

Examen : Brevet de Technicien Supérieur  
 Spécialité : Maintenance et Après-Vente Automobile  
 Epreuve : Compréhension des Systèmes – Gestion de Maintenance U5  
 Option : Véhicules Particuliers

Session : 2005  
 Coefficient : 6  
 Durée : 6 H  
 Code : MACSVEP

## BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR MAINTENANCE ET APRES-VENTE AUTOMOBILE

**Option Véhicules Particuliers**

### COMPREHENSION DES SYSTEMES GESTION DE MAINTENANCE U5

#### Coupleur à Glissement Limité HALDEX

**Composition du sujet :**

- Un Dossier Technique : feuilles 1/23 à 23/23
- Un Dossier Questions : feuilles 1/10 à 10/10
- Un Dossier Réponses : feuilles 1/10 à 10/10

**Conseil :** il est recommandé aux candidats de prendre connaissance du dossier technique (30 minutes maximum) et de se reporter ensuite au dossier questions et au dossier réponses en consultant le dossier technique chaque fois que cela est nécessaire.

**BAREME de NOTATION (200 points) :**

<b>Questions</b>	1-1	1-2	1-3	2-1	2-2-1	2-2-2	2-3-1	2-3-2	2-3-3	2-4-1
<b>Points</b>	5	8	5	5	10	5	15	5	5	4

<b>Questions</b>	2-4-2	2-5-1	2-5-2	2-5-3	2-5-4
<b>Points</b>	6	6	6	6	6

<b>Questions</b>	3-1	3-2	3-3-1	3-3-2	3-3-3	3-3-4
<b>Points</b>	5	10	8	8	8	8

<b>Questions</b>	4-1	4-2	4-3	4-4	5-1	5-2	5-3
<b>Points</b>	5	10	8	8	5	10	10

**Aucun document n'est autorisé**

# Coupleur à Glissement Limité HALDEX

## DOSSIER TECHNIQUE

Ce dossier contient 23 pages numérotées de 1/23 à 23/23.

- 1- Description du système
- 2- Chaîne cinématique de la transmission
- 3- Architecture matérielle du système
- 4- Fonctionnement de la partie mécanique
- 5- Fonctionnement de la partie hydraulique
- 6- Fonctionnement de la partie électrique
  - 6-1 Synoptique du système
  - 6-2 Capteurs
- 7- Procédure de contrôle du fonctionnement du coupleur
- 8- Caractéristiques du véhicule
- 9- Schémas techniques et normes
- 10- Schémas de parcours du courant
  - 10-1 Calculateur de transmission intégrale, calculateur d'ABS avec EDS
  - 10-2 Calculateur d'ABS avec capteur de vitesse, vannes du système antiblocage, pompe hydraulique ABS

## 1- Description du système.

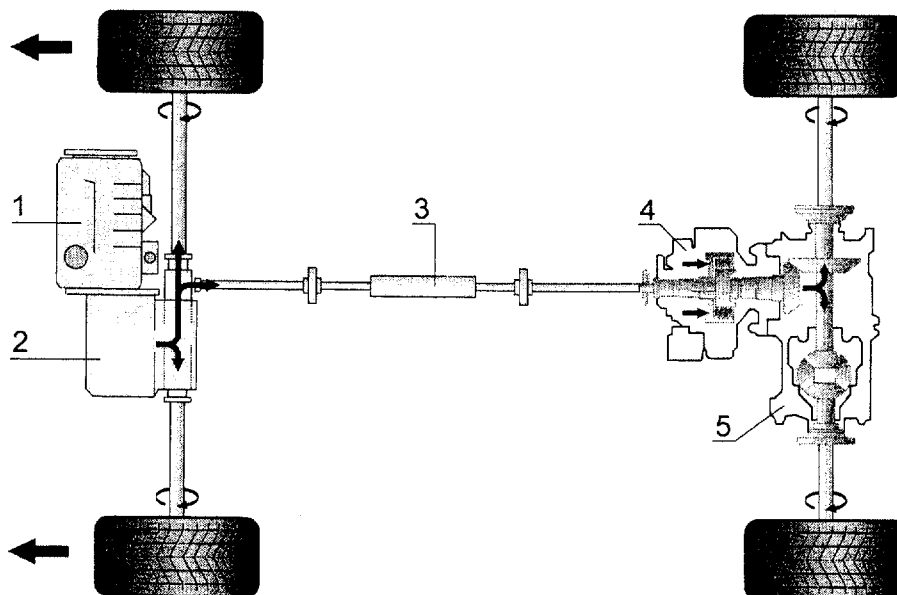
Le coupleur à glissement limité est une unité hydromécanique compacte gérée électroniquement. Il permet de disposer d'une transmission intégrale variable, capable de modifier le couple moteur transmis aux roues arrière et de l'adapter aux conditions d'adhérence à tout instant.

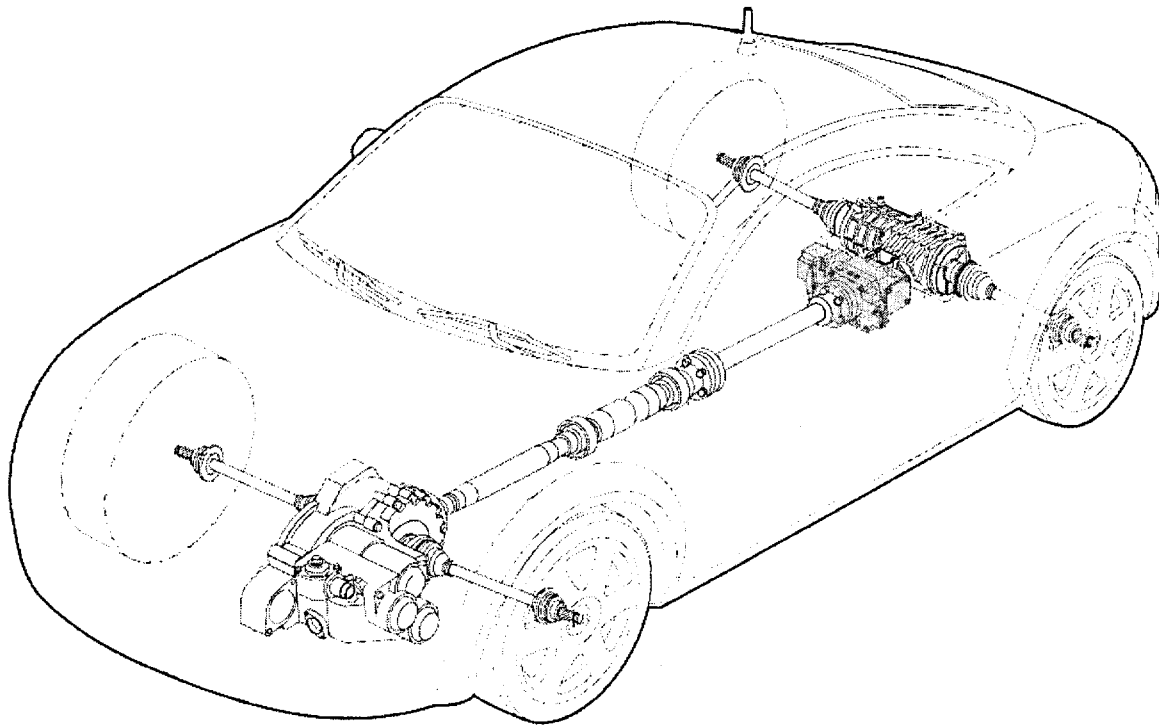
Ce système de transmission offre une alternative aux autres systèmes à visco-coupleur ou à différentiel "Torsen". Il offre l'avantage de ne pas trop pénaliser ni la consommation, le véhicule étant à la base en 2 roues motrices, ni le poids. Sa gestion électronique lui permet également de s'intégrer aux autres systèmes tels que l'ABS (système anti-blocage de roues au freinage), l'EDS (système de blocage électronique du différentiel), etc.

## 2- Chaîne cinématique de la transmission.

Le coupleur à glissement limité est monté sur le différentiel du train arrière et entraîné par l'arbre à cardan.

Le couple du moteur **1** est en permanence transmis, via la boîte de vitesses mécanique **2**, aux roues avants et à l'arbre à cardan **3**. Celui-ci est relié à l'arbre d'entrée du coupleur à glissement limité **4**. Le couple est alors, en fonction des conditions d'adhérence, transmis de façon variable (de 3 à 97%) au différentiel **5** par le coupleur à glissement limité.





### Implantation de l'Haldex sur le véhicule

#### 3- Architecture matérielle du système.

Le coupleur à glissement limité est un système mécanique, d'actionnement hydraulique et à contrôle électronique.

La partie mécanique comprend essentiellement (voir document page 16/23) :

- l'arbre d'entrée **E**
- le coupleur à disques **1**
- le disque à cames **2**
- les roulements à rouleaux avec les pistons annulaires **3**
- l'arbre de sortie **S**

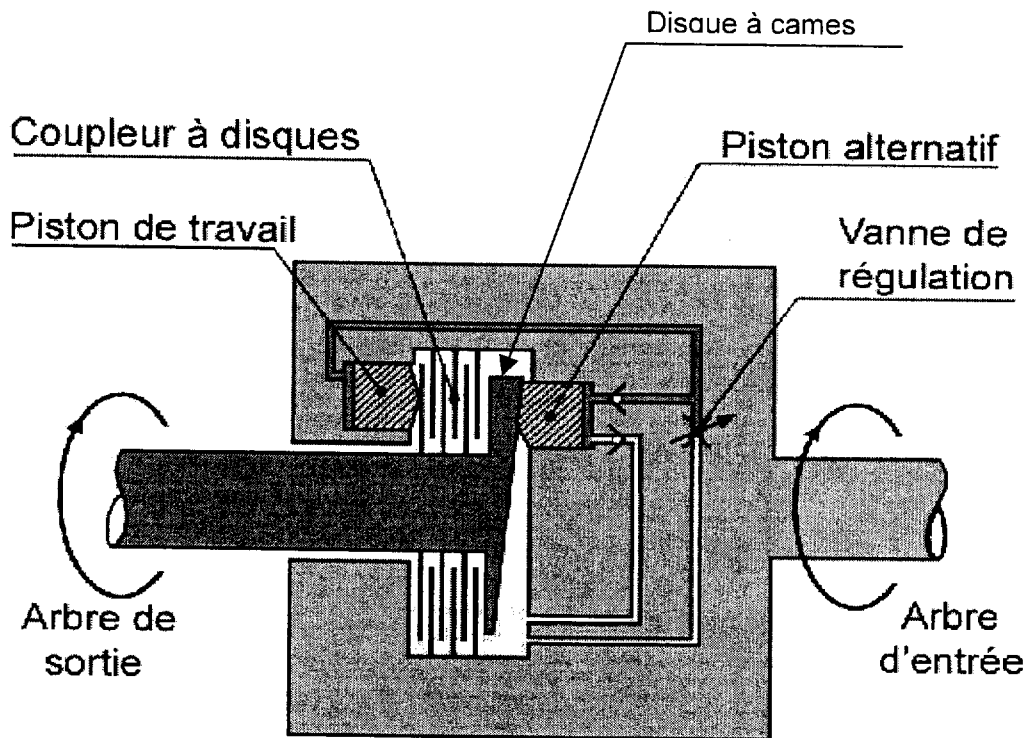
La partie hydraulique se compose essentiellement :

- des limiteurs de pression **4**
- de l'accumulateur **5**
- du filtre à huile **6**
- des pistons annulaires **3**
- de la vanne de régulation **7**

Enfin, la partie électronique est constituée :

- de la pompe à huile électrique **8**
- du servomoteur de la vanne de régulation **9**
- du transmetteur de température **10**
- du calculateur **11**

#### 4- Fonctionnement de la partie mécanique. Représentation simplifiée



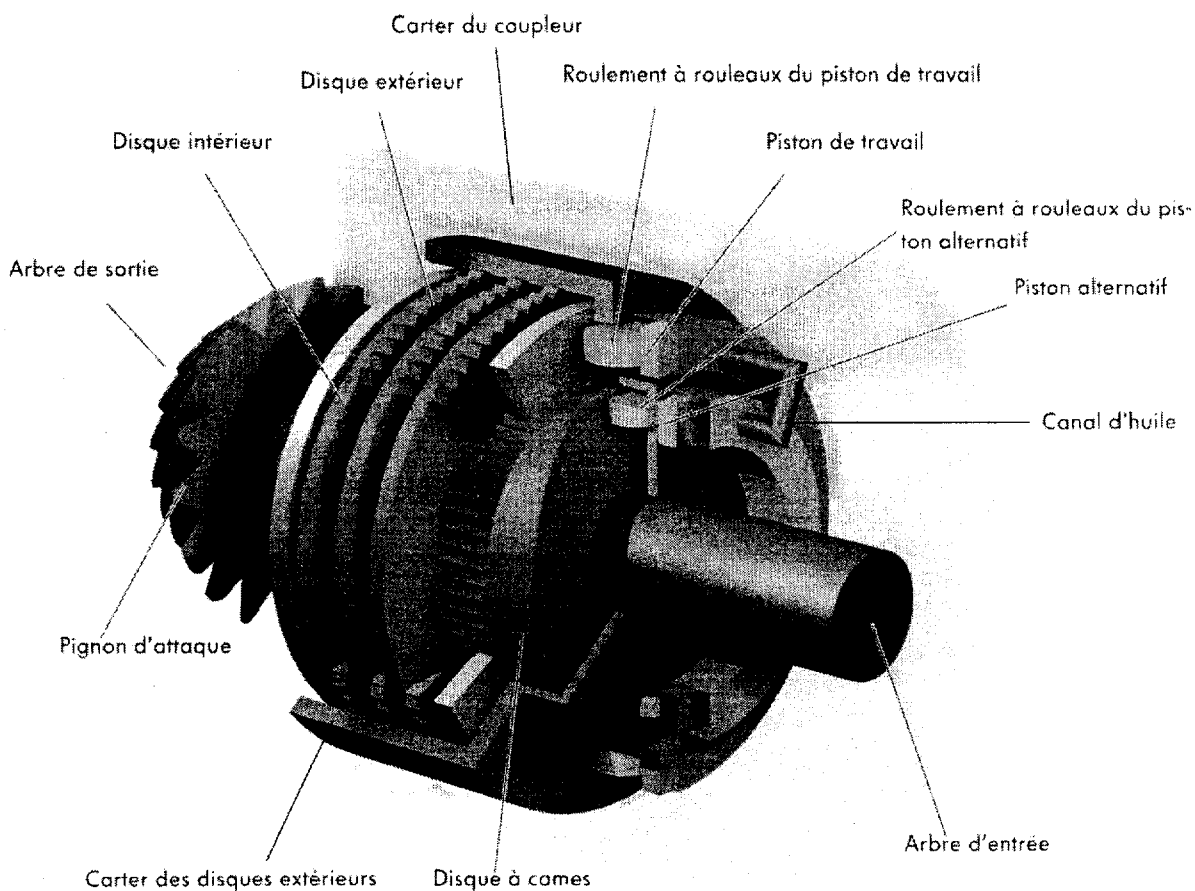
L'arbre d'entrée est relié à l'arbre à cardan. Lors de démarrages avec patinage des roues avant, on observe une différence de vitesse entre l'arbre d'entrée et l'arbre de sortie, qui, lui est encore immobile. Les pistons alternatifs sont alors mis en mouvement et créent une pression d'huile qui est acheminée au piston de travail. Le paquet de disques est alors comprimé : la liaison entre l'arbre d'entrée et l'arbre de sortie du coupleur est établie, réalisant la transmission intégrale.

Lorsque l'arbre de sortie tourne à la même vitesse que l'arbre d'entrée, le piston alternatif n'a plus de mouvement : l'essieu arrière n'est plus moteur. Le coupleur Haldex n'entre donc en fonction que lorsqu'une différence de vitesses apparaît entre l'arbre d'entrée et l'arbre de sortie. Le temps d'activation est de 10 ms.

Le carter des disques extérieurs avec la denture longitudinale pour les disques extérieurs et les roulements à rouleaux forment une unité avec l'arbre d'entrée. Voir schéma page 5/23 du Dossier Technique. L'arbre de sortie constitue une unité, du disque à cames au pignon d'attaque. Les disques intérieurs sont eux aussi reliés via une denture longitudinale à l'arbre de sortie.

Lorsque l'arbre d'entrée, relié à l'arbre à cardan ( DT p. 2/23 ), tourne, les roulements à rouleaux du piston alternatif et du piston de travail ainsi que les disques extérieurs sont entraînés.

Les pistons alternatifs et les pistons de travail sont des pistons annulaires.



#### Avantages par rapport à d'autres solutions.

- compatible avec tous les systèmes type ABS, ESP (programme électronique de stabilité), etc.
- économique (le véhicule ne passe en traction intégrale que lorsque cela est nécessaire),
- facilite les manœuvres aux basses vitesses (créneaux, stationnement,...),
- insensible aux variations de diamètres de roues (roue de secours),
- permet le dépannage du véhicule avec un essieu levé.

#### Caractéristiques du coupleur Haldex.

Contenance en huile : 0,7 à 1,1 l. Rempli à vie.

Vitesse de fonctionnement : 6000 tr/min (8000 tr/min en pic)

Couple maximal transmis : 2400 Nm (limité hydrauliquement)

Température de fonctionnement : de -20 à 110 °C (performances optimales)  
de -40 à -20 °C (performances réduites)

Différentiel de vitesse maximal : 1700 tr/min

Couple résistant : < 10 Nm à température normale

Pression de fonctionnement : 78 à 80 bar à 2000 Nm

## Etude des différentes situations routières.

### Utilisation d'une roue de secours :

- si la roue de secours est de dimensions identiques à la roue d'origine, il n'y a pas de différence au niveau de la conduite.
- si la roue de secours est de dimension plus réduite, le calculateur va constater qu'il existe une rotation excessive et continue d'une roue par rapport aux autres et commandera donc la déconnection de la transmission au niveau de l'essieu arrière.

Utilisation de chaînes à neige : il est préférable d'équiper les quatre roues. Si cela n'est pas possible, il faudra équiper le train avant. Les chaînes à neige ne doivent jamais être uniquement montées sur le train arrière : dans certaines situations, le coupleur Haldex empêche la traction d'arriver au train arrière, ce qui pourrait faire brusquement passer le véhicule d'une traction intégrale à une absence totale de motricité.

Fonctionnement en cas de remorquage : dans le cas où l'appui du véhicule est réalisé sur les deux trains de roues, il n'y a aucune restriction. S'il y a élévation d'un train de roues, le remorquage doit être fait moteur éteint.

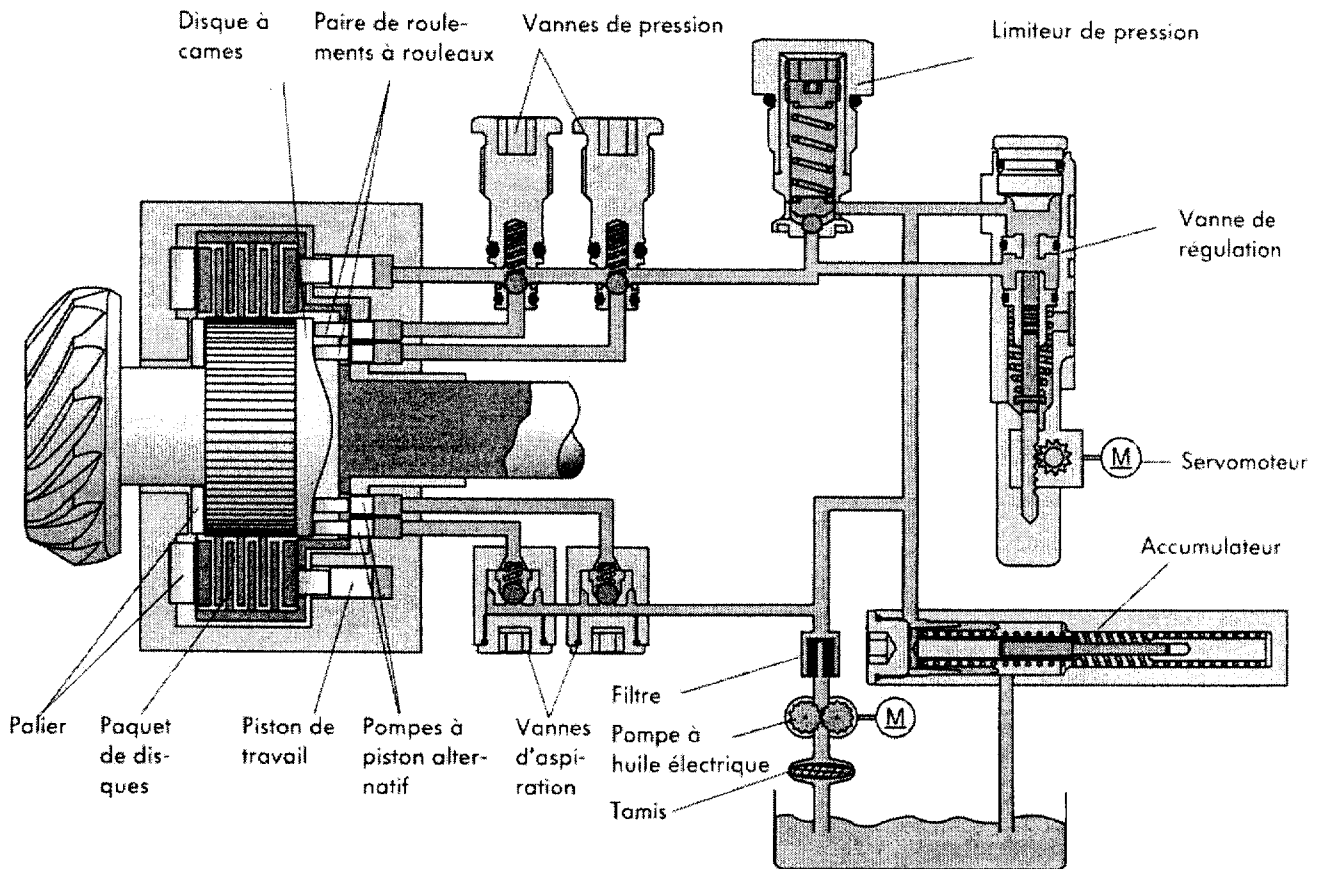
Utilisation du frein à main : les manœuvres pour contrôler le véhicule face à un sous-virage ou pour effectuer un virage brusque, sont possibles. Le coupleur Haldex détecte l'actionnement du frein à main par l'intermédiaire d'un contacteur. Le signal émis par ce dernier est utilisé par le calculateur pour désactiver la transmission de la motricité au pont arrière.

Fonctionnement en cas de manœuvre à très basse vitesse (stationnement, créneau,...) : l'embrayage Haldex n'offre aucune résistance, la pression au niveau des disques d'embrayage étant très faible.

Utilisation d'un banc d'essai à rouleaux pour tester le freinage ou l'accélération du véhicule :

- si le banc permet de tester simultanément les quatre roues, aucune opération supplémentaire n'est à réaliser sur le véhicule.
- si seules deux des quatre roues peuvent être testées simultanément, la vérification des freins doit être réalisée moteur éteint, mais seulement après avoir fait tourner celui-ci au moins cinq secondes pour créer le vide suffisant au niveau du circuit de freinage. La vérification de la puissance nécessite le démontage de l'arbre de transmission inter-pont pour éviter tout risque d'accident.

## 5- Fonctionnement de la partie hydraulique.



Cas du système exempt de pression (voir figure ci-dessus) : le limiteur de pression détermine la pression maximale au niveau des disques du coupleur. Le coupleur à disques peut ainsi autoriser, à l'état ouvert ou presque fermé, un certain patinage.

Etablissement de la pression : une pompe à huile est activée électriquement à partir d'un régime moteur supérieur à 400 tr/min.

Les pistons alternatifs sont ainsi alimentés en huile et simultanément amenés en contact et maintenus en appui sur le disque à cames par les roulements à rouleaux. La pression de pré-alimentation de 4 bars est définie par l'accumulateur.

Vanne de régulation fermée : la pression d'huile est générée par les pistons alternatifs et acheminée au piston de travail via les vannes de pression. La pression au niveau des disques est maximale.

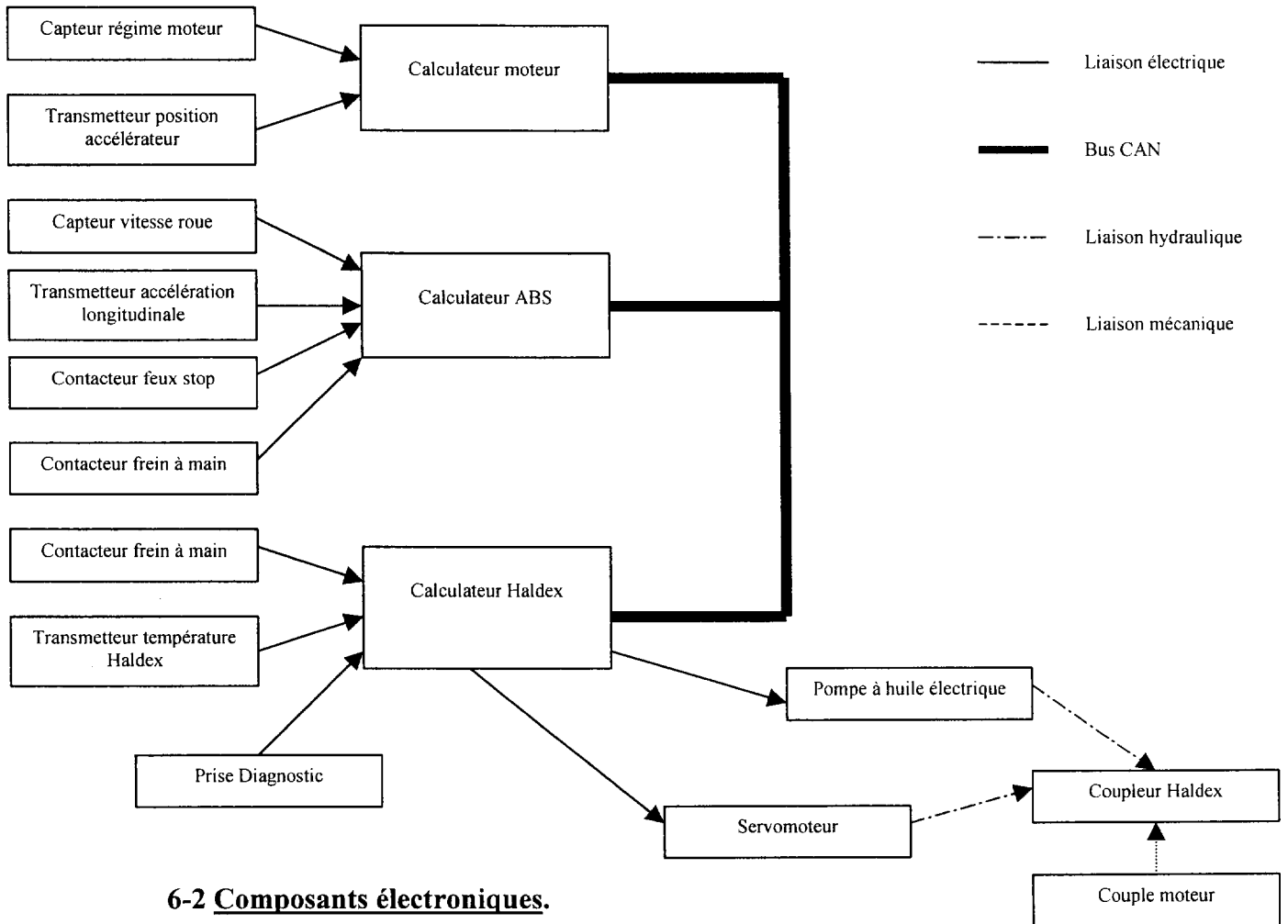
Vanne de régulation ouverte d'un tiers : le coupleur ne permet plus qu'une transmission limitée du couple, ce qui correspond à une transmission intégrale réduite.

Vanne de régulation ouverte : le coupleur à disques est ouvert et aucune transmission du couple n'a lieu.



## 6- Fonctionnement de la partie électrique.

### 6-1 Synoptique du système.

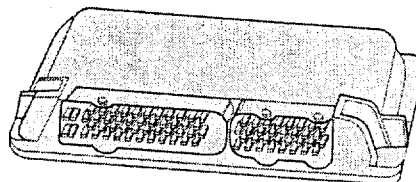


### 6-2 Composants électroniques.

#### A- Calculateur du moteur.

Le calculateur prend en compte des informations liées au couple.  
Il délivre les signaux suivants via le bus CAN :

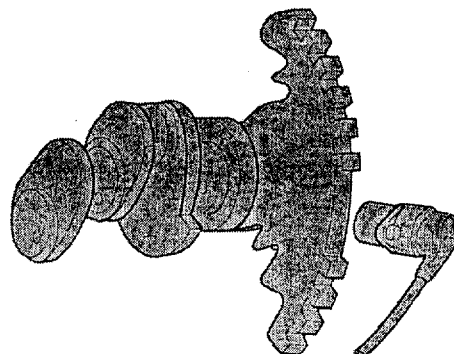
- Régime moteur
- Position de l'accélérateur



## **B- Transmetteur de régime.**

Il s'agit d'un capteur inductif qui enregistre la position angulaire précise du vilebrequin en vue de déterminer le régime moteur.

Dès que le moteur tourne, la couronne dentée défile devant le transmetteur, créant une tension alternative dont la fréquence varie en fonction du régime moteur. Cette fréquence est exploitée par le calculateur pour la détection du régime moteur.



Pour détecter la position du vilebrequin, l'absence de deux dents sur le pignon transmetteur sert de repère de référence.

En cas de défaillance du signal, le moteur ne peut ni être lancé, ni tourner.

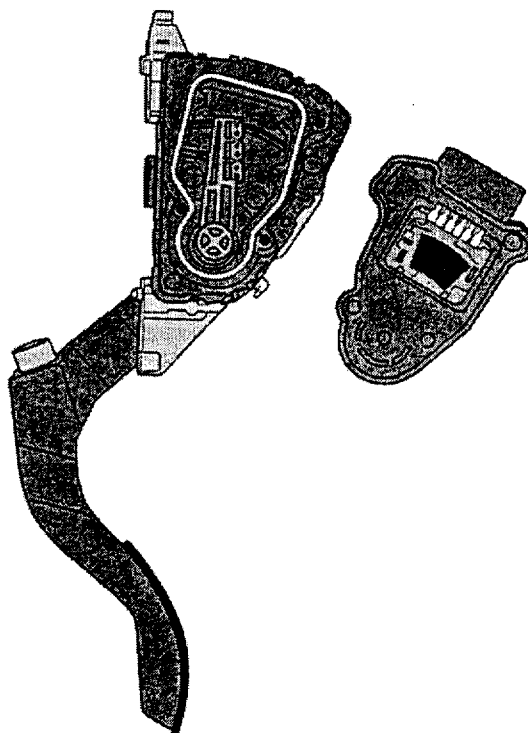
## **C- Transmetteur de position de l'accélérateur.**

L'accélérateur est électrique : le câble mécanique est remplacé par une commande électronique.

Le transmetteur de valeur de la pédale sert à transmettre les ordres du conducteur au calculateur du moteur. Il délivre un signal analogique correspondant à la position de la pédale d'accélérateur.

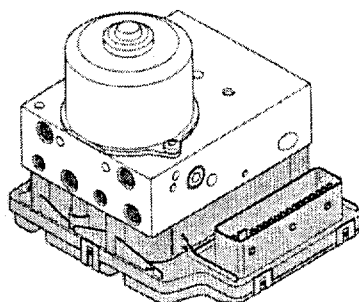
Pour des raisons de sécurité, le transmetteur de position possède deux potentiomètres fonctionnant indépendamment l'un de l'autre. Le calculateur surveille le fonctionnement et la plausibilité des deux transmetteurs dont la courbe caractéristique diffère.

En cas de défaillance de l'un des transmetteurs, le second joue le rôle de remplaçant et le témoin de défaut de la commande d'accélérateur électrique s'allume dans le porte-instruments.



#### **D- Calculateur d'ABS.**

Le calculateur comporte deux systèmes de calcul pour plus de sécurité en cas de défaillance. Les deux systèmes surveillent différents composants et se surveillent mutuellement.



Le bus CAN fournit au calculateur Haldex les signaux suivants :

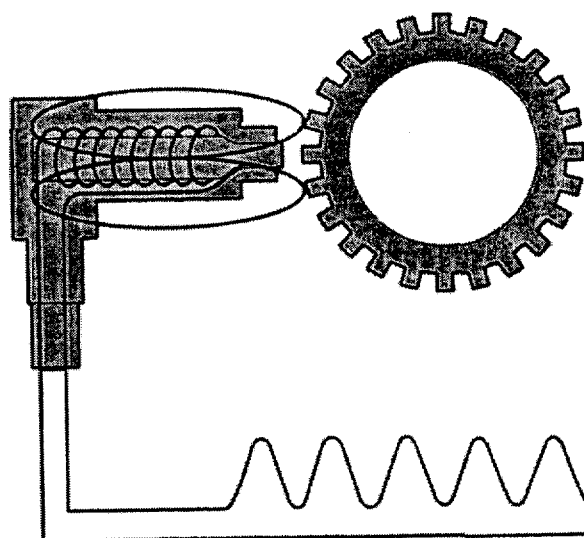
- transmetteurs de vitesse de rotation des roues
- contacteur de feux stop
- contacteur de frein à main
- transmetteur d'accélération longitudinale.

Si le véhicule est équipé d'un programme électronique de stabilité (ESP), la nécessité d'une régulation ESP est prioritaire sur une fonction de transmission intégrale.

En cas de défaillance totale du calculateur, le conducteur dispose toujours du système de freinage classique sans régulation et sans fonction de transmission intégrale.

#### **E- Capteurs de vitesse.**

Ils enregistrent la variation de vitesse de rotation de chaque roue et la délivrent au calculateur.



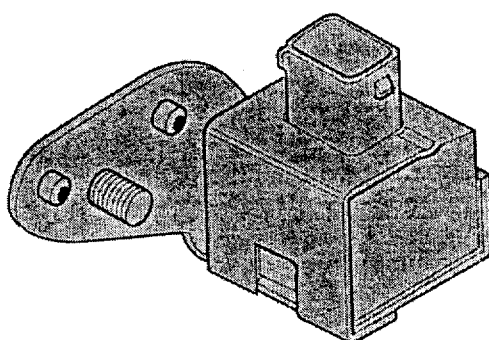
Le calculateur reconnaît à partir des fréquences la vitesse de rotation instantanée individuelle des roues.

En cas de défaillance du signal, il n'y a plus de régulation ABS.

#### **F- Transmetteur d'accélération longitudinale.**

Lorsque le coupleur Haldex est fermé, il y a couplage rigide des roues avant et arrière.

Le calcul de la vitesse réelle du véhicule est déterminée à partir des différents capteurs de vitesse de rotation de roue et peut, en cas de faible adhérence et avec le coupleur fermé, être trop imprécis dans des conditions particulières. La mesure de l'accélération longitudinale corrobore la vitesse calculée du véhicule.

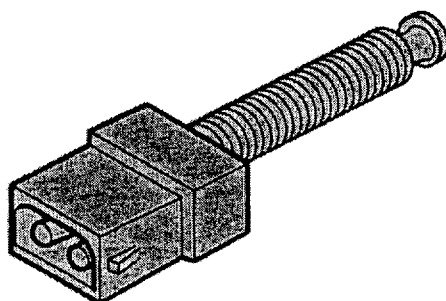


Répercussion en cas de défaillance du signal : sans la mesure supplémentaire de l'accélération longitudinale, il est possible que, dans des conditions défavorables, la vitesse réelle du véhicule ne puisse pas être définie avec précision. Les fonctions ESP (programme électronique de stabilité) et ASR (système anti-patinage) sont alors inhibées.

Durant une régulation ESP, le coupleur Haldex est ouvert.

#### **G- Contacteur de feux stop.**

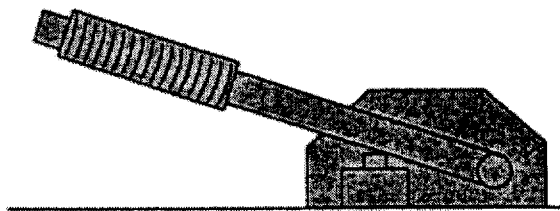
Il fournit au calculateur d'ABS l'information "frein actionné".



Le calculateur ABS informe le calculateur du coupleur via le bus CAN. Lors du freinage, le calculateur du coupleur ouvre immédiatement le régulateur de pression par l'intermédiaire du servomoteur et le coupleur Haldex est exempt de pression. En cas d'absence de cette information : Le calculateur ABS renseigne malgré tout le calculateur Haldex de l'action de freinage.

#### **H- Contacteur de frein à main.**

Il délivre au calculateur d'ABS et simultanément au calculateur du coupleur l'information "frein à main actionné". Tandis que le calculateur ABS transmet l'information "filtrée" via l'Haldex, ce dernier reçoit l'information directement depuis le contacteur de frein à main. Lorsque le signal du contacteur de frein à main est détecté, le coupleur Haldex s'ouvre.



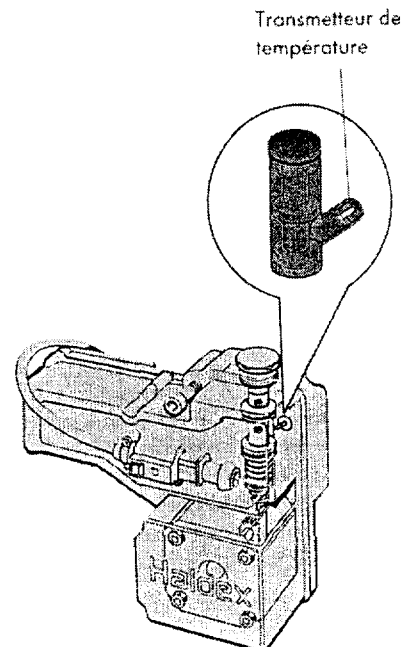
En cas de défaillance du signal, on n'a plus aucune régulation de la transmission intégrale et on observe des pertes au niveau du confort lors de régulations ABS.

#### **I- Transmetteur de température du coupleur.**

Il capte la température momentanée de l'huile hydraulique et transmet l'information au calculateur du coupleur. Cette information sert à l'adaptation en fonction des variations de viscosité de l'huile hydraulique.

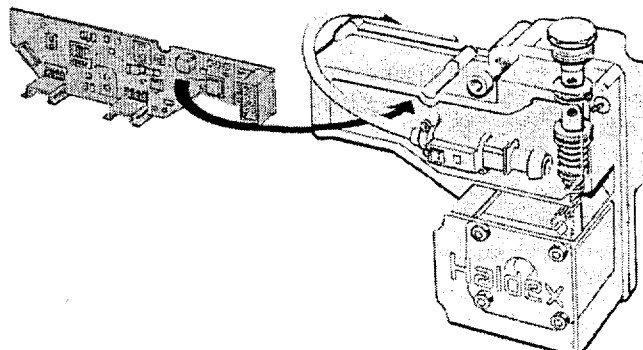
Si la température de l'huile dépasse 100°, le coupleur passe en mode exempt de pression.

Si la température redescend en dessous de 100°, une pression est à nouveau appliquée au coupleur.



### **J- Calculateur du coupleur.**

Il est fixé directement sur le coupleur et constitue une unité avec le servomoteur et la vanne de régulation.



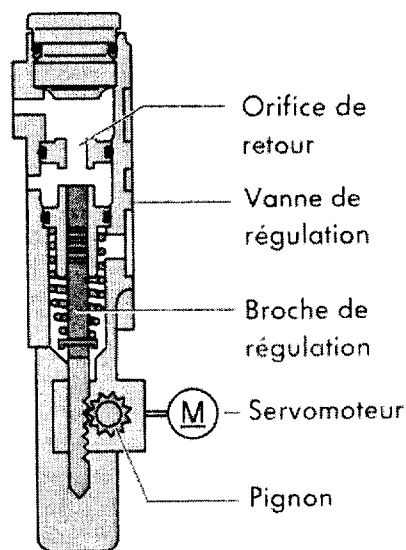
Le calculateur du coupleur échange des informations via le bus CAN avec le calculateur moteur et celui de l'ABS. Il détermine, à partir des signaux des capteurs des calculateurs, la pression d'huile à appliquer au niveau des disques du coupleur. Cette pression définit le couple à transmettre au train arrière.

### **K- Servomoteur.**

Il est intégré dans le boîtier du calculateur du coupleur.

Le servomoteur est alimenté en tension par le calculateur du coupleur et fonctionne comme un moteur pas à pas.

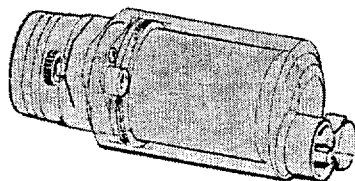
La hauteur de la broche de régulation, réglée par un pignon, modifie dans le régulateur de pression la section d'un orifice de retour. Cela permet de définir la pression au niveau du piston de travail et des disques.



### **L- Pompe électrique.**

Elle est alimentée en tension par le calculateur du coupleur après lancement du moteur et dès que celui-ci a atteint un régime supérieur à 400 tr/min. La pompe refoule l'huile au niveau des pistons alternatifs et amène ces derniers en appui sur le disque à cames par l'intermédiaire des roulements à rouleaux.

Simultanément, l'huile est envoyée au piston de travail. Cela supprime le jeu du paquet de disques et permet d'obtenir un comportement en réponse plus rapide.



## **7- Procédure de contrôle du fonctionnement du coupleur Haldex.**

Placer les roues avant du véhicule sur un banc de contrôle à rouleaux.

Il est indispensable de laisser un espace libre devant le véhicule et d'effectuer le contrôle avec les précautions qui s'imposent pour éviter tout risque d'endommagement.

Engager la 1<sup>ère</sup> vitesse et démarrer lentement.

Si, à un régime moteur de 1500 tr/min, le véhicule ne sort pas du banc de contrôle, le coupleur Haldex est défectueux.

Nota : les roues avant étant entraînées et les roues arrière immobiles, le coupleur Haldex se bloque, ce qui signifie que les roues arrière sont également entraînées. Ce n'est qu'à des régimes de moteur légèrement supérieurs au régime de ralenti que le coupleur Haldex peut brièvement capter les différences de régime sans se bloquer.

## **8 - Caractéristiques du véhicule.**

Moteur 4 cylindres en ligne turbocompressé à 2,1 bar

Cylindrée : 1781 cm<sup>3</sup>

Puissance maxi : 166 kW (225 ch) à 5900 tr/min

Couple maxi : 280 Nm de 2200 à 5500 tr/min

Transmission aux 4 roues, non permanente pour les roues arrière

Boîte de vitesses manuelle à 6 rapports type Tiptronic

Rapports de boîte de vitesses :

1 <sup>ère</sup>	: 3,417 / 1
2 <sup>ème</sup>	: 2,105 / 1
3 <sup>ème</sup>	: 1,429 / 1
4 <sup>ème</sup>	: 1,088 / 1
5 <sup>ème</sup>	: 1,097 / 1
6 <sup>ème</sup>	: 0,912 / 1
Marche arrière	: 4,107 / 1

Rapport de transmission final : 3,316 / 1

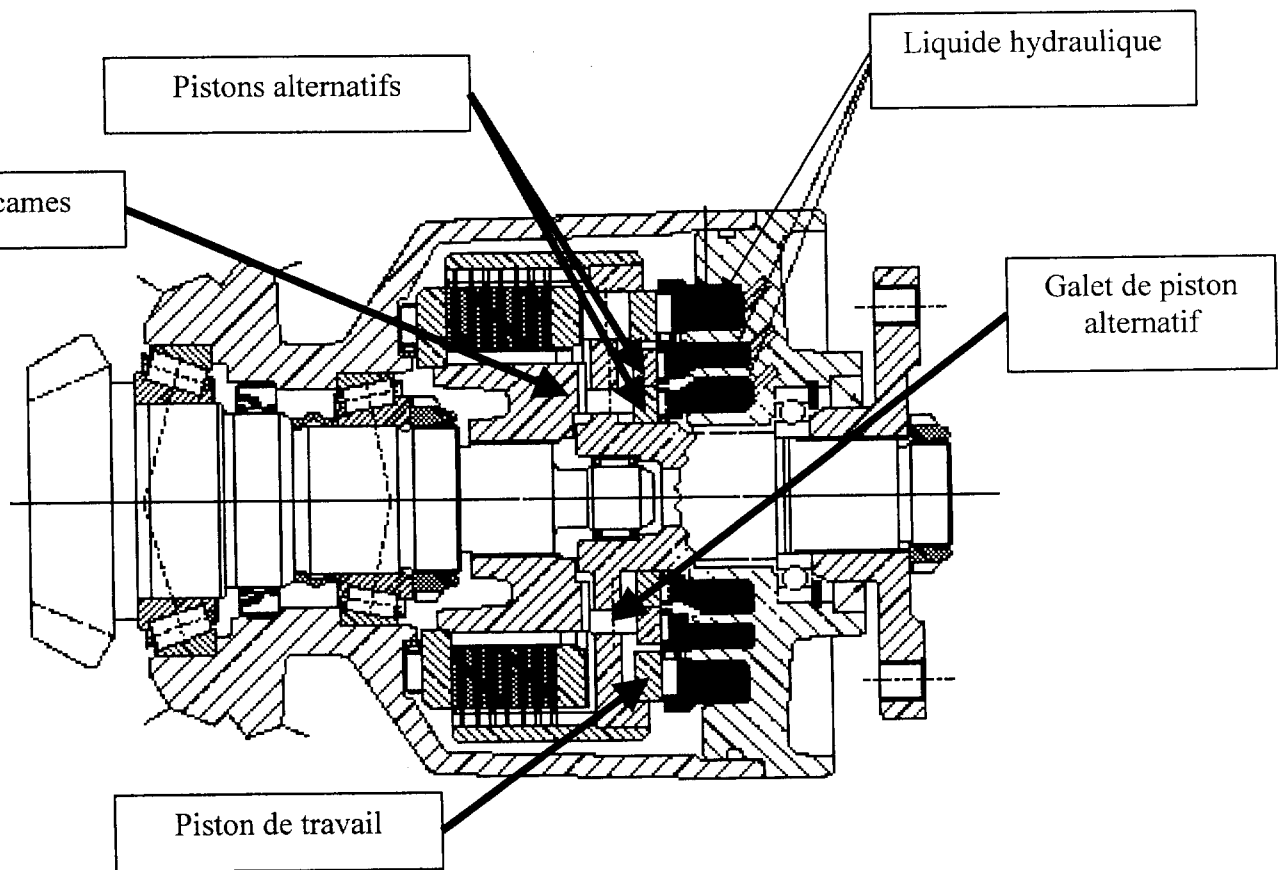
Jantes : 7,5 J x 17 (Rappel : 1" = 25,4 mm)  
Pneumatiques : 225 / 45 R 17

Dimensions : empattement : 2429 mm  
voie avant : 1528 mm  
voie arrière : 1505 mm

Masse à vide : 1484 kg

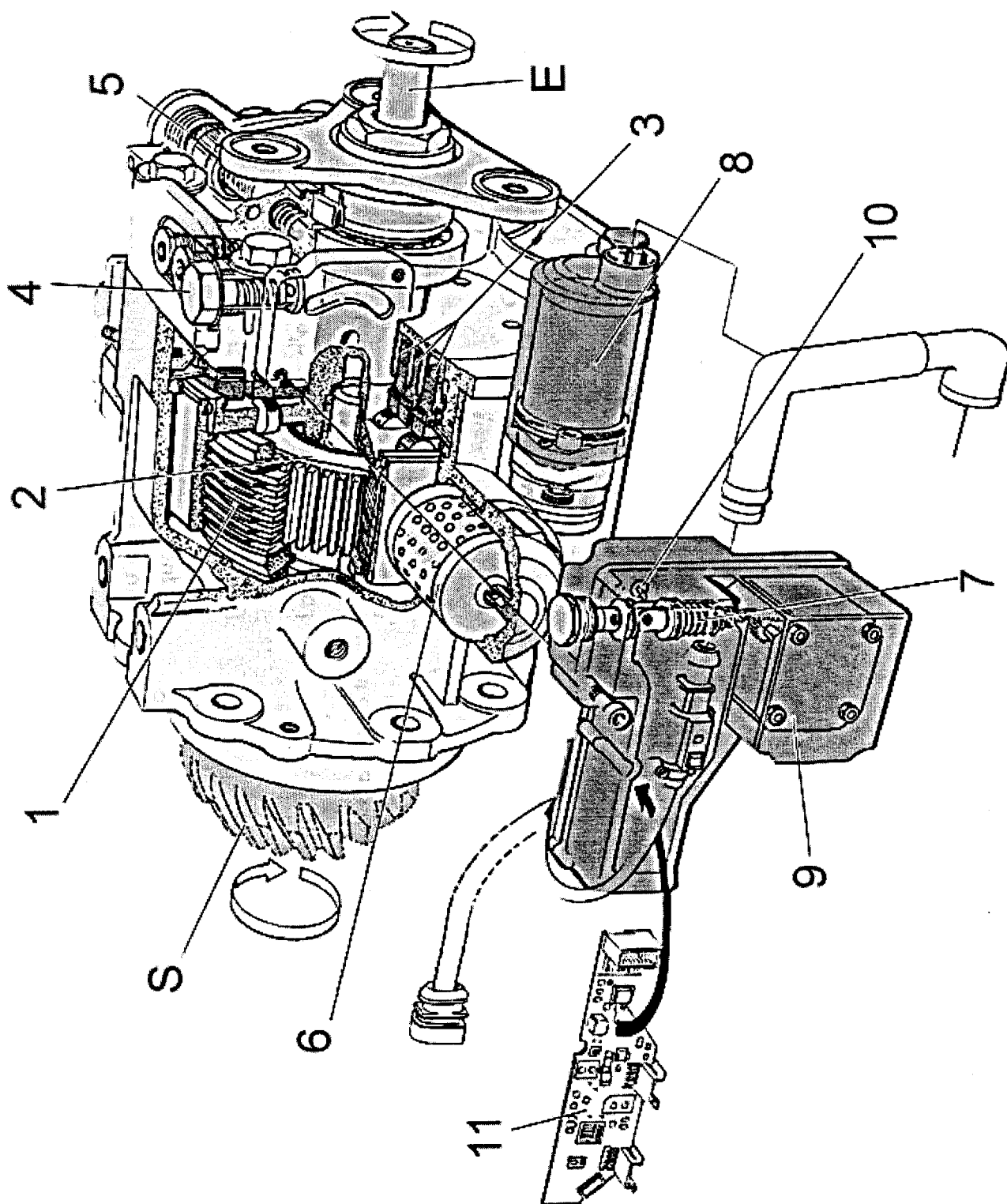
Performances : - vitesse maxi sur circuit : 243 km/h  
- accélération de 0 à 100 km/h : 6,3 s

### 9- Schémas techniques et normes.



**Coupe longitudinale du coupleur Haldex**





**NB : La nomenclature du dessin se trouve en page 3/23 du D.T.**

**Vue éclatée du coupleur Haldex**

Norme de Schématisation Mécanique

LIAISONS USUELLES DE DEUX SOLIDES		NF EN 22952, ISO 2952	
Désignation	Mouvements relatifs	Symbole	
		Représentation plane	Représentation en perspective
Liaison encastrement ou liaison fixe	0 degré de liberté		
	0 rotation 0 translation		
Liaison pivot	1 degré de liberté		
	1 rotation 0 translation		
Liaison glissière	1 degré de liberté		
	0 rotation 1 translation		
Liaison hélicoïdale	1 degré de liberté		
	1 rotation et 1 translation conjuguées		
Liaison pivot-glissant	2 degrés de liberté		
	1 rotation 1 translation		
Liaison sphérique à doigt	2 degrés de liberté		
	2 rotation 0 translation		
Liaison rotule ou liaison sphérique	3 degrés de liberté		
	3 rotation 0 translation		
Liaison appui-plan	3 degrés de liberté		
	1 rotation 2 translation		
Liaison sphère-cylindre ou liaison linéaire annulaire	4 degrés de liberté		
	3 rotation 1 translation		
Liaison linéaire rectiligne	4 degrés de liberté		
	2 rotation 2 translation		
Liaison sphère-plan ou liaison ponctuelle*	5 degrés de liberté		
	3 rotation 2 translation		

Les liaisons entre deux solides se définissent par la connaissance des caractéristiques générales suivantes :  
 la géométrie de contact (plan-plan, plan-cylindre, plan-sphère, cylindre-cylindre, etc.) ;  
 la fonction mécanique de la liaison, ou l'aptitude du contact à transmettre des efforts et à permettre des mouvements relatifs (degrés de liberté).

REMARQUE :  
 Les symboles des liaisons sont indépendants des solutions technologiques.

ENGRENAGES					
Types de dentsures*	Types de dentsures*				
	Droite	Hélicoïdale	Chevron	Spirale	
Roue à denture extérieure					
Roue à denture intérieure					
* INDICATION INDICATIVE					
Exemples d'applications					
Roue cônica					
Secteur denté					
Vis sans fin					
Crémaillère					
DIVISEURS ET ROCHETS					
Diviseur n = nombre de divisions		Encliquetage à rochet			
ACCOUPLLEMENTS - EMBRAYAGES - COUPLEURS - FREINS					
Accouplement (symbole général)		Embrayage (symbole général)		Coupleur automatique	
Accouplement rigide		Embrayage à même sens de marche		Embrayage à friction centrifuge	
Accouplement compensateur de dilatation		Embrayage à deux sens de marche		Roue libre	
Accouplement élastique		Coupleur hydraulique		Accouplement limiteur de couple	
Joint de cardan		Coupleur électrique		Frein (symbole général)	

\* Non normalisé

**TRANSMISSION DE L'ÉNERGIE ET APPAREILS DE CONDITIONNEMENT**

Conduite de travail, de retour, d'alimentation		Purge d'air continue		Réservoir à l'air libre Conduite débouchant au-dessus du fluide	
Conduite de pilotage, de fuite, de purge...		Purge d'air temporaire		Conduite débouchant au-dessous du niveau du fluide	
Raccordement de conduites		Raccord rapide auto-obturant accouplé		Filtre, crépine	
Conduite flexible		... désaccouplé		Purgeur à commande manuelle	
Croisement de conduites		Raccord rapide avec clapet de non-retour		Déshydrateur	
Source d'énergie hydraulique		Raccord rotatif à une voie		Lubrificateur	
Source d'énergie pneumatique		Silencieux pneumatique		Retourdoeur ou réfrigérant	
Liaison électrique		Réservoir d'air		Réchauffeur	
Liaison mécanique, arbres, leviers, tiges de pistons		Accumulateur (position verticale seulement)		Groupe de conditionnement : - filtre, - régulateur de pression, - manomètre, - lubrificateur	
Réunion de fonction en un seul bloc		Accumulateur hydro-pneumatique		Symbole simplifié	

**RÉGULATION**

Régulateur de débit - non réglable		Diviseur de débit		Limiteur de pression (soupape de sûreté)	
- réglable		Robinet vanne de pression		Réducteur de pression (détendeur)	

**Norme de Schématisation Hydraulique**

Norme de Schématisation Hydraulique

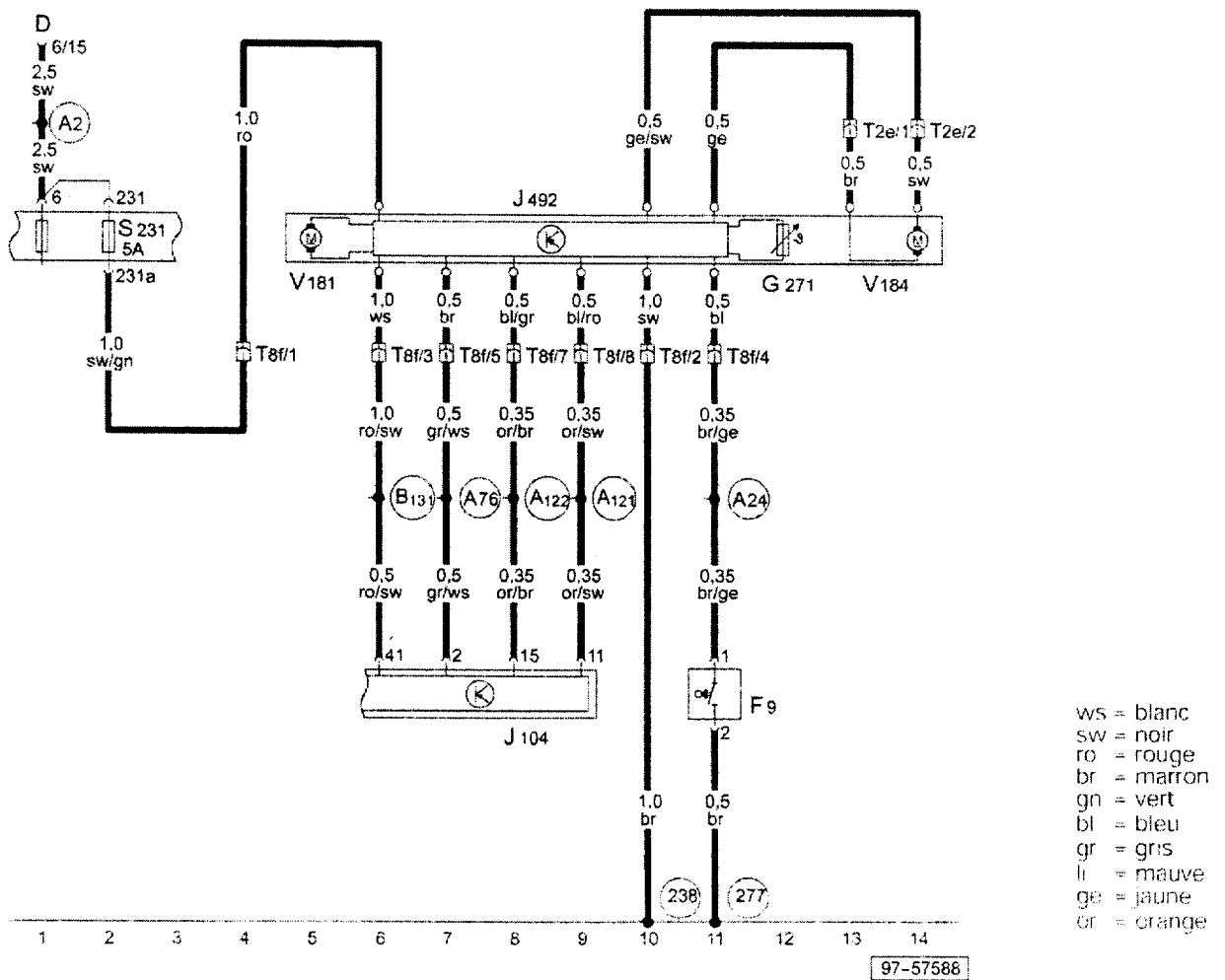
COMMANDES *					
Commande manuelle : - symbole général		Commande mécanique : - par poussoir		Commande indirecte par distributeur-pilote :	
- par bouton poussoir		- par ressort		- par augmentation de la pression - par diminution de la pression - par application d'une pression hydraulique	
- par bouton tirette		Commande électrique : - par électro-aimant à un enroulement		Commande combinée par électro-aimant et distributeur pilote	
- par bouton poussoir-tirette		- par électro-aimant à deux enroulements		Distributeur de maintien en position	
- par levier		- par moteur électrique		Dispositif de verrouillage (symbole du déverrouillage dans le rectangle)	
- par pédale		Commande par application ou baisse de pression		Dispositif à détente brusque (bascuteur)	
Commande mécanique par galet		Voie intérieure de commande			
DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE					
DISTRIBUTEURS					
Principe de représentation		Exemples d'applications			
La symbole constitué par des cases multiples indique un appareil à autant de positions que le symbole comporte de cases		Distributeur 2/2, hydraulique, à commande par électro-aimant et ressort de rappel			
S'il existe une position intermédiaire de passage, le case est délimitée par des traits interrompus courts		Distributeur 3/2, pneumatique, à commande par bouton poussoir et ressort de rappel			
Les positions intermédiaires de passage correspondant à des degrés variables d'étranglement d'écoulement sont représentées par deux traits parallèles		Distributeur 3/2, pneumatique, à commande par levier, dispositif de maintien en position			
Les conduites aboutissent à la case de la position de repos		Distributeur 4/2, hydraulique, à commande et rappel par électro-aimant			
À l'intérieur des cases, les flèches indiquent le sens de circulation du flux entre les orifices		Distributeur 5/2, pneumatique, à commande par pression des deux côtés			
Désignation	1 Le premier chiffre indique le nombre d'orifices. 2 Le second chiffre précise le nombre de positions distinctes.				

ACCESSOIRES DE DISTRIBUTION					
Sélecteur de circuit		Clapet de non-retour : - sans ressort		Clapet de non-retour piloté pour ouvrir	
Souape d'échappement rapide		- avec ressort		Clapet de non-retour avec étranglement réglable	
TRANSFORMATION DE L'ÉNERGIE					
Pompe hydraulique à cylindrée fixe - à un sens de flux et à un sens de rotation - à deux sens de flux et à deux sens de rotation		Variateur hydraulique		Vérin hydraulique à double effet - à simple tige	
Moteur hydraulique à cylindrée fixe : - à un sens de flux et à un sens de rotation - à deux sens de flux et à deux sens de rotation		Moteur électrique		- à double tige traversante	
Moteur pneumatique		Moteur thermique		Vérin différentiel	
Moteur hydraulique à cylindrée fixe :		Multiplicateur de pression : - à une seule nature de fluide - à deux nature de fluide		Vérin avec amortisseur : - fixe d'un côté - fixe des deux côtés	
Moteur hydraulique à cylindrée variable		Échangeur de pression air-huile - à simple effet		- réglable d'un côté	
Pompe à vide		- continu		- réglable des deux côtés	
Compresseur		Vérin pneumatique à simple effet en course aller : - évacuation à l'air libre - rappel par ressort		Vérin télescopique : - à simple effet - à double effet	
Pompe à moteur à cylindrée fixe et à deux sens de flux					
APPAREILS COMPLÉMENTAIRES					
Indicateur de pression		Indicateur de niveau		Compteur	
Manomètre		Thermomètre		Contact électrique à pression	
Manomètre différentiel		Débitmètre		Captur analogique	

## 10- Schémas de parcours du courant

### 10-1 Calculateur de transmission intégrale, calculateur d'ABS avec EDS

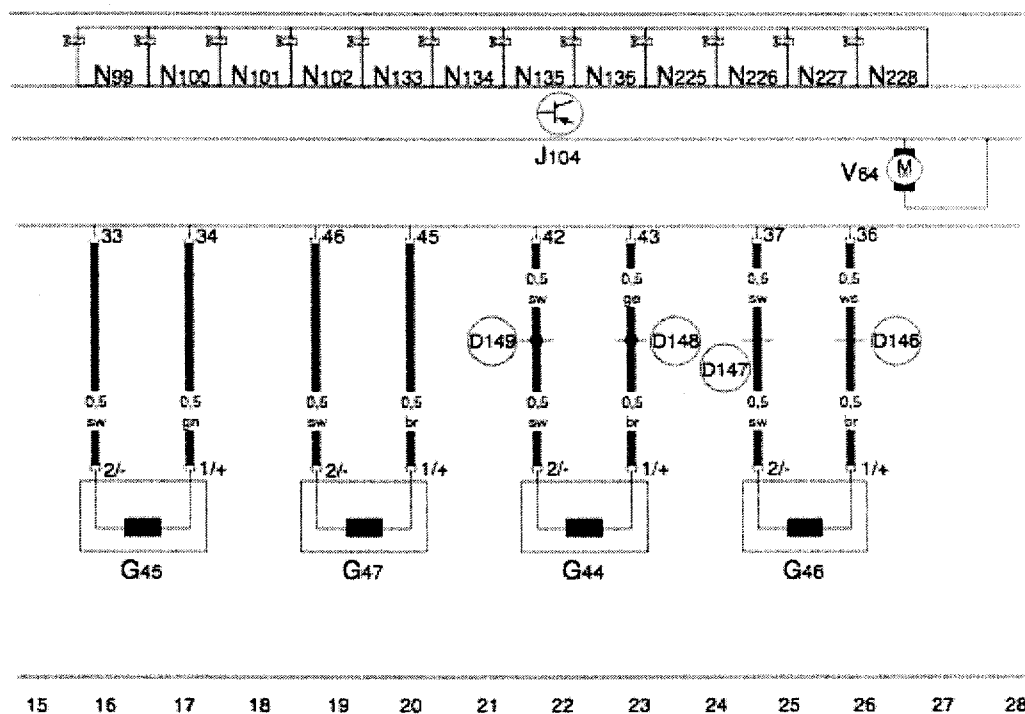
30 \_\_\_\_\_ 30  
 15 \_\_\_\_\_ 15  
 X \_\_\_\_\_ X  
 31 \_\_\_\_\_ 31



D	Contact-démarreur
F9	Contacteur de témoin de frein à main
G271	Transmetteur de température du système hydraulique
J104	Calculateur d'ABS avec EDS / ASR / ESP
J492	Calculateur de transmission intégrale
S231	Fusible sur le porte-fusibles
T2e	Connecteur, 2 raccords, sur le calculateur de transmission intégrale
T8f	Connecteur, 8 raccords, noir, sur le calculateur de transmission intégrale
V181	Pompe d'embrayage Haldex
V184	Servomoteur de pression d'huile
238	Raccord de mise à la masse -1- , dans le câblage de l'habitacle
277	Raccord de mise à la masse -3- , dans le câblage de l'habitacle
A2	Raccord positif (15), dans le câblage du tableau de bord
A24	Raccord (contrôle du système de freinage), dans le câblage du tableau de bord
A76	Raccord (câble de diagnostic K), dans le câblage du tableau de bord
A121	Raccord (High-Bus), dans le câblage du tableau de bord
A122	Raccord (Low-Bus), dans le câblage du tableau de bord
B131	Raccord (54), dans le câblage de l'habitacle

## 10-2 Calculateur d'ABS avec capteur de vitesse, vannes du système antiblocage, pompe hydraulique ABS

30	30
15	15
X	X
31	31



Voir code couleur des fils page 20/23.

G44	Capteur de vitesse AR D
G45	Capteur de vitesse AV D
G46	Capteur de vitesse AR G
G47	Capteur de vitesse AV G
J104	Calculateur d'ABS avec EDS
N99	Clapet d'admission d'ABS AV D
N100	Clapet d'échappement d'ABS AV D
N101	Clapet d'admission d'ABS AV G
N102	Clapet d'échappement d'ABS AV G
N133	Vanne d'admission d'ABS AR D
N134	Vanne d'admission d'ABS AR G
N135	Vanne d'échappement d'ABS AR D
N136	Vanne d'échappement d'ABS AR G
N225	Clapet de commutation -1- de régulation de la dynamique du véhicule
N226	Clapet de commutation -2- de régulation de la dynamique du véhicule
N227	Clapet de commutation haute pression -1- de régulation de la dynamique du véhicule
N228	Clapet de commutation haute pression -2- de régulation de la dynamique du véhicule
V64	Pompe hydraulique d'ABS
D146	Raccord (capteur de vitesse AR G +), dans le câblage du compartiment moteur
D147	Raccord (capteur de vitesse AR G -), dans le câblage du compartiment moteur
D148	Raccord (capteur de vitesse AR D +), dans le câblage du compartiment moteur
D149	Raccord (capteur de vitesse AR D -), dans le câblage du compartiment moteur



# Coupleur à Glissement Limité HALDEX

## DOSSIER QUESTIONS

Ce dossier contient 10 pages numérotées de 1/10 à 10/10.

Objet de l'étude : on se propose d'analyser les fonctions du système Haldex afin de réaliser une procédure de diagnostic suite à une défaillance observée sur le système.  
L'analyse des fonctions nous permettra de justifier certaines solutions techniques.  
L'épreuve se terminera par une étude de gestion d'un parc de véhicules de location

### Plan de l'étude.

- 1- Etude fonctionnelle
- 2- Etude de la partie mécanique
- 3- Etude de la partie hydraulique
- 4- Diagnostic
- 5- Gestion de maintenance

## **Etude du fonctionnement du système.**

### **1 Etude fonctionnelle**

**1-1** En vous aidant des informations fournies dans le Dossier Technique, exprimer la fonction globale du système. Répondre sur la page 2/10 du Dossier Réponses.

**1-2** A partir des pages 8/23 à 14/23 du Dossier Technique, compléter la page 2/10 du Dossier Réponses en recensant les entrées (informations reçues) et les sorties (actionneurs ou pré actionneurs commandés) du calculateur relatives au coupleur Haldex.

**1-3** Lister les informations transitant par le bus CAN nécessaires au calculateur Haldex pour gérer le fonctionnement du coupleur. Répondre sur la page 2/10 du Dossier Réponses.

### **2 Etude de la Partie mécanique**

#### **2-1 Schéma synoptique de transmission du mouvement**

Après avoir pris connaissance du Dossier Technique, compléter, sur la page 3/10 du Dossier Réponses, le schéma synoptique en précisant les différents sous-ensembles qui permettent de transmettre le mouvement du moteur jusqu'aux arbres de roues.

#### **2-2 Schéma cinématique**

**2-2-1** A l'aide des pages 4/23, 5/23, 7/23 et 15/23 à 18/23 du Dossier Technique, compléter le schéma cinématique du coupleur à glissement limité. Représenter les liaisons mécaniques et le piston alternatif manquants dans chacune des zones apparaissant en trait mixte sur la page 3/10 du Dossier Réponses.

**2-2-2** En vous aidant de la page 4/23 du Dossier Technique, expliquer quelles sont les fonctions des pistons alternatifs et de travail? Répondre sur la page 3/10 du Dossier Réponses.

#### **2-3 Etude des situations routières**

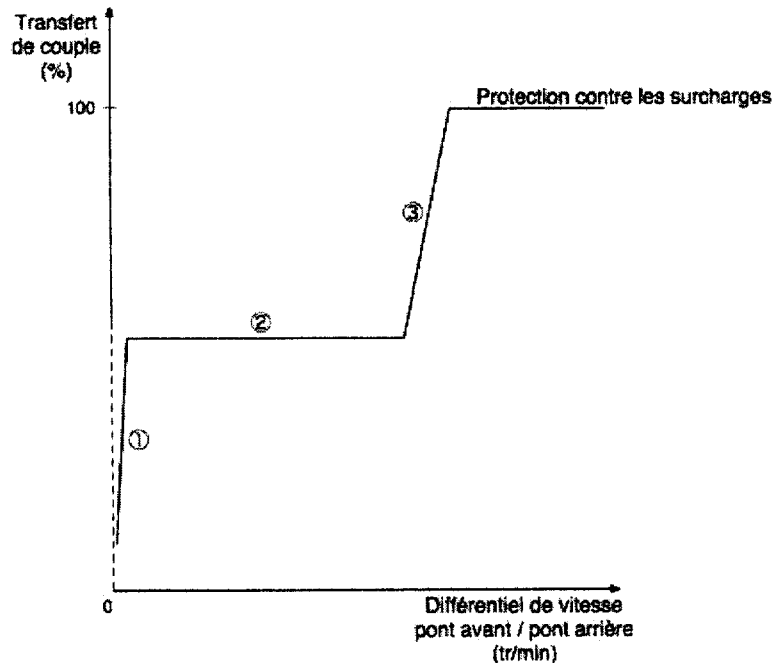
**2-3-1** En utilisant la page 6/23 du Dossier Technique, compléter le tableau d'étude des différentes situations routières sur le Dossier Réponses, page 4/10. Répondre en cochant les cases nécessaires selon l'exemple donné.

**2-3-2** Expliquer pourquoi le remorquage d'un véhicule en appui sur un seul train de roues doit absolument être réalisé moteur arrêté. Répondre sur la page 4/10 du Dossier Réponses.

**2-3-3** Que se passe-t-il en cas d'utilisation du frein à main en roulant? Pourquoi? Répondre sur la page 4/10 du Dossier Réponses.

## 2-4 Etude de la courbe $C = f(\Delta n)$

La courbe ci-dessous représente le pourcentage de couple transmis au pont arrière en fonction de la différence de vitesses de rotation des deux ponts.



2-4-1 A quoi correspond la partie de la courbe repérée (1)? Répondre sur la page 5/10 du Dossier Réponses.

2-4-2 Sur la page 5/10 du Dossier Réponses, mettre en correspondance les repères (2) et (3) avec leur définition associée.

## 2-5 Etudes mécanique et dynamique (répondre sur feuilles de copie examen)

Se reporter aux pages 14/23 et 15/23 du Dossier Technique.

2-5-1 Il suffit de 10° de patinage aux roues pour activer le couplage. A combien de tours cela correspond-il au niveau de l'arbre d'entrée du coupleur?

2-5-2 Le coupleur Haldex ne fonctionne qu'à partir d'un régime moteur minimal de 1500 tr/min.

A quelle vitesse minimale du véhicule (en première) cela correspond-il?

**2-5-3** L'Haldex peut fonctionner à une vitesse maximale de 6000 tr/min, avec des pics à 8000 tr/min (voir page 5/23 du Dossier Technique).  
Compte tenu des caractéristiques du moteur et de la transmission, cela est-il en correspondance? Justifier votre réponse.

**2-5-4** Calculer le couple maximal disponible à l'entrée du coupleur en 1<sup>ère</sup> vitesse.

### **3 Etude de la Partie hydraulique**

**3-1** Equilibre mécanique d'un élément du servomoteur : la broche de régulation. Voir pages 7/23 et 13/23 du Dossier Technique.

Répondre directement sur la page 5/10 du Dossier Réponses.

- isoler la broche dans le cas où la vanne de régulation est ouverte (établissement de la pression via les pistons)
- représenter les actions mécaniques appliquées sur la broche;
- écrire l'équation d'équilibre de la broche.

### **3-2 Schéma hydraulique.**

A l'aide des pages 7/23, 18/23 et 19/23 du Dossier Technique, compléter le schéma hydraulique du coupleur Haldex sur la page 6/10 du Dossier Réponses.

Respecter la norme de représentation des appareils hydrauliques figurant sur les pages 18/23 et 19/23 du Dossier Technique. L'ensemble sera représenté dans l'état stable de fonctionnement du coupleur activé.

### **3-3 Circuit hydraulique (répondre pages 7 et 8/11 du dossier réponses)**

En vous aidant de la page 7/23 du Dossier Technique, représenter le fonctionnement hydraulique du coupleur Haldex dans les configurations suivantes :

- Repérer les différents circuits hydrauliques, sur les pages 7/10 et 8/10 du Dossier Réponses, en les coloriant de couleurs différentes : vert pour la pression de retour, jaune pour la pression de préalimentation et rouge pour la pression de travail.
- Placer correctement les tiroirs de la vanne de régulation et les billes des clapets ( Représentation simplifiée des différents éléments ).

**3-3-1** Etablissement de la pression de la pompe électrique (pré-alimentation).

**3-3-2** Etablissement de la pression de travail via les pistons alternatifs (vanne de régulation fermée).

**3-3-3** Etablissement de la pression de travail via les pistons alternatifs (vanne de régulation ouverte d'un tiers).

**3-3-4** Etablissement de la pression de travail via les pistons alternatifs (vanne de régulation ouverte).

#### 4 Diagnostic (répondre sur feuilles de copie d'examen)

Un client, possesseur d'un véhicule à fort kilométrage, se plaint du fait que l'Haldex ne s'enclenche jamais, y compris lors de l'utilisation de son véhicule sur chaussée à faible adhérence. De plus, le témoin de défaut ABS est allumé.

4-1 Etablir la liste des causes possibles de ce dysfonctionnement.

4-2 Lors de la réception du véhicule, le technicien constate la présence d'un défaut ABS (témoin lumineux allumé au tableau de bord).

Le branchement d'un appareil de diagnostic multimarque fait apparaître qu'un capteur de roue est défectueux après quelques contrôles.

Le technicien décide de remplacer ce capteur de roue.

Définir une séquence de tests permettant de confirmer la remise en conformité du véhicule.

4-3 Lors d'un des tests précédents, le technicien constate le non fonctionnement du coupleur Haldex et que le voyant ABS est éteint.

Le branchement de son appareil de diagnostic ne fait apparaître aucun défaut.

Lister les contrôles que le technicien doit effectuer?

4-4 Lors du diagnostic, différentes mesures ont été effectuées et reportées dans le tableau suivant :

	Valeurs / Etat	Conditions de mesure
Alimentation et masse du calculateur ABS	$U_{bat}$	
Alimentation et masse du calculateur Haldex	$U_{bat}$	Contact mis Fil Rouge $U_{bat}$ / 238 Fil Noir $U_{bat}$ / A2
Capteurs de vitesse de roues	Présence signal correct	Voies 33-34, 45-46, 42-43 et 36-37 Véhicule roulant
Transmetteur d'accélération longitudinale	Présence signal correct	
Transmetteur d'accélération transversale	Présence signal correct	
Transmetteur de lacet	Présence signal correct	
Pression « piston de travail »	4 bar	Selon procédure de test constructeur (voir page 14/23 du Dossier Technique)
Pression « pompe électrique »	4 bar	
Température huile coupleur	70° C	

Se reporter également aux caractéristiques du coupleur page 5/23 du Dossier Technique.

Quel est l'élément défectueux? Justifier votre réponse.

## **5 Gestion de Maintenance**

Un loueur de véhicules longue durée possède un parc de voitures identiques qui est à renouveler.

L'entreprise décide d'étudier l'historique des pannes survenues afin de déterminer les temps d'immobilisation des véhicules en atelier. Pour ce faire la méthode de Pareto sera utilisée.

Les sept véhicules sont des Volkswagen Passat, modèle 2001 du n° WWV 3BZ1P 000001 au n° WWV 3BZ1P 000007.

### **Historique des pannes**

#### **Code panne : A**

**Type de panne :** Difficultés de passage des vitesses par temps de gel (les vitesses passent mal, notamment la seconde).

**Cause :** Un confort de sélection réduit à basse température extérieure est inhérent à la conception. L'huile encore froide et visqueuse ne peut être dégagée rapidement de la surface de friction du synchroniseur. Le passage s'améliore au fur et à mesure que l'huile de boîte se réchauffe.

**Solution :** L'échange de la boîte n'apporte pas de remède. En cours d'étude.

#### **Code panne : B**

**Type de panne :** Le véhicule ne peut être démarré ou seulement après avoir manœuvré plusieurs fois le levier de sélection.

**Cause :** Boîte de vitesses auto 5 rapports ZF.  
Réglage du câble de sélection.  
Câble de sélection décroché.  
Arrêteur reliant de levier de sélection à la boîte tombé.

**Solution :** Réglage du câble de sélection et remplacement si nécessaire. Le remplacement du contacteur multifonction n'est pas nécessaire.

#### **Code panne : C**

**Type de panne :** Manque de puissance, fumée noire. Défaut mémorisé : pression tubulaire d'admission différente de régulation.

**Cause :** Le flexible de pression de suralimentation allant du turbocompresseur au radiateur d'air de suralimentation est usé (frottement) dans la zone de la pompe de refroidissement du carburant.

**Solution :** Remplacer le flexible usé. A l'aide d'un serre-câbles, créer un écartement plus important à l'endroit du frottement (détacher la fiche de câble du flexible d'air de suralimentation).

### **Code panne : D**

**Type de panne :** Pas de puissance par temps pluvieux.

**Cause :** En cas de forte pluie, une quantité d'eau trop importante est aspirée par l'admission d'air. Elle s'infiltré par le filtre à air à l'intérieur du débitmètre d'air massique et fausse le signal mesuré par le débitmètre, ce qui fait chuter brièvement la puissance. Une fois l'humidité évaporée, le débitmètre d'air massique fonctionne de nouveau normalement et ne présente par conséquent aucun défaut.

**Solution :** Obturer l'admission d'air dans la calandre avec la feuille réf. 100 853 001. Vérifier si la cartouche du filtre à air est trempée ou si elle est positionnée de façon incorrecte. Dans les deux cas, la cartouche du filtre à air doit être remplacée. Vérifier la mémoire de défaut des appareils de commande et procéder en cas d'erreur comme indiqué dans l'Assistant de dépannage. Le remplacement du débitmètre d'air massique n'est autorisé que si l'Assistant de dépannage vous y invite expressément.

### **Code panne : E**

**Type de panne :** A-coups moteur à 1500-2000 tr/min. Moteur injecteurs-pompe.

**Cause :** Turbulences au recyclage des gaz d'échappement.

**Solution :** En cas de réclamation, effectuer un essai routier en débranchant le recyclage des gaz d'échappement. Si le défaut a disparu, remplacer l'appareil de commande moteur.

### **Code panne : F**

**Type de panne :** Usure anormale des pneumatiques.

**Cause :** Silent-blocs des triangles défectueux.

**Solution :** Changer les triangles et contrôler la géométrie du train.

### **Code panne : G**

**Type de panne :** Lève-vitre cassé.

**Cause :** Support de vitre sur le berceau de porte cassé.

**Solution :** Remplacement du berceau de porte avec nouvelle référence : modèle en alliage d'aluminium ou montage kit de réparation berceau de porte réf. 1J28980--.

**Code panne : H**

**Type de panne :** Coffre ne ferme plus ou reste bloqué fermé.

**Cause :** Serrure de coffre défectueuse.

**Solution :** Remplacement du dessus de la serrure de coffre.

**Tableaux des incidents pour chaque véhicule**

<b>N° véhicule WVW 3BZ1P 000001</b>			
<b>Date</b>	<b>Kilométrage (km)</b>	<b>Code panne</b>	<b>Durée d'immobilisation pour le loueur (jours)</b>
04/05/01	12328	D	1,5
12/10/01	47285	G	1
24/12/01	62743	A	5
27/05/02	93122	E	3
17/08/02	111247	H	2
12/09/02	117325	D	1,5
03/12/02	132628	G	1
12/03/03	155317	F	3
30/06/03	178216	C	2
11/09/03	193621	G	1

<b>N° véhicule WVW 3BZ1P 000002</b>			
<b>Date</b>	<b>Kilométrage (km)</b>	<b>Code panne</b>	<b>Durée d'immobilisation pour le loueur (jours)</b>
15/08/01	27431	G	1
12/09/01	31217	D	1,5
03/10/01	35543	E	4
20/06/02	72813	B	3
15/07/02	78425	G	1
30/08/02	83873	H	2
02/01/03	122174	D	1,5
23/07/03	175718	F	4
17/10/03	198121	D	1,5



<b>N° véhicule WVW 3BZ1P 000003</b>			
<b>Date</b>	<b>Kilométrage (km)</b>	<b>Code panne</b>	<b>Durée d'immobilisation pour le loueur (jours)</b>
17/09/01	42825	B	2,5
4/01/02	73438	D	1,5
22/07/02	111485	G	1
04/08/02	113125	G	1
12/02/03	153612	B	2,5
28/09/03	191217	F	3

<b>N° véhicule WVW 3BZ1P 000004</b>			
<b>Date</b>	<b>Kilométrage (km)</b>	<b>Code panne</b>	<b>Durée d'immobilisation pour le loueur (jours)</b>
28/03/01	3285	A	1
13/04/01	4325	A	2,5
15/05/01	10848	E	3
23/06/01	17328	D	1,5
17/07/01	23111	E	5
09/09/01	36652	D	1
28/09/01	41123	G	1
12/10/01	42815	G	1
27/03/02	73425	D	1,5
08/07/02	102203	H	2
08/05/03	162617	C	2
08/09/03	180283	F	3

<b>N° véhicule WVW 3BZ1P 000005</b>			
<b>Date</b>	<b>Kilométrage (km)</b>	<b>Code panne</b>	<b>Durée d'immobilisation pour le loueur (jours)</b>
25/07/01	31228	E	4
12/11/01	52913	G	1
04/06/02	92791	C	2
19/09/02	123145	H	2
02/04/03	161814	F	3
11/09/03	191183	G	1
02/10/03	196199	D	1,5

N° véhicule WWW 3BZ1P 000006			
Date	Kilométrage (km)	Code panne	Durée d'immobilisation pour le loueur (jours)
05/05/01	3212	E	5
16/05/01	3725	E	2
27/06/01	6573	E	2
14/11/01	42138	D	1,5
23/01/02	51819	G	1
27/02/02	56785	G	1
12/06/02	73461	D	1,5
16/08/02	91325	G	1
25/07/03	147831	H	2
27/10/03	177028	F	4

N° véhicule WWW 3BZ1P 000007			
Date	Kilométrage (km)	Code panne	Durée d'immobilisation pour le loueur (jours)
18/05/01	12085	E	4
02/08/01	35483	D	1,5
03/02/02	67814	G	1
09/03/02	72425	A	1
28/04/02	83081	D	1
03/03/03	132185	G	1
30/09/03	188731	F	4

**5-1** Recenser les pannes en prenant en compte :

- le nombre d'interventions effectuées par type de panne
- le temps d'immobilisation du véhicule par type de panne.

Compléter le tableau page 9/10 du Dossier Réponses.

**5-2** Effectuer les calculs nécessaires pour créer les graphes de Pareto et reporter les valeurs dans le tableau page 9/10 du Dossier Réponses.

**5-3** Etablir les graphes de Pareto en nombre de pannes et en temps d'immobilisation. Faire apparaître les pourcentages cumulés en superposition sur la même courbe. Utiliser les axes page 10/10 du Dossier Réponses.

Sur feuilles de copie examen, en déduire les priorités d'action sur les véhicules pour le constructeur et la stratégie du loueur pour le futur dans le cas où il conserve les mêmes véhicules ( Pour les deux premiers codes pannes uniquement ).

## **Coupleur à Glissement Limité HALDEX**

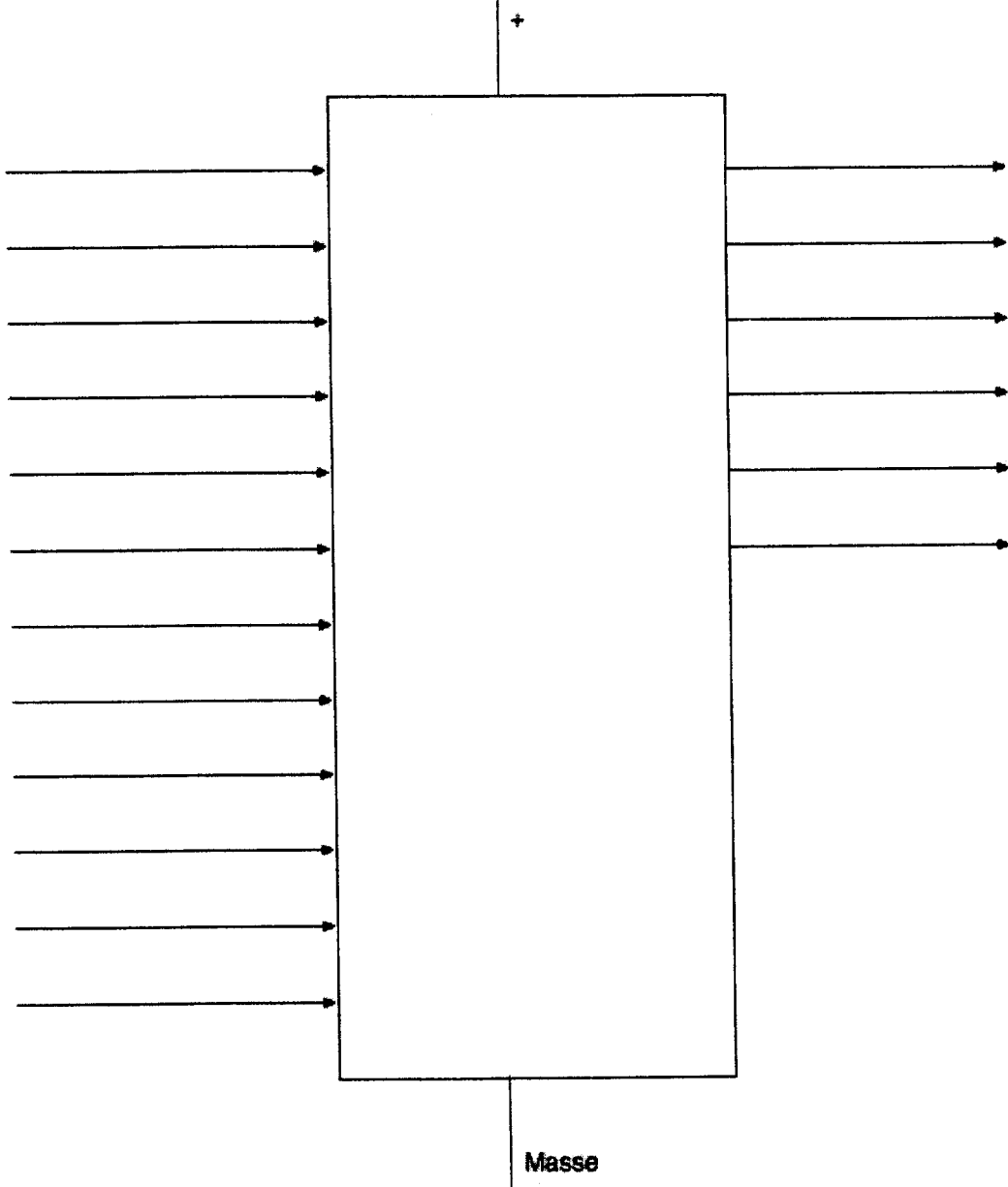
### **DOSSIER REPONSES**

Ce dossier contient 10 pages numérotées de 1/10 à 10/10.

**A rendre avec la copie.**

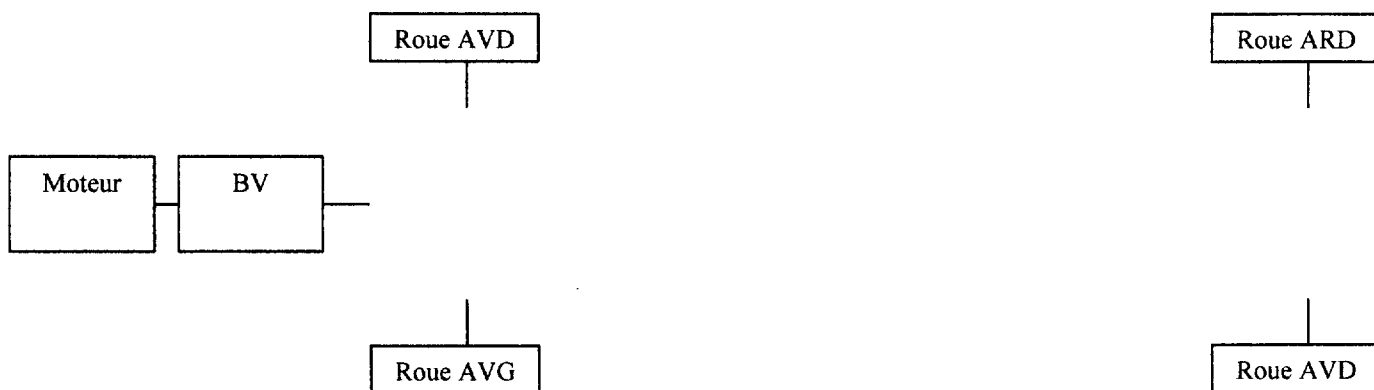
**1-1 Fonction globale**

**1-2 Entrées / Sorties du calculateur**

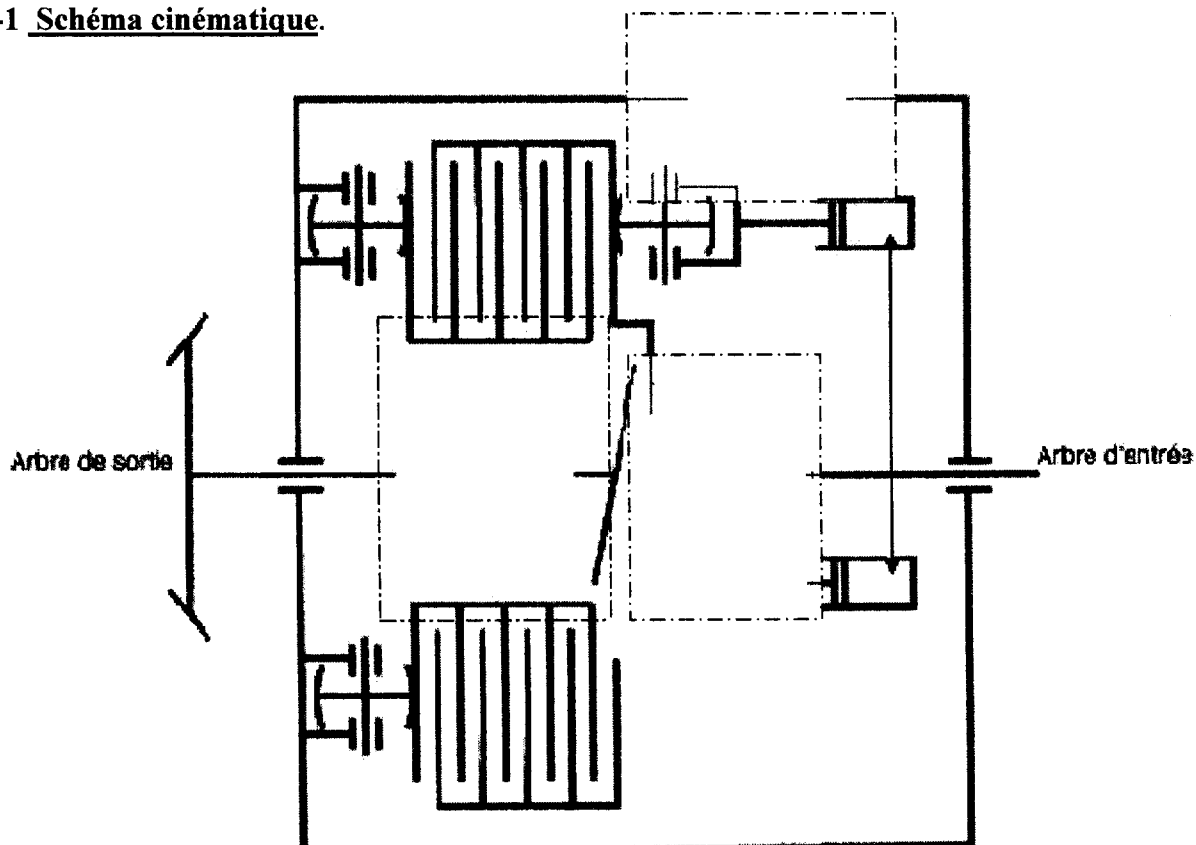


**1-3 Informations transitant par le bus CAN**


**2-1 Schéma synoptique de transmission du mouvement.**



**2-2-1 Schéma cinématique.**



**2-2-2 Rôle des pistons.**

**2-3-1 Etude des situations routières.**

		Situations routières							
		Manceuvre de stationnement	Accélération	Conduite rapide	Route glissante	Conduite avec roue de secours	Freinage	Remorquage sur 2 roues	Banc à rouleaux
Δv trains Av/Ar	Faible	x							
	Variable								
	Elevée		x						
Couple requis au train Ar.	Nul ou faible	x							
	Variable								
	Elevé		x						
Etat du coupleur à disques	Ouvert	x							
	Fermé		x						
Pression de serrage	Faible	x							
	Elevée		x						
Pompe de préalimentation	Alimentée	x	x						
	Coupée								
Paramètres d'entrée	Couple moteur	x	x						
	Régime moteur	x	x						
	Position accél.	x	x						
	4 capteurs roue	x	x						
	Contact. feux stop								
	Rég. mot. < 400tr/min								

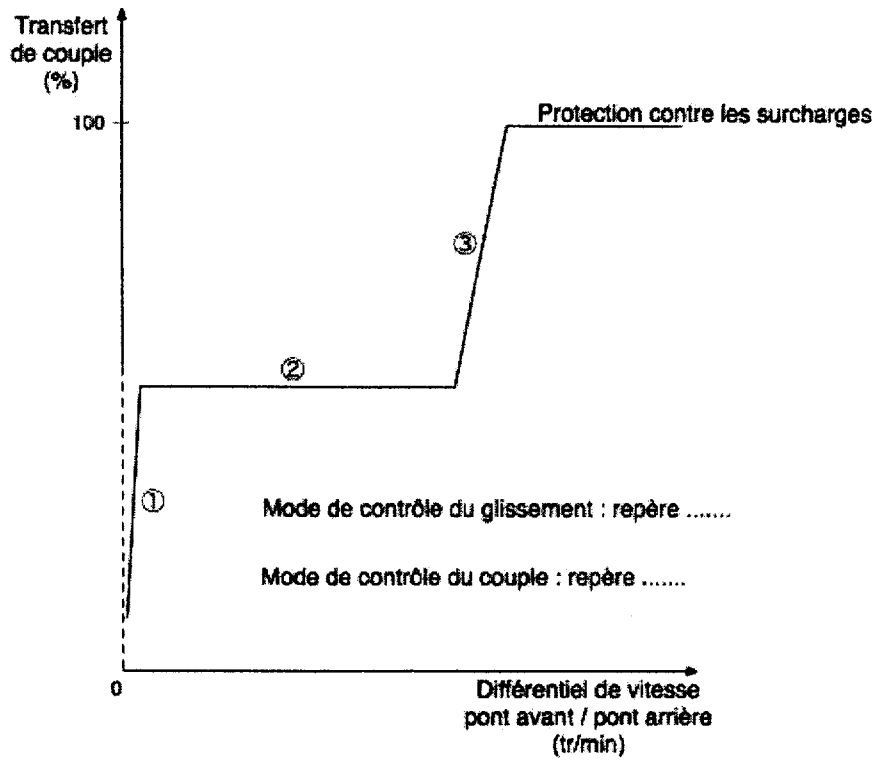
2-3-2

2-3-3

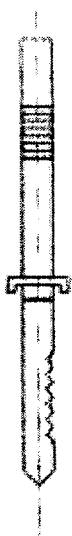
## 2-4 Etude de la courbe $C = f(\Delta n)$

2-4-1

2-4-2

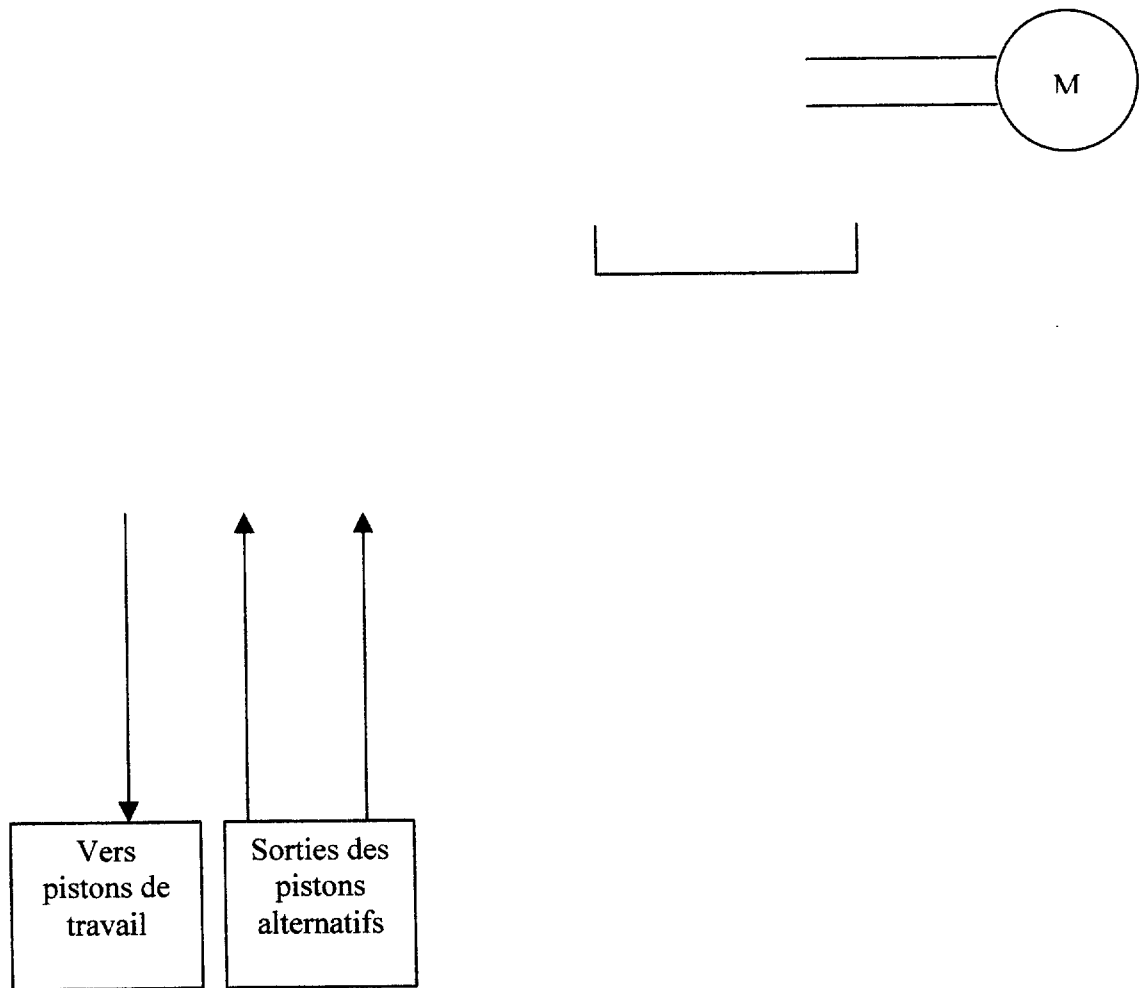


## 3-1 Equilibre mécanique



Equation d'équilibre :

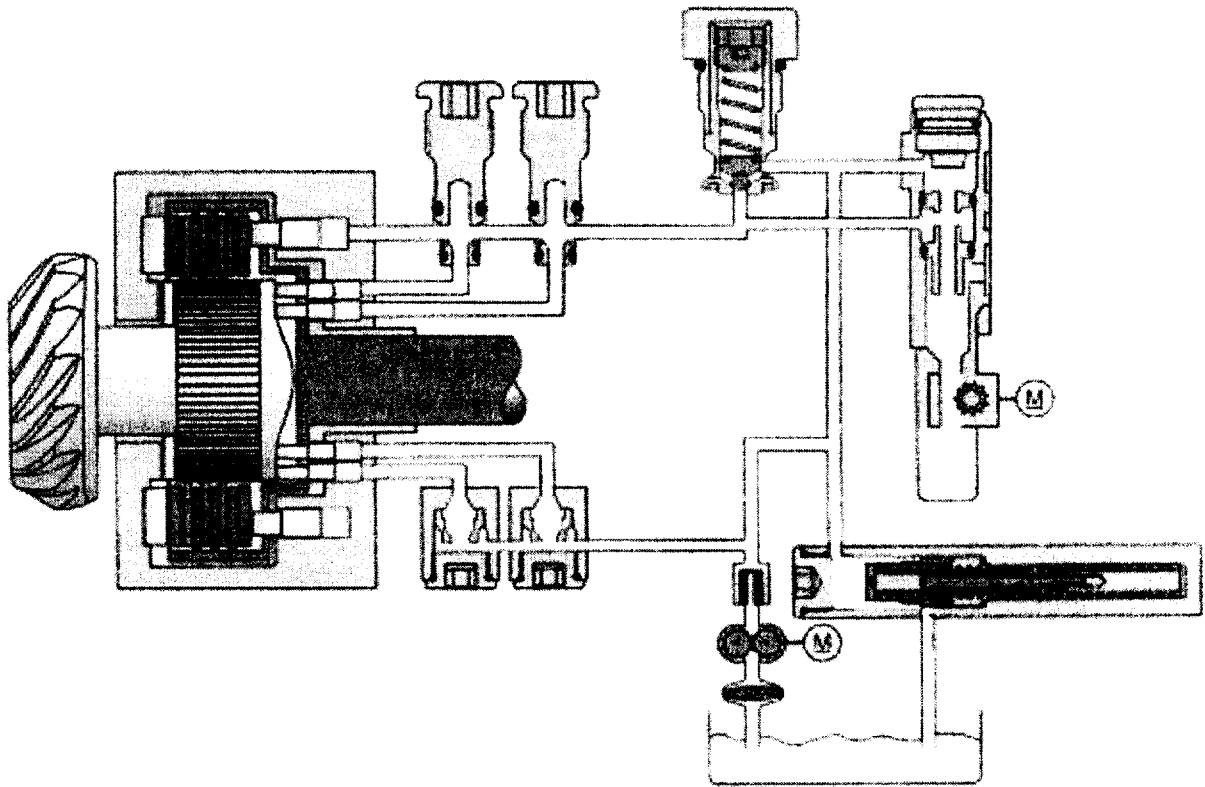
**3-2 Schéma hydraulique.**



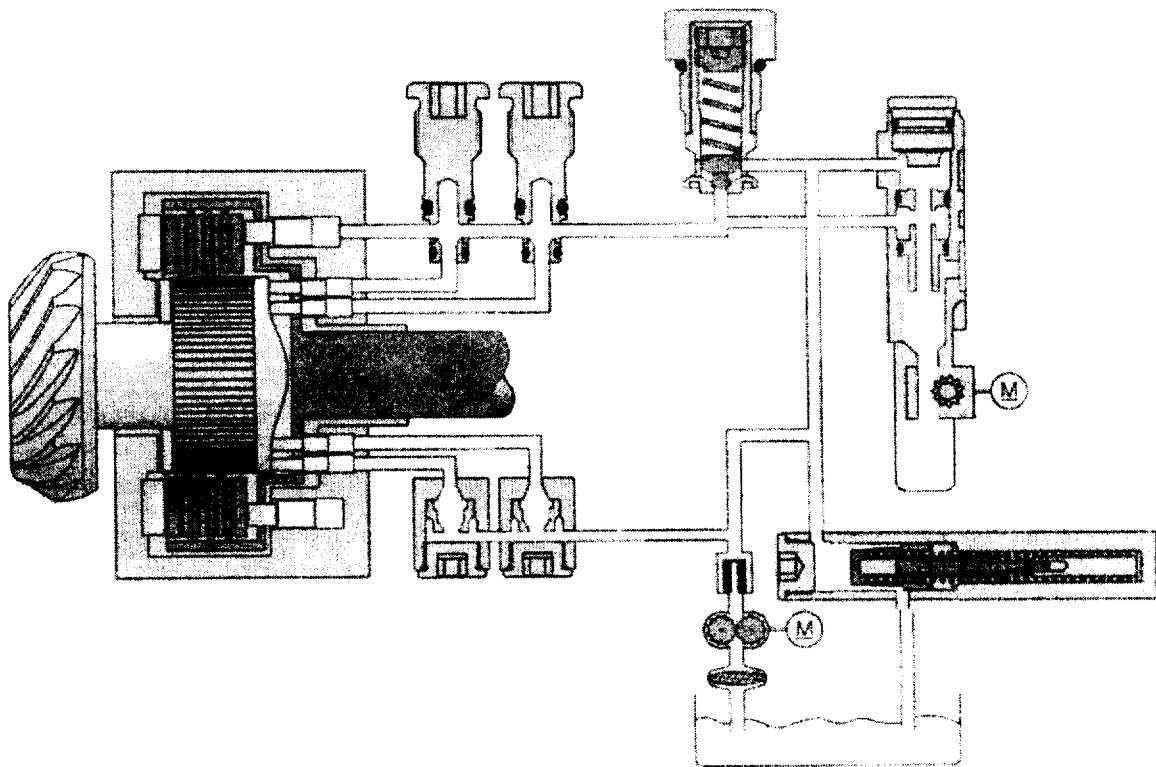


### 3-3 Circuit hydraulique.

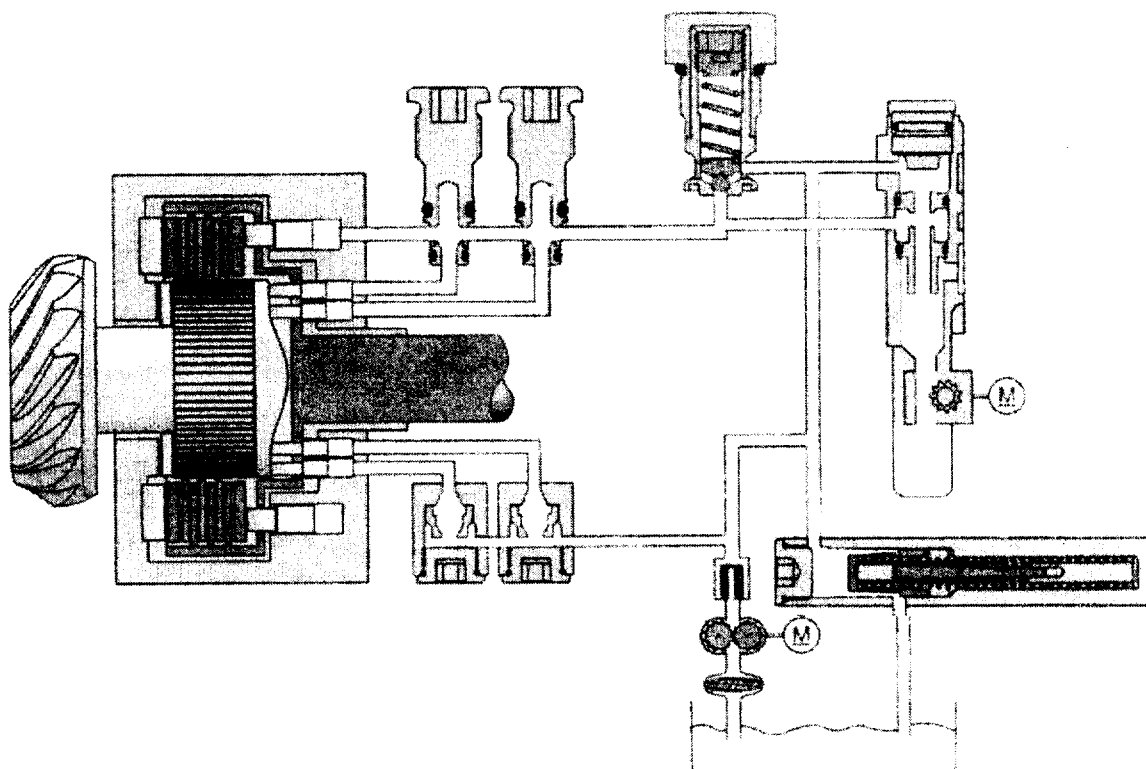
#### 3-3-1 Etablissement de la pression de pré-alimentation



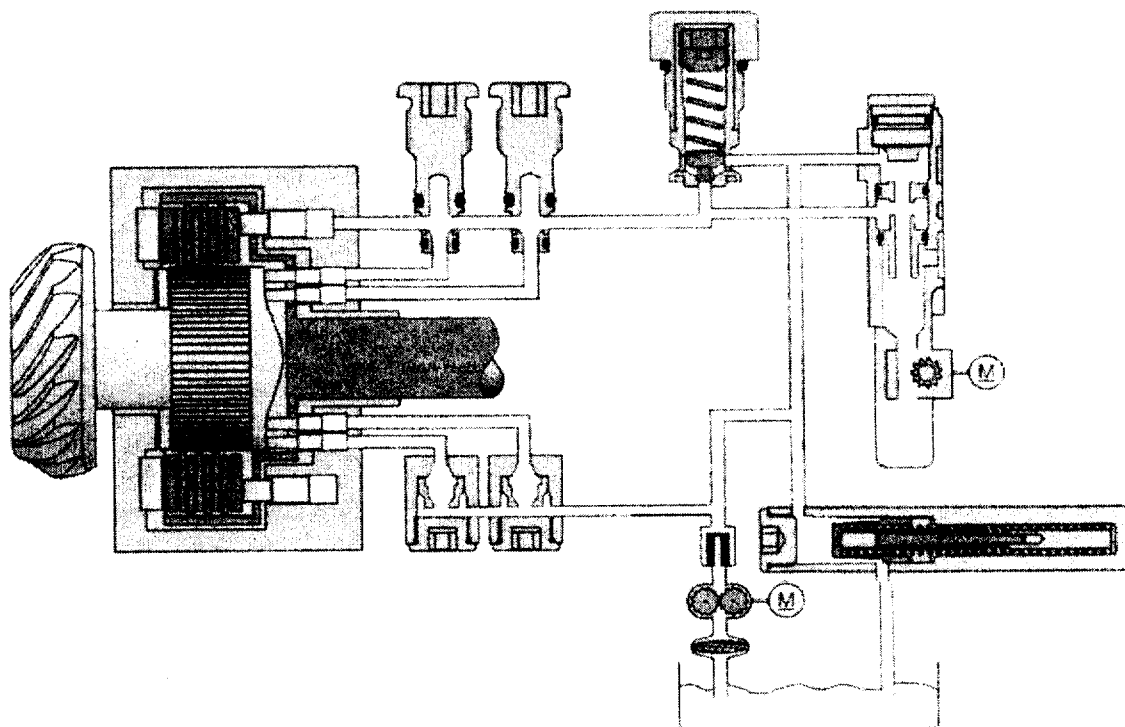
#### 3-3-2 Etablissement de la pression de travail via les pistons alternatifs



**3-3-3** Etablissement de la pression de travail via les pistons alternatifs (vanne de régulation ouverte d'un tiers)



**3-3-4** Etablissement de la pression de travail via les pistons alternatifs (vanne de régulation ouverte)



5-1

Code panne	Nombre pannes	%	Temps d'immobilisation	% temps immo.

5-2

Code panne			Code panne		

### 5-3 Graphes de Pareto

