l'augmentation de la vitesse avec laquelle le fluide moteur débouche dans l'espace annulaire 12 à travers l'ouverture 10. Le dispositif selon l'invention peut ainsi fonctionner sur une gamme de débit étendue. Sur la figure 9A, la distribution du fluide à comprimer peut être réalisée sensiblement de la même manière que celle représentée aux figures 4B et 4C.

Différentes positions du volet 14 sur la périphérie de la section annulaire peuvent être envisagées. Le volet 14 peut tourner soit autour d'un axe sensiblement parallèle à l'axe du dispositif soit autour d'un axe perpendiculaire à l'axe du dispositif. Enfin plusieurs volets peuvent être disposés de manière à obtenir un effet d'orientation de la vitesse mieux réparti sur la périphérie de la section annulaire.

La troisième zone (III) de compression du mélange formé dans la zone annulaire (A) par le fluide moteur et le fluide basse pression peut également avoir une configuration différente de celle qui est représentée sur la figure 4A.

Un autre exemple de géométrie de la troisième zone (III) est représenté sur la figure 10.

Le fluide moteur se mélange avec le fluide basse pression qui arrive par le conduit 15 dans l'espace annulaire (A). Le mélange des deux fluides s'écoule dans l'espace annulaire EA2 compris entre deux surfaces sensiblement coniques 13 et 26 dont les génératrices forment un angle différent avec l'axe du dispositif, de manière à créer une zone annulaire divergente dans laquelle le mélange des deux fluides provenant de la zone annulaire (A) débouche au niveau de la plus petite section et circule avec une vitesse tangentielle décroissante dans le sens de la plus grande section. Dans le mode de réalisation présenté, la zone annulaire EA2 est munie, sur une partie de sa longueur, d'aubages redresseurs R2 destinés à favoriser le ralentissement de la vitesse tangentielle. Ces aubages redresseurs peuvent être dans certains cas omis, afin de simplifier la fabrication d'un appareil fonctionnant selon le principe du dispositif selon l'invention.

Le mélange des deux fluides est alors ramené vers l'axe 19 du dispositif en circulant dans l'espace ED2 compris entre deux surfaces 27 et 28 placées de manière sensiblement perpendiculaires à l'axe du dispositif et est évacué par le conduit 16.

L'angle que forment les génératrices des surfaces coniques entre lesquelles est compris l'espace EA2 avec l'axe 19 du dispositif est de préférence variable et augmente progressivement le long de cet axe en considérant le sens de circulation du fluide.

Dans le but de rendre le dispositif plus compact et en même temps de réduire les pertes par frottement dans la troisième zone de compression (III), il est

possible de réduire la longueur de l'espace EA2 en augmentant l'angle que forment les génératrices des surfaces entre lesquelles est compris ledit espace jusqu'à une valeur proche de 90°.

On aboutit ainsi à une géométrie telle que celle représentée sur la figure 11A.

Le fluide moteur se mélange avec le fluide basse pression qui arrive par le conduit 17 dans l'espace annulaire (A). Le mélange des deux fluides s'écoule dans l'espace EA3 compris entre deux surfaces placées de manière sensiblement perpendiculaire par rapport à l'axe 19 du dispositif et se raccordant de manière progressive aux surfaces situées de part et d'autre de l'espace annulaire (A). Dans l'espace EA3 le mélange circule avec une vitesse tangentielle décroissante vers la périphérie. A la périphérie de l'espace EA3 il débouche sur l'espace ED3 dans lequel il est ramené vers l'axe 19 du dispositif, l'espace ED3 étant compris entre deux surfaces placées de manière sensiblement perpendiculaire par rapport à l'axe 19 du dispositif. L'espace ED3 est muni d'aubages redresseurs R3 dont la géométrie suivant une vue frontale est schématisée sur la figure 11B. L'angle formé en un point de l'aubage entre la tangente à la surface de l'aubage et le rayon issu de ce point varie entre une valeur proche de 90, à l'entrée (angle D1) et une valeur proche de 0, à la sortie (angle D2), ce qui permet d'annuler progressivement la vitesse tangentielle.

Le dispositif peut être utilisé avec des fluides liquides, gazeux, ou même polyphasiques diphasiques.

C'est ainsi que le fluide basse pression à comprimer peut être un gaz ou une vapeur ou dans certains cas un mélange diphasique gaz-liquide.

Le fluide moteur peut être également soit un gaz, soit un liquide.

Toutes les combinaisons des cas ainsi mentionnés peuvent être ainsi envisagées :

- compression d'un gaz (ou vapeur), en utilisant un gaz (ou vapeur) comme fluide moteur.
- compression d'un gaz (ou vapeur), en utilisant un liquide comme fluide moteur.
- compression d'un liquide, en utilisant un gaz (ou vapeur) comme fluide moteur.
- compression d'un liquide, en utilisant un liquide comme fluide moteur.

En outre, comme cela a été indiqué, chacun des fluides peut être diphasique.

Dans le cas de la compression d'un gaz (ou d'une vapeur) par détente d'un fluide moteur gazeux (ou vapeur), un taux de détente élevé du fluide moteur conduit à une vitesse d'écoulement supersonique. Dans ce cas la section de la zone annulaire, des tuyères ou des canaux dont est munie éventuellement la première zone (I) de distribution du fluide moteur ne décroît pas constamment entre l'entrée et la sortie du fluide moteur, mais passe par un minimum, le col sonique se situant au niveau de cette section minimale, puis croît à nouveau.

Après mélange, la vitesse d'écoulement peut être subsonique ou supersonique. Si elle est supersonique, la section d'écoulement dans la troisième zone de compression (III) doit également passer par un minimum en diminuant tout d'abord, puis en augmentant progressivement.

Revendications

1. - Dispositif de compression d'un fluide par détente d'un fluide moteur comportant un premier compartiment dans lequel circule le fluide moteur, un deuxième compartiment dans lequel circule le fluide à comprimer, un troisième compartiment dans lequel circule le mélange du fluide moteur et du fluide à comprimer, ledit mélange provenant d'un compartiment de mélange relié audit troisième compartiment ainsi qu'auxdits premier et deuxième compartiments, caractérisé en ce que ledit compartiment de mélange (A) a une forme annulaire et en ce que lesdits premier et deuxième compartiments (I et II) sont reliés audit compartiment de mélange (A) par des passages adaptés à introduire de manière sensiblement tangentielle ledit fluide moteur et ledit fluide à comprimer dans ledit compartiment de mélange ou compartiment annulaire (A).

2. - Dispositif selon la revendication 1, ledit compartiment annulaire (A) ayant un diamètre extérieur moyen et un diamètre intérieur moyen limitant ledit compartiment, caractérisé en ce que le rapport dudit diamètre extérieur moyen de la zone annulaire (A) à l'écart entre ledit diamètre extérieur moyen et ledit diamètre intérieur moyen est au moins égal à 5.

3. - Dispositif selon l'une des revendications 1 à 2, caractérisé en ce que ledit deuxième compartiment de distribution du fluide à comprimer comporte une couronne circulaire percée de canaux (C1, C2, C3, C4) débouchant sur le compartiment annulaire (A), lesdits canaux pouvant être régulièrement espacés sur le pourtour dudit compartiment annulaire (A), et pouvant être incurvés, de manière à introduire le fluide à comprimer avec une vitesse sensiblement tangentielle dans la zone annulaire (A).

4. - Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ledit troisième compartiment de compression du mélange des deux fluides provenant dudit compartiment annulaire (A) comporte lui-même un espace annulaire dans lequel sont placés des aubages redresseurs adaptés à annuler progressivement la composante vitesse tangentielle dudit mélange en faisant remonter la pression.

5. - Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que ledit premier compartiment de distribution du fluide moteur comporte une série de tuyères convergentes débouchant dans le compartiment annulaire (A), lesdites tuyères étant régulièrement espa-

cées sur le pourtour dudit compartiment annulaire (A) et étant inclinées de manière à introduire le fluide moteur avec une vitesse sensiblement tangentielle dans ledit compartiment annulaire (A).

6. - Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ledit premier compartiment (I) de distribution du fluide moteur comporte une couronne circulaire percée de canaux débouchant sur ledit compartiment annulaire (A), lesdits canaux étant régulièrement espacés sur le pourtour dudit compartiment annulaire (A), et canaux ayant une forme convergente de manière à communiquer au fluide moteur une vitesse croissante, lesdits canaux ayant en outre une forme incurvée de manière à introduire le fluide à comprimer avec une vitesse sensiblement tangentielle dans ledit compartiment annulaire (A).

7. - Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ledit premier compartiment de distribution du fluide moteur comporte une zone annulaire comprise entre deux surfaces coniques dont les génératrices forment un angle différent avec l'axe du dispositif de manière à créer ladite zone annulaire convergente dans laquelle le fluide moteur est introduit par une arrivée tangentielle au niveau de la plus grande section et circule avec une vitesse tangentielle croissante jusqu'à la plus petite section qui communique avec ledit compartiment annulaire (A).

8. - Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que ledit troisième compartiment de compression du mélange des deux fluides provenant dudit compartiment annulaire (A) comporte, lui-même, une zone annulaire comprise entre deux surfaces coniques dont les génératrices forment des angles différents avec l'axe du dispositif, de manière à créer ladite zone annulaire divergente dans laquelle le mélange des deux fluides provenant dudit compartiment annulaire (A) débouche au niveau de la plus petite section et circule avec une vitesse tangentielle décroissante jusqu'à la plus grande section.

9. - Dispositif selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que ledit troisième compartiment (III) de compression comporte un premier espace compris entre deux surfaces placées de manière sensiblement transversale par rapport à l'axe du dispositif et, dans lequel le mélange circule avec une vitesse tangentielle décroissante en étant évacué à la périphérie dudit premier espace, ledit premier espace étant suivi d'un second espace également compris entre deux surfaces placées de manière sensiblement transversale par rapport à l'axe du dispositif et dans lequel le mélange est ramené vers l'axe du dispositif en circulant avec une vitesse tangentielle décroissante, ledit second espace étant muni d'aubages redresseurs permettant d'annuler progressivement la vitesse tangentielle dudit mélange.

10. - Dispositif selon l'une des revendica-

tions 1 à 9 caractérisé en ce que l'angle d'introduction du fluide moteur dans ledit premier compartiment (I) de distribution du fluide moteur est modifié lorsque le débit dudit fluide moteur varie, de manière à maintenir la vitesse tangentielle de circulation dudit fluide moteur sensiblement constante.

5

11. - Utilisation du dispositif selon l'une des revendications 1 à 10 pour comprimer un gaz ou une vapeur.

10

12. - Utilisation du dispositif selon l'une des revendications 1 à 10 pour comprimer un liquide.

13. - Dispositif selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé par l'utilisation d'un fluide moteur constitué par un gaz ou une vapeur.

15

14. - Dispositif selon l'une des revendications 1 à 10 caractérisé par l'utilisation d'un fluide moteur constitué par un liquide.

20

15. - Procédé de compression d'un fluide par détente d'un fluide moteur, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes prises en combinaison selon lesquelles :

a) on fait entrer ledit fluide moteur dans une première zone (I) dans laquelle il circule à travers une section de passage décroissante avec une vitesse croissante, en débouchant de ladite première zone (I) à un niveau de pression inférieur à celui du fluide basse pression à comprimer,

25

b) à la sortie de ladite première zone (I), on fait déboucher ledit fluide moteur dans une zone annulaire (A) suivant une direction sensiblement tangentielle,

30

c) on fait déboucher suivant une direction sensiblement tangentielle dans la zone annulaire (A) ledit fluide basse pression à comprimer, en le faisant passer à travers une deuxième zone (II),

35

d) on mélange dans ladite deuxième zone annulaire (A) ledit fluide moteur et ledit fluide à comprimer, en conférant au mélange une vitesse tangentielle sensiblement uniforme dans toute la zone annulaire (A) et

40

e) on fait passer le mélange provenant de l'étape (d) dans une troisième zone (III) dans laquelle la vitesse tangentielle est progressivement annulée, la pression remontant corrélativement.

45

50

55

60

65

0253689

FIG.1

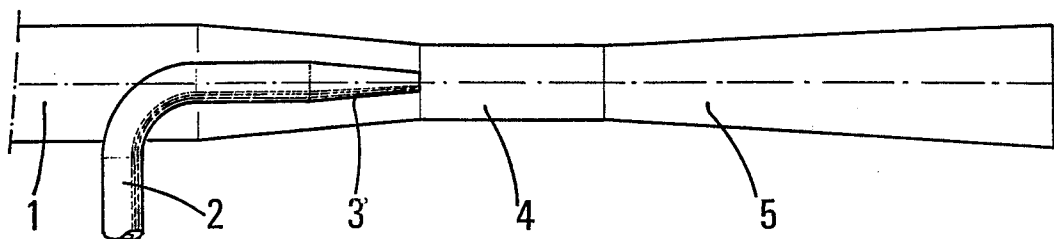


FIG.2

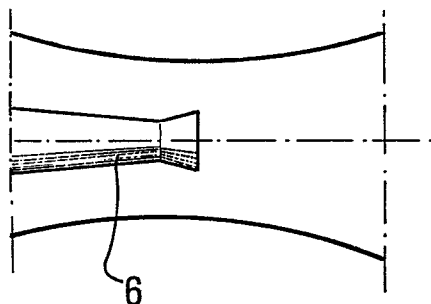


FIG.6

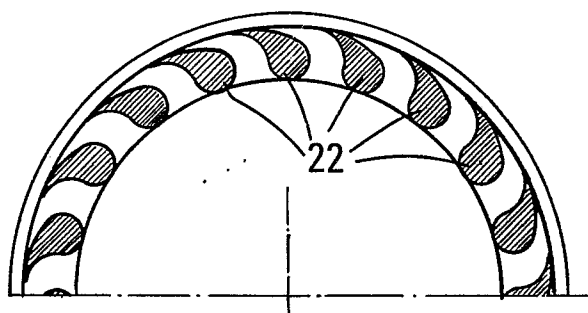


FIG.3

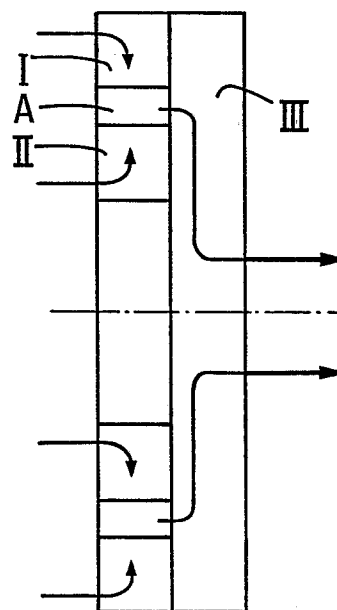
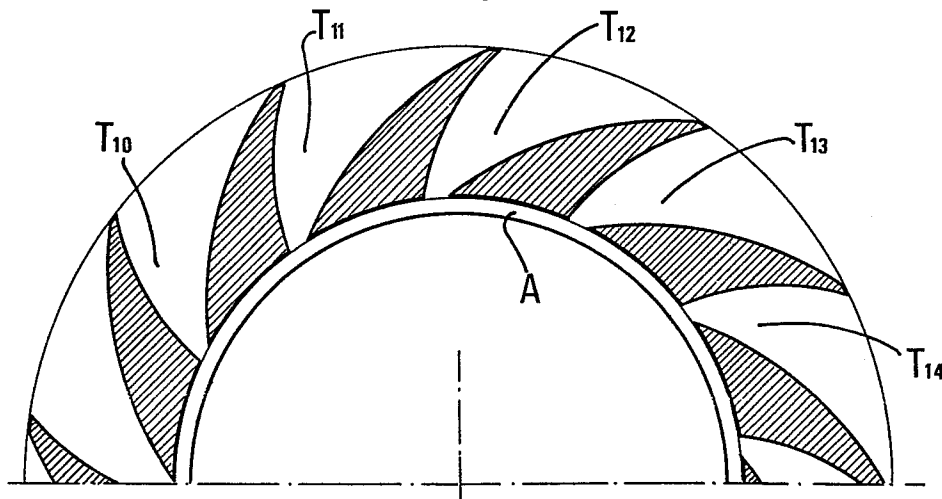
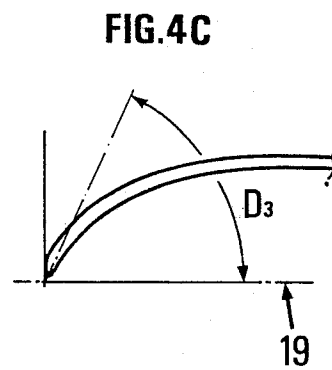
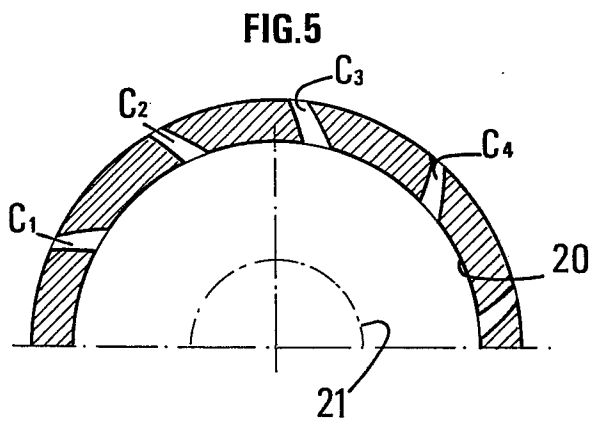
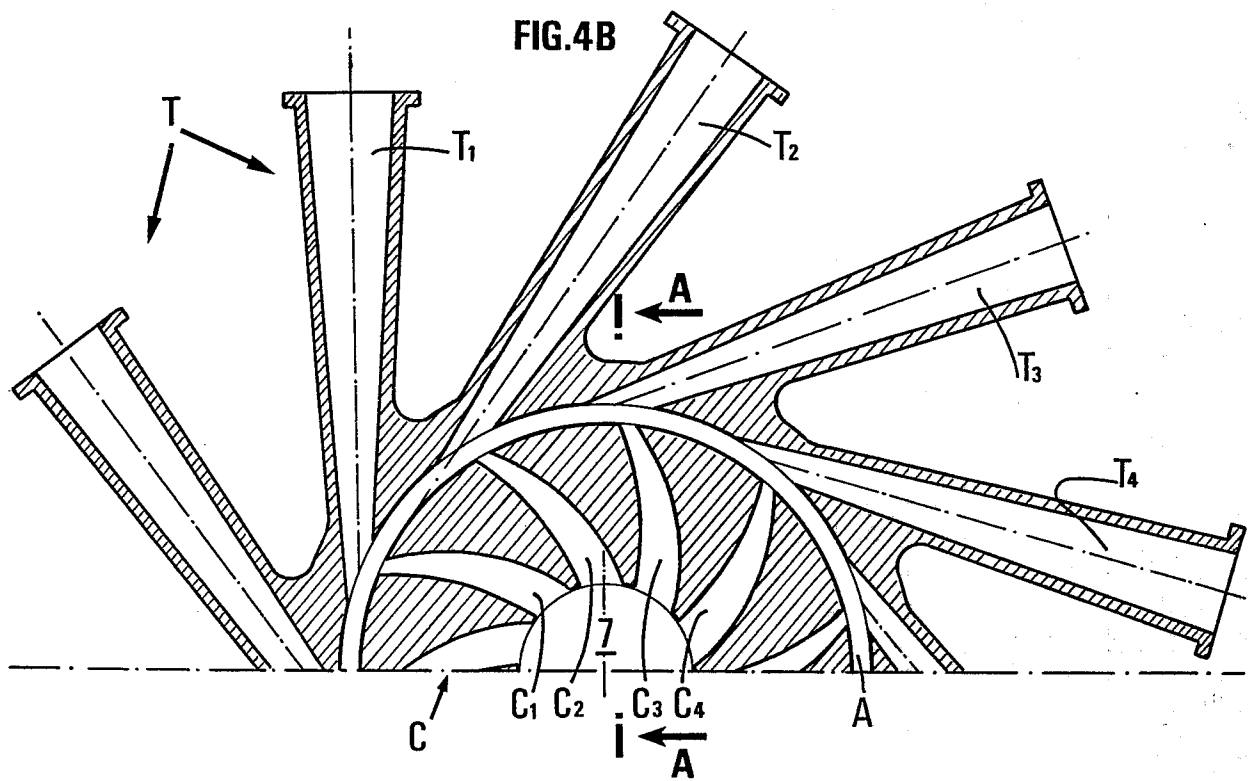
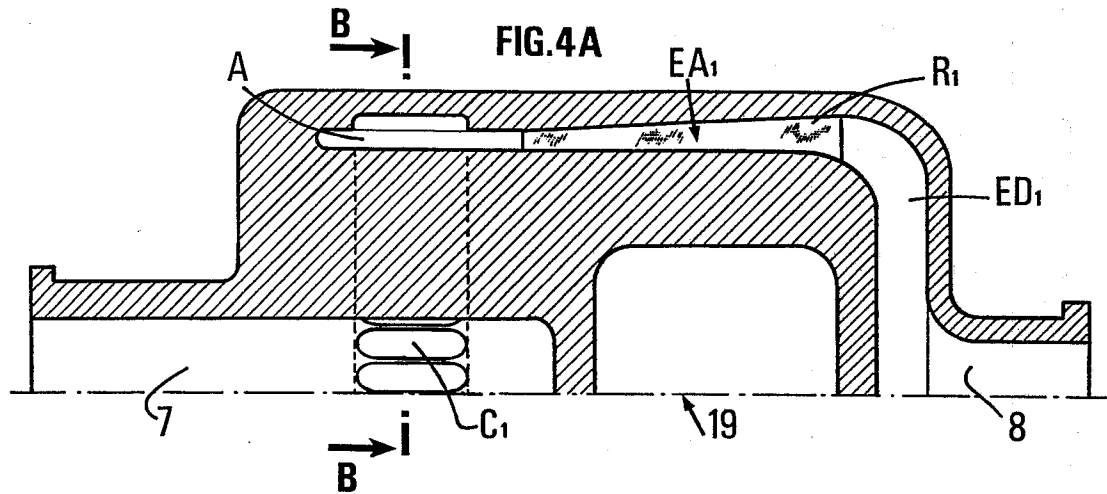


FIG.7





0253689

FIG.8

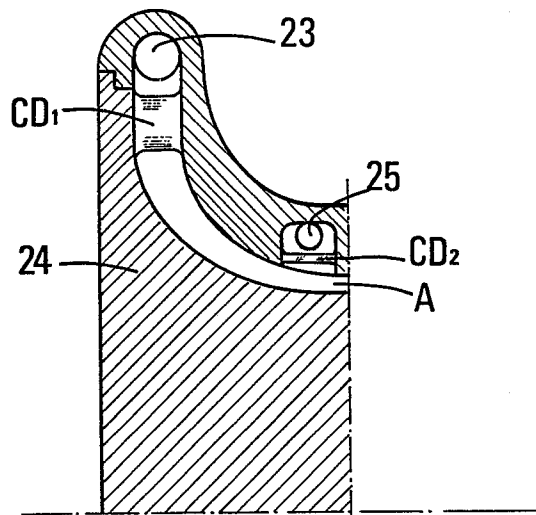


FIG.9B

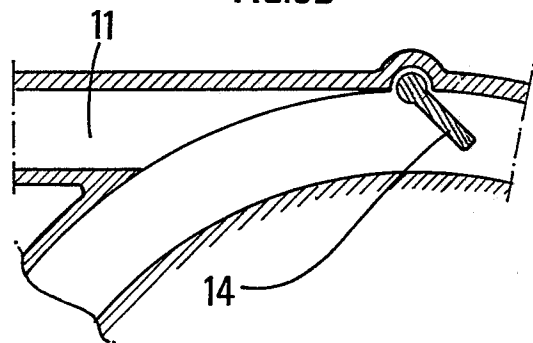


FIG.9A

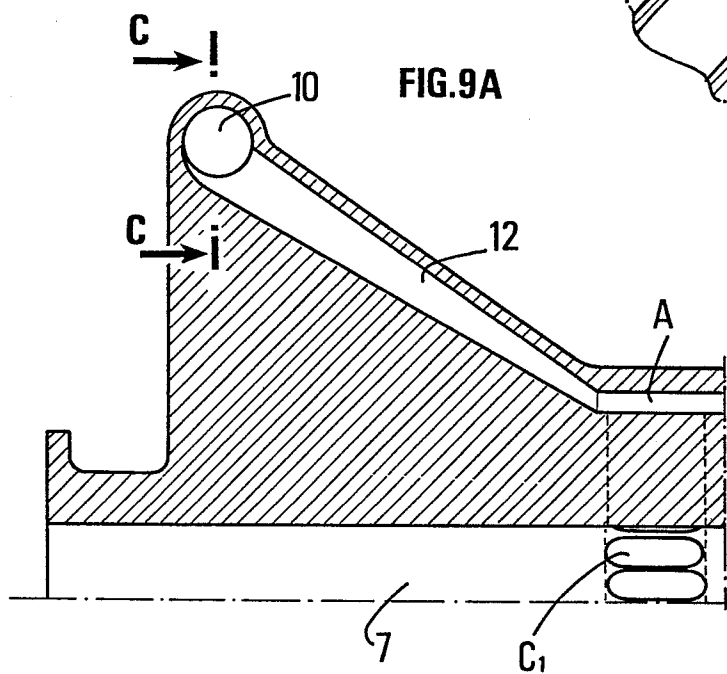


FIG.10

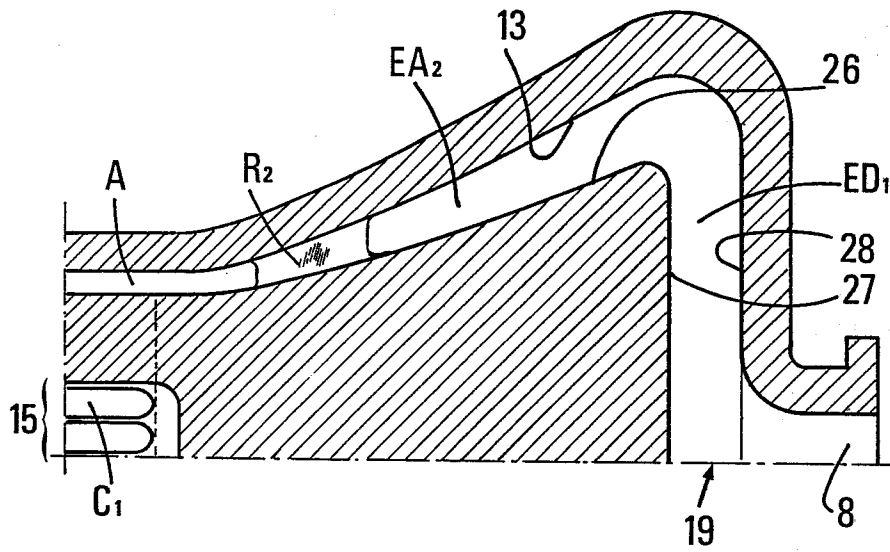


FIG.11A

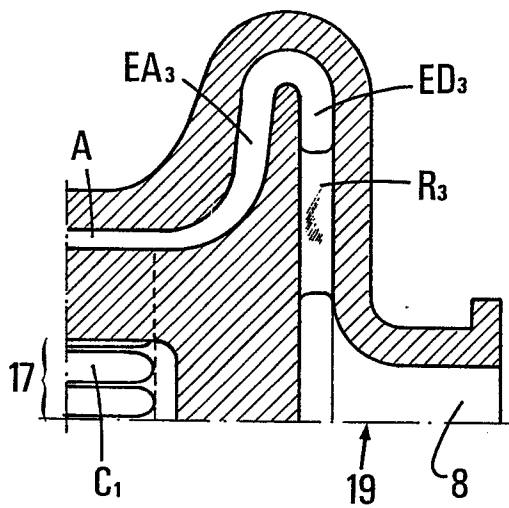
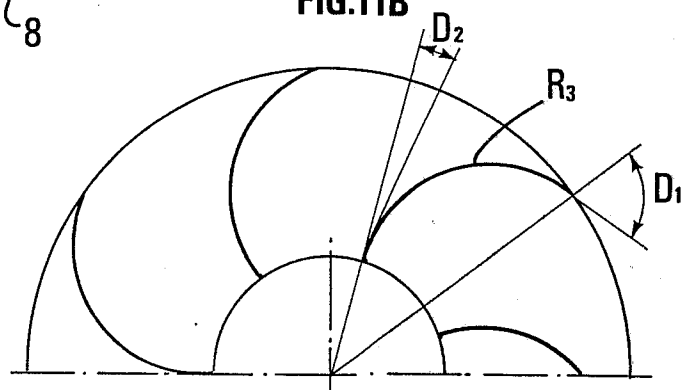


FIG.11B





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)
X	FR-A- 712 885 (LECHLER) * Figures 1-5; revendication 1 *	1,14	F 04 F 5/42 B 01 F 5/00
A	---	15	
A	FR-A-1 048 869 (STAMICARBON) * Figures 1,3a,3b,4a,4b *	1,3,5, 8,15	
A,D	SU-A- 731 220 * Figure 2 *	1,3,5, 15	
A	FR-A-1 150 946 (SFERI-COANDA) * Figures 1,2 *	1,8	
A	GB-A- 362 430 (LECHLER)		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
A	FR-A- 707 360 (QUILLET)		F 04 F B 01 F
A	US-A-1 612 838 (SCHUTZ)		
A	DE-C- 57 884 (SCHUERMAN)		
	--- -/-		
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 14-10-1987	Examineur THIBO F.
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	



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée
A	FR-E- 25 258 (DE LASSUS SAINT GENIES) -----	
		CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.4)
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications		
Lieu de la recherche LA HAYE	Date d'achèvement de la recherche 14-10-1987	Examineur THIBO F.
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		