

SESSION DE 2011

---

**C A / P L P**

CONCOURS EXTERNE ET CAFEP

**Section : GENIE MECANIQUE**

Option

Maintenance des véhicules, machines agricoles et engins de chantier

**DOSSIER TECHNIQUE**

## DOSSIER TECHNIQUE

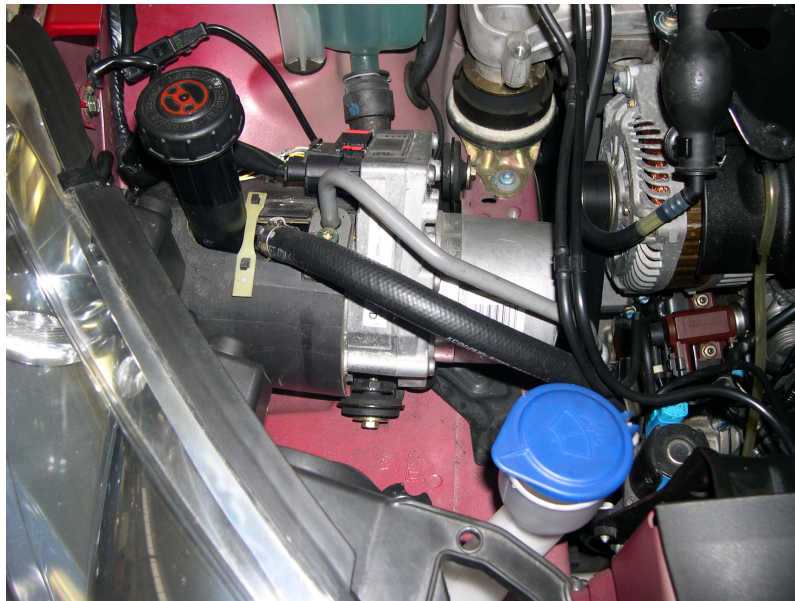
Temps conseillé pour la lecture du Dossier Technique : 45 mn

### SOMMAIRE

	page
1. PRESENTATION GENERALE DU SYSTEME DE DIRECTION	4
2. DESCRIPTION DU TRAIN AVANT	5
3. PRESENTATION DU GROUPE ELECTRO-POMPE PILOTÉ : LE GEP	7
• Constitution	7
• Caractéristiques de la pompe	8
• Technologie du moteur sans balai et de son unité de commande	9
• Fonctions annexes gérées par le calculateur du GEP	9
4. DESCRIPTION DE LA VALVE DISTRIBUTRICE ET DU VÉRIN	11
• Présentation de la valve	11
• Principe de fonctionnement de la valve	12
5. GESTION DES INFORMATIONS ENTRE CALCULATEURS	14
• Architecture des réseaux multiplexés	14
• Présentation des capteurs externes au GEP	14
• Fonctions annexes du calculateur de GEP	16
6. ANNEXES	17

## Introduction

Le sujet porte sur l'étude du système de direction monté sur Peugeot 407. Ce véhicule comporte un train avant novateur dont la direction est assistée par un groupe électro-hydraulique.



- Photographie du groupe électro-hydraulique étudié -

Ce montage permet de réduire la consommation du véhicule tout en augmentant l'agrément de conduite.

Le tableau suivant indique l'évolution faite en ce sens depuis quelques années. Il met en évidence les gains enregistrés en terme de consommation.

TYPE D'ASSISTANCE	CONSOMMATION D'ENERGIE
Système hydraulique avec pompe à palettes entraînée via une courroie par le moteur thermique	Base 100
Système électro-hydraulique sans contrôle de la vitesse du moteur électrique d'entraînement	50
Système électro-hydraulique avec contrôle de la vitesse du moteur électrique en fonction de celle du véhicule	25 à 35
Système électro-hydraulique avec contrôle de la vitesse du moteur électrique en fonction des vitesses du véhicule et du volant	10 à 25

Il est proposé dans un premier temps, d'analyser les particularités du train avant ainsi que les choix technologiques mis en oeuvre pour le GEP. Dans un second temps, le sujet aborde des problématiques liées à des cas de dysfonctionnement.

## 1. PRESENTATION GENERALE DU SYSTEME DE DIRECTION

Le système de direction de la 407 assure au conducteur un rapport de démultiplication inférieur à 18, ce qui nécessite le recours à une assistance. Ce montage confère au véhicule un diamètre minimal de braquage entre trottoirs de 11,2 m.

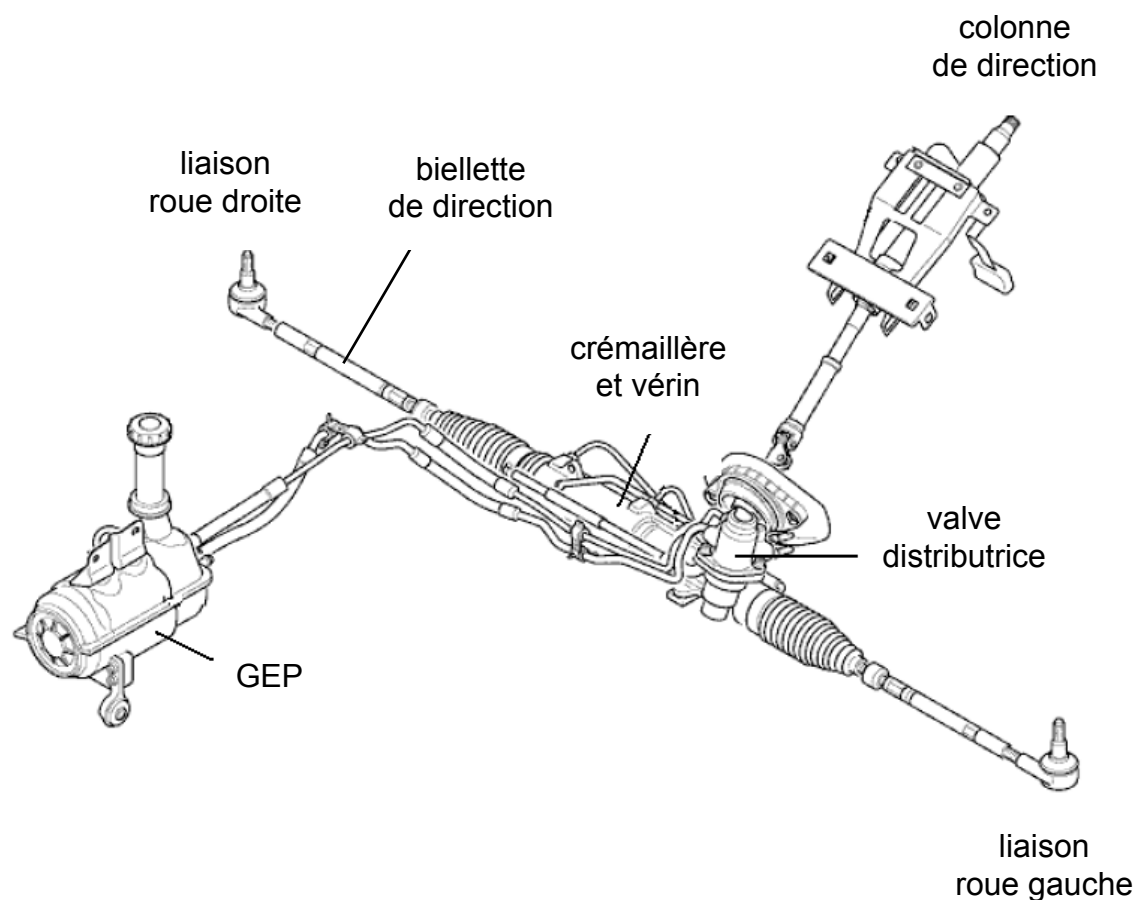
Toute l'énergie nécessaire au braquage n'est pas totalement fournie par le conducteur. L'assistance est obtenue grâce à un groupe électro-hydraulique nommé Groupe Electro-Pompe (GEP). Celui-ci alimente via une valve distributrice modulant la pression d'alimentation, un mécanisme de direction à vérin intégré.

La pompe d'assistance n'étant pas entraînée directement par le groupe moto-propulseur, ce choix permet au constructeur d'afficher un gain de consommation d'environ 0,1 à 0,2 litre aux 100 Km.

La variation d'assistance est obtenue par la variation de la fréquence de rotation du moteur électrique entraînant la pompe hydraulique.

Le niveau d'asservissement du système dépend de la vitesse d'avancement du véhicule et de la vitesse de rotation du volant.

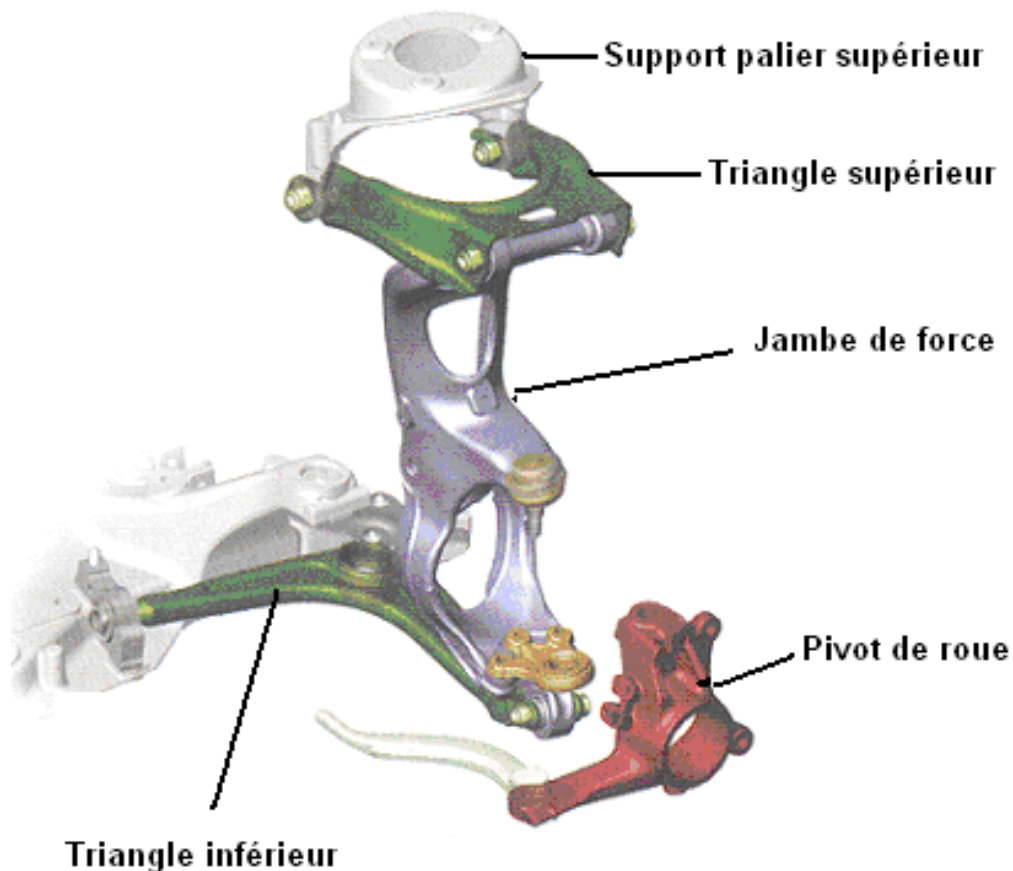
Le conducteur est informé d'un dysfonctionnement éventuel du GEP par l'affichage d'un message sur l'écran multifonctions et le combiné.



- Figure 1. Vue d'ensemble du système -

## 2. DESCRIPTION DU TRAIN AVANT

Le véhicule étudié est équipé d'un train avant à double triangulation illustré sur la figure 2. Cette architecture lui confère un comportement routier précis et sécurisant.



- Figure 2. Vue du train avant -

Ce choix technologique permet de découpler la fonction "braquage des roues", de la fonction "suspension".

Le braquage est obtenu par rotation des pivots de roues actionnés par les biellettes de direction.

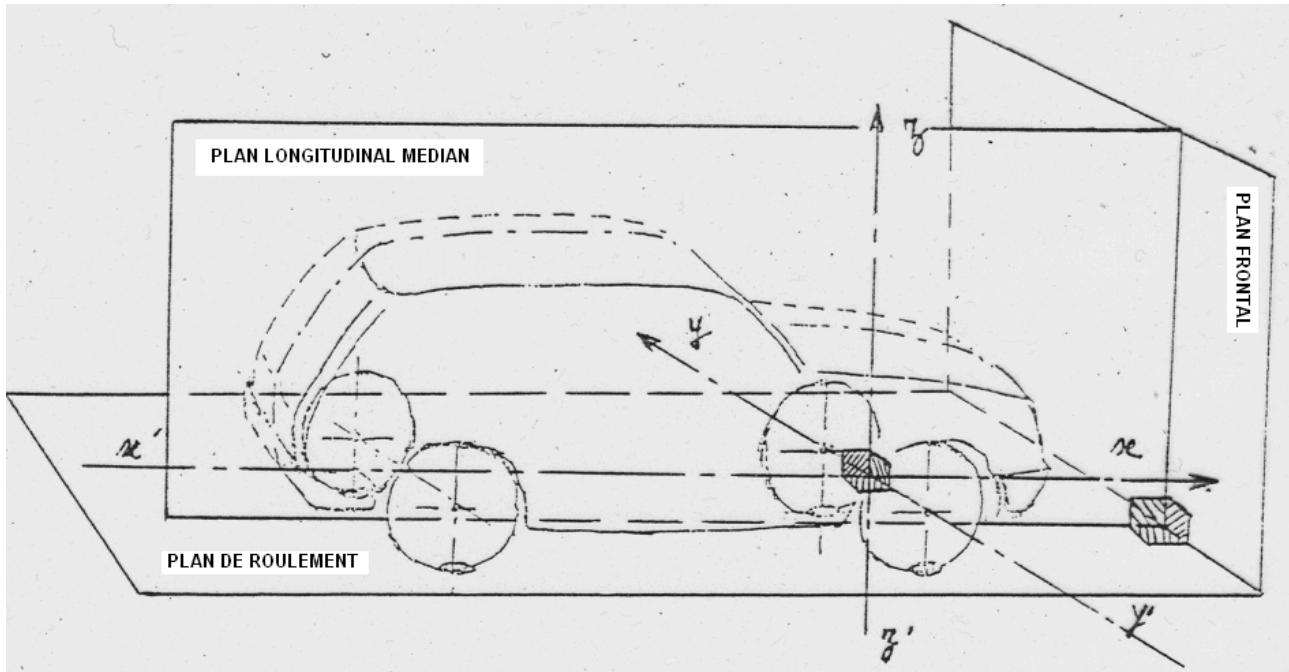
Les débattements sont permis par la rotation des triangles inférieurs et supérieurs par rapport au châssis du véhicule.

L'ensemble ressort-amortisseur, non représenté sur la vue ci-dessus, est fixé en partie supérieure sur le support de palier et en partie inférieure sur la jambe de force. Il garantit un filtrage des accélérations verticales compatible avec le niveau de confort recherché.

Ce train avant permet un braquage maxi de  $39^\circ$  de la roue intérieure au virage et de  $33^\circ$  pour la roue extérieure au virage. Ces valeurs sont exprimées à partir de la position "roues en ligne droite".

La géométrie de ce mécanisme est classiquement définie en projection sur les 3 plans suivants :

- Le plan de roulement, qui contient les surfaces de contact des pneus avec le sol,
- Le plan longitudinal médian, perpendiculaire au précédent, qui contient l'axe d'avancement du véhicule,
- Le plan frontal, perpendiculaire aux 2 plans précédents.



- Figure 3. Plans de référence -

Ces 3 plans permettent de définir les angles et les “déports” caractéristiques d'un train avant :

- Angle de pivot par rapport au plan de roulement : projection sur le plan frontal de l'angle formé par l'axe de pivotement et la normale au plan de roulement.
- Angle de chasse : projection sur le plan médian du véhicule, de l'angle formé par l'axe de pivotement et la normale au plan de roulement.
- Angle de carrossage : projection sur le plan frontal de l'angle formé par le plan médian de la roue et la normale au plan de roulement.
- Angle inclus : projection sur le plan frontal de l'angle formé par l'axe de pivotement et l'axe du moyeu.  
angle inclus = angle de carrossage + angle de pivot +  $90^\circ$
- Angle de parallélisme : formé par les plans médians des roues en projection sur le plan de roulement.
- Déport frontal : distance entre le point de contact du pneu avec le sol et la projection sur le plan de roulement, de l'axe de pivotement de la roue, mesurée dans le plan **frontal**.
- Déport latéral : distance entre le point de contact du pneu avec le sol et la projection sur le plan de roulement, de l'axe de pivotement de la roue, mesurée dans le plan **longitudinal** médian du véhicule.

### 3. PRESENTATION DU GROUPE ELECTRO-POMPE PILOTÉ : LE GEP

#### 3.1. Constitution

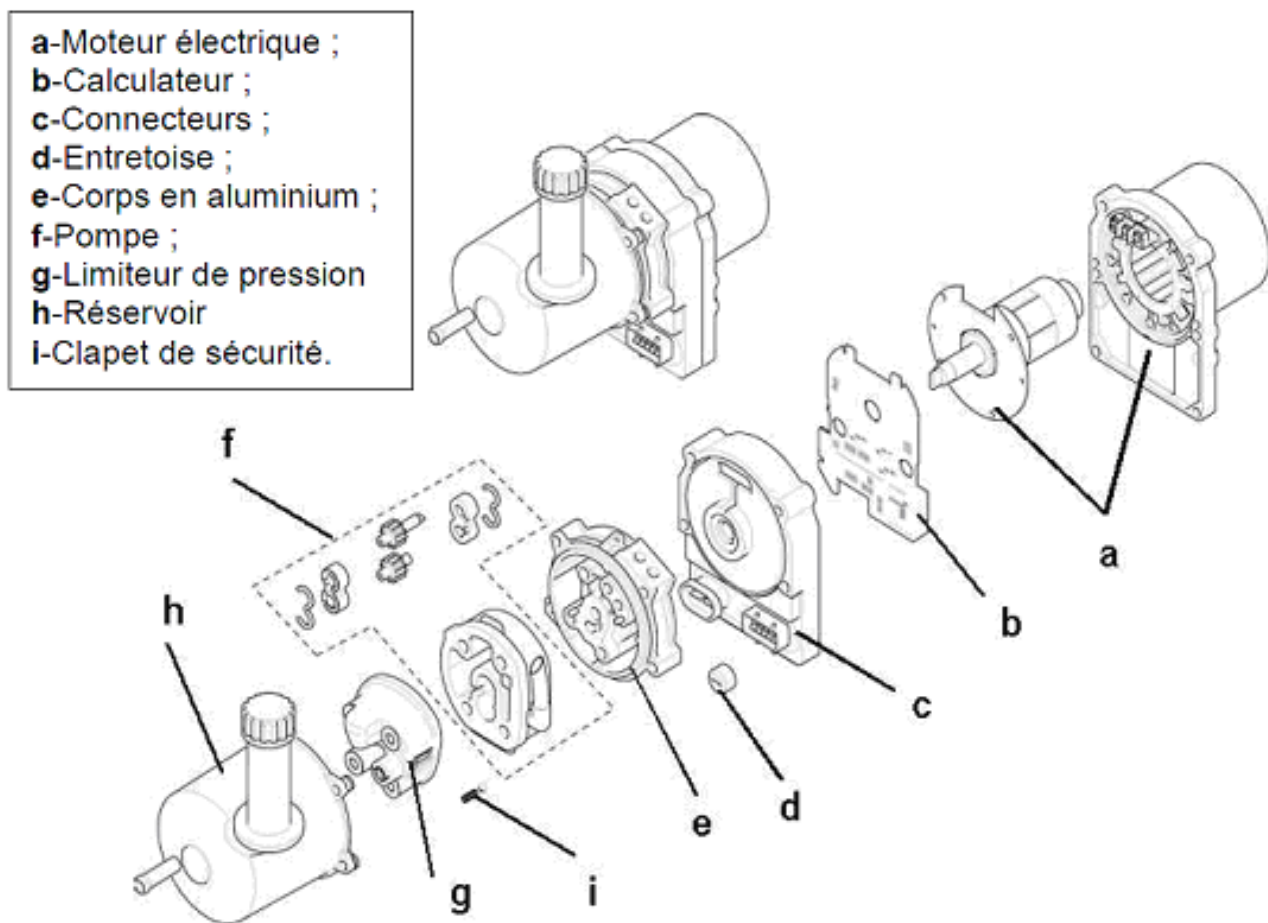
La puissance électrique absorbée par ce groupe est de 700 watts pour une pression maximale.

Le groupe est composé d'un moteur électrique sans balai (a) pouvant atteindre une vitesse de rotation de 4900 tr/mn et d'une pompe (f) à engrenage entraînée par celui-ci.

Un premier clapet (g) limite la pression en sortie de la pompe à 110 bars.

Un second clapet dit de sécurité (i) autorise la rotation du volant en cas de grippage du GEP.

La capacité du réservoir (h) de l'huile d'assistance intégré au GEP, est d'environ 0,85 litre.



- Figure 4. Eclaté du Groupe Electro-Pompe -

La gestion du débit de l'huile fourni par la pompe est assurée par un calculateur (b). Ce dernier reçoit la mesure de la fréquence de rotation du moteur d'entraînement par l'intermédiaire d'un capteur à effet hall en regard d'une cible liée au rotor.

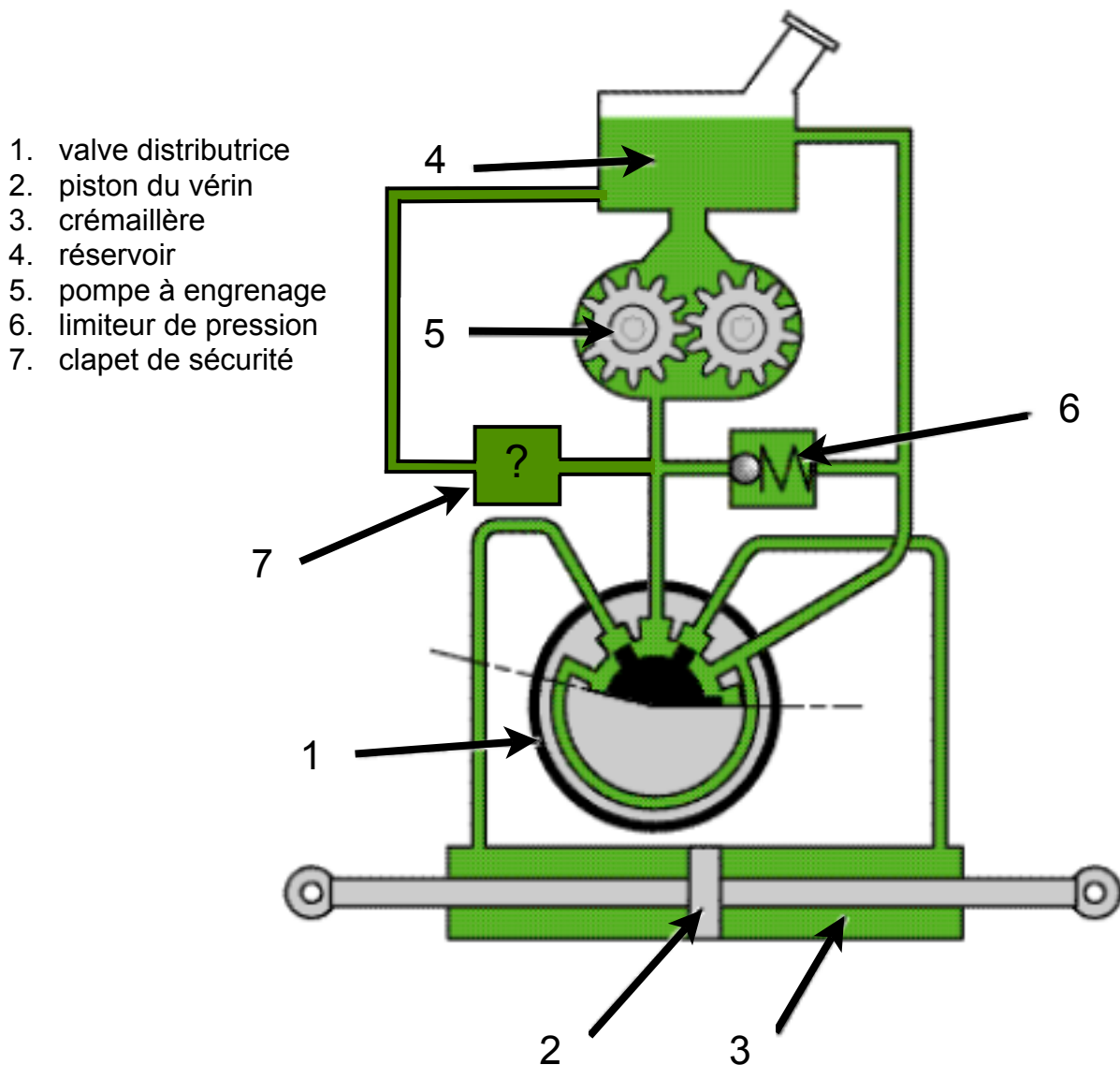
Le micro-processeur de cette unité électronique gère par ailleurs la fonction auto-diagnostic, ainsi que le fonctionnement en mode dégradé du système.

### 3.2. Caractéristiques de la pompe

La pompe est du type à engrenage. Un des pignons est lié au moteur électrique et entraîne le second. L'ensemble assure le transfert de l'huile de l'entrée vers la sortie avec une mise en pression progressive.

L'ouverture du clapet limiteur de pression permet en cas de pression importante, le retour direct du fluide vers le réservoir.

En cas de grippage du GEP, l'huile ne pouvant retourner au réservoir au niveau de la pompe, le clapet de sécurité palie le problème (pour éviter tout effet de butée hydraulique) en autorisant la circulation de l'huile mise sous pression par le vérin.



- Figure 5. Schéma hydraulique du système -



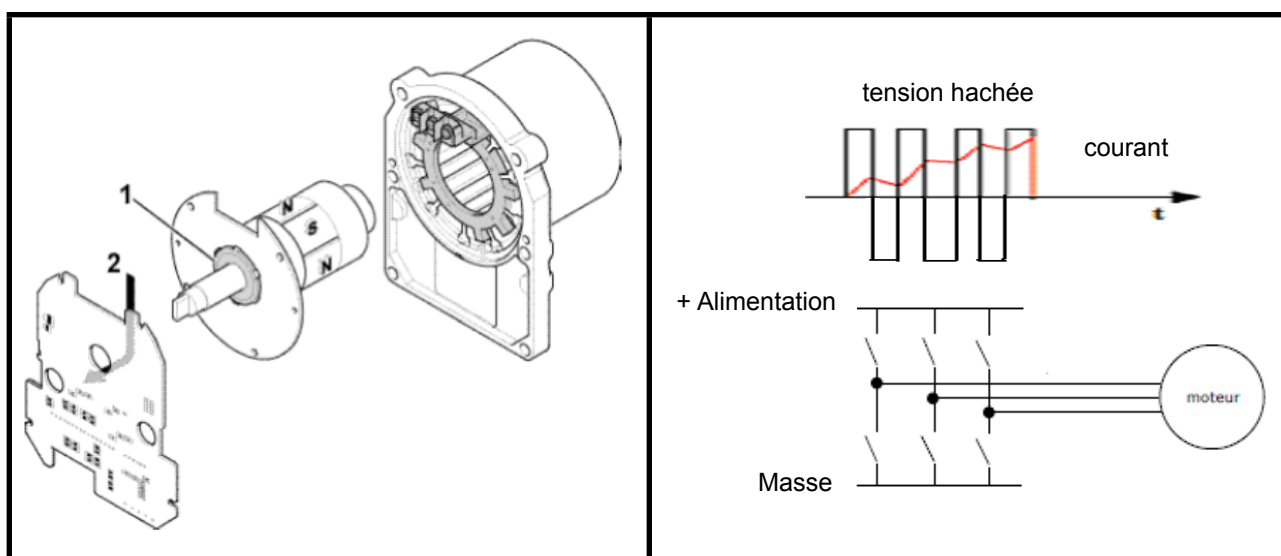
### 3.3. Technologie du moteur sans balai et de son unité de commande

La technologie du moteur alternatif triphasé sans balai (brushless) à commande hachée permet d'obtenir des accélérations et des vitesses de rotation élevées. Son principe repose sur la création d'un champ magnétique tournant dans le stator, qui entraîne de manière synchrone, un rotor constitué d'aimants permanents. Ce moteur dispose sur son axe d'une cible (1) en regard d'un capteur à effet hall (2) permettant de mesurer sa vitesse de rotation.

Un "découpage" de la tension d'alimentation des phases est assuré par un "onduleur" selon une loi de commande donnée, par modulation de la largeur d'impulsions (MLI).

Cette loi de commande MLI encore nommée PWM, détermine le couple appliqué au moteur et par conséquent, sa vitesse de rotation.

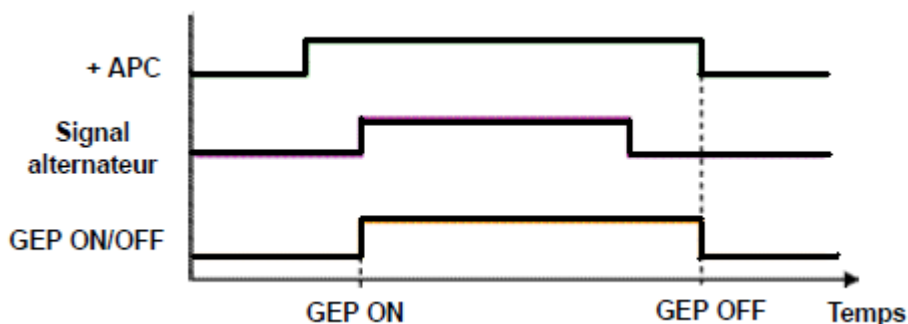
Ce pilotage est basé sur une fréquence de découpage constante et un rapport cyclique d'alimentation (temps d'alimentation / temps de cycle) variable.



- Figures 6. Eclaté moteur et schéma onduleur -

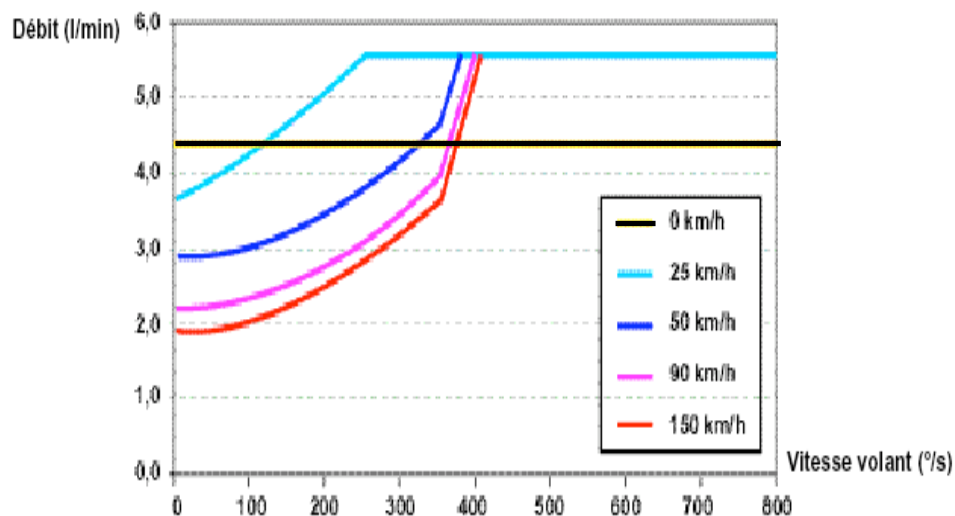
### 3.4. Fonctions annexes gérées par le calculateur du GEP

- La mise en fonctionnement du GEP nécessite les informations "+ après contact" et "moteur thermique tournant" (signal délivré par l'alternateur).



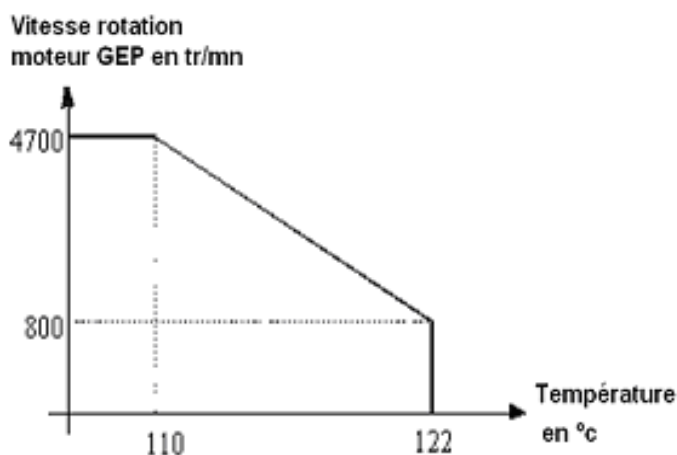
- Figure 7. Chronogramme de fonctionnement du GEP -

- Le débit d'huile fourni par le GEP suit une cartographie télécodée dans le calculateur établie spécifiquement pour le véhicule. Cette cartographie définit l'évolution du débit en fonction de 2 variables qui sont la vitesse véhicule et la vitesse de rotation du volant.



- Figure 8. Courbes caractéristiques de débit en fonction des vitesses volant et véhicule -

- L'unité électronique qui intègre également un capteur de température, régule la vitesse de rotation du moteur selon la loi ci-dessous.



- Figure 9. Courbe caractéristique : N pompe /  $\theta$  huile -

## 4. DESCRIPTION DE LA VALVE DISTRIBUTRICE ET DU VÉRIN

### 4.1. Présentation de la valve

La valve est du type “distributeur à centre ouvert”, au sens où l’huile circule en permanence dans le circuit. Elle est commandée par une barre de torsion solidaire de la colonne de direction.

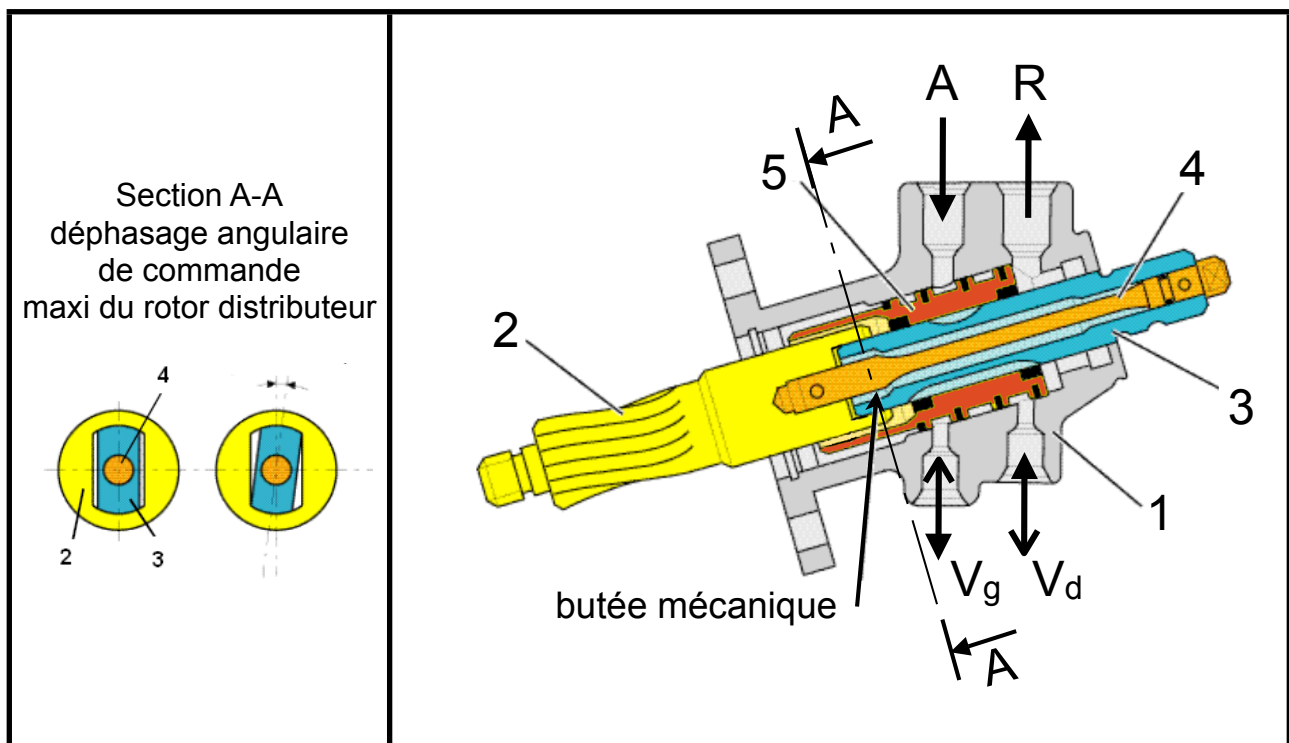
Ce composant permet :

- de créer une pression d’assistance en relation avec le couple exercé par le conducteur,
- de générer une pression différentielle entre les 2 circuits alimentant les chambres du vérin.

L’action du conducteur sur le volant est transmise mécaniquement à la crémaillère par le pignon d’entraînement et elle est amplifiée par l’effort du vérin.

- 1 : Corps de valve
- 2 : Pignon d’entraînement crémaillère
- 3 : Rotor distributeur
- 4 : Barre de torsion
- 5 : Chemise

- A : Arrivée d’huile
- R : Retour d’huile
- Vg : Alimentation vérin côté gauche
- Vd : Alimentation vérin côté droit

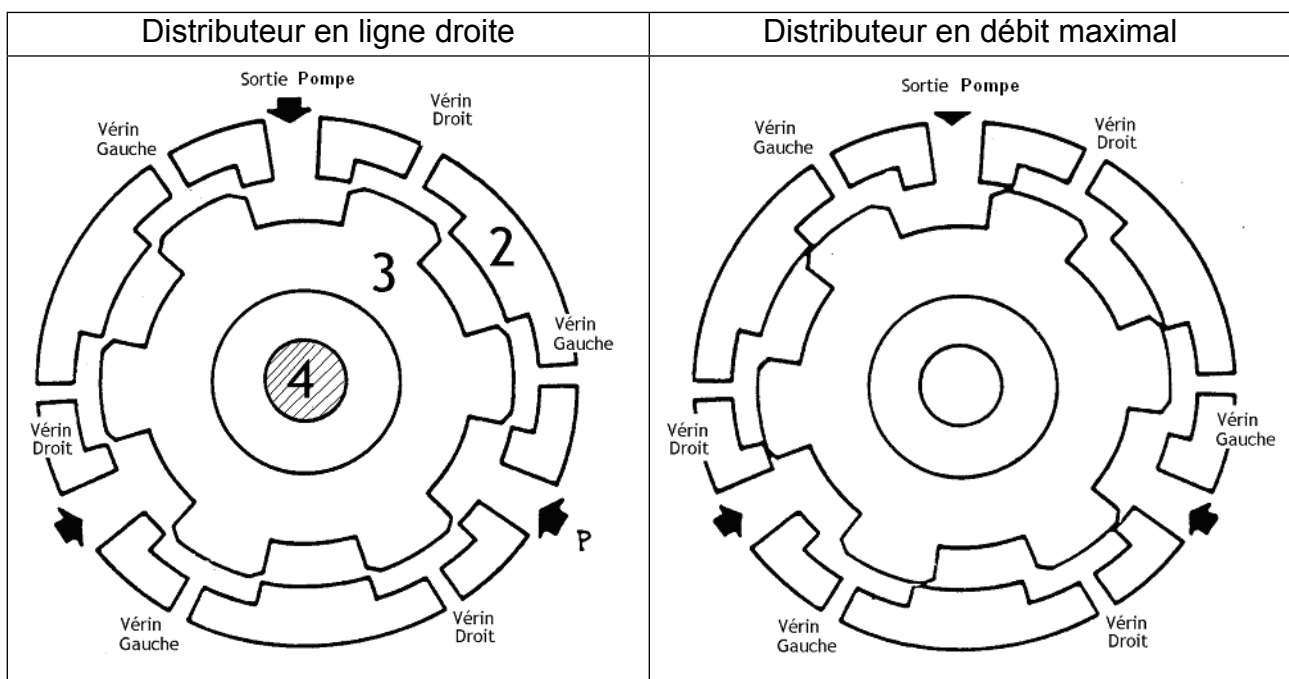


- Figure 10. Croquis technologique de la valve -

## 4.2. Principe de fonctionnement de la valve

La figure 11 donne une représentation schématique de la distribution de l'huile (selon une section parallèle au plan A-A). Les retours au réservoir non indiqués sur ce schéma s'effectuent axialement. On notera que le système réel comporte davantage d'orifices.

- La torsion de la barre (4) est proportionnelle au couple exercé par le conducteur, jusqu'au moment où le système arrive en butée (comme illustré sur le schéma de gauche de la figure 10).
- Cette barre entraîne la rotation du distributeur (3) par rapport à la chemise (2), dosant ainsi les débits d'huile vers les chambres du vérin.
- En l'absence de couple sur le volant, l'intégralité de l'huile fournie par la pompe retourne au réservoir. Il en résulte une pression résiduelle dans les chambres du vérin.
- Sous un couple volant modéré, le débit est divisé en un débit d'alimentation d'une des chambres du vérin et en un débit de retour au réservoir pour l'autre.
- Un couple volant maximal oriente toute l'huile vers une chambre du vérin.  
Dans le cas où les roues sont en braquage maximal ou en butée sur un obstacle, le débit d'alimentation de la chambre concernée s'annule et la pression atteint une valeur maximale.

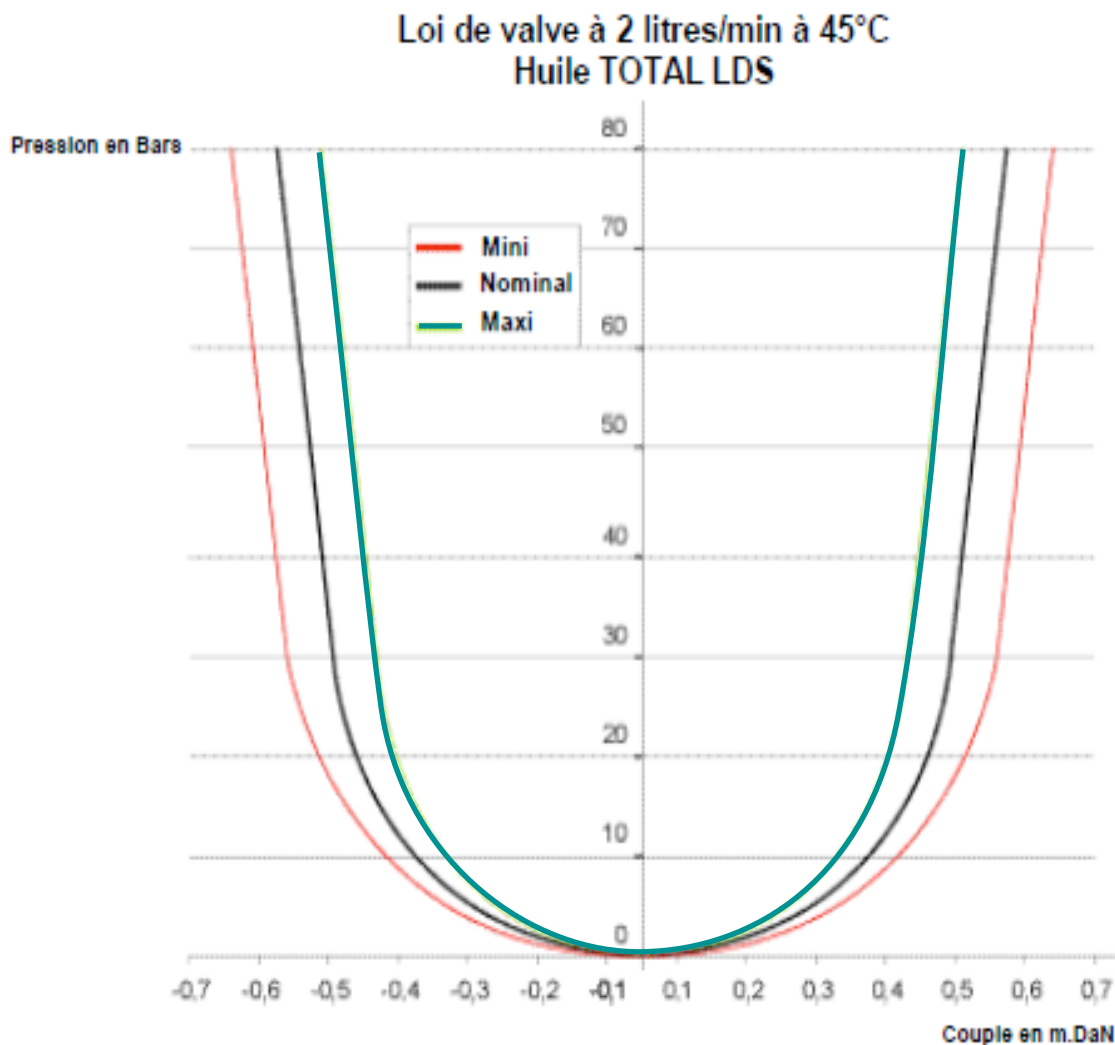


- Figure 11. Principe de fonctionnement de la valve -

La courbe “nominale” de la figure 12 représente l'évolution non-linéaire de la pression d'alimentation en fonction du couple exercé sur le volant. Cette caractéristique est à mettre en relation avec la formule suivante permettant de calculer les pertes de charges singulières :

$$\Delta p = \rho \xi V^2 / 2$$

où  $\Delta p$  est la différence de pression entre les sections situées en amont et en aval de la singularité,  $\rho$  la masse volumique du fluide,  $\xi$  le coefficient de pertes de charge et  $V$  la vitesse moyenne de l'écoulement.



- Figure 12. Courbes caractéristiques de la valve (à débit constant) -

- Remarque : les courbes “Mini” et “Maxi” de la figure 12 correspondent à des dispersions de fabrication et de qualité d’huile.

## 5. GESTION DES INFORMATIONS ENTRE CALCULATEURS

### 5.1. Architecture des réseaux multiplexés

Les informations nécessaires à la gestion de l'assistance utilisent des circuits filaires et/ou des circuits multiplexés pour parvenir au calculateur du GEP.

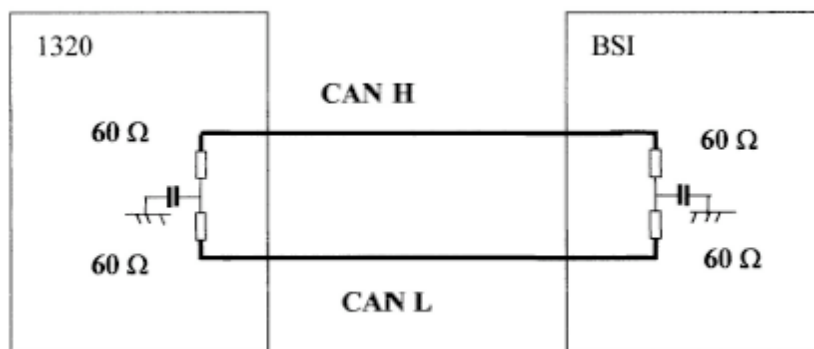
Sur ce type de véhicule, les informations entre calculateurs transitent par l'intermédiaire de 3 réseaux multiplexés gérés par une interface commune nommée BSI :

- le réseau CAN HS (High Speed : 500 Kbits/s) encore nommé CAN IS (Inter Système),
- le réseau CAN LS (Low Speed : 125 Kbit/s) Carrosserie,
- le réseau CAN LS (Low Speed : 125 Kbit/s) Confort.

Ces réseaux sont présentés sur le synoptique fourni en annexe.

Les informations transmises par un réseau multiplexé peuvent être exploitées par les autres réseaux grâce au BSI, lequel assure donc la fonction d'interconnexion.

Chaque réseau CAN possède 2 calculateurs intégrant des résistances "de terminaison" comme indiqué sur le schéma ci-dessous :



- Figure 13. Position des résistances de terminaison sur le réseau CAN HS -

### 5.2. Présentation des capteurs externes au GEP

#### Capteurs de vitesses roues

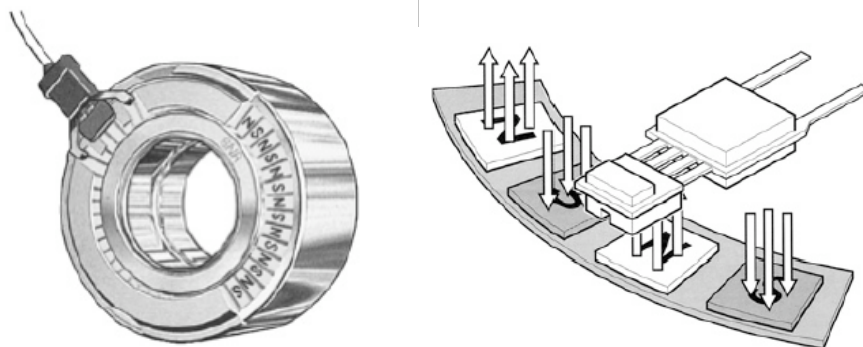
L'information "vitesse du véhicule" est délivrée au calculateur d'ESP par des capteurs présents sur les différentes roues, lesquels comportent :

- une cible magnétique,
- un élément magnéto-résistif,
- une partie électronique intégrée.

L'élément magnéto-résistif est composé d'un circuit semi-conducteur sensible aux variations de champ magnétique.

La partie électronique génère un courant de 7 ou 14 mA, selon la position des pôles magnétiques de la cible. Un signal de tension en forme de créneaux aux bornes d'une résistance interne au calculateur d'ESP, est ainsi généré.

Ce signal varie proportionnellement avec la fréquence de rotation de la roue.



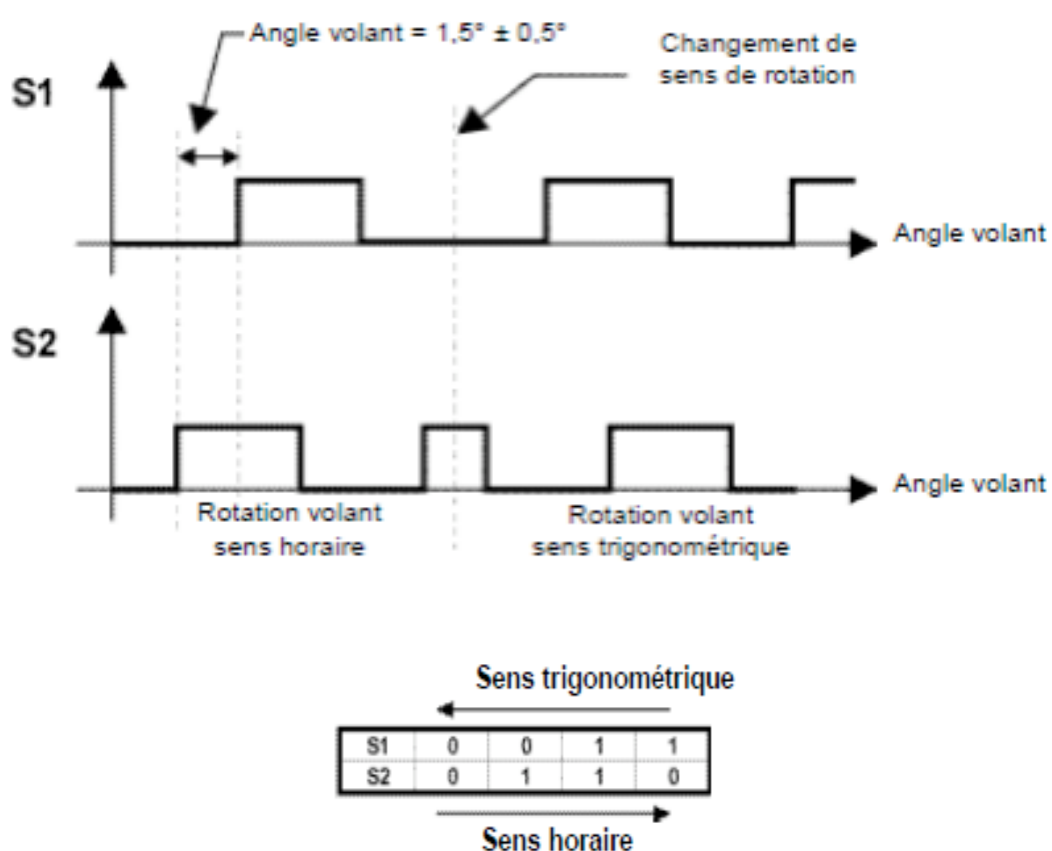
- Figure 14. Technologie du capteur de roue -

### **Capteur de position et de vitesse du volant de direction**

Ce capteur du type magnéto-résistif, est situé en partie haute de la colonne de direction. Il mesure l'angle et le sens de rotation du volant et délivre ses informations sur le réseau multiplexé.

Ses caractéristiques sont les suivantes :

- Plage de mesure de l'angle volant :  $-780^{\circ}$  ;  $+780^{\circ}$  avec une résolution de  $1,5^{\circ}$ ,
- Plage de mesure de la vitesse volant en roulage :  $-1016^{\circ}/s$  ;  $+1016^{\circ}/s$



- Figure 15. Signaux délivrés par le capteur volant -

### 5.3. Fonctions annexes du calculateur de GEP

#### Fonction autodiagnostic

L'outil de diagnostic, une fois connecté, permet au technicien d'obtenir les défauts présents et les mesures des paramètres de fonctionnement.

En présence d'un dysfonctionnement, le conducteur est informé par l'affichage d'un témoin sur le combiné et par la présence d'un message sur l'écran multifonction.

#### Fonction paramétrage

Le télécodage permet d'utiliser un même groupe électro-pompe sur plusieurs modèles de véhicules. Il permet d'adapter les paramètres de fonctionnement propres à chaque version. Une référence après-vente suffit pour toute une gamme de véhicules.

#### Modes dégradés

<b>Défaut</b>	<b>Défaut à détecter</b>	<b>Mode dégradé</b>	<b>Comportement véhicule</b>
Vitesse véhicule	Vitesse véhicule court-circuitée au +12 V ou coupure dans le circuit	Vitesse véhicule fixée à 90 km/h	Assistance correspondant à la vitesse indiquée
Angle volant	S <sub>1</sub> ou S <sub>2</sub> court-circuités à la masse ou au + 12v	Vitesse angle volant varie linéairement en 10 s jusqu'à la valeur de 358°/s	Assistance dépendant de la vitesse véhicule pour une vitesse volant fixée à 358°/s
+ Apc	Apc déconnecté lorsque le véhicule est en marche Important : si Apc est court-circuité à la masse avant le démarrage du moteur thermique, le GEP ne sera pas mis en marche	Le calculateur utilise le + batterie d'alimentation  En cas de défaut +Apc, le calculateur arrête le moteur lorsque la vitesse véhicule est nulle et que le signal moteur tournant est absent	L'assistance ne disparaît pas  Aucun effet ressenti
Moteur GEP bloqué	Le moteur du GEP est bloqué	Le calculateur coupe l'alimentation du GEP	Passage en direction non assistée
Température GEP	Température trop élevée > 110°	La vitesse de rotation est limitée en fonction de la température	Passage en assistance réduite puis absence d'assistance à 122°c
Court-circuit interne GEP	Consommation de courant trop élevée I > 235 A	Le calculateur coupe l'alimentation du GEP	Passage en direction non assistée
Alimentation moteur GEP	Tension < 7,5 V	Le calculateur coupe l'alimentation du GEP	Passage en direction non assistée
Absence ou défaut télécodage	Absence ou défaut de la procédure de télécodage	Loi par défaut utilisée par le calculateur	Assistance non adaptée

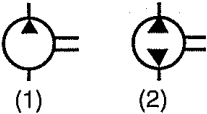
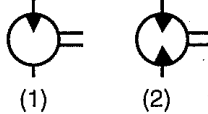


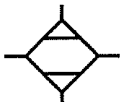
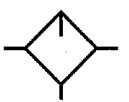


## 6. ANNEXES

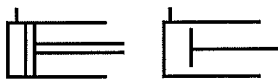
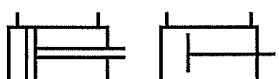
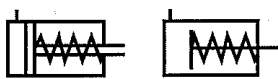
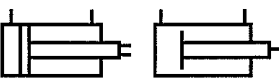
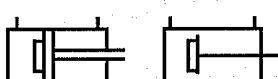
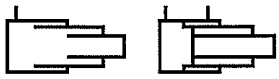
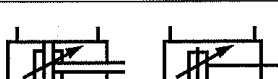

### ANNEXE. 1

#### Schématisation hydraulique


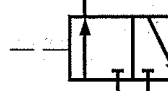
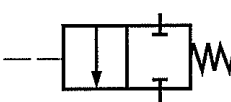
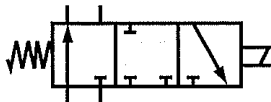
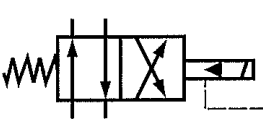
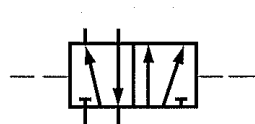
##### ■ Transformation de l'énergie

 <p>(1) (2)</p>	<p>Pompes hydrauliques (1) à un sens de flux (2) à deux sens de flux</p>	 <p>(1) (2)</p>	<p>Moteurs hydrauliques (1) à un sens de flux (2) à deux sens de flux</p>
	<p>Compresseur à cylindrée fixe à un sens de flux</p>		<p>Moteur pneumatique à cylindrée fixe à un sens de flux</p>
	<p>Deshydrateur</p>		<p>Lubrificateur</p>

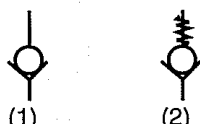

##### ■ Vérins

	<p>Vérins à simple effet – à rappel par force non définie</p>		<p>Vérins à double effet à simple tige</p>
	<p>– à rappel par ressort</p>		<p>Vérins différentiels</p>
	<p>Vérins avec amortisseur – fixe d'un côté</p>	 <p>(1) (2)</p>	<p>Vérins télescopiques (1) à simple effet (2) à double effet</p>
	<p>– réglable des deux côtés</p>		<p>Multiplicateur de pression à une seule nature de fluide (pneumatique - pneumatique)</p>

##### ■ Distributeurs

	<p>Distributeurs 2/2 (2 orifices, 2 positions) – à commande manuelle</p>		<p>Distributeurs 3/2 (3 orifices, 2 positions) – à commande par pression des deux côtés</p>
	<p>– à commande par pression avec rappel par ressort</p>		<p>– à commande électromagnétique, rappel par ressort</p>
	<p>Distributeur 4/2 (4 orifices, 2 positions) – à commande par pression des 2 côtés accouplés à un distributeur pilote</p>		<p>Distributeur 5/2 – à commande par pression des 2 côtés</p>

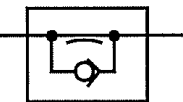
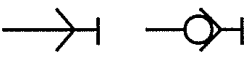
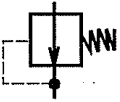
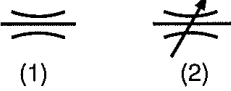
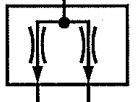

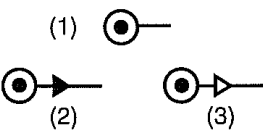
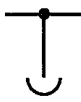
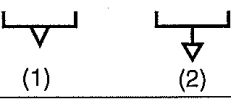
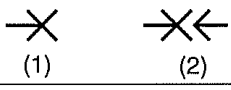
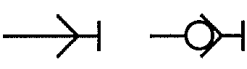

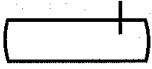
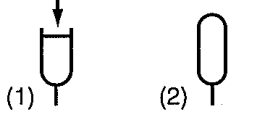
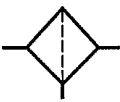
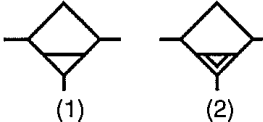
##### ■ Accessoires

 <p>(1) (2)</p>	<p>Clapets de non-retour (1) sans ressort (2) avec ressort</p>	 <p>(1) (2)</p>	<p>Clapets de non-retour (1) piloté pour ouvrir (2) piloté pour fermer</p>
--	--	---	--

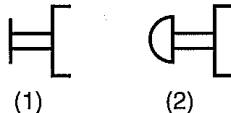

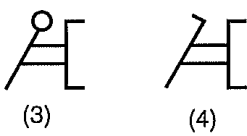
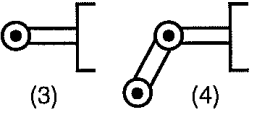
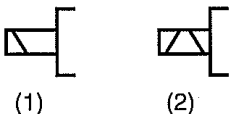
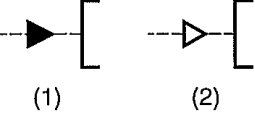
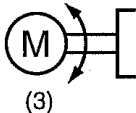
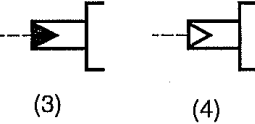
## ANNEXE 2

### Schématisation hydraulique complémentaire

#### ■ Accessoires

	Clapet de non-retour avec étranglement		Sélecteurs de circuit
	Réducteur de pression ou détendeur		Réducteurs de débit (1) non réglable (2) réglable
	Diviseur de débit		Robinet d'isolement
	Sources de pression (1) symbole général (2) hydraulique (3) pneumatique		Purge d'air
	Orifices d'évacuation d'air (1) non connectable (2) connectable		Prises (1) bouchée (2) avec conduite branchée
	Raccordements rapides (1) sans clapet (2) avec clapet		Silencieux
	Réservoir sous pression		Accumulateurs (1) à ressort à poids (2) hydropneumatique
	Filtre - crépine		Purgeurs (1) à commande manuelle (2) automatique

#### ■ Commandes

	Commandes (1) musculaire (2) bouton-poussoir		Commandes mécaniques (1) poussoir (2) ressort
	(3) levier (4) pédale		(3) galet (4) galet escamotable
	Commandes électriques (1) un enroulement (2) deux enroulements		Commandes par pression (1) et (2) augmentation par commande directe
	(3) moteur électrique		(3) et (4) augmentation par commande indirecte (distributeur pilote)

## ANNEXE 3

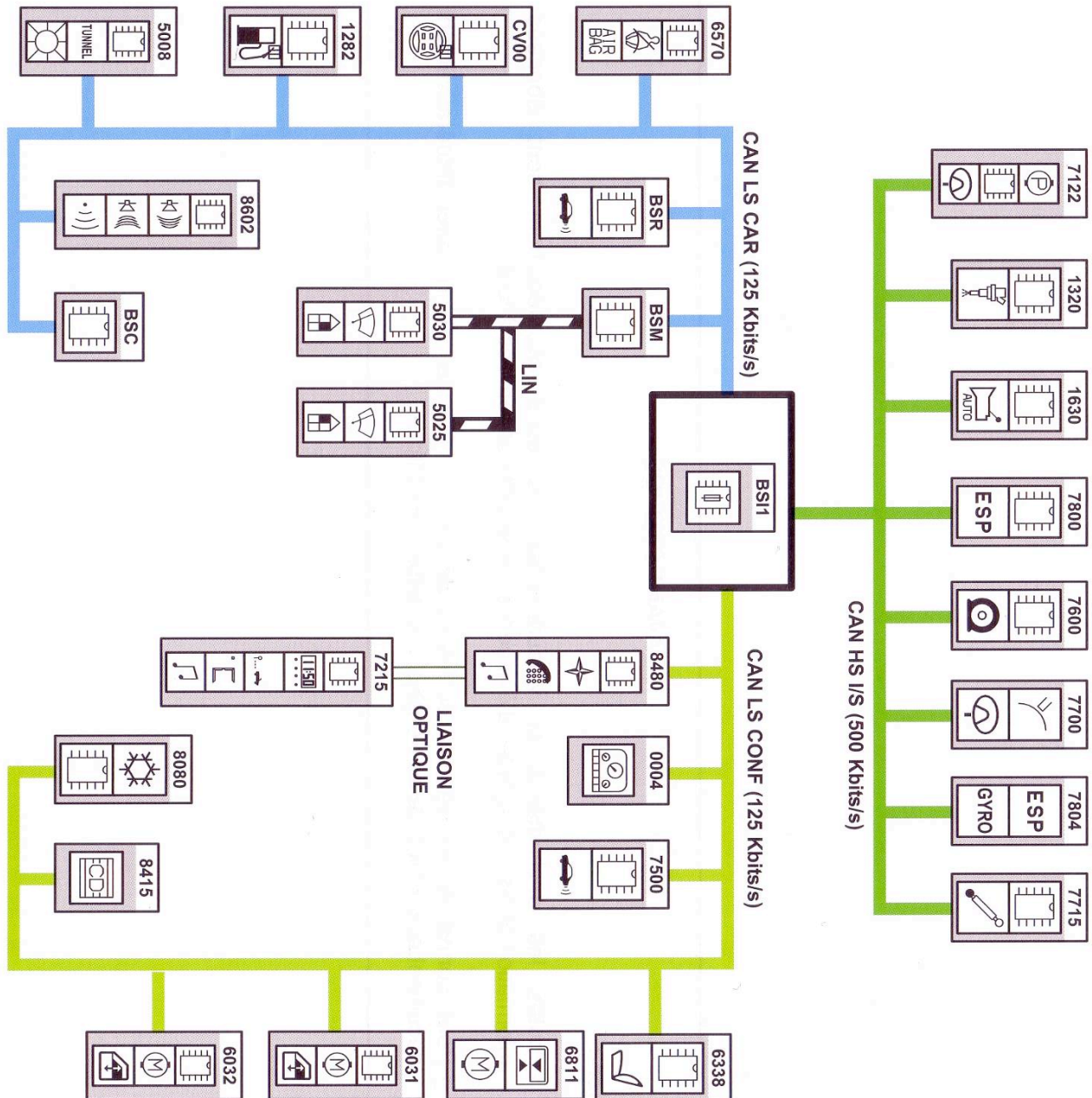
### **Nomenclature des composants** **du réseau multiplexé et des schémas électriques**

Repères	Organes
BSC	Boîtier de servitude coffre
BSI 1	Boîtier de servitude intelligent
BSM	Boîtier de servitude moteur
BSR	Boîtier de servitude remorque
CA00	Contacteur antivol
CA001	Prise diagnostic
CV00	Module de commutation sous le volant
PSF 1	Platine de servitude-boîte fusible compartiment moteur
0004	Combiné
1010	Démarrreur
1020	Alternateur
1158	Boîtier de pré-post-chauffage
1160	Bougies de préchauffage
1282	Additivation de carburant
1320	Calculateur de gestion moteur
1630	Calculateur de BVA
5008	Capteur de pluie
5025	Moteur essuie-vitre AVG
5030	Moteur essuie-vitre AVD
6031	Moteur et boîtier de lève-vitres AVD

Repères	Organes
6032	Moteur et boîtier de lève-vitres AVG
6338	Boîtier de mémorisation de siège
6570	Airbag et prétensionneurs
6811	Moteur de toit ouvrant
7000	Capteur de roue AVG
7005	Capteur de roue AVD
7010	Capteur de roue ARG
7015	Capteur de roue ARD
7122	Groupe Electro-Pompe
7215	Ecran multifonctions
7500	Calculateur aide au stationnement
7600	Calculateur détection sous gonflage
7700	Capteur d'angle volant
7715	Calculateur de suspension
7800	Calculateur ESP
7804	Gyromètre accéléromètre ESP
8080	Façade de climatisation
8415	Chargeur de CD
8480	Boîtier télématique
8602	Boîtier d'alarme

## ANNEXE 4

### Architecture des réseaux multiplexés

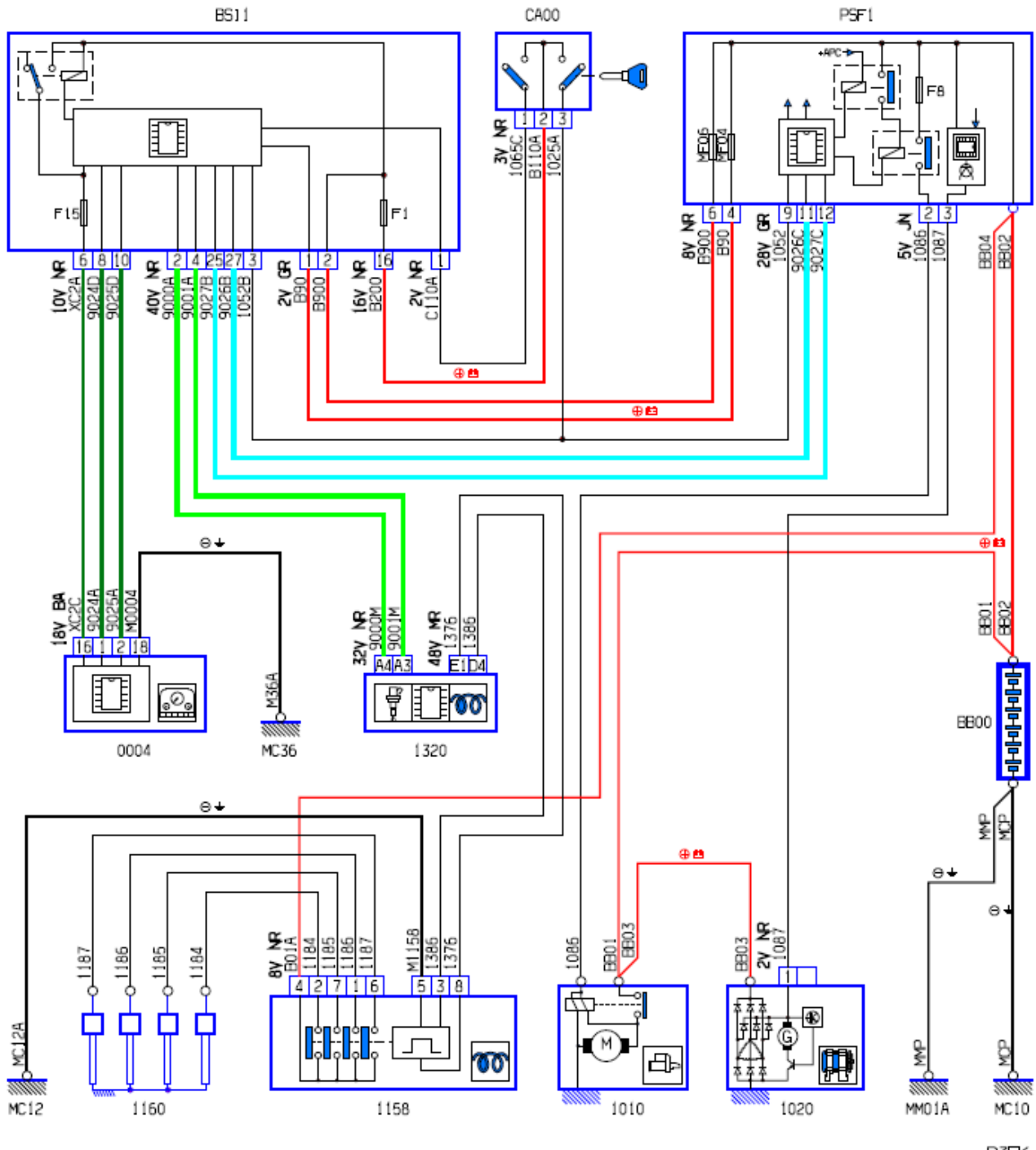


## Schéma électrique de la fonction Direction



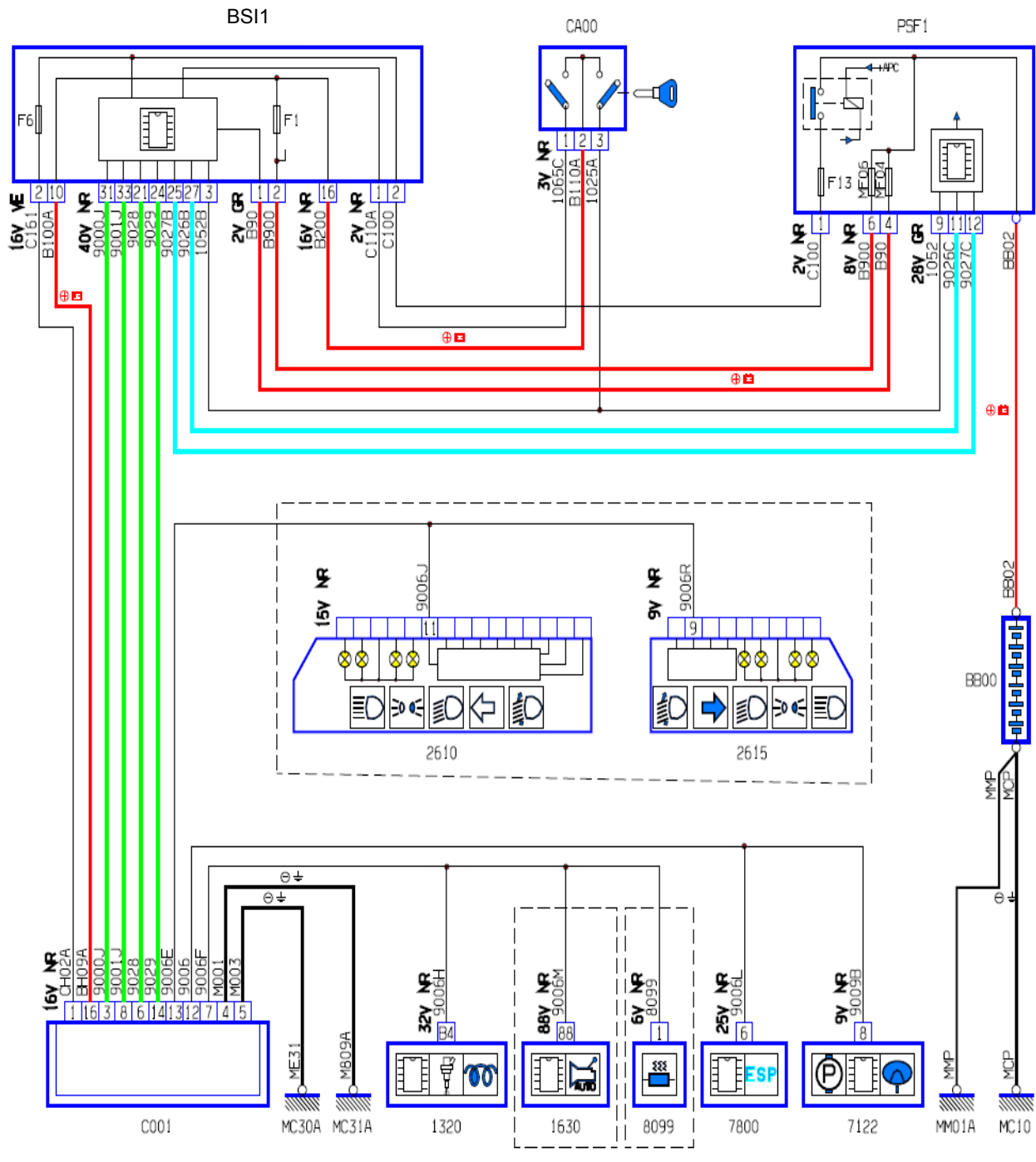
## ANNEXE 6

### Schéma électrique des fonctions Démarrage et Charge



## ANNEXE 7

### Schéma électrique de la prise diagnostic





## ANNEXE 8

### Relevés de trains avec répartition symétrique du parallélisme de chaque roue avant par rapport à l'axe de poussée

Client		Ordre de réparation	
Véhicule			
Véhicule: PEUGEOT v07.00			
PEUGEOT (EU) * 407 * Limousine * Europe * Production : 2004 - * 205/60 R16			
Essieu arrière		Mesure avant réglage	Données constructeur
Carrossage	gauche	-2°04'	-0°30' [-1°45' ] +0°30'
	droite	-1°42'	
Parallélisme individuel	gauche	+0°13'	-0°04' [+0°17' ] +0°04'
	droite	+0°16'	
Parallélisme total		+0°29'	-0°08' [+0°34' ] +0°08'
Décalage		-0°07'	
Angle de poussée		+0°02'	
Essieu avant		Mesure avant réglage	Données constructeur
Chasse 20°	gauche	+5°39'	-0°30' [+5°24' ] +0°30'
	droite	+5°44'	
Inclinaison pivots 20°	gauche	+8°28'	-0°30' [+8°24' ] +0°30'
	droite	+8°05'	
Divergence de braquage	gauche	-1°22'	
	droite	-1°27'	
Carrossage	gauche	-0°48'	-0°30' [-0°36' ] +0°30'
	droite	-0°32'	
Parallélisme individuel	gauche	+0°36'	-0°04' [+0°04' ] +0°04'
	droite	+0°36'	
Parallélisme total		+1°12'	-0°08' [+0°08' ] +0°08'
Décalage		-0°03'	
Angle inclus 20°	gauche	+7°40'	
	droite	+7°34'	

### Relevés des trains avec crémaillère au point milieu (volant droit)

Véhicule		Ordre de réparation	
Véhicule: PEUGEOT v07.00			
PEUGEOT (EU) * 407 * Limousine * Europe * Production : 2004 - * 205/60 R16			
Essieu arrière		Mesure avant réglage	Données constructeur
Carrossage	gauche	-2°04'	-0°30' [-1°45' ] +0°30'
	droite	-1°42'	
Parallélisme individuel	gauche	+0°13'	-0°04' [+0°17' ] +0°04'
	droite	+0°16'	
Parallélisme total		+0°29'	-0°08' [+0°34' ] +0°08'
Décalage		-0°07'	
Angle de poussée		+0°02'	
Essieu avant		Mesure avant réglage	Données constructeur
Chasse 20°	gauche	+5°39'	-0°30' [+5°24' ] +0°30'
	droite	+5°44'	
Inclinaison pivots 20°	gauche	+8°28'	-0°30' [+8°24' ] +0°30'
	droite	+8°05'	
Divergence de braquage	gauche	-1°22'	
	droite	-1°27'	
Carrossage	gauche	-0°48'	-0°30' [-0°36' ] +0°30'
	droite	-0°32'	
Parallélisme individuel	gauche	+0°00'	-0°04' [+0°04' ] +0°04'
	droite	-1°10'	
Parallélisme total		-1°10'	-0°08' [+0°08' ] +0°08'
Décalage		-0°03'	
Angle inclus 20°	gauche	+7°40'	
	droite	+7°34'	