

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 30.03.10.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 07.10.11 Bulletin 11/40.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : ASTRIUM SAS Société par actions
simplifiée — FR.

⑦2 Inventeur(s) : FLEMIN CHRISTIAN et COQUARD
THYPHAINE.

⑦3 Titulaire(s) : ASTRIUM SAS Société par actions sim-
plifiée.

⑦4 Mandataire(s) : CABINET SCHMIT CHRETIEN.

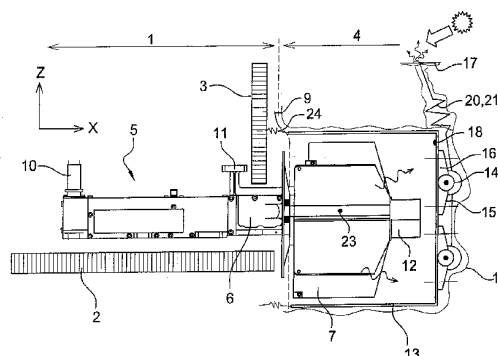
⑤4 DISPOSITIF DE CONTROLE THERMIQUE D'UN TUBE A COLLECTEUR RAYONNANT COMPORTANT UN
ECRAN, UNE BOUCLE FLUIDE ET UN RADIATEUR A HAUTE TEMPERATURE.

⑤7 Le dispositif de contrôle thermique pour un équipe-
ment dissipatif de chaleur par rayonnement, comporte:

- des premiers moyens, de captation d'au moins une
partie du rayonnement émis par l'équipement dissipatif
dans au moins une gamme de longueurs d'ondes prédéter-
minée du spectre infrarouge,
- des seconds moyens, d'émission de rayonnement
dans au moins une gamme de longueurs d'ondes,
- des moyens de transport de chaleur à distance entre
les premiers et les seconds moyens.

Application notamment au contrôle thermique pour un
tube à onde progressive du type à collecteur rayonnant, le-
dit tube comportant un collecteur dépassant à l'extérieur
des parois d'un véhicule destiné à évoluer dans un environ-
nement de vide poussé, le collecteur étant solidarisé à un
refroidisseur à ailettes.

L'invention vise également un procédé de pilotage du
dispositif.



L'invention relève du domaine du contrôle thermique. Elle concerne plus particulièrement le contrôle thermique actif d'un équipement en environnement spatial, et vise notamment une application dans le cas d'un satellite de télécommunications stabilisé sur trois axes, et doté de tubes à ondes progressives à collecteur rayonnant.

Contexte de l'invention et problème posé

Il est connu que l'un des problèmes des charges utiles de type électronique embarquées sur des satellites en environnement spatial est la dissipation de la chaleur produite par ladite charge utile.

En effet, dans le cas, par exemple, d'un satellite de télécommunications, la charge utile comporte fréquemment des tubes à ondes progressives ("TOP" ou "TWT" pour Traveling-Wave Tube, en langue anglaise), destinés à une amplification du signal à transmettre avec un très faible bruit de fond. Or ces tubes à ondes progressives dégagent une grande quantité de chaleur, qui doit être dissipée vers l'espace, pour éviter une élévation de chaleur de la charge utile mettant en danger son fonctionnement correct. Le collecteur de ces tubes à ondes progressives à collecteur rayonnant fonctionne fréquemment à une température d'environ 200°C, alors que le tube lui-même est porté à quelques dizaines de degrés C. A titre purement informatif, la chaleur dégagée sur un satellite de télécommunications actuel atteint plusieurs kilowatts, et il est clair que la capacité de dissipation thermique est alors un élément dimensionnant de la puissance de la charge utile.

On considère ici le cas de satellites de télécommunications stabilisés en attitude sur trois axes, c'est-à-dire pointant une direction fixe au cours du temps. C'est typiquement le cas de satellites géostationnaires. Il est alors classique de définir pour ces satellites des faces dites Terre et anti-Terre, orientées vers la Terre ou à l'opposé de celle-ci, et des faces Est et Ouest, perpendiculaires à cette direction de la Terre, et des faces Nord et Sud, perpendiculaire à l'axe des pôles terrestres, et donc peu éclairées par le soleil par comparaison aux autres faces du satellite.

On définit pour la suite de la description le cas "chaud" comme la situation dans laquelle un tube rayonnant est soumis au rayonnement solaire. Au contraire, on définit le cas "froid" comme le cas où le collecteur rayonnant est dans l'ombre

du satellite. On comprend que la différence de température entre ces deux cas se chiffre en dizaines de degrés.

Comme on le sait, la dissipation de chaleur ne peut, dans l'environnement spatial, être obtenue que par rayonnement. Divers dispositifs de dissipation de chaleur vers l'espace ont alors été envisagés pour les charges utiles de ces satellites stabilisés.

Parmi ceux-ci, le document brevet EP 0 376 827 (Thomson CSF 1988) décrit un tube à ondes progressives dont le collecteur transmet par conduction sa chaleur à un refroidisseur à ailettes situé sur la surface externe du satellite.

De même, le document brevet US 5 862 462 (Space Systems / Loral 1996) décrit un système de refroidissement de tubes à ondes progressives mettant en œuvre des collecteurs rayonnants vers l'espace par l'intermédiaire d'un refroidisseur à ailettes.

Ce principe du tube à collecteur rayonnant (TCR), connu en soi, est illustré de façon schématique sur la figure 1. Cette figure met en évidence la zone interne 1 au satellite, délimitée de façon simplifiée par un plancher 2 (qui est de fait une face Nord ou Sud du satellite) et une paroi 3, laquelle est par exemple orientée Est ou Ouest par rapport au soleil. Dans cette zone interne 1, la dissipation de chaleur se fait principalement par conduction. Au contraire, dans la zone externe 4 au satellite, la dissipation de chaleur se fait par rayonnement.

Le satellite comporte un ensemble de tubes à onde progressive 5, de type connu en soi. Chaque tube à ondes progressives 5 comporte une entrée 10 de signal à amplifier, une sortie 11 de signal amplifié, ainsi qu'un collecteur 6, qui traverse une paroi 3 du satellite et supporte un radiateur à ailettes 7, disposé à l'extérieur du satellite. Les ailettes, typiquement au nombre de huit, sont de longueur égale et s'inscrivent dans un cercle.

Une protection isolante multicouche 9 enveloppe et isole le satellite, réduisant l'entrée de rayonnement solaire ou de rayonnement généré par le radiateur à ailettes dans le satellite.

Le rôle du radiateur à ailettes 7 est de rayonner environ 60% de la chaleur produite par le Tube à Ondes Progressives vers l'espace servant de source froide, ce ratio dépendant du mode de fonctionnement du tube. Dans ce but, dans le présent exemple de mise en œuvre, le radiateur à ailettes 7 reçoit par exemple un

traitement de surface par anodisation sulfurique, de manière à lui conférer une émissivité ε minimale de 0.8 et des valeurs typiques d'absorptivité solaire en début de vie $\alpha_{\text{BOL}}=0.45$ et en fin de vie $\alpha_{\text{EOL}}=0.7$.

Le reste de la chaleur, soit environ 40%, est dissipé dans la paroi soutenant le tube. En sens inverse, le radiateur à ailettes 7 reçoit un rayonnement émis par le soleil ou une autre source de rayonnement externe, et le transmet par conduction au collecteur 6 du tube à ondes progressives 5.

Un tel dispositif est nommé tube à collecteur rayonnant (en langue anglaise RCTWT de Radiatively Cooled Traveling-Wave Tube). De tels dispositifs sont classiquement installés sur les arêtes proches des faces Nord et Sud, de manière à ce que les collecteurs rayonnants disposent d'un angle de rayonnement le plus grand possible, dans une zone peu éclairée par le soleil. Cependant, on comprend que, lorsque une série de ces tubes à collecteur rayonnant 5 sont disposés côte à côte, les radiateurs à ailettes 7 des tubes 5 situés entre d'autres tubes voient leur zone de rayonnement vers l'espace masqué par les radiateurs à ailettes 7 qui les entourent, ce qui réduit leur efficacité.

De même, du fait de la puissance rayonnée, l'espacement entre les refroidisseurs à ailettes doit éventuellement être augmenté, ce qui implique d'augmenter le pas entre les tubes à ondes progressives au sein de la charge utile. Or il est souhaitable, pour des raisons de performances de la charge utile, de réduire autant que faire se peut la longueur des guides d'ondes entre les antennes réceptrices, et les tubes à ondes progressives 5. Il est donc parfois nécessaire de disposer des tubes au milieu d'une face, ce qui est réduit naturellement la capacité de refroidissement du collecteur rayonnant, particulièrement s'il s'agit d'une face autre que Nord ou Sud.

Que ce soit pour des raisons de proximité des tubes ou de tubes dont les collecteurs sont disposés sur une face exposée au rayonnement solaire, certains des collecteurs rayonnant voient, dans les conditions les pires, leur température s'élever jusqu'à environ 220 °C. Une telle température est susceptible de provoquer des dommages au niveau des matériaux composant le collecteur, et par exemple au niveau de la tête 12 du collecteur ("potting" en langue anglaise), qui solidarise les ailettes au collecteur par l'intermédiaire d'une colle. A température trop élevée, le tube associé risque la destruction. Ce problème de

réduction de la température maximale des collecteurs rayonnants est donc critique.

On connaît également, par la demande de brevet EP 0 857 650 (Aérospatiale
5 1997), des dispositifs de contrôle thermique d'un satellite géostationnaire stabilisé sur trois axes, par couplage thermique entre deux faces, notamment Nord et Sud, du satellite. Dans ce dispositif, la face, nord ou sud, exposée au soleil à un instant donné transmet une partie de sa chaleur à la face opposée, capable de rayonner plus de chaleur vers l'espace à cet instant. Ce dispositif fait appel à un circuit de
10 fluide caloporteur, qui transporte la chaleur lors de changements de phase. Un tel dispositif est mécaniquement complexe et volumineux, ce qui pose une contrainte supplémentaire d'ingénierie du satellite.

Un autre document brevet EP 1 495 964 (Alcatel 2003) décrit des tubes à
15 ondes progressives à deux étages conductifs, le second étage étant à haute température, disposé à l'intérieur d'un "logement" et couplé conductivement à d'autres tubes ainsi qu'à une surface de l'enceinte rayonnant vers l'espace. Le réceptacle radiatif est préférentiellement solidarisé aux collecteurs : le réceptacle radiatif est en fait couplé conductivement à l'aide de moyen de répartition de
20 chaleur en interposant un joint conducteur thermique. Les tubes utilisés dans cette invention transfèrent leur chaleur à d'autres dispositifs de façon conductive. Cette solution présente encore une certaine complexité de mise en œuvre.

On comprend que, pour cette application de dissipation de chaleur en
25 ambiance spatiale, les dispositifs cités sont soit complexes soit insuffisamment efficaces, ce qui entraîne des limitations dans la puissance dissipable.

Les solutions évoquées entraînent des contraintes d'accommodation fortes, des impacts sur les performances RF et sur la masse de la charge utile envisageable (car une augmentation des longueurs des guides d'onde est
30 nécessaire si tous les tubes doivent être implantés sur les arêtes Est/Ouest du Module de Communication Télécom) : la température des radiateurs des tubes à collecteur rayonnant est critique en cas chaud, et il n'y a pas de paramètre d'ajustement autre que le pas entre les tubes, qui est figé en début de programme. De plus, il n'est pas possible de compenser la fuite radiative vers l'espace lorsque

le tube est en mode "No drive" c'est-à-dire sans alimentation en signal RF ou inactif (augmentation du bilan de réchauffage du satellite).

5 Un second problème est posé par la nécessité de simuler au sol, préalablement au lancement d'un satellite, le fonctionnement de la charge utile, dans des conditions aussi proches de l'environnement spatial que possibles. La charge utile devrait en théorie pouvoir être testée en ambiance de vide, avec une dissipation de chaleur par rayonnement et une simulation de rayonnement solaire.

10 Pour réguler en température des équipements dissipatifs sur les charges utiles Télécom (par exemple des antennes actives, et des sources d'antennes), on utilise notamment des charges à eau. La mise en place de ces charges à eau est très contraignante. Elle implique en effet l'implantation d'un échangeur dans le caisson et quelque fois à l'intérieur du satellite (risque de fuites et dégazage). Il est également nécessaire d'implanter un contrôle thermique sur les tuyaux
15 d'alimentation en eau (matelas isolant multicouche et lignes de réchauffage) pour éviter que l'eau gèle. Le système d'alimentation se révèle complexe (régulation du débit et de la température de l'eau). La configuration de test est donc complexe et sa mise en œuvre lourde.

Par contre, à l'heure actuelle, il n'existe aucun dispositif pour contrôler et
20 monter la température des radiateurs des tubes à collecteur rayonnant en cours de test vers les objectifs visés. Par ailleurs, la durée de mise en place et le coût d'un essai en ambiance de vide sont tels qu'un problème en essai doit être autant que possible évité.

Enfin, en l'absence de moyen adéquat de simulation de flux solaire, les tubes
25 à collecteur rayonnant sont testés en dessous de leur valeur de fonctionnement nominale : en effet, en l'absence de flux solaire, la température du radiateur est environ 50°C plus froide que la prédiction vol et on est très loin de l'objectif du test (soit typiquement au dessus de la prédiction en vol).

30 Cette absence de solution permettant un test adéquat au sol est préjudiciable à une validation de la conception de la charge utile selon les exigences du client, et peut amener à l'apparition de problèmes imprévus en vol.

Objectifs de l'invention

La présente invention a donc pour objet de remédier aux inconvénients précités en proposant un nouveau dispositif de refroidissement de charge utile de satellite, utilisable tant en vol spatial que durant les tests au sol.

- 5 Selon un second objectif de l'invention, celle-ci est peu onéreuse à mettre en œuvre et mécaniquement simple.

Exposé de l'invention

10 L'invention vise en premier lieu un dispositif de contrôle thermique pour un équipement dissipatif de chaleur par rayonnement, comportant :

- des premiers moyens, de captation d'au moins une partie du rayonnement émis par l'équipement dissipatif dans au moins une gamme de longueurs d'ondes prédéterminée du spectre infrarouge,
- des seconds moyens, d'émission de rayonnement dans au moins une
15 gamme de longueurs d'ondes,
- des moyens de transport de chaleur à distance entre les premiers et les
20 seconds moyens.

20 Selon une mise en œuvre préférée, les premiers moyens comportent un écran collecteur disposé autour d'au moins une partie de l'angle solide de rayonnement de l'équipement dissipatif.

25 L'écran collecteur est alors avantageusement réalisé dans un matériau très conducteur de la chaleur, et reçoit un traitement de surface de manière à lui conférer une absorptivité la plus grande possible dans le domaine infrarouge.

25 Selon un mode de réalisation préféré, l'écran collecteur est lié conductivement à au moins une boucle fluide haute température au niveau d'au moins un évaporateur.

30 Dans ce cas, avantageusement, la liaison entre l'écran collecteur et un évaporateur est réalisée par l'intermédiaire d'un joint hautement conducteur et d'une pièce d'interface assurant la conductivité thermique.

Le joint hautement conducteur est alors, par exemple, conformé en feuille ou plaque mince, et est de type composé de graphite pratiquement pur.

Selon un mode de réalisation préféré, le condenseur de chaque boucle fluide est également couplé conductivement à un radiateur haute température distant, à laquelle elle est reliée par une ligne de vapeur et une ligne de retour de fluide, qui aboutit à un réservoir de fluide relié à nouveau à l'évaporateur.

On comprend que l'évaporateur reçoit la chaleur par conduction dans et produit de la vapeur. Cette vapeur produite est propulsée par la ligne vapeur vers le condenseur qui est couplé conductivement à un radiateur haute température distant. Cette vapeur se liquéfie en restituant la chaleur absorbée lors de la vaporisation. Après liquéfaction totale, le fluide sous refroidi revient par la ligne de retour vers le réservoir de fluide qui est relié à l'évaporateur.

Dans une mise en œuvre avantageuse, au moins un ensemble formé par un écran collecteur, une boucle fluide haute température, incluant notamment un évaporateur, une ligne de vapeur, une ligne de retour de fluide, et un réservoir de fluide, comporte des moyens d'isolation radiative sur sa face opposée à l'équipement dissipatif.

Préférentiellement, le radiateur à haute température présente une émissivité dans le domaine infrarouge supérieure à 0.8.

Par ailleurs, le radiateur à haute température présente avantageusement une absorptivité solaire en début de vie inférieure à 0.2, et une absorptivité solaire en fin de vie inférieure à 0.3.

Dans un mode particulier de réalisation du dispositif, la capacité de réjection du radiateur haute température est supérieure ou égale à 900 W/m^2 à 110°C .

Dans un mode encore plus particulier,

- la capacité de transport de la boucle fluide est supérieure ou égale à 500 Watts sur cinq mètres,

- la conductance minimum à l'évaporation est de 50 W/K ,

- la plage de température opérationnelle de la boucle fluide va de $+50^\circ\text{C}$ à $+150^\circ\text{C}$,

- la plage de température de la boucle fluide non opérationnelle va de -40°C à $+150^\circ\text{C}$.

Selon une disposition avantageuse, le dispositif comporte un moyen de réchauffage sur le réservoir de fluide de la boucle fluide afin de permettre la

régulation ou l'inhibition de celle-ci.

Selon une disposition avantageuse, le dispositif comporte des capteurs de paramètres d'environnement incluant notamment : sondes de température et capteur photovoltaïque sur l'écran collecteur, sonde de température sur le radiateur du tube à collecteur rayonnant, sur le radiateur à haute température, sur l'évaporateur et le réservoir de fluide de la boucle fluide.

Dans un mode particulier de mise en œuvre, l'équipement dissipatif est un tube à onde progressive du type à collecteur rayonnant, ledit tube comportant un collecteur dépassant à l'extérieur des parois d'un engin placé dans un environnement de vide poussé, le collecteur étant solidarisé à un refroidisseur rayonnant vers l'extérieur de l'engin.

Selon une disposition avantageuse, dans ce cas, l'écran collecteur présente cinq faces et est de forme globalement parallélépipédique.

Dans le cas d'un écran collecteur commun à plusieurs tubes à collecteurs rayonnants, l'écran collecteur prend avantageusement la forme d'une pièce unique complexe, configurée sensiblement en casier, constitué d'alvéoles de forme cubique ou circulaire.

Alternativement, l'écran collecteur comprend un ensemble de plusieurs alvéoles ou boîtes à cinq faces, couplées conductivement entre elles.

Dans ce cas, favorablement, le couplage conductif des boîtes ou alvéoles est réalisé par la pièce d'interface de la boucle fluide haute température.

L'invention vise sous un autre aspect un satellite, comportant un dispositif de contrôle thermique tel qu'exposé.

Selon une mise en œuvre avantageuse dans ce cas, le radiateur haute température est disposé sur une face du satellite peu soumise au rayonnement solaire.

L'invention vise sous un autre aspect un procédé de pilotage d'un dispositif de contrôle thermique tel qu'exposé, comportant une étape, en cas froid, lorsque l'équipement dissipatif n'est pas opérationnel, et lorsque sa température descend au dessous d'une valeur seuil prédéterminée, de réchauffage du réservoir de

fluide, de manière à inhiber la fonction de transfert de chaleur par la boucle fluide LHP.

Avantageusement, le procédé comporte également une étape de détermination de cas chaud ou froid par relevé de mesures de températures de l'écran collecteur et comparaison de ces valeurs à au moins un seuil prédéterminé.

Selon une autre disposition, éventuellement utilisé en conjonction avec les précédentes, le procédé comporte une étape, lorsque l'équipement dissipatif est opérationnel, de pilotage du réchauffage du réservoir de fluide, de manière à contrôler le transfert de chaleur dudit équipement dissipatif vers le radiateur haute température, selon la température de l'écran collecteur et des objectifs prédéterminés.

Brève description des figures

Les buts et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description et des dessins d'un mode particulier de réalisation, donné à titre d'exemple non limitatif, et pour lequel les dessins représentent :

- figure 1 (déjà citée) : un schéma de principe d'un tube à collecteur rayonnant,
- figure 2 : le principe de fonctionnement de la boucle fluide et ses principaux éléments,
- figure 3 : le principe du contrôle thermique de tubes radiatifs (RCTWT) à l'aide d'un collecteur radiatif, une boucle fluide et un radiateur à haute température (application "vol"),
- figure 4 : le principe du contrôle thermique de tubes radiatifs (RCTWT) à l'aide d'un collecteur radiatif, une boucle fluide et un radiateur à haute température (application "sol"),
- figure 5 : un exemple de contrôle thermique de plusieurs tubes à collecteur rayonnant à l'aide d'un écran collecteur à alvéoles, en vue parallèle à l'axe des tubes à collecteurs rayonnants.

Description détaillée d'un mode de réalisation de l'invention

L'invention trouve sa place au sein d'un engin spatial, dans le présent

exemple nullement limitatif un satellite en orbite autour de la Terre. On considère ici un satellite de télécommunications en orbite géostationnaire stabilisé sur trois axes. Il reste cependant clair que l'invention s'applique également à tout autre type de support placé dans le vide et destiné à dissiper sa chaleur purement par rayonnement.

On définit pour la suite de la description le terme de spectre infrarouge par la bande de longueurs d'ondes comprise approximativement entre 780 nm et 100 μ m.

De même, on, définit le terme de spectre solaire par la bande de longueurs d'ondes comprise sensiblement entre 10nm et 780 nm (spectre ultraviolet et spectre visible), bande dans laquelle est émis le maximum d'énergie par le soleil. L'énergie contenue dans le spectre solaire est principalement concentrée dans le domaine visible.

Par référence à la figure 1, on choisit un axe dit vertical Z, perpendiculaire aux faces Nord et Sud du satellite, et un axe longitudinal X, perpendiculaire aux faces Est et Ouest du satellite. Un axe transversal Y, perpendiculaire aux deux autres, complète ce repère.

Les figures 2 et 3 illustrent alors, de façon schématique, une mise en œuvre non limitative du dispositif de contrôle thermique selon l'invention.

On reconnaît sur cette figure, par analogie à la figure 1 représentative de l'art antérieur, les divers éléments, évoqués plus haut, qui composent un tube à collecteur rayonnant 5, de type connu en soi.

Les dimensions et matériaux des éléments de ce tube à collecteur rayonnant sortent du cadre de la présente invention et ne sont donc pas détaillés plus avant ici.

Contrairement à l'art antérieur, le dispositif de contrôle thermique, tel que décrit dans le présent exemple nullement limitatif, comporte en premier lieu un écran collecteur 13, disposé autour du radiateur à ailettes 7 d'un collecteur rayonnant 6, ou d'une série de radiateurs 7 de collecteurs rayonnants 6 juxtaposés.

L'écran collecteur 13 est ainsi disposé entre un (ou plusieurs) radiateur à ailettes 7 et l'espace, de manière à former une "boîte noire", de telle sorte que tout rayonnement infrarouge émis vers l'espace par un radiateur à ailettes 7, enveloppé par ledit écran collecteur 13, vient nécessairement traverser ledit écran

13. La fonction de cet écran collecteur 13 est donc de servir de collecteur radiatif dans le domaine infrarouge.

Cet écran collecteur 13 présente ici cinq faces, et est, dans le présent exemple nullement limitatif, de forme globalement parallélépipédique. Il est
5 disposé de telle sorte que ses faces sont sensiblement parallèles aux faces du satellite et que ses faces perpendiculaires à la paroi du satellite dont émerge le collecteur 6 viennent affleurer la protection isolante multicouche 9. Une distance de un à quelques centimètres est ménagée entre les faces de l'écran collecteur 13 et les ailettes ou la tête 12 du radiateur à ailettes 7.

10

Mise en œuvre "Vol"

Dans une première variante, dite "vol", du dispositif (lorsque le dispositif est installé sur un satellite placé ultérieurement en orbite terrestre), l'écran collecteur 13 est destiné à être emmené en orbite avec le satellite, et doit donc être
15 compatible avec l'environnement spatial. Ses caractéristiques mécaniques et géométriques (notamment épaisseur) sont alors déterminées par les contraintes au lancement et lors du vol : tenue au dégazage, cyclage thermique, charges électrostatiques, irradiations UV, flux aérothermique au lancement, contraintes mécaniques au lancement et en vol (particules).

20 L'écran collecteur 13 peut être installé sur un ou plusieurs tubes : la forme de l'écran radiatif est alors adaptée en fonction du nombre de radiateurs de tubes à envelopper

Pour un tube, l'écran collecteur 13 prend la forme d'une boîte à cinq faces. Dans le cas d'un écran collecteur commun à plusieurs tubes, l'écran comprend un
25 ensemble de plusieurs alvéoles ou boîtes à cinq faces, couplées conductivement entre elles.

Alternativement, toujours dans ce cas d'accommodation d'une série de tubes à collecteurs rayonnants juxtaposés, l'écran collecteur 13 prend la forme d'une pièce unique complexe, configurée sensiblement en casier, constitué
30 d'alvéoles de forme cubique ou circulaire.

Dans un exemple d'application illustré par la figure 5, le dispositif comporte six tubes à collecteurs rayonnants juxtaposés, repérés par leur radiateur à ailettes 7.

L'écran collecteur 13 est réalisé dans un matériau très conducteur de la chaleur, tel que l'aluminium. Il reçoit un traitement de surface de manière à lui conférer une couleur noire (peinture de type électriquement conducteur, telle que par exemple connue sous le nom commercial Chemglaze Z307 ou Z306 –marque déposée-), adaptée à intercepter la plus grande partie du rayonnement infrarouge émis par le radiateur à ailettes 7 du collecteur rayonnant 6. L'émissivité dans le domaine infrarouge de l'écran collecteur 13 est ainsi proche de 0.9.

L'écran collecteur 13 est solidarisé aux parois du satellite par des moyens connus en soi, et le dispositif comporte une mise à la masse de cet écran 13 par l'intermédiaire d'une isolation conductrice 24 reliant les faces latérales de l'écran aux parois 2, 3 du satellite.

L'écran collecteur 13 est lié conductivement à une boucle fluide haute température (LHP) au niveau d'au moins un évaporateur 14 (voir figure 3). Dans la mise en œuvre illustrée sur la figure 3, et donnée ici à titre d'exemple non limitatif, le dispositif comporte deux évaporateurs 14 disposés en parallèle, l'un au dessus de l'autre, sur la face de l'écran collecteur 13 la plus éloignée du satellite (face perpendiculaire à l'axe X des tubes à collecteur rayonnants). Chacun des deux évaporateurs 14 est relié conductivement à la face externe de l'écran collecteur 13 par l'intermédiaire d'un joint hautement conducteur 16 et d'une pièce d'interface («saddle» en langue anglaise) 15.

Le joint hautement conducteur 16, conformé en feuille ou plaque mince rectangulaire, est de type composé de graphite pratiquement pur, et typiquement disponible sous le nom commercial de joint Sigraflex (marque déposée).

La pièce d'interface 15 est plaquée mécaniquement contre le joint conducteur 16 en une série de points de fixation, de manière à assurer la meilleure conduction possible entre l'écran collecteur 13 et la pièce d'interface. Cette pièce d'interface 15 est ici réalisée en matériau métallique très conducteur de la chaleur, par exemple en aluminium.

Elle supporte l'évaporateur 14, disposé sensiblement le long de son axe longitudinal. Cet évaporateur 14 est de type connu en soi.

Dans le cas où plusieurs tubes collecteurs rayonnants juxtaposés sont dotés d'écrans collecteurs 13 tels que décrits, la pièce d'interface 15 faisant office de répartiteur thermique de la boucle fluide haute température LHP sert à coupler conductivement entre eux ces écrans collecteurs.

Chaque boucle fluide LHP (au nombre de deux à titre de redondance dans le présent exemple non limitatif) est également couplée conductivement à un radiateur haute température 17 en aluminium (ou matériau par exemple du type connu de l'homme du métier sous le nom générique de NIDA) déporté dans le satellite, à laquelle elle est reliée par une ligne tubulaire de vapeur 20 et une ligne tubulaire de retour de fluide 21, qui aboutit à un réservoir de fluide 22.

Dans la présente mise en œuvre donnée à titre d'exemple non limitatif, le radiateur haute température a approximativement une surface de 0.1 m² par tube rayonnant contrôlé en température. Pour la régulation thermique de six tubes rayonnants, l'écran collecteur 13 a des dimensions approximatives de 15 cm de hauteur, 100 cm de longueur et 18 cm de largeur. La boucle fluide utilise ici du méthanol. Toujours dans cet exemple de dimensionnement, l'évaporateur 14 présente des dimensions 10 x 30 cm.

On entend par déporté dans le satellite le fait que le radiateur haute température 17 peut être disposé à plusieurs dizaines de centimètres en dessous de l'évaporateur 14 si besoin est, selon les contraintes d'aménagement des faces du satellite, et en installant cependant préférentiellement le radiateur haute température 17 sur une face peu soumise au rayonnement solaire.

L'écran collecteur 13 est isolé radiativement sur sa face externe, ainsi qu'une partie de la boucle fluide haute température LHP, incluant l'évaporateur 14 et le réservoir de fluide 22, à l'aide d'une couverture thermique 19 de type isolation multicouches (MLI) standard. Les lignes vapeurs et de retour fluide sont isolées par un revêtement doré.

L'écran collecteur 13 ne reçoit ainsi pas de flux solaire, ce qui limite le phénomène de vieillissement dû aux rayons ultraviolets. On note que l'écran collecteur 13 et le tube à collecteur rayonnant 5 contrôlé en température par la présente invention peuvent éventuellement être disposés à l'intérieur de l'engin.

Sur le radiateur à haute température 17, la ligne tubulaire de la boucle fluide 20 et 21 est disposée en forme de serpentin pour homogénéiser la température dudit radiateur et cette ligne est de préférence soudée au radiateur à haute température 17.

La température d'environnement radiatif du radiateur à ailettes 7, qui correspond à la température de l'écran collecteur 13 si la boucle fluide LHP conduit toute la chaleur, est au maximum de l'ordre de +120°C. Ceci garantit que

la température du radiateur 7 du tube à collecteur rayonnant 5 reste en dessous de sa température de qualification.

Le radiateur à haute température 17 est couvert par des OSR (de l'anglais "Optical Solar Reflector") de forme plane rigide, ou des FSR (de l'anglais Flexible Solar Reflector") de type souple et pouvant être appliqués sur des surfaces non planes, ce qui lui confère une émissivité dans le domaine infrarouge supérieure à 0.82, une absorptivité solaire en début de vie inférieure à 0.2, et une absorptivité solaire en fin de vie inférieure à 0.27.

L'ensemble formé par l'écran collecteur 13, la boucle fluide et le radiateur haute température 17 est dimensionné selon les spécifications suivantes, données ici à titre nullement limitatif, et représentatives d'un cas d'application à six tubes à collecteurs rayonnants juxtaposés, de type classique :

- la capacité de réjection du radiateur haute température est supérieure ou égale à 900 W/m² à 110°C,
- la capacité de transport de la boucle fluide est supérieure ou égale à 500 Watts sur cinq mètres,
- la conductance minimum à l'évaporation est de 50 W/K,
- la plage de température opérationnelle de la boucle fluide va de +50°C à +150°C,
- la plage de température de la boucle fluide non opérationnelle va de -40°C à +150°C.

Le dispositif de contrôle thermique comporte par ailleurs un moyen de réchauffage sur le réservoir de fluide 22 de la boucle fluide (non illustré sur les figures). Ce moyen de réchauffage est de type électrique, connu en soi, et d'une puissance de quelques Watts. Son intensité de chauffage est commandable à distance.

Une thermistance 18 est installée sur l'écran collecteur 13 de manière à contrôler sa température au cours du temps.

Le dispositif comporte également une connectique (non illustrée sur les figures) adaptée à l'activation de la boucle fluide haute température LHP, ainsi que des moyens de commande associés (également non illustrés).

Ces moyens de commande prennent typiquement la forme d'un processeur doté d'une mémoire supportant un logiciel de pilotage de la boucle fluide LHP, selon des données d'environnement reçues par des capteurs d'environnement,

notamment : flux solaire reçu, température de l'écran collecteur 13, température du radiateur à ailettes 7.

Mise en œuvre "Sol" :

5 Dans une seconde variante, dite "sol" du dispositif, l'écran collecteur 13 est simplement destiné à permettre des tests de la charge utile du satellite en ambiance de vide au sol. Il est installé temporairement autour de certains radiateurs 7 de collecteurs rayonnants. Dans ce cas, naturellement, il n'est pas
10 spatiales, mais simplement de le doter de caractéristiques permettant de placer cet écran collecteur 13 autour de certains ou tous les tubes à collecteurs rayonnant 5, pendant la durée des tests sous vide.

La partie condenseur de la LHP, de type connu en soi, connecté conductivement à un radiateur haute température 17 qui est déporté par rapport
15 au satellite et qui rayonne directement vers les écrans régulés de la chambre de test sous vide.

Dans ce cas, l'ensemble formé par l'écran collecteur 13, par la boucle fluide (comprenant l'évaporateur, le condenseur et les lignes vapeur et de retour fluide) et par le radiateur 17 à haute température est adapté à fonctionner sous gravité de
20 un G, une hauteur statique maximale de 2 mètres étant ménagée entre l'évaporateur 14 et le condenseur (évaporateur au dessus du condenseur).

Le dispositif permet alors notamment de maintenir la température du radiateur 7 sous sa température de qualification en transférant la chaleur rayonnée vers le radiateur distant.

25

Dans ces deux variantes sol et vol, pour assurer l'aspect sécurité, le radiateur 7 du tube 5 est équipé, dans le présent exemple, d'un thermocouple 23 (ou d'une thermistance). Le thermocouple 23 sur le radiateur 7 du tube 5 permet d'assurer la fonction sécurité en cas d'atteinte d'une limite prédéfinie en cas
30 chaud.

Mode de fonctionnement

Le procédé de pilotage du dispositif de contrôle thermique, donné ici à titre d'exemple non limitatif, dans le cas d'une application vol, est illustré par la figure 3.

On définit les cas de fonctionnement suivants :

a/ cas chaud : le tube 5 est opérationnel

b/ cas froid : le tube à collecteur rayonnant 5 est inactif.

5 Dans le cas chaud, le radiateur 7 du tube 5 est opérationnel (ce qui est notamment déterminé par le thermocouple 23). Il rayonne en infrarouge et la quasi-totalité de ce rayonnement est absorbée par l'écran collecteur 13. La boucle fluide haute température LHP transfère cette chaleur au radiateur haute température 17 qui la rayonne vers l'espace.

10 Le résultat est une stabilisation de la température maximale du radiateur du tube à collecteur rayonnant 5.

Par ailleurs, toujours dans ce cas chaud, si la température du radiateur 7 du tube 5, relevée par le thermocouple 23, atteint un seuil préalablement défini, une alarme est envoyée à un centre de contrôle au sol, et un opérateur peut intervenir si il le juge utile, par exemple en décidant l'arrêt du fonctionnement du tube.

15 Alternativement, en cas d'apparition d'une alarme, le tube 5 est éteint automatiquement, par les moyens de commande à bord du satellite, selon la logique préalablement mémorisée, ce qui provoque l'abaissement de la température du collecteur 6.

20 Dans le cas froid, le tube à collecteur rayonnant 5 est inactif, et il est connu que lorsque la charge utile est inactive, il est nécessaire de chauffer le plancher 2 de l'engin couplé conductivement à la partie "gun" du tube, afin de maintenir la température du "gun" au dessus de sa valeur de qualification. Dans ce cas, par exemple lorsque sa température descend au dessous d'une valeur seuil prédéterminée, les moyens de commande pilotent le réchauffage du réservoir de fluide 22, ce qui a pour effet d'inhiber la fonction de transfert de chaleur par la boucle fluide LHP. Le résultat est un ralentissement de la baisse de température du radiateur 7 du collecteur rayonnant 6 dans ce cas froid, ou, corrélativement, 25 une diminution du besoin en réchauffage du tube, et donc un gain sur le bilan de réchauffage de la charge utile, en dépit du besoin de tension électrique pour le réchauffage du réservoir de fluide 22.

30

Dans le cas d'une application « sol » lors de test d'un satellite en vide

thermique (voir figure 4) sans simulation de source solaire, les moyens de commande pilotent la tension appliquée au réchauffage du réservoir de fluide 22, de manière à contrôler le transfert de chaleur du radiateur à ailettes 7 vers le radiateur haute température 17, selon les objectifs du test et la température du

5 radiateur, telle que relevée par exemple par le thermocouple 23.

Avantages de l'invention

Le dispositif tel que décrit permet deux types d'application :

1/ une application "vol", lorsque le dispositif est installé sur un satellite placé

10 ultérieurement en orbite terrestre :

En cas chaud, le dispositif permet de réduire la température du radiateur 7 des tubes à collecteur rayonnant 5 (c'est-à-dire la partie externe au niveau du collecteur 6, qui est un élément critique) en dessous de la température de qualification, en assurant un environnement stable et en réduisant ou supprimant

15 totalement le flux solaire absorbé par le radiateur à ailettes 7. En effet, la température élevée dudit radiateur 7 est due pour une bonne partie au flux solaire reçu par le radiateur 7, avec des variations journalières très importantes. A cet effet, la puissance rayonnée par le radiateur 7 du tube à collecteur rayonnant est transférée vers un radiateur à haute température 17, déporté à distance du tube à

20 collecteur rayonnant 5.

L'échauffement au niveau des parties externes de ce tube (radiateur 7, collecteur 6, tête de radiateur 12) est limité et les composants restent bien en dessous de leur température de qualification. La réjection du radiateur à haute température 17 étant très élevée, sa dimension s'en trouve réduite.

En permettant de maintenir la température du radiateur à ailettes 7 à un niveau acceptable suivant les configurations, le dispositif selon l'invention permet d'optimiser et de faciliter l'aménagement interne et externe de la charge utile, car l'invention peut être appliquée localement sur un ou plusieurs tubes à collecteurs rayonnants 5 en tant que paramètre d'ajustement supplémentaire, lors de la

30 conception du dispositif de contrôle thermique de la charge utile.

Un avantage significatif de l'invention est ainsi l'élargissement des possibilités d'implantation des tubes à collecteur rayonnant 5 sur un satellite de télécommunications, et la possibilité d'optimiser les longueurs de guides d'onde et la masse de la charge utile. Il est par exemple envisageable de considérer un

montage des tubes 5 sur les plateaux (« floors ») avec un pas réduit entre les tubes 5. Les tubes à collecteurs rayonnant 5 peuvent éventuellement être installés aussi bien en interne dans le satellite qu'en externe. L'invention permet alors une plus grande souplesse au niveau de l'accommodation de ces tubes sur un satellite et donc une meilleure optimisation de la charge utile.

En cas froid (charge utile non opérationnelle), le dispositif permet de réduire le bilan de réchauffage du satellite, en inhibant la boucle fluide 14, ce qui a pour effet de stopper le transfert de chaleur de l'écran collecteur 13 vers le radiateur à haute température 17, et par conséquent de supprimer le transfert de puissance rayonnée par le radiateur à ailettes 7 du tube vers l'espace.

Il est estimé que, dans ce cas, le dispositif selon l'invention permet d'économiser environ entre 4W à 10W de réchauffage, par tube à collecteur rayonnant inactif ou en mode "no drive" c'est-à-dire sans alimentation en puissance RF, d'où une réduction du bilan de réchauffage du satellite.

15

2/ une application "sol", lorsque le dispositif est installé sur certains collecteurs rayonnants d'un satellite en cours de test en vide thermique.

Le dispositif permet alors de compenser l'absence de simulation du flux solaire. Il permet également de contrôler et d'élever la température du radiateur 7 des tubes à collecteur rayonnant 5, en jouant sur la conduction de la boucle fluide à l'aide d'un dispositif annexe de réchauffage de ladite boucle fluide (non illustré sur les figures). Ceci permet d'ajuster la réjection vers l'extérieur de la puissance rayonnée par un tube à collecteur rayonnant 5, afin d'atteindre ou dépasser en cas chaud les objectifs contractuels sur la température des parties externes du tube à collecteur rayonnant (soit typiquement au dessus de la prédiction en vol).

25

De même, l'invention permet un test de ces tubes à collecteur rayonnant 5 au dessus des niveaux de température rencontrés en vol (selon les spécifications des clients), ce que ne permet pas l'art antérieur.

De façon résumée, les avantages du dispositif de dissipation de chaleur selon l'invention sont :

30

- une intégrité mécanique du tube à ondes progressives non modifiée,
- une réduction du stress thermique et thermoélastique dû aux fluctuations orbitales importantes de la température du radiateur 7 des tubes à collecteur

rayonnant 5 (sans l'utilisation de l'invention, l'amplitude de la température du radiateur 7 est de l'ordre de 90°C),

- une capacité de réglage de dissipation au niveau local (réglage de la température du radiateur pour un tube situé dans un environnement externe 5 défavorable),
- ce réglage peut être corrigé en vol en ajustant la conduction de la boucle fluide à l'aide d'un réchauffage électrique,
- un faible coût de mise œuvre.

10 **Variantes de l'invention**

La portée de la présente invention ne se limite pas aux détails des formes de réalisation ci-dessus considérées à titre d'exemple, mais s'étend au contraire aux modifications à la portée de l'homme de l'art.

- 15 Pour les deux applications, en environnement vol et en test thermique au sol, il est naturellement possible d'étendre cette invention à tous les différents types de tubes à collecteur rayonnant des différents fournisseurs, en s'adaptant à leur géométrie ou dimensions spécifiques.

- 20 L'invention est également transposable à la régulation de tout équipement radiatif très dissipatif et aux satellites d'observation, aux stations orbitales et aux sondes spatiales.

- 25 On a vu que, dans l'exemple de mise en œuvre décrit, l'écran collecteur 13 est disposé de façon à intercepter la quasi totalité du rayonnement émis par le radiateur d'un collecteur rayonnant. Dans une autre mise en œuvre, l'écran collecteur 13 intercepte une partie seulement de la zone de vue du radiateur à ailettes 7, par exemple la zone dans laquelle est susceptible de se trouver le Soleil lors du mouvement du satellite autour de la Terre.

- 30 Dans encore une autre variante, la zone interceptée par l'écran collecteur 13 est variable et pilotable, par exemple selon le flux solaire reçu à un instant donné et détecté par un capteur photovoltaïque fixé (non représenté) à sur l'écran collecteur 13.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de contrôle thermique pour un équipement (7) dissipatif de chaleur par rayonnement,

caractérisé en ce que le dispositif comporte :

5 - des premiers moyens, de captation d'au moins une partie du rayonnement émis par l'équipement dissipatif dans au moins une gamme de longueurs d'ondes prédéterminée du spectre infrarouge,

- des seconds moyens, d'émission de rayonnement dans au moins une gamme de longueurs d'ondes,

10 - des moyens de transport de chaleur à distance entre les premiers et les seconds moyens.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les premiers moyens comportent un écran collecteur (13) disposé autour d'au moins une partie de l'angle solide de rayonnement de l'équipement dissipatif (7).

15

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'écran collecteur (13) est réalisé dans un matériau très conducteur de la chaleur, et reçoit un traitement de surface de manière à lui conférer une absorptivité la plus grande possible dans le domaine infrarouge.

20

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 3, caractérisé en ce que l'écran collecteur (13) est lié conductivement à au moins une boucle fluide haute température au niveau d'au moins un évaporateur (14).

25 5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que chaque boucle fluide comporte un condenseur couplé conductivement à un radiateur haute température (17) distant, à laquelle elle est reliée par une ligne de vapeur (20) et une ligne de retour de fluide (21), qui aboutit à un réservoir de fluide (22) relié à nouveau à l'évaporateur (14).

30

6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que la capacité de

réjection du radiateur haute température (17) est supérieure ou égale à 900 W/m^2 à 110°C .

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 5 à 6, caractérisé en ce que :

- la capacité de transport de la boucle fluide est supérieure ou égale à 500 Watts sur cinq mètres,
- la conductance minimum à l'évaporation est de 50 W/K ,
- la plage de température opérationnelle de la boucle fluide va de $+50^\circ\text{C}$ à $+150^\circ\text{C}$,
- la plage de température de la boucle fluide non opérationnelle va de -40°C à $+150^\circ\text{C}$.

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, caractérisé en ce qu'il comporte un moyen de réchauffage sur le réservoir de fluide (22) de la boucle fluide.

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 8, caractérisé en ce qu'il comporte des capteurs de paramètres d'environnement incluant notamment : sondes de température et capteur photovoltaïque sur l'écran collecteur (13), sonde de température sur le radiateur 7 du tube à collecteur rayonnant, sur le radiateur à haute température 17, sur l'évaporateur 14 et le réservoir de fluide 22 de la boucle fluide.

10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'équipement dissipatif est un tube à onde progressive (5) du type à collecteur rayonnant, ledit tube (5) comportant un collecteur (6) dépassant à l'extérieur des parois (2, 3) d'un engin placé dans un environnement de vide poussé, le collecteur (6) étant solidarisé à un refroidisseur rayonnant (7) vers l'extérieur de l'engin.

11. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce que l'écran collecteur (13) présente cinq faces et est de forme globalement parallélépipédique.

12. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce que, dans le cas d'un écran collecteur (13) commun à plusieurs tubes à collecteurs rayonnants (5), l'écran collecteur (13) prend la forme d'une pièce unique complexe, configurée
5 sensiblement en casier, constitué d'alvéoles de forme cubique ou circulaire.

13. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce que, dans le cas d'un écran collecteur (13) commun à plusieurs tubes à collecteurs rayonnants (5), l'écran collecteur (13) comprend un ensemble de plusieurs alvéoles ou boîtes à
10 cinq faces, couplées conductivement entre elles.

14. Dispositif selon la revendication 13, caractérisé en ce que le couplage conductif des boîtes ou alvéoles est réalisé par la pièce d'interface (15) de la
15 boucle fluide haute température.

15. Satellite, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif de contrôle thermique selon l'une quelconque des revendications 5 à 14,

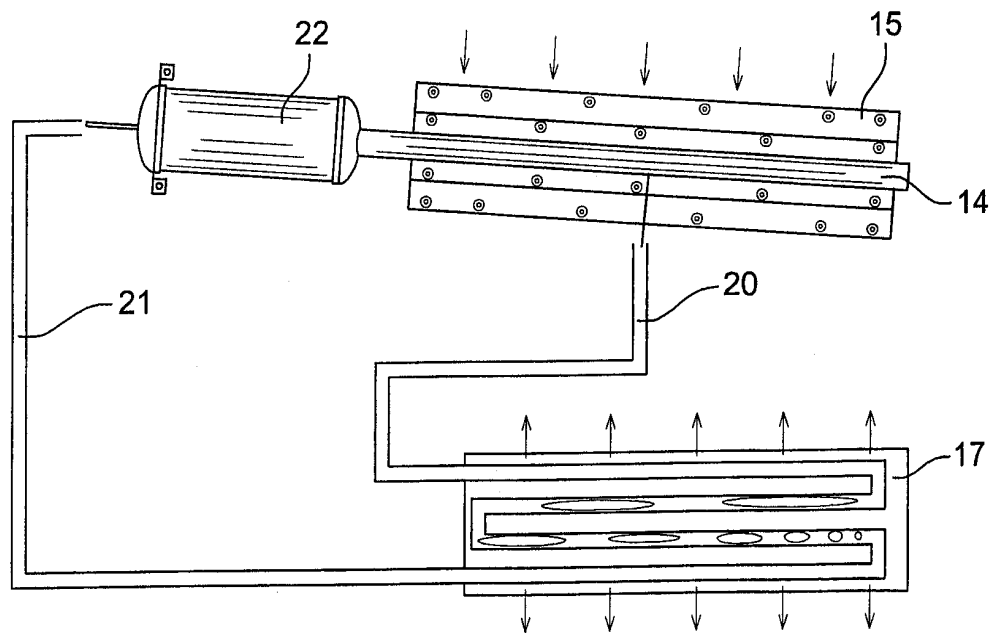
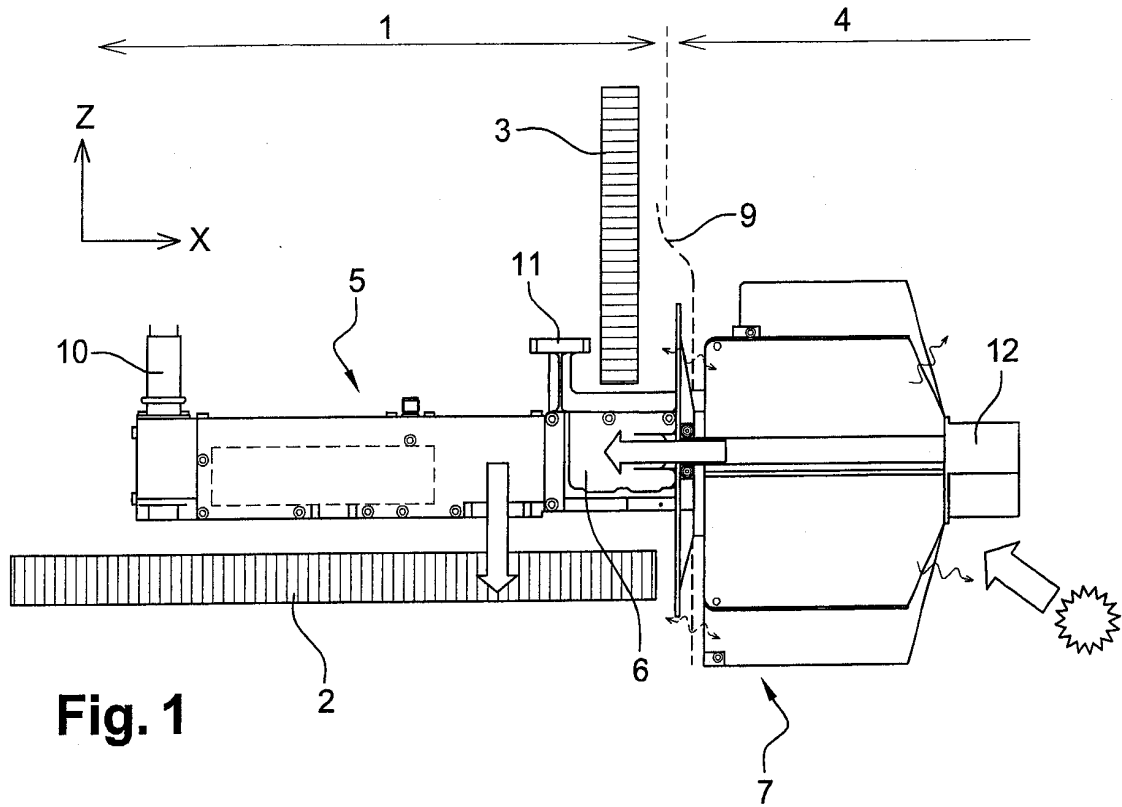
16. Satellite selon la revendication 15, caractérisé en ce que le radiateur
20 haute température 17 est disposé sur une face peu soumise au rayonnement solaire.

17. Procédé de pilotage d'un dispositif de contrôle thermique selon l'une quelconque des revendications 5 à 14, caractérisé en ce qu'il comporte une étape,
25 en cas froid, lorsque l'équipement dissipatif (7) n'est pas opérationnel, et lorsque sa température descend au dessous d'une valeur seuil prédéterminée, de réchauffage du réservoir de fluide (22), de manière à inhiber la fonction de transfert de chaleur par la boucle fluide LHP.

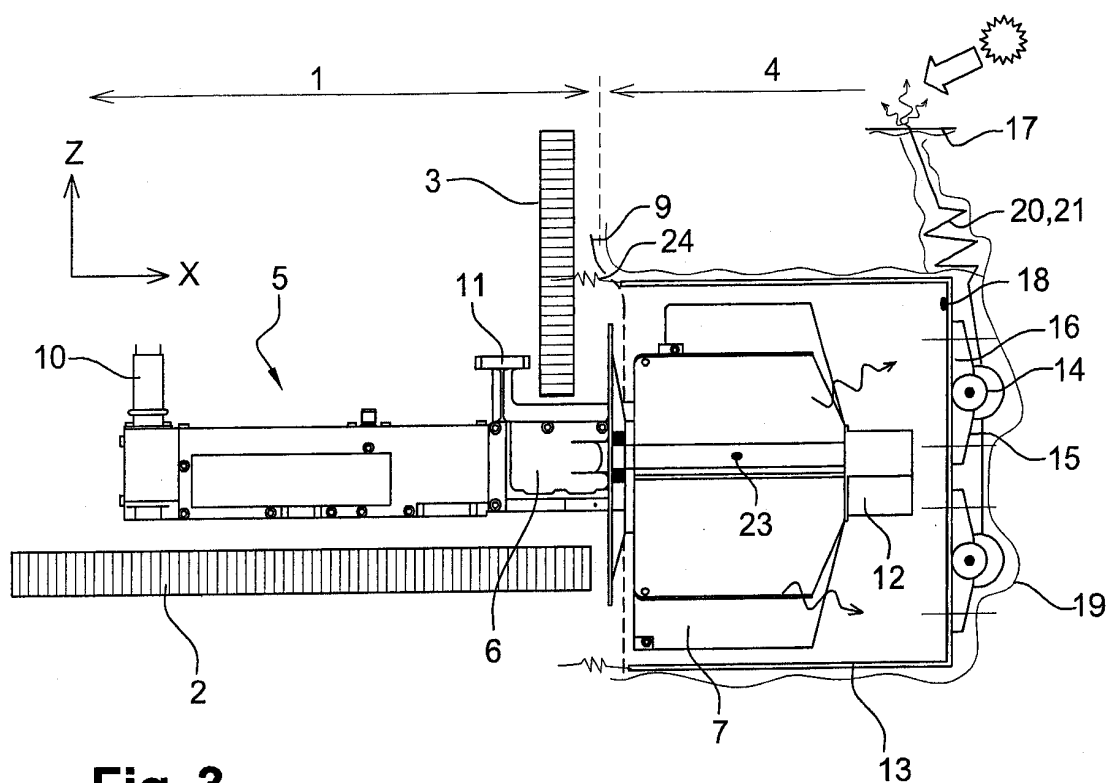
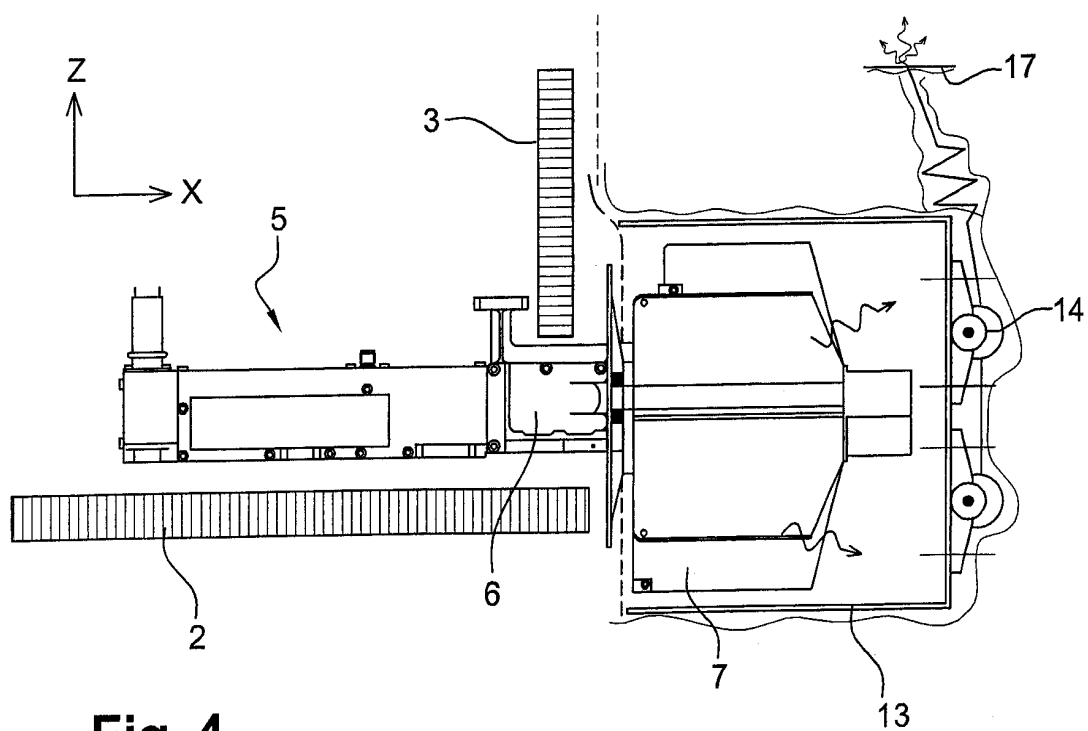
18. Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce qu'il comporte également une étape de détermination de cas chaud ou froid par relevé de
30 mesures de températures de l'écran collecteur (13) et comparaison de ces valeurs à au moins un seuil prédéterminé.

19. Procédé de pilotage d'un dispositif de contrôle thermique selon l'une quelconque des revendications 5 à 14, caractérisé en ce qu'il comporte une étape, lorsque l'équipement dissipatif (7) est opérationnel, de pilotage du réchauffage du réservoir de fluide (22), de manière à contrôler le transfert de chaleur dudit
5 équipement dissipatif (7) vers le radiateur haute température (17), selon la température de l'écran collecteur (13) et des objectifs prédéterminés.

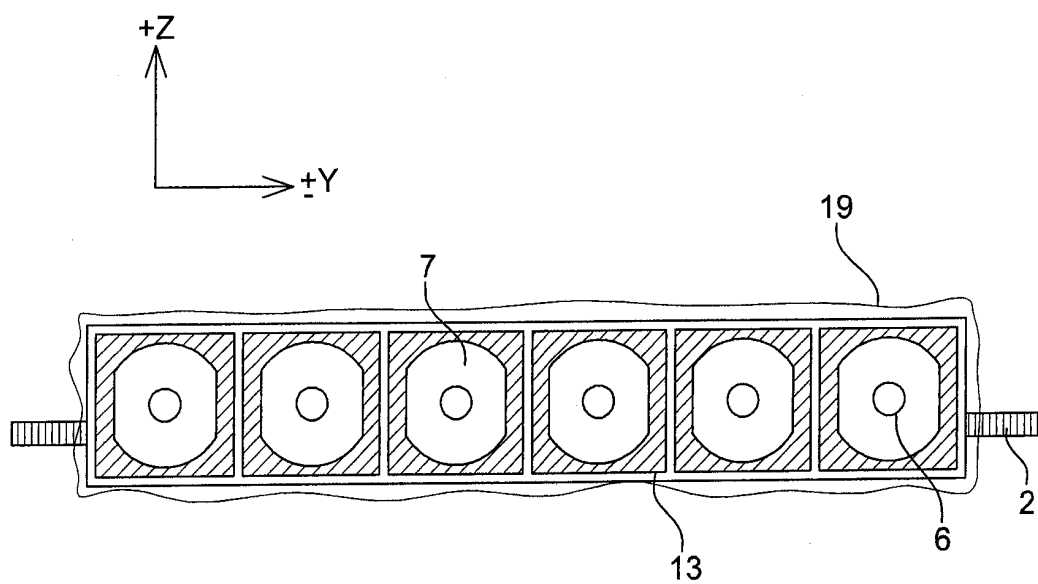
1/3



2/3

**Fig. 3****Fig. 4**

3 / 3

**Fig. 5**



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE PARTIEL

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 738070
FR 1052359

voir FEUILLE(S) SUPPLÉMENTAIRE(S)

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendications concernées	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	FR 2 857 331 A1 (CIT ALCATEL [FR]) 14 janvier 2005 (2005-01-14)	1,2,4,10	H01J23/033 H01J25/34 B64G1/50
Y	* page 4, ligne 31 - page 7, ligne 7; figures 1-3 *	3	
X	FR 2 833 749 A1 (THALES SA [FR]) 20 juin 2003 (2003-06-20) * page 5, ligne 7 - ligne 13; figures 2,3 *	1,2,10	
X	FR 2 840 881 A1 (ASTRIUM SAS [FR]) 19 décembre 2003 (2003-12-19) * abrégé; figure 2 *	1,2,4,10	
X	EP 0 540 384 A1 (THOMSON TUBES ELECTRONIQUES [FR]) 5 mai 1993 (1993-05-05) * colonne 3, ligne 43 - ligne 45 * * colonne 4, ligne 53 - colonne 5, ligne 3; figures 2a,2b *	1,2,10	
X	EP 0 857 650 A1 (AEROSPATIALE [FR]) 12 août 1998 (1998-08-12) * abrégé * * colonne 3, ligne 20 - ligne 36; figure 2 *	1,2,4,10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) H01J B64G
X	FR 2 859 819 A1 (NEC MICROWAVE TUBE LTD [JP]) 18 mars 2005 (2005-03-18) * page 7, ligne 5 - ligne 17; figures 4a,4b,4e *	1,2,10	
X	JP 4 277446 A (NEC CORP) 2 octobre 1992 (1992-10-02) * abrégé; figures 1-4 *	1,2,10	
-/--			
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
30 septembre 2010		Rouzier, Brice	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE PARTIEL

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

voir FEUILLE(S) SUPPLÉMENTAIRE(S)

N° d'enregistrement
national

FA 738070

FR 1052359

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendications concernées	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	EP 1 468 911 A1 (CIT ALCATEL [FR]) 20 octobre 2004 (2004-10-20) * figures 2-4 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
A	US 5 862 462 A (TYNER RANDALL D [US] ET AL) 19 janvier 1999 (1999-01-19) * figure 2 *	1	
A	US 5 332 030 A (SPENCER ALAN L [US] ET AL) 26 juillet 1994 (1994-07-26) * figures 1-3 *	1	
Y	US 4 278 721 A (HUDGIN RICHARD H) 14 juillet 1981 (1981-07-14) * abrégé *	3	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
30 septembre 2010		Rouzier, Brice	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. 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 PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1052359 FA 738070**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **30-09-2010**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2857331	A1	14-01-2005	AT 393094 T	15-05-2008
			DE 602004013227 T2	28-05-2009
			EP 1495964 A1	12-01-2005
			ES 2305683 T3	01-11-2008
			US 2005077432 A1	14-04-2005

FR 2833749	A1	20-06-2003	EP 1328004 A2	16-07-2003
			US 2004004423 A1	08-01-2004

FR 2840881	A1	19-12-2003	AU 2003255674 A1	31-12-2003
			WO 03106264 A1	24-12-2003

EP 0540384	A1	05-05-1993	FR 2683091 A1	30-04-1993
			US 5334907 A	02-08-1994

EP 0857650	A1	12-08-1998	CN 1246831 A	08-03-2000
			FR 2759345 A1	14-08-1998
			WO 9834832 A1	13-08-1998
			JP 2001511091 T	07-08-2001
			US 6241193 B1	05-06-2001

FR 2859819	A1	18-03-2005	JP 2005093176 A	07-04-2005
			US 2005057157 A1	17-03-2005

JP 4277446	A	02-10-1992	AUCUN	

EP 1468911	A1	20-10-2004	AT 322425 T	15-04-2006
			DE 602004000581 T2	08-02-2007
			FR 2853883 A1	22-10-2004
			US 2004232284 A1	25-11-2004

US 5862462	A	19-01-1999	CA 2147894 A1	16-12-1995
			DE 69518364 D1	21-09-2000
			DE 69518364 T2	12-04-2001
			EP 0687627 A1	20-12-1995
			JP 8102262 A	16-04-1996
			US 5649310 A	15-07-1997

US 5332030	A	26-07-1994	AUCUN	

US 4278721	A	14-07-1981	AUCUN	

ABSENCE D'UNITÉ D'INVENTION
FEUILLE SUPPLÉMENTAIRE B

Numéro de la demande

FA 738070
 FR 1052359

La division de la recherche estime que la présente demande de brevet ne satisfait pas à l'exigence relative à l'unité d'invention et concerne plusieurs inventions ou pluralités d'inventions, à savoir :

1. revendications: 1-4, 10

Traitement de surface particulier

2. revendications: 5-8, 15-19

Système de transport de fluide

3. revendication: 9

Système de mesure de température

4. revendications: 11-14

Structure particulière d'un écran collecteur

La première invention a été recherchée.

Il est fait référence aux documents suivants :

D1: FR 2 857 331 A1

1.1 Il est considéré que les revendications couvrent les 4 inventions suivantes:

I) Invention 1 : revendications 1-4,10

II) Invention 2 : revendications 5-8,15-19

III) Invention 3 : revendication 9

IV) Invention 4 : revendications 11-14

Les raisons pour lesquelles la présente demande porte sur 4 inventions non liées entre elles de telle sorte qu'elles ne formeraient qu'un seul concept inventif général, sont les suivantes.

1.2 L'objet de la revendication 1 n'est pas nouveau si l'on considère le document D1. Le document D1 décrit un dispositif de contrôle thermique pour un équipement dissipatif de chaleur par rayonnement, caractérisé en ce que le dispositif comporte :

- des premiers moyens, de captation d'au moins une partie du rayonnement émis par l'équipement dissipatif dans au moins une gamme de longueurs d'ondes prédéterminée du spectre infrarouge (voir la figure 1 et la page 6, lignes 23 à 28: collecteur C recevant de la chaleur. Même si ce n'est pas explicitement indiqué dans le document D1, il est évident que le collecteur C de D1 capte une partie du rayonnement émis par l'équipement dissipatif T dans au moins une gamme de longueurs d'ondes prédéterminée du spectre infrarouge);
- des seconds moyens, d'émission de rayonnement dans au moins une gamme de longueurs d'ondes(voir la figure 1 et la page 6, lignes 1 et 2: réceptacle radiatif RR avec ses parois P1-P3);
- des moyens de transport de chaleur à distance entre les premiers et les seconds moyens (voir la figure 1 et la page 7, lignes 3 et 7: moyen de répartition de chaleur RC1 et RC2).

ABSENCE D'UNITÉ D'INVENTION
FEUILLE SUPPLÉMENTAIRE B

Numéro de la demande

FA 738070
 FR 1052359

La division de la recherche estime que la présente demande de brevet ne satisfait pas à l'exigence relative à l'unité d'invention et concerne plusieurs inventions ou pluralités d'inventions, à savoir :

L'objet de la revendication indépendante 1 n'est donc pas nouveau au vue de D1.

De plus les revendications 2,4,10 sont aussi connue de D1 (voir D1, figure 1).

1.3 Les éléments techniques particuliers des groupes d'invention par rapport à l'état de l'art D1 sont donc:

- a. - revendication dépendante 3: traitement de surface particulier;
- b. - revendication dépendante 5: système de transport de fluide;
- c. - revendication dépendante 9: système de mesure de température;
- d. - revendication dépendantes 11-13: structure particulière d'un écran collecteur.

1.4 Les problèmes résolus par ces contributions à l'état de l'art D1 sont différents car:

- a. Le dispositif technique spécial comme trouvé au point 1.3 (a) se rapporte au problème d':
 - augmentation de l'absorption du rayonnement infrarouge.
- b. Le dispositif technique spécial comme trouvé au point 1.3 (b) se rapporte au problème d':
 - amélioration du transport de chaleur.
- c. Le dispositif technique spécial comme trouvé aux points 1.3 (c) et 1.3 (d) se rapporte au problème d' :
 - amélioration du contrôle de la température.
- d. Le dispositif technique spécial comme trouvé au point 1.3 (e) se rapporte au problème de :
 - amélioration du système de capture de chaleur.

1.5 L'analyse ci-dessus montre que ni les éléments techniques particuliers des groupes d'invention ni les problèmes objectifs à résoudre par ces inventions ne sont identiques ou correspondants, et qu'aucun concept inventif général ne lie entre eux les groupes d'inventions. La présente demande ne remplit donc pas les conditions d'unité d'invention.

1.6 Par conséquent l'application contient 4 inventions:

- I) Invention 1 : revendications 1-4,10
- II) Invention 2 : revendications 5-8,15-19
- III) Invention 3 : revendication 9
- IV) Invention 4 : revendications 11-14