

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

11 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

3 034 582

21 N° d'enregistrement national : 15 52810

51 Int Cl<sup>8</sup> : H 02 J 5/00 (2016.01), H 02 J 7/00, H 02 S 40/30

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 01.04.15.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 07.10.16 Bulletin 16/40.

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

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : ORANGE Société anonyme — FR.

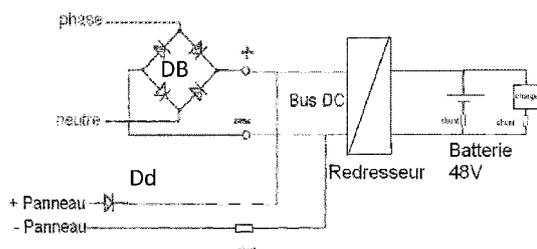
72 Inventeur(s) : RINGNET ALAIN et MARQUET DIDIER.

73 Titulaire(s) : ORANGE Société anonyme.

74 Mandataire(s) : ORANGE SA Société anonyme.

54 PROCÉDE ET SYSTEME D'ALIMENTATION ELECTRIQUE D'UNE CHARGE EN COURANT CONTINU A PARTIR D'UNE SOURCE DE COURANT ALTERNATIF ET D'UN GENERATEUR SOLAIRE.

57 La présente invention se rapporte au couplage entre une source d'énergie à courant alternatif et un générateur solaire de courant continu constitué de N panneaux solaires en série pour alimenter une même charge via un convertisseur de tension. Le couplage est obtenu via un pont de diodes entre la source de courant alternatif et le convertisseur et via une diode en série entre le générateur solaire et l'entrée du convertisseur, la charge étant branchée en sortie du convertisseur et alimentée sous tension continue.



FR 3 034 582 - A1



**Procédé et système d'alimentation électrique d'une charge en courant continu à partir  
d'une source de courant alternatif et d'un générateur solaire**

5 La présente invention se rapporte au domaine de l'énergie et plus particulièrement à l'alimentation électrique d'une charge par une source de courant alternatif.

Il est connu un réseau de télécommunication qui nécessite une tension continue, par exemple 48V ou 400V, pour son alimentation électrique. Le courant continu est obtenu à partir d'une source de courant alternatif et de tension alternative appelée couramment secteur. Pour la France, la tension  
10 nominale du secteur est de 230V avec comme tolérance +10% et -15% et la fréquence est de 50Hz. La fréquence, la tension nominale et la plage de tension peuvent être différentes selon le pays et le type de réseau. La forme d'onde du courant alternatif est représentée à la figure 1 et sa forme d'onde redressée avec un redressement double alternance est représentée à la figure 2. Cette source de courant redressé a des limites d'amplitude de tension différentes selon les amplitudes de tension basse ou haute du  
15 secteur :

- amplitude basse  $V_b = 230 (1-15\%) \times 1.414 = 276.5V$
- amplitude haute  $= 230 (1+10\%) \times 1.414 = 357.7V$ .

Il existe des sources d'énergie alternatives dites « green ou vertes » utilisées plus particulièrement à des fins d'économie de l'énergie d'origine fossile (en particulier nucléaire, charbon,  
20 pétrole) dite non renouvelable fournie par le secteur. En particulier, il est connu des panneaux solaires qui délivrent de l'énergie avec une tension et un courant de type continu. Un générateur solaire est constitué de plusieurs panneaux solaires montés tant en série qu'en parallèle en fonction de la puissance à fournir et des valeurs de tension et de courant à respecter. Pour réguler la puissance fournie par les panneaux solaires, il est généralement utilisé un régulateur solaire spécifique dit MPPT  
25 (Maximum Power Point Tracking, soit Suivi du Point de Puissance Maximale).

Le branchement des panneaux solaires comme source d'énergie renouvelable et du secteur comme source de courant alternatif est effectué généralement en utilisant un régulateur solaire spécifique MPPT et un redresseur connectés ensemble à une batterie et à une charge.

L'utilisation de deux sources d'alimentation, les panneaux solaires comme source de courant  
30 continu et le secteur comme source de courant alternatif se heurte parfois à la difficulté de branchement de ces deux sources à une même charge selon un montage à faible coût global que ce soit d'achat et de maintenance.

La présente invention propose une architecture à faible coût pour alimenter une charge à partir d'une source de courant alternatif (secteur) et en parallèle à partir d'un générateur solaire

photovoltaïque permettant de réduire la part d'énergie consommée par la charge et fournie par le secteur, la part d'énergie renouvelable augmentant.

A cette fin, l'invention a pour objet un procédé pour alimenter une charge à partir d'une source de courant alternatif ayant une tension redressée de limite basse  $V_b$  et à partir d'un générateur solaire photovoltaïque composé de panneaux solaires générant chacun une puissance maximale à une tension continue  $V_{mp}$ , la charge étant branchée en sortie d'un convertisseur de tension pouvant fonctionner avec un courant continu en entrée et acceptant une tension maximale  $V_h$  en entrée, comprenant :

- le couplage des deux sources d'alimentation au moyen d'un dispositif de redressement entre la source de courant alternatif et le convertisseur et d'un dispositif ayant une fonction de diode en série entre le convertisseur et une première branche de  $N$  panneaux solaires en série avec  $N$  déterminé tel que  $N \geq 1$  et  $V_b/V_{mp} < N < V_h/V_{mp}$ .

L'invention a en outre pour objet un dispositif de couplage et un système d'alimentation d'une charge.

Le dispositif de couplage d'une source de courant alternatif ayant une tension redressée de limite basse  $V_b$  et d'un générateur solaire photovoltaïque composé d'une première branche de  $N$  panneaux solaires en série générant chacun une puissance maximale à une tension continue  $V_{mp}$ , destiné à un système d'alimentation d'une charge branchée en sortie d'un convertisseur de tension pouvant fonctionner avec un courant continu en entrée et acceptant une tension maximale  $V_h$  en entrée, comprend :

- un dispositif de redressement entre la source de courant alternatif et le convertisseur et
- un dispositif ayant une fonction de diode en série entre le convertisseur et la première branche de  $N$  panneaux solaires avec  $N$  déterminé tel que  $N \geq 1$  et  $V_b/V_{mp} < N < V_h/V_{mp}$ .

Le système d'alimentation d'une charge à partir d'une source de courant alternatif ayant une tension redressée de limite basse  $V_b$  et à partir d'un générateur solaire photovoltaïque composé d'une première branche de  $N$  panneaux solaires en série générant chacun une puissance maximale à une tension continue  $V_{mp}$ , comprend :

- un premier convertisseur de tension pouvant fonctionner avec un courant continu en entrée et acceptant une tension maximale  $V_h$  en entrée, la charge étant branchée en sortie du premier convertisseur et
- un dispositif de couplage selon un objet précédent de l'invention.

Le dispositif de couplage selon l'invention a donc deux entrées, une pour l'alimentation d'énergie non renouvelable fournie par le secteur et une autre pour l'alimentation d'énergie renouvelable fournie par le générateur solaire et une sortie vers un convertisseur de tension. Ce

dispositif de couplage permet ainsi de n'utiliser qu'un seul convertisseur de tension du commerce tout en permettant de prioriser la consommation d'énergie issue du générateur solaire en imposant un nombre déterminé N de panneaux solaires.

5 L'invention permet ainsi un couplage très simple et peu coûteux entre une source d'énergie à courant alternatif (le secteur) et un générateur solaire de courant continu qui permet d'alimenter une même charge tout en permettant de prioriser l'énergie consommée d'origine solaire.

10 L'invention nécessite uniquement un dispositif de couplage entre le générateur solaire et le secteur pour alimenter une même charge via un convertisseur de tension. Le dispositif de couplage comprend un dispositif ayant une fonction de diode, par exemple une diode à brancher en sortie du générateur solaire, et un dispositif de redressement du secteur par exemple un pont de diodes. Les sorties du dispositif de redressement et du dispositif ayant une fonction de diode sont connectées ensemble pour alimenter un convertisseur acceptant en entrée du courant continu et du courant alternatif AC redressé. Le convertisseur peut être de type AC/DC, soit alternatif vers continu, par exemple un redresseur ou redresseur/chargeur utilisé dans les sites de télécommunication pour charger  
15 une batterie de secours. Le convertisseur peut également être de type DC/DC ou bien de type onduleur DC/AC à condition qu'il accepte le courant AC redressé en entrée en plus du courant continu. Il peut s'agir d'un onduleur utilisé pour un service de soutien de fréquence du réseau, dans ce cas le dispositif de couplage charge un dispositif de stockage court par exemple un super-condensateur. Ce type de condensateur peut être en effet rechargé directement et sans régulation par le dispositif de couplage.

20 Le convertisseur de tension a pour fonction de changer la tension et de produire une tension régulée. Il est bien connu que pour éviter sa détérioration, la tension maximale  $V_h$  acceptable par le convertisseur doit être supérieure à la plage haute de la tension redressée (357.7V) du secteur.

L'invention ne nécessite pas d'interrupteur/inverseur/commutateur ni de convertisseur spécifique au générateur solaire. L'invention ne nécessite pas de régulateur solaire MPPT spécifique  
25 puisque le générateur solaire fonctionne à un point de puissance maximum compte tenu du choix de N en relation avec les tensions  $V_b$ ,  $V_{mp}$  et  $V_h$ .

Aucune protection foudre ne doit être ajoutée aux protections déjà prévues avec la source de courant alternatif.

30 Ainsi, le couplage selon l'invention est assuré avec des équipements qui occupent peu de place. Il s'agit par exemple d'une diode, d'un transistor MOSFET ou d'un transistor IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) piloté en fonction diode et d'un pont de diodes ou d'un pont de transistors pilotés en fonction pont de redressement. En outre, le convertisseur (de type DC/DC ou redresseur AC/DC) est typiquement un appareil du commerce. L'invention permet ainsi d'alimenter la charge

avec une réutilisation d'équipements du commerce ce qui permet de limiter l'investissement et la maintenance de l'installation obtenue.

Selon un mode de réalisation, le procédé pour alimenter une charge comprend en outre le branchement en parallèle de la première branche d'au moins une branche de M panneaux solaires en série, M pouvant être différent de N.

Selon un mode de réalisation, le système d'alimentation comprend en outre un premier dispositif d'asservissement pour piloter un courant de sortie du premier convertisseur en fonction de la tension d'entrée de ce premier convertisseur.

Selon un mode de réalisation, le système d'alimentation comprend en outre au moins un deuxième convertisseur directement alimenté par la source de courant alternatif et connecté en parallèle sur la sortie du premier convertisseur et comprenant en outre un deuxième dispositif d'asservissement qui contrôle une consigne de tension du deuxième convertisseur en lien avec le contrôle d'une consigne de tension du premier convertisseur.

Selon un mode de réalisation, le premier convertisseur est un redresseur de type AC/DC acceptant une tension continue ou AC redressée, ou un convertisseur de type DC/DC acceptant une tension continue ou AC redressée ou un onduleur de type DC/AC acceptant une tension continue ou AC redressée.

Le procédé peut être utilisé pour alimenter des équipements d'un réseau de télécommunication tels des téléphones fixes, des passerelles domestiques (dites « box »). Le procédé peut tout aussi bien être utilisé pour alimenter une station de recharge de batteries utilisées dans d'autres équipements dont des véhicules, des appareils portables.

#### **Liste des figures**

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront lors de la description qui suit faite en regard des figures annexées données à titre d'exemple non limitatif.

La figure 1 illustre la forme d'onde ainsi que le facteur de puissance ( $\cos\phi$ ) de la source de courant alternatif gérée par l'opérateur d'électricité français EdF et décrite dans la partie art antérieur.

La figure 2 illustre la forme d'onde redressée avec un redressement double alternance correspondant à la source de courant alternatif gérée par l'opérateur d'énergie français EdF et décrite dans la partie art antérieur.

La figure 3 illustre la puissance UI fournie par un générateur solaire photovoltaïque composé de panneaux solaires sous la forme de la courbe du courant en fonction de la tension et sous la forme de la courbe de la puissance en fonction de la tension.

La figure 4 illustre la puissance UI d'un panneau solaire et la droite de charge optimale.

La figure 5 illustre la puissance UI d'un panneau solaire de 12 V nominal et la droite de charge optimale pour différents ensoleillements.

La figure 6 est un schéma d'un générateur solaire photovoltaïque constitué de deux branches en parallèle de chacune quatre panneaux solaires montés en série.

5 La figure 7 illustre la puissance UI du générateur solaire de la figure 6.

La figure 8 est un schéma de principe d'un dispositif de couplage selon l'invention d'une source de courant alternatif et d'un générateur solaire photovoltaïque pour alimenter une charge et une batterie via un redresseur AC/DC du commerce.

La figure 9 est un schéma de principe d'un appareil redresseur AC/DC du commerce.

10 La figure 10 est un schéma de principe d'un exemple d'un système d'alimentation selon l'invention d'une charge à partir du secteur 50Hz tel que fourni par l'opérateur français EDF et à partir d'un générateur solaire photovoltaïque composé de sept panneaux solaires.

La figure 11 est un schéma d'un système selon l'invention d'alimentation d'une charge à partir d'une source de courant alternatif  $\sim$ AC et d'un générateur solaire photovoltaïque composé de N  
15 panneaux solaires, comprenant un ou plusieurs convertisseurs (CT) avec asservissement (A).

La figure 12 est un schéma d'un système selon l'invention d'alimentation d'une charge à partir d'une source de courant alternatif  $\sim$ AC et d'un générateur solaire photovoltaïque composé de N panneaux solaires comprenant l'ensemble de convertisseurs comme dans la figure 11 (CT1) et un autre ensemble de convertisseurs (CT2) avec asservissement (B).

## 20 **Description de modes de réalisation de l'invention**

L'énergie provenant d'un panneau solaire est une énergie électrique de type courant continu pur. Un générateur solaire photovoltaïque composé de panneaux solaires génère une puissance UI illustrée par la figure 3. Un tel générateur solaire présente une courbe tension/courant dont la forme ne change pas quel que soit le nombre de panneaux solaires connectés ensemble.

25 L'invention tente de faire coïncider la tension au point de puissance maximum des panneaux solaires montés en série à la tension crête ( $230 \times 1.414=352V$ ) de la valeur redressée du courant alternatif de tension nominale 230 V. Dans ces conditions, il est possible d'effectuer un couplage optimal entre l'énergie solaire photovoltaïque et l'énergie venant du secteur. En effet, la tension au point de puissance maximum, pour un panneau solaire ou une série de panneaux solaires, est une  
30 tension relativement fixe pour un éclairage donné et qui varie assez peu avec des niveaux d'ensoleillement variant de 100 à 1000W/m<sup>2</sup>. La figure 4 représente la puissance UI d'un panneau solaire et la droite de charge optimale. La figure 5 représente la puissance UI d'un panneau solaire de 12 V nominal et la droite de charge optimale pour différents ensoleillements. La droite tracée sur la figure 5 qui relie les différents points de puissance maximum a une forte pente. Il est donc justifié de

considérer que la valeur de la tension au point de puissance maximum du panneau solaire est quasi constante et varie dans une plage de tension faible. Pour exemple, les valeurs de la tension au point de puissance maximum du panneau solaire illustré par la figure 5 varient entre 31 et 35 V.

5 Un générateur solaire photovoltaïque est ainsi constitué de plusieurs panneaux solaires montés en série et éventuellement en parallèle. Le générateur solaire ainsi constitué a toujours une courbe tension/courant de même forme. Par conséquent, de même que pour un seul panneau, la tension au point de puissance maximale du générateur solaire pour tous les éclairagements peut être considérée comme suivant une droite à forte pente. La figure 6 représente schématiquement un générateur solaire photovoltaïque constitué de deux branches en parallèle de chacune quatre panneaux solaires montés en série. La figure 7 représente la courbe UI du générateur solaire de la figure 6.

10 La figure 8 est un schéma d'un exemple d'un dispositif selon l'invention de couplage d'une source de courant alternatif et d'un générateur solaire photovoltaïque pour alimenter une charge et une batterie via par exemple un redresseur. La source de courant alternatif (secteur) a une tension redressée de limite basse  $V_b$ . L'appareil redresseur de tension accepte en entrée une tension maximale  $V_h$ .

15 Le dispositif de couplage comprend un pont de diode DB et une diode Dd. La diode Dd est en série entre le générateur solaire et le redresseur. Le pont de diode DB est branché entre la source de courant alternatif et l'appareil redresseur de tension.

20 L'appareil redresseur de tension utilisé pour mettre en œuvre l'invention doit pouvoir fonctionner avec un courant de type continu ou de type secteur redressé en entrée. La charge est branchée en sortie de l'appareil redresseur et alimentée sous une tension continue. Un schéma de principe d'un appareil redresseur utilisé pour mettre en œuvre l'invention est illustré par la figure 9. Un tel appareil doit pouvoir fonctionner avec un courant continu en entrée ou de type secteur redressé. L'appareil redresseur comporte un pont de diode en entrée avec ou sans filtre. Un tel filtre est composé de selfs en série sur le neutre et sur la phase et d'une capacité entre le neutre et la phase qui laissent passer tant le courant continu que le courant alternatif. Le pont de diode est suivi éventuellement d'une fonction électronique PFC (Power Factor Correction, soit Correction du Facteur de Puissance) qui a pour but de réduire la consommation d'énergie réactive c'est-à-dire de diminuer le déphasage  $\phi$  entre le courant consommé et la tension du secteur. Le dispositif PFC est suivi d'un régulateur qui effectue l'abaissement ou l'élévation de la tension afin de délivrer le niveau de tension souhaité pour la charge.

25 Ce type de dispositif PFC accepte le courant alternatif redressé en sortie du pont de diode mais aussi le courant continu. D'autres types de redresseur AC/DC ou de convertisseurs DC/DC ou AC/DC peuvent également convenir pourvu qu'ils acceptent en entrée un courant de type continu ou de type secteur redressé.

30 Les N panneaux solaires forment le générateur solaire PV. La puissance générée maximale de chaque panneau est obtenue à une tension continue  $V_{mp}$ . Les N panneaux sont connectés en série à

l'entrée de l'appareil redresseur via la diode Dd en série. Le choix judicieux du nombre N de panneaux solaires en série associé à un couplage via la diode Dd assure que le générateur solaire fonctionne comme une source de tension relativement fixe.

5 Le nombre N de panneaux solaires est tel que la tension au point de puissance maximum du générateur solaire est supérieure à la valeur de la tension redressée de limite basse Vb et inférieure à la tension maximale Vh de l'appareil convertisseur :

$$Vb/Vmp < N < Vh/Vmp \text{ et } N \geq 1.$$

L'énergie consommée par la charge correspond à un courant fourni par le générateur de tension la plus élevée, entre le secteur redressé et le générateur solaire.

10 La figure 10 est un schéma de principe d'un exemple d'un système selon l'invention d'alimentation d'une charge à partir du secteur 50Hz tel que fourni par l'opérateur français EdF et à partir d'un générateur solaire photovoltaïque composé de sept panneaux solaires. Le même principe fonctionne sur le secteur d'un autre pays travaillant à fréquence et tension différente. L'exemple illustré par la figure 10 permet de décrire la détermination de N pour une exploitation donnée telle  
15 l'alimentation d'un équipement d'un réseau de télécommunication.

Le système d'alimentation comprend un convertisseur de tension pouvant fonctionner avec un courant continu en entrée et acceptant une tension maximale Vh en entrée et un dispositif de couplage selon l'invention décrit précédemment. La charge est branchée en sortie du convertisseur.

20 La source de courant alternatif prise pour exemple est le secteur 50Hz 230Vac fourni par l'opérateur français EdF. La tension redressée de limite basse Vb a pour amplitude :  $230(1 - 15\%) \times \sqrt{2} = 276,5V$ . La tension redressée de limite haute a pour amplitude :  $230(1 + 10\%) \times \sqrt{2} = 357,7V$ .

25 Le convertisseur pris pour exemple est un appareil redresseur de marque Emerson de type 3500W, il transforme le 230Vac en 48VDC. Il a une tension d'entrée maximale Vh supérieure à 400VDC.

La charge est un équipement simulant une consommation de 2700W correspondant à la consommation d'équipements de télécommunication en parallèle avec une batterie de 48V/100Ah au plomb.

30 Les panneaux solaires choisis sont de marque FIRST SOLAR de référence FS377. Ils sont de type couche mince utilisant le CdTe comme semi-conducteur et sont conformes à la norme IEC 61646. Chaque module fourni une puissance crête de 77,5W à une tension continue Vmp de 48,3V et à une température de référence de 25°C. Des panneaux solaires de type cristallin conformes à la norme IEC 61215 peuvent tout aussi bien être utilisés mais les tensions obtenues peuvent être différentes.

La relation  $V_b/V_{mp} < N < V_h/V_{mp}$  appliquée à l'exemple donne  $276,5/48,3 < N < 400/48,3$  soit  $5,72 < N < 8,26$ . Le nombre  $N$  peut donc être égal à huit, sept ou six puisqu'il s'agit bien entendu d'un entier naturel. Le choix de sept panneaux au lieu de six ou huit permet d'obtenir un générateur solaire avec une puissance maximale tout en gardant une marge vis-à-vis de la tension  $V_h$ .

5 Un générateur solaire de sept panneaux produit donc au maximum une puissance de 550W sous 350V soit un courant généré de 1,5A maximum. La diode  $D_d$  doit donc accepter ce courant maximum de 1,5A. Il s'agit d'une diode de puissance. Par exemple, une telle diode a un seuil de tension de conduction de 1V et dissipe une puissance de 1,5W (1,5A-1V). Pour dissiper cette puissance, la diode est selon les règles de l'art classiquement montée avec un radiateur. Le pont de diode doit accepter le courant d'entrée du redresseur par exemple 4A et le pont de diode équipé de 10 quatre diodes comporte deux diodes en série à chaque alternance du courant alternatif, et présente une chute de tension de 2V et donc chaque branche de deux diodes du pont doit dissiper 8 W la moitié du temps soit 8 W pour l'ensemble des quatre diodes.

Dans le cas d'une coupure de la source de courant alternatif, l'appareil redresseur continu 15 d'assurer la régulation de tension de la batterie et aucune surcharge ne peut avoir lieu. Ceci ne serait pas le cas si les panneaux solaires étaient directement connectés à la batterie sans l'intermédiaire d'un régulateur.

Le même calcul s'applique à un nombre quelconque de branches en parallèle de la première 20 branche de  $N$  panneaux et constituées de  $M$  panneaux identiques en série.  $M$  peut être différent de  $N$  mais est calculé selon le même principe que  $N$ . Par exemple, pour deux branches de respectivement  $M$  panneaux de tension  $V_{mp2}$  et de  $N$  panneaux de tension  $V_{mp1}$ , les nombres  $M$  et  $N$  sont tels que les valeurs  $N \times V_{mp1}$  et  $M \times V_{mp2}$  soient très proches l'une de l'autre. L'ajout d'une ou de plusieurs branches en parallèle permet d'adapter la puissance fournie par le générateur solaire en relation avec une puissance consommée par la charge.

25 Par exemple, un générateur solaire positionné en toiture comporte cinq branches de dix panneaux solaires produisant chacun 240W avec une tension  $V_{mp}=40V$ . Le générateur solaire produit donc au maximum 12kW sous 400V et génère donc au maximum un courant de 30A. Chaque branche de dix panneaux est en série avec une diode qui doit accepter 6A. Par exemple, une telle diode de puissance a une chute de tension de 1V et doit donc dissiper 6W. Les cinq diodes sont connectées 30 ensemble en sortie. Le pont de diode doit permettre de redresser 30A. Chaque diode du pont doit donc accepter 30A. Comme dans l'exemple précédent la chute de tension du pont est de 2V. Le pont de diodes doit donc dissiper 60W.

La figure 11 est un schéma d'un système selon l'invention d'alimentation d'une charge à partir d'une source de courant alternatif  $\sim AC$  et d'un générateur solaire photovoltaïque PV composé de  $N$

panneaux solaires,  $N \geq 1$ . La source de courant alternatif a une tension redressée de limite basse  $V_b$ . Le système d'alimentation comprend un pont de diode DB, une diode Dd et un appareil convertisseur de tension CT 1. Le générateur solaire photovoltaïque génère une puissance maximale à une tension continue déterminée et à une température donnée. Le système d'alimentation comprend en outre un asservissement A. En cas de coupure réseau  $\sim AC$  et quelle que soit la charge, l'asservissement A permet au convertisseur CT1 de s'adapter à la puissance maximum du générateur solaire PV. Sinon en l'absence d'asservissement A, la tension en entrée du convertisseur chute en suivant la caractéristique  $U, I$  du générateur solaire et le convertisseur ne fonctionne plus correctement. L'asservissement A pilote la consigne de courant de sortie du convertisseur en fonction de la tension d'entrée de ce convertisseur afin de la maintenir dans sa plage de tension de bon fonctionnement. La fonction d'asservissement peut-être réalisée à l'intérieur ou à l'extérieur du convertisseur via un dispositif de régulation et être commune à plusieurs convertisseurs optionnels montés en parallèle (en pointillés sur la figure 11). Il est clair pour l'homme du métier, qu'une consigne est la référence de réglage de la sortie d'un système asservi ou régulé.

La figure 12 est un schéma d'un système selon l'invention d'alimentation qui outre les dispositifs de la figure 11 comprend en outre au moins un autre convertisseur CT 2 et un autre asservissement B. Cet autre convertisseur peut fonctionner en étant directement alimenté par le réseau  $\sim AC$  tout en étant connecté en parallèle sur la sortie du convertisseur CT 1. L'asservissement B donne une priorité à la production solaire par le convertisseur CT 1 en baissant la consigne de tension du convertisseur CT 2 un peu en dessous de celle du convertisseur CT 1. En contrôlant la consigne de tension du deuxième convertisseur un peu en dessous de celle du premier convertisseur la priorité est donnée à une consommation d'énergie issue du générateur solaire via le premier convertisseur.

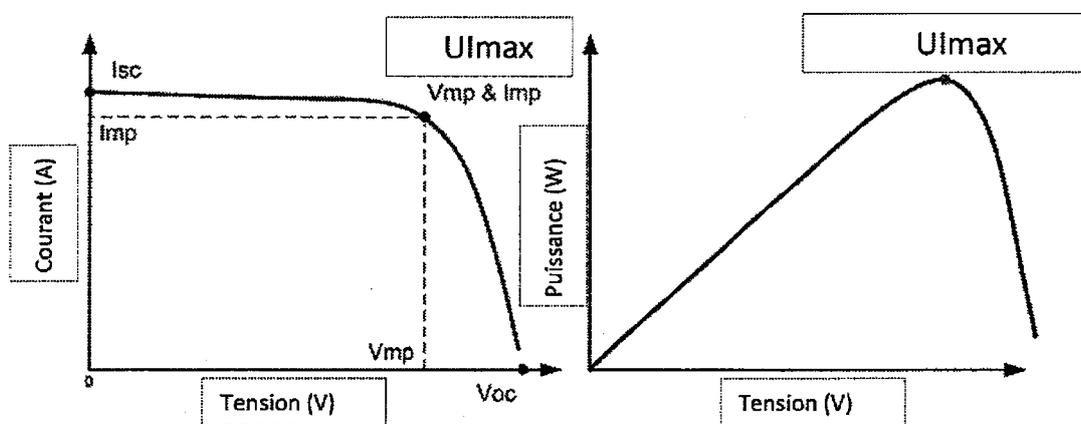
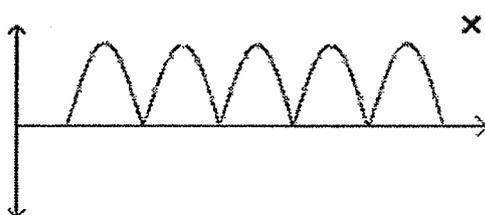
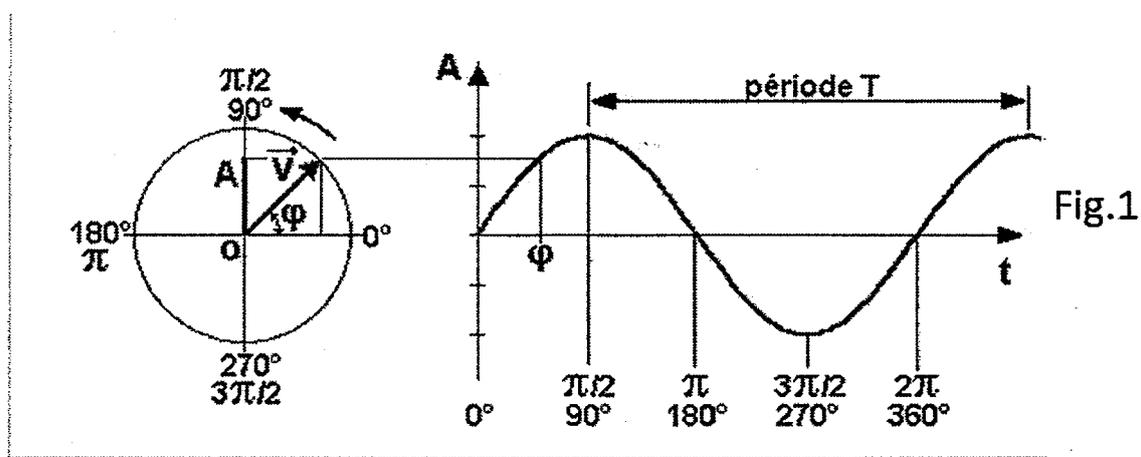
### REVENDICATIONS

1. Procédé pour alimenter une charge à partir d'une source de courant alternatif ayant une tension redressée de limite basse  $V_b$  et à partir d'un générateur solaire photovoltaïque composé de panneaux solaires générant chacun une puissance maximale à une tension continue  $V_{mp}$ , la charge étant branchée en sortie d'un convertisseur de tension pouvant fonctionner avec un courant continu en entrée et acceptant une tension maximale  $V_h$  en entrée, comprenant :
  - le couplage des deux sources d'alimentation au moyen d'un dispositif de redressement entre la source de courant alternatif et le convertisseur et d'un dispositif ayant une fonction de diode en série entre le convertisseur et une première branche de  $N$  panneaux solaires en série avec  $N$  déterminé tel que  $N \geq 1$  et  $V_b/V_{mp} < N < V_h/V_{mp}$ .
2. Procédé selon la revendication 1, comprenant en outre le branchement en parallèle de la première branche d'au moins une branche de  $M$  panneaux solaires en série,  $M$  pouvant être différent de  $N$ .
3. Utilisation d'un procédé selon l'une des revendications 1-2 pour alimenter des équipements d'un réseau de télécommunication.
4. Utilisation d'un procédé selon l'une des revendications 1-2 pour alimenter une station de recharge de batteries utilisées dans d'autres équipements dont des véhicules, des appareils portables.
5. Dispositif de couplage d'une source de courant alternatif ayant une tension redressée de limite basse  $V_b$  et d'un générateur solaire photovoltaïque composé d'une première branche de  $N$  panneaux solaires en série générant chacun une puissance maximale à une tension continue  $V_{mp}$ , destiné à un système d'alimentation d'une charge branchée en sortie d'un convertisseur de tension pouvant fonctionner avec un courant continu en entrée et acceptant une tension maximale  $V_h$  en entrée, comprenant :
  - un dispositif de redressement entre la source de courant alternatif et le convertisseur et
  - un dispositif ayant une fonction de diode en série entre le convertisseur et la première branche de  $N$  panneaux solaires avec  $N$  déterminé tel que  $N \geq 1$  et  $V_b/V_{mp} < N < V_h/V_{mp}$ .
6. Dispositif de couplage selon la revendication précédente destiné à un système d'alimentation dans lequel le générateur solaire photovoltaïque comprend au moins une branche de  $M$  panneaux en série en parallèle de la première branche, comprenant en outre au moins un deuxième dispositif ayant une fonction de diode à brancher en série avec la branche de  $M$  panneaux,  $M$  pouvant être déterminé différent de  $N$ .
7. Système d'alimentation d'une charge à partir d'une source de courant alternatif ayant une tension redressée de limite basse  $V_b$  et à partir d'un générateur solaire photovoltaïque composé d'une

première branche de N panneaux solaires en série générant chacun une puissance maximale à une tension continue  $V_{mp}$ , comprenant :

- un premier convertisseur de tension pouvant fonctionner avec un courant continu en entrée et acceptant une tension maximale  $V_h$  en entrée, la charge étant branchée en sortie du premier convertisseur et
  - un dispositif de couplage selon l'une des revendications 5 et 6.
- 5
8. Système d'alimentation selon la revendication précédente comprenant en outre un premier dispositif d'asservissement pour piloter un courant de sortie du premier convertisseur en fonction de la tension d'entrée de ce premier convertisseur.
- 10
9. Système d'alimentation selon la revendication précédente comprenant en outre au moins un deuxième convertisseur (CT 2) directement alimenté par la source de courant alternatif et connecté en parallèle sur la sortie du premier convertisseur (CT 1) et comprenant en outre un deuxième dispositif d'asservissement (B) qui contrôle une consigne de tension du deuxième convertisseur (CT2) en lien avec le contrôle d'une consigne de tension du premier convertisseur (CT1).
- 15
10. Système d'alimentation selon la revendication 7 dans lequel le premier convertisseur est un redresseur de type AC/DC acceptant une tension continue ou AC redressée.
- 20

1/4



2/4

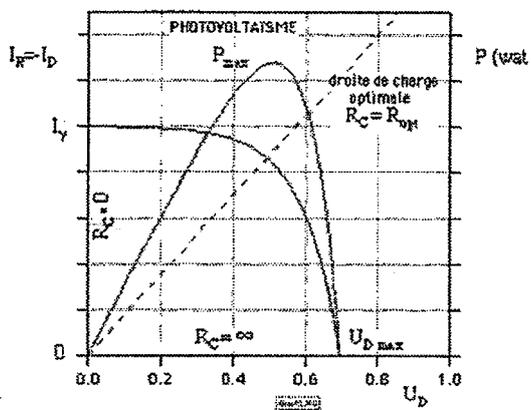


Fig.4

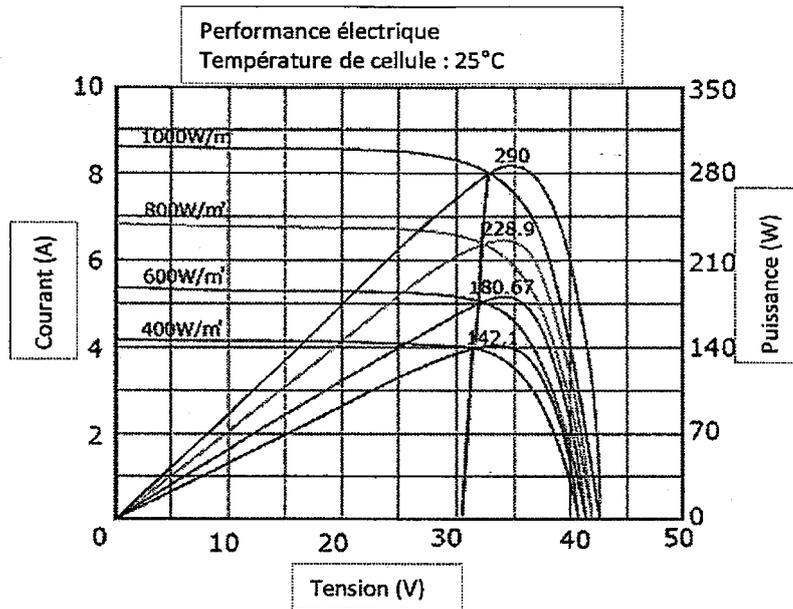


Fig.5

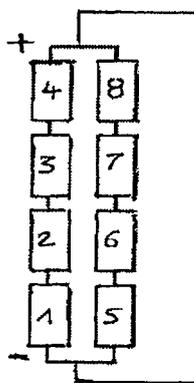


Fig.6

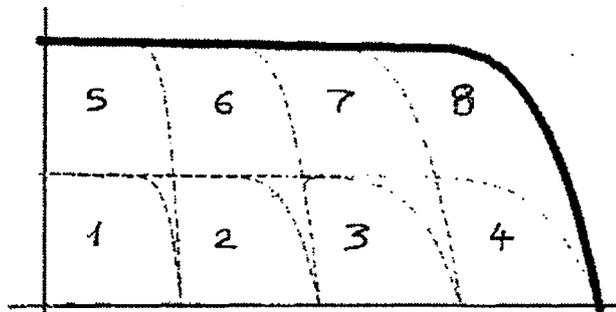


Fig.7

3/4

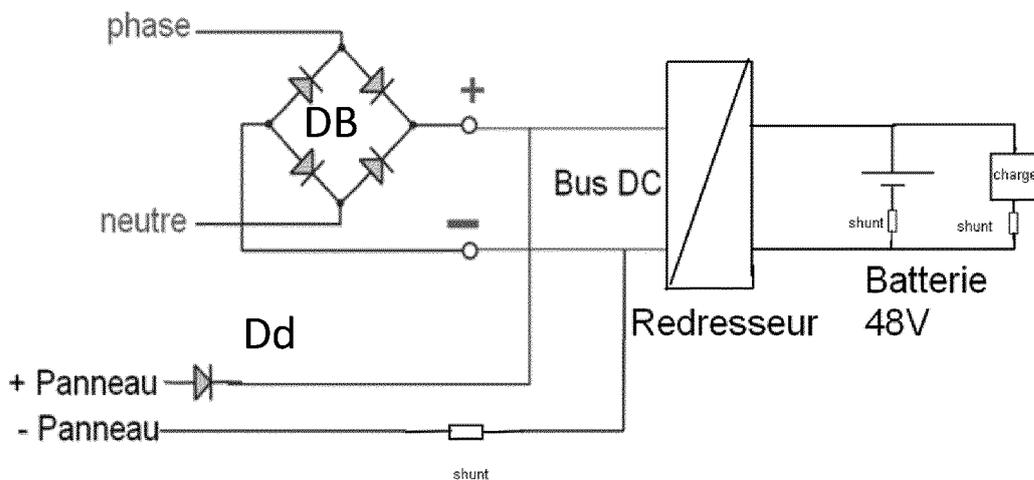


Fig.8

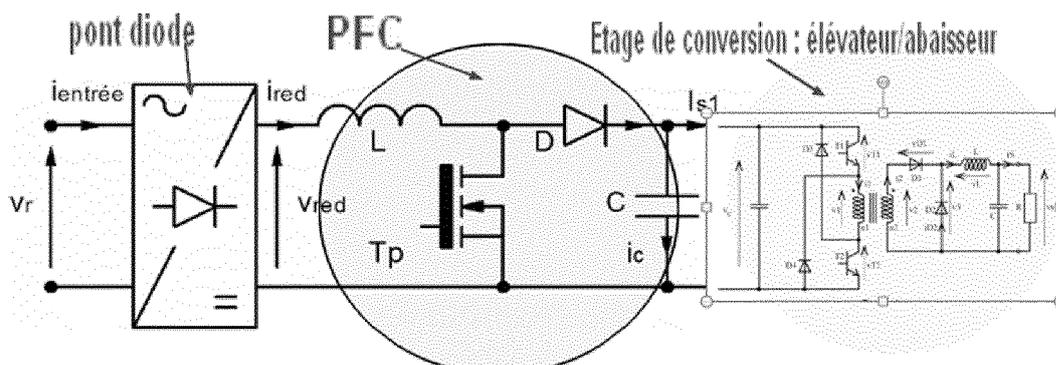


Fig.9

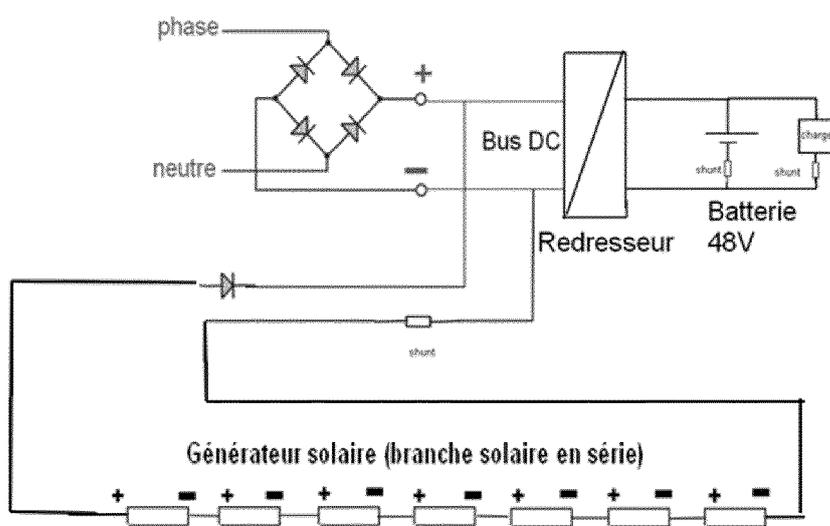
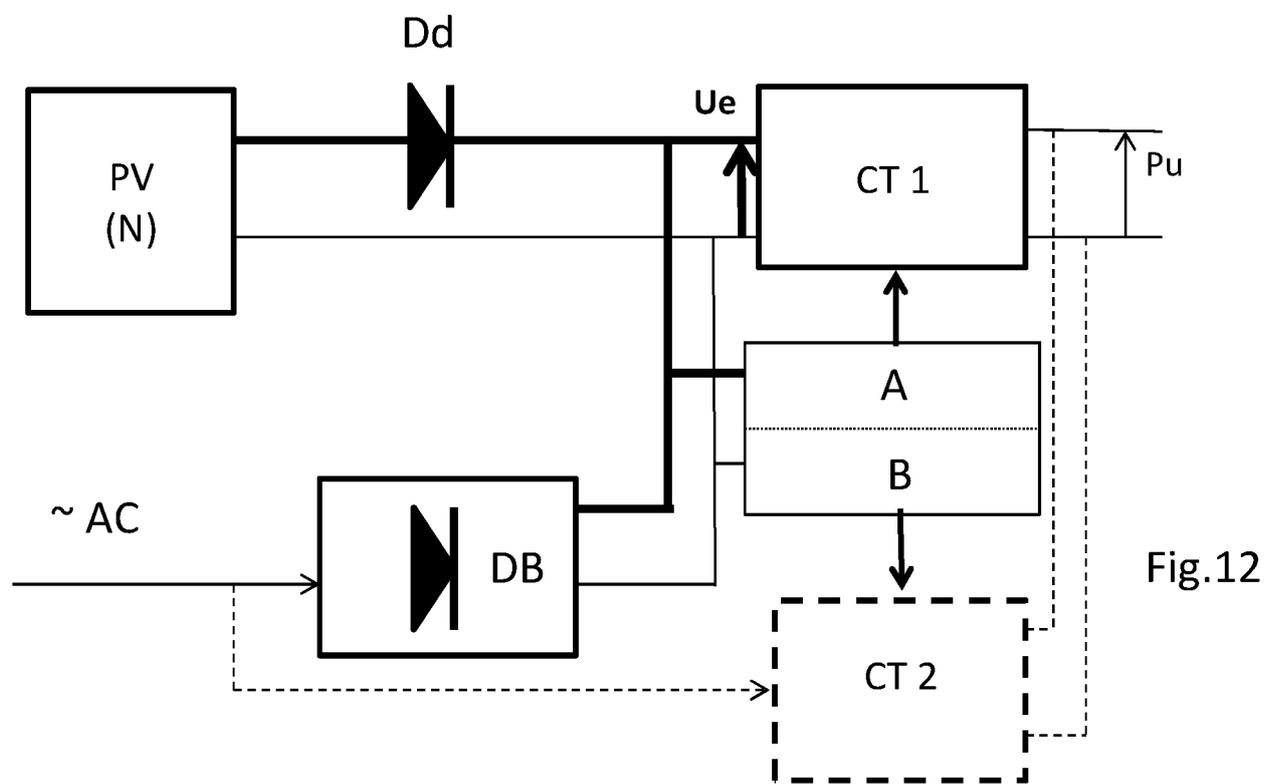
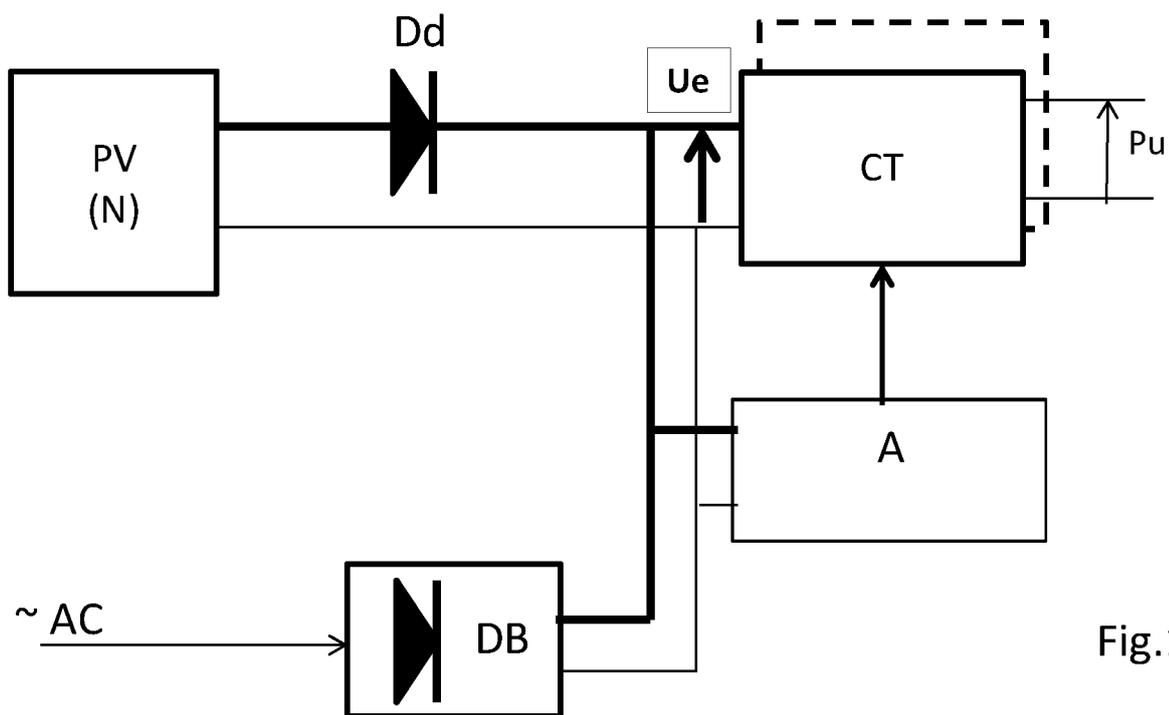


Fig.10

4/4





**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

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

FA 811159  
FR 1552810

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X Y A	JP 2008 283841 A (OHASHI YASUO) 20 novembre 2008 (2008-11-20) * le document en entier *	1,2,5,6 3,4,7,10 8,9	H02J5/00 H02J7/00 H02S40/30
Y	----- EP 2 271 172 A1 (VODAFONE PLC [GB]; VODAFONE ESPANA SAU [ES]) 5 janvier 2011 (2011-01-05) * le document en entier *	3	
Y	----- JP 5 433819 B1 (PANASONIC CORP) 5 mars 2014 (2014-03-05) * le document en entier * & EP 2 858 202 A1 (PANASONIC IP MAN CO LTD [JP]) 8 avril 2015 (2015-04-08) * figure 5 *	4,7,10	
A	----- WO 2015/005414 A1 (POWERUNITED INC [JP]) 15 janvier 2015 (2015-01-15) * le document en entier *	1-10	
A	----- FR 2 597 676 A1 (SHIKOKU ELEC POWER [JP]) 23 octobre 1987 (1987-10-23) * page 5, ligne 28 - page 9, ligne 22; figure 1/1 *	1-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) H02J G05F B60L H04W
A	----- JP 2001 197751 A (HOKOKU KOGYO) 19 juillet 2001 (2001-07-19) * le document en entier *	1-10	
A	----- EP 1 330 009 A2 (TELECOM ITALIA MOBILE SPA [IT]) 23 juillet 2003 (2003-07-23) * le document en entier *	1-10	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
22 septembre 2015		Chaumeron, Bernard	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		.....	
		& : membre de la même famille, document correspondant	

2

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1552810 FA 811159**

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

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **22-09-2015**

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

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 2008283841	A	20-11-2008	AUCUN	
EP 2271172	A1	05-01-2011	EP 2271172 A1	05-01-2011
			ES 2360713 A1	08-06-2011
			US 2011021248 A1	27-01-2011
JP 5433819	B1	05-03-2014	EP 2858202 A1	08-04-2015
			JP 5433819 B1	05-03-2014
			JP 2014042454 A	06-03-2014
			US 2015183329 A1	02-07-2015
			WO 2013175772 A1	28-11-2013
WO 2015005414	A1	15-01-2015	TW 201517445 A	01-05-2015
			WO 2015005414 A1	15-01-2015
FR 2597676	A1	23-10-1987	CN 86107978 A	08-07-1987
			DE 3641059 A1	04-06-1987
			FR 2597676 A1	23-10-1987
			IT 1198291 B	21-12-1988
			JP H0521949 Y2	04-06-1993
			JP S6295441 U	18-06-1987
			US 4697136 A	29-09-1987
JP 2001197751	A	19-07-2001	AUCUN	
EP 1330009	A2	23-07-2003	BR 0300064 A	02-09-2003
			EP 1330009 A2	23-07-2003
			EP 1610441 A2	28-12-2005
			EP 1610571 A2	28-12-2005
			IT RM20020027 A1	22-07-2003
			PE 08432003 A1	08-10-2003