



(19) Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) EP 2 045 870 A1

(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
08.04.2009 Bulletin 2009/15

(51) Int Cl.:  
H01Q 1/02 (2006.01) H01Q 1/42 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: 08165807.2

(22) Date de dépôt: 03.10.2008

(84) Etats contractants désignés:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT  
RO SE SI SK TR

Etats d'extension désignés:

AL BA MK RS

(30) Priorité: 05.10.2007 FR 0707010

(71) Demandeur: Thales  
92200 Neuilly sur Seine (FR)

(72) Inventeurs:

- Duval, Laurent  
29200, BREST (FR)

- Etienne, Philippe  
29200, BREST (FR)
- Kennel, Olivier  
92320, CHATILLON (FR)

(74) Mandataire: Lucas, Laurent Jacques  
Marks & Clerk France  
Conseils en Propriété Industrielle  
Immeuble " Visium "  
22, avenue Aristide Briand  
94117 Arcueil Cedex (FR)

### (54) Architecture radar modulaire

(57) La présente invention concerne les systèmes d'émission ou de réception fonctionnant sous des conditions climatiques variées et en particulier par temps froids et humides propices à la formation de givre. Et a pour objet de résoudre le problème de la formation de givre à la surface du radôme dans lequel est généralement logée l'antenne équipant un tel système.

Elle consiste en la mise en place de moyens pour générer un courant d'air chaud laminaire venant circuler sur toute la surface du radôme sur laquelle il se rafraîchit, pour récupérer l'air rafraîchi et le réchauffer avant de le

faire de nouveau circuler à la surface du radôme sous forme d'un courant laminaire. Le circuit de circulation d'air à la surface du radôme est ainsi un circuit fermé ou quasi fermé qui permet de maintenir l'air circulant à une température suffisante pour assurer le dégivrage tout en limitant la consommation d'énergie de l'ensemble en régime établi.

L'invention concerne en particulier, mais non exclusivement, le fonctionnement des systèmes de détection radioélectrique à antennes fixes couvrant un secteur angulaire délimité par un plan.

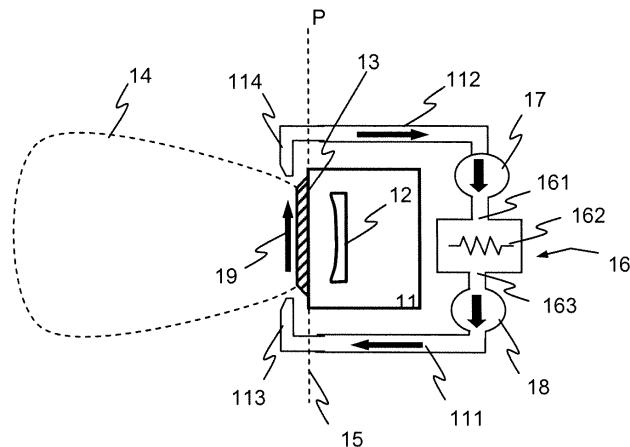


Fig.1

## Description

**[0001]** La présente invention concerne les systèmes d'émission ou de réception fonctionnant sous des conditions climatiques variées et en particulier par temps froids et humides propices à la formation de givre. Elle concerne en particulier, mais non exclusivement, le fonctionnement des systèmes de détection radioélectrique à antennes fixes couvrant un secteur angulaire délimité par un plan (angle d'ouverture du diagramme d'antenne inférieur à 180° ou angle de baïlage inférieur à 180°), dont les antennes sont installées en espace découvert sous des radômes.

**[0002]** Dans certaines conditions d'environnement, les équipements au sol de détection radar sont très perturbés par certaines conditions climatiques généralement récurrentes qui induisent la formation de couche de givre dont l'épaisseur est parfois suffisante pour altérer le fonctionnement de l'équipement en modifiant ses caractéristiques d'émission ou de réception radioélectriques. Ainsi une antenne sous radôme peut voir ses performances fortement dégradées par le simple fait que le radôme sous lequel elle se trouve présente une surface couverte d'une épaisse couche de givre.

**[0003]** Pour lutter contre le givre pouvant se former sur une surface exposée, il existe diverses solutions. Il est par exemple possible de procéder à un dégivrage mécanique consistant en pratique éliminer par grattage, au moyen du dispositif approprié, la couche de givre ayant pris forme sur la surface considérée. Cependant, un tel moyen est avant tout applicable aux cas de surface mécaniquement peu fragiles, ce qui n'est généralement pas le cas d'un radôme. De même il est également possible d'utiliser un moyen de dégivrage thermique consistant par exemple en un réseau de résistances en contact avec la surface à dégivrer et dont la mise en service (l'alimentation électrique) génère par contact un réchauffement de la surface considérée, suffisant pour faire fondre rapidement la couche de givre. Un tel système est par exemple utilisé pour assurer le dégivrage des lunettes arrières des véhicules automobiles. Cependant un tel système n'est pas utilisable dans le cas d'un radôme car il nécessite de disposer contre la surface du radôme un réseau de résistances électriques qui représentent autant d'obstacle à la propagation des ondes radioélectrique au travers du radôme.

Il est encore également possible de procéder, tant que les conditions climatiques le requièrent, à une aspersion de liquide de dégivrage sur la surface considérée. Cependant ce moyen requiert la mise en place et le remplacement régulier d'une réserve de liquide de dégivrage, ce qui n'est pas toujours aisément agissant d'un équipement isolé. En outre l'écoulement du liquide de dégivrage sur la surface d'un radôme, mécanisme nécessairement lent du fait de la température ambiante et du mécanisme même de dégivrage par échange thermique entre le liquide et le radôme, a pour conséquence négative de dégrader les performances radioélectriques du radô-

me.

**[0004]** Par suite s'agissant d'un radôme, c'est à dire d'une surface dont l'espace environnant ne doit pas être encombré d'éléments mécaniques pouvant gêner la propagation des ondes radioélectriques, le seul moyen envisageable d'un point de vue pratique consiste à soumettre le radôme à l'action d'un souffle d'air chaud, ou plus généralement de gaz chaud, venant éléver la température de l'atmosphère environnant la surface à dégivrer et ainsi créer des conditions climatiques locales rendant la formation de givre impossible. Cependant, le problème posé par une telle solution réside dans le fait que pour créer de telles conditions autour d'une surface exposée à l'air libre, il faut dépenser une quantité d'énergie importante, les pertes caloriques étant importantes. En effet, l'air chaud soufflé sur la surface à dégivrer échange une partie non négligeable de son énergie calorifique avec l'espace libre sans bénéfice pour la surface elle-même. De sorte que pour dégivrer une surface donnée il faut mettre en oeuvre des moyens surdimensionnés, pas toujours compatible de l'infrastructure sur laquelle est placée la surface à dégivrer, un mât ou un pylône, par exemple.

Par suite il n'existe à l'heure actuelle pas de dispositif qui permette de procéder de manière satisfaisante tant du point de vue radioélectrique que du point de vue du rendement énergétique, au dégivrage d'une surface de type radôme placée en espace libre.

**[0005]** Un but de l'invention est de proposer une solution qui permette de procéder au dégivrage d'une surface de type radôme, en particulier d'une surface plane ou d'une surface non plane délimitée par une surface plane, sans altérer mécaniquement la surface traitée, ni affecter les caractéristiques radioélectriques de cette surface. Un autre but est de proposer une solution qui ne nécessite pas d'interventions de maintenance régulières telle que l'approvisionnement en liquide de dégivrage. Un autre but encore est de proposer une solution économique d'un point de vue du rendement énergétique.

A cet effet l'invention a pour objet un dispositif pour dégivrer une surface de type radôme abritant une antenne comportant:

- 45 - un générateur d'air chaud ;
- un jeu de canalisations aller pour conduire l'air chaud produit;
- un jeu de canalisations retour pour amener de l'air refroidi vers le générateur d'air chaud;
- 50 - des moyens de circulation d'air pour insuffler l'air chaud produit par le générateur dans le jeu de canalisations aller et pour aspirer de l'air refroidi et amener l'air refroidi dans le générateur d'air chaud par le jeu de canalisations retour;
- 55 - une buse de diffusion d'air placée à la base du radôme, reliée au jeu de canalisation aller et apte à diffuser l'air chaud sortant du jeu de canalisations aller sous la forme d'un courant d'air chaud laminaire

- couvrant la totalité de la surface à dégivrer;
- un collecteur d'air placé au sommet du radôme relié au jeu de canalisation retour et apte à récupérer le courant d'air laminaire refroidi ayant circulé sur la surface à dégivrer le courant d'air refroidi étant aspiré et ramené au générateur d'air chaud par le collecteur et le jeu de canalisations retour;
- des moyens complémentaires pour assurer le guidage du courant d'air chaud laminaire depuis la buse de diffusion sur la totalité de la surface à dégivrer et le guidage dudit courant d'air laminaire refroidi vers la buse de récupération;

l'ensemble étant agencé pour ne pas se situer dans la portion de l'espace occupée par le diagramme de l'antenne.

**[0006]** Selon un mode de réalisation particulier du dispositif selon l'invention, les moyens complémentaires comportent un cadre plan venant se positionner autour du radôme pour former avec ce dernier une surface plane plus large que le radôme. La buse de diffusion et le collecteur étant en outre agencés de part et d'autre du cadre, au dessus et au dessous du radôme, les largeurs de la buse et du collecteur sont définies de façon à générer un courant d'air laminaire dont la surface est supérieure à la surface du radôme et qui recouvre la totalité de la surface du radôme.

**[0007]** Selon une variante du mode de réalisation précédent du dispositif selon l'invention, des résistances chauffantes sont placées niveau de la buse et du collecteur, de sorte mise sous tension dégage une chaleur qui provoque le dégivrage de leurs ouvertures.

**[0008]** Selon un autre mode de réalisation, adapté à un radôme présentant une surface non plane, les moyens complémentaires comportent une surface non plane sensiblement identique, de constante diélectrique sensiblement égale, venant s'ajuster sur le radôme de façon à ménager un espace interne de circulation d'air de faible épaisseur. Les buses de diffusion et le collecteur sont en outre configurés et agencés sur les moyens complémentaires de façon à faire circuler un courant d'air laminaire dans l'espace interne.

**[0009]** La solution proposée permet d'éviter les dégradations de performance des antennes puisque l'élément dégivrant ne se compose que d'air chaud (elle consiste à induire un écoulement laminaire d'air chaud sur la surface du radôme).

**[0010]** Les caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux appréciés grâce à la description qui suit, description qui expose l'invention au travers de modes de réalisation particuliers pris comme exemples non limitatifs et qui s'appuie sur les figures annexées, figures qui représentent:

- les figures 1 et 2, des illustrations du principe de fonctionnement du dispositif selon l'invention, appliquée au cas particulier d'un radôme plat;
- la figure 3, une illustration schématique du problème

posé par la présence de vent se déplaçant latéralement par rapport au radôme;

- les figures 4 et 5, des illustrations d'un mode particulier de réalisation du dispositif selon l'invention, appliquée au cas particulier d'un radôme plat, permettant de prendre en compte l'action d'un vent latéral;
- la figure 6, une illustration de l'effet avantageux du mode particulier de réalisation des figures 4 et 5;
- la figure 7, l'illustration d'une variante du mode de réalisation des figures 4 et 5;
- la figure 8, l'illustration d'un autre mode de réalisation du dispositif selon l'invention applicable en particulier au cas d'un radôme de surface non plane;

**[0011]** On s'intéresse dans un premier temps aux figures 1 et 2 qui illustrent un premier exemple de réalisation du dispositif de dégivrage selon l'invention. Cet exemple de réalisation est adapté à un équipement 11 comportant une antenne 12 protégée par un radôme 13 de surface plane. Un tel équipement est par exemple un système de détection à antenne fixe, dont le diagramme de rayonnement 14 se situe dans une portion d'espace limitée par un plan P, matérialisé par le trait pointillé 15 sur la figure 1, parallèle à la surface du radôme (i. e. l'espace en avant du radôme).

Dans une telle configuration matérielle, illustrée par la figure 1, le problème posé par la formation de givre sur le radôme est résolu en faisant circuler à la surface du radôme un écoulement, une circulation, laminaire d'air chaud au moyen de l'équipement approprié. Selon l'invention cet équipement comporte:

- un générateur d'air chaud 16, qui comporte une entrée d'air froid, ou frais, 161, des moyens 162 pour réchauffer cet air froid et l'amener à la température voulue et une sortie d'air chaud 163. Les moyens pour réchauffer l'air frais sont par exemple un calorifère électrique comme symbolisé sur la figure 1.
- un dispositif d'injection forcée d'air 17 branché sur l'entrée d'air frais du générateur d'air chaud 16, qui aspire de l'air par son entrée et fait circuler l'air aspiré vers l'entrée du générateur. Ce dispositif peut être par exemple un ventilateur électrique agencé de façon appropriée à l'entrée du générateur d'air chaud.
- un dispositif d'aspiration 18 qui aspire l'air chaud produit par le générateur 16 et le propulse vers l'extérieur. Ce dispositif peut également être, par exemple, un ventilateur électrique agencé de façon appropriée à la sortie du générateur d'air chaud.
- un jeu de canalisation "aller" 111, débouchant de préférence au niveau de la partie basse du radôme et destiné à amener l'air chaud propulsé par le dispositif d'aspiration 18 au contact de la face avant du radôme, et à diffuser cet air chaud sous forme d'un courant d'air laminaire 19, formant un film d'air chaud à la surface du radôme. Le film d'air chaud pulsé se propage ainsi à la surface du radôme dont il provoque le réchauffement par échange thermique et au

contact de laquelle il se refroidit progressivement au cours de sa progression de la base du radôme à son sommet.

- un jeu de canalisations "retour" 112, débouchant de préférence au niveau de la partie haute du radôme et destiné à récupérer l'air rafraîchi ayant circulé à la surface du radôme. L'autre extrémité du jeu de canalisations "retour" 112 est raccordé à l'entrée du dispositif d'injection forcée d'air 17 du générateur d'air chaud 16. Ainsi, l'air rafraîchi à la surface du radôme et présent au niveau de l'extrémité supérieur est aspiré dans le jeu de canalisations "retour" et conduit dans le générateur d'air chaud pour être réchauffé.

Selon le mode de réalisation envisagé, le dispositif d'injection forcée d'air 17 et le dispositif d'aspiration 18 peuvent des éléments distincts ou être intégrés dans un seul et même équipement disposé à l'entrée 161 du générateur d'air chaud 16.

**[0012]** Comme on peut le constater sur la figure 1, l'ensemble des moyens décrits dans ce qui précède, constitue un système de dégivrage en circuit fermé ou quasi fermé présentant plusieurs caractéristiques avantageuses.

C'est tout d'abord un système économique, ne nécessitant aucun apport en produit dégivrant.

C'est ensuite un système qui présente un rendement optimum car l'air injecté à l'entrée du générateur d'air chaud 16 est un air rafraîchi dont la température, en régime permanent n'est pas aussi basse que celle de l'air ambiant. En effet, pour obtenir un dégivrage uniforme de la surface du radôme, il est nécessaire que pendant son passage au contact du radôme le flux d'air chaud laminaire ne perde pas la totalité de son énergie calorifique de façon à ce qu'un échange thermique efficace ait lieu également au niveau de la partie haute du radôme. Par suite, pour assurer ces conditions le flux d'air est propulsé avec une vitesse suffisante, fonction en particulier des dimensions du radôme et de la température de l'air chaud en sortie du générateur. Avantageusement, cette vitesse de circulation de l'air permet également d'aspirer après son passage sur la surface du radôme, un air non pas froid, mais simplement rafraîchi qui est retourné vers le générateur d'air chaud. En réutilisant de l'air déjà utilisé, on évite ainsi une trop grande dépense d'énergie dans le réchauffage de l'air de dégivrage.

C'est encore un système facilement automatisable ou télécommandable en particulier dans le cas où le générateur d'air chaud est un dispositif électrique. Aucune action manuelle de réapprovisionnement de matériau consommable n'étant nécessaire, les seules actions à entreprendre pour mettre le système en service sont alors les actions de mise en marche et de régulation du système de dégivrage, actions qui peuvent être réalisées au moyen de commandes électriques ou radioélectriques distantes et/ou d'un système de contrôle automatisé.

Afin d'assurer la dispersion d'un flux laminaire d'air 19 à la surface du radôme, ainsi que la récupération de ce flux refroidi, le jeu de canalisations "aller" comporte à son extrémité débouchant au niveau de la surface du radôme

- 5 une buse de ventilation 113 dont la forme, définie en fonction du profil de la surface du radôme, assure la canalisation adéquate de l'air chaud. De même le jeu de canalisations "retour" comporte à son extrémité débouchant au niveau de la surface du radôme d'un collecteur d'air 114 dont la forme, également définie en fonction du profil de la surface du radôme, assure une récupération optimale du flux d'air laminaire refroidi après son passage sur la surface du radôme. Ainsi, dans cette forme particulière de réalisation prise comme exemple non limitatif,
- 10 15 la buse de ventilation et le collecteur d'air ont, comme l'illustre la figure 2, une forme générale d'entonnoir de section rectangulaire d'épaisseur très faible à son embouchure.

**[0013]** On s'intéresse ensuite aux figure 3 à 6.

- 20 La figure 3, illustre l'influence d'un vent latéral, illustré par la flèche 31, sur l'efficacité du dispositif selon l'invention, dans sa version le plus simple illustrée par les figures 1 et 2, dans le dégivrage d'un radôme à surface plane. Comme on peut le constater sur cette figure, la présence d'un fort vent latéral a pour effet d'affecter le flux laminaire 19 d'une déformation de son cours. Dans une telle circonstance, le flux laminaire se trouve dévié, du fait notamment de sa faible épaisseur, de sorte qu'une partie 32 de la surface du radôme n'est pas couverte par ce flux d'air chaud et qu'une partie 33 du flux d'air chaud (représentée par une surface pointillée sur la figure) est dissipé dans l'environnement extérieur en pure perte et n'est donc pas utilisée pour le dégivrage du radôme. Les caractéristiques du radôme se trouvent alors perturbées et les performances de l'équipement dégradées.
- 25 Les figures 4 et 5 présentent de manière schématique la structure d'une variante de réalisation qui permet avantageusement de résoudre le problème particulier de la présence de vent latéral.
- 30 35 Selon cette variante de réalisation, le dispositif selon l'invention comporte, outre les éléments décrits précédemment, une pièce d'encadrement plane 41 qui vient encadrer le radôme 13. En outre le dispositif selon l'invention comporte une buse de ventilation 42 et un collecteur d'air
- 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150 155 160 165 170 175 180 185 190 195 200 205 210 215 220 225 230 235 240 245 250 255 260 265 270 275 280 285 290 295 300 305 310 315 320 325 330 335 340 345 350 355 360 365 370 375 380 385 390 395 400 405 410 415 420 425 430 435 440 445 450 455 460 465 470 475 480 485 490 495 500 505 510 515 520 525 530 535 540 545 550 555 560 565 570 575 580 585 590 595 600 605 610 615 620 625 630 635 640 645 650 655 660 665 670 675 680 685 690 695 700 705 710 715 720 725 730 735 740 745 750 755 760 765 770 775 780 785 790 795 800 805 810 815 820 825 830 835 840 845 850 855 860 865 870 875 880 885 890 895 900 905 910 915 920 925 930 935 940 945 950 955 960 965 970 975 980 985 990 995 1000 1005 1010 1015 1020 1025 1030 1035 1040 1045 1050 1055 1060 1065 1070 1075 1080 1085 1090 1095 1100 1105 1110 1115 1120 1125 1130 1135 1140 1145 1150 1155 1160 1165 1170 1175 1180 1185 1190 1195 1200 1205 1210 1215 1220 1225 1230 1235 1240 1245 1250 1255 1260 1265 1270 1275 1280 1285 1290 1295 1300 1305 1310 1315 1320 1325 1330 1335 1340 1345 1350 1355 1360 1365 1370 1375 1380 1385 1390 1395 1400 1405 1410 1415 1420 1425 1430 1435 1440 1445 1450 1455 1460 1465 1470 1475 1480 1485 1490 1495 1500 1505 1510 1515 1520 1525 1530 1535 1540 1545 1550 1555 1560 1565 1570 1575 1580 1585 1590 1595 1600 1605 1610 1615 1620 1625 1630 1635 1640 1645 1650 1655 1660 1665 1670 1675 1680 1685 1690 1695 1700 1705 1710 1715 1720 1725 1730 1735 1740 1745 1750 1755 1760 1765 1770 1775 1780 1785 1790 1795 1800 1805 1810 1815 1820 1825 1830 1835 1840 1845 1850 1855 1860 1865 1870 1875 1880 1885 1890 1895 1900 1905 1910 1915 1920 1925 1930 1935 1940 1945 1950 1955 1960 1965 1970 1975 1980 1985 1990 1995 2000 2005 2010 2015 2020 2025 2030 2035 2040 2045 2050 2055 2060 2065 2070 2075 2080 2085 2090 2095 2100 2105 2110 2115 2120 2125 2130 2135 2140 2145 2150 2155 2160 2165 2170 2175 2180 2185 2190 2195 2200 2205 2210 2215 2220 2225 2230 2235 2240 2245 2250 2255 2260 2265 2270 2275 2280 2285 2290 2295 2300 2305 2310 2315 2320 2325 2330 2335 2340 2345 2350 2355 2360 2365 2370 2375 2380 2385 2390 2395 2400 2405 2410 2415 2420 2425 2430 2435 2440 2445 2450 2455 2460 2465 2470 2475 2480 2485 2490 2495 2500 2505 2510 2515 2520 2525 2530 2535 2540 2545 2550 2555 2560 2565 2570 2575 2580 2585 2590 2595 2600 2605 2610 2615 2620 2625 2630 2635 2640 2645 2650 2655 2660 2665 2670 2675 2680 2685 2690 2695 2700 2705 2710 2715 2720 2725 2730 2735 2740 2745 2750 2755 2760 2765 2770 2775 2780 2785 2790 2795 2800 2805 2810 2815 2820 2825 2830 2835 2840 2845 2850 2855 2860 2865 2870 2875 2880 2885 2890 2895 2900 2905 2910 2915 2920 2925 2930 2935 2940 2945 2950 2955 2960 2965 2970 2975 2980 2985 2990 2995 3000 3005 3010 3015 3020 3025 3030 3035 3040 3045 3050 3055 3060 3065 3070 3075 3080 3085 3090 3095 3100 3105 3110 3115 3120 3125 3130 3135 3140 3145 3150 3155 3160 3165 3170 3175 3180 3185 3190 3195 3200 3205 3210 3215 3220 3225 3230 3235 3240 3245 3250 3255 3260 3265 3270 3275 3280 3285 3290 3295 3300 3305 3310 3315 3320 3325 3330 3335 3340 3345 3350 3355 3360 3365 3370 3375 3380 3385 3390 3395 3400 3405 3410 3415 3420 3425 3430 3435 3440 3445 3450 3455 3460 3465 3470 3475 3480 3485 3490 3495 3500 3505 3510 3515 3520 3525 3530 3535 3540 3545 3550 3555 3560 3565 3570 3575 3580 3585 3590 3595 3600 3605 3610 3615 3620 3625 3630 3635 3640 3645 3650 3655 3660 3665 3670 3675 3680 3685 3690 3695 3700 3705 3710 3715 3720 3725 3730 3735 3740 3745 3750 3755 3760 3765 3770 3775 3780 3785 3790 3795 3800 3805 3810 3815 3820 3825 3830 3835 3840 3845 3850 3855 3860 3865 3870 3875 3880 3885 3890 3895 3900 3905 3910 3915 3920 3925 3930 3935 3940 3945 3950 3955 3960 3965 3970 3975 3980 3985 3990 3995 4000 4005 4010 4015 4020 4025 4030 4035 4040 4045 4050 4055 4060 4065 4070 4075 4080 4085 4090 4095 4100 4105 4110 4115 4120 4125 4130 4135 4140 4145 4150 4155 4160 4165 4170 4175 4180 4185 4190 4195 4200 4205 4210 4215 4220 4225 4230 4235 4240 4245 4250 4255 4260 4265 4270 4275 4280 4285 4290 4295 4300 4305 4310 4315 4320 4325 4330 4335 4340 4345 4350 4355 4360 4365 4370 4375 4380 4385 4390 4395 4400 4405 4410 4415 4420 4425 4430 4435 4440 4445 4450 4455 4460 4465 4470 4475 4480 4485 4490 4495 4500 4505 4510 4515 4520 4525 4530 4535 4540 4545 4550 4555 4560 4565 4570 4575 4580 4585 4590 4595 4600 4605 4610 4615 4620 4625 4630 4635 4640 4645 4650 4655 4660 4665 4670 4675 4680 4685 4690 4695 4700 4705 4710 4715 4720 4725 4730 4735 4740 4745 4750 4755 4760 4765 4770 4775 4780 4785 4790 4795 4800 4805 4810 4815 4820 4825 4830 4835 4840 4845 4850 4855 4860 4865 4870 4875 4880 4885 4890 4895 4900 4905 4910 4915 4920 4925 4930 4935 4940 4945 4950 4955 4960 4965 4970 4975 4980 4985 4990 4995 5000 5005 5010 5015 5020 5025 5030 5035 5040 5045 5050 5055 5060 5065 5070 5075 5080 5085 5090 5095 5100 5105 5110 5115 5120 5125 5130 5135 5140 5145 5150 5155 5160 5165 5170 5175 5180 5185 5190 5195 5200 5205 5210 5215 5220 5225 5230 5235 5240 5245 5250 5255 5260 5265 5270 5275 5280 5285 5290 5295 5300 5305 5310 5315 5320 5325 5330 5335 5340 5345 5350 5355 5360 5365 5370 5375 5380 5385 5390 5395 5400 5405 5410 5415 5420 5425 5430 5435 5440 5445 5450 5455 5460 5465 5470 5475 5480 5485 5490 5495 5500 5505 5510 5515 5520 5525 5530 5535 5540 5545 5550 5555 5560 5565 5570 5575 5580 5585 5590 5595 5600 5605 5610 5615 5620 5625 5630 5635 5640 5645 5650 5655 5660 5665 5670 5675 5680 5685 5690 5695 5700 5705 5710 5715 5720 5725 5730 5735 5740 5745 5750 5755 5760 5765 5770 5775 5780 5785 5790 5795 5800 5805 5810 5815 5820 5825 5830 5835 5840 5845 5850 5855 5860 5865 5870 5875 5880 5885 5890 5895 5900 5905 5910 5915 5920 5925 5930 5935 5940 5945 5950 5955 5960 5965 5970 5975 5980 5985 5990 5995 6000 6005 6010 6015 6020 6025 6030 6035 6040 6045 6050 6055 6060 6065 6070 6075 6080 6085 6090 6095 6100 6105 6110 6115 6120 6125 6130 6135 6140 6145 6150 6155 6160 6165 6170 6175 6180 6185 6190 6195 6200 6205 6210 6215 6220 6225 6230 6235 6240 6245 6250 6255 6260 6265 6270 6275 6280 6285 6290 6295 6300 6305 6310 6315 6320 6325 6330 6335 6340 6345 6350 6355 6360 6365 6370 6375 6380 6385 6390 6395 6400 6405 6410 6415 6420 6425 6430 6435 6440 6445 6450 6455 6460 6465 6470 6475 6480 6485 6490 6495 6500 6505 6510 6515 6520 6525 6530 6535 6540 6545 6550 6555 6560 6565 6570 6575 6580 6585 6590 6595 6600 6605 6610 6615 6620 6625 6630 6635 6640 6645 6650 6655 6660 6665 6670 6675 6680 6685 6690 6695 6700 6705 6710 6715 6720 6725 6730 6735 6740 6745 6750 6755 6760 6765 6770 6775 6780 6785 6790 6795 6800 6805 6810 6815 6820 6825 6830 6835 6840 6845 6850 6855 6860 6865 6870 6875 6880 6885 6890 6895 6900 6905 6910 6915 6920 6925 6930 6935 6940 6945 6950 6955 6960 6965 6970 6975 6980 6985 6990 6995 7000 7005 7010 7015 7020 7025 7030 7035 7040 7045 7050 7055 7060 7065 7070 7075 7080 7085 7090 7095 7100 7105 7110 7115 7120 7125 7130 7135 7140 7145 7150 7155 7160 7165 7170 7175 7180 7185 7190 7195 7200 7205 7210 7215 7220 7225 7230 7235 7240 7245 7250 7255 7260 7265 7270 7275 7280 7285 7290 7295 7300 7305 7310 7315 7320 7325 7330 7335 7340 7345 7350 7355 7360 7365 7370 7375 7380 7385 7390 7395 7400 7405 7410 7415 7420 7425 7430 7435 7440 7445 7450 7455 7460 7465 7470 7475 7480 7485 7490 7495 7500 7505 7510 7515 7520 7525 7530 7535 7540 7545 7550 7555 7560 7565 7570 7575 7580 7585 7590 7595 7600 7605 7610 7615 7620 7625 7630 7635 7640 7645 7650 7655 7660 7665 7670 7675 7680 7685 7690 7695 7700 7705 7710 7715 7720 7725 7730 7735 7740 7745 7750 7755 7760 7765 7770 7775 7780 7785 7790 7795 7800 7805 7810 7815 7820 7825 7830 7835 7840 7845 7850 7855 7860 7865 7870 7875 7880 7885 7890 7895 7900 7905 7910 7915 7920 7925 7930 7935 7940 7945 7950 7955 7960 7965 7970 7975 7980 7985 7990 7995 8000 8005 8010 8015 8020 8025 8030 8035 8040 8045 8050 8055 8060 8065 8070 8075 8080 8085 8090 8095 8100 8105 8110 8115 8120 8125 8130 8135 8140 8145 8150 8155 8160 8165 8170 8175 8180 8185 8190 8195 8200 8205 8210 8215 8220 8225 8230 8235 8240 8245 8250 8255 8260 8265 8270 8275 8280 8285 8290 8295 8300 8305 8310 8315 8320 8325 8330 8335 8340 8345 8350 8355 8360 8365 8370 8375 8380 8385 8390 8395 8400 8405 8410 8415 8420 8425 8430 8435 8440 8445 8450 8455 8460 8465 8470 8475 8480 8485 8490 8495 8500 8505 8510 8515 8520 8525 8530 8535 8540 8545 8550 8555 8560 8565 8570 8575 8580 8585 8590 8595 8600 8605 8610 8615 8620 8625 8630 8635 8640 8645 8650 8655 8660 8665 8670 8675 8680 8685 8690 8695 8700 8705 8710 8715 8720 8725 8730 8735 8740 8745 8750 8755 8760 8765 8770 8775 8780 8785 8790 8795 8800 8805 8810 8815 8820 8825 8830 8835 8840 8845 8850 8855 8860 8865 8870 8875 8880 8885 8890 8895 8900 8905 8910 8915 8920 8925 8930 8935 8940 8945 8950 8955 8960 8965 8970 8975 8980 8985 8990 8995 9000 9005 9010 9015 9020 9025 9030 9035 9040 9045 9050 9055 9060 9065 9070 9075 9080 9085 9090 9095 9100 9105 9110 9115 9120 9125 9130 9135 9140 9145 9150 9155 9160 9165 9170 9175 9180 9185 9190 9195 9200 9205 9210 9215 9220 9225 9230 9235 9240 9245 9250 9255 9260 9265 9270 9275 9280 9285 9290 9295 9300 9305 9310 9315 9320 9325 9330 9335 9340 9345 9350 9355 9360 9365 9370 9375 9380 9385 9390 9395 9400 9405 9410 9415 9420 9425 9430 9435 9440 9445 9450 9455 9460 9

gement possible, en dimensionnant la pièce d'encadrement, la buse de ventilation et le collecteur en fonction de la force maximum du vent latéral pouvant apparaître, de produire un flux d'air chaud qui, malgré la déformation subie, couvre la totalité de la surface du radôme, comme illustré sur la figure 6.

**[0014]** On s'intéresse ensuite à la figure 7 qui illustre une variante de réalisation du dispositif selon l'invention, variante qui peut être combinée aussi bien avec le mode de réalisation de base tel qu'illustré par les figures 1 et 2, qu'avec la variante de réalisation illustrée par les figures 5 et 6.

Selon cette variante de réalisation, le dispositif selon l'invention est pourvu de moyens complémentaires permettant de faciliter sa mise en marche par temps de fort givre, alors qu'il était préalablement à l'arrêt. Ces moyens 71 et 72 ont pour objet de débarrasser les orifices de sortie de la buse de ventilation et du collecteur d'air du givre pouvant les obstruer du fait de leur étroitesse. Ils consistent par exemple en des résistances chauffantes placées dans (ou sur) la buse de ventilation et le collecteur d'air, à proximité des orifices. De la sorte grâce à ces moyens additionnels, qui peuvent être avantageusement mis en service à distance, le dispositif selon l'invention peut être mis en marche après que les orifices ont été désobstrués, et ce, sans intervention humaine.

**[0015]** Comme il a été dit précédemment, le mode de réalisation décrit dans les paragraphes précédents est ici livré à titre d'exemple de réalisation non limitatif. Ce mode de réalisation a pour particularité d'être bien adapté au dégivrage de surfaces planes, que leur forme géométrique de la surface soit un disque ou un rectangle. Suivant la forme considérée, le profil de la buse de ventilation et du collecteur d'air sont adaptés de façon à établir le flux d'air laminaire le plus approprié, sans que cela ne modifie le principe de fonctionnement du dispositif selon l'invention tel que revendiqué, principe qui peut s'appliquer comme l'illustre la figure 8 à des surfaces non planes, convexes par exemple.

Le mode de réalisation illustré par la figure 8, est particulièrement adapté au cas où pour une raison quelconque, de nature radioélectrique par exemple, le radôme 81 placé devant l'antenne présente une surface à profil convexe. Dans ce cas particulier, la production d'un flux d'air chaud laminaire capable de balayer la totalité de la surface du radôme, simplement au moyen d'une buse de ventilation 82 et d'un collecteur d'air rafraîchi 83 est difficile voire impossible à réaliser, sauf au prix de pertes considérables et d'un rendement faible voire très faible. C'est pourquoi dans un telle mode de réalisation, les moyens complémentaires de guidage du flux d'air laminaire sont indispensables et prennent une forme particulière, adaptée au profil du radôme. Cette forme de réalisation particulière permet de limiter les déperditions d'air chaud et donc de limiter la consommation en énergie du système.

Ces moyens 84 sont, en pratique constitués, par un élément de guidage du flux d'air dont la surface a un profile

semblable à celui du radôme et réalisé dans le même matériau que celui-ci ou réalisé dans un matériau présentant des caractéristiques diélectriques proches. Cet élément est par ailleurs conçu et agencé de façon à ce

que sa face interne définisse avec la face externe du radome un espace laminaire 85 dans lequel circule le flux d'air chaud. De la sorte le flux d'air chaud produit par le dispositif selon l'invention maintient la surface de l'élément de guidage 84 à une température empêchant la formation de givre; le maintien en température étant réalisé par échange thermique entre le flux d'air et la surface interne de l'élément de guidage 84 puis par conduction à travers de l'épaisseur de matériau qui le constitue. Une tel mode de réalisation présente l'avantage particulier de pouvoir être adapté au dégivrage d'une large gamme de surfaces, allant d'une surface plane, d'un radôme plan, à une surface de type hémisphérique, voire sphérique.

**[0016]** Le mécanisme selon l'invention tel que décrit dans ce qui précède, présente ainsi plusieurs avantage, le principal étant qu'il permet d'assurer le dégivrage du radôme auquel il est associé. Cet avantage est obtenu en générant localement, à la surface du radôme, un flux d'air chaud laminaire qui réchauffe la surface du radome sur laquelle il circule et qui après s'être rafraîchi au contact de la surface est ensuite récupéré et réchauffé. Ce principe de recyclage, rendu possible par la circulation d'air forcée qui est entretenue par le dispositif selon l'invention, permet avantageusement de réaliser un dispositif plus économique qu'un dispositif fonctionnant en circuit ouvert par chauffage de l'air froid extérieur. Incidemment, le dispositif selon l'invention présente également l'avantage d'être télécommandable ou même automatisable.

35

## Revendications

**1.** Dispositif pour dégivrer une surface de type radôme abritant une antenne **caractérisé en ce qu'il comporte:**

- un générateur d'air chaud ;
- un jeu de canalisations aller pour conduire l'air chaud produit;
- un jeu de canalisations retour pour amener de l'air refroidi vers le générateur d'air chaud;
- des moyens de circulation d'air pour insuffler l'air chaud produit par le générateur dans le jeu de canalisations aller et pour aspirer de l'air refroidi et amener l'air refroidi dans le générateur d'air chaud par le jeu de canalisations retour;
- une buse de diffusion d'air placée à la base du radôme, reliée au jeu de canalisations aller et apte à diffuser l'air chaud sortant du jeu de canalisations aller sous la forme d'un courant d'air chaud laminaire couvrant la totalité de la surface à dégivrer;

- un collecteur d'air placé au sommet du radôme relié au jeu de canalisation retour et apte à récupérer le courant d'air laminaire refroidi ayant circulé sur la surface à dégivrer le courant d'air refroidi étant aspiré et ramené au générateur d'air chaud par le collecteur et le jeu de canalisations retour ;

- des moyens complémentaires pour assurer le guidage du courant d'air chaud laminaire depuis la buse de diffusion sur la totalité de la surface à dégivrer et le guidage dudit courant d'air laminaire refroidi vers la buse de récupération;

l'ensemble étant agencé pour ne pas se situer dans la portion de l'espace occupée par le diagramme de l'antenne. 15

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que:**

- le radome présentant une surface plane les moyens complémentaires comportent un cadre plan venant se positionner autour du radome pour former avec ce dernier une surface plane plus large que le radôme 25

- la buse de diffusion et le collecteur étant agencés de part et d'autre du cadre, au dessus et au dessous du radôme, les largeurs de la buse et du collecteur sont définies de façon à générer un courant d'air laminaire dont la surface est supérieure à la surface du radôme et qui recouvre la totalité de la surface du radôme. 30

3. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, le radôme étant une surface non plane, les moyens complémentaires comportent une surface non plane de forme sensiblement identique à celle du radôme, de constante diélectrique sensiblement égale, venant s'ajuster sur le radôme de façon à mé- 35  
nager un espace interne de circulation d'air de faible épaisseur, les buses de diffusion et le collecteur étant configurés et agencés sur les moyens complémentaires de façon à faire circuler un courant d'air laminaire dans l'espace interne l'air chaud étant délivré dans l'espace interne par la buse de diffusion 40  
située à la base du radôme et l'air refroidi étant récupéré par le collecteur situé au sommet du radôme. 45

4. dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** des résistan- 50  
ces chauffantes sont placées niveau de la buse et du collecteur, de sorte mise sous tension dégage une chaleur qui provoque le dégivrage de leurs ouvertures.

55

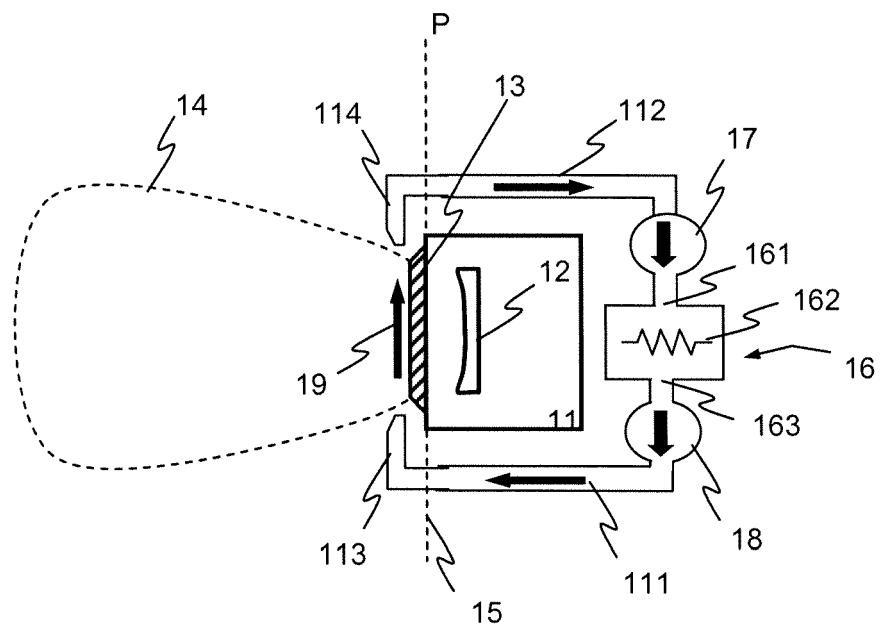


Fig.1

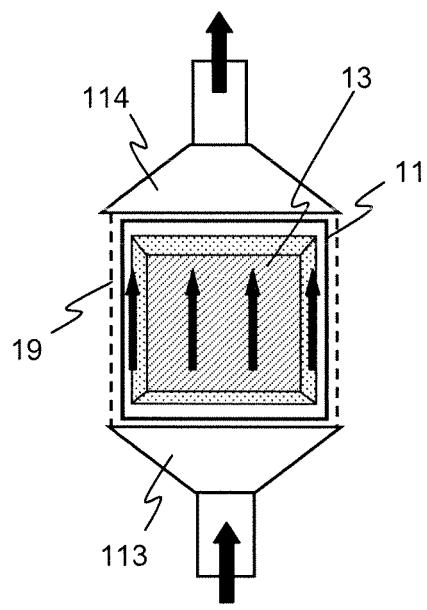


Fig.2

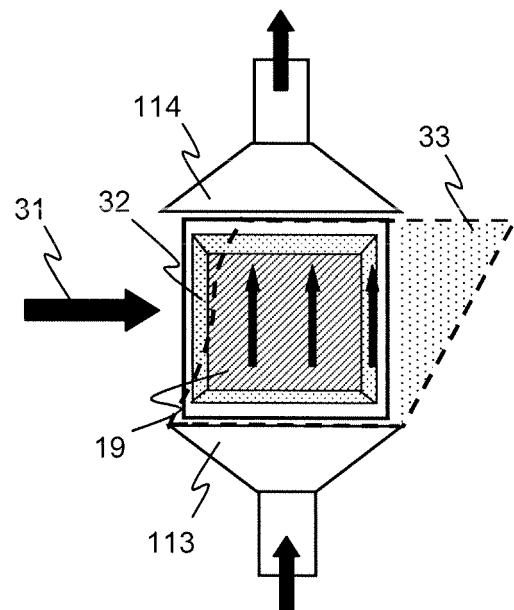


Fig.3

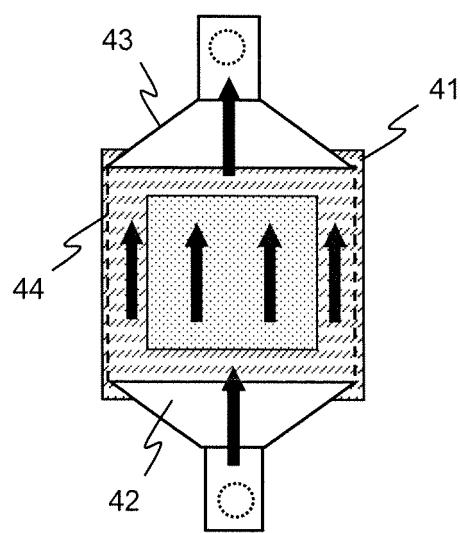


Fig.4

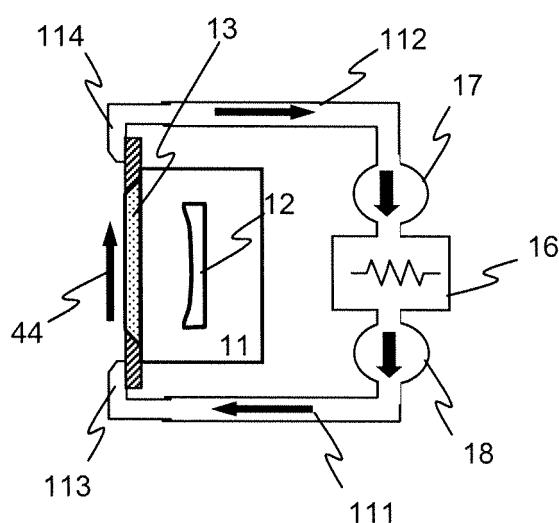


Fig.5

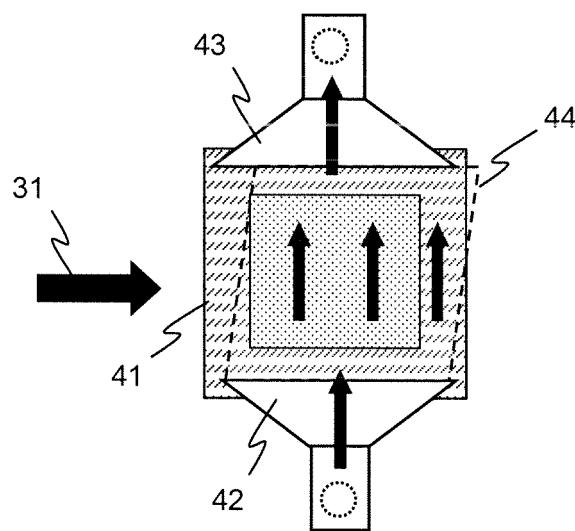


Fig.6

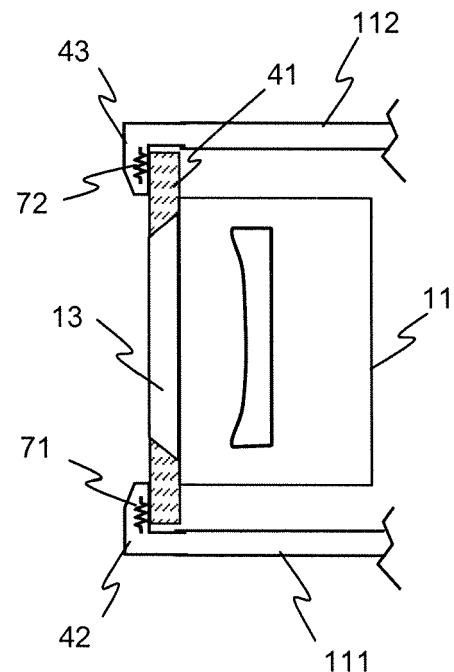


Fig.7

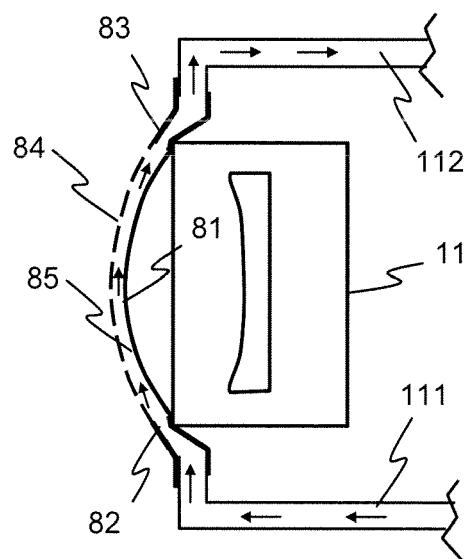


Fig.8



## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 08 16 5807

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
X	FR 2 631 745 A (THOMSON CSF [FR]) 24 novembre 1989 (1989-11-24) * abrégé * * figures 1,2 * * page 2, ligne 21 - page 7, ligne 25 * -----	1-4	INV. H01Q1/02 H01Q1/42
X	WO 97/11505 A (WALTON WILLIAM B JR [US]) 27 mars 1997 (1997-03-27) * abrégé * * figures 1-5 * * page 1, ligne 1 - page 9, ligne 24 * -----	1,3	
X	JP 2006 003162 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 5 janvier 2006 (2006-01-05) * abrégé * * figures 1-5 * -----	1,3	
A	JP 02 109402 A (FUJITSU LTD; KOKUSAI DENSHIN DENWA CO LTD) 23 avril 1990 (1990-04-23) * abrégé * * figures 1-3 * -----	1-3	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
A	JP 06 061717 A (NIPPON ELECTRIC CO) 4 mars 1994 (1994-03-04) * abrégé * * figures 1-3 * -----	1-3	H01Q
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
5	Lieu de la recherche La Haye	Date d'achèvement de la recherche 4 novembre 2008	Examinateur Hüschelrath, Jens
<b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b> <p>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</p> <p>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 &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

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

EP 08 16 5807

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.

04-11-2008

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
FR 2631745	A	24-11-1989	AUCUN		
WO 9711505	A	27-03-1997	AT 295618 T AU 7162296 A CA 2231844 A1 CN 1201555 A DE 69634729 D1 DE 69634729 T2 EP 0852073 A1 NO 981227 A RU 2182391 C2 US 6064344 A		15-05-2005 09-04-1997 27-03-1997 09-12-1998 16-06-2005 19-01-2006 08-07-1998 06-05-1998 10-05-2002 16-05-2000
JP 2006003162	A	05-01-2006	AUCUN		
JP 2109402	A	23-04-1990	AUCUN		
JP 6061717	A	04-03-1994	AUCUN		