

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
—
COURBEVOIE
—

①① N° de publication :

3 078 154

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national :

18 51462

⑤① Int Cl⁸ : **G 01 C 23/00** (2018.01)

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ DETECTION D'IRREGULARITES SUR LES ROUTES.

②② Date de dépôt : 21.02.18.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *PSA AUTOMOBILES SA Société
anonyme* — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 23.08.19 Bulletin 19/34.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 17.01.20 Bulletin 20/03.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : BENANE SAID.

⑦③ Titulaire(s) : *PSA AUTOMOBILES SA Société
anonyme.*

⑦④ Mandataire(s) : *PEUGEOT CITROEN
AUTOMOBILES SA Société anonyme.*

FR 3 078 154 - B1



DETECTION D'IRREGULARITES SUR LES ROUTES

L'invention a trait au domaine de l'automobile et plus particulièrement à la gestion et la remontée d'information sur la qualité des routes par le biais des données récoltées par un véhicule.

- 5 Le document de brevet publié DE 10 2014 214 729 A1 divulgue un système de détection d'irrégularités sur une route parcourue par un véhicule. Lorsqu'un capteur du véhicule détecte une irrégularité, le véhicule envoie cette information, accompagnée de la position du véhicule, à une banque de données. Il s'agit ici principalement de la détection d'un nid-de-poule. Cette information est incomplète
- 10 car pour évaluer la qualité d'une route, la taille (profondeur, largeur dans la direction transversale à la route, longueur) des irrégularités est importante, et notamment à mettre en lien avec les vitesses pratiquées/praticables sur la route en question. Par exemple, un dos d'âne est une irrégularité de la route qui doit être tolérée en ville mais une bosse équivalente sur une portion de route départementale ne doit pas
- 15 être tolérée. Ainsi, le système décrit dans le document mentionné ci-dessus nécessite d'être amélioré, et à cette fin, les informations recueillies par le véhicule nécessitent d'être traitées plus finement.

- L'invention a pour objectif de pallier au moins un des inconvénients de l'état de la technique susmentionné. Plus particulièrement, l'invention a pour objectif de
- 20 proposer un véhicule, ainsi qu'un système et une méthode de traitement des informations recueillies par le véhicule qui améliorent l'interprétation qui peut être faite des irrégularités de la route.

- L'invention a pour objet un véhicule automobile comprenant : un châssis ; au moins quatre roues et leurs dispositifs d'amortissement respectifs reliant chaque roue au
- 25 châssis ; et des moyens de détection des irrégularités de la route parcourue par ledit véhicule ; remarquable en ce que les moyens de détection des irrégularités comprennent des capteurs de la position, de la vitesse et/ou de l'accélération d'un point caractéristique de chacun des dispositifs d'amortissement, le véhicule comprenant en outre une unité de traitement des données détectées par les moyens
- 30 de détection, l'unité de traitement étant programmée pour déterminer, à tout instant, une surface géométrique caractéristique de la position, vitesse et/ou accélération

des points caractéristiques, l'unité de traitement étant également programmée pour déterminer la présence et des propriétés d'une irrégularité de la route lorsque ladite surface géométrique varie au cours du temps, au-delà d'un seuil prédéterminé.

5 La position, la vitesse et l'accélération des points caractéristiques peuvent être mesurées dans les trois directions de l'espace, au moyen de dispositifs connus, comme par exemple des accéléromètres.

10 La surface géométrique peut être une surface définie par une équation paramétrique du type $f(x, y, z)=0$ dans un repère qui par exemple trouve son origine au centre de gravité du véhicule et dont les axes sont parallèles aux axes longitudinal, transversal et vertical du véhicule. Les paramètres de l'équation de la surface géométrique sont suivis au cours du temps et lorsque la dérivée de la courbe au cours du temps d'un de ces paramètres dépasse (en valeur absolue) une valeur seuil, cela signifie que la surface géométrique change de façon abrupte. La valeur seuil peut être fixe, obtenue empiriquement lors du développement du véhicule, personnalisable, 15 variable par apprentissage, ou variable en fonction du contexte. En effet, une irrégularité est par définition un événement différent de la majorité de la route qui est parcourue, donc selon le contexte, une petite bosse peut être tolérable (sur chemin forestier accidenté par exemple) alors que la même bosse n'a pas lieu d'être sur autoroute. Des variations des paramètres au cours du temps moins abrupts, c'est-à-dire une dérivée de ces paramètres qui reste (en valeur absolue) inférieure à une 20 valeur seuil, sont un signe d'absence d'irrégularité sur la route. La surface géométrique peut donc bien varier « doucement », par exemple en courbe ou sur route inclinée, sans engendrer une identification d'une irrégularité inexistante.

25 Selon un mode avantageux de l'invention, les moyens de détection comprennent des capteurs de poids mesurant le poids porté par chacune des roues, l'unité de traitement étant programmée pour recevoir les données de poids, et en déduire un déplacement relatif des points caractéristiques et/ou un moment de torsion du châssis autour de l'axe longitudinal du véhicule et passant par son centre de gravité.

30 Il est possible à partir du système de navigation de la voiture de savoir si le véhicule évolue en ligne droite et donc de détecter si une torsion du châssis ou une

répartition non équitable de la masse est due par exemple à une courbe sur la route plutôt qu'à un défaut sur la chaussée.

Selon un mode avantageux de l'invention, la surface géométrique caractéristique est le plan géométrique moyen de l'ensemble des points caractéristiques.

- 5 Un plan géométrique est défini par trois points. Lorsque le véhicule évolue sur une route rectiligne sans irrégularité, les quatre points caractéristiques peuvent être coplanaires, s'ils sont choisis pour correspondre à des endroits identiques sur chaque amortisseur. Par contre, en cas d'irrégularité sur la route, les quatre points ne sont plus coplanaires. Il est possible de définir un plan moyen qui est le plan qui
- 10 minimise les distances de chacun des points au plan, au sens des moindres carrés. Un tel plan peut être défini par l'équation $ax+by+cz+d=0$, où a , b , c , et d sont définis à chaque instant pour que la somme des distances au carré des points caractéristiques au plan soit minimale. En suivant les variations des paramètres a , b , c et d au cours du temps, une irrégularité peut être détectée.
- 15 Selon un mode avantageux de l'invention, la surface géométrique caractéristique est le paraboloïde elliptique de moindre écart par rapport aux points caractéristiques.

- De la même manière que pour un plan, le paraboloïde elliptique le plus proche des points caractéristiques peut être par exemple défini par une équation de la forme $ax^2 + by^2 - z + d = 0$, où a , b et d sont tels que la somme des distances au carré des
- 20 points caractéristiques au paraboloïde est minimale.

Alternativement, d'autres quadriques ou d'autres méthodes de calcul de surface moyenne peuvent être utilisées. Pour suivre au cours du temps l'évolution de la surface il est simplement nécessaire que le type de surface et la méthode utilisée pour déterminer la surface à tout instant restent invariables.

- 25 Selon un mode avantageux de l'invention, chaque point caractéristique est le centre de gravité respectif d'une roue, ou correspond à un point qui à tout instant a la même vitesse et accélération dans les trois directions que le centre de gravité de chaque roue, respectivement.

Le point caractéristique peut être théorique, comme l'est le centre de gravité d'une roue, ou physique. Des capteurs adéquatement positionnés permettent de déduire la position, vitesse et accélération de tels points. Ces capteurs peuvent par exemple être positionnés sur les triangles de suspension, ou sur la tige ou le corps de l'amortisseur.

Selon un mode avantageux de l'invention, l'unité de traitement consolide les informations sur une période donnée de temps précédant et suivant la détection d'une irrégularité afin de déterminer des informations additionnelles de l'irrégularité, notamment la longueur dans le sens de la route.

Ainsi, en analysant les données relevées pendant quelques instants (ou quelques mètres de route) avant et après la survenue d'une irrégularité, il est possible de compléter les informations relatives à cette irrégularité. L'étendue en longueur ou la répétition cyclique d'une irrégularité peut ainsi être mesurée.

Selon un mode avantageux de l'invention, l'unité de traitement recueille les données d'une caméra pour consolider les informations liées à la détection d'une irrégularité.

Les caméras permettent d'observer le profil de la route ou la nature de son revêtement. En combinant les données provenant de la caméra, il est possible d'éviter d'interpréter par erreur certaines vibrations de la voiture comme étant des irrégularités de la route. Par exemple, il est possible d'éviter d'interpréter comme irrégularité de la route les bandes blanches au sol en relief, les dos d'âne ou les irrégularités temporaires (boue, neige, dépouille d'animal, etc.) qui pourraient se trouver sur la route.

Par exemple, la caméra de recul du véhicule peut être utilisée à cette fin.

Selon un mode avantageux de l'invention, le véhicule comprend des moyens de communication pour envoyer les informations relatives à l'irrégularité détectée vers un serveur central qui collecte les données relatives aux irrégularités de la route fournies par plusieurs véhicules.

En consolidant les données envoyées par plusieurs véhicules, il est rapidement possible d'écarter les identifications erronées d'irrégularités. Il est aussi possible de

prioriser les interventions de réparation de la chaussée en fonction du nombre de véhicule parcourant la route en question ou en fonction de la taille du défaut sur la chaussée.

5 Ces informations peuvent le cas échéant être accompagnées de la géolocalisation du véhicule si celui-ci est équipé d'un système de navigation.

10 L'invention a également pour objet une méthode de gestion des irrégularités d'une route, la méthode étant remarquable en ce qu'elle comprend les étapes suivantes : la détection de la position, vitesse et/ou accélération d'un point caractéristique associé à chacune des roues d'un véhicule ; le traitement des données ainsi détectées, l'opération de traitement comprenant la détermination, à tout instant, d'une surface géométrique caractéristique de la position, vitesse et/ou accélération des points caractéristiques, et l'identification, si la surface géométrique varie au cours du temps au-delà d'un seuil de variation prédéterminé, d'une irrégularité sur la route.

15 La méthode peut comprendre en outre la communication de données liées à l'irrégularité ainsi détectée à des tiers.

20 L'invention a également pour objet un système de détection des irrégularités d'une route comprenant : un véhicule automobile avec un châssis, au moins quatre roues et leurs dispositifs d'amortissement respectifs pour relier chaque roue au châssis, et des moyens de détection des irrégularités de la route parcourue par ledit véhicule ; un serveur central recueillant les informations sur les irrégularités de la route ; et des moyens de communication entre le véhicule et le serveur central ; remarquable en ce que les moyens de détection des irrégularités comprennent des capteurs de la position, de la vitesse et/ou de l'accélération d'un point caractéristique de chacun des dispositifs d'amortissement ; les données détectées sont envoyées en temps réel au serveur central via les moyens de communication, accompagnées de la géolocalisation de la voiture ; le serveur central comprenant en outre une unité de traitement des données détectées par les moyens de détection, l'unité de traitement étant programmée pour déterminer, à tout instant, une surface géométrique caractéristique de la position, vitesse et/ou accélération des points caractéristiques ; et l'unité de traitement étant également programmée pour déterminer la présence et

30

des propriétés d'une irrégularité de la route lorsque la surface géométrique varie au cours du temps, au-delà d'un seuil prédéterminé.

Contrairement au mode de réalisation du véhicule exposé plus haut où l'unité de traitement est implantée localement dans le véhicule, le système décrit ici
5 décentralise les opérations de calcul en disposant l'unité de traitement au niveau du serveur central. Ces deux solutions alternatives viennent toutes deux résoudre le problème évoqué plus haut.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention seront mieux compris à l'aide de la description et des dessins parmi lesquels :

- 10 - La figure 1 décrit un véhicule selon l'invention ;
- La figure 2 décrit un système selon l'invention ;
- Les figures 3a et 3b décrivent une surface géométrique caractéristique ;
- La figure 4 décrit la méthode selon l'invention.

La figure 1 montre un véhicule 1 selon l'invention. Le véhicule 1 dispose de quatre
15 roues 2, 4, 6, 8, chacune liée au châssis du véhicule par l'intermédiaire d'un dispositif amortisseur. Les points E, F, G et H sont des points de chaque amortisseur en lesquels un accéléromètre est disposé. Les accéléromètres détectent les mouvements de chacune des roues indépendamment.

Une unité de traitement 10 est prévue. Celle-ci collecte les données envoyées par
20 les accéléromètres.

Le véhicule dispose de périphériques 20 tels que des moyens de communication sans fil, une caméra et/ou un système de navigation. Les périphériques peuvent communiquer avec l'unité de traitement 10.

La figure 1 illustre les axes x, y, z et le centre de gravité du véhicule Ω .

25 La figure 2 montre un système selon l'invention. Ici, contrairement à l'exemple de la figure 1, l'unité de traitement qui collecte les informations des accéléromètres et identifie la présence d'une irrégularité est décentralisée. Celle-ci est notée 210 et

elle est intégrée ou communique avec un serveur central 200. Des moyens de communication 120 entre le véhicule 100 et le serveur central 200 sont prévus.

La figure 3a montre une surface géométrique à un instant où le véhicule circule sur une portion de route sans irrégularité. Dans cet exemple, les points E, F, G et H sont situés à des endroits respectifs identiques sur chacune des roues, de telle sorte que les quatre points sont coplanaires en l'absence d'irrégularité. La surface géométrique caractéristique est dans cet exemple le plan P passant par les quatre points E, F, G et H. Le plan P a pour équation $ax+by+cz+d=0$ dans le repère (Ω, x, y, z) .

La figure 3b montre une surface géométrique à un instant où les quatre points E, F, G et H ne sont plus coplanaires. Les points E, F et G sont au même endroit (par rapport au centre de gravité Ω du véhicule) que sur la figure 2a mais la roue arrière droite bouge verticalement de sorte que le point H est déplacé vers le haut. A cet instant, la surface géométrique caractéristique est le plan Q. Les points E, F, G et H sont respectivement distants du plan Q d'une valeur ΔE , ΔF , ΔG et ΔH . Le plan Q moyen peut être défini par l'équation $ax+by+cz+d=0$ où a, b, c et d sont tels que la somme $(\Delta E)^2+(\Delta F)^2+(\Delta G)^2+(\Delta H)^2$ soit la plus petite possible. Les valeurs de a, b, c et d ne sont plus les mêmes que pour le plan P. Si les variations de a, b, c et d sont significatives, c'est-à-dire supérieures à un certain seuil, cela signifie que le déplacement de la roue arrière est significatif et qu'une irrégularité sur la route est manifeste.

La figure 4 illustre la méthode selon l'invention. L'étape 1000 est la détection, à tout instant, de la position, vitesse et/ou accélération des points E, F, G et H.

L'étape 2000 est la détermination, à tout instant, des paramètres définissant la surface géométrique caractéristique. Dans l'exemple des figures 3a et 3b, le plan peut être défini par les paramètres a, b, c et d.

L'étape 3000 est le suivi, au cours du temps des variations des paramètres a, b, c et d. Lorsque les variations (en valeur absolue) d'un ou plus des paramètres dépassent un seuil (matérialisé par la droite en pointillés sur la figure 4 à l'étape 3000), une irrégularité est identifiée. C'est ce qui se produit sur cet exemple aux instants t_1 et t_2 .

L'étape 4000 consiste en la transmission depuis l'unité de traitement, à des tiers, de l'information de l'irrégularité, accompagnée le cas échéant de la géolocalisation du véhicule aux instants t_1 et t_2 .

Revendications

1. Véhicule automobile (1) comprenant :

- un châssis ;
- au moins quatre roues (2, 4, 6, 8) et leurs dispositifs d'amortissement respectifs reliant chaque roue au châssis ; et
- des moyens de détection des irrégularités de la route parcourue par ledit véhicule ;

caractérisé en ce que

- les moyens de détection des irrégularités comprennent des capteurs de la position, de la vitesse et/ou de l'accélération d'un point caractéristique (E, F, G, H) de chacun des dispositifs d'amortissement,
- le véhicule (1) comprenant en outre une unité (10) de traitement des données détectées par les moyens de détection, l'unité de traitement (10) étant programmée pour déterminer, à tout instant, une surface géométrique (P, Q) caractéristique de la position, de la vitesse et/ou de l'accélération des points caractéristiques (E, F, G, H),
- l'unité de traitement (10) étant également programmée pour déterminer la présence et des propriétés d'une irrégularité de la route lorsque ladite surface géométrique (P, Q) varie au cours du temps, au-delà d'un seuil prédéterminé.

2. Véhicule selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de détection comprennent des capteurs de poids mesurant le poids porté par chacune des roues (2, 4, 6, 8), l'unité de traitement (10) étant programmée pour recevoir les données de poids, et en déduire un déplacement relatif des points caractéristiques (E, F, G, H) et/ou un moment de torsion du châssis autour de l'axe longitudinal (x) du véhicule (1) et passant par son centre de gravité (Ω).

3. Véhicule selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que la surface géométrique caractéristique est le plan géométrique (P, Q) moyen de l'ensemble des points caractéristiques (E, F, G, H).

4. Véhicule selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que la surface géométrique caractéristique est le paraboloïde elliptique de moindre écart par rapport aux points caractéristiques (E, F, G, H).
- 5 5. Véhicule selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que chaque point caractéristique (E, F, G, H) est le centre de gravité respectif d'une roue (2, 4, 6, 8), ou correspond à un point qui à tout instant a la même vitesse et accélération dans les trois directions que le centre de gravité de chaque roue (2, 4, 6, 8), respectivement.
- 10 6. Véhicule selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'unité de traitement (10) consolide les informations sur une période donnée de temps précédant et suivant la détection d'une irrégularité afin de déterminer des informations additionnelles de l'irrégularité, notamment la longueur dans le sens de la route.
- 15 7. Véhicule selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'unité de traitement (10) recueille les données d'une caméra pour consolider les informations liées à la détection d'une irrégularité.
- 20 8. Véhicule selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de communication pour envoyer les informations relatives à l'irrégularité détectée vers un serveur central qui collecte les données relatives aux irrégularités de la route fournies par plusieurs véhicules.
- 25 9. Méthode de gestion des irrégularités d'une route, la méthode étant caractérisée en ce qu'elle comprend les étapes suivantes :
 - la détection (1000) de la position, de la vitesse et/ou de l'accélération d'un point caractéristique (E, F, G, H) associé à chacune des roues d'un véhicule (1, 100) ;
 - le traitement des données ainsi détectées, l'opération de traitement comprenant la détermination (2000), à tout instant, d'une surface géométrique

(P, Q) caractéristique de la position, de la vitesse et/ou de l'accélération des points caractéristiques (E, F, G, H), et

- l'identification (4000), si la surface géométrique (P, Q) varie au cours du temps au-delà d'un seuil de variation prédéterminé, d'une irrégularité sur la route.

5

10. Système de détection des irrégularités d'une route comprenant :

- un véhicule automobile (100) avec un châssis, au moins quatre roues et leurs dispositifs d'amortissement respectifs pour relier chaque roue au châssis, et des moyens de détection des irrégularités de la route parcourue par ledit véhicule ;
- un serveur central (200) recueillant les informations sur les irrégularités de la route ; et
- des moyens de communication entre le véhicule (100) et le serveur central (200) ;

10

15

caractérisé en ce que

- les moyens de détection des irrégularités comprennent des capteurs de la position, de la vitesse et/ou de l'accélération d'un point caractéristique de chacun des dispositifs d'amortissement ;
- les données détectées sont envoyées en temps réel au serveur central (200) via les moyens de communication, accompagnées de la géolocalisation de la voiture ;
- le serveur central (200) comprenant en outre une unité de traitement (210) des données détectées par les moyens de détection, l'unité de traitement étant programmée pour déterminer, à tout instant, une surface géométrique caractéristique de la position, de la vitesse et/ou de l'accélération des points caractéristiques ;

20

25

et l'unité de traitement (210) étant également programmée pour déterminer la présence et des propriétés d'une irrégularité de la route lorsque la surface géométrique varie au cours du temps, au-delà d'un seuil prédéterminé.

30

Fig. 1

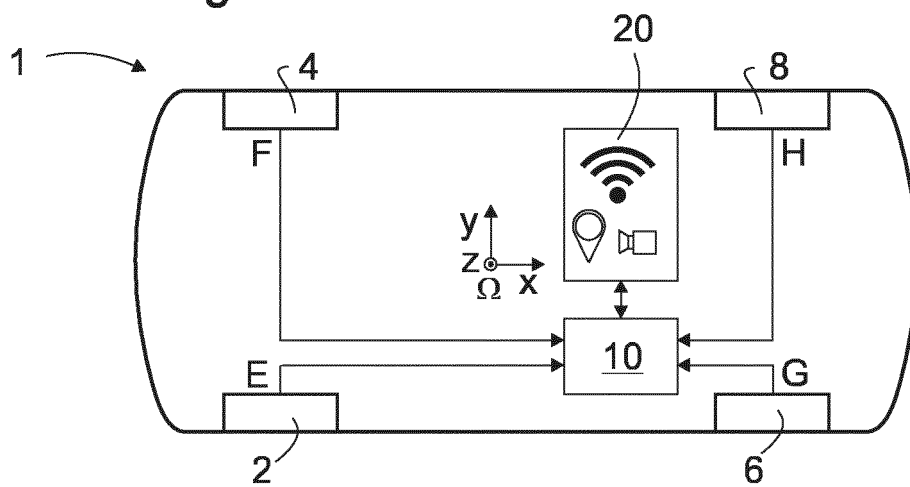


Fig. 2

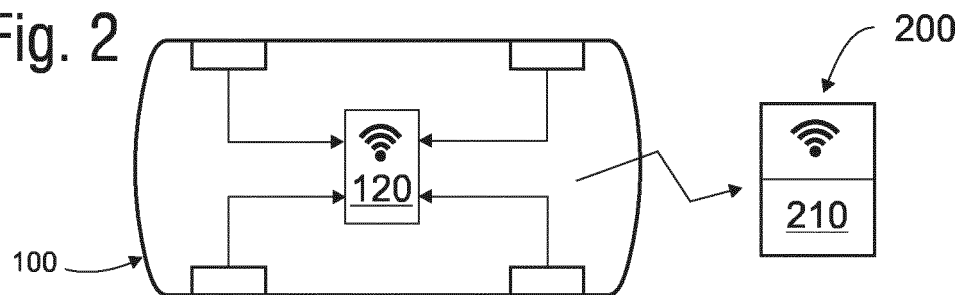


Fig. 3a

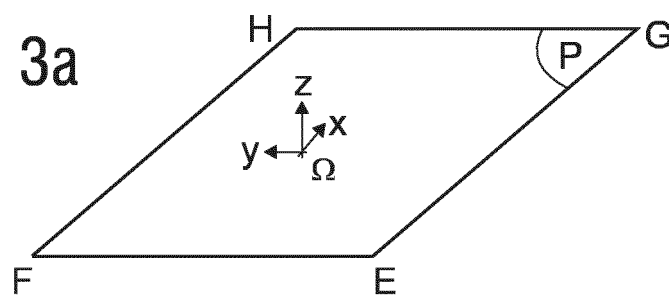


Fig. 3b

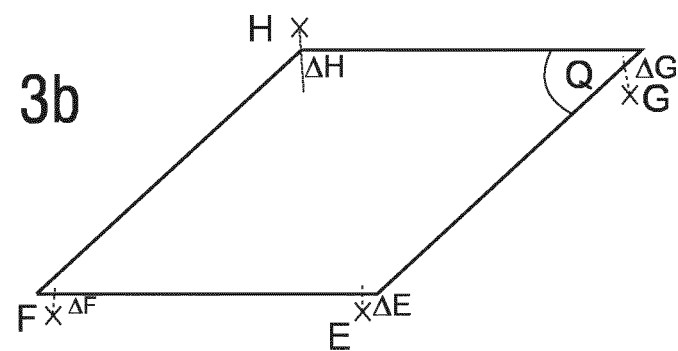
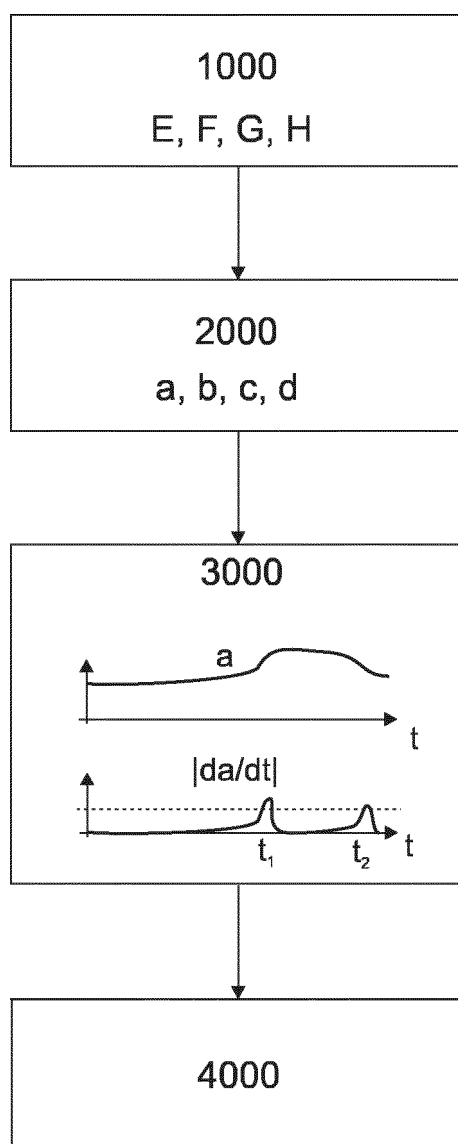


Fig. 4



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☒ Le demandeur a maintenu les revendications.

☐ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

NEANT

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

FR 3 039 690 A1 (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES CO LTD) 3 février 2017 (2017-02-03)

GB 2 525 839 A (JAGUAR LAND ROVER LTD [GB]) 11 novembre 2015 (2015-11-11)

DE 10 2014 201532 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 30 juillet 2015 (2015-07-30)

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT