

①②

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 19.08.08.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 30.01.09 Bulletin 09/05.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

⑥① Références à d'autres documents nationaux
apparentés : Division demandée le 19/08/08 béné-
ficiant de la date de dépôt du 23/07/07 de la
demande initiale n° 07 05332.

⑦① Demandeur(s) : ALSTOM HYDRO FRANCE Société
anonyme — FR.

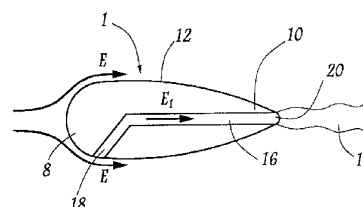
⑦② Inventeur(s) : MAZZOUJI FARID et TRAVERSAZ
MONIQUE.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : CABINET LAVOIX LYON.

⑤④ MACHINE HYDRAULIQUE COMPRENANT DES MOYENS D'INJECTION D'UN ECOULEMENT PRELEVE D'UN
ECOULEMENT PRINCIPAL.

⑤⑦ Cette machine traversée par un écoulement (E) prin-
cipal d'eau comprend au moins un organe, au voisinage du-
quel se forme une zone tourbillonnaire ou une zone de
pression réduite ou une zone de cavitation (8, 10, 14,). Elle
comprend des moyens d'injection d'un écoulement prélevé
(E₁) dudit écoulement principal, non modifié par rapport à
l'écoulement principal (E), dans ladite zone (8, 10, 14) tour-
billonnaire ou de pression réduite ou de cavitation de sorte
à modifier localement l'écoulement ou augmenter la pres-
sion dans cette zone (14).



Machine hydraulique comprenant des moyens d'injection d'un écoulement prélevé d'un écoulement principal

5 La présente invention concerne une machine hydraulique du type traversée par un écoulement principal d'eau, comprenant au moins un organe, au voisinage duquel se forme au moins une zone tourbillonnaire ou une zone de pression réduite ou une zone de cavitation.

Au sens de la présente invention, une machine hydraulique peut être une turbine, une pompe ou une turbine-pompe utilisée, par exemple dans
10 une usine de production d'hydro-électricité. Dans le cas d'une turbine, la machine est installée au fil de l'eau ou est alimentée en eau à partir d'un réservoir dans lequel se déverse un ou plusieurs cours d'eau.

Dans ces machines hydrauliques, il existe des zones dans lesquelles l'écoulement principal traversant la machine est perturbé et forme des
15 tourbillons ou présente une pression réduite ou des zones de cavitations, du fait de la configuration de la machine. De telles zones perturbent les performances générales de la machine hydraulique car elles réduisent l'efficacité d'action de l'écoulement principal dans la machine hydraulique ou occasionnent des problèmes de fonctionnement de la machine hydraulique.

20 L'un des buts de l'invention est de pallier ces inconvénients en proposant une machine hydraulique permettant de supprimer les zones tourbillonnaires ou de pression réduite ou de cavitation.

A cet effet, l'invention concerne une machine hydraulique du type précité, comprenant des moyens d'injection d'un écoulement prélevé dudit
25 écoulement principal, non modifié par rapport à l'écoulement principal, dans ladite zone tourbillonnaire ou de pression réduite ou de cavitation de sorte à modifier localement l'écoulement principal ou augmenter la pression dans cette zone.

L'injection d'un écoulement prélevé de l'écoulement principal dans les
30 zones tourbillonnaires ou de pression réduite ou de cavitation permet de combler efficacement le manque de performance de l'action de l'écoulement principal dans ces zones, ce qui améliore les performances et le comportement de la machine hydraulique.

Selon d'autres caractéristiques de la machine hydraulique :

5 - les moyens d'injection comprennent au moins une conduite comprenant une entrée prélevant un écoulement de l'écoulement principal en amont de l'organe et une sortie débouchant dans la zone tourbillonnaire ou de pression réduite ou de cavitation.

- les moyens d'injection comprennent une soupape disposée dans le trajet de l'écoulement prélevé, ladite soupape étant mobile entre une position ouverte dans laquelle elle laisse passer l'écoulement prélevé de l'écoulement principal et une position fermée dans laquelle elle empêche le passage de l'écoulement prélevé.

10 - le mouvement de la soupape est commandé par des moyens de commande.

- l'organe est un profil d'aubage d'une turbine, présentant une extrémité amont et une extrémité aval, la zone tourbillonnaire ou de pression réduite ou de cavitation se formant au voisinage de l'extrémité aval, les moyens d'injection comprenant une conduite prélevant l'écoulement de l'écoulement principal et le faisant déboucher dans l'extrémité aval.

- l'organe est une roue de turbine, de pompe ou de turbine-pompe.

20 - l'organe est une roue d'une turbine Francis, la zone tourbillonnaire ou de pression réduite se formant dans les espaces entre les aubes de ladite roue, les moyens d'injection étant agencés pour injecter l'écoulement prélevé de l'écoulement principal en amont des aubes dans les espaces entre les aubes.

25 - les moyens d'injection injectent l'écoulement prélevé depuis le plafond ou depuis la ceinture de la roue au moyen d'ouvertures pratiquées dans ledit plafond ou dans ladite ceinture et débouchant dans les espaces entre les aubes.

30 - l'organe est une roue d'une turbine Francis, la zone de cavitation se formant sur le profil des aubes au voisinage de leur extrémité amont et/ou de leur extrémité aval, les moyens d'injection étant agencés pour injecter l'écoulement prélevé de l'écoulement principal en amont des aubes sur le profil des aubes au voisinage de leur extrémité amont et/ou de leur extrémité aval.

- les moyens d'injection prélèvent l'écoulement de l'écoulement principal au voisinage de l'extrémité amont des aubes et injectent cet écoulement prélevé sur le profil des aubes par des orifices ménagés dans une paroi latérale desdites aubes au voisinage de l'extrémité amont et/ou de l'extrémité aval.

- l'écoulement prélevé passe par des ouvertures pratiquées dans le plafond ou la ceinture de la roue en regard des aubes et est injecté sur le profil des aubes par des orifices ménagés dans une paroi latérale desdites aubes au voisinage de l'extrémité amont et/ou de l'extrémité aval.

- l'organe est le moyeu d'une turbine Kaplan solidaire de pâles et entraîné en rotation par un écoulement principal, la zone tourbillonnaire ou de pression réduite ou de cavitation se formant au voisinage des pâles, les moyens d'injection étant agencés dans le moyeu de sorte à prélever l'écoulement de l'écoulement principal en amont des pâles et à injecter l'écoulement prélevé par au moins une ouverture pratiquée dans le moyeu au voisinage des pâles.

- un carénage fixe entoure le moyeu, ledit carénage comprenant une entrée amont prélevant l'écoulement de l'écoulement principal et guidant l'écoulement prélevé jusqu'à l'ouverture pratiquée dans le moyeu.

- l'organe est un collecteur d'une turbine Pelton, la zone tourbillonnaire ou de pression réduite se formant au voisinage des bifurcations dudit collecteur, les moyens d'injections étant agencés pour prélever l'écoulement prélevé de l'écoulement principal en amont desdites bifurcations et pour injecter l'écoulement prélevé au voisinage desdites bifurcations.

D'autres aspects et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description qui suit, donnée à titre d'exemple et faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la Fig. 1 est une représentation schématique en coupe de dessus d'un profil d'aubage d'une turbine selon l'invention,

- la Fig. 2 est une représentation schématique partielle en coupe d'une turbine Francis selon l'invention,

- la Fig. 3 est une représentation schématique vue de dessus de la roue de turbine Francis de la Fig. 2,

- la Fig. 4 est une représentation schématique partielle en coupe de côté d'une turbine de Kaplan selon l'invention,

5 - la Fig. 5 est une représentation schématique agrandie de la zone A de la Fig. 4,

- la Fig. 6 est une représentation schématique en coupe d'une turbine de Pelton selon l'invention.

L'invention décrite ci-dessous s'applique notamment à des machines hydrauliques du type turbine Francis, turbine Kaplan et turbine Pelton. Ces machines étant connues, elles ne seront pas décrites en détail dans la présente description. L'invention s'applique également à d'autres types de machines hydrauliques dans lesquelles des problèmes de formation de zones tourbillonnaires, de pression réduite ou de cavitation se posent.

15 Dans la description, les termes « amont » et « aval » sont définis par rapport au sens d'écoulement de l'écoulement principal E traversant la machine hydraulique.

En référence à la Fig. 1, on décrit un organe de machine hydraulique du type profil d'aubage 1 d'une turbine.. Un tel profil d'aubage 1 est par exemple une avant-directrice, une directrice ou une aube de turbine. Le profil d'aubage 1 représenté sur la Fig. 1 est une avant-directrice.

Les avant-directrices et les directrices ont pour fonction de guider un écoulement principal E qui traverse la roue 4 de la turbine en léchant des aubes 6, ce qui entraîne la rotation de la roue 4 autour d'un axe vertical Z-Z'.

25 Le profil d'aubage 1 présente une extrémité amont 8 et une extrémité aval 10 reliées entre elles par des parois latérales 12 léchées par l'écoulement principal E. Que ce soit pour une avant-directrice, une directrice ou une aube de turbine, une zone 14 tourbillonnaire et/ou de pression réduite se crée au voisinage de l'extrémité aval 10, notamment immédiatement en aval de l'extrémité aval 10, ce qui peut entraîner des vibrations dans la machine hydraulique.

30 Le profil d'aubage 1 comprend au moins une conduite 16 s'étendant à l'intérieur du profil entre une ouverture d'entrée 18 et une ouverture de sortie

20. L'ouverture d'entrée 18 est disposée au voisinage de l'extrémité amont 8 et débouche par exemple dans une des parois latérales 12 du profil d'aubage 1. Une partie E_1 de l'écoulement principal E léchant les parois latérales 12 est donc prélevée dans la conduite 16 par l'ouverture d'entrée
5 18 et est amenée à l'ouverture de sortie 20. Selon un autre mode de réalisation, la conduite 16 prélève l'écoulement E_1 à l'extérieur du profil d'aubage 1 et achemine cet écoulement jusqu'à l'ouverture de sortie 20.

L'ouverture de sortie 20 débouche dans l'extrémité aval 10. Ainsi, l'écoulement prélevé E_1 de l'écoulement principal E circule dans la conduite
10 16 et est injecté dans la zone 14 par l'ouverture de sortie 20. Ceci a pour effet de modifier les propriétés de l'écoulement E dans la zone 14 et de prévenir ainsi les phénomènes de vibration.

Dans le cas d'une aube 6, il se pose également un problème de création de cavitations sur le profil des aubes 6 de la roue 2 dans une zone
15 au voisinage des arêtes d'entrée ou extrémité amont 8 et/ ou des arêtes de sortie ou extrémité aval 10 des aubes. Afin de palier cet inconvénient, l'aube 6, représentée sur la Fig. 2, comprend d'autres conduites (non représentées) s'étendant à l'intérieur de l'aube entre une ouverture d'entrée 22 et une ouverture de sortie 24, 26. Les ouvertures d'entrée 22 des
20 conduites sont disposées au voisinage de l'extrémité amont 8 de l'aube 6 de sorte à prélever un écoulement de l'écoulement principal E en amont de l'aube. Les ouvertures de sortie 24, 26 des conduites sont agencées pour injecter l'écoulement prélevé sur les parois latérales des aubes 6 au voisinage de l'extrémité amont 8 et/ou de l'extrémité aval 10 de l'aube 6.
25 L'écoulement prélevé et injecté a pour effet de modifier localement l'écoulement principal E et d'éviter ainsi les phénomènes de formation de cavitation sur le profil les aubes. Certaines conduites comprennent donc une ouverture de sortie 24 débouchant dans une paroi latérale de l'aube 6 au voisinage de l'extrémité amont 8 afin d'éviter les phénomènes de formation
30 de cavitation sur les aubes au voisinage de l'extrémité amont 8. D'autres conduites comprennent une ouverture de sortie 26 débouchant dans une paroi latérale de l'aube 6 au voisinage de l'extrémité aval 10 afin d'éviter les

phénomènes de formation de cavitation sur les aubes au voisinage de l'extrémité amont 10.

Selon divers modes de réalisation, les ouvertures d'entrée et de sortie peuvent être disposées en série le long de l'extrémité amont 8 et de l'extrémité aval 10 de l'aube 6 selon une direction qui peut être perpendiculaire à la direction de l'écoulement principal E, comme représenté par les ouvertures de sortie 24 de la Fig. 2.

Les aubes 6 de la roue 2 sont disposées entre un plafond 28 et une ceinture 30.

Selon un mode de réalisation, les phénomènes de cavitation sur les aubes peuvent également être empêchés par des ouvertures 31 pratiquées dans le plafond 28 au regard des aubes 6, comme représenté sur la Fig. 3. Ces ouvertures 31 communiquent avec les ouvertures de sortie 24 et 26 au moyen de canalisations non représentées. Dans ce mode de réalisation, un écoulement E_2 est prélevé de l'écoulement principal E en amont des aubes 6 à partir d'une conduite (non représentée) alimentant la turbine Francis 2. L'écoulement prélevé E_2 passant dans un espace annulaire 34 situé au-dessus du plafond 28 peut par exemple être amené au moyen de conduites non représentées. Cet écoulement E_2 passe dans les ouvertures 31 puis est guidé vers les ouvertures de sortie 24, 26.

En plus, des phénomènes de cavitation sur les aubes, il peut également se produire des phénomènes de formation de vortex dans l'espace 33 entre les aubes 6. Ces phénomènes peuvent être palliés au moyen de conduites, dont les orifices d'entrée et de sortie sont disposées entre les extrémités amont et avals des aubes et débouchent dans l'espace 33 entre les aubes. Selon un mode de réalisation, le problème de formation d'un vortex entre les aubes 6 est résolu au moyen d'orifices 32 pratiqués dans le plafond 28, comme représenté sur la Fig. 2.

Dans ce mode de réalisation, l'écoulement E_2 prélevé en amont des aubes 6 dans l'espace annulaire 34 passe dans les ouvertures 32 et alimente les espaces 33 entre les aubes 6, comme représenté sur la Fig. 3. Les ouvertures 32 sont réparties dans le plafond 28 en regard des espaces 33 séparant les aubes 6. Ainsi, l'écoulement prélevé E_2 est injecté entre les

aubes 6 et modifie les propriétés de l'écoulement E afin d'éviter les phénomènes de formation de vortex entre les aubes 6.

En variante, au lieu ou en plus de passer par le plafond 28, l'écoulement prélevé E2 peut passer par la ceinture 30 au moyen d'ouvertures (non représentées) pratiquées dans celle-ci.

On décrit à présent l'invention appliquée à une turbine Kaplan 35 en référence aux Figs. 4 et 5.

La turbine Kaplan 35 comprend un moyeu 36 solidaire de pâles 38 et entraîné en rotation par un écoulement principal E. Dans une turbine Kaplan 35, une zone 40 de faible pression peut se créer au voisinage des pâles 38 en amont de celles-ci et autour du moyeu 36. Une telle zone 40 peut entraîner des phénomènes de cavitation sur le moyeu 36.

Afin de pallier cet inconvénient, au moins une ouverture d'entrée 42 est formée dans le moyeu 36 en amont des pâles 38. L'ouverture 42 est en communication avec une conduite 44 disposée à l'intérieur du moyeu 36 et débouchant par une ouverture de sortie 46 dans la zone 40, comme représenté sur la Fig. 5. L'ouverture de sortie 46 est pratiquée dans la paroi du moyeu 36 et débouche dans la zone 40 en amont des pâles 38. Ainsi, un écoulement E_3 est prélevé de l'écoulement principal E par l'ouverture d'entrée 42 et injecté dans la zone 40 par l'ouverture de sortie 46. Cette injection permet d'augmenter la pression dans la zone 40 et d'éviter les phénomènes de cavitation sur le moyeu 36.

Selon un mode de réalisation, un carénage fixe 48 entoure le moyeu 36 en amont des pâles 38. Un espace annulaire 50 est prévu entre le moyeu 36 et le carénage 48. Le carénage 48 comprend une entrée amont (non représentée) disposée dans le passage de l'écoulement principal E en amont des pâles 38 et de l'ouverture d'entrée 42. L'écoulement prélevé E_3 passe par l'entrée amont du carénage et s'écoule dans l'espace 50. L'espace 50 débouche sur une sortie 52 du carénage prévue en regard de l'ouverture d'entrée 42. Ainsi, le carénage 48 guide l'écoulement prélevé E_3 jusqu'à l'ouverture d'entrée 42 pratiquée dans le moyeu 36.

Selon un mode de réalisation, le moyeu 36 comprend autant d'ouvertures d'entrée 42 et de conduites 44 correspondantes que de pâles 38.

5 Selon un mode de réalisation, on prévoit, dans certains modes de fonctionnement de la turbine Kaplan 35, que les pâles 38 obturent les ouvertures de sortie 46 et empêchent le passage de l'écoulement prélevé E_3 , tandis que dans d'autres modes de fonctionnement les pâles ne sont pas disposées en regard des ouvertures de sortie 46 et laissent passer l'écoulement prélevé E_3 . Ce mode de réalisation permet de commander le
10 passage de l'écoulement prélevé E_3 .

En référence à la Fig. 6, on décrit à présent l'invention appliquée à une turbine Pelton 54.

La turbine Pelton 54 comprend un collecteur 56 entraînant une roue 58 en rotation au moyen d'un écoulement principal E circulant dans le
15 collecteur 56 et injecté vers la roue 58 par l'intermédiaire de zones d'injection 60. Le collecteur 56 entoure la roue 58 et les zones d'injection 60 saillent du collecteur 56 vers la roue 58 par l'intermédiaire de bifurcations 62, comme représenté Fig. 6 et de façon connue.

Des zones 64 tourbillonnaires de pression réduite se créent au
20 voisinage de chaque bifurcation 62 ce qui affecte les performances de la turbine Pelton.

Afin de pallier cet inconvénient, le collecteur 56 comprend des moyens d'injection d'un écoulement E_4 , prélevé de l'écoulement principal E en amont des bifurcations 62, dans les zones 64 au voisinage des
25 bifurcations 62. Les moyens d'injection comprennent par exemple une ou plusieurs conduites 66 (partiellement représentées) comprenant une ouverture d'entrée 68 débouchant dans le collecteur 56 en amont des bifurcations 62 et une ouverture de sortie 70 débouchant au voisinage des bifurcations 62, par exemple en amont de celles-ci. L'ouverture d'entrée 68
30 prélève l'écoulement E_4 de l'écoulement principal E et la conduite 66 amène cet écoulement prélevé E_4 à l'ouverture de sortie 70 où l'écoulement prélevé E_4 est injecté dans les zones 64. L'écoulement E_4 permet de modifier

l'écoulement principal E dans les zones 64 pour homogénéiser celui-ci dans les zones d'injection 60.

Selon un mode de réalisation applicable à tous les moyens d'injection décrit ci-dessus, les moyens d'injection comprennent une soupape 72
5 disposée dans le trajet de l'écoulement prélevé, comme représenté sur les Figs 2 et 5. La soupape 72 est mobile entre une position ouverte dans laquelle elle laisse passer l'écoulement prélevé et une position fermée dans laquelle elle empêche le passage de l'écoulement prélevé. La soupape 72 est par exemple disposée au voisinage de chaque ouverture d'entrée des
10 moyens d'injection et permet de commander de façon manuelle ou automatique l'injection de l'écoulement prélevé. Dans le cas de la turbine Francis, la soupape 72 est prévue au voisinage de chaque ouverture 32 ménagée dans le plafond 28.

Le mouvement de la soupape 72 est commandé par des moyens de
15 commande (non représentés), mécaniques ou électriques de façon connue en soi. Ainsi, lors de régimes de fonctionnement de la machine hydraulique entraînant la formation de zones tourbillonnaires ou de pression réduite ou de cavitation, un automatisme ou un opérateur de la machine fait passer la ou les soupapes dans la position ouverte ce qui permet d'injecter
20 l'écoulement prélevé dans lesdites zones et de prévenir la formation de ces zones, comme décrit ci-dessus.

Il convient de noter que l'écoulement prélevé n'est pas modifié par rapport à l'écoulement principal E, c'est-à-dire que l'eau ne subit pas d'opération de modification de sa composition au cours de l'écoulement
25 prélevé.

REVENDECATIONS

1.- Machine hydraulique de type Pelton traversée par un écoulement
5 (E) principal d'eau, comprenant au moins un collecteur (56) d'une turbine Pelton (54), au voisinage duquel se forme au moins une zone tourbillonnaire ou une zone de pression réduite ou une zone de cavitation (64), caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens d'injection d'un écoulement prélevé (E_4) dudit écoulement principal, non modifié par rapport
10 à l'écoulement principal (E), dans ladite zone (64) tourbillonnaire ou de pression réduite ou de cavitation de sorte à modifier localement l'écoulement principal (E) ou augmenter la pression dans cette zone (64).

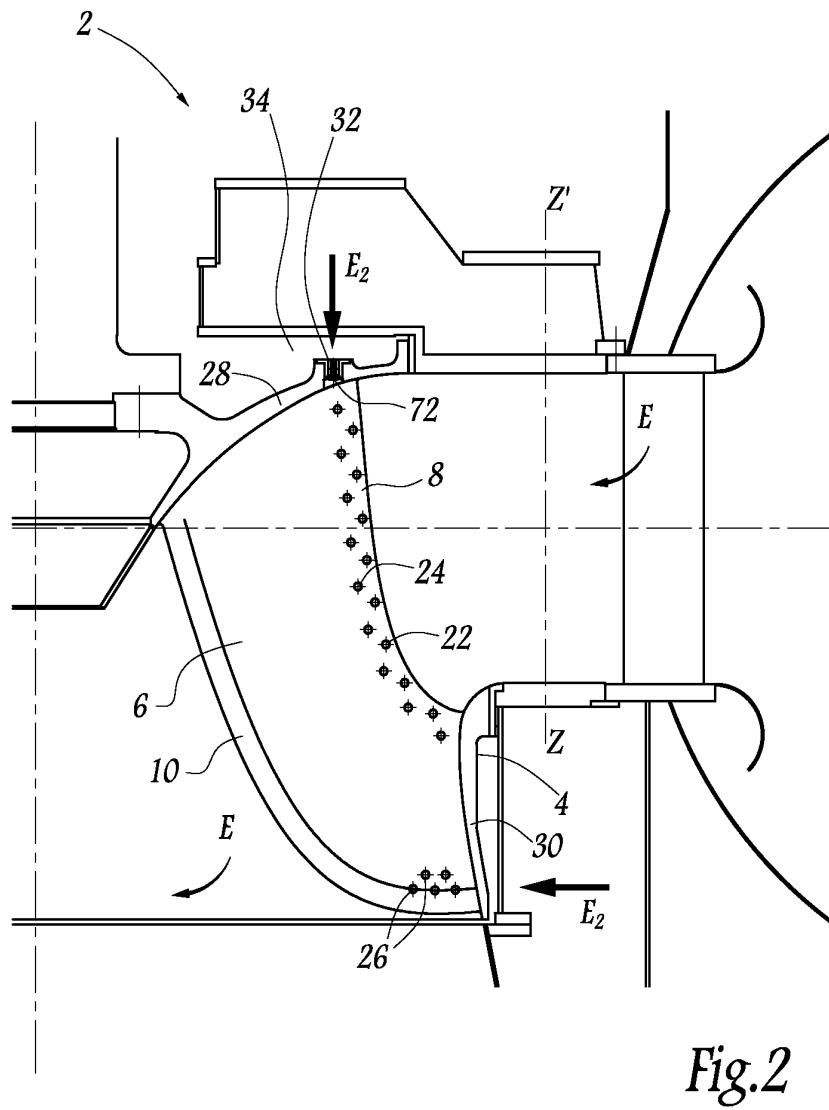
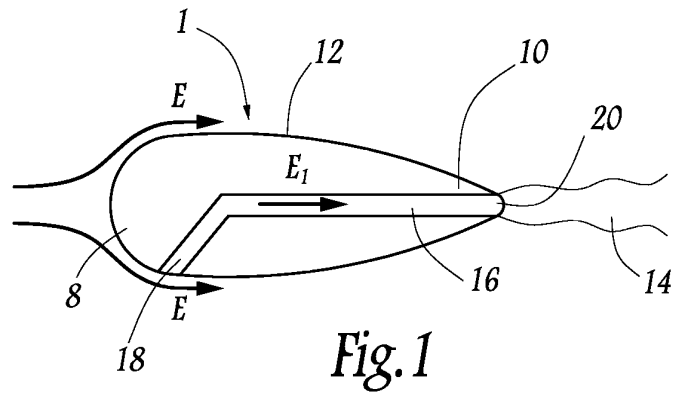
2.- Machine hydraulique selon la revendication 1, caractérisée en ce que les moyens d'injection comprennent au moins une conduite (66)
15 comprenant une entrée prélevant un écoulement (E_4) de l'écoulement principal (E) en amont de l'organe et une sortie débouchant dans la zone tourbillonnaire ou de pression réduite ou de cavitation (64).

3.- Machine hydraulique selon la revendication 2, caractérisée en ce que les moyens d'injection comprennent une soupape (72) disposée dans le
20 trajet de l'écoulement prélevé (E_4), ladite soupape (72) étant mobile entre une position ouverte dans laquelle elle laisse passer l'écoulement prélevé (E_4) de l'écoulement principal (E) et une position fermée dans laquelle elle empêche le passage de l'écoulement prélevé (E_4).

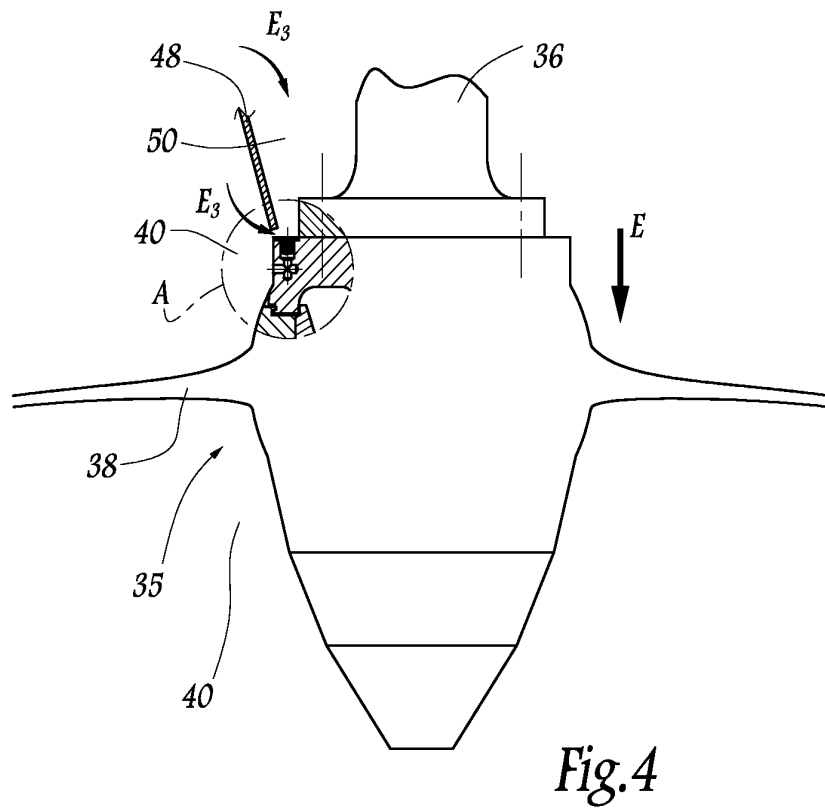
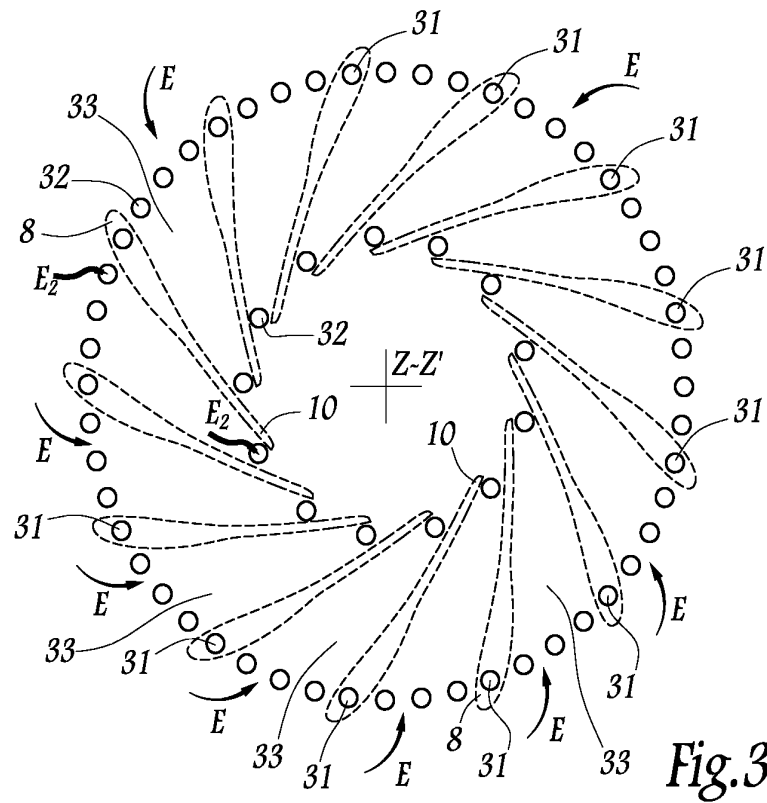
4.- Machine hydraulique selon la revendication 3, caractérisée en ce
25 que le mouvement de la soupape (72) est commandé par des moyens de commande.

5.- Machine hydraulique selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la zone (64) tourbillonnaire ou de pression réduite se forme au voisinage des bifurcations (62) du collecteur (56), les moyens
30 d'injections étant agencés pour prélever l'écoulement prélevé (E_4) de l'écoulement principal (E) en amont desdites bifurcations (62) et pour injecter l'écoulement prélevé (E_4) au voisinage desdites bifurcations (62).

1/4



2/4



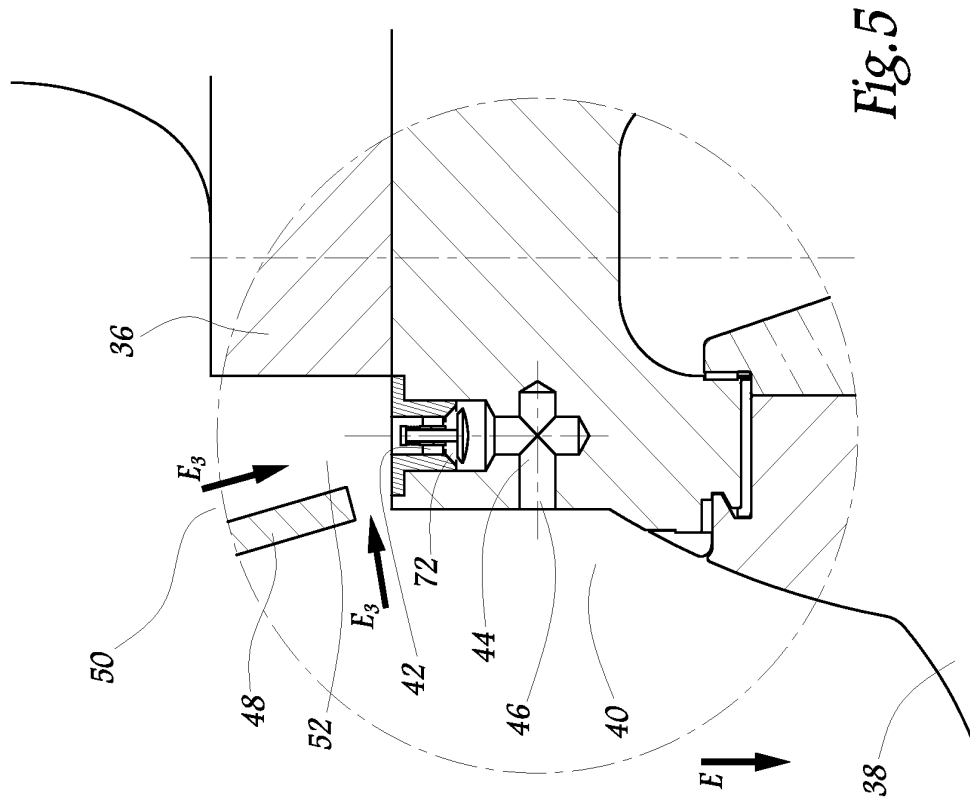
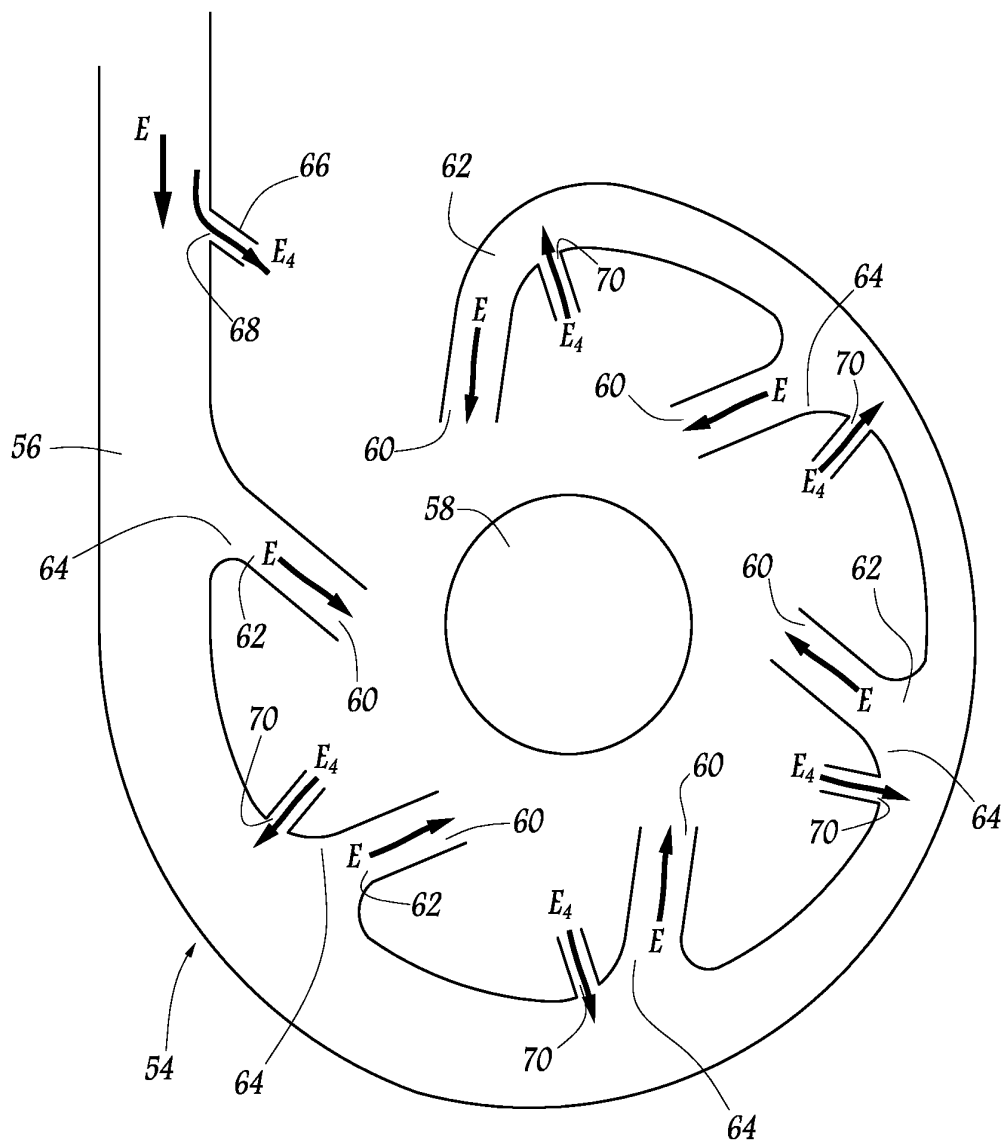


Fig. 5

*Fig.6*