

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



WIPO | PCT



(10) Numéro de publication internationale

WO 2015/145351 A1

(43) Date de la publication internationale
1 octobre 2015 (01.10.2015)

(51) Classification internationale des brevets :
A01G 9/24 (2006.01) F24J 2/54 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/IB2015/052148

(22) Date de dépôt international :
24 mars 2015 (24.03.2015)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
14 52587 26 mars 2014 (26.03.2014) FR

(71) Déposant : SUN'R [FR/FR]; 7 rue de Clichy, F-75009 Paris (FR).

(72) Inventeur : NOGIER, Antoine; 42 rue Laugier, F-75017 Paris (FR).

(74) Mandataire : TANTY, François; Cabinet Nony, 3 rue de Penthièvre, F-75008 Paris (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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasiatique (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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(54) Title : ELECTRICITY GENERATION METHOD ADAPTED TO CROPS

(54) Titre : PROCEDE DE PRODUCTION D'ENERGIE ELECTRIQUE ADAPTE AUX CULTURES

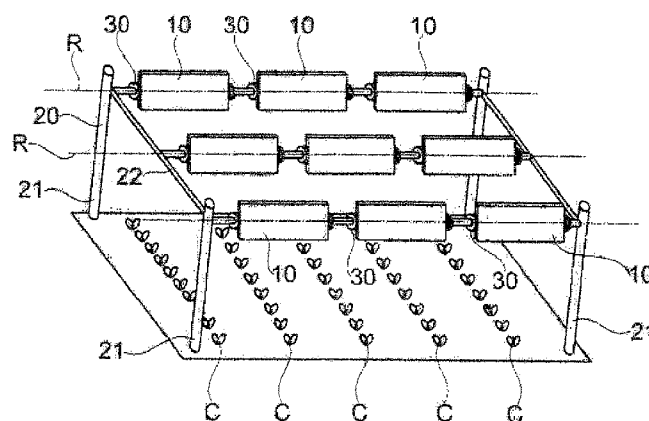


Fig. 1

(57) Abstract : The invention relates to an electricity generation method using orientable photovoltaic sensors (10) disposed above crops (C), the shadow projected onto the crops being altered by changes in the orientation of the sensors. The method is characterized in that the orientation of the sensors is controlled in a computerized and automatic manner in order to affect the microclimatic conditions of the crops by changing the orientation of the sensors, in particular in order to place crops in microclimatic conditions more suited to obtaining a desired agricultural result, while seeking to achieve an optimum, reducing electricity generation as little as possible in relation to a reference that is not combined with crops.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



WO 2015/145351 A1



Procédé de production d'énergie électrique à l'aide de capteurs photovoltaïques orientables (10) disposés au-dessus de cultures (C), l'ombre projetée sur les cultures étant modifiée par le changement d'orientation des capteurs, ce procédé étant caractérisé par le fait que l'orientation des capteurs est pilotée informatiquement de façon automatique, pour agir sur les conditions microclimatiques des cultures par le biais d'un changement d'orientation des capteurs, notamment afin de placer les cultures dans des conditions microclimatiques plus favorables à l'obtention d'un résultat agricole recherché, tout en cherchant à atteindre un optimum réduisant le moins possible la production d'énergie électrique par rapport à une référence sans combinaison avec des cultures.

Procédé de production d'énergie électrique adapté aux cultures

La présente invention concerne la production d'énergie électrique à l'aide de capteurs photovoltaïques.

La production d'énergie électrique d'origine photovoltaïque connaît un important développement.

Dans certaines zones géographiques, l'implantation des capteurs peut s'effectuer sans porter préjudice à l'étendue des zones cultivables.

Dans d'autres zones, l'implantation des capteurs a lieu au détriment des surfaces cultivables.

Des essais ont été effectués afin de concilier production électrique et préservation des étendues cultivables.

Il a ainsi été proposé dans l'article "Japan Next-Generation Farmers Cultivate Crops and Solar Energy", Renewable Energy world 10.10.2013, de cultiver des végétaux dans des zones affectées par l'ombre portée au sol par les capteurs.

La publication "Combining Solar photovoltaic panels and food crops for optimising land use: Towards new agrivoltaic schemes", Renewable Energy 36 (2011)2725-2732 rapporte des résultats d'essais comparatifs menés dans le sud de la France, faisant apparaître l'effet bénéfique de l'ombre apportée par les panneaux sur les cultures.

La thèse intitulée "Produire des aliments ou de l'énergie: faut-il vraiment choisir?" soutenue par Hélène Marroux le 18 décembre 2012 (Sup Agro Montpellier) suggère d'ajuster l'inclinaison des capteurs pendant une période de l'année pour stimuler la productivité des cultures. Il est également décrit d'utiliser des panneaux mobiles en translation ou rotation de façon à homogénéiser dans le temps la quantité de rayonnement reçue par chaque portion de la parcelle cultivée à l'ombre des panneaux.

La publication WO 2011/047828 A1 divulgue une installation comportant des panneaux solaires pouvant prendre une orientation particulière en cas de pluie, afin de faciliter la collecte de l'eau en vue de son utilisation en irrigation des cultures.

La demande US 2008/0148631 A1 divulgue un procédé de lutte contre la désertification utilisant des panneaux solaires commandés en pivotement pour créer de l'ombre dans la journée et faciliter l'humidification du sol pendant la nuit.

Cette publication ne prévoit pas de commander précisément l'orientation des panneaux dans un but d'optimisation de la production photovoltaïque et/ou de la pousse des végétaux.

La demande CH 706132 décrit une installation de production d'énergie électrique à l'aide de production d'énergie électrique à l'aide de panneaux solaires disposés au-dessus de cultures, en particulier de vigne. Les panneaux sont supportés par des poteaux qui servent également à accrocher les fils de culture de la vigne.

Les panneaux solaires peuvent être au moins partiellement transparents afin de minimiser l'effet d'ombrage des cultures.

Les panneaux peuvent être disposés de façon à optimiser la production solaire pendant une partie de l'année et à optimiser la qualité de la production agricole le reste de l'année.

Il existe un besoin pour améliorer encore les systèmes existants permettant une culture de végétaux et une production d'énergie électrique.

L'invention répond à ce besoin grâce à un procédé de production d'énergie électrique à l'aide de capteurs photovoltaïques orientables disposés au-dessus de cultures, l'ombre projetée sur les cultures étant modifiée par le changement d'orientation des capteurs, ce procédé étant caractérisé par le fait que l'orientation des capteurs est pilotée informatiquement de façon automatique, pour agir sur les conditions microclimatiques des cultures par le biais d'un changement d'orientation des capteurs, notamment afin de placer les cultures dans des conditions microclimatiques plus favorables à l'obtention d'un résultat agricole recherché tout en cherchant à atteindre un optimum réduisant le moins possible la production d'énergie électrique par rapport à une référence sans combinaison avec des cultures.

De préférence, l'orientation des capteurs est pilotée informatiquement de façon automatique à partir au moins de données représentatives de conditions locales d'environnement des cultures, notamment la température des cultures, l'ensoleillement instantané, l'hygrométrie du sol, et/ou la pluviométrie.

L'invention permet d'exploiter au mieux la présence des capteurs solaires pour faire bénéficier les cultures d'un ensoleillement variable en fonction de leur besoin en lumière et/ou en chaleur et/ou pour agir sur le stress hydrique.

Ainsi, la présence des capteurs solaires ne constitue plus un obstacle à la culture des végétaux mais au contraire une opportunité. Par exemple, l'orientation des capteurs peut être commandée de façon à éviter automatiquement, en période de canicule, que les végétaux ne soient soumis à un échauffement excessif. A contrario, au printemps, l'orientation peut être commandée de façon à maximiser automatiquement le réchauffement du sol, y compris la nuit par réflexion des infrarouges émis depuis le sol, afin de favoriser la germination.

De préférence, l'orientation des capteurs est modifiée par des actuateurs électriques, tels que des vérins électriques par exemple. L'énergie utilisée par les actuateurs peut avoir été fournie par les capteurs.

L'invention permet d'améliorer la production agricole par rapport à une culture en plein soleil, ou un rendement de référence, et de produire davantage d'énergie électrique qu'avec des capteurs dont l'orientation n'est pas modifiable à l'aide d'actuateurs.

L'orientation des capteurs peut être modifiée en fonction d'une loi de commande cherchant à obtenir un maximum qualitatif et/ou quantitatif. Par exemple, dans le cas de cultures maraichères, l'orientation des capteurs peut s'effectuer selon un algorithme d'asservissement de l'orientation des capteurs visant à éviter l'échauffement excessif des feuilles. La présence des capteurs peut ainsi être mise à profit pour intercepter de façon adéquate la lumière afin d'optimiser la photosynthèse et obtenir un rendement de production supérieur à ce qu'il serait en l'absence totale d'ombre. Dans le cas de la culture de la vigne, l'orientation des capteurs peut être choisie en fonction du degré de sucre recherché dans le raisin, et au final de la qualité du vin obtenu.

L'orientation des capteurs peut être commandée en fonction d'une quantité d'énergie lumineuse cible à atteindre, cette quantité d'énergie lumineuse cible étant notamment dépendante du besoin des cultures, du déficit ou de l'excédent d'énergie de la veille ou des jours précédents, et/ou des prévisions météorologiques.

De préférence, l'orientation des capteurs est modifiée en fonction de données météorologiques et notamment i) d'au moins un historique d'ensoleillement des cultures et d'un historique de chaleur reçue par les cultures, et/ou d'un historique de pluviométrie et ii) d'un objectif fixé pour la journée en cours, d'une quantité d'ensoleillement, de chaleur et/ou de pluviométrie à recevoir par la plante ainsi que de limites de températures à ne pas dépasser. Cet historique peut être réalisé localement, grâce à la détection locale de la

température, de l'ensoleillement, de la pluviométrie et/ou de l'hygrométrie du sol. Par exemple, si l'ensoleillement des jours précédents est considéré comme répondant aux besoins de lumière et/ou de chaleur des cultures sur une période donnée, les capteurs peuvent être orientés à chaque instant de façon à respecter les objectifs de la journée, en privilégiant la production électrique. Si par contre l'ensoleillement des jours précédents est considéré comme répondant insuffisamment aux besoins en lumière et/ou chaleur des cultures, alors les capteurs sont orientés de façon à privilégier le besoin d'ensoleillement des cultures. Dans ce cas, l'orientation des capteurs peut ne pas correspondre à l'optimisation de la production électrique en fonction de la position du soleil.

Outre la position géographique et l'inclinaison des installations, le pilotage informatique des capteurs s'effectue de préférence en fonction d'une loi de commande spécifique à chaque variété végétale cultivée.

Parmi les paramètres pouvant entrer dans la sélection de la loi de commande à partir d'une bibliothèque de lois de commande pré-établies, et/ou dans l'adaptation d'une loi de commande à la poursuite d'un résultat agricole prédéfini, peuvent figurer la variété cultivée, ainsi que des critères quantitatifs ou qualitatifs, tels que la recherche d'une production agricole maximale ou d'une qualité particulière du végétal cultivé.

Les capteurs peuvent être orientés le soir ou durant la nuit de façon à réfléchir au maximum ou au minimum vers le sol le rayonnement thermique du sol, pendant la nuit, afin de réguler la température du sol (réchauffement ou refroidissement). Le pilotage de l'orientation des capteurs pour la nuit peut s'effectuer par exemple selon le gradient de température atmosphère-sol observé ou prévu, et selon l'objectif poursuivi (refroidir ou réchauffer le sol). Par exemple, s'il existe un besoin de refroidir le sol et que le gradient atmosphère-sol est négatif (le sol est plus chaud que l'air), les capteurs peuvent être orientés perpendiculairement au sol. Ainsi, avant chaque modification de l'orientation des capteurs, il peut être déterminé si la consommation d'énergie électrique pour cette modification est nécessaire au regard du bénéfice attendu pour les cultures.

Le procédé comporte avantageusement la mesure de la température au niveau des cultures et la commande de l'orientation des capteurs s'effectue au moins en fonction de la température mesurée.

Les capteurs solaires peuvent être disposés en rangées parallèles espacées.

Les capteurs sont de préférence orientables autour d'un seul axe de rotation, qui est de préférence horizontal.

L'axe de rotation peut être aligné sur la direction Nord-Sud ou en variante faire un angle avec celle-ci.

5 L'orientation des capteurs dépend avantageusement de l'état de développement des cultures. Ainsi, pendant l'hiver, l'orientation peut être commandée de façon à réchauffer le sol en fin de période hivernale, afin de favoriser la germination.

L'orientation des capteurs est de préférence commandée de manière à maintenir les cultures dans une fourchette de température minimale et/ou maximale
10 prédéfinie. Ainsi, pendant les périodes de chaleur, l'orientation des panneaux peut correspondre à une production maximale d'ombre au sol.

L'invention a encore pour objet un système de production d'énergie électrique, comportant :

- une structure porteuse,
- 15 - des capteurs solaires orientables maintenus à distance non nulle du sol par la structure porteuse, notamment à une hauteur comprise entre 3 et 5 m,
- un ou plusieurs actuateurs pour modifier l'orientation des capteurs solaires et l'ombre portée au sol,
- un calculateur pour déterminer automatiquement l'orientation à donner aux
20 capteurs en fonction du besoin d'ensoleillement, de température et de pluviométrie, de cultures affectées par l'ombre portée des capteurs.

Le système peut comporter un capteur de température informant le calculateur de la température locale au niveau des cultures.

Le calculateur peut être agencé pour déterminer l'orientation des capteurs en
25 fonction d'un historique d'ensoleillement et/ou de pluviométrie et/ou de l'état de développement des cultures.

Le calculateur peut être local, auquel cas l'orientation des capteurs peut être déterminée de façon autonome par le calculateur.

Le calculateur peut aussi, en variante, être au moins en partie délocalisé dans le
30 centre de contrôle commande du dispositif.

La structure supportant les capteurs peut être avantageusement utilisée afin de déployer un filet au-dessus des cultures. Ce filet peut avoir trois fonctions

- Protéger les cultures contre la grêle et ceci en lien avec une prévision météorologique

- Protéger les cultures contre les attaques d'animaux

- Réaliser un ombrage supplémentaire sur les cultures, le choix du pouvoir occultant du filet étant réalisé en fonction d'un besoin identifié d'éclairage de la culture, d'un historique d'ensoleillement et/ou d'une prévision d'ensoleillement.

- Participer au contrôle du microclimat nocturne au-dessus de la culture en agissant sur l'échange thermique et d'humidité avec le milieu extérieur, le déploiement étant réalisé en fonction d'un besoin hydrique et/ou thermique identifié de la culture, d'un historique hydrique et/ou thermique et/ou d'éclairage de la culture, d'une mesure de l'état hydrique et/ou thermique de la culture, d'une prévision météorologique.

Le déploiement et le contrôle de ce filet peut être réalisé informatiquement de manière automatique ou manuelle, l'énergie électrique nécessaire à cette opération pouvant être issue de la propre production des capteurs ou venir du réseau si l'installation y est connectée.

Ce système de protection peut être déployé en cas d'alerte de grêle, au-dessus des cultures. Les capteurs peuvent alors être positionnés dans une configuration de moindre exposition aux grêlons, par exemple le plus verticalement possible.

L'invention a encore pour objet un procédé de culture de végétaux, dans lequel les végétaux sont cultivés de façon à être affectés par l'ombre portée au sol par des capteurs d'un système selon l'invention, tel que défini plus haut.

Cette culture s'effectue dans un système ouvert, sans contrôle des variables d'humidité, température, vent, autrement qu'à travers une modification de l'orientation des capteurs.

Les capteurs peuvent subir une modification de leur orientation intra-journalière, mieux intra-horaire.

Le pilotage des capteurs s'effectue autrement que pour assurer le simple suivi de la course du soleil, pendant des périodes où l'orientation des capteurs est choisie de façon à répondre aux besoins des cultures.

La loi de commande de l'orientation des capteurs peut notamment être basée sur le niveau de stress de la culture. Le modèle de stress évalue ce critère par exemple en fonction d'un historique d'ensoleillement et/ou de température de la culture, ainsi que

d'une mesure de la température foliaire de la culture. Les paramètres d'entrée et de sortie utilisables par ce modèle de stress ne se résumant pas uniquement aux paramètres susmentionnés.

L'invention a encore pour objet, indépendamment ou en combinaison avec ce qui précède, un procédé de culture de végétaux, dans lequel des éléments d'occultation orientables sont disposés au-dessus des cultures, l'ombre projetée sur les cultures étant modifiée par le changement d'orientation des éléments d'occultation, ce procédé étant caractérisé par le fait que l'orientation des éléments d'occultation est pilotée informatiquement de façon automatique, de préférence à partir au moins de données représentatives de conditions locales d'environnement des cultures, pour agir sur les conditions microclimatiques des cultures par le biais d'un changement d'orientation des éléments d'occultation, notamment afin de placer les cultures dans des conditions microclimatiques plus favorables à l'obtention d'un résultat agricole recherché. Selon cet aspect de l'invention, les éléments d'occultation peuvent être des capteurs photovoltaïques tels que définis plus haut, ou être des panneaux plus ou moins opaques, sans fonction photovoltaïque.

L'orientation des éléments d'occultation peut être modifiée en fonction d'une loi de commande cherchant à obtenir un maximum qualitatif et/ou quantitatif. Par exemple, dans le cas de cultures maraichères, l'orientation des éléments d'occultation peut s'effectuer selon un algorithme d'asservissement de l'orientation des éléments d'occultation visant à éviter l'échauffement excessif des feuilles. La présence des éléments d'occultation peut ainsi être mise à profit pour intercepter de façon adéquate la lumière afin d'optimiser la photosynthèse et obtenir un rendement de production supérieur à ce qu'il serait en l'absence totale d'ombre. Dans le cas de la culture de la vigne, l'orientation des éléments d'occultation peut être choisie en fonction du degré de sucre recherché dans le raisin, et au final de la qualité du vin obtenu.

L'orientation des éléments d'occultation peut être commandée en fonction d'une quantité d'énergie lumineuse cible à atteindre, cette quantité d'énergie lumineuse cible étant notamment dépendante du besoin des cultures, du déficit ou de l'excédent d'énergie de la veille ou des jours précédents, et/ou des prévisions météorologiques.

De préférence, l'orientation des éléments d'occultation est modifiée en fonction de données météorologiques et notamment i) d'au moins un historique

d'ensoleillement des cultures et d'un historique de chaleur reçue par les cultures, et/ou d'un historique de pluviométrie et ii) d'un objectif fixé pour la journée en cours, d'une quantité d'ensoleillement, de chaleur et/ou de pluviométrie à recevoir par la plante ainsi que de limites de températures à ne pas dépasser. Cet historique peut être réalisé localement, grâce
5 à la détection locale de la température, de l'ensoleillement, de la pluviométrie et/ou de l'hygrométrie du sol.

Le pilotage informatique des éléments d'occultation s'effectue de préférence en fonction d'une loi de commande spécifique à chaque variété végétale cultivée.

Parmi les paramètres pouvant entrer dans la sélection de la loi de commande à
10 partir d'une bibliothèque de lois de commande préétablies, et/ou dans l'adaptation d'une loi de commande à la poursuite d'un résultat agricole prédéfini, peuvent figurer la variété cultivée, ainsi que des critères quantitatifs ou qualitatifs, tels que la recherche d'une production agricole maximale ou d'une qualité particulière du végétal cultivé.

Les éléments d'occultation peuvent être orientés le soir ou durant la nuit de
15 façon à réfléchir au maximum ou au minimum vers le sol le rayonnement thermique du sol, pendant la nuit, afin de réguler la température du sol (réchauffement ou refroidissement). Le pilotage de l'orientation des éléments d'occultation pour la nuit peut s'effectuer par exemple selon le gradient de température atmosphère-sol observé ou prévu, et selon l'objectif poursuivi (refroidir ou réchauffer le sol). Par exemple, s'il existe un besoin de
20 refroidir le sol et que le gradient atmosphère-sol est négatif (le sol est plus chaud que l'air), les éléments d'occultation peuvent être orientés perpendiculairement au sol. Ainsi, avant chaque modification de l'orientation des éléments d'occultation, il peut être déterminé si la consommation d'énergie électrique pour cette modification est nécessaire au regard du bénéfice attendu pour les cultures.

25 Le procédé de culture comporte avantageusement la mesure de la température au niveau des cultures et la commande de l'orientation des éléments d'occultation s'effectue au moins en fonction de la température mesurée.

Les éléments d'occultation peuvent être disposés en rangées parallèles
espacées.

30 Les éléments d'occultation sont de préférence orientables autour d'un seul axe de rotation, qui est de préférence horizontal.

L'invention pourra être mieux comprise à la lecture de la description détaillée qui va suivre, d'exemples de mise en œuvre non limitatifs de celle-ci, ainsi qu'à l'examen du dessin annexé, sur lequel :

- 5 - la figure 1 représente de façon schématique un système de production d'énergie électrique selon l'invention,
- la figure 2 représente de façon schématique un système de commande de l'orientation d'un capteur solaire selon l'invention,
- la figure 3 représente de façon schématique l'évolution dans le temps de l'énergie lumineuse reçue par les cultures et les capteurs,
- 10 - les figures 4 à 7 illustrent des exemples de commande des capteurs en fonction du temps,
- la figure 8 est une représentation simplifiée d'un modèle de stress de culture basé sur la température foliaire et
- la figure 9 est une vue analogue à la figure 1 d'une variante de réalisation.

15 On a représenté à la figure 1 un système de production électrique selon l'invention, comportant une pluralité de capteurs solaires 10 mobiles autour d'axes de rotation respectifs R. Ces capteurs 10 sont maintenus par une structure porteuse 20, permettant de ménager sous les capteurs 10 une hauteur suffisante pour le passage d'engins agricoles, notamment une hauteur comprise entre 3 et 5 m.

20 La structure porteuse 20 comporte des montants 21 qui supportent une ossature 22 sur laquelle sont articulés les capteurs 10.

Chaque capteur 10 est pivoté autour de l'axe R correspondant à l'aide d'au moins un actuateur 30.

25 Les actuateurs 30 sont par exemple prévus individuellement pour chaque capteur 10, comme illustré. En variante, un même actuateur 30 peut déplacer en rotation une pluralité de capteurs solaires 10.

Les actuateurs 30 comportent par exemple chacun un ou plusieurs moteurs électriques, et sont constitués par exemple par des servomoteurs.

30 Les cultures C sont disposées dans l'ombre projetée au sol par les capteurs 10. Les cultures C peuvent être de tout type et par exemple être des cultures maraîchères ou des vignes.

Si l'on se reporte à la figure 2, on voit que la position à donner aux capteurs 10 peut être déterminée par un calculateur local 40 qui est relié via toute interface de puissance adaptée aux actuateurs 30.

Le calculateur 40 reçoit de préférence des informations d'une ou plusieurs
5 sondes locales, par exemple une sonde de température 41 placée au niveau des cultures C et une sonde d'hygrométrie 42 placée dans le sol au niveau des cultures C. D'autres capteurs peuvent être ajoutés, tels qu'un pluviomètre, anémomètre, et/ou une caméra pour visualiser l'état de développement des cultures, ainsi qu'un ou plusieurs biocapteurs, le cas échéant.

10 Il est particulièrement avantageux, d'une façon générale, d'utiliser un capteur à infrarouge sans contact pour mesurer la température des cultures. On peut ainsi utiliser une camera à infrarouge qui pointe sur les cultures en différents emplacements et permet de calculer une température moyennée spatialement.

Le calculateur 40 peut également échanger des données, par exemple via un
15 réseau de téléphonie sans fil, avec un serveur distant 50, lequel peut par exemple informer le calculateur 40 de la météo à venir.

Le calculateur 40 peut être réalisé à partir de tout micro-ordinateur ou
équipement informatique permettant de piloter l'orientation des capteurs 10 en fonction
d'une ou plusieurs lois de commande donnant l'orientation à imposer aux capteurs en
20 fonction du lieu, de la date, de l'heure et d'un certain nombre d'autres paramètres liés aux cultures C.

Le calculateur 40 peut ainsi comporter une unité de calcul et une mémoire
locale dans laquelle peuvent être enregistrées les données locales mesurées, par exemple de
température, d'hygrométrie et de pluviométrie, afin de connaître l'historique des conditions
25 environnementales des cultures.

La mémoire du calculateur peut également comporter des paramètres
d'asservissement qui régissent l'orientation des capteurs en fonction des besoins des
cultures. Ces paramètres peuvent évoluer dans le temps et, en fonction par exemple de la
saison, privilégier l'ensoleillement ou non des cultures.

30 La ou les lois de commande peuvent être initialement programmées dans le calculateur 40, ou en variante être téléchargées par le calculateur 40 à partir du serveur distant 50, ou encore être réactualisées périodiquement par le serveur distant 50.

Dans un exemple de réalisation, le calculateur 40 présente un fonctionnement autonome. En fonction de la saison, de la date de semis et éventuellement d'autres paramètres renseignés par l'agriculteur, il pilote automatiquement et de façon journalière l'orientation des capteurs 10 de façon à satisfaire au besoin d'ensoleillement, de température, d'hygrométrie, de pluviométrie des cultures sur une période de temps donnée. Dans ce cas, les capteurs sont par exemple orientés pendant une fraction de la journée pour laisser passer le plus de lumière possible, au détriment de la production électrique. Puis, une fois le besoin d'ensoleillement satisfait, les capteurs sont amenés en activant les

actuateurs dans une orientation visant à maximiser la production électrique.

Si toutefois la température locale mesurée au niveau des cultures est excessive, ou supérieure à l'objectif fixé, l'orientation des capteurs peut être modifiée pour abriter les cultures du soleil et éviter un échauffement excessif.

Dans une variante de réalisation, le calculateur 40 reçoit des instructions de pilotage des capteurs depuis le serveur distant 50, auquel il peut transmettre par exemple des données d'ensoleillement et de température locales, ainsi que des données concernant les cultures et leur stade de développement. Le serveur 50 transmet en retour au calculateur des informations concernant l'orientation à donner aux capteurs, en temps réel ou sur une certaine période à venir.

Lorsque les capteurs 10 sont orientés pour maximiser la production électrique, ils peuvent suivre en temps réel la course du soleil d'est en ouest.

On a représenté à la figure 3 l'évolution de l'énergie lumineuse reçue au cours du temps, pour les capteurs et les cultures. Lorsque les capteurs suivent la course du soleil, ils reçoivent environ un tiers de l'énergie lumineuse. Les cultures en reçoivent les deux tiers. Il est possible d'augmenter la quantité d'énergie reçue par les cultures en jouant sur l'orientation des capteurs de façon à diminuer l'occultation des cultures.

On peut fixer à l'avance une quantité d'énergie cible pour un jour j en fonction du besoin d'énergie lumineuse des cultures, du déficit ou excédent d'énergie reçu la veille ou les jours précédents, et de prévisions météorologiques permettant d'estimer la quantité d'énergie attendue pour ce jour j .

Le cas échéant, le modèle qui fixe la quantité d'énergie cible est plus élaboré et tient compte du prix de l'électricité ou de sa valorisation potentielle sur les marchés.

Sur la figure 3, on représenté en pointillés la variation au cours du temps de l'énergie reçue jusqu'à atteindre la quantité cible. Pour ce faire, on augmente l'énergie reçue par les cultures en diminuant celle Q' capteurs reçue par les capteurs au profit d'une moindre occultation des cultures.

5 On a représenté à la figure 4 l'évolution de l'angle des capteurs au cours du temps. En pointillés figure la courbe qui correspond à un suivi classique de la course du soleil.

Pour augmenter l'énergie lumineuse reçue par les cultures, on peut laisser les capteurs horizontaux entre le lever du soleil et t1, puis après t2 jusqu'au coucher du soleil.

10 Entre t1 et t2, l'orientation des capteurs s'effectue de façon à suivre la course du soleil.

Le fait de laisser les panneaux horizontaux ne minimise pas l'occultation mais permet de ne pas consommer d'électricité pour les orienter.

Dans la variante illustrée à la figure 5, entre le lever du soleil et t1 l'orientation des capteurs est modifiée pour laisser passer le maximum de lumière vers les cultures, et de même après t2 jusqu'au coucher du soleil.

15 Sur la figure 6 on voit que l'on pilote les capteurs comme dans l'exemple de la figure 4. Toutefois, entre t2 et t3 le suivi du soleil est rétabli pour faire bénéficier les cultures d'une occultation maximale afin de protéger ces dernières d'une température excessive. Dans cet exemple, la température des cultures est surveillée, grâce par exemple à une caméra infrarouge. On a supposé dans cet exemple que la température dépasse une valeur limite à l'instant t3. Le système de contrôle du panneau déclenche alors le passage en mode suivi du soleil de t3 au coucher du soleil.

On a représenté un exemple d'évolution de la course angulaire des capteurs en fin de période hivernale sur la figure 7.

25 On voit sur cette figure que les capteurs sont orientés pendant le jour j-1 pour minimiser l'occultation, en les orientant sensiblement parallèlement aux rayons solaires au cours du temps.

Si les prévisions météorologiques annoncent une période froide sans soleil le jour j, les capteurs peuvent être maintenus horizontaux pendant le jour et la nuit de façon à réfléchir au maximum les infrarouges du sol vers les cultures. Au jour j+1, un pilotage similaire à celui du jour j-1 est effectué.

30

La quantité d'énergie cible pour le jour $j+1$ peut être calculée à partir de la quantité d'énergie lumineuse reçue effectivement par les cultures au jour j et, éventuellement, les jours antérieurs. Pour déterminer la quantité lumineuse effectivement reçue on peut utiliser un pyrélomètre ou pyranomètre. Mieux, on calcule cette énergie à partir de celle reçue par les capteurs, connaissant leur orientation et celle du soleil et en utilisant un modèle mathématique qui donne l'énergie moyenne au sol compte-tenu de l'occultation apportée par les capteurs.

La figure 8 est une représentation simplifiée du niveau de stress de culture basé sur la température foliaire. Cette courbe montre qu'afin de respecter un critère de stress maximum de la culture le système de commande peut chercher à conserver la température foliaire dans un intervalle compris entre T_{min} et T_{max} en agissant sur l'orientation des capteurs.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux exemples qui viennent d'être décrits.

Par exemple, les capteurs utilisés peuvent être disposés de façon à être orientables selon deux axes de rotation.

Sur la figure 9 on a illustré la possibilité d'utiliser la structure porteuse 20 pour supporter un système de protection 60 vis-à-vis des intempéries, notamment de la grêle, par exemple sous la forme d'un filet qui est déployé entre les montants 21 de la structure 20. Ce déploiement peut être automatisé le cas échéant, grâce à des câbles tendus entre les montants 21, présents à demeure. Il est possible dans ce cas de ne pas utiliser les capteurs pour protéger les cultures durant l'averse, et de les orienter par exemple de façon à minimiser le risque qu'ils soient endommagés.

Dans une variante de mise en œuvre de l'invention, s'intéressant plus particulièrement à l'optimisation du rendement de la production agricole indépendamment de la production électrique, les capteurs sont remplacés par des éléments d'occultation tels que des panneaux en tôle ou en matière composite, ajourés ou non.

L'expression "comportant un" doit se comprendre comme étant synonyme de "comprenant au moins un", sauf si le contraire est spécifié.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de production d'énergie électrique à l'aide de capteurs photovoltaïques orientables (10) disposés au-dessus de cultures (C), l'ombre projetée sur
5 les cultures étant modifiée par le changement d'orientation des capteurs, ce procédé étant caractérisé par le fait que l'orientation des capteurs est pilotée informatiquement de façon automatique à partir au moins de données représentatives de conditions locales d'environnement des cultures, choisies notamment parmi la température des cultures, l'hygrométrie du sol et/ou la pluviométrie, pour agir sur les conditions microclimatiques
10 des cultures par le biais d'un changement d'orientation des capteurs, notamment afin de placer les cultures dans des conditions microclimatiques plus favorables à l'obtention d'un résultat agricole recherché, tout en cherchant à atteindre un optimum réduisant le moins possible la production d'énergie électrique par rapport à une référence sans combinaison avec des cultures.
- 15 2. Procédé selon la revendication 1, l'orientation des capteurs (10) étant pilotée informatiquement de façon automatique à partir au moins de données représentatives de conditions locales d'environnement des cultures choisies parmi la température des cultures, l'hygrométrie du sol et/ou la pluviométrie.
- 20 3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, l'orientation des capteurs étant modifiée en fonction au moins d'un historique d'ensoleillement des cultures et/ou de pluviométrie.
- 25 4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, les capteurs (10) étant orientés le soir de façon à réfléchir au maximum ou au minimum vers le sol le rayonnement thermique du sol pendant la nuit, notamment en étant positionnés horizontalement.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant la mesure de la température des cultures, la commande de l'orientation des capteurs s'effectuant au moins en fonction de la température mesurée, la température étant de préférence mesurée à l'aide d'au moins une caméra infrarouge.
- 30 6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, les capteurs (10) étant disposés en rangées parallèles espacées.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, les capteurs (10) étant orientables autour d'un seul axe de rotation (R), notamment sensiblement parallèle à la direction Nord-Sud.

5 8. Procédé selon l'une quelconques des revendications précédentes, les cultures étant des vignes.

9. Procédé selon l'une quelconques des revendications précédentes, les cultures étant des cultures maraichères.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, l'orientation des capteurs dépendant de l'état de développement des cultures.

10 11. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, l'orientation des capteurs étant commandée de manière à maintenir les cultures dans une fourchette de température maximale et / ou minimale prédéfinie.

15 12. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, l'orientation des capteurs étant commandée en fonction d'une quantité d'énergie lumineuse cible à atteindre, cette quantité d'énergie lumineuse cible étant notamment dépendante du besoin des cultures, du déficit ou de l'excédent d'énergie de la veille ou des jours précédents, et/ou des prévisions météorologiques.

20 13. Procédé selon l'une des revendications précédentes, l'orientation des capteurs étant commandée de manière à maintenir les cultures dans un état de stress minimal en ayant recours à un modèle de stress de la culture.

25 14. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, la structure supportant les panneaux étant utilisée afin de déployer un filet (60) au-dessus des cultures dans le but de, protéger ces dernières de la grêle et ceci en lien avec une prévision météorologique et/ou de protéger les cultures contre les attaques d'animaux et/ou, de réaliser un ombrage supplémentaire sur les cultures, le choix du pouvoir occultant du filet étant de préférence réalisé on fonction d'un besoin identifié d'éclairement de la culture, d'un historique d'ensoleillement et/ou d'une prévision d'ensoleillement, de participer au contrôle du microclimat nocturne au-dessus de la culture en agissant sur l'échange thermique et d'humidité avec le milieu extérieur, le déploiement étant réalisé en fonction
30 d'un besoin hydrique et/ou thermique identifié de la culture, d'un historique hydrique et/ou thermique et/ou d'éclairement de la culture, d'une mesure de l'état hydrique et/ou thermique de la culture, d'une prévision météorologique, le déploiement et le contrôle de

ce filet étant de préférence réalisé informatiquement de manière automatique ou manuelle, l'énergie électrique nécessaire à cette opération pouvant être issue de la propre production des capteurs ou venir du réseau si l'installation y est connectée.

15. Système de production d'énergie électrique, comportant :

- 5 - une structure porteuse (20),
- des capteurs solaires (10) orientables maintenus à distance du sol par la structure porteuse (20),
- un ou plusieurs actuateurs (30) pour modifier l'orientation des capteurs solaires et l'ombre portée au sol,
- 10 - un calculateur (40) pour déterminer automatiquement l'orientation à donner aux capteurs en fonction du besoin d'ensoleillement de cultures affectées par l'ombre portée des capteurs.

16. Système selon la revendication 15, comportant un capteur de température (41) informant le calculateur de la température locale au niveau des cultures, le capteur de température étant de préférence une caméra infrarouge.

17. Système selon la revendication 15 ou 16, le calculateur (40) étant agencé pour déterminer l'orientation des capteurs en fonction d'un historique d'ensoleillement et/ou de pluviométrie et/ou de l'état de développement des cultures.

18. Système selon l'une quelconque des revendications 15 à 17, le calculateur étant local.

19. Système selon la revendication 18, l'orientation des capteurs étant déterminée de façon autonome par le calculateur.

20. Système selon l'une quelconque des revendications 15 à 19, le calculateur étant au moins en partie délocalisé.

21. Procédé de culture de végétaux, dans lequel les végétaux sont cultivés de façon à être affectés par l'ombre portée au sol par des capteurs (10) d'un système tel que défini dans l'une quelconque des revendications 15 à 20.

22. Procédé de culture de végétaux, notamment avec un système selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel des éléments d'occultation orientables sont disposés au-dessus des cultures, l'ombre projetée sur les cultures étant modifiée par le changement d'orientation des éléments d'occultation, ce procédé étant caractérisé par le fait que l'orientation des éléments d'occultation est pilotée

informatiquement de façon automatique à partir au moins de données représentatives de conditions locales d'environnement des cultures, pour agir sur les conditions microclimatiques des cultures par le biais d'un changement d'orientation des éléments d'occultation, notamment afin de placer les cultures dans des conditions microclimatiques plus favorables à l'obtention d'un résultat agricole recherché

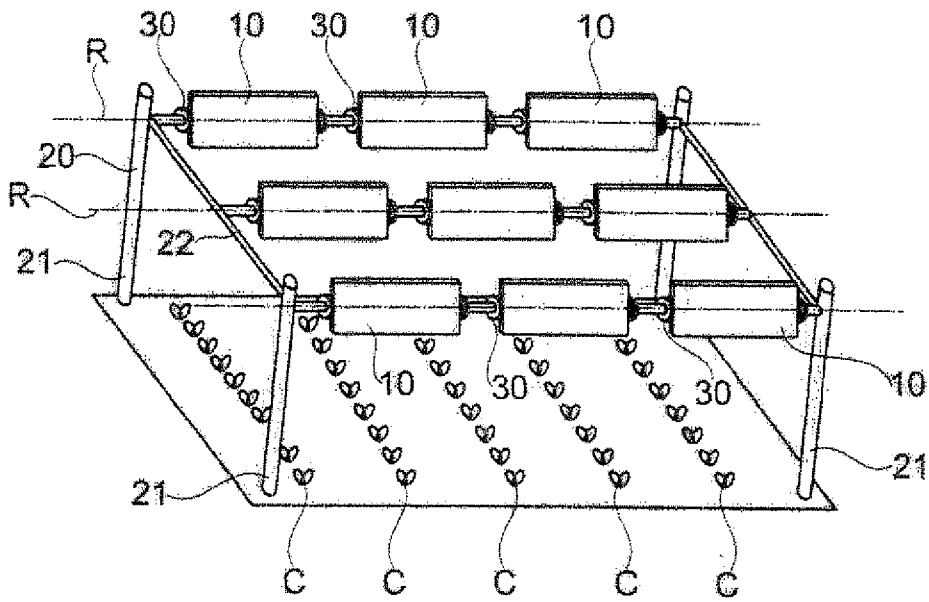


Fig. 1

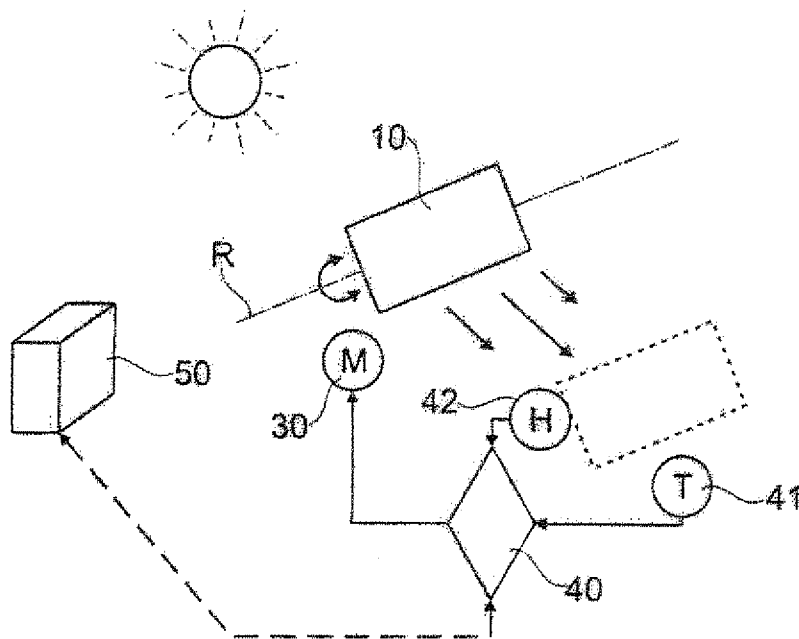


Fig. 2

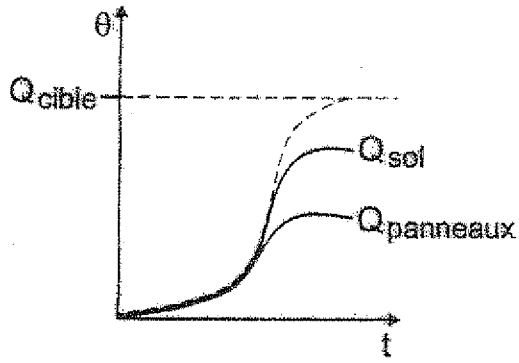


Fig. 3

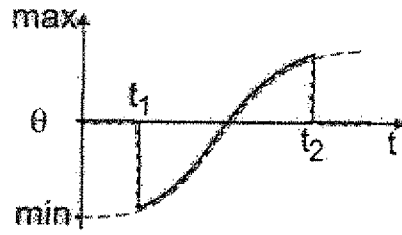


Fig. 4

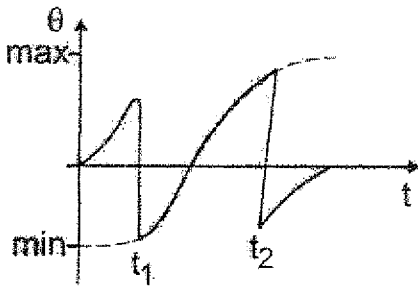


Fig. 5

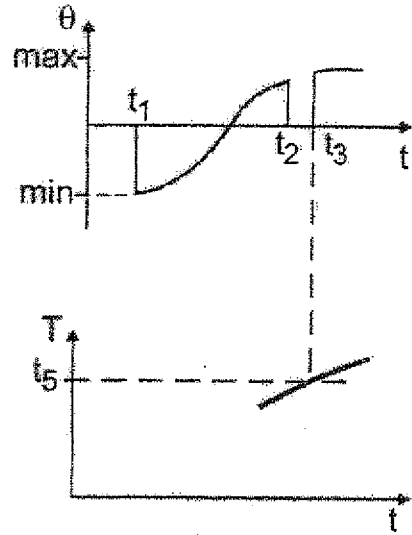


Fig. 6

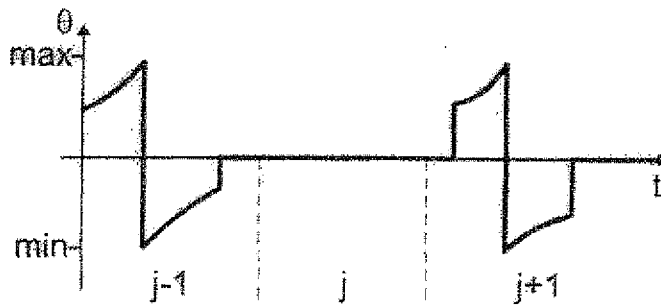


Fig. 7

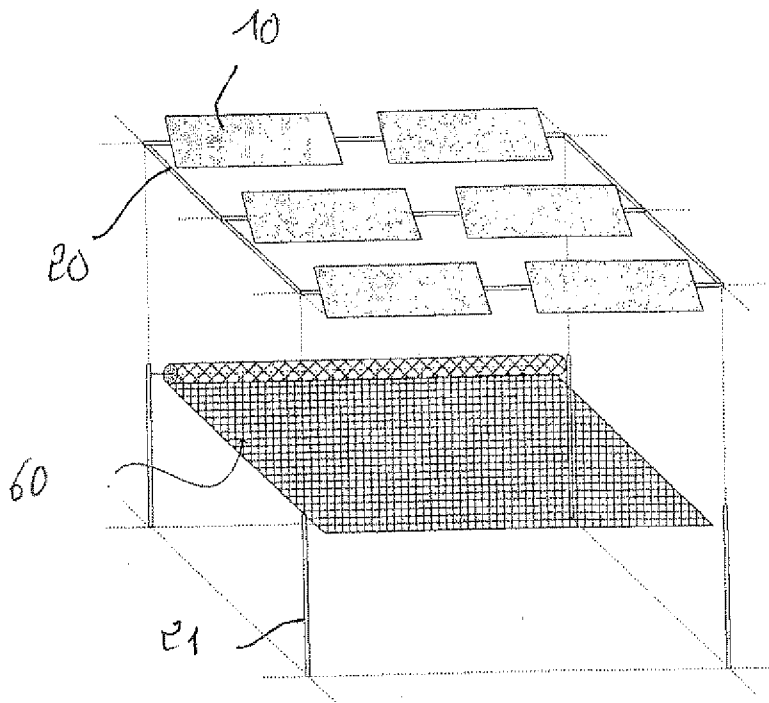


Fig. 9

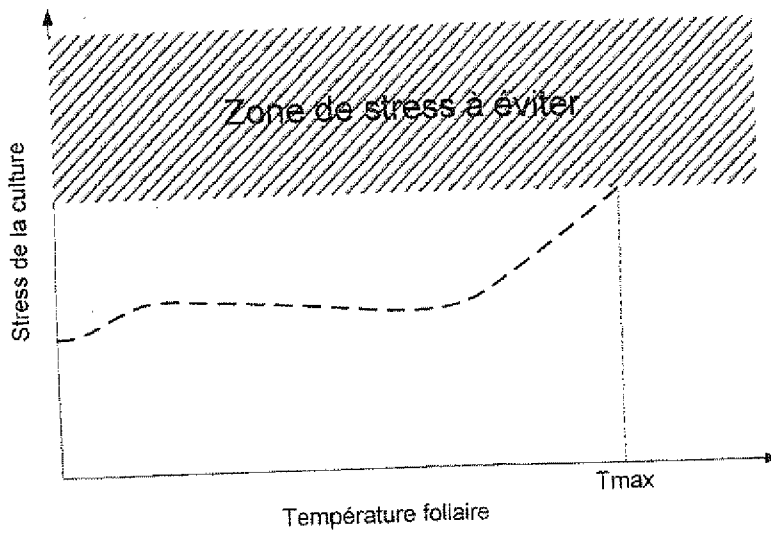


Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/IB2015/052148

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. A01G9/24 F24J2/54
ADD.

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
A01G F24J

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2010/263660 A1 (THORNE STEVE [US]) 21 October 2010 (2010-10-21)	1-13, 15-22
Y	paragraph [0029] - paragraph [0031]; claims 1-3,11,14,25-28; figures	14
Y,P	DE 10 2013 002825 A1 (GRIMM FRIEDRICH [DE]) 21 August 2014 (2014-08-21) paragraph [0003]; figure 3	14
X	CH 706 132 A2 (WENZIN PLACI [CH]) 30 August 2013 (2013-08-30) cited in the application paragraph [0015] - paragraph [0021]; claims 1,10,12,13,19; figures	1-13, 15-22
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories 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>"&" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search 12 June 2015	Date of mailing of the international search report 18/06/2015
---	--

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/IB2015/052148

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	C. DUPRAZ ET AL.: "Combining solar photovoltaic panels and food crops for optimising land use: Towards new agrivoltaic schemes", Renewable Energy, vol. 36, no. 10 October 2011 (2011-10), pages 2725-2732, XP002733453, ISSN: 0960-1481, DOI: 10.1016/j.renene.2011.03.005 Retrieved from the Internet: URL: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148111001194 [retrieved on 2014-11-14] cited in the application	1
A	paragraphe 5.3. -----	15,21,22
X	H. MARROU ET AL.: "Productivity and radiation use efficiency of lettuces grown in the partial shade of photovoltaic panels", European Journal of Agronomy, vol. 44 January 2013 (2013-01), pages 54-66, XP002733454, ISSN: 1161-0301, DOI: 10.1016/j.eja.2012.08.003 Retrieved from the Internet: URL: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1161030112001177 [retrieved on 2014-11-14]	1
A	paragraphe 4.2.1. -----	15,21,22
A	US 2008/148631 A1 (WAN YOU-BAO [CN]) 26 June 2008 (2008-06-26) cited in the application paragraph [0017] - paragraph [0030]; figure ----- -/--	1,2,5-7, 11,13, 15,16, 21,22

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/IB2015/052148

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>H. MARROU ET AL.: "Microclimate under agrivoltaic systems: Is crop growth rate affected in the partial shade of solar panels ?", Agricultural and Forest Meteorology, vol. 177 15 August 2013 (2013-08-15), pages 117-132, XP002733455, ISSN: 0168-1923, DOI: 10.1016/j.agrformet.2013.04.012 Retrieved from the Internet: URL:http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168192313000890 [retrieved on 2014-11-14] paragraphe 5., plus particulièrement page 130, colonne de droite, 4 dernières lignes</p> <p>-----</p>	1,15,21, 22
A	<p>BRIGITTE CAUVIN: "Manger et s'éclairer", INRA Magazine, no. 22 October 2012 (2012-10), pages 30-31, XP002733456, ISSN: 1958-3923 Retrieved from the Internet: URL:http://inra.dam.front.pad.brainsonic.com/ressources/afile/227808-070ba-resource-inra-magazine-no22.html [retrieved on 2014-11-14] the whole document</p> <p>-----</p>	1,15,21, 22
A	<p>WO 2011/047828 A1 (MIRAMARE HILLTOP DI DI FEBO DONATO [IT]; DI FEBO DONATO [IT]) 28 April 2011 (2011-04-28) cited in the application page 6, line 25 - page 8, line 12; figures</p> <p>-----</p>	1,15,21, 22
A	<p>JUNKO MOVELLAN: "Japan Next-Generation Farmers Cultivate Crops and Solar Energy", Renewable Energy World 10 October 2013 (2013-10-10), XP002733457, Retrieved from the Internet: URL:http://www.renewableenergyworld.com/re-a/news/article/2013/10/japan-next-generation-farmers-cultivate-agriculture-and-solar-energy [retrieved on 2014-11-14] cited in the application the whole document</p> <p>-----</p>	1,15,21, 22
A	<p>FR 2 889 787 A1 (FRANKE GUNTER [DE]) 23 February 2007 (2007-02-23) page 1, line 25 - page 3, line 21; figures</p> <p>-----</p> <p style="text-align: center;">-/--</p>	1,15,21, 22

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/IB2015/052148

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2013/056285 A2 (HBT ENERGIETECHNIK GMBH [AT]) 25 April 2013 (2013-04-25) abstract; figure -----	14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/IB2015/052148

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2010263660 A1	21-10-2010	NONE	
DE 102013002825 A1	21-08-2014	NONE	
CH 706132 A2	30-08-2013	NONE	
US 2008148631 A1	26-06-2008	CN 1973610 A US 2008148631 A1	06-06-2007 26-06-2008
WO 2011047828 A1	28-04-2011	NONE	
FR 2889787 A1	23-02-2007	FR 2889787 A1 FR 2889788 A3	23-02-2007 23-02-2007
WO 2013056285 A2	25-04-2013	AT 511969 A4 WO 2013056285 A2	15-04-2013 25-04-2013

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/IB2015/052148

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
 INV. A01G9/24 F24J2/54
 ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
 A01G F24J

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

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)
 EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2010/263660 A1 (THORNE STEVE [US]) 21 octobre 2010 (2010-10-21)	1-13, 15-22
Y	alinéa [0029] - alinéa [0031]; revendications 1-3,11,14,25-28; figures	14
Y,P	DE 10 2013 002825 A1 (GRIMM FRIEDRICH [DE]) 21 août 2014 (2014-08-21) alinéa [0003]; figure 3	14
X	CH 706 132 A2 (WENZIN PLACI [CH]) 30 août 2013 (2013-08-30) cité dans la demande alinéa [0015] - alinéa [0021]; revendications 1,10,12,13,19; figures	1-13, 15-22
	----- -/--	

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

<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>"&" document qui fait partie de la même famille de brevets</p>
---	--

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
12 juin 2015	18/06/2015

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Merckx, Alain

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	<p>C. DUPRAZ ET AL.: "Combining solar photovoltaic panels and food crops for optimising land use: Towards new agrivoltaic schemes", Renewable Energy, vol. 36, no. 10 octobre 2011 (2011-10), pages 2725-2732, XP002733453, ISSN: 0960-1481, DOI: 10.1016/j.renene.2011.03.005 Extrait de l'Internet: URL:http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148111001194 [extrait le 2014-11-14] cité dans la demande</p>	1
A	<p>paragraphe 5.3.</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	15,21,22
X	<p>H. MARROU ET AL.: "Productivity and radiation use efficiency of lettuces grown in the partial shade of photovoltaic panels", European Journal of Agronomy, vol. 44 janvier 2013 (2013-01), pages 54-66, XP002733454, ISSN: 1161-0301, DOI: 10.1016/j.eja.2012.08.003 Extrait de l'Internet: URL:http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1161030112001177 [extrait le 2014-11-14]</p>	1
A	<p>paragraphe 4.2.1.</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	15,21,22
A	<p>US 2008/148631 A1 (WAN YOU-BAO [CN]) 26 juin 2008 (2008-06-26) cité dans la demande</p> <p>alinéa [0017] - alinéa [0030]; figure</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1,2,5-7, 11,13, 15,16, 21,22
A	<p>H. MARROU ET AL.: "Microclimate under agrivoltaic systems: Is crop growth rate affected in the partial shade of solar panels ?", Agricultural and Forest Meteorology, vol. 177 15 août 2013 (2013-08-15), pages 117-132, XP002733455, ISSN: 0168-1923, DOI: 10.1016/j.agrformet.2013.04.012 Extrait de l'Internet: URL:http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168192313000890 [extrait le 2014-11-14] paragraphe 5., plus particulièrement page 130, colonne de droite, 4 dernières lignes</p> <p style="text-align: center;">-----</p> <p style="text-align: center;">-/--</p>	1,15,21, 22

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	BRIGITTE CAUVIN: "Manger et s'éclairer", INRA Magazine, no. 22 octobre 2012 (2012-10), pages 30-31, XP002733456, ISSN: 1958-3923 Extrait de l'Internet: URL:http://inra.dam.front.pad.brainsonic.c om/ressources/afile/227808-070ba-resource- inra-magazine-no22.htm] [extrait le 2014-11-14] le document en entier	1,15,21, 22
A	----- WO 2011/047828 A1 (MIRAMARE HILLTOP DI DI FEBO DONATO [IT]; DI FEBO DONATO [IT]) 28 avril 2011 (2011-04-28) cité dans la demande page 6, ligne 25 - page 8, ligne 12; figures	1,15,21, 22
A	----- JUNKO MOVELLAN: "Japan Next-Generation Farmers Cultivate Crops and Solar Energy", Renewable Energy World 10 octobre 2013 (2013-10-10), XP002733457, Extrait de l'Internet: URL:http://www.renewableenergyworld.com/re a/news/article/2013/10/japan-next-generati on-farmers-cultivate-agriculture-and-solar -energy [extrait le 2014-11-14] cité dans la demande le document en entier	1,15,21, 22
A	----- FR 2 889 787 A1 (FRANKE GUNTER [DE]) 23 février 2007 (2007-02-23) page 1, ligne 25 - page 3, ligne 21; figures	1,15,21, 22
A	----- WO 2013/056285 A2 (HBT ENERGIETECHNIK GMBH [AT]) 25 avril 2013 (2013-04-25) abrégé; figure	14

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/IB2015/052148

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2010263660	A1	21-10-2010	AUCUN	

DE 102013002825	A1	21-08-2014	AUCUN	

CH 706132	A2	30-08-2013	AUCUN	

US 2008148631	A1	26-06-2008	CN 1973610 A US 2008148631 A1	06-06-2007 26-06-2008

WO 2011047828	A1	28-04-2011	AUCUN	

FR 2889787	A1	23-02-2007	FR 2889787 A1 FR 2889788 A3	23-02-2007 23-02-2007

WO 2013056285	A2	25-04-2013	AT 511969 A4 WO 2013056285 A2	15-04-2013 25-04-2013
