

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication : **2 940 224**

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

②1 N° d'enregistrement national : **08 07334**

⑤1 Int Cl⁸ : **B 60 W 30/02 (2006.01), B 60 W 40/10, 10/06, 10/18**

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 22.12.08.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 25.06.10 Bulletin 10/25.

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) : *RENAULT SAS Société par actions
simplifiée — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : CREGUT SAMUEL, MARSILIA
MARCO et OBERTI CLAIRE.

⑦3 Titulaire(s) : *RENAULT SAS Société par actions sim-
plifiée.*

⑦4 Mandataire(s) : *RENAULT SAS.*

⑤4 **PROCEDE DE FONCTIONNEMENT D'UN SYSTEME DE CORRECTION DE LA TRAJECTOIRE D'UN
VEHICULE AUTOMOBILE.**

⑤7 Procédé de fonctionnement d'un système de correc-
tion de la trajectoire d'un véhicule automobile, caractérisé
en ce que, dans une situation de sous-virage du véhicule
automobile, il comprend une étape de commande de décé-
lération du véhicule automobile comprenant:

- une première phase de régulation du couple fourni par
un moteur du véhicule dans laquelle une consigne de cou-
ple moteur est déterminée par un premier correcteur de type
intégral, et/ou

- une deuxième phase de régulation du couple de freina-
ge fourni par un système de freinage du véhicule dans la-
quelle une consigne de couple de freinage est déterminée
par un deuxième correcteur de type proportionnel.

FR 2 940 224 - A1



La présente invention concerne le contrôle du comportement dynamique d'un véhicule automobile, et notamment le contrôle et la correction automatique du sous-virage d'un véhicule automobile par rapport à la trajectoire désirée par le conducteur en virage.

5

En effet, lorsqu'un véhicule automobile s'inscrit dans un virage à une vitesse longitudinale trop élevée compte tenu des limites physiques imposées par l'adhérence entre les pneumatiques et le sol dans le virage, il devient impossible de respecter la courbure de la route et le véhicule automobile commence à sous-virer.

10

Ce comportement peut également se produire si le conducteur accélère dans un virage.

15 Dans le phénomène de sous-virage, le véhicule s'écarte de la trajectoire voulue par le conducteur, le train avant se déportant vers l'extérieur du virage.

Il est alors nécessaire de détecter une telle situation de sous-virage et d'agir automatiquement sur le véhicule automobile afin que celui-ci revienne sur la trajectoire désirée par le conducteur.

20

On connaît de la demande FR 2 776 786 un procédé de détection d'une situation de sous-virage dans lequel on calcule un écart de comportement d'un véhicule automobile à partir de l'angle appliqué par le conducteur sur le volant, de la vitesse longitudinale du véhicule et de l'accélération transversale du véhicule.

25

Le but de l'invention est de fournir un procédé de fonctionnement d'un système de correction de trajectoire permettant de remédier aux problèmes évoqués précédemment et améliorant les systèmes de correction de

30

trajectoire connus de l'art antérieur. En particulier, l'invention propose un procédé de fonctionnement d'un système de correction de trajectoire utilisant des moyens de correction simples, améliorant la stabilité du véhicule et pouvant être appliqués tant à des véhicules automobiles utilisant un système de freinage à commande hydraulique qu'à des véhicules
5 utilisant un système de freinage à commande électrique.

Selon l'invention, le procédé de fonctionnement d'un système de correction de la trajectoire d'un véhicule automobile est caractérisé en ce que, dans
10 une situation de sous-virage du véhicule automobile, il comprend une étape de commande de décélération du véhicule automobile comprenant :

- une première phase de régulation du couple fourni par un moteur du véhicule dans laquelle une consigne de couple moteur est déterminée par un premier correcteur de type intégral, et/ou
15 – une deuxième phase de régulation du couple de freinage fourni par un système de freinage du véhicule dans laquelle une consigne de couple de freinage est déterminée par un deuxième correcteur de type proportionnel.

20 Le premier et/ou le deuxième correcteur peut être basé sur la différence entre une vitesse de lacet théorique du véhicule déterminée par un angle de braquage des roues directrices et une vitesse de lacet du véhicule mesurée.

L'étape de commande de décélération du véhicule peut comprendre la
25 première phase de régulation, puis la deuxième phase de régulation.

La première phase de régulation peut être maintenue jusqu'à ce que la consigne de couple moteur atteigne un premier seuil.

30 Suite à une situation de sous-virage du véhicule, le procédé peut comprendre une troisième phase de régulation du couple fourni par le moteur dans laquelle la consigne de couple moteur est progressivement

augmentée jusqu'à atteindre la consigne de couple moteur définie par l'action d'un conducteur sur un organe de commande du couple moteur.

5 Selon l'invention, le support d'enregistrement de données est lisible par un calculateur. Sur ce support, est enregistré un programme d'ordinateur comprenant des moyens logiciels de mise en œuvre des étapes du procédé de fonctionnement défini précédemment.

10 Selon l'invention, le système de correction de la trajectoire d'un véhicule automobile est caractérisé en ce qu'il comprend :

- un premier correcteur de type intégral déterminant une consigne de couple moteur à fournir par un moteur du véhicule, et/ou
 - un deuxième correcteur de type proportionnel déterminant une consigne de couple de freinage à fournir par un système de freinage du véhicule.
- 15

Le système peut comprendre des moyens matériels et/ou logiciels de mise en œuvre du procédé de fonctionnement défini précédemment.

20 Selon l'invention, le véhicule automobile comprend un système de correction défini précédemment.

Les dessins annexés représentent, à titre d'exemple, un mode de réalisation d'un système de correction de trajectoire selon l'invention.

25

La figure 1 est un schéma d'un mode de réalisation d'un véhicule automobile équipé d'un système de correction de trajectoire selon l'invention.

30 La figure 2 est un schéma d'un module de contrôle de sous-virage présentant les entrées-sorties de l'invention.

La figure 3 est un schéma détaillé d'un mode de réalisation du module de contrôle de sous-virage.

5 La figure 4 est un schéma d'un moyen de calcul d'une consigne de couple moteur lors d'un sous-virage.

La figure 5 est un schéma d'un moyen de calcul d'une consigne de couple de freinage.

10 La figure 6 est un schéma d'un moyen d'élaboration d'un signal de détection de fin de sous-virage permettant de garder le contrôle sur le couple moteur lors de son augmentation jusqu'à la consigne conducteur.

15 La figure 7 est un schéma d'un moyen de détermination d'une consigne de couple moteur permettant de piloter l'augmentation du couple moteur jusqu'à la consigne conducteur après la réduction du couple moteur due à un sous-virage.

20 La figure 8 est un schéma d'un moyen de limitation du couple moteur après la réduction du couple moteur due à un sous-virage.

La figure 9 est un graphique représentant les effets de l'invention dans une situation de sous-virage d'un véhicule automobile.

25 Dans la suite, pour les noms de signaux, le suffixe :

- 11 désigne la roue avant gauche,
- 12 désigne la roue avant droite,
- 21 désigne la roue arrière gauche,
- 22 désigne la roue arrière droite,

30 – ij désigne ainsi l'une des quatre roues du véhicule.

De même, on utilise les abréviations suivantes :

ESP : système de contrôle ou de correction de trajectoire (pour Electronic Stability Program),

ABS : système antiblocage de freinage (pour Anti-Blocking System),

5 ASR : système antipatinage (pour Anti Skid Regulation),

BFD : système de distribution de freinage (pour Brake Force Distribution),

Correcteur PI : correcteur proportionnel intégral,

CML : système de contrôle du moment de lacet,

CSV : système de contrôle de sous-virage.

10

Un système ESP a pour but de maintenir le véhicule sur la trajectoire désirée par le conducteur. Si le véhicule s'écarte de cette trajectoire (situation de sous-virage ou de survirage), le système ESP va envoyer des signaux de consigne de couple moteur et/ou de couple de freinage afin de
15 corriger la trajectoire du véhicule.

15

Le véhicule automobile 1 représenté à la figure 1 comprend un système 5 de correction de trajectoire agissant sur un système de freinage 2 et/ou sur un système 3 de commande du moteur du véhicule. Le système de correction
20 de trajectoire comprend différents modules interagissant et permettant d'élaborer des signaux de consigne à destination des systèmes de freinage et/ou de commande de freinage. Le système de correction de trajectoire comprend des moyens matériels et logiciels pour mettre en œuvre le procédé de fonctionnement selon l'invention. En particulier, il comprend des
25 moyens régissant son fonctionnement selon le procédé objet de l'invention. Les moyens logiciels peuvent comprendre des programmes informatiques.

25

Un premier module 7 dit « Modèle de référence » comprend un modèle simplifié du véhicule automobile qui permet à partir de l'angle volant
30 appliqué par le conducteur et de la vitesse longitudinale du véhicule de calculer une vitesse de lacet de référence $d(\Psi_{ref})/dt$, c'est-à-dire la vitesse

30

de lacet que devrait avoir le véhicule pour l'angle volant et la vitesse longitudinale mesurés.

Un deuxième module 8 dit « Estimateurs » comprend plusieurs estimateurs permettant de déterminer des informations de vitesse longitudinale de référence, de moment réellement appliqué et de charge sur les roues. Des signaux de mesures sont fournis par un ensemble de capteurs 4. Ces capteurs fournissent par exemple des signaux de mesure des vitesses des roues du véhicule, un signal de mesure de la vitesse de lacet du véhicule, un signal d'accélération transversale du véhicule et un signal d'accélération longitudinale du véhicule.

Un troisième module 14 dit « Détecteurs » reçoit la vitesse de lacet de référence et la vitesse de lacet mesurée et permet par l'utilisation de ces données de détecter une situation de sous-virage ou de survirage.

Un quatrième module 9 dit « Contrôle frein CML » définit un moment de lacet à appliquer au véhicule par application de forces de freinage.

Un cinquième module 10 dit « Répartition » détermine sur quelles roues il faut agir pour produire le moment de lacet défini dans le module 9.

Un sixième module 13 dit « Contrôle Moteur et Frein CSV » élabore des signaux de consignes de décélération du véhicule. Ces signaux comprennent un signal de consigne de couple moteur et un signal de consigne de freinage permettant une décélération permettant chacun seul ou en combinaison une décélération du véhicule automobile. Ces signaux sont transmis à un septième module 11 dit « Arbitrage ».

Le module 11 réalise l'arbitrage entre les signaux de consigne de couple moteur et de couple de freinage issues des différents modules et du

conducteur 6. Au final, un seul signal de consigne de couple moteur est transmis au système 3 de commande du moteur et un seul signal de consigne de couple de freinage est transmis au système de freinage 2.

- 5 Lors d'un sous-virage, le véhicule s'écarte de la trajectoire voulue par le conducteur : le véhicule tourne moins qu'il ne le devrait. Le conducteur n'arrive pas à s'inscrire dans le virage même en augmentant significativement l'angle de braquage des roues directrices via la direction. Le système ESP a pour fonction de permettre au véhicule de tourner en
- 10 corrigeant la trajectoire du véhicule. La cause principale du sous-virage étant une vitesse longitudinale excessive le système ESP agit sur des moyens permettant de décélérer le véhicule.

- Le sixième module précédemment évoqué est décrit ci-après en référence à
- 15 la figure 2. Il présente quatre entrées et deux sorties détaillées dans le tableau ci-dessous. Il permet l'élaboration des signaux de sortie à partir des signaux d'entrée.

Entrées	Sorties
signal <i>psip_ref</i> : signal de vitesse de lacet de référence du véhicule. Exprimée par exemple en rad/s ($d(\Psi_{ref})/dt$). La vitesse de lacet de référence traduit la trajectoire désirée par le conducteur. Ce signal est fourni par le premier module.	signal <i>T_ENG_ESP_Co</i> : signal de consigne finale de couple moteur demandé par la régulation de contrôle de sous-virage. Exprimé par exemple en Nm.
signal <i>YawRate_Sens</i> : signal de vitesse de lacet mesurée du véhicule. Exprimée par exemple en rad/s. Ce signal est fourni par un capteur	signal <i>T_BRK_ESP_Co</i> : signal de consigne de couple de freinage à appliquer au véhicule. Exprimé par exemple en Nm.

<p>signal <i>flag_sous_virage</i> : signal logique de détection d'une situation de sous-virage.</p> <p>Si <i>flag_sous_virage</i> = 1 alors le véhicule sous-vire.</p> <p>Si <i>flag_sous_virage</i> = 0 alors le véhicule ne sous-vire pas.</p> <p>Ce signal est fourni par le troisième module.</p>	
<p>signal <i>T_ENG_Conducteur_Co</i> : signal de consigne de couple moteur demandée par le conducteur. Exprimé par exemple en Nm.</p> <p>Ce signal est fourni par le conducteur.</p>	

Dans un mode de réalisation représenté à la figure 3, le sixième module comprend différents blocs.

- 5 Un premier bloc 21 dit « Calculer_Consigne_Couple_Moteur » permet de calculer une consigne de couple moteur permettant de ralentir le véhicule. Il comprend pour ce faire les entrées et sorties détaillées dans le tableau ci-dessous. Il permet l'élaboration des signaux de sortie à partir des signaux d'entrée.

10

Entrées	Sorties
<p>signal <i>psip_ref</i> : signal de vitesse de lacet de référence du véhicule. Exprimée par exemple en rad/s ($d(\Psi_{ref})/dt$). La vitesse de lacet de référence traduit la</p>	<p>signal <i>T_ENG_ESP_Co_BF</i> : signal de consigne intermédiaire de couple moteur. Exprimé par exemple en Nm.</p>

trajectoire désirée par le conducteur. Ce signal est fourni par le premier module.	
signal <i>YawRate_Sens</i> : signal de vitesse de lacet mesurée du véhicule. Exprimée par exemple en rad/s. Ce signal est fourni par un capteur	signal <i>action_moteur_terminee</i> : signal logique indiquant si la valeur de couple moteur demandé par le système ESP a atteint son minimum.
signal <i>flag_sous_virage</i> : signal logique de détection d'une situation de sous-virage. Si <i>flag_sous_virage</i> = 1 alors le véhicule sous-vire. Si <i>flag_sous_virage</i> = 0 alors le véhicule ne sous-vire pas. Ce signal est fourni par le troisième module.	
signal <i>T_ENG_Conducteur_Co</i> : signal de consigne de couple moteur demandée par le conducteur. Exprimé par exemple en Nm. Ce signal est fourni par le conducteur.	
signal <i>T_ENG_ESP_Co</i> : signal de consigne finale de couple moteur demandé par le système ESP. Exprimé par exemple en Nm. Ce signal est fourni en sortie du sixième module.	

Ce premier bloc 21 utilise des paramètres détaillés dans le tableau suivant :

Paramètres de réglage	
C_ESP_Gain_Correcteur_CSV	Gain d'un correcteur intégral de contrôle

	moteur
C_ESP_T_ENG_valeur_mini	Valeur minimum que peut atteindre le couple moteur demandé par le système ESP.

Un mode de réalisation possible de ce bloc 21 est décrit ci-après en référence à la figure 4.

- 5 Le bloc 21 utilise de préférence un correcteur du type intégral 21a. Il peut être modélisé grâce à l'équation suivante dans le domaine de Laplace :

$$C(p) = \frac{K_i}{p}$$

Avec p variable de Laplace et K_i gain du correcteur intégral.

10

Le but est de corriger une erreur en vitesse de lacet qui traduit l'écart entre la trajectoire désirée par le conducteur et la trajectoire réelle du véhicule. Ce qui se traduit par la formule suivante :

$$\varepsilon_{\dot{\psi}(t)} = \text{psip_ref}(t) - \text{YawRate_Sens}(t)$$

15 avec :

$\varepsilon_{\dot{\psi}(t)}$: l'erreur en vitesse de lacet,

$\text{psip_ref}(t)$: la vitesse de lacet de référence,

$\text{YawRate_sens}(t)$: la vitesse de lacet mesurée.

- 20 Ainsi, le couple moteur de consigne nécessaire pour corriger une situation de sous-virage est calculé de la façon suivante :

$$\Gamma_m(t) = \Gamma_m(t_0) + K_i \int_{t_0}^t \varepsilon_{\dot{\psi}}(t) dt$$

Avec :

K_i : le gain du correcteur intégral : $C_ESP_Gain_Correcteur_CSV$

$\varepsilon_\psi(t)$: l'erreur en vitesse de lacet,

$\Gamma m(t_0)$: la valeur initiale de l'intégrale, $\Gamma m(t_0) = T_ENG_ESP_Co(t_0)$, avec t_0 l'instant de début de régulation (instant où le signal logique *flag_sous_virage* passe de la valeur 0 à 1).

L'action intégrale est déclenchée lorsque le signal logique *flag_sous_virage* passe à 1. L'intégration s'arrête lorsque ce signal logique prend la valeur 0.

Cette logique est traduite sur la figure 4 par le correcteur intégral 21a. Il comprend les moyens référencés 212 à 215. Ces moyens comprennent notamment un soustracteur 213 et un intégrateur 215.

Le bloc 21 élabore en sortie le signal de consigne de couple moteur intermédiaire $T_ENG_ESP_Co_BF$. Ce couple moteur de consigne intermédiaire doit satisfaire plusieurs contraintes :

- Le couple moteur Γm calculé par le correcteur 21a n'est valable pour être utilisé comme couple moteur intermédiaire que si le signal logique *flag_sous_virage* vaut 1. Sinon, le couple moteur de consigne intermédiaire est égal au couple moteur de consigne demandé par le conducteur à travers la pédale d'accélération $T_Eng_Conducteur_Co$. Cette condition est assurée par la porte logique 211.
- On sature par le bas la valeur du couple moteur Γm à la valeur minimum $C_ESP_T_ENG_valeur_mini$. Ainsi, la consigne de couple moteur ne peut pas être inférieure à la valeur : $\Gamma m_1 = \max(\Gamma m, C_ESP_T_ENG_valeur_mini)$. Cette saturation est obtenue par l'opérateur logique 216.
- Si le couple moteur demandé par le conducteur devient inférieur à la consigne de couple Γm_1 , le système ESP doit prendre en compte cette consigne et la suivre. Cette saturation est obtenue par l'opérateur logique 217.

Ainsi, $T_ENG_ESP_Co_BF = \min (T_ENG_Conducteur_Co, \Gamma m_1)$

Nous obtenons ainsi le signal de consigne de couple moteur intermédiaire
5 $T_ENG_ESP_Co_BF$ fourni par le bloc 21.

Dans le bloc 21, on élabore également un signal logique
action_moteur_terminee traduisant si la consigne de couple moteur
 $T_ENG_ESP_Co_BF$ demandée par le système ESP a atteint sa valeur
10 minimum $C_ESP_T_ENG_valeur_mini$.

Si $T_ENG_ESP_Co_BF \leq C_ESP_T_ENG_valeur_mini$ et si le véhicule
est dans une situation de sous-virage alors le signal logique
action_moteur_terminee vaut 1.

15

Sinon, le signal logique *action_moteur_terminee* vaut 0.

Cette logique est mise en œuvre grâce à un comparateur 218 et à une porte
ET 219.

20

Une fois que le couple moteur demandé par le système ESP a atteint cette
valeur $C_ESP_T_ENG_valeur_mini$, on ne peut pas décélérer le véhicule en
utilisant le moteur. L'action du système ESP sur le moteur a atteint sa limite.
Si cette action n'a pas été suffisante pour corriger le sous-virage, on doit
25 utiliser le système de freinage.

Dans le mode de réalisation représenté à la figure 3, le sixième module
comprend un deuxième bloc 22.

30 Le deuxième bloc 22 dit « Calculer_Consigne_Couple_Freinage » permet de
calculer une consigne de couple de freinage permettant de ralentir le

véhicule. Il comprend pour ce faire les entrées et sorties détaillées dans le tableau ci-dessous. Il permet l'élaboration du signal de sortie à partir des signaux d'entrée.

Entrées	Sorties
signal <i>psip_ref</i> : signal de vitesse de lacet de référence du véhicule. Exprimée par exemple en rad/s ($d(\Psi_{ref})/dt$). La vitesse de lacet de référence traduit la trajectoire désirée par le conducteur. Ce signal est fourni par le premier module.	signal <i>T_BRK_ESP_Co</i> : signal de consigne de couple de freinage à appliquer au véhicule. Exprimé par exemple en Nm.
signal <i>YawRate_Sens</i> : signal de vitesse de lacet mesurée du véhicule. Exprimée par exemple en rad/s. Ce signal est fourni par un capteur.	
signal <i>action_moteur_terminee</i> : signal logique indiquant que la valeur de couple moteur demandé par le système ESP a atteint un minimum. Ce signal est fourni par le premier bloc 21.	

5

Paramètre de réglage	
gain_CSV_frein_proportionnel	Gain d'un correcteur proportionnel de contrôle du système de freinage.

Une réalisation possible de ce deuxième bloc est décrite ci-après en référence à la figure 5.

Le deuxième bloc 22 utilise de préférence un correcteur du type proportionnel 22a. Il peut être modélisé grâce à l'équation suivante dans le domaine de Laplace :

$$C(p) = K_p$$

5

Le but est de corriger une erreur en vitesse de lacet qui traduit l'écart entre la trajectoire désirée par le conducteur et la trajectoire réelle du véhicule. Ce qui se traduit par la formule suivante :

$$\varepsilon_{\dot{\psi}(t)} = \text{psip_ref}(t) - \text{YawRate_Sens}(t)$$

10 avec :

$\varepsilon_{\dot{\psi}(t)}$: l'erreur en vitesse de lacet,

$\text{psip_ref}(t)$: la vitesse de lacet de référence,

$\text{YawRate_sens}(t)$: la vitesse de lacet mesurée.

15 Mais cette action de freinage intervient uniquement si l'action du couple moteur n'est pas suffisante c'est-à-dire si le signal logique $\text{action_moteur_max} = \text{action_moteur_terminee}$ vaut 1.

20 Ainsi, pour assurer la continuité du signal de couple de freinage, il est nécessaire de soustraire, à la valeur courante de l'erreur, la valeur qu'avait cette dernière lorsque le signal logique $\text{action_moteur_terminee}$ est passé à 1. Ainsi, le couple de freinage demandé par le système ESP a bien une valeur initiale nulle.

25 Le couple de freinage de consigne nécessaire pour corriger une situation de sous-virage peut être calculé de la façon suivante :

Si le signal logique $\text{action_moteur_terminee} = 1$:

$T_{BRK_ESP_Co}(t) = K_p \times (\varepsilon_{\dot{\psi}(t)} - \varepsilon_{\dot{\psi}(t_1)})$ avec $\varepsilon_{\dot{\psi}(t_1)}$ la valeur de l'erreur à l'instant où le signal logique $\text{action_moteur_terminee}$ passe à 1 (instant

30 repéré par t_1).

Si le signal logique *action_moteur_terminee* = 0 :

$$T_{BRK_ESP_Co}(t) = 0$$

- 5 Cette logique est mise en œuvre grâce aux moyens 221 à 226 comprenant des soustracteurs 221 et 223, des multiplicateurs 225 et 226 et une porte logique 222. Cette porte logique permet de traduire l'alternative relative à la valeur du signal logique *action_moteur_terminee*.
- 10 Le correcteur proportionnel 22a permet de définir un couple de freinage à appliquer pour freiner le véhicule. Cette action de freinage complète l'action du couple moteur. Cependant, ces deux actions restent indépendantes et ceci constitue un avantage. En effet, il existe deux correcteurs permettant de régler différemment la dynamique des deux actions : un correcteur intégral
- 15 pour définir la consigne de couple moteur et un correcteur proportionnel pour définir la consigne de couple de freinage.

La consigne de couple de freinage est ensuite répartie sur les quatre roues en fonction des reports de charge longitudinal et latéral.

20

Dans le mode de réalisation représenté à la figure 3, le sixième module comprend un troisième bloc 23.

- 25 Le troisième bloc 23 dit « Elaborer_Flag_Sortie_Intervention_Moteur_ESP » permet d'élaborer un signal logique autorisant le système ESP à continuer de piloter le couple moteur après une phase de sous-virage. Le troisième bloc comprend pour ce faire les entrées et sorties détaillées dans le tableau ci-dessous. Il permet l'élaboration du signal de sortie à partir des signaux

30

Entrées	Sorties
---------	---------

<p>signal <i>flag_sous_virage</i> : signal logique de détection d'une situation de sous-virage.</p> <p>Si <i>flag_sous_virage</i> = 1 alors le véhicule sous-vire</p> <p>Si <i>flag_sous_virage</i> = 0 alors le véhicule ne sous-vire pas.</p> <p>Ce signal est fourni par le troisième module.</p>	<p>signal <i>Flag_Sortie_Intervention_moteur_ESP</i> : signal logique permettant au système ESP de continuer à piloter le couple moteur lorsqu'une situation de sous-virage est terminée.</p>
<p>signal <i>T_ENG_Conducteur_Co</i> : signal de consigne de couple moteur demandée par le conducteur. Exprimé par exemple en Nm. Ce signal est fourni par le conducteur.</p>	
<p>signal <i>T_ENG_ESP_Co</i> : signal de consigne finale de couple moteur à appliquer au véhicule. Exprimé par exemple en Nm. Ce signal est fourni en sortie du sixième module.</p>	

Une réalisation possible de ce troisième bloc 23 est décrite ci-après en référence à la figure 6.

- 5 Le signal logique *flag_sous_virage* permet au système ESP de prendre la main pour contrôler le couple moteur fourni. Lorsque la situation de sous-virage se termine le signal logique *flag_sous_virage* passe à zéro. Or, même si la trajectoire du véhicule est correcte, il faut contrôler la remontée du couple moteur jusqu'à la valeur de consigne de couple fournie par le
- 10 conducteur pour assurer une sortie de régulation ESP confortable et éviter un à-coup. Pour cela, on utilise un signal logique *Flag_Sortie_Intervention_moteur_ESP* qui est construit de la façon suivante :

Proposition 1, traduite par les portes logiques 231 à 233 :

$[flag_sous_virage(t) = 0 \text{ et } flag_sous_virage(t-1) = 1]$ (c'est-à-dire le signal logique *flag_sous_virage* passe de 1 à 0)

5 Proposition 2, traduite par les portes logiques 234 et 235 :

$[T_ENG_ESP_Co = T_ENG_Conducteur_Co]$ ou $[flag_sous_virage = 1]$

Si [Proposition 1 est vraie] et [Proposition 2 est fausse] alors le signal logique *Flag_Sortie_Intervention_moteur_ESP* vaut 1. Cette logique est
10 traduite par la bascule RS 236.

Par contre si [Proposition 2 est vraie] alors le signal logique *Flag_Sortie_Intervention_moteur_ESP* vaut 0. Cette logique est traduite par la bascule RS 236.

15

Ainsi, le signal logique *Flag_Sortie_Intervention_moteur_ESP* prend la valeur 1 lorsque la situation de sous-virage est terminée mais que le couple moteur demandé par le système ESP est inférieur au couple moteur demandé par le conducteur.

20

Par contre, dès que la consigne de couple moteur du système ESP a rejoint la consigne de couple moteur fournie par le conducteur, le système ESP n'a plus besoin de contrôler le couple moteur. Le signal logique *Flag_sortie_intervention_moteur_ESP* passe à 0.

25

Dans le mode de réalisation représenté à la figure 3, le sixième module comprend un quatrième bloc 24.

Le quatrième bloc 24 dit « *Elaborer_consigne_couple_moteur_finale* »
30 permet d'élaborer un signal de consigne finale de couple moteur. Le quatrième bloc comprend pour ce faire les entrées et sorties détaillées dans

le tableau ci-dessous. Il permet l'élaboration du signal de sortie à partir des signaux d'entrée.

Entrées	Sorties
<p>signal <i>flag_sous_virage</i> : signal logique de détection d'une situation de sous-virage.</p> <p>Si <i>flag_sous_virage</i> = 1 alors le véhicule sous-vire</p> <p>Si <i>flag_sous_virage</i> = 0 alors le véhicule ne sous-vire pas.</p> <p>Ce signal est fourni par le troisième module.</p>	<p>signal <i>T_ENG_ESP_Co</i> : signal de consigne finale de couple moteur à appliquer au véhicule. Exprimé par exemple en Nm.</p>
<p>signal <i>T_ENG_Conducteur_Co</i> : signal de consigne de couple moteur demandée par le conducteur. Exprimé par exemple en Nm.</p> <p>Ce signal est fourni par le conducteur.</p>	
<p>signal <i>Flag_Sortie_Intervention_moteur_ESP</i> : signal logique permettant au système ESP de continuer à piloter le couple moteur lorsqu'une situation de sous-virage est terminée. Ce signal est obtenu en sortie du bloc 23.</p>	
<p>signal <i>T_ENG_ESP_Co_BF</i> : signal de consigne intermédiaire de couple moteur. Exprimé par exemple en Nm. Ce signal est obtenu en sortie du premier bloc 21.</p>	

Paramètre de réglage	
----------------------	--

C_ESP_Incr_Max_Moteur	Constante : incrément de couple moteur maximal autorisé entre deux instants d'échantillonnage. Exprimé par exemple en Nm. Définit un taux de variation de la consigne de couple moteur, exprimé en Nm/s.
-----------------------	--

Une réalisation possible de ce quatrième bloc 24 est décrite ci-après en référence à la figure 7.

- 5 Pour assurer une fin de régulation confortable, la vitesse de remontée du couple moteur est limitée après une situation de sous-virage. Pour cela le quatrième bloc comprend un sous-bloc 241 élaborant un signal de couple $T_ENG_ESP_Co_rate_limiter$ qui est fourni en sortie d'une porte logique 243 tant que le véhicule se trouve dans une situation de sous-virage ou tant
- 10 qu'après une situation de sous-virage le couple requis par le système ESP n'a pas atteint le couple demandé par le conducteur. Dans les autres cas, on retrouve en sortie de cette porte logique 243 la valeur du couple moteur demandé par le conducteur $T_ENG_Conducteur_Co$.
- 15 La remontée de couple moteur se fera donc en suivant la pente positive définie par $C_ESP_Incr_Max_Moteur$. La valeur de cette pente dépend notamment de l'adhérence et/ou du type de programme de conduite.

- 20 Une réalisation possible du sous-bloc 241 est décrite ci-après en référence à la figure 8.

Le sous-bloc reçoit en entrée le signal $T_ENG_ESP_Co_BF$. Il utilise le paramètre de réglage $C_ESP_Incr_Max_Moteur$ évoqué précédemment.

- 25 On considère le signal $Sortie_n1$ comme le signal issu du sous-bloc au pas de d'échantillonnage précédent. Si le signal $T_ENG_ESP_Co_BF$ est

inférieur à $Sortie_{n1} + C_{ESP_Incr_Max_Moteur}$ alors la sortie $T_{ENG_ESP_Co_rate_limiter}$ vaut $T_{ENG_ESP_Co_BF}$.

Sinon la sortie $T_{ENG_ESP_Co_rate_limiter}$ vaut
 5 $Sortie_{n1} + C_{ESP_Incr_Max_Moteur}$.

Autrement dit, on obtient, en sortie du sous-bloc 241, un signal de consigne de couple incrémenté à chaque pas d'échantillonnage. Pour ce faire, le sous-bloc comprend notamment un opérateur d'addition. Il s'ensuit que le
 10 couple de consigne augmente, suite à une situation de sous-virage selon une rampe linéaire jusqu'à atteindre le couple demandé par le conducteur du véhicule.

La première valeur de couple obtenue en sortie du bloc 241 suite à son
 15 activation est la valeur du signal d'entrée.

Les résultats d'un essai effectué avec un véhicule équipé d'un système ESP selon l'invention sont décrits ci-après en référence à la figure 9. Le véhicule comprenait un système de freinage électrique.

20 Le graphique supérieur concerne le sous-virage et sa détection. On remarque qu'à partir de l'instant $t=2.2s$ et jusqu'à $t=3.8s$, il existe un écart significatif entre les signaux $Psip_{ref}$ et $YawRate_{Sens}$. Ceci est dû à une situation de sous-virage qui est détectée dès l'instant $t=2.25s$ (et jusqu'à
 25 $t=3.7s$). La détection est faite sur l'erreur de vitesse de lacet.

Dès l'instant $t=2.25s$, le système ESP réduit progressivement et efficacement le couple moteur grâce à la consigne $T_{ENG_ESP_Co}$. Lorsque ce dernier atteint sa valeur minimum $C_{ESP_T_{ENG_valeur_mini}}$
 30 (ici égal à 0 Nm), le système ESP freine les quatre roues pour décélérer le véhicule grâce à la consigne de couple de freinage $T_{BRK_ESP_Co}$.

Quand la situation de sous-virage se termine, le freinage est retiré progressivement (grâce au correcteur proportionnel). Si le conducteur décide d'accélérer (ce qui n'est pas le cas dans cet essai) le couple moteur est ré-augmenté rapidement suivant une pente jusqu'à la consigne définie par l'action du conducteur (le signal logique *Flag_Sortie_Intervention_moteur_ESP* permet de garder le contrôle sur le couple moteur).

10 On remarque que l'objet de la présente invention présente les avantages suivants :

- Les correcteurs utilisés sont simples : de type intégral pour le contrôle du moteur et de type proportionnel pour le contrôle du système de freinage.
- 15 - Le fait d'avoir deux correcteurs indépendants pour le contrôle moteur et le contrôle du système de freinage permet de pouvoir régler des dynamiques de correction différentes pour le contrôle du moteur et le contrôle du système de freinage.
- La répartition du freinage entre l'avant et l'arrière ne nécessite pas de nouveau correcteur.
- 20 - La structure de commande est du type à boucle fermée, ce qui fait qu'elle est simple et robuste aux incertitudes du système.
- L'utilisation de correcteurs de type proportionnel et de type intégral limite l'utilisation des ressources en calcul et est bien maîtrisée.
- 25 - L'invention s'applique aussi bien à une technologie électrique (système de freinage électrique, véhicule électrique) qu'à la technologie hydraulique actuelle des systèmes de freinage.

Revendications :

1. Procédé de fonctionnement d'un système (5) de correction de la trajectoire d'un véhicule automobile (1), caractérisé en ce que, dans une situation de sous-virage du véhicule automobile, il comprend une étape de commande de décélération du véhicule automobile comprenant :
 - une première phase de régulation du couple fourni par un moteur du véhicule dans laquelle une consigne de couple moteur (T_ENG_ESP_Co) est déterminée par un premier correcteur (21a) de type intégral, et/ou
 - une deuxième phase de régulation du couple de freinage fourni par un système de freinage (2) du véhicule dans laquelle une consigne de couple de freinage (T_BRK_ESP_Co) est déterminée par un deuxième correcteur (22a) de type proportionnel.
2. Procédé de fonctionnement selon la revendication 1, caractérisé en ce que le premier et/ou le deuxième correcteur est basé sur la différence entre une vitesse de lacet théorique du véhicule déterminée par un angle de braquage des roues directrices et une vitesse de lacet du véhicule mesurée.
3. Procédé de fonctionnement selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'étape de commande de décélération du véhicule comprend la première phase de régulation, puis la deuxième phase de régulation.
4. Procédé de fonctionnement selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la première phase de régulation est maintenue jusqu'à ce que la consigne de couple moteur atteigne un premier seuil (C_ESP_T_ENG_valeur_mini).

5. Procédé de fonctionnement selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que, suite à une situation de sous-virage du véhicule, il comprend une troisième phase de régulation du couple fourni par le moteur dans laquelle la consigne de couple moteur (T_ENG_ESP_Co) est progressivement augmentée jusqu'à atteindre la consigne de couple moteur définie par l'action d'un conducteur (6) sur un organe de commande du couple moteur.
6. Support d'enregistrement de données lisible par un ordinateur sur lequel est enregistré un programme d'ordinateur comprenant des moyens logiciels de mise en œuvre des étapes du procédé de fonctionnement selon l'une des revendications précédentes.
7. Système (5) de correction de la trajectoire d'un véhicule automobile (1), caractérisé en ce qu'il comprend :
- un premier correcteur (21a) de type intégral déterminant une consigne de couple moteur (T_ENG_ESP_Co) à fournir par un moteur du véhicule, et/ou
 - un deuxième correcteur (22a) de type proportionnel déterminant une consigne de couple de freinage (T_BRK_ESP_Co) à fournir par un système de freinage (2) du véhicule.
8. Système (5) de correction selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens matériels (7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14) et/ou logiciels de mise en œuvre du procédé de fonctionnement selon l'une des revendications 1 à 5.
9. Véhicule automobile comprenant un système de correction selon la revendication 7 ou 8.

1/7

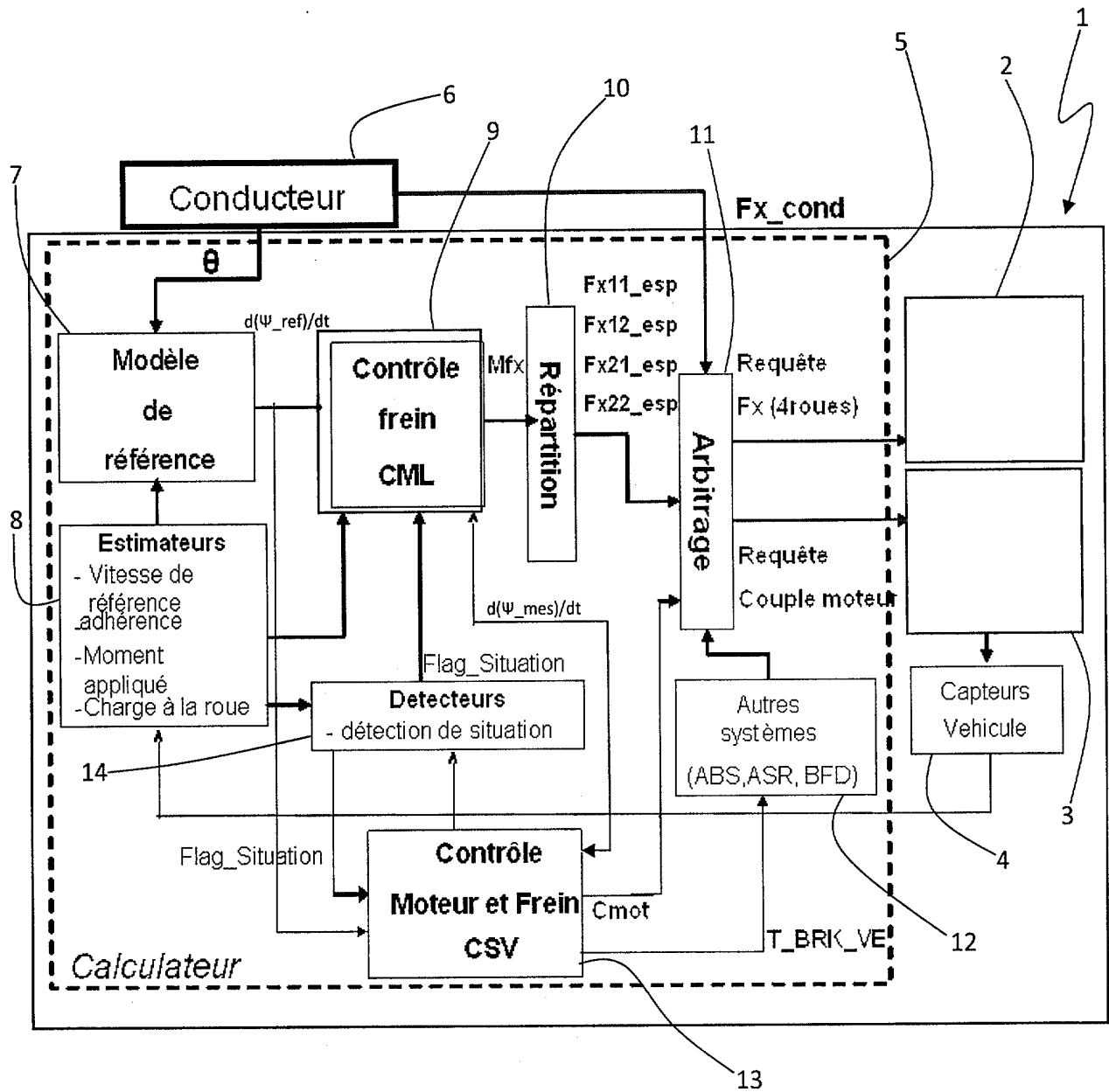


FIG.1

2/7

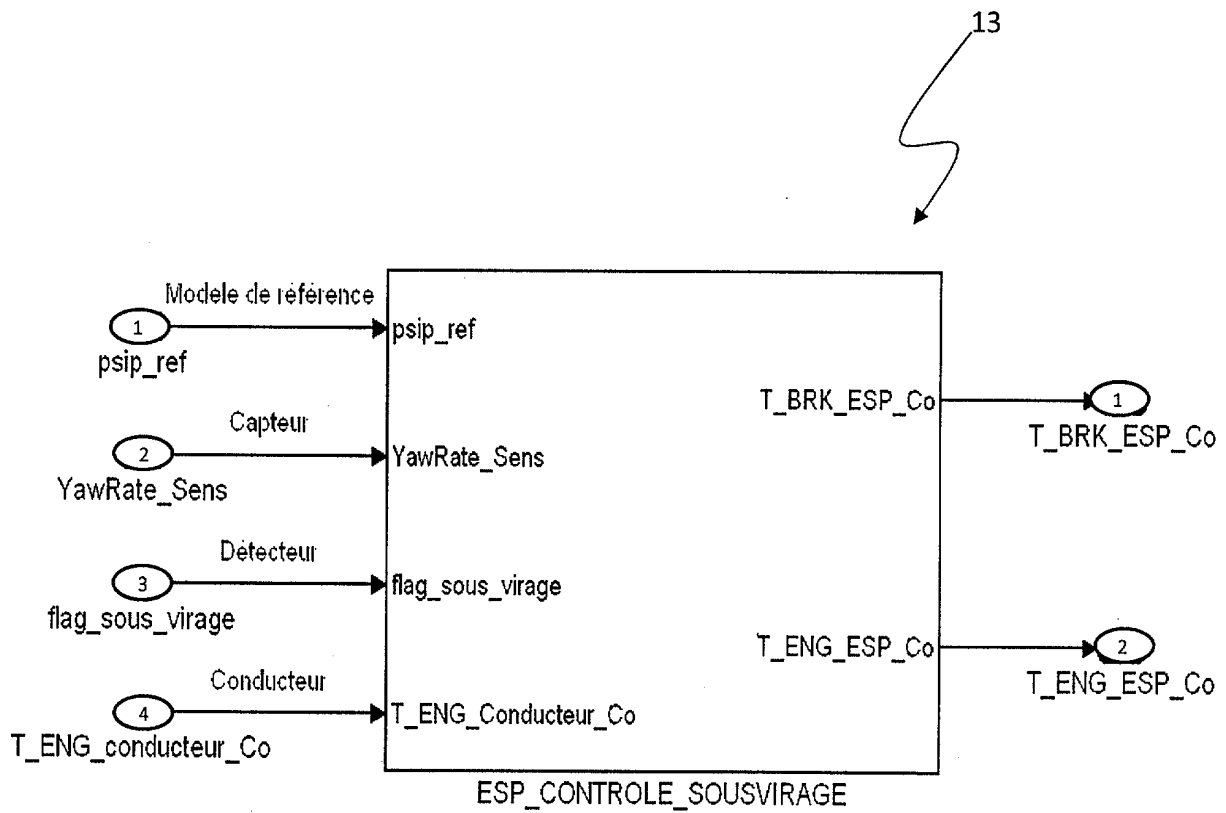


FIG.2

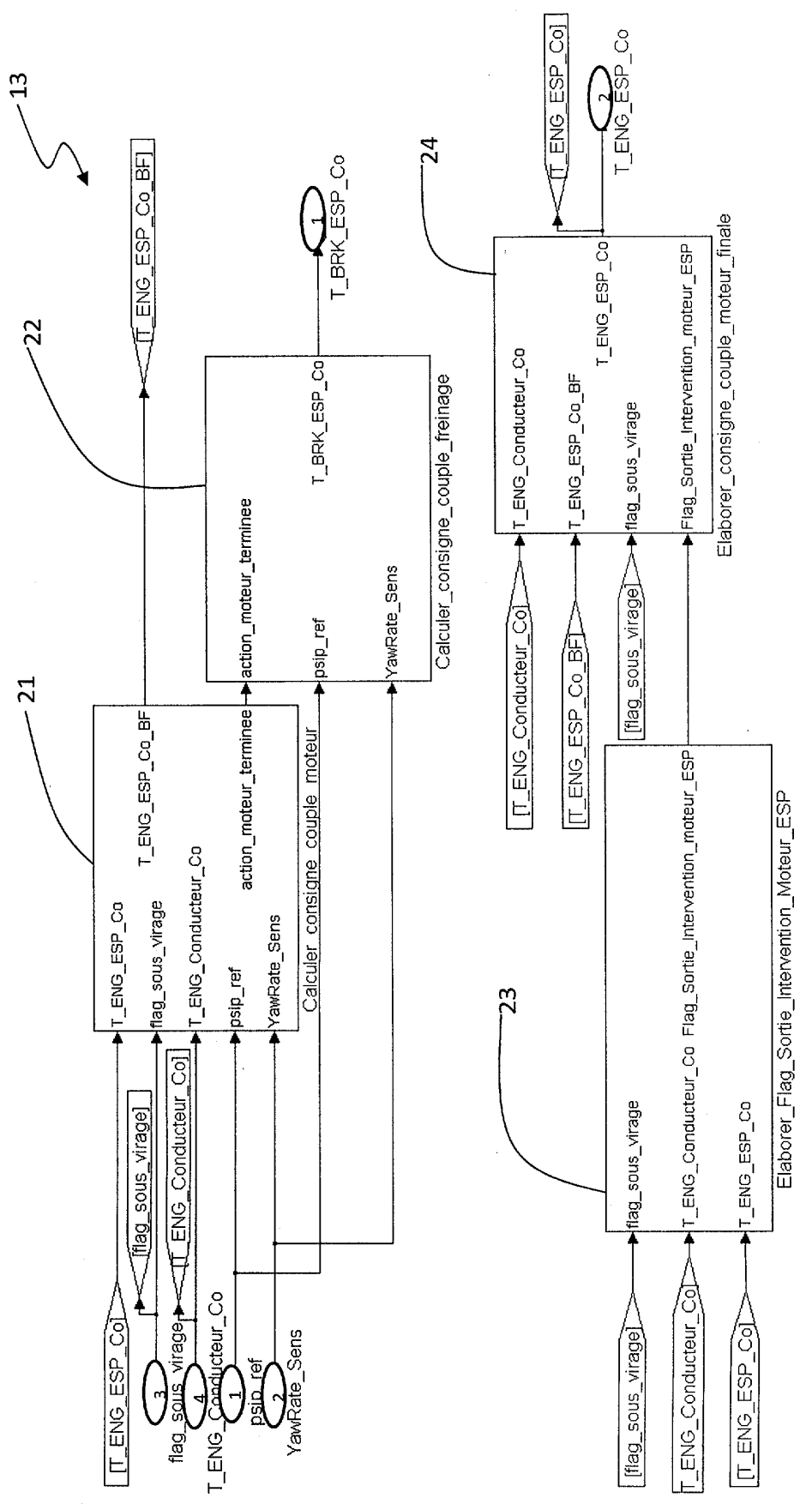


FIG.3

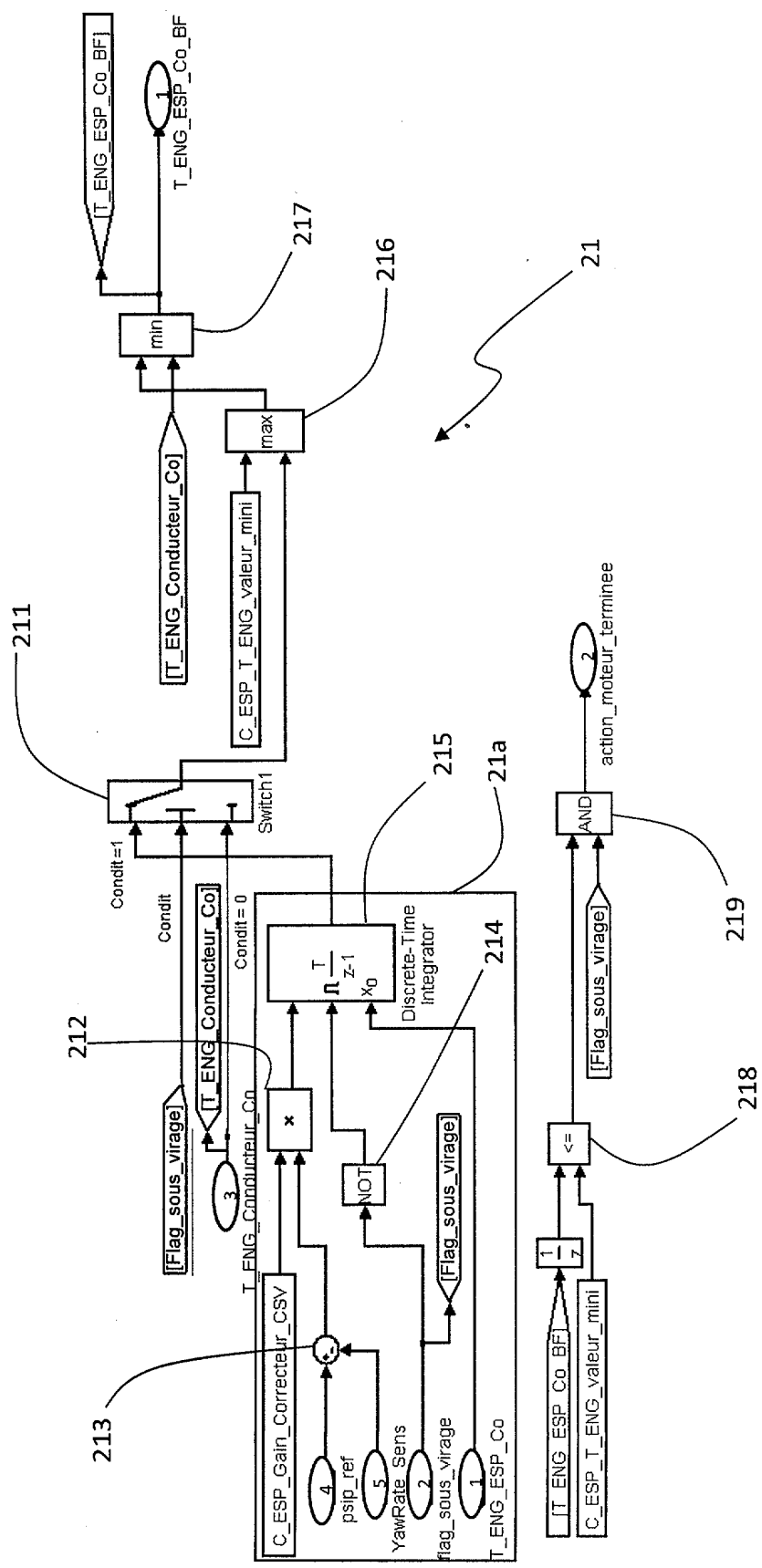


FIG.4

5/7

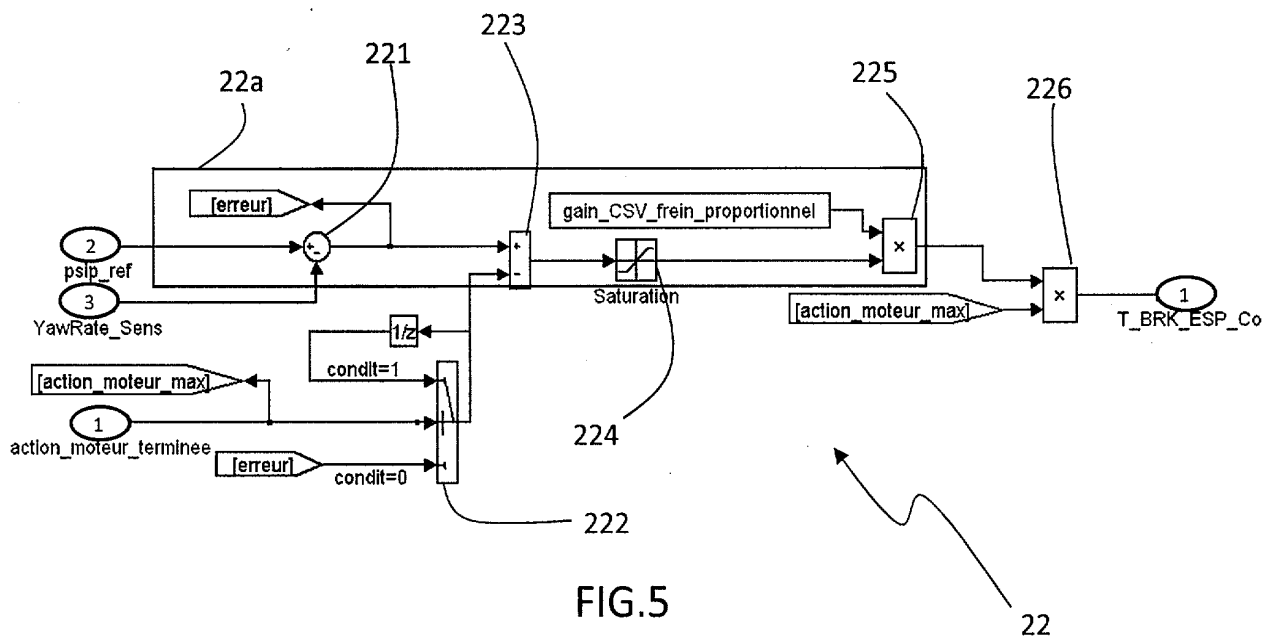


FIG.5

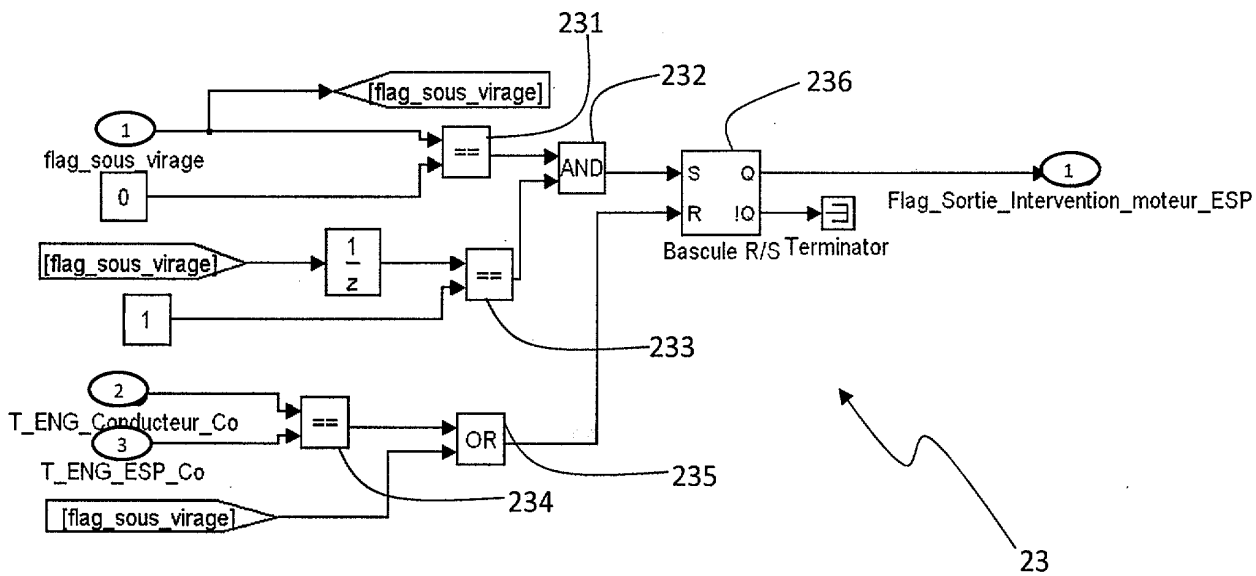


FIG.6

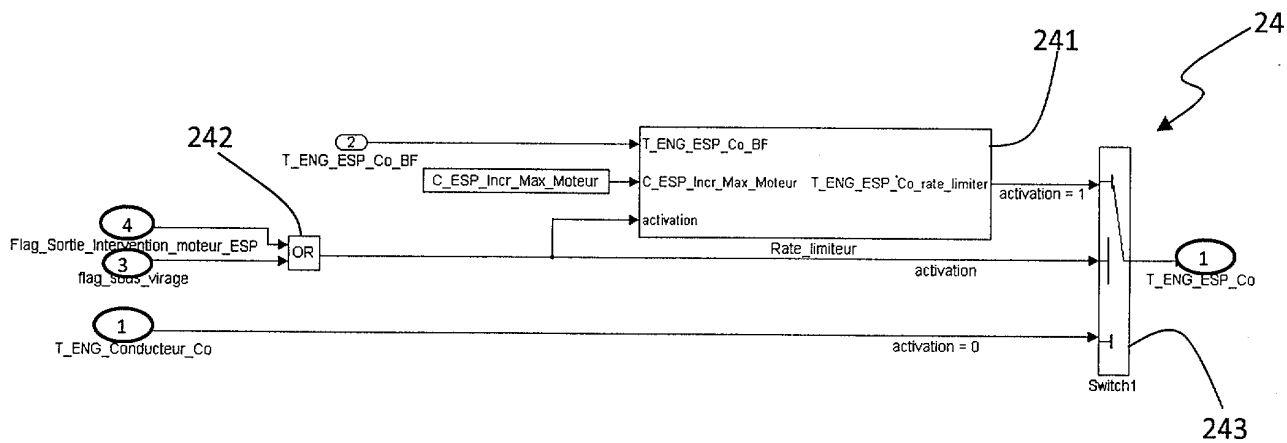


FIG.7

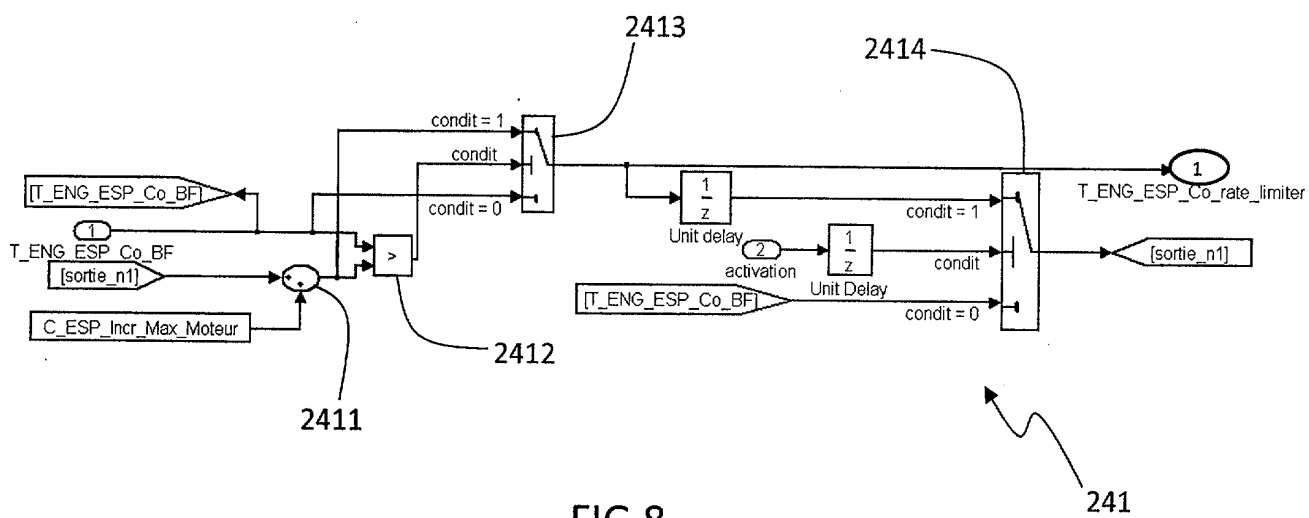


FIG.8

7/7

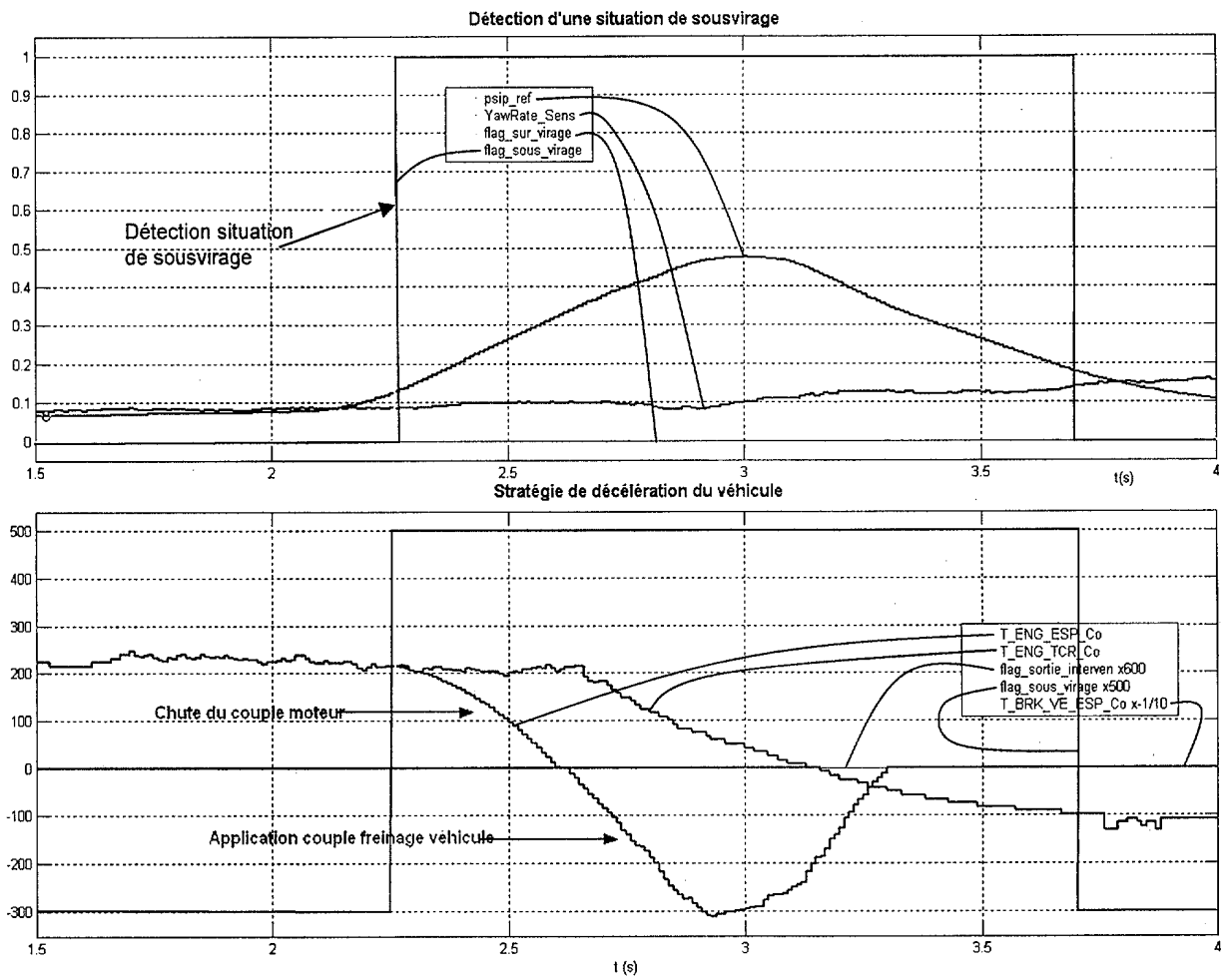


FIG.9



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 716277
FR 0807334

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		
Y	EP 1 661 782 A (NISSAN MOTOR [JP]) 31 mai 2006 (2006-05-31) * figure 3 *	1,3-9	B60W30/02 B60W40/10 B60W10/06 B60W10/18
Y	EP 0 945 320 A (RENAULT [FR] RENAULT SA [FR]) 29 septembre 1999 (1999-09-29) * figure 2 *	1,3-9	
Y	EP 1 783 022 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 9 mai 2007 (2007-05-09) * figure 1 *	1,3-9	
Y	EP 1 076 165 A (FORD GLOBAL TECH INC [US]) 14 février 2001 (2001-02-14) * alinéa [0032]; figure 3 *	1,3-9	
Y	US 2005/216164 A1 (SAKATA KUNIO [JP]) 29 septembre 2005 (2005-09-29) * alinéa [0109] *	1,3-9	
Y	US 2008/036296 A1 (WU HSIEN-CHENG [US] ET AL) 14 février 2008 (2008-02-14) * alinéa [0031] *	1,3-9	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			B60T F02D B60W
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
23 juillet 2009		Granier, Frédéric	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		
		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0807334 FA 716277**

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 **23-07-2009**

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 1661782	A	31-05-2006	CN 1781784 A	07-06-2006
			JP 2006151179 A	15-06-2006
			US 2006129300 A1	15-06-2006

EP 0945320	A	29-09-1999	DE 69932464 T2	28-12-2006
			FR 2776786 A1	01-10-1999

EP 1783022	A	09-05-2007	DE 102005053116 A1	10-05-2007

EP 1076165	A	14-02-2001	US 6279531 B1	28-08-2001
			US 2001037793 A1	08-11-2001

US 2005216164	A1	29-09-2005	CN 1672993 A	28-09-2005
			DE 102005013741 A1	17-11-2005
			JP 2005271822 A	06-10-2005
			KR 20060044651 A	16-05-2006

US 2008036296	A1	14-02-2008	EP 2051893 A1	29-04-2009
			KR 20090051087 A	20-05-2009
			WO 2008021942 A1	21-02-2008
