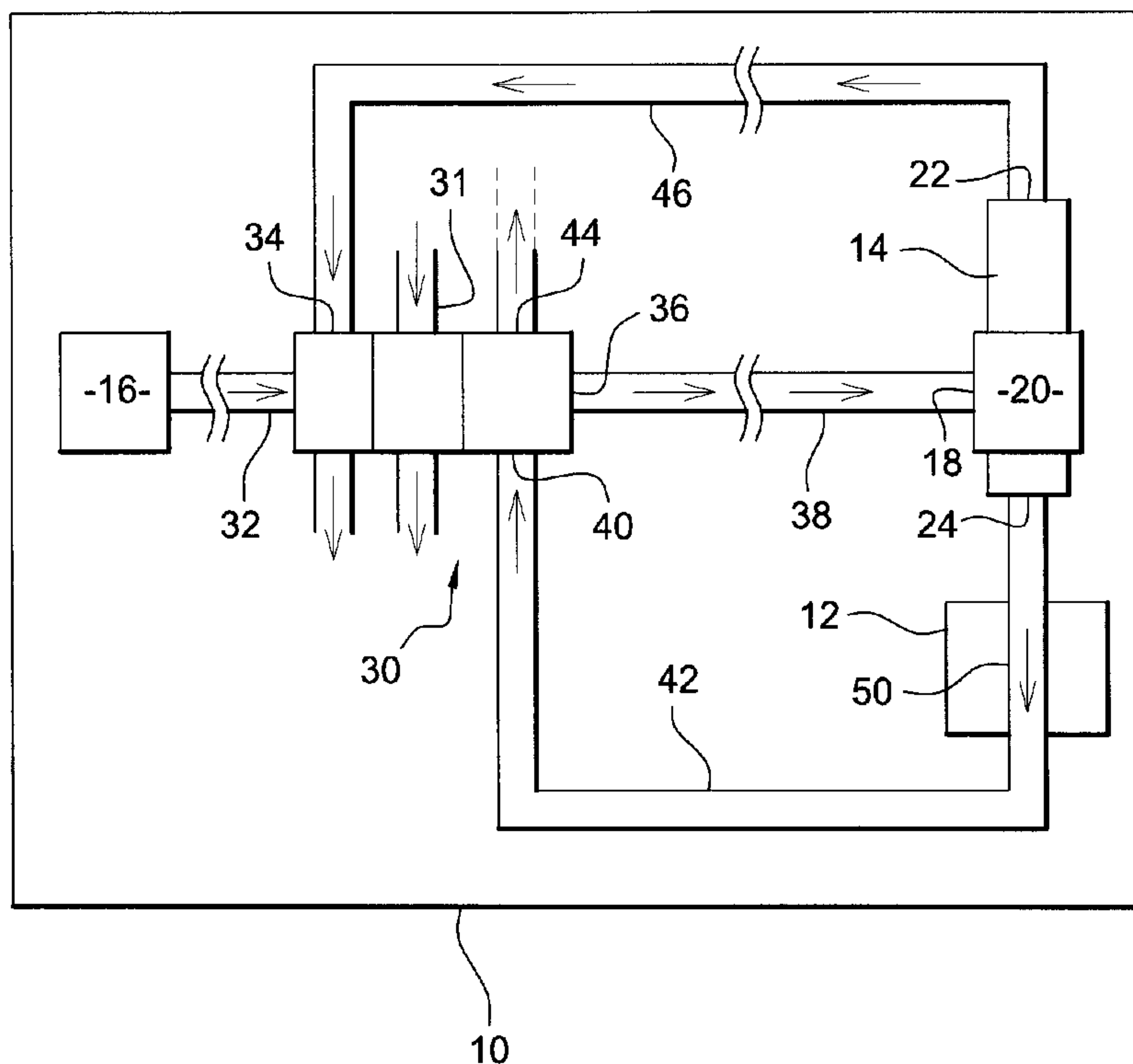




(22) Date de dépôt/Filing Date: 2008/01/29
(41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 2008/07/30
(30) Priorité/Priority: 2007/01/30 (FR07/00643)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *F02C 7/18* (2006.01),
F01P 1/06 (2006.01)
(71) Demandeur/Applicant:
HISPANO-SUIZA, FR
(72) Inventeurs/Inventors:
DE WERGIFOSSE, ERIC, FR;
FICHEFET, HUGUETTE, FR
(74) Agent: GOUDREAU GAGE DUBUC

(54) Titre : DISPOSITIF DE REFROIDISSEMENT D'UN EQUIPEMENT ELECTRIQUE DANS UNE TURBOMACHINE
(54) Title: APPARATUS FOR COOLING ELECTRICAL EQUIPMENT IN A TURBINE ENGINE



(57) **Abrégé/Abstract:**

Dispositif de refroidissement d'un équipement électrique ou électronique (12) dans une turbomachine (10), tel qu'un boîtier de commande d'actionneurs de géométries variables, ce dispositif comprenant au moins un tube Vortex (14) comprenant une entrée (18) raccordée à des moyens d'alimentation en air pressurisé prélevé sur un élément (16) de la turbomachine, et une sortie (24) d'air froid raccordée à des moyens (50) de refroidissement de l'équipement électrique (12).

ABREGE**Dispositif de refroidissement d'un équipement électrique
dans une turbomachine**

5

Dispositif de refroidissement d'un équipement électrique ou électronique (12) dans une turbomachine (10), tel qu'un boîtier de commande d'actionneurs de géométries variables, ce dispositif comprenant au moins un tube Vortex (14) comprenant une entrée (18) raccordée à des
10 moyens d'alimentation en air pressurisé prélevé sur un élément (16) de la turbomachine, et une sortie (24) d'air froid raccordée à des moyens (50) de refroidissement de l'équipement électrique (12).

- Figure 1 -

Dispositif de refroidissement d'un équipement électrique dans une turbomachine

La présente invention concerne un dispositif de refroidissement d'un
5 équipement électrique ou électronique dans une turbomachine.

Une turbomachine comporte un certain nombre d'équipements
électriques ou électroniques, tels que des boîtiers de commande
d'actionneurs de géométries variables, qui génèrent en fonctionnement une
grande quantité de chaleur qui doit être évacuée afin de maintenir des
10 températures acceptables au niveau de ces équipements électriques ainsi
qu'au niveau de certains éléments de la turbomachine situés au voisinage
de ces équipements.

Les dispositifs de refroidissement connus comprennent en général
des moyens de circulation d'un fluide de refroidissement tel que de l'huile,
15 du carburant ou de l'air, et sont souvent volumineux et complexes à mettre
en œuvre. De plus, ces dispositifs présentent des risques de fuite et
doivent faire l'objet d'opérations régulières de maintenance, qui sont
longues et coûteuses.

L'invention a notamment pour but d'apporter une solution simple
20 efficace et économique à ces problèmes.

Elle propose à cet effet un dispositif de refroidissement d'un
équipement électrique dans une turbomachine, comprenant au moins un
tube Vortex comportant une entrée raccordée à des moyens d'alimentation
en air pressurisé, et une sortie d'air froid raccordée à des moyens de
25 refroidissement de l'équipement électrique, caractérisé en ce que le tube
Vortex est alimenté en air pressurisé par l'intermédiaire d'un échangeur
thermique comprenant un circuit secondaire alimenté en fluide de
refroidissement par la sortie des moyens de refroidissement de
l'équipement électrique ou par la sortie d'air chaud du tube Vortex.

30 De façon connue, le tube Vortex, aussi appelé tube de Ranque,
permet de créer par effet vortex un flux d'air froid et un flux d'air chaud à

partir d'un flux d'air comprimé à température intermédiaire. L'air en entrée est injecté tangentiellement dans une chambre raccordée au tube pour créer un écoulement tourbillonnaire rapide qui se dirige vers une extrémité du tube, équipée d'une valve conique de sortie. Une partie de cet air sort du tube par cette valve, et l'autre partie de cet air est réfléchi sur cette valve et progresse alors dans le tube en sens inverse en tourbillonnant à l'intérieur de l'air injecté et en cédant de la chaleur à cet air, puis sort par l'extrémité opposée du tube.

Le dispositif de refroidissement selon l'invention comprend un ou plusieurs tubes Vortex qui sont alimentés en air pressurisé prélevé par des moyens appropriés sur un compresseur de la turbomachine ou dans une conduite annulaire d'écoulement d'un flux d'air secondaire telle que la conduite de soufflante de la turbomachine. La sortie d'air froid de chaque tube Vortex est raccordée à un échangeur de chaleur associé à l'équipement à refroidir, ou à un système d'injection d'air de l'équipement électrique à refroidir.

Les tubes Vortex sont simples à réaliser et à mettre en œuvre et permettent de produire de l'air froid avec les ressources disponibles localement. Ils sont alimentés en air à une pression de plusieurs bars (typiquement comprise entre 5 et 10 bars) et génèrent de l'air froid à une température qui peut être d'environ 50°C inférieure à la température de l'air en entrée. Par ailleurs, les tubes Vortex sont peu coûteux, fiables et ont une durée de vie relativement grande sans nécessiter d'entretien particulier, car ils ne comportent pas de pièce mobile.

Le dispositif de refroidissement peut comprendre un échangeur thermique dont un circuit primaire a une entrée raccordée à la sortie des moyens de prélèvement d'air et une sortie raccordée à l'entrée du tube Vortex, et dont au moins un circuit secondaire est alimenté en fluide de refroidissement.

Une partie au moins de l'air ayant servi à refroidir l'équipement électrique peut être injectée dans un circuit secondaire de l'échangeur pour

aider à refroidir l'air prélevé sur la turbomachine. De même, l'air provenant de la sortie chaude du tube Vortex peut être injecté dans un circuit secondaire de cet échangeur pour aider à refroidir l'air prélevé lorsque sa température est inférieure à celle de l'air prélevé sur la turbomachine.

5 L'échangeur thermique peut donc comprendre deux circuits secondaires alimentés en air de refroidissement, l'un par la sortie des moyens de refroidissement de l'équipement électrique, l'autre par la sortie d'air chaud du tube Vortex.

10 Le tube Vortex peut être du type à double circuit et comprend alors une seconde entrée raccordée aux moyens d'alimentation en air pressurisé, cette disposition permettant de doubler le rendement.

On peut par ailleurs utiliser plusieurs tubes Vortex associés en série ou en parallèle pour refroidir les équipements électriques ou électroniques.

15 L'invention concerne également une turbomachine, caractérisée en ce qu'elle comprend un dispositif de refroidissement d'équipements électriques ou électroniques tel que décrit ci-dessus.

20 L'invention sera mieux comprise et d'autres détails, caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description suivante faite à titre d'exemple non limitatif et en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 représente très schématiquement un dispositif selon l'invention de refroidissement d'un équipement électrique d'une turbomachine,
- la figure 2 est une vue schématique en coupe axiale d'un tube Vortex du dispositif de refroidissement selon l'invention ;
- 25 - la figure 3 est une vue en coupe selon la ligne III-III de la figure 2.

30 La figure 1 représente de manière très schématique un dispositif selon l'invention de refroidissement d'un équipement électrique ou électronique 12 dans une turbomachine 10, ce dispositif comprenant un tube Vortex 14 ou tube de Ranque alimenté en air pressurisé qui est prélevé sur un élément 16 de la turbomachine, cet élément 16 étant par exemple une conduite de soufflante, un compresseur basse-pression ou

haute-pression, ou un compresseur auxiliaire de plus petite taille entraîné par un boîtier d'accessoires de la turbomachine.

Le tube Vortex 14 comprend une entrée 18 qui débouche dans une chambre 20 formée entre les extrémités du tube, celui-ci comportant une sortie 22 d'air chaud à l'une de ses extrémités et à l'autre de ses extrémités une sortie 24 d'air froid. Le fonctionnement bien connu du tube Vortex sera décrit en détail dans ce qui suit en référence aux figures 2 et 3.

Dans l'exemple représenté, le dispositif de refroidissement comprend en outre un échangeur thermique 30 à un ou plusieurs étages comprenant un circuit primaire dont une entrée 32 est raccordée à des moyens de prélèvement d'air sur l'élément 16 de la turbomachine, et dont la sortie 36 est raccordée par un conduit 38 à l'entrée 18 du tube Vortex 14.

L'air prélevé est refroidi dans l'échangeur 30 par convection (et également par radiation) naturelle et/ou par échange de chaleur avec un fluide de refroidissement passant dans un circuit secondaire 31 de l'échangeur 30.

Eventuellement, l'échangeur thermique 30 peut comprendre un autre circuit secondaire de fluide de refroidissement, dont l'entrée 40 est ici reliée par un conduit 42 à la sortie d'un échangeur 50 servant à refroidir l'équipement électrique, l'air rejeté à la sortie 44 de ce circuit secondaire de l'échangeur thermique 30 pouvant être utilisé pour refroidir des éléments de la turbomachine.

De même, la sortie 22 d'air chaud du tube Vortex 14 peut être raccordée par un conduit 46 à une entrée 34 d'un autre circuit secondaire de l'échangeur 30.

La sortie d'air froid 24 du tube Vortex est raccordée à soit à l'échangeur 50 soit à un système d'injection d'air associé à l'équipement électrique 12, cet élément électrique étant par exemple un boîtier électronique de commande de géométries variables de la turbomachine.

Le dispositif peut aussi comprendre des moyens de filtrage de l'air pressurisé qui sont montés en 32 ou en 38 pour limiter l'usure du tube Vortex et ainsi augmenter sa durée de vie.

Le dispositif de refroidissement selon l'invention fonctionne de la manière suivante : de l'air pressurisé est prélevé sur l'élément 16 et passe dans le circuit primaire de l'échangeur thermique 30 pour être refroidi par échange de chaleur avec un fluide de refroidissement circulant dans le circuit secondaire 31 ainsi éventuellement qu'avec l'air circulant dans le circuit secondaire 40-44 de l'échangeur 30 et avec l'air chaud fourni par la sortie 22 du tube Vortex. L'air refroidi sortant de l'échangeur 30 est injecté tangentiellement dans la chambre 20 du tube qui est située au voisinage de la première extrémité 24 du tube (figure 2). Cette chambre 20 a une forme générale cylindrique de manière à mettre en mouvement l'air injecté et à créer un écoulement tourbillonnaire 52 rapide à l'intérieur du tube, cet écoulement se dirigeant vers la seconde extrémité 22 du tube (flèche 54). L'air à la périphérie extérieure du tourbillon est relativement chaud tandis que l'air situé sur la périphérie intérieure du tourbillon est relativement froid.

Une valve de contrôle 56 tronconique est montée dans la seconde extrémité 22 du tube et définit avec la surface intérieure du tube un canal annulaire de sortie de l'air situé sur la périphérie extérieure du tourbillon, c'est-à-dire l'air chaud (flèches 58). La partie centrale de l'écoulement tourbillonnaire est réfléchi sur la valve 56 et forme un second tourbillon 60 qui s'écoule en sens inverse à l'intérieur du premier tourbillon 52 (flèche 62), en lui cédant de la chaleur, jusqu'à la première extrémité 24 du tube (flèche 64).

Le tube Vortex peut être du type à double circuit et comprend alors une seconde entrée d'air à son extrémité 22 opposée à la chambre 20 pour améliorer le rendement du tube, comme cela est bien connu dans la technique. Dans l'exemple représenté, un orifice 66 coaxial au tube est formé dans la valve de contrôle 56 et peut être raccordé à des moyens d'alimentation en air (flèche 68), cet air ayant par exemple la même

température et une pression moins grande que l'air injecté dans la chambre 20.

Dans un exemple particulier de réalisation de l'invention, le débit d'air prélevé sur l'élément 16 et passant dans l'échangeur thermique 30 est de 2833L/min, cet air ayant une pression de 6,3 bars et une température de 200°C. Le fluide de refroidissement qui alimente le circuit secondaire 31 de l'échangeur thermique 30 est de l'air à une température de 90°C et permet de diminuer la température de l'air pressurisé alimentant le tube Vortex 14 jusqu'à 100°C. L'échangeur 50 est alimenté en air froid à un débit de 1840L/min, cet air ayant à l'entrée de l'échangeur 50 une température de 57°C et à la sortie de l'échangeur une température de l'ordre de 80-90°C; cet air pouvant par la suite être injecté dans un circuit secondaire de l'échangeur via le conduit 42.

Plusieurs tubes Vortex 14 peuvent être montés en série ou en parallèle pour assurer le refroidissement d'un ou de plusieurs équipements électriques ou électroniques. Le dimensionnement du ou de chaque tube Vortex dépend du débit et de la température de l'air froid en sortie du tube qui sont déterminés en fonction du type d'équipement à refroidir.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de refroidissement d'un équipement électrique (12) dans une turbomachine (10), comprenant au moins un tube Vortex (14) comportant une entrée (18) raccordée à des moyens (16) d'alimentation en air pressurisé, et une sortie (24) d'air froid raccordée à des moyens (50) de refroidissement de l'équipement électrique, caractérisé en ce que le tube Vortex (14) est alimenté en air pressurisé par l'intermédiaire d'un échangeur thermique (30) comprenant un circuit secondaire alimenté en fluide de refroidissement par la sortie des moyens de refroidissement de l'équipement électrique ou par la sortie d'air chaud du tube Vortex.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens (16) d'alimentation en air pressurisé comprennent des moyens de prélèvement d'air dans une conduite annulaire d'écoulement d'un flux d'air frais ou flux secondaire de la turbomachine(10).
3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens (16) d'alimentation en air pressurisé comprennent des moyens de prélèvement d'air sur un compresseur de la turbomachine.
4. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens (16) d'alimentation en air pressurisé comprennent un compresseur auxiliaire entraîné par un boîtier d'accessoires de la turbomachine.
5. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'échangeur thermique (14) comprend deux circuits secondaires (40, 44) alimentés en air de refroidissement, l'un par la sortie des moyens (50) de refroidissement de l'équipement électrique, l'autre par la sortie d'air chaud du tube Vortex.
6. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le tube Vortex (14) est alimenté en air à une pression de quelques bars.
7. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la température de l'air froid sortant du tube Vortex (14) est d'environ 50°C inférieure à la température de l'air pressurisé.

8. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le tube Vortex (14) est du type à double circuit et comprend une seconde entrée (64) raccordée aux moyens d'alimentation en air pressurisé.
9. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend
5 plusieurs tubes Vortex associés en série ou en parallèle.
10. Turbomachine, caractérisée en ce qu'elle comprend un dispositif de refroidissement d'un équipement électrique selon la revendication 1.

