

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 11.04.22.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 13.10.23 Bulletin 23/41.

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) : PSA AUTOMOBILES SA Société par actions simplifiée (SAS) — FR.

72 Inventeur(s) : BALENGHIEN OLIVIER et ZUMI MICHEL.

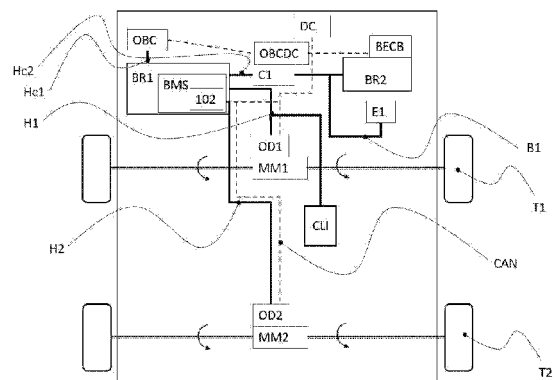
73 Titulaire(s) : PSA AUTOMOBILES SA Société par actions simplifiée (SAS).

54 **PROCEDE(S) : DE DETERMINATION D'UNE AUTONOMIE D'UN VEHICULE A PROPULSION ELECTRIQUE.**

57 Procédé de détermination de l'autonomie kilométrique restante, à un instant donné, d'un mode de propulsion électrique d'un véhicule automobile, ce procédé exécutant à tout instant des étapes de :

- détermination d'un état d'énergie d'une batterie de traction BR1,
- détermination d'une capacité énergétique restante de la batterie de traction BR1
- détermination d'un état de charge de la batterie de traction BR1,
- affichage de l'autonomie kilométrique restante du véhicule en mode de propulsion électrique, et
- tant que l'état de charge est compris entre 100% inclus et un premier seuil d'état de charge, détermination de l'autonomie kilométrique restante à l'instant donné en divisant la capacité énergétique restante à l'instant donné par une consommation kilométrique d'énergie prédéterminée et constante.

Figure 1.



## **Description**

### **Titre de l'invention : PROCEDE DE DETERMINATION D'UNE AUTONOMIE D'UN VEHICULE A PROPULSION ELECTRIQUE**

- [0001] L'invention concerne la détermination d'une autonomie kilométrique restante d'un véhicule à propulsion électrique ou d'un véhicule propre à fonctionner avec un mode de propulsion électrique dont l'énergie électrique est fournie par une batterie, dite de traction, alimentant un consommateur électrique, notamment une machine motrice électrique.
- [0002] Il est connu que ces batteries soient surveillées par un contrôleur de batterie, ce contrôleur de batterie déterminant par exemple et de façon connue un état de charge de la batterie, un état de santé de la batterie (vieillesse des composants), une ou des tensions, courants et températures de la batterie, et un état d'énergie de la batterie.
- [0003] On comprendra par état d'énergie de la batterie, dans tout le texte de ce document, la quantité d'énergie disponible pour le fonctionnement d'organes consommateurs de courant couplés à la batterie ou pour le fonctionnement du véhicule. Cette quantité est par exemple exprimée en valeur absolue en Watt Heure ou en joules, ou en pourcentage par rapport à une quantité d'énergie de référence correspondant par exemple lorsque l'état de charge est à 100%.
- [0004] Cet état d'énergie est une donnée d'entrée pour la détermination de l'autonomie restante de la batterie. Cette autonomie restante, selon l'application de la batterie, peut s'exprimer en temps restant de fonctionnement et/ou en distance restante parcourable pour un véhicule automobile par exemple. Cette autonomie restante est également fonction d'un profil d'utilisation ou de roulage pour un véhicule, ce profil définissant un niveau de puissance consommée ou régénérée (par exemple un véhicule comprenant un système de régénération d'énergie au freinage), ou, si la tension varie peu, de façon équivalente un profil de consommation de courant de la batterie en fonction du temps. Ce profil de consommation, dit également d'utilisation ou de roulage, est par exemple une projection faite à partir des données d'une dernière utilisation de la batterie, ou un profil type prédéterminé, représentatif d'une utilisation standard de la batterie, ou encore d'un itinéraire programmé du véhicule, mais bien d'autres exemples sont possibles.
- [0005] Le plus souvent, le contrôleur de batterie détermine cet état d'énergie à partir de cartographies issues de mesures faites sur banc ou lors du développement de la batterie. Certains procédés proposent de déterminer cet état d'énergie pour une batterie alimentant un consommateur électrique. Par exemple on connaît du document de

brevet EP-A1-3245096 un procédé déterminant un tel état d'énergie. Ce procédé pour déterminer une valeur de l'état d'énergie de la batterie comprenant les étapes de :

- déterminer l'état de charge en tant que mesure de la capacité actuelle de ladite batterie; et
- déterminer ledit état d'énergie en tant qu'indication d'au moins l'énergie de charge et de décharge restante de ladite batterie ; ledit procédé comprenant le calcul et la détermination de ladite valeur de l'état d'énergie sur la base des étapes suivantes :
  - déterminer un état d'énergie pour charger ladite batterie, sur la base dudit état de charge de ladite batterie, tel que calculé entre l'état de charge actuel et un état de charge autorisé le plus élevé dans lequel aucune charge supplémentaire de la batterie n'est autorisée, pour un courant de batterie donné,
  - déterminer un état d'énergie pour décharger ladite batterie, sur la base dudit état de charge de ladite batterie, tel que calculé entre un état de charge autorisé le plus bas, dans lequel la batterie doit être chargée afin de permettre le fonctionnement du consommateur électrique, et l'état actuel de charge pour un courant de batterie donné, dans lequel
  - ledit état de charge autorisé le plus élevé et ledit état de charge autorisé le plus bas sont liés au fonctionnement dudit consommateur électrique et varient en fonction d'un mode de fonctionnement dudit véhicule ou consommateur électrique pendant la charge ou la décharge de ladite batterie dans lequel l'état d'énergie de la batterie est déterminé à partir de l'aire sous une courbe représentant la relation entre la tension de la batterie et l'état de charge, dans lequel la tension de la batterie correspond à la somme d'une tension de circuit ouvert et d'une chute de tension, et dans lequel le mode réel du véhicule qui est déterminé par les conditions de fonctionnement réelles du véhicule est utilisé pour prédire le courant de batterie rechargeable appliqué ou retiré, l'état de charge le plus élevé autorisé et l'état de charge le plus bas autorisé pour charger ou décharger la batterie.

[0006] Ce procédé comprend en outre les étapes de :

- déterminer ledit état d'énergie en fonction en outre d'au moins l'un des paramètres de batterie suivants :
  - la capacité de la cellule ;
  - l'état actuel de charge ;
  - pertes résistives et non résistives ; et
  - la température ;
  - dans lequel au moins l'un desdits paramètres de batterie dépend dudit mode.

[0007] Ce procédé, ou cette méthode cartographique, seront par exemple utilisées pour déterminer l'état d'énergie selon la présente invention.

[0008] Quelle que soit la méthode utilisée, fondamentalement l'état d'énergie est influencé

par :

- une température de la batterie,
- une tension de la batterie,
- un état de santé de la batterie, dont dépend directement l'évolution de la résistance interne de la batterie.

[0009] Ce même document EP-A1-3245096 présente en outre, en art antérieur, des procédés de détermination d'un état de charge d'une telle batterie, notamment mais pas uniquement, à partir d'une tension à vide de la batterie, procédé connu de l'homme de l'art. Par exemple le document de brevet cité US-A1-2012112754 détermine des seuils d'état de charge en fonction de l'état de santé de la batterie. Par exemple le document de brevet cité EP-A1-2178187 détermine l'état de charge de la batterie à partir de l'état de charge de chaque cellule de la batterie. Toutes ces méthodes de détermination de l'état de charge sont connues de l'homme de l'art et seront par exemple utilisées pour déterminer l'état de charge selon la présente invention.

[0010] L'état de santé est fonction par exemple du nombre de cycles de décharge ou recharge, et de la puissance ou intensité de chacun de ces cycles. Cet état de santé dépend également de l'âge des composants de la batterie et en particulier de ses cellules électrochimiques depuis leur instant de fabrication, et/ou des températures maximales ou minimales atteintes par chacune de ces cellules et/ou de la quantité d'énergie reçue et fournie par chacune de ces cellules.

[0011] On comprendra par état de santé, dans tout le texte de ce document, le rapport entre :

- la capacité maximale (en pleine charge) en énergie dans l'état de vieillissement actuel de la batterie, et
- la capacité maximale (en pleine charge) en énergie à neuf de la batterie, chacune de ces deux capacités étant exprimées en Ampère Heure ou KWh, l'état de santé étant exprimé en pourcentage.

[0012] On connaît en outre des déterminations d'autonomies kilométriques complexes, prenant en compte un trajet futur programmé par exemple, ou comme dans le document de brevet FR-A1-3078670 le comportement plus ou moins sportif du conducteur.

[0013] Malheureusement ces procédés de détermination d'autonomies kilométriques sont non seulement complexes à mettre en œuvre pour une amélioration de la précision peu significative, mais en outre le trajet futur n'est pas toujours disponible ou programmé, rendant ce procédé inopérant.

[0014] A l'inverse, on connaît des déterminations simples, basées sur un état de charge en cours d'une batterie alimentant une machine motrice électrique et sur une consommation moyenne d'énergie du véhicule (à partir de l'état d'énergie de la batterie) par rapport à la distance déjà parcourue, mais dont l'autonomie affichée est

très fluctuante en fonctions du type de roulage en cours. Par exemple la variation sera brutale lorsque le véhicule passera d'une conduite type embouteillage à une conduite type autoroute, et le conducteur est souvent désorienté devant cette valeur fluctuante.

- [0015] Le but de l'invention est de remédier à ce manque en proposant un procédé de détermination simple tout en affichant une autonomie cohérente par rapport aux capacités du véhicule.
- [0016] A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de détermination de l'autonomie kilométrique restante, à un instant donné, d'un mode de propulsion électrique d'un véhicule automobile, ce véhicule comprenant :
- un ensemble de dispositifs consommateurs comprenant une machine motrice électrique apte à propulser le véhicule pour le mode de propulsion électrique,
  - une batterie de traction propre à alimenter l'ensemble des dispositifs consommateurs,
  - un moyen de recharge de la batterie de traction,
  - un contrôleur de batterie propre à mettre en œuvre le procédé,
- ce procédé exécutant à tout instant des étapes de :
- détermination d'un état d'énergie de la batterie de traction,
  - détermination d'une capacité énergétique restante de la batterie de traction,
  - détermination d'un état de charge de la batterie de traction,
  - affichage de l'autonomie kilométrique restante du véhicule en mode de propulsion électrique.
- Ce procédé est tel qu'il exécute des étapes de:
- tant que l'état de charge est compris entre 100% inclus et un premier seuil d'état de charge, détermination de l'autonomie kilométrique restante à l'instant donné en divisant la capacité énergétique restante à l'instant donné par une consommation kilométrique d'énergie prédéterminée et constante.
- [0017] L'autonomie kilométrique restante du mode de propulsion électrique du véhicule automobile est bien entendu le kilométrage que peut encore parcourir ce véhicule avec le mode de propulsion électrique. Si le véhicule est à propulsion hybride, par exemple comprenant en outre un groupe motopropulseur à combustion interne, dit moteur thermique, l'autonomie kilométrique restante du véhicule est l'addition de l'autonomie restante du mode de propulsion électrique et de l'autonomie restante du mode de propulsion thermique. L'invention concerne uniquement l'autonomie kilométrique restante du mode de propulsion électrique et pourra s'appliquer aussi bien à ce véhicule hybride qu'à un véhicule à propulsion uniquement électrique rechargeable.
- [0018] L'état d'énergie de la batterie de traction est une caractéristique de la batterie connue de l'homme de l'art et n'est pas l'objet de cette invention, même si elle en utilise le résultat. On comprendra par état d'énergie de la batterie, dans tout le texte de ce

document, la quantité d'énergie de la batterie de traction pour le fonctionnement de l'ensemble des dispositifs consommateurs. Cette quantité est par exemple exprimée en valeur absolue en Watt Heure ou en joules, ou en pourcentage par rapport à une quantité d'énergie de référence par exemple lorsqu'un état de charge est à 100%.

- [0019] Dans le cadre de cette invention, l'état d'énergie sera exprimé en valeur absolue en Watt heure ou KWh pour Kilo Watt heure.
- [0020] Cet état d'énergie est une donnée d'entrée pour la détermination de l'autonomie kilométrique restante de la batterie de traction.
- [0021] Des exemples de détermination de cet état d'énergie applicables à l'invention ont précédemment été donnés.
- [0022] La capacité énergétique restante de la batterie de traction selon l'invention est la différence entre deux états d'énergie : le premier est l'état d'énergie à l'instant considéré, par exemple calculé selon la méthode précédente, et le deuxième est un état d'énergie minimal admissible par la batterie de traction. Cet état d'énergie minimal admissible correspond à un état d'énergie non nul mais proche de 0 KWh, par exemple entre 0,5 et 5 KWh pour une batterie de traction donnée pour un état d'énergie maximal de 50 KWh. Cet état d'énergie minimal admissible ne doit pas être franchi sous peine de dégrader fortement l'intégrité des cellules électrochimiques de la batterie, voire de mettre la batterie de traction définitivement en panne. Cette caractéristique sera décrite en détail dans la description de la [Fig.3].
- [0023] On comprendra par batterie de traction dans tout le texte de ce document un ensemble comprenant au moins un module de batterie contenant au moins une cellule électrochimique. Cette batterie comprend éventuellement des moyens électriques ou électroniques pour la gestion d'énergie électrique de ce au moins un module. Lorsqu'il y a plusieurs modules, ils sont regroupés dans un carter et forment alors un bloc batterie, ce bloc batterie étant souvent désigné par l'expression anglaise « pack battery », ce carter formant une enceinte hermétique et comprenant généralement une interface de montage, et des bornes de raccordement.
- [0024] Par ailleurs, on comprendra par cellule électrochimique dans tout le texte de ce document, des cellules générant du courant par réaction chimique, par exemple de type lithium-ion (ou Li-ion), de type Ni-Mh, ou Ni-Cd ou encore plomb.
- [0025] L'état de charge de la batterie de traction est également une caractéristique très connue de l'homme de l'art et des méthodes de détermination applicables à l'invention ont déjà été présentées précédemment.
- [0026] La consommation kilométrique d'énergie prédéterminée et constante a pour principale caractéristique d'être invariable. Sa valeur en tant que telle n'est pas quelconque, comme nous le verrons ci-après, mais l'essentiel pour l'invention est qu'elle soit constante. Ainsi, selon l'invention, à chaque fois que l'état de charge est

compris entre 100% et ce premier seuil, le seul paramètre influençant la détermination de l'autonomie kilométrique restante à l'instant donné est la capacité énergétique restante à l'instant donné qui elle-même n'est dépendante que de l'état d'énergie à l'instant donné. Ainsi, après une recharge conséquente de la batterie de traction et/ou un niveau d'état d'énergie important, l'autonomie kilométrique restante n'est pas perturbée par une consommation kilométrique d'énergie inadaptée au trajet en cours, et est plus proche de la valeur à laquelle peut logiquement s'attendre le conducteur après une recharge complète (état de charge 100%) par exemple. Cette autonomie reste cependant fonction de l'état d'énergie qui lui-même varie en fonction de l'état de santé comme décrit précédemment et d'une température des cellules de la batterie. Ainsi cette autonomie kilométrique, par exemple à un état de charge de 100%, diminuera logiquement avec l'âge de la batterie de traction, de façon cohérente et attendue.

[0027] Selon un mode de réalisation de l'invention, le premier seuil d'état de charge est compris entre 70 et 90% inclus, notamment 80%.

[0028] Selon un mode de réalisation de l'invention, la consommation kilométrique d'énergie prédéterminée et constante est mémorisée par le contrôleur de batterie et correspond à une capacité énergétique à neuf de la batterie à un état de charge de 100%, divisée par une autonomie kilométrique homologuée du véhicule.

[0029] L'autonomie kilométrique homologuée du véhicule est une constante dépendante du véhicule et du type de batterie de traction. Elle est déterminée de la façon suivante : Tous les constructeurs de véhicules électriques doivent faire homologuer l'autonomie de leur véhicule par les organismes compétents de chaque zone géographique où les constructeurs veulent vendre leurs véhicules électriques.

[0030] Pour un véhicule à propulsion uniquement électrique, cette homologation consiste à mettre ce véhicule dont la batterie de traction est chargée à 100% sur un banc à rouleaux et de faire suivre au véhicule une succession de vitesses véhicule. Lorsque le véhicule ne sait plus suivre les vitesses imposées sur le cycle, l'essai est arrêté et l'on regarde le nombre de kilomètres parcourus qui deviennent l'autonomie kilométrique homologuée du véhicule pour tous les véhicules produits.

[0031] La capacité énergétique à neuf de la batterie à un état de charge de 100% est la différence entre l'état d'énergie à neuf de la batterie à un état de charge de 100% et l'état d'énergie minimal admissible à neuf par la batterie de traction.

[0032] Cette disposition permet que, à neuf et pour un état de charge de 100%, l'autonomie kilométrique restante déterminée sera égale à l'autonomie kilométrique homologuée.

[0033] Selon une variante de réalisation de l'invention, la consommation kilométrique d'énergie prédéterminée et constante est mémorisée par le contrôleur de batterie et correspond à la plus petite capacité énergétique à neuf pour un état de charge de 100% parmi des batteries d'un parc de cette batterie, divisée par l'autonomie kilométrique

homologuée du véhicule. Les définitions de la capacité énergétique à neuf et de l'autonomie kilométrique homologuée du véhicule sont les mêmes que précédemment.

[0034] Cette disposition permet que, quel que soit le véhicule considéré, à neuf et pour un état de charge de 100%, l'autonomie kilométrique restante déterminée sera égale ou supérieure à l'autonomie kilométrique homologuée. En effet, si le véhicule considéré a une capacité énergétique à neuf pour un état de charge de 100% qui est supérieure à la plus petite capacité énergétique à neuf pour un état de charge de 100% parmi des batteries du parc de cette batterie, cette autonomie kilométrique restante déterminée et affichée sera supérieure à l'autonomie kilométrique homologuée.

[0035] Selon un mode de réalisation de l'invention, ce procédé exécute à tout instant une étape de détermination d'une consommation kilométrique d'énergie moyenne réalisée par l'ensemble des dispositifs consommateurs, et tant que l'état de charge est compris entre le premier seuil d'état de charge inclus et un troisième seuil d'état de charge inclus strictement inférieur au premier seuil d'état de charge, exécute une étape de :

- détermination d'une consommation moyenne en énergie kilométrique de convergence,
- détermination de l'autonomie kilométrique restante à l'instant donné en divisant la capacité énergétique restante à l'instant donné par la consommation moyenne en énergie kilométrique de convergence, cette consommation moyenne en énergie kilométrique de convergence étant telle que :

- elle est égale à la valeur de la consommation kilométrique d'énergie prédéterminée et constante si l'état de charge est égal au premier seuil d'état de charge,
- elle est égale à la valeur de la consommation kilométrique d'énergie moyenne réalisée si l'état de charge est égal au troisième seuil d'état de charge,
- et elle évolue linéairement entre la valeur de la consommation kilométrique d'énergie prédéterminée et constante et la valeur de la consommation kilométrique d'énergie moyenne réalisée pour chaque valeur de l'état de charge comprise entre le premier seuil d'état de charge et le troisième seuil d'état de charge.

[0036] Cette disposition permet de passer de la valeur de la consommation kilométrique d'énergie prédéterminée et constante à la valeur de la consommation kilométrique d'énergie moyenne réalisée sans afficher une variation soudaine de l'autonomie kilométrique restante, d'où le terme de convergence.

[0037] Selon un mode de réalisation de l'invention, le troisième seuil d'état de charge est compris entre 40% et 60% inclus, notamment 50%.

[0038] Selon un mode de réalisation de l'invention, ce procédé détermine un instant initial égal à l'instant de la fin d'un cycle de recharge de la batterie au cours duquel l'état de charge atteint ou dépasse un deuxième seuil d'état de charge de la batterie supérieur au

premier seuil d'état de charge, et exécutant à tout instant une étape de détermination d'un kilométrage parcouru depuis cet instant initial, la consommation kilométrique d'énergie moyenne réalisée correspondant à une consommation énergétique cumulée de l'ensemble des dispositifs consommateurs depuis l'instant initial jusqu'à l'instant donné, divisée par le kilométrage parcouru à l'instant donné.

- [0039] Cette première disposition permet de déterminer une consommation kilométrique d'énergie moyenne réalisée peu sensible aux variations brutales et ponctuelles de consommation énergétique qui ne sont pas nécessairement représentatives du cycle de roulage en cours du véhicule, par exemple lors d'un dépassement d'un autre véhicule. Ainsi l'autonomie kilométrique restante aura une évolution sensiblement linéaire au cours du temps, et potentiellement optimiste.
- [0040] Selon un mode de réalisation de l'invention, le deuxième seuil d'état de charge est compris entre 90% et 100% inclus.
- [0041] Selon une variante de réalisation de l'invention, la consommation kilométrique d'énergie moyenne réalisée correspond à une moyenne glissante d'une consommation énergétique cumulée de l'ensemble des dispositifs consommateurs sur un kilométrage parcouru prédéterminé se terminant à l'instant donné, notamment de 50 Km.
- [0042] Cette deuxième disposition permet de déterminer une consommation kilométrique d'énergie moyenne réalisée qui s'adapte plus rapidement aux variations de comportement du conducteur et/ou du profil de la route, et est plus sensible aux variations brutales et ponctuelles de consommation énergétique qui ne sont pas nécessairement représentatives du cycle de roulage en cours du véhicule, par exemple lors d'un dépassement d'un autre véhicule. Ainsi l'autonomie kilométrique restante aura une évolution moins linéaire au cours du temps par rapport à la première disposition, et potentiellement pessimiste.
- [0043] Bien entendu, le procédé peut combiner la première et la deuxième disposition en déterminant par exemple une moyenne de ces deux déterminations de consommation kilométrique d'énergie moyenne réalisée.
- [0044] On notera que, dans tout le texte de ce document, on comprendra par des dispositifs consommateurs tout dispositif apte à consommer de l'énergie de la batterie de traction pendant un cycle de roulage du véhicule, c'est-à-dire pendant un temps où le véhicule est susceptible d'avancer au moyen de la machine motrice électrique, même si certains de ces dispositifs peuvent être réversibles et charger, pour de courtes durées, la batterie de traction, notamment la machine motrice électrique lorsqu'elle est réversible. Par exemple, si le moyen de recharge de la batterie de traction est un chargeur embarqué réversible ou non, nécessitant l'immobilisation du véhicule pour pouvoir être raccordé à un réseau électrique terrestre, il n'est pas, selon le sens de l'invention, un dispositif consommateur.

- [0045] Ainsi pour ces deux cas de détermination de la consommation kilométrique d'énergie moyenne réalisée, la consommation énergétique cumulée de l'ensemble des dispositifs consommateurs peut être déterminée par plusieurs méthodes différentes. Par exemple :
- une première méthode en ne cumulant que les consommations énergétiques de chaque consommateur, et l'énergie générée temporairement par l'un des consommateurs réversibles n'est pas déduite de ce cumul et est ignorée sauf bien sûr pour la détermination de l'état d'énergie et de charge, ou
  - une deuxième méthode en déduisant justement l'énergie générée temporairement de ce cumul.
- [0046] La première méthode aboutira à une détermination de la consommation kilométrique d'énergie moyenne réalisée surestimée, le procédé déterminera alors une autonomie kilométrique restante pessimiste (faible) car en réalité au cours du trajet le véhicule aura peut-être la possibilité de générer une énergie par l'un de ses dispositifs consommateurs réversible, alors que la deuxième méthode aboutira à une détermination de la consommation kilométrique d'énergie moyenne réalisée sous-estimée, et le procédé déterminera alors une autonomie kilométrique restante optimiste (forte) car en réalité au cours du trajet le véhicule n'aura peut-être pas la possibilité de générer une énergie par l'un de ses dispositifs consommateurs réversible. Bien entendu, on peut combiner ces deux méthodes en faisant par exemple une moyenne de la détermination optimiste et de la détermination pessimiste, ou une moyenne pondérée ou tout autre méthode.
- [0047] En outre, la consommation énergétique cumulée de l'ensemble des dispositifs consommateurs peut être déterminée directement ou indirectement.
- [0048] Par exemple pour une détermination directe le procédé pourra :
- Intégrer dans le temps une mesure de la puissance consommée de chaque dispositifs consommateurs (mesure de tensions et courants), ou de la puissance, ou
  - Intégrer dans le temps une mesure de la puissance consommée aux bornes de la batterie de traction, ce qui est par exemple une façon de procéder très simple pour automatiquement déduire l'énergie générée par le dispositif consommateur réversible, en lien avec la deuxième méthode décrite précédemment.
- [0049] Par exemple pour une détermination indirecte le procédé pourra comprendre un certain nombre de modèles de comportement de chaque dispositif consommateur et, en fonction de consignes de contrôle de ces dispositifs, calculer la puissance consommée pour chaque dispositif consommateur.
- [0050] Selon un mode de réalisation de l'invention, ce procédé exécute une étape de détermination de l'autonomie kilométrique restante à l'instant donné en divisant l'état d'énergie à l'instant donné par la consommation kilométrique d'énergie moyenne réalisée à l'instant donné tant que l'état de charge est compris entre 0% inclus et le

troisième seuil d'état de charge.

- [0051] L'invention a en outre pour objet un véhicule automobile comprenant :
- un ensemble de dispositifs consommateurs comprenant une machine motrice électrique apte à propulser le véhicule pour le mode de propulsion électrique,
  - une batterie de traction propre à alimenter l'ensemble des dispositifs consommateurs,
  - un moyen de recharge de la batterie de traction,
  - un contrôleur de batterie comprenant les moyens d'acquisition, de traitement par instructions logicielles stockées dans une mémoire ainsi que les moyens de commande requis à mise en œuvre d'un procédé tel que précédemment décrit.
- [0052] Selon un mode de réalisation de l'invention, le mode de propulsion électrique est l'unique mode de propulsion du véhicule.
- [0053] Selon un mode de réalisation de l'invention, le moyen de recharge de la batterie est un chargeur embarqué propre à être connecté à un réseau électrique terrestre, et/ou la machine motrice électrique en mode générateur de courant.
- [0054] D'autres particularités et avantages apparaîtront à la lecture de la description ci-après d'un mode particulier de réalisation, non limitatif de l'invention, faite en référence aux figures dans lesquelles :
- [0055] [Fig.1] : illustre un exemple de véhicule pour lequel le procédé selon l'invention s'applique.
- [0056] [Fig.2] : illustre les étapes principales d'un procédé selon l'invention.
- [0057] [Fig.3] : illustre une représentation visuelle d'une correspondance entre différents états d'énergie d'un parc de batteries et des états de charge de chacune de ces batteries, pour expliquer un aspect particulier de l'invention.
- [0058] Il est à garder à l'esprit que les figures sont données à titre d'exemples et ne sont pas limitatives de l'invention. Elles constituent des représentations schématiques de principe destinées à faciliter la compréhension de l'invention et ne sont pas nécessairement à l'échelle des applications pratiques. En outre, dans ce qui va suivre, il est fait référence à toutes les figures prises en combinaison. Quand il est fait référence à une ou des figures spécifiques, ces figures sont à prendre en combinaison avec les autres figures pour la reconnaissance des références numériques désignées. Les références des éléments inchangés ou ayant la même fonction sont communes à toutes les figures, et les variantes de réalisation.
- [0059] Le véhicule de la [Fig.1] comprend :
- une batterie de stockage d'énergie électrique principale BR1, dite de traction, rechargeable, fonctionnant sous une première haute tension continue par exemple 350V, ou encore entre 350V et 800V,
  - un moyen de contrôle BMS de la batterie de traction BR1, ici intégré à la batterie de

traction BR1, et apte par exemple à déterminer un état de charge SOC et un état d'énergie SOE et un état de santé de la batterie de traction et une capacité énergétique restante CSOE de la batterie de traction BR1 à partir par exemple des variations de l'état d'énergie SOE, ce moyen de contrôle BMS de la batterie de traction BR1 comprenant par exemple un dispositif de détermination 102 de ces états de charge SOC, d'énergie SOE, de santé et la capacité énergétique restante CSOE de la batterie de traction BR1.

[0060] Le véhicule comprend un circuit électrique comprenant par exemple :

- la batterie de traction BR1,
- un premier réseau électrique haute tension comprenant des faisceaux haute tension Hc1, Hc2, H1, H2 travaillant à la tension de la batterie de traction BR1,
- un chargeur embarqué OBC, comprenant son propre moyen de contrôle, et étant couplé à la batterie de traction BR1 par un premier faisceau haute tension de charge Hc1,
- un convertisseur de courant C1, comprenant un moyen de contrôle OBCDC du convertisseur C1, et étant couplé à la batterie de traction BR1 par un second faisceau haute tension de charge Hc2.

[0061] Ce véhicule comprend en outre :

- un deuxième réseau électrique basse tension continue comprenant un faisceau basse tension B1,
- une batterie secondaire BR2, dite de servitude, rechargeable, fonctionnant sous une deuxième basse tension continue par exemple 12V, ou encore entre 12V et 48V, cette batterie secondaire BR2 étant couplée au convertisseur de courant C1 par le faisceau basse tension B1, cette batterie secondaire BR2 comprenant en outre un boîtier BECB apte par exemple à déterminer un état de charge de la batterie secondaire BR2,
- un équipement électrique E1 du véhicule alimenté par la batterie secondaire BR2 via le faisceau basse tension B1.

[0062] Ce véhicule comprend également :

- une première chaîne de transmission comportant au moins une première machine motrice électrique MM1 comprenant un premier onduleur OD1, et fournissant du couple pour entraîner au moins un train T1 à partir de l'énergie stockée dans la batterie de traction BR1, cette première machine motrice MM1 étant couplée à la batterie de traction BR1 via le premier onduleur OD1 par un premier faisceau haute tension H1,
- un compresseur de climatisation CLI couplé à la batterie de traction BR1 via le premier faisceau haute tension H1, ou un autre faisceau haute tension,
- optionnellement une deuxième chaîne de transmission comportant au moins une deuxième machine motrice électrique MM2 comprenant un deuxième onduleur OD2, et fournissant du couple pour entraîner au moins un deuxième train T2 à partir de

l'énergie stockée dans la batterie de traction BR1, cette deuxième machine motrice MM2 étant couplée à la batterie de traction BR1 via le deuxième onduleur OD2 par un deuxième faisceau haute tension H2.

[0063] Le circuit électrique comprend en outre le premier onduleur OD1, le premier faisceau haute tension H1, le deuxième onduleur OD2, le deuxième faisceau haute tension H2, et le compresseur de climatisation CLI.

[0064] On notera également que le premier onduleur OD1, le deuxième onduleur OD2, le compresseur de climatisation CLI, le convertisseur de courant C1, sont susceptibles de décharger la batterie de traction BR1 lors d'un cycle de roulage du véhicule, et sont donc des dispositifs consommateurs OD1, C1, CLI, même si tous ces dispositifs peuvent être réversibles et charger, pour de courtes durées, la batterie de traction BR1. On notera que la première et la deuxième machine motrice MM1, MM2 sont intimement liées au premier et deuxième onduleur OD1, OD2, et qu'elles sont des dispositifs consommateurs au même titre que le premier et le deuxième onduleur OD1, OD2. A l'inverse, le chargeur embarqué OBC non réversible, c'est-à-dire n'ayant que des modes de fonctionnement de recharge de la batterie principale BR1, n'est pas un dispositif consommateur car non seulement il ne peut décharger la batterie de traction TR1 mais la recharge est faite à l'arrêt du véhicule, c'est-à-dire hors cycle de roulage du véhicule. Ainsi, même si ce chargeur embarqué OBC est par exemple réversible et permet de décharger la batterie de traction BR1 à travers un réseau électrique terrestre, il ne sera pas considéré comme un dispositif consommateur au sens de l'invention car le véhicule est à l'arrêt.

[0065] Ce véhicule comprend en outre :

- un réseau de communication CAN,
- un dispositif de contrôle DC, dit de supervision du véhicule.

[0066] Ce réseau de communication CAN, par exemple un bus de données série CAN pour l'acronyme anglais « Controller Area Network » mais d'autres types de bus sont envisageables, couple entre eux :

- le moyen de contrôle BMS de la batterie de traction BR1,
- le moyen de contrôle du chargeur embarqué OBC,
- le moyen de contrôle du convertisseur OBCDC,
- le boîtier BECB,
- un premier moyen de contrôle (non représenté) du premier onduleur OD1,
- un deuxième moyen de contrôle (non représenté) du deuxième onduleur OD2,
- le dispositif de contrôle DC.

[0067] Ainsi par exemple, le moyen de contrôle BMS de la batterie de traction BR1 transmet, via ce réseau de communication CAN, les résultats du dispositif de détermination 102 à n'importe quel moyen ou dispositif de contrôle couplé à ce réseau de

communication CAN, et notamment au dispositif de contrôle DC.

- [0068] Ce réseau de communication CAN est représenté sur la [Fig.1] par un trait en pointillés, alors que le premier réseau électrique haute tension et le deuxième réseau électrique basse tension sont représentés par un trait plein « gras ».
- [0069] On notera que le premier réseau électrique haute tension comprend :
- le premier faisceau haute tension de charge Hc1,
  - le second faisceau haute tension de charge Hc2,
  - le premier faisceau haute tension H1,
  - le deuxième faisceau haute tension H2.
- [0070] Cette architecture de faisceaux haute tension n'est qu'un exemple, et d'autres architectures économisant des longueurs de faisceaux sont bien entendu envisageables comme par exemple fusionner le premier faisceau haute tension H1 avec le deuxième faisceau haute tension H2, l'idée subjacente étant également de n'avoir qu'une sortie (prise) de puissance haute tension sur la batterie de traction BR1 par exemple.
- [0071] On notera que le deuxième réseau électrique basse tension comprend :
- le faisceau basse tension B1.
- [0072] Cette architecture de faisceaux basse tension n'est qu'un exemple, et d'autres architectures sont bien entendu envisageables par exemple en prenant en compte le fait que le véhicule comprend plus qu'un seul équipement électrique E1.
- [0073] Ce deuxième réseau électrique basse tension est notamment le réseau de bord du véhicule, qui par exemple alimente tous les moyens de contrôle ou dispositifs de contrôle DC du véhicule.
- [0074] Le premier réseau électrique haute tension et le deuxième réseau électrique basse tension sont deux réseaux fonctionnant respectivement sous la première tension et la deuxième tension, ces tensions étant par exemple différentes comme précédemment décrit, le convertisseur de courant C1 adaptant la tension d'un réseau à l'autre selon le sens du courant souhaité, dans le cas d'un convertisseur C1 réversible pour transférer du courant de la batterie secondaire BR2 à la batterie de traction BR1 et inversement. Ce convertisseur de courant C1 est par exemple un convertisseur de courant continu / continu, mais pas nécessairement. Sur la [Fig.1] ce convertisseur C1 est représenté en dehors de la batterie de traction BR1 et de la batterie secondaire BR2, mais ce n'est pas obligatoire et il peut être intégré par exemple dans la batterie de traction BR1, au niveau de ses modules ou même de ses cellules.
- [0075] Dans ce qui suit, on considère, à titre d'exemple non limitatif, que le véhicule est de type automobile. Il s'agit par exemple d'une voiture. Mais l'invention n'est pas limitée à ce type de véhicule. Elle concerne en effet tout type de véhicule comprenant une chaîne de transmission comportant au moins une machine motrice électrique produisant du couple pour entraîner au moins un train (par exemple de roues). Par

conséquent, l'invention concerne au moins les véhicules terrestres.

[0076] On entend par « machine motrice électrique », dans tout le texte de ce document, une machine (ou un moteur) électrique agencé(e) de manière à fournir ou récupérer du couple pour déplacer un véhicule, soit seul(e) soit en complément d'au moins une éventuelle autre machine motrice électrique ou thermique (comme par exemple un moteur thermique (réacteur, turboréacteur ou moteur chimique)).

[0077] On entend ici par équipement électrique E1, dans tout le texte de ce document, un équipement électrique alimenté par le réseau basse tension de la batterie secondaire BR2, cette alimentation pouvant se faire sans utiliser le convertisseur de courant C1 et donc sans l'aide de la batterie de traction BR1, et qui a besoin d'une quantité d'énergie électrique plus ou moins forte pour fonctionner et qui peut éventuellement assurer une fonction sécuritaire.

[0078] Dans l'exemple illustré non limitativement sur la [Fig.1], la chaîne de transmission est de type tout électrique et peut comprendre une unique machine motrice électrique MM1. Mais l'invention n'est pas limitée à ce type de chaîne de transmission. En effet, la chaîne de transmission pourrait être de type hybride en comportant en complément une machine motrice thermique associée à au moins un train (par exemple le second T2), ou, comme illustré, une deuxième machine motrice MM2.

[0079] La chaîne de transmission comprend ici, en complément de la première machine motrice électrique MM1, un arbre de transmission et des moyens de couplage de cette première machine motrice à cet arbre de transmission. Le contrôle d'au moins la première machine motrice électrique MM1 et des moyens de couplage est assuré par le dispositif de contrôle DC, dit de supervision du véhicule, via le réseau de communication CAN. Le dispositif de contrôle DC contrôle le premier onduleur OD1 de la première machine motrice MM1.

[0080] Les moyens de couplage sont ici chargés de coupler/découpler la première machine motrice électrique MM1 à/de l'arbre de transmission, sur ordre du dispositif de contrôle DC, afin de communiquer du couple qu'elle produit et qui est défini par une consigne (de couple ou de régime), grâce à l'énergie électrique stockée dans la batterie de traction BR1, à l'arbre de transmission. Ce dernier est ici couplé au premier train T1 (ici de roues).

[0081] Par exemple, le premier train T1 est situé à l'avant du véhicule V, et de préférence. Mais dans une variante ce premier train T1 pourrait être situé à l'arrière du véhicule.

[0082] Les moyens de couplage peuvent, par exemple, être un mécanisme à crabots ou un embrayage ou un convertisseur de couple hydraulique ou encore un frein. Ils peuvent prendre au moins deux états de couplage : un premier (couplé) dans lequel ils assurent le couplage de la première machine motrice électrique MM1 à l'arbre de transmission et un second (découplé) dans lequel ils découplent la première machine motrice

électrique MM1 de l'arbre de transmission. On notera qu'ils peuvent, également et éventuellement, prendre au moins un état intermédiaire (par exemple pour un glissement d'embrayage).

- [0083] En cas de présence de la deuxième machine motrice MM2, le contrôle de cette deuxième machine motrice MM2 se fera, mutatis mutandis de la même façon par le dispositif de contrôle DC.
- [0084] La batterie de traction BR1 est agencée pour stocker de l'énergie électrique sous la première tension. Elle peut notamment être rechargée via le chargeur embarqué OBC configuré en phase de recharge de sorte à recharger la batterie de traction BR1, ce chargeur embarqué OBC étant couplé au réseau de distribution de courant terrestre via par exemple un cordon électrique amovible dédié raccordé au chargeur embarqué OBC d'une part, et à une borne de recharge ou une prise de courant du réseau de distribution de courant terrestre.
- [0085] On comprendra par batterie secondaire, dite de servitude BR2 dans tout le texte de ce document, une batterie fonctionnant sous la deuxième tension (notamment 12V) qui est inférieure à la première tension.
- [0086] On comprendra par batterie principale, dite de traction BR1 dans tout le texte de ce document, une batterie fonctionnant sous la première tension qui est supérieure à la deuxième tension, et qui alimente en courant la ou les machines motrices MM1, MM2. Cette batterie principale BR1 a une capacité de stockage d'énergie généralement très supérieure à la batterie secondaire BR2.
- [0087] Le chargeur embarqué OBC est représenté déporté de la batterie de traction BR1, mais ce n'est pas obligatoire : il peut être intégré entièrement dans la batterie de traction BR1, au niveau même des modules ou des cellules, tout comme les onduleurs OD1, OD2, et le convertisseur C1.
- [0088] Ce chargeur embarqué OBC est par exemple un convertisseur redresseur de courant alternatif – continu, et peut piloter la recharge en tension, en courant, ou tout autre cycle comprenant la phase de recharge, une phase de décharge, une phase de relaxation de la batterie de traction BR1.
- [0089] Ainsi, ce dispositif de contrôle DC, par le moyen du réseau de communication CAN, peut notamment désactiver la recharge ou limiter une puissance consommée par l'un quelconque des onduleurs OD1, OD2, du convertisseur C1, ou du chargeur embarqué OBC.
- [0090] Le procédé selon l'invention est mis en œuvre par exemple au moyen du dispositif de contrôle DC. Mais ce n'est pas obligatoire, et comme explicité par de nombreux exemples en référence à la [Fig.1], cette mise en œuvre peut se faire par plusieurs dispositifs de contrôle répartis dans le véhicule, ou en partie regroupés dans un calculateur dédié, ces calculateurs recevant les données nécessaires de différents capteurs disposés

dans le véhicule, via le réseau CAN par exemple.

[0091] Ces calculateurs sont par exemple :

- le moyen de contrôle de la batterie principale BMS,
- le moyen de contrôle du chargeur embarqué OBC,
- le moyen de contrôle du convertisseur OBCDC,
- le boîtier BECB,
- le premier moyen de contrôle (non représenté) du premier onduleur OD1,
- le deuxième moyen de contrôle (non représenté) du deuxième onduleur OD2,
- le dispositif de contrôle DC.

[0092] Ces calculateurs comprennent un éventuel programme dédié, par exemple. Par conséquent, un calculateur ou dispositif de contrôle DC selon l'invention, peuvent être réalisés sous la forme de modules logiciels (ou informatiques (ou encore « software »)), ou bien de circuits électroniques (ou « hardware »), ou encore d'une combinaison de circuits électroniques et de modules logiciels ».

[0093] Le dispositif de contrôle DC et/ou les calculateurs, comprennent les moyens d'acquisition, de traitement par instructions logicielles stockées dans une mémoire ainsi que les moyens de commande requis à la mise en œuvre d'un procédé, notamment un procédé selon l'invention, notamment le moyen de contrôle de la batterie principale BMS.

[0094] L'invention porte donc sur un procédé de détermination de l'autonomie kilométrique restante, à un instant donné, d'un mode de propulsion électrique d'un véhicule automobile.

[0095] Ce véhicule comprend :

- l'ensemble de dispositifs consommateurs OD1, OD2, C1, CLI comprenant une machine motrice électrique MM1, MM2 apte à propulser le véhicule pour le mode de propulsion électrique,
- la batterie de traction BR1 propre à alimenter l'ensemble des dispositifs consommateurs OD1, OD2, C1, CLI,
- le moyen de recharge OBC de la batterie de traction BR1,
- le contrôleur de batterie BMS propre à mettre en œuvre le procédé, ce procédé exécutant à tout instant des étapes 10 de :
  - détermination de l'état d'énergie SOE de la batterie de traction BR1,
  - détermination de la capacité énergétique restante CSOE de la batterie de traction BR1,
  - détermination de l'état de charge SOC de la batterie de traction BR1,
  - affichage de l'autonomie kilométrique restante 50 du véhicule en mode de propulsion électrique.

[0096] Ce procédé exécute des étapes 20 de:

- tant que l'état de charge SOC est compris entre 100% inclus et un premier seuil d'état de charge SOC<sub>s1</sub>, détermination de l'autonomie kilométrique restante à l'instant donné en divisant la capacité énergétique restante CSOE à l'instant donné par une consommation kilométrique d'énergie prédéterminée et constante CMH.

[0097] Ce premier seuil d'état de charge SOC<sub>s1</sub> est par exemple compris entre 70 et 90% inclus, notamment 80%.

[0098] La consommation kilométrique d'énergie prédéterminée et constante CMH est mémorisée par le contrôleur de batterie et correspond par exemple à une capacité énergétique à neuf de la batterie à un état de charge de 100%, divisée par une autonomie kilométrique homologuée du véhicule.

[0099] Un autre exemple de consommation kilométrique d'énergie prédéterminée et constante CMH correspond par exemple à la plus petite capacité énergétique à neuf pour un état de charge de 100% parmi des batteries d'un parc de cette batterie, divisée par une autonomie kilométrique homologuée du véhicule.

[0100] La [Fig.3] illustre ce parc de batteries de traction et divulgue un diagramme faisant correspondre un état d'énergie SOE exprimé en absolu par des KWh avec différents états de charge SOC<sub>r</sub>, SOC<sub>u1</sub>, SOC<sub>u2</sub> d'un parc de batteries neuves de même conception et issues d'un même procédé de fabrication. Ce parc neuf est ici constitué de deux batteries, mais bien évidemment c'est un cas simpliste puisqu'en réalité on pourra envisager des centaines voire des milliers de batteries de tractions identiques. La [Fig.3] illustre une première batterie et une deuxième batterie, pour simplifier. Ces deux batteries étant de conception identique, elles présentent les mêmes valeurs d'état d'énergie maximale théoriques SOE<sub>tmax</sub> et minimale SOE<sub>tmin</sub>, ici respectivement 50 KWh et 0 KWh. Ce sont des exemples numériques mais qui ne sont absolument pas limitatifs, la batterie de traction pourrait par exemple avoir une valeur d'état d'énergie maximale théoriques SOE<sub>tmax</sub> supérieure à 50 KWh, par exemple 80 ou 100 KWh ou d'avantage.

[0101] Ces deux batteries ont chacune un d'état de charge théorique SOC<sub>t</sub> dont une valeur de 0% correspond à l'état d'énergie minimale théorique SOE<sub>tmin</sub> de 0KWh et une valeur de 100% (pleine charge) correspond à l'état d'énergie maximal théorique SOE<sub>tmax</sub> de 50KWh. Ainsi en pleine charge, c'est-à-dire avec un état de charge théorique SOC<sub>t</sub> à 100%, ces batteries ont une capacité énergétique restante théoriquement de 50 KWh (50 KWh – 0 KWh).

[0102] Mais ces valeurs d'état d'énergie maximale théoriques SOE<sub>tmax</sub> et minimale SOE<sub>tmin</sub> ainsi que l'état de charge théorique SOC<sub>t</sub> à 100% ou à 0% ne sont volontairement jamais atteints car dans ce cas l'état de santé de la batterie se dégraderait fortement, voire il apparaîtrait une température excessive de l'une des cellules de la batterie, ou une panne du véhicule nécessitant l'intervention d'un service de

maintenance voire le changement de la batterie. C'est pourquoi le contrôleur de batterie BMS est configuré de sorte à maintenir la batterie de traction BR1 dans un état de charge dit utile, par exemple un premier état de charge utile SOCu1 pour la première batterie, et un deuxième état de charge utile SOC u2 pour la deuxième batterie.

- [0103] Ces états de charge dits utiles SOCu1, SOCu2 sont généralement les états de charge implicites utilisés par l'homme de l'art. C'est par exemple le cas dans le texte de ce document, l'état de charge SOC ainsi que les seuils SOC<sub>s1</sub>, SOC<sub>s2</sub>, SOC<sub>s3</sub> étant implicitement exprimés dans l'échelle de l'état de charge utile SOCu1, SOCu2.
- [0104] Chacun de ces états de charges utiles s'expriment en pourcentage entre 0% et 100%, mais comme cela est illustré sur la [Fig.3], le premier état de charge utile SOC u1 à 100% correspond en fait à la valeur de l'état de charge théorique SOC t strictement inférieure à 100% et plus précisément dans cet exemple égale à 97%, ce qui correspond en outre à un état d'énergie SOE de 48,5 KWh et non pas à l'état d'énergie maximale théorique SOE t<sub>max</sub> de 50 KWh. De même, le deuxième état de charge utile SOC u2 à 100% correspond en fait à la valeur de l'état de charge théorique SOC t strictement inférieure à 100% et plus précisément dans cet exemple égale à 92%, ce qui correspond en outre à un état d'énergie SOE de 46,3 KWh et non pas à l'état d'énergie maximale théorique SOE t<sub>max</sub> de 50 KWh.
- [0105] Le même raisonnement est fait pour les valeurs à 0% des premiers et deuxième état de charge utiles SOC u1, SOC u2 qui, pour cette valeur de 0% correspondent en fait à des valeurs strictement supérieures à 0% de l'état de charge théorique SOC t qui correspondent elles-mêmes à une valeur de l'état d'énergie SOE de 1 KWh pour le premier état de charge utile SOC u1 à 0%, et 2 KWh pour le deuxième état de charge utile SOC u2 à 0%.
- [0106] Comme déjà explicité, la capacité énergétique restante CSOE d'une batterie à un instant de pleine charge est la différence entre l'état d'énergie SOE correspondant à un état de charge utile SOCu1, SOCu2, de 100% et l'état d'énergie correspondant à un état de charge utile SOCu1, SOCu2 de 0%. Par exemple, sur cette [Fig.3] la capacité à neuf de la première batterie en pleine charge est égale à 48,5 KWh – 1 KWh soit 47,5 KWh. De même, la capacité énergétique à neuf en pleine charge de la deuxième batterie est égale à 46,3 KWh – 2 KWh soit 44,3 KWh. Cette capacité énergétique à neuf en pleine charge est donc différente entre la première batterie et la deuxième batterie, du fait des dispersions de fabrication d'une batterie à l'autre, et en particulier des dispersions d'une cellule de batterie à une autre. Les valeurs d'état d'énergie à neuf correspondant aux 0% et 100% de l'état de charge utile sont donc propres à chaque batterie et sont prédéterminées par le fabricant de la batterie. Pour la détermination de la consommation moyenne homologuée CMH selon l'invention, elle est fixe et dé-

pendante uniquement du type de batterie, du véhicule, et de l'autonomie du véhicule déterminée lors du cycle de roulage utilisé lors de l'homologation de l'autonomie du véhicule, et par exemple de la capacité énergétique restante à neuf à pleine charge la plus faible de l'ensemble des batteries fabriquées pour ce type de véhicule. Dans notre exemple de la [Fig.3], cette capacité énergétique restante à neuf à pleine charge utilisée pour déterminer la consommation moyenne homologuée CMH sera la plus faible des deux batteries, à savoir 44,3 KWh. C'est pourquoi, dans ce cas précis, un véhicule ayant une batterie de traction BR1 d'une capacité énergétique restante à neuf à pleine charge supérieure à la plus petite capacité énergétique à neuf pour un état de charge de 100% parmi les batteries du parc de cette batterie, à savoir dans notre exemple 44,3 KWh (mais strictement inférieure à 50 KWh) pourra avoir une autonomie kilométrique restante à un instant donné correspondant à une pleine charge légèrement supérieure à l'autonomie homologuée. La première batterie par exemple, rentre dans cette possibilité.

[0107] Ces exemples de valeurs d'état de charge SOE sont valables pour la première et la deuxième batterie à neuf, c'est-à-dire pour un état de santé de 100% et une température de référence des batteries de 20°C par exemple. Mais il est clair que la capacité énergétique restante à pleine charge de ces batteries diminue avec la dégradation de leur état de santé, de même qu'elle est également influencée par les variations de température des batteries, en particulier les batteries comprenant des cellules de type lithium-ion. La [Fig.3] représente les batteries à neuf, et ne représente pas l'évolution de ces capacités en fonction de la température et de l'état de santé, mais ce sont des évolutions bien connues de l'homme de l'art.

[0108] Ce procédé exécute à tout instant une étape de détermination d'une consommation kilométrique d'énergie moyenne réalisée CMR par l'ensemble des dispositifs consommateurs OD1, OD2, C1, CLI, et tant que l'état de charge SOC est compris entre le premier seuil d'état de charge SOC<sub>1</sub> inclus et un troisième seuil d'état de charge SOC<sub>3</sub> inclus strictement inférieur au premier seuil d'état de charge SOC<sub>1</sub>, exécute une étape 30 de :

- détermination d'une consommation moyenne en énergie kilométrique de convergence CMC,

- détermination de l'autonomie kilométrique restante à l'instant donné en divisant la capacité énergétique restante CSOE à l'instant donné par la consommation moyenne en énergie kilométrique de convergence CMC,

cette consommation moyenne en énergie kilométrique de convergence CMC étant telle que :

- elle est égale à la valeur de la consommation kilométrique d'énergie prédéterminée et constante CMH si l'état de charge SOC est égal au premier seuil d'état de charge

SOCs1,

- elle est égale à la valeur de la consommation kilométrique d'énergie moyenne réalisée CMR si l'état de charge SOC est égal au troisième seuil d'état de charge SOC3,

- et elle évolue linéairement entre la valeur de la consommation kilométrique d'énergie prédéterminée et constante CMH et la valeur de la consommation kilométrique d'énergie moyenne réalisée CMR pour chaque valeur de l'état de charge SOC comprise entre le premier seuil d'état de charge SOC1 et le troisième seuil d'état de charge SOC3.

[0109] Ce troisième seuil d'état de charge SOC3 est par exemple compris entre 40% et 60% inclus, notamment égal à 50%.

[0110] Ce procédé détermine un instant initial égal à l'instant de la fin d'un cycle de recharge de la batterie au cours duquel l'état de charge SOC atteint ou dépasse un deuxième seuil d'état de charge SOC2 de la batterie supérieur au premier seuil d'état de charge SOC1, et exécute à tout instant une étape de détermination d'un kilométrage parcouru KP depuis cet instant initial, la consommation kilométrique d'énergie moyenne réalisée CMR correspondant à une consommation énergétique cumulée CEC de l'ensemble des dispositifs consommateurs OD1, OD2, C1, CLI, depuis l'instant initial jusqu'à l'instant donné, divisée par le kilométrage parcouru KP à l'instant donné.

[0111] Ce deuxième seuil d'état de charge SOC2 est par exemple compris entre 90% et 100% inclus.

[0112] Un autre exemple de consommation kilométrique d'énergie moyenne réalisée CMR correspond à une moyenne glissante de la consommation énergétique cumulée CEC de l'ensemble des dispositifs consommateurs OD1, OD2, C1, CLI, sur un kilométrage parcouru prédéterminé se terminant à l'instant donné, notamment un kilométrage parcouru prédéterminé de 50 Km.

[0113] Ce procédé exécute une étape 40 de détermination de l'autonomie kilométrique restante à l'instant donné en divisant l'état d'énergie SOE à l'instant donné par la consommation kilométrique d'énergie moyenne réalisée CMR, selon l'un des deux exemples donnés mais ce n'est pas limitatif, à l'instant donné, et tant que l'état de charge SOC est compris entre 0% inclus et le troisième seuil d'état de charge SOC3.

[0114] Ce procédé s'applique notamment au véhicule automobile comprenant :

- l'ensemble des dispositifs consommateurs OD1, OD2, C1, CLI comprenant une machine motrice électrique MM1, MM2 apte à propulser le véhicule pour le mode de propulsion électrique,

- la batterie de traction BR1 propre à alimenter l'ensemble des dispositifs consommateurs OD1, OD2, C1, CLI,

- le moyen de recharge OBC de la batterie de traction BR1,
- le contrôleur de batterie BMS comprenant les moyens d'acquisition, de traitement par instructions logicielles stockées dans une mémoire ainsi que les moyens de commande requis à mise en œuvre du procédé précédemment décrit.

[0115] Ce mode de propulsion électrique est par exemple l'unique mode de propulsion du véhicule.

[0116] Le moyen de recharge de la batterie OBC est par exemple un chargeur embarqué OBC propre à être connecté à un réseau électrique terrestre, et/ou la machine motrice électrique MM1, MM2, en mode générateur de courant.

[0117] La [Fig.2] illustre les étapes principales du procédé selon l'invention sous la forme d'un logigramme très simplifié et en particulier:

- l'étape 10 de détermination de l'état d'énergie SOE, de la capacité énergétique restante CSOE, et de l'état de charge SOC de la batterie de traction BR1,
- l'étape 50 d'affichage de l'autonomie kilométrique restante,
- l'étape 20 de détermination de l'autonomie kilométrique restante à l'instant donné en divisant la capacité énergétique restante CSOE à l'instant donné par la consommation kilométrique d'énergie prédéterminée et constante CMH,
- l'étape 30 de détermination de la consommation moyenne en énergie kilométrique de convergence CMC, et de l'autonomie kilométrique restante à l'instant donné en divisant la capacité énergétique restante CSOE à l'instant donné par la consommation moyenne en énergie kilométrique de convergence CMC,
- l'étape 40 de détermination de l'autonomie kilométrique restante à l'instant donné en divisant l'état d'énergie SOE à l'instant donné par la consommation kilométrique d'énergie moyenne réalisée CMR à l'instant donné.

[0118] On remarquera que sur la [Fig.2] les étapes de détermination ne sont pas systématiquement représentées par un rectangle entourant le N° d'étape, mais apparaissent sous la forme de données d'entrée vers une étape d'acquisition de ces données. Ainsi, par exemple l'étape 10 représentée désigne la détermination des états SOE, CSOE, SOC tout comme l'acquisition de ces résultats, de sorte à simplifier le logigramme du procédé selon l'invention.

## Revendications

- [Revendication 1] Procédé de détermination de l'autonomie kilométrique restante, à un instant donné, d'un mode de propulsion électrique d'un véhicule automobile, ce véhicule comprenant :
- un ensemble de dispositifs consommateurs (OD1, OD2, C1, CLI) comprenant une machine motrice électrique (MM1, MM2) apte à propulser le véhicule pour le mode de propulsion électrique,
  - une batterie de traction (BR1) propre à alimenter l'ensemble des dispositifs consommateurs (OD1, OD2, C1, CLI),
  - un moyen de recharge (OBC) de la batterie de traction (BR1),
  - un contrôleur de batterie (BMS) propre à mettre en œuvre le procédé, ce procédé exécutant à tout instant des étapes (10) de :
    - détermination d'un état d'énergie SOE de la batterie de traction (BR1),
    - détermination d'une capacité énergétique restante CSOE de la batterie de traction (BR1)
    - détermination d'un état de charge SOC de la batterie de traction (BR1),
    - affichage de l'autonomie kilométrique restante (50) du véhicule en mode de propulsion électrique,
- caractérisé en ce que le procédé exécute des étapes (20) de:
- tant que l'état de charge SOC est compris entre 100% inclus et un premier seuil d'état de charge SOC<sub>s1</sub>, détermination de l'autonomie kilométrique restante à l'instant donné en divisant la capacité énergétique restante CSOE à l'instant donné par une consommation kilométrique d'énergie prédéterminée et constante CMH.
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, le premier seuil d'état de charge SOC<sub>s1</sub> étant compris entre 70 et 90% inclus, notamment 80%.
- [Revendication 3] Procédé selon la revendication 1 ou 2, la consommation kilométrique d'énergie prédéterminée et constante CMH étant mémorisée par le contrôleur de batterie et correspondant à une capacité énergétique à neuf de la batterie à un état de charge de 100%, divisée par une autonomie kilométrique homologuée du véhicule.
- [Revendication 4] Procédé selon la revendication 1 ou 2, la consommation kilométrique d'énergie prédéterminée et constante CMH étant mémorisée par le contrôleur de batterie et correspondant à la plus petite capacité énergétique à neuf pour un état de charge de 100% parmi des batteries d'un parc de cette batterie, divisée par une autonomie kilométrique ho-

mologuée du véhicule.

[Revendication 5]

Procédé selon l'une des revendications précédentes exécutant à tout instant une étape de détermination d'une consommation kilométrique d'énergie moyenne réalisée CMR par l'ensemble des dispositifs consommateurs (OD1, OD2, C1, CLI), et tant que l'état de charge SOC est compris entre le premier seuil d'état de charge SOC<sub>s1</sub> inclus et un troisième seuil d'état de charge SOC<sub>s3</sub> inclus strictement inférieur au premier seuil d'état de charge SOC<sub>s1</sub>, exécute une étape (30) de :

- détermination d'une consommation moyenne en énergie kilométrique de convergence CMC,
- détermination de l'autonomie kilométrique restante à l'instant donné en divisant la capacité énergétique restante CSOE à l'instant donné par la consommation moyenne en énergie kilométrique de convergence CMC,

cette consommation moyenne en énergie kilométrique de convergence CMC étant telle que :

- elle est égale à la valeur de la consommation kilométrique d'énergie prédéterminée et constante CMH si l'état de charge SOC est égal au premier seuil d'état de charge SOC<sub>s1</sub>,
- elle est égale à la valeur de la consommation kilométrique d'énergie moyenne réalisée CMR si l'état de charge SOC est égal au troisième seuil d'état de charge SOC<sub>s3</sub>,
- et elle évolue linéairement entre la valeur de la consommation kilométrique d'énergie prédéterminée et constante CMH et la valeur de la consommation kilométrique d'énergie moyenne réalisée CMR pour chaque valeur de l'état de charge SOC comprise entre le premier seuil d'état de charge SOC<sub>s1</sub> et le troisième seuil d'état de charge SOC<sub>s3</sub>.

[Revendication 6]

Procédé selon la revendication 5, le troisième seuil d'état de charge SOC<sub>s3</sub> étant compris entre 40% et 60% inclus, notamment 50%.

[Revendication 7]

Procédé selon l'une des revendications 5 et 6, déterminant un instant initial égal à l'instant de la fin d'un cycle de recharge de la batterie au cours duquel l'état de charge SOC atteint ou dépasse un deuxième seuil d'état de charge SOC<sub>s2</sub> de la batterie supérieur au premier seuil d'état de charge SOC<sub>s1</sub>, et exécutant à tout instant une étape de détermination d'un kilométrage parcouru KP depuis cet instant initial, la consommation kilométrique d'énergie moyenne réalisée CMR correspondant à une consommation énergétique cumulée CEC de l'ensemble des dispositifs consommateurs (OD1, OD2, C1, CLI), depuis

l'instant initial jusqu'à l'instant donné, divisée par le kilométrage parcouru KP à l'instant donné.

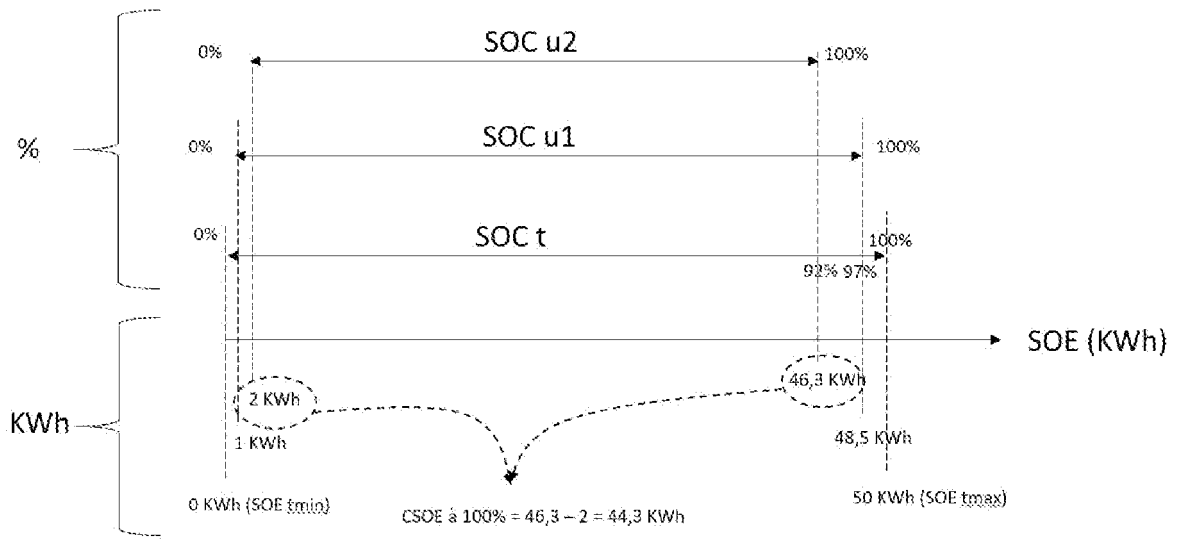
[Revendication 8] Procédé selon la revendication 7, le deuxième seuil d'état de charge SOCs2 étant compris entre 90% et 100% inclus.

[Revendication 9] Procédé selon l'une des revendications 5 et 6, la consommation kilométrique d'énergie moyenne réalisée CMR correspondant à une moyenne glissante d'une consommation énergétique cumulée CEC de l'ensemble des dispositifs consommateurs (OD1, OD2, C1, CLI), sur un kilométrage parcouru prédéterminé se terminant à l'instant donné, notamment de 50 Km.

[Revendication 10] Procédé selon l'une des revendications 5 à 9, exécutant une étape (40) de détermination de l'autonomie kilométrique restante à l'instant donné en divisant l'état d'énergie SOE à l'instant donné par la consommation kilométrique d'énergie moyenne réalisée CMR à l'instant donné tant que l'état de charge SOC est compris entre 0% inclus et le troisième seuil d'état de charge SOCs3.



[Fig. 3]



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

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

**FA 904832**  
**FR 2203295**

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	US 2014/095060 A1 (HEO SANG JIN [KR] ET AL) 3 avril 2014 (2014-04-03)	1-4	B60L58/12 G01R31/382 G01R31/36
Y	* abrégé; revendications 1-7; figures 3-8 * * alinéa [0033] - alinéa [0056] * -----	5-10	
X	WO 2021/148728 A1 (PSA AUTOMOBILES SA [FR]) 29 juillet 2021 (2021-07-29) * abrégé; revendications 1-10; figures 1,2 * * page 2 - page 11 * -----	1	
Y	WO 2011/123690 A1 (FISKER AUTOMOTIVE INC; JASTRZEBSKI MARK [US]) 6 octobre 2011 (2011-10-06) * abrégé; revendications 1-15; figures 2-8 * * page 6 - page 20 * -----	5-10	
A	EP 3 309 567 A1 (CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO LTD [CN]) 18 avril 2018 (2018-04-18) * abrégé; revendications 1-15; figures 1-6 * * page 3 - page 8 * -----	1-10	
A	US 2022/080854 A1 (SALTER STUART C [US] ET AL) 17 mars 2022 (2022-03-17) * le document en entier * -----	1-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)  B60L H02J G01R B60W
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
11 novembre 2022		Koutsorodis, Dafni	
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 à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		D : cité dans la demande	
A : arrière-plan technologique		L : cité pour d'autres raisons	
O : divulgation non-écrite		.....	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2203295 FA 904832**

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 **11-11-2022**  
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
<b>US 2014095060 A1</b>	<b>03-04-2014</b>	<b>CN 103713262 A</b>	<b>09-04-2014</b>
		<b>KR 20140042141 A</b>	<b>07-04-2014</b>
		<b>US RE47527 E</b>	<b>23-07-2019</b>
		<b>US 2014095060 A1</b>	<b>03-04-2014</b>
-----			
<b>WO 2021148728 A1</b>	<b>29-07-2021</b>	<b>FR 3106536 A1</b>	<b>30-07-2021</b>
		<b>WO 2021148728 A1</b>	<b>29-07-2021</b>
-----			
<b>WO 2011123690 A1</b>	<b>06-10-2011</b>	<b>CN 102870270 A</b>	<b>09-01-2013</b>
		<b>EP 2553754 A1</b>	<b>06-02-2013</b>
		<b>JP 2013523523 A</b>	<b>17-06-2013</b>
		<b>US 2014121956 A1</b>	<b>01-05-2014</b>
		<b>WO 2011123690 A1</b>	<b>06-10-2011</b>
-----			
<b>EP 3309567 A1</b>	<b>18-04-2018</b>	<b>CN 106329021 A</b>	<b>11-01-2017</b>
		<b>EP 3309567 A1</b>	<b>18-04-2018</b>
		<b>US 2018106867 A1</b>	<b>19-04-2018</b>
		<b>US 2020319257 A1</b>	<b>08-10-2020</b>
-----			
<b>US 2022080854 A1</b>	<b>17-03-2022</b>	<b>CN 114248628 A</b>	<b>29-03-2022</b>
		<b>DE 102021123782 A1</b>	<b>17-03-2022</b>
		<b>US 2022080854 A1</b>	<b>17-03-2022</b>
-----			