



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
11.05.2016 Bulletin 2016/19

(51) Int Cl.:
F04D 29/38 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **15193292.8**

(22) Date de dépôt: **05.11.2015**

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
MA MD

(30) Priorité: **07.11.2014 FR 1460802**

(71) Demandeur: **VALEO SYSTEMES THERMIQUES**
78320 Le Mesnil Saint-Denis (FR)

(72) Inventeurs:
• **DEMORY, Bruno**
95640 MARINES (FR)
• **HENNER, Manuel**
78310 AUFFARGIS (FR)
• **BEDDADI, Youssef**
78000 VERSAILLES (FR)
• **FRANQUELIN, François**
78190 TRAPPES (FR)

(74) Mandataire: **Metz, Gaëlle**
Valeo Systemes Thermiques
Propriété Intellectuelle
8 rue Louis Lormand, La Verriere
78320 Le Mesnil Saint-Denis (FR)

(54) **VENTILATEUR POUR AUTOMOBILE À PALES OPTIMISÉES POUR LES FORTS DÉBITS**

(57) L'invention concerne une hélice de ventilation (1) comprenant un moyeu (2) et des pales (3) s'étendant radialement vers l'extérieur à partir du moyeu (2) entre un pied de pale (3a) et une tête de pale (3b), qui est caractérisée en ce que lesdites pales (3) présentent, dans les vingt derniers pourcents de leur envergure, au moins une corde dont la longueur est au moins égale à

1,5 fois la plus petite longueur de corde sur toute l'envergure de la pale. La pale comporte avantageusement, dans lesdits vingt derniers pourcents d'envergure de la pale, au moins une portion de sa ligne à mi-corde ayant une courbure arrière et un calage qui évolue d'au moins +5°.

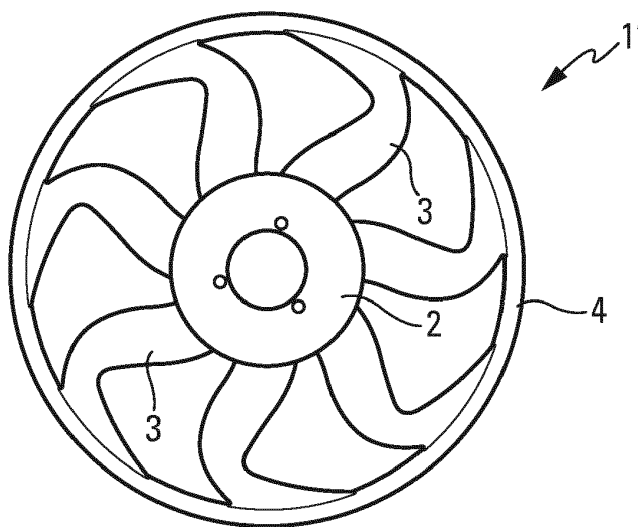


Fig. 4

Description

[0001] Le domaine de la présente invention est celui de l'automobile, et plus particulièrement celui de la circulation de l'air pour le refroidissement des équipements du moteur.

[0002] Les véhicules à moteur thermique ont besoin d'évacuer les calories que génère leur fonctionnement et sont pour cela équipés d'échangeurs thermiques, notamment des radiateurs de refroidissement, placés à l'avant du véhicule et traversés par de l'air extérieur. Pour forcer la circulation de cet air à travers le ou les échangeurs, un ventilateur est placé en amont ou en aval. L'hélice de ventilation qui sert à forcer la circulation d'air présente un écoulement orienté de façon axiale. Elle comprend des pales raccordées par leur pied à un moyeu central, et généralement maintenues ensemble en leur tête par une virole tournante (comme cela est illustré sur la figure 1).

[0003] Certaines utilisations nécessitent que l'hélice produise un débit important au regard de son diamètre et de sa vitesse de rotation, tout en fonctionnant avec des élévations de pression faibles. Du fait de cette caractéristique de point de fonctionnement, il est nécessaire de concevoir l'hélice avec des pales de grande envergure. Pour cela on utilise généralement un moyeu central (appelé parfois bol) de petit diamètre, auquel on adjoint des pales s'étendant vers le rayon extérieur. Les diamètres du bol central et des pales se situent typiquement dans un rapport de 1 à 3. Cela confère à l'hélice une grande section de passage, qui est délimitée par le bol en son centre et par l'extrémité de pale (ou par la virole) en son pourtour extérieur. Cette section de passage correspond à ce qui est appelé la veine. L'envergure de la pale, c'est-à-dire sa hauteur depuis son pied jusqu'à son extrémité, correspond à la hauteur de veine.

[0004] Les concepteurs de ces hélices sont régulièrement confrontés à des difficultés d'équilibrage de la charge aérodynamique entre le pied et la tête des pales, faute de quoi la veine ne se remplit pas correctement ; en effet, pour que le rendement soit optimal, il convient de minimiser les écoulements secondaires, les recirculations et les zones ne travaillant pas d'un point de vue aérodynamique. Pour cela, il faut que les pales soient chargées de façon la plus homogène possible du pied jusqu'à la tête, ce qui permet de communiquer une énergie maximale au fluide en lui imprimant un mouvement de giration sur toute l'envergure de la pale. Cette giration est à l'origine de la vitesse du fluide que produit le ventilateur, et du débit qu'il lui impose.

[0005] Une pale correctement configurée doit donc produire à son aval une pression totale (ou pression dynamique) relativement constante pour qu'aucun écoulement secondaire ne s'établisse.

[0006] Or il est constaté que dans certaines conditions de fonctionnement, en particulier lorsque l'on cherche des débits importants, des effets secondaires se produisent, principalement au niveau de la tête, qui altèrent

l'efficacité de l'hélice lorsqu'une partie de l'envergure de la pale ne fonctionne pas. Cela se traduit, comme on peut le voir sur la figure 2, par une pression totale P en aval de l'hélice, qui diminue fortement et donc par un travail délivré par la tête qui est très faible. Le rendement R décroît lui aussi fortement. Cela est d'autant plus préjudiciable que la zone de la tête est celle où la vitesse due à la rotation est la plus importante (grand rayon) et qu'elle devrait en conséquence contribuer majoritairement au travail de giration produit sur l'air.

[0007] Il existe donc un besoin de concevoir des hélices qui soient capables de délivrer de forts débits, tout en conservant un rendement élevé et une homogénéité de la pression en aval.

[0008] A cet effet, l'invention a pour objet un hélice de ventilation comprenant un moyeu et des pales s'étendant radialement vers l'extérieur à partir du moyeu entre un pied de pale et une tête de pale, caractérisée en ce que lesdites pales présentent, dans les vingt derniers pourcents de leur envergure, au moins, une corde dont la longueur est au moins égale à 1,5 fois la plus petite longueur de corde sur toute l'envergure de la pale. Par vingt derniers pourcents, on entend la partie de la pale se trouvant entre 80 et 100% de l'envergure de la pale, à partir du pied de pale. Autrement dit, sur cette partie distale de la pale, la longueur de la corde est au moins égale à 1,5 fois la plus petite longueur de corde sur toute l'envergure de la pale, sans être nécessairement constante. Une telle condition pourra éventuellement être remplie sur une fraction plus grande et/ou sur une autre fraction de l'envergure de la pale sans pour autant sortir du cadre de l'invention. Avantageusement, une telle condition ne sera cependant remplie que sur cette partie distale de la pale.

[0009] L'évolution de la corde vers une grande longueur sur les vingt derniers pourcents de son envergure permet de produire des hélices de ventilation qui sont optimisées pour l'aérodynamique et, entre autres, pour un remplissage effectif de la veine en tête.

[0010] De façon préférentielle ladite corde sur les vingt derniers pourcents est au moins égale à 2 fois ladite plus petite longueur de corde.

[0011] Avantageusement ladite plus petite longueur de corde est située entre 50 et 80% de l'envergure de la pale.

[0012] Dans un mode particulier de réalisation la corde est en constante décroissance du pied de pale jusqu'à ladite corde de plus petite longueur puis constamment croissante de ce point jusqu'à la tête de pale.

[0013] Selon un autre aspect de l'invention, qui pourra être combiné ou non avec le précédent, l'invention a également pour objet une hélice de ventilation dans laquelle la pale comporte, dans lesdits vingt derniers pourcents, au moins, une portion de sa ligne à mi-corde ayant une courbure arrière. Autrement dit, sur cette partie distale de la pale, une portion de sa ligne à mi-corde présente une courbure arrière. Une telle condition pourra éventuellement être remplie sur une fraction plus grande et/ou sur une autre fraction de l'envergure de la pale sans pour

autant sortir du cadre de l'invention.

[0014] Avantageusement la pale comporte une courbure maximale, orientée vers l'avant, qui est située entre 50 et 80% de l'envergure de la pale.

[0015] Dans un mode particulier de réalisation la courbure est en constante croissance du pied de pale jusqu'à une courbure avant maximale puis constamment décroissante de ce point jusqu'à la tête de pale. Plus particulièrement cette décroissance est supérieure ou égale à 7°.

[0016] Selon un autre aspect de l'invention, qui pourra être combiné ou non avec les ou l'un des aspects précédents, l'invention porte encore sur une hélice de ventilation dans laquelle le calage évolue d'au moins +5° sur lesdits vingt cinq, voire les vingt derniers pourcents d'envergure de la pale. Autrement dit, entre le point situé à 80% de l'envergure de la pale et son extrémité, le calage évolue d'au moins +5°.

[0017] Avantageusement le calage évolue d'au moins +10° entre 33 et 75% de l'envergure de la pale.

[0018] De façon préférentielle le calage est inférieur à 65° sur le premier tiers de l'envergure.

[0019] Dans un mode particulier de réalisation le calage est en constante décroissance du pied de pale jusqu'à un calage minimum situé sur le premier tiers de l'envergure puis en constante croissance de ce point jusqu'à la tête de pale.

[0020] Selon un autre aspect de l'invention, qui pourra être combiné ou non avec les ou l'un des aspects précédents, l'invention porte aussi sur une hélice de ventilation dans laquelle la pale comporte, dans lesdits vingt derniers pourcents, une cambrure supérieure ou égale à 8%, en au moins un point de sa ligne à mi-corde. Autrement dit, sur cette partie distale de la pale, la cambrure de la pale est supérieure ou égale à 8%, en au moins un point de sa ligne à mi-corde, sans être nécessairement constante. Une telle condition pourra éventuellement être remplie sur une fraction plus grande et/ou sur une autre fraction de l'envergure de la pale sans pour autant sortir du cadre de l'invention.

[0021] Avantageusement la cambrure est comprise entre 8 et 10% tout au long des vingt derniers pourcents.

[0022] Dans un mode particulier de réalisation la cambrure est constante sur toute l'envergure de la pale.

[0023] L'invention concerne également un groupe moto-ventilateur comprenant une hélice telle que décrite plus haut ainsi qu'un système de refroidissement comprenant un tel groupe moto-ventilateur. Un tel système pourra comprendre un ou des échangeurs de chaleur traversés par le flux d'air généré par l'hélice.

[0024] L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, détails, caractéristiques et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description explicative détaillée qui va suivre, d'un mode de réalisation de l'invention, donné à titre d'exemple purement illustratif et non limitatif, en référence aux dessins schématiques annexés.

[0025] Sur ces dessins :

- la figure 1 est une vue de face d'une hélice, selon l'art antérieur,
- la figure 2 est une vue schématique donnant les évolutions, en fonction du débit, de la pression en aval et du rendement de l'hélice de la figure 1,
- la figure 3 est une vue en coupe d'une pale d'une hélice de ventilateur automobile,
- la figure 4 est une vue de face d'une hélice selon l'invention,
- la figure 5 est une vue en perspective d'une pale de l'hélice de la figure 4,
- la figure 6 est un graphique donnant l'évolution du calage de la pale de la figure 5 le long de son envergure,
- la figure 7 est un graphique donnant l'évolution de la corde de la pale de la figure 5 le long de son envergure,
- la figure 8 est un graphique donnant l'évolution de la cambrure de la pale de la figure 5 le long de son envergure,
- la figure 9 est un graphique donnant l'évolution de la courbure de la pale de la figure 5 le long de son envergure,
- la figure 10 est un graphique donnant l'évolution de la pression en aval de l'hélice, le long de l'envergure de la pale, et
- la figure 11 un graphique donnant les évolutions, en fonction du débit, de la pression en aval et du rendement de l'hélice de la figure 4.

[0026] La figure 1 montre une hélice 1, de l'art antérieur, qui est montée en rotation autour d'un axe passant par son centre O et orienté ici orthogonalement au plan de la figure. Le sens de rotation de l'hélice 1 est désigné par la flèche F. Lorsque l'hélice 1 est entraînée en rotation, par exemple par un moteur électrique (non visible), l'hélice 1 brasse l'air qui la traverse. Le flux d'air s'écoule alors selon un sens d'écoulement orienté sensiblement axialement.

[0027] Dans la suite de la description les termes "amont" et "aval" se comprennent en référence au sens d'écoulement du flux d'air. Les termes "axial", "radial" ou "tangential" sont, eux, utilisés en référence à l'axe de rotation de l'hélice.

[0028] Cette hélice 1, comprend :

- un moyeu central 2, avantagement destiné à coiffer le moteur d'entraînement de l'hélice,
- une pluralité de pales 3, ici au nombre de six, avec leurs premières extrémités 3a, fixées sur le moyeu 2, qui s'étendent radialement à partir de ce moyeu,
- et, bien que cet élément ne soit pas impératif, une virole périphérique 4, de forme annulaire cylindrique, à laquelle se raccordent les deuxièmes extrémités 3b des pales 3.

[0029] En ce qui concerne les pales 3, elles sont généralement identiques les unes aux autres et peuvent

présenter une section transversale sensiblement en aile d'avion, avec un extrados 3E et un intrados 3I, comme cela est illustré par la figure 3. Elles s'étendent ainsi transversalement entre, respectivement, un bord d'attaque 31 qui entre en premier en contact avec le flux d'air lors de la rotation de l'hélice 1, et un bord de fuite 32 qui lui est opposé.

[0030] La figure 2 donne les performances d'une hélice selon l'art antérieur en fonction du débit qui la traverse, celle-ci étant modulée par sa vitesse de rotation. La courbe P donne les écarts de pression entre l'amont et l'aval de l'hélice 1 en fonction du débit qui traverse l'hélice, alors que la courbe R donne les valeurs du rendement de cette hélice dans les mêmes conditions. On constate que les rendements sont de l'ordre de 30 à 40% pour les débits couramment recherchés (entre 1500 et 3000 m³/h) et qu'ils s'effondrent, de même que l'écart de pression, dès que le débit mis en oeuvre s'élève, et notamment dépasse les 2500 m³/h. L'écart de pression deviendrait même négatif aux très forts débits (supérieurs à 3000 m³/h), ce qui résulte de recirculations et, donc, de zones de l'hélice qui ne travaillent pas d'un point de vue aérodynamique.

[0031] La figure 3 représente une coupe de la pale 3 dans un plan parallèle à l'axe de rotation, perpendiculairement à la ligne reliant les points à mi-corde. Dans ce plan, la ligne C reliant le bord d'attaque 31 au bord de fuite 32 est dénommée ligne de corde, alors que la ligne reliant les points équidistant des extrados 3E et intrados 3I de la pale est dénommée ligne de cambrure A. Les caractéristiques aérodynamiques de la pale sont définies par les paramètres suivants, qui sont éventuellement évolutifs tout le long de la pale :

- sa corde qui est la longueur de la ligne de corde C, exprimée en mm,
- sa cambrure qui est la valeur maximale d de la distance entre la ligne de corde C et la ligne de cambrure A, rapportée à la longueur de la ligne de corde et exprimée en pourcents,
- son calage qui est l'angle que fait la ligne de corde C avec l'axe de rotation de l'hélice.

(Nota : par convention dans ce texte, l'angle de calage est l'angle complémentaire de l'angle de calage habituellement défini en aérodynamique).

[0032] Une quatrième caractéristique, qui influe sur ses performances aérodynamiques est la courbure de la ligne qui relie, en projection sur un plan radial, les points à mi-corde de la pale. La courbure de la pale est dite avant si, pour la corde considérée, la tangente à cette ligne est orientée, en se déplaçant du pied vers la tête, dans le sens de rotation F ; elle est dite arrière dans le sens contraire. La courbure, en chaque point à mi-corde le long de l'envergure, est exprimée par la valeur en degrés de l'angle que fait le rayon en ce point avec le rayon du point à mi-corde en pied de pale.

[0033] La figure 4 montre, en plan, une hélice de ven-

tilateur automobile selon l'invention. Elle comporte, ici, sept pales et une virole, sans que ces caractéristiques spécifiques soient essentielles pour la réalisation de l'invention.

[0034] La figure 5 donne une vue frontale d'une pale d'une telle hélice. Les caractéristiques particulières de cette hélice sont données par les figures 6 à 9, en ce qui concerne l'évolution, respectivement, de son calage, de sa corde, de sa cambrure et de sa courbure, le long de son envergure.

[0035] L'hélice qui est représentée sur les figures 4 et 5 intègre les caractéristiques particulières qui sont définies par l'invention pour ces quatre paramètres, mais l'invention porte sur l'une quelconque des combinaisons possibles entre les paramètres mentionnés, ceux-ci pouvant varier indépendamment les uns des autres. Elle porte néanmoins plus particulièrement sur les valeurs que prennent ces paramètres dans les vingt derniers pourcents de l'envergure de la pale et sur les combinaisons entre eux sur cette plage.

[0036] Tout d'abord, en ce qui concerne le calage de la pale, la figure 6 donne l'évolution optimale, le long de l'envergure de la pale, de l'angle de la corde par rapport à la direction axiale. Pour optimiser la performance aérodynamique de l'hélice, la valeur retenue selon l'invention pour le calage est différente de celle qui est retenue habituellement, à savoir celle qui se base simplement sur le triangle des vitesses. Dans l'art antérieur, le calage donné à la corde de la pale est défini par une incidence aérodynamique qui est ajoutée à la direction résultant de la somme vectorielle des vitesses tangentielle et axiale du fluide.

[0037] A contrario dans l'invention, telle qu'illustrée ici et sans que toutes les caractéristiques représentées soient essentielles pour la réalisation de l'invention, le calage prend localement une valeur faible, qui reste inférieure à 65° sur tout le premier tiers de l'envergure de la pale (de 0 à 33%). Il présente une valeur minimale sur cette plage, qui est désignée sous la référence Pt1. Ensuite, il croît globalement, entre ce premier tiers et 75% de l'envergure de pale, avec une valeur Pt2 en fin de plage (soit à 75%) qui est supérieure d'au moins +10° à la valeur minimale Pt1 retenue sur le premier tiers. Enfin, par rapport à la valeur Pt2 obtenue à 75%, le calage croît encore sur les 25 derniers pourcents d'envergure de la pale, avec une progression sur ce segment qui est supérieure ou égale à +5°, en restant toutefois inférieure à 90°. Au final on observe une croissance sur les deux derniers tiers qui est d'au moins 15° par rapport au point de plus faible calage, celui-ci étant positionné dans le premier tiers de l'envergure de la pale.

[0038] Ensuite la figure 7 donne l'évolution optimale, selon l'invention, pour la valeur de la corde, le long de l'envergure de la pale.

[0039] Telle qu'illustrée, la corde est globalement décroissante depuis le pied de pale, sur la première moitié de son envergure. Elle présente ensuite un minimum qui est placé dans la tranche allant de 50 à 80% de l'enver-

gure, puis elle croît en se dirigeant vers la tête de pale. Elle prend alors une valeur maximale en un point situé au delà de 80% d'envergure. La valeur maximale sur le segment des vingt derniers pourcents, est, selon l'invention, supérieure à une fois et demi et, préférentiellement, au double de la valeur minimale de corde qui a été constatée entre 50 et 80% d'envergure.

[0040] La figure 8 illustre, ensuite, l'évolution selon l'invention pour la cambrure de la pale, le long de son envergure.

[0041] Telle qu'illustrée, la cambrure prend une valeur qui est supérieure à 8% au delà de 80% d'envergure. Dans le mode illustré sur la figure, sans que cette configuration soit essentielle pour la réalisation de l'invention, la cambrure reste la même sur toute l'envergure, en étant supérieure à ces 8 % ; la valeur retenue dans ce cas particulier, qui correspond à un optimum, est de 9.5 %.

[0042] Enfin la figure 9 donne l'évolution selon l'invention pour la courbure de la pale, le long de son envergure.

[0043] Telle qu'illustrée sur la figure, et sans que toutes les caractéristiques représentées soient, là encore, essentielles pour la réalisation de l'invention, la courbure est nulle au niveau du pied, ce qui signifie que la pale part perpendiculairement au moyeu 2. La courbure augmente progressivement vers une courbure avant de plus en plus prononcée, pour atteindre une valeur maximale qui est située entre 50 et 80% de l'envergure. Elle redescend ensuite d'au moins 7° par rapport à cette valeur maximale pour atteindre sa valeur en tête de pale.

[0044] D'une façon plus générale, selon l'invention, la courbure passe en courbure arrière dans la zone des 80 à 100% de la pale. Cela se traduit par le fait que l'évolution de la position angulaire du bord d'attaque, traduit une position plus reculée de la tête de pale comparée à la position angulaire la plus avancée entre 0 et 80% d'envergure.

[0045] La valeur minimale de la courbure de la pale, en tête, est en outre avantageusement inférieure d'au moins 7° à la valeur maximale de la courbure constatée entre 50 et 80% d'envergure, avec une décroissance globale entre ce point et la tête de la pale.

[0046] Les figures 10 et 11 donnent les résultats aérodynamiques obtenus avec une hélice qui comprend les quatre améliorations proposées.

[0047] On constate sur la figure 10 que la pression en aval de l'hélice, pour un débit donné, reste globalement élevée et, en particulier, qu'elle ne s'affaiblit pas en se rapprochant de la tête de pale.

[0048] Cela se confirme à la lecture de la figure 11 où l'on voit que l'écart de pression entre l'amont et l'aval de l'hélice reste élevé, même à des forts débits allant jusqu'à 3500 m³/h, ce qui n'était pas le cas avec l'hélice de l'art antérieur illustrée par la figure 2.

[0049] De même les rendements atteignent des valeurs pouvant même dépasser 50% à 2500 m³/h et, en tout état de cause, ils restent supérieurs à ceux obtenus avec l'état de l'art pour un débit de 3500 m³/h.

[0050] La combinaison des paramètres aboutissant à

la forme de pale décrite dans les figures ci-dessus, et, notamment, associant une variation forte de la corde dans la zone supérieure à 80% de l'envergure avec des longueurs de corde maximales dans cette zone, aboutit à la production d'hélices de ventilation optimisées pour l'aérodynamique et, entre autres, pour un remplissage effectif de la veine en tête.

[0051] Il s'avère en outre que des cambrures importantes en tête (hauteur de cambrure comprise entre 8 et 10% de la corde) et une courbure arrière de la pale, combinées à l'augmentation de corde en tête sont efficaces pour charger la pale en tête et améliorer le rendement de l'hélice.

[0052] L'invention a été décrite dans le cas d'une hélice présentant une virole reliant l'extrémité des pales. Il est bien évident que qu'elle peut tout aussi bien être réalisée en l'absence de virole, pour autant que la forme donnée aux pales soit celle décrite ci-dessus.

[0053] L'invention concerne aussi un groupe moto-ventilateur comprenant une telle hélice, et son moteur d'entraînement. Ledit groupe pourra comprendre une buse munie d'un orifice de passage d'air à l'intérieur duquel l'hélice tourne autour de son axe, ledit moteur d'entraînement étant porté par la buse par l'intermédiaire de bras radiaux formant avantageusement des pales de stator.

[0054] L'invention concerne encore un système ou module de refroidissement d'un bloc moteur de véhicule automobile. Il comprend alors, notamment, le groupe moto-ventilateur évoqué plus haut et un radiateur de refroidissement. L'hélice pourra être située entre le radiateur de refroidissement et le bloc moteur ou en amont dudit radiateur. Ces éléments sont, par exemple, sensiblement alignés selon l'axe de rotation de l'hélice.

Revendications

1. Hélice de ventilation (1) comprenant un moyeu (2) et des pales (3) s'étendant radialement vers l'extérieur à partir du moyeu (2) entre un pied de pale (3a) et une tête de pale (3b),
caractérisée en ce que lesdites pales (3) présentent, dans les vingt derniers pourcents de leur envergure, au moins, une corde dont la longueur est au moins égale à 1,5 fois la plus petite longueur de corde sur toute l'envergure de la pale.
2. Hélice de ventilation selon la revendication 1, dans laquelle ladite corde sur les vingt derniers pourcents est au moins égale à 2 fois ladite plus petite longueur de corde.
3. Hélice de ventilation selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans laquelle ladite plus petite longueur de corde est située entre 50 et 80% de l'envergure de la pale.
4. Hélice de ventilation selon l'une quelconque des re-

- vendications 1 à 3, dans laquelle la corde est en constante décroissance du pied de pale (3a) jusqu'à ladite corde de plus petite longueur puis constamment croissante de ce point jusqu'à la tête de pale (3b). 5
5. Hélice de ventilation selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans laquelle la pale comporte, dans lesdits vingt derniers pourcents, au moins, une portion de sa ligne à mi-corde ayant une courbure arrière. 10
6. Hélice de ventilation selon la revendication 5, dans laquelle la pale comporte une courbure maximale, orientée vers l'avant, qui est située entre 50 et 80% de l'envergure de la pale. 15
7. Hélice de ventilation selon l'une quelconque des revendications 5 ou 6, dans laquelle la courbure est en constante croissance du pied de pale (3a) jusqu'à une courbure avant maximale puis constamment décroissante de ce point jusqu'à la tête de pale (3b), cette décroissance étant supérieure ou égale à 7°. 20
8. Hélice de ventilation selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans laquelle le calage évolue d'au moins +5° sur lesdits vingt cinq derniers pourcents d'envergure de la pale. 25
9. Hélice de ventilation selon la revendication précédente dans laquelle le calage évolue d'au moins +10° entre 33 et 75% de l'envergure de la pale 30
10. Hélice de ventilation selon l'une quelconque des revendications 8 ou 9, dans laquelle le calage est en constante décroissance du pied de pale (3a) jusqu'à un calage minimum (Pt1) situé sur le premier tiers de l'envergure puis en constante croissance de ce point jusqu'à la tête de pale (3b) 35
11. Hélice de ventilation selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans laquelle la pale comporte, dans lesdits vingt derniers pourcents, une cambrure supérieure ou égale à 8%, en au moins un point de sa ligne à mi-corde. 40
12. Hélice de ventilation selon la revendication 11 dans laquelle la cambrure est comprise entre 8 et 10% tout au long des vingt derniers pourcents. 45
13. Hélice de ventilation selon la revendication 11 dans laquelle la cambrure est constante sur toute l'envergure de la pale. 50
14. Groupe moto-ventilateur comprenant une hélice (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes. 55
15. Système de refroidissement de véhicule automobile comprenant un groupe moto-ventilateur selon la revendication précédente et un ou plusieurs échangeurs de chaleur traversés par le flux d'air généré par ladite hélice.

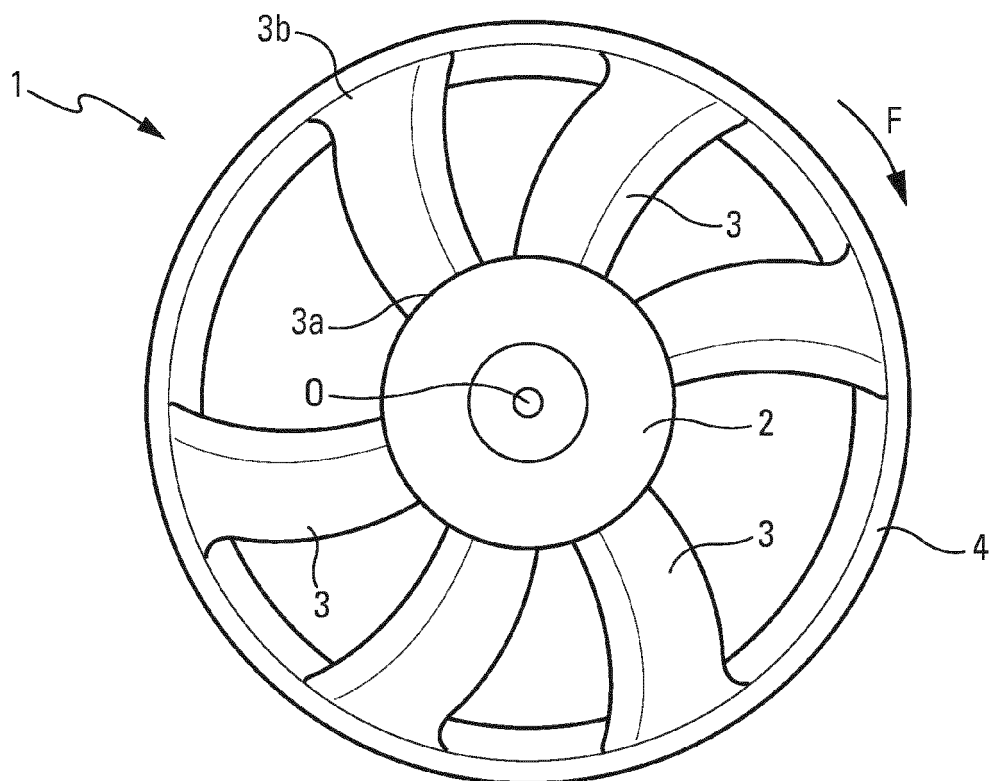


Fig. 1

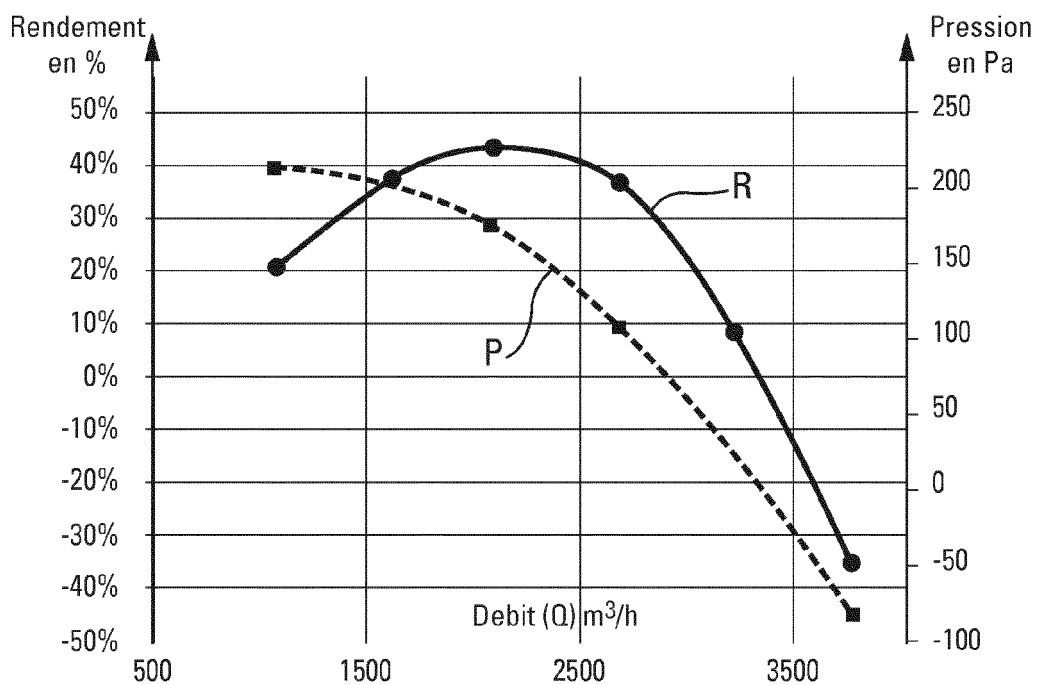
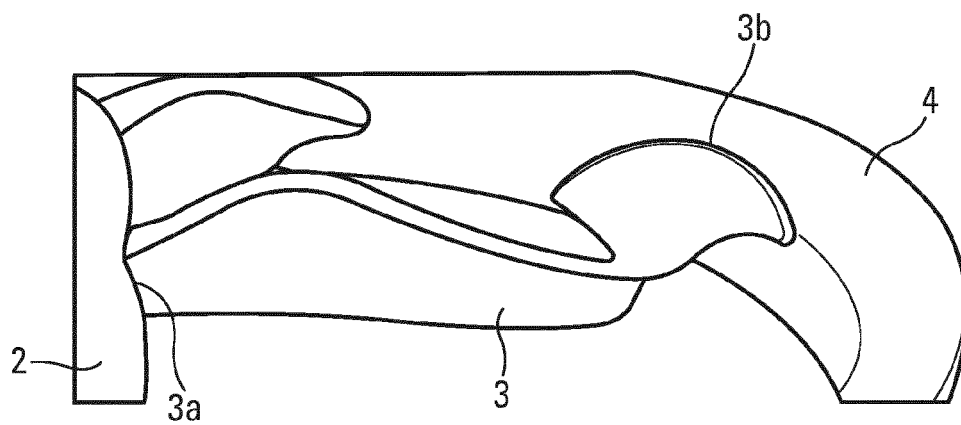
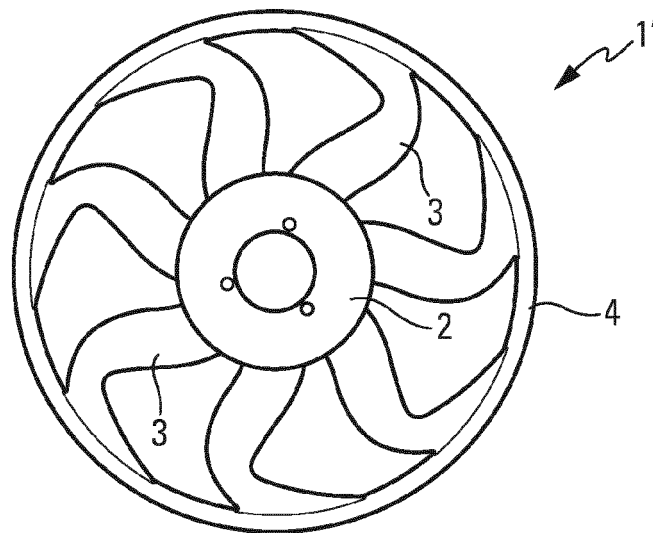
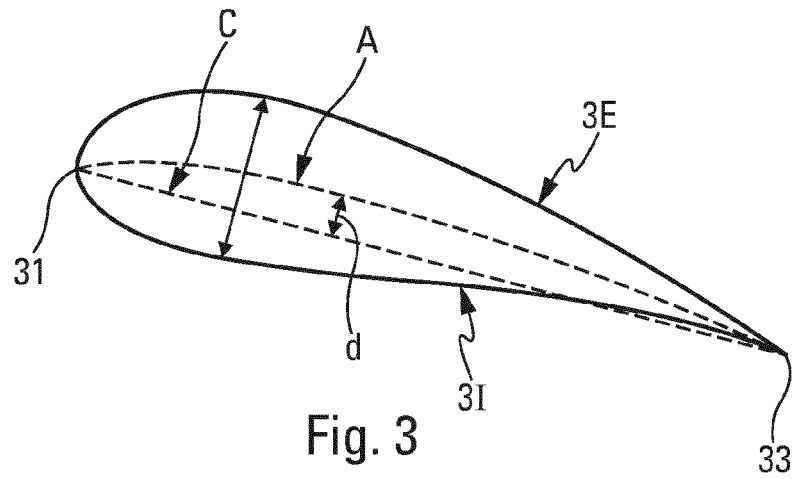


Fig. 2



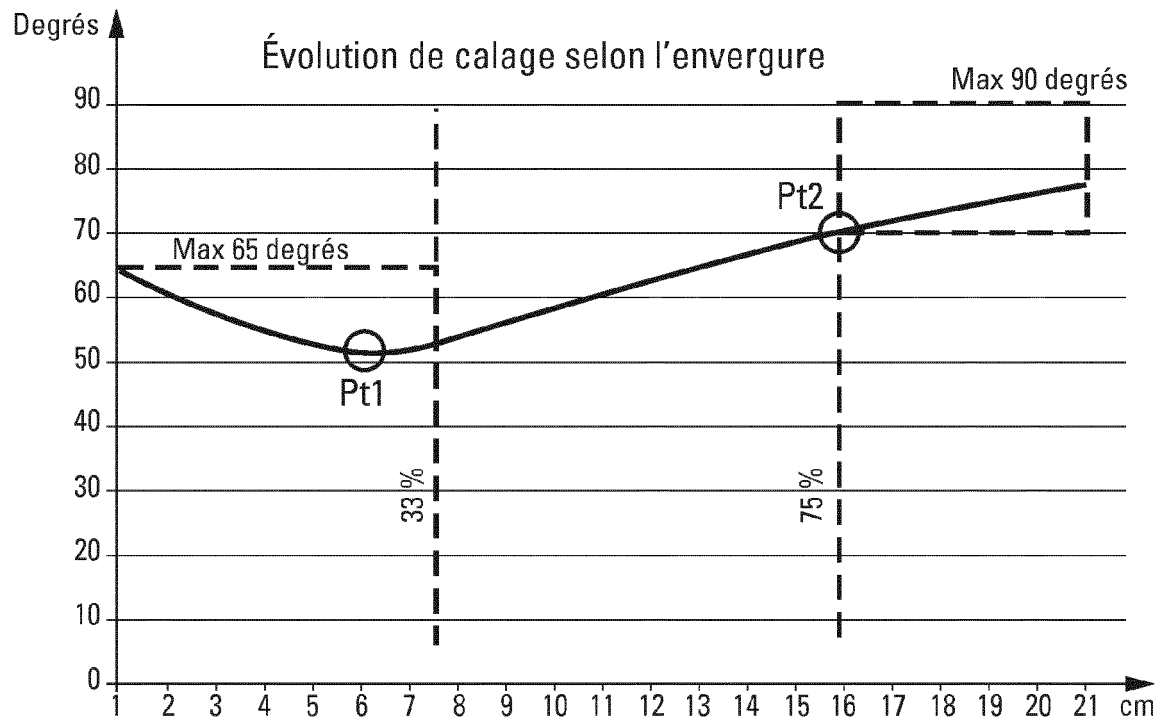


Fig. 6

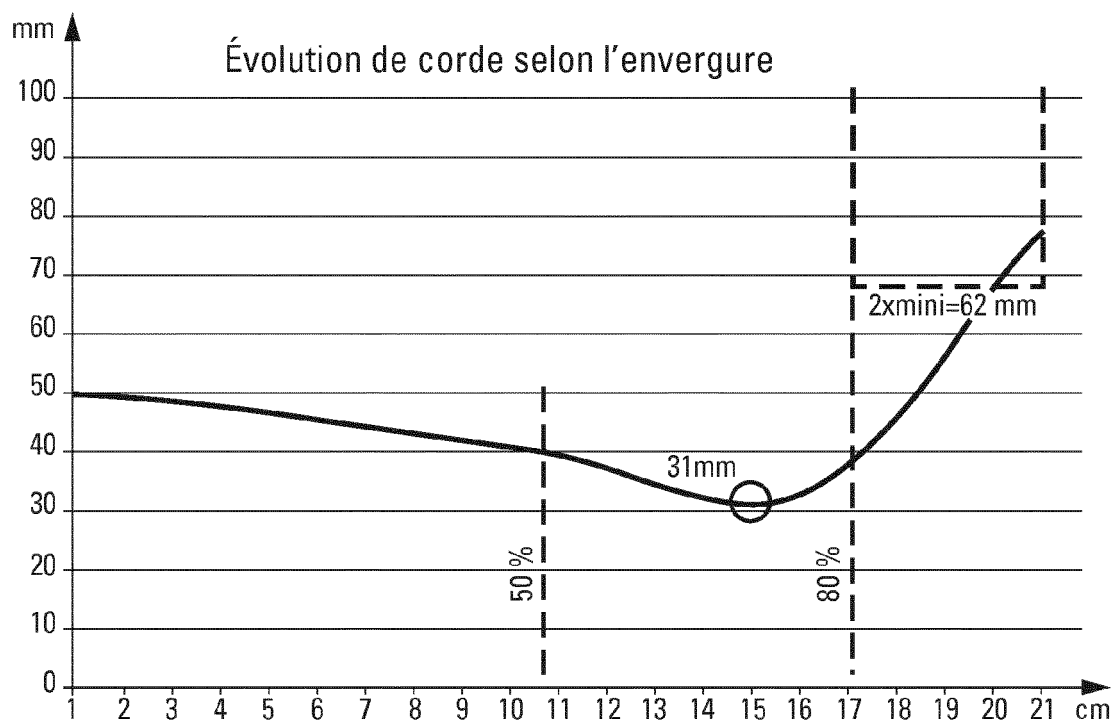


Fig. 7

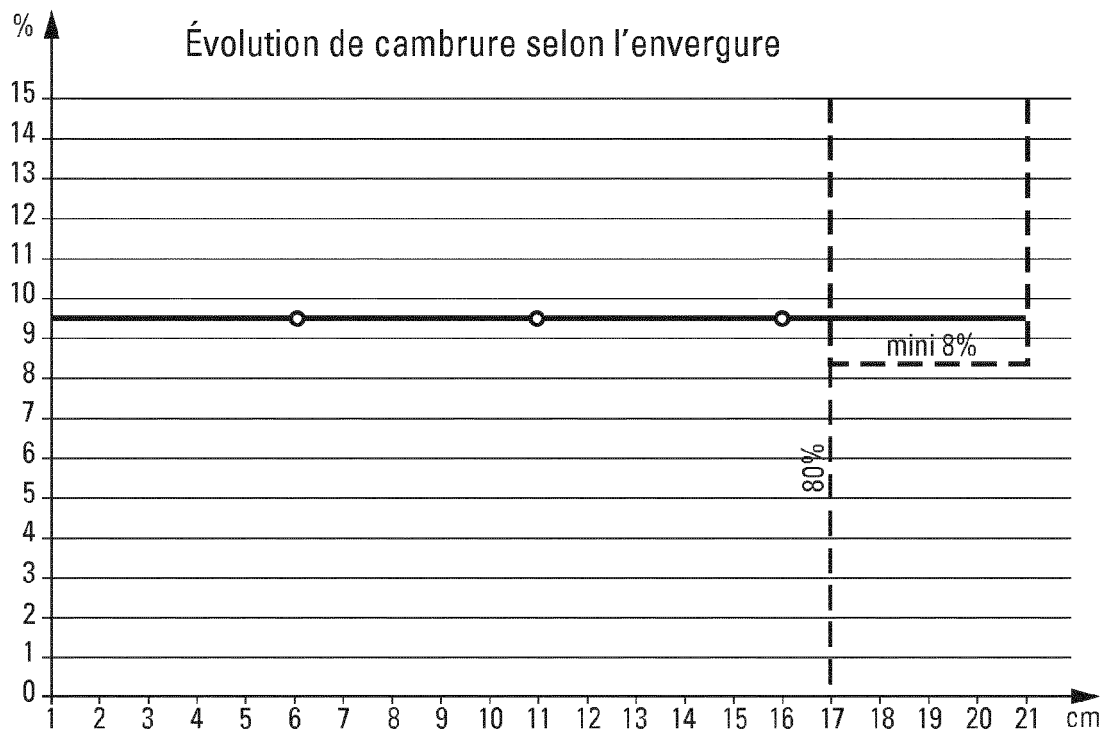


Fig. 8

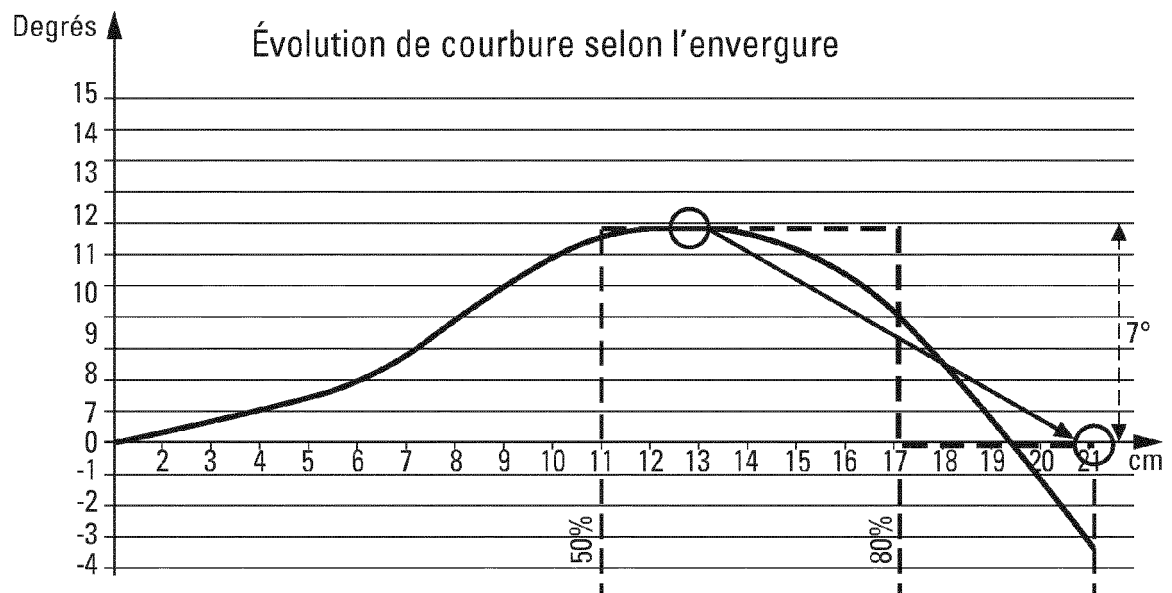


Fig. 9

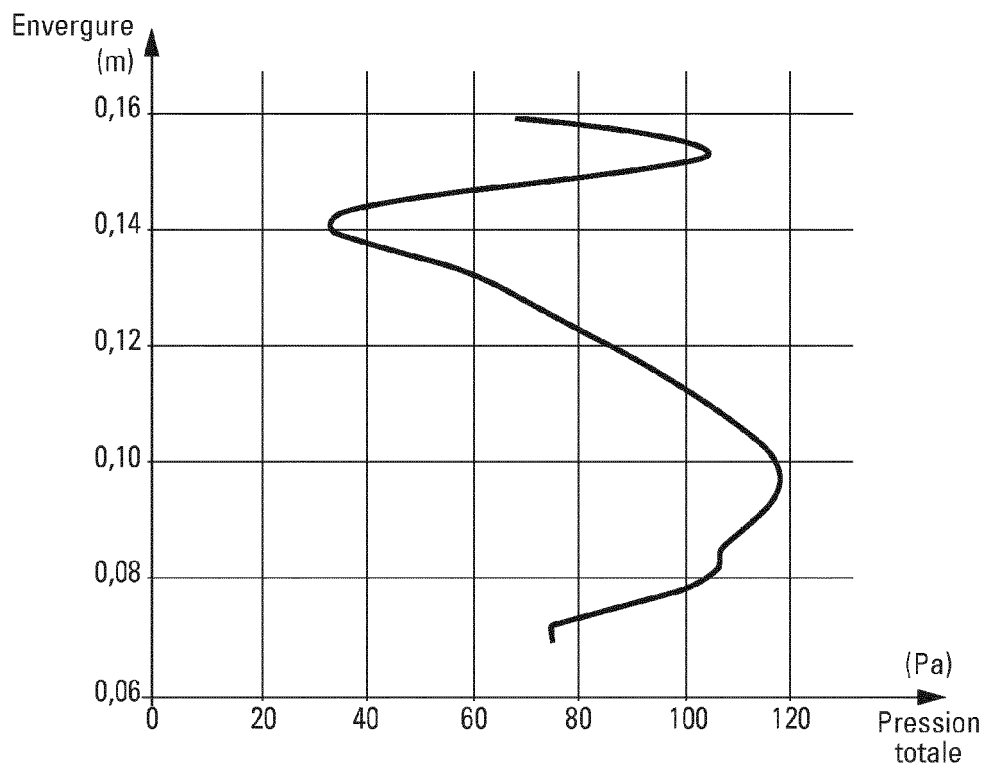


Fig. 10

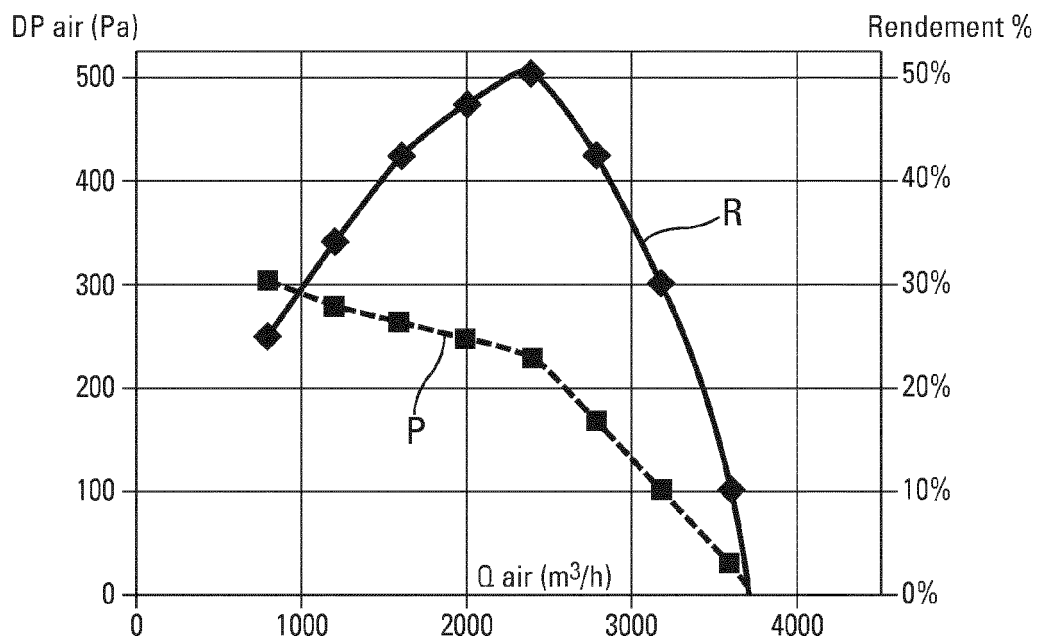


Fig. 11



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 15 19 3292

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	EP 1 083 391 A2 (LG ELECTRONICS INC [KR]) 14 mars 2001 (2001-03-14) * alinéas [0025], [0036], [0039], [0040] * * figures 1,4,5,10 *	1,2, 8-12,14, 15	INV. F04D29/38
X	KR 2013 0107442 A (HALLA VISTEON CLIMATE CONTROL [KR]) 2 octobre 2013 (2013-10-02) * alinéas [0013], [0037], [0038] * * figures 1,3,4,6 *	1-4,8-15	
X	US 2003/223875 A1 (HEXT RICHARD G [US] ET AL) 4 décembre 2003 (2003-12-04) * alinéas [0056], [0059], [0097] - [0100] * * figures 1,27-32 *	1,2,8-15	
X	US 5 064 345 A (KIMBALL RICHARD [US]) 12 novembre 1991 (1991-11-12) * colonne 2, lignes 10-36 * * colonne 3, lignes 9-20 * * figures 1,2 *	1-15	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) F04D
A	US 2011/223024 A1 (VAN HOUTEN ROBERT J [US]) 15 septembre 2011 (2011-09-15) * alinéas [0057], [0059], [0062], [0070], [0071] * * figures 3b,4b *	1,5-7	
A	EP 1 455 095 A1 (HALLA CLIMATE CONTROL CORP [KR]) 8 septembre 2004 (2004-09-08) * figures 5,6,8 *	1,8-13	
A	FR 2 789 449 A1 (VALEO THERMIQUE MOTEUR SA [FR]) 11 août 2000 (2000-08-11) * page 9, lignes 11-33 * * revendication 8 * * figures 3,7 *	1,8-13	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 16 mars 2016	Examineur Gombert, Ralf
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 (P04C02)

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

EP 15 19 3292

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

16-03-2016

10

Document brevet cité
au rapport de recherche

Date de
publication

Membre(s) de la
famille de brevet(s)

Date de
publication

15

EP 1083391 A2 14-03-2001 CN 1287226 A 14-03-2001
DE 69934489 T2 26-04-2007
EP 1083391 A2 14-03-2001
ES 2279596 T3 16-08-2007
JP 3284119 B2 20-05-2002
JP 2001082387 A 27-03-2001
US 6325597 B1 04-12-2001

20

KR 20130107442 A 02-10-2013 AUCUN

25

US 2003223875 A1 04-12-2003 US 2003223875 A1 04-12-2003
US 2005123404 A1 09-06-2005

30

US 5064345 A 12-11-1991 DE 69021076 D1 24-08-1995
DE 69021076 T2 14-12-1995
EP 0500782 A1 02-09-1992
ES 2076511 T3 01-11-1995
JP H05501744 A 02-04-1993
US 5064345 A 12-11-1991
WO 9107593 A1 30-05-1991

35

US 2011223024 A1 15-09-2011 CN 102782334 A 14-11-2012
EP 2545284 A1 16-01-2013
KR 20130014514 A 07-02-2013
US 2011223024 A1 15-09-2011
WO 2011112853 A1 15-09-2011

40

EP 1455095 A1 08-09-2004 CN 1526957 A 08-09-2004
DE 602004008811 T2 05-06-2008
EP 1455095 A1 08-09-2004
JP 4048302 B2 20-02-2008
JP 2004270701 A 30-09-2004
KR 20040078933 A 14-09-2004
PT 1455095 E 10-12-2007
US 2004175269 A1 09-09-2004

45

FR 2789449 A1 11-08-2000 DE 19963411 A1 17-08-2000
FR 2789449 A1 11-08-2000
US 6241474 B1 05-06-2001

50

55

EPO FORM P0460

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