

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 26.09.06.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 28.03.08 Bulletin 08/13.

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

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : VALEO VISION Société anonyme — FR.

72 Inventeur(s) : BRADAI BENAZOUZ, HERBIN ANNE, BASSET MICHEL et LAUFFENBURGER JEAN PHILIPPE.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) :

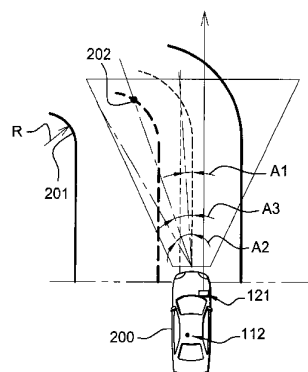
54 PROCÉDE DE DETERMINATION ANTICIPEE D'UN VIRAGE SUR UNE PORTION DE ROUTE ET SYSTEME ASSOCIE.

57 Procédé de détection anticipée d'un virage (201) sur une portion de route empruntée par un véhicule automobile (200) et comportant les différentes étapes suivantes :

- établir, au moyen d'un premier système (101), dit système de navigation faisant intervenir une antenne GPS (112) et des données de cartographie (111), un premier ensemble d'informations (151) sur le virage considéré;

- établir, au moyen d'un deuxième système (102), dit système de traitement d'images, faisant intervenir une caméra (121) et des applications de traitement d'images (122), un deuxième ensemble d'informations (152) sur le virage considéré;

- établir, à partir du premier ensemble d'informations et du deuxième ensemble d'informations, un troisième ensemble d'informations (153) sur le virage considéré.



Procédé de détermination anticipée d'un virage sur une portion de route et système associé.

La présente invention a pour objet un procédé de détermination anticipée d'un virage sur une portion de route empruntée par un véhicule automobile, et un système de mise en œuvre de ce procédé. L'invention a essentiellement pour but de proposer une solution pour déterminer des caractéristiques d'un prochain virage qui sera emprunté par un véhicule automobile ; les caractéristiques ainsi déterminées sont alors exploitables dans différentes applications équipant le véhicule considéré. Notamment, mais de façon non limitative, on utilise les caractéristiques déterminées pour optimiser l'éclairage du virage considéré par le véhicule. Cette application est plus particulièrement décrite, à titre d'exemple, dans le présent document. Les caractéristiques déterminées par le procédé selon l'invention sont cependant exploitables dans d'autres applications qui seront détaillées par la suite.

Le domaine de l'invention est, d'une façon générale, celui des projecteurs de véhicule automobile. Dans ce domaine, on connaît différents types de projecteurs, parmi lesquels on trouve essentiellement:

- des feux de position, d'intensité et de portée faible;
- des feux de croisement, ou codes, d'intensité plus forte et de portée sur la route avoisinant 70 mètres, qui sont utilisés essentiellement la nuit et dont la répartition du faisceau lumineux est telle qu'elle permet de ne pas éblouir le conducteur d'un véhicule croisé;
- des feux de route longue portée, et des feux de complément de type longue portée, dont la zone de vision sur la route avoisine 200 mètres, et qui doivent être éteints lorsque l'on croise un autre véhicule afin de ne pas éblouir son conducteur;
- des projecteurs perfectionnés, dits bimodes, qui cumulent les fonctions de feux de croisement et de feu de route en incorporant un cache amovible;
- des feux antibrouillard...

Les dispositifs projecteurs classiques qui viennent d'être évoqués, plus particulièrement ceux qui sont utilisés comme feux de croisement, produisent des faisceaux lumineux qui sont perfectibles lorsque ces

dispositifs projecteurs sont utilisés dans certaines conditions. Ainsi, par exemple, lorsqu'un véhicule aborde un virage, les projecteurs continuent à éclairer droit devant eux alors qu'il serait plus judicieux d'orienter le faisceau lumineux dans la direction du virage emprunté. C'est pourquoi, en

5 complément des fonctions projecteurs principales classiques, notamment codes et routes, différents perfectionnements sont progressivement apparus.

On a ainsi vu se développer des fonctions élaborées, dites fonctions AFS (Advanced Front lighting System en anglais pour système avancé d'éclairage frontal), parmi lesquelles on trouve notamment une fonction dite

10 DBL (Dynamic Bending Light en anglais pour lumière virage mobile), qui réalise un dispositif projecteur orientable, appelé aussi dispositif projecteur à faisceau mobile : un tel dispositif projecteur est apte à modifier l'orientation d'un faisceau lumineux produit par une source lumineuse, de telle sorte que lorsque le véhicule aborde un virage, la route est éclairée de façon optimale,

15 en suivant la géométrie de la route. (On comprend par « dispositif projecteur » le projecteur lui-même ou tout module optique monté mobile dans un projecteur fixe).

Pour réaliser une telle fonction, une première technique connue consiste à rendre mobile le faisceau principal du dispositif projecteur grâce à

20 un moteur qui tourne en fonction d'une information provenant du véhicule, par exemple par l'intermédiaire d'un capteur d'angle volant. On parle alors de dispositif projecteur articulé. Une deuxième technique consiste en un dispositif projecteur lumineux fixe comportant une pluralité de sources lumineuses, par exemple de type diodes électroluminescentes, et des

25 moyens pour commander un allumage successif dépendant de la trajectoire du véhicule desdites sources de façon à assurer un effet de balayage lumineux vers l'intérieur d'un virage abordé.

Avec de tels dispositifs projecteurs orientables, l'éclairage de la route n'est fonction que du comportement du conducteur. Par exemple, si le

30 conducteur tourne le volant du véhicule vers la droite, alors les projecteurs du véhicule sont dirigés vers la droite de la route, en considérant qu'il s'agit d'un virage à droite. En outre, l'information relative au changement de direction n'est captée qu'au moment où le véhicule entre dans la courbe du virage, cette information étant le plus souvent donnée par le capteur d'angle

35 volant détectant une variation de l'angle volant. Elle est donc fournie aux

organes de contrôle du dispositif projecteur uniquement à partir du moment où le conducteur tourne le volant du véhicule, alors que le véhicule a déjà amorcé le virage. En conséquence, le dispositif présente un retard sur le déclenchement de l'éclairage en virage, ce qui se traduit, pour le conducteur,

5 par une sensation d'arrivée tardive du faisceau lumineux en entrée du virage et par un retour trop long du faisceau lumineux dans l'axe du véhicule en sortie du virage. Ce retard dans le changement d'orientation des projecteurs entraîne, non seulement, un manque de confort pour le conducteur mais aussi un manque de sécurité puisqu'il existe, à chaque changement

10 d'orientation des projecteurs, un instant pendant lequel la route est insuffisamment éclairée. Le manque d'anticipation dans la détection d'un virage à venir est donc préjudiciable pour assurer un éclairage optimal du virage considéré.

Pour remédier à ces problèmes de non anticipation, on a proposé,

15 dans l'état de la technique, deux types de solutions.

Un premier type de solutions réside dans l'exploitation d'informations issues d'un système de navigation.

Un tel système de navigation associe des informations fournies par une cartographie avec des indications données par le GPS du véhicule. Il

20 permet d'anticiper la géométrie de la route. Par exemple, il est possible de connaître à l'avance les virages qui vont apparaître sur la route à une distance donnée. Il est donc possible, en se fiant aux informations fournies par le système de navigation, de déterminer la distance séparant le virage du véhicule ainsi qu'un rayon de courbure d'un virage que le véhicule aborde, et

25 d'orienter au moment opportun, de façon anticipée par rapport aux solutions précédentes qui ont été évoquées, des faisceaux lumineux du véhicule et ainsi d'optimiser l'éclairage du virage. De tels dispositifs sont décrits notamment dans les demandes de brevet EP 780 823, EP 887 229 et EP 1 415 856.

30 Cependant, un certain nombre de défauts inhérents à ce système en limitent la capacité d'anticipation :

- la cartographie actuelle est encore très imprécise. Il arrive très souvent qu'à un endroit donné, l'information soit absente. En effet, il existe des zones entières du monde qui ne sont pas couvertes par les bases de

35 données par la cartographie ;

- il arrive aussi que l'information fournie par le système de navigation soit aberrante. Par exemple, si le conducteur a prévu de se rendre à un lieu A qu'il a mémorisé dans son système de navigation et si, finalement, en cours de route, il est amené à aller vers un lieu B sans suivre les indications
5 données par le système de navigation, alors les informations données par ce système de navigation sont incohérentes, voir contradictoires, par rapport à la trajectoire réellement suivie par le véhicule ;

- une perte de couverture GPS est également possible, par exemple lors du passage sous un long tunnel ou dans une zone urbaine avec de
10 grands immeubles.

Un deuxième type de solutions réside dans l'exploitation d'informations issues d'un système de traitement d'images. Un tel système fait intervenir au moins une caméra et des applications logicielles de traitement d'images. Un exemple d'un tel type de système consiste en un
15 procédé de repérage des lignes blanches situées sur les routes. Cependant, il n'y a pas toujours des lignes blanches sur une route et ces lignes blanches, si elles existent, peuvent être effacées ou recouvertes par des dépôts quelconques, comme de la terre ; elles ne sont alors plus repérables par le procédé de repérage. Un autre exemple d'un tel système, décrit dans le
20 document EP 1431918, consiste en un procédé de repérage des bordures des routes. Mais un tel procédé est déficient dans différents cas de figure, notamment lors de la présence d'intersection ou de bifurcation sur la route.

Aucun des systèmes existant n'est donc entièrement satisfaisant pour la détection anticipée des caractéristiques d'un virage sur le point d'être
25 emprunté par un véhicule automobile.

L'objet de l'invention propose une solution aux problèmes qui viennent d'être exposés. D'une façon générale, l'invention propose la combinaison des deux systèmes précédemment mentionnés, à savoir le système de navigation et le système associant caméra et applications de traitement
30 d'images, en proposant de réaliser une fusion de ces deux sources d'informations anticipatives. L'invention propose ainsi notamment l'avantage de pouvoir proposer un mode de fonctionnement dégradé, utile en cas de défaillance d'un des deux systèmes, basé sur l'autre système, non défaillant ; un tel mode dégradé, qui est un mode de fonctionnement toujours
35 anticipatif, n'est pas disponible dans l'état de la technique. L'invention permet

donc d'obtenir un ensemble d'informations sur un virage sur le point d'être emprunté par un véhicule, lesdites informations résultant de la fusion des informations fournies par les deux systèmes distincts. Avantageusement, des indices de confiance sont attribués à chacun des deux systèmes, les indices de confiance intervenant alors dans la fusion des informations. Différentes applications sont directement concernées par l'invention : meilleure exploitation des dispositifs projecteurs orientables, avertissement du conducteur avant d'aborder un virage en lui indiquant une vitesse conseillée, optimisation d'un régulateur de vitesse adaptatif...

10 L'invention concerne donc essentiellement un procédé de détection anticipée d'un virage sur une portion de route empruntée par un véhicule automobile caractérisé en ce qu'il comporte les différentes étapes consistant à :

15 - établir, au moyen d'un premier système, dit système de navigation faisant intervenir notamment une antenne GPS et des données de cartographie, un premier ensemble d'informations sur le virage considéré;

20 - établir, au moyen d'un deuxième système, dit système de traitement d'images, faisant intervenir notamment une caméra et des applications de traitement d'images, un deuxième ensemble d'informations sur le virage considéré;

- établir, à partir du premier ensemble d'informations et du deuxième ensemble d'informations, un troisième ensemble d'informations sur le virage considéré.

25 Outre les caractéristiques principales qui viennent d'être mentionnées dans le paragraphe précédent, le procédé selon l'invention peut présenter une ou plusieurs caractéristiques complémentaires parmi les suivantes :

30 - le premier ensemble d'informations est associé à un premier indice de confiance, et en ce que le deuxième ensemble d'informations est associé à un deuxième indice de confiance, l'étape consistant à établir le troisième ensemble d'informations sur le virage considéré étant réalisée en considérant le premier indice de confiance et le deuxième indice de confiance ;

35 - le troisième ensemble d'informations est associé à un troisième indice de confiance, élaboré à partir du premier indice de confiance et du deuxième indice de confiance ;

- le premier ensemble d'information et le deuxième ensemble d'informations comportent au moins une donnée parmi les suivantes : rayon de courbure du virage considéré, distance entre une position instantanée du véhicule et l'entrée du virage considéré, type de virage (virage vers la gauche, vers la droite, en S);
5
- le troisième ensemble d'informations comporte au moins une donnée parmi les suivantes : rayon de courbure du virage considéré, distance entre une position instantanée du véhicule et l'entrée du virage considéré, type de virage (virage vers la gauche, vers la droite, en S), point d'éclairage pertinent ;
10
- le premier indice de confiance est élaboré à partir d'au moins deux paramètres d'un premier ensemble de paramètres suivants: (il peut utiliser aussi un ou plusieurs autres paramètres ne figurant pas dans cette liste)
 - précision du positionnement GPS ;
 - 15 - précision de la numérisation de la cartographie ;
 - date de mise à jour de la cartographie ;
 - type de route ;
 - niveau d'information sur la route ;
 - classe fonctionnelle de la route ;
 - 20 - environnement du véhicule ;
 - sélection d'un mode guidage par le conducteur et niveau de conformité entre un itinéraire prévu et des informations fournies par des capteurs embarqués du véhicule ;
- le premier indice de confiance est élaboré en réalisant une moyenne pondérée de valeurs affectées aux paramètres suivants, lesdits paramètres étant associés à des coefficients de pondération résultant d'une phase d'apprentissage :- précision du positionnement GPS ;- type de route ;- niveau d'information sur la route ;- classe fonctionnelle de la route ;- environnement du véhicule ;- sélection d'un mode guidage par le conducteur et niveau de
25
30 conformité entre un itinéraire prévu et des informations fournies par des capteurs embarqués du véhicule ;
- le deuxième indice de confiance est élaboré à partir d'au moins deux paramètres d'un deuxième ensemble de paramètres suivants, relatifs à une image obtenue par la caméra (il peut utiliser aussi un ou plusieurs autres
35 paramètres ne figurant pas dans cette liste):

- mesure de texture de l'image considérée ;
- facteur d'ombre sur l'image considérée ;
- gradient vertical de décroissance de la lumière;
- indice de symétrie de l'image considérée;

- 5 - le deuxième indice de confiance est élaboré en réalisant une moyenne pondérée de valeurs affectées à l'ensemble des paramètres du deuxième ensemble de paramètres, lesdits paramètres étant associés à des coefficients de pondération résultant d'une phase d'apprentissage ;
- le procédé comporte avantageusement les étapes supplémentaires
- 10 suivantes :
- comparer le premier indice de confiance à une première valeur seuil et le deuxième indice de confiance à une deuxième valeur seuil, la première valeur seuil et la deuxième valeur seuil pouvant être égales ou différentes selon les applications ;
- 15 - dans l'établissement du troisième ensemble d'informations, considérer uniquement le(s) ensemble(s) d'informations, parmi le premier ensemble d'informations et le deuxième ensemble d'informations, dont l'indice de confiance est supérieur à la valeur seuil à laquelle il est comparé ;
- le procédé comporte l'étape supplémentaire consistant à, dans le cas
- 20 où le premier indice de confiance et le deuxième indice de confiance sont inférieurs aux valeurs seuils auxquelles ils sont comparés, adopter un mode de fonctionnement dégradé dans lequel la détection du virage considéré est instantané ;
- le troisième ensemble d'informations est constitué notamment de
- 25 données, la valeur de chacune desdites données étant établie en réalisant une moyenne pondérée de données correspondantes du premier ensemble d'informations et du deuxième ensemble d'informations, une donnée du premier ensemble étant pondérée par un premier coefficient de pondération et la donnée correspondante du deuxième ensemble étant pondérée par un
- 30 deuxième coefficient de pondération, le premier coefficient de pondération étant supérieur au deuxième coefficient de pondération si et seulement si le premier indice de confiance est supérieur au deuxième indice de confiance.

Alternativement, on peut substituer à cette méthode logique simple de pondération un système de fusion de données, par exemple selon l'une des

méthodes suivantes : bayésienne, théorie ensembliste par logique floue, théorie de l'évidence de Dempster-Shafer.

- le deuxième système met en œuvre notamment l'opération consistant à repérer des bordures de la portion de route considérée ;

- 5 - le deuxième système met en œuvre notamment l'opération consistant à repérer des lignes blanches sur la portion de route considérée ;

La présente invention se rapporte également à un système de détection anticipée d'un virage sur une portion de route mettant en œuvre le procédé selon l'invention avec ses caractéristiques principales, et éventuellement une ou plusieurs caractéristiques complémentaires, caractérisé en ce qu'il comporte :

- un premier système, dit système de navigation, faisant intervenir notamment une antenne GPS et des données de cartographie pour établir un premier ensemble d'informations sur le virage considéré ;
- 15 - un deuxième système, dit système de traitement d'images, faisant intervenir notamment une caméra et des applications de traitement d'images pour établir un deuxième ensemble d'informations sur le virage considéré ;
- des moyens de traitement d'informations pour établir, à partir du premier ensemble d'informations et du deuxième ensemble d'informations, un
- 20 troisième ensemble d'informations sur le virage considéré.

Outre les caractéristiques principales qui viennent d'être mentionnées dans le paragraphe précédent, le système selon l'invention peut présenter une ou plusieurs caractéristiques complémentaires parmi les suivantes :

- le premier ensemble d'informations, le deuxième ensemble
- 25 d'informations et le troisième ensemble d'informations comportent notamment une donnée relative au rayon de courbure du virage considéré, ledit système étant relié à un dispositif projecteur à faisceau mobile ;

- le dispositif projecteur à faisceau mobile est un dispositif projecteur orientable ;

- 30 - le dispositif projecteur à faisceau mobile est un dispositif projecteur fixe comportant une pluralité de sources lumineuses présentant un allumage successif dépendant de la trajectoire du véhicule ;

- le premier ensemble d'informations, le deuxième ensemble d'informations et le troisième ensemble d'informations comportent
- 35 notamment une donnée relative au rayon de courbure du virage considéré,

ledit système étant relié à un système de régulateur de vitesse adaptatif utilisant notamment la donnée relative au rayon de courbure comme paramètre de fonctionnement;

5 - le premier ensemble d'informations, le deuxième ensemble d'informations et le troisième ensemble d'informations comportent notamment une donnée relative au rayon de courbure du virage considéré, ledit système étant relié à un système de limitation de vitesse pour limiter la vitesse du véhicule à une valeur limite fonction notamment du rayon de courbure du virage considéré.

10 Enfin, la présente invention se rapporte à tout véhicule automobile équipé du système de détection anticipée d'un virage sur une portion de route selon l'invention, avec ses caractéristiques principales et éventuellement une ou plusieurs caractéristiques complémentaires.

15 L'invention et ses différentes applications seront mieux comprises à la lecture de la description qui suit et à l'examen des figures qui l'accompagnent.

Celles-ci ne sont présentées qu'à titre indicatif et nullement limitatif de l'invention. Les figures montrent :

20 - à la figure 1, une représentation du principe de l'invention, illustrant la combinaison des systèmes embarqués dans le véhicule;

 - à la figure 2, une représentation schématique d'une première application du procédé selon l'invention;

 - à la figure 3, une représentation schématique d'une deuxième application du procédé selon l'invention.

25 Les différents éléments apparaissant sur plusieurs figures auront gardé, sauf précision contraire, la même référence.

 Sur la figure 1, on a représenté, de façon schématique, les différents éléments intervenant dans un exemple de mise en œuvre du procédé selon l'invention au sein d'un véhicule automobile, permettant d'obtenir un ensemble d'informations final 153 relatives à un virage sur le point d'être
30 abordé par ledit véhicule. De manière essentielle, le véhicule considéré embarque un premier système 101 de détection anticipée de virage, dit système de navigation, faisant notamment intervenir des données de cartographie 111 et une antenne GPS 112 placée sur le véhicule et apte à
35 recevoir des informations de localisation précises. Dans l'exemple considéré,

le premier système 101 fait également intervenir des capteurs embarqués 113 du véhicule considéré, du type capteur de vitesse, gyroscope, capteur d'angle volant.... Ces différents capteurs sont aptes à délivrer différentes informations permettant de vérifier la cohérence entre le parcours
5 effectivement suivi par le véhicule, et le parcours prévu par le système de navigation. Le système de navigation 101 permet d'obtenir un premier ensemble d'informations 151 sur le prochain virage qui sera emprunté par le véhicule. Notamment, le premier ensemble d'informations comporte des données sur le rayon de courbure, la distance à laquelle se trouve ledit
10 virage par rapport à la position instantanée du véhicule, le type de virage – virage à gauche ou virage à droite...

Le véhicule embarque par ailleurs un deuxième système 102 de détection anticipée de virages, dit système de traitement d'images, faisant intervenir notamment une caméra 121 capturant des images de la route sur
15 le point d'être empruntée par le véhicule, et un ensemble d'applications 122 de traitement d'images dont les algorithmes permettent, soit, par exemple, par repérage des lignes blanches ou par analyse des bordures de la route, de produire un deuxième ensemble d'informations 152 sur le prochain virage qui sera emprunté par le véhicule. Notamment, le deuxième ensemble
20 d'informations comporte des données sur le rayon de courbure, la distance à laquelle se trouve ledit virage par rapport à la position instantanée du véhicule, le type de virage (gauche, droite)...

Selon l'invention, à partir du premier ensemble d'informations 151 et du deuxième ensemble d'informations 152, l'ensemble d'informations final
25 153 est élaboré. A cet effet, des moyens de traitement d'informations interviennent, avec notamment un microprocesseur et des applications logicielles spécifiques, dans un système de fusion de données 154. Dans un premier exemple, basique, l'ensemble d'informations final 153 comporte, pour chaque donnée présente dans le premier ensemble d'informations 151
30 et dans le deuxième ensemble d'informations 152, une donnée adoptant pour valeur la moyenne des valeurs des deux données correspondantes dans le premier et le deuxième ensemble d'informations. A partir des données finales obtenues dans l'ensemble d'informations finales, et en tenant compte des informations 113 venant des capteurs embarqués, de

nouvelles informations, du type position d'un point d'éclairage pertinent, sont obtenues.

Dans un autre mode de mise en œuvre, plus élaboré, on propose d'associer le premier ensemble d'informations 151 et le deuxième ensemble d'informations 152 respectivement à un premier indice de confiance IC1 et à un deuxième indice de confiance IC2 pour réaliser une fusion des deux systèmes (à base de caméra et à base de navigation). Ces indices de confiance sont calculés à partir d'une pluralité de critères, référencés C_i , désignés également comme paramètres. Pour la fusion des deux systèmes, une phase de modélisation et d'estimation des connaissances permet de calculer l'indice de confiance des deux systèmes en se basant sur les différents critères définis. Ainsi, dans un exemple de calcul du premier indice de confiance, on adopte l'équation suivante :

$$IC1 = (\alpha_1 \times C_1 + \alpha_2 \times C_2 + \alpha_3 \times C_3 + \alpha_4 \times C_4 + \alpha_5 \times C_5 + \alpha_6 \times C_6) / (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_6), \text{ avec:}$$

C_1 : Type de route ;

C_2 : Niveau d'information sur la route (donné par la classification ADAS) ; C_3 : Classe fonctionnelle de la route : FC1 ou FC2 ;

C_4 : Environnement (Ville, Sortie d'autoroute, Intersection, ...) ;

C_5 : Indice de confiance du positionnement GPS ;

C_6 : Mode guidage sélectionné ou pas par le conducteur ;

et où $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_6$ sont des coefficients de pondération, appelés indices de confiance intermédiaires, assignés aux différents critères en fonction de la fiabilité de leurs informations. Ces poids sont généralement définis par expérience ou par apprentissage.

Critères	Valeur	Indice de confiance intermédiaire
Critère 1 : Type de route	Type de route = Européenne	0,9
	Type de route = Autoroute	0,9
	Type de route = Nationale	0,8
	Type de route = Départementale	0,7
	Type de route = Communale	0,5
Critère 2 : Niveau d'information sur la route : Attribut ADAS	Validé	0,9
	Non validé	0,5
Critère 3 : Classe fonctionnelle de la route : FC1 ou FC2	Validé	0,9
	Non validé	0,5
Critère 4 : Environnement	Ville	0,7
	Intersection	0,5
	Sortie d'autoroute	0,5
Critère 5 : Indice de confiance du positionnement (GPS)		Valeur donnée par le système de navigation
Critère 6 : Mode guidage sélectionné ou pas par le conducteur	Sélectionné	0,9
	Non sélectionné	0,5

Le tableau précédent donne un exemple d'attribution de valeurs à ces indices de confiance intermédiaires. Ces valeurs ne sont données qu'à titre d'exemples non limitatifs.

- 5 Dans d'autres exemples de détermination du premier indice de confiance, d'autres paramètres peuvent être prise en considération, notamment la précision de la numérisation de la cartographie, la date de mise à jour de cette cartographie, ...

- 10 Un exemple de calcul du deuxième indice de confiance peut correspondre, pour une image capturée, à l'équation suivante :

$IC2 = (\alpha_e \times C_e + \alpha_o \times C_o + \alpha_g \times C_g + \alpha_s \times C_s) / (\alpha_e + \alpha_o + \alpha_g + \alpha_s)$, où les différents critères intervenant ont les attributions suivantes :

- C_e : Entropie (mesure de texture de l'image considérée) ;
 C_o : Facteur d'ombre sur l'image considérée ;
 15 C_g : Gradient vertical de décroissance de la lumière sur l'image considérée;
 C_s : Indice de symétrie de l'image considérée;
 et où $\alpha_e, \alpha_o, \alpha_g, \alpha_s$ sont des coefficients de pondération assignés aux différents indices intermédiaires en fonction de la fiabilité de l'information et
 20 la pertinence du critère associé. Ces coefficients de pondération sont par exemple définis en faisant une étude statistique par apprentissage sur les critères.

- Une fois le premier indice de confiance et le deuxième indice de confiance déterminés, on peut procéder, dans cet exemple de mise en
 25 œuvre, à la détermination de l'ensemble d'informations final 153 en procédant à une fusion des deux premiers ensembles d'informations, et en prenant en considération leur indice de confiance respectif. Différentes possibilités sont envisagées pour réaliser la fusion.

- Une première possibilité consiste, pour obtenir une valeur d'une
 30 donnée de l'ensemble d'informations final, à réaliser directement une moyenne pondérée, pour chaque type de donnée du premier et du deuxième ensemble d'information, en pondérant la valeur de la donnée considérée par l'indice de confiance de l'ensemble d'informations correspondant.

- De façon plus générale, les coefficients de pondération se limitent à
 35 respecter l'ordre établi entre les indices de confiance : si le premier indice de

confiance est supérieur, respectivement inférieur, au deuxième indice de confiance, alors les coefficients de pondération affectant les données du premier ensemble seront supérieurs, respectivement inférieurs, aux coefficients de pondération affectant les données du deuxième ensemble, sans pour autant que les coefficients de pondération adoptent comme valeur les valeurs des indices de confiance. Dans un tel cas, les valeurs des coefficients de pondération peuvent intégrer différents critères, et notamment privilégier un des deux systèmes embarqués de détection anticipée de virages, qui s'est avéré plus fiable au fil du temps.

- 10 Dans un autre mode de réalisation, chaque indice de confiance IC1 et IC2 est comparé à une valeur seuil. Dans un tel exemple, si un des indices de confiance est inférieur à la valeur seuil à laquelle il est comparé, alors l'ensemble d'informations affecté à l'indice de confiance considéré n'est pas pris en considération pour l'établissement de l'ensemble d'informations final.
- 15 On adopte ainsi un mode dégradé se basant sur un unique système de détection anticipée ; le mode dégradé reste cependant anticipatif. Si les deux indices de confiance sont inférieurs à la valeur seuil à laquelle ils sont comparés, alors on adopte un mode dégradé basé par exemple sur le capteur angle volant. Un tel mode dégradé, dont l'utilisation est fort peu probable, n'est alors plus anticipatif ; on parle alors de détection instantanée.

20 D'une façon générale, la détermination des indices de confiance et leur intervention dans la fusion des connaissances issues des deux systèmes dépendent de la stratégie de fusion retenue. Celle-ci peut suivre différents modèles connus, du type théorie bayésienne, théorie ensembliste par logique floue ou encore théorie de l'évidence de Dempster – Shafer. Un troisième indice de confiance IC3 est associé à l'ensemble d'informations final 153. Il permet de présenter un niveau de fiabilité des informations finales. Il est alors utilisé librement selon les exemples de réalisation : par exemple, si le troisième indice de confiance est inférieur à une valeur seuil,

30 on prévoit de choisir l'utilisation d'un mode de fonctionnement dégradé n'utilisant pas les données de l'ensemble d'informations final. Dans un exemple de mise en œuvre, le troisième indice de confiance est égal à la moyenne du premier indice de confiance et du deuxième indice de confiance.

Un premier exemple d'application du procédé selon l'invention est

35 illustré à la figure 2. Dans cet exemple, on exploite l'ensemble d'informations

final 153 pour déterminer, avant même l'entrée dans un virage 201, un point d'éclairage pertinent 202 dans ledit virage, et l'évolution de ce point d'éclairage pertinent entre l'entrée dans le virage et la sortie du virage. A cet effet, on utilise essentiellement la donnée d'un rayon de courbure R présente

5 dans le troisième ensemble d'informations, ainsi que la vitesse du véhicule.

Le premier système seul, à partir de la donnée de rayon de courbure qu'il calcule, aurait commandé une rotation des phares selon un premier angle A1. Le deuxième système seul, à partir de la donnée de rayon de courbure qu'il calcule, aurait commandé une rotation des phares selon un

10 deuxième angle A2. La donnée de rayon de courbure après fusion des informations des deux systèmes est utilisée pour orienter de façon anticipative les phares dans les virages selon un angle A3, qui peut prendre une valeur proche de A1, proche de A2 ou une valeur comprise entre les angles A1 et A2. Cette orientation des phares, qui se traduit par une rotation

15 ou par un allumage successif de sources lumineuses, prend également en compte l'état actuel du véhicule (vitesse, accélération, cap, ...) à partir des informations des capteurs embarqués du véhicule. Ces informations sont prises en compte dans le calcul de la rotation afin de respecter la distance pertinente (par rapport au point d'éclairage pertinent) qui est fonction de la

20 vitesse du véhicule.

Une autre application possible du procédé selon l'invention est son utilisation comme un système d'avertissement anticipatif de virages (Dynamic Curve Warning System). En détectant le virage, et à partir de la donnée de rayon de courbure obtenue suite à la fusion des informations des

25 deux systèmes, la vitesse maximale par laquelle on peut emprunter le virage sans risque de sous ou sur virage est calculée. Pour arriver au virage avec une vitesse ne dépassant pas cette valeur maximale, la vitesse du véhicule est vérifiée bien avant d'arriver au virage et le conducteur est alerté par l'émission d'un avertissement, par exemple sonore, lui recommandant la

30 vitesse adaptée au virage. La distance minimale d'avertissement d entre le véhicule et l'entrée de virage peut être donnée par l'équation suivante:

$$d = \frac{(v - v_{rec})^2}{2\gamma} + r_v, \text{ où}$$

- v est la vitesse du véhicule ;

v_{rec} est la vitesse recommandée calculée à partir de la donnée de rayon de courbure dans l'ensemble d'informations final ;

- γ est la décélération (par exemple 2 m.s^{-2})

- τ est le temps de réaction du conducteur (par exemple 1,2 seconde).

- 5 Une autre application possible, illustrée à la figure 3, est l'utilisation de l'information délivrée par le procédé selon l'invention pour l'optimisation du système de Régulateur de Vitesse Adaptatif (ACC : Adaptive Cruise Control), présent sur certains véhicules. L'ACC est un système d'aide à la conduite permettant à l'automobiliste de conduire de façon plus décontractée. Il a pour
- 10 objectif d'adapter automatiquement la vitesse du véhicule 200 à celle d'un véhicule 301 qui le précède et de décharger ainsi le conducteur. Le véhicule qui précède est saisi et enregistré entre 0 et 120 mètres environ. A cet effet, un radar, ou un faisceau infrarouge 303, embarqué dans le véhicule explore l'espace devant ledit véhicule et communique, le cas échéant, la distance du
- 15 véhicule qui précède ainsi que la vitesse de ce dernier.

Cependant, comme illustré à la figure 3, de fausses détections 304 de véhicule peuvent intervenir. Par fausse détection, on désigne ici la détection d'un véhicule 302 qui précède, ou d'un élément de l'infrastructure même en absence de véhicule tiers, situé devant le véhicule embarquant le système

20 ACC, mais qui n'est pas situé sur la trajectoire du véhicule. Un tel cas de figure se produit fréquemment dans les virages.

Par conséquence, la vitesse du véhicule est diminuée en tenant compte de la distance par rapport à ce véhicule ou par rapport à l'élément de l'infrastructure détecté. Or, le véhicule qui doit être détecté est celui qui est

25 sur la même voie. En utilisant l'information anticipative de l'existence d'un virage ainsi que la valeur de son rayon de courbure (ou rayon de virage) l'ACC peut être optimisé afin de détecter le bon véhicule.

REVENDEICATIONS

1- Procédé de détection anticipée d'un virage (201) sur une portion de route empruntée par un véhicule automobile (200) caractérisé en ce qu'il
5 comporte les différentes étapes comprenant :

- établir, au moyen d'un premier système (101), dit système de navigation faisant intervenir une antenne GPS (112) et des données de cartographie (111), un premier ensemble d'informations (151) sur le virage considéré;

10 - établir, au moyen d'un deuxième système (102), dit système de traitement d'images, faisant intervenir une caméra (121) et des applications de traitement d'images (122), un deuxième ensemble d'informations (152) sur le virage considéré;

- établir, à partir du premier ensemble d'informations et du deuxième
15 ensemble d'informations, un troisième ensemble d'informations (153) sur le virage considéré.

2- Procédé selon la revendication précédente caractérisé en ce que le premier ensemble d'informations est associé à un premier indice de confiance (IC1), et en ce que le deuxième ensemble d'informations est
20 associé à un deuxième indice de confiance (IC2), l'étape consistant à établir le troisième ensemble d'informations sur le virage considéré étant réalisée en prenant en considération le premier indice de confiance et le deuxième indice de confiance.

3- Procédé selon la revendication précédente caractérisé en ce que le
25 troisième ensemble d'informations est associé à un troisième indice de confiance (IC3), élaboré à partir du premier indice de confiance et du deuxième indice de confiance.

4- Procédé selon l'une au moins des revendications précédentes caractérisé en ce que le premier ensemble d'informations et le deuxième
30 ensemble d'informations comportent au moins une donnée parmi les suivantes : rayon de courbure du virage considéré, distance entre une position instantanée du véhicule et l'entrée du virage considéré, type de virage.

5- Procédé selon l'une au moins des revendications précédentes
35 caractérisé en ce que le troisième ensemble d'informations comporte au

moins une donnée parmi les suivantes : rayon de courbure (R) du virage considéré, distance entre une position instantanée du véhicule et l'entrée du virage considéré, type de virage, point d'éclairage pertinent.

5 6- Procédé selon l'une au moins des revendications 3 à 5 et selon la revendication 2 caractérisé en ce que le premier indice de confiance est élaboré à partir d'au moins deux paramètres d'un premier ensemble de paramètres comprenant les paramètres suivants:

- précision du positionnement GPS ;
- précision de la numérisation de la cartographie ;
- 10 - date de mise à jour de la cartographie ;
- type de route ;
- niveau d'information sur la route ;
- classe fonctionnelle de la route ;
- environnement du véhicule ;
- 15 - sélection d'un mode guidage par le conducteur et niveau de conformité entre un itinéraire prévu et des informations fournies par des capteurs embarqués du véhicule.

20 7 - Procédé selon la revendication précédente caractérisé en ce que le premier indice de confiance est élaboré en réalisant une moyenne pondérée de valeurs affectées aux paramètres suivants, lesdits paramètres étant associés à des coefficients de pondération résultant d'une phase d'apprentissage.

25 8- Procédé selon l'une au moins des revendications 3 à 7 et selon la revendication 2 caractérisé en ce que le deuxième indice de confiance est élaboré à partir d'un ou plusieurs paramètres, d'un deuxième ensemble de paramètres relatifs à une image obtenue par la caméra, parmi au moins deux des paramètres suivants :

- mesure de texture de l'image considérée ;
- facteur d'ombre sur l'image considérée ;
- 30 - gradient vertical de décroissance de la lumière;
- indice de symétrie de l'image considérée.

9- Procédé selon la revendication précédente caractérisé en ce que le deuxième indice de confiance est élaboré en réalisant une moyenne pondérée de valeurs affectées à l'ensemble des paramètres du deuxième

ensemble de paramètres, lesdits paramètres étant associés à des coefficients de pondération résultant d'une phase d'apprentissage.

10- Procédé selon l'une des revendications 3 à 9 et selon la revendication 2 caractérisé en ce qu'il comporte les étapes supplémentaires
5 consistant à :

- comparer le premier indice de confiance à une première valeur seuil et le deuxième indice de confiance à une deuxième valeur seuil ;

- dans l'établissement du troisième ensemble d'informations, considérer uniquement le(s) ensemble(s) d'informations, parmi le premier
10 ensemble d'informations et le deuxième ensemble d'informations, dont l'indice de confiance est supérieur à la valeur seuil à laquelle il est comparé.

11- Procédé selon la revendication précédente caractérisé en ce qu'il comporte l'étape supplémentaire consistant à, dans le cas où le premier indice de confiance et le deuxième indice de confiance sont inférieurs aux
15 valeurs seuils auxquelles ils sont comparés, adopter un mode de fonctionnement dégradé dans lequel la détection du virage considéré est instantané.

12- Procédé selon l'une au moins des revendications 1 à 11 caractérisé en ce que le troisième ensemble d'informations comprend des
20 données, la valeur de chacune desdites données étant établie en réalisant une moyenne pondérée de données correspondantes du premier ensemble d'informations et du deuxième ensemble d'informations, une donnée du premier ensemble étant pondérée par un premier coefficient de pondération et la donnée correspondante du deuxième ensemble étant pondérée par un
25 deuxième coefficient de pondération, le premier coefficient de pondération étant supérieur au deuxième coefficient de pondération si et seulement si le premier indice de confiance est supérieur au deuxième indice de confiance.

13- Procédé selon l'une au moins des revendications 1 à 11 caractérisé en ce que le premier ensemble d'informations et le second
30 ensemble d'informations sont traités conjointement dans un système de traitement d'informations par fusion de données.

14- Procédé selon l'une au moins des revendications précédentes caractérisé en ce que le deuxième système met en œuvre l'opération consistant à repérer des bordures de la portion de route considérée.

15- Procédé selon l'une au moins des revendications 1 à 12 caractérisé en ce que le deuxième système met en œuvre l'opération consistant à repérer des lignes blanches sur la portion de route considérée.

5 16- Système de détection anticipée d'un virage (201) sur une portion de route mettant en œuvre le procédé selon l'une au moins des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comporte :

10 - un premier système (101), dit système de navigation, faisant intervenir notamment une antenne GPS (112) et des données de cartographie (111) pour établir un premier ensemble d'informations (151) sur le virage considéré ;

- un deuxième système (102), dit système de traitement d'images, faisant intervenir notamment une caméra (121) et des applications de traitement d'images (122), pour établir un deuxième ensemble d'informations sur le virage considéré ;

15 - des moyens de traitement d'informations pour établir, à partir du premier ensemble d'informations et du deuxième ensemble d'informations, un troisième ensemble d'informations sur le virage considéré.

20 17- Système selon la revendication précédente caractérisé en ce que le premier ensemble d'informations, le deuxième ensemble d'informations et le troisième ensemble d'informations comportent une donnée relative au rayon de courbure du virage considéré, ledit système étant relié à un dispositif projecteur à faisceau mobile.

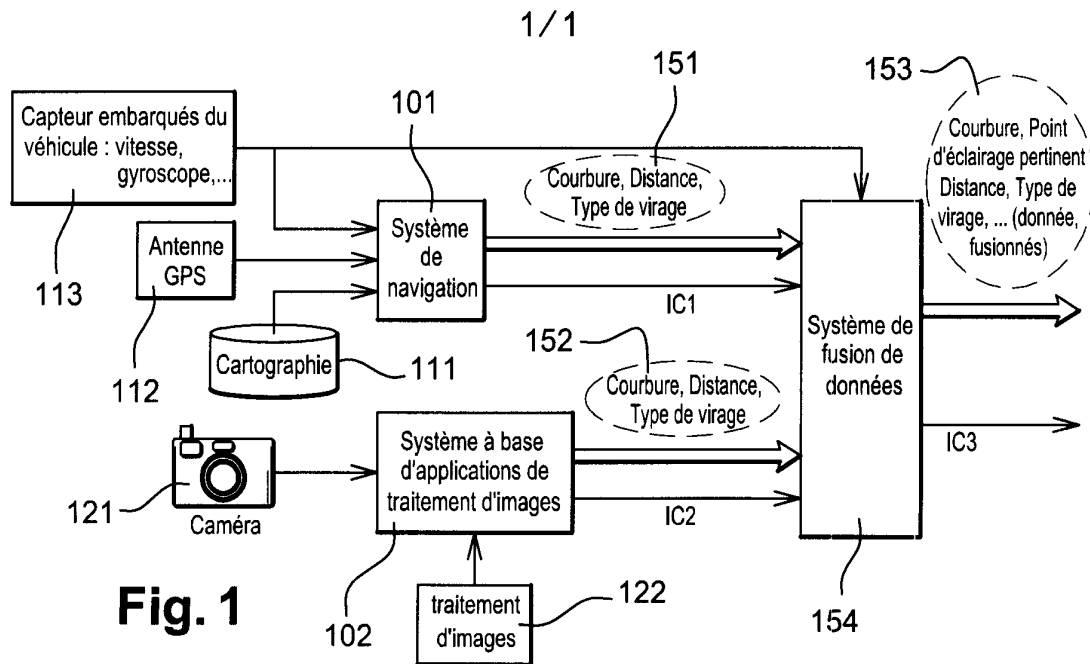
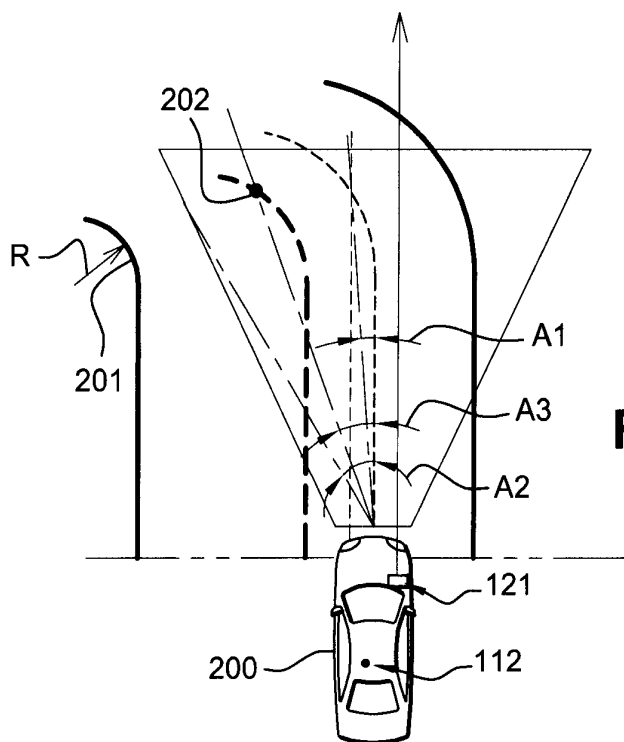
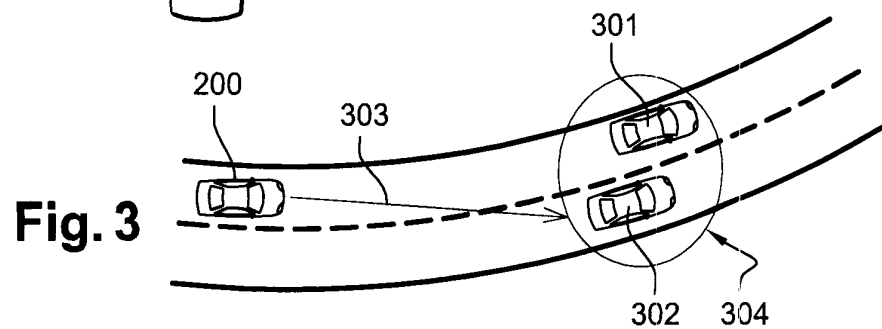
25 18- Système selon la revendication précédente caractérisé en ce que le dispositif projecteur à faisceau mobile est un dispositif projecteur orientable.

19- Système selon la revendication 17 caractérisé en ce que le dispositif projecteur à faisceau mobile est un dispositif projecteur fixe comportant une pluralité de sources lumineuses présentant un allumage successif dépendant de la trajectoire du véhicule.

30 20- Système selon la revendication 16 caractérisé en ce que le premier ensemble d'informations, le deuxième ensemble d'informations et le troisième ensemble d'informations comportent une donnée relative au rayon de courbure du virage considéré, ledit système étant relié à un système de régulateur de vitesse adaptatif utilisant la donnée relative au rayon de courbure comme paramètre de fonctionnement.

35

- 21- Système selon la revendication 16 caractérisé en ce que le premier ensemble d'informations, le deuxième ensemble d'informations et le troisième ensemble d'informations comportent notamment une donnée relative au rayon de courbure du virage considéré, ledit système étant relié à
- 5 un système d'avertissement de dépassement d'une vitesse conseillée pour limiter la vitesse du véhicule à une valeur limite fonction notamment du rayon de courbure du virage considéré.

**Fig. 1****Fig. 2****Fig. 3**



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 683531
FR 0608439

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	POLYCHRONOPOULOS A ET AL: "Extended path prediction using camera and map data for lane keeping support" 13 septembre 2005 (2005-09-13), INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS, 2005. PROCEEDINGS. 2005 IEEE VIENNA, AUSTRIA 13-16 SEPT. 2005, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, PAGE(S) 602-607 , XP010843091 ISBN: 0-7803-9215-9 * abrégé * * page 602, colonne de droite, ligne 14-17 * * page 603, colonne de gauche, ligne 23-47 * * page 605, colonne de gauche, ligne 22-40 * * page 607, colonne de gauche, dernier alinéa *	1,4,5, 13-21	G01C21/26 B60Q1/06 B60Q1/08
X	----- KLOTZ A ET AL: "Lane data fusion for driver assistance systems" SEVENTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION FUSION INT. SOC. OF INFORMATION FUSION MOUNTAIN VIEW, CA, USA, vol. 2, 2004, pages 657-663, XP009082998 Mountain View, CA, USA ISBN: 91-7056-116-8 * abrégé; figure 1 * * page 658, colonne de gauche, alinéa 2 - page 661, colonne de gauche, alinéa 3 *	1,4,5, 13-21	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) B60Q G01C
A	----- US 6 141 617 A (MATSUDA SHOHEI [JP] ET AL) 31 octobre 2000 (2000-10-31) * abrégé * * colonne 4, ligne 28 - colonne 5, ligne 45; figure 1 * * colonne 12, ligne 17-27 * * ----- -/-	1,14-16, 20,21	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
27 avril 2007		Jakob, Clemens	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 683531
FR 0608439

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		
A	DE 199 62 549 C1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 23 août 2001 (2001-08-23) * abrégé * * page 2, ligne 65 - page 3, ligne 5 * * page 3, ligne 28-44; figure 2 * -----	1,14-16, 20,21	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
27 avril 2007		Jakob, Clemens	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0608439 FA 683531

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 **27-04-2007**

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

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6141617 A	31-10-2000	DE 19816133 A1	22-10-1998
		JP 3388132 B2	17-03-2003
		JP 10283597 A	23-10-1998
DE 19962549 C1	23-08-2001	AUCUN	