

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication : **2 943 973**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **09 01706**

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : **B 60 W 30/02 (2006.01), B 60 W 40/10**

⑫

## DEMANDE DE CERTIFICAT D'UTILITE

**A3**

②2 Date de dépôt : 07.04.09.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 08.10.10 Bulletin 10/40.

⑤6 Les certificats d'utilité ne sont pas soumis à la  
procédure de rapport de recherche.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés : Certificat d'utilité résultant de la trans-  
formation volontaire de la demande de brevet dépo-  
sée le 07/04/09.

⑦1 Demandeur(s) : *RENAULT SAS Société par actions  
simplifiée — FR.*

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

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

⑦4 Mandataire(s) : *RENAULT SAS.*

⑤4 **PROCEDE D'ASSISTANCE A LA CONDUITE D'UN VEHICULE AUTOMOBILE EN SOUS-VIRAGE.**

⑤7 Procédé d'assistance à la conduite d'un véhicule  
automobile, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes  
suivantes:

-décélération automatique du véhicule en situation de  
sous-virage en calculant une consigne de couple moteur et  
de couple de freinage du véhicule;

-limitation de la décélération automatique du véhicule  
calculée lors de la première étape de manière à limiter le  
blocage des roues avant du véhicule automobile.

**FR 2 943 973 - A3**



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. Elle est particulièrement adaptée à une situation dans laquelle un véhicule se trouve simultanément en sous-virage tout en ayant des roues qui glissent. Pour cela, elle concerne un procédé de conduite assistée d'un véhicule automobile, un dispositif d'assistance à la conduite d'un véhicule automobile mettant en œuvre un tel procédé et un véhicule automobile en tant que tels.

10

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.

15

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

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.

20

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.

25

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

30

volant, de la vitesse longitudinale du véhicule et de l'accélération transversale du véhicule.

L'objet général de l'invention est de fournir un procédé d'assistance à la  
5 conduite d'un véhicule automobile améliorant les systèmes de correction de trajectoire connus de l'art antérieur.

En particulier, un premier objet de l'invention est de proposer un procédé  
d'assistance à la conduite d'un véhicule automobile qui permet de contrôler  
10 sa trajectoire dans une situation de sous-virage avec au moins une roue proche d'un glissement.

Un second objet de l'invention consiste à utiliser des moyens de correction  
simples, améliorant la stabilité du véhicule et pouvant être appliqués tant à  
15 des véhicules automobiles utilisant un système de freinage à commande hydraulique qu'à des véhicules utilisant un système de freinage à commande électrique.

Selon l'invention, le procédé d'assistance à la conduite d'un véhicule  
20 automobile est caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- décélération automatique du véhicule en situation de sous-virage en calculant une consigne de couple moteur et de couple de freinage du véhicule ;
- limitation de la décélération automatique du véhicule calculée lors de la  
25 première étape de manière à limiter le blocage des roues avant du véhicule automobile.

Il peut comprendre les étapes suivantes :

- détection d'une situation de sous-virage ;
- 30 -calcul d'un niveau de décélération longitudinale à appliquer au véhicule pour corriger le sous-virage ;

-calcul de consignes de couple moteur et de couple de freinage aux quatre roues qui permettent d'obtenir ce niveau de décélération si aucune roue n'est bloquée.

5 Il peut comprendre les étapes suivantes :

-détection d'une situation de blocage d'au moins une des roues avant du véhicule ;

10 -calcul pour cette au moins une roue d'une consigne de couple de freinage inférieure ou égale à la consigne de couple de freinage calculée si la au moins une roue n'est pas bloquée, de sorte de débloquer la roue.

15 La détection d'une situation de blocage d'au moins une des roues du véhicule peut être établie si l'écart entre la vitesse de la roue et la vitesse du véhicule dépasse un seuil ( $Vitesse\_Vehicule - Seuil\_1$ ), qui peut être une constante prédéfinie ou une variable en fonction de la vitesse du véhicule ( $Seuil\_1 = ( Vitesse\_Vehicule \times Seuil\_Glissement )$  où le paramètre  $Seuil\_Glissement$  est compris entre 0 et 1).

20 Le couple de freinage appliqué aux deux roues avant du véhicule automobile peut être défini par les conditions suivantes :

25 - Lors d'un virage sans sous-virage du véhicule ( $Flag\_Sous\_Virage=0$ ), le couple de freinage est élaboré à partir de la position de la pédale de frein (signal  $C\_Pedale\_Frein\_11$ ) ;

- Lors d'un virage avec sous-virage ( $Flag\_Sous\_Virage=1$ ), le couple de freinage pour chaque roue avant est défini par :

30  $Min(Couple\_Frein\_Control\_Sous\_Virage\_11; Couple\_Max\_11)$   
Où  $Couple\_Frein\_Control\_Sous\_Virage\_11$  est la consigne de couple de freinage de décélération du véhicule établie pour corriger le sous-virage sans blocage de la roue et où

Couple\_Max\_11 est un signal calculé de sorte de réduire voire empêcher le blocage de la roue.

Le calcul du signal destiné à réduire voire empêcher le blocage des roues avant du véhicule automobile peut être effectué par les étapes suivantes :

- 5
- le signal est fixé à une valeur très grande de manière à ne pas saturer le couple de freinage lors d'un sous-virage sans blocage d'une roue ;
  - en cas de détection d'une situation de blocage d'une roue,
- 10
- mémorisation du couple de freinage appliqué sur la roue à l'instant du début du blocage, ce couple de freinage étant ensuite défini dans le temps par la formule suivante :

$$\begin{cases} \text{Couple\_Debut\_Blocage}(t) = \text{Couple\_Frein\_Output\_11}(t) & \text{si } \text{Flag\_Debut\_Blocage\_11}(t) = 1 \\ \text{Couple\_Debut\_Blocage}(t) = \text{Couple\_Debut\_Blocage}(t-1) & \text{si } \text{Flag\_Debut\_Blocage\_11}(t) = 0 \end{cases}$$

- 15
- définition du signal (Couple\_Max\_1j) destiné à réduire voire empêcher le blocage des roues avant par la formule suivante :

$$\text{Couple\_Max\_1j} = \text{Couple\_Debut\_Blocage} \times \text{Pourc\_Couple\_Blocage}$$

Où Pourc\_Couple\_Blocage représente un paramètre de réglage du système qui vérifie la condition  $0 < \text{Pourc\_Couple\_Blocage} < 1$ .

20

L'étape de décélération automatique du véhicule en situation de sous-virage en calculant une consigne de couple moteur et de couple de freinage peut comprendre :

- une première phase de régulation du couple fourni par un moteur
- 25
- du véhicule dans laquelle une consigne de couple moteur est déterminée par un premier correcteur de type intégral, et/ou
- 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
- 30
- correcteur de type proportionnel.

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.

5

Selon l'invention, le dispositif d'assistance à la conduite d'un véhicule automobile comprend des moyens matériels et/ou logiciels mettant en œuvre le procédé d'assistance à la conduite défini précédemment.

- 10 Le dispositif d'assistance à la conduite d'un véhicule automobile peut comprendre un premier bloc de décélération automatique du véhicule en situation de sous-virage en calculant une consigne de couple moteur et de couple de freinage et un second bloc de limitation de la décélération automatique calculée par le premier bloc de manière à limiter le blocage des
- 15 roues avant du véhicule automobile.

Selon l'invention, le véhicule automobile comprend un dispositif d'assistance à la conduite d'un véhicule automobile défini précédemment.

- 20 Ces objets, caractéristiques et avantages de la présente invention seront exposés en détail dans la description suivante d'un mode d'exécution particulier fait à titre non-limitatif en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

- 25 La figure 1 représente schématiquement un véhicule automobile en situation de sous-virage et un véhicule automobile équipé d'un système de correction de trajectoire selon l'invention.

- La figure 2 représente un dispositif d'assistance selon un mode d'exécution
- 30 de l'invention.

La figure 3 représente un mode d'exécution d'un module du mode d'exécution de l'invention.

La figure 4 représente un mode d'exécution d'un autre module du mode  
5 d'exécution de l'invention.

La figure 5 illustre un exemple de résultat obtenu sur un véhicule automobile équipé d'un dispositif.

10 La figure 6 illustre un exemple d'un premier bloc du dispositif d'assistance selon le mode d'exécution de l'invention.

La figure 7 est un schéma détaillé d'un mode de réalisation du premier bloc précédent de contrôle de sous-virage.

15

La figure 8 est un schéma d'un moyen de calcul d'une consigne de couple moteur.

La figure 9 est un schéma d'un moyen de calcul d'une consigne de couple  
20 de freinage.

La figure 10 est un schéma d'un moyen d'élaboration d'un signal de fin d'action sur le couple moteur.

25 La figure 11 est un schéma d'un moyen de détermination d'une consigne de couple moteur après la mise en œuvre d'une procédure de ralentissement du véhicule.

La figure 12 est un schéma d'un moyen de limitation du couple moteur après  
30 mise en œuvre d'une procédure de ralentissement du véhicule.

La figure 1 représente un véhicule automobile 1, comprenant quatre roues, avant gauche R11, avant droite R12, arrière gauche R21, arrière droite R22.

Par la suite, nous utiliserons pour les différents noms de signaux, les indices:

- 11 pour désigner la roue avant gauche R11,
- 12 pour désigner la roue avant droite R12,
- 21 pour désigner la roue arrière gauche R21,
- 22 pour désigner la roue arrière droite R22,
- ij pour désigner ainsi l'une des quatre roues Rij du véhicule.

Le véhicule 1 souhaite suivre la trajectoire T1. En situation de sous-virage, le véhicule automobile est entraîné vers la trajectoire T2. Si le véhicule est décéléré, soit par le conducteur soit par un procédé d'assistance du véhicule, il parvient à atteindre une trajectoire intermédiaire T3 se rapprochant de la trajectoire T1 souhaitée. Le procédé d'assistance à la conduite de l'invention recherche à atteindre une trajectoire T3 la plus proche possible de la trajectoire T1 souhaitée par le conducteur.

Dans la suite de la description, 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),

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.

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 corriger la trajectoire du véhicule.

- 5 Lorsqu'un véhicule s'inscrit dans un virage avec une vitesse trop élevée, il sous-vire. Compte tenu des limites imposées par l'adhérence entre les pneumatiques et le sol, il devient en effet impossible de respecter le rayon de courbure de la route : le véhicule s'écarte de la trajectoire voulue par le
- 10 conducteur et plus précisément, il tourne moins de ce que voudrait le conducteur. La cause du sous-virage est donc une vitesse excessive du véhicule. Selon un premier principe de l'invention, le procédé d'assistance à la conduite va donc mettre en œuvre une décélération du véhicule en situation de sous-virage en calculant une consigne de couple moteur et de
- 15 de freinage peut produire le blocage des roues. Or quand une roue est bloquée, elle peut transmettre moins d'effort latéral. Par conséquent, le blocage des roues de l'essieu avant accentue le sous-virage du véhicule et le blocage des roues de l'essieu arrière réduit le sous-virage du véhicule. Selon un second principe de l'invention, le procédé d'assistance à la
- 20 conduite va donc empêcher le blocage des roues avant.

Le véhicule automobile 1 représenté à la figure 1 comprend un dispositif d'assistance à la conduite, ou de correction automatique de trajectoire, agissant sur un système de freinage et/ou sur un système de commande du

25 moteur du véhicule. Ce dispositif de correction automatique 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. Pour cela, il comprend des moyens matériels et/ou

30 logiciels pour mettre en œuvre le procédé d'assistance à la conduite selon l'invention. Les moyens logiciels peuvent comprendre des programmes informatiques.

La figure 2 illustre schématiquement un mode d'exécution de l'invention.

5 Le dispositif d'assistance à la conduite comprend un premier bloc 11 qui permet de mettre en œuvre les étapes suivantes du procédé d'assistance à la conduite :

- détection d'une situation de sous-virage ;
- calcul d'un niveau de décélération longitudinale à appliquer au véhicule pour corriger le sous-virage ;
- 10 -calcul de consignes de couple moteur et de couple de freinage aux quatre roues qui permettent d'obtenir cette décélération si aucune roue ne glisse.

Ce bloc produit en sortie les signaux suivants:

- 15 - Flag\_Sous\_Virage : Signal booléen qui prend la valeur 1 si le système a détecté une situation de sous-virage, 0 sinon ;
- Couple\_Frein\_Control\_Sous\_Virage\_11 : Couple de freinage à la roue R11 demandé par le système pour décélérer le véhicule en cas de sous-virage ;
- 20 - Couple\_Frein\_Control\_Sous\_Virage\_12 : Couple de freinage à la roue R12 demandé par le système pour décélérer le véhicule en cas de sous-virage ;
- Couple\_Frein\_Control\_Sous\_Virage\_21 : Couple de freinage à la roue R21 demandé par le système pour décélérer le véhicule en cas
- 25 de sous-virage ;
- Couple\_Frein\_Control\_Sous\_Virage\_22 : Couple de freinage à la roue R22 demandé par le système pour décélérer le véhicule en cas de sous-virage.

30 Un mode d'exécution pour la mise en œuvre de ce premier bloc 11 sera décrit ultérieurement.

Le dispositif d'assistance à la conduite 2 comprend un second bloc 12 qui permet de mettre en œuvre les étapes suivantes du procédé d'assistance à la conduite :

- 5            -détection d'une situation de blocage pour chacune des roues du véhicule ;
- calcul pour chaque roue d'une consigne de couple de freinage (inférieure ou égale à la consigne d'entrée) qui permet de débloquer une roue en cas de blocage.

10

Ce second bloc 12 reçoit en entrée les signaux suivants :

- Vitesse\_Roue\_11 : Vitesse de la roue R11 mesurée par un capteur ;
- Vitesse\_Roue\_12 : Vitesse de la roue R12 mesurée par un capteur ;
- Vitesse\_Roue\_21 : Vitesse de la roue R21 mesurée par un capteur ;
- 15 - Vitesse\_Roue\_22 : Vitesse de la roue R22 mesurée par un capteur ;
- Vitesse\_Vehicule : Vitesse longitudinale du véhicule ;
- Couple\_Frein\_in\_21 : Consigne de couple de freinage de la roue R21:
  - o Lors d'un freinage conducteur sans sous-virage du véhicule (Flag\_Sous\_Virage=0), ce signal est élaboré à partir de la position de la pédale de frein (signal C\_Pedale\_Frein\_21 sur la figure 2)
  - o Lors d'un sous-virage (Flag\_Sous\_Virage=1), ce signal est égal à la consigne de couple de freinage issue du premier bloc
- 25            11 (Couple\_Frein\_Control\_Sous\_Virage\_21).
- Couple\_Frein\_in\_22 : idem roue 21
- Couple\_Frein\_in\_11 : Consigne de couple de freinage de la roue R11:
  - o Lors d'un freinage conducteur sans sous-virage du véhicule
- 30            (Flag\_Sous\_Virage=0), ce signal est élaboré à partir de la position de la pédale de frein (signal C\_Pedale\_Frein\_11 sur la

figure 2)

- Lors d'un sous-virage (Flag\_Sous\_Virage=1), ce signal est donné par :

$$\text{Min}(\text{Couple\_Frein\_Control\_Sous\_Virage\_11}; \text{Couple\_Max\_11})$$

5 OÙ Couple\_Frein\_Control\_Sous\_Virage\_11 est la consigne de couple de freinage issue du premier bloc 11 et Couple\_Max\_11 est un signal calculé par le quatrième bloc 14 qui sera décrit plus loin.

- Couple\_Frein\_in\_12 : idem roue R11

10

Ce second bloc 12 produit en sortie les signaux suivants :

- Couple\_Frein\_Output\_ABS\_11 : Consigne de couple de freinage pour la roue R11. La valeur de ce signal est toujours inférieure ou égale à la consigne d'entrée Couple\_Frein\_in\_11 ;
- 15 - Couple\_Frein\_Output\_ABS\_12 : idem pour la roue R12 ;
- Couple\_Frein\_Output\_ABS\_21 : idem pour la roue R21 ;
- Couple\_Frein\_Output\_ABS\_22 : idem pour la roue R22.

20 Ces valeurs de sortie sont calculées en appliquant les principes de fonctionnement suivants d'un système antiblocage ABS :

-la vitesse de chaque roue (Omega Vitesse\_Roue\_ij ) est comparée à la vitesse du véhicule (Vitesse\_Vehicule ) ;

25 -quand une roue Rij commence à se bloquer le système réduit le couple de freinage de cette roue, c'est-à-dire que la valeur du signal Couple\_Frein\_Output\_ABS\_ij diminue ;

30 -quand la roue Rij n'est plus bloquée, le système ré-augmente le couple de freinage de la roue sans toutefois dépasser le couple demandé en entrée Couple\_Frein\_in\_ij, c'est-à-dire que la valeur du signal Couple\_Frein\_Output\_ABS\_ij augmente, avec  $\text{Couple\_Frein\_Output\_ABS\_ij} \leq \text{Couple\_Frein\_in\_ij}$ .

Le dispositif d'assistance à la conduite 2 comprend un troisième bloc 13 qui permet de détecter le début de blocage de chacune des deux roues avant R1j du véhicule automobile.

5 La figure 3 illustre un mode d'exécution de ce troisième bloc 13. Il prend en entrée les signaux `Vitesse_Roue_11` et `Vitesse_Vehicule` et produit en sortie le signal logique `Flag_Debut_Blocage_11` qui représente l'état de début de blocage de la roue R11. Pour cela, le signal prend les valeurs suivantes :

10 -`Flag_Debut_Blocage_11` : c'est un signal booléen qui prend la valeur 1 pendant un seul pas d'échantillonnage à l'instant où la roue R11 commence à se bloquer et prend la valeur 0 dans les autres situations.

Plus précisément, le `Flag_Debut_Blocage_11` prend la valeur 1 à l'instant où le signal `Vitesse_Roue_11` devient inférieur à un seuil (`Vitesse_Vehicule -`  
15 `Seuil_1`). `Seuil_1` est un paramètre de réglage du système. Il représente l'écart de vitesse entre la roue et le véhicule pour lequel on considère que la roue commence à se bloquer. Ce paramètre peut être constant ou fonction de la vitesse du véhicule. On peut par exemple imposer : `Seuil_1 = (`  
20 `Vitesse_Vehicule × Seuil_Glisement )` où le paramètre `Seuil_Glisement` est compris entre 0 et 1. Dans ce cas le paramètre constant `Seuil_Glisement` représente le seuil de glissement de la roue pour lequel on considère que la roue commence à se bloquer.

25 Ce troisième bloc 13 est de même utilisé pour détecter le blocage de la seconde roue R12 (il produit le signal `Flag_Debut_Blocage_12`).

Le dispositif d'assistance à la conduite 2 comprend un quatrième bloc 14 qui calcule en temps réel un couple de freinage maximum pour la roue R11 dans une situation de sous-virage.

30

La fonction de ce bloc 14 est de saturer le couple de freinage. Il a pour effet de limiter la décélération du véhicule par rapport à celle calculée par le premier bloc 11 et de limiter aussi le nombre de blocages de la roue R11 lors d'un sous-virage. Ceci est indispensable pour contrôler efficacement le

5 sous-virage.

Une réalisation possible de ce bloc 14 est montrée à la figure 4 :

Il reçoit en entrée les signaux :

- 10 - Couple\_Frein\_Output\_11 : ce signal correspondant à la requête de couple en sortie du système pour la roue R11. Ce signal est rebouclé en entrée de ce bloc avec un retard d'un pas d'échantillonnage ;
- Flag\_Debut\_Blocage\_11 : il s'agit du signal booléen issu du troisième bloc 13 ;
- 15 - Flag\_Sous\_Virage : il s'agit du signal booléen issu du premier bloc 11.

Il produit en sortie le signal :

- 20 - Couple\_Max\_11 : il s'agit du couple de freinage maximum autorisé à la roue R11. Lorsque le véhicule automobile n'est pas en sous-virage (Flag\_Sous\_Virage =0), le signal de sortie Couple\_Max\_11 prend une valeur très grande (appelée Inf sur la figure 4) de manière à ne pas saturer le couple de freinage demandé par l'ABS (second bloc 12) sur les roues avant. Lors d'un sous-virage (Flag\_Sous\_Virage =1), le
- 25 signal de sortie Couple\_Max\_11 est donné par la formule suivante :

$$\text{Couple\_Max\_11} = \text{Couple\_Debut\_Blocage} \times \text{Pourc\_Couple\_Blocage}$$

Où Pourc\_Couple\_Blocage représente un paramètre de réglage du système qui vérifie la condition  $0 < \text{Pourc\_Couple\_Blocage} < 1$

30

et où  $Couple\_Debut\_Blocage$  est un signal obtenu par les formules suivantes :

$$\begin{cases} Couple\_Debut\_Blocage(t) = Couple\_Frein\_Output\_11(t) & \text{si } Flag\_Debut\_Blocage\_11(t) = 1 \\ Couple\_Debut\_Blocage(t) = Couple\_Debut\_Blocage(t-1) & \text{si } Flag\_Debut\_Blocage\_11(t) = 0 \end{cases}$$

5

Le signal  $Couple\_Debut\_Blocage$  fournit donc la valeur du couple de freinage à l'instant du dernier blocage de la roue R11. Si la situation d'adhérence ne change pas brusquement, il est donc probable que ce couple soit proche de la valeur limite qui provoquerait un nouveau blocage de la roue. C'est pour cette raison que, pour éviter un nouveau blocage de la roue R11, on limite le couple de freinage à la valeur  $Couple\_Max\_11$  donnée par l'équation ci-dessus. Cette valeur correspond au pourcentage prédéfini «  $Pourc\_Couple\_Blocage$  » de la valeur  $Couple\_Debut\_Blocage$ .

15 Ce quatrième bloc 14 s'applique de manière identique pour la seconde roue avant R12.

20 Finalement, le dispositif d'assistance à la conduite 2 génère en sortie les signaux  $Couple\_Frein\_Output\_ij$  de requête de couple de freinage à la roue  $R_{ij}$ , définis de la manière suivante :

- $Couple\_Frein\_Output\_21 = Couple\_Frein\_Output\_ABS\_21$  ;
- $Couple\_Frein\_Output\_22 = Couple\_Frein\_Output\_ABS\_22$  ;
- $Couple\_Frein\_Output\_11 = \text{Min}(Couple\_Frein\_Output\_ABS\_11 ; Couple\_Max\_11)$  ;
- 25 - $Couple\_Frein\_Output\_12 = \text{Min}(Couple\_Frein\_Output\_ABS\_12 ; Couple\_Max\_12)$ .

Seules les requêtes de couple de freinage issues de l'ABS pour les roues avant sont donc limitées. Cela limite le nombre de blocage des roues avant

mais pas celui des roues arrière, permettant ainsi de contrôler efficacement le sous-virage en cas de blocage des roues.

La figure 5 illustre un exemple de résultat obtenu sur un véhicule automobile  
5 équipé d'un dispositif d'assistance à la conduite selon le mode d'exécution décrit précédemment.

La première partie de la figure montre deux courbes 21 et 22 représentant la  
10 vitesse des deux roues respectivement avant gauche et droite. Les points 23 représentent des instants de début de blocage des roues. La deuxième partie de la figure montre les courbes 24, 25 de requête de couple de freinage de sortie pour les deux roues avant (Couple\_Frein\_Output\_1j ) gauche R11 et droite R12 et la courbe 26 l'évolution du flag 'Flag\_Sous\_Virage' en fonction du temps.

15 A un instant 27, le véhicule se trouve au début d'une situation de sous-virage : le Flag\_Sous\_Virage passe de la valeur 0 à la valeur 1 et la consigne de couple de freinage des deux roues avant augmente, sous l'impulsion du premier bloc 11 du dispositif pour ralentir le véhicule.

20 Suite à cette augmentation de couple de freinage, les deux roues commencent à se bloquer aux points 23. A chaque début de blocage d'une roue, l'ABS (second bloc 12) demande une chute immédiate du couple de freinage à la roue, ce qui est visible sur les points 28 de la courbe  
25 correspondante. Les troisième et quatrième blocs mémorisent la valeur de couple de freinage qui a provoqué le début de blocage de la roue (Couple\_Debut\_Blocage). Quand la roue est débloquée, l'ABS demande une augmentation rapide du couple de freinage. Puisqu'on est en situation de sous-virage, cette augmentation de couple est limitée par le quatrième  
30 bloc à la valeur correspondante au pourcentage Pourc\_Couple\_Blocage du couple qui a provoqué le blocage de la roue. Cette valeur de couple est

inférieure à celle qui a provoqué le blocage de la roue. Il est donc probable que la roue ne se bloquera pas à nouveau, tout en étant freinée avec un couple proche de celui qui provoquerait un nouveau blocage. En effet, il apparaît sur la courbe 21 que la roue R11 ne se bloque qu'une seule fois. La  
5 roue R12, par contre, se bloque à nouveau après son premier blocage. Après le deuxième blocage, le couple de freinage de la roue R12 est limité à une valeur inférieure, visible sur la partie 30 de la courbe 25, à celle qui le limitait après le premier blocage, visible sur la partie 29 de la courbe 25. De cette façon, après le deuxième blocage, la probabilité que la roue se bloque  
10 à nouveau est encore inférieure qu'après le premier blocage.

Le premier bloc 11 du dispositif d'assistance peut comprendre les différents modules suivants.

15 Un premier module dit « Modèle de référence » comprend un modèle simplifié du véhicule automobile qui permet à partir de l'angle volant 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 de lacet que devrait avoir le véhicule pour l'angle volant et la vitesse  
20 longitudinale mesurés.

Un deuxième module 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  
25 signaux de mesures sont fournis par un ensemble de capteurs. 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.

30

Un troisième module 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.

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

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

10

Un sixième module dit « Contrôle Moteur et Frein CSV » élabore les 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

15 décélération du véhicule automobile.

Le sixième module est décrit ci-après plus en détail en référence à la figure 6. 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

20 d'entrée.

Entrées	Sorties
signal $\psi_{ref}$ : 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 $T_{ENG\_ESP\_Co}$ : signal de consigne finale de couple moteur demandé par la régulation de contrôle de sous-virage. Exprimé par exemple en Nm.
signal $YawRate\_Sens$ : signal de vitesse de lacet mesurée du	signal $T_{BRK\_ESP\_Co}$ : signal de consigne de couple de freinage à

véhicule. Exprimée par exemple en rad/s. Ce signal est fourni par un capteur	appliquer au véhicule. Exprimé par exemple en Nm.
signal flag_sous_virage : signal logique de détection d'une situation de sous-virage. Si flag_sous_virage = 1 alors le véhicule sous-vire. Si flag_sous_virage = 0 alors le véhicule ne sous-vire pas. Ce signal est fourni par le troisième module.	
signal T_ENG_Conducteur_Co : signal de consigne de couple moteur demandée par le conducteur. Exprimé par exemple en Nm. Ce signal est fourni par le conducteur.	

Dans un mode de réalisation représenté à la figure 7, le sixième module comprend différents sous-modules.

- 5 Un premier sous-module 31 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
signal psip_ref : signal de vitesse de	signal T_ENG_ESP_Co_BF :

<p>lacet de référence du véhicule. Exprimée par exemple en rad/s (<math>d(\Psi_{ref})/dt</math>). La vitesse de lacet de référence traduit la trajectoire désirée par le conducteur. Ce signal est fourni par le premier module.</p>	<p>signal de consigne intermédiaire de couple moteur. Exprimé par exemple en Nm.</p>
<p>signal YawRate_Sens : signal de vitesse de lacet mesurée du véhicule. Exprimée par exemple en rad/s. Ce signal est fourni par un capteur</p>	<p>signal action_moteur_terminee : signal logique indiquant si la valeur de couple moteur demandé par le système ESP a atteint son minimum.</p>
<p>signal flag_sous_virage : signal logique de détection d'une situation de sous-virage.</p> <p>Si flag_sous_virage = 1 alors le véhicule sous-vire.</p> <p>Si flag_sous_virage = 0 alors le véhicule ne sous-vire pas.</p> <p>Ce signal est fourni par le troisième module.</p>	
<p>signal T_ENG_Conducteur_Co : 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 T_ENG_ESP_Co : 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.</p>	

Ce premier sous-module 31 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 sous-module est décrit ci-après en référence à la figure 8.

Le sous-module utilise de préférence un correcteur du type intégral 31a. 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.

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 :

$$\varepsilon_{\psi}(t) = \text{psip\_ref}(t) - \text{YawRate\_Sens}(t)$$

avec :

$\varepsilon_{\psi}(t)$  : 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.

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

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

Avec :

$K_i$  : le gain du correcteur intégral : C\_ESP\_Gain\_Correcteur\_CSV

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

- 5  $\Gamma_m(t_0)$  : 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.

10

Cette logique est traduite sur la figure 8 par le correcteur intégral 31a. Il comprend les moyens référencés 212 à 215. Ces moyens comprennent notamment un soustracteur 213 et un intégrateur 215.

- 15 Le sous-module 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  $\Gamma_m$  calculé par le correcteur 31a 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  $\Gamma_m$  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

20

25

consigne de couple  $\Gamma_{m\_1}$ , le système ESP doit prendre en compte cette consigne et la suivre. Cette saturation est obtenue par l'opérateur logique 217.

5 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  $T\_ENG\_ESP\_Co\_BF$  fourni par le sous-module

10 Dans le sous-module, on élabore également un signal logique  $action\_moteur\_terminee$  traduisant si la consigne de couple moteur  $T\_ENG\_ESP\_Co\_BF$  demandé par le système ESP a atteint sa valeur minimum  $C\_ESP\_T\_ENG\_valeur\_mini$ .

15 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.

Sinon, le signal logique  $action\_moteur\_terminee$  vaut 0.

20

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

25 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 « plus 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 utiliser le système de freinage.

30 Dans le mode de réalisation représenté à la figure 7, le sixième module comprend un deuxième sous-module 32.

- Le deuxième sous-module 32 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 <code>psip_ref</code> : 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 <code>T_BRK_ESP_Co</code> : signal de consigne de couple de freinage à appliquer au véhicule. Exprimé par exemple en Nm.
signal <code>YawRate_Sens</code> : signal de vitesse de lacet mesurée du véhicule. Exprimée par exemple en rad/s. Ce signal est fourni par un capteur.	
signal <code>action_moteur_terminee</code> : 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 sous-module.	

Paramètre de réglage	
<code>gain_CSV_frein_proportionnel</code>	Gain d'un correcteur proportionnel de contrôle du système de freinage.

- 10 Une réalisation possible de ce deuxième sous-module est décrite ci-après en référence à la figure 9.

Le deuxième sous-module utilise de préférence un correcteur du type proportionnel 32a. Il peut être modélisé grâce à l'équation suivante dans le domaine de Laplace :

$$5 \quad C(p) = K_p$$

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 :

$$10 \quad \varepsilon_{\psi(t)} = \text{psip\_ref}(t) - \text{YawRate\_Sens}(t)$$

avec :

$\varepsilon_{\psi(t)}$  : 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  $\text{action\_moteur\_max}$  vaut 1. ( $\text{action\_moteur\_max} = \text{action\_moteur\_terminee}$ )

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  $\text{action\_moteur\_terminee} = 1$  :

$T_{BRK\_ESP\_Co}(t) = K_p \times (\varepsilon_{\psi(t)} - \varepsilon_{\psi(t_1)})$  avec  $\varepsilon_{\psi(t_1)}$  la valeur de l'erreur à l'instant où le signal logique `action_moteur_terminee` passe à 1 (instant repéré par  $t_1$ ).

5 Si le signal logique `action_moteur_terminee` = 0 :

$$T_{BRK\_ESP\_Co}(t) = 0$$

10 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`.

15 Le correcteur proportionnel 32a 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 pour définir la consigne de couple moteur et un correcteur proportionnel pour définir la consigne de couple de freinage.

20

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

25 Dans le mode de réalisation représenté à la figure 7, le sixième module comprend un troisième sous-module 33.

30 Le troisième sous-module 33, 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 sous-module 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 flag_sous_virage : signal logique de détection d'une situation de sous-virage.</p> <p>Si flag_sous_virage = 1 alors le véhicule sous-vire</p> <p>Si flag_sous_virage = 0 alors le véhicule ne sous-vire pas.</p> <p>Ce signal est fourni par le troisième module.</p>	<p>signal</p> <p>Flag_Sortie_Intervention_moteur_ESP : signal logique permettant au système ESP de continuer à piloter le couple moteur lorsqu'une situation de sous-virage est terminée.</p>
<p>signal T_ENG_Conducteur_Co : 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 T_ENG_ESP_Co : 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>	

- 5 Une réalisation possible de ce troisième sous-module 33 est décrite ci-après en référence à la figure 10.

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-  
 10 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 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 :

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

[flag\_sous\_virage (t) = 0 et flag\_sous\_virage (t-1) = 1] (c'est-à-dire le signal logique flag\_sous\_virage passe de 1 à 0)

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

- 10 [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 traduite par la bascule RS 236.

15

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.

- 20 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.

- 25 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.

- 30 Dans le mode de réalisation représenté à la figure 7, le sixième module comprend un quatrième sous-module 34.

Le quatrième sous-module 34 dit « Elaborer\_consigne\_couple\_moteur\_finale » permet d'élaborer un signal de consigne finale de couple moteur. Le quatrième sous-module 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 flag_sous_virage : signal logique de détection d'une situation de sous-virage.</p> <p>Si flag_sous_virage = 1 alors le véhicule sous-vire</p> <p>Si flag_sous_virage = 0 alors le véhicule ne sous-vire pas.</p> <p>Ce signal est fourni par le troisième module.</p>	<p>signal T_ENG_ESP_Co : signal de consigne finale de couple moteur à appliquer au véhicule. Exprimé par exemple en Nm.</p>
<p>signal T_ENG_Conducteur_Co : 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 Flag_Sortie_Intervention_moteur_ESP : 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 précédent sous-module.</p>	
<p>signal T_ENG_ESP_Co_BF : signal de consigne intermédiaire de couple moteur.</p>	

Exprimé par exemple en Nm. Ce signal est obtenu en sortie du premier sous-module.	
---	--

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 sous-module 34 est décrite ci-après en référence à la figure 11.

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 sous-module 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 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.

Une réalisation possible du sous-bloc 241 est décrite ci-après en référence à la figure 12.

20

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.

On considère le signal  $Sortie\_n1$  comme le signal issu du sous-bloc au pas d'échantillonnage précédent. Si le signal  $T\_ENG\_ESP\_Co\_BF$  est inférieur à  $Sortie\_n1 + C\_ESP\_Incr\_Max\_Moteur$  alors la sortie

5  $T\_ENG\_ESP\_Co\_rate\_limiter$  vaut  $T\_ENG\_ESP\_Co\_BF$ .

Sinon la sortie  $T\_ENG\_ESP\_Co\_rate\_limiter$  vaut  $Sortie\_n1 + C\_ESP\_Incr\_Max\_Moteur$ .

10 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 couple de consigne augmente, suite à une situation de sous-virage selon une rampe linéaire jusqu'à atteindre le couple demandé par le conducteur

15 du véhicule.

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

20 On remarque que le mode d'exécution du premier module du dispositif 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.
- 25 - 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
- 30 nouveau correcteur.
- 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.
- 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 d'assistance à la conduite d'un véhicule automobile, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :
  - 5 -décélération automatique du véhicule en situation de sous-virage en calculant une consigne de couple moteur et de couple de freinage du véhicule ;
  - limitation de la décélération automatique du véhicule calculée lors de la première étape de manière à limiter le blocage des roues avant du
  - 10 véhicule automobile.
  
2. Procédé d'assistance à la conduite d'un véhicule automobile selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :
  - 15 -détection d'une situation de sous-virage ;
  - calcul d'un niveau de décélération longitudinale à appliquer au véhicule pour corriger le sous-virage ;
  - calcul de consignes de couple moteur et de couple de freinage aux quatre roues qui permettent d'obtenir ce niveau de décélération si
  - 20 aucune roue n'est bloquée.
  
3. Procédé d'assistance à la conduite d'un véhicule automobile selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :
  - 25 -détection d'une situation de blocage d'au moins une des roues avant du véhicule ;
  - calcul pour cette au moins une roue d'une consigne de couple de freinage inférieure ou égale à la consigne de couple de freinage calculée si la au moins une roue n'est pas bloquée, de sorte de
  - 30 débloquer la roue.

4. Procédé d'assistance à la conduite d'un véhicule automobile selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la détection d'une situation de blocage d'au moins une des roues du véhicule est établie si l'écart entre la vitesse de la roue et la vitesse du véhicule dépasse un seuil ( $Vitesse\_Vehicule - Seuil\_1$ ), qui peut être une constante prédéfinie ou une variable en fonction de la vitesse du véhicule ( $Seuil\_1 = (Vitesse\_Vehicule \times Seuil\_Glissement)$  où le paramètre  $Seuil\_Glissement$  est compris entre 0 et 1).
5. Procédé d'assistance à la conduite d'un véhicule automobile selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le couple de freinage appliqué aux deux roues avant du véhicule automobile est défini par les conditions suivantes :
- Lors d'un virage sans sous-virage du véhicule ( $Flag\_Sous\_Virage=0$ ), le couple de freinage est élaboré à partir de la position de la pédale de frein (signal  $C\_Pedale\_Frein\_11$ );
  - Lors d'un virage avec sous-virage ( $Flag\_Sous\_Virage=1$ ), le couple de freinage pour chaque roue avant est défini par :
 
$$Min(Couple\_Frein\_Control\_Sous\_Virage\_11; Couple\_Max\_11)$$
 Où  $Couple\_Frein\_Control\_Sous\_Virage\_11$  est la consigne de couple de freinage de décélération du véhicule établie pour corriger le sous-virage sans blocage de la roue et où  $Couple\_Max\_11$  est un signal calculé de sorte de réduire voire empêcher le blocage de la roue.
6. Procédé d'assistance à la conduite d'un véhicule automobile selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le calcul du signal ( $Couple\_Max\_11$ ) destiné à réduire voire empêcher le blocage des roues avant du véhicule automobile est effectué par les étapes suivantes :

- le signal (Couple\_Max\_11) est fixé à une valeur très grande de manière à ne pas saturer le couple de freinage lors d'un sous-virage sans blocage d'une roue ;
- en cas de détection d'une situation de blocage d'une roue, mémorisation du couple de freinage (Couple\_Frein\_Output) appliqué sur la roue à l'instant du début du blocage, ce couple de freinage étant ensuite défini dans le temps par la formule suivante :

$$\begin{cases} \text{Couple\_Debut\_Blocage}(t) = \text{Couple\_Frein\_Output}_{11}(t) & \text{si } \text{Flag\_Debut\_Blocage}_{11}(t) = 1 \\ \text{Couple\_Debut\_Blocage}(t) = \text{Couple\_Debut\_Blocage}(t-1) & \text{si } \text{Flag\_Debut\_Blocage}_{11}(t) = 0 \end{cases}$$

- définition du signal (Couple\_Max\_1j) destiné à réduire voire empêcher le blocage des roues avant par la formule suivante :

$$\text{Couple\_Max\_1j} = \text{Couple\_Debut\_Blocage} \times \text{Pourc\_Couple\_Blocage}$$

Où Pourc\_Couple\_Blocage représente un paramètre de réglage du système qui vérifie la condition  $0 < \text{Pourc\_Couple\_Blocage} < 1$ .

15

7. Procédé d'assistance à la conduite d'un véhicule automobile selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'étape de décélération automatique du véhicule en situation de sous-virage en calculant une consigne de couple moteur et de couple de freinage comprend :

20

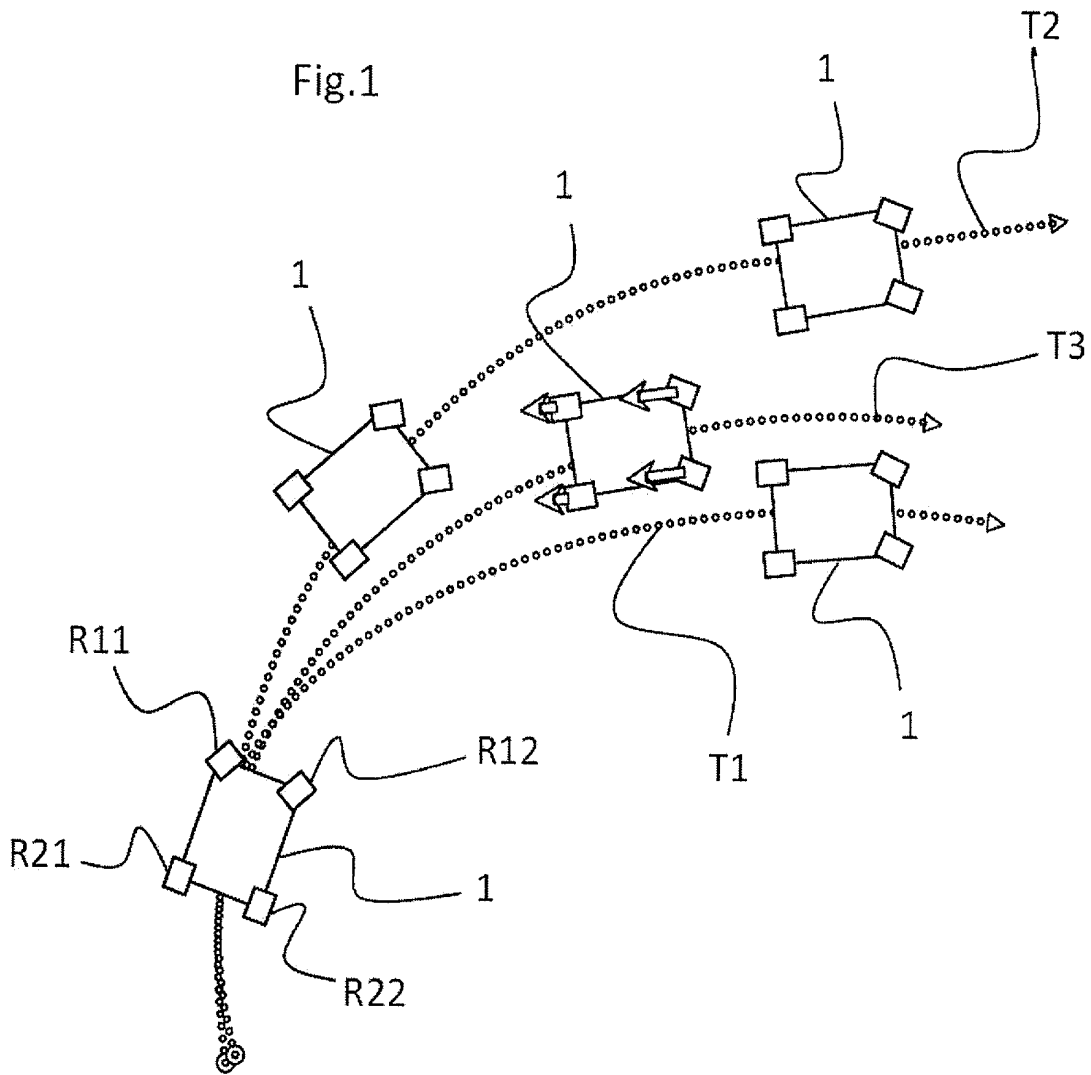
- une première phase de régulation du couple fourni par un moteur du véhicule dans laquelle une consigne de couple moteur (T\_ENG\_ESP\_Co) est déterminée par un premier correcteur (31a) de type intégral, et/ou

25

- 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 (32a) de type proportionnel.

30

8. Procédé d'assistance à la conduite d'un véhicule automobile selon la revendication précédente, 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  
5 roues directrices et une vitesse de lacet du véhicule mesurée.
9. Dispositif d'assistance à la conduite d'un véhicule automobile comprenant des moyens matériels et/ou logiciels mettant en œuvre le procédé d'assistance à la conduite selon l'une des revendications  
10 précédentes.
10. Dispositif d'assistance à la conduite d'un véhicule automobile selon la revendication précédente, comprenant un premier bloc (11) de décélération automatique du véhicule en situation de sous-virage en calculant une consigne de couple moteur et de couple de freinage et un  
15 second bloc (12) de limitation de la décélération automatique calculée par le premier bloc (11) de manière à limiter le blocage des roues avant du véhicule automobile.
- 20 11. Véhicule automobile comprenant un dispositif d'assistance à la conduite d'un véhicule automobile selon la revendication 9 ou 10.



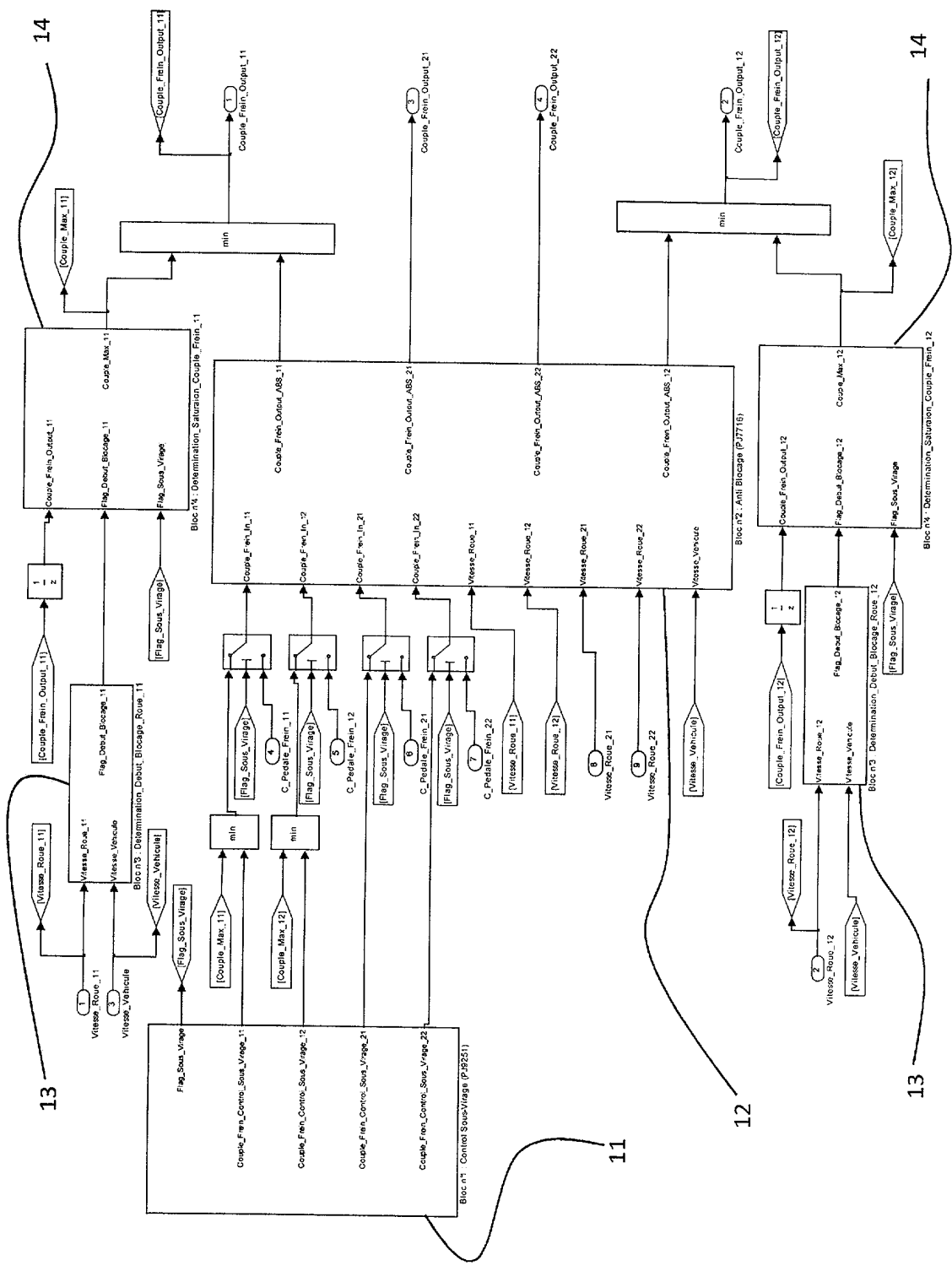
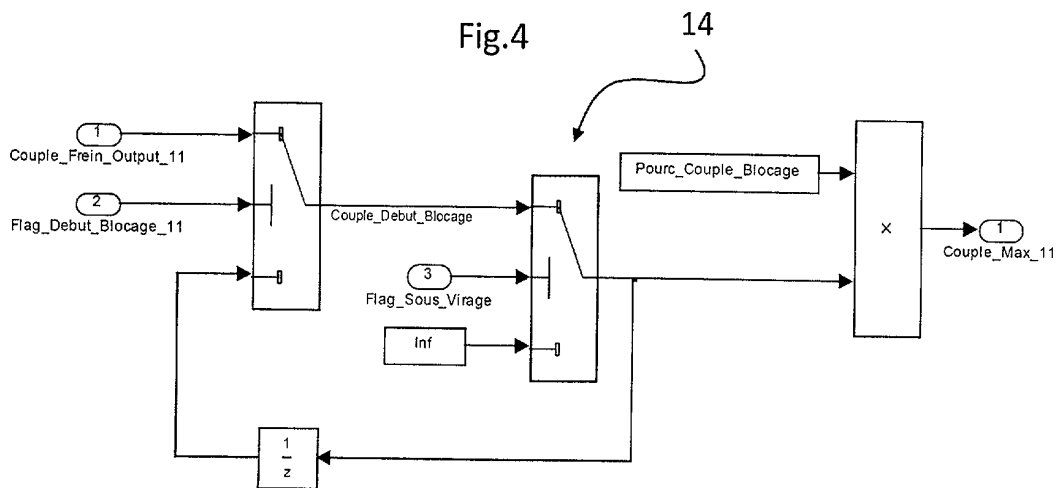
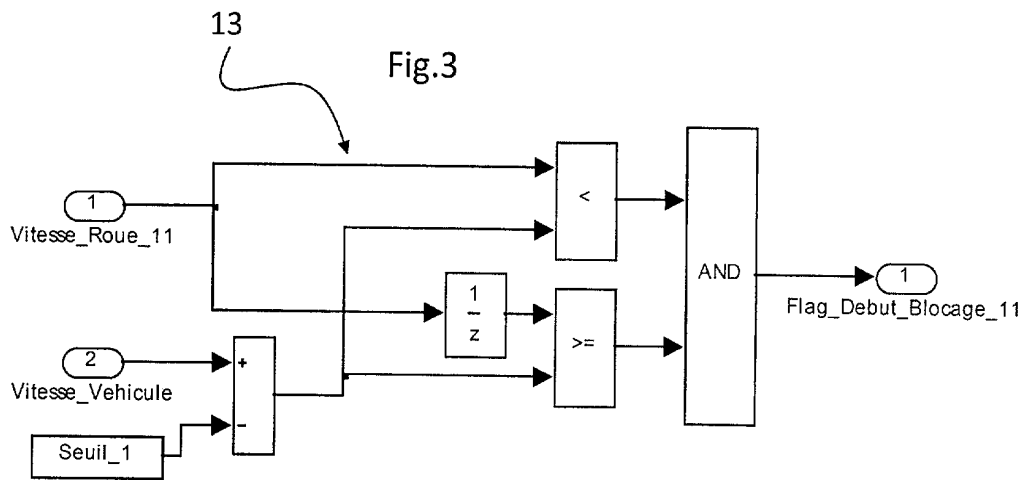


FIG.2

3/8



4/8

Fig.5

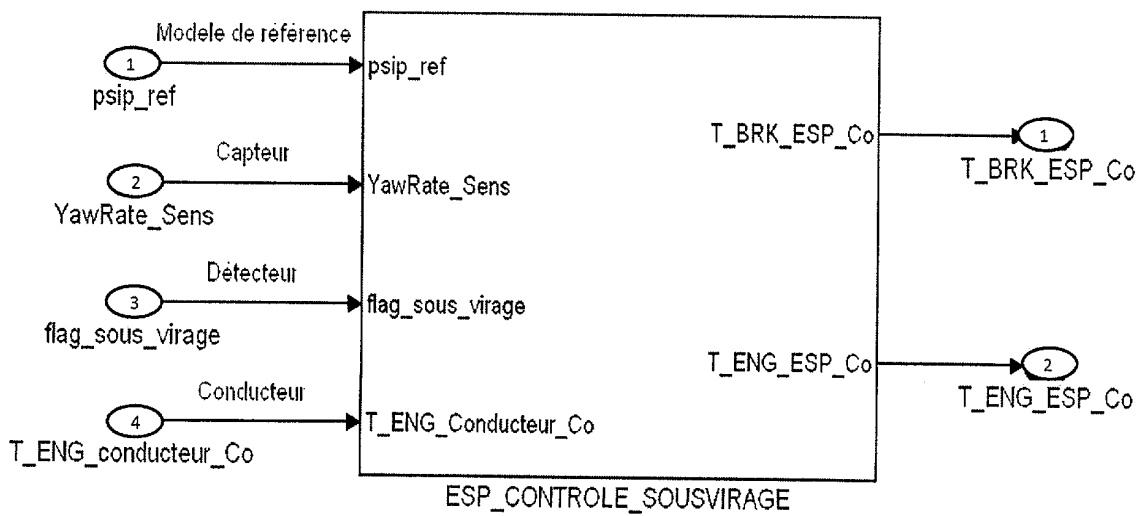
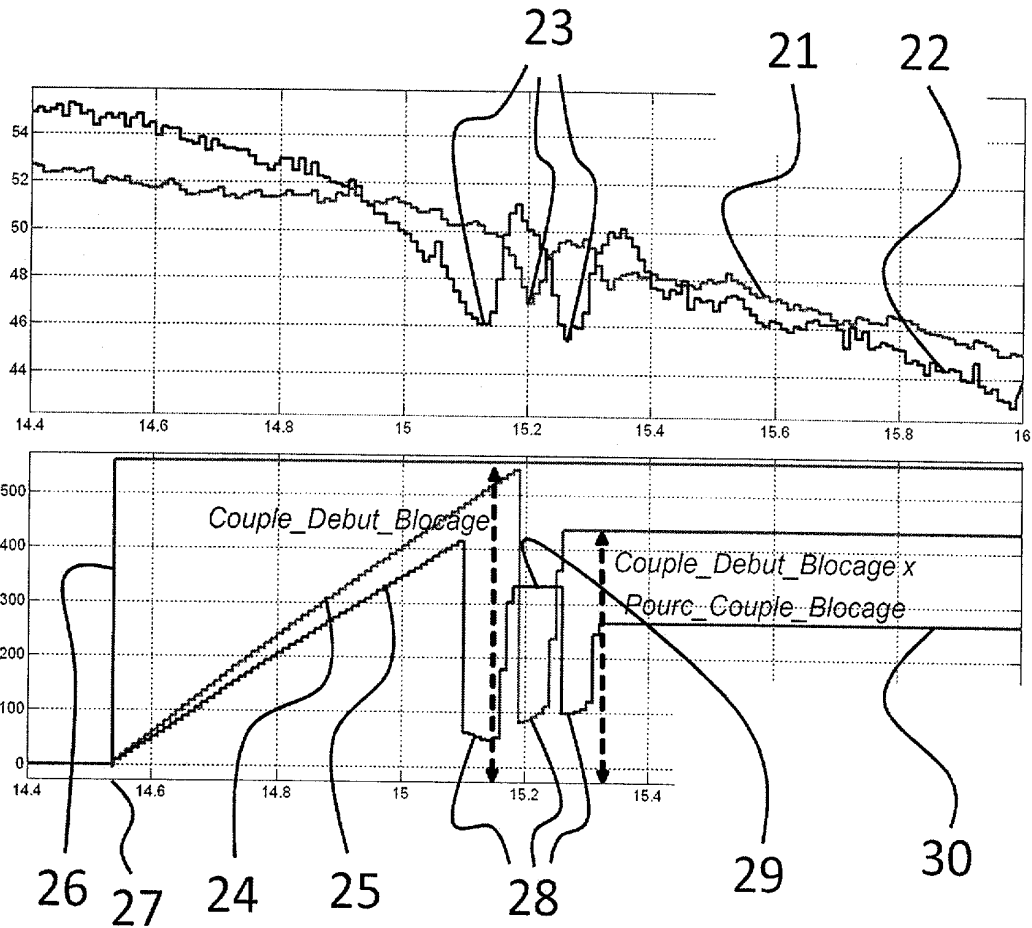


FIG.6

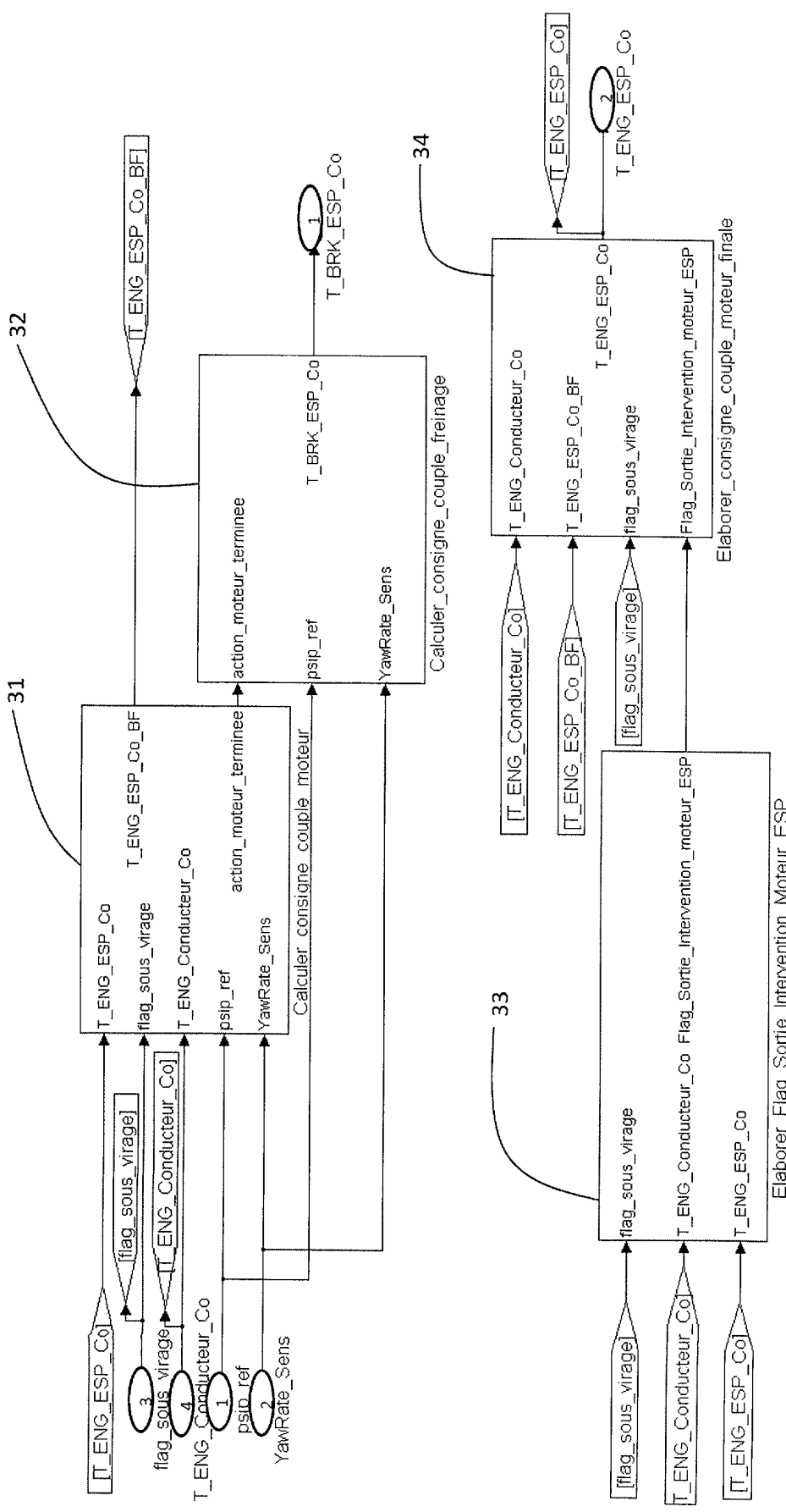


FIG.7

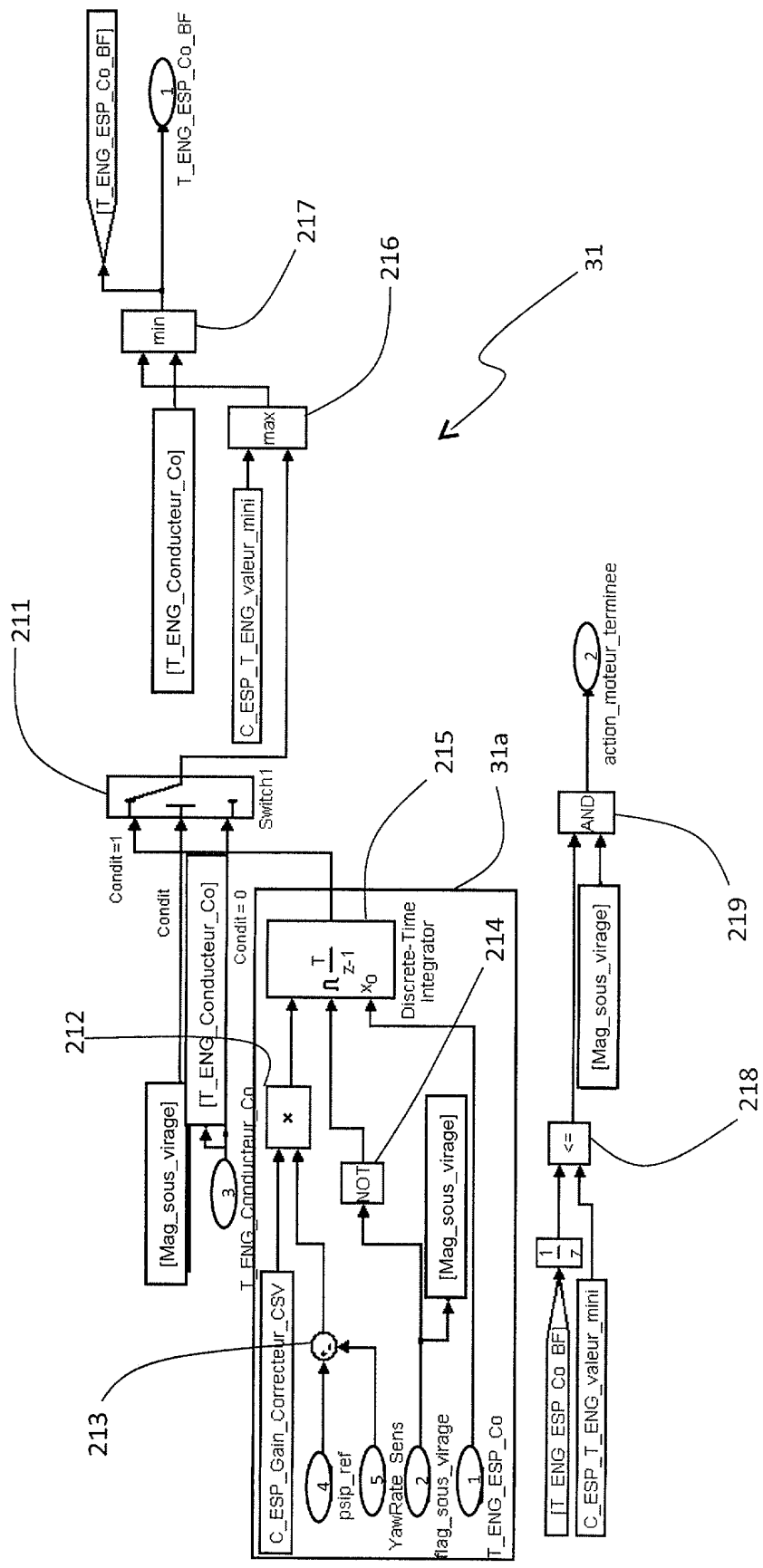


FIG. 8

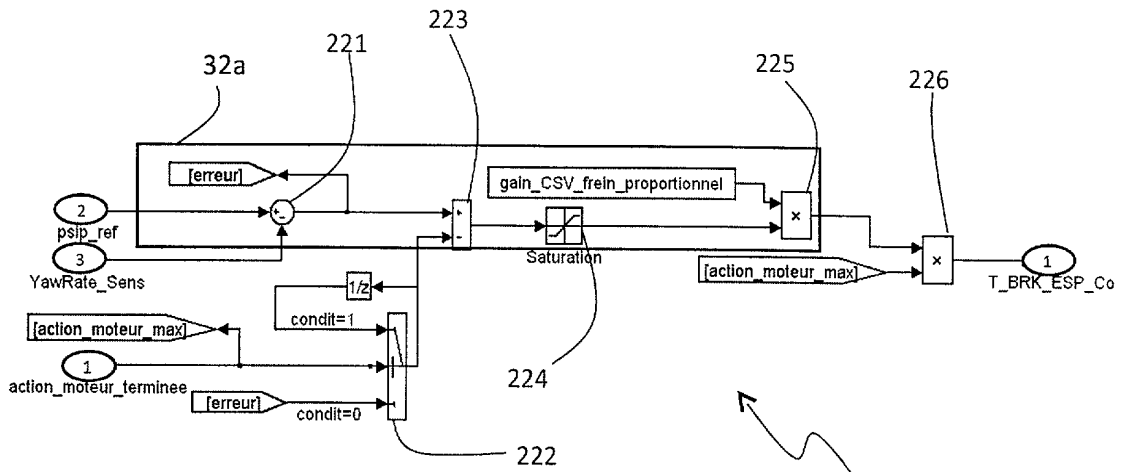


FIG.9

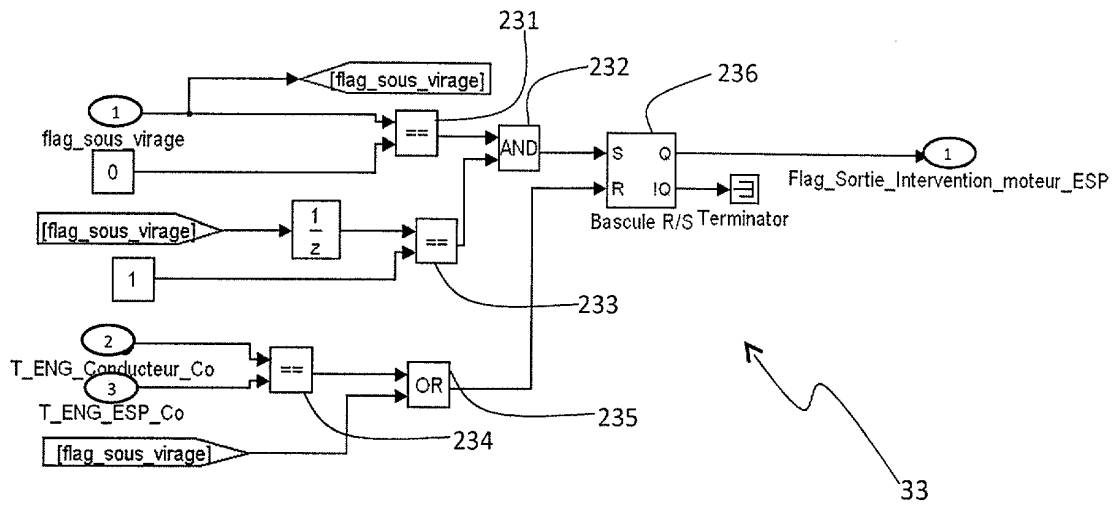


FIG.10

