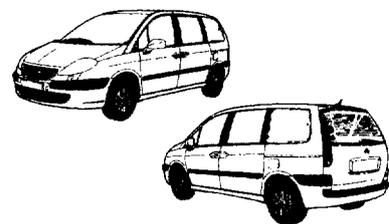


| | | | |
|---|-----------|--------------------|------------|
| Examen : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR | | Code : BTS MACSVEP | |
| Spécialité : MAINTENANCE ET APRÈS-VENTE AUTOMOBILE | | Session : 2008 | |
| Epreuve : COMPRÉHENSION DES SYSTÈMES | E5 | Durée : 6 h | Coeff. : 6 |

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
Maintenance et Après-vente Automobile

E5 : COMPRÉHENSION DES SYSTÈMES

GESTION DE L'ADHÉRENCE



Composition du sujet :

Dossier Technique : DT 1 / 17 à DT 17 / 17
Dossier Questions : DQ 1 / 4 à DQ 4 / 4
Dossier Réponses : DR 1 / 11 à DR 11 / 11

Répondre à toutes les questions sur le dossier réponses

Barème / 200

| | | 1 ^{ère} partie / 44 | | | | | | 2 ^{ème} partie | | | | | | |
|-------|--|------------------------------|-----|-----|-----|-----|------------------------------|-------------------------|----|----|----|------------------------------|-----|-----|
| N° | | 1 | 2.1 | 2.2 | 2.3 | 3.1 | 3.2 | 3.3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8.1 | 8.2 |
| Poids | | 6 | 9 | 4 | 3 | 6 | 8 | 8 | 5 | 6 | 4 | 8 | 16 | 16 |
| | | 2 ^{ème} partie / 86 | | | | | 3 ^{ème} partie / 30 | | | | | 4 ^{ème} partie / 40 | | |
| N° | | 8.3 | 8.4 | 9.1 | 9.2 | 9.3 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| Poids | | 6 | 4 | 4 | 12 | 5 | 5 | 5 | 10 | 5 | 5 | 8 | 16 | 16 |

Calculatrice autorisée

| | | |
|---|---------------------------|--------------------------------------|
| Examen : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR | Code : BTS MACSVEP | |
| Spécialité : MAINTENANCE ET APRÈS-VENTE AUTOMOBILE | Session : 2008 | |
| Epreuve : COMPRÉHENSION DES SYSTÈMES | E5 | Durée : 6 h Coeff. : 6 |

Option véhicules particuliers

COMPRÉHENSION DES SYSTÈMES

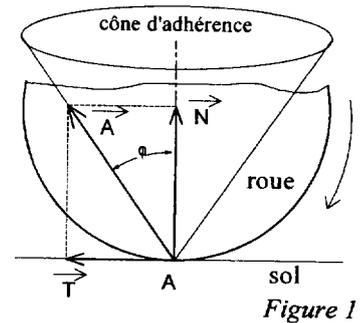
Gestion de l'adhérence
A.B.S, A.F.U et R.E.F
E.S.P et A.S.R.

DOSSIER TECHNIQUE

Préambule : Gestion de l'adhérence

L'adhérence roue/sol est fonction essentiellement du pneumatique (neuf, usé) et de l'état du sol (sec, mouillé, ...).

Le coefficient d'adhérence μ ($= T / N$) donne une image de cette adhérence



Quelques valeurs de coefficient d'adhérence roue/sol :

| Valeurs du coefficient d'adhérence | Route sèche | Route humide | Flaque d'eau | Verglas |
|------------------------------------|-------------|--------------|--------------|---------|
| Pneus neufs | 0,85 | 0,65 | 0,5 | 0,1 |
| Pneus usés | 1 | 0,5 | 0,25 | 0,1 |

Lors d'un freinage ou d'une accélération, le coefficient d'adhérence varie en fonction du glissement du pneu par rapport au sol comme le montrent les courbes ci-contre.

A : adhérence longitudinale sur route sèche
 B : adhérence transversale sur route sèche
 C : adhérence longitudinale sur verglas

 Zone de freinage optimal

Le % de glissement est défini par :

$$\frac{\text{vitesse du véhicule} - \text{vitesse de la roue}}{\text{vitesse du véhicule}} \times 100$$

Lors d'un freinage, pour 100 % de glissement, la roue est bloquée et le véhicule perd toute stabilité directionnelle et la distance de freinage augmente.

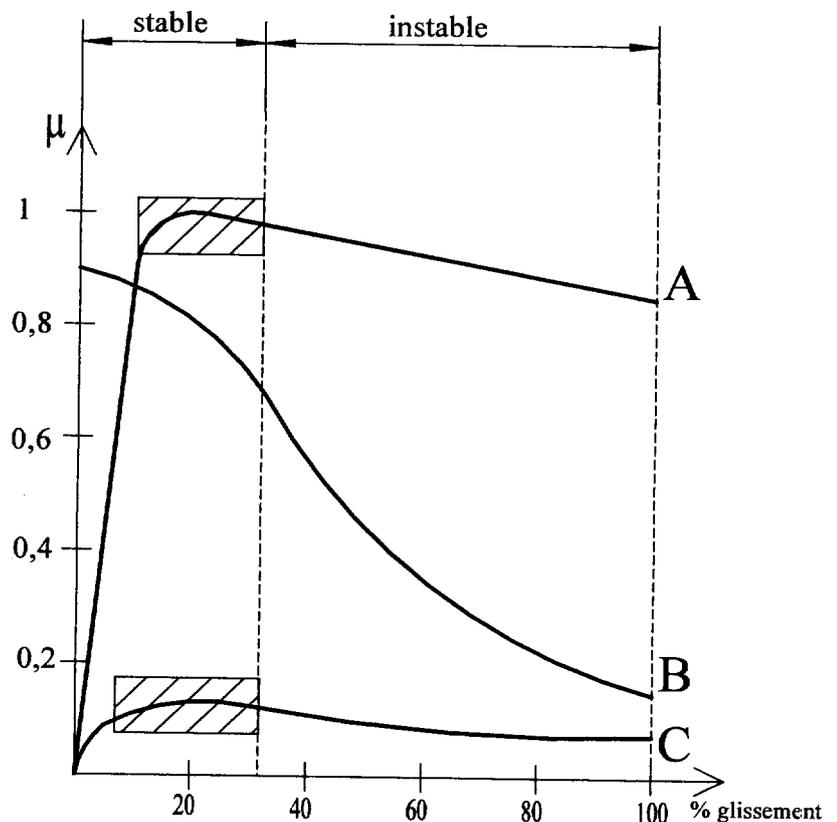


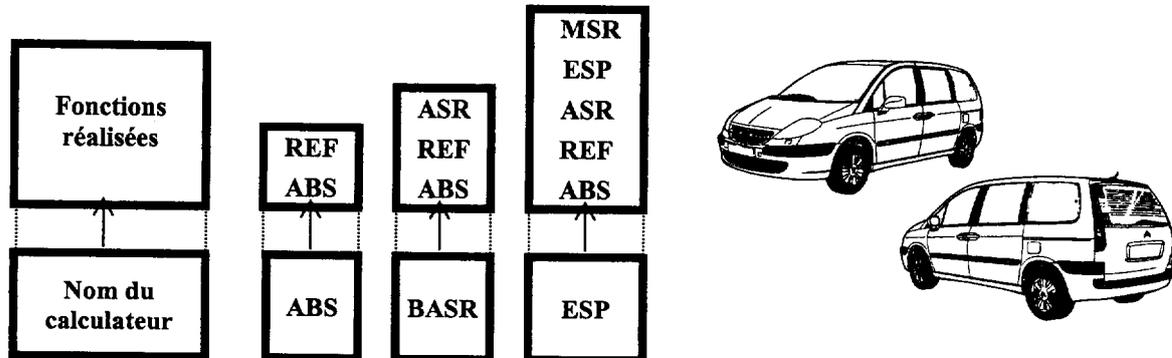
Figure 2

Pour éviter la zone instable et le blocage ou le patinage des roues, la gestion de l'adhérence est confiée à un calculateur qui va maintenir le glissement entre environ 10 et 30 % (zones hachurées, ce qui correspond à un compromis entre l'adhérence longitudinale et transversale) et va permettre de :

- maintenir la manœuvrabilité du véhicule en évitant le blocage des roues avant,
- maintenir la stabilité directionnelle du véhicule en évitant le blocage des roues,
- contrôler la motricité en limitant le patinage des roues,
- garder la maîtrise du véhicule dans les virages en corrigeant la trajectoire.

1. Présentation des différentes fonctions de gestion de l'adhérence

Le véhicule peut être équipé, suivant le modèle, de plus ou moins de fonctions liées à la gestion de l'adhérence comme le montre le tableau ci-dessous.



Désignation des différentes fonctions

| ADHERENCE | FONCTION | DESCRIPTION |
|--------------------|---|--|
| • au freinage | Antiblocage de roues (ABS) | • le calculateur module la pression de freinage pour éviter le blocage des roues |
| • au freinage | Répartiteur électronique de freinage (REF) | • le calculateur module la pression de freinage des roues arrière pour éviter leur blocage |
| • à l'accélération | Anti patinage des roues (ASR) | • le calculateur freine la roue et régule le couple moteur pour éviter le patinage de la roue |
| • en décélération | Antiblocage des roues lors de l'utilisation du frein moteur (MSR) | • le calculateur gère le couple moteur lors de l'utilisation du frein moteur pour éviter le blocage des roues. |
| • en trajectoire | Contrôle dynamique de stabilité (ESP) | • le calculateur freine indépendamment les roues pour optimiser la trajectoire du véhicule |

En plus des fonctions gérées par un calculateur et décrites ci-dessus, le véhicule est également équipé d'une aide au freinage d'urgence (A.F.U) qui sera décrite ultérieurement.

2. Architecture du réseau multiplexé

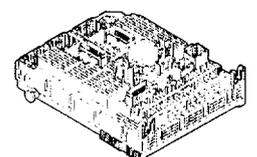
Rappel : Le multiplexage est une technologie qui consiste à faire circuler plusieurs informations numériques entre divers équipements électriques sur un seul canal (bus) de transmission matérialisé par 1 ou 2 fils d'où une simplification du faisceau électrique et donc la possibilité d'augmenter le nombre de fonctions sur le véhicule.

Tous les messages envoyés sur ce circuit comportent une partie "information" ou "commande" et une partie identification de l'émetteur.

Le véhicule, objet de l'étude, est équipé de 4 réseaux multiplexés. Ces différents réseaux sont gérés par un calculateur central, le BSI (boîtier de servitude intelligent) qui sert d'interface entre les réseaux. Le BSI acquiert les informations provenant du réseau CAN et les diffuse sur le réseau VAN (et inversement), pour les besoins d'une fonction.

| Réseau | Fonctions gérées |
|-------------|--|
| CAN | Moteur, freinage, boîte auto |
| VAN CAR 1 | Airbags, feux, ... |
| VAN CAR 2 | Gestion des ouvrants, alarme anti-effraction |
| VAN CONFORT | Combiné, écran multifonctions, autoradio, climatisation. |

B.S.I



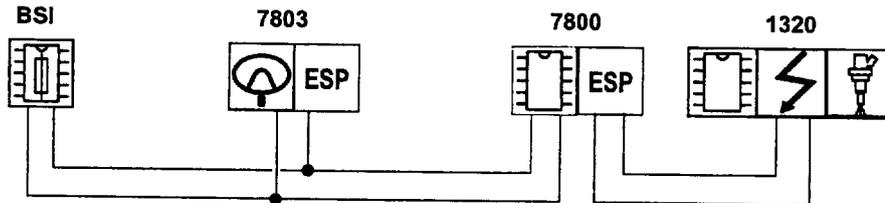
3. Architecture du réseau CAN

La rapidité de traitement des informations du réseau CAN est un gage de sécurité (taux de transfert de 250 Kbits/s).

Chaque calculateur diffuse en permanence des informations qui sont récupérées par les calculateurs qui en ont l'utilité.

Par exemple, le calculateur ABS met à disposition sur le réseau CAN les informations suivantes :
 vitesse du véhicule ; accélération longitudinale ; distance parcourue.

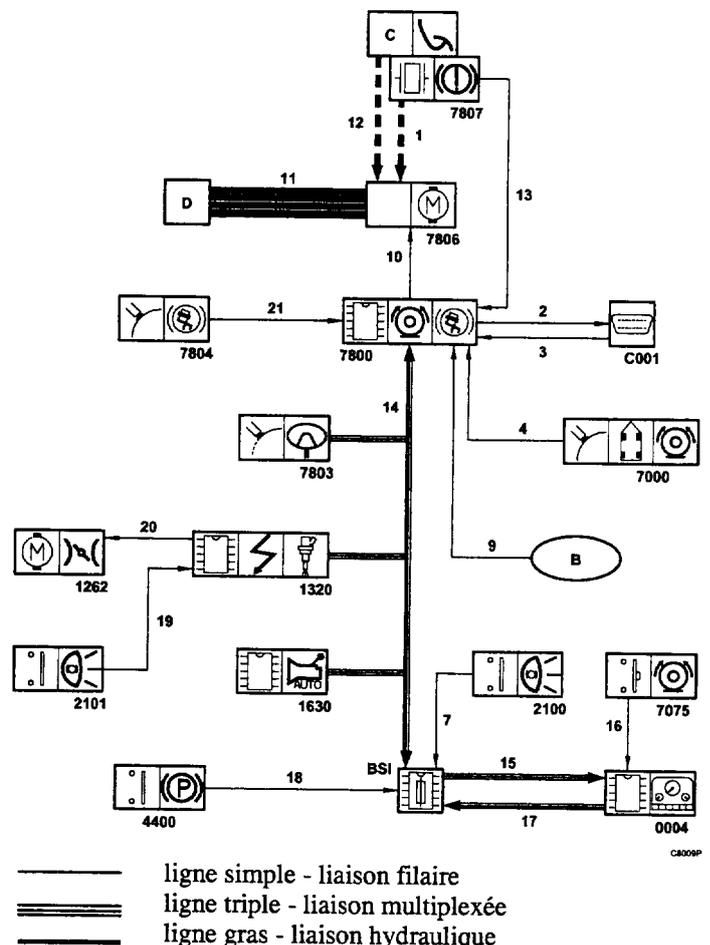
Exemple d'architecture : avec ESP sans B.V.A



| REFERENCE | DESIGNATION |
|-----------|--|
| BSI | Boîtier de servitude intelligent |
| 1320 | Calculateur moteur |
| 7800 | Calculateur de contrôle dynamique de stabilité (ESP) |
| 7803 | Calculateur de capteur de volant (si option ESP) intégré au commodo (CV00) |

4. Synoptique général contrôle dynamique de stabilité (ESP)

| ORGANES | |
|---------|--|
| B | Contacteur niveau liquide de frein Plaquettes de frein Sortie vitesse véhicule |
| C | Maître cylindre de frein |
| D | Etriers de frein |
| BSI | Boîtier de servitude intelligent |
| C001 | Connecteur diagnostic |
| 0004 | Combiné d'instrument |
| 1262 | Papillon motorisé |
| 1320 | Calculateur contrôle moteur |
| 1630 | Calculateur boîte auto (si monté) |
| 2100 | Contacteur de stop |
| 2101 | Contacteur de stop redondant |
| 4400 | Contacteur de frein de stationnement |
| 7000 | Capteur vitesse de roue |
| 7075 | Commutateur coupure anti patinage / ESP |
| 7800 | Calculateur contrôle de stabilité |
| 7803 | Capteur angle volant de direction de contrôle de stabilité (intégré dans CV00) |
| 7804 | Gyromètre accéléromètre contrôle de stabilité |
| 7806 | Groupe hydraulique contrôle de stabilité |
| 7807 | Capteur circuit de freinage |



Certains composants cités ci-dessus sont présents sur les véhicules en fonction des options.

Figure 3

5. Véhicule équipé d'un calculateur ESP

Schémas électriques

Les documents DT 16 à 17/17 représentent les schémas électriques pour un véhicule équipé du calculateur ESP.

DT 16/17 : Calculateur ESP et son environnement

DT 17/17: voyant frein stationnement, niveau liquide de frein, voyant témoin usure de freins, ...

Nomenclature schéma électrique

| | | | |
|------|---------------------------------------|------|---|
| BB00 | Batterie | 4410 | Contacteur niveau liquide de frein |
| CA00 | Contacteur antivol | 4430 | Contacteur d'usure plaquettes AV G |
| BM34 | Boîte fusibles compartiment moteur | 4431 | Contacteur d'usure plaquettes AV D |
| BSI1 | Boîtier de servitude intelligent | 65-- | Système de retenue (airbags, ceintures) |
| C001 | Connecteur diagnostic | 7000 | Capteur d'ABS AVG |
| CV00 | Bloc Commodo | 7005 | Capteur d'ABS AVD |
| 0004 | Combiné d'instruments (compteurs, ..) | 7010 | Capteur d'ABS ARG |
| 12-- | Système de gestion moteur | 7015 | Capteur d'ABS ARD |
| 1313 | Capteur régime moteur | 72-- | Report sur groupe ordinateur de bord |
| 1320 | Calculateur gestion moteur | 7306 | Contacteur d'embrayage |
| 1600 | Contacteur boîte auto (si montée) | 7308 | Contacteur de frein |
| 1630 | Calculateur boîte auto (si montée) | 7800 | Calculateur ABS/ASR/ESP |
| 2100 | Contacteur de stop | 7801 | Commutateur ASR/ESP |
| 2200 | Contacteur de feux de recul | 7804 | Capteur de vitesse lacet et d'accélération transversale |
| 4400 | Contacteur de frein de stationnement | 9035 | Témoins au compteur |

Liste des voyants (9035)

Ne sont décrits que les voyants correspondants à l'étude

| VOYANT | TEMOIN | ALERTE | TYPE DE FONCTIONNEMENT |
|--------|-----------------|--|-------------------------------|
| V6 | ESP | Régulation du système | Clignotant minimum 2 secondes |
| | | Défaut de l'ESP | Fixe |
| | | ESP neutralisé | Fixe |
| V8 | ABS | Défaut ABS | Fixe |
| V12 | Alerte de frein | Niveau liquide de frein | Fixe |
| | | Défaut du répartiteur électronique de freinage (REF) | Fixe |
| | | Frein de parking | Fixe |

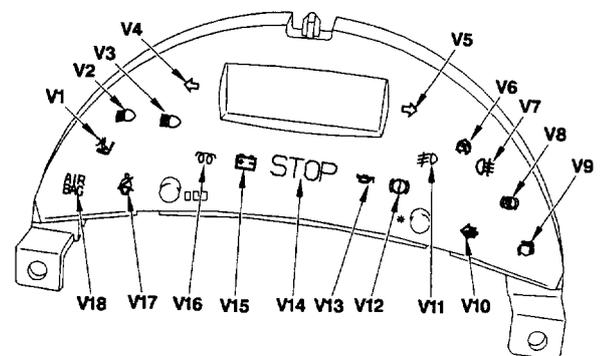


Figure 4

Nota : L'état clignotant d'un témoin est prédominant sur un état allumé fixe.

Nota : En cas de clignotement de plusieurs témoins ils clignotent à la même fréquence.

Les descriptions suivantes concernent uniquement les fonctions liées au freinage :

- ABS : antiblocage de roues
- REF : répartition électronique de freinage
- AFU : aide au freinage d'urgence

L'ESP et L'ASR ne seront pas étudiés

6. La fonction ABS

Principe de fonctionnement

Comme vu page DT 1/17, l'ABS doit éviter le blocage des roues avant et arrière lors d'un freinage et maintenir le glissement de chaque roue entre environ 10 et 30 %.

Le système ABS doit donc calculer en permanence le glissement de chacune des roues par rapport au sol pour moduler la pression de freinage alimentant leur frein respectif et ainsi maintenir la valeur de ce glissement dans une zone où le coefficient d'adhérence de chaque roue sur le sol conserve une valeur optimale.

Le glissement de chacune des roues est déterminé par le calculateur :

- à partir du signal émis par le capteur de chaque roue,
- en fonction de consignes et de procédures mémorisées

Le système gère alors la pression de freinage appliquée aux étriers de frein pour chaque roue.

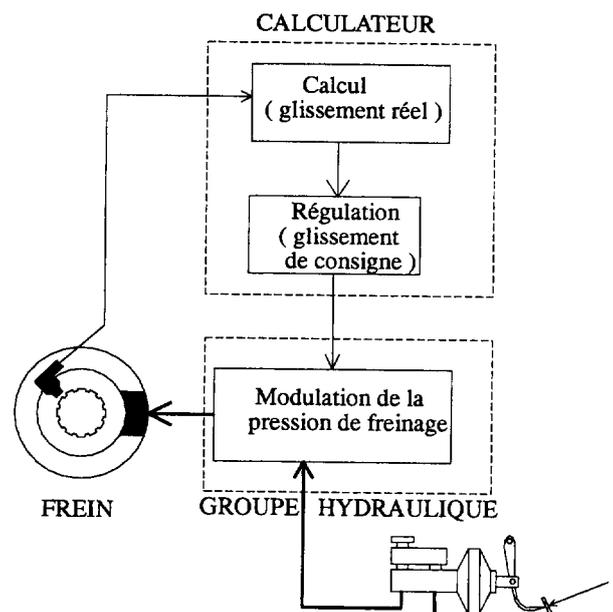


Figure 5

Cycle de régulation

Le calculateur, **intégré directement au groupe hydraulique**, commande au moyen d'électrovannes la pression de freinage de chaque roue.

Lors du roulage, le calculateur reçoit en permanence les signaux des capteurs, à partir desquels les vitesses des roues sont calculées. Il peut alors déterminer les grandeurs suivantes :

- la vitesse, la distance parcourue et l'accélération longitudinale du véhicule (informations disponibles sur le réseau CAN)
- la vitesse de référence (calculée pour un glissement optimal)
- l'accélération de chaque roue,

Schématiquement, le processus de régulation pour chaque roue est le suivant :

- lorsque la vitesse d'une roue devient inférieure à la vitesse de référence, le calculateur en déduit qu'il y a instabilité,
- l'entrée en phase de régulation est décidée par analyse de la décélération de la roue, et débute la première fois par une phase de maintien de pression,
- la poursuite de la régulation se fait sur l'analyse de la décélération de la roue ainsi que de son glissement,
- la remontée de la pression de freinage ne sera tolérée que pour une ré-accélération importante de la roue.

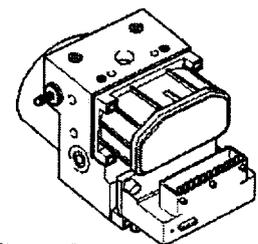


Figure 5a

Exemple de cycle de régulation pour adhérence importante

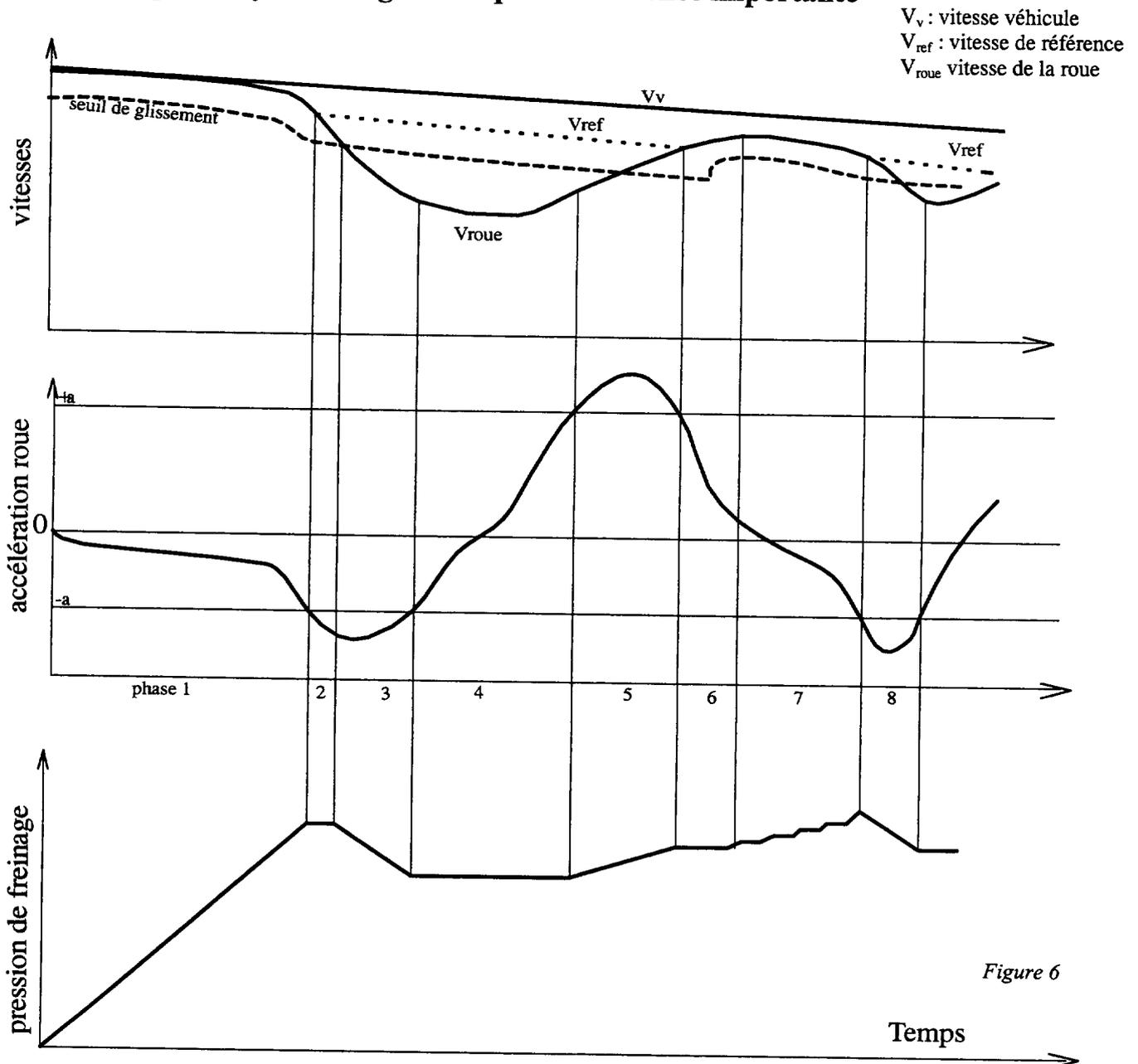


Figure 6

Description du circuit de freinage

Le circuit de freinage pour le véhicule est :

- à deux circuits en X
- à 4 canaux (1 canal par roue)
- 4 capteurs de vitesse de roue (un capteur par roue)

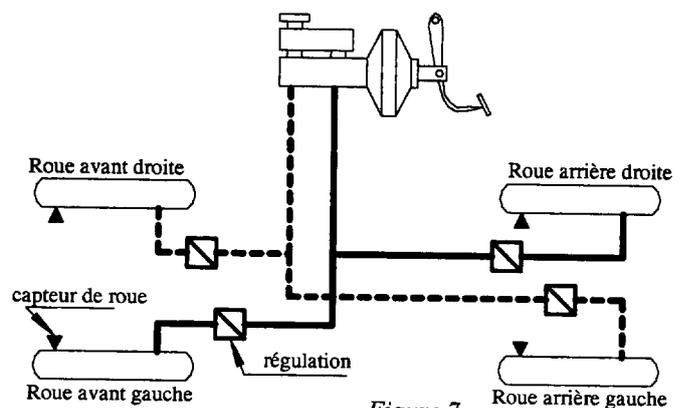
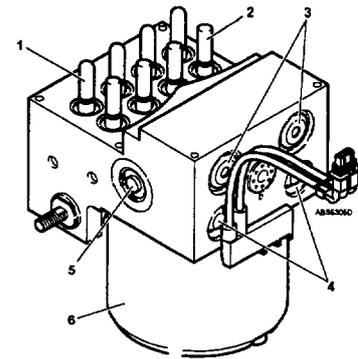


Figure 7

Le bloc hydraulique, subdivisé en deux parties de régulation, se compose :

- de huit électrovannes dont deux affectées à chaque roue :
 - une électrovanne d'admission (1),
 - une électrovanne d'échappement (2),
- de deux accumulateurs (3) (1 par circuit en diagonale),
- de deux amortisseurs (4) (1 par circuit en diagonale),
- d'une pompe de refoulement (5) à deux circuits, entraînée par le moteur électrique (6).



Ci-dessous une coupe du bloc hydraulique avec les deux éléments de pompe (un par circuit) qui sont mis en mouvement par un excentrique (non représenté) entraîné par le moteur électrique (non représenté).

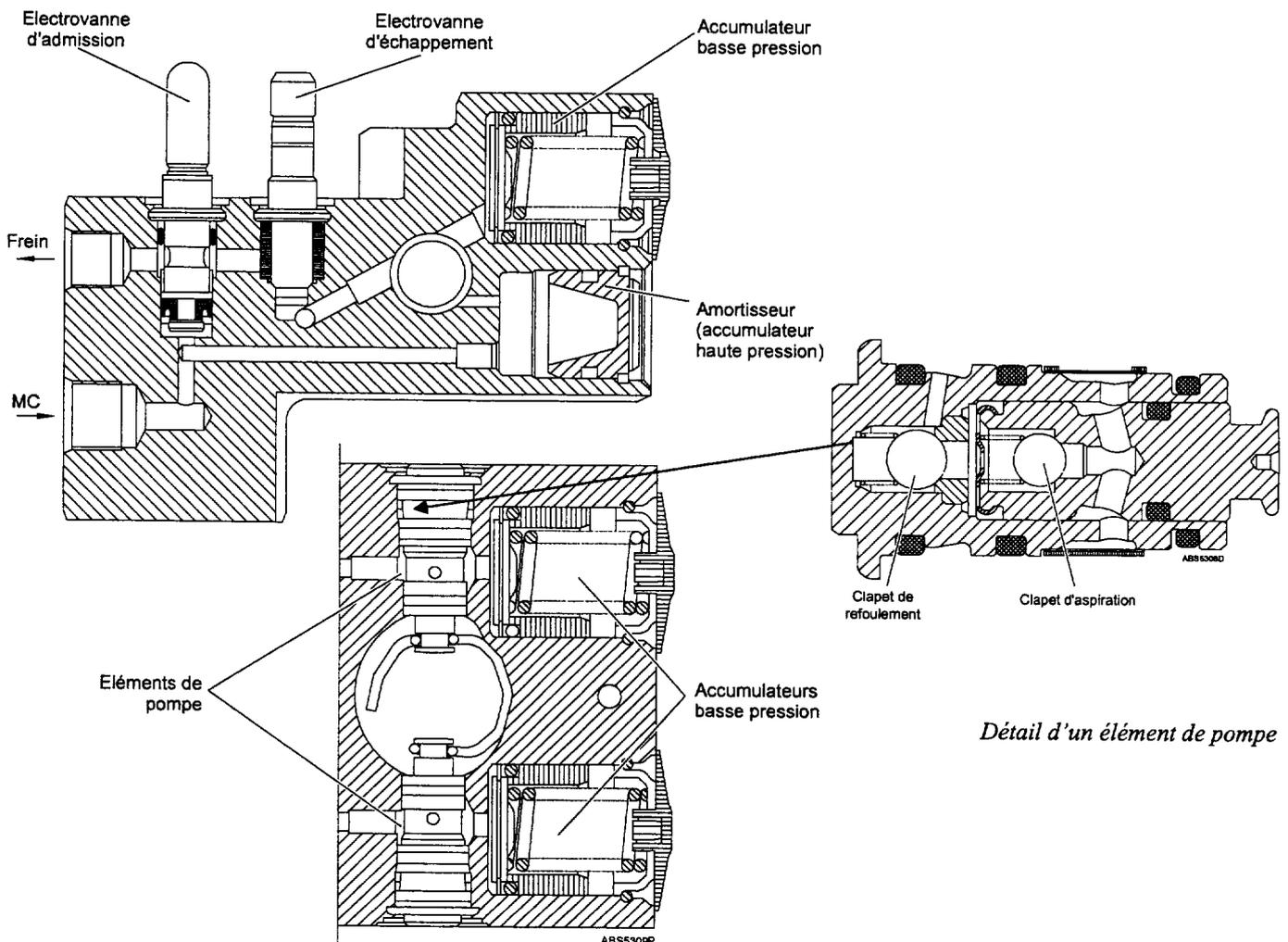


Figure 8

Le schéma ci-dessous montre le détail du circuit hydraulique de régulation pour une roue.

L'accumulateur 3, l'élément de pompe 5 et l'amortisseur 4 servent également pour l'autre roue montée en diagonale.

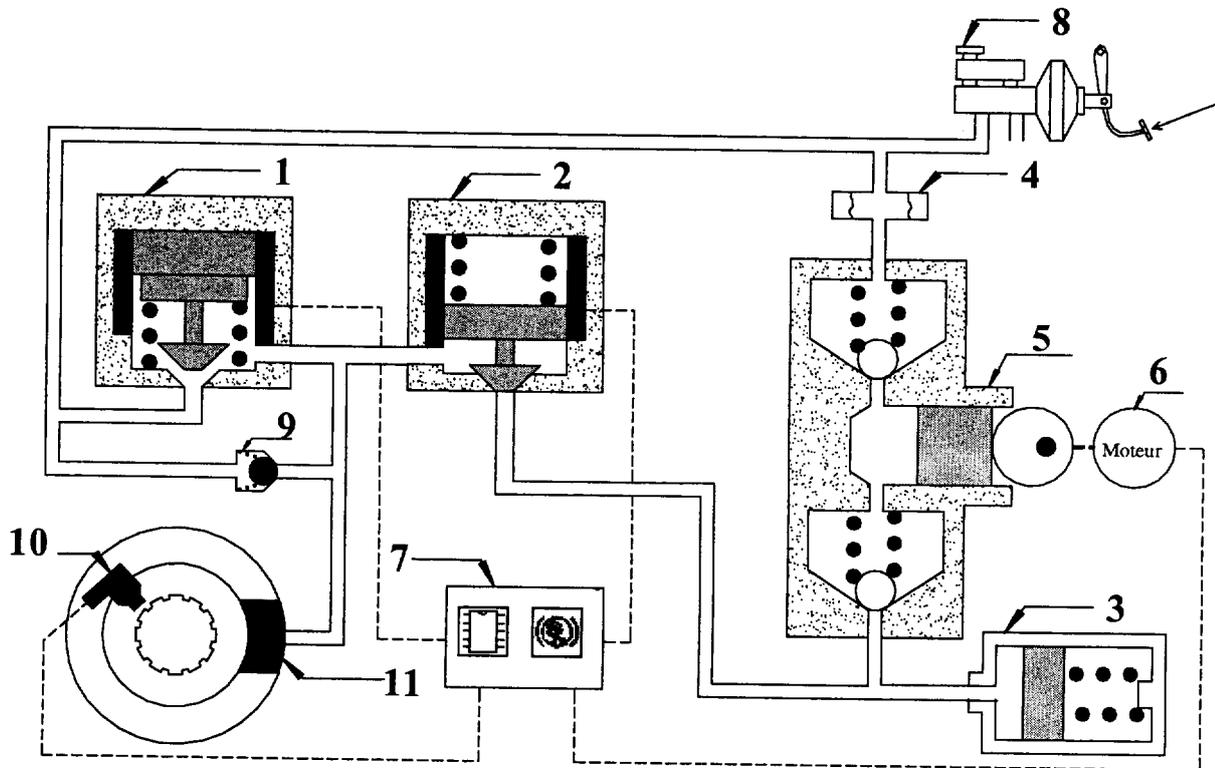


Figure 9

| | | |
|---------------------------------|--------------------------|------------------------|
| 1 : électrovanne d'admission | 5 : pompe de refoulement | 9 : clapet anti retour |
| 2 : électrovanne d'échappement | 6 : moteur électrique | 10 : capteur de roue |
| 3 : accumulateur basse pression | 7 : calculateur | 11 : étrier de frein |
| 4 : amortisseur (accumulateur) | 8 : maître cylindre | |

Lors d'un freinage sans tendance au blocage, les deux électrovannes sont au repos, la liaison entre maître-cylindre et étrier est ouverte. L'étrier reçoit toute la pression du circuit de freinage conventionnel.

Si le freinage est suffisamment fort pour que la roue tende au blocage, on peut modifier sa pression par l'excitation d'une ou des deux électrovannes. Le calculateur, en fonction du comportement de la roue peut choisir trois phases de pression :

- **Montée de la pression** → Electrovanne au repos,
- **Maintien de la pression** → Electrovanne d'admission excitée ; électrovanne d'échappement au repos,
- **Chute de la pression** → Electrovanne excitées toutes les deux ; le liquide sous pression va vers l'accumulateur basse pression. La pompe aspire ce liquide et le refoule vers le maître-cylindre côté pression.

La judicieuse combinaison de ces trois phases en durée et en fréquence permet de moduler la pression en fonction des conditions de freinage.

Les capteurs de roues

Ils donnent l'information vitesse de roues au calculateur ABS ou ESP (suivant équipement) pour anticiper les régulations afin d'éviter le blocage des roues.

Pour l'acquisition des vitesses de roues, on utilise soit :

• Des capteurs inductifs

Ce type de capteur produit une tension alternative d'allure sinusoïdale dont l'amplitude varie en fonction de la vitesse de rotation de la cible et de l'entrefer..

La fréquence du signal est l'image exacte de la vitesse de rotation.
Une vitesse de rotation minimum est nécessaire pour obtenir une tension exploitable par le calculateur.

Contrôle des capteurs inductifs :

Le signal de ces capteurs peut se contrôler en plaçant un oscilloscope ou un voltmètre alternatif entre ses deux fils et en faisant tourner la roue.

Pour contrôler l'état du capteur, il faut prendre sa résistance aux bornes de son connecteur. $R = 1600 \Omega \pm 320 \Omega$

Vitesse mini détectée : 2,75 Km/h

Entrefer : 0,3 à 1,2 mm

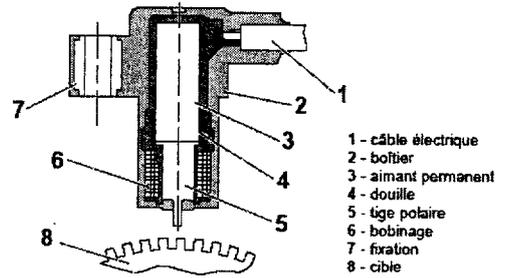


Figure 10

• Des capteurs de type Hall ou magnéto-résistifs

Pour faire fonctionner ce type de capteur, on a besoin d'une alimentation en tension extérieure. Sans cette alimentation en tension, le capteur ne peut fournir aucun signal.

Grâce à un encombrement réduit et un faible poids, ce capteur de vitesse peut être intégré sur le roulement de roue.

Le capteur est composé d'éléments sensibles qui sont généralement des modules de type Hall ou magnéto-résistifs.

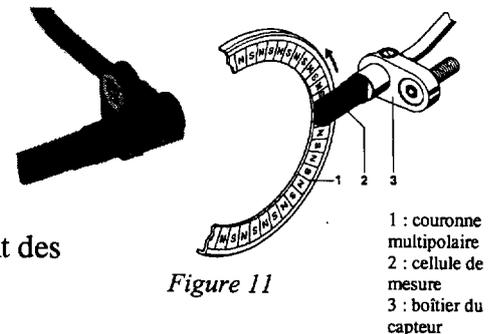


Figure 11

Contrairement au capteur inductif, la tension en sortie est indépendante de la vitesse de rotation de la roue. Il est donc possible de mesurer la vitesse de la roue jusqu'à son immobilisation totale.

La fréquence du courant est proportionnelle à la vitesse de la roue.

Ce mode de transmission de signaux numériques via un seul conducteur est nettement moins

soumis aux signaux parasites que les capteurs inductifs et pourra offrir des possibilités plus étendues :

- transmission de l'information sur le sens de rotation des roues pouvant être utilisée pour les dispositifs de blocage en côte, fonctionnalité (option) qui empêche le véhicule de reculer lors d'un démarrage en côte grâce à un freinage ciblé,

- transmission d'une information permettant de diagnostiquer la valeur de l'entrefer.

Contrôle des capteurs à effet Hall :

Le signal de ces capteurs peut se contrôler à l'oscilloscope.

Le capteur doit être alimenté par le calculateur et il faut faire tourner la cible afin de faire défiler les pôles magnétiques. La tension relevée dépend de la valeur de la résistance de charge placée dans le calculateur ABS ou ESP.

7. La fonction REF "répartition électronique de freinage"

Rappel répartition de freinage sur véhicule

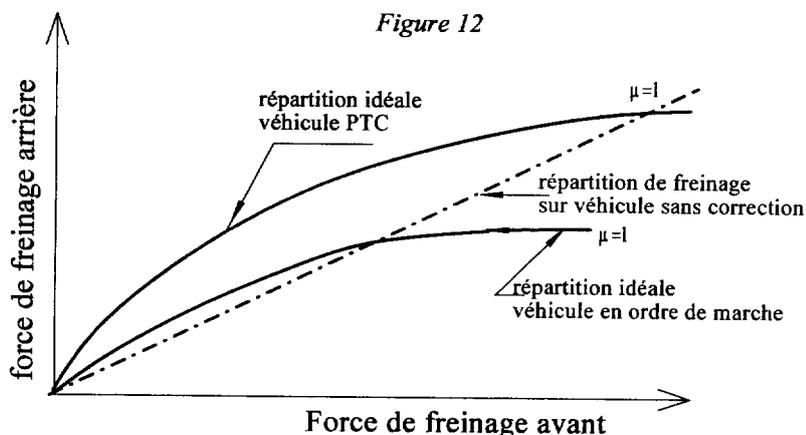
Une étude mécanique permet de déterminer la courbe d'**équiadhérence**, ou courbe idéale de freinage qui donne la bonne répartition des forces de freinage pour que les deux essieux utilisent toute l'adhérence disponible.

Son interprétation est la suivante :

Il existe une parabole pour chaque état de charge du véhicule.

Les deux paraboles extrêmes représentent

respectivement le véhicule en ordre de marche et le véhicule au PTC, (poids total en charge)



Les systèmes mécaniques ne permettent pas d'obtenir une parabole ; d'autre part la réglementation impose que la répartition réelle se situe sous la parabole, dans le domaine $0,2 \leq \mu \leq 0,8$ afin d'avoir une prépondérance de blocage de l'essieu avant, tout en respectant une décélération la plus grande possible.

Les roues avant doivent ainsi se bloquer avant les roues arrière ; l'inverse entraînerait le "Tête à queue".

Sans dispositif particulier de correction de freinage, on obtient une droite dont la pente dépend du dimensionnement des freins, la pression de freinage étant, elle, identique à l'avant comme à l'arrière.

Cette droite satisfait généralement les conditions demandées pour le véhicule au PTC, par contre à vide, il est nécessaire d'appliquer une correction à la pression de commande arrière avant le point d'intersection avec la parabole.

Les véhicules particuliers actuels sont souvent équipés d'un dispositif mécanique permettant de limiter la pression de freinage à l'arrière. Cela garantit une bonne stabilité et dirigeabilité du véhicule. De la solution la plus simple à la plus élaborée, on rencontre :

- la limitation de pression dans le circuit arrière, gage de sécurité dans toutes les situations (limiteur de pression : droite 1)
- la compensation pour concilier sécurité et efficacité qui se rapproche au plus près de la courbe idéale 2 (compensateur : droite 3)

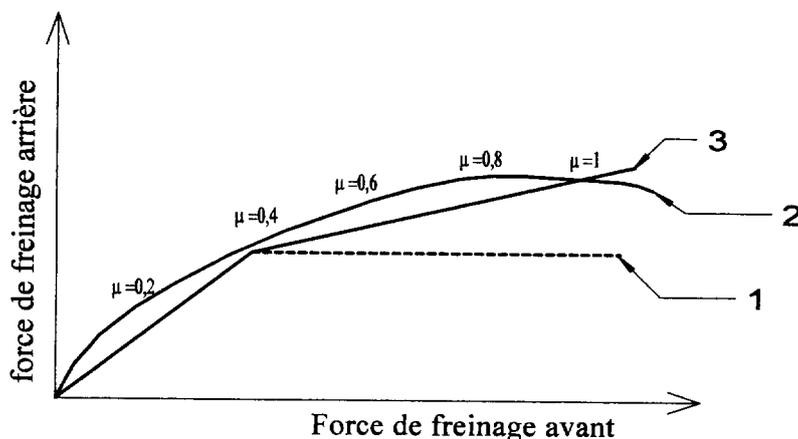


Figure 13

Nota : un dispositif d'asservissement à la charge permet de modifier le point de rupture entre pression avant et arrière pour être au plus près de chaque courbe de répartition idéale en fonction de la charge du véhicule.

La répartition électronique de freinage

En substitution de ces organes mécaniques, une fonction électronique, additionnelle à la logique ABS, est ajoutée au calculateur afin de limiter la pression de commande des freins arrière dans une plage de fonctionnement située avant celle d'intervention de l'ABS.

La figure ci-contre représente un exemple de régulation sur route très adhérente ($\mu = 1$). Ce dispositif assure une régulation en fonction du rapport de glissement roue arrière/roue avant. Si ce rapport vient à dépasser un seuil de stabilité prédéfini, la vanne ABS d'admission de la roue arrière correspondante se ferme. La pression arrière se stabilise. Si le conducteur augmente encore la force sur la pédale, la pression avant augmente et le rapport de glissement diminue, la vanne s'ouvre et la pression augmente de nouveau au niveau de la roue arrière. L'évolution de la pression en REF est en forme d'escalier et se rapproche assez bien de la courbe idéale.

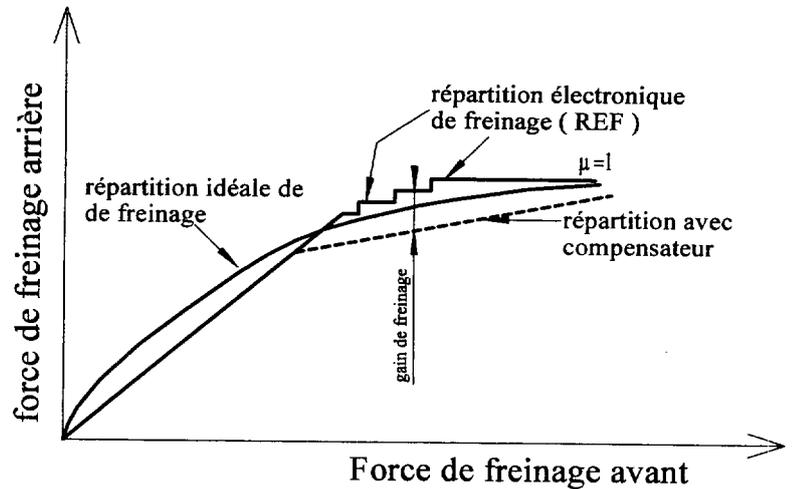


Figure 14

En cas de détection de risque de blocage (entrée dans la zone instable) le système provoque une chute de pression dans le circuit arrière (régulation ABS)

En résumé, ce système offre les avantages suivants :

- être plus proche de la courbe idéale de freinage d'où une plus grande décélération
- adaptation automatique aux différentes conditions de charge du véhicule,
- régulation constante durant toute la vie du véhicule.
- amélioration de la répartition du freinage sur chaque roue en fonction de l'adhérence des pneumatiques,
- suppression des limiteurs ou compensateurs conventionnels et modifications très minimes des composants ABS déjà installés,
- réduction des contraintes sur les freins avant et usure plus uniforme des garnitures avant arrière
- alerter le conducteur en cas de défaillance du système

8. La fonction AFU "aide au freinage d'urgence"

Assistance classique : Afin d'améliorer l'agrément de conduite, tous les dispositifs de freins actuels sont assistés par un amplificateur de freinage qui a pour but de diminuer l'effort de commande sur la pédale de freins.

Figure 15 : servofrein à assistance classique

C'est un système avec deux chambres séparées par une membrane. Lors du freinage un côté de cette membrane est soumis à la dépression (tubulure d'admission pour les moteurs à essence ou pompe à vide pour les moteurs Diesel) et l'autre à la pression atmosphérique. L'effort généré par cette différence de pression aide le conducteur à la mise en action des freins.

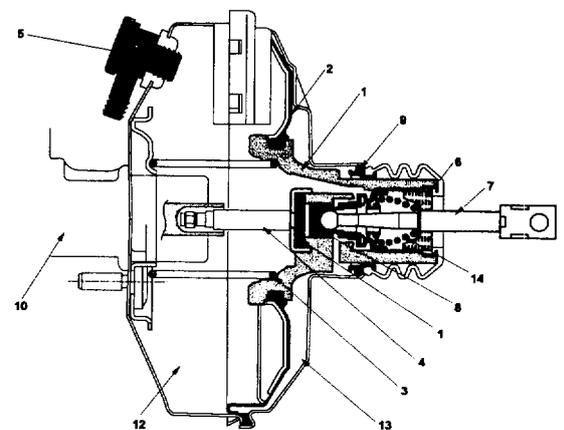


Figure 15

Lors d'un freinage d'urgence (obstacle apparaissant soudainement), le conducteur moyen exerce certes rapidement un effort sur la pédale mais avec une énergie souvent insuffisante.

Voici un graphique qui montre l'évolution de la pression dans un étrier avant en fonction du temps et de l'effort exercé par le conducteur sur la pédale de freins lors d'un freinage d'urgence.

Zone A

A la perception du danger, le conducteur appuie rapidement sur la pédale de freins mais sans exercer un effort très important (courbe 1).

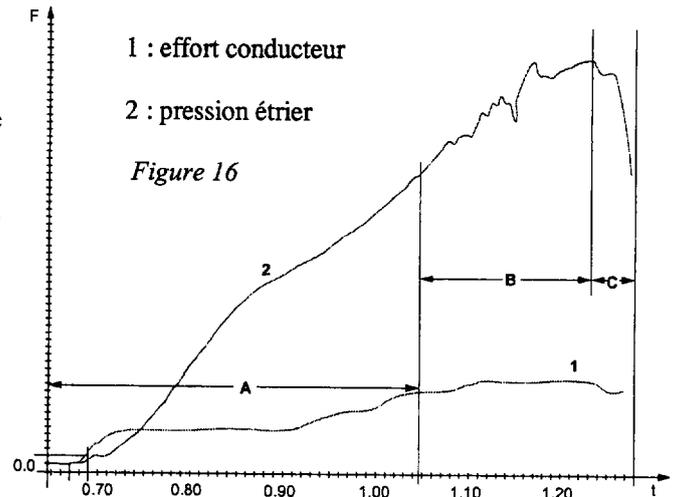
Zone B

Le conducteur constate que la décélération est insuffisante, il continue de déplacer la pédale de freins en exerçant alors un effort plus important (début de régulation).

Zone C

La pression dans les étriers est alors suffisante pour que la régulation de l'ABS soit active, la pression diminue (courbe 2).

Conclusion : Lors d'un freinage d'urgence, malgré sa volonté de freiner au maximum, le conducteur n'exerce pas immédiatement un effort suffisamment important sur la pédale de freins.

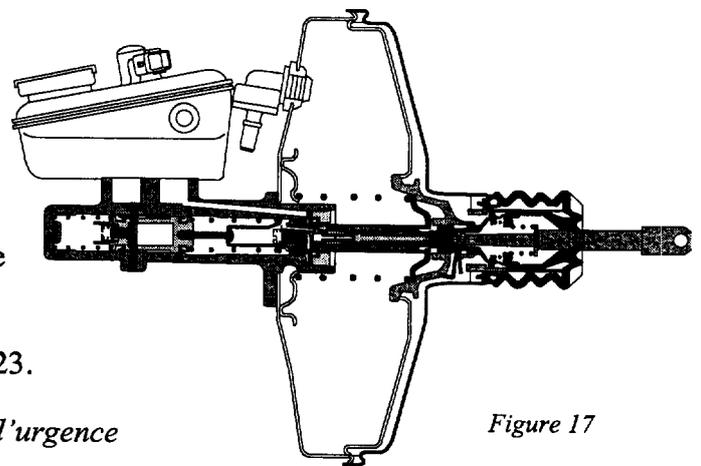


Assistance avec aide au freinage d'urgence :

Le système d'aide au freinage d'urgence intégré dans le servofrein va détecter l'enfoncement rapide de la pédale et va augmenter d'une manière significative le rapport d'amplification du servofrein :

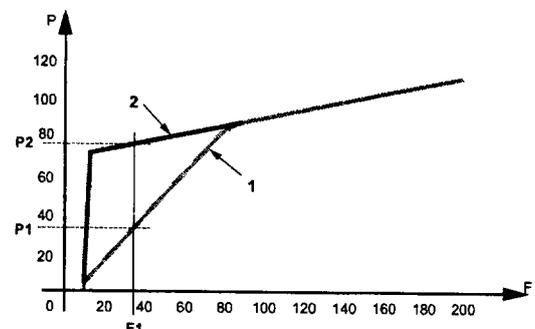
- Le rapport d'amplification ($F_{\text{freinage}}/F_{\text{conducteur}}$) en freinage normal est de d'environ 6.
- Le rapport d'amplification en freinage d'urgence est de 23.

Figure 17 : servofrein avec dispositif d'aide au freinage d'urgence



Principe de fonctionnement :

une vanne commandée par inertie est intégrée dans le servofrein. Dès que la vitesse d'actionnement de la pédale de frein dépasse une certaine valeur, la vanne ouvre soudainement la communication entre la chambre et la pression atmosphérique ce qui a pour effet de générer une amplification maximale de la force de freinage comme le montre la courbe 2 du diagramme ci-contre, la courbe 1 étant celle de l'assistance classique.



En conclusion, l'aide au freinage d'urgence permet :

- une décélération maximale malgré un effort insuffisant du conducteur
- une distance de freinage plus courte en cas de réaction de panique

9. Diagnostic et opérations après vente

En cas d'incohérence d'informations ou de dysfonctionnement, le calculateur allume au besoin une lampe témoin, avertissant le conducteur d'une défaillance du système.

La sécurité est cependant sauvegardée, le système se met en mode dégradé et autorise, en dernier recours, un freinage conventionnel.

D'autre part, le calculateur dispose d'un auto-diagnostic permettant de mettre en mémoire les défauts détectés.

Remarque : Les régulations d'ABS et de REF doivent être totalement opérationnelles jusqu'à une différence de développement de 12% entre les roues. Pour des différences de développement supérieures à 12 % le système passe en mode dégradé.

Lecture des défauts, des paramètres et test des actionneurs à l'aide de l'outil de diagnostic pour un véhicule équipé de l'ABS

Défauts :

- contact feu stop
- relais électrovanne
- glissement de roue
- calculateur
- télécodage calculateur
- niveau liquide de frein
- capteur de roue
- électrovanne d'admission ou d'échappement
- sous et surtension
- pompe de recirculation
- absence de communication avec le calculateur moteur
- absence de communication avec le BSI
- absence de communication avec l'ABS et les autres calculateurs
- absence de communication sur le réseau inter-systèmes (CAN)
- court circuit au plus sur un des deux fils du réseau inter-systèmes
- court circuit à la masse sur un des deux fils du réseau inter-systèmes

Paramètres :

- vitesse roue
- moteur de pompe
- pédale de frein
- relais électrovannes

Test actionneur

Pompe de recirculation, électrovanne échappement et admission

Remarques : lors du test actionneur des électrovannes, l'opérateur doit soulever la roue du véhicule et tourner la roue à la main. Lorsque les électrovannes fonctionnent correctement, il est possible de tourner la roue du véhicule par saccade pendant 5 secondes.

Modes dégradés (seules quelques défaillances utiles à l'étude sont données)

Le véhicule étudié est équipé de capteurs inductifs

Voyant  ABS : allumé  REF : éteint ESP : allumé

| Composant défaillant | Défaillance détectée | Mode dégradé de la fonction ABS | Mode dégradé de la fonction REF | Mode dégradé de la fonction ASR/ESP | Mode dégradé des fonctions - vitesse du véhicule |
|-------------------------------------|--|---------------------------------|---|--------------------------------------|---|
| Un capteur antiblocage de roue | Vitesse incohérente (trop basse, trop haute, variable) | Freinage classique | Normal (calcul de la vitesse de référence sur les 3 autres roues) | Pas d'ASR sur la roue et pas d'ESP | Calculée sur la diagonale des roues non affectées Vitesse du véhicule par fils : sortie au niveau haut, en mode standard le niveau haut ne doit pas durer plus de 1 seconde quelle que soit la vitesse Vitesse arrière : information invalide si un des capteurs est hors service |
| | Court circuit au plus, à la masse entre fils | Freinage classique | La logique fonctionne sur les données des trois autres roues | Pas d'ASR sur la roue et pas d'ESP | Calculée sur la diagonale des roues non affectées Vitesse du véhicule par fils : sortie au niveau haut, en mode standard le niveau haut ne doit pas durer plus de 1 seconde quelle que soit la vitesse Vitesse arrière : information invalide si un des capteurs est hors service |
| | Circuit ouvert | Freinage classique | La logique fonctionne sur les données des trois autres roues | Pas d'ASR sur la roue et pas d'ESP ? | Calculée sur la diagonale des roues non affectées Vitesse du véhicule par fils : sortie au niveau haut, en mode standard le niveau haut ne doit pas durer plus de 1 seconde quelle que soit la vitesse Vitesse arrière : information invalide si un des capteurs est hors service |
| Moteur de la pompe de recirculation | Pompe bloquée | Freinage classique | Fonctionnel | Pas d'ESP | Fonctionnel |
| | Circuit ouvert, court circuit | Freinage classique | Fonctionnel | Pas d'ESP | Fonctionnel |
| | Relais ouvert en permanence | Freinage classique | Fonctionnel | Pas d'ESP | Fonctionnel |
| | Relais fermé en permanence | Fonctionnel | Fonctionnel | Pas d'ESP | Fonctionnel |

Voyant



ABS : allumé

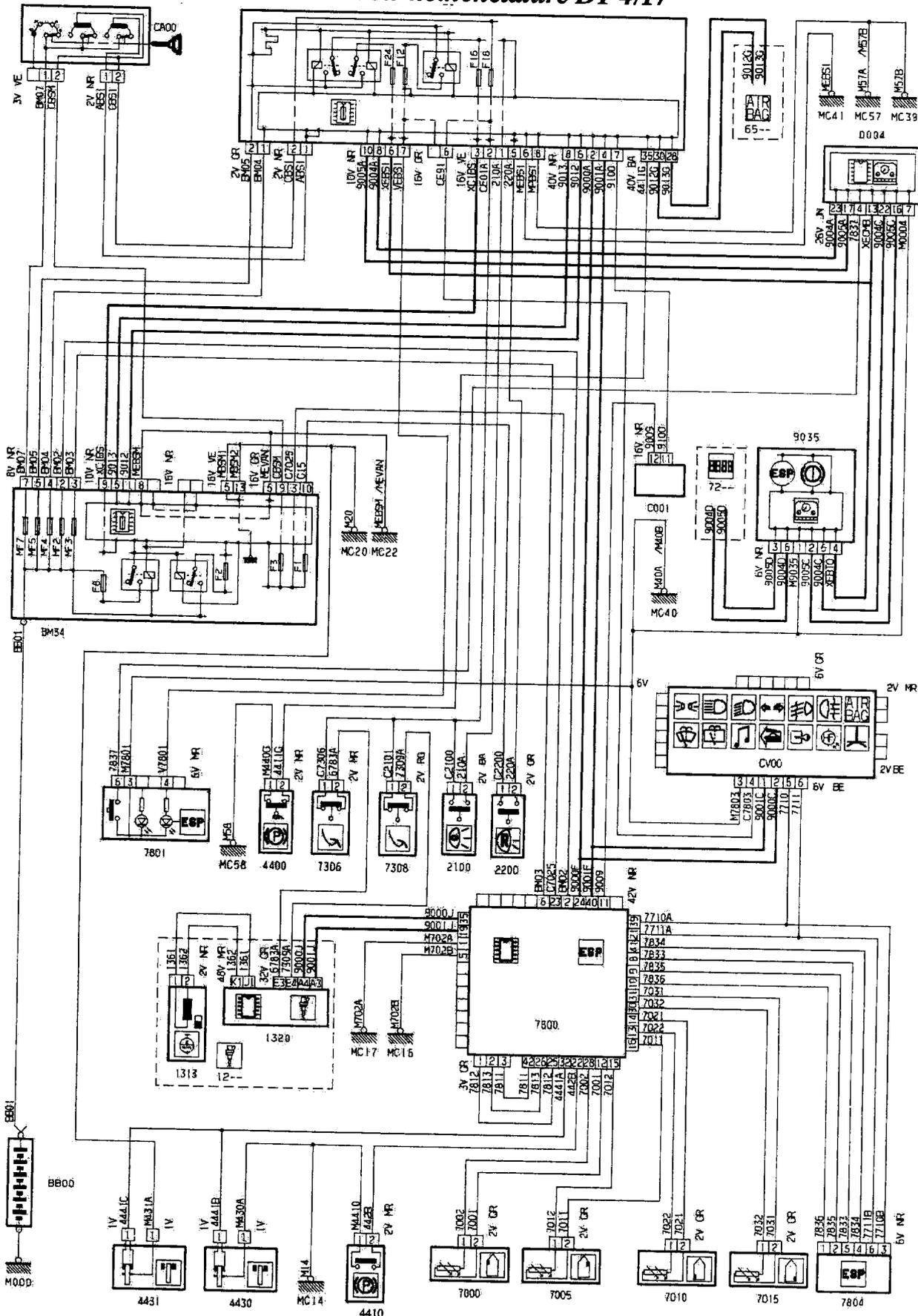


REF : allumé ESP : allumé

| Composant défaillant | Défaillance détectée | Mode dégradé de la fonction ABS | Mode dégradé de la fonction REF | Mode dégradé de la fonction ASR/ESP | Mode dégradé des fonctions - vitesse du véhicule |
|---|--|---------------------------------|--|-------------------------------------|---|
| Deux capteurs antiblocage de roue et plus | Vitesse incohérente (trop basse, trop haute, variable) | Freinage classique | Le système doit garantir la priorité donnée à l'essieu avant et à la stabilité du véhicule | Pas d'ASR pour la roue Pas d'ESP | Calculée sur les roues restantes Si quatre capteurs sont défaillants, le calculateur ne doit pas envoyer la vitesse ou un code invalide sur la ligne multiplexée, mais un état haut pour autoriser le système à envoyer une info de recharge |
| Electrovanne admission avant | Courant incohérent | Freinage classique | Fonctionnel | Pas d'ESP | Fonctionnel |
| | Défaut interne | Freinage classique | Fonctionnel | Pas d'ESP | Fonctionnel |
| | Court circuit à la masse, au +12, circuit ouvert | Freinage classique | Fonctionnel | Pas d'ESP | Fonctionnel |
| | Ouverte en permanence | Freinage classique | Fonctionnel | Pas d'ESP | Fonctionnel |
| | Fermée en permanence | Freinage classique | Non fonctionnel | Pas d'ESP | Fonctionnel |
| Electrovanne échappement avant | Courant incohérent | Freinage classique | Mode dégradé | Pas d'ESP | Fonctionnel |
| | Défaut interne | Freinage classique | Mode dégradé | Pas d'ESP | Fonctionnel |
| | Court circuit à la masse, au +12, circuit ouvert | Freinage classique | Mode dégradé | Pas d'ESP | Fonctionnel |
| | Ouverte en permanence | Freinage classique | Fonctionnel | Pas d'ESP | Fonctionnel |
| | Fermée en permanence | Freinage classique | Non fonctionnel | Pas d'ESP | Fonctionnel |
| Sous-tension électrique | Tension d'alimentation inférieure à 10V pour ABS Tension d'alimentation inférieure à 8,5V pour le REF | Freinage classique | Non fonctionnel pour REF inférieur à 8,5V | Pas d'ESP | Fonctionnel pour une tension d'alimentation égale à 8,5V Non fonctionnel pour une tension d'alimentation inférieure à 8,5V pas d'envoi sur le réseau multiplexé de la vitesse ni de la distance et état haut sur la sortie filaire |

Schéma électrique : calculateur ESP et son environnement

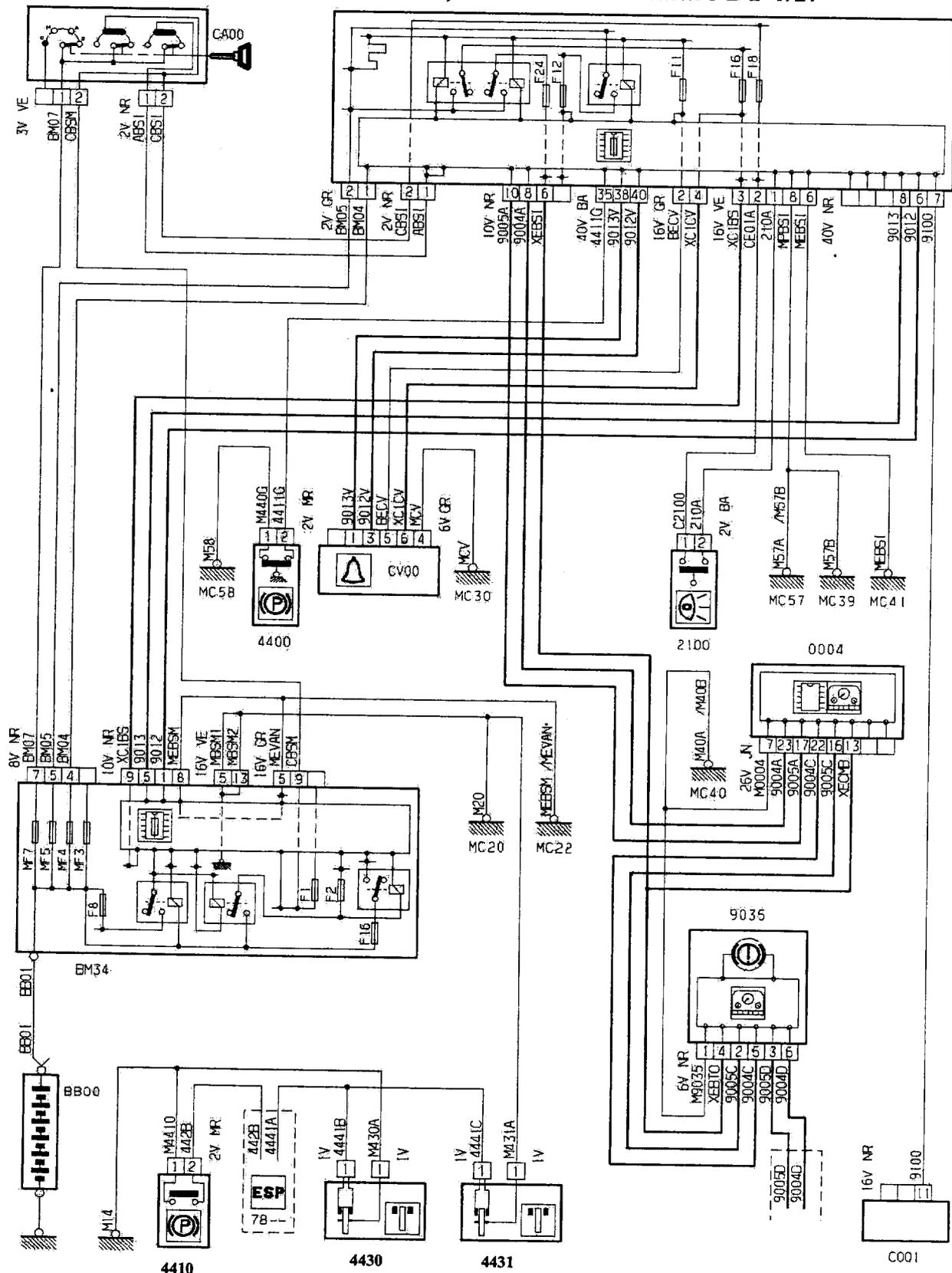
Voir nomenclature DT 4/17



Liaison multiplexée

Liaison filaire

Schéma électrique : voyant frein stationnement, niveau liquide de frein, voyant témoin usure de freins, ... Voir nomenclature DT 4/17



Liaison multiplexée

Liaison filaire

| | | |
|---|-------------------|------------|
| Examen : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR | Code : BTSMACSVEP | |
| Spécialité : MAINTENANCE ET APRÈS-VENTE AUTOMOBILE | Session : 2008 | |
| Epreuve : COMPRÉHENSION DES SYSTÈMES E5 | Durée : 6 h | Coeff. : 6 |

Option véhicules particuliers

DOSSIER QUESTIONS

Différentes parties de l'étude :

1^{ère} partie : Étude générale

2^{ème} partie : Étude de l'A.B.S

3^{ème} partie : Étude de l'aide au freinage d'urgence (A.F.U) et de la répartition électronique de freinage (R.E.F)

4^{ème} partie : Maintenance et diagnostic

Répondre à toutes les questions sur le dossier réponses

1^{ère} partie : Étude générale

1. Sécurité active – passive Répondre sur DR 1/11

Les systèmes de sécurité sont classés en deux grandes familles :

- les systèmes actifs qui permettent au maximum d'éviter les accidents ;
- les systèmes passifs qui permettent de préserver les passagers en cas d'accident.

Parmi les systèmes donnés sur le document DR 1/11, indiquer à l'aide d'une croix de quelle famille il s'agit.

2. Entrées - sorties du calculateur ESP (7800) Répondre sur DR 1/11

À l'aide des documents DT 3/17, 4/17, 5/17, 16/17 et 17/17

2.1 Compléter le document DR 1/11 en indiquant :

- les entrées et les bornes correspondantes du calculateur
- les sorties et les bornes correspondantes du calculateur
- les repères des composants

2.2 Pourquoi le groupe hydraulique représenté sur le document DT 5/17 figure 5a (composé d'électrovannes et de la pompe de refoulement) n'apparaît pas sur le schéma électrique DT 16/17 ?

2.3 Ce véhicule est-il équipé d'une boîte automatique ? Justifier

3. B.S.I et multiplexage (voir DT 3/17) Répondre sur DR 2/11 et 3/11.

3.1 Certaines informations nécessaires au calculateur ESP ou à l'affichage transitent par le BUS multiplexé.

D'après le synoptique (DT 3/17), citer ces informations et indiquer le repère du composant correspondant.

3.2 Les signaux transmis peuvent être de différentes natures en fonction de la liaison entre les différents éléments du système étudié (E.S.P.).

À l'aide du synoptique (DT 3/17), compléter le tableau document DR 2/11 en indiquant la nature du signal :

- | | |
|--------------|----------------------|
| - réseau CAN | - réseau VAN CONFORT |
| - filaire | - ligne diagnostic |

3.3 L'affichage vitesse véhicule se fait à partir des informations délivrées par les capteurs de roues. Sur document DR 3/11 :

- Mettre en place les flèches pour visualiser la liaison entre chaque composant en respectant la légende
- Compléter le tableau en indiquant le repère ainsi que le nom du composant

2^{ème} partie : Etude de l'A.B.S

4. Rappeler la relation entre le coefficient d'adhérence μ et l'angle d'adhérence φ . Voir DT 1/17,
Répondre sur DR 3/11

Pour les questions suivantes, consulter les documents DT 5/17, 6/17, 7/17, 8/17 et 9/17

5. Compléter sur le document **DR 4/11** le tableau relatif au schéma fonctionnel du système ABS représenté sur le document DR 3/11 en indiquant la désignation des différents éléments.

6. On distingue, dans les systèmes antiblocage à commande électronique :

- Le système additionnel : éléments de freinage classique plus un groupe hydraulique de régulation
- Le système intégré : l'assistance de freinage et le maître-cylindre sont remplacés par une pompe haute pression et un distributeur hydraulique

De système s'agit-il ? Justifier. **Répondre sur DR 4/11**

7. À partir du cycle de régulation figure 6 DT 6/17 et du document DT 8/17, indiquer dans le tableau du document **DR 4/11** l'état d'alimentation des électrovannes, de la pompe de refoulement ainsi que l'évolution de la pression et de l'accélération de la roue pour chaque phase de régulation.

8. Etude du groupe hydraulique

8.1 Sur le document **DR 5/11**, compléter le schéma du circuit hydraulique pour la phase de maintien de pression et pour la phase de chute de pression.

Colorier le fluide en respectant la légende donnée.

Indiquer par des flèches le mouvement du piston de pompe et de l'accumulateur s'il y a lieu.

8.2 Compléter sur le document **DR 6/11** le schéma hydraulique du système ABS :

- placer les accumulateurs 3 et 4 ainsi que les clapets 9
- terminer le schéma par la mise en place des canalisations

8.3 La pompe figure 8 DT 7/17 est à commande par excentrique. **Répondre sur DR 7/11**

Donner l'allure du débit pour un tour et en déduire la fonction de l'amortisseur 4.

8.4 Quelle est la fonction du clapet anti-retour 9 ? (DT 8/17) **Répondre sur DR 7/11**

9. Les capteurs de roues

9.1 Donner les avantages et inconvénients du capteur inductif et du capteur à effet Hall. **Répondre sur DR 7/11**

9.2 En ligne droite, le calculateur reçoit les informations suivantes des capteurs de roues :

$N_{\text{roue av droite}} = 850 \text{ tr/min}$; $N_{\text{roue av gauche}} = 825 \text{ tr/min}$; $N_{\text{roue ar gauche}} = 845 \text{ tr/min}$; $N_{\text{roue ar droite}} = 845 \text{ tr/min}$

Le diamètre de roue mémorisé est de 650 mm et le calcul de la vitesse du véhicule se fait par la moyenne des vitesses des roues motrices avant. **Répondre sur DR 8/11**

- Déterminer la valeur de la vitesse affichée au combiné de bord.
- Calculer le % de différence de développement et déterminer si le système ABS reste opérationnel en cas freinage ? Justifier (voir DT 13/17)
- À quoi peuvent être dues ces différences ?

9.3 Sur les véhicules qui ne sont pas équipés de l'ESP, il n'y a pas de capteur de volant de direction ni de capteur de lacet. Comment le calculateur peut-il alors être informé que le véhicule est en virage ?

Répondre sur DR 8/11

3^{ème} partie : Étude de l'aide au freinage d'urgence (A.F.U.) et de la répartition électronique de freinage (R.E.F.)

La répartition électronique de freinage (R.E.F.) : voir DT 10/17 et 11/17

10. Pourquoi limite-t-on la pression de freinage arrière ? **Répondre sur DR 8/11**

11. Sur la figure 14 DT 11/17 qui représente une régulation R.E.F. pour une adhérence maximale ($\mu = 1$), on constate qu'on se situe au dessus de la courbe idéale de répartition de freinage. **Répondre sur DR 8/11**

- Dans cette phase, quel (s) composant (s) le calculateur alimente-t-il pendant la régulation ? voir DT 8/17

12. Les courbes du document DR 9/11 représentent une régulation sur route très adhérente. **Répondre sur DR 9/11**

- colorier la surface qui donne l'image de l'amélioration du système avec R.E.F. (courbe 3) par rapport au système avec compensateur mécanique (courbe 1)

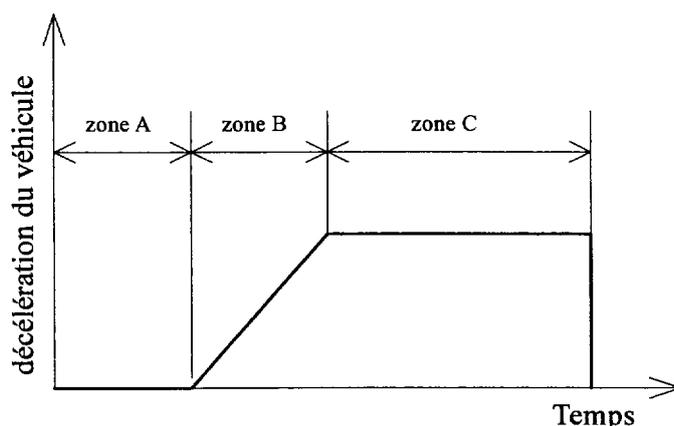
- que s'est-il passé dans la partie (d) de la courbe 3 ?

- quels composants le calculateur a-t-il commandés pour cette partie (d) ?

L'aide au freinage d'urgence (A.F.U.) : voir DT 11/17 et 12/17

13. Pourquoi le système d'aide au freinage d'urgence n'équipe-t-il pas les véhicules sans A.B.S. ? **Répondre sur DR 9/11**

14. Le temps de freinage peut être décomposé en trois parties comme le représente d'une manière simplifiée la courbe d'évolution de la décélération du véhicule en fonction du temps.



zone A : temps de réaction du conducteur

zone B : temps de montée en pression du circuit de freinage (temps de réponse)

zone C : temps de freinage à décélération maxi

Dans quelle zone le système d'aide au freinage d'urgence agit-il ? Colorier ou tracer cette zone sur le document DR 9/11. Justifier votre réponse.

4^{ème} partie : Maintenance et diagnostic

Un client présente son véhicule (*Citroën C8 H.D.I.*) pour deux problèmes distincts :

1. « Les voyants A.B.S. et E.S.P. restent allumés en permanence » (phénomène récent).
2. « la pédale de frein est de plus en plus dure » (début du symptôme depuis 1000 kms environ).

Le technicien valide les dires du client lors du passage du véhicule sur le banc de freinage et récupère des données supplémentaires :

- Les forces de freinage aux roues sont conformes, mais l'effort à appliquer sur la commande de frein est très important ;
- Les pourcentages de dissymétrie au freinage sont conformes ;
- Le niveau de liquide de frein est conforme.

Le technicien effectue un test complémentaire avec la valise de diagnostic.

Un défaut au niveau du capteur A.B.S. arrière gauche est localisé (il s'agit d'un capteur de type inductif). Avant la dépose physique de ce capteur, le technicien décide de compléter son diagnostic à l'aide d'un multimètre en mesurant la résistance de l'enroulement interne.

Résultat obtenu : 1660 Ω (donnée constructeur voir DT 9/17)

15. Défaut capteur : Répondre sur DR 10/11

- 15.1. Que peut-on mettre en cause également sur ce capteur ?
- 15.2. Quels paramètres mesurer ?
- 15.3. Quels outils ou appareils doit-on utiliser ?

16. Vérifications environnement du capteur : Répondre sur DR 10/11

- 16.1. Repérer et noter dans le tableau du document DR 10/11 les caractéristiques de la liaison du capteur au calculateur (voir DT 16/17 et 17/17).
- 16.2. Une série de tests sur la liaison du capteur au calculateur donne les résultats suivants : (batterie débranchée) (Voir DT 16/17 et 17/17)

| | Résistance fil | Isolement fil/+bat | Isolement fil/- bat | Isolement fil..1 / fil..2 |
|----------|----------------|--------------------|---------------------|---------------------------|
| Fil ---1 | 0 Ω | ∞ | ∞ | ∞ |
| Fil ---2 | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ |

Conclure (explication de la panne, et réparation à effectuer).

17. Défaut pédale dure : Répondre sur DR 11/11

Après avoir traité la première panne, le technicien contrôle, à l'aide d'un vacuomètre (manomètre), la valeur de la dépression dans le circuit d'assistance au freinage et obtient le résultat suivant :

dépression stabilisée à 300 mbars.

Le constructeur donne une valeur de **800 mbars** au bout de 20 secondes au maximum (moteur tournant au ralenti).

- 17.1. Justifier le phénomène de la pédale « dure » en vous aidant d'un schéma simplifié et des actions dues à la pression.
- 17.2. Citer quelques éléments pouvant être en dysfonctionnement.
- 17.3. Proposer une méthode de diagnostic avec une hiérarchisation des tâches permettant de trouver l'élément défaillant.

| | | | |
|---|--------------------------|--------------------|------------------|
| Examen : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR | Code : BTSMACSVEP | | |
| Spécialité : MAINTENANCE ET APRÈS-VENTE AUTOMOBILE | Session : 2008 | | |
| Epreuve : COMPRÉHENSION DES SYSTÈMES | E5 | Durée : 6 h | Coef. : 6 |

Option véhicules particuliers

DOSSIER RÉPONSES

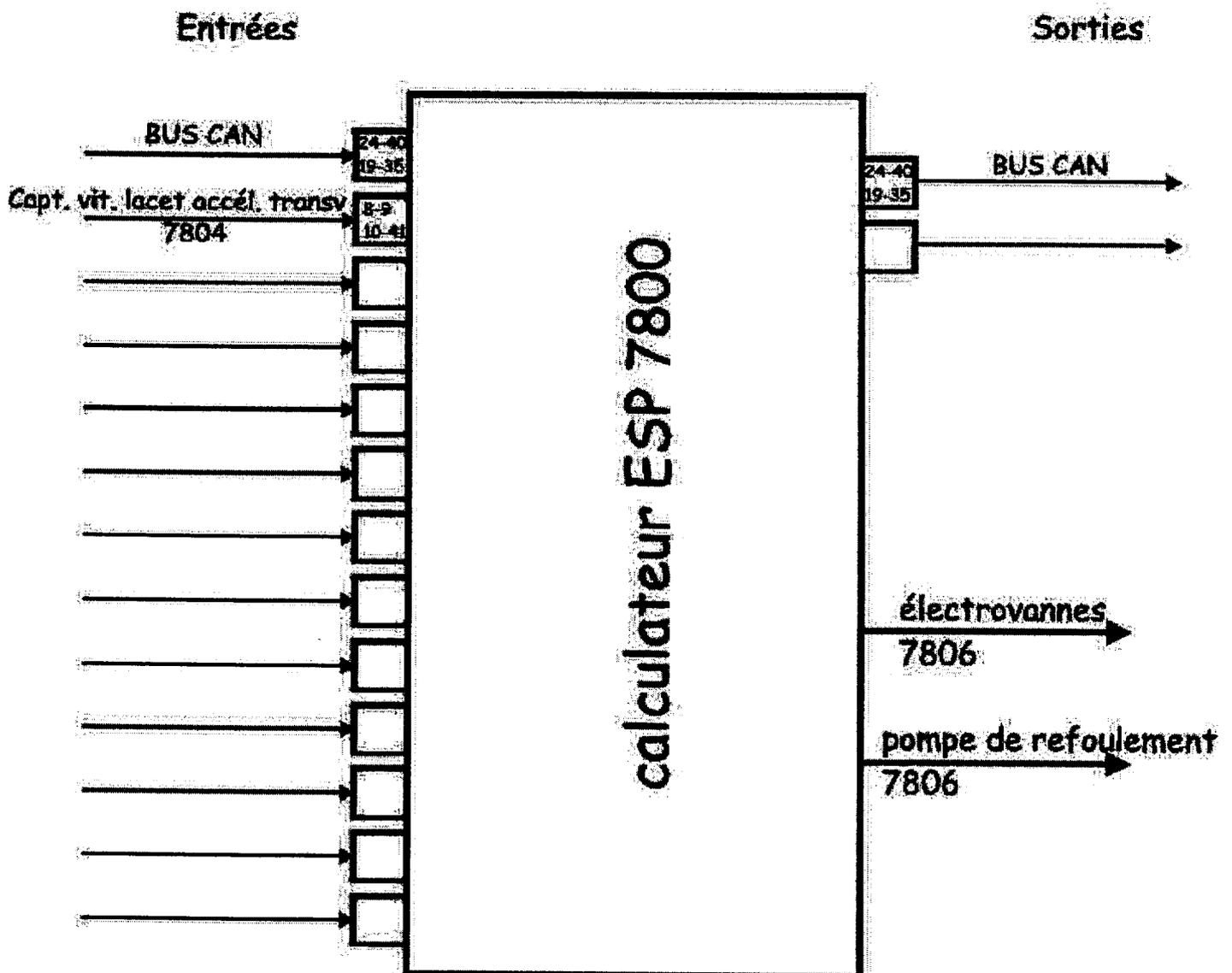
Toutes les réponses sont à faire sur ce dossier

1. Sécurité active - passive

| Système | Passif | Actif |
|---|--------|-------|
| Airbags | | |
| ABS | | |
| Ceinture de sécurité | | |
| ESP | | |
| Entretien des routes | | |
| Structure de carrosserie à déformation programmée | | |

2. Entrées Sorties du calculateur ESP

2.1



Le nombre de flèches représenté ne correspond pas obligatoirement au nombre d'informations à collecter.

2.2

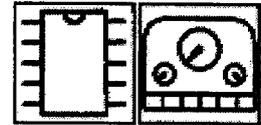
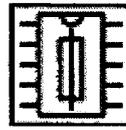
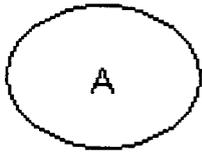
2.3

3.1

3.2 Nature des signaux

| SIGNAL | NATURE DU SIGNAL |
|---|------------------|
| Lecture des défauts Test actionneurs Lecture paramètres | |
| Signal des capteurs antiblocage de roue vers calculateur ESP | |
| Usure des plaquettes de frein | |
| Témoin défaut REF Témoin défaut ABS Témoin défaut contrôle de stabilité ESP | |
| Commutateur coupure ESP | |
| BSI | |
| Accélération transversale du véhicule Vitesse de lacet du véhicule | |

3.3 Affichage vitesse véhicule



B

C

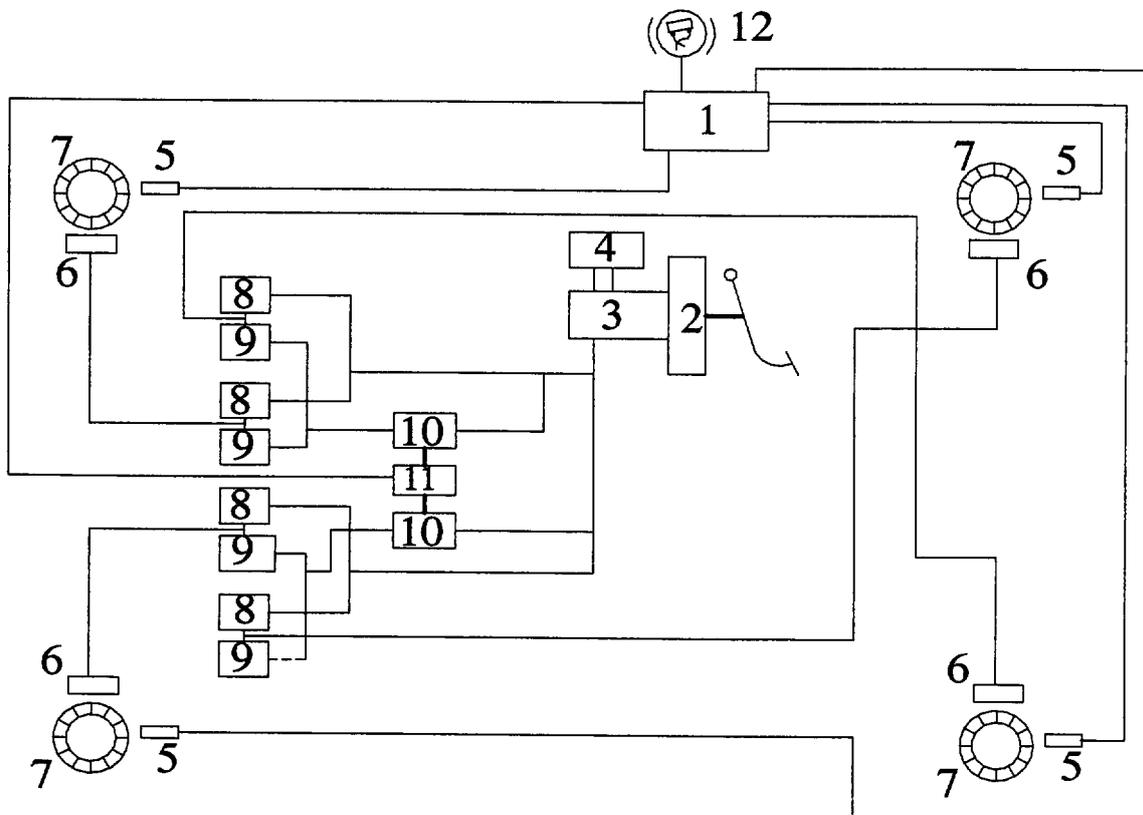
D

- Liaison filaire
- Liaison CAN
- Liaison VAN CONFORT

| ORGANES | |
|---------|---------------------------------------|
| A | Capteurs de roues 7000 7005 7010 7015 |
| B | |
| C | |
| D | |

4

5 Schéma fonctionnel du système ABS



Légende

- liaison hydraulique admission
- liaison hydraulique refoulement
- liaison électrique
- liaison mécanique

5 Tableau relatif au schéma fonctionnel du système ABS

| Repère | Désignation | Repère | Désignation |
|--------|-------------|--------|-------------|
| 1 | | 7 | |
| 2 | | 8 | |
| 3 | | 9 | |
| 4 | | 10 | |
| 5 | | 11 | |
| 6 | | 12 | |

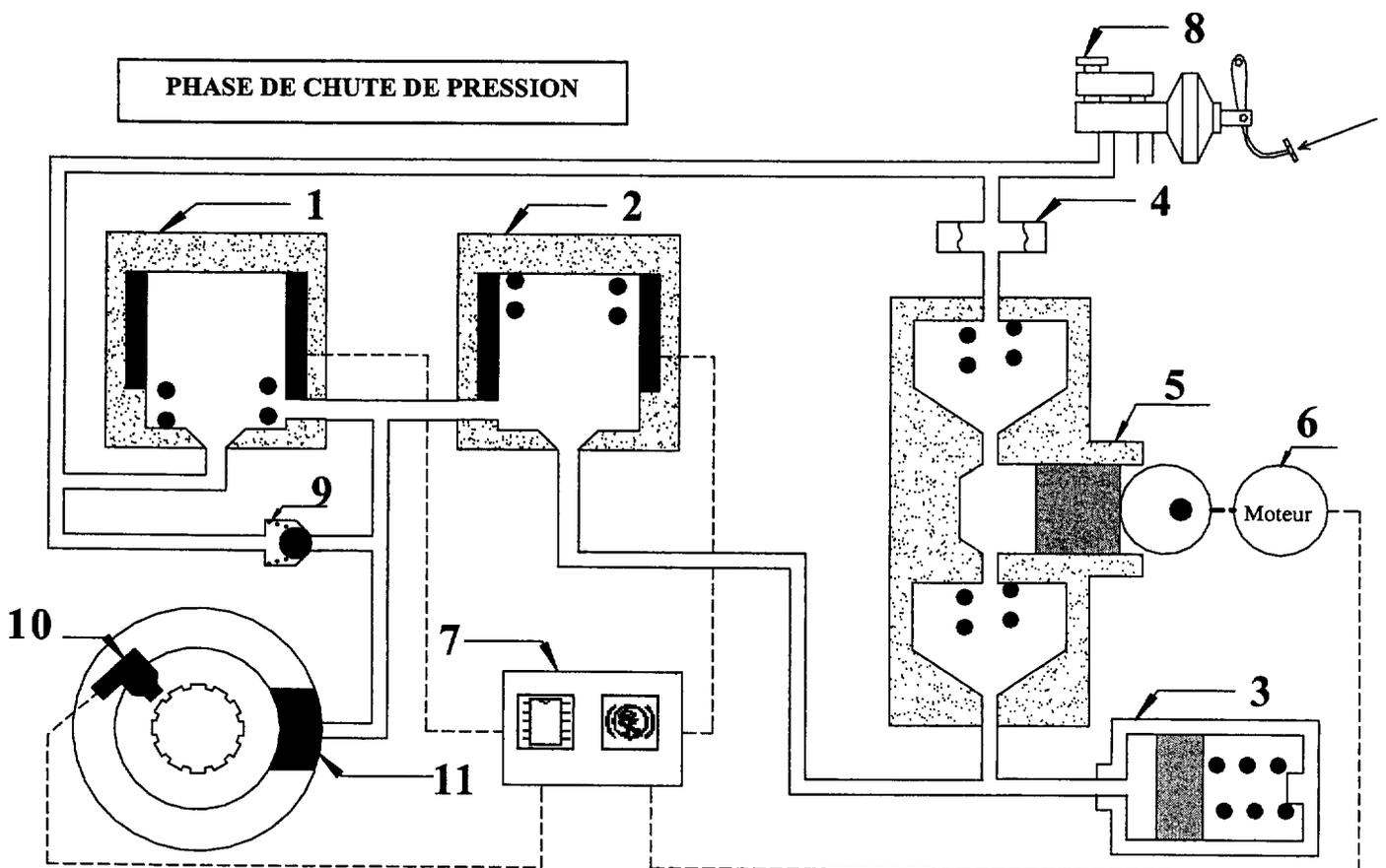
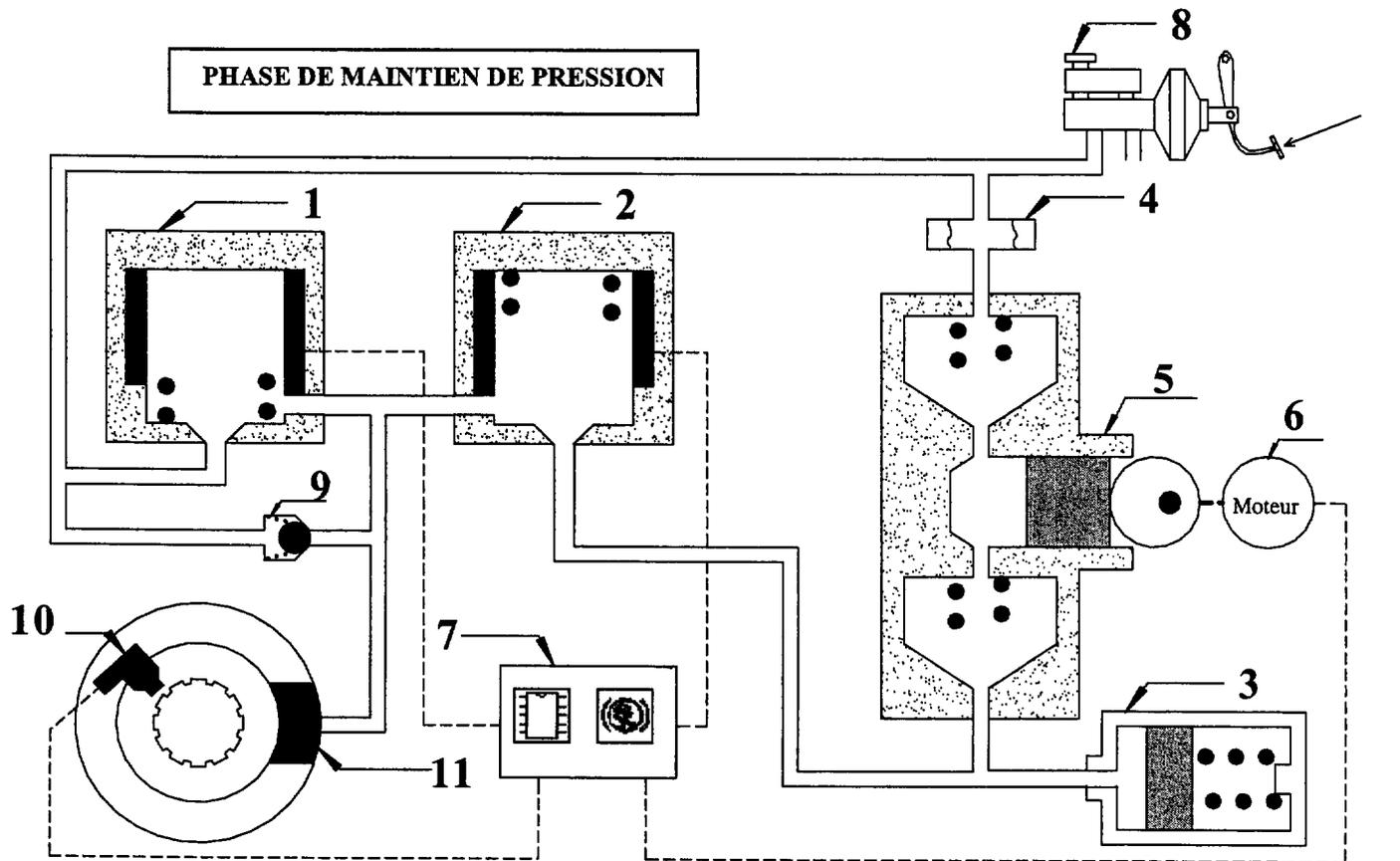
6.

7. Etats des électrovannes et de la pompe pour chaque phase de régulation

| | Electrovanne d'admission | Electrovanne de refoulement | Moteur de pompe de refoulement | Pression étrier | Accélération de la roue |
|---------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-----------------|-------------------------|
| Phase 1 | 0 | 0 | 0 | ↗ | ↘ |
| Phase 2 | | | | | |
| Phase 3 | | | | | |
| Phase 4 | | | | | |
| Phase 5 | | | | | |
| Phase 6 | | | | | |

0 : non alimenté ; 1 : alimentée ; ↘ : en baisse ; ↗ : en hausse ; → : constant

8.1 Schéma du circuit hydraulique

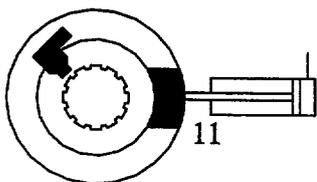
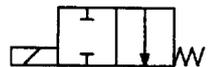
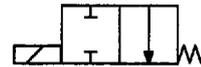
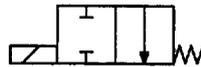
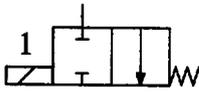
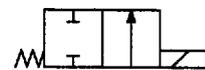
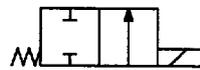
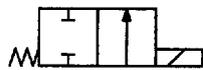
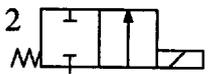
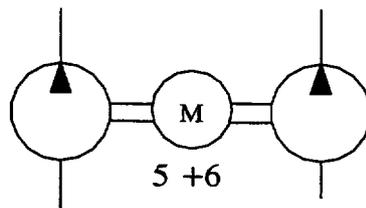
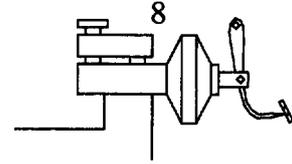


Rouge : pression maître cylindre
 Compréhension des systèmes

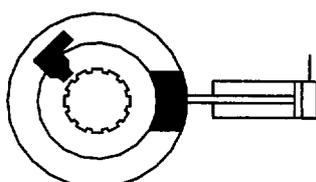
Bleu : pression étrier de frein
 Dossier réponses

Vert : pression intermédiaire

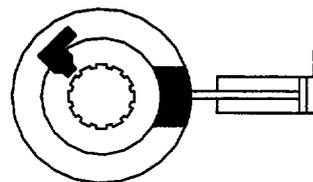
8.2 Schéma hydraulique du système ABS (pour la simplification dans la réalisation du schéma, bien tenir compte de la disposition des roues proposée ci-dessous)



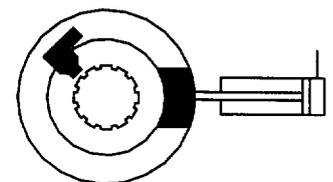
Arrière gauche



Avant droit



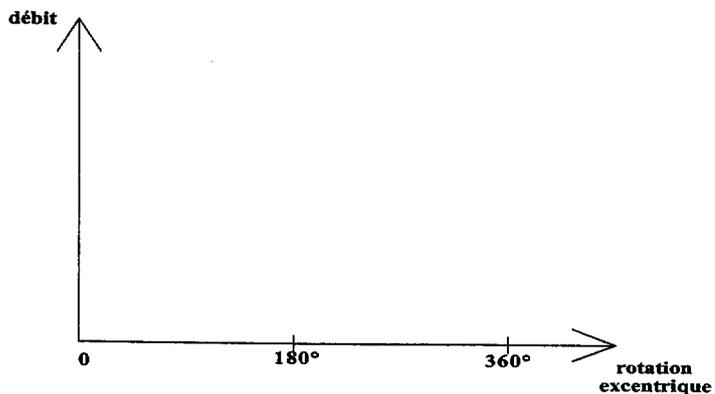
Avant gauche



Arrière droit

| Distributeur 2/2 à commande électromagnétique | Accumulateur Amortisseur | Clapet anti-retour | Vérin simple effet |
|---|--------------------------|--------------------|--------------------|
| | | | |

8.3 Allure du débit et fonction de l'amortisseur 4



Fonction de l'amortisseur:

8.4

9.1

| | Capteurs inductifs | Capteurs effet Hall |
|----------------------|---------------------------|----------------------------|
| Avantages | | |
| Inconvénients | | |

9.2

- valeur de la vitesse affichée au combiné d'instruments

- pourcentage de différence de développement ; justification

- différences

9.3

10

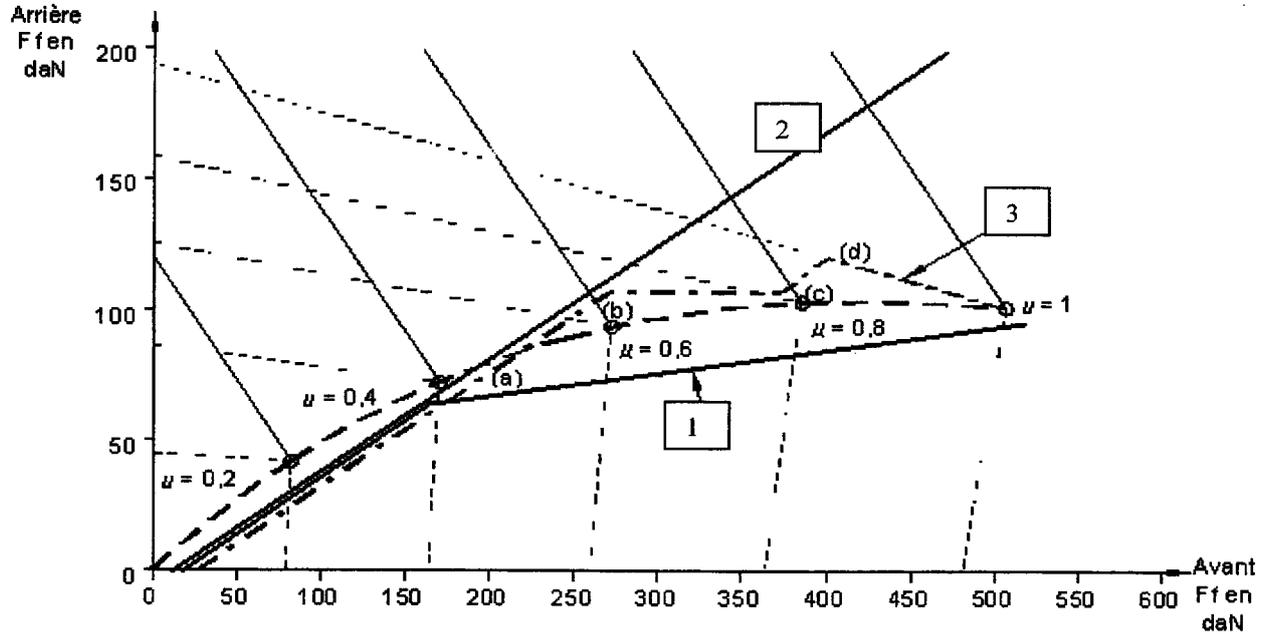
11

12 Répartition électronique de freinage (R.E.F.)

Courbe 1 : système avec compensateur mécanique

Courbe 2 : système sans limitation de pression

Courbe 3 : système avec R.E.F.

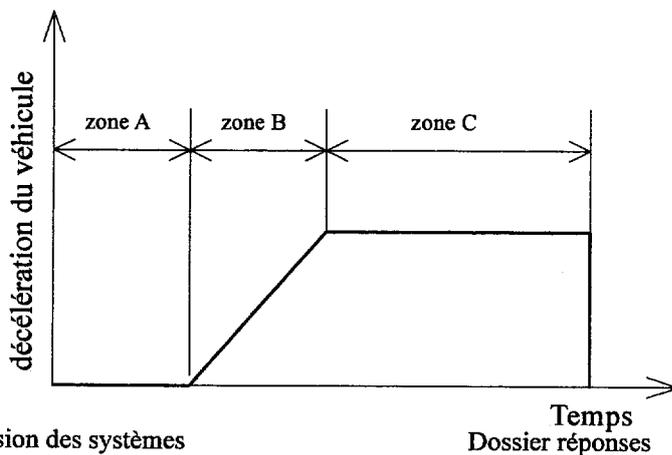


Que s'est il passé dans la partie (d) de la courbe 3 ?

Quels composants le calculateur a t'il commandés ?

13

14



15.1

15.2

15.3

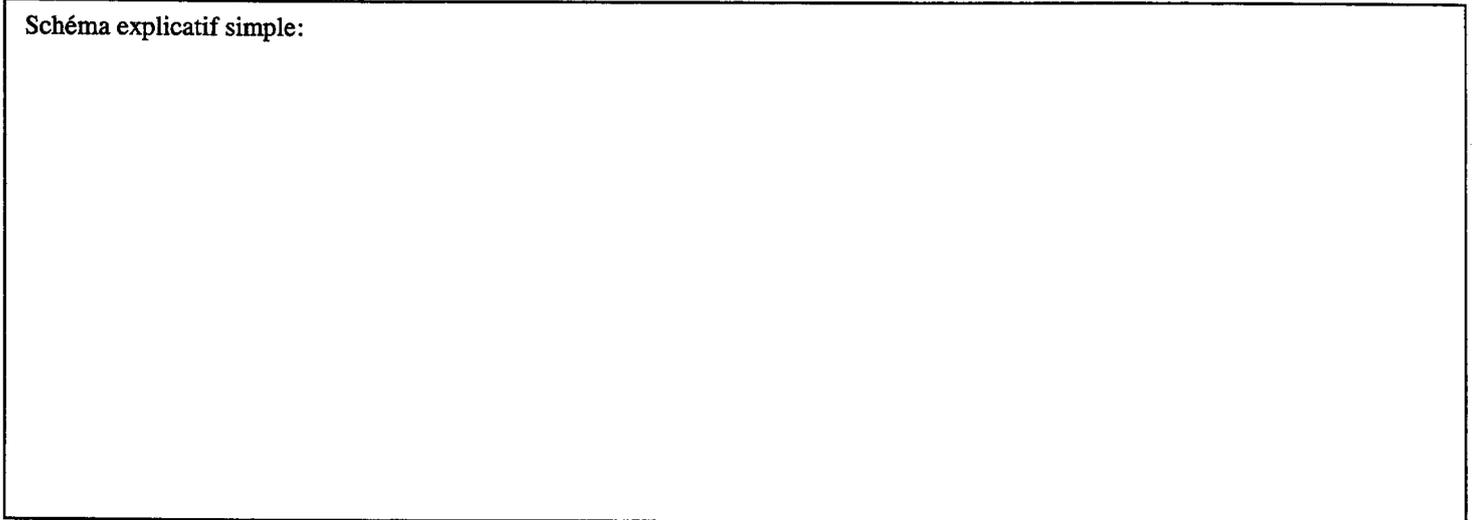
16.1 *Caractéristiques de la liaison du capteur au calculateur*

| Repère capteur ABS AR G | Repère connecteur sur capteur | Repère N° des fils | Repère bornes calculateur | Repère connecteur sur calculateur |
|----------------------------|----------------------------------|-----------------------|------------------------------|---|
| | | | | |

16.2

17.1

Schéma explicatif simple:



17.2

17.3
