

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
4 juillet 2013 (04.07.2013)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2013/098489 AI**

- (51) Classification internationale des brevets :  
H01L 31/052 (2006.01) H01L 31/058 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2012/000537
- (22) Date de dépôt international :  
19 décembre 2012 (19.12.2012)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
11/04127 28 décembre 2011 (28.12.2011) FR
- (71) Déposant : SUNPARTNER [FR/FR]; Château de Galice,  
1940 Route de Loqui, 13090 Aix En Provence (FR).
- (72) Inventeur : GILBERT, Joël; 5, Grande Place, F-135 10  
Eguilles (FR).
- (74) Mandataire : NONNENMACHER Bernard; Global In-  
ventions, Château de Galice -, 1940 Route de Loqui, F-  
13090 Aix En Provence (FR).

- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : DEVICE FOR CONTROLLING THE CONVERSION OF ENERGY IN THERMAL AND PHOTOVOLTAIC HYBRID SOLAR CONCENTRATORS

(54) Titre : DISPOSITIF POUR CONTRÔLER LES CONVERSIONS D'ÉNERGIE DANS LES CONCENTRATEURS SOLAIRES MIXTES THERMIQUES ET PHOTOVOLTAÏQUES

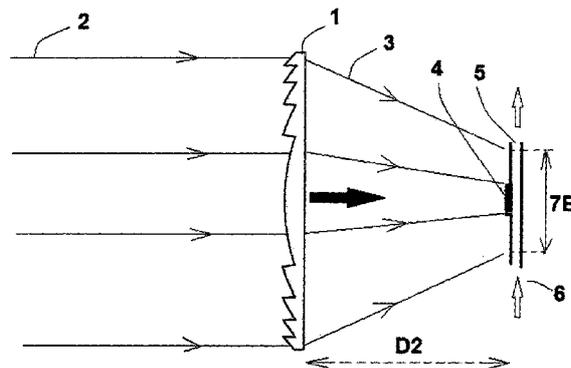


Figure 2A

(57) Abstract : Solar concentrators which transform solar energy into both electrical energy and heat energy do not control the proportion of electrical energy produced relative to that of the heat energy produced. This proportion is left to the random fluctuations in the intensity of the sunlight, yet it can be advantageous to prioritise the production of one kind of energy relative to another. The invention describes a device which allows said control over production. Said device consists of a solar concentrator lens (1), preferably a Fresnel lens (1), and a target consisting for example of a photovoltaic cell (4) and a thermal sensor (5) positioned at least at the periphery of the cell (4). The distance (D2) between the Fresnel lens (1) and the cell (4) is variable, which also results in a variation in the size of the illumination surface (7B) of the solar radiation concentrated (3) on the target. When the size of the illuminated surface (7B) is small, the light intensity is high and is centred on the photovoltaic cell (4) which therefore produces maximum electrical energy. When the size (7B) is large, the light intensity is lower and is also distributed over the surface of the thermal sensor (5) positioned at the periphery, which produces more heat energy and less electrical energy. Automatic regulation is provided to regulate the light intensity received by the cell (4) even during variations in the sunlight.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



WO 2013/098489 AI

**Déclarations en vertu de la règle 4.17 :**

- *relative au droit du déposant de demander et d'obtenir un brevet (règle 4.17.ii)*
- *relative au droit du déposant de revendiquer la priorité de la demande antérieure (règle 4.17.m)*

**Publiée :**

- *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

---

Les concentrateurs solaires qui transforment l'énergie solaire à la fois en énergie électrique et en énergie calorifique ne maîtrisent pas la proportion d'énergie électrique qui est produite par rapport à celle de l'énergie calorifique. Cette proportion est laissée au hasard des fluctuations de l'intensité lumineuse du soleil alors qu'il peut être intéressant de privilégier la production d'une énergie par rapport à une autre. L'invention décrit un dispositif qui permet ce contrôle de la production. Il est composé d'une optique de concentration solaire (1), de préférence une lentille de Fresnel (1), et d'une cible composée par exemple d'une cellule photovoltaïque (4) et d'un capteur thermique (5) positionné au moins en périphérie de la cellule (4). La distance (D2) entre la lentille de Fresnel (1) et la cellule (4) est variable ce qui provoque également une variation de la taille de la surface d'éclairage (7B) du rayonnement solaire concentré (3) sur la cible. Lorsque la taille de la surface éclairée (7B) est faible, l'intensité lumineuse est importante et centrée sur la cellule photovoltaïque (4) qui produit donc un maximum d'énergie électrique. Lorsque la taille (7B) est importante l'intensité lumineuse est plus faible et se répartit aussi sur la surface du capteur thermique (5) placé en périphérie, ce qui produit une énergie calorifique plus importante et une moindre production d'énergie électrique. Une régulation automatique est prévue pour réguler l'intensité lumineuse reçue par la cellule (4) même pendant les variations de luminosité du soleil.

## **Dispositif pour contrôler les conversions d'énergie dans les concentrateurs solaires mixtes thermiques et photovoltaïques**

5

La présente invention se rapporte aux concentrateurs solaires mixtes et plus particulièrement à ceux qui permettent de faire de la cogénération d'énergie solaire, c'est-à-dire de transformer l'énergie solaire en deux types d'énergie, à savoir pour partie en énergie électrique et pour partie en énergie calorifique.

10

### **ETAT DE LA TECHNIQUE**

La plupart des capteurs solaires à concentration ne transforment l'énergie solaire qu'en une seule autre énergie, par exemple soit en énergie électrique grâce à des cellules photovoltaïques, soit en énergie calorifique grâce à des capteurs thermiques.

Pourtant il est intéressant de collecter aussi l'énergie calorifique qui apparaît lors de l'utilisation des cellules photovoltaïques. En effet les cellules photovoltaïques ne transforment en électricité que 20 à 30% de l'énergie solaire reçue. Le reste de l'énergie solaire reçue est typiquement perdu en chaleur dissipée dans l'atmosphère ce qui entraîne au passage réchauffement de la cellule et une perte de son efficacité.

On connaît déjà des capteurs solaires photovoltaïques sous concentration qui récupèrent à la fois l'énergie électrique générée et l'énergie calorifique non transformée en électricité, qui est récupérée principalement en faisant circuler un liquide caloporteur en contact thermique avec la cellule photovoltaïque. Cette opération permet aussi d'abaisser la température de la cellule, ce qui augmente son efficacité, puisqu'on sait que le rendement de conversion des cellules photovoltaïques diminue au-delà d'une certaine température.

Mais ces capteurs à cogénération d'énergie électrique et d'énergie calorifique connus utilisent les cellules photovoltaïques comme capteurs thermiques uniquement à titre accessoire et pour limiter les pertes, ce qui ne correspond pas à leur fonction

**COPIE DE CONFIRMATION**

dédiée de conversion d'énergie solaire en énergie électrique. Cet usage accessoire offre par conséquent un rendement de conversion médiocre.

En outre, les capteurs solaires mixtes sous concentration de ce type ne permettent pas de contrôler la part d'énergie solaire qui sera transformée en  
5 électricité et la part qui sera transformée en énergie calorifique. Ce partage reste aléatoire et dépend principalement des conditions climatiques et d'ensoleillement du concentrateur solaire, alors qu'il pourrait être intéressant de privilégier de façon contrôlée la production d'électricité ou la production de chauffage en fonction des besoins. Ainsi en hiver il est plus intéressant de transformer l'énergie solaire en  
10 calories pour le chauffage des habitations que de la transformer en l'énergie électrique, étant donné que les rendements de la conversion en énergie calorifique sont bien meilleurs que ceux de la conversion en énergie électrique.

## **BUT DE L'INVENTION**

15

L'invention a pour but principal de remédier aux inconvénients précités des concentrateurs solaires mixtes connus. En particulier, l'invention a pour but de décrire un dispositif qui va permettre d'une part de capturer et de concentrer l'énergie solaire, puis de la transformer en énergie électrique et en énergie  
20 calorifique, sans les inconvénients des systèmes à cogénération connus. L'invention a également pour but de proposer un concentrateur solaire capable de contrôler en temps réel la quantité d'énergie solaire qui sera transformée en électricité et celle qui sera transformée en calories thermiques. Cette répartition contrôlée entre les deux modes de conversion de l'énergie solaire devra être faite en fonction des conditions  
25 de luminosité, en fonction des besoins et/ou en fonction des performances et des rentabilités demandées. En effet une cellule photovoltaïque est coûteuse, et augmenter l'intensité et la durée de son fonctionnement permet alors d'augmenter sa rentabilité.

30 **RESUME DE L'INVENTION**

Dans son principe de base, l'invention a pour objet un nouveau concentrateur solaire qui comporte d'une part une optique de concentration du rayonnement solaire et d'autre part une cible vers laquelle ladite optique de concentration concentre le rayonnement solaire incident, et la cible possède au moins deux zones de conversion énergétique ayant des modes de conversion de l'énergie solaire différents et qui sont aptes à convertir l'énergie solaire en au moins deux autres types d'énergie. Ce nouveau concentrateur solaire comporte en outre des moyens de contrôle de la répartition du rayonnement solaire entre les différentes zones de conversion énergétique de la cible. De cette manière, il est possible de diriger le rayonnement solaire concentré vers telle ou telle zone de conversion énergétique de la cible, en fonction des besoins ou en fonction de la luminosité.

Selon un premier mode de réalisation de l'invention, le concentrateur est configuré pour que la distance (D1, D2) entre au moins l'une desdites zones de conversion énergétique de la cible et l'optique de concentration soit variable, et pour que la variation de cette distance entraîne la variation de la quantité de rayonnement solaire concentrée sur ladite première zone de conversion énergétique et de la quantité de rayonnement solaire concentrée sur ladite seconde zone de conversion énergétique.

Selon cette première variante de l'invention, il suffit de faire varier la distance entre l'optique de concentration et la cible, pour produire plutôt de l'énergie électrique ou de l'énergie calorifique.

Si la cible est positionnée très près de la zone de focalisation de l'optique de concentration, la surface d'éclairage de la cible sera faible, le rayonnement sera très concentré et ne touchera que la cellule photovoltaïque placée au centre de la cible.

Si la cible est éloignée de la zone de focalisation, la surface éclairée de la cible sera plus grande, le rayonnement sera moins concentré et touchera la cellule photovoltaïque placée au centre de la cible mais aussi la partie périphérique correspondant au capteur thermique.

L'intensité du rayonnement solaire reçu par la cellule photovoltaïque pourra ainsi varier en fonction de la distance entre la cellule et la partie optique, de la même manière que l'intensité du rayonnement solaire qui est reçue par la partie

périphérique de la cible, correspondant au capteur thermique.

Selon un second mode de réalisation de l'invention, le concentrateur comporte des lentilles ou filtres polarisants interposés sur le trajet du rayonnement solaire concentré vers l'un des capteurs, ces lentilles ou filtres polarisants étant configurés pour faire varier la proportion de rayonnement solaire concentré vers le capteur photovoltaïque et celle du rayonnement solaire concentré vers le capteur thermique.

De façon avantageuse, quel que soit l'agencement du concentrateur, lesdits moyens de contrôle de la répartition du rayonnement solaire sont automatisés et reçoivent en entrée un signal représentatif de la priorité à allouer à la production d'un type d'énergie par rapport à un autre type d'énergie, ce signal étant alors utilisé pour piloter la répartition du rayonnement solaire concentré entre les différentes zones de conversion énergétique. Le signal utilisé est par exemple constitué par une mesure en temps réel de la luminosité ambiante, et le pilotage de la répartition du rayonnement entre les différentes zones de conversion est fait en continu ou par intervalles de temps courts, par exemple de l'ordre de quelques secondes.

Selon une variante concrète avantageuse du concentrateur selon l'invention, lesdites zones de conversion comportent au moins une zone de conversion de l'énergie solaire en énergie électrique, et une zone de conversion de l'énergie solaire en énergie calorifique.

A titre d'exemple non limitatif, la zone de la cible qui assure la conversion de l'énergie solaire en énergie électrique comporte un capteur photovoltaïque vers lequel est concentrée tout ou partie du rayonnement solaire incident, et la zone de la cible qui assure la conversion de l'énergie solaire en énergie calorifique est constituée par un capteur thermique vers lequel est dirigée la part du rayonnement solaire incident qui n'est pas dirigée vers le capteur photovoltaïque.

Selon un agencement avantageux des zones de conversion énergétique de la cible, le capteur photovoltaïque est positionné au centre de la zone de concentration du rayonnement solaire par l'optique de concentration, et le capteur thermique est positionné autour de la zone couverte par le capteur photovoltaïque, mais d'autres agencements sont possibles.

De préférence, le capteur thermique reste thermiquement en contact avec le capteur photovoltaïque, de façon à pouvoir récupérer par conduction thermique l'énergie due à réchauffement du capteur photovoltaïque qui correspond aux pertes dans le processus de conversion par le capteur de l'énergie solaire en électricité.

5 Selon un autre agencement des zones de conversion de la cible, les deux capteurs sont juxtaposés et le rayonnement solaire concentré est dirigé par l'optique de concentration soit sur le capteur photovoltaïque, soit sur le capteur thermique, soit sur les deux.

10 Le concentrateur optique est composé soit de miroirs paraboliques ou cylindro-paraboliques, soit de lentilles ou de lentilles de Fresnel dont la focale est ponctuelle ou rectiligne, soit d'une combinaison de ces différentes optiques.

Selon un autre mode de réalisation particulier du concentrateur solaire selon l'invention, l'optique de concentration comprend d'une part une lentille de Fresnel constituée sur une partie au moins de sa surface, par un matériau transparent et polarisant pour la lumière qui la traverse, et d'autre part un filtre polarisant placé devant la lentille de Fresnel ou placé entre la lentille de Fresnel et la cible. La rotation de la lentille ou du filtre l'un par rapport à l'autre et autour d'un axe commun qui passe par leur centre et qui est perpendiculaire à leur surface, provoque l'extinction progressive du rayonnement solaire concentré qui a traversé les deux surfaces polarisantes. Dans ce mode de réalisation la distance entre la lentille et la cible reste fixe et l'automatisme, qui a pour but de faire varier l'intensité lumineuse qui éclaire la cible, commande la rotation d'un angle plus ou moins important entre la lentille et le filtre. La rotation relative de la lentille et du filtre polarisant permet alors de faire varier la proportion de rayonnement solaire concentré vers le capteur photovoltaïque et celle du rayonnement solaire concentré vers le capteur thermique.

20 Les configurations envisagées pour le concentrateur solaire selon l'invention permettent de le régler sur différentes positions. Ainsi, il peut être réglé par exemple pour que le rayonnement solaire concentré n'éclaire que la surface du capteur photovoltaïque, ou pour que le rayonnement solaire concentré éclaire à la fois la surface de la cellule photovoltaïque et une partie de la surface du capteur thermique.

30 Le concentrateur peut encore être réglé pour que l'intensité du rayonnement

solaire qui est reçue par le capteur photovoltaïque reste sensiblement constante, même lorsque l'intensité lumineuse du soleil varie.

Toutefois, lorsque la quantité d'énergie de radiation solaire reçue par la cellule photovoltaïque diminuera, alors celle reçue par le capteur thermique  
5 augmentera, car la surface de capture de la cellule restera fixe alors que la surface de capture du capteur thermique augmentera dans la même proportion que la surface d'éclairage.

Dans un mode de réalisation envisagé, la cible est composée d'une cellule photovoltaïque et d'un capteur thermique dont une partie au moins de la surface  
10 entoure la cellule photovoltaïque de sorte que le rayonnement solaire concentré puisse éclairer à la fois la cellule photovoltaïque et la partie périphérique du capteur thermique.

L'autre partie du capteur thermique se positionne derrière la cellule tout en restant en contact thermique avec celle-ci de manière à collecter la chaleur de la  
15 cellule et ainsi la refroidir.

Le capteur thermique est par exemple constitué par une conduite métallique parcourue par un fluide caloporteur, gazeux ou liquide, comme de l'air, de l'eau ou un mélange d'eau et de glycol. Le capteur thermique comporte par exemple une  
20 surface de cuivre recouverte d'une couche de titane colloïdal, ladite surface étant placée sous vide de manière à augmenter l'isolation thermique avec l'extérieur.

Le capteur photovoltaïque est constitué par une cellule photovoltaïque par exemple de type au silicium cristallin, organique, monocouche ou multi couches, ou une combinaison de ces différents types connus, ou encore par tout nouveau type de  
25 cellule photovoltaïque en fonction des développements de nouvelles technologies de cellules.

Dans un mode particulier de réalisation le concentrateur solaire, y compris la cible, est monté sur un suiveur de soleil afin de recevoir un maximum de rayonnement direct du soleil pendant le déplacement horaire et saisonnier de ce  
dernier.

30 Dans un autre mode particulier de réalisation la cible est fixe par rapport au sol et le concentrateur solaire utilise au moins un héliostat pour rediriger le

rayonnement solaire vers la cible.

Dans un autre mode particulier de réalisation, c'est la cible qui se déplace par rapport à l'optique du concentrateur pour faire varier leur distance relative.

5 Dans un mode particulier de réalisation donnant la priorité à la production d'électricité, la distance entre la partie optique et la cible est pilotée par un automatisme électromécanique de manière par exemple à maintenir constante la quantité d'énergie du rayonnement solaire reçue par la cellule photovoltaïque, à savoir que les variations d'intensité du rayonnement solaire qui se produisent au cours de la journée et au cours des saisons pourront être compensées par une  
10 variation inversement proportionnelle du taux de concentration appliqué à la cellule. Cette stabilité d'irradiation de la cellule aura pour avantage de minimiser les chocs thermiques au niveau de la cellule et de minimiser les pics de puissance électrique à absorber par les composants électriques comme les onduleurs et les transformateurs.

Dans un autre exemple de réalisation donnant la priorité à la production  
15 maximale d'énergie calorifique, la position de la cible sera telle que le rayonnement solaire concentré couvrira et s'étalera sur toute la surface de capture de la cible.

L'invention a également pour objet un dispositif constitué d'une pluralité de concentrateurs solaires selon l'invention, tous les concentrateurs étant alors reliés par une liaison mécanique et/ou électrique afin que tous les mouvements et  
20 déplacements des différentes parties des concentrateurs unitaires se fassent en même temps et à l'identique. Bien entendu, dans ce cas il sera utile de relier également les connexions électriques et les réseaux de circulation de fluide caloporteur de tous les concentrateurs individuels.

## 25 **DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE L'INVENTION**

L'invention est maintenant décrite plus en détails à l'aide de la description des figures 1 à 4 indexées.

La figure 1A est un schéma de principe en coupe du dispositif selon  
30 l'invention avec une lentille de Fresnel comme optique de concentration, le dispositif étant dans une position de concentration importante du rayonnement solaire sur la

cellule photovoltaïque, et nulle sur le capteur thermique.

La figure 1B est une illustration du dispositif en face avant de la figure 1A avec la visualisation de la surface de la cible éclairée par le rayonnement solaire concentré.

5 La figure 2A est un schéma de principe en coupe du dispositif selon l'invention avec une lentille de Fresnel comme optique de concentration, le dispositif étant représenté dans une position de concentration faible sur la cellule photovoltaïque et sa répartition sur le capteur thermique.

10 La figure 2B est une illustration du dispositif en face avant de la figure 2A avec la visualisation de la surface d'éclairage du rayonnement solaire concentré qui se répartit sur la cellule et sur le capteur thermique.

La figure 3A est un schéma de principe en coupe du dispositif selon l'invention, dans un mode particulier de réalisation où une partie de la lentille de Fresnel est polarisante et où un filtre polarisant est placé devant ladite lentille.

15 La figure 3B est un schéma de principe en coupe du dispositif selon l'invention dans un autre mode particulier de réalisation où une partie de la lentille de Fresnel est polarisante et où un filtre polarisant est placé entre la lentille et la cible.

20 La figure 4 illustre le cas d'une pluralité de concentrateurs selon l'invention, reliés par une liaison mécanique pour l'actionnement des lentilles de Fresnel, et une liaison électrique pour la collecte du courant électrique.

25 On se réfère aux figures 1A et 1B qui représentent le dispositif selon l'invention dans le cas particulier où le concentrateur solaire est une lentille de Fresnel (1) dont la focale est ponctuelle. Le rayonnement solaire incident (2) se concentre sur une cible (4,5) composée, sans que ce choix ne soit limitatif, d'une cellule photovoltaïque (4) et d'un capteur thermique (5) dont une partie au moins de la surface entoure la cellule photovoltaïque (4) de sorte que le rayonnement solaire concentré (3) issu de la lentille de Fresnel puisse éclairer à la fois la cellule (4) et la partie périphérique de la cible correspondant au capteur thermique (5).

30 La partie centrale du capteur thermique (5) se positionne derrière la cellule photovoltaïque (4) tout en restant en contact avec celle-ci de manière à collecter la

chaleur de la cellule (4) et ainsi la refroidir. Le capteur thermique (5) est dans cet exemple constitué par une conduite métallique parcourue par un fluide (6) caloporteur composé d'un mélange d'eau et de glycol.

Selon un aspect important de l'invention, la lentille de Fresnel (1) peut se déplacer de manière à faire varier sa distance (D1) par rapport à la cible (4,5). Les figures 1A et 1B représentent le cas où la cible (4,5) est positionnée très près de la zone de focalisation de la lentille de Fresnel. La surface éclairée (7A) de la cible est donc faible et le rayonnement solaire (3) est très concentré sur la cellule photovoltaïque (4) qui est placée au centre de la cible.

Les figures 2A et 2B représentent le même cas particulier que les figures 1A et 1B mais dans une position où la cible (4,5) est à une distance (D2) de la lentille (1) inférieure au cas précédent (D1). La surface éclairée de la cible (7B) est alors plus grande que dans le cas précédent (7A) et s'étale à la fois sur la cellule (4) et sur le capteur thermique (5) qui l'entoure. Le rayonnement solaire concentré (7B) se répartit alors sur les deux capteurs (4,5). La cellule (4) reçoit donc moins d'énergie solaire que dans le cas précédent (1A,1B) alors que le capteur thermique (5) en reçoit davantage. Au final, dans cette position du dispositif, l'énergie solaire collectée par le concentrateur (1) s'est répartie différemment entre la cellule photovoltaïque (4) et le capteur thermique (5) simplement en faisant varier la distance (D1,D2) entre la lentille (1) et la cible (4,5), grâce au déplacement de la lentille (1).

Bien entendu ce raisonnement et ce fonctionnement sont applicables pour un choix différents de la nature des capteurs 4,5 de la cible.

Cette répartition variable et contrôlée de l'énergie solaire sur les deux capteurs (4,5) de la cible va entraîner une production d'électricité et de calories elle-même variable en fonction des besoins, ce qui est bien le but de l'invention. En particulier, en reprenant l'exemple décrit, si la priorité est donnée à la production d'électricité photovoltaïque, un automatisme (non illustré) permettra de maintenir à son maximum la quantité d'énergie reçue par la cellule photovoltaïque (4) même pendant les variations de luminosité du soleil.

On se réfère maintenant aux figures 3A et 3B qui montrent une autre manière de faire varier la répartition du rayonnement solaire entre le capteur

photovoltaïque (4) et le capteur thermique (5) sans avoir à faire varier la distance relative entre la lentille de Fresnel (1) et la cible (4,5).

A cet effet, la partie centrale (1P) de la lentille de Fresnel (1) a été rendue polarisante, soit par un traitement de surface approprié, soit par l'ajout d'un composé spécifique au moment de la fabrication de la lentille, soit par la pose d'un film polarisant sur une de ses faces. Un filtre polarisant (8) est alors placé soit devant la lentille (Figure 3A), soit entre la lentille (1) et la cible (4,5) (Figure 3B). Dans ces deux cas de figure, le rayonnement solaire incident (2) qui ne traverse pas les filtres polarisants se concentre (3) essentiellement sur le capteur thermique (5) alors que le rayonnement solaire incident (2) qui traverse à la fois le filtre polarisant (8, 2P) et la surface polarisante (1P) de la lentille (1), se concentre (3P) essentiellement sur la cellule photovoltaïque (4). La distance D2 entre la lentille (1) et la cible (4,5) est alors de préférence fixe et choisie pour que la surface éclairée (7B) de la cible recouvre à la fois le capteur thermique (5) et la cellule (4). La mise en rotation de la lentille de Fresnel (1) autour de son axe de symétrie perpendiculaire à sa surface et passant par son centre est réalisée par exemple à l'aide d'une vis sans fin (9) agissant sur la périphérie de la lentille pourvue à cet effet d'un profil intégré ou rapporté en forme de roue dentée. Alternativement on pourrait garder la lentille de Fresnel (1) fixe en rotation et mettre en rotation le filtre polarisant (8). La rotation relative de la lentille polarisante (1) par rapport au filtre polarisant (8) provoque l'extinction plus ou moins prononcée du rayonnement concentré (3P) qui éclaire la cellule (4) car la lumière aura traversé deux filtres polarisants dont les axes de polarisation se croisent progressivement.

Ainsi ce mode particulier de réalisation permet aussi de contrôler la proportion du rayonnement solaire incident (2) qui va atteindre le capteur photovoltaïque (4) et la proportion qui va atteindre le capteur thermique (5). Ce contrôle peut là encore être réalisé en temps réel, par exemple à l'aide d'un automatisme non décrit mais dont la réalisation est à la portée de l'homme du métier. Cet automatisme va stabiliser à son maximum l'énergie solaire reçue par la cellule (4), même pendant les variations de luminosité du soleil, tout en transformant une partie de cette énergie solaire en calories grâce au capteur thermique (5) et à

son fluide caloporteur (6).

La figure 4 illustre un dispositif particulier qui est constitué d'une pluralité de concentrateurs solaires selon l'invention. Chaque concentrateur est équipé dans cet exemple d'un héliostat (11), d'une lentille de Fresnel (1), d'un capteur thermique (5) et d'une cellule photovoltaïque (4). Tous les concentrateurs individuels sont reliés ensemble d'une part par une liaison mécanique (12) entre tous les miroirs (11) des héliostats, et d'autre part par une liaison mécanique (10) entre toutes les lentilles de Fresnel (1), afin que tous les mouvements et les déplacements des différentes parties des concentrateurs se fassent en même temps et à l'identique. Il sera utile également de relier ensemble électriquement les différents capteurs photovoltaïques (4) afin de permettre la collecte de l'ensemble de l'énergie électrique produite. De même, les capteurs thermiques (5) seront insérés dans un circuit de circulation du fluide caloporteur pour récupérer l'énergie calorifique produite par l'ensemble du dispositif.

On décrit maintenant un exemple concret de réalisation :

Un dispositif selon l'invention est constitué d'une lentille de Fresnel (1) carrée en poly méthacrylate de méthyle transparent de 0,8 mètre de côté et de 4 mm d'épaisseur. La lentille est de type focale ponctuelle et sa longueur focale est de 90 cm. La lentille de Fresnel (1) reçoit, perpendiculairement à sa surface, la lumière solaire d'un héliostat dont le miroir (11) fait 1 m x 1,50 mètre. A une distance de 90 cm de la lentille de Fresnel (1) est positionnée une cible constituée d'une cellule photovoltaïque (4) en silicium cristallin de 7 cm de côté et d'une puissance crête de 1 watt sous un ensoleillement de 1000 Watts/m<sup>2</sup>. Cette cellule (4) est collée au centre d'un capteur thermique (5) creux en aluminium anodisé noir et carré de 25 cm de côté et de 1 cm d'épaisseur.

Le capteur thermique (5) est parcouru par un mélange d'eau et de glycol dans une proportion de 70/30. La cible est fixe par rapport au sol et reçoit le rayonnement solaire concentré (3) par la lentille de Fresnel (1). La distance entre la lentille (1) et la cible (4,5) est rendue variable grâce à un chariot supportant la lentille (1) et coulissant le long de deux tubes métalliques parallèles entre eux et perpendiculaires à la surface de la lentille (1).

Lorsque la distance D1 entre le centre de la lentille (1) et la cellule (4) est de 80 cm, la taille de la surface de la cible éclairée par le rayonnement concentré est sensiblement la même que la taille de la cellule (4), soit une surface circulaire d'un diamètre de 8 cm. La cellule (4) reçoit donc la totalité du rayonnement solaire avec  
5 une concentration de l'ordre de 120 fois.

Lorsque la distance D2 entre le centre de la lentille (1) et la cellule (4) est de 55 cm, le diamètre de la surface d'éclairage sur la cible est sensiblement de 25 cm. La cellule (1) et le capteur thermique (5) reçoivent donc la totalité du rayonnement solaire direct avec une concentration de l'ordre de 10 fois. Mais comme le capteur  
10 thermique (5) possède une surface éclairée 12 fois supérieure à celle de la cellule (4), il va capturer 12 fois plus d'énergie solaire que la cellule (4).

En définitive, et en fonction de la distance entre la cellule (4) et la lentille (1), la concentration solaire sur la cellule (4) pourra varier entre 10 fois et 120 fois, et le reste de l'énergie non transformée en électricité sera transformée en calories  
15 qui seront absorbées par le liquide caloporteur (6) en contact avec le capteur thermique (5).

Comme la cellule (4) en silicium cristallin est à son maximum d'efficacité sous une irradiation de 15 kW/m<sup>2</sup>, un moteur électrique pas à pas va déplacer le chariot soutenant la lentille de Fresnel (1) de manière à positionner celle-ci à une distance  
20 de la cellule (4) comprise entre 55 cm et 80 cm, ce qui va provoquer une concentration solaire variable entre 10 et 120 fois de manière à ce que l'intensité solaire reçue par la cellule (4) soit régulière et proche de 15 kW/m<sup>2</sup>. Par exemple pour une irradiation directe normale d'un soleil clair de 500 W/m<sup>2</sup> la concentration sera de x30 et pour un soleil voilé de 125 W/m<sup>2</sup> la concentration sera de x120, soit  
25 quatre fois supérieure. Un automatisme électromécanique va donc permettre à la cellule (4) de produire régulièrement 15 Watts d'électricité (1 watt par kW/m<sup>2</sup> d'ensoleillement), même pendant un ensoleillement direct variable entre 125 et 500 W/m<sup>2</sup>.

Le reste de l'énergie non transformée en électricité sera transformé en  
30 calories thermiques qui vont d'une part élever la température du mélange eau glycol et d'autre part être perdue à hauteur d'environ 20% par conduction et irradiation

dans l'air ambiant.

Au total ce sera 80% de l'irradiation solaire directe qui aura été capturée, au lieu d'environ 70 % dans les systèmes mixtes connus dans l'état de la technique.

En outre, si la priorité aura été donnée à la production d'électricité, la cellule photovoltaïque (4) aura été exploitée au maximum de sa rentabilité car elle aura fonctionné au maximum de ses possibilités de production (maximum de concentration solaire pendant un maximum de temps).

Bien entendu il serait aisément possible de modifier la priorité de production de l'énergie électrique par rapport à l'énergie calorifique.

10

### **AVANTAGES DE L'INVENTION**

En définitive l'invention répond aux buts fixés et permet bien de capturer, concentrer, et transformer l'énergie solaire en électricité et en calories, tout en contrôlant la quantité d'énergie solaire qui sera transformée en électricité et celle qui sera transformée en énergie calorifique, cette répartition pouvant être faite en temps réel et en fonction notamment des conditions de luminosité ambiante.

Cette répartition entre les deux modes de conversion de l'énergie solaire (électrique et calorifique) est rendue possible grâce à la superposition des deux capteurs respectifs et grâce à la reconfiguration en temps réel de la partie optique du concentrateur en tenant compte des conditions de luminosité ambiantes (soleil clair, soleil voilé, ...), ce qui permet bien de favoriser une forme d'énergie ou une autre en fonction des besoins et/ou en fonction des performances et rentabilités souhaitées pour un capteur ou pour l'autre.

20

## REVENDEICATIONS

1 - Concentrateur solaire comportant d'une part une optique de  
5 concentration (1) du rayonnement solaire et d'autre part une cible (4,5) vers laquelle  
ladite optique (1) concentre le rayonnement solaire incident, la cible possédant au  
moins une première zone de conversion énergétique (4) et une seconde zone de  
conversion énergétique (5), lesdites zones (4,5) ayant des modes de conversion de  
10 l'énergie solaire différents et étant aptes à convertir l'énergie solaire en au moins  
deux autres types d'énergie, et le concentrateur solaire comportant des moyens de  
contrôle de la répartition du rayonnement solaire entre lesdites au moins deux zones  
de conversion énergétique (4,5) de la cible, caractérisé en ce qu'il est configuré pour  
que la distance (D1, D2) entre au moins l'une desdites zones de conversion  
15 énergétique (4,5) de la cible et l'optique de concentration (1) soit variable, et en ce  
que la variation de cette distance entraîne la variation de la quantité de rayonnement  
solaire concentrée sur ladite première zone de conversion énergétique (4) et de la  
quantité de rayonnement solaire concentrée sur ladite seconde zone de conversion  
énergétique (5).

20 2 - Concentrateur solaire comportant d'une part une optique de  
concentration (1) du rayonnement solaire et d'autre part une cible (4,5) vers laquelle  
ladite optique (1) concentre le rayonnement solaire incident, la cible possédant au  
moins une première zone de conversion énergétique (4) et une seconde zone de  
conversion énergétique (5), lesdites zones (4,5) ayant des modes de conversion de  
25 l'énergie solaire différents et étant aptes à convertir l'énergie solaire en au moins  
deux autres types d'énergie, et le concentrateur solaire comportant des moyens de  
contrôle de la répartition du rayonnement solaire entre lesdites au moins deux zones  
de conversion énergétique (4,5) de la cible, caractérisé en ce qu'il comporte des  
lentilles ou filtres polarisants interposés sur le trajet du rayonnement solaire  
30 concentré vers l'un des capteurs, ces lentilles ou filtres polarisants étant configurés  
pour faire varier la proportion de rayonnement solaire concentré vers le capteur

photovoltaïque (4) et celle du rayonnement solaire concentré vers le capteur thermique.

3 - Concentrateur solaire selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce que lesdits moyens de contrôle de la répartition du rayonnement solaire sont automatisés et reçoivent en entrée un signal représentatif de la priorité à allouer à la production d'un type d'énergie par rapport à un autre type d'énergie, ledit signal étant utilisé pour piloter la répartition du rayonnement entre les différentes zones (4,5) de conversion énergétique.

10

4 - Concentrateur selon la revendication 3, caractérisé en ce que ledit signal est une mesure en temps réel de la luminosité ambiante, et en ce que le pilotage de la répartition du rayonnement entre les différentes zones de conversion se fait en continu ou par intervalles de temps courts en fonction de la luminosité ambiante.

15

5 - Concentrateur solaire selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdites première et seconde zones de conversion énergétique (4,5) de la cible comportent au moins une zone de conversion (4) de l'énergie solaire en énergie électrique, et une zone de conversion (5) de l'énergie solaire en énergie calorifique.

20

6 - Concentrateur selon la revendication 5, caractérisé en ce que la cible comporte d'une part un capteur photovoltaïque (4) vers lequel est concentrée tout ou partie du rayonnement solaire incident, et d'autre part un capteur thermique (5) vers lequel est dirigée la part du rayonnement solaire incident qui n'est pas dirigée vers le capteur photovoltaïque (4).

25

7 - Concentrateur selon la revendication 6, caractérisé en ce que capteur photovoltaïque (4) est positionné au centre de la zone de concentration du rayonnement solaire par l'optique de concentration (1), et en ce que le capteur thermique (5) est positionné autour de la zone couverte par le capteur

30

photovoltaïque (4) et est thermiquement en contact avec elle.

8 - Concentrateur selon la revendication 7, caractérisé en ce que les deux capteurs (4,5) sont juxtaposés et en ce que le rayonnement solaire concentré est dirigé soit sur le capteur photovoltaïque (4), soit sur le capteur thermique (5), soit sur les deux.

9 - Concentrateur solaire selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il est réglé pour que le rayonnement solaire concentré (3) n'éclaire que la surface du capteur photovoltaïque (4).

10 - Concentrateur solaire selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il est réglé pour que le rayonnement solaire concentré (3) éclaire à la fois la surface de la cellule photovoltaïque (4) et une partie de la surface du capteur thermique (5).

11 - Concentrateur solaire selon une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il est réglé pour que l'intensité du rayonnement solaire qui est reçue par le capteur photovoltaïque (4) reste sensiblement constante, même lorsque l'intensité lumineuse du soleil varie.

12 - Concentrateur solaire selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'optique de concentration (1) comporte un des éléments suivants ou une combinaison des éléments suivants: une lentille de Fresnel dont la focale est ponctuelle ou rectiligne, un miroir parabolique ou cylindro-parabolique, au moins un héliostat.

13 - Concentrateur solaire selon la revendication 12, caractérisé en ce que l'optique de concentration (1) comporte une lentille de Fresnel (1) dont une partie (1P) est polarisante pour le rayonnement solaire (2) qui la traverse, et en ce qu'un filtre polarisant (8) est placé soit devant la partie polarisante (1P) de la lentille de

Fresnel (1) soit entre cette partie polarisante (1P) de la lentille de Frésnel (1) et la cible (4,5).

5 14 - Concentrateur solaire selon la revendication 13, caractérisé en ce que la lentille de Fresnel (1) et/ou le filtre polarisant (8) sont mobiles autour d'un axe de rotation qui est perpendiculaire à leurs surfaces, de manière à faire varier leur position relative et par conséquent la quantité de rayonnement solaire transmise à chaque zone de conversion (4,5) énergétique de la cible.

10 15 - Concentrateur solaire selon l'une quelconque des revendications 5 à 14, caractérisé en ce que le capteur photovoltaïque (4) et le capteur thermique (5) sont fixes par rapport au sol et en ce que le concentrateur solaire comporte au moins un héliostat pour rediriger la rayonnement solaire vers la cible (4,5).

15 16 - Concentrateur solaire selon l'une quelconque des revendications 5 à 14, caractérisé en ce que le concentrateur solaire et la cible sont montés sur un suiveur de soleil de manière à recevoir un maximum de rayonnement direct du soleil pendant le déplacement horaire et saisonnier de ce dernier.

20 17 - Concentrateur solaire selon l'une des revendications 5 à 16, caractérisé en ce que le capteur photovoltaïque (4) est constitué par une cellule photovoltaïque de type silicium cristallin, organique, monocouche ou multi couches, ou une combinaison de ces différents types.

25 18 - Concentrateur solaire selon l'une des revendications 5 à 17, caractérisé en ce que le capteur thermique (5) est une conduite de section carrée, rectangulaire, circulaire, ou une combinaison de ces formes, qui est parcourue par un fluide (6) caloporteur gazeux ou liquide.

30 19. Concentrateur solaire selon la revendication 18, caractérisé en ce que le capteur thermique comporte une surface de cuivre recouverte d'une couche de titane

colloïdal, ladite surface étant placée sous vide de manière à augmenter l'isolation thermique avec l'extérieur.

5 20 - Concentrateur solaire selon une des revendications 5 à 19, caractérisé en ce qu'une partie au moins du capteur thermique (5) est en contact thermique avec la face arrière du capteur photovoltaïque (4).

10 21 - Dispositif comprenant une pluralité de concentrateurs solaires selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que toutes les optiques de concentrations (1,11) sont reliées mécaniquement (10,12) entre elles de sorte que tous leurs déplacements se font en même temps et à l'identique.

1 / 4

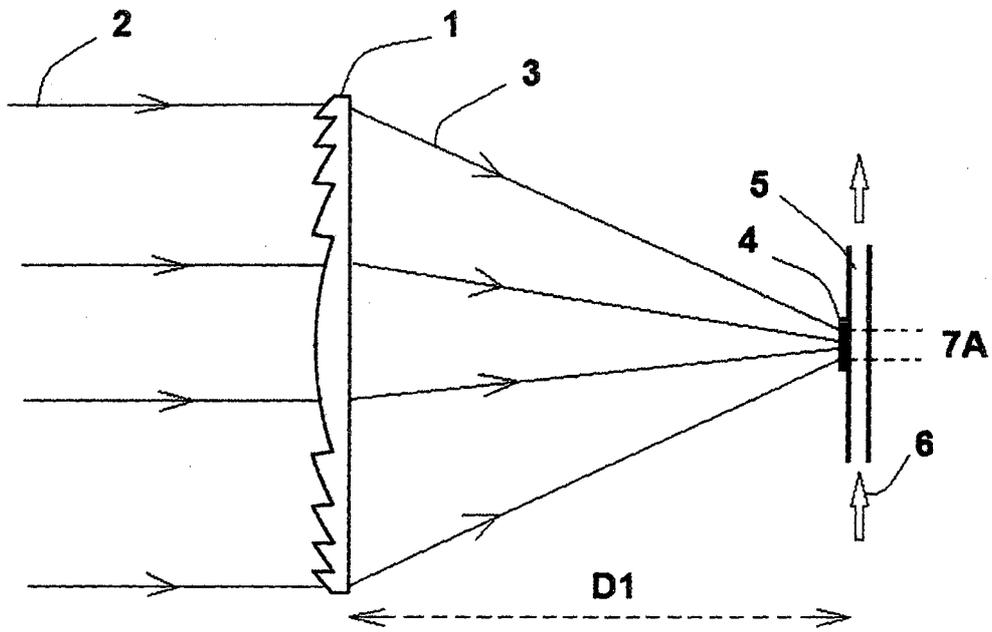


Figure 1A

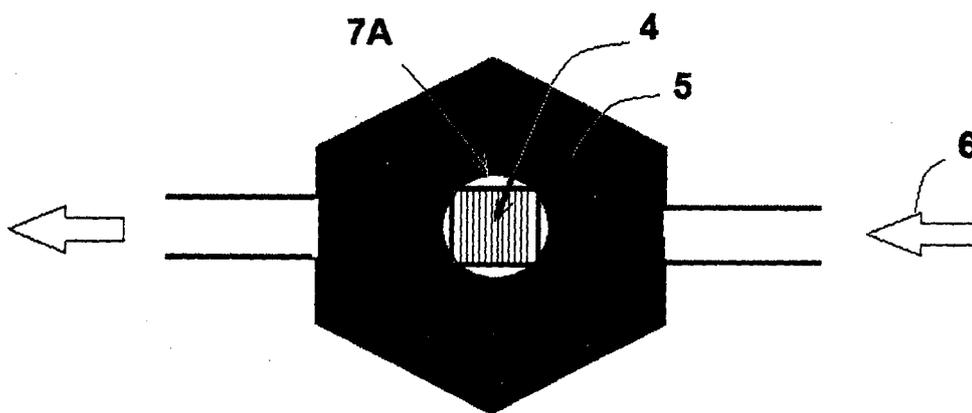


Figure 1B

2 / 4

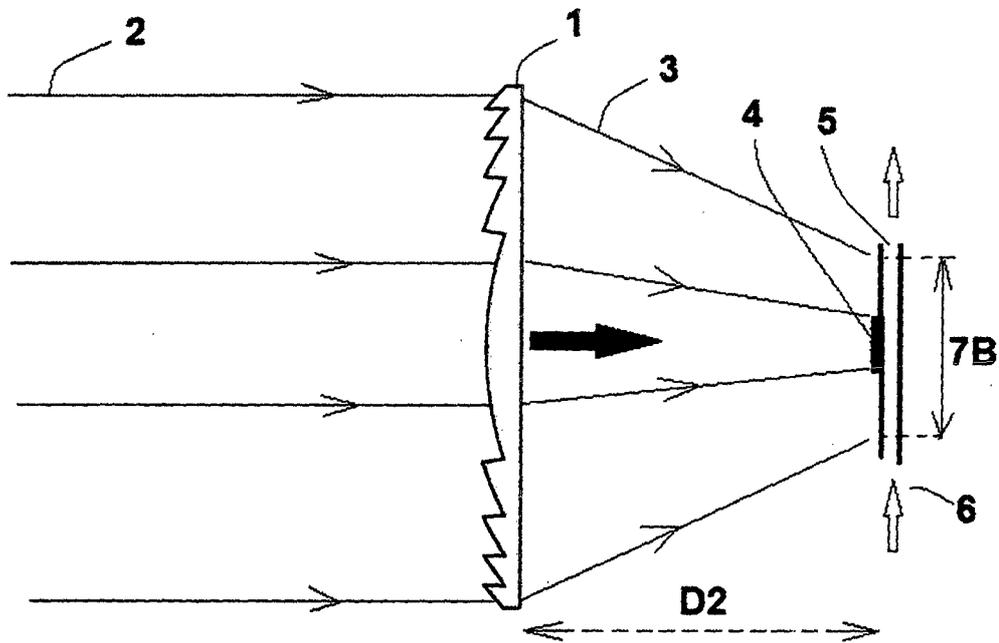


Figure 2A

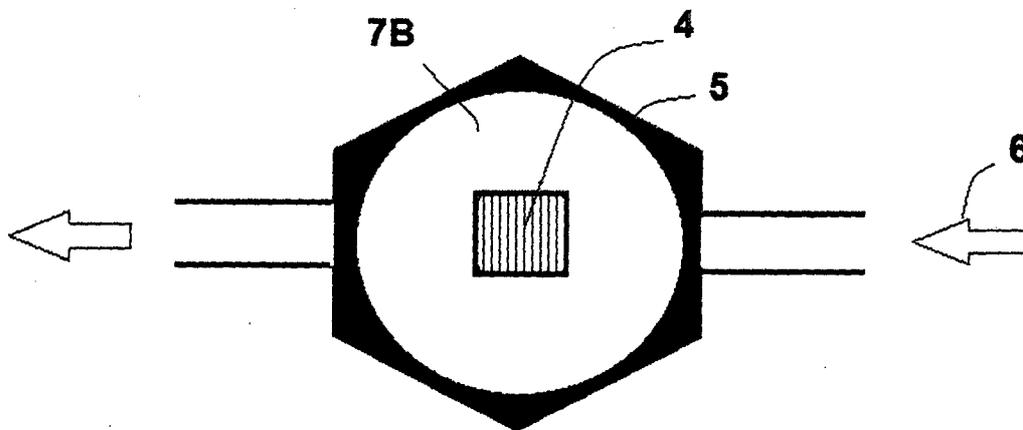


Figure 2B

3 / 4

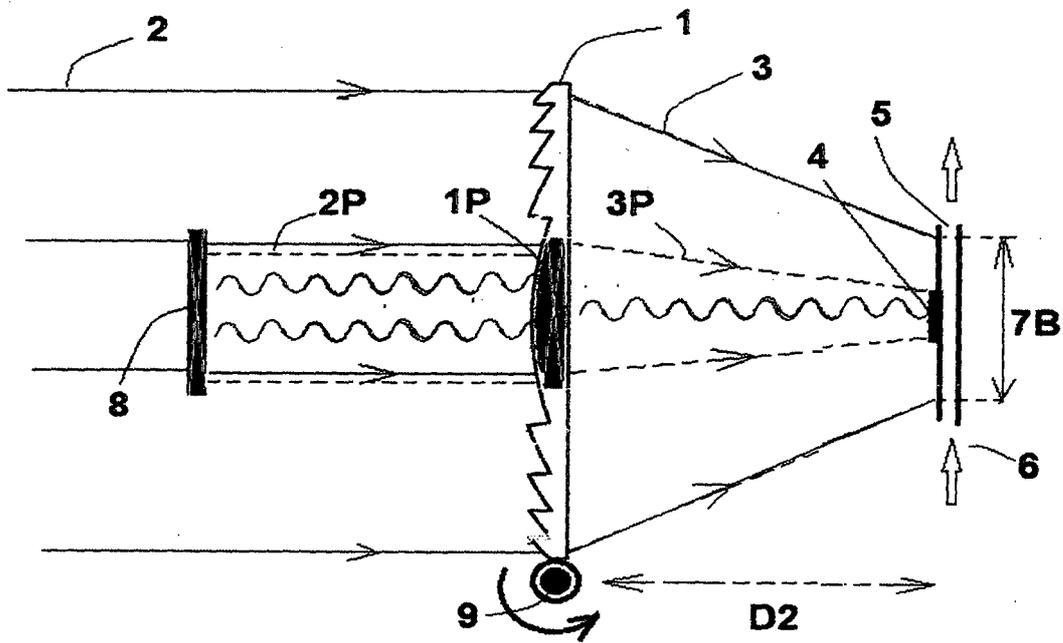


Figure 3A

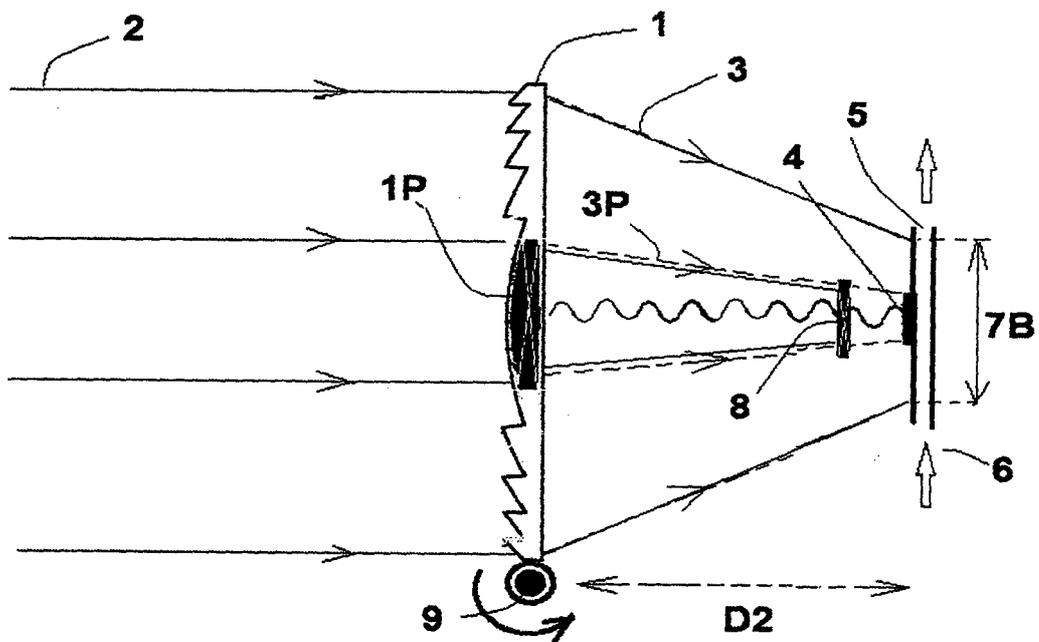


Figure 3B

4/4

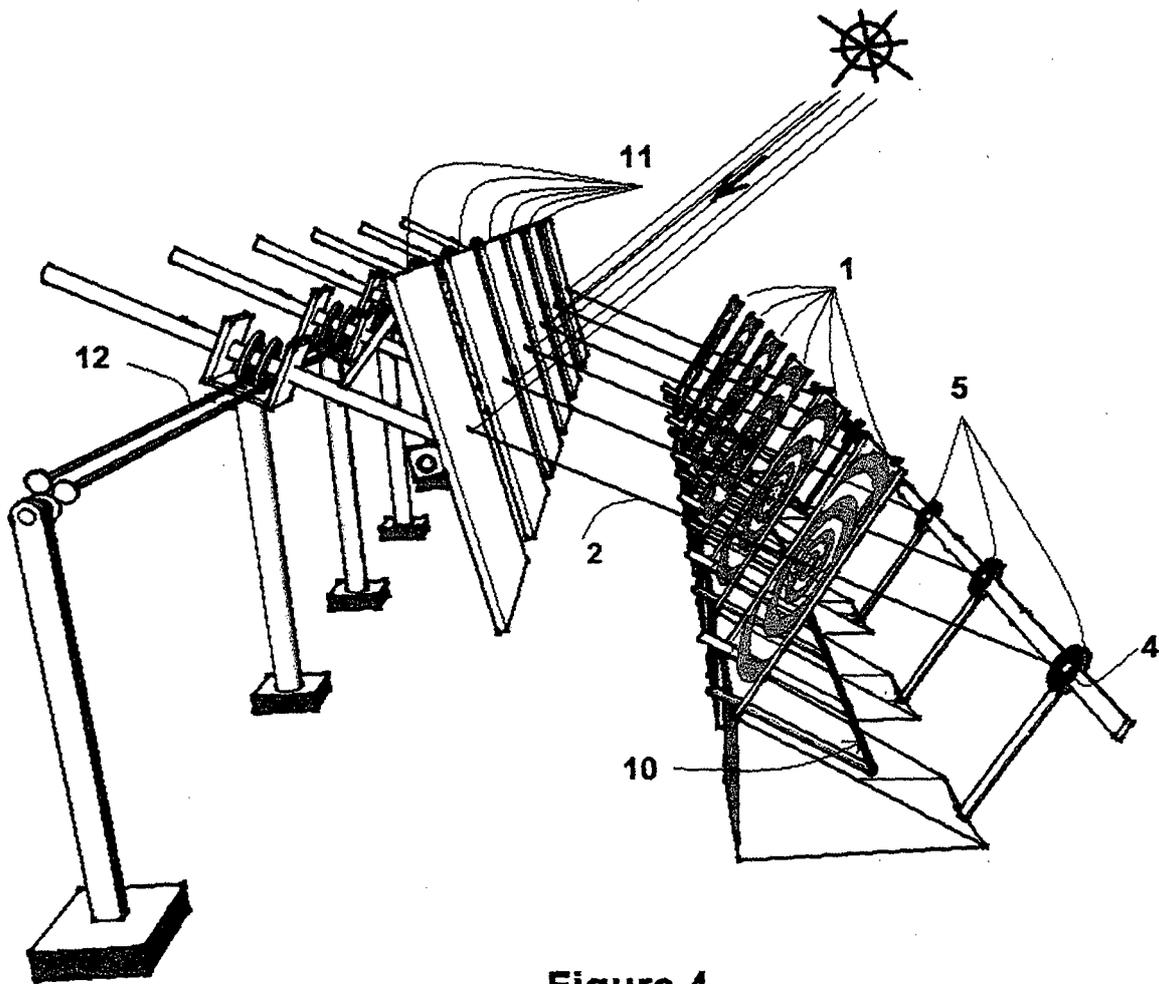


Figure 4

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

|  |
|--|
| International application No<br><b>PCT/FR2012/000537</b> |
|--|

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
**INV. H01L31/052 H01L31/058**  
 ADD.

According to International Patent Classification (IPC) onto both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification **System** followed by classification **symbols**)  
**H01L**

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
**EPO-Internal , WPI Data**

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No.                             |
|-----------|--|---|
| A         | <p>Wo 2010/138606 A2 (COGENRA SOLAR INC [US] ; ALMOGY GI LAD [US] ; MORAD RATSON [US] ; ROSENFEL) 2 December 2010 (2010-12-02)</p> <p>paragraph [0005] - paragraph [0009] ;<br/>           figures 1A, 1B, 14, 15, 18, 19<br/>           paragraph [0121]<br/>           paragraph [0122] - paragraph [0125]<br/>           paragraph [0052] - paragraph [0055]<br/>           paragraph [0056] - paragraph [0058]<br/>           paragraph [0057] - paragraph [0063]</p> <p style="text-align: center;">-----</p> | <p>1-4,9 ,<br/>10, 12 ,<br/>15-17 ,<br/>19-21</p> |
| A         | <p>US 2011/079267 A1 (RAYMOND MARK A [US] ET AL) 7 April 2011 (2011-04-07)</p> <p>paragraph [0012]<br/>           paragraph [0014]<br/>           paragraph [0096]</p> <p style="text-align: center;">-----</p> <p style="text-align: center;">-/- .</p>   | <p>1-21</p>                                       |

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Spécial catégories of cited documents :

|   |   |
|---|---|
| <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> | <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p> |
|---|---|

|   |   |
|---|---|
| Date of the actual completion of the international search<br><b>14 March 2013</b> | Date of mailing of the international search report<br><b>28/03/2013</b> |
|---|---|

|  |  |
|--|--|
| Name and mailing address of the ISA/<br>European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016 | Authorized officer<br><br><b>Chao, Oscar</b> |
|--|--|

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/FR2012/000537

| C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT |   |                           |
|--|---|---------------------------|
| Category*  | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No.     |
| A  | US 2010/154866 A1 (KHAN SITARA R [US])<br>24 June 2010 (2010-06-24)<br>paragraph [0004]; figure 1<br>paragraph [0040]<br>paragraph [0041] - paragraph [0042]<br>paragraph [0043]<br>----- | 1-21                      |
| A  | W0 2010/026437 A2 (CARL B ANDREWS [US])<br>11 March 2010 (2010-03-11)<br><br>paragraphs [0003] , [0004]<br>-----  | 1,4-9,<br>14,15,<br>18-21 |
| A  | DE 10 2005 054364 A1 (DURLUM LEUCHTEN<br>[DE]) 16 May 2007 (2007-05-16)<br>paragraphs [0008] - [0011]; figure 1<br>-----  | 1-21                      |
| A  | US 4 700 013 A (SOULE DAVID E [US])<br>13 October 1987 (1987-10-13)<br>column 1, line 62 - column 3, line 34;<br>figure 1<br>-----  | 1-21                      |
| A  | GB 2 473 328 A (HELIOCENTRIC POWER LTD<br>[GB]) 9 March 2011 (2011-03-09)<br><br>page 6, line 23 - page 7, line 8; figures<br>1,5<br>-----  | 1,5,9,<br>10,12,<br>16-21 |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

|  |
|--|
| International application No<br><b>PCT/FR2012/000537</b> |
|--|

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|--|------------------|-------------------------|------------------|
| WO 2010138606 A2                       | 02-12-2010       | EP 2436041 A2           | 04-04-2012       |
|  |                  | US 2010319684 A1        | 23-12-2010       |
|  |                  | US 2011036345 A1        | 17-02-2011       |
|  |                  | WO 2010138606 A2        | 02-12-2010       |
| -----                                  |                  |                         |                  |
| US 2011079267 A1                       | 07-04-2011       | US 2011079267 A1        | 07-04-2011       |
|  |                  | WO 2011041717 A2        | 07-04-2011       |
| -----                                  |                  |                         |                  |
| US 2010154866 A1                       | 24-06-2010       | NONE                    |                  |
| -----                                  |                  |                         |                  |
| WO 2010026437 A2                       | 11-03-2010       | NONE                    |                  |
| -----                                  |                  |                         |                  |
| DE 102005054364 A1                     | 16-05-2007       | DE 102005054364 A1      | 16-05-2007       |
|  |                  | DE 112006003764 A5      | 27-11-2008       |
|  |                  | EP 1949454 A1           | 30-07-2008       |
|  |                  | US 2008251124 A1        | 16-10-2008       |
|  |                  | WO 2007056984 A1        | 24-05-2007       |
| -----                                  |                  |                         |                  |
| US 4700013 A                           | 13-10-1987       | NONE                    |                  |
| -----                                  |                  |                         |                  |
| GB 2473328 A                           | 09-03-2011       | NONE                    |                  |
| -----                                  |                  |                         |                  |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2012/000537

| <p>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE<br/>                 INV. H01L31/052 H01L31/058<br/>                 ADD.</p>   |  |  |
|---|--|--|
| <p>Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB</p>  |  |  |
| <p>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</p>  |  |  |
| <p>Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)<br/>                 H01L</p>  |  |  |
| <p>Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche</p>  |  |  |
| <p>Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)<br/>                 EPO-Internal , WPI Data</p>   |  |  |
| <p>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</p>   |  |  |
| Catégorie*  | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents   | no. des revendications visées  |
| A   | <p>WO 2010/138606 A2 (COGENRA SOLAR INC [US]; ALMOGY GILAD [US]; MORAD RATSON [US]; ROSENFEL) 2 décembre 2010 (2010-12-02)</p> <p>alinéa [0005] - alinéa [0009]; figures 1A, 1B, 14,15,18,19<br/>                     alinéa [0121]<br/>                     alinéa [0122] - alinéa [0125]<br/>                     alinéa [0052] - alinéa [0055]<br/>                     alinéa [0056] - alinéa [0058]<br/>                     alinéa [0057] - alinéa [0063]</p> <p>-----</p>   | <p>1-4,9,<br/>                     10,12,<br/>                     15-17,<br/>                     19-21</p> |
| A   | <p>US 2011/079267 A1 (RAYMOND MARK A [US] ET AL) 7 avril 2011 (2011-04-07)</p> <p>alinéa [0012]<br/>                     alinéa [0014]<br/>                     alinéa [0096]</p> <p>-----</p>   | <p>1-21</p>  |
| <p>-----</p> <p style="text-align: right;">-/- .</p>  |  |  |
| <p><input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents</p>   |  |  |
| <p><input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe</p>   |  |  |
| <p>* Catégories spéciales de documents cités:</p>   |  |  |
| <p>"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)</p> <p>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> | <p>"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention</p> <p>"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément</p> <p>"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier</p> <p>"&amp;" document qui fait partie de la même famille de brevets</p> |  |
| <p>Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée</p> <p>14 mars 2013</p>  | <p>Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale</p> <p>28/03/2013</p>  |  |
| <p>Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale</p> <p>Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2<br/>                 NL - 2280 HV Rijswijk<br/>                 Tel. (+31-70) 340-2040,<br/>                 Fax: (+31-70) 340-3016</p>   | <p>Fonctionnaire autorisé</p> <p>Chao, Oscar</p>   |  |

| C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS |  |                               |
|---|--|-------------------------------|
| Catégorie*                                      | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents   | no. des revendications visées |
| A   | <p>US 2010/154866 A1 (KHAN SITARA R [US])<br/>                     24 juin 2010 (2010-06-24)<br/>                     alinéa [0004] ; figure 1<br/>                     alinéa [0040]<br/>                     alinéa [0041] - alinéa [0042]<br/>                     alinéa [0043]</p> <p style="text-align: center;">-----</p> | 1-21                          |
| A   | <p>W0 2010/026437 A2 (CARL B ANDREWS [US])<br/>                     11 mars 2010 (2010-03-11)</p> <p>alinéas [0003], [0004]</p> <p style="text-align: center;">-----</p>   | 1,4-9,<br>14,15,<br>18-21     |
| A   | <p>DE 10 2005 054364 A1 (DURLUM LEUCHTEN<br/>                     [DE]) 16 mai 2007 (2007-05-16)<br/>                     alinéas [0008] - [0011]; figure 1</p> <p style="text-align: center;">-----</p>   | 1-21                          |
| A   | <p>US 4 700 013 A (SOULE DAVID E [US])<br/>                     13 octobre 1987 (1987-10-13)<br/>                     colonne 1, ligne 62 - colonne 3, ligne 34;<br/>                     figure 1</p> <p style="text-align: center;">-----</p>  | 1-21                          |
| A   | <p>GB 2 473 328 A (HELIOCENTRIC POWER LTD<br/>                     [GB]) 9 mars 2011 (2011-03-09)</p> <p>page 6, ligne 23 - page 7, ligne 8 ;<br/>                     figures 1,5</p> <p style="text-align: center;">-----</p>  | 1,5,9,<br>10,12,<br>16-21     |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2012/000537

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|---|------------------------|---|------------------------|
| WO 2010138606 A2                                | 02-12-2010             | EP 2436041 A2                           | 04-04-2012             |
|   |                        | US 2010319684 A1                        | 23-12-2010             |
|   |                        | US 2011036345 A1                        | 17-02-2011             |
|   |                        | WO 2010138606 A2                        | 02-12-2010             |
| -----   |                        |   |                        |
| US 2011079267 A1                                | 07-04-2011             | US 2011079267 A1                        | 07-04-2011             |
|   |                        | WO 2011041717 A2                        | 07-04-2011             |
| -----   |                        |   |                        |
| US 2010154866 A1                                | 24-06-2010             | AUCUN                                   |                        |
| -----   |                        |   |                        |
| WO 2010026437 A2                                | 11-03-2010             | AUCUN                                   |                        |
| -----   |                        |   |                        |
| DE 102005054364 A1                              | 16-05-2007             | DE 102005054364 A1                      | 16-05-2007             |
|   |                        | DE 112006003764 A5                      | 27-11-2008             |
|   |                        | EP 1949454 A1                           | 30-07-2008             |
|   |                        | US 2008251124 A1                        | 16-10-2008             |
|   |                        | WO 2007056984 A1                        | 24-05-2007             |
| -----   |                        |   |                        |
| US 4700013 A                                    | 13-10-1987             | AUCUN                                   |                        |
| -----   |                        |   |                        |
| GB 2473328 A                                    | 09-03-2011             | AUCUN                                   |                        |
| -----   |                        |   |                        |