

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 21.02.01.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 23.08.02 Bulletin 02/34.

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) : PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES  
SA Société anonyme — FR.

72 Inventeur(s) : BERNEDE DOMINIQUE et DEL FAB-  
BRO TONINO.

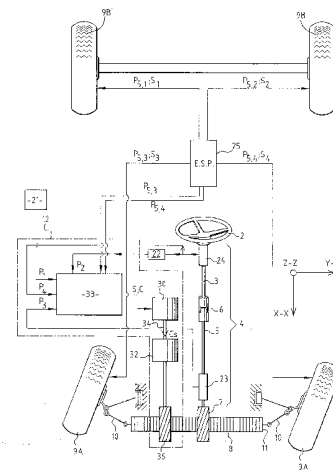
73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : CABINET LAVOIX.

54 DIRECTION ASSISTEE ELECTRIQUE POUR VEHICULE AUTOMOBILE ET PROCEDE DE COMMANDE  
ASSOCIE.

57 Cet ensemble de direction assistée électrique s'applique à un véhicule automobile équipé d'un système de correction de trajectoire (25), ledit système étant adapté pour commander le freinage des roues au moyen de signaux significatifs de paramètres de freinage ( $P_{5,1}$ ,  $P_{5,2}$ ,  $P_{5,3}$ ,  $P_{5,4}$ ). Il comprend un dispositif de commande (33) de moteur électrique, comportant un premier organe de calcul adapté pour élaborer un signal de couple d'assistance ( $S_{AT}$ ), à partir d'un premier ensemble de paramètres ( $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ) de fonctionnement.

Le dispositif de commande (33) comporte un deuxième organe de calcul adapté pour élaborer un signal de couple de compensation ( $S_c$ ), à partir d'un deuxième ensemble de paramètres ( $P_4$ ,  $P_{5,3}$ ,  $P_{5,4}$ ) comprenant au moins un desdits paramètres de freinage ( $P_{5,3}$ ,  $P_{5,4}$ ), et le signal de commande (S) résulte de la somme du signal de couple d'assistance ( $S_{AT}$ ) et du signal de couple de compensation ( $S_c$ ).



L'invention se rapporte à un ensemble de direction de véhicule automobile comportant un dispositif d'assistance électrique.

Elle concerne plus précisément un ensemble de direction assistée électrique de véhicule automobile, ledit ensemble comprenant un arbre de direction rotatif solidaire d'un volant et coopérant avec une crémaillère d'orientation des roues directrices du véhicule, un moteur électrique dont l'arbre de sortie engrène avec la crémaillère ou l'arbre de direction, et un dispositif de commande fournissant audit moteur électrique un signal de commande adapté pour faire varier le couple de sortie du moteur électrique en fonction de paramètres de fonctionnement de l'arbre de direction et plus généralement du véhicule, ledit dispositif de commande comportant un premier organe de calcul adapté pour élaborer un signal de couple d'assistance significatif d'une valeur de couple d'assistance théorique, à partir d'un premier ensemble de paramètres parmi lesdits paramètres de fonctionnement.

Dans les systèmes de direction assistée électrique connus, un moteur électrique entraîne, par l'intermédiaire d'un réducteur, un pignon engrenant avec la crémaillère de direction ou l'arbre de direction, de façon à transmettre à la crémaillère un effort d'assistance. Le moteur électrique est commandé par un calculateur qui applique des lois de commande préprogrammées pour tenir compte de l'évolution de paramètres de fonctionnement du véhicule et de la direction, tels que la vitesse du véhicule, le couple appliqué sur le volant et l'arbre de direction par le conducteur, et la vitesse de rotation du volant.

Les lois de commande préprogrammées se présentent en général sous la forme de cartographies. Le calculateur délivre au moteur électrique, à partir de ces paramètres de fonctionnement et des lois de commande préprogrammées, un

signal de commande de couple correspondant au couple moteur de sortie à délivrer pour exercer sur la crémaillère l'effort d'assistance désiré.

En général, il n'est pas prévu de boucle de régulation permettant de corriger le signal de commande émis vers le moteur en fonction de grandeurs mesurées, significatives d'un couple ou d'un effort d'assistance réellement délivré par le moteur.

Un dispositif d'assistance de ce type ne donne pas entière satisfaction, du fait que les paramètres auxquels sont appliquées les lois de commande ne permettent pas d'accéder de façon simple et précise à un effort d'assistance adapté aux sensations de l'utilisateur.

Par ailleurs, certains véhicules sont équipés de systèmes électroniques de correction de trajectoire en situation d'urgence, parfois désignés sous l'appellation « E.S.P. », dont la fonction est de ramener le véhicule sur une trajectoire plus intérieure lors d'une accélération en courbe par des actions de freinage individuelles sur chacune des roues avant. Ces actions sont commandées en fonction d'une vitesse angulaire de lacet mesurée, et en fonction de la position de cette valeur mesurée par rapport à une courbe de valeurs théoriques. On sait qu'un freinage en courbe génère une résistance au braquage des roues sous la forme d'un surcouple sur le volant relativement important (qui peut être de l'ordre de 20% par rapport à des conditions de trajectoire et de vitesse similaires, en l'absence de freinage), et que les systèmes de direction assistée électrique connus ne permettent pas de compenser un tel surcouple.

Il en résulte que de telles directions assistées produisent, dans ces conditions de freinage en courbe, un couple d'assistance inadapté pour faire coïncider le couple-

volant réellement exercé par le conducteur avec un couple désiré.

Dans le cas de la présence, sur le véhicule, d'un tel système de correction de trajectoire, il importe de résoudre cet inconvénient des systèmes de direction assistée électrique de l'état de la technique.

L'invention vise donc plus précisément un ensemble de direction assistée électrique équipant un véhicule qui comporte un système de correction de trajectoire, adapté pour commander le freinage sélectif d'une ou plusieurs roues au moyen de signaux individuels de freinage significatifs de paramètres de freinage.

Un but principal de l'invention est de remédier aux inconvénients précités et de proposer une direction assistée électrique capable de compenser les effets, sur les sensations de couple-volant perçues par le conducteur, d'un freinage en courbe dû à un système électronique de correction de trajectoire.

A cet effet, le dispositif de commande comporte un deuxième organe de calcul adapté pour élaborer un signal de couple de compensation significatif d'une valeur de couple de compensation, à partir d'un deuxième ensemble de paramètres parmi lesdits paramètres de fonctionnement, ledit deuxième ensemble étant différent du premier et comprenant au moins un desdits paramètres de freinage, et le signal de commande résulte de la somme du signal de couple d'assistance et du signal de couple de compensation.

Suivant d'autres caractéristiques :

- ledit paramètre de freinage du deuxième ensemble est un paramètre de freinage d'une roue directrice respective du véhicule ;

- ledit paramètre de freinage est proportionnel à un couple de freinage exercé sur la roue correspondante ;

- l'ensemble comporte des moyens de mesure du couple exercé par le conducteur sur le volant, adaptés pour émettre vers le dispositif de commande un signal significatif de la valeur de couple-volant ainsi mesurée, et le signal de commande est élaboré en fonction de ladite valeur de couple-volant mesurée ;

- l'ensemble comporte des moyens de mesure de la vitesse du véhicule et des moyens de mesure de la vitesse de rotation du volant, et le premier ensemble de paramètres comprend la vitesse du véhicule et la vitesse de rotation du volant ainsi mesurées ;

- le premier ensemble est constitué de la vitesse du véhicule mesurée, de la vitesse de rotation du volant mesurée, et du couple-volant mesuré ;

- l'ensemble comporte des moyens de mesure de la position angulaire du volant par rapport à la position neutre de braquage nul, et le deuxième ensemble de paramètres comprend la position angulaire du volant ainsi mesurée ;

- lesdits moyens de mesure de la position angulaire du volant sont adaptés pour déterminer, par rapport à la position neutre de braquage nul, un sens de braquage du volant ;

- le deuxième ensemble est constitué de la position angulaire du volant mesurée et de deux paramètres de freinage correspondant respectivement à chacune de deux roues directrices ; et

- le premier organe de calcul est une cartographie.

L'invention vise également un procédé de commande, par un signal de commande de couple, du moteur électrique d'un ensemble de direction assistée électrique d'un véhicule automobile équipé d'un système de correction de trajectoire, ledit système de correction de trajectoire étant adapté pour commander le freinage sélectif d'une ou plusieurs roues au moyen de signaux individuels de freinage significatifs de

paramètres de freinage, ledit ensemble comprenant un arbre de direction rotatif solidaire d'un volant et entraînant une crémaillère d'orientation des roues directrices du véhicule, un moteur électrique dont l'arbre de sortie engrène avec la  
5 crémaillère ou l'arbre de direction, et un dispositif de commande fournissant audit moteur électrique un signal de commande de couple adapté pour faire varier le couple de sortie du moteur électrique.

Selon le procédé de l'invention, on élabore le  
10 signal de commande de couple de la façon suivante :

- on détermine une valeur de couple d'assistance théorique à partir de données pré-enregistrées, en fonction d'un premier ensemble de paramètres de fonctionnement mesurés ;

- 15 - on détermine une valeur de couple de compensation à partir de données pré-enregistrées, en fonction d'un deuxième ensemble de paramètres de fonctionnement comprenant au moins un desdits paramètres de freinage ;

- on effectue la somme desdites valeurs de couple  
20 d'assistance théorique et de couple de compensation ainsi déterminées, afin d'obtenir une valeur de commande de couple;

- on élabore le signal de commande de couple correspondant à ladite valeur de commande de couple.

25 En outre :

- on mesure la valeur de la vitesse du véhicule ;
- on mesure la valeur de la vitesse de rotation du volant;

- 30 - on mesure la valeur du couple appliqué sur le volant par le conducteur,

et le premier ensemble de paramètres de fonctionnement à partir duquel on détermine la valeur de couple d'assistance théorique est constitué desdites valeurs ainsi mesurées.

Suivant une autre caractéristique du procédé, on mesure la position angulaire du volant par rapport à une position neutre de braquage nul, et le deuxième ensemble de paramètres de fonctionnement à partir duquel on détermine la  
5 valeur de couple de compensation est constitué de ladite valeur de position angulaire et d'au moins deux paramètres de freinage correspondant à deux roues du véhicule.

De façon avantageuse, lesdits au moins deux paramètres de freinage sont les paramètres de freinage  
10 correspondant respectivement à deux roues directrices du véhicule, respectivement une roue avant droite et une roue avant gauche.

Avantageusement encore, on détermine la valeur de couple de compensation en fonction de la différence desdits  
15 paramètres de freinage.

Suivant une autre caractéristique encore du procédé selon l'invention, on détermine la valeur du couple de compensation de la façon suivante :

- on compare chacun desdits paramètres de freinage à  
20 une valeur de seuil respective ;

- on associe à chacun desdits paramètres de freinage une valeur de test respective, ladite valeur de test étant égale à 1 si la valeur absolue du paramètre de freinage correspondant est supérieure à la valeur de seuil  
25 respective, et égale à 0 sinon ;

- on sélectionne l'une desdites valeurs de test en fonction du paramètre de position angulaire du volant, la valeur de test sélectionnée étant égale à la valeur de test correspondant à la roue avant gauche dans le cas d'un virage  
30 à gauche, et égale à la valeur de test correspondant à la roue avant droite dans le cas d'un virage à droite ;

- on calcule la différence desdits paramètres de freinage ;

- on calcule une première variable intermédiaire égale au produit de ladite différence et de ladite valeur de test sélectionnée ; et

- on calcule le couple de compensation en fonction de ladite première variable intermédiaire.

Le procédé comporte en outre les étapes suivantes :

. on applique à ladite première variable intermédiaire une première fonction de transfert de la forme

$$F_1(p) = \frac{1}{Ap+B}, \quad \text{pour obtenir une deuxième variable}$$

intermédiaire ;

. on calcule à chaque instant une troisième variable intermédiaire en appliquant à la deuxième variable intermédiaire un gain fixe ;

. on calcule à chaque instant le couple de compensation en multipliant ladite troisième variable intermédiaire par une valeur de marche/arrêt du compensateur, égale à 0 ou 1, dépendant d'un état du système de correction de trajectoire ou du dispositif de commande.

L'invention vise enfin un véhicule automobile comportant un ensemble de direction assistée tel que décrit précédemment, ou fonctionnant suivant un procédé tel que décrit précédemment.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description suivante donnée à titre d'exemple sans caractère limitatif en regard des dessins annexés, sur lesquels :

- la Figure 1 est une vue schématique d'un ensemble de direction assistée suivant l'invention ; et

- la Figure 2 est un schéma représentant le dispositif de commande de l'ensemble de direction assistée de la Figure 1.

A la figure 1, on a représenté un ensemble de direction 1 de véhicule automobile assistée électriquement, qui comporte un volant 2 solidaire d'un premier tronçon 3 d'un arbre de direction 4, relié à un deuxième tronçon 5 de cet arbre de direction 4, par l'intermédiaire d'une liaison à cardan 6. L'arbre de direction 4 est ici composé de deux tronçons 3, 5 articulés, mais pourrait être constitué d'une pièce. L'arbre de direction 4 transmet le couple appliqué sur le volant 2 par le conducteur du véhicule à un pignon de transmission 7, qui engrène avec une crémaillère de direction 8 disposée transversalement par rapport à l'axe du véhicule entre deux roues directrices 9A. Les roues directrices 9A sont constituées des roues avant, les deux roues arrière étant désignées par la référence 9B.

Le pignon de transmission 7 pourrait être remplacé par tout autre organe de transmission adapté, comme par exemple une vis sans fin. Chaque roue directrice 9A est susceptible de pivoter autour d'un axe de pivotement vertical Z-Z sous l'effet d'un déplacement linéaire de la crémaillère 8, ladite roue directrice 9A étant actionnée par un mécanisme d'orientation comportant une biellette 10 reliée à une extrémité 11 de la crémaillère 8.

Sur la Figure 1, on a représenté l'axe longitudinal X-X du véhicule, orienté dans le sens d'avancement, et son axe transversal Y-Y.

L'ensemble de direction 1 comprend également un dispositif d'assistance 12 destiné à exercer sur la crémaillère 8 un effort de même sens que l'effort exercé par le pignon de transmission 7, de façon à faciliter l'actionnement du volant 2 par le conducteur du véhicule, en fonction de six paramètres  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ,  $P_4$ ,  $P_{5,3}$ ,  $P_{5,4}$  de fonctionnement du véhicule et de fonctionnement de la direction.

Le premier paramètre  $P_1$  est constitué par la valeur de vitesse du véhicule suivant l'axe longitudinal X-X, déterminée par un capteur de vitesse classique 21 présent usuellement sur les véhicules.

5 Le deuxième paramètre  $P_2$  est constitué par la vitesse de rotation du volant 2, mesurée par un capteur de vitesse angulaire ou, comme représenté, par un capteur de position angulaire 24 associé à un dérivateur 22.

10 Le troisième paramètre  $P_3$  représente le couple appliqué sur le volant 2, estimé au moyen d'un capteur de couple 23 monté sur le deuxième tronçon 5 de l'arbre de direction 4, dans une région proche du pignon de transmission 7.

15 Le quatrième paramètre  $P_4$  est une valeur significative de la position angulaire du volant 2 par rapport à la position neutre de braquage nul, cette valeur étant fournie par le capteur 24. En particulier, le paramètre  $P_4$  indique le sens de braquage du volant, correspondant à un virage à gauche ou un virage à droite.

20 Le véhicule est équipé par ailleurs d'un système électronique de correction de trajectoire 25 (qui sera appelé par la suite E.S.P. pour plus de commodité). Ce système fonctionne suivant un principe connu consistant à agir en temps réel sur le freinage individuel des roues du  
25 véhicule, afin de corriger la trajectoire du véhicule en phase d'accélération en courbe et en cas d'urgence, c'est-à-dire en cas de sous-virage excessif. Pour cela, le système E.S.P. comporte essentiellement un module électronique, auquel il sera par la suite assimilé, ce module recevant à  
30 chaque instant des paramètres mesurés, tels que l'angle de braquage des roues directrices 9A et/ou l'angle de braquage du volant 2, ce dernier étant donné par le capteur de position angulaire 24. L'E.S.P. 25 détermine, pour ces conditions de virage mesurées, le profil théorique de

vitesse de lacet que le véhicule doit suivre au cours de la progression du virage. Le paramètre de lacet du véhicule est également mesuré à chaque instant et fourni à l'E.S.P. Celui-ci compare le profil réel avec le profil théorique et  
5 délivre en conséquence des consignes correctrices au système de freinage du véhicule.

L'E.S.P. 25 calcule à chaque instant le couple de freinage à appliquer sur chacune des roues 9A, 9B du véhicule, ou seulement certaines d'entre elles, pour faire  
10 coïncider le profil réel de la vitesse de lacet du véhicule avec le profil théorique. L'E.S.P. 25 pilote un freinage individuel de chacune de ces roues 9A, 9B du véhicule en délivrant un signal de freinage respectif  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_4$  significatif d'un paramètre de freinage correspondant  $P_{5,1}$ ,  
15  $P_{5,2}$ ,  $P_{5,3}$ ,  $P_{5,4}$ .

Les cinquième et sixième paramètres  $P_{5,3}$ ,  $P_{5,4}$  utilisés par le dispositif d'assistance 12 sont les paramètres de freinage, donnés par l'E.S.P. 25, correspondant respectivement à la roue avant droite et à la  
20 roue avant gauche du véhicule, à savoir les roues directrices 9A.

On comprend que l'E.S.P. ne fonctionne et ne délivre des signaux correctifs de freinage qu'à partir du moment où sont détectées des conditions de virage du véhicule.  
25 l'E.S.P. est désactivé ou « gelé », lorsque le conducteur agit lui-même sur les freins.

En pratique, lorsque le véhicule s'écarte de façon excessive de sa trajectoire théorique, l'E.S.P. provoque le freinage de la roue avant intérieure au virage.

30 Le dispositif d'assistance 12 comprend un moteur électrique 30 dont le couple de sortie  $C_s$  est commandé par un dispositif électronique de commande 33, qui délivre au moteur 30 un signal de commande de couple  $S$ . Le couple de sortie  $C_s$  du moteur électrique 30 est transmis à un

réducteur 32 par l'intermédiaire de l'arbre de sortie 34 du moteur 30, et à un pignon d'assistance 36 engrenant avec la crémaillère 8. Naturellement, le pignon d'assistance 36 pourrait être prévu pour coopérer directement ou  
5 indirectement avec l'arbre de direction 4 de façon à produire une action d'assistance, non sur la crémaillère 8, mais en amont.

Chacun des capteurs 21, 22, 23, 24, ainsi que l'E.S.P. 25 sont reliés au dispositif de commande 33, de  
10 façon à lui transmettre en temps réel les valeurs des paramètres respectifs  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ,  $P_4$ ,  $P_{5,3}$ ,  $P_{5,4}$ , mesurés à chaque instant  $t$ .

En référence maintenant à la Figure 2, on va décrire de façon plus précise le dispositif électronique de  
15 commande 33, qui reçoit en entrée les six paramètres  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ,  $P_4$ ,  $P_{5,3}$ ,  $P_{5,4}$  sous la forme de signaux émis par les capteurs 21, 22, 23, 24, et l'E.S.P. 25, et délivre en sortie le signal de commande de couple S.

Le dispositif électronique 33 comporte un premier  
20 organe de calcul 41, constitué d'une cartographie, et un deuxième organe de calcul 42 constituant un compensateur de l'ESP.

Le premier organe de calcul 41 est une cartographie de type connu et utilisé pour la commande de la direction  
25 assistée électrique de certains véhicules existants, qui détermine un couple d'assistance théorique  $C_{AT}$  à partir d'un premier ensemble de paramètres parmi les paramètres  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ,  $P_4$ ,  $P_{5,3}$ ,  $P_{5,4}$  précités. Ce premier ensemble de paramètres est constitué de la vitesse du véhicule  $P_1$ ,  $P_2$  et du couple volant mesuré  $P_3$ .  
30

Le compensateur 42 émet alors un signal de compensation  $S_c$  correspondant à un couple de compensation  $C_c$  calculé à partir d'un deuxième ensemble de paramètres parmi les paramètres précités  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ,  $P_4$ ,  $P_{5,3}$ ,  $P_{5,4}$ . Ce deuxième

ensemble de paramètres est constitué de la position angulaire  $P_4$  du volant 2, du paramètre de freinage  $P_{5,3}$  de la roue avant droite 9B et du paramètre de freinage  $P_{5,4}$  de la roue avant gauche 9B.

5 Le couple de compensation  $C_c$  représente un couple «injecté» pour compenser le surcouple résistant ressenti par le conducteur, dû au freinage supplémentaire des roues apporté par l'E.S.P. 25.

Le dispositif électronique 33 comporte par ailleurs  
10 un sommateur 45 qui réalise la somme du signal d'assistance théorique  $S_{AT}$  et du signal de compensation  $S_c$  (ou de façon équivalente du couple d'assistance théorique  $C_{AT}$  et du couple de compensation  $C_{AT}$ ) pour obtenir le signal de commande de couple  $S$  (ou de façon équivalente le couple de  
15 commande  $C$ ).

Le compensateur 42 utilise les paramètres  $P_4$ ,  $P_{5,3}$ ,  $P_{5,4}$ , qu'il reçoit en entrée, de la façon suivante :

Le paramètre de position angulaire  $P_4$  du volant 2 est utilisé pour déterminer la direction de braquage du  
20 volant, c'est-à-dire virage à gauche ou virage à droite.

Le compensateur 42 compare chacun des paramètres de freinage  $P_{5,3}$ ,  $P_{5,4}$  à une valeur de seuil respective  $S_{F3}$ ,  $S_{F4}$ , qui est de préférence une valeur de seuil commune  $S_F = S_{F3} = S_{F4}$ , par exemple égale en valeur absolue à 100 N.m. Si le  
25 paramètre de freinage  $P_{5,3}$ ,  $P_{5,4}$  (correspondant dans cet exemple de réalisation au couple de freinage de roue) est, en valeur absolue, inférieur à cette valeur de seuil  $S_F$ , on lui associe une valeur de test respective  $T_3$ ,  $T_4$  égale à 0. Dans le cas inverse, c'est-à-dire si le paramètre de  
30 freinage  $P_{5,3}$ ,  $P_{5,4}$  est en valeur absolue supérieur à la valeur de seuil  $S_F$ , on lui attribue une valeur de test respective  $T_3$ ,  $T_4$  égale à 1.

Le compensateur 42 calcule par ailleurs la différence des paramètres de freinage  $P_{5,3}$ ,  $P_{5,4}$ , en l'occurrence  $P_{5,3} - P_{5,4}$ .

Cette différence  $P_{5,3} - P_{5,4}$  est multipliée par l'une  
5 des valeurs de test  $T_3$ ,  $T_4$  associée aux paramètres de freinage  $P_{5,3}$ ,  $P_{5,4}$ , cette valeur de test étant sélectionnée en fonction du paramètre de position angulaire  $P_4$  du volant. Plus précisément, si le paramètre de position angulaire  $P_4$  est positif, on est dans les conditions d'un virage à gauche  
10 et la valeur de test sélectionnée est celle  $T_4$  associée au paramètre de freinage  $P_{5,4}$  de la roue avant gauche. Si au contraire, la valeur du paramètre de position angulaire  $P_4$  est négative, ce qui correspond à un virage à droite, la valeur de test sélectionnée est celle  $T_3$  associée au  
15 paramètre de freinage  $P_{5,3}$  de la roue avant droite.

Le produit de la différence  $P_{5,3} - P_{5,4}$  et de la valeur de test sélectionnée donne une première variable intermédiaire  $V_1$ , fonction du temps  $t$ .

On applique à cette première variable intermédiaire  
20 en  $V_1$  une première fonction de transfert de la forme

$$F_1(p) = \frac{1}{Ap + B},$$
 dans laquelle A et B sont des constantes

prédéterminées, respectivement une constante de temps et un gain fixe, la variable de fréquence  $p$  correspondant à la première variable intermédiaire  $V_1$ . Cette première fonction  
25 de transfert  $F_1(p)$  se comporte comme un filtre passe-bas du premier ordre. On obtient de cette façon une deuxième variable intermédiaire  $V_2$ , fonction du temps.

On applique à cette deuxième variable intermédiaire  
30  $V_2$  un gain fixe qui est déterminé en fonction des caractéristiques géométriques et mécaniques des éléments de transmission. On obtient ainsi une troisième variable intermédiaire  $V_3$ , fonction du temps, qui permet d'accéder directement à la valeur de commande de couple, à savoir que

la valeur de commande de couple  $C_c$ , à chaque instant, est égale soit à cette troisième variable intermédiaire  $V_3$ , soit à 0.

Pour cela, on calcule le produit de la troisième variable intermédiaire  $V_3$  et d'une valeur de marche/arrêt du compensateur, égale à 0 ou à 1 suivant des conditions de fonctionnement du système de correction de trajectoire 25 ou du compensateur 42 lui-même. En particulier, l'E.S.P. 25 et le compensateur 42 peuvent être neutralisés, auquel cas la valeur de marche/arrêt est bloquée à 0, de même par conséquent que le couple de compensation  $C_c$ .

On obtient par le dispositif et le procédé qui viennent d'être décrits une compensation fiable, avec un temps de réaction optimal, du surcouple résistant produit sur l'arbre de direction par un freinage supplémentaire en courbe dû à l'ESP. Cette compensation présente l'avantage important de maintenir les sensations d'efforts du conducteur à un niveau désiré, non perturbé par le fonctionnement d'un dispositif de sécurité agissant sur le freinage du véhicule.

L'invention permet, grâce à l'adjonction d'un module électronique de compensation dans un ensemble à direction assistée de type déjà utilisé sur des véhicules existants, de gommer les effets négatifs d'un système de sécurité, tel que l'ESP, sur les sensations de conduite de l'utilisateur.

REVENDICATIONS

1. Ensemble de direction assistée électrique d'un véhicule automobile équipé d'un système de correction de trajectoire (25), ledit système de correction de trajectoire  
5 étant adapté pour commander le freinage sélectif d'une ou plusieurs roues au moyen de signaux individuels de freinage ( $S_1, S_2, S_3, S_4$ ) significatifs de paramètres de freinage ( $P_{5,1}, P_{5,2}, P_{5,3}, P_{5,4}$ ), ledit ensemble comprenant un arbre de direction rotatif (4) solidaire d'un volant (2) et coopérant  
10 avec une crémaillère (8) d'orientation des roues directrices (9A) du véhicule, un moteur électrique (30) dont l'arbre de sortie (34) engrène avec la crémaillère (8) ou l'arbre de direction (4), et un dispositif de commande (33) fournissant audit moteur électrique (30) un signal de commande (S)  
15 adapté pour faire varier le couple de sortie ( $C_S$ ) du moteur électrique (30) en fonction de paramètres de fonctionnement ( $P_1, P_2, P_3, P_4, P_{5,3}, P_{5,4}$ ) de l'arbre de direction (4) et plus généralement du véhicule, ledit dispositif de commande (33) comportant un premier organe de calcul (41) adapté pour  
20 élaborer un signal de couple d'assistance ( $S_{AT}$ ) significatif d'une valeur de couple d'assistance théorique ( $C_{AT}$ ), à partir d'un premier ensemble de paramètres ( $P_1, P_2, P_3$ ) parmi lesdits paramètres de fonctionnement, caractérisé en ce que le dispositif de commande (33) comporte un deuxième organe  
25 de calcul (42) adapté pour élaborer un signal de couple de compensation ( $S_C$ ) significatif d'une valeur de couple de compensation ( $C_C$ ), à partir d'un deuxième ensemble de paramètres ( $P_4, P_{5,3}, P_{5,4}$ ) parmi lesdits paramètres de fonctionnement, ledit deuxième ensemble ( $P_4, P_{5,3}, P_{5,4}$ ) étant  
30 différent du premier ( $P_1, P_2, P_3$ ) et comprenant au moins un desdits paramètres de freinage ( $P_{5,3}, P_{5,4}$ ), et le signal de commande (S) résulte de la somme du signal de couple d'assistance ( $S_{AT}$ ) et du signal de couple de compensation ( $S_C$ ).

2. Ensemble de direction assistée électrique suivant la revendication 1, caractérisé en ce que ledit paramètre de freinage ( $P_{5,3}$ ,  $P_{5,4}$ ) du deuxième ensemble ( $P_4$ ,  $P_{5,3}$ ,  $P_{5,4}$ ) est un paramètre de freinage d'une roue directrice (9A) respective du véhicule.

3. Ensemble de direction assistée électrique suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que ledit paramètre de freinage ( $P_{5,3}$ ,  $P_{5,4}$ ) est proportionnel à un couple de freinage exercé sur la roue correspondante (9A).

4. Ensemble de direction assistée électrique suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (23) de mesure du couple exercé par le conducteur sur le volant (2), adaptés pour émettre vers le dispositif de commande (33) un signal significatif de la valeur de couple-volant ( $P_3$ ) ainsi mesurée, et le signal de commande (S) est élaboré en fonction de ladite valeur de couple-volant ( $P_3$ ) mesurée.

5. Ensemble de direction assistée électrique suivant l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (21) de mesure de la vitesse du véhicule et des moyens (22) de mesure de la vitesse de rotation du volant (2), et le premier ensemble de paramètres ( $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ) comprend la vitesse du véhicule ( $P_1$ ) et la vitesse de rotation du volant ( $P_2$ ) ainsi mesurées.

6. Ensemble de direction assistée électrique suivant les revendications 4 et 5 prises ensemble, caractérisé en ce que le premier ensemble ( $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ) est constitué de la vitesse du véhicule ( $P_1$ ) mesurée, de la vitesse de rotation du volant ( $P_2$ ) mesurée, et du couple-volant ( $P_3$ ) mesuré.

7. Ensemble de direction assistée électrique suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (24) de mesure de la position angulaire du volant par rapport à la position neutre de braquage nul, et le deuxième ensemble de paramètre ( $P_4$ ,  $P_{5,3}$ ,

$P_{5,4}$ ) comprend la position angulaire du volant ( $P_4$ ) ainsi mesurée.

8. Ensemble de direction assistée électrique suivant la revendication 7, caractérisé en ce que lesdits moyens  
5 ( $24$ ) de mesure de la position angulaire du volant sont adaptés pour déterminer, par rapport à la position neutre de braquage nul, un sens de braquage du volant.

9. Ensemble de direction assistée électrique suivant les revendications 2 et 8 prises ensemble, caractérisé en ce  
10 que le deuxième ensemble ( $P_4, P_{5,3}, P_{5,4}$ ) est constitué de la position angulaire du volant ( $P_4$ ) mesurée et de deux paramètres de freinage ( $P_{5,3}, P_{5,4}$ ) correspondant respectivement à chacune de deux roues directrices (9A).

10. Ensemble de direction assistée électrique  
15 suivant l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le premier organe de calcul (41) est une cartographie.

11. Procédé de commande, par un signal de commande de couple, du moteur électrique (30) d'un ensemble de  
20 direction assistée électrique d'un véhicule automobile équipé d'un système de correction de trajectoire (25), ledit système de correction de trajectoire étant adapté pour commander le freinage sélectif d'une ou plusieurs roues au moyen de signaux individuels de freinage ( $S_1, S_2, S_3, S_4$ )  
25 significatifs de paramètres de freinage ( $P_{5,1}, P_{5,2}, P_{5,3}, P_{5,4}$ ), ledit ensemble comprenant un arbre de direction rotatif (4) solidaire d'un volant (2) et entraînant une crémaillère (8) d'orientation des roues directrices (9A) du véhicule, un moteur électrique (30) dont l'arbre de sortie  
30 (34) engrène avec la crémaillère (8) ou l'arbre de direction (4), et un dispositif de commande (33) fournissant audit moteur électrique (30) un signal (S) de commande de couple adapté pour faire varier le couple de sortie ( $C_s$ ) du moteur

électrique (30), caractérisé en ce qu'on élabore le signal (S) de commande de couple de la façon suivante :

- on détermine une valeur de couple d'assistance théorique ( $C_{AT}$ ) à partir de données pré-enregistrées, en fonction d'un premier ensemble de paramètres de fonctionnement ( $P_1, P_2, P_3$ ) mesurés ;

- on détermine une valeur de couple de compensation ( $C_c$ ) à partir de données pré-enregistrées, en fonction d'un deuxième ensemble de paramètres de fonctionnement ( $P_4, P_{5,3}, P_{5,4}$ ) comprenant au moins un desdits paramètres de freinage ( $P_{5,3}, P_{5,4}$ ) ;

- on effectue la somme desdites valeurs de couple d'assistance théorique ( $C_{AT}$ ) et de couple de compensation ( $C_c$ ) ainsi déterminées, afin d'obtenir une valeur de commande de couple (C) ;

- on élabore le signal (S) de commande de couple correspondant à ladite valeur (C) de commande de couple.

12. Procédé de commande suivant la revendication 11, caractérisé en ce qu'il comprend en outre les étapes suivantes :

- on mesure la valeur de la vitesse ( $P_1$ ) du véhicule ;

- on mesure la valeur de la vitesse de rotation ( $P_2$ ) du volant ;

- on mesure la valeur du couple ( $P_3$ ) appliqué sur le volant (2) par le conducteur,

et en ce que le premier ensemble de paramètres de fonctionnement ( $P_1, P_2, P_3$ ) à partir duquel on détermine la valeur de couple d'assistance théorique ( $C_{AT}$ ) est constitué desdites valeurs ainsi mesurées.

13. Procédé de commande suivant la revendication 11 ou 12, caractérisé en ce qu'il comporte l'étape suivante :

- on mesure la position angulaire ( $P_4$ ) du volant par rapport à une position neutre de braquage nul,

et en ce que le deuxième ensemble de paramètres de fonctionnement à partir duquel on détermine la valeur de couple de compensation ( $C_c$ ) est constitué de ladite valeur de position angulaire ( $P_4$ ) et d'au moins deux paramètres de freinage ( $P_{5,3}$ ,  $P_{5,4}$ ) correspondant à deux roues du véhicule.

14. Procédé de commande suivant la revendication 13, caractérisé en ce que lesdits au moins deux paramètres de freinage ( $P_{5,3}$ ,  $P_{5,4}$ ) sont les paramètres de freinage correspondant respectivement à deux roues directrices (9A) du véhicule, respectivement une roue avant droite et une roue avant gauche.

15. Procédé de commande suivant la revendication 14, caractérisé en ce qu'on détermine la valeur de couple de compensation ( $C_c$ ) en fonction de la différence ( $P_{5,3} - P_{5,4}$ ) desdits paramètres de freinage ( $P_{5,3}$ ,  $P_{5,4}$ ).

16. Procédé de commande suivant la revendication 15, caractérisé en ce qu'on détermine la valeur du couple de compensation ( $C_c$ ) de la façon suivante :

- on compare chacun desdits paramètres de freinage ( $P_{5,3}$ ,  $P_{5,4}$ ) à une valeur de seuil respective ( $S_{F3}$ ,  $S_{F4}$ ) ;

- on associe à chacun desdits paramètres de freinage ( $P_{5,3}$ ,  $P_{5,4}$ ) une valeur de test respective ( $T_3$ ,  $T_4$ ), ladite valeur de test étant égale à 1 si la valeur absolue du paramètre de freinage correspondant est supérieure à la valeur de seuil respective, et égale à 0 sinon ;

- on sélectionne l'une desdites valeurs de test ( $T_3$ ,  $T_4$ ) en fonction du paramètre de position angulaire du volant ( $P_4$ ), la valeur de test sélectionnée étant égale à la valeur de test correspondant à la roue avant gauche ( $T_3$ ) dans le cas d'un virage à gauche, et égale à la valeur de test correspondant à la roue avant droite ( $T_4$ ) dans le cas d'un virage à droite ;

- on calcule la différence ( $P_{5,3} - P_{5,4}$ ) desdits paramètres de freinage ( $P_{5,3}$ ,  $P_{5,4}$ ) ;

- on calcule une première variable intermédiaire ( $V_1$ ) égale au produit de ladite différence ( $P_{5,3} - P_{5,4}$ ) et de ladite valeur de test ( $T_3, T_4$ ) sélectionnée ; et

- on calcule le couple de compensation ( $C_c$ ) en  
5 fonction de ladite première variable intermédiaire ( $V_1$ ).

17. Procédé de commande suivant la revendication 16, caractérisé en ce qu'il comporte en outre les étapes suivantes :

- on applique à ladite première variable  
10 intermédiaire ( $V_1$ ) une première fonction de transfert de la forme  $F_1(p) = \frac{1}{Ap+B}$ , pour obtenir une deuxième variable intermédiaire ( $V_2$ ) ; et

- on calcule le couple de compensation ( $C_c$ ) en fonction de ladite deuxième variable intermédiaire ( $V_2$ ).

15 18. Procédé de commande suivant la revendication 17, caractérisé en ce qu'il comporte en outre les étapes suivantes :

- on calcule à chaque instant une troisième variable  
20 intermédiaire ( $V_3$ ) en appliquant à la deuxième variable intermédiaire ( $V_2$ ) un gain fixe ; et

- on calcule le couple de compensation ( $C_c$ ) en fonction de ladite troisième variable intermédiaire ( $V_3$ ).

19. Procédé de commande suivant la revendication 18, caractérisé en ce qu'il comporte en outre l'étape suivante :

25 - on calcule à chaque instant le couple de compensation ( $C_c$ ) en multipliant ladite troisième variable intermédiaire ( $V_3$ ) par une valeur de marche/arrêt du compensateur, égale à 0 ou 1, dépendant d'un état du système de correction de trajectoire (25) ou du dispositif de  
30 commande (33).

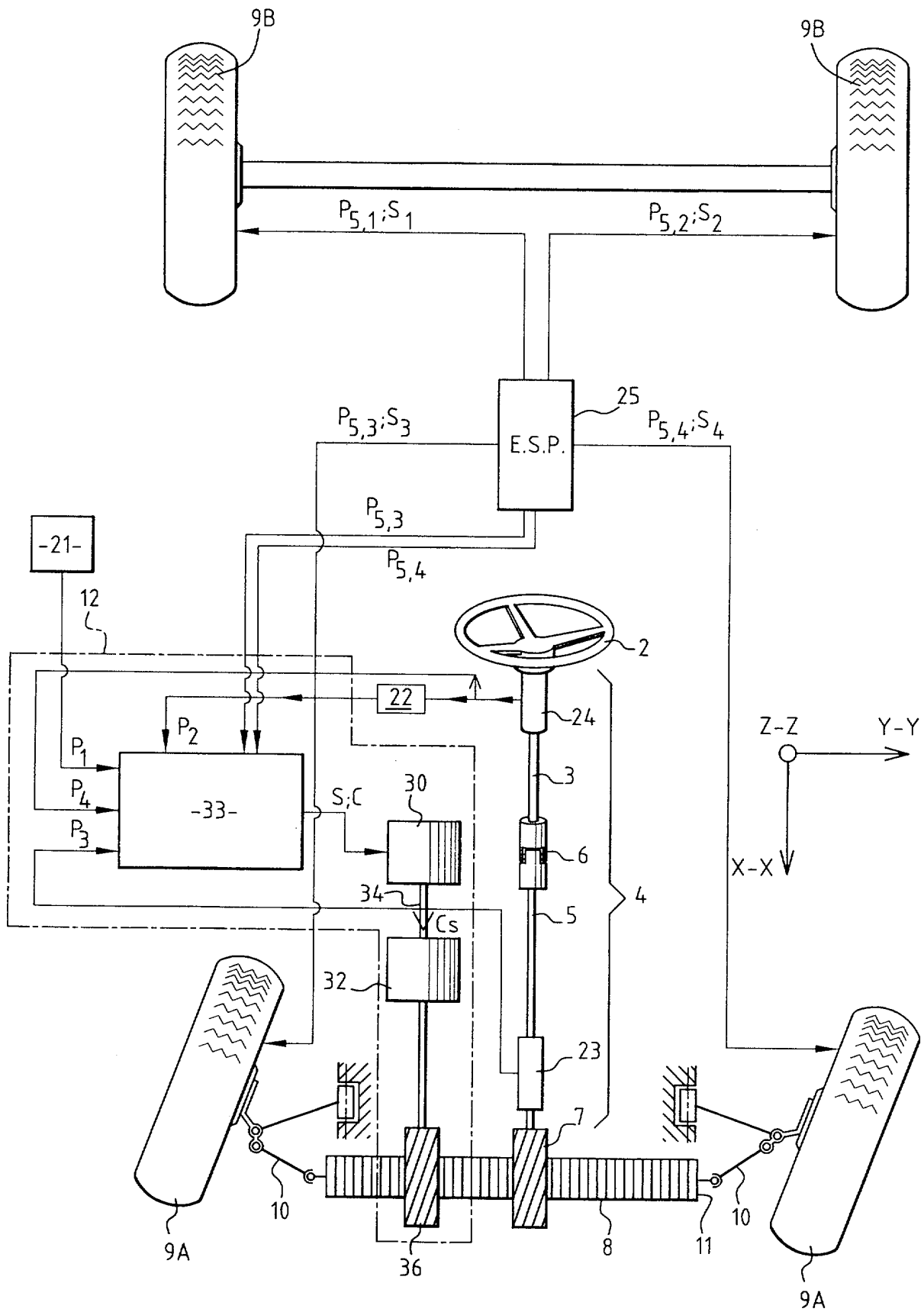
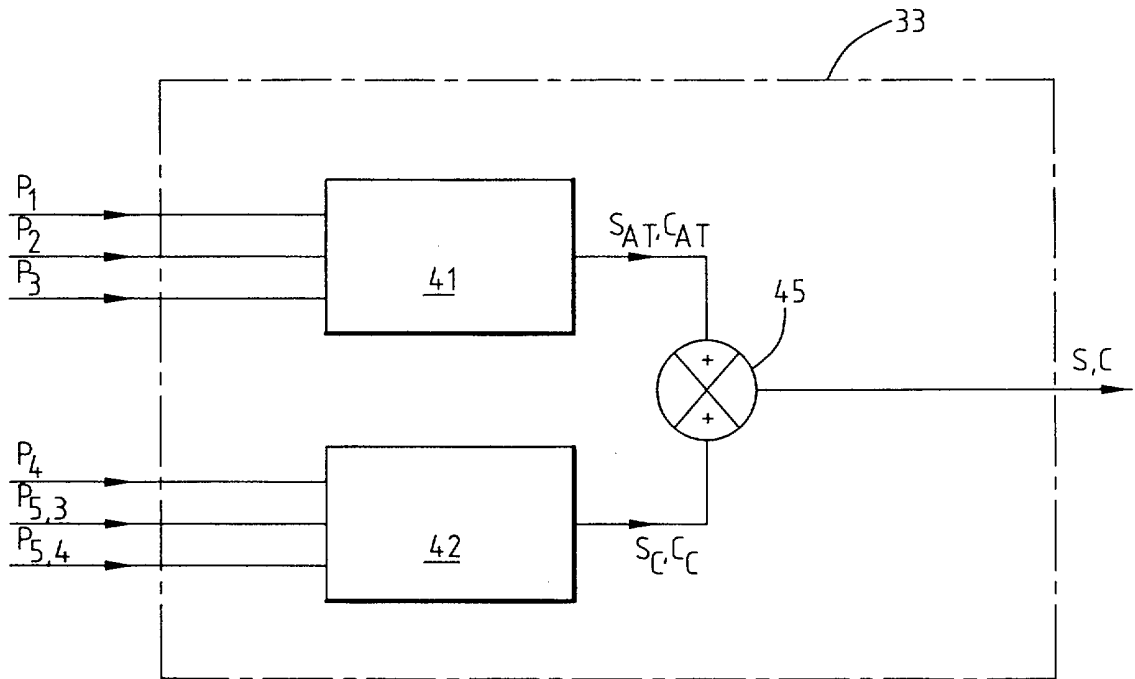


FIG. 1

FIG.2



**INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE**

2821043

**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement  
national

FA 599698  
FR 0102358

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	EP 1 031 493 A (KOYO SEIKO CO) 30 août 2000 (2000-08-30) * alinéa '0011! - alinéa '0027!; figures * -& WO 99 24307 A 20 mai 1999 (1999-05-20) -----	1-14	B62D5/04
			<b>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)</b>
			B62D B60T
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		7 novembre 2001	Kulozik, E
<p><b>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</b></p> <p>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</p> <p>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 ..... &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

1

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0102358 FA 599698**

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 07-11-2001

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
EP 1031493 A	30-08-2000	JP 11139338 A	25-05-1999
		EP 1031493 A1	30-08-2000
		WO 9924307 A1	20-05-1999
-----			