

(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
25 juin 2015 (25.06.2015)

(10) Numéro de publication internationale
WO 2015/092268 A1

- (51) Classification internationale des brevets : F24J 2/38 (2014.01)
- (21) Numéro de la demande internationale : PCT/FR2014/053381
- (22) Date de dépôt international : 17 décembre 2014 (17.12.2014)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité : 1363097 19 décembre 2013 (19.12.2013) FR
- (71) Déposant : EXOSUN [FR/FR]; Rue Jacques Monod, F-33650 Martillac (FR).
- (72) Inventeurs : PAPONNEAU, François; 8, allée du Courtillas, F-33610 Cestas (FR). LUCAS, Adrien; 17, rue Saint François, F-33000 Bordeaux (FR).
- (74) Mandataire : NOVAGRAAF TECHNOLOGIES; Bâtiment O2 - 2, rue Sarah Bernhardt, CS90017, 92665 Asnières-sur-Seine Cedex (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 : METHOD FOR ASSESSING PARAMETERS FOR CONTROLLING A SOLAR TRACKER

(54) Titre : PROCÉDE D'EVALUATION DES PARAMETRES DE PILOTAGE D'UN SUIVEUR SOLAIRE

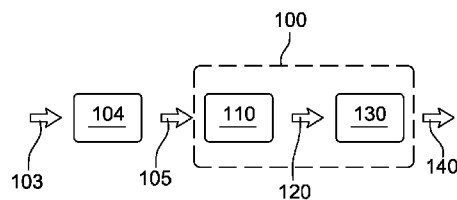
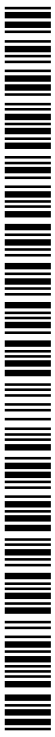


Fig. 15

(57) Abstract : The invention relates to a method for assessing parameters for controlling (100) a solar tracker including modules which include a table of means for processing solar radiation which is movable on means for connecting to the ground, which comprises the steps of: a- detecting (110), for each connection means, spatial coordinates of a point for connection with the table; b- for each module: i. determining a tilt of the table from the determined spatial coordinates; ii. determining spatial coordinates of a series of reference points of the table from the spatial coordinates and the tilt; c- determining, for each module, positioning parameters of the table relative to directly adjacent tables, from the spatial coordinates of the reference points; and d- determining (130) parameters for controlling (140) the tracker from the tilt and the relative positioning parameters of the tables of the tracker.

(57) Abrégé : Le procédé d'évaluation des paramètres de pilotage (100) d'un suiveur solaire comprenant des modules comprenant une table de moyens de traitement d'un rayonnement solaire mobile sur des moyens de liaison au sol, comporte des étapes : a- Relever (110), pour chaque moyen de liaison, des coordonnées dans l'espace d'un point de liaison avec la table; b- Pour chaque module: i. Déterminer une inclinaison de la table à partir des coordonnées dans l'espace relevées; ii. Déterminer des coordonnées dans l'espace d'une série de points de référence de la table à partir des coordonnées dans l'espace et de l'inclinaison; c- Déterminer, pour chaque module, des paramètres de positionnement relatif de la table avec des tables voisines directes, à partir des coordonnées dans l'espace des points de référence; d- Déterminer (130) des paramètres de pilotage (140) du suiveur à partir de l'inclinaison et des paramètres de positionnement relatif des tables du suiveur.



WO 2015/092268 A1

**PROCEDE D'EVALUATION DES PARAMETRES DE PILOTAGE D'UN SUIVEUR
SOLAIRE**

L'invention concerne un procédé d'évaluation des paramètres
5 de pilotage d'un suiveur solaire.

Une centrale solaire est composée d'une série de suiveurs
solaires, chaque suiveur solaire de la série étant composés
d'un ensemble de modules solaires. Chaque module solaire
10 comporte des moyens de traitement d'un rayonnement solaire.
Lors de l'étude préalable de l'implantation de la centrale
solaire, l'implantation des différents modules solaires, et
par conséquent des différents suiveurs solaires, formant la
centrale solaire est réalisé afin de minimiser les pentes
15 entre les différents modules solaires de sorte à se
rapprocher au maximum d'une implantation théorique idéale. Un
carnet d'implantation est ainsi préalablement établi. Il est
à noter que les pentes entre les différents modules solaires,
quelle que soit la direction, peuvent augmenter les risques
20 d'ombrage entre deux modules solaires adjacents et donc les
phases de correction de suivi de la course diurne du Soleil
au cours de la journée. Cela a pour conséquence directe de
diminuer la production de la centrale solaire, et donc de
réduire les performances énergétiques de la centrale.

25 Actuellement, afin d'optimiser les performances énergétiques
de la centrale en recherchant à minimiser les pertes dues aux
disparités du terrain d'implantation de l'ensemble des
modules solaires composant la centrale solaire, un jeu de
paramètres de pilotage global est prédéfini pour l'ensemble
30 de la centrale solaire. Toutefois, un tel jeu de paramètres
de pilotage global ne permet pas un pilotage optimisé de la
centrale solaire du fait qu'un tel jeu de paramètre global

appliqué à l'ensemble des modules solaires de la centrale solaire ne prend en compte que le positionnement relatif de deux modules solaires adjacents produisant le pire risque d'ombrage. Un tel pilotage de la centrale solaire ne permet
5 pas d'optimiser au maximum les performances énergétiques de la centrale solaire.

Un but de l'invention est de fournir un procédé d'évaluation des paramètres de pilotage permettant d'optimiser encore plus
10 les performances énergétiques d'une centrale solaire en minimisant les pertes dues aux disparités du terrain d'implantation des différents modules solaires de la centrale solaire.

15 A cet effet, il est prévu, selon l'invention, un procédé d'évaluation des paramètres de pilotage d'une série de suiveurs solaires d'une centrale solaire, chaque suiveur solaire de la série de suiveurs solaires comportant un ensemble de modules solaires, chaque module solaire
20 comprenant une table de moyens de traitement d'un rayonnement solaire monté mobile à rotation autour d'un axe de rotation, poursuivre une course diurne du Soleil, sur des moyens de liaison au sol, le procédé comportant des étapes de :

a - relever, pour chacun des moyens de liaison au sol,
25 des coordonnées dans l'espace d'un point de liaison avec la table ;

b - pour chacun des modules solaires :

i. Détermination d'une inclinaison de la table associée à partir des coordonnées dans l'espace relevées des
30 moyens de liaison au sol de la table associée ;

ii. Détermination des coordonnées d'une série de points de référence de la table associée à partir des coordonnées dans l'espace des moyens de liaison au sol de la table associée et de l'inclinaison de la table associée ;

5 c - détermination, pour chacun des modules solaires, d'un ensemble de paramètres de positionnement relatif de la table associée avec des tables voisines directes de la table associée de la centrale solaire, à partir des coordonnées dans l'espace des séries de points de référence des tables
10 considérées ;

 d - détermination, pour chacun des suiveurs solaires de la série de suiveurs solaire, des paramètres de pilotage du suiveur solaire considéré à partir de l'inclinaison et de l'ensemble des paramètres de positionnement relatif des
15 tables de l'ensemble des modules solaires du suiveur solaire considéré.

Ainsi, le relevé, pour chacun des moyens de liaison au sol, des coordonnées dans l'espace d'un point de liaison avec la
20 table permet de déterminer le positionnement réel des différentes tables de la centrale solaire et de calculer des paramètres de pilotages propres à chacun des suiveurs solaires qui forment la centrale solaire. En conséquence, chaque suiveur solaire de la série de suiveurs solaires est
25 piloté de manière indépendante, ce qui permet d'optimiser au maximum les performances énergétiques de la centrale solaire en minimisant les pertes énergétiques des risques d'ombrage dus aux disparités du terrain d'implantation de la centrale solaire.

Avantageusement, mais facultativement, le procédé selon l'invention présente au moins l'une des caractéristiques techniques supplémentaires suivantes :

5 - l'inclinaison est évaluée par rapport à une horizontale ;

- la série de points de référence comporte un point d'un bord Nord de la table, un point central de la table et un point d'un bord Sud de la table ;

- les trois points sont alignés selon un axe Nord-Sud ;

10 - lors de l'étape C, les tables voisines directes considérées sont celles qui présentent un risque d'ombrage sur la table associée lors de la course diurne du Soleil ;

15 - l'ensemble des paramètres de positionnement relatif comporte des valeurs de différence de hauteur entre les bords Nord et Sud de la table associée et les bords en regard des tables voisines directes ;

20 - Les paramètres de pilotage du suiveur solaire considéré comportent des valeurs maximales des valeurs de différence de hauteur répartie par positionnement relatif de la table associée et de la table voisine directe considérée ;

- les paramètres de pilotage du suiveur solaire considéré comportent des valeurs minimales des valeurs de distance répartie par positionnement relatif de la table associée de la table voisine directe considérée ; et,

25 - les paramètres de pilotage du suiveur solaire considéré comportent une valeur moyenne des inclinaisons des tables de l'ensemble des modules solaires du suiveur solaire considéré.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront lors de la description ci-après d'un mode de réalisation du procédé selon l'invention. Aux dessins annexés :

5 - la figure 1 est une vue schématique de dessus d'une implantation d'une centrale solaire ;

 - la figure 2 est une vue schématique illustrant la détermination de l'inclinaison dans le procédé selon l'invention ;

10 - les figures 3A et 3B et 4 sont des vues schématiques illustrant la détermination d'une série de points de référence selon le procédé selon l'invention ;

 - les figures 5 à 13 sont des vues schématiques illustrant la détermination d'un ensemble de paramètres de
15 positionnement relatif selon le procédé selon l'invention ;

 - la figure 14 illustre 1 exemple de tableaux obtenus par le procédé selon l'invention ; et,

 - la figure 15 est un organigramme illustrant 1 processus d'implantation d'une centrale solaire, le processus
20 comportant le procédé selon l'invention.

En référence aux différentes figures 1 à 15, nous allons décrire un procédé d'évaluation des paramètres de pilotage selon l'invention. Cette description est effectuée en
25 considérant une centrale solaire comportant un ensemble de modules solaires dits « un axe » comprenant chacun une table formée de moyens de traitement d'un rayonnement solaire. Chacune des tables est montée mobile à rotation selon un axe sensiblement horizontal sur un ensemble de trois pieux
30 alignés sensiblement selon une direction Nord-Sud. De tels modules sont décrits plus en détail dans le document FR 12 55

956, auxquelles il est possible de ce référé pour de plus amples informations. Toutefois le procédé de pilotage selon l'invention qui va être décrit peut s'appliquer à d'autres types de modules solaires formant une centrale solaire. En particulier, le procédé d'évaluation des paramètres de pilotage selon l'invention peut s'appliquer à des modules solaires dits « deux axes », ainsi qu'à des suiveurs solaires comportant de un à plusieurs modules solaires pilotés par une même commande de pilotage.

10

À la figure 1, une centrale solaire 10 comporte ici trois suiveurs solaires 20, 30, 40. Chacun des suiveurs solaires 20, 30, 40 comportent un ensemble de modules solaires 50, ici au nombre de quatre. Chacun des modules solaires 50 comporte une table 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, A formée de moyens de traitement d'un rayonnement solaire. Ces tables sont de forme rectangulaire et orientées selon une direction Nord-Sud. Chacune des tables est montée mobile en rotation autour d'un axe de rotation sur des moyens de liaison au sol P1, P2, P3, qui sont ici des pieux battus dans un sol S sur lequel la centrale solaire 10 est implantée. De tels moyens de liaison au sol sont illustrés par exemple à la figure 2.

En référence à la figure 15, l'implantation de la centrale solaire 10 est d'abord effectuée de manière théorique lors d'une étude 103, ce qui permet d'établir un cahier d'implantation 104. Ce cahier d'implantation 104 est mis en œuvre sur le terrain d'implantation de la centrale solaire 10 lors d'un chantier 105 au cours duquel l'ensemble des moyens de liaison au sol P1, P2, P3, sont implantés dans le sol S sur lequel la centrale solaire 50 est installée.

Il est à noter que les disparités du sol S illustré aux figures 2, 3a, 3b et 7 à 12 sont volontairement amplifiées dans un but purement illustratif du propos qui suit.

Une fois le chantier 105 terminé ou au fur et à mesure de celui-ci, une première étape 110 du procédé d'évaluation des paramètres de pilotage 100 selon l'invention est réalisée. Cette étape 110 consiste en un relevé, pour chacun des moyens de liaison au sol P1, P2, P3, des coordonnées dans l'espace d'un point de liaison avec la table qui est ensuite montée mobile en rotation autour d'un axe sur ce moyen de liaison. Dans le cas des modules solaires « un axe » illustrés ici, il s'agit des sommets d'une extrémité libre des pieux P1, P2, P3. Ces coordonnées dans l'espace sont un repère terrestre orthonormé (0, X, Y, Z). De manière générale, ce repère est, par calcul si nécessaire, un repère centré au Sud-Ouest de la centrale solaire 10, dont l'axe Y est dans le sens de la longueur des tables 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, A et l'axe Z est colinéaire à une normale du terrain naturel représenté par le sol S. Le type de calcul effectué dépend du rapport du géomètre et de ses hypothèses concernant le site d'implantation de la centrale solaire 10.

L'ensemble de ces coordonnées dans l'espace d'un point de liaison avec la table forme un cahier de récolement 120. A partir de ce cahier de récolement 120, le procédé d'évaluation des paramètres de pilotage 100 selon l'invention détermine, dans une étape globale 130, un ensemble de paramètres pilotages 140 associé à chacun des suiveurs solaires 20, 30, 40 formant la centrale solaire 50.

En référence aux figures 2 à 13, nous allons maintenant décrire en détail les différents paramètres de pilotage 140

déterminés par le procédé d'évaluation des paramètres de pilotage 100 selon l'invention.

Dans un premier temps, le procédé d'évaluations des paramètres de pilotage selon l'invention comporte une étape
5 de calculs préliminaires. Cette étape permet de caractériser chaque table 1,2,3,4,5,6,7,8,A qui fait partie de la centrale solaire 10 et donc des différents suiveurs solaires 20,30,40. Chaque table A est alors repérée complètement dans l'espace. Grâce aux coordonnées (X, Y, Z) dans l'espace des points de
10 liaison avec la table A des pieux P1,P2,P3 dans le carnet de récolement, un simple calcul permet de repérer les bords Nord et Sud des tables, ainsi que leur inclinaison. Ce calcul dépend des dimensions des tables qui sont préalablement connues.

15 Dans le cadre illustrant le procédé d'évaluation des paramètres de pilotage 100 selon l'invention, l'inclinaison de la table A est définie comme étant l'angle α entre une droite passant par le sommet formant point de liaison avec la table A des pieux extrêmes P1, P3, et une horizontale passant
20 par ces mêmes pieux comme cela est illustrer en figure 2. Les sommets respectifs des pieux P1 et P3 ont pour coordonnées dans l'espace respectives (X_1, Y_1, Z_1) et (X_3, Y_3, Z_3) .

L'inclinaison α de chaque table A est alors déterminée à l'aide de l'altitude Z_1, Z_3 des sommets des pieux P1,P3 et
25 d'une distance $Y_1 - Y_3$ entre ces deux pieux extrêmes P1,P3. L'inclinaison α est considérée positive lorsque la table A est orientée vers le Sud comme sur la figure 2; seuls les pieux extrêmes (P1 et P3) sont pris en compte dans le calcul. L'équation est :

30
$$\alpha = \text{Atan}\left(\frac{Z_1 - Z_3}{Y_1 - Y_3}\right) \quad (1)$$

L'inclinaison α étant connue, des points de référence M_1, M_2, M_3 pour chacune des tables A sont calculés, connaissant un débord Nord D_N et un débord Sud D_S de la table A. Ainsi, le point M_1 est situé sur un bord Nord de la table A considérée et le point M_3 est situé sur un bord Sud de la table A considérée, alors que le point M_2 correspond au point de liaison avec la table A considérée du moyen de liaison P_2 , c'est-à-dire le sommet de l'extrémité libre du pieu P_2 ici. Les figures 3a et 3b illustrent cette situation. Les équations permettant de passer des coordonnées dans l'espace des points de liaison avec la table A des moyens de liaison au sol P_1, P_2, P_3 aux coordonnées dans l'espace des points de référence M_1, M_2, M_3 associé à la table A considérée, illustrés en figure 4, sont :

$$15 \quad X_{M1} = X_{M2} = X_{M3} = X_2 \quad (2)$$

$$Y_{M1} = Y_1 + \cos(\alpha) \cdot D_N \quad (3)$$

$$Y_{M2} = Y_2 \quad (4)$$

$$Y_{M3} = Y_3 - \cos(\alpha) \cdot D_S \quad (5)$$

$$Z_{M1} = Z_1 + \sin(\alpha) \cdot D_N \quad (6)$$

$$20 \quad Z_{M2} = Z_2 \quad (7)$$

$$Z_{M3} = Z_3 - \sin(\alpha) \cdot D_S \quad (8)$$

Les points de référence M_1, M_2, M_3 sont donc alignés selon un axe Nord-Sud.

25 Lors du montage d'une table A, le pieu du milieu P_2 sert de référence pour le positionnement Nord/Sud. En pratique, les défauts d'alignement des pieux P_1, P_2, P_3 sont corrigés par des supports axe des pieux P_1 et P_3 , comme cela est décrit dans le document FR 12 55956. Donc, l'abscisse X des points de

référence M1,M2,M3 est considérée comme identique et égale à celle du pieu P2 (Equation 2).

A la fin de cette étape de calculs préliminaire, à chaque table A de l'ensemble des modules solaires 50 formant la centrale solaire 10 est associée une série de point de référence M1, M2, M3 (ici au nombre de trois).

Il convient désormais de repérer les tables A entre elles, c'est-à-dire de relever pour chaque table A les coordonnées des points de référence des tables voisines 1,2,3,4,5,6,7,8. De là, le procédé d'évaluation des paramètres de pilotage 100 selon l'invention va déterminer, pour chaque table A de l'ensemble de module solaires 50, un ensemble de paramètres de positionnement relatif de la table A considérée par rapport aux tables voisines directes 1,2,3,4,5,6,7,8 de ladite table A considérée.

Ces différents paramètres de positionnement relatif sont résumés dans le tableau suivant :

Paramètres	Tables considérées
$\Delta zL-OE$	A - 5
$\Delta zL-EO$	A - 4
$\Delta zOEDS$	A - 3
$\Delta zEODS$	A - 1
$\Delta zOEDN$	A - 8
$\Delta zEODN$	A - 6
DEW	A - 5
DNSN	2 - A
DNSS	A - 7

Les six premiers paramètres de positionnement relatifs du tableau correspondent à des différences de hauteurs Δz entre la table A considérée et les tables voisines directes 1,3,4,5,6 et 8, respectivement situées au Nord-Ouest, au Nord-Est, à l'Est, à l'Ouest, au Sud-Ouest et au Sud-Est. Les

trois derniers paramètres de positionnement relatifs du tableau correspondent à des distances entre la table A considérée et les tables voisines directes 2,5 et 7, respectivement situées au Nord, à l'Est et au Sud.

5 D'autre part, le cahier d'implantation 104 permet de connaître trois paramètres de positionnement relatif théoriques que sont :

- $D_{w_{th}}$: Entraxe théorique entre une table et sa voisine à l'Est ou à l'Ouest
- 10 - $D_{ns_{th}}$: Distance théorique entre une table et sa voisine au Nord
- $D_{ss_{th}}$: Distance théorique entre une table et sa voisine au Sud

15 Il est à noter que ces paramètres de positionnement relatif théoriques correspondent aux trois derniers paramètres de positionnement du tableau précédent.

20 En référence aux figures 5 à 13, nous allons décrire le calcul pour chaque table A de l'ensemble de paramètres de positionnement relatifs associé, selon le procédé d'évaluation des paramètres de pilotage 100 selon l'invention.

25 Le paramètre Δz_{L-OE} (figure 5) traduit une différence de hauteur entre deux tables implantées Ouest-Est sur la même ligne ; il est pris en compte dans une stratégie de pilotage de la centrale solaire 10 lorsque le Soleil se trouve à l'Ouest et que la table A risque de provoquer des ombrages
30 sur la table 5 à l'Est. Le calcul de ce paramètre Δz_{L-OE} est en fonction des hauteurs en bord de table. Pour chacun des trois points de référence M1, M2, M3 de la table A, les points

de référence M51, M52, M53 de la table 5 à l'Est sont recherchés pour ensuite soustraire leur hauteur.

Le déroulement et les hypothèses du calcul, effectué pour chaque point de référence de l'ensemble des tables de la centrale solaire, sont les suivants :

- la recherche du point de référence de la table 5 située à l'Est est basée sur la comparaison de l'abscisse et de l'ordonnée des points. Notons i le numéro du point de référence $M5i$, $i \in \{1, 2, 3\}$;
- pour prendre en compte les tolérances de battage des pieux $P1, P2, P3$ et les incertitudes de calcul, un cercle de rayon 50 cm à l'intérieur duquel se trouve le pieu est défini ;
- les coordonnées (X_{M5i}, Y_{M5i}) du point de référence de la table 5 située à l'Est doivent vérifier :

$$|X_{M5i} - X_{Mi} - Dew_{th}| < 0,5$$

$$|Y_{M5i} - Y_{Mi}| < 0,5$$

Une fois le point de référence identifié $M5i$, le Δz correspondant au même point de référence Mi de la table A considérée est calculé. Ce résultat est renseigné dans le tableau suivant :

Table	Point de référence	Δz_{L-OE}
A	M1	$Z_{M1} - Z_{M51}$
A	M2	$Z_{M2} - Z_{M52}$
A	M3	$Z_{M3} - Z_{M53}$

Le procédé d'évaluation des paramètres de pilotage 100 selon l'invention ne conserve alors que la valeur maximale parmi ces trois valeurs.

Le procédé passe à l'itération suivante, c'est-à-dire à la table suivante, balayant ainsi la totalité des tables de l'ensemble des modules solaires 50 de la centrale solaire 10. Pour les tables situées en bout de ligne à l'Est, aucune valeur n'est renseignée, puisque ces tables n'ont pas de voisines directes 5 à l'Est.

Concernant maintenant le paramètre Δz_{L-EO} (figure 6), ce dernier traduit une différence de hauteur entre deux tables implantées Est-Ouest sur la même ligne ; il est pris en compte dans la stratégie de pilotage de la centrale solaire 10 lorsque le Soleil se trouve à l'Est et que la table A risque de provoquer des ombrages sur la table 4 à l'Ouest. Le calcul de ce paramètre Δz_{L-EO} est, comme pour le précédent, en fonction des hauteurs en bord de table. Pour chacun des trois points de référence M_1, M_2, M_3 de la table A, les points de référence M_{41}, M_{42}, M_{43} de la table 4 à l'Ouest sont recherchés pour ensuite soustraire leur hauteur.

20

De manière similaire que pour le paramètre Δz_{L-OE} précédent, le déroulement et les hypothèses du calcul, effectué pour chaque point de référence de l'ensemble des tables de la centrale solaire, sont les suivants :

- 25 - la recherche du point de référence de la table 4 située à l'Ouest est basée sur la comparaison de l'abscisse et de l'ordonnée des points. Notons i le numéro du point de référence M_{4i} , $i \in \{1, 2, 3\}$;
 - pour prendre en compte les tolérances de battage des pieux P_1, P_2, P_3 et les incertitudes de calcul, un cercle de rayon 50 cm à l'intérieur duquel se trouve le pieu est défini ;
- 30

- les coordonnées (X_{M4i}, Y_{M4i}) du point de référence de la table 4 située à l'Est doivent vérifier :

$$|X_{M4i} - X_{Mi} - Dew_{th}| < 0,5$$

$$|Y_{M4i} - Y_{Mi}| < 0,5$$

- 5 Une fois le point de référence identifié $M4i$, le Δz correspondant au même point de référence Mi de la table A considérée est calculé. Ce résultat est renseigné dans le tableau suivant :

Table	Point de référence	$\Delta zL-EO$
A	M1	$Z_{M1} - Z_{M41}$
A	M2	$Z_{M2} - Z_{M42}$
A	M3	$Z_{M3} - Z_{M43}$

- 10 De nouveau, le procédé d'évaluation des paramètres de pilotage 100 selon l'invention ne conserve alors que la valeur maximale parmi ces trois valeurs.

Le procédé passe à l'itération suivante, c'est-à-dire à la table suivante, balayant ainsi la totalité des tables de l'ensemble des modules solaires 50 de la centrale solaire 10. Pour les tables situées en bout de ligne à l'Ouest, aucune valeur n'est renseignée, puisque ces tables n'ont pas de voisines directes 4 à l'Ouest.

20

Pour le paramètre $\Delta zOEDS$ (figure 7), ce dernier traduit une différence de hauteur entre deux tables implantées en diagonale Nord-Est ; il est pris en compte dans la stratégie de pilotage de la centrale solaire 10 lorsque le Soleil se trouve au Sud-Ouest et que la table A risque de provoquer des ombrages sur la table 3 au Nord-Est. Le calcul de ce paramètre $\Delta zL-EO$ est, comme pour les précédents, en fonction

25

des hauteurs en bord de table. Pour le point de référence M1 de la table A, le point de référence M33 de la table 3 au Nord-Est est recherché pour ensuite soustraire leur hauteur. En effet, dans cette situation, le bord Nord de la table A étendu à l'Est est en regard du bord Sud de la table 3 au Nord-Est.

De manière similaire que pour les paramètres précédents, le déroulement et les hypothèses du calcul, effectué pour le point de référence M1 de l'ensemble des tables de la centrale solaire, sont les suivants :

- la recherche du point de référence de la table 3 située au Nord-Est est basée sur la comparaison de l'abscisse et de l'ordonnée des points;
- pour prendre en compte les tolérances de battage des pieux P1, P2, P3 et les incertitudes de calcul, un cercle de rayon 50 cm à l'intérieur duquel se trouve le pieu est défini ;
- les coordonnées (X_{M33}, Y_{M33}) du point de référence de la table 3 située au Nord-Est doivent vérifier :

$$|X_{M33} - X_{M1} - Dew_{th}| < 0,5$$

$$|Y_{M33} - Y_{M1} - Dnsn_{th}| < 0,5$$

Une fois le point de référence identifié M33, le Δz par rapport au point de référence M1 de la table A considérée est calculé : $\Delta z_{OEDS} = Z_{M1} - Z_{M33}$.

Le procédé passe à l'itération suivante, c'est-à-dire à la table suivante, balayant ainsi la totalité des tables de l'ensemble des modules solaires 50 de la centrale solaire 10. Pour les tables A n'ayant pas de voisine 3 au Nord-Est et/ou

pour les points de référence M2 et M3, aucune valeur n'est renseignée.

5 Concernant maintenant le paramètre Δz_{EODS} (figure 8), il traduit une différence de hauteur entre deux tables implantées en diagonale Nord-Ouest; il est pris en compte dans la stratégie de pilotage de la centrale solaire 10 lorsque le Soleil se trouve au Sud-Est et que la table A risque de provoquer des ombrages sur la table 1 au Nord-Ouest. De nouveau, le calcul de ce paramètre Δz_{EODS} est en fonction des hauteurs en bord de table. Pour le point de référence M1 de chaque table A, le point de référence M13 de la table 1 au Nord-Ouest est recherché pour ensuite soustraire leurs hauteurs. En effet, dans cette situation, le bord Nord de la table A étendu à l'Ouest est en regard du bord Sud de la table 1 au Nord-Ouest.

Comme pour le paramètre précédent, le déroulement et les hypothèses du calcul, effectué pour le point de référence M1 de l'ensemble des tables de la centrale solaire, sont les suivants :

- la recherche du point de référence de la table 1 située au Nord-Ouest est basée sur la comparaison de l'abscisse et de l'ordonnée des points;
- 25 - pour prendre en compte les tolérances de battage des pieux P1,P2,P3 et les incertitudes de calcul, un cercle de rayon 50 cm à l'intérieur duquel se trouve le pieu est défini ;
- les coordonnées (X_{M13}, Y_{M13}) du point de référence de la table 1 située au Nord-Ouest doivent vérifier :

30

$$|X_{M13} - X_{M1} - D_{ew_{th}}| < 0,5$$

$$|Y_{M13} - Y_{M1} - D_{nsn_{th}}| < 0,5$$

Une fois le point de référence identifié M13, le Δz par rapport au point de référence M1 de la table A considérée est calculé : $\Delta z_{EODS} = Z_{M_1} - Z_{M_{13}}$.

5

Le procédé passe à l'itération suivante, c'est-à-dire à la table suivante, balayant ainsi la totalité des tables de l'ensemble des modules solaires 50 de la centrale solaire 10. Pour les tables A n'ayant pas de voisine 1 au Nord-Ouest et/ou pour les points de référence M2 et M3, aucune valeur n'est renseignée.

Nous allons, en référence à la figure 9, évaluer maintenant le paramètre Δz_{OEDN} qui traduit une différence de hauteur entre deux tables implantées en diagonale Sud-Est ; il est pris en compte dans la stratégie de pilotage de la centrale solaire 10 lorsque le Soleil se trouve au Nord-Ouest et que la table A risque de provoquer des ombrages sur la table 8 au Sud-Est. A nouveau, le calcul de ce paramètre Δz_{OEDN} est en fonction des hauteurs en bord de table. Pour le point de référence M3 de chaque table A, le point de référence M81 de la table 8 au Sud-Est est recherché pour ensuite soustraire leurs hauteurs. En effet, dans cette situation, le bord Sud de la table A étendu à l'Est est en regard du bord Nord de la table 8 au Sud-Est.

Comme précédemment, le déroulement et les hypothèses du calcul, effectué pour le point de référence M1 de l'ensemble des tables de la centrale solaire, sont les suivants :

- la recherche du point de référence de la table 8 située au Sud-Est est basée sur la comparaison de l'abscisse et de l'ordonnée des points;

- pour prendre en compte les tolérances de battage des pieux P1,P2,P3 et les incertitudes de calcul, un cercle de rayon 50 cm à l'intérieur duquel se trouve le pieu est défini ;
- 5 - les coordonnées (X_{M81}, Y_{M81}) du point de référence de la table 8 située au Sud-Est doivent vérifier :

$$|X_{M81} - X_{M3} - Dew_{th}| < 0,5$$

$$|Y_{M81} - Y_{M3} - Dnss_{th}| < 0,5$$

Une fois le point de référence identifié M81, le Δz par rapport au point de référence M3 de la table A considérée est calculé : $\Delta z_{OEDN} = Z_{M3} - Z_{M81}$.

Le procédé passe à l'itération suivante, c'est-à-dire à la table suivante, balayant ainsi la totalité des tables de l'ensemble des modules solaires 50 de la centrale solaire 10. Pour les tables A n'ayant pas de voisine 8 au Sud-Est et/ou pour les points de référence M1 et M2, aucune valeur n'est renseignée.

20

Maintenant, nous allons, en référence à la figure 10, évaluer le paramètre Δz_{EODN} qui traduit une différence de hauteur entre deux tables implantées en diagonale Sud-Ouest ; il est pris en compte dans la stratégie de pilotage de la centrale solaire 10 lorsque le Soleil se trouve au Nord-Est et que la table A risque de provoquer des ombrages sur la table 6 au Sud-Ouest. A nouveau, le calcul de ce paramètre Δz_{EODN} est en fonction des hauteurs en bord de table. Pour le point de référence M3 de chaque table A, le point de référence M61 de la table 6 au Sud-Ouest est recherché pour ensuite soustraire leurs hauteurs. En effet, dans cette situation, le bord Sud

30

de la table A étendu à l'Ouest est en regard du bord Nord de la table 6 au Sud-Ouest.

Comme précédemment, le déroulement et les hypothèses du calcul, effectué pour le point de référence M1 de l'ensemble des tables de la centrale solaire, sont les suivants :

- la recherche du point de référence de la table 6 située au Sud-Ouest est basée sur la comparaison de l'abscisse et de l'ordonnée des points;
- pour prendre en compte les tolérances de battage des pieux P1,P2,P3 et les incertitudes de calcul, un cercle de rayon 50 cm à l'intérieur duquel se trouve le pieu est défini ;
- les coordonnées (X_{M61}, Y_{M61}) du point de référence de la table 6 située au Sud-Ouest doivent vérifier :

$$|X_{M61} - X_{M3} - Dew_{th}| < 0,5$$

$$|Y_{M61} - Y_{M3} - Dnss_{th}| < 0,5$$

Une fois le point de référence identifié M61, le Δz par rapport au point de référence M3 de la table A considérée est calculé : $\Delta z_{EODN} = Z_{M3} - Z_{M61}$.

Le procédé passe à l'itération suivante, c'est-à-dire à la table suivante, balayant ainsi la totalité des tables de l'ensemble des modules solaires 50 de la centrale solaire 10. Pour les tables A n'ayant pas de voisine 6 au Sud-Ouest et/ou pour les points de référence M1 et M2, aucune valeur n'est renseignée.

Il est à noter que les valeurs théoriques des distances Dns_{th} , $Dnss_{th}$ et Dew_{th} , issues de l'étude 103, ont été

utilisées pour les calculs précédents. Associées à une tolérance de 0,5m, les points de référence ont été repérés sur l'ensemble des tables A de la centrale solaire 10 et les différences de hauteur Δz ont pu être calculées pour toutes
5 les tables A de la centrale solaire 10. Il convient désormais d'affiner ces valeurs de distances D_{nsn} , D_{nss} et D_{ew} . Là encore, les valeurs pour chacune des tables A de la centrale solaire 10 vont être calculées.

10 En référence à la figure 11, la distance Est/Ouest, DEW , correspond à une différence des abscisses des points de référence milieu M_2 de deux tables voisines, ici la table A et sa voisine directe 5 à l'Est, situées sur la même ligne Est-Ouest. Comme vu précédemment, ce sont les pieux milieu
15 P_2 qui déterminent l'alignement Nord/Sud des tables A. Là encore, le calcul est effectué sur l'ensemble des tables A de la centrale solaire 10. Le paramètre DEW est donné par l'équation : $DEW = X_{M_{5_2}} - X_{M_2}$.

Il est possible de considérer, en variante, la table A et sa
20 voisine directe à l'Ouest, la table 4, pour calculer le paramètre DEW .

En référence à la figure 12, la distance D_{NSN} correspond à la
25 différence des ordonnées des points de référence M_3 de deux tables voisines, alignées sur la direction Nord/Sud. Il convient dans un premier temps de repérer la table 2 située au Nord de la table A considérée, puis de soustraire les ordonnées des points M_3 . Là encore ce calcul est effectué sur
30 l'ensemble des tables A de la centrale solaire 10. Le paramètre D_{NSN} est donné par l'équation : $D_{NSN} = Y_{M_{2_3}} - Y_{M_3}$.

Enfin, en référence à la figure 13, la distance DNSS correspond à la différence des ordonnées des points de référence M1 de deux tables voisines, alignées sur la direction Nord/Sud. Il convient dans un premier temps de repérer la table 7 située au Sud de la table A considérée, puis de soustraire les ordonnées des points M1. Là encore, ce calcul est effectué sur l'ensemble des tables A de la centrale solaire 10. Le paramètre DNSS est donné par l'équation : $DNSS = Y_{M_1} - Y_{M7_1}$.

10

L'ensemble des paramètres de positionnement relatif $\Delta zL-OE$, $\Delta zL-EO$, $\Delta zOEDS$, $\Delta zEODS$, $\Delta zOEDN$, $\Delta zEODN$, DEW, DNSN et DNSS est calculé pour chacune des tables A de l'ensemble des modules solaires 50 de la série de suiveurs solaire 20,30,40 de la centrale solaire 10. Une fois cette étape effectuée, le procédé d'évaluation des paramètres de pilotage 100 selon l'invention va, pour chacun des suiveurs solaires 20,30,40 de la centrale solaire 10, déterminer un ensemble de paramètres de pilotage propre au suiveur solaire 20,30,40 considéré à partir des inclinaisons et des ensembles des paramètres de positionnement relatif des tables A de l'ensemble de modules solaires 50 formant le suiveur solaire 20,30,40 considéré.

Dans le cas illustré dans les figures, pour chaque suiveur solaire 20,30,40 de la centrale solaire 10, le procédé d'évaluation des paramètres de pilotage 100 selon l'invention calcule une inclinaison α_{moy} moyenne à partir des inclinaisons α des tables A de l'ensemble des modules solaire 50 formant le suiveur solaire 20,30,40 considéré. Puis, le procédé d'évaluation des paramètres de pilotage 100 selon l'invention détermine un premier sous-ensemble de paramètres de pilotage $\Delta zL-OE_{\text{max}}$, $\Delta zL-EO_{\text{max}}$, $\Delta zOEDS_{\text{max}}$, $\Delta zEODS_{\text{max}}$, $\Delta zOEDN_{\text{max}}$ et $\Delta zEODN_{\text{max}}$ correspondant aux valeurs maximales des paramètres de

positionnement relatif respectivement Δz_{L-OE} , Δz_{L-EO} , $\Delta z_{OE DS}$, $\Delta z_{EO DS}$, $\Delta z_{OE DN}$ et $\Delta z_{EO DN}$ de l'ensemble des modules solaires 50 formant le suiveur solaire 20,30,40 considéré. Ensuite, le procédé d'évaluation des paramètres de pilotage 100 selon l'invention détermine un deuxième sous-ensemble de paramètres de pilotage DEW_{min} , $DNSN_{min}$ et $DNSS_{min}$ correspondant aux valeurs minimales des paramètres de positionnement relatif respectivement DEW , $DNSN$ et $DNSS$ de l'ensemble des modules solaires 50 formant le suiveur solaire 20,30,40 considéré.

10 Le tableau de la figure 14 illustre un exemple de résultat pratique issu du procédé d'évaluation des paramètres de pilotage 100 selon l'invention. Les différents suiveurs solaires 20,30,40 de la centrale solaire 10 sont étiquetés « Zi_{Rj_Tk} » dans ce tableau. Pour le suiveur solaire 15 « $Z1_{R2_T2}$ », ce dernier comporte un ensemble de vingt-sept modules solaires 50, numérotés de 1 à 27 dans le tableau. L'ensemble des paramètres de positionnement relatif des vingt-sept tables des modules solaires 50 a été reporté dans le tableau.

20 Le procédé d'évaluation des paramètres de pilotage 100 selon l'invention permet de personnaliser un ensemble de paramètres de pilotage pour chaque suiveur solaire 20,30,40 formant la centrale solaire 10. Ainsi le système de pilotage de la centrale solaire 10 adapte le pilotage du ou des seuls 25 suiveurs solaires qui sont en cause dans un ombrage d'une table d'un de leurs modules solaires 50 sur une des tables voisines directes. Ceci permet d'optimiser au maximum la production d'énergie de la centrale solaire 10 durant la course diurne du Soleil.

Bien entendu, il est possible d'apporter à l'invention de nombreuses modifications sans pour autant sortir du cadre de celle-ci.

Revendications

1. Procédé d'évaluation des paramètres de pilotage (100) d'une série de suiveurs solaires (20,30,40) d'une centrale solaire (10), chaque suiveur solaire de la série de suiveurs solaires comportant un ensemble de modules solaires (50),
5 chaque module solaire comprenant une table (A, 1,2,3,4,5,6,7,8) de moyens de traitement d'un rayonnement solaire montée mobile à rotation autour d'un axe de rotation, pour suivre une course diurne du Soleil, sur des moyens de
10 liaison (P1,P2,P3) au sol (S), le procédé comportant des étapes de :
- a- Relever (110), pour chacun des moyens de liaison au sol, des coordonnées dans l'espace d'un point de liaison avec la table ;
 - 15 b- Pour chacun des modules solaires (50) :
 - i. Détermination d'une inclinaison (α) de la table associée (A) à partir des coordonnées dans l'espace relevées des moyens de liaison au sol de la table associée ;
 - 20 ii. Détermination des coordonnées d'une série de points de référence (M1,M2,M3) de la table associée à partir des coordonnées dans l'espace des moyens de liaison au sol de la table associée et de l'inclinaison de la table associée ;
 - 25 c- Détermination, pour chacun des modules solaires (50), d'un ensemble de paramètres de positionnement relatif de la table associée (A) avec des tables voisines directes (1,2,3,4,5,6,7,8) de la table associée de la centrale solaire, à partir des coordonnées dans l'espace des séries de
30 points de référence des tables considérées ;

d- Détermination (130), pour chaque suiveur solaire de la série de suiveurs solaires, des paramètres de pilotage (140) du suiveur solaire considéré à partir de l'inclinaison et de l'ensemble de paramètres de positionnement relatif des tables de l'ensemble de modules solaires du suiveur solaire
5 considéré.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'inclinaison est évaluée par rapport à une horizontale.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce
10 que la série de points de référence comportent un point (M1) d'un bord Nord de la table, un point (M2) central de la table et un point (M3) d'un bord Sud de la table.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que les trois points sont alignés selon un axe Nord-Sud.

15 5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que, lors de l'étape c, les tables voisines directes considérées sont celles qui présentent un risque d'ombrage sur la table associée lors de la course diurne du Soleil.

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé
20 en ce que l'ensemble des paramètres de positionnement relatif comportent des valeurs de différence de hauteur entre les bords Nord et Sud de la table associée et les bords en regard des tables voisines directes.

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé
25 en ce que l'ensemble des paramètres de positionnement relatif comportent des valeurs de distance entre la table associée et les tables voisines directes.

8. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que les paramètres de pilotage du suiveur solaire considéré
30 comportent des valeurs maximales des valeurs de différence de

hauteur répartie par positionnement relatif de la table associée et de la table voisine directe considérée.

9. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que les paramètres de pilotage du suiveur solaire considéré
5 comportent des valeurs minimales des valeurs de distance répartie par positionnement relatif de la table associée et de la table voisine directe considérée.

10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que les paramètres de pilotage du suiveur solaire
10 considéré comportent une valeur moyenne des inclinaisons des tables de l'ensemble des modules solaire du suiveur solaire considéré.

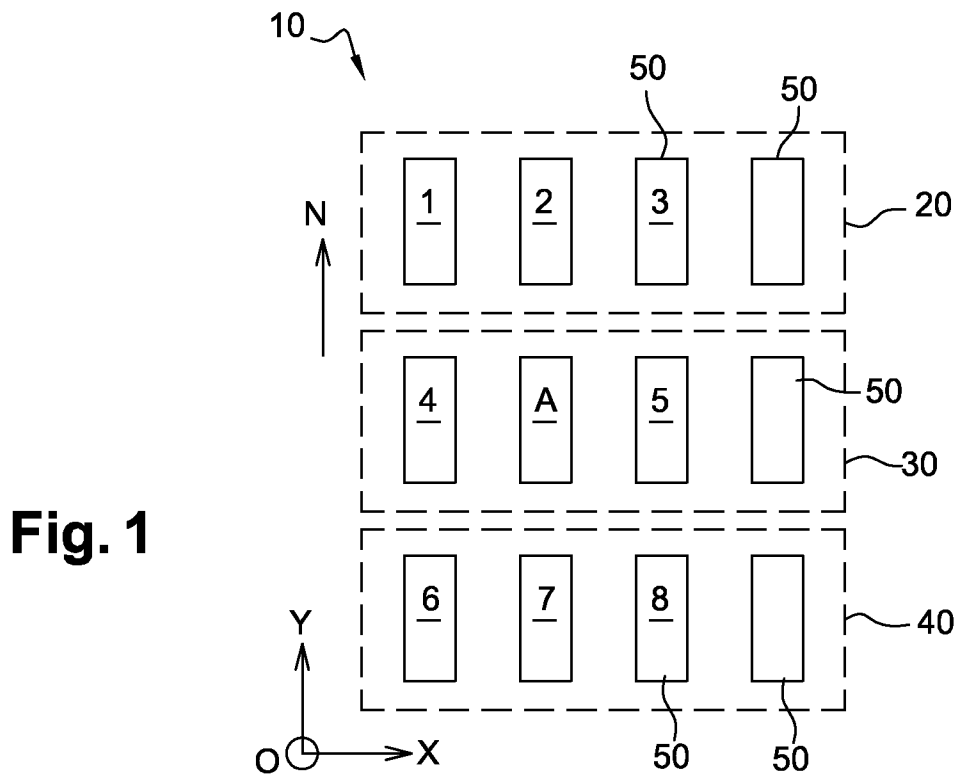


Fig. 1

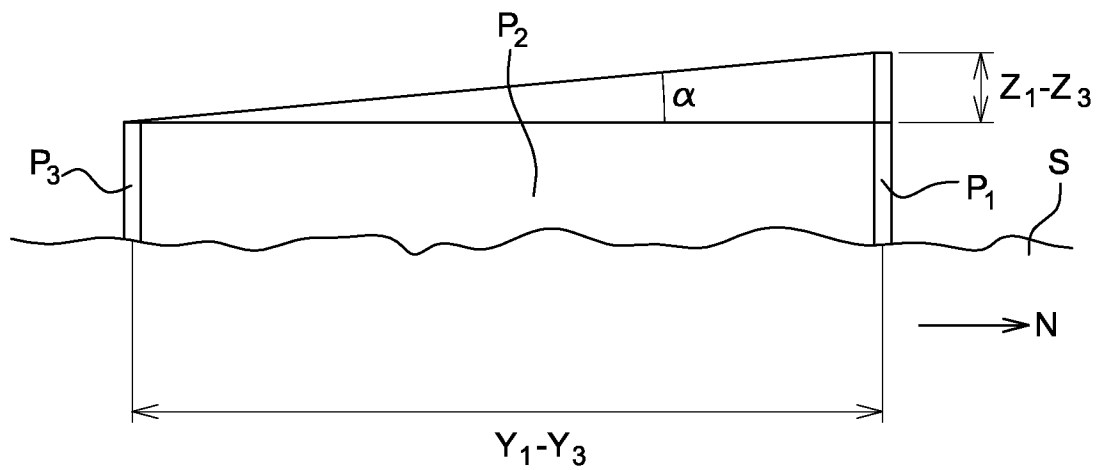


Fig. 2

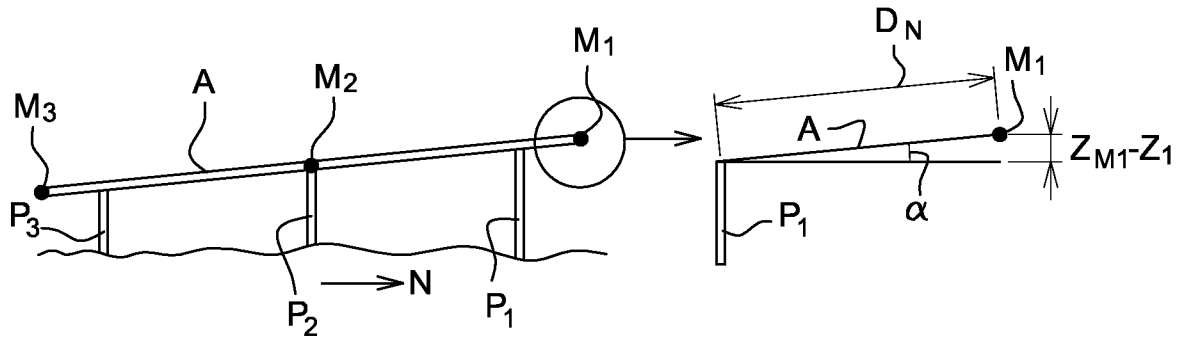


Fig. 3a

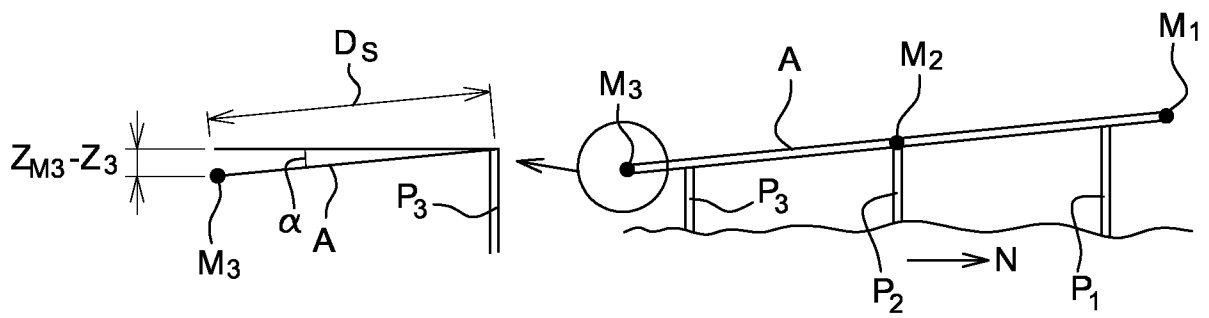


Fig. 3b

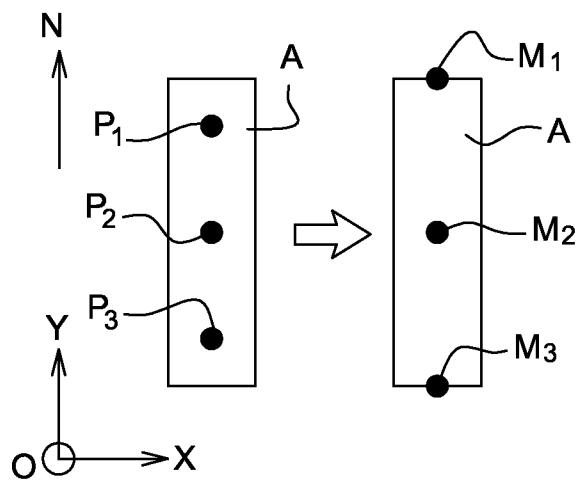


Fig. 4

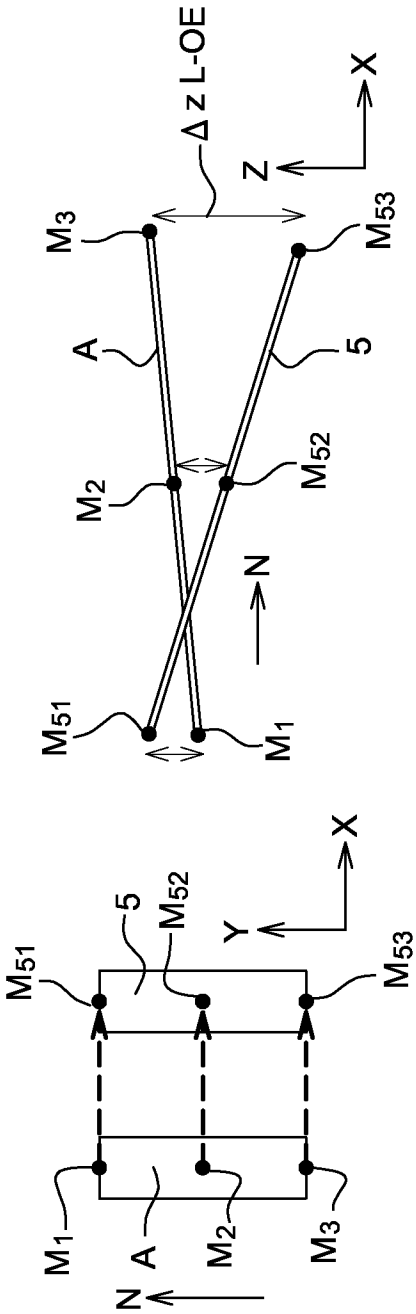


Fig. 5

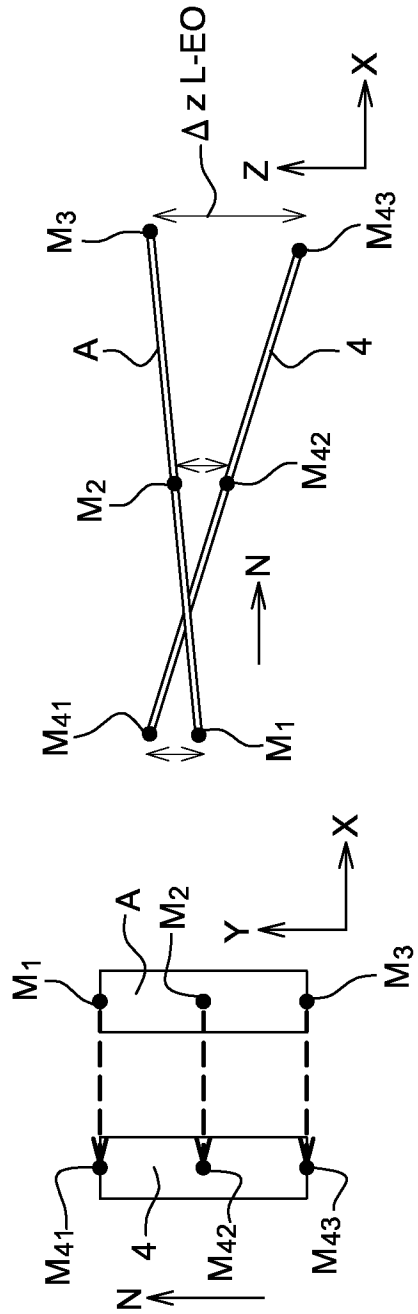


Fig. 6

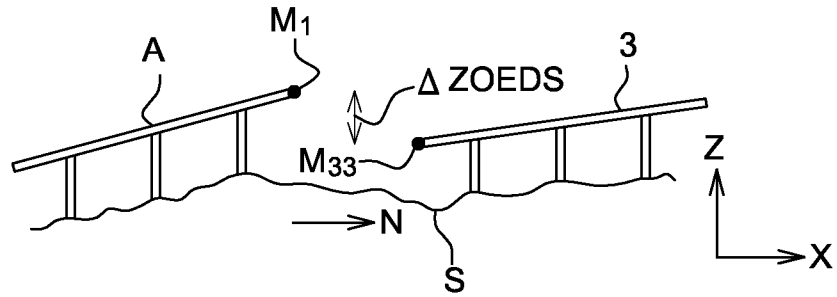
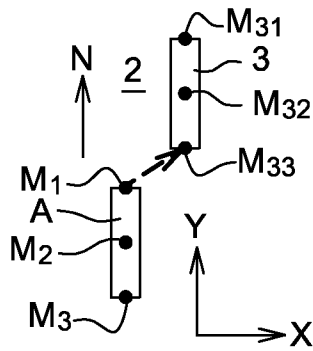


Fig. 7

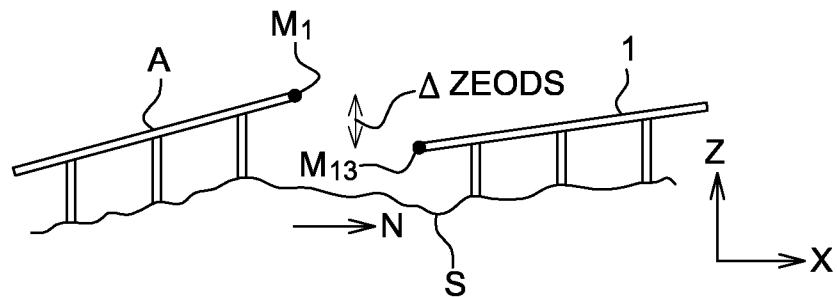
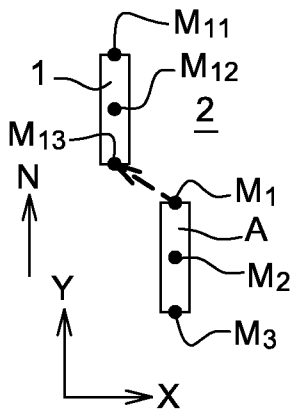


Fig. 8

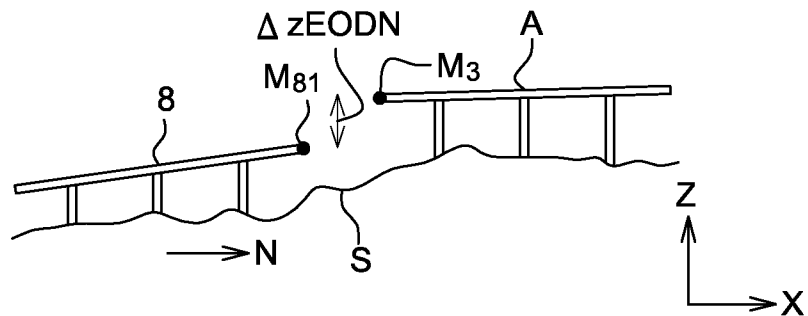
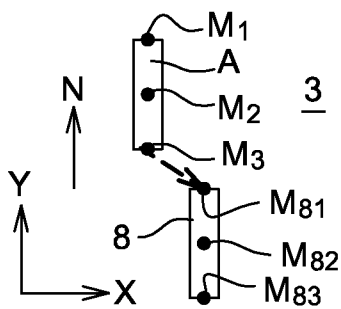


Fig. 9

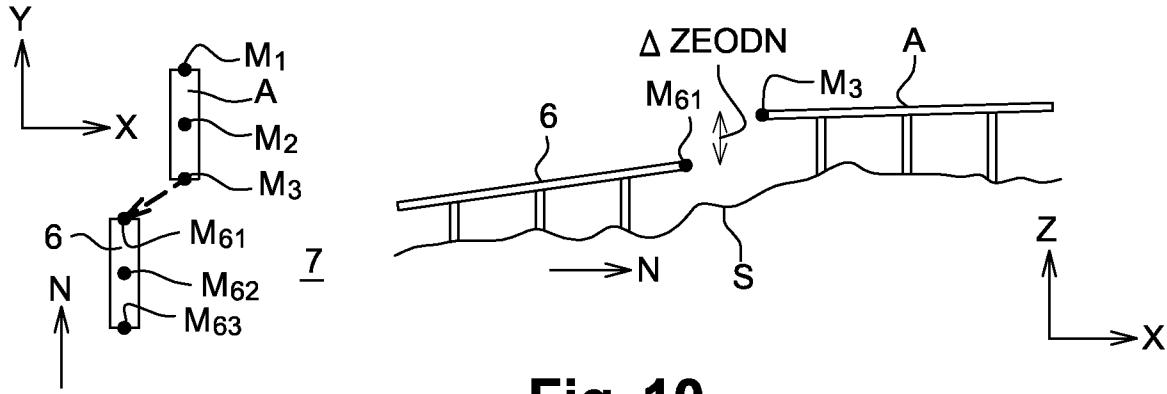


Fig. 10

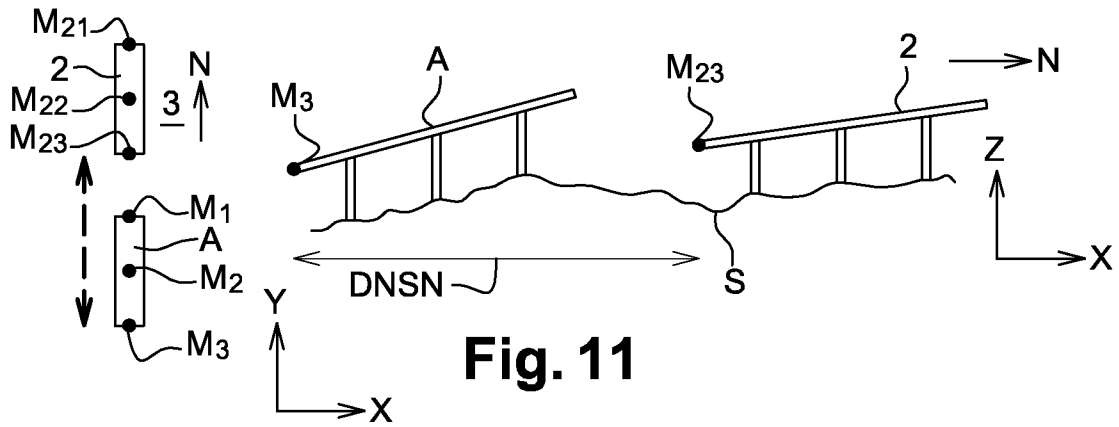


Fig. 11

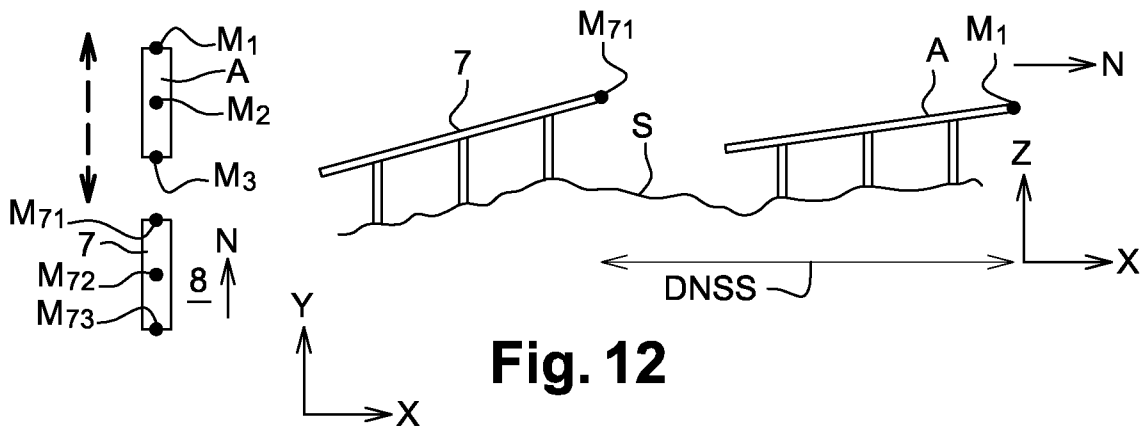


Fig. 12

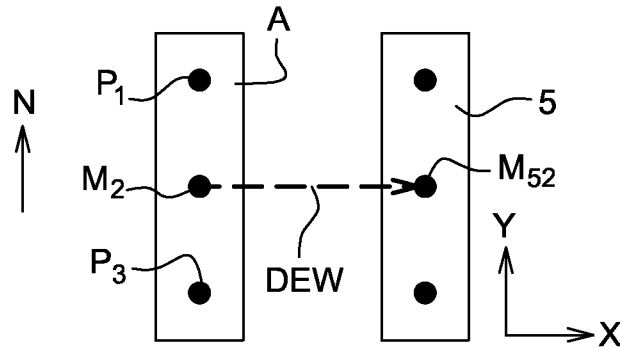


Fig. 13

Etiquettes de lignes	Moy I [°]	Min DEW	Min DNSN	Min DNSS	Max Δ Z L-EO	Max Δ Z L-OE	Max Δ Z EO-DN	Max Δ Z EO-DS	Max Δ Z EO-DN	Max Δ Z EO-DS
Z1_R1_T1	0.142	3.900	4000.000	24.222	-0.001	0.009	0.035	0.000	0.051	0.000
Z1_R2_T1	0.107	3.900	4000.000	26.222	0.007	0.005	0.075	0.000	0.114	0.000
Z1_R2_T2	0.101	3.900	24.222	26.222	0.036	0.037	0.117	-0.025	0.093	-0.021
1	0.389	3.900	4000.000	26.222	0.004	0.010	0.089	0.000	0.093	0.000
2	0.343	3.900	4000.000	26.222	0.009	0.010	0.117	0.000	0.086	0.000
3	0.296	3.900	4000.000	26.222	0.009	0.037	0.110	0.000	0.062	0.000
4	0.476	3.900	4000.000	26.222	0.036	0.019	0.058	0.000	0.003	0.000
5	0.387	3.900	4000.000	26.222	0.017	0.019	0.042	0.000	-0.001	0.000
6	0.299	3.900	4000.000	26.222	0.017	0.019	0.037	0.000	-0.006	0.000
7	0.210	3.900	4000.000	26.222	0.017	0.031	0.033	0.000	-0.022	0.000
8	0.053	3.900	4000.000	26.222	0.029	0.004	0.040	0.000	-0.004	0.000
9	0.048	3.900	4000.000	26.222	0.002	0.004	0.009	0.000	-0.011	0.000
10	0.032	3.900	4000.000	26.222	0.002	0.004	0.001	0.000	-0.014	-0.024
11	0.049	3.900	24.222	26.222	0.003	0.005	-0.013	0.000	-0.028	-0.021
12	0.027	3.900	24.222	26.222	0.004	0.005	-0.015	-0.027	-0.034	-0.025
13	0.006	3.900	24.222	26.222	0.004	0.006	-0.020	-0.031	-0.017	-0.030
14	0.032	3.900	24.222	26.222	0.005	0.001	-0.036	-0.026	-0.022	-0.024
15	0.032	3.900	24.222	26.222	-0.001	0.001	-0.023	-0.025	-0.022	-0.024
16	0.032	3.900	24.222	26.222	0.001	0.001	-0.023	-0.026	-0.021	-0.024
17	0.035	3.900	24.222	26.222	0.000	0.001	-0.024	-0.025	-0.022	-0.024
18	0.028	3.900	24.222	26.222	0.001	0.002	-0.022	-0.027	-0.022	-0.025
19	0.021	3.900	24.222	26.222	0.001	0.002	-0.021	-0.028	-0.028	-0.026
20	0.015	3.900	24.222	26.222	0.001	0.002	-0.020	-0.029	-0.030	-0.028
21	0.008	3.900	24.222	26.222	0.001	0.002	-0.027	-0.031	-0.032	-0.029
22	0.002	3.900	24.222	26.222	0.001	0.002	-0.029	-0.032	-0.034	-0.030
23	-0.005	3.900	24.222	26.222	0.001	0.002	-0.031	-0.033	-0.035	-0.032
24	-0.012	3.900	24.222	26.222	0.001	0.002	-0.032	-0.035	-0.037	-0.033
25	-0.018	3.900	24.222	26.222	0.001	0.003	-0.034	-0.036	-0.041	-0.035
26	-0.028	3.900	24.222	26.222	0.001	0.014	-0.035	-0.038	-0.041	-0.028
27	-0.052	3.900	24.222	26.222	-0.004	0.000	-0.044	-0.051	0.000	-0.042
-Z1_R3_T1	0.016	3.900	26.222	4000.000	0.009	0.027	0.000	0.009	0.000	0.043
-Z1_R3_T2	0.078	3.900	26.222	24.222	0.033	0.011	0.074	0.041	0.045	0.046
-Z1_R4_T1	0.277	3.900	24.222	26.222	0.048	0.022	0.073	0.072	0.055	0.042
-Z1_R5_T1	0.034	3.900	4000.000	24.222	0.036	0.021	0.113	0.000	0.110	0.000
-Z1_R5_T2	0.336	3.900	26.222	24.222	0.038	0.013	0.023	0.092	0.021	0.054
-Z1_R6_T1	0.238	3.900	24.222	26.222	0.058	0.063	0.085	0.138	0.094	0.130
-Z1_R6_T2	0.043	3.900	24.222	26.222	0.019	0.017	0.067	0.160	0.044	0.085

Fig. 14

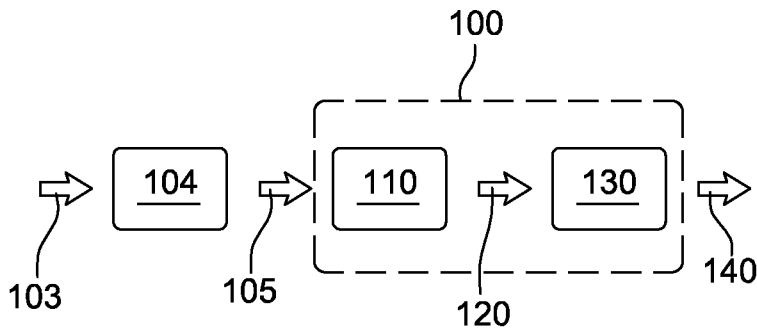


Fig. 15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2014/053381

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F24J2/38
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)
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, 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	US 2013/048048 A1 (FLANERY KENT [US] ET AL) 28 February 2013 (2013-02-28) abstract paragraph [0025] - paragraph [0026]; figures 1-3	1
A	----- EP 2 660 739 A1 (SIEMENS AG [DE]) 6 November 2013 (2013-11-06) the whole document	1
A	----- EP 2 597 397 A1 (WEI SHENG INVEST & DEV CO LTD [TW]) 29 May 2013 (2013-05-29) the whole document	1
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "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)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 6 March 2015	Date of mailing of the international search report 25/03/2015
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 Van Dooren, Marc

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2014/053381

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	E. LORENZO ET AL: "Tracking and back-tracking", PROGRESS IN PHOTOVOLTAICS: RESEARCH AND APPLICATIONS, vol. 19, no. 6, 23 February 2011 (2011-02-23), pages 747-753, XP055025105, ISSN: 1062-7995, DOI: 10.1002/pip.1085 the whole document	1
A	----- YONG SIN KIM ET AL: "Optimal Spacing of Dual-axis Trackers for Concentrating Photovoltaic Systems", AIP CONFERENCE PROCEEDINGS, vol. 1407, 1 January 2011 (2011-01-01), pages 370-373, XP055040946, ISSN: 0094-243X, DOI: 10.1063/1.3658364 the whole document	1
A	----- YONG SIN KIM ET AL: "Modeling of a concentrating photovoltaic system for optimum land use", PROGRESS IN PHOTOVOLTAICS: RESEARCH AND APPLICATIONS, 1 October 2011 (2011-10-01), pages n/a-n/a, XP055040944, ISSN: 1062-7995, DOI: 10.1002/pip.1176 the whole document	1
A	----- L. NARVARTE ET AL: "Tracking and ground cover ratio", PROGRESS IN PHOTOVOLTAICS: RESEARCH AND APPLICATIONS, vol. 16, no. 8, 1 December 2008 (2008-12-01), pages 703-714, XP055025095, ISSN: 1062-7995, DOI: 10.1002/pip.847 the whole document	1
A	----- E. LORENZO ET AL: "Considerations in the design of a one-axis tracking photovoltaic system", PROGRESS IN PHOTOVOLTAICS: RESEARCH AND APPLICATIONS, vol. 2, no. 1, 1 January 1994 (1994-01-01), pages 45-55, XP055025119, ISSN: 1062-7995, DOI: 10.1002/pip.4670020107 the whole document	1
	----- -/--	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2014/053381

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PANICO D ET AL: "Backtracking: a novel strategy for tracking PV systems", PROCEEDINGS OF THE PHOTOVOLTAIC SPECIALISTS CONFERENCE. LAS VEGAS, OCT. 7 - 11, 1991; [PROCEEDINGS OF THE PHOTOVOLTAIC SPECIALISTS CONFERENCE], NEW YORK, IEEE, US, vol. CONF. 22, 7 October 1991 (1991-10-07), pages 668-673, XP010039298, DOI: 10.1109/PVSC.1991.169294 ISBN: 978-0-87942-636-1 the whole document	1
A	----- JP 2011 108855 A (FUJI PUREAMU KK) 2 June 2011 (2011-06-02) abstract; figures -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2014/053381

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 2013048048	A1	28-02-2013	EP 2748538 A2	02-07-2014
			US 2013048048 A1	28-02-2013
			WO 2013028657 A2	28-02-2013

EP 2660739	A1	06-11-2013	CN 104254856 A	31-12-2014
			EP 2660739 A1	06-11-2013
			EP 2812825 A1	17-12-2014
			WO 2013164123 A1	07-11-2013

EP 2597397	A1	29-05-2013	CN 102340264 A	01-02-2012
			EP 2597397 A1	29-05-2013
			JP 2013531392 A	01-08-2013
			US 2012174964 A1	12-07-2012
			WO 2012009834 A1	26-01-2012

JP 2011108855	A	02-06-2011	NONE	

TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS

PCT

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

(article 18 et règles 43 et 44 du PCT)

Référence du dossier du déposant ou du mandataire BNT217755PC00	POUR SUITE À DONNER		voir le formulaire PCT/ISA/220 et, le cas échéant, le point 5 ci-après.
Demande internationale n° PCT/FR2014/053381	Date du dépôt international (<i>jour/mois/année</i>) 17 Décembre 2014 (17-12-2014)	(Date de priorité (la plus ancienne) (<i>jour/mois/année</i>)) 19 Décembre 2013 (19-12-2013)	
Déposant EXOSUN			

Le présent rapport de recherche internationale, établi par l'administration chargée de la recherche internationale, est transmis au déposant conformément à l'article 18. Une copie en est transmise au Bureau international.

Ce rapport de recherche internationale comprend 5 feuilles.

Il est aussi accompagné d'une copie de chaque document relatif à l'état de la technique qui y est cité.

1. Base du rapport

a. En ce qui concerne la **langue**, la recherche internationale a été effectuée sur la base

- de la demande internationale dans la langue dans laquelle elle a été déposée
- d'une traduction de la demande internationale dans la langue suivante _____, qui est la langue d'une traduction remise aux fins de la recherche internationale (règles 12.3.a) et 23.1.b))

b. Le présent rapport de recherche internationale a été établi en prenant en considération la **rectification d'une erreur évidente** autorisée par ou notifiée à la présente administration vertu de la règle 91 (Règle 43.6*bis*(a)).

c. En ce qui concerne **la ou les séquences de nucléotides ou d'acides aminés** divulguées dans la demande internationale, (le cas échéant), voir le cadre n° I.

2. **Il a été estimé que certaines revendications ne pouvaient pas faire l'objet d'une recherche** (voir le cadre n° II).

3. **Il y a absence d'unité de l'invention** (voir le cadre n° III).

4. En ce qui concerne le **titre**,

- le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant
- le texte a été établi par l'administration chargée de la recherche internationale et a la teneur suivante:

5. En ce qui concerne l'**abrégé**,

- le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant
- le texte, reproduit dans le cadre n° IV, a été établi par l'administration chargée de la recherche internationale conformément à la règle 38.2. Le déposant peut présenter des observations à l'administration chargée de la recherche internationale dans un délai d'un mois à compter de la date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

6. En ce qui concerne les **dessins**,

- a. La figure **des dessins** à publier avec l'abrégé est la figure n° 15
- proposée par le déposant
- proposée par l'administration chargée de la recherche internationale, parce que le déposant n'a pas proposé de figure
- proposée par l'administration chargée de la recherche internationale, parce que cette figure caractérise mieux l'invention
- b. Aucune des figures n'est publiée avec l'abrégé

<p>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F24J2/38 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) F24J</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) 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	US 2013/048048 A1 (FLANERY KENT [US] ET AL) 28 février 2013 (2013-02-28) abrégé alinéa [0025] - alinéa [0026]; figures 1-3 -----	1
A	EP 2 660 739 A1 (SIEMENS AG [DE]) 6 novembre 2013 (2013-11-06) le document en entier -----	1
A	EP 2 597 397 A1 (WEI SHENG INVEST & DEV CO LTD [TW]) 29 mai 2013 (2013-05-29) le document en entier ----- -/--	1
<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>"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>
<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>Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée</p>		
<p>6 mars 2015</p>		<p>Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale</p> <p>25/03/2015</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 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016</p>		<p>Fonctionnaire autorisé</p> <p>Van Dooren, Marc</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	E. LORENZO ET AL: "Tracking and back-tracking", PROGRESS IN PHOTOVOLTAICS: RESEARCH AND APPLICATIONS, vol. 19, no. 6, 23 février 2011 (2011-02-23), pages 747-753, XP055025105, ISSN: 1062-7995, DOI: 10.1002/pip.1085 le document en entier -----	1
A	YONG SIN KIM ET AL: "Optimal Spacing of Dual-axis Trackers for Concentrating Photovoltaic Systems", AIP CONFERENCE PROCEEDINGS, vol. 1407, 1 janvier 2011 (2011-01-01), pages 370-373, XP055040946, ISSN: 0094-243X, DOI: 10.1063/1.3658364 le document en entier -----	1
A	YONG SIN KIM ET AL: "Modeling of a concentrating photovoltaic system for optimum land use", PROGRESS IN PHOTOVOLTAICS: RESEARCH AND APPLICATIONS, 1 octobre 2011 (2011-10-01), pages n/a-n/a, XP055040944, ISSN: 1062-7995, DOI: 10.1002/pip.1176 le document en entier -----	1
A	L. NARVARTE ET AL: "Tracking and ground cover ratio", PROGRESS IN PHOTOVOLTAICS: RESEARCH AND APPLICATIONS, vol. 16, no. 8, 1 décembre 2008 (2008-12-01), pages 703-714, XP055025095, ISSN: 1062-7995, DOI: 10.1002/pip.847 le document en entier -----	1
A	E. LORENZO ET AL: "Considerations in the design of a one-axis tracking photovoltaic system", PROGRESS IN PHOTOVOLTAICS: RESEARCH AND APPLICATIONS, vol. 2, no. 1, 1 janvier 1994 (1994-01-01), pages 45-55, XP055025119, ISSN: 1062-7995, DOI: 10.1002/pip.4670020107 le document en entier ----- -/--	1

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>PANICO D ET AL: "Backtracking: a novel strategy for tracking PV systems", PROCEEDINGS OF THE PHOTOVOLTAIC SPECIALISTS CONFERENCE. LAS VEGAS, OCT. 7 - 11, 1991; [PROCEEDINGS OF THE PHOTOVOLTAIC SPECIALISTS CONFERENCE], NEW YORK, IEEE, US, vol. CONF. 22, 7 octobre 1991 (1991-10-07), pages 668-673, XP010039298, DOI: 10.1109/PVSC.1991.169294 ISBN: 978-0-87942-636-1 le document en entier -----</p>	1
A	<p>JP 2011 108855 A (FUJI PUREAMU KK) 2 juin 2011 (2011-06-02) abrégé; figures -----</p>	1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2014/053381

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2013048048	A1	28-02-2013	EP 2748538 A2 02-07-2014
			US 2013048048 A1 28-02-2013
			WO 2013028657 A2 28-02-2013

EP 2660739	A1	06-11-2013	CN 104254856 A 31-12-2014
			EP 2660739 A1 06-11-2013
			EP 2812825 A1 17-12-2014
			WO 2013164123 A1 07-11-2013

EP 2597397	A1	29-05-2013	CN 102340264 A 01-02-2012
			EP 2597397 A1 29-05-2013
			JP 2013531392 A 01-08-2013
			US 2012174964 A1 12-07-2012
			WO 2012009834 A1 26-01-2012

JP 2011108855	A	02-06-2011	AUCUN
