

SESSION 2017

---

**CAPLP  
CONCOURS EXTERNE  
ET CAFEP**

Section : GÉNIE MÉCANIQUE

Option : **MAINTENANCE DES VÉHICULES, MACHINES AGRICOLES,  
ENGINS DE CHANTIER**

**ANALYSE D'UN PROBLÈME TECHNIQUE**

Durée : 4 heures

---

*Calculatrice électronique de poche - y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique - à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.*

*L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit.*

*Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.*

*De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.*

**NB : La copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.**

# Conseils pour l'épreuve

## Documents constituant le sujet

- un dossier technique (18 pages) ;
- un dossier travail demandé (6 pages) ;
- un dossier documents réponses DR1 à DR7, sur lequel sera traité une partie des réponses aux questions posées, ce dossier sera rendu dans son intégralité, même si certaines feuilles sont restées vierges. L'autre partie des réponses sera traitée sur feuille de copie.

## Problème de maintenance posé

Un client propriétaire d'une Peugeot 5008 1.6 Hdi se plaint que son véhicule ne démarre plus et qu'il ne peut plus changer de vitesses. Son véhicule est équipé d'une boîte de vitesses pilotée type MCP.

## Conseils aux candidats

Il est conseillé aux candidats de consacrer 30 minutes à la lecture du dossier technique, puis de répondre, sur feuilles de copies, aux questions du dossier de travail demandé en se reportant au dossier technique chaque fois que cela est nécessaire et en prenant soin d'indiquer le numéro de la question.

## INFORMATION AUX CANDIDATS

Vous trouverez ci-après les codes nécessaires vous permettant de compléter les rubriques figurant en en-tête de votre copie

Ces codes doivent être reportés sur chacune des copies que vous remettrez.

► Concours externe du CAPLP de l'enseignement public :

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
EFE	4500J	101	7397

► Concours externe du CAFEP/CAPLP de l'enseignement privé :

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
EFF	4500J	101	7397

# DOSSIER TECHNIQUE

## LA BOÎTE MCP

### PRÉSENTATION

#### A. INTRODUCTION

La nouvelle « boîte mécanique pilotée 6 vitesses » MCP est disponible sur la Peugeot 5008 ainsi que d'autres véhicules du groupe.

La conception est basée sur une philosophie de boîte de vitesse pilotée.

Les nouveautés de cette boîte « MCP (6 vitesses) » concernent les points suivants :

- 6 rapports avant sur 2 arbres + 1 arbre de marche arrière, dans 2 carters ;
- un dispositif de changement de rapports par des actionneurs électro-hydrauliques.



#### B. GÉNÉRALITÉS

La boîte mécanique pilotée MCP est caractérisée par une gestion électro-hydraulique de l'embrayage et du passage des rapports. La pédale d'embrayage disparaît et le levier de changement de vitesse n'a plus aucune liaison mécanique avec la boîte de vitesses.

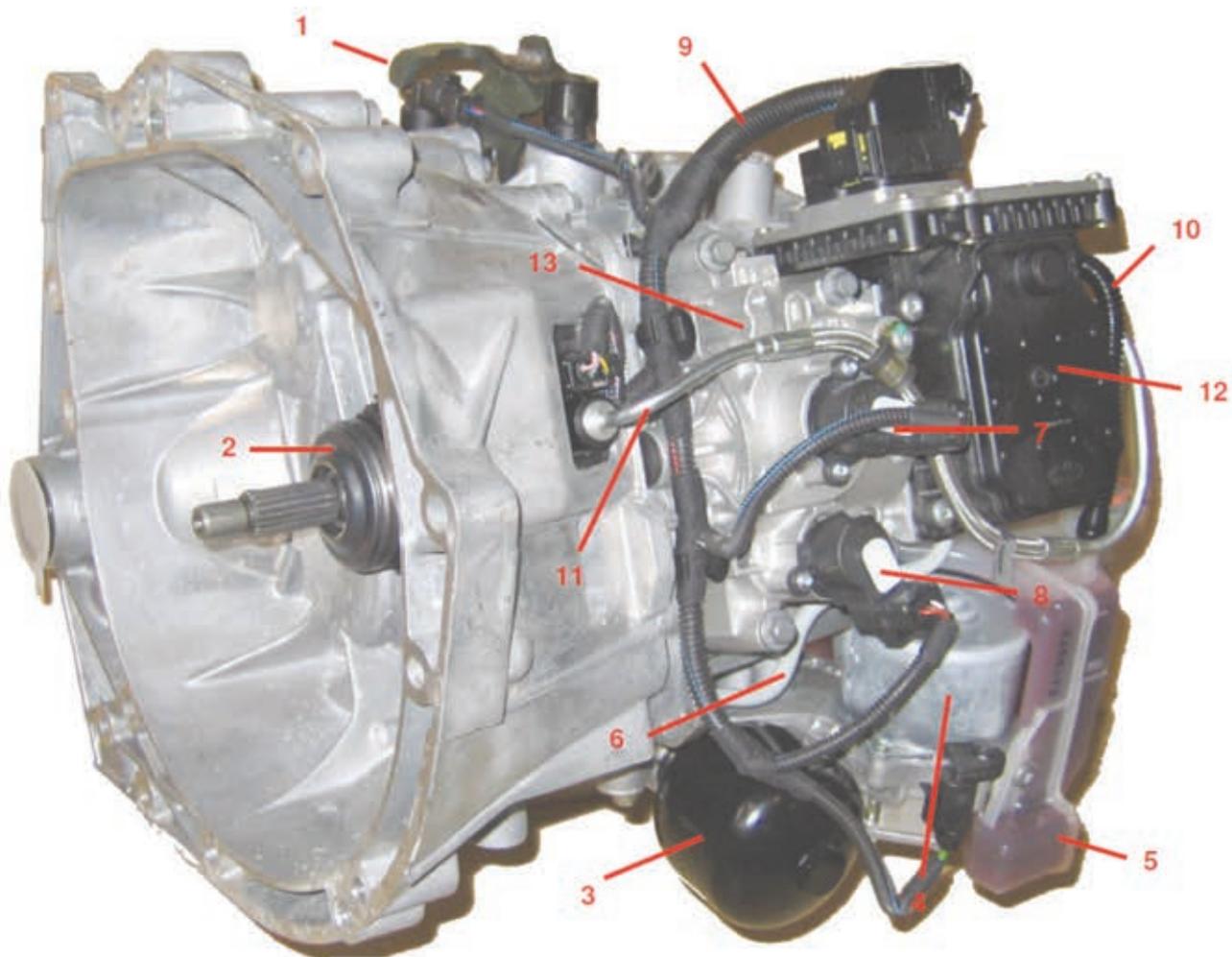
La boîte MCP est gérée par un calculateur qui pilote deux actionneurs : l'un, l'actionneur de boîte, assure la sélection et l'engagement des rapports et l'autre, l'actionneur d'embrayage, assure le pilotage de l'embrayage.

Les changements de rapports s'effectuent de la manière suivante :

1. Le conducteur demande un changement de rapport :
  - soit en conduite manuelle directement via une demande de changement de vitesse aux palettes ou au levier de vitesse ;
  - soit en conduite automatisée indirectement via une sollicitation de l'accélérateur, du frein ou en fonction du profil de la route, du régime moteur, de la vitesse véhicule et des conditions d'adhérence.
2. Le calculateur de boîte détecte la demande et la traite.
3. Le calculateur de boîte prend la main sur le contrôle moteur et pilote l'actionneur d'embrayage.
4. Le couple moteur est estompé et l'embrayage ouvert progressivement de façon à limiter les à-coups.
5. Lorsque l'embrayage est ouvert, le calculateur de boîte pilote l'actionneur de boîte.
6. Décrabotage, sélection, synchronisation et crabotage du nouveau rapport.
7. Le calculateur de boîte referme progressivement l'embrayage, et pilote la reprise de couple moteur pour terminer le passage sans à-coups ni rebond.

## DESCRIPTION DES ÉLÉMENTS

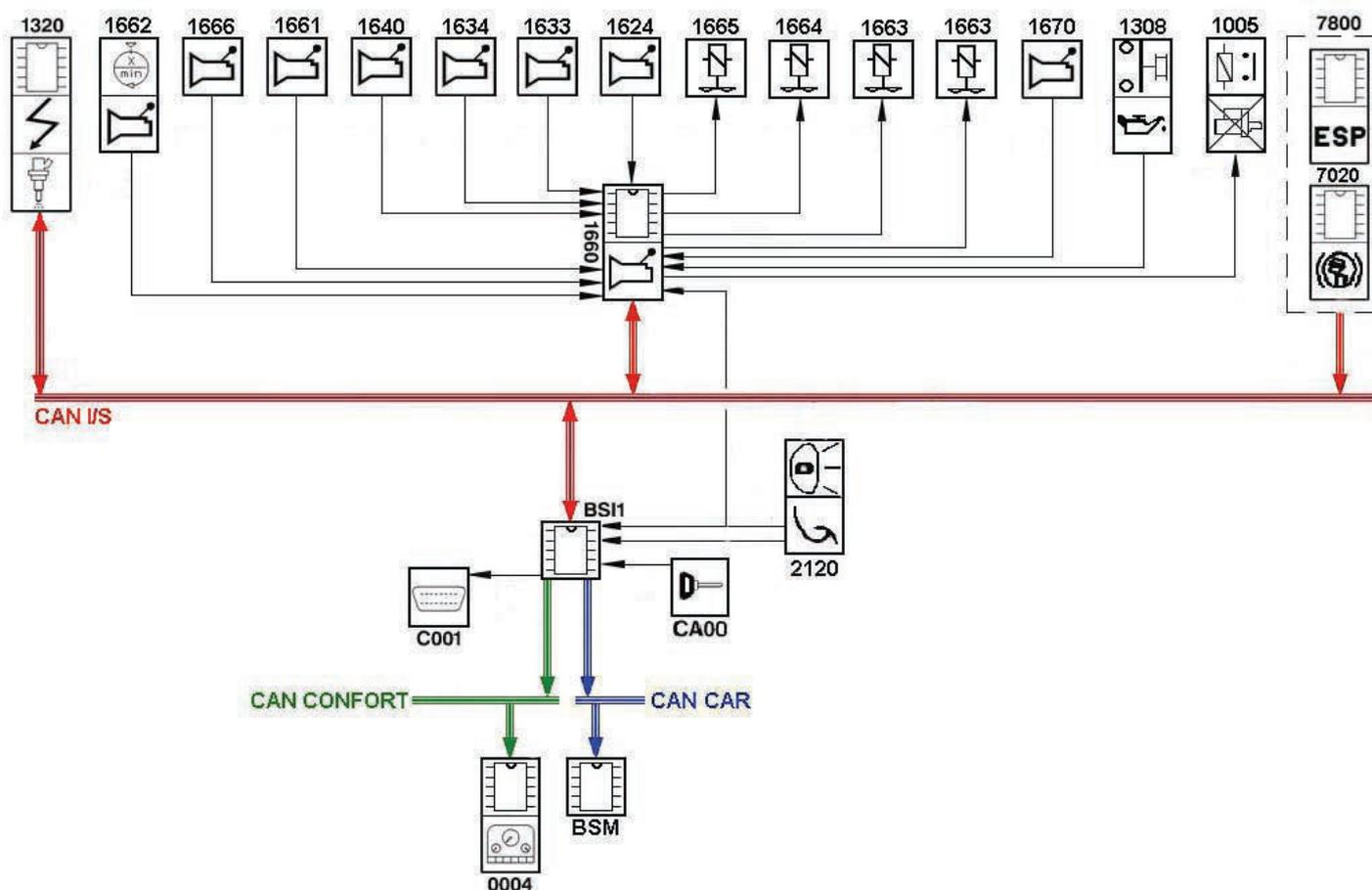
### A. IMPLANTATION DES ÉLÉMENTS



- 1 : Capteur d'arbre primaire.
- 2 : Actionneur d'embrayage et son capteur.
- 3 : Accumulateur.
- 4 : Pompe électrique.
- 5 : Réservoir.
- 6 : Tuyau haute pression.
- 7 : Capteur de sélection.

- 8 : Capteurs de passage.
- 9 : Faisceau électrique.
- 10 : Tuyau de retour.
- 11 : Tuyau de commande d'embrayage.
- 12 : Calculateur MCP.
- 13 : Actionneur de boîte de vitesses.

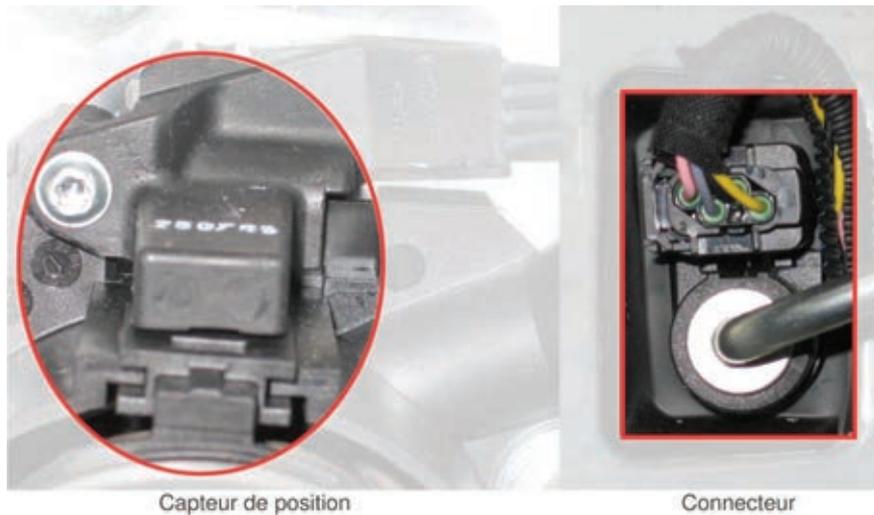
## B. SYNOPTIQUE



Élément	Désignation
CA00	Contacteur antivol
C001	Prise diagnostic
BSM	Boitier de servitude moteur
BS11	Boitier de servitude intelligent
0004	Afficheur au combiné
1005	Relais d'interdiction de démarrage moteur
1308	Capteur de pression d'huile
1320	Calculateur d'injection
1624	Capteur de passage
1633	Capteur de sélection
1634	Capteur d'embrayage
1640	Contacteur programme sport
1660	Calculateur boîte de vitesses mécanique pilotée (MCP)
1661	Sélecteur de rapport
1662	Capteur de vitesse d'entrée de boîte de vitesses
1663	Électrovanne de passage
1664	Électrovanne de sélection
1665	Électrovanne d'embrayage
1666	Commande de vitesse au volant
1670	Sélecteur de programme
2120	Contacteur bi fonction frein
6200	Contacteur porte ouverte avant gauche
7020	Calculateur ABS
7800	Calculateur ESP

## C. LE CAPTEUR DE POSITION DE L'ACTIONNEUR D'EMBRAYAGE

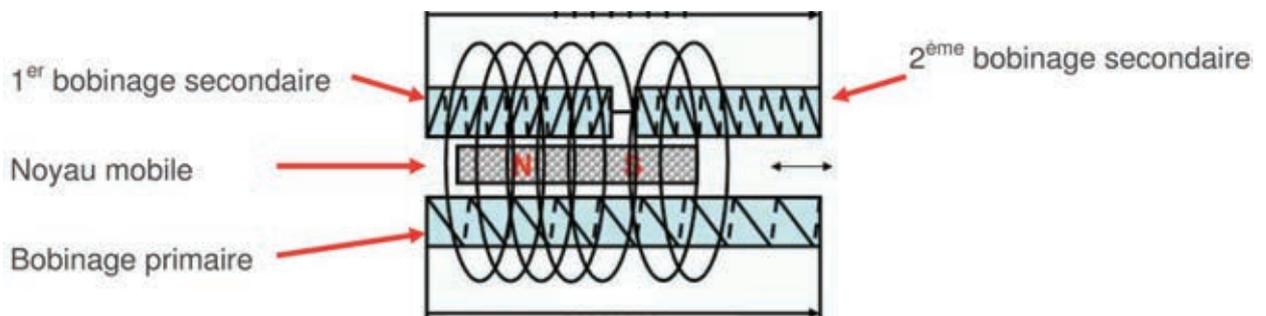
### 1. Implantation



### 2. Rôle

Le capteur de position permet d'informer le calculateur de boîte de vitesses du déplacement de la butée hydraulique d'embrayage.

### 3. Fonctionnement



Le capteur est composé d'un bobinage primaire, de deux bobinages secondaires et d'un noyau ferromagnétique polarisé mobile.

Les deux bobines du secondaire sont montées en série et l'enroulement de leurs spires sont opposés.

Le calculateur MCP alimente ce capteur par un signal de forme « triangulé ».

Le capteur transforme ce signal en un signal de forme « carré » que le calculateur interprète pour définir une position de la butée d'embrayage et une position de point de léchage.

#### Contrôles possibles :

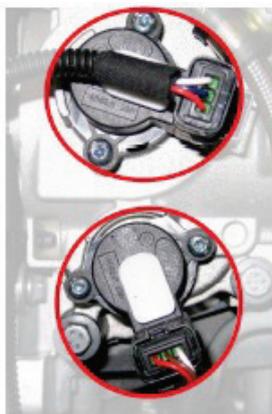
- Mesure paramètres : consigne de position et position de l'actionneur ;
- Mesure de la résistance du bobinage primaire :  $30 \Omega < x < 40 \Omega$  ;
- Mesure de la résistance du bobinage secondaire :  $20 \Omega < x < 30 \Omega$  ;
- Mesure de tension aux bornes du capteur (au primaire et au secondaire).

## D. LE CAPTEUR DE SÉLECTION ET LE CAPTEUR DE PASSAGE

### 1. Implantation

1 : Capteur de sélection.

2 : Capteur de passage.



### 2. Rôle

Les capteurs de sélection et de passage ont pour rôle de renseigner le calculateur MCP de la position et la vitesse de déplacement axes de fourchettes dans la BV.

#### Contrôles possibles :

- Codes défauts du capteur de position dans l'axe de passage : P1724 (CO, CC+) / P1726 (CC-) / P1731 (cohérence) ;
- Codes défauts du capteur de position dans l'axe de sélection : P1732 (CO, CC+) / P1734 (CC-) / P1733 (cohérence) ;
- Codes défauts de l'alimentation commune des capteurs : P1587 (CC+) / P1586 (CC-) ;
- Mesures de la tension d'alimentation des capteurs (5 V) ;
- Mesures de tension des signaux de position (signal analogique sous forme de tension continue 0-5 V).

## E. L'ACTIONNEUR HYDRAULIQUE

### 1. Rôle

Les actionneurs de boîte de vitesses ont pour fonction de convertir l'énergie hydraulique en énergie mécanique pour :

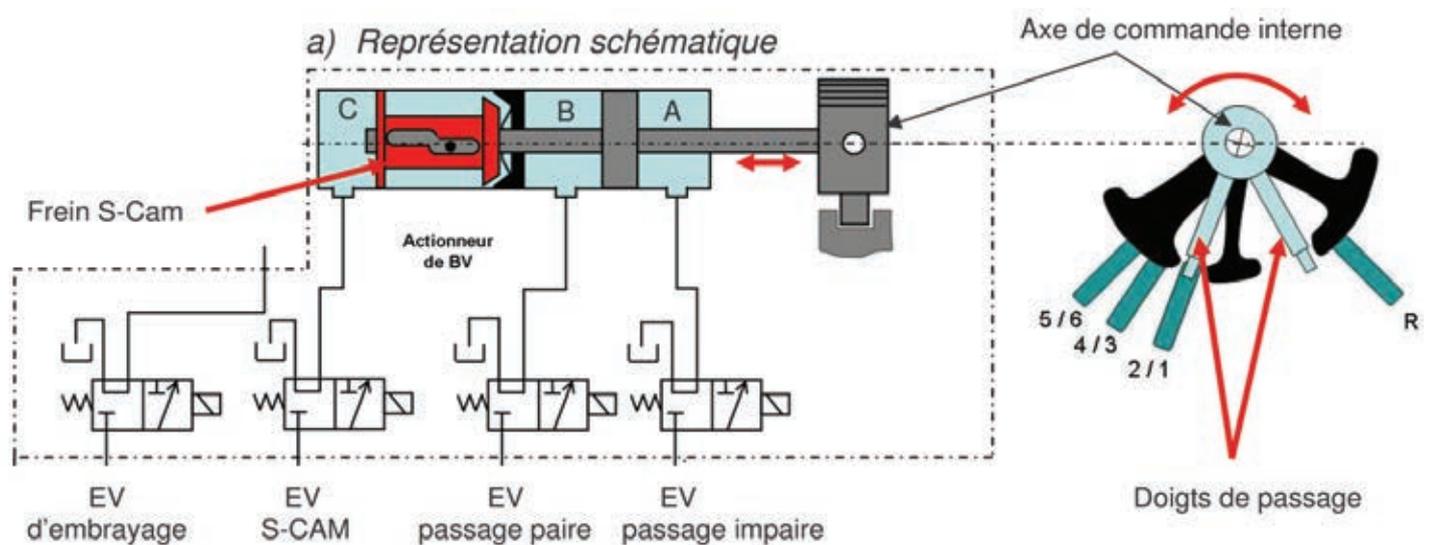
- débrayer ou embrayer ;
- engager les rapports.

### 2. Fonctionnement

Cet actionneur est commandé par le calculateur. La nature du mouvement de l'actionneur dépend de la mise en pression ou non de la chambre C.

Le mouvement de l'axe de commande interne est :

- une translation lorsque la chambre C n'est pas en pression et que l'une des chambres (A ou B) du vérin est alimentée au moyen de l'électrovanne correspondante (paire ou impaire). Durant ce mouvement, un verrouillage mécanique (ressort et bille) immobilise en rotation l'axe de commande ;
- une combinaison de translation et de rotation. Ce mouvement combiné est obtenu lorsque, sous l'action de la pression dans la chambre C, le frein S-cam est bloqué en rotation par l'adhérence dans la portée conique et que dans le même temps l'axe de commande translate par l'alimentation de l'une des chambres A ou B. Dans cette situation, le profil de la came de S-cam provoque le pivotement de l'axe de commande et du doigt de passage. Ce pivotement a lieu en position médiane du déplacement des fourchettes, permettant ainsi de passer de la commande d'une fourchette à l'autre. Le verrouillage mécanique en rotation s'efface sous l'effet du couple de rotation engendré par la came de S-cam.



## F. LES ÉLECTROVANNES DE PASSAGE

### 1. Rôle

Les électrovannes de passage permettent d'engager les rapports (R ou N ou 1 ou 2 ou 3 ou 4 ou 5 ou 6).

### 2. Fonctionnement

Pour le passage (1 → 2) :

- Phase 1 : Le calculateur pilote l'électrovanne paire pour alimenter la chambre « B » et ne pilote plus l'électrovanne impaire pour vider la chambre « A ».
- Phase 2 : Sous le déséquilibre des pressions, l'axe de commande se déplace en translation et quitte le rapport de 1ère pour aller engager le rapport de 2ème.

*Nota* : La position des doigts de passage est par défaut le rapport N sur la grille (1-2) et face au rapport de 1ère.

Contrôles possibles :

- Mesure de résistance :  $x < 10 \Omega$ .

## G. L'ÉLECTROVANNE DE SÉLECTION « S-CAM »

### 1. Rôle

L'électrovanne de sélection permet de sélectionner une fourchette pour passer les rapports.

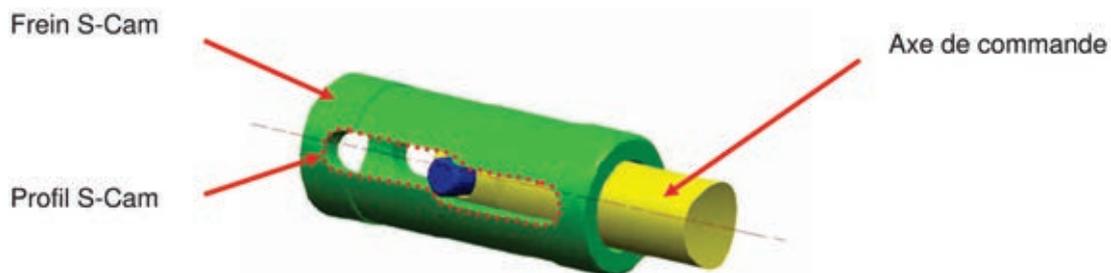
*Nota* : Il est possible de passer 2 à 3 rapports supérieurs ou inférieurs avec le système SCAM.

### 2. Fonctionnement

Sous la commande du calculateur, l'électrovanne S-Cam s'ouvre ou se ferme, ce qui provoque le déplacement en translation du frein S-Cam.

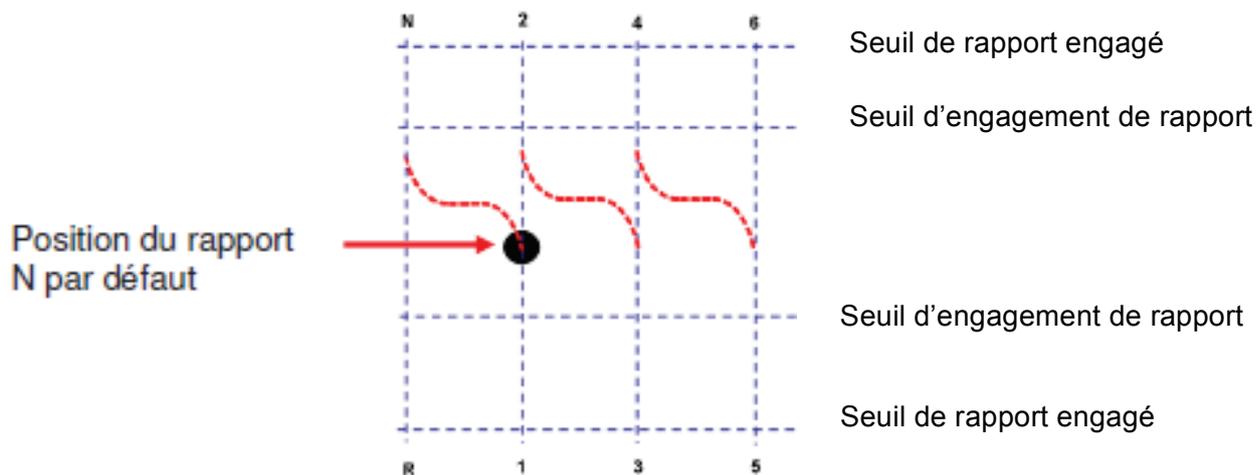
Lorsque le frein S-Cam n'est pas activé par son électrovanne, il est libre en rotation. L'axe de commande peut se déplacer uniquement en translation.

Lorsque le frein S-Cam est activé par son électrovanne, il n'est plus libre en rotation et guide l'axe de commande. L'axe de commande peut se déplacer en translation et en rotation (grâce au profil en « S »).



Pour le passage (2 → 3) :

- Phase 1 : L'axe de commande est sur le rapport de 2ème. Les électrovannes de passage impaire et de sélection sont pilotées. Le groupe électropompe (GEP) fournit la pression dans la chambre « A et C ». L'actionneur « S-CAM » est bloqué.
- Phase 2 : La pression dans les chambres « B et C » augmente. L'axe de commande se déplace en translation et quitte le rapport de 2ème. L'axe de commande effectue un mouvement de rotation via la goupille guide dans la rainure de la S-CAM et suit la grille (2 - 3). L'axe de commande continue son déplacement en translation et engage le rapport de 3ème.



Rapport de départ	Passage de rapport	État EV de sélection	État EV de passage paire	État EV de passage impaire	État EV embrayage
N	N⇒1	0	0	1	1 puis 0
1	1⇒2	0	1	0	
2	2⇒5	Toutes les EV sont sollicitées. L'EV de sélection est activée 2 fois (2⇒3 puis 4⇒5).			
5	5⇒2	Toutes les EV sont sollicitées. L'EV de sélection est activée 2 fois (5⇒4 puis 3⇒2).			
4	4⇒3	0	0	1	
3	3⇒2	1	1	0	
1	1⇒R	1	1	1	
1	1⇒arrêt véhicule	Aucune EV sollicitées			1

0 = électrovane (EV) non pilotée.  
1 = électrovane pilotée.

*Nota* : Selon le passage de rapport, le pilotage de l'EV de sélection est associé en même temps à celle de l'EV de passage pair ou celle de l'EV de passage impaire.

#### 4. Particularités

Contrôles possibles :

- Codes défauts : P1764 (CC-) / P1772 (CO ou CC+) / P1765 (CC+) / P1766 (CO) ;
- Mesure de résistance :  $x < 10 \Omega$ .

## H. ACTIONNEUR ET MÉCANISME D'EMBRAYAGE

### 1. Implantation



Actionneur d'embrayage



Raccord hydraulique

### 2. Rôle

L'actionneur d'embrayage est commandé hydrauliquement par le calculateur de boîte de vitesses MCP via une électrovanne. Il permet :

- l'embrayage ou le débrayage ;
- le rattrapage d'usure de l'embrayage.

### 3. Fonctionnement

Au repos l'actionneur d'embrayage est repoussé en position initiale par le diaphragme. Lorsque l'électrovanne d'embrayage est commandée, la pression du circuit hydraulique agit sur le piston coulissant de l'actionneur afin de débrayer le système. Quand l'actionneur n'est plus sous pression hydraulique, le diaphragme d'embrayage repositionne celui-ci en repos.

### 4. Particularités

Différents diamètres d'actionneur selon la motorisation :

- Diamètre 34mm sur moteur EW10A
- Diamètre 48mm sur moteur DW10TED4 & DVA6TED4

L'actionneur supporte le capteur de course d'embrayage (appairage).

L'actionneur et/ou son capteur ne sont pas réparables, ni interchangeables avec celui d'une autre BV.

L'ensemble est uniquement remplaçable.

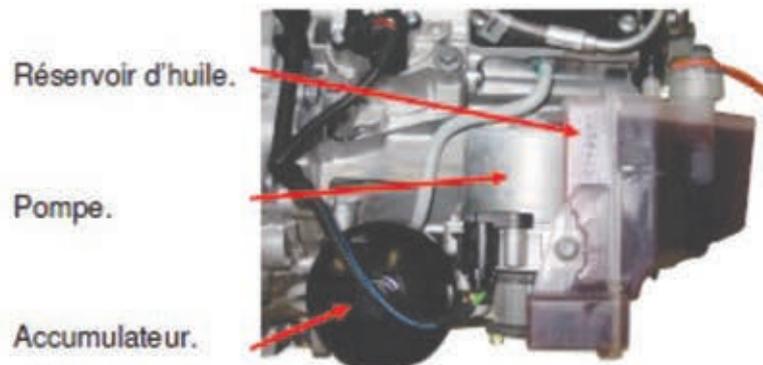
### Mécanisme d'embrayage :

Marque Sachs :

- 228 MF 5800
- Rayon extérieur friction : 228 mm
- Rayon intérieur friction : 156 mm
- Type friction : F 810 DS – coefficient de frottement  $\mu = \tan\varphi = 0,4$

# I. LE GROUPE ÉLECTROPOMPE (GEP)

## 1. Implantation



## 2. Rôle

Le groupe électropompe a pour fonction de :

- contenir une réserve d'huile ;
- fournir de l'énergie hydraulique ;
- maintenir une réserve d'énergie hydraulique.

## 3. Fonctionnement

Le groupe électropompe est commandé par le calculateur en fonction de la pression dans le circuit hydraulique. Le moteur électrique est alimenté en +12 V APC.

La pression du circuit hydraulique est régulée entre 35 et 45 bar.

Lorsque la pression du circuit est inférieure à 35 bar, le calculateur commande l'activation du moteur électrique.

La pompe hydraulique alimente alors l'accumulateur hydropneumatique jusqu'à ce que la pression atteigne les 45 bar nécessaires pour désactiver le moteur électrique.

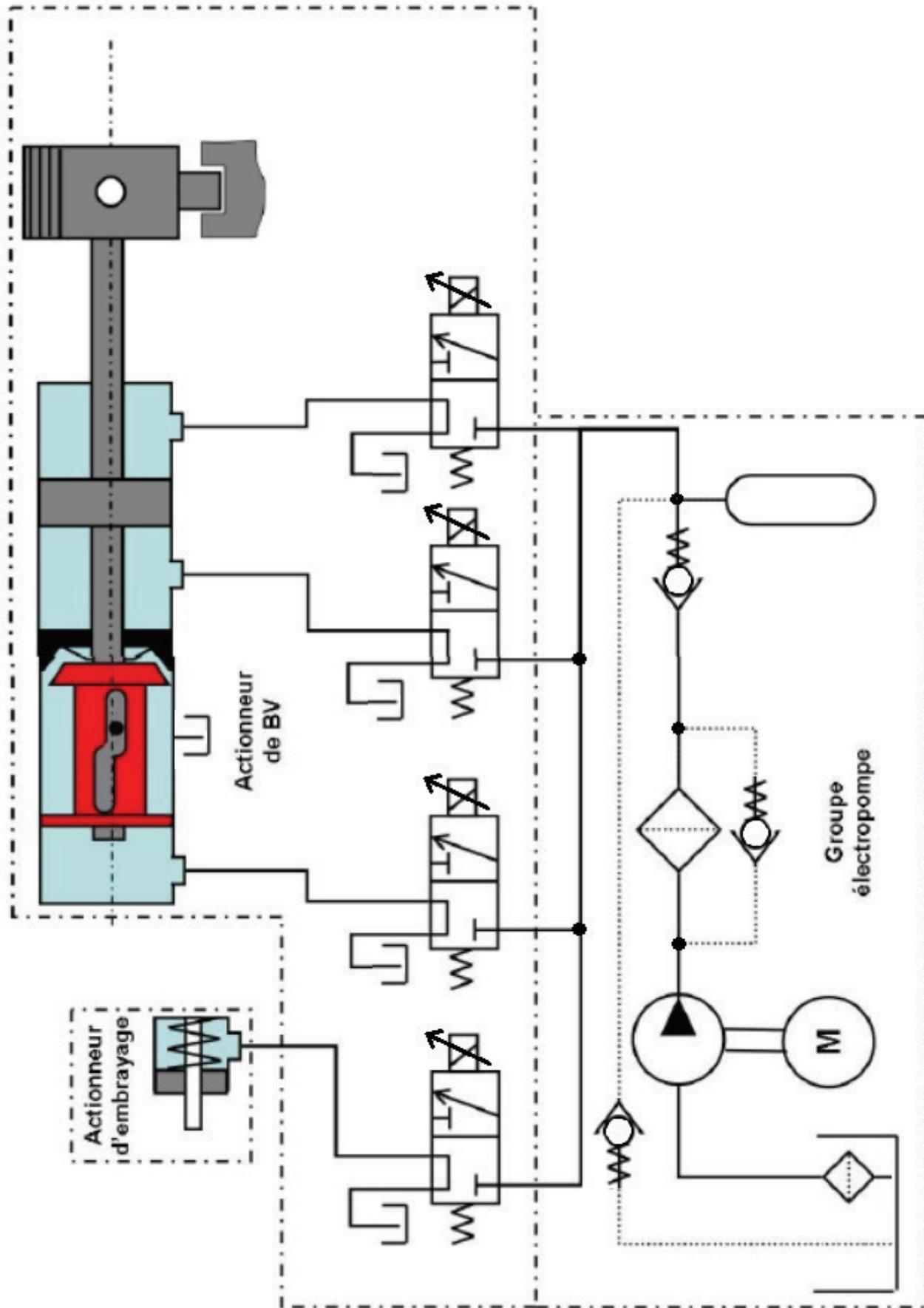
La capacité du circuit hydraulique est d'environ 1 litre.

## 4. Particularités

Contrôles possibles :

- Codes défauts sur la commande du moteur : P0947-P0948 / P0945 (CC+) ;
- Mesure de résistance du moteur :  $x < 10 \Omega$  ;
- Pas de contrôle de l'accumulateur.

# J. SCHÉMA DE L'ENSEMBLE ÉLECTRO-HYDRAULIQUE



## K. LE CALCULATEUR DE BOÎTE DE VITESSES « MCP »

### 1. Affectation des voies

Connecteur 28 voies.

<b>Voies</b>	<b>Désignation</b>
Voie 1	(non utilisé).
Voie 2	(non utilisé).
Voie 3	+12 volts permanent.
Voie 4	(non utilisée).
Voie 5	Alimentation +12 volts électropompe.
Voie 6	Entrée : commande gauche au volant.
Voie 7	Entrée : signal A3, sélecteur de rapport.
Voie 8	Interdiction de démarrage.
Voie 9	Contacteur de frein.
Voie 10	RCD.
Voie 11	Entrée : signal A2, sélecteur de rapport.
Voie 12	Entrée : signal A1, sélecteur de rapport.
Voie 13	(non utilisé).
Voie 14	Masse sélecteur de vitesses au volant.
Voie 15	Entrée : commande droite au volant.
Voie 16	Entrée : signal A4, sélecteur de rapport.
Voie 17	(non utilisé).
Voie 18	Masse sélecteur de commande.
Voie 19	Ligne dialogue : réseau CAN L.
Voie 20	(non utilisé).
Voie 21	(non utilisé).
Voie 22	Ligne dialogue : réseau CAN H.
Voie 23	(non utilisé).
Voie 24	(non utilisé).
Voie 25	(non utilisée).
Voie 26	(non utilisée).
Voie 27	(non utilisée).
Voie 28	(non utilisée).

Connecteur 12 voies.

<b>Voies</b>	<b>Désignation</b>
Voie 1	Commande moteur électropompe.
Voie 2	(non utilisée).
Voie 3	Entrée : capteur de vitesse d'entrée boîte de vitesses (-).
Voie 4	Alimentation des capteurs de passage et de sélection.
Voie 5	Signal capteur de sélection.
Voie 6	Masse des capteurs de passage et de sélection.
Voie 7	Signal sortie bobinage secondaire du capteur butée d'embrayage (-).
Voie 8	Entrée : capteur de vitesse d'entrée boîte de vitesses (+).
Voie 9	Signal sortie bobinage secondaire du capteur butée d'embrayage (+).
Voie 10	Signal entrée bobinage primaire du capteur butée d'embrayage (+).
Voie 11	Signal entrée bobinage primaire du capteur butée d'embrayage (-).
Voie 12	Signal capteur de passage.

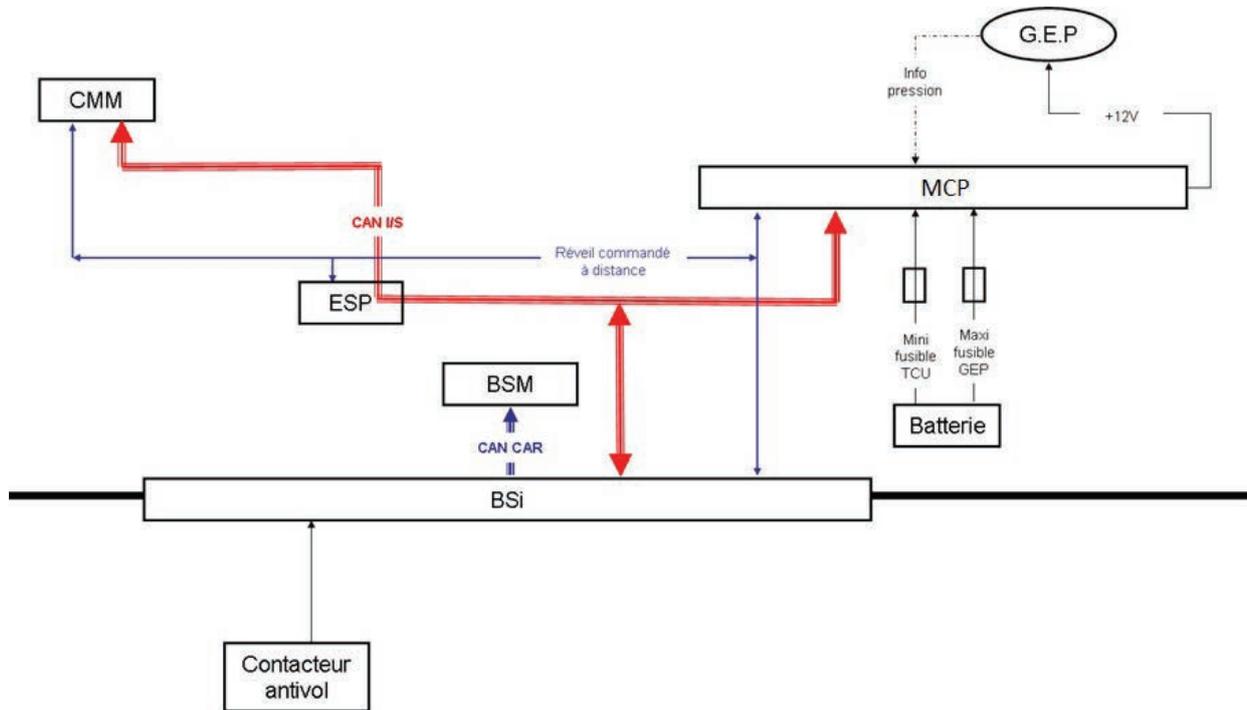
# PILOTAGE DE LA BOÎTE ET DE L'EMBRAYAGE

## A. FONCTIONNEMENT

### 1. Véhicule arrêté et fermé à clé, moteur arrêté, contact coupé

Tous les éléments du système MCP ne sont pas opérationnels. Dans cette situation, les actions du conducteur sur les commandes (sélecteur ou palette) ne sont pas prises en compte.

### 2. Réveil partiel



### 3. Véhicule arrêté, démarrage du moteur, sécurité de démarrage

#### Condition de démarrage

Le démarrage du moteur thermique est uniquement autorisé en :

- appuyant sur la pédale de frein ;
- position du sélecteur de rapport sur « N ».

Cette fonction permet :

- de s'assurer de la présence d'un conducteur (par appui sur la pédale de frein) avant d'autoriser l'entraînement du véhicule par le moteur ;
- d'éviter le démarrage brutal du véhicule à l'engagement d'une vitesse.

Chaque modification de rapport (R ↔ N ↔ A ↔ M) nécessite un appui pied sur la pédale de frein pour être validée.

*Nota :* Si le sélecteur est déplacé avant l'appui sur la pédale de frein, le rapport est mémorisé et sera validé lors de l'appui sur le frein. Durant cette phase de mémorisation, le rapport demandé est affiché et le pictogramme Pied sur le Frein est allumé pour indiquer au conducteur d'appuyer sur le frein.

1) Le calculateur MCP vérifie que les conditions de démarrage sont remplies : N + Pied sur le frein.

- 2) Il envoie son autorisation de démarrage en filaire au BSM et sur CAN I/S.
- 3) Le calculateur BSM lit continuellement l'information de l'autorisation de démarrage avant de la renvoyer sur le réseau CAR au calculateur BSI.
- 4) Le calculateur BSI, sur demande de démarrage du conducteur, vérifie la cohérence des interdictions de démarrage lui provenant du CAN I/S et du CAN CAR avant de communiquer cette demande de démarrage au CMM.
- 5) Le calculateur BSM vérifie qu'il n'y a pas d'interdiction de démarrage avant de commander le démarreur.
- 6) Le démarreur est lancé si les 3 conditions suivantes sont remplies : contacteur antivol en position + dem (demande utilisateur) ; pas d'interdiction de démarrage du calculateur MCP ; autorisation de démarrage du calculateur d'injection.
- 7) Le démarreur est activé par le calculateur BSM.

*Nota* : Dans le cas du moteur tournant, le calculateur d'injection ne commande pas le démarreur.

Le relâchement de la pédale de frein, avant d'avoir démarré provoque la fermeture de l'embrayage et l'interdiction de démarrage.

#### **4. Initialisation**

L'initialisation est l'aptitude du calculateur à étalonner la position des éléments pendant une phase de fonctionnement précise. Pour la boîte MCP, l'initialisation du point de léchage est disponible.

L'initialisation du point de léchage de l'embrayage permet de prendre en compte l'usure de l'embrayage. Cette initialisation est faite à chaque démarrage du moteur.

Le point de léchage se situe entre le moment où l'embrayage lèche le volant moteur (la vitesse de l'arbre primaire est supérieure à 300 tr/min pendant 30 ms) et la position fermée de l'embrayage.

La course totale de l'actionneur est effectuée quand l'embrayage est fermé.

Pour cela les étapes suivantes sont réalisées :

- demande de démarrage acceptée (neutre engagé, pied sur le frein et moteur arrêté) ;
- embrayage est ouvert (débrayage) ;
- vitesses d'arbre primaire inférieur à une vitesse référentiel (calculateur BV) ;
- engagement d'un rapport (sauf N) et accélération ;
- fermeture de l'embrayage, jusqu'au moment où la vitesse de l'arbre primaire est supérieure à 300 tr/min pendant 30 ms.

*Nota* : Si les conditions de demande de démarrage et d'embrayage ouvert ne sont pas atteintes (en 3 s), l'apprentissage du point de léchage est abandonné.

Les positions apprises sont compensées en fonction de la température de l'embrayage et du moteur selon la cartographie du calculateur de boîte.

Les conditions de désactivation de l'apprentissage du point de léchage sont :

- un nouveau démarrage est demandé ou ;
- le contact est coupé ou ;
- un changement de rapport est demandé ou ;
- un rapport (autre que le neutre) est engagé ou ;
- une défaillance sur le capteur de la position d'embrayage est détectée ou ;
- une défaillance sur les électrovannes d'engagement est détectée.

# CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES

## A. L'ARBRE PRIMAIRE



L'arbre primaire se caractérise par :

- 4 pignons fous (3<sup>ème</sup>, 4<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup> et 6<sup>ème</sup>), dont le nombre de dents varient en fonction de la motorisation ;
- 2 synchroniseurs (3↔4 et 5↔6) identiques.

## B. L'ARBRE SECONDAIRE



L'arbre secondaire se caractérise par :

- 2 pignons fous (1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup>) ;
- 1 synchroniseur spécifique (1<sup>ère</sup>, 2<sup>ème</sup>).

## C. L'ARBRE DE MARCHE ARRIÈRE



L'arbre de marche arrière se caractérise par :

- 1 pignon fou de marche arrière ;
- 1 pignon d'attaque taillé dans la masse de l'arbre ;
- un crabotage seul, pas de synchronisation ;
- rapport unique pour toutes les motorisations.

## D. LE PONT / DIFFÉRENTIEL



L'ensemble pont / différentiel se caractérise par :

- position du pignon d'attaque entre roulements coniques ;
- différentiel « couronne flasque » innovant ;
- rapport unique.

## Caractéristiques des dentures

<b>Dentures</b>	<b>Motorisations avec boîte de vitesses MCP</b>		
	<b>EW10A</b>	<b>DV6ATED4 avec ou sans FAP</b>	<b>DW10BTED4 FAP</b>
1 <sup>ère</sup>	13x46 <sup>1</sup>	13x46	13x46
2 <sup>ème</sup>	24x49	25x48	25x48
3 <sup>ème</sup>	30x43	31x41	31x41
4 <sup>ème</sup>	39x43	40x39	40x39
5 <sup>ème</sup>	42x37	46x35	46x35
6 <sup>ème</sup>	47x35	48x31	52x31

<b>Dentures</b>	<b>Motorisations avec boîte de vitesses MCP</b>		
	<b>EW10A</b>	<b>DV6ATED4 avec ou sans FAP</b>	<b>DW10BTED4 FAP</b>
Marche arrière (entrée)	13x46x43 <sup>2</sup>	13x46x43	13x46x43

<b>Dentures</b>	<b>Motorisations avec boîte de vitesses MCP</b>		
	<b>EW10A</b>	<b>DV6ATED4 avec ou sans FAP</b>	<b>DW10BTED4 FAP</b>
Couronne	17x71 <sup>3</sup>	17x71	17x71

<sup>1</sup> 13x46 : le 1<sup>er</sup> chiffre (13) correspond au pignon de l'arbre primaire menant, le 2<sup>ème</sup> chiffre (46) correspond au pignon de l'arbre secondaire mené.

<sup>2</sup> 13x46x43 : le 1<sup>er</sup> chiffre (13) correspond au pignon de l'arbre primaire menant, le 2<sup>ème</sup> chiffre (46) correspond au pignon de l'arbre secondaire mené/menant et le 3<sup>ème</sup> chiffre (43) correspond au pignon de l'arbre de marche arrière.

<sup>3</sup> 17x71 : le 1<sup>er</sup> chiffre (17) correspond au pignon de l'arbre secondaire menant, le 2<sup>ème</sup> chiffre (71) correspond à la couronne du pont menée.

## E. MOTEUR ET TRANSMISSION

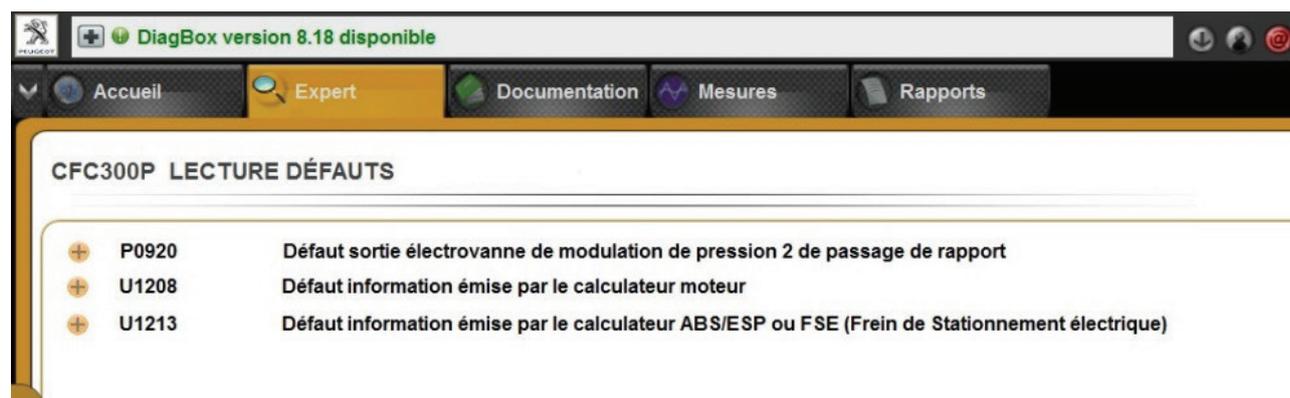
<b>Code moteur :</b>	<b>EW10A</b>	<b>DV6ATED4</b>	<b>DW10BTED4</b>
<b>Type réglementaire :</b>	<b>RFJ</b>	<b>9HY</b>	<b>9HZ</b>
<b>Cylindrée en cm3</b>	<b>1587</b>	<b>1560</b>	<b>1560</b>
<b>Alésage * course (mm)</b>	<b>78,5 * 82</b>	<b>75 * 88,3</b>	<b>75 * 88,3</b>
<b>Etagement Boite de vitesses</b>	<b>MCP/ A</b>	<b>MCP/ C</b>	<b>MCP / D</b>
<b>N° Médaille boite de vitesses</b>	<b>20DS05</b>	<b>20DS03</b>	<b>20DS04</b>
<b>Taille des pneumatiques :</b>	<b>205/65R15</b>	<b>215/50 R17</b>	<b>215/45 R 18</b>
<b>Puissance maxi :</b>			
- CEE(kw à tr/min)	80kw à 5800	66kw à 4000	80kw à 4000
- Din (cv à tr/min)	110cv à 5800	90cv à 4000	110cv à 4000
<b>Couple Maxi :</b>			
- CEE(daN.m à tr/min)	14,7 à 4000	21,5 à 1750	24 à 1750
- Din (m.kg à tr/min)	15 à 4000		
<b>Norme anti-pollution :</b>	<b>L4</b>	<b>Euro4</b>	<b>Euro4</b>
<b>Carburant :</b>	<b>SP 95 Ron mini</b>	<b>Gazole</b>	<b>Gazole</b>
<b>Pot catalytique :</b>	<b>Avec</b>	<b>Avec</b>	<b>Avec</b>
<b>Filtre à particules :</b>	<b>Sans</b>	<b>Sans</b>	<b>Avec</b>
<b>Turbo compresseur :</b>	<b>Sans</b>	<b>à géométrie fixe</b>	<b>à géométrie variable</b>
<b>Système d'injection :</b>	<b>multipoint</b>	<b>Direct HDI</b>	<b>Direct HDI</b>
<b>Fournisseur :</b>	<b>BOSCH</b>	<b>BOSCH</b>	<b>BOSCH</b>
<b>Type :</b>	<b>ME 7.4.5</b>	<b>EDC16C34</b>	<b>EDC16C34</b>

Pouvoir calorifique instantané gazole :  $PCi = 44,8 \cdot 10^3 \text{ kJ.kg}^{-1}$

# DOSSIER TRAVAIL DEMANDÉ

**Problème de maintenance :** Un client propriétaire d'une Peugeot 5008 se plaint que son véhicule ne démarre plus et qu'il ne peut plus changer de vitesses. Son véhicule est équipé d'une boîte de vitesses manuelle pilotée type MCP et d'un moteur DV6ATED4 90 cv.

Après un premier contrôle à l'aide de l'outil de diagnostic, les défauts suivants sont relevés dans le calculateur de la boîte pilotée :



Pour répondre à cette situation de maintenance, l'étude de ce système est décomposée en 4 parties :

## 1<sup>ère</sup> partie : Étude du fonctionnement de la partie mécanique

- Étude cinématique
- Étude énergétique
- Étude de l'embrayage

## 2<sup>ème</sup> partie : Étude du fonctionnement de la partie hydraulique

- Étude de l'actionneur d'embrayage
- Étude des électrovannes de passage et de sélection
- Étude de l'énergie nécessaire

## 3<sup>ème</sup> partie : Étude du fonctionnement de la partie gestion électronique

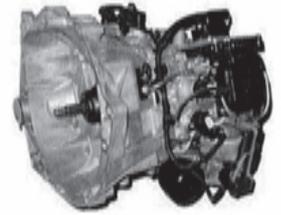
- Étude des capteurs / actionneurs
- Étude du réseau multiplexé

## 4<sup>ème</sup> partie : Relevés sur véhicule

- Diagnostic du réseau multiplexé et des électrovannes
- Conclusion et propositions de remise en état

# 1<sup>ère</sup> partie : Étude du fonctionnement de la partie mécanique

Objectif : Analyser le fonctionnement mécanique de la transmission de puissance aux roues motrices.

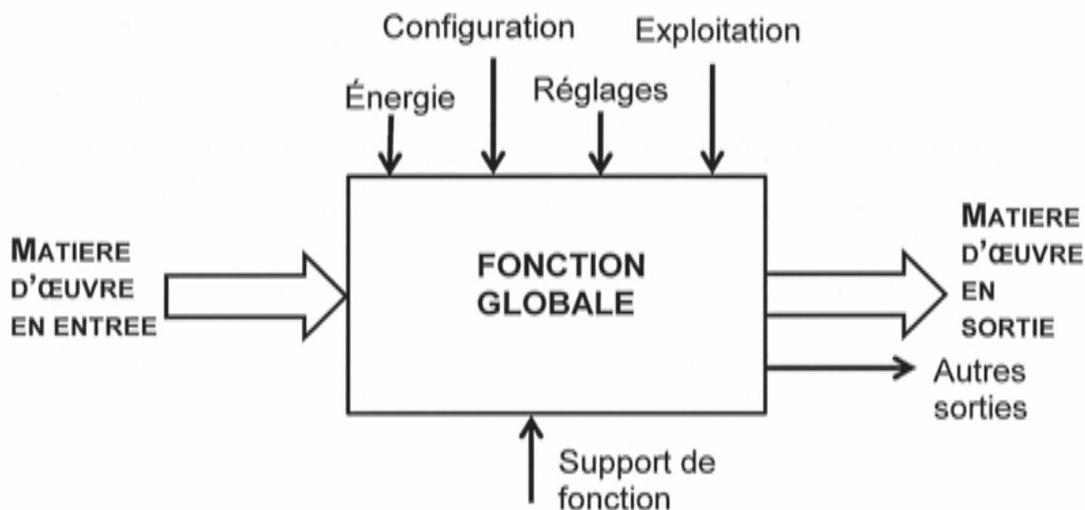


## Étude cinématique

Données :

- Tous les calculs seront réalisés dans le cas d'un déplacement en ligne droite, sur le 6<sup>ème</sup> rapport, au régime maximal du moteur thermique, soit 4500 tr.min<sup>-1</sup>.
- Les roues sont équipées de pneumatiques de taille 215/50/R17.
- On négligera l'écrasement des pneumatiques.

Question 1-1 : Sur feuille de copie, reproduire le diagramme type SADT (niveau A-0) donné ci-dessous en remplaçant les termes par les éléments relatifs à la boîte de vitesses pilotée.



Question 1-2 : Sur le document réponse DR1, compléter le schéma cinématique minimal de la boîte de vitesses avec le rapport 6 engagé (zones à compléter). Indiquer le nom des composants dans les étiquettes vides.

Question 1-3 : Sur le document réponse DR1, surligner en bleu les éléments participant à la chaîne cinématique et indiquer par des flèches le flux d'énergie mécanique de l'entrée du mouvement jusqu'à la sortie.

Question 1-4 : Sur feuille de copie, déterminer pour le rapport de 6<sup>ème</sup> vitesse, la démultiplication globale {boîte + pont}.

Question 1-5 : Sur feuille de copie, calculer la vitesse de rotation moyenne des roues.

Question 1-6 : Sur feuille de copie, déterminer le diamètre d'une roue.

Question 1-7 : Sur feuille de copie, déterminer la vitesse maximale théorique du véhicule en km/h (pour une roue dont le diamètre est de 645 mm et la vitesse de rotation est de 1668 tr.min<sup>-1</sup>).

Question 1-8 : Sur feuille de copie, déterminer quel est le régime moteur pour une vitesse de déplacement de 130 km/h.

## Étude énergétique



Donnée :

- Pouvoir calorifique inférieur du gazole :  $PCi = 44,8 \cdot 10^3 \text{ kJ.kg}^{-1}$

Question 1-9 : Sur le document réponse DR2, compléter la colonne puissance du tableau pour le régime moteur de  $4500 \text{ tr.min}^{-1}$ .  
Détaillez le calcul sur feuille de copie.

Question 1-10 : Sur le document réponse DR2, compléter la colonne consommation spécifique, exprimée en  $\text{g.(kW.h)}^{-1}$ , pour le régime moteur de  $4500 \text{ tr.min}^{-1}$ .  
Détaillez le calcul sur feuille de copie.

Question 1-11 : Sur le document réponse DR2, tracer les courbes de puissance et consommation spécifique.

Question 1-12 : Sur feuille de copie, indiquer le régime moteur donnant le rendement global maxi.  
Déterminer ce rendement.

Question 1-13 : À  $130 \text{ km/h}$  sur autoroute, le régime moteur est de  $2900 \text{ tr/min}$ . À partir des courbes tracées, analyser le choix du constructeur, pour le rapport de transmission en 6<sup>ème</sup> vitesse (sur feuille de copie).

## Étude de l'embrayage



Données :

- Rayon extérieur du disque d'embrayage :  $R_{ext} = 228 \text{ mm}$
- Rayon intérieur du disque d'embrayage :  $R_{int} = 156 \text{ mm}$
- Coefficient d'adhérence :  $\mu = \tan\varphi = 0,4$

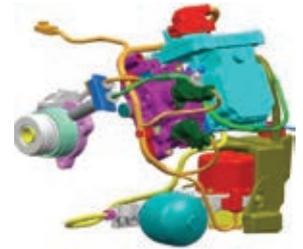
Question 1-14 : Sur feuille de copie et à partir des informations données dans le dossier ressource, donner l'expression littérale du couple transmis par l'embrayage  $C_f$  en fonction de l'effort tangentiel  $T$  et du rayon moyen  $R_{moy}$  du disque d'embrayage.

Question 1-15 : Démontrer que le rayon moyen d'un disque est :  $R_{moy} = \frac{2}{3} \cdot \left( \frac{R_{ext}^3 - R_{int}^3}{R_{ext}^2 - R_{int}^2} \right)$ .

Sur feuille de copie et à partir des informations données dans le dossier ressource, déterminer l'effort presseur sur le disque d'embrayage afin de transmettre le couple maximal de  $240 \text{ N.m}$ . On rappelle que  $T = N \cdot \mu = N \cdot \tan\varphi$ .

## 2<sup>ème</sup> partie : Étude du fonctionnement de la partie hydraulique

Objectif : Contrôler le circuit hydraulique de l'actionneur de butée d'embrayage, qui peut être à l'origine du dysfonctionnement défini par le client.

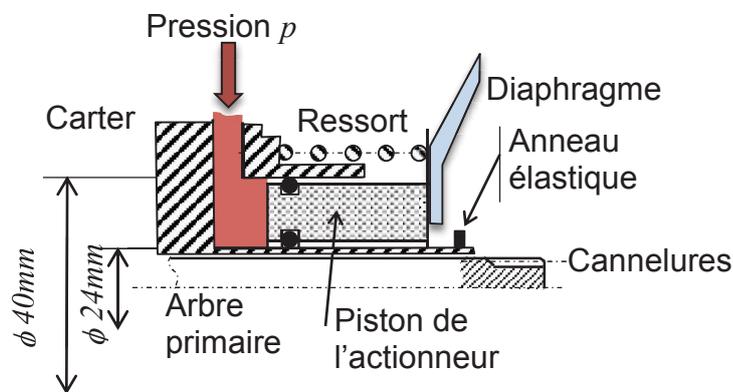


### Étude de l'actionneur d'embrayage

Données :

- Diamètre extérieur du piston de l'actionneur d'embrayage :  $\varnothing 40$  mm
- Diamètre intérieur du piston de l'actionneur d'embrayage :  $\varnothing 24$  mm
- En raison de l'amplification du diaphragme et d'un coefficient de sécurité pour transmettre le couple, l'effort moyen à appliquer sur le diaphragme est de 1200 N

Schéma technologique de l'actionneur d'embrayage (1/2 vue en coupe) :



Hypothèse :

- On négligera l'effort du ressort de l'actionneur de butée d'embrayage

Question 2-1 : Sur feuille de copie, déterminer la pression  $p$  utile à appliquer à l'actionneur d'embrayage pour débrayer.

Question 2-2 : Vérifier que la pression distribuée par le groupe électropompe est cohérente avec la valeur trouvée précédemment. Justifier votre réponse sur feuille de copie.

### Étude des électrovannes de passage et de sélection

Question 2-3 : Compléter sur le document réponse DR3, le schéma de fonctionnement hydraulique de l'actionneur de passage de vitesse en dessinant pour chaque étape, la position des électrovannes pour un passage de rapport de 2→3.

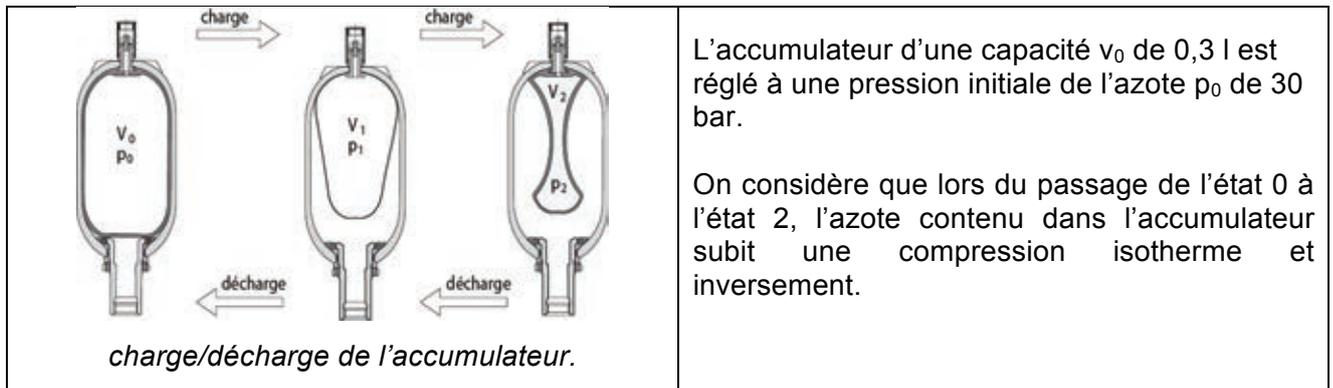
Question 2-4 : Compléter sur le document réponse DR4, le tableau d'état des électrovannes en fonction du changement de rapport indiqué.

Question 2-5 : Sur le document réponse DR4, indiquer les noms et rôles des 3 clapets repérés 1, 2 et 3.  
Préciser également la fonction de l'accumulateur.

## Étude de l'énergie nécessaire

Données :

- Débit de pompe :  $1.0 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$
- Course de l'actionneur de changement de rapport : 20 mm
- Diamètre du piston de l'actionneur de changement de rapport : 27 mm
- Diamètre de la tige de l'actionneur de changement de rapport : 14 mm
- Course de l'actionneur d'embrayage : 25 mm
- Dimensions du piston de l'actionneur d'embrayage : D.ext : 40 mm  
D.int : 24 mm



L'accumulateur d'une capacité  $v_0$  de 0,3 l est réglé à une pression initiale de l'azote  $p_0$  de 30 bar.

On considère que lors du passage de l'état 0 à l'état 2, l'azote contenu dans l'accumulateur subit une compression isotherme et inversement.

Pour l'ensemble de cette partie, rédiger les réponses sur feuille de copie.

Question 2-6 : Déterminer le volume d'huile nécessaire pour effectuer un changement de rapport (ex : 1-2).

Question 2-7 : Déterminer le volume d'huile contenu dans l'accumulateur lorsque la pression atteint 45 bar (pression de régulation pompe).

Question 2-8 : Déterminer le temps nécessaire pour le remplissage de ce volume (par le débit de la pompe hydraulique).

Question 2-9 : Le groupe hydraulique ayant un rendement de 0.8, déterminer la puissance électrique maximale nécessaire.

Question 2-10 : Au cours du remplissage de l'accumulateur, la puissance moyenne consommée par la pompe étant de 80 W. Montrer que l'énergie nécessaire est voisine de 500 Joules.

Question 2-11 : Dans un cycle mixte quotidien, le groupe électropompe est activé 100 fois. Déterminer l'énergie consommée durant ce cycle.

Question 2-12 : Déterminer la masse de carburant nécessaire pour alimenter en énergie électrique le groupe électropompe, sachant que le rendement global de la chaîne d'énergie est de 0.30).

Question 2-13 : Conclure sur l'intérêt de ce système de boîte de vitesses automatisée.

### 3<sup>ème</sup> partie : Étude du fonctionnement de la partie gestion électronique



Objectif : Analyser le principe de fonctionnement de la gestion électronique de la boîte de vitesses pilotée.

#### Étude des capteurs / actionneurs

Question 3-1 : Compléter sur le document réponse DR5, le tableau des entrées/sorties du calculateur MCP en indiquant le nom des éléments, leur repère, les liaisons d'informations Multiplexées, ainsi que les grandeurs mesurées.

Question 3-2 : Sur le schéma électrique du document réponse DR6, colorier le faisceau reliant le capteur de position d'embrayage au calculateur (*vert : circuit primaire ; bleu : circuit secondaire*).

#### Étude du réseau multiplexé

Question 3-3 : Sur le schéma électrique du document réponse DR6, surligner le bus du réseau CAN I/S.

Question 3-4 : Sur le document réponse DR7, compléter le schéma représentant une trame relevée sur un réseau multiplexé CAN I/S de la ligne CAN H, en représentant la trame lue sur la ligne CAN L.

Question 3-5 : Sur feuille de copie, indiquer quel est le type de montage de ce réseau CAN I/S (*Daisy Chain / Dérivation*).

### 4<sup>ème</sup> partie : Relevés sur véhicule



Objectifs : Réaliser des contrôles électriques sur le véhicule afin d'incriminer l'élément(s) défectueux et proposer une solution de remise en état.

Question 4-1 : Vous réalisez un contrôle de résistance du réseau CAN I/S et des électrovannes du groupe électropompe. Sur le document réponse DR7, compléter le tableau de relevé.

Question 4-2 : Sur feuille de copie, conclure sur l'origine probable du défaut et indiquer les opérations nécessaires à la remise en état du véhicule.

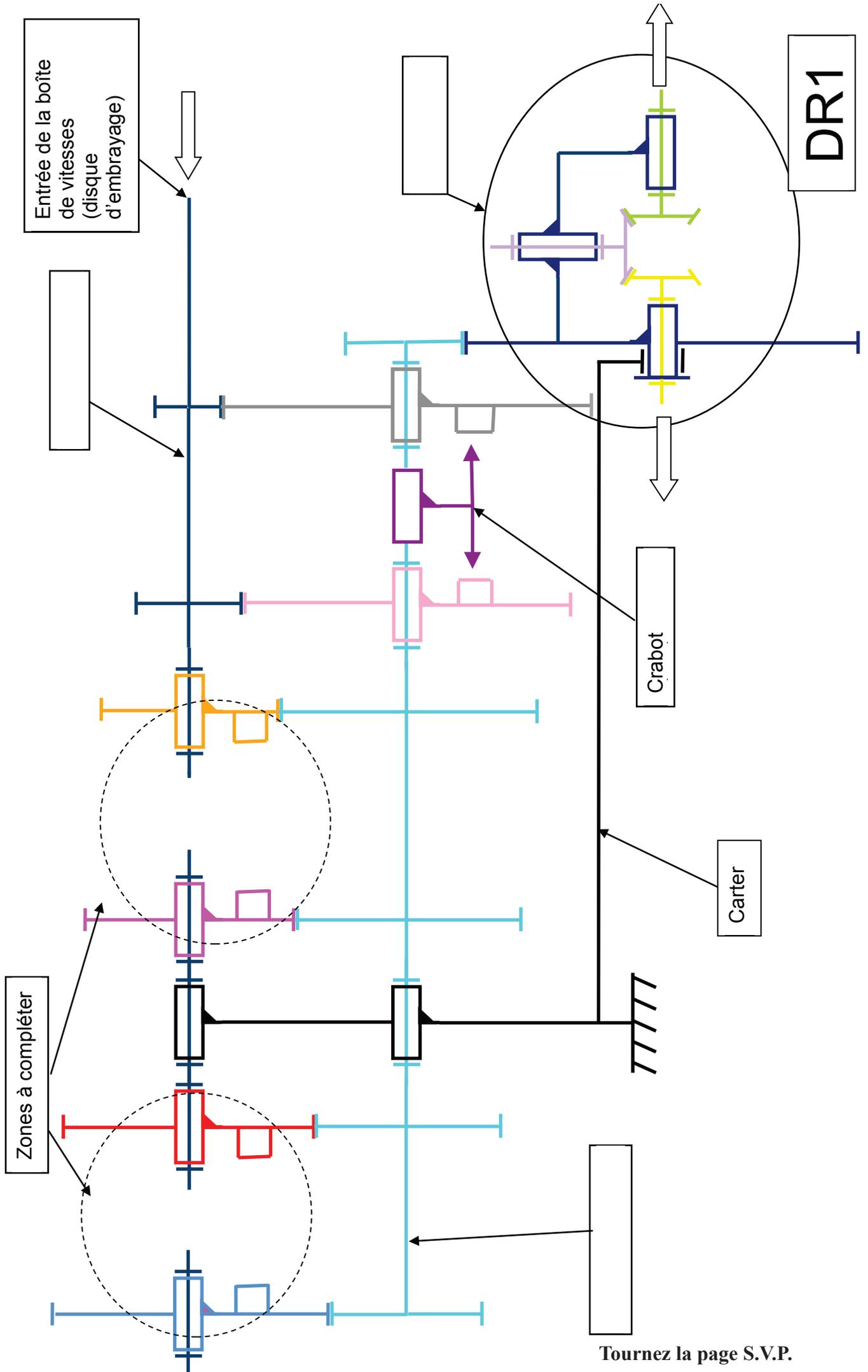
# **DOCUMENTS RÉPONSES**

## **DR 1 à DR 7**



**NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE**

Questions 1-2 et 1-3 :

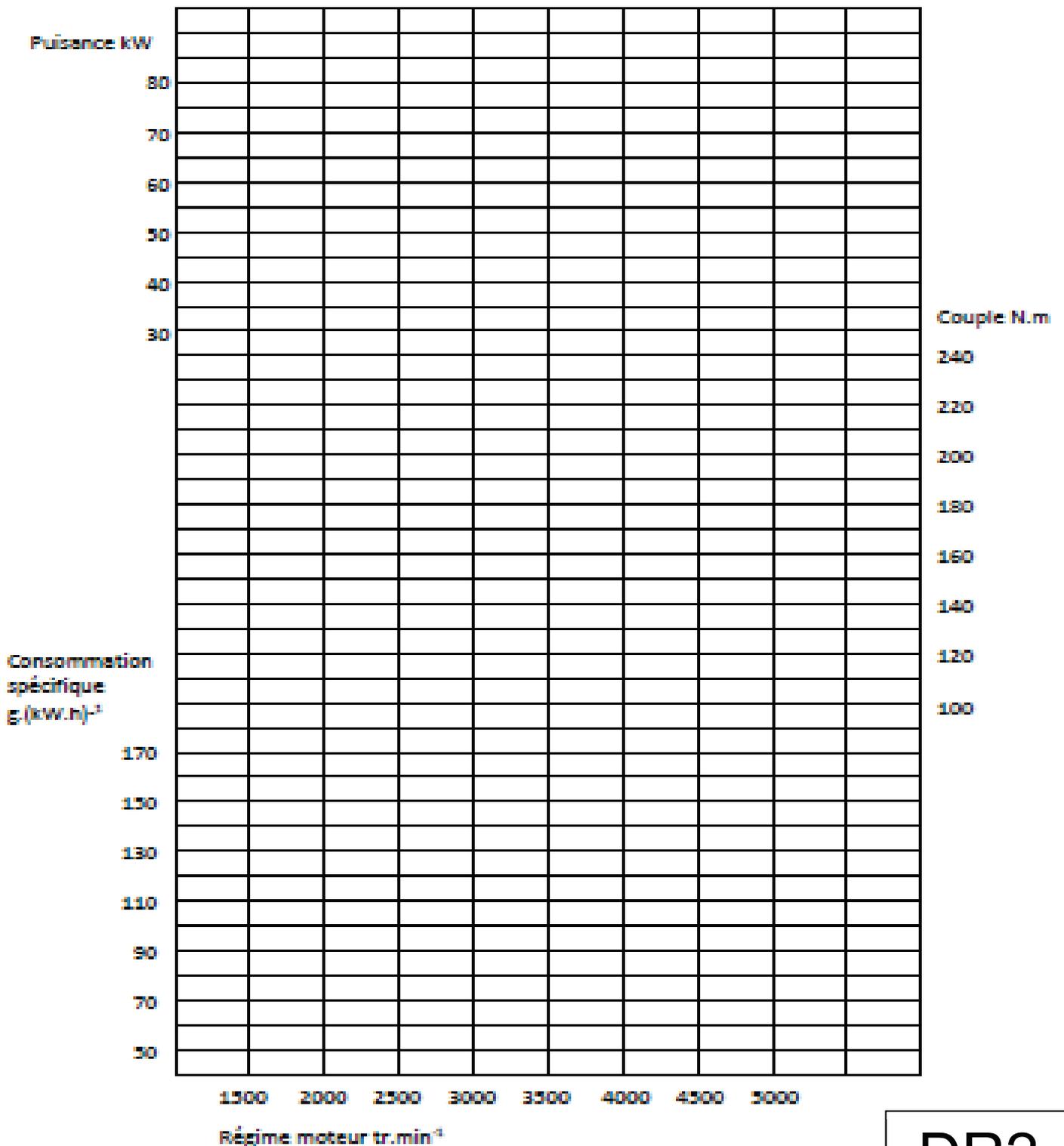


Tournez la page S.V.P.

**Questions 1-9 et 1-10 :**

Régime tr.min <sup>-1</sup>	Couple N.m	Conso kg.h <sup>-1</sup>	Puissance kW	CS g.(kW.h) <sup>-1</sup>	Régime tr.min <sup>-1</sup>	Couple N.m	Conso kg.h <sup>-1</sup>	Puissance kW	CS g.(kW.h) <sup>-1</sup>
1500	240	2,63	38	70	3500	200	5,7	73	78
2000	240	3,70	50	74	4000	191	7,12	80	89
2500	230	3,65	60	69	4500	155	8,9		
3000	220	4,56	69	66	5000	125	11,12	65	170

**Question 1-11 :**

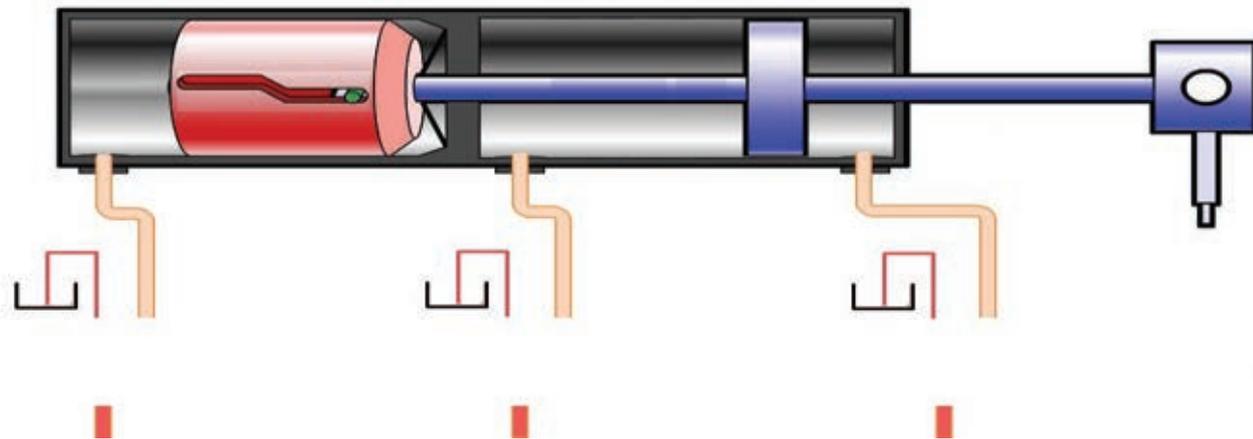




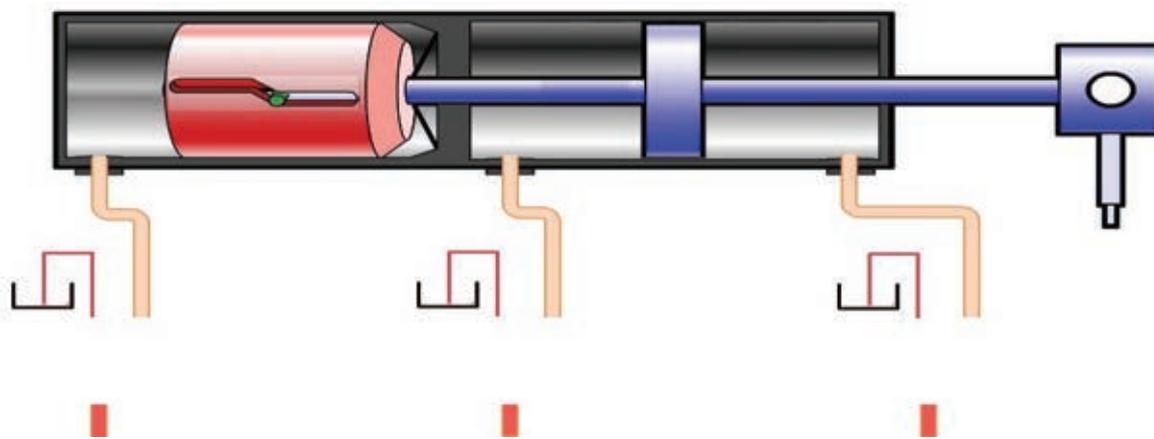
**NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE**

Question 2-3 :

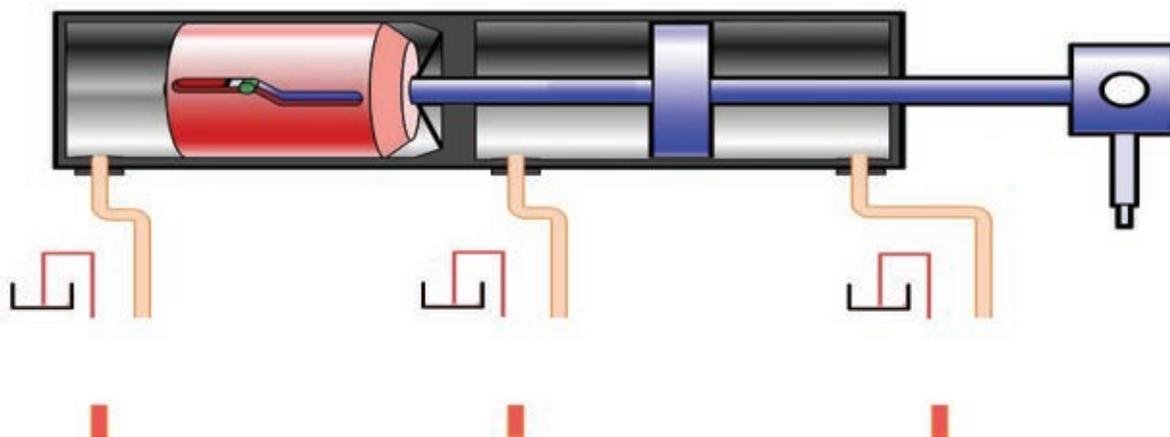
2<sup>nd</sup> enclenchée



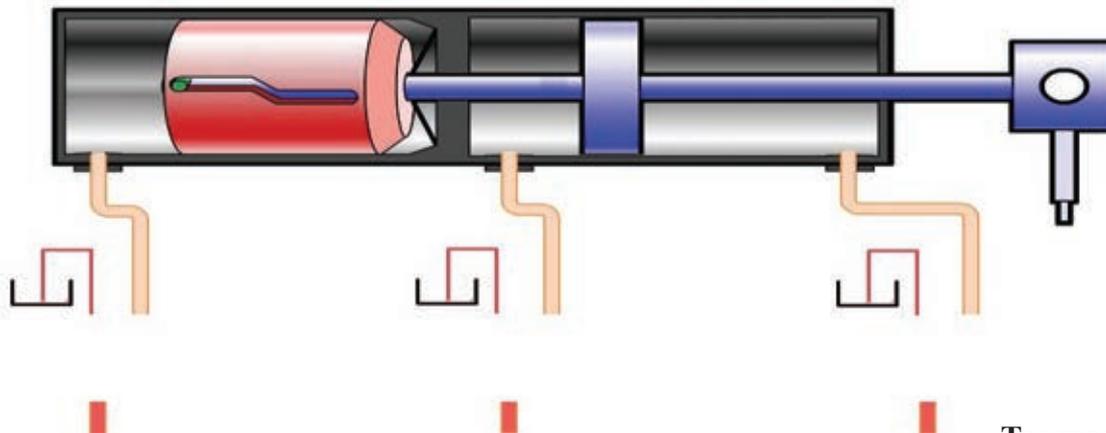
2→3 (passage étape 1)



2→3 (sélection)



2→3 (passage étape 2)



DR3

Tournez la page S.V.P.





**NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE**

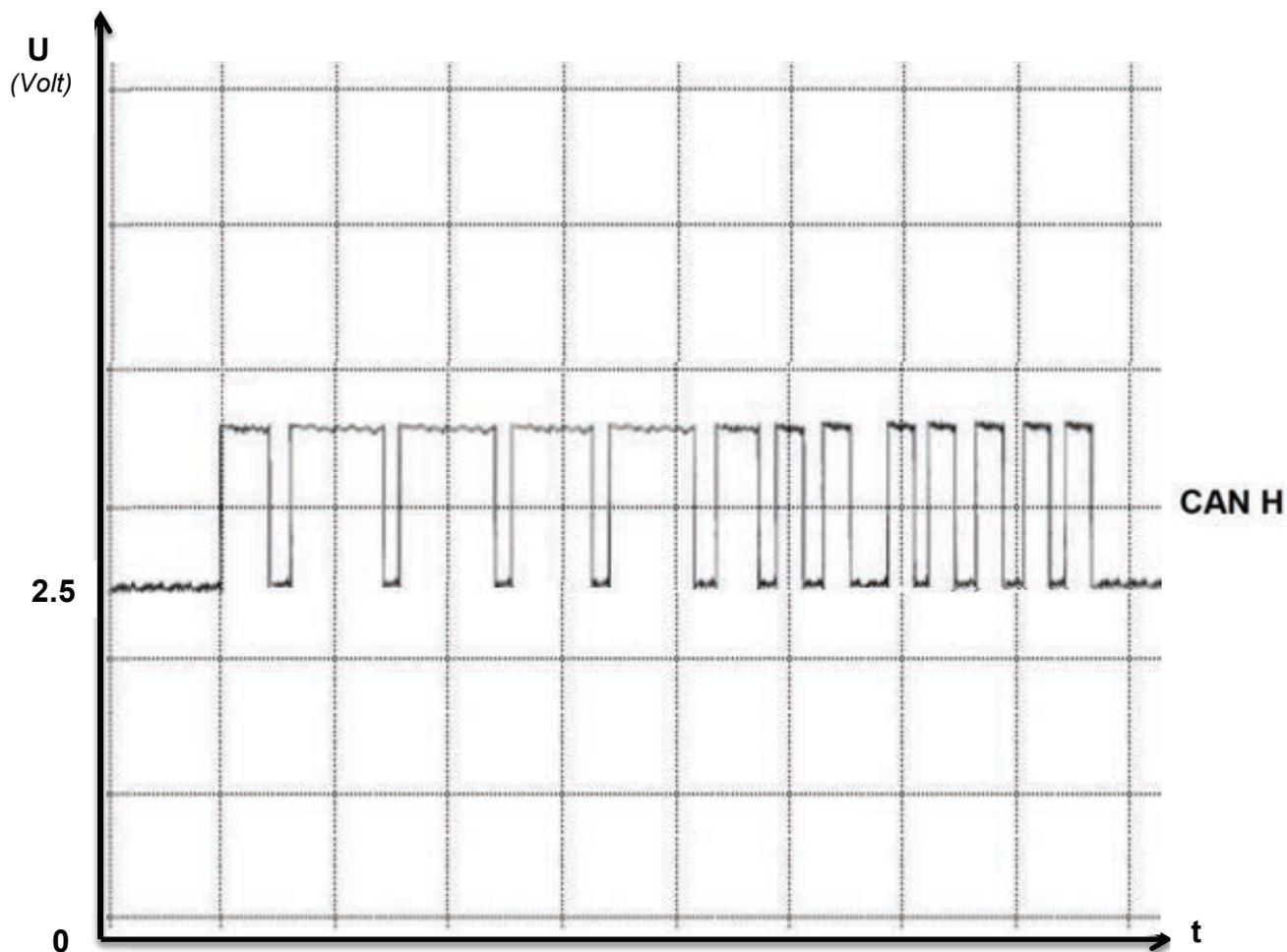






**NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE**

**Question 3-4 :**



**Question 4-1 :**

Mesure effectuée	Points de mesure	Valeur relevée	Valeur constructeur	Conclusion
Résistance du BUS CAN I/S (calculateur BMVP)		120 $\Omega$		
Résistance électrovanne de passage pair	Directement aux bornes des électrovannes	9,8 $\Omega$		
Résistance électrovanne de passage impair	Directement aux bornes des électrovannes	9600 $\Omega$		
Résistance Electrovanne S-CAM	Directement aux bornes des électrovannes	9,6 $\Omega$		