



(12) DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
17.05.2006 Bulletin 2006/20

(51) Int Cl.:
F25C 3/04 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: 04300776.4

(22) Date de dépôt: 10.11.2004

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Etats d'extension désignés:
AL HR LT LV MK YU

(72) Inventeur: Mugnier, Georges
73410 Albens (FR)

(74) Mandataire: Dupuis, François
Cabinet Laurent et Charras,
3 Place de l'Hôtel-de-Ville,
BP 203
42005 St. Etienne Cédex 1 (FR)

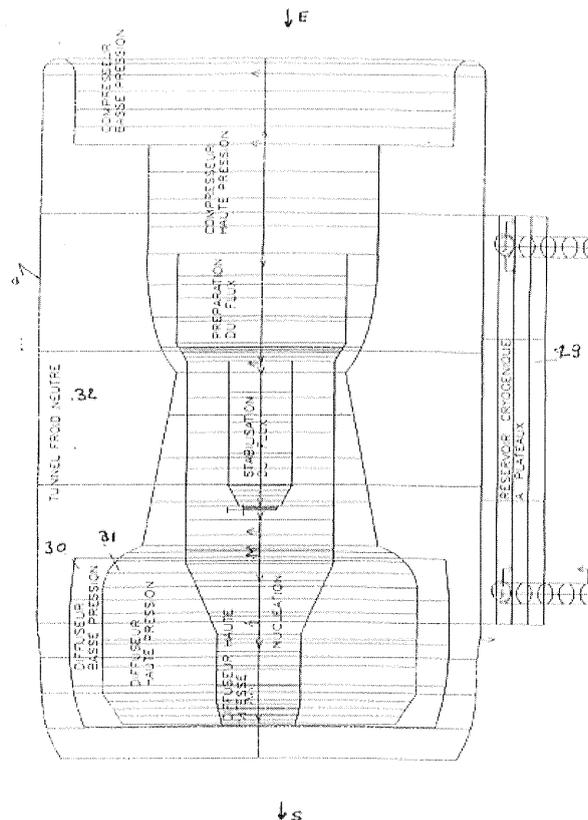
(71) Demandeur: GENIUS
75018 PARIS (FR)

(54) Procédé et installation pour la fabrication de neige artificielle

(57) Ce procédé est remarquable en ce qu'il consiste à reproduire in situ dans une enceinte autonome ouverte s'affranchissant des conditions climatiques extérieures de la neige artificielle, en reproduisant les conditions d'élaboration de la neige en haute atmosphère, et en ce qu'il met en oeuvre, en outre, les phases suivantes :

- création d'un flux unidimensionnel à une température indépendante de la température extérieure,
- création d'une pression statique indépendante de la pression atmosphérique,
- évacuation des flocons transportés par la veine gazeuse stable du flux unidimensionnel.

FIG 1



Description

[0001] L'invention se rattache au secteur technique des canons à neige et de la fabrication de neige artificielle couramment dénommée neige de culture.

[0002] Depuis de nombreuses années, l'équipement des stations d'hiver en canons à neige est de plus en plus courant pour palier le manque de neige et également les très grandes variations d'un niveau de neige acceptable sur les pistes durant une saison d'hiver complète.

[0003] Le réchauffement climatique de la planète entraîne une modification des saisons, des périodes climatiques de froid, de pluie ou de sécheresse plus accentuées et dans des périodes de temps très courtes.

[0004] S'agissant des sports d'hiver, en basse et moyenne altitudes, et même quelques fois en haute altitude, le manque de neige ou son insuffisance, sur tout ou partie d'une saison, peut entraîner des effets économiques désastreux pour les communes et les secteurs économiques d'activités concernés.

[0005] Pour palier à cette situation, il a été proposé des installations de canons à neige qui sont sensées répondre aux problèmes posés.

[0006] En pratique, les canons à neige existant sur le marché fonctionnent dans des conditions climatiques particulières et plus spécifiquement lorsque la température ambiante extérieure aux endroits de localisation des canons se trouvent être dans une fourchette de + 1 °C à - 4°C. Ces conditions sont donc très restrictives. En outre, la qualité de la neige fabriquée varie en fonction des installations utilisées dans de faibles proportions et toujours pour une neige très chargée en eau. La pollution de l'air ambiant est aussi une contrainte qui influe sur les grains de glace fabriqués qui vont se solidariser aux particules en l'air. La tenue dans le temps de ces grains reste donc très aléatoire.

[0007] Diverses réalisations ont été développées pour tenter de remédier à ces inconvénients, mais sans succès. Le Demandeur a pu constater qu'il n'existait pas d'installation de fabrication de neige artificielle susceptible de s'affranchir de la température extérieure ambiante, et qui puisse permettre la fabrication de neige dans des plages de température très larges comprises entre - 30°C et + 15°C.

[0008] La démarche du Demandeur a été de reconsidérer le concept même de fabrication de neige artificielle selon les méthodes actuelles, en analysant les phénomènes naturels climatiques permettant l'obtention de neige. Cette étude, particulièrement complexe faisant intervenir de très nombreux calculs mathématiques dans la maîtrise de la circulation des fluides, avait pour objectif de transférer les conditions climatiques se trouvant à très haute altitude dans l'atmosphère dans un environnement ambiant sur terre en vue de la création d'une neige artificielle. Il a donc fallu tenir compte des paramètres tels que la pression, la température, l'hygrométrie, la vitesse de l'air. La maîtrise de ces paramètres est particulièrement délicate, surtout dans le cadre d'une reconstitution

à basse altitude au niveau des zones où sont requis les besoins de neige artificielle.

[0009] De nombreuses recherches ont donc été effectuées par le Demandeur pour aboutir à la conception d'un procédé et d'une installation spécifique répondant aux objectifs rappelés ci-avant.

[0010] Selon une première caractéristique, le procédé de fabrication de neige artificielle est remarquable en ce qu'il consiste à reproduire in situ dans une enceinte autonome et ouverte s'affranchissant des conditions climatiques extérieures de la neige artificielle, en reproduisant les conditions d'élaboration de la neige en haute atmosphère, et en ce qu'il met en oeuvre les phases suivantes :

- 15 - création d'un flux unidimensionnel à une température indépendante de la température extérieure et transformation du flux d'air linéaire en un flux tourbillonnaire,
- 20 - création d'une pression statique indépendante de la pression atmosphérique,
- fabrication d'un noyau support de glace du flocon de neige à obtenir,
- création du flocon de neige par nucléation,
- 25 - évacuation des flocons en milieu extérieur transportés par la veine gazeuse stable du flux unidimensionnel.

[0011] Selon une autre caractéristique, l'installation pour la fabrication de neige artificielle mettant en oeuvre le procédé est remarquable en ce qu'elle comprend à l'intérieur d'une enceinte autonome ouverte disposée in situ dans un lieu de production de neige artificielle :

- 35 - des moyens pour créer un flux unidimensionnel à température indépendante de la température extérieure, et la transformation du flux linéaire en un flux tourbillonnaire,
- des moyens permettant la création d'une pression statique indépendante de la pression atmosphérique,
- 40 - des moyens permettant la fabrication d'un noyau support de glace du flocon de neige à obtenir,
- des moyens permettant la création du flocon de neige par nucléation,
- 45 - des moyens permettant l'évacuation des flocons de neige en milieu extérieur, transportés par la veine gazeuse stable du flux unidimensionnel.

[0012] Ces caractéristiques et d'autres encore ressortiront bien de la suite de la description.

[0013] Pour fixer l'objet de l'invention illustrée d'une manière non limitative aux figures des dessins où :

- 55 - la figure 1 est une vue à caractère schématique de l'installation illustrant la juxtaposition de ses différents composants ;
- la figure 2 est une vue en perspective illustrant, hors carter, la configuration générale des composants ;

- la figure 3 est une vue partielle à grande échelle illustrant le mélangeur air primaire ;
- la figure 4 est une vue partielle à grande échelle du mélangeur air secondaire ;
- la figure 5 est une vue partielle à grande échelle et de face du vortex primaire ;
- la figure 6 est une vue selon la figure 5 en perspective du vortex primaire ;
- la figure 7 est une vue partielle à grande échelle du vortex couches isobares ;
- la figure 8 est une vue partielle à grande échelle du vortex secondaire basse pression ;
- la figure 9 est une vue partielle à grande échelle du mélangeur d'air secondaire avec base saturation ;
- la figure 10 est une vue du mélangeur selon la figure 9 en incluant les vortex secondaires, basse et haute pressions ;
- la figure 11 est une vue à grande échelle illustrant le vortex secondaire haute pression ;
- la figure 12 est une vue illustrant les courbes isobariques
- la figure 13 est une vue représentant l'installation dans ses composants pour la fabrication du noyau de glace en vue de son évacuation ;
- la figure 14 représente le mélangeur vortex avec arrivée de vapeur d'eau froide ;
- la figure 15 est une vue similaire à la figure 14 en vue perspective ;
- la figure 16 est une vue en perspective des composants de l'installation dans les phases 1, 2 et 3 ;
- la figure 17 est une vue en perspective des composants de l'installation dans les phases 4 et 5 ;
- la figure 18 est une vue en plan à caractère schématique de l'installation dans les phases 1, 2 et 3 ;
- la figure 19 est une vue en plan à caractère schématique de l'installation dans les phases 4 et 5 ;

[0014] Afin de rendre plus concret l'objet de l'invention, on le décrit maintenant d'une manière non limitative illustrée aux dessins.

[0015] En vue de décrire l'installation, objet de l'invention, il y a lieu de se référer aux principales phases du procédé à partir duquel a été conçue ladite installation. En conséquence et par rapport à l'objectif de reproduire in-situ des conditions d'élaboration de la neige en haute atmosphère, le procédé permettant la fabrication de neige artificielle dans une fourchette de température extérieure entre - 30°C et + 15°C consiste en la mise en oeuvre des phases principales opératoires suivantes :

- création d'un flux unidimensionnel à une température indépendante de la température extérieure et transformation du flux d'air linéaire en un flux tourbillonnaire ;
- création d'une pression statique indépendante de la pression atmosphérique ;
- fabrication d'un noyau support de glace du flocon de neige à obtenir ;

- création du flocon de neige par nucléation ;
- évacuation des flocons en milieu extérieur, transportés par la veine gazeuse stable du flux unidimensionnel.

[0016] Les différentes phases opératoires sont ensuite précisées avec la description de l'installation qui est ainsi agencée pour permettre sa mise en oeuvre.

[0017] Pour faciliter la lecture des dessins et leur compréhension, on a représenté à chaque fois que nécessaire le sens de circulation du flux par E pour entrée dans le composant ou partie d'installation, et par S pour la sortie.

[0018] L'ensemble des composants de l'installation se trouve dans un carénage extérieur unique (C) les regroupant et permettant d'avoir une installation autonome ouverte de faible encombrement relatif. Cette installation est par ailleurs disposée par rapport au-dessus ou près d'un réservoir cryogénique (29) à plateaux permettant l'alimentation en eau dans certaines phases opératoires du procédé selon l'invention.

[0019] Dans la poursuite de la description de l'invention, nous décrirons successivement les différents composants se rattachant à chaque phase opératoire principale en vue de la fabrication de la neige artificielle, étant considéré que tous les composants sont disposés en succession les uns des autres, ainsi que représenté en vue d'ensemble figure 1.

30 -1- Phase première :

[0020] On décrit maintenant la phase initiale de création du flux unidimensionnel à une température indépendante de la température extérieure pour sa transformation d'un flux linéaire à un flux tourbillonnaire. On se réfère aux figures 1 à 6.

[0021] La création du flux d'air unidimensionnel s'effectue grâce à l'utilisation d'un compresseur axial, basse et haute pression, qui détermine la veine gazeuse la plus stable possible. Le compresseur basse pression (1) avec turbine (1a) qui se situe en amont est en entrée de l'installation et entoure le compresseur haute pression (2). Ce dernier dispose de quatre étages (2a, 2b, 2c, 2d) de compression pour l'obtention d'un flux à température positive et à vitesse et pression élevées. Le compresseur basse pression est déterminé et calculé pour l'obtention d'un flux d'air à température neutre aux environs de 0°C en produisant une grande quantité d'air à haute vitesse et à pression élevée en entourant le flux d'air haute pression. L'aspiration de l'air ambiant extérieur s'effectue ainsi par lesdits compresseurs. Les compresseurs sont entraînés électriquement. En variante, la création du flux d'air peut s'opérer à l'aide d'une turbine alimentée en GPL ou kérozène.

[0022] La phase suivante consiste dans la préparation du flux unidimensionnel en température stable et ce par le biais d'un mélangeur d'air (3) primaire. A cet effet, le compresseur à haute pression à quatre étages, c'est-à-

dire présentant quatre sections dégressives en diamètre successives, ou la turbine, est susceptible en extrémité de déboucher sur un convergent (4) permettant l'accélération du flux d'air haute pression. Ledit convergent (4) à tuyère est solidarisé, de manière appropriée, à l'extrémité du compresseur haute pression ou de la turbine. Le convergent est de profil conique dégressif d'amont en aval. Ledit convergent est aménagé dans la partie médiane pour recevoir deux tubulures (5) et (6) débouchantes à l'intérieur de ce dernier pour autoriser l'adjonction d'air ambiant ou d'air chaud par un vortex basse pression spécifique dit chaud-froid. Des électrovannes (7) linéaires proportionnels intégrés dans le convergent dans le sens axial permettent de réguler les flux et leurs caractéristiques.

[0023] Le convergent (4) présente, en extrémité aval, un col (8) à l'extrémité duquel est fixé un divergent (10) définissant alors le début du circuit secondaire. Au niveau du col du divergent, le flux unidimensionnel, précédemment engendré, est stable, à une température stable qui est positive, et ce pour éviter d'éventuels problèmes de condensation.

[0024] Les tubulures (5) et (6) permettent l'adjonction dans le convergent (4) d'air chaud et d'air ambiant, et sont établies de manière appropriée dans l'installation. L'obtention d'air chaud à une température déterminée, est réalisée en introduisant dans la tubulure concernée, après le prélèvement d'air extérieur, un moyen de chauffage intégré de type connu de l'homme de l'art.

[0025] Au niveau du col (9) du convergent (4), la vitesse du flux est (V1) et la pression (P1). En sortie et en aval du convergent, se trouve donc disposé le divergent (10) qui débouche dans un mélangeur d'air secondaire (11) avec une chambre de stabilisation du flux unidimensionnel en température et en pression. Ce mélangeur d'air secondaire consiste à recevoir ainsi la base stabilisatrice (12) en température de l'air primaire, de diminuer la vitesse (V1) en vitesse (V2) par le divergent afin d'augmenter sa pression (P1) en pression (P2), en diminuant légèrement sa température pour stabiliser ce flux sur cette nouvelle pression (P2) et une nouvelle température. Dans cette phase, la vitesse (V2) est inférieure à (V1) et la pression (P2) supérieure à (P1) au niveau du divergent. Ledit mélangeur d'air secondaire (11) inclut dans la chambre de stabilisation (12) un vortex primaire (13) et, en extrémité de ladite chambre, un convergent (14) qui a pour but de diriger et de rétrécir le nouveau flux créé par le vortex primaire pour l'orienter en aval dans un vortex couches isobares (15).

[0026] Le vortex primaire (13) a pour fonction de transformer le flux à l'état initial linéaire en un flux à l'état de centrifugation à la fois linéaire et orbital. Le nouveau flux d'air ainsi créé reste stabilisé en température et en pression.

[0027] Le vortex primaire (13) présente une configuration cylindrique en étant maintenu de manière appropriée et fixement dans la chambre de stabilisation à l'aide de tout moyen de liaison. Le vortex primaire est conçu

avec une structure comprenant des passages ou zones (13a) de circulation d'air à travers des parties d'épaisseur (13b) pleines, ces zones de circulation engendrant un effet de circulation en hélice. Le vortex primaire (13) comprend un contour périphérique (13c) permettant la création de l'air et radialement une pluralité de zones de circulation (13a) disposées en hélice et convergeant vers la partie centrale (13d) ouverte dudit vortex primaire. Le profil particulier des zones de circulation est établi curviligne (13e) pour donner un effet d'accélération et de guidage du flux, et ce à température constante. Le vortex primaire inclut, en bout des zones de circulation d'air, des parties spécifiques (13f) créées par calcul de triangles de vitesse pour accélérer le flux. Le vortex primaire (13) crée ainsi un mouvement tourbillonnaire, linéaire et orbital du flux. On a ainsi représenté aux figures 5 et 6 ledit vortex primaire (13). Le flux d'air est ainsi modulé. A cet instant, le flux d'air est tourbillonnaire à la fois linéaire et orbital à une température stable. La pression (P2) peut être variable et adaptée en fonction de l'air primaire obtenu en phase initiale.

-2- Phase seconde :

[0028] On décrit maintenant la phase suivante consistant dans la création d'une pression statique (P3) indépendante de la pression atmosphérique et on se réfère à la figure 7.

[0029] Le vortex couches isobares (15) se situe dans l'alignement et le prolongement d'un mélangeur d'air secondaire (11) en extrémité du convergent (14) prévu en arrière de la chambre de stabilisation (12). La fonction du vortex couches isobares (15) est de créer une pression statique stabilisée du flux d'air qui le traverse. Il est constitué par une vis d'Archimède à pas variable. De manière particulière, ladite vis d'Archimède comprend plusieurs zones de pas variable et successivement un première zone à pas variable progressif (15a), puis une zone médiane à pas dégressif (15b) puis une zone finale à pas progressif (15c). L'air tourbillonnaire, en provenance du mélangeur secondaire (11), est donc amené à traverser, en partie, la vis d'Archimède (15) dont le diamètre est inférieur au diamètre de sortie du convergent (14) du mélangeur secondaire (11).

[0030] Le pas variable de ladite vis d'Archimède est déterminé après calcul en fonction de la moyenne annuelle des différentes couches isobariques indiquées par METEO FRANCE, sur une échelle de 0 à 4000 mètres d'altitude. Cette échelle est divisée en couche limitée à 100 mètres pour pouvoir créer la courbe adiabatique. La vis d'Archimède (15) est à position fixe. Elle est maintenue de toute manière appropriée par rapport à la structure-bâti de l'installation incluant un carter secondaire (17) concentrique au carénage extérieur (C).

[0031] Lors de la traversée de l'air tourbillonnaire, à un certain moment, la centrifugation du flux d'air échappe au contrôle de la vis d'Archimède (15) créant une volute (18) divergente allant du niveau négatif (N-) au niveau

positif (N+) de la zone de pression (figure 7). A partir de cet instant, on constate une vitesse de flux, une température et une pression (P3) stabilisées.

[0032] La zone de pression (P3) est constamment vérifiée à l'aide de capteurs (19) de température, d'hygrométrie, de pression et de vitesse. Les capteurs sont disposés autour de la zone de réception de la vis d'Archimède (15) en étant fixés de toute manière appropriée. Ces capteurs peuvent se déplacer sur une surface guide (19a), parallèles à la vis d'Archimède et permettant les mesures.

[0033] Au cas où une couche isobarique augmenterait ou diminuerait, les capteurs (19) concernés réguleraient les électrovannes (7) antérieures afin de modifier les paramètres du flux d'air primaire.

[0034] Les différents capteurs (19) sont reliés à un système de gestion intégré assurant des relevés constants et selon des périodicités déterminées pouvant être de l'ordre de 50 millisecondes.

[0035] Ainsi l'air en provenance du vortex primaire (13) est soumis, par le biais de la vis d'Archimède (15), à une nouvelle accélération jusqu'à la naissance de la volute (18). Le flux unidimensionnel linéaire et orbital, à cet instant, est stable en température, en vitesse et en pression.

-3- Phase troisième :

[0036] Il convient maintenant d'exposer la troisième phase opératoire du procédé qui consiste dans les moyens permettant la fabrication d'un noyau support en glace du flocon de neige à obtenir. Pour cela on se réfère aux figures 8 à 12.

[0037] Cette phase implique une double action, d'une part une action sur le flux pour créer un phénomène de dépression tourbillonnaire et pulsatoire, et d'autre part la création du noyau support. A cet effet, à la sortie du vortex couches isobares (15), avec vis d'Archimède, se situe dans le prolongement axial un vortex secondaire basse pression (16). Celui-ci a pour but de transformer le flux d'air unidimensionnel de centrifugation hélicoïdal arrivant autour de l'axe géométrique (X-X) en un flux d'air formant une spirale hélicoïdale tournant autour de l'axe géométrique (Z-Z) afin de créer une zone géographique tourbillonnaire et pulsatoire. Pour cela, à partir de la structure portante, sont disposés deux étages de pales (20) et (21) profilées, disposées en cercle et concentriques. Le premier étage de pales (20) concerne les basses pressions, et le cercle supérieur entourant la première série de pales (20) prévoit une autre série de pales (21) en intervention haute pression pour les champs pulsatoires. La fixation des pales à la structure bâtie est établie de toute manière appropriée. Le profil des pales (20) et (21) est identique aux deux étages avec une partie centrale curviligne (20a) et (21a) se prolongeant de part et d'autre par deux panneaux (20b et 20c), (21b et 21c) curvilignes orientés en sens opposé en donnant un effet d'hélices. La configuration des dites pales (20 et 21) est établie pour permettre la circulation du flux et la transformation

de son mouvement de l'axe (X-X) à l'axe (Z-Z). Les pales (20 et 21) sont disposées fixement à l'intérieur d'un convergent (22).

[0038] Autour du vortex secondaire basse pression (16), est prévu un mélangeur d'air secondaire et base de saturation. Ce mélangeur a pour fonction de créer un choc thermique par la rencontre du flux d'air sous forme de champ tourbillonnant pulsatoire avec l'adjonction d'air saturé à 95 % de gouttelettes d'eau pour la production des noyaux support de glace.

[0039] Plus particulièrement, une nourrice (24) d'alimentation d'air saturé en gouttelettes est disposée autour du vortex secondaire basse pression (16), et des conduits (25) débouchent dans ledit convergent (22) en aval des deux rangées étagées de pales (20 et 21).

[0040] La température du flux d'air en provenance du vortex couches isobares est positive, tandis que la température de l'air saturé en provenance de la nourrice d'alimentation (24) est négative en étant en dépression. La taille des gouttelettes est définie par le passage au-travers d'un filtre calibré (non représenté) pouvant être réglé constamment. Le choc thermique dans la rencontre des champs tourbillonnants pulsatoires et de l'air saturé à 95 % des gouttelettes d'eau, va provoquer la production des noyaux de glace qui seront entraînés au centre des champs tourbillonnaires dus à l'inégalité des pressions internes.

[0041] En aval du vortex secondaire basse pression (16), est disposé le vortex secondaire haute pression (26). Il est constitué également par deux rangées de pales fixes (27 - 28) profilées disposées en cercle étagées et concentriques, les pales ayant des profils identiques à celles du vortex secondaire basse pression. Les dites pales (27 - 28) se trouvent à l'intérieur d'un convergent (29) et sont solidarisées et fixées, de toute manière appropriée, à celui-ci. Les triangles de vitesse du vortex secondaire haute pression (26) provoquent la centrifugation des noyaux de glace dans les champs tourbillonnaires les plaçant ainsi dans la zone de pression statique contrôlée. Le vortex secondaire haute pression (26) redirige le flux d'air établi autour de l'axe géométrique (Z-Z) en un flux d'air cylindrique constant selon l'axe (X-X). Ainsi, le noyau support de glace transite dans un champ cylindrique stable. On a représenté à la figure 12 les courbes de circulation du flux tourbillonnaire au contact des pales du vortex secondaire haute pression.

-4- Phase quatrième :

[0042] La phase suivante consiste dans la fabrication du flocon de neige, selon les figures 13 à 15 et 19.

[0043] La déviation des champs tourbillonnaires par les différentes pales des vortex secondaires à basse et haute pressions, va s'opérer selon deux flux d'air linéaires, à vitesse constante, correspondant à chaque étage des pales desdits vortex, mais à des pressions et à des températures différentes. Ainsi, on obtiendra une dissociation des champs tourbillonnaires et des noyaux de

glace pour qu'ils se présentent face au mélangeur (27) des champs tourbillonnaires à dépression en avant de la phase précédente.

[0044] Lors de l'écoulement des champs tourbillonnaires contenant les noyaux de glace au-travers des mélangeurs à dépression, la différence de densité entre les deux flux d'air provoque l'éclatement des champs tourbillonnaires libérant les noyaux de glace ainsi qu'une légère élévation de température autour de ceux-ci. Une mince pellicule d'eau va se former à la périphérie de chaque noyau de glace et préparer ainsi chaque noyau support pour la procédure de nucléation.

[0045] A cet effet, on dispose, en aval des vortex secondaires à basse et haute pressions, une source d'alimentation (28) en vapeur d'eau froide obtenue par mise sous vide constante du réservoir cryogénique (29) contenant l'eau de production. La vapeur d'eau froide obtenue traverse un courant d'air à - 40°C provenant dudit vortex basse pression spécifique créant un flux chaud et une source froide à l'intérieur du mélangeur à dépression, ce qui provoque la cristallisation en aiguilles de cette vapeur qui viennent se souder par échange thermique sur la pellicule d'eau enrobant le noyau de glace. Il y a donc fixation desdites aiguilles sur chaque noyau de glace considéré et obtention des flocons de neige. La qualité et la consistance des flocons de neige peuvent être adaptées en modifiant automatiquement ou non le calibre du filtre de vapeur d'eau froide introduit dans la source d'alimentation (23) et en augmentant ou en diminuant la pression statique interne de la chambre de dépression. A cet effet, une batterie de divergents (33) est disposée en aval de la phase de nucléation. Ces divergents sont montés en étoile sur un vérin de commande (non représenté) dont le cylindre est solidaire de la structure du bâti. Cela permet de faire varier la pression stabilisée à la sortie du canon à neige et donc la taille du flocon selon la flèche (F). L'ensemble des flocons de neige ainsi fabriqué peut alors être transporté dans la veine gazeuse du flux unidimensionnel puis évacué.

-5- Phase cinquième :

[0046] Le transport des flocons de neige ainsi fabriqués s'effectue par la mise en place en aval de l'installation d'un diffuseur basse pression (30) et d'un diffuseur haute pression (31) et l'expulsion des flocons, se traduit par échange de pression des flux d'air haute pression et basse pression. Le diffuseur haute pression (31) fonctionne à basse vitesse et est situé à la périphérie des deux flux d'air. Il a pour rôle de refroidir le flux haute pression retenant les flocons de neige et de constituer une veine gazeuse protégée par le tunnel froid (32) provenant du compresseur initial basse pression. Le tunnel d'air froid expulse, à une vitesse, une pression telle qu'elle ne peut subir de changement de direction en dépit des vents latéraux extérieurs. Les flocons de neige centrés à partir du diffuseur à haute pression sont donc correctement projetés à l'extérieur.

[0047] Les avantages du procédé et de l'installation sont nombreux.

[0048] Tout d'abord le concept développé par l'installation qui est de fabriquer la neige à partir et dans une enceinte autonome ouverte mais indépendante de l'environnement extérieur et de ses contraintes, permet de fabriquer les flocons de neige à une température indépendante de la température extérieure.

[0049] L'enceinte autonome ouverte est établie avec une spécificité donnée de pression, de température et s'affranchit totalement de l'environnement extérieur.

[0050] Le principe de cette innovation est considérable car on reproduit, dans l'enceinte autonome ouverte, les conditions climatiques à haute altitude.

[0051] La qualité de la neige est améliorée pour les raisons suivantes :

- le fait de fabriquer un noyau support de glace sur lequel se fixent ensuite les aiguilles glacées permet un échange thermique entre eux et une durabilité plus longue des flocons ;
- on peut faire varier la densité des flocons de neige en agissant sur les phases du procédé ;
- la sélection des flocons, en fonction de leurs caractéristiques, peut être un élément favorable pour tenir compte de l'environnement extérieur pour la mise en oeuvre de chaque installation.

[0052] Une plus grande longévité est obtenus du fait que les flocons de neige sont exempts d'impuretés et de particules qui se trouvent habituellement dans l'air extérieur.

[0053] Le volume de l'installation est peu important puisqu'il est d'environ 2 mètres 70 de longueur ou 3 mètres 50 avec l'ensemble de motorisation. Le diamètre d'entrée de l'installation est d'environ 1 mètre et la sortie, au niveau du diffuseur, de l'ordre de 1 mètre 50. Le réservoir cryogénique contenant de l'eau à une température de - 1 à 2°C est sous vide, de sorte qu'il n'y a pas de gel. L'installation est compacte et performante.

[0054] Sur le plan économique et environnemental, la quantité d'eau nécessaire pour la fabrication de neige selon l'invention est réduite et est divisée par trois.

[0055] L'interface de gestion du canon à neige peut être raccordé à une interface informatique avec une gestion simplifiée.

[0056] Le système de transport du flocon comparé à une expulsion classique permet une projection des flocons sur des distances allant de 5 à 10 fois les distances obtenues selon l'art antérieur.

[0057] La nucléation faite à l'intérieur de l'enceinte autonome permet la fabrication d'un véritable flocon de neige parfaitement maîtrisé à l'inverse des grains de glace obtenus selon l'art antérieur, la nucléation s'effectuant à l'extérieur d'une manière difficilement maîtrisée.

[0058] Un autre avantage réside en ce que tous les composants internes de ce canon sont à position fixe dans une structure-bâti, à l'exception de la batterie de

divergents situés après la nucléation, et du compresseur.

[0059] La structure-bâti est faite en chaudronnerie de conception classique.

Revendications

1. Procédé de fabrication de neige artificielle dans une enceinte du type mettant en oeuvre des phases de transformation d'un flux d'air linéaire en un flux tourbillonnaire, une phase de fabrication d'un noyau support de glace du flocon de neige à obtenir, une phase de création du flocon de neige par nucléation, une évacuation des flocons en milieu extérieur, le procédé étant **caractérisé en ce qu'il** consiste à reproduire in situ dans une enceinte autonome ouverte s'affranchissant des conditions climatiques extérieures de la neige artificielle, en reproduisant les conditions d'élaboration de la neige en haute atmosphère, et **en ce qu'il** met en oeuvre, en outre, les phases suivantes :

- création d'un flux unidimensionnel à une température indépendante de la température extérieure,
- création d'une pression statique indépendante de la pression atmosphérique,
- évacuation des flocons transportés par la veine gazeuse stable du flux unidimensionnel.

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

- on crée un flux unidimensionnel stable qui est travaillé pour être adressé dans un vortex isobares pour sa transformation en un flux à l'état de centrifugation linéaire et orbital stabilisé en température et en pression,
- on procède à la création d'une pression statique indépendante de la pression atmosphérique, avec une accélération de la vitesse du flux,
- le flux engendré est soumis à un phénomène de dépression tourbillonnaire et pulsatoire avec une modification de son axe géométrique en partant d'un axe (X-X) à un axe (Z-Z),
- on procède à la fabrication du noyau support de glace en introduisant de l'air saturé à 95 % de gouttelettes d'eau et en créant un choc thermique dans la rencontre des champs tourbillonnaires pulsatoires et de l'air saturé à 95 %,
- on procède au positionnement des noyaux de glace dans les champs tourbillonnaires dans la zone de pression statique,
- on procède au repositionnement du flux d'air selon l'axe (X-X) dans un champ cylindrique,
- on procède à la dissociation des champs tourbillonnaires des noyaux supports de glace en entraînant une augmentation de température

faisant apparaître une pellicule d'eau sur chaque noyau de glace,

- on introduit par une source d'alimentation de la vapeur d'eau froide entraînant la cristallisation en aiguilles de cette vapeur, lesdites aiguilles se soudant par échanges thermiques sur la pellicule d'eau enrobant chaque noyau de glace permettant l'obtention de flocons de neige,
- on évacue les flocons de neige à l'extérieur, transportés par la veine gazeuse stable du flux unidimensionnel.

3. Installation pour la fabrication de neige artificielle mettant en oeuvre le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, du type comprenant différents moyens incorporés dans une enceinte autonome ouverte présentant un carénage unique disposé in situ dans un lieu de production de neige artificielle, certains desdits moyens pour créer un flux linéaire et se transformant en un flux tourbillonnaire, des moyens permettant la fabrication d'un noyau support de glace du flocon de neige à obtenir, des moyens permettant la création du flocon de neige par nucléation, des moyens permettant l'évacuation des flocons de neige en milieu extérieur, l'installation étant **caractérisée en ce qu'elle** comprend à l'intérieur de ladite enceinte autonome des moyens pour créer un flux unidimensionnel à température indépendante de la température ambiante, des moyens permettant la création d'une pression statique indépendante de la pression atmosphérique, ladite enceinte étant disposée par rapport au dessus ou près d'un réservoir cryogénique à plateaux permettant l'alimentation en eau dans certaines phases du procédé.

4. Installation selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** les moyens permettant la création du flux unidimensionnel sont constitués par un compresseur basse pression (1) avec turbine (1a) disposé en amont de l'installation et entourant un compresseur haute pression (2), et **en ce que** le compresseur haute pression est étage avec des sections dégressives pour déboucher sur un convergent (4) autorisant l'accélération du flux d'air haute pression, ledit convergent présentant en extrémité un col (8) sur lequel est disposé un divergent (10) définissant le début du circuit secondaire.

5. Installation selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** le convergent (4) est aménagé dans sa partie médiane pour recevoir deux tubulures (5) et (6) débouchantes autorisant l'adjonction d'air ambiant ou d'air chaud, et **en ce que** des électro-vannes (7) sont intégrées dans le convergent dans le sens axial pour autoriser la régulation des flux.

6. Installation selon la revendication 5, **caractérisée**

- en ce que** le divergent (10) débouche dans un mélangeur d'air secondaire (11) comprenant une chambre (12) de stabilisation du flux unidimensionnel et incluant un vortex primaire (13), et **en ce que** le mélangeur (11) présente en extrémité un convergent (14) rétrécissant le flux créé par le vortex primaire pour l'orienter en aval dans un vortex couches isobares (15).
7. Installation selon la revendication 6, **caractérisée en ce que** le vortex primaire est conçu à partir d'une structure cylindrique comprenant des passages (13a) de circulation d'air à travers des parties d'épaisseur (13b) pleines et engendrant un effet de circulation en hélice, ledit vortex (13) comprenant un contour périphérique (13c) et une partie centrale (13d) ouverte, les zones de circulation (13a) allant de l'une à l'autre et présentant un profil curviligne (13e) pour donner un effet d'accélération et de guidage de flux à température constante, et **en ce que** les zones de circulation présentent des parties spécifiques créées par le calcul de triangles de vitesse (13f), ledit vortex primaire créant un mouvement tourbillonnaire linéaire et orbital du flux.
8. Installation selon la revendication 6, **caractérisée en ce que** le vortex couches isobares (15) dans l'alignement et le prolongement du mélangeur d'air secondaire a pour fonction de créer une pression statique stabilisée du flux d'air qui le traverse, ledit vortex étant constitué par une vis d'Archimède à pas variable.
9. Installation selon la revendication 8, **caractérisée en ce que** la vis d'Archimède comprend une première zone à pas variable progressive (15a), puis une zone médiane à pas dégressif (15b), puis une zone finale à pas progressif (15c).
10. Installation selon la revendication 8, **caractérisée en ce que** des capteurs (19) de température d'hygrométrie, de pression et de vitesse sont disposés autour de la vis d'Archimède (15), et sont montés sur des surfaces guides parallèles à ladite vis d'Archimède.
11. Installation selon la revendication 6, **caractérisée en ce qu'**à la sortie du vortex couches isobares est disposé un vortex secondaire basse pression (16) ayant pour fonction de transformer le flux d'air unidimensionnel de centrifugation hélicoïdale arrivant sur l'axe (X-X) en une spirale tournant autour de l'axe (Z-Z) pour créer un effet tourbillonnaire et pulsatoire.
12. Installation selon la revendication 11, **caractérisée en ce que** le vortex secondaire basse pression comprend deux étages de pales fixes (20) et (21) profilées disposées en cercle et concentriques, le premier étage de pale (20) concernant les basses pressions, et le cercle supérieur les hautes pressions, et **en ce que** le profil des pales est établi avec une partie centrale curviligne se prolongeant de part et d'autre par des panneaux curvilignes orientés en sens opposé en donnant un effet d'hélice, et **en ce que** la configuration des pales permet la transformation du mouvement de l'axe (X-X) à l'axe (Z-Z).
13. Installation selon la revendication 11, **caractérisée en ce qu'**autour du vortex secondaire à basse pression (16) est disposé un mélangeur d'air secondaire et base de saturation (22) ayant pour fonction de créer un choc thermique par la rencontre d'un flux d'air sous forme de champs tourbillonnants pulsatoires avec l'adjonction d'air saturé à 95 % de gouttelettes pour la production de noyaux supports de glace.
14. Installation selon la revendication 13, **caractérisée en ce qu'**elle comprend une nourrice (24) d'alimentation d'air saturé disposée autour du vortex secondaire basse pression (16), et **en ce que** des conduits (25) débouchent dans un convergent entourant les pales (20) et (21) du vortex secondaire basse pression.
15. Installation selon la revendication 11, **caractérisée en ce qu'**en aval du vortex secondaire basse pression, est disposé un vortex secondaire haute pression (26) constitué de deux rangées de pales fixes (27) et (28) disposées en cercles étagés et concentriques, ledit vortex secondaire haute pression redirigeant le flux d'air établi autour de l'axe (Z-Z) en un flux d'air autour de l'axe (X-X).
16. Installation selon la revendication 15, **caractérisée en ce que** les pales des vortex secondaires à basse et haute pression entraînent la déviation des champs tourbillonnaires à des pressions et températures différentes pour leur dissociation avec les noyaux de glace obtenus, et l'obtention d'une pellicule d'eau autour de chaque noyau de glace, et **en ce qu'**en aval des vortex secondaires à basse et haute pression est disposée une source d'alimentation (23) en vapeur d'eau froide obtenue par mise sous vide dans le réservoir cryogénique, ladite vapeur d'eau froide provoquant la cristallisation en aiguilles lors de son transfert pour enrober chaque noyau de glace en vue de l'obtention des flocons de neige.
17. Installation, selon la revendication 16, **caractérisée en ce qu'**elle comprend une batterie de divergents (33) disposée en aval de la phase de nucléation.
18. Installation selon la revendication 17, **caractérisée en ce qu'**elle comprend un diffuseur basse pression (30) et un diffuseur haute pression (31) permettant

l'expulsion vers l'extérieur desdits flocons de neige.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

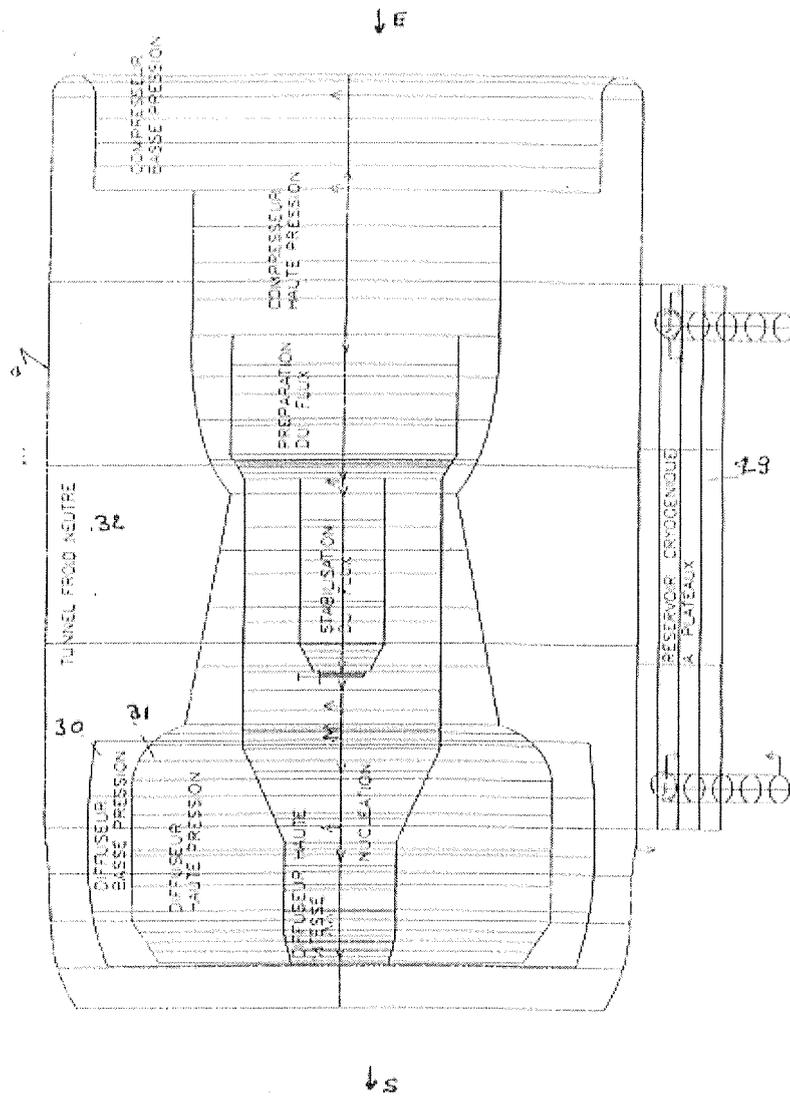
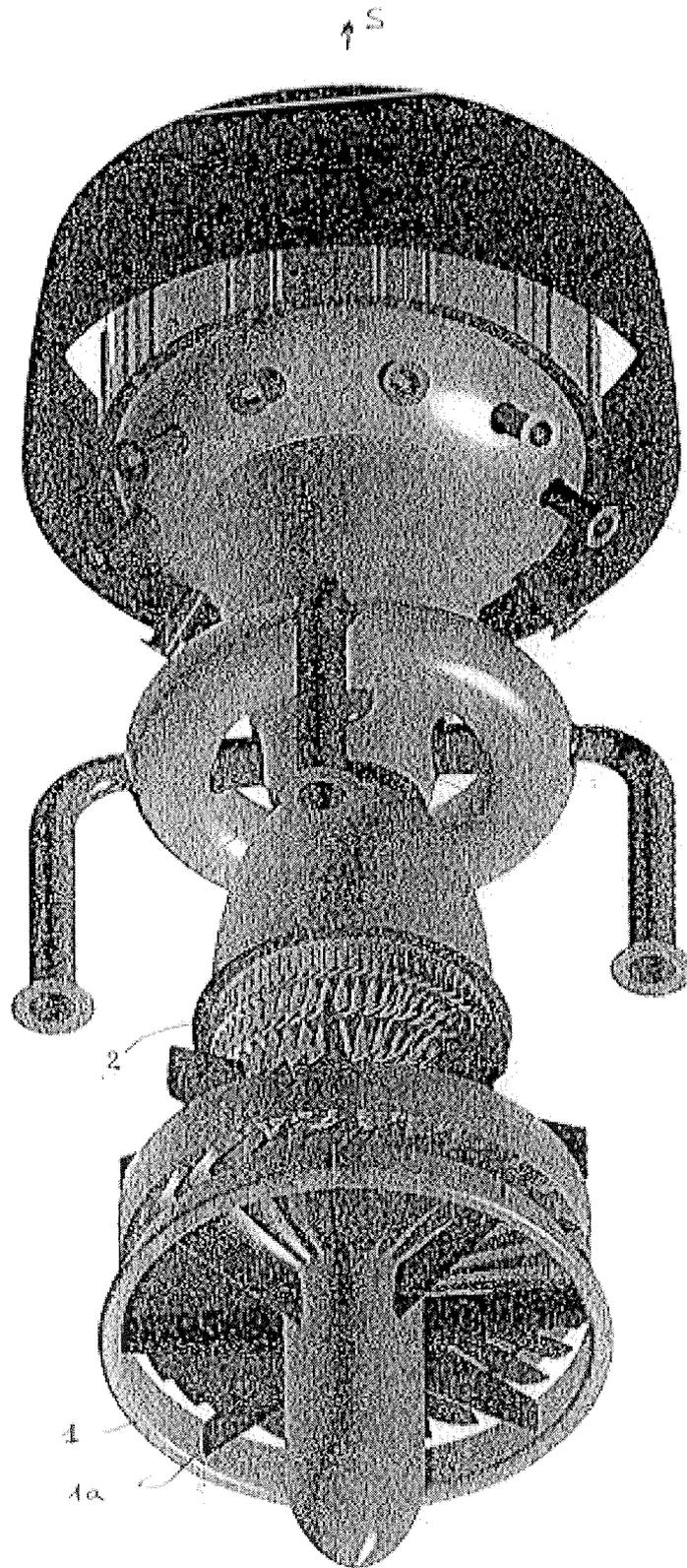


FIG 2



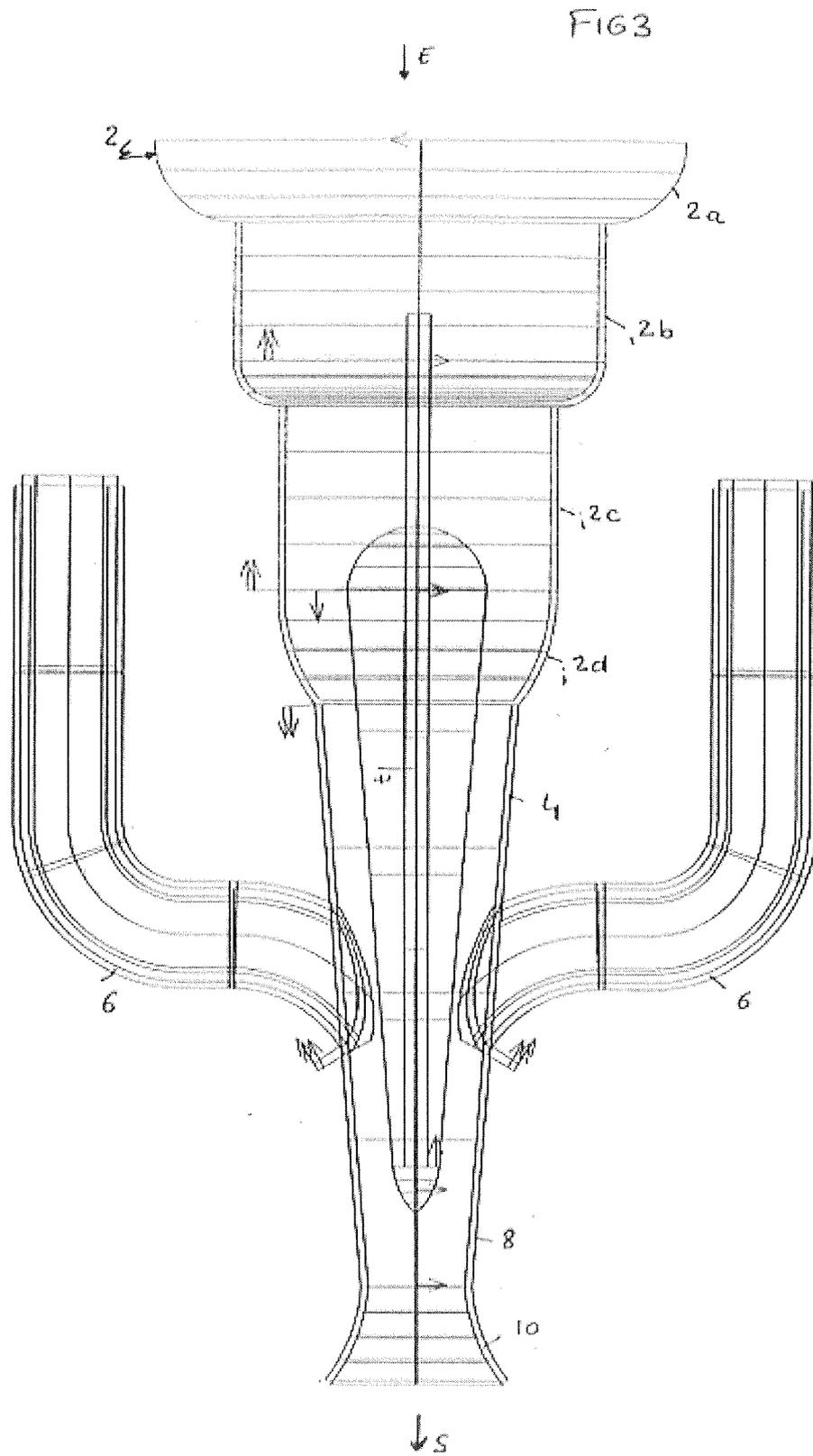


FIG 9

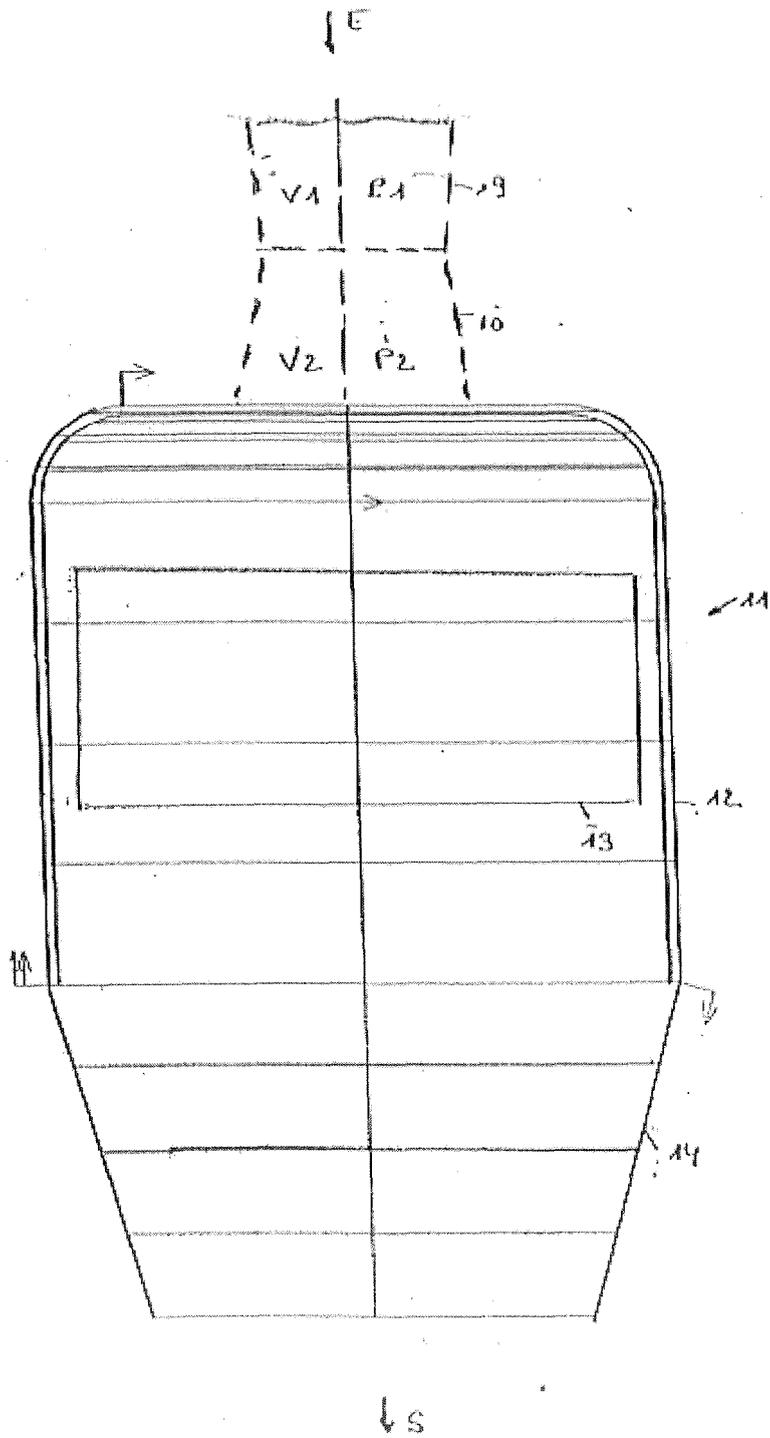


FIG 6

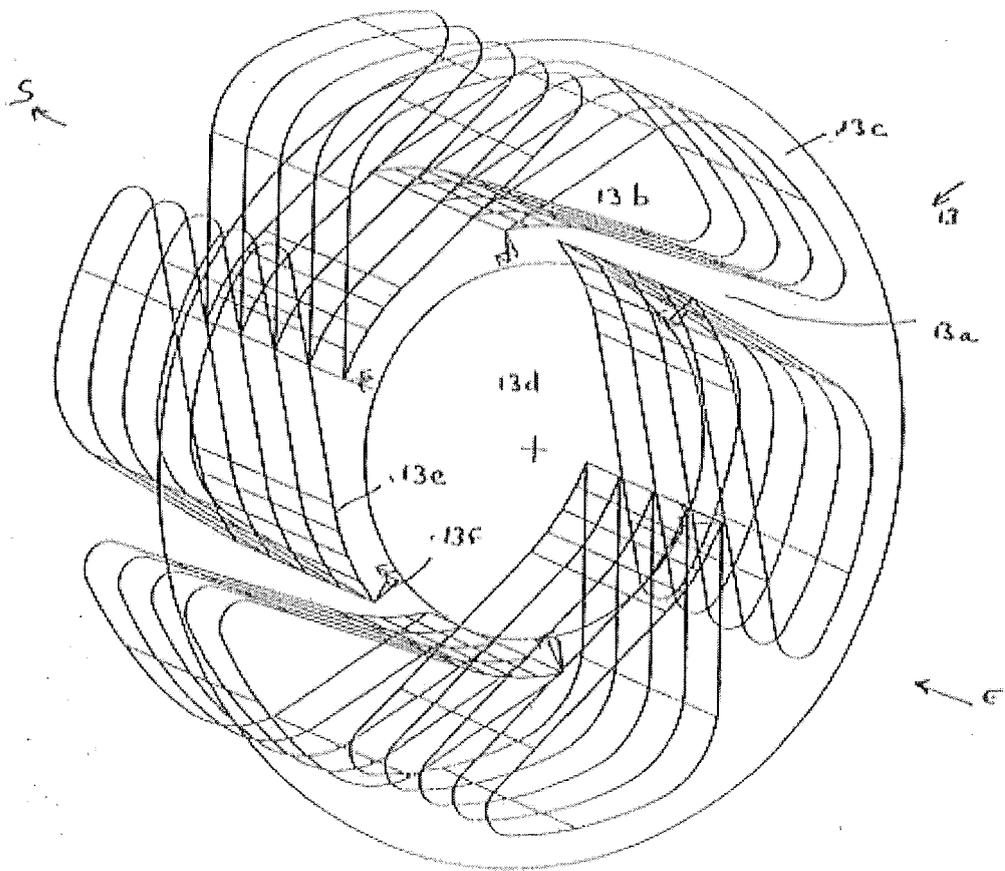


FIG 7

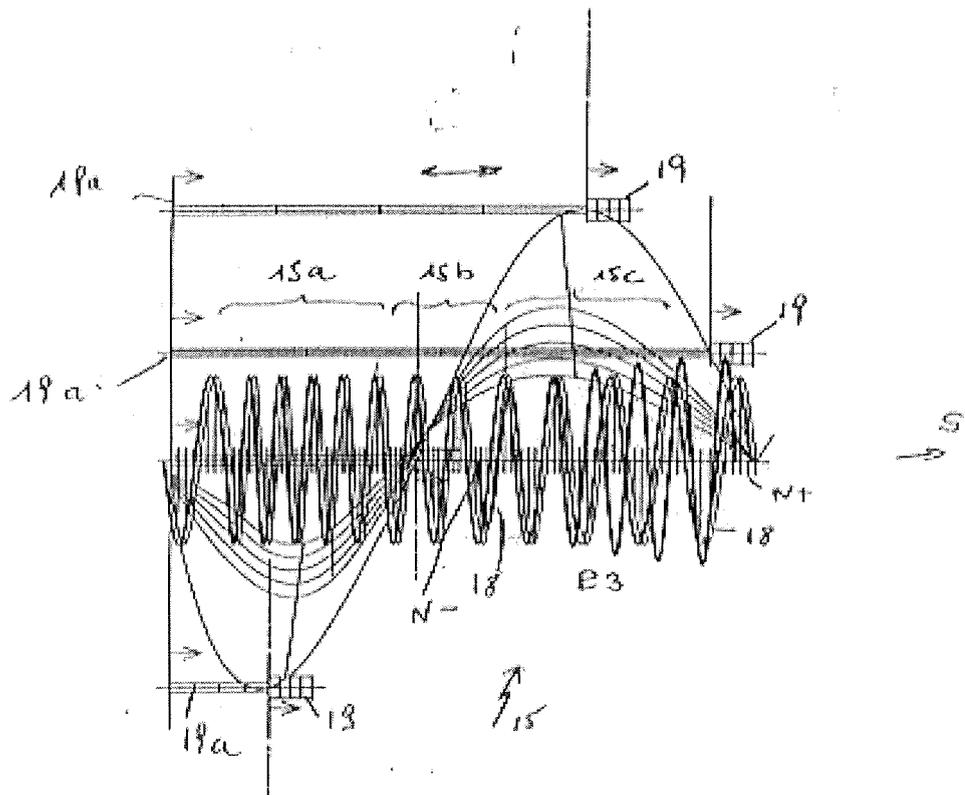


FIG 8

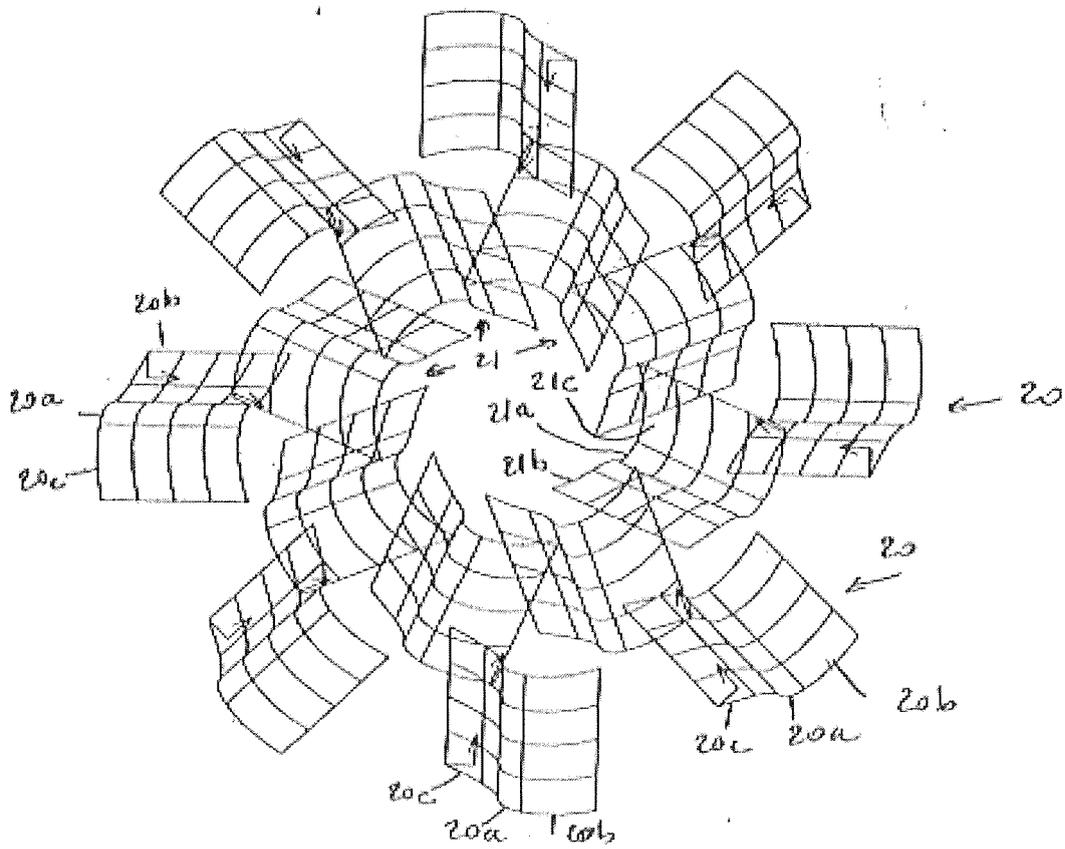


FIG 3

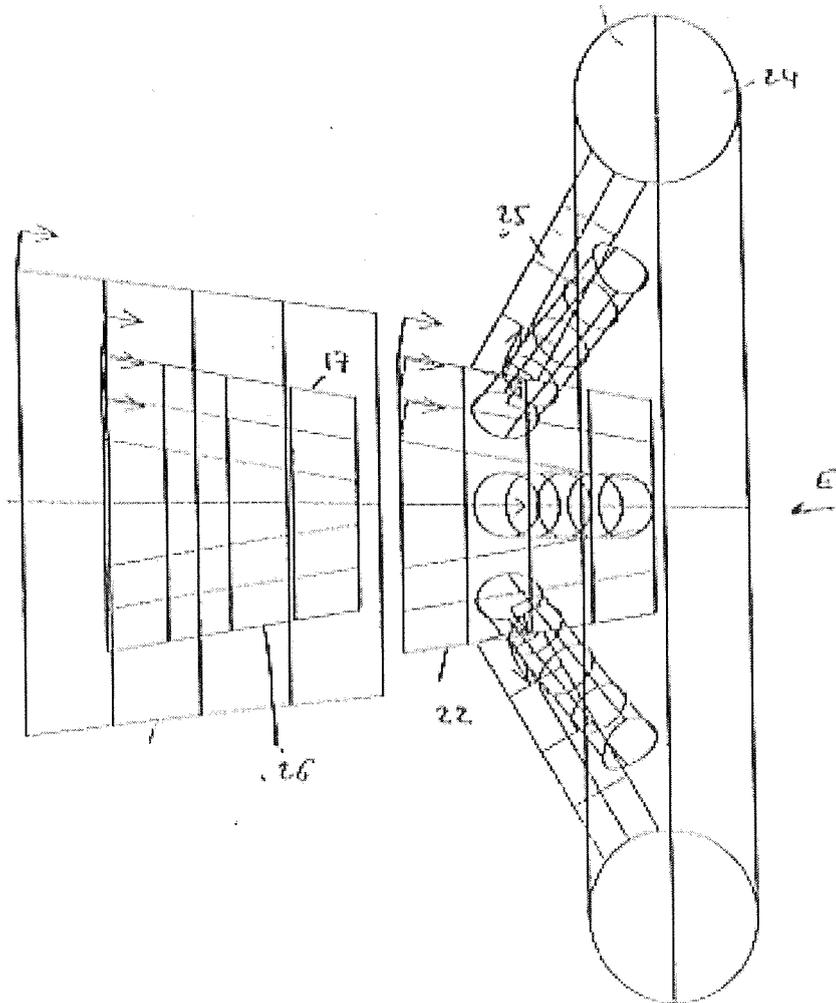


FIG 10

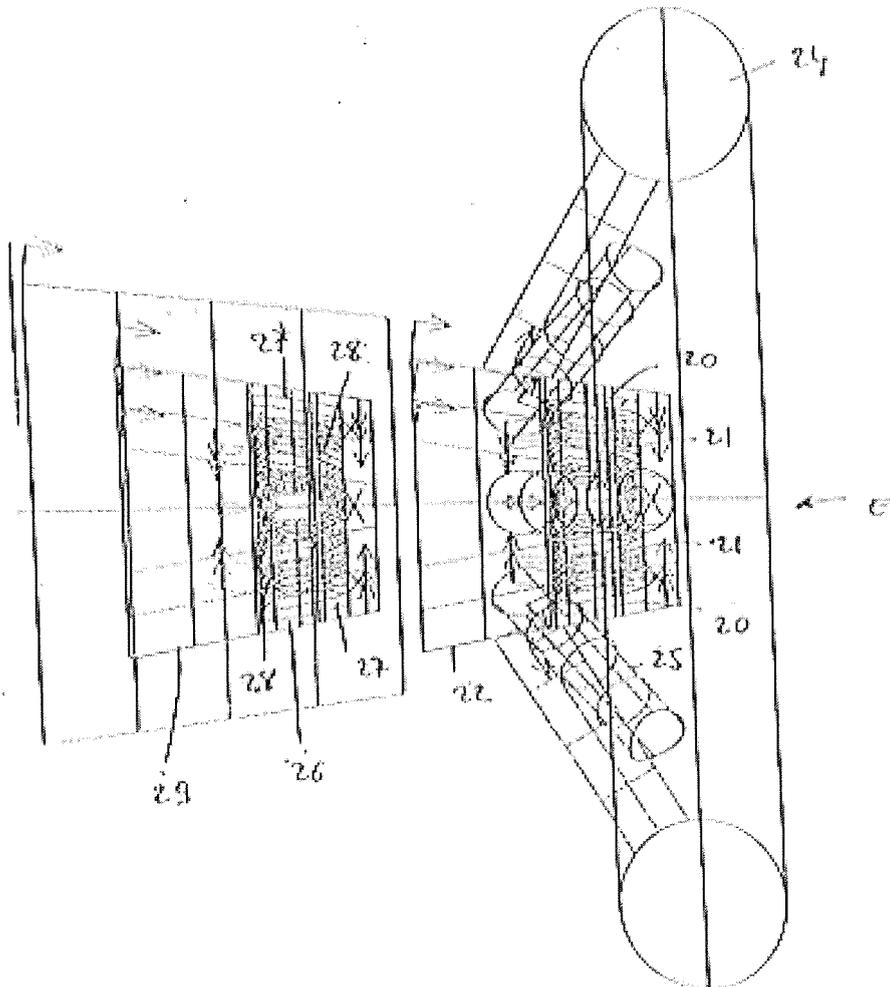


FIG 11

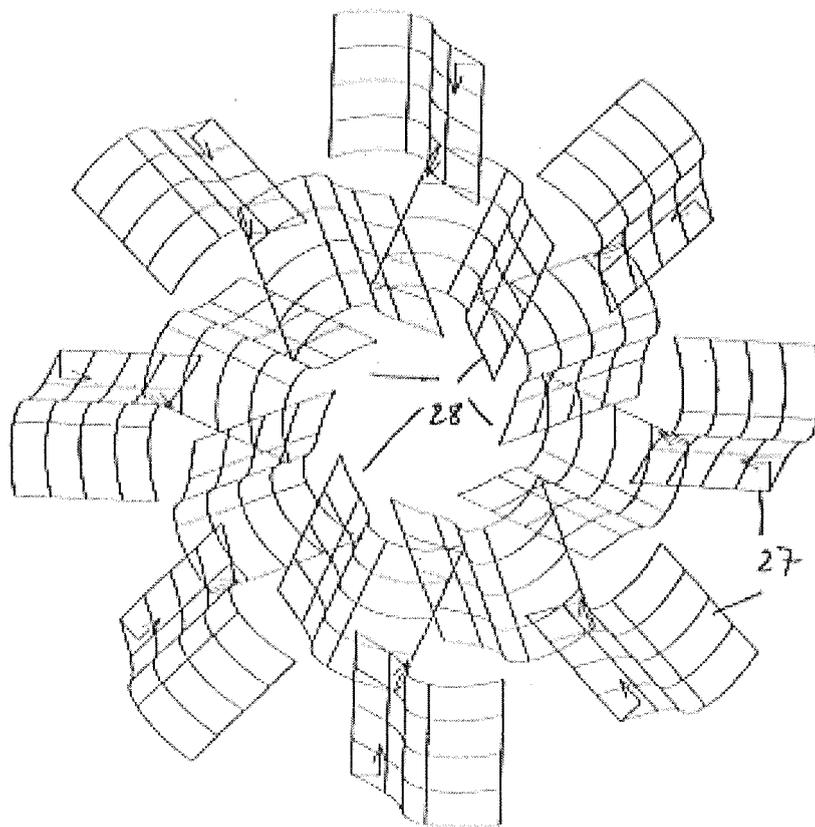


FIG 12

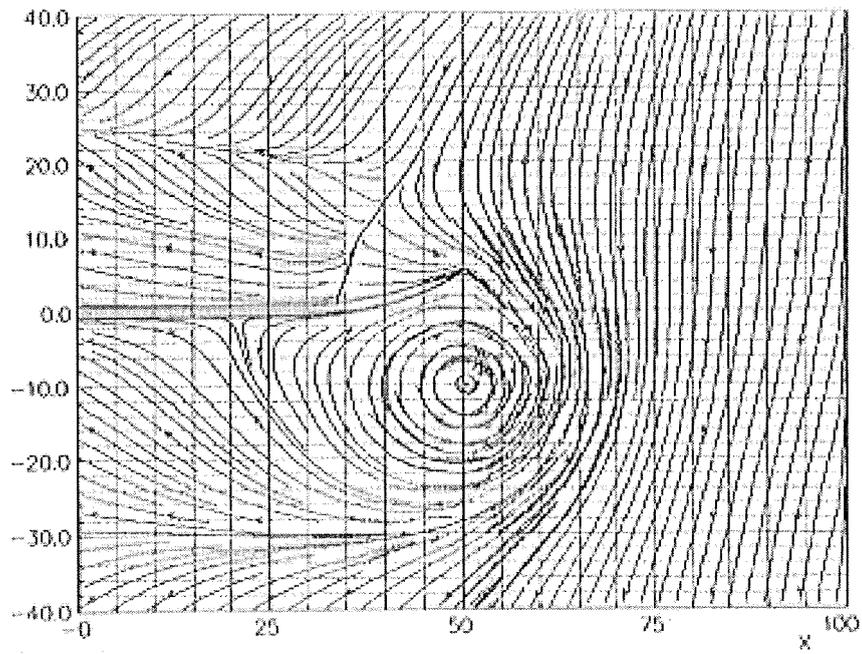


FIG 13

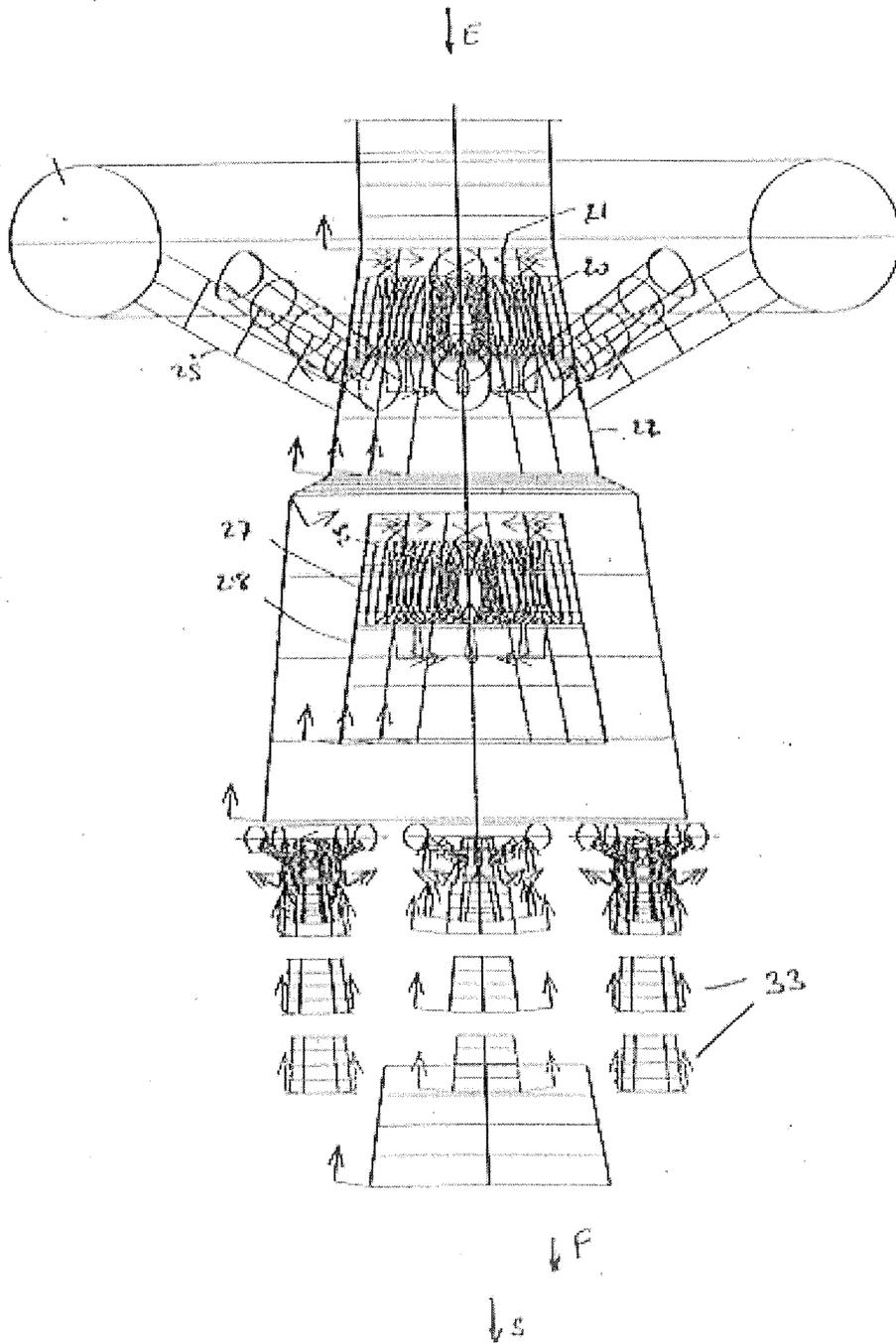


FIG 14

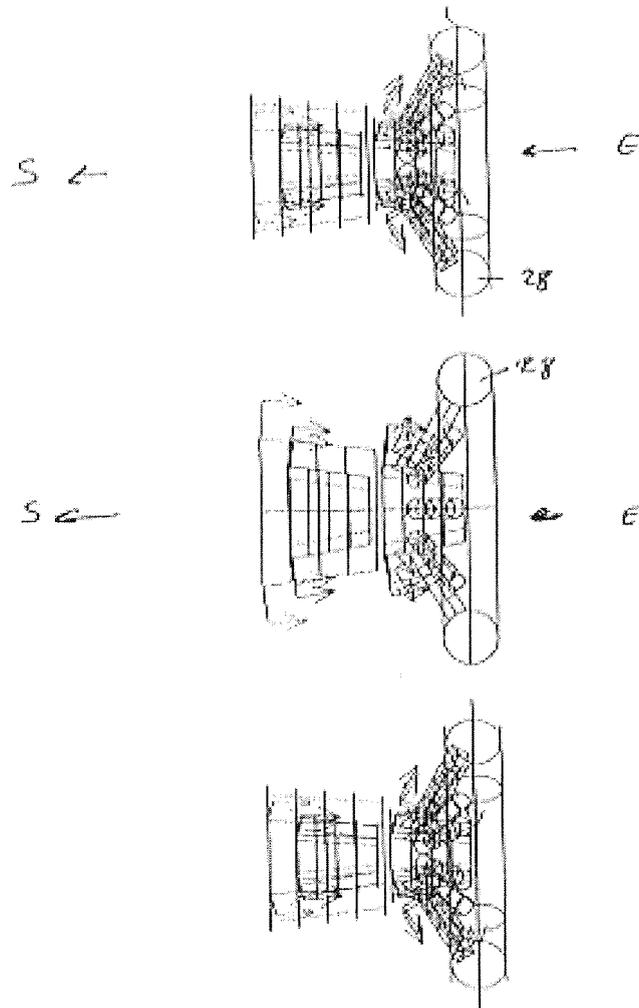


FIG 15

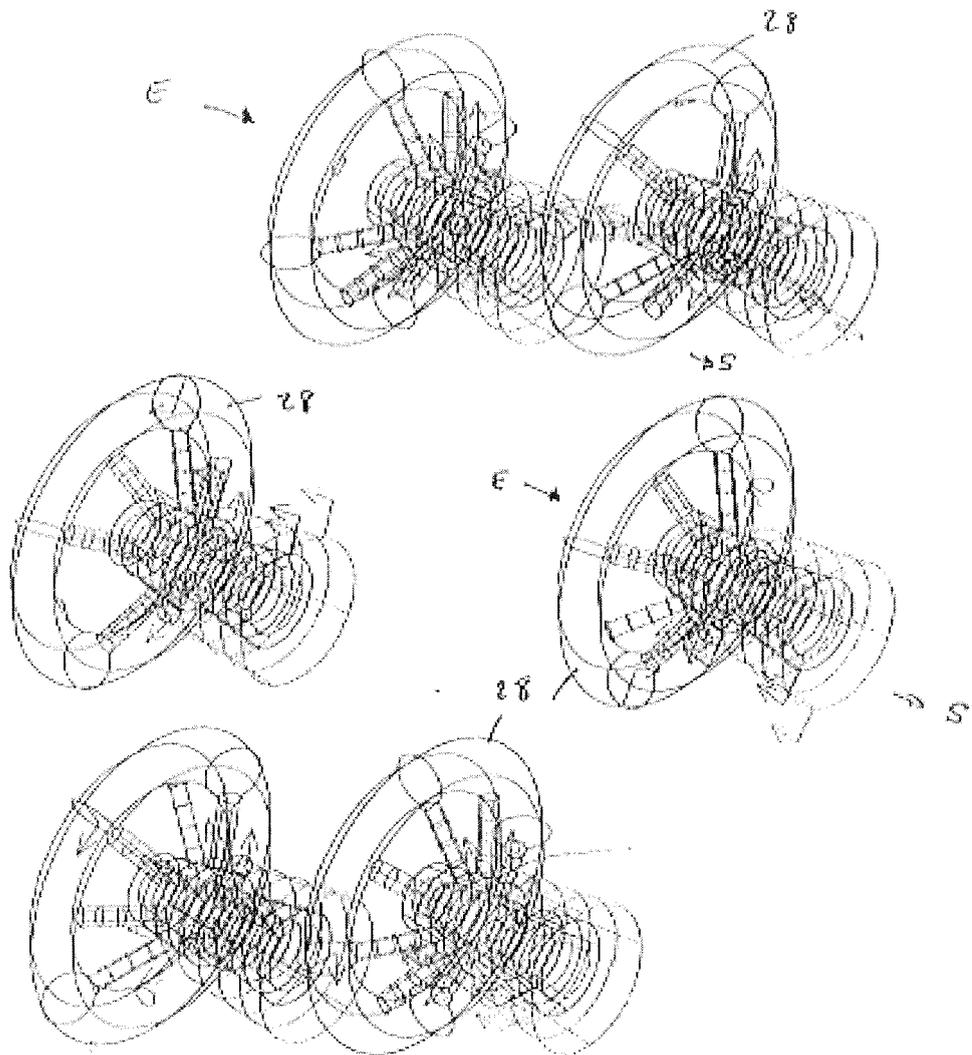
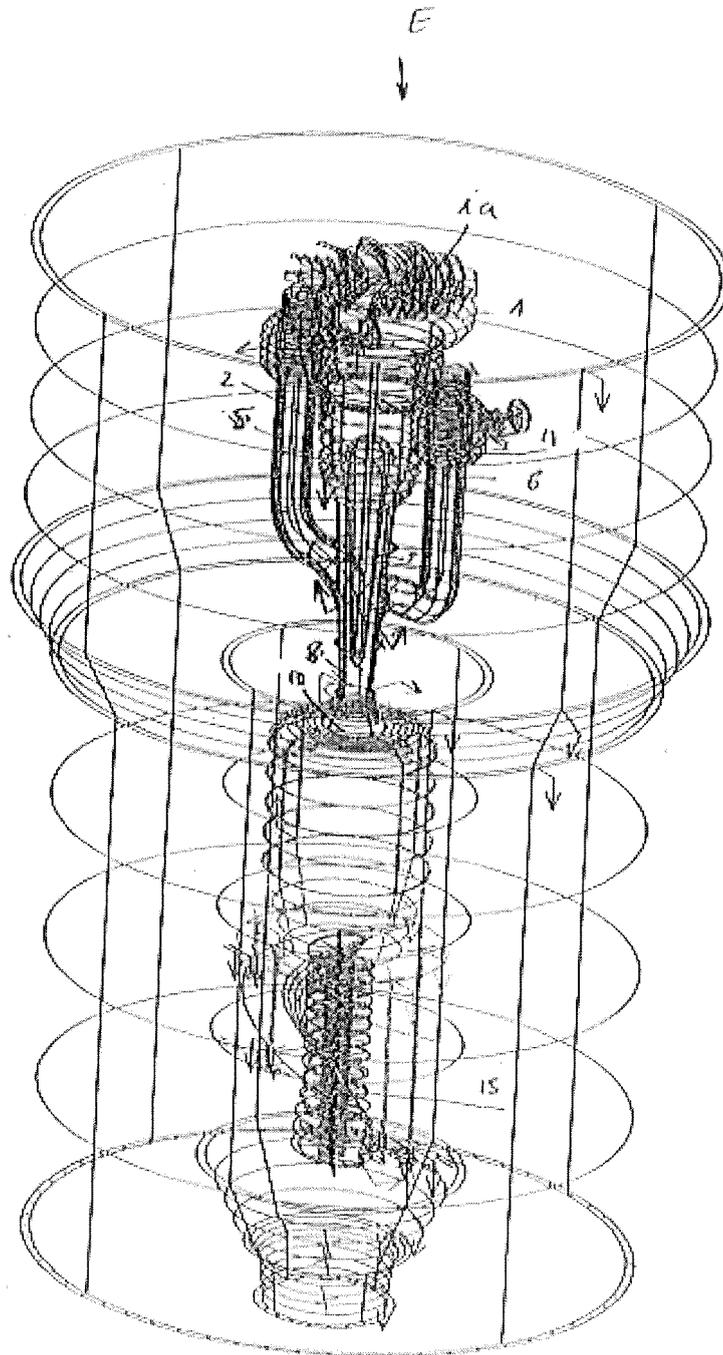


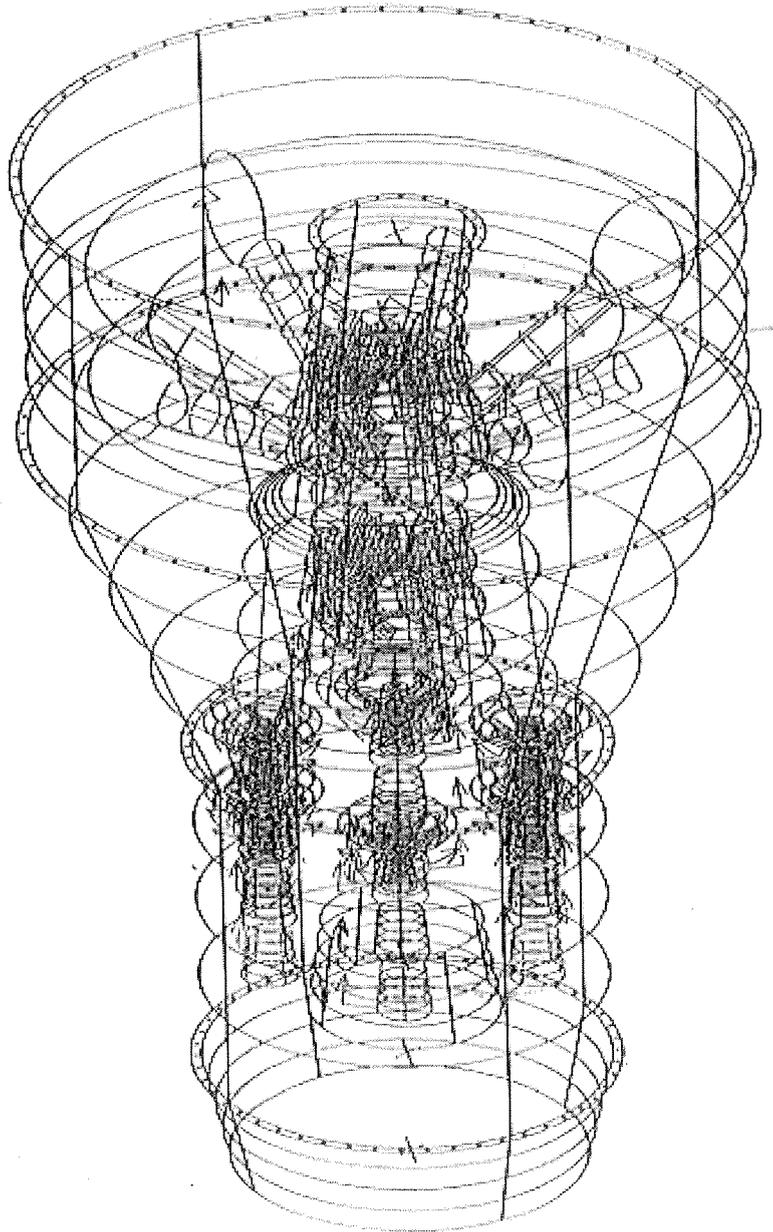
Fig 16



ds

FIG 17

E
↓



↓S

FIG 18

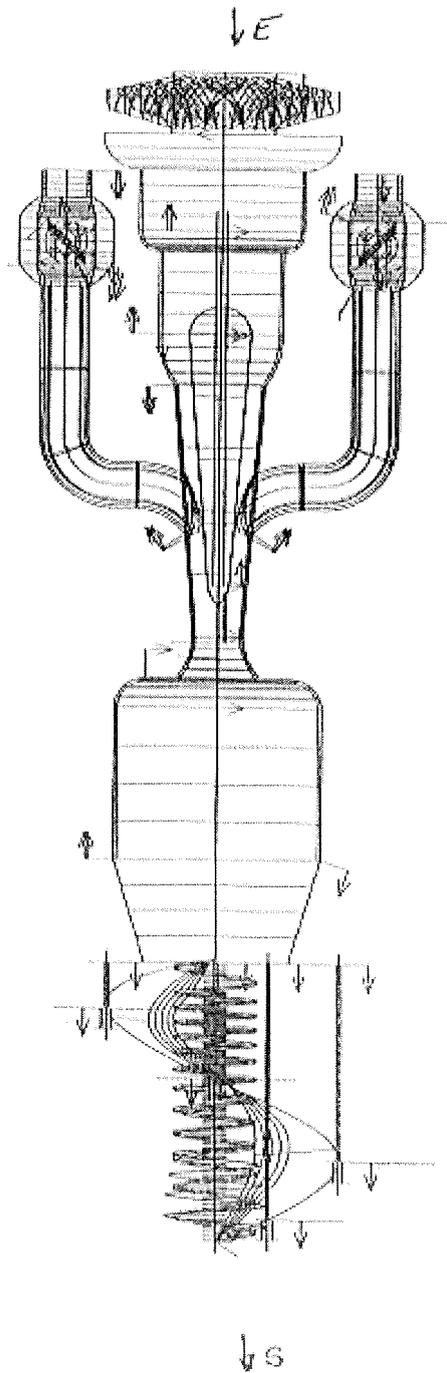
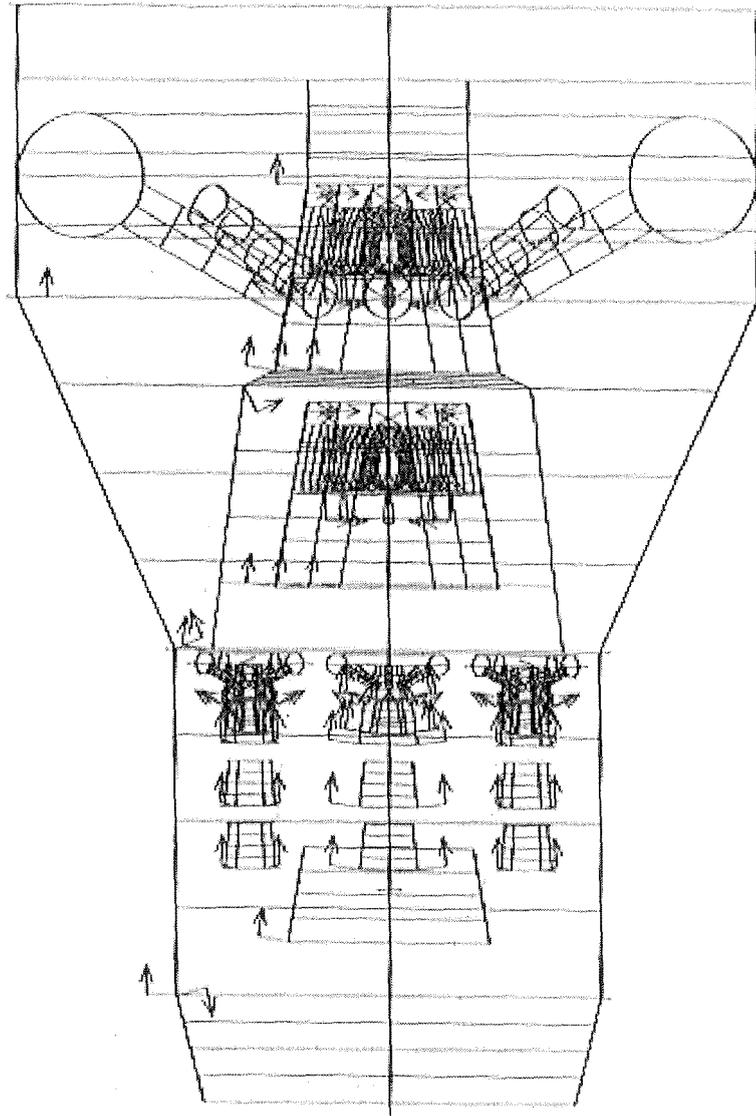


FIG 19

↓ E



↓ S



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
X	US 5 180 106 A (HANDFIELD ET AL) 19 janvier 1993 (1993-01-19) * colonne 4, ligne 4 - ligne 68 * -----	1	F25C3/04
A	US 5 810 249 A (NILSSON ET AL) 22 septembre 1998 (1998-09-22) * colonne 2, ligne 1 - ligne 24 * * colonne 3, ligne 66 - colonne 4, ligne 38 * -----	1-3	
A	US 5 836 513 A (SMITH ET AL) 17 novembre 1998 (1998-11-17) * colonne 5, ligne 46 - colonne 7, ligne 25 * -----		
A	US 3 606 971 A (EMMETT S. HARRISON ET AL) 21 septembre 1971 (1971-09-21) -----		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			F25C
3	Lieu de la recherche Munich	Date d'achèvement de la recherche 9 février 2005	Examineur Zanotti, L
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			

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

EP 04 30 0776

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.

09-02-2005

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5180106	A	19-01-1993	CA 2015259 A1	24-10-1991
			AT 404510 B	28-12-1998
			AT 84391 A	15-04-1998
			FR 2661737 A1	08-11-1991
			IT 1253239 B	11-07-1995

US 5810249	A	22-09-1998	SE 503381 C2	03-06-1996
			AT 175768 T	15-01-1999
			AU 2993395 A	09-04-1996
			CA 2195407 A1	28-03-1996
			DE 69507311 D1	25-02-1999
			DE 69507311 T2	24-06-1999
			EP 0782685 A1	09-07-1997
			JP 10512360 T	24-11-1998
			PL 319095 A1	21-07-1997
			SE 9403168 A	22-03-1996
			WO 9609505 A1	28-03-1996
SK 34097 A3	03-06-1998			

US 5836513	A	17-11-1998	AUCUN	

US 3606971	A	21-09-1971	AUCUN	

EPO FORM P0460

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