

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11) N° de publication : **2 908 243**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21) N° d'enregistrement national : **06 09668**

51) Int Cl⁸ : H 02 J 7/00 (2006.01)

12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 06.11.06.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 09.05.08 Bulletin 08/19.

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

60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71) Demandeur(s) : *COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE Etablissement public à caractère industriel et commercial — FR.*

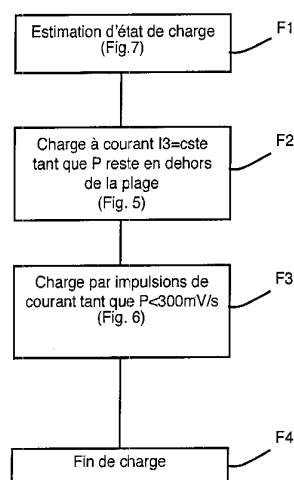
72) Inventeur(s) : KAROUI FATHIA, LEMAIRE ELISABETH et LEFROU CHRISTINE.

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : CABINET HECKE.

54) PROCÉDE DE GESTION DE CHARGE D'UNE BATTERIE RECHARGEABLE.

57) Le procédé de gestion comporte une phase de charge (F2, F3) et éventuellement une phase (F1) préalable d'estimation de l'état de charge de la batterie. La comparaison à un seuil de pleine charge de la valeur absolue de la pente (P) de la tension aux bornes de la batterie, à la fin de chaque période, lors de l'application d'un courant pulsé, est utilisée comme critère de fin de charge dans la phase de charge et/ou comme critère de pleine charge dans la phase d'estimation de l'état de charge. La phase de charge par courant pulsé (F3) est interrompue lorsque la pente (P) atteint le seuil de pleine charge. Cette même comparaison constitue le critère d'estimation de la nécessité de passer à une étape de charge (F2, F3) après la phase (F1) préalable d'estimation de l'état de charge de la batterie.



FR 2 908 243 - A1



Procédé de gestion de charge d'une batterie rechargeable

5 **Domaine technique de l'invention**

L'invention concerne un procédé de gestion de charge d'une batterie rechargeable, comportant au moins une phase de charge, et éventuellement une phase préalable d'estimation de l'état de charge de la batterie.

10

État de la technique

La charge ou la recharge d'une batterie est classiquement réalisée sous le contrôle d'un régulateur de charge. Les divers modes de gestion de charge d'une batterie actuellement utilisés sont fondés soit sur la mesure de la tension aux bornes de la batterie soit sur la mesure du courant de charge de la batterie, et diffèrent par le critère de fin de charge utilisé.

Un premier mode de gestion connu est de type connexion/déconnexion ("On/Off"), basé sur l'interruption de la charge lorsque la tension atteint un seuil haut et sa reprise lorsque la tension atteint un seuil de tension de reconnexion. Dans ce mode de gestion, facile à mettre en œuvre, les seuils de tension sont souvent mal ajustés et il est difficile d'atteindre la charge complète de la batterie. En effet, un ajustement optimal de ces seuils de tension est très délicat. Si ces seuils de tension tiennent compte en effet de la technologie de la batterie ou encore du dimensionnement du système, ils sont néanmoins maintenus constants durant toute la durée de fonctionnement de la batterie. Or, la tension d'une batterie dépend à la fois de sa technologie, mais également de ses conditions de fonctionnement, à savoir le courant de charge ou de décharge, la période de relaxation, la

30

température, et pour finir de son état de santé, ou état d'usure SOH (« state of health » en anglais).

5 Un autre mode de gestion appelé « floating » consiste en l'application d'un courant constant jusqu'à une certaine valeur de tension et puis le maintien de cette tension pendant un certain temps afin de finir la charge de la batterie. Le temps pendant lequel le courant est maintenu n'est pas bien optimisé et ce type de gestion, même s'il diminue le phénomène de dégazage, par exemple pour les batteries au plomb, conduit souvent à la corrosion de la grille positive et donc à la dégradation de la batterie. Le temps de recharge de la deuxième phase reste très long car la valeur de courant est très faible. Le critère de fin de charge n'est donc pas satisfaisant et reste imprécis.

15 D'autres méthodes de gestion sont basées sur le comptage des ampères-heures introduits dans la batterie. Cette méthode de gestion consiste à prédéterminer la quantité de charge à fournir à la batterie pour la recharger pleinement. Un coefficient de surcharge est souvent appliqué de sorte à compenser le courant utilisé par les réactions parasites (par exemple celle de l'électrolyse de l'eau dans le cas des batteries à électrolyte aqueux), au détriment de la réaction principale. L'optimisation du coefficient de surcharge est très délicate et le calcul des ampères-heures demeure imprécis à cause de la dérive de la mesure de courant. Le critère de fin de charge reste non optimisé, ce qui conduit dans la plupart des cas à une surcharge excessive de la batterie conduisant à une détérioration de la batterie.

25 Une autre méthode de gestion utilisée notamment pour la charge rapide des véhicules électriques consiste en l'utilisation d'un courant pulsé. Par exemple, le document US2004/0032237 décrit une méthode de charge par l'application de créneaux positifs et de créneaux négatifs de décharge. Les paramètres de ces créneaux, c'est-à-dire la largeur et l'amplitude des impulsions, sont ajustés pour maintenir le niveau de la tension de charge à

30

une valeur maximale d'approximativement 1V. Le régulateur utilise la tension comme critère de fin de charge. Ce critère dépend essentiellement de l'état de santé SOH de la batterie et de sa résistance interne, ce qui le rend variable, imprécis et mal adapté. Dans un autre exemple, le document
5 WO2005/114808 décrit une méthode de gestion de charge par application d'un courant périodique, dans laquelle le point de polarisation maximale est utilisé comme critère de fin de charge. Ce point est calculé par soustraction de deux filtres gaussiens de la réponse en tension. Cette méthode reste compliquée et nécessite un système d'analyse de données performant.

10

Le brevet WO2005/101042 décrit quant à lui une méthode d'estimation de l'état de charge SOC (« state of charge » en anglais) basée par exemple sur la mesure de la tension après un temps de relaxation. L'inconvénient de cette méthode est la nécessité de connaître plusieurs paramètres de l'état de
15 la batterie : la résistance interne, la tension à l'abandon, la tension et le courant appliqué et le rapport entre la puissance introduite et celle introduite à la charge précédente. Le temps de relaxation peut être assez long, de l'ordre de 2 heures dans le cas de batteries au plomb, ce qui présente un inconvénient pour l'application pratique d'une telle méthode. Bien que
20 présentant une bonne précision pour l'estimation de la SOC des batteries NiMH, cette méthode est difficilement applicable, en pratique, pour former un critère de fin de charge.

Objet de l'invention

25

L'objet de l'invention consiste à réaliser un procédé de gestion de charge d'une batterie rechargeable remédiant aux inconvénients de l'art antérieur, en particulier utilisant un critère de fin de charge et/ou un critère d'estimation de l'état de charge qui soient simples, précis et rapides.

30

Selon l'invention, ce but est atteint par le fait que la phase de charge comprend au moins :

- 5 - une étape de charge par impulsions rectangulaires périodiques de courant, prenant alternativement une première amplitude pendant une première période et une deuxième amplitude pendant une deuxième période,
- la mesure périodique de la tension aux bornes de la batterie,
- le calcul, à partir desdites mesures de tension, d'une valeur de pente représentative de la variation de la tension en fonction du temps,
- 10 - la comparaison de la valeur absolue de la pente à la fin de chaque période avec un seuil prédéterminé de pleine charge représentatif de la pleine charge de la batterie,
- et l'interruption de ladite étape de charge par impulsions de courant lorsque ladite valeur absolue de la pente est supérieure ou égale audit
- 15 seuil de pleine charge.

Le critère de fin de charge utilisé dans ce procédé est la comparaison, avec un seuil prédéterminé de pleine charge, de la valeur absolue de la pente de la tension aux bornes de la batterie mesurée lors de l'application

20 d'impulsions de courant.

L'invention a également pour objet un procédé de gestion de la charge comprenant une phase préalable d'estimation de l'état de charge de la batterie, dans laquelle le critère d'estimation de l'état de charge, c'est-à-dire

25 le critère de passage à la phase de charge, est analogue au précédent, à savoir la comparaison, avec un seuil prédéterminé de pleine charge, de la valeur absolue de la pente de la tension aux bornes de la batterie mesurée lors de l'application d'impulsions de courant.

Description sommaire des dessins

5 D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de la description qui va suivre d'un mode particulier de réalisation de l'invention donné à titre d'exemple non limitatif et représenté aux dessins annexés, dans lesquels :

- 10 - la figure 1 illustre schématiquement les variations, en fonction du temps, du courant de charge I d'une batterie chargée pendant la phase de charge du procédé selon l'invention, ainsi que les variations correspondantes de la tension U ,
- la figure 2 illustre les variations, en fonction du temps, de la tension U aux bornes de la batterie chargée par le procédé selon l'invention, pendant l'étape de charge par impulsions de courant,
- 15 - la figure 3 illustre la réponse en tension de batteries à des impulsions de courant pour différents états de charge,
- les figures 4 à 7 représentent des organigrammes d'un mode préférentiel de réalisation du procédé selon l'invention.

20 Description d'un mode préférentiel de l'invention

Dans le mode préféré de réalisation représenté sur les figures, une batterie présentant un état de charge inférieur à 100% est chargée dans une phase de charge qui sera décrite ci-après. Dans cette phase de charge, représentée sur la figure 1, le courant de charge I de la batterie est un
25 courant pulsé entre des instants A et B, après application d'un courant d'amplitude constante I_3 jusqu'à l'instant A. Le courant pulsé est classiquement constitué par des impulsions rectangulaires périodiques de courant, prenant alternativement une première amplitude I_1 , pendant une
30 première période t_1 , et une seconde amplitude I_2 , inférieure à la première, pendant une seconde période t_2 .

Dans l'exemple illustré, l'application du courant constant à la valeur I_3 constitue une étape de charge à courant constant. Cette étape est suivie, après le point A, d'une étape de charge par impulsions de courant aux amplitudes I_1 et I_2 . Ces deux étapes constituent la phase de charge du procédé de gestion de charge ici décrit.

Comme l'illustre la figure 1, la valeur I_3 est égale à la valeur I_1 , mais dans d'autres modes de réalisation, I_3 peut présenter une valeur différente, en fonction du type de charge à courant constant souhaitée, en fonction du type de batterie ou du temps de charge total désiré.

Comme illustré à la figure 2, une valeur de pente P de la tension U , mesurée périodiquement aux bornes de la batterie à charger, est calculée au moins à la fin de chaque période t_1 , t_2 (P_1 à la fin de la période t_1 et P_2 à la fin de la période t_2). La valeur de pente P est représentative de la variation de la tension U en fonction du temps. En pratique, la pente P est calculée périodiquement par tout moyen adapté pendant l'étape de charge par impulsions de courant, et seules les valeurs calculées à la fin des périodes t_1 et t_2 successives sont prises en compte dans le procédé.

Pour déterminer, en temps réel, si l'état de charge de la batterie, pendant l'étape de charge par impulsions de courant, correspond à un état de pleine charge de la batterie, la valeur absolue de la pente P calculée ci-dessus à la fin de chaque période t_1 , t_2 est comparée à un seuil prédéterminé de pleine charge, par exemple de 300mV/s, représentatif de la pleine charge de la batterie. Si la valeur absolue de la pente P est supérieure au seuil de pleine charge, l'étape de charge par impulsions de courant est interrompue.

En effet, comme représenté sur la figure 3, la forme de la réponse en tension aux bornes d'une batterie, mesurée lors de l'application d'impulsions de

courant, varie en fonction de l'état de charge SOC de cette dernière. En particulier, la valeur absolue de la pente en fin de chaque période augmente avec l'état de charge SOC. Sur la figure 3, plus l'état de charge SOC est élevé, plus l'ordonnée de la valeur moyenne de la réponse en tension est élevée. Le seuil prédéterminé de pleine charge correspond à la valeur absolue de la pente P lorsque l'état de charge SOC de la batterie est de 100% (voir la courbe la plus au-dessus du graphe).

Pendant l'étape de charge à courant constant I3, c'est-à-dire avant le point A de la figure 1, la valeur de pente P (repérée P3 pendant cette étape) de la tension U mesurée périodiquement, est calculée périodiquement. Après un temps prédéterminé (typiquement 2 minutes par rapport à l'application de I3) ou l'enregistrement d'un changement de pente (après le point C de la figure 1), la valeur absolue de la pente P3 calculée est ensuite comparée à une plage prédéterminée, par exemple comprise entre 1mV/s et 6mV/s. Le passage à l'étape de charge par impulsions de courant (point A) intervient lorsque la valeur absolue de P3 entre dans ladite plage prédéterminée.

Les figures 4 à 7 illustrent un exemple d'organigrammes du mode de réalisation-ci dessus, qui peut être mis en œuvre par tout régulateur de charge de type connu.

Comme illustré à la figure 4, dans une première étape F1, illustrée plus en détail à la figure 7, l'état de charge est estimé pour une batterie dont l'état de charge est inconnu, de manière à déterminer si le régulateur de charge doit appliquer, ou non, à cette batterie, la phase de charge qui est décrite ci-dessous. Le régulateur de charge passe aux étapes suivantes du procédé s'il constate que la batterie n'est pas pleinement chargée.

Sur la figure 4, après l'étape d'estimation d'état de charge F1, le régulateur de charge passe à une étape F2 de charge de la batterie à courant constant

à la valeur I_3 s'il a déterminé, à l'étape F1, que la batterie n'était pas
pleinement chargée. Le régulateur reste à l'étape F2 tant que la valeur de
pente P_3 de la tension aux bornes de la batterie, mesurée périodiquement,
reste, en valeur absolue, en dehors d'une plage prédéterminée, de
5 préférence comprise entre 1mV/s et 6mV/s . La charge de la batterie à
courant constant I_3 est interrompue lorsque la valeur absolue de la pente P_3
de la tension U aux bornes de la batterie entre dans la plage correspondante.

Lorsque l'étape F2 est interrompue par l'entrée de la valeur absolue de la
10 pente P_3 (ou plus généralement P) dans la plage correspondante, le
régulateur contrôle, dans une étape F3, la charge de la batterie avec un
courant pulsé. Le courant pulsé correspond à l'application d'impulsions
rectangulaires périodiques de courant, ayant une première amplitude I_1
pendant une première période t_1 , et une première amplitude I_2 pendant une
15 seconde période t_2 . I_2 est avantageusement nulle mais elle peut aussi être
non nulle. L'étape F3 est réalisée par le régulateur tant que la valeur absolue
de la pente P_1 , P_2 (ou plus généralement P) calculée à la fin de chaque
période t_1 , t_2 reste inférieure à un seuil prédéterminé de pleine charge, de
préférence égal à 300mV/s . Ce seuil correspond physiquement, comme
20 expliqué précédemment, à un état de charge SOC de la batterie de l'exemple
égal à 100%.

Lorsque l'étape F3 est interrompue par l'égalité ou le dépassement de la
valeur absolue de pente P_1 , P_2 (ou plus généralement P), calculée à la fin
25 de chaque période t_1 , t_2 , par rapport au seuil prédéterminé de 300mV/s , le
régulateur passe à une étape F4 de fin de charge et la batterie est
considérée comme pleinement chargée.

Des exemples de réalisation des étapes F1 à F3 sont illustrés plus en détail
30 respectivement sur les figures 7, 5 et 6.

Comme représenté à la figure 5, l'étape F2 de charge à courant constant I_3 peut comporter tout d'abord, dans une étape F5, la détermination de la valeur I_3 du courant de charge I en fonction du type de batterie à charger et de l'application envisagée pour cette batterie et/ou du temps de charge

5 désiré. Dans la même étape F5, le régulateur fixe à la valeur I_3 , préalablement déterminée dans la même étape, l'amplitude I du courant de charge ($I=I_3$). L'étape F5 est suivie d'une étape F6, dans laquelle le régulateur sauvegarde la valeur de la tension $U(t)$ précédemment mesurée de la tension : $U(t-\Delta t)=U(t)$. Puis, dans une étape F7, une nouvelle mesure de

10 tension $U(t)$ est enregistrée avant le calcul, dans une étape F8, de la valeur de pente P (c'est-à-dire P_3 sur la figure 1). La valeur absolue de la valeur de pente P calculée est ensuite comparée, dans une étape F9, à une plage prédéterminée de valeurs. Sur la figure 5, par exemple, le régulateur vérifie si la valeur absolue de la pente P est comprise entre 1mV/s et 6mV/s . Si ce

15 n'est pas le cas (sortie Non de F9), le régulateur se reboucle sur l'étape F6. Il continue donc d'appliquer le courant d'amplitude constante I_3 , inchangée, à la batterie et sauvegarde la valeur de la tension précédemment mesurée, avant de mesurer une nouvelle valeur de tension pour calculer une nouvelle valeur de P . La succession d'étapes F6 à F9 se répète tant que la valeur de

20 pente P reste en dehors de la plage et, pendant toute cette étape de charge à courant constant I_3 , les mesures successives de la tension $U(t)$ sont réalisées à des intervalles de temps prédéterminés Δt . L'évolution dans le temps de la tension U ainsi obtenue est alors optimale. La valeur de pente P peut alors être calculée en prenant la valeur absolue du rapport entre la

25 différence entre deux valeurs successives de la tension mesurée et du temps Δt écoulé entre ces deux mesures :

$$P = |(U(t) - U(t-\Delta t)) / \Delta t|.$$

Lorsque, dans l'étape F9, le régulateur constate que la valeur absolue de la

30 pente P est entrée dans la plage prédéterminée (sortie Oui de l'étape F9), l'étape F2 se termine et le régulateur passe alors à l'étape F3. Comme

représenté à la figure 6, l'étape F3 peut commencer par une étape F10 dans laquelle le régulateur détermine et applique les valeurs I1 et I2 des amplitudes des impulsions rectangulaires du courant de charge I qui est appliqué dans l'étape de charge par impulsions de courant. Ces valeurs I1 et I2 sont par exemple fonction du type de batterie à charger et de l'application envisagée pour cette batterie et/ou du temps de charge désiré.

Dès que la batterie est soumise à la première impulsion de courant (laquelle, dans l'exemple illustré à la figure 1, correspond à une impulsion d'amplitude I2), c'est-à-dire, dans cet exemple, au début de la première deuxième période t2 (voir figure 2 au niveau du point A), le régulateur passe à une étape F11, dans laquelle le régulateur réalise des mesures périodiques de la tension U(t) aux bornes de la batterie en cours de charge. La tension U(t) évolue alors en réponse aux impulsions de courant et le profil de U(t) est similaire à la courbe de la figure 2 et à celle de la figure 1 après la point A.

Le régulateur passe ensuite à l'étape F12 dans laquelle la valeur de pente P est calculée en fin de période, ici t2 (P2 de la figure 2). La valeur absolue de la valeur de pente P calculée à l'étape F12 à la fin de la période t2 est ensuite comparée, dans une étape F13, au seuil de pleine charge de 300mV/s. Si la valeur absolue de P est inférieure à 300mV/s, (sortie Non de F13), le régulateur se reboucle sur l'étape F11. Le régulateur continue d'appliquer le courant pulsé à la batterie et assure de nouvelles mesures de la tension U(t) sur la période suivante, ici t1, pour calculer une nouvelle valeur de P à la fin de cette période. La succession d'étapes F11 à F13 se répète à la fin de chaque période t1, t2 tant que la valeur absolue de la valeur de pente P est inférieure à 300mV/s et, pendant toute cette étape de charge à courant pulsé, les mesures successives de la tension U(t) sont réalisées à des intervalles de temps prédéterminés Δt .

Lorsque, dans l'étape F13, le régulateur constate que la valeur absolue de la pente P devient supérieure à 300mV/s (sortie Oui de l'étape F13), l'étape F3 se termine et le régulateur passe alors à l'étape F4 de fin de charge et la batterie est considérée comme pleinement chargée.

5

Dans une première étape F1 (figure 1), illustrée plus en détail à la figure 7, l'état de charge est estimé pour une batterie dont l'état de charge est inconnu, de manière à déterminer si le régulateur de charge doit appliquer, ou non, à cette batterie, les étapes F2 à F4 ou plus précisément les étapes

10

F5 à F13.

Comme illustré à la figure 7, l'étape F1 d'estimation de l'état de charge de la batterie comporte tout d'abord une étape F14 dans laquelle le régulateur détermine et applique les valeurs des amplitudes I_4 et I_5 des impulsions rectangulaires d'un courant de test (non représenté) qui est appliqué dans la

15

phase d'estimation de l'état de charge. Le courant pulsé de test est classiquement constitué par des impulsions rectangulaires périodiques de courant, prenant alternativement une première amplitude I_4 , pendant une première période t_3 , et une seconde amplitude I_5 , inférieure à la première I_4 , pendant une seconde période t_4 . Ces valeurs I_4 et I_5 sont par exemple

20

fonction du type de batterie à charger et de l'application envisagée pour cette batterie. Par exemple, I_4 et I_5 peuvent respectivement être égales à I_1 et I_2 . De manière analogue, t_3 et t_4 peuvent respectivement être égales à t_1 et t_2 .

25

Dès que la batterie est soumise à la première impulsion de courant de test, le régulateur passe à une étape F15 dans laquelle un nombre n est mis à zéro, puis à une étape F16 dans laquelle le régulateur réalise des mesures périodiques de la tension $U(t)$ aux bornes de la batterie en cours de test. La tension $U(t)$ évolue alors en réponse aux impulsions de courant de test

30

d'amplitudes I_4 , I_5 et le profil de $U(t)$ est, de manière analogue à l'application

d'impulsions de courant de charge d'amplitudes I_1 , I_2 , similaire à la courbe de la figure 2 et à celle de la figure 1 après la point A.

5 Le régulateur passe ensuite à l'étape F17 dans laquelle la valeur de pente P , représentative de la variation de la tension en fonction du temps, est calculée en fin de période. La valeur absolue de la valeur de pente P calculée à l'étape F17 à la fin de la première période t_3 ou t_4 (suivant que le courant de test appliqué débute par une impulsion d'amplitude I_4 ou bien une impulsion d'amplitude I_5) est ensuite comparée, dans une étape F18, au seuil de pleine charge de 300mV/s. Si la valeur absolue de P est supérieure à 300mV/s, (sortie Oui de F18), le régulateur passe à une étape F19 correspondant à un état de charge de la batterie d'au moins 100%.

15 Par contre, si la valeur absolue de P est inférieure à 300mV/s, (sortie Non de F18), le régulateur passe à une étape F21 dans laquelle le régulateur vérifie si le nombre n est égal à un nombre prédéterminé, par exemple 20. Une étape F20 peut éventuellement être intercalée entre les étapes F18 et F21, dans laquelle l'état de charge de la batterie testée est déterminé par comparaison de la valeur absolue de la pente P , calculée à l'étape 17, avec une table prédéterminée qui associe l'état de charge normal d'une batterie en fonction de la valeur absolue de la pente, en fin de période, de la réponse en tension à un courant pulsé. Cette détermination peut correspondre à des critères de décision d'opérations ultérieures à pratiquer sur la batterie, comme par exemple un boost de charge ou la réhabilitation de la batterie.

25 Lorsque, dans l'étape F21, le régulateur constate que le nombre n est inférieur à 20 (sortie Non de l'étape F21), il se reboucle sur l'étape F16 en pratiquant au préalable une étape F22 d'incrémentation du nombre n ($n=n+1$). Le régulateur continue d'appliquer le courant pulsé de test à la batterie et assure de nouvelles mesures de la tension $U(t)$ sur la période suivante, pour calculer une nouvelle valeur de P à la fin de cette période. La

30

succession d'étapes F16 à F21 se répète à la fin de chaque période t_3 , t_4 tant que le nombre n est inférieur à 20.

5 Lorsque, dans l'étape F21, le régulateur constate que le nombre n est égal à 20 (sortie Oui de l'étape F21), l'étape F1 se termine et le régulateur passe alors à l'étape F2 de charge à courant constant I_3 et la phase de charge débute.

10 L'étape F1, qui comprend par exemple les étapes F14 à F22, constitue une phase d'estimation de l'état de charge de la batterie dont l'état de charge est inconnu et qui est éventuellement à charger. Le principe d'incrémentation du nombre n est un exemple de réalisation qui permet de s'assurer, qu'en pratique, la décision du passage à la phase de charge est prise après un petit nombre (20 dans l'exemple ci-dessus) d'impulsions de courant de test, 15 suffisant pour s'affranchir de tout risque d'anomalie ou d'erreur. Pour des impulsions de test de 1Hz de fréquence, le seuil 20 pour le nombre n correspond à une durée de 10s pour la phase d'estimation de l'état de charge de la batterie. Il est ainsi possible d'avoir une estimation rapide de l'état de charge d'une batterie.

20 Lors de l'application pratique du procédé, pendant une période t_1 à t_4 , la tension varie d'abord très rapidement avec une valeur absolue de pente P élevée, puis présente au moins une rupture de pente. La pente P (P_1 , P_2 , P_3) à prendre en considération dans l'application du procédé de l'invention est celle mesurée à la fin de la période ou plus généralement dans la 25 dernière partie de la période après la rupture de pente. La décision de la pente à utiliser, pour chaque période, peut se faire en fonction du temps, ou après la détection d'une rupture de pente (ce qui implique plusieurs mesures de la pente) ou simplement en prenant la dernière mesure effectuée durant 30 la période. La dernière solution est la plus simple à mettre en œuvre. D'autre part, on veillera à appliquer la même méthode sur toutes les périodes.

Le procédé de gestion de charge décrit ci-dessus comporte ainsi une étape de charge par impulsions de courant, comportant la mesure de la tension U aux bornes de la batterie, la détermination de la pente P de la tension U à la fin de chaque période, la comparaison de la valeur absolue de la pente P de la tension U à un seuil prédéterminé de pleine charge et l'interruption de la charge lorsque la valeur absolue de la pente P est supérieure à ce seuil.

Ce procédé de gestion de charge, utilisant comme critère de fin de charge la valeur absolue de la pente P de la tension U aux bornes de la batterie lors de l'application d'un courant pulsé I, est, de préférence, utilisé avec une phase préalable d'estimation de l'état de charge utilisant le même critère. Il peut néanmoins être utilisé avec d'autres procédés d'estimation de l'état de charge utilisant d'autres critères.

Parallèlement, la phase d'estimation de la charge décrite ci-dessus, c'est-à-dire utilisant comme critère d'estimation de l'état de charge la valeur absolue de la pente de la réponse en tension à quelques impulsions de courant de test, peut être utilisée en association avec tout type de procédé de gestion de charge, qu'il utilise ou non le critère de fin de charge décrit ci dessus.

Ainsi, le critère de fin de charge du procédé de gestion de charge et le critère de passage à la phase de charge dans une phase préalable d'estimation de charge appliquée à une batterie dont l'état de charge est inconnu, sont analogues. Dans tous les cas, ce critère comporte la comparaison, avec un seuil prédéterminé de pleine charge, de la valeur absolue de la pente de la tension aux bornes de la batterie, mesurée lors de l'application d'impulsions de courant.

Tandis que dans le document WO2005/122319, les différents paramètres (amplitude et durée de chaque période) du courant de charge pulsé sont

asservis en continu sur la pente de la tension, pour maintenir la pente P dans une plage comprise entre 1mV/s et 6mV/s pendant toute la phase de charge, selon la présente invention, la valeur de la pente de la tension est utilisée comme critère de fin de charge et/ou comme critère d'estimation de l'état de charge.

5

Revendications

- 5 1. Procédé de gestion de charge d'une batterie rechargeable, comportant au moins une phase de charge, caractérisé en ce que ladite phase de charge comprend au moins :
- 10 - une étape de charge par impulsions rectangulaires périodiques de courant (F3), prenant alternativement une première amplitude (I1) pendant une première période (t1) et une deuxième amplitude (I2) pendant une deuxième période (t2),
 - la mesure périodique de la tension aux bornes de la batterie,
 - le calcul, à partir desdites mesures de tension, d'une valeur de pente (P) représentative de la variation de la tension en fonction du temps,
 - 15 - la comparaison de la valeur absolue de la pente (P) à la fin de chaque période (t1, t2) avec un seuil prédéterminé de pleine charge représentatif de la pleine charge de la batterie,
 - et l'interruption de ladite étape de charge par impulsions de courant (F3) lorsque ladite valeur absolue de la pente (P) est supérieure ou égale audit seuil de pleine charge.
- 20
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le seuil de pleine charge est égal à 300mV/s.
- 25
3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que la phase de charge comporte, avant l'étape de charge par impulsions de courant (F3), une étape de charge à courant constant (F2), la valeur absolue de la pente (P) de la tension, mesurée périodiquement pendant ladite étape de charge à courant constant (F2), étant comparée à une plage prédéterminée et le passage à l'étape de charge par impulsions de courant
- 30 (F3) intervenant lorsque la valeur absolue de la pente (P) entre dans ladite plage prédéterminée.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que la plage prédéterminée est comprise entre 1mV/s et 6mV/s.
- 5 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'avant la phase de charge, le procédé comporte une phase préalable d'estimation de l'état de charge de la batterie, qui comporte :
- l'application de quelques impulsions rectangulaires périodiques de courant de test, prenant alternativement la première amplitude (I4) pendant la première période (t3) et la deuxième amplitude (I5) pendant la deuxième période (t4),
 - la mesure périodique de la tension aux bornes de la batterie,
 - le calcul, à partir desdites mesures de tension, de la valeur de pente (P) de la tension,
 - 15 - la comparaison de la valeur absolue de la pente (P) avec ledit seuil de pleine charge,
 - et le passage à la phase de charge lorsque ladite valeur absolue de la pente (P) est inférieure audit seuil de pleine charge.
- 20 6. Procédé de gestion de charge d'une batterie rechargeable comportant au moins une phase de charge et une phase préalable d'estimation de l'état de charge de la batterie, caractérisé en ce que la phase préalable d'estimation de l'état de charge comporte :
- l'application de quelques impulsions rectangulaires périodiques de courant de test, prenant alternativement une première amplitude (I4) pendant une première période (t3) et une deuxième amplitude (I5) pendant une deuxième période (t4),
 - la mesure périodique de la tension aux bornes de la batterie,
 - le calcul, à partir desdites mesures de tension, d'une valeur de pente (P) de la tension, représentative de la variation de la tension en fonction du
 - 25
 - 30 temps,

- la comparaison de la valeur absolue de la pente (P) avec un seuil prédéterminé de pleine charge,
- et le passage à la phase de charge lorsque ladite valeur absolue de la pente (P) est inférieure audit seuil de pleine charge.

1/6

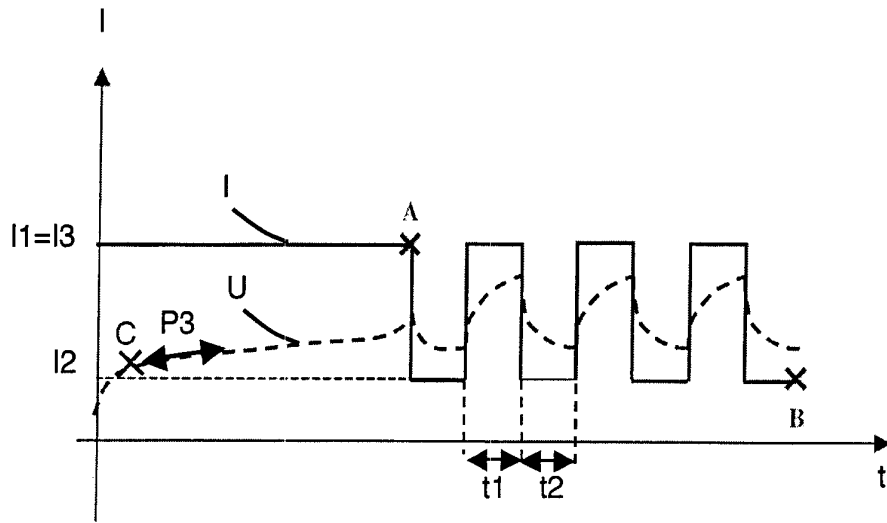


Figure 1

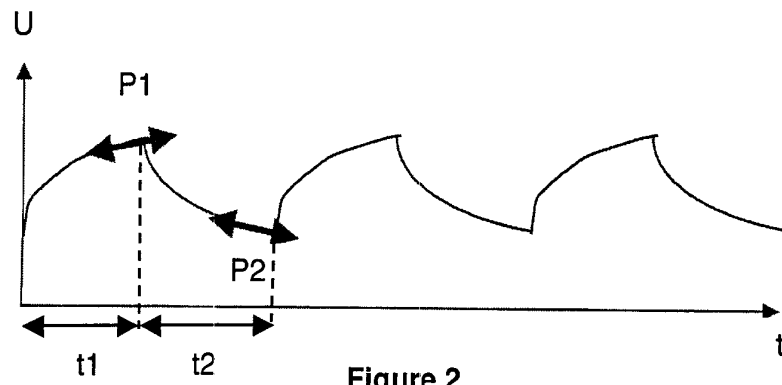


Figure 2

2/6

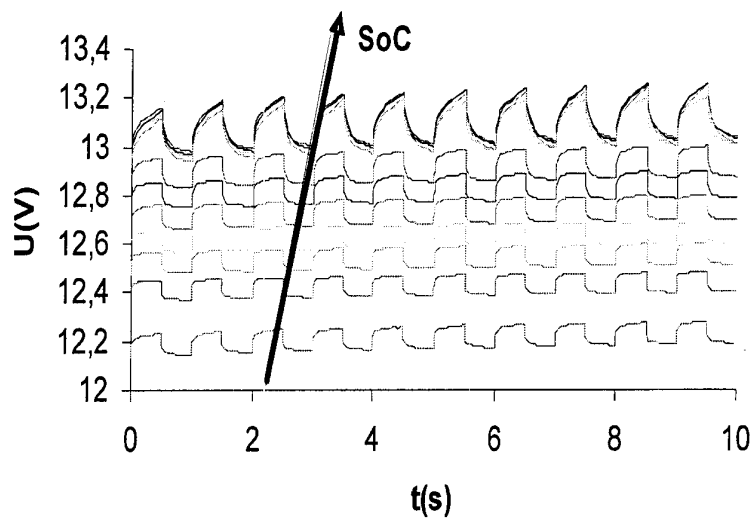


Figure 3

3/6

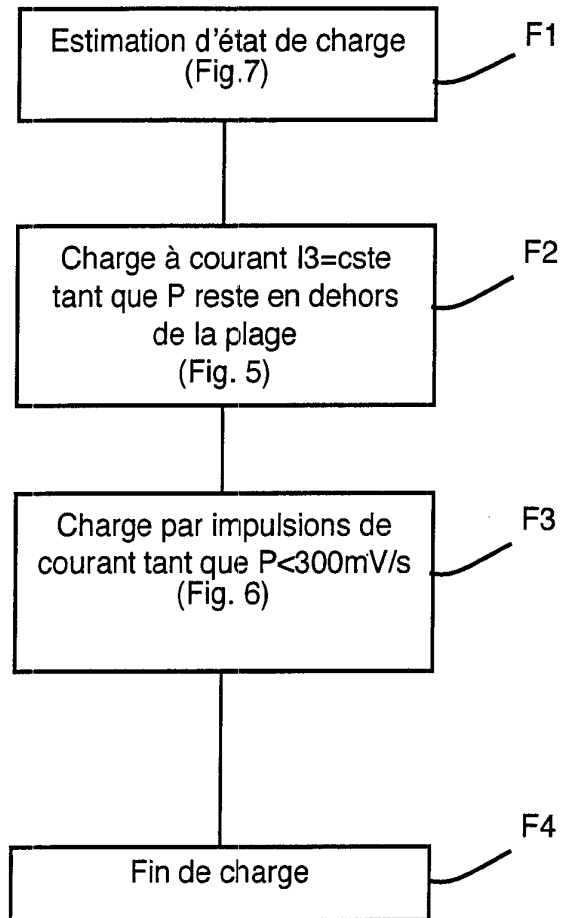


Figure 4

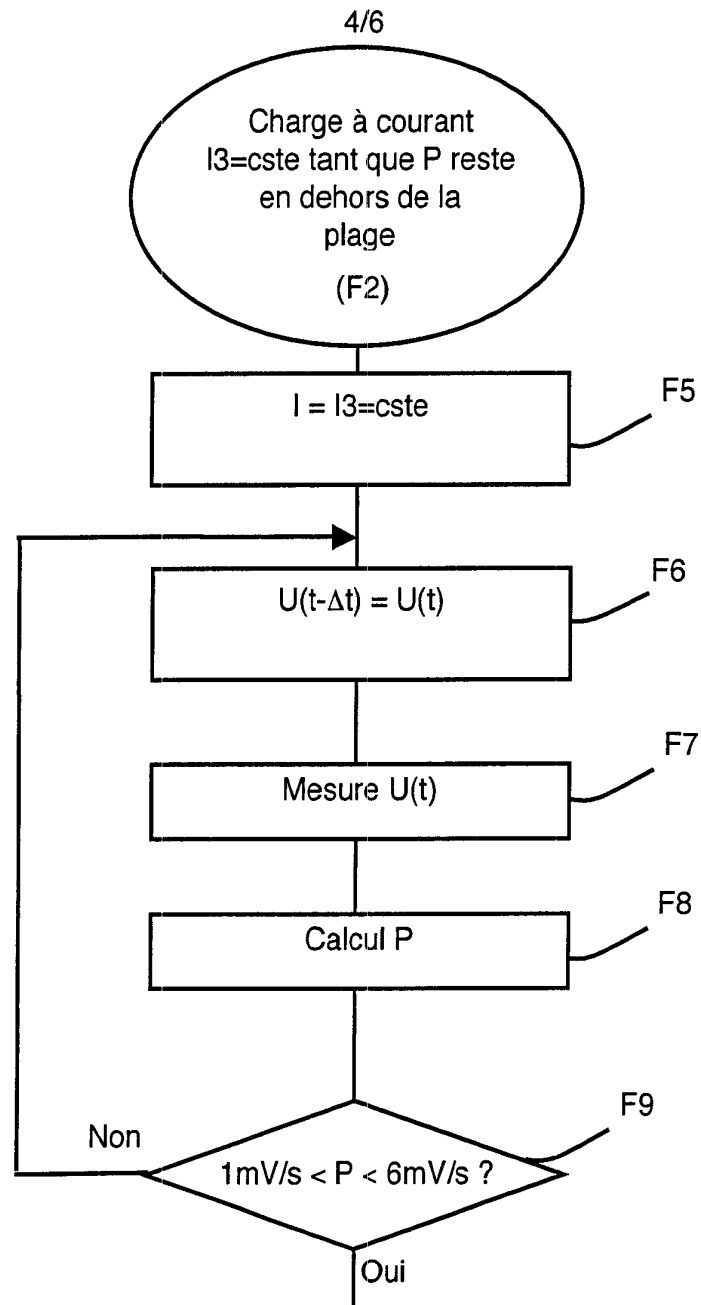


Figure 5

5/6

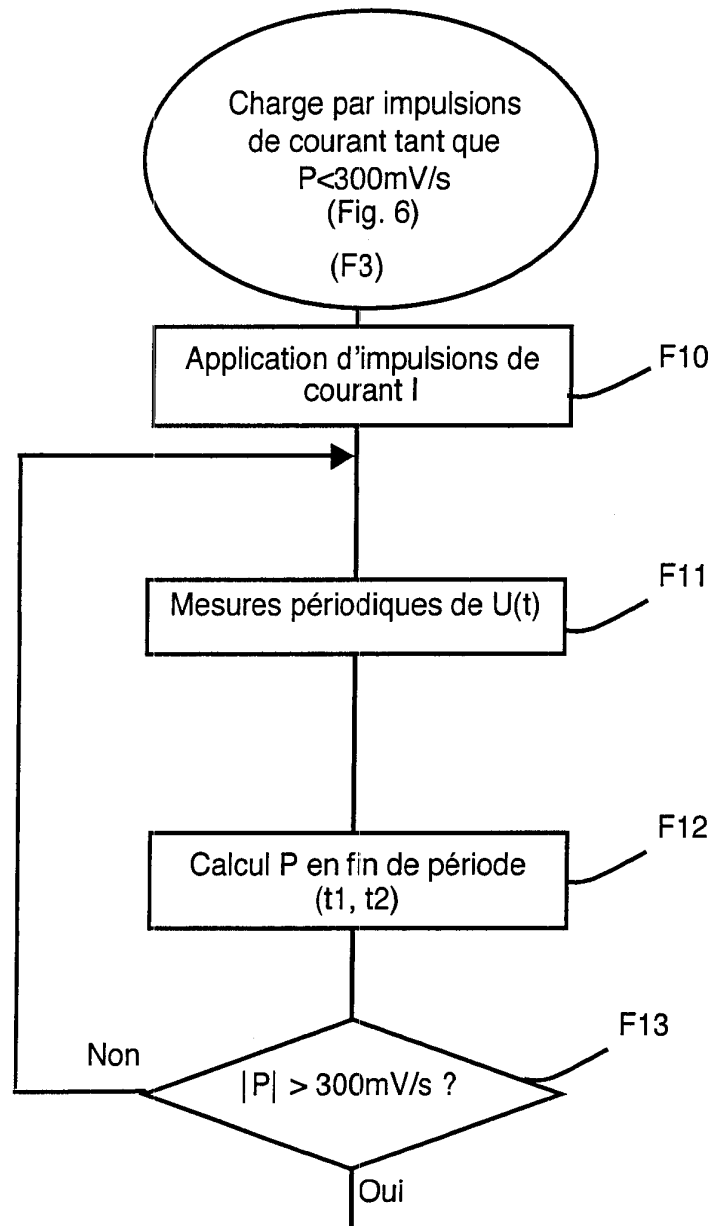


Figure 6

6/6

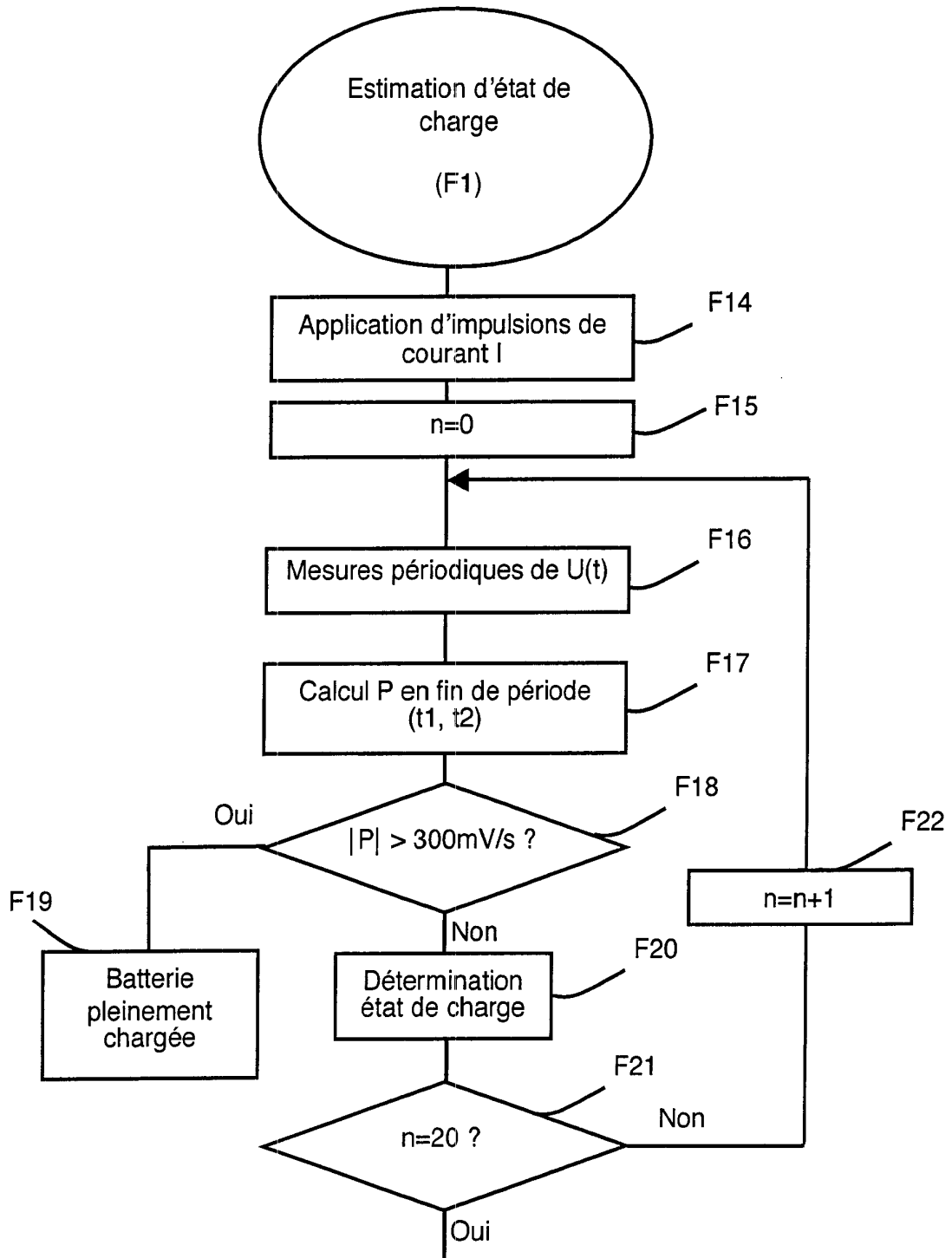


Figure 7

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement
national

FA 685629
FR 0609668

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		
Y	FR 2 870 391 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 18 novembre 2005 (2005-11-18)	1,2	H02J7/00
A	* le document en entier * * abrégé * * figures 1,2,9 * * revendications 1-7 * * page 3, ligne 10 - page 6, ligne 14 * * page 8, ligne 23 - page 10, ligne 12 *	3-6	
Y	WO 03/030331 A1 (TROJAN BATTERY CO [US]; BRECHT WILLIAM B [US]) 10 avril 2003 (2003-04-10)	1,2	
A	* le document en entier * * abrégé * * figure 2 * * revendications 1-4 * * page 6, ligne 25 - page 7, ligne 25 * * page 15, ligne 10 - page 16, ligne 36 *	3-6	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
A	US 2005/134231 A1 (CHO KYU-WOONG [KR]) 23 juin 2005 (2005-06-23)	1-6	H01M H02J
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
4 octobre 2007		Koutsorodis, Dafni	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0609668 FA 685629**

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 04-10-2007

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

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2870391 A1	18-11-2005	CN 1973398 A	30-05-2007
		EP 1749328 A1	07-02-2007
		WO 2005122319 A1	22-12-2005

WO 03030331 A1	10-04-2003	CA 2462029 A1	10-04-2003
		CN 1559098 A	29-12-2004
		EP 1451915 A1	01-09-2004
		JP 2005505118 T	17-02-2005
		MX PA04003146 A	25-01-2005
		US 2005017684 A1	27-01-2005

US 2005134231 A1	23-06-2005	CN 1658427 A	24-08-2005
		JP 2005185098 A	07-07-2005
		KR 20050064259 A	29-06-2005
