

(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
14 mai 2009 (14.05.2009)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2009/060156 A2

(51) Classification internationale des brevets :
B60L 11/18 (2006.01) **B60L 11/12** (2006.01)

RICHARD [FR/FR]; 10, rue des Pavillons, 92800 Puteaux (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2008/051972

(74) Mandataire : **RENAULT S.A.S**; Renault Technocentre, TCR GRA 2 36 - SCE 0267, 1, avenue du Golf, F-78288 Guyancourt (FR).

(22) Date de dépôt international :
31 octobre 2008 (31.10.2008)

(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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0758801 5 novembre 2007 (05.11.2007) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **RENAULT S.A.S** [FR/FR]; 13/15, quai Le Gallo, F-92100 Boulogne Billancourt (FR).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : **BALMY,**

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD OF ENERGY MANAGEMENT IN A MOTOR VEHICLE

(54) Titre : PROCÉDE DE GESTION DE L'ENERGIE DANS UN VEHICULE AUTOMOBILE

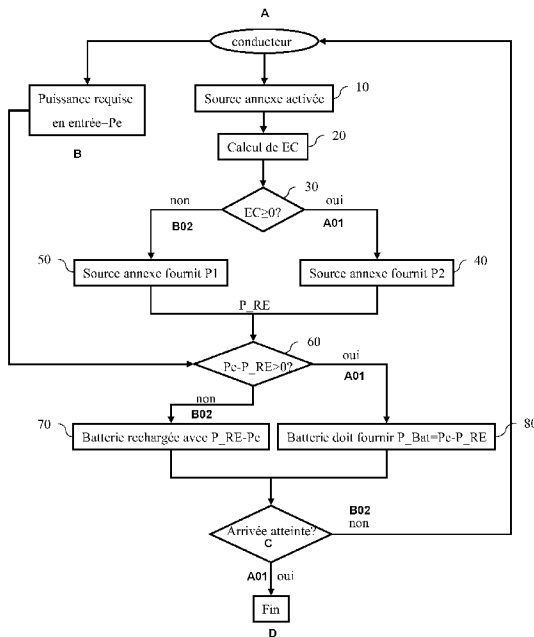


Fig. 1

A Driver
B Power required at input=Pe
10 Activated auxiliary source
20 Calculation of D
B02 no
30 D>=0?
A01 yes
50 Auxiliary source provides P1
40 Auxiliary source provides P2
70 Battery recharged with P_RE-Pc
80 Battery must provide P_Bat=Pc-P_RE
C Input achieved?
D End

(57) Abstract: The invention relates to a method of energy management in a motor vehicle comprising an electric traction system supplied by at least one battery, and an electrical energy source which is auxiliary to the battery and which is able to supplement the power provided by the battery in order to supply the electric traction system, said auxiliary source being associated with a fuel reservoir, said method comprising the control of the power level (P_RE) provided by the auxiliary electrical energy source when it is activated, selected exclusively from a first low power level (P1) and a second high power level (P2), according to the sign of the difference calculated between the variation of a reservoir filling state and the variation of a battery charge state, the first and second power levels making it possible to limit the energy losses associated with the conversion of the fuel into electrical energy by the auxiliary electrical energy source.

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de gestion de l'énergie dans un véhicule automobile comprenant un système de traction électrique alimenté par au moins une batterie et une source d'énergie électrique annexée à la batterie, apte à compléter la puissance fournie par la batterie pour l'alimentation du système de traction électrique et à laquelle est associé un réservoir de carburant, ledit procédé comprenant le pilotage du niveau de puissance (P_RE) fourni par la source d'énergie électrique annexée lorsqu'elle est activée, choisi exclusivement parmi un premier niveau bas de puissance (P1) et un second niveau haut de puissance (P2), selon le signe de l'écart calculé entre la variation d'un état de remplissage du réservoir et la variation d'un état de charge de la batterie, les premier et second niveaux de puissances permettant de limiter les pertes d'énergie liées à la transformation du carburant en énergie électrique par la source d'énergie électrique annexée.

WO 2009/060156 A2



(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL,

NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport

**PROCEDE DE GESTION DE L'ENERGIE DANS UN VEHICULE
AUTOMOBILE**

La présente invention concerne un procédé de gestion de l'énergie dans un véhicule automobile comprenant un système de traction électrique alimenté par au moins une batterie et une source d'énergie électrique annexe apte à compléter l'énergie fournie par la batterie pour l'alimentation du système de traction électrique et à laquelle est associé un réservoir de carburant alimentant ladite source d'énergie électrique.

Aujourd'hui, participer à la réduction des émissions de CO₂ et donc à la maîtrise de l'effet de serre est devenu un enjeu majeur de l'industrie automobile. C'est dans ce contexte que les véhicules mus par l'énergie électrique ont connu leur essor.

Or, les véhicules électriques actuels à batterie ont des autonomies réduites par rapport aux véhicules à moteur thermique conventionnels.

Aussi, l'industrie automobile s'est orienté vers le développement de véhicules électriques à prolongation d'autonomie ou « range extender », dotés d'une source d'énergie électrique annexe à la batterie et susceptible de venir compléter l'énergie électrique fournie par cette dernière, permettant ainsi d'augmenter l'autonomie du véhicule.

Cette source d'énergie électrique annexe peut consister en un moteur à combustion interne couplé à un alternateur, une pile à combustible alimentée directement en hydrogène, une pile à combustible

couplée à un système de reformage alimenté en carburant fossile, ou tout autre système permettant de produire de l'énergie électrique.

Il existe alors un besoin pour contrôler efficacement la répartition des différentes sources d'énergie électrique pour fournir la puissance électrique nécessaire au véhicule en maximisant son autonomie.

Avec cet objectif en vue, le procédé objet de l'invention, par ailleurs conforme à la définition générique qu'en donne le préambule ci-dessus, est essentiellement caractérisé en ce qu'il comprend, la détermination de l'activation ou non de la source d'énergie électrique annexe et, en cas d'activation, le pilotage de celle-ci pour qu'elle fournisse un niveau de puissance électrique choisi exclusivement parmi un premier niveau bas de puissance et un second niveau haut de puissance, selon le signe de l'écart calculé entre la variation d'un état de remplissage du réservoir et la variation d'un état de charge de la batterie, les premier et second niveaux de puissances étant définis de façon à limiter les pertes d'énergie liées à la transformation du carburant en énergie électrique par la source d'énergie électrique annexe.

Avantageusement, on choisit le premier niveau bas de puissance si l'écart est négatif et le second niveau haut de puissance si ledit écart est positif.

Selon un mode de réalisation, la variation de l'état de remplissage du réservoir comprend la détermination d'un premier rapport entre un état de remplissage courant du réservoir et un état de

remplissage initial dudit réservoir lors de l'activation de la source d'énergie électrique annexe, et en ce que la variation de l'état de charge de la batterie comprend la détermination d'un second rapport
5 entre un état de charge courant de la batterie et un état de charge initial de la batterie lors de l'activation de la source d'énergie électrique annexe.

De préférence, la détermination de la variation de l'état de charge de la batterie tient compte d'un
10 seuil de charge minimum de la batterie.

Avantageusement, la source d'énergie électrique annexe est utilisée pour recharger la batterie si le niveau de puissance électrique fourni par ladite source d'énergie électrique annexe est supérieur à la
15 puissance électrique requise par le système de traction électrique.

Selon un mode de réalisation, le procédé selon l'invention est couplé avec un système de navigation du véhicule automobile et en ce que la détermination de
20 l'activation de la source d'énergie électrique annexe et le pilotage de celle-ci prennent en compte des paramètres fournis par le système de navigation du véhicule.

Avantageusement, les paramètres fournis par le
25 système de navigation comprennent au moins l'un des paramètres suivants parmi un point d'arrivée du véhicule, un itinéraire défini pour le véhicule, et une information d'identification de zones à émission polluantes restreintes le long dudit itinéraire.

30 Selon divers modes de réalisation, la source d'énergie électrique annexe comprend un moteur à

combustion interne couplé à un alternateur, ou une pile à combustible alimentée directement en hydrogène, ou une pile à combustible couplée à un système de reformage.

5 Avantageusement, le système de traction électrique comprend une machine électrique apte à fonctionner en mode moteur et en mode générateur.

 D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la
10 lecture de la description suivante donnée à titre d'exemple illustratif et non limitatif et faite en référence aux figures annexées dans lesquelles :

- la figure 1 est un organigramme illustrant un premier mode de réalisation du procédé de gestion de
15 l'énergie selon l'invention, et

- la figure 2 est un organigramme illustrant un deuxième mode de réalisation du procédé de gestion de l'énergie selon l'invention, avec couplage avec un système de navigation du véhicule automobile.

20 L'objet de la présente invention est donc de proposer un procédé permettant de contrôler le fonctionnement de la source d'énergie électrique annexe du véhicule électrique, disposant par ailleurs d'un système de batterie électrique pour fournir de
25 l'énergie au système de traction électrique du véhicule. Le système de traction électrique du véhicule comprend classiquement une machine électrique susceptible de fonctionner d'une part, en mode moteur et, d'autre part, en mode générateur, entraîné alors
30 par les roues du véhicule.

Selon un principe de l'invention, la source d'énergie électrique annexe du véhicule est adaptée de façon à pouvoir fonctionner à deux niveaux de puissance différents, respectivement un premier niveau bas P1 et un second niveau haut P2, considérés relativement l'un par rapport à l'autre.

En outre, ces deux niveaux de puissance correspondent chacun à un point de fonctionnement optimisé en rendement de la source d'énergie électrique annexe. Plus précisément, le fait de faire fonctionner la source d'énergie électrique annexe sur ces points de fonctionnement optimisés, respectivement P1 et P2, permet de minimiser les pertes liées à la transformation du carburant alimentant la source d'énergie électrique annexe en énergie électrique.

Selon l'invention, la source d'énergie électrique annexe est prévue pour fonctionner uniquement sur ces deux points de fonctionnement. Autrement dit, elle sera pilotée de manière à fournir un niveau de puissance électrique choisi exclusivement parmi le premier niveau bas de puissance P1 et le second niveau haut de puissance P2.

La présente invention repose en outre sur le principe suivant lequel l'autonomie maximale du véhicule sera obtenue lorsque l'utilisation de la batterie et l'utilisation du réservoir alimentant la source d'énergie électrique annexe seront régulières et proportionnelles, de façon à vider le carburant disponible en même temps que la batterie.

Pour mettre en place cette loi de gestion d'énergie, il est nécessaire de disposer d'un système

apte à déterminer l'état de charge courant de la batterie, ainsi que l'état de remplissage courant du réservoir alimentant la source d'énergie électrique annexe en carburant. Ces deux états seront exprimés en pourcentage. Ainsi, soient :

R : l'état de remplissage courant du réservoir alimentant la source d'énergie électrique annexe, et

B : l'état de charge courant de la batterie.

Au moment de l'activation de la source d'énergie électrique annexe, on prévoit en outre de mesurer les états instantanés initiaux de charge de la batterie et de remplissage du réservoir. Ces deux états seront également exprimés en pourcentage, soient :

R0 : l'état de remplissage initial du réservoir alimentant la source d'énergie électrique annexe lorsque celle-ci est activée, et

B0 : l'état de charge initial de la batterie lorsque la source d'énergie électrique annexe est activée.

On cherche donc à maintenir le rapport R/R_0 , représentatif de la variation de l'état de remplissage du réservoir alimentant la source d'énergie électrique annexe en carburant, proche du rapport B/B_0 , représentatif de la variation de l'état de charge de la batterie.

Le choix de l'une ou l'autre des deux puissances de fonctionnement P1 et P2 optimisées en rendement de la source d'énergie électrique annexe sera alors fonction du signe de l'écart calculé entre le premier rapport R/R_0 et le second rapport B/B_0 .

Selon un mode de réalisation, pour des questions de fiabilité de la batterie, on peut désirer que son état de charge ne descende pas sous un seuil de charge minimum, 30% par exemple, pendant que l'on vide le réservoir. On prévoit alors de mettre en place un système de régulation permettant de tenir compte d'un seuil de charge minimum de la batterie, en maintenant le rapport R/R_0 proche de $(B-X/100)/(B_0-X/100)$, X étant le seuil de charge minimum de la batterie.

L'organigramme fourni à titre d'exemple à la figure 1 illustre justement ce cas de figure.

Ainsi, une étape 10 d'activation de la source d'énergie électrique annexe, à l'initiative du conducteur, est tout d'abord mise en œuvre. Le conducteur décide en effet d'activer ou non la source d'énergie électrique annexe du véhicule. Si celle-ci n'est pas activée, le véhicule restera alors en mode électrique pur. Si, au contraire, elle est activée, la loi de gestion auto adaptative selon l'invention est mise en œuvre, permettant de décider des points de fonctionnement P1 et P2 sur lesquels la source d'énergie électrique annexe sera sollicitée, de façon à maximiser l'autonomie du véhicule.

Pour ce faire, une étape 20 est mise en œuvre consistant à calculer l'écart $EC = R/R_0 - (B-X/100)/(B_0-X/100)$.

Suit une étape 30 consistant à déterminer le signe de cet écart. Si celui-ci est positif, cela signifie que la batterie se vide plus vite que le réservoir alimentant la source d'énergie électrique annexe en carburant. Dans cette situation, on choisit

de faire fonctionner dans une étape 40 la source d'énergie électrique annexe de manière à ce qu'elle fournisse un niveau de puissance électrique P_{RE} correspondant à son niveau de puissance haut $P2$ prédéfini, optimisé en rendement.

Si EC est négatif, cela signifie au contraire que le réservoir alimentant la source d'énergie électrique annexe en carburant se vide plus vite que la batterie et que cette dernière n'est donc pas suffisamment sollicitée. On choisit donc de faire fonctionner dans une étape 50 la source d'énergie électrique annexe de manière à ce qu'elle fournisse un niveau de puissance électrique P_{RE} correspondant à son niveau de puissance bas $P1$ prédéfini, optimisé en rendement.

On ajoute de préférence une hystérésis sur les seuils de passage de $P1$ $P2$, de façon à limiter les passages d'un niveau de fonctionnement à un autre de la source d'énergie électrique annexe.

On compare alors dans une étape 60 la puissance électrique P_e requise en entrée du système de traction électrique du véhicule avec le niveau de puissance P_{RE} fourni par la source d'énergie électrique annexe.

Si le niveau de puissance électrique P_{RE} fourni par la source d'énergie électrique annexe est supérieur à la puissance électrique P_e requise en entrée par le système de traction électrique ($P_e - P_{RE} < 0$), la source d'énergie électrique annexe est également utilisée dans une étape 70 pour recharger la batterie. Cette dernière est alors rechargée avec la puissance $P_{RE} - P_e$.

Dans le cas contraire, si le niveau de puissance électrique P_{RE} fourni par la source d'énergie

électrique annexe est inférieur à la puissance électrique P_e requise en entrée par le système de traction électrique ($P_e - P_{RE} > 0$), la batterie doit alors fournir dans une étape 80 une puissance $P_{Bat} = P_e - P_{RE}$.

5 Les étapes 10 à 80 précédemment décrites sont alors répétées tant que la destination d'arrivée du véhicule n'est pas atteinte.

Un des avantages du procédé selon l'invention tel qu'il vient d'être décrit est de permettre que la source d'énergie électrique annexe ne recharge pas trop la batterie, limitant ainsi les pertes liées au transfert de l'énergie électrique à l'énergie chimique. Cela permet aussi de bénéficier au maximum des effets du freinage récupératif quand le système de traction électrique du véhicule fonctionne en mode générateur.

15 Le procédé tel qu'il vient d'être décrit pourra également être couplé à un système de navigation du véhicule, comme illustré par l'organigramme de la figure 2. Ainsi, la détermination de l'activation de la source d'énergie électrique annexe et le pilotage de celle-ci pourront avantageusement prendre en compte des paramètres fournis par le système de navigation du véhicule.

25 Selon l'organigramme illustré à la figure 2, avant son départ, le conducteur programme dans une étape 100 un point d'arrivée par l'intermédiaire du système de navigation. Puis, en fonction du niveau des différentes sources d'énergie du véhicule et de la consommation du véhicule au cours du trajet, on calcule dans une étape 110 la possibilité d'atteindre ou non le point d'arrivée programmé.

30

A l'étape 120, si le point d'arrivée n'est pas atteignable, le conducteur se verra proposer via une interface homme machine de modifier son point d'arrivée à l'étape 130. Sinon, à une étape 140, le conducteur se verra proposer de remplir le réservoir alimentant la source d'énergie électrique annexe et/ou de recharger la batterie, jusqu'à un certain niveau, de manière à permettre au véhicule d'atteindre le point d'arrivée.

Si le point d'arrivée a été calculé comme étant atteignable à l'étape 120 ou si la recharge de la batterie et/ou du réservoir demandée à l'étape 140 a effectivement été effectuée à l'étape 150 pour rendre le point d'arrivée atteignable, un certain nombre d'itinéraires réalisables pour atteindre le point d'arrivée est proposé au conducteur via le système de navigation dans une étape 160.

Une fois un itinéraire choisi par le conducteur à l'étape 170, une étape 180 met en œuvre un calcul par anticipation de l'énergie totale dont le véhicule aura besoin, de manière à décider des moments où la source d'énergie annexe sera activée ou non le long de l'itinéraire choisi et à quel niveau de puissance il fonctionnera selon les principes déjà exposés plus haut.

Ce calcul de l'activation ou non de la source d'énergie électrique annexe et du choix du niveau de puissance de celle-ci le long de l'itinéraire choisi via le système de navigation pourra également tenir compte de différentes contraintes liées à la réglementation, comme la limitation des émissions

polluantes dans certaines zones le long de l'itinéraire choisi.

En effet, si l'itinéraire prévu par le système de navigation prévoit un passage dans une zone à émissions polluantes restreintes, la loi de gestion d'énergie activera ou non la source d'énergie électrique annexe, de façon à permettre au véhicule de se rendre à son point d'arrivée tout en respectant la réglementation, en atteignant la zone à émissions polluantes restreintes avec un niveau de charge de la batterie lui permettant de traverser cette zone.

La stratégie de répartition optimisée de l'utilisation des différentes sources d'énergie du véhicule pourra également tenir compte de caractéristiques de vieillissement de la batterie. En effet, selon les sollicitations appliquées à la batterie, sa durée de vie sera plus ou moins altérée. Des paramètres comme les variations d'état de charge, le profil de recharge ou de décharge, vont impacter sa durée de vie. Ces paramètres pourront être intégrés à la loi de gestion de l'énergie pour permettre de les respecter au maximum. Par exemple, si pour minimiser le vieillissement de la batterie, il est préconisé de la stocker à un niveau de charge de 50% et que l'utilisateur gare son véhicule avec une batterie à 30% d'état de charge, la source d'énergie électrique annexe se mettra en route pour recharger la batterie et permettre ainsi de limiter son vieillissement. Selon un autre exemple, si pour limiter le vieillissement de la batterie, cette dernière doit fonctionner dans une plage d'état de charge comprise entre 50 et 30%, la

source d'énergie électrique annexe sera piloté de manière à ce que la batterie fonctionne en restant dans cette plage de fonctionnement.

REVENDICATIONS

1. Procédé de gestion de l'énergie dans un véhicule automobile comprenant un système de traction électrique alimenté par au moins une batterie et une source d'énergie électrique annexe à la batterie, apte à compléter la puissance électrique fournie par la batterie pour l'alimentation du système de traction électrique et à laquelle est associé un réservoir de carburant alimentant ladite source d'énergie électrique, ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend la détermination de l'activation (10) ou non de la source d'énergie électrique annexe et, en cas d'activation, le pilotage de celle-ci pour qu'elle fournisse un niveau de puissance électrique (P_{RE}) choisi exclusivement parmi un premier niveau bas de puissance (P_1) et un second niveau haut de puissance (P_2), selon le signe de l'écart calculé entre la variation d'un état de remplissage du réservoir et la variation d'un état de charge de la batterie, les premier et second niveaux de puissances étant définis de façon à limiter les pertes d'énergie liées à la transformation du carburant en énergie électrique par la source d'énergie électrique annexe.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on choisit le premier niveau bas de puissance si l'écart est négatif et le second niveau haut de puissance si ledit écart est positif.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la variation de l'état de

remplissage du réservoir comprend la détermination d'un premier rapport entre un état de remplissage courant du réservoir et un état de remplissage initial dudit réservoir lors de l'activation de la source d'énergie électrique annexe, et en ce que la variation de l'état de charge de la batterie comprend la détermination d'un second rapport entre un état de charge courant de la batterie et un état de charge initial de la batterie lors de l'activation de la source d'énergie électrique annexe.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que la détermination de la variation de l'état de charge de la batterie tient compte d'un seuil de charge minimum de la batterie.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la source d'énergie électrique annexe est utilisée pour recharger la batterie si le niveau de puissance électrique (P_{RE}) fourni par ladite source d'énergie électrique annexe est supérieur à la puissance électrique requise (P_e) par le système de traction électrique.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est couplé avec un système de navigation du véhicule automobile et en ce que la détermination de l'activation de la source d'énergie électrique annexe et le pilotage de celle-ci prennent en compte des paramètres fournis par le système de navigation du véhicule.

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que les paramètres fournis par le système de

navigation comprennent au moins l'un des paramètres suivants parmi un point d'arrivée du véhicule, un itinéraire défini pour le véhicule, et une information d'identification de zones à émission polluantes restreintes le long dudit itinéraire.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la source d'énergie électrique annexe comprend un moteur à combustion interne couplé à un alternateur, ou une pile à combustible alimentée directement en hydrogène, ou une pile à combustible couplée à un système de reformage.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le système de traction électrique comprend une machine électrique apte à fonctionner en mode moteur et en mode générateur.

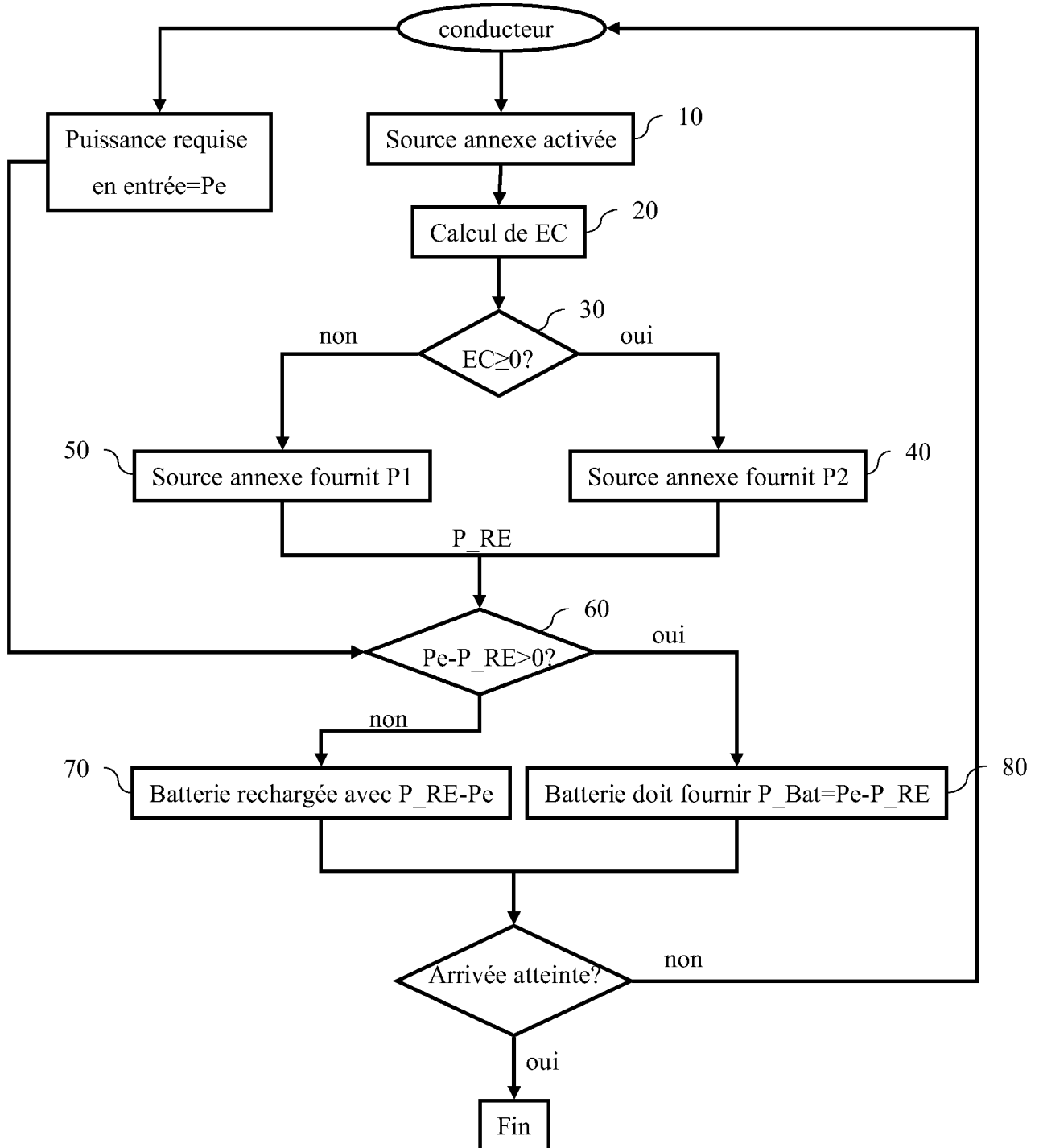


Fig. 1

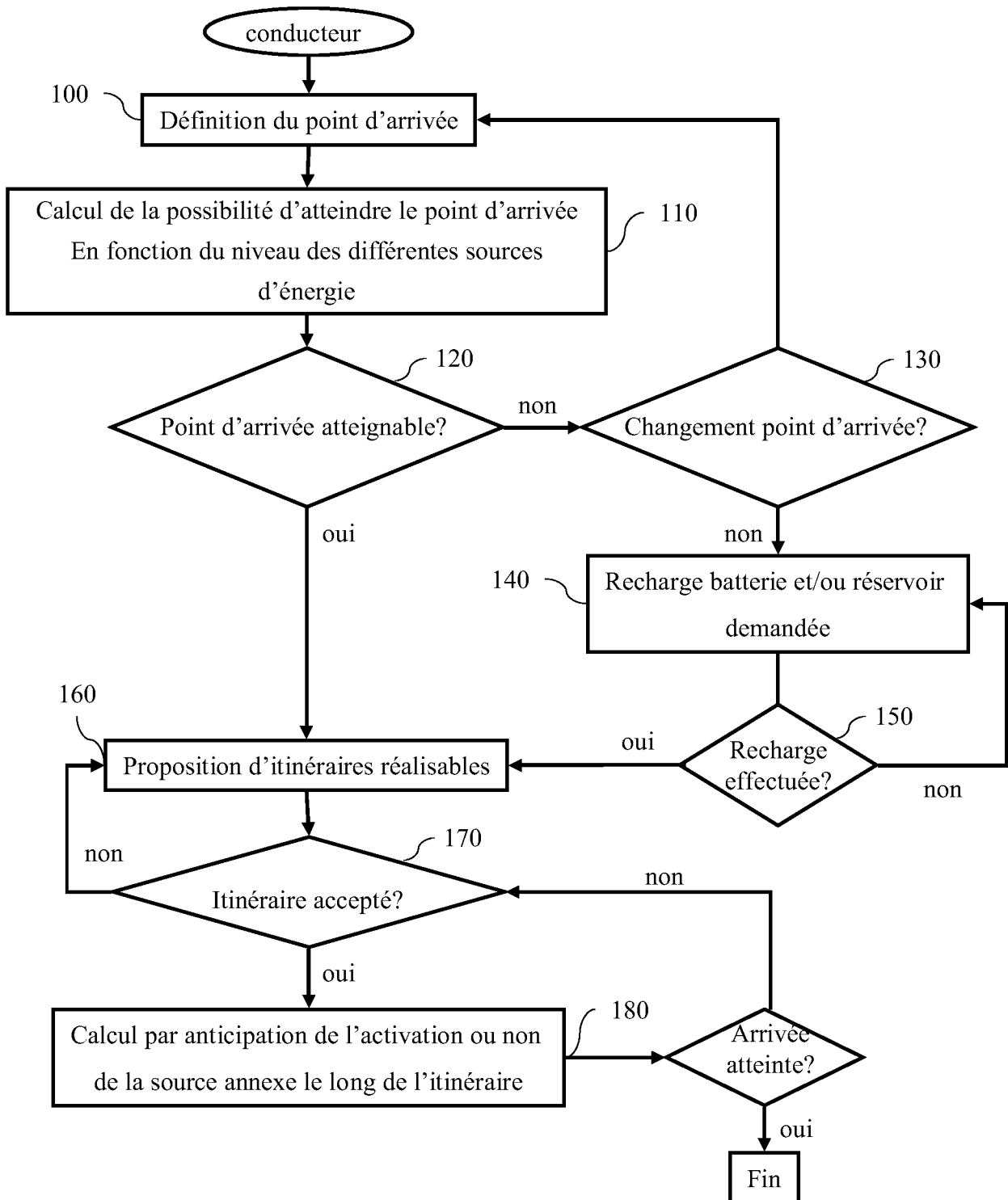


Fig. 2