

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL MAINTENANCE DES VEHICULES AUTOMOBILES Session 2004

Option : **Véhicules Industriels**

Nature de l'épreuve : **E 2** : Epreuve technologique
Unité **U 2** : Etude de cas Expertise technique
Epreuve écrite - coefficient **3** - durée **3 h**

THEME SUPPORT DE L'ETUDE :

SYSTEME D'INJECTION ELECTRONIQUE A RAMPE COMMUNE

DOSSIER RESSOURCE

Dossier Ressource :

DR 1 / 15 à DR 15 / 15

Examen : BACCALAUREAT PROFESSIONNEL	Option : B	Session : 2004	
Spécialité : MVA	Code :	Durée : 3 h	Coef. : 3
Epreuve : E2 - Epreuve technologique	Unité : U2 – Etude de cas - Expertise technique		

SYSTEME D'INJECTION ELECTRONIQUE COMMON RAIL

■ GENERALITES :

Plusieurs facteurs poussent les constructeurs de véhicules industriels à faire évoluer sans cesse la technologie de leur produit.

Il s'agit bien sûr des normes concernant les émissions sonores et gazeuses qui deviennent de plus en plus sévères. La norme EURO2 qui était en vigueur depuis octobre 1996 a laissé la place à la norme EURO3 qui est entrée en application en octobre 2001. Les normes EURO4 et EURO5 sont déjà programmées (2005 et 2008).

Il s'agit également de proposer aux clients, en plus du véhicule lui-même, un ensemble de prestations visant entre autre :

- à l'amélioration de la productivité (gestion de parcours, gestion de maintenance)
- à la maîtrise des coûts d'exploitation (consommation de carburant)
- au confort d'utilisation (automatisation de la conduite, intercommunication)

C'est dans ce contexte, que le constructeur RENAULT V.I. a développé sur les motorisations 4L, 6L et 11L le système d'injection électronique COMMON RAIL V.I. BOSCH. (Le système COMMON RAIL V.L. étant appliqué sur la gamme MASTER et MASCOTT).

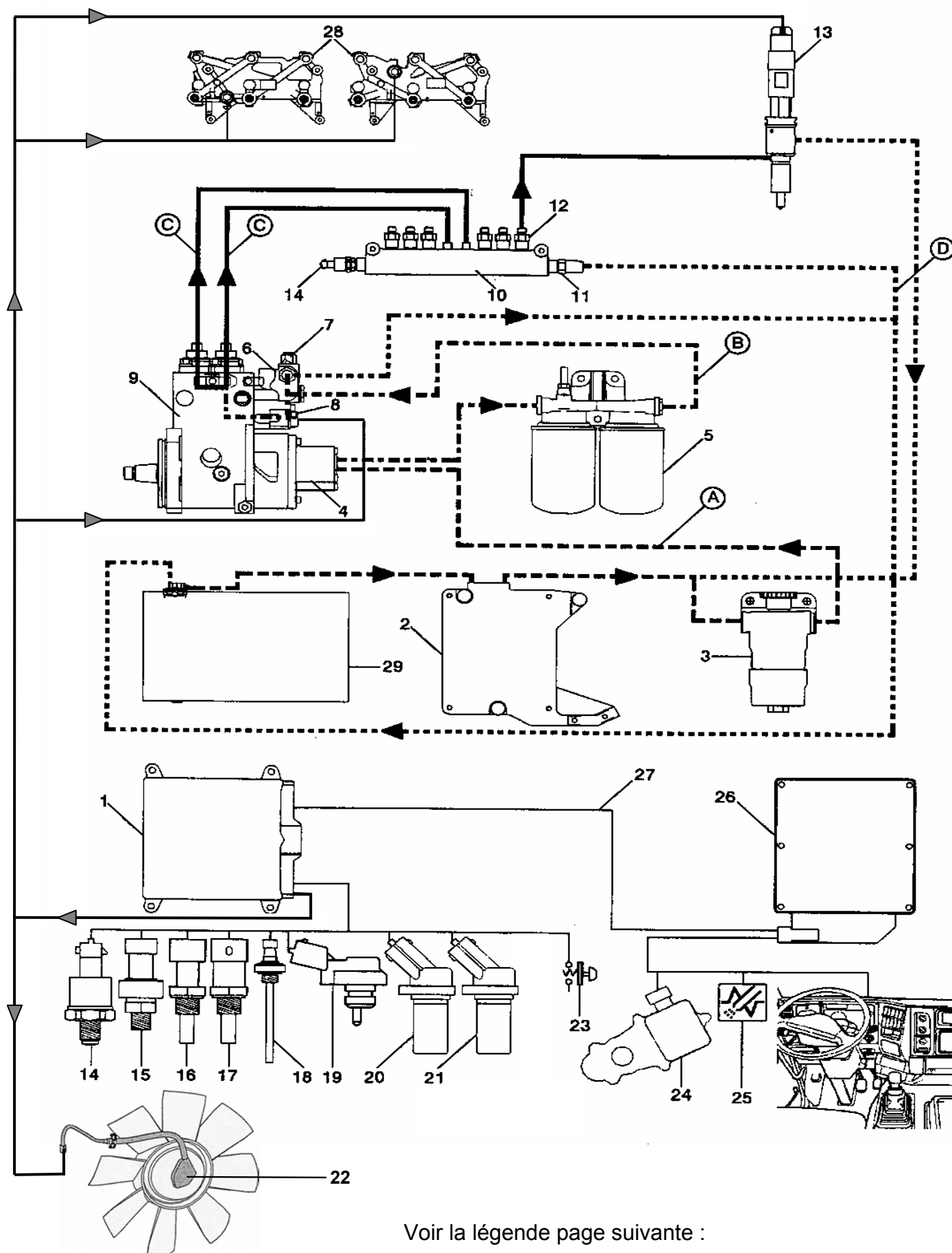
■ FONCTIONS DU SYSTEME :

Ce système d'injection associé aux autres systèmes électroniques embarqués permet de :

- gérer l'alimentation en carburant du moteur (débit, avance) et les différentes stratégies de fonctionnement moteur associées.
- gérer les freins moteur : frein sur échappement ou frein sur compression (frein J)
- gérer le refroidissement (ventilateur piloté)
- gérer la communication des paramètres du moteur avec le chauffeur (régime moteur, pression d'huile, température d'eau,...)
- gérer la limitation légale de la vitesse routière
- gérer la fonction régulateur de vitesse intégrale (cruise control intégral)
- gérer le couplage au pied du freinage
- gérer le système d'enregistrement de parcours (INFOMAX)
- gérer la maintenance du véhicule (INFOMAX)

En plus du respect des normes de pollution, il s'agit donc bien d'améliorer de façon très significative le niveau de prestations offertes au client, toujours plus exigeant.

▪ COMPOSITION DU SYSTEME :



Voir la légende page suivante :

Eléments du système d'injection électronique "COMMON RAIL" :

- calculateur contrôle moteur **E.E.C.U (1)**
- refroidisseur du calculateur **(2)**
- pompe d'amorçage et pefiltre de combustible **(3)**
- pompe de gavage **(4)**
- filtres de combustible **(5)**
- boîtier de dosage **(6)**
- clapet de balayage **(7)**
- électrovannes de régulation de pression de combustible **(8)**
- pompe haute pression **(9)**
- rampe commune **(10)**
- limiteur de pression de rampe **(11)**
- injecteurs **(13)**
- capteur de pression de rampe **(14)**
- capteur de vitesse volant moteur **(20)**
- capteur de vitesse pompe haute pression **(21)**
- limiteurs de débit **(12)**
- capteur de température circuit de refroidissement **(17)**
- capteur de pression et de température d'air de suralimentation **(19)**
- capteur de niveau d'huile moteur **(18)**
- capteur de pression d'huile moteur **(15)**
- capteur de température d'huile moteur **(16)**
- commande d'arrêt moteur (cabine basculée) **(23)**
- réservoir de combustible **(29)**
- témoin d'alerte **(25)**

Eléments des fonctions annexes :

- embrayage de ventilateur débrayable **(22)**
- ralentisseur sur échappement et frein moteur "J" **(28)**

Informations délivrées par les capteurs communs à plusieurs fonctions :

Ces informations sont collectées par le calculateur de contrôle véhicule **V.E.C.U (26)**, qui les transmet aux différents calculateurs des systèmes périphériques et au calculateur de contrôle moteur sous format numérique par l'intermédiaire du "BUS CAN" **(27)**.

Exemples :

- information vitesse du contrôlographe
- information capteur de position de la pédale d'accélération **(24)**
- information prise de mouvement
- information freinage
- information antidémarrage

Circuits hydrauliques :

- aspiration **(A)**
- basse pression **(B)**
- haute pression **(C)**
- retour vers le réservoir **(D)**

▪ **PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT :**

l'injection électronique "COMMON RAIL" fonctionne sur les principes suivants:

- haute pression variable selon les besoins du moteur indépendamment de sa charge et de sa vitesse de rotation
- avance variable selon les besoins du moteur indépendamment de sa charge et de sa vitesse de rotation
- dosage du carburant de type pression/temps
- possibilité de préinjection (diminution du cognement)
- injection multipoint gérée intégralement par l'électronique

Dosage et injection du carburant :

Le carburant stocké dans le réservoir est aspiré par la pompe de gavage et est envoyé sous basse pression vers l'admission de la pompe haute pression. La valeur de la haute pression (200 à 1400 bars) est déterminée par la quantité de carburant admis par la pompe haute pression. Cette quantité est pilotée par les électrovannes de régulation de pression situées dans le boîtier de dosage. Le carburant est ensuite dirigé vers la rampe commune puis distribué aux injecteurs dont l'ouverture est commandée électriquement par le calculateur. Les limiteurs de débit interdisent les fuites sur le circuit haute pression en aval de la rampe en cas de rupture d'un élément (canalisation..) et protègent le moteur en cas de dysfonctionnement d'un injecteur.

Pour gérer le système, le calculateur reçoit les informations :

- du calculateur véhicule "V.E.C.U"
- du capteur de pression sur rampe commune
- des capteurs de vitesse volant moteur et pompe haute pression
- du capteur de température de circuit de refroidissement
- du capteur de température d'huile moteur
- du capteur de position de pédale d'accélération
- du capteur de pression et de température d'air de suralimentation
- du capteur de vitesse du ventilateur débrayable
- de la commande régulateur de vitesse et réglage du ralenti

Fonctions annexes au système "COMMON RAIL"

- gestion du refroidissement moteur
- régulateur de vitesse
- antidémarrage
- protection du moteur (surchauffe, limitation de couple moteur)
- gestion du ralentisseur sur échappement
- ralenti variable selon les conditions (conditionnement d'air, température moteur...)
- ralenti accéléré réglable depuis le poste de conduite

Fonctionnement en mode dégradé :

Le défaut détecté modifie les prestations du système en mode dégradé, dont les effets sont plus ou moins sensibles à la conduite

- réduction de la pression maximale de rampe (plusieurs niveaux)
- temps de démarrage augmenté
- arrêt de fonctionnement du ralentisseur
- modification du pilotage du ventilateur
- arrêt de fonctionnement d'un ou de plusieurs injecteurs.....

Selon la gravité du défaut, les conséquences peuvent être négligeables (un capteur de vitesse moteur par exemple) ou bien affecter fortement les prestations du système, ceci pouvant aller jusqu'à l'interdiction de démarrage. Dans le but d'immobiliser au minimum le véhicule, en cas de défaut de faible gravité, le calculateur fonctionne par calcul approché grâce à des valeurs encore disponibles ou à l'aide de valeurs.

CIRCUIT HYDRAULIQUE BASSE PRESSION :

Réservoir :

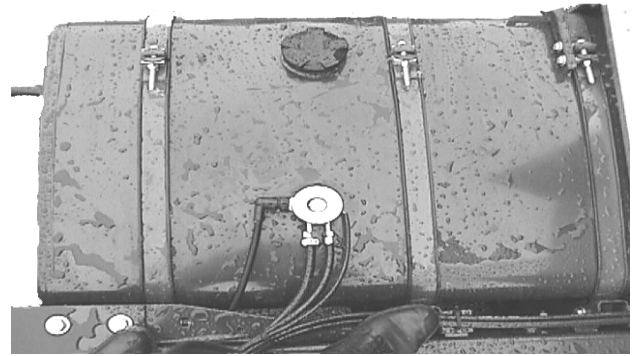
Il sert à stocker le carburant, il participe au refroidissement.

Il possède : un bouchon pour le remplissage, 1 jauge à carburant et un ensemble comprenant :

2 tubes plongeurs

1 pour l'aspiration avec une crépine

1 pour le retour.

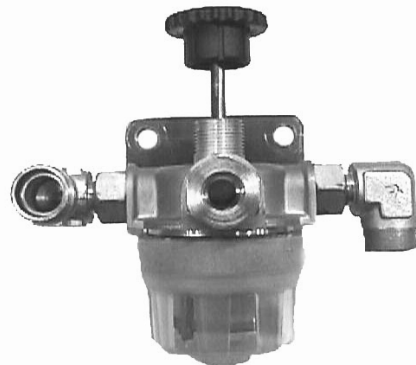


Refroidisseur calculateur moteur EECU

Il limite la montée en température du calculateur moteur grâce à une circulation du gazole. Celui-ci assure une isolation thermique entre le moteur et le calculateur.

Pompe d'amorçage :

Pompe à commande manuelle permettant une mise en pression du circuit après une intervention. De plus, elle possède un filtre assurant une seconde filtration de 300 µ.



Pompe de gavage (ZP5) :

Elle fournit du gasoil à la pompe haute pression à une pression entre 6 et 7 bars en phase de fonctionnement, et 2 bars en phase de démarrage. C'est une pompe à engrenage. Elle est entraînée à 2,85 fois le régime pompe par un pignon interne situé en bout de l'arbre à cames pompe, de façon à fournir un débit supérieur à la consommation du moteur.

Filtres principaux :

Vis de purge et prise de basse pression

Les filtres de 5 à 7 microns servent à protéger les organes du circuit haute pression fonctionnant avec des jeux de quelques microns.



Clapet de balayage :

Le clapet de balayage maintient le circuit basse pression à une valeur comprise entre 4 et 5 bars au ralenti et entre 6 et 7 bars à 2000 tr/min.

La valeur de tarage du clapet doit être comprise entre 1,8 et 2,8 bars.



CIRCUIT HYDRAULIQUE HAUTE PRESSION :

Boîtier de dosage : Voir schéma ci-dessous

Il y a deux dispositifs identiques (un pour l'alimentation de chaque tête hydraulique).

L'électrovanne utilisée est de type 2/2 mono stable normalement fermée.

Ce système se compose d'une navette qui joue le rôle de restriction qui sous la pression de la pompe d'alimentation ne laisse passer qu'un certain débit de gazole vers les têtes hydrauliques. Cette navette est pilotée en position (donc en débit) par une électrovanne.

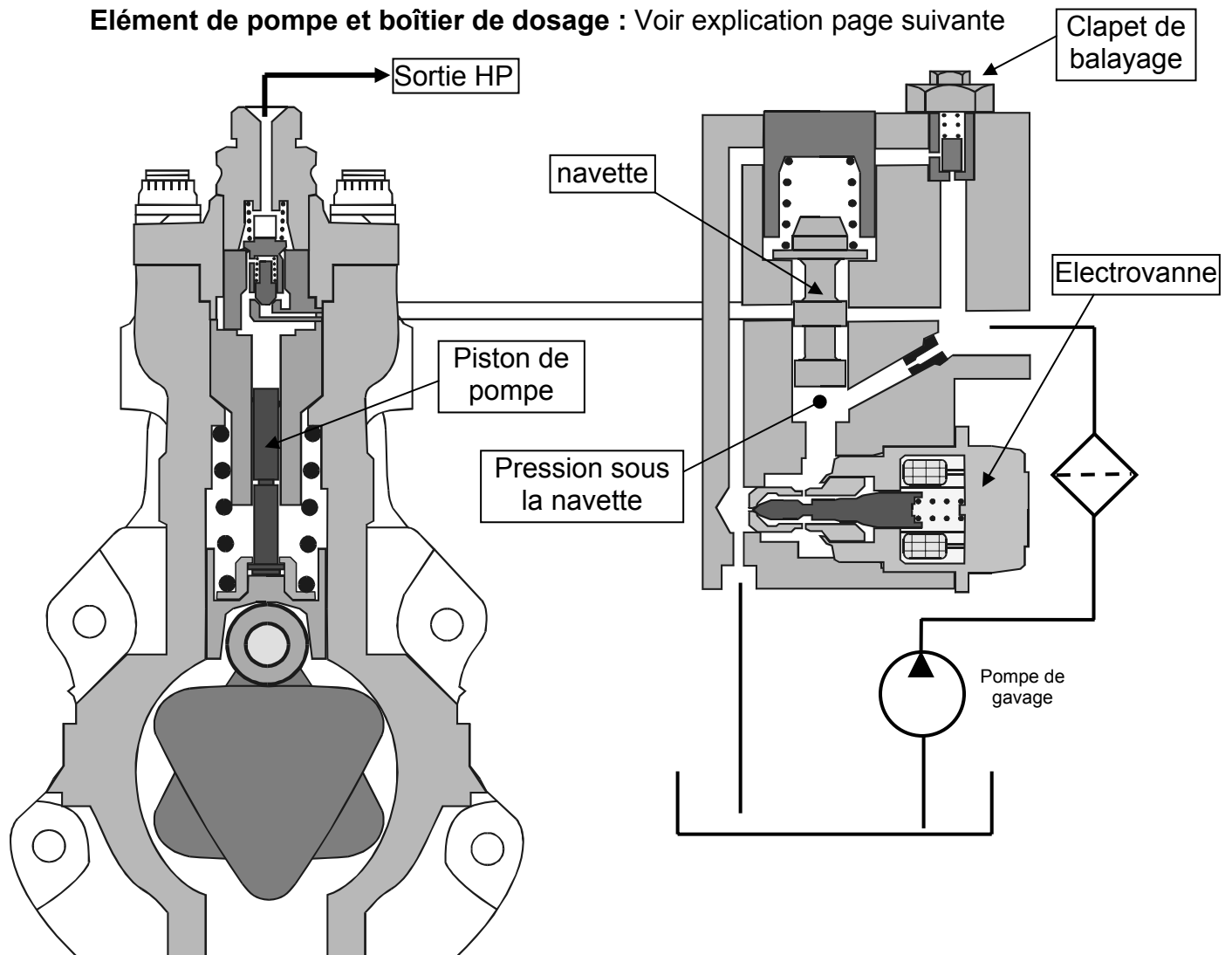
La variation de position de la navette est assurée en modulant la pression qui règne sous celle-ci.

Un gicleur dérive une faible partie du débit de la pompe de gavage sous la navette.

Une électrovanne pilotée en RCO permet de moduler la pression qui agit sous la navette afin qu'elle prenne différentes positions intermédiaires pour obtenir différentes sections d'alimentation des têtes hydrauliques et donc différentes valeurs de la haute pression.

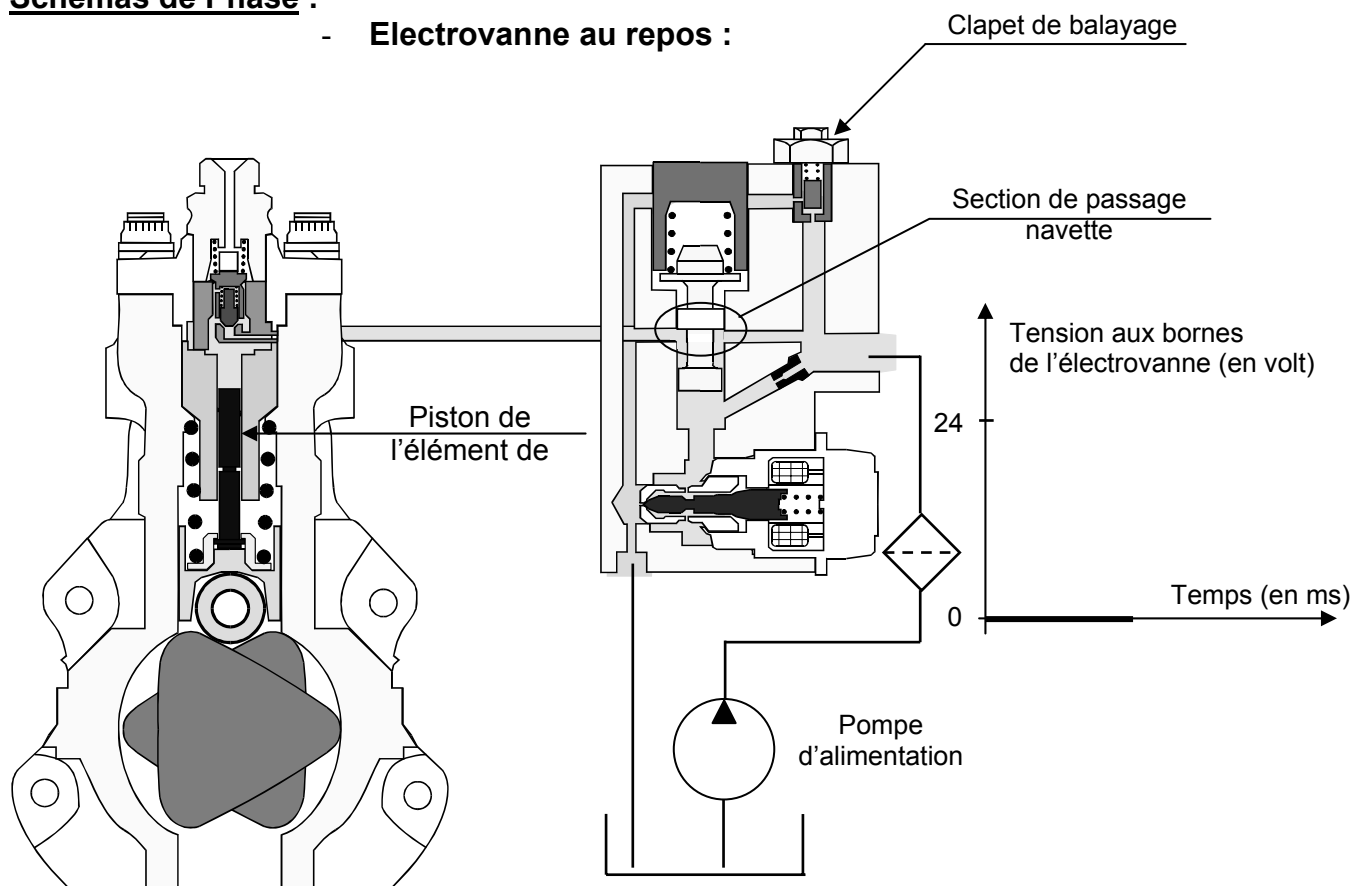
Les cycles de commande de l'électrovanne sont phasés avec les cycles de refoulement afin de limiter les variations de pressions dues à chaque refoulement (défaut inhérent aux pompes à pistons).

Elément de pompe et boîtier de dosage : Voir explication page suivante

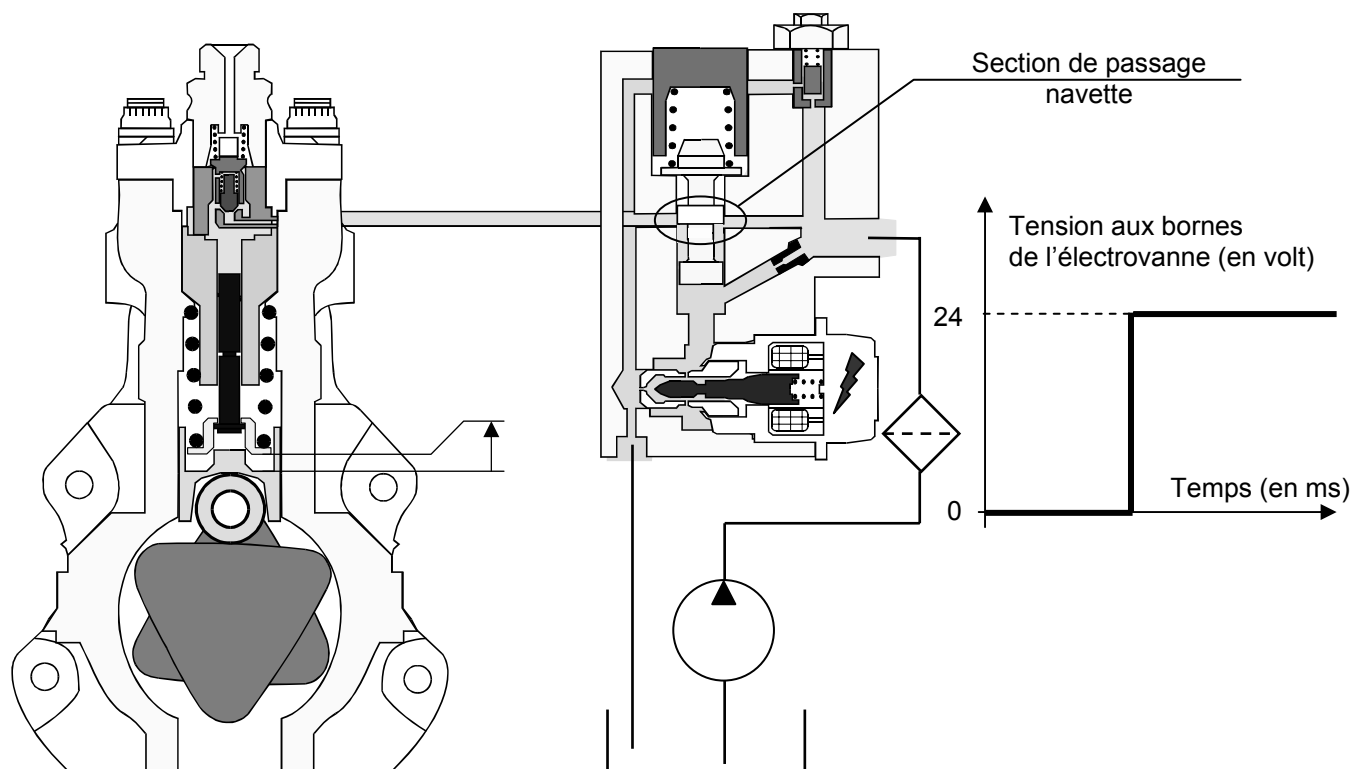


Schémas de Phase :

- Electrovanne au repos :



- Electrovanne alimentée :

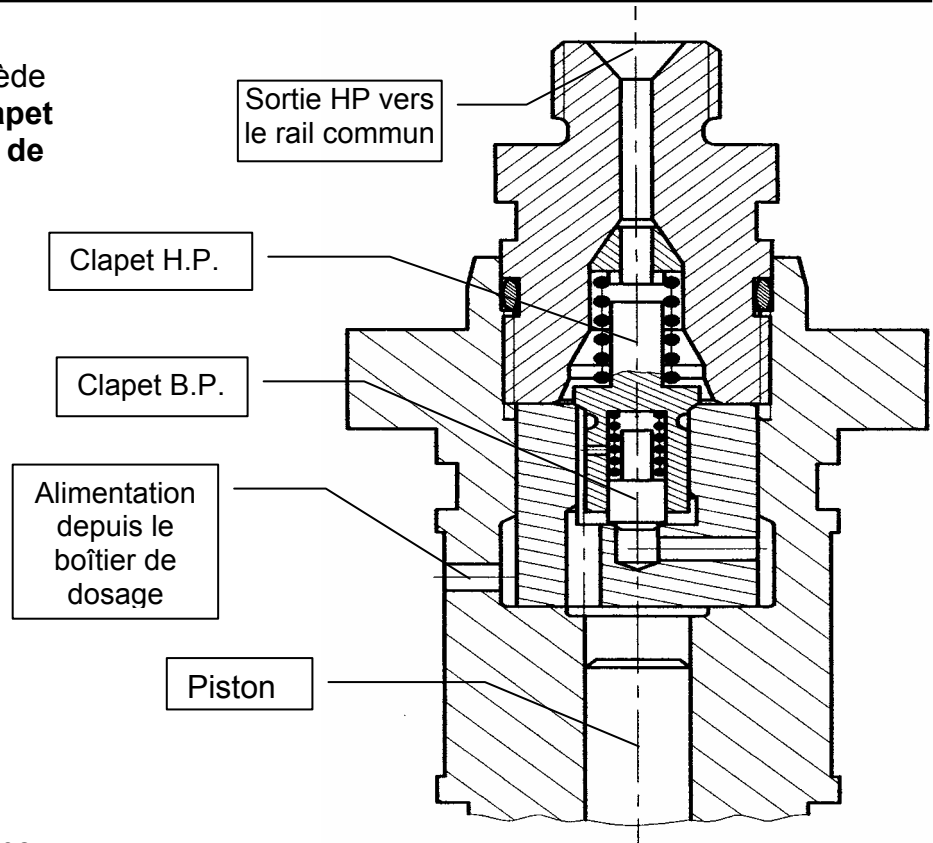


En fonction du rapport cyclique de commande de l'électrovanne, la position de la navette sera modulée, et donc le débit qui passe à travers le boîtier de dosage qui alimente l'élément de pompe (tête hydraulique).

Si le débit d'alimentation de la tête hydraulique est grand, la course du piston de pompe est grande. Le débit refoulé et donc la haute pression sont augmentés.

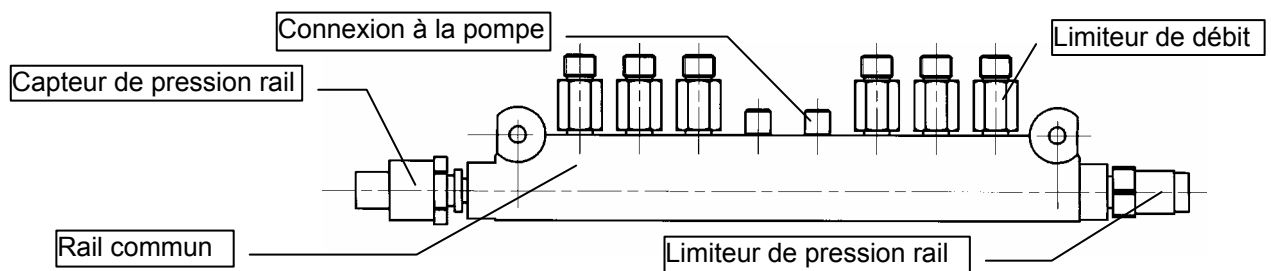
La valeur de la haute pression est proportionnelle a la course utile du piston de pompe

Chaque tête hydraulique possède sur sa partie supérieure **un clapet d'aspiration B.P** et **un clapet de refoulement H.P.**



Rail ou rampe commune :

C'est l'élément charnière du système d'injection. Il permet de maintenir une alimentation haute pression sur les injecteurs (sa capacité est de 35 cm^3). Il assure également la liaison entre la pompe, les injecteurs, le capteur de pression, le limiteur de pression.

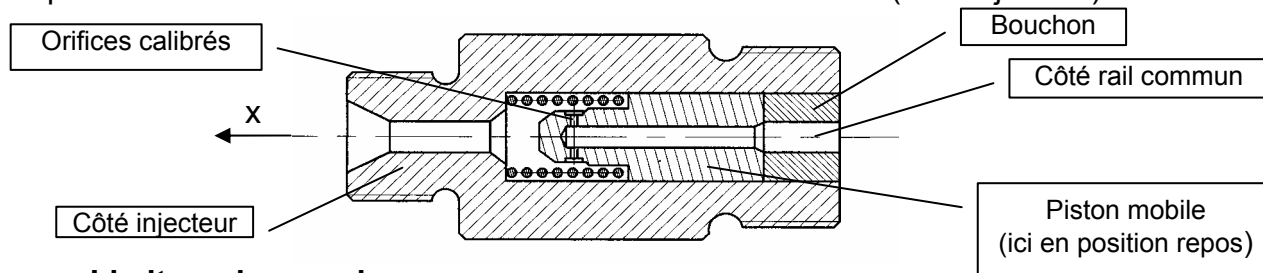


Le volume du RAIL est déterminé dans les limites suivantes :

- si le volume est important, les phases d'injection ainsi que les refoulements de pompe affectent peu la stabilité de la pression ; en revanche, les évolutions de la pression lors de commande du calculateur sont lents.
- si le volume est petit, le temps de réponse est faible, le système réagit vite mais la pression oscille fortement autour de la valeur de consigne. C'est donc un élément « pointu » du système.

Limiteurs de débit :

Les limiteurs de débit sont implantés sur le rail commun, ils assurent la sécurité en coupant le débit d'une sortie en cas de fuite en aval du limiteur (côté injecteur).



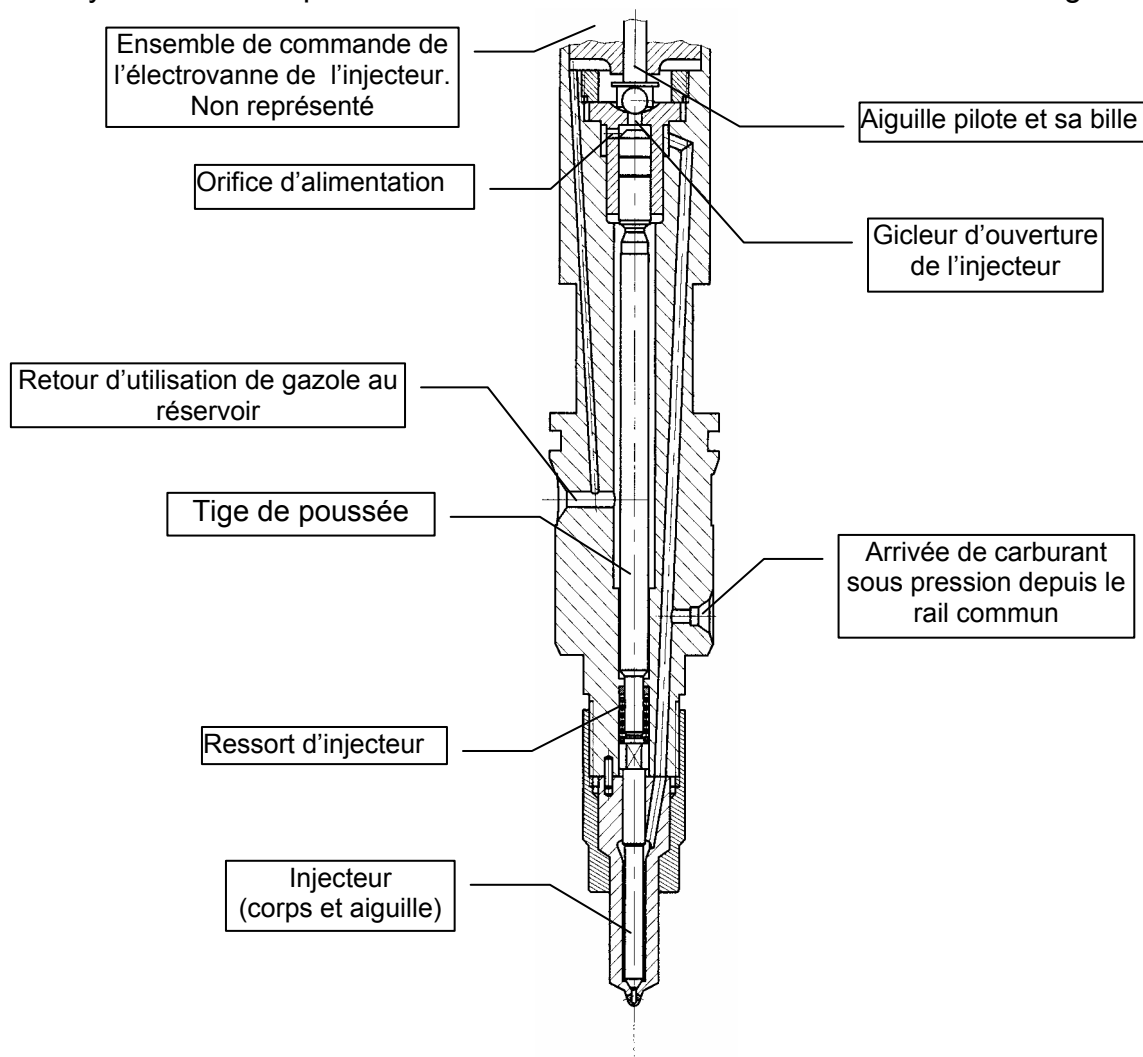
Limiteur de pression rampe :

Il est situé en bout du rail, il s'ouvre lorsque la pression atteint 1600 bars dans le rail. Par exemple lorsque une électrovanne est en défaut (donc restée fermée), le remplissage des têtes hydrauliques est maximum et la pression monte jusqu'à l'ouverture du limiteur (même si le calculateur essaie de réguler sur l'autre électrovanne). **Le fonctionnement du limiteur de pression est donc très rare et nécessite son remplacement** car le siège est souvent détruit à cause des vibrations (montées et baisses brutales de pression) pendant la limitation.

Injecteur :

Dans les systèmes d'injection diesel classiques, l'ouverture de l'injecteur est assurée uniquement par la pression. Ici, **une électrovanne commandée par le calculateur assure l'ouverture et la fermeture de l'injecteur** en modifiant l'équilibre des efforts sur l'aiguille.

Il y a donc un dispositif d'assistance à l'ouverture et la fermeture de l'aiguille de l'injecteur.



■ CIRCUIT ELECTRIQUE :

Schéma électrique V.E.C.U contrôle véhicule :

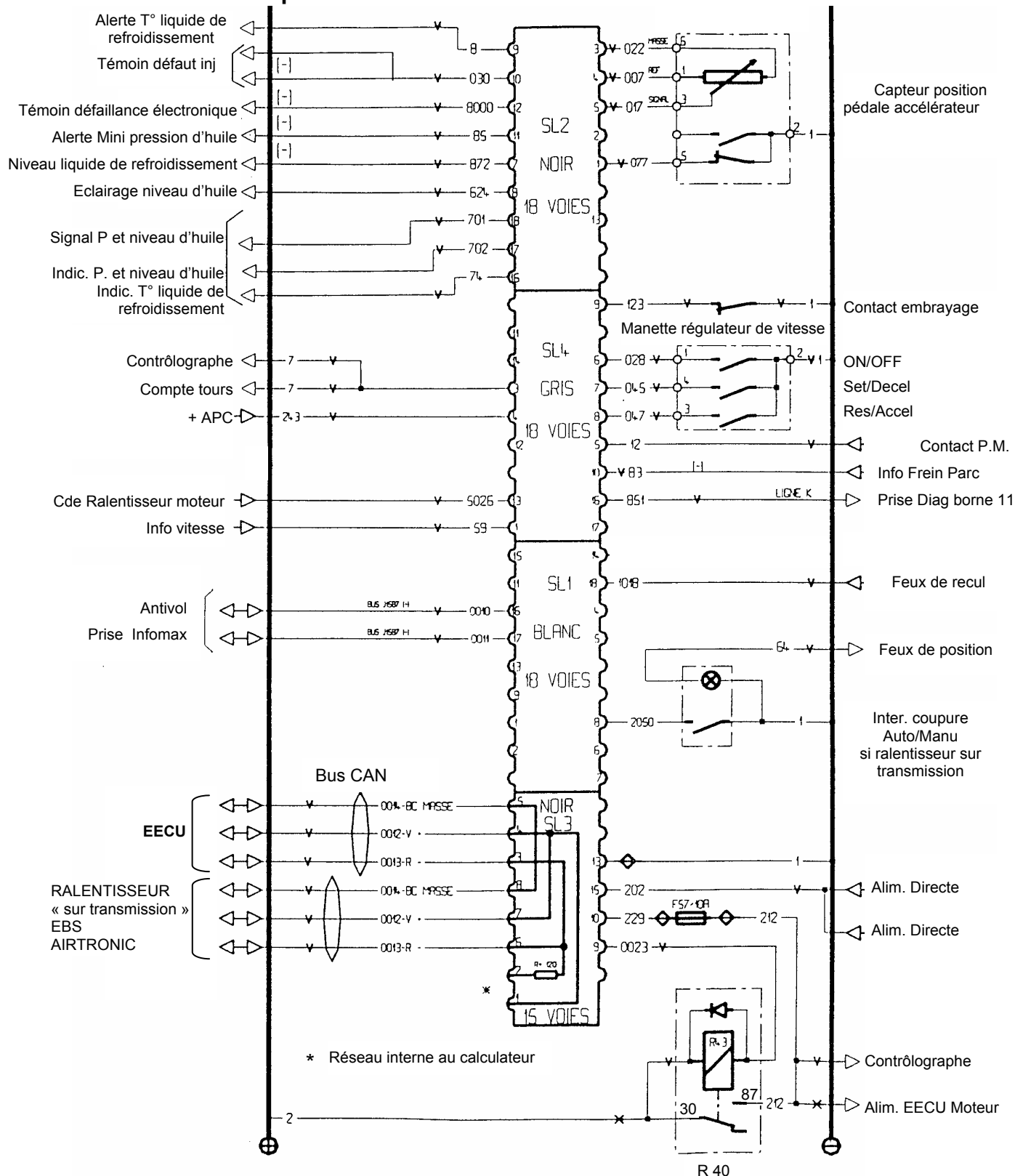
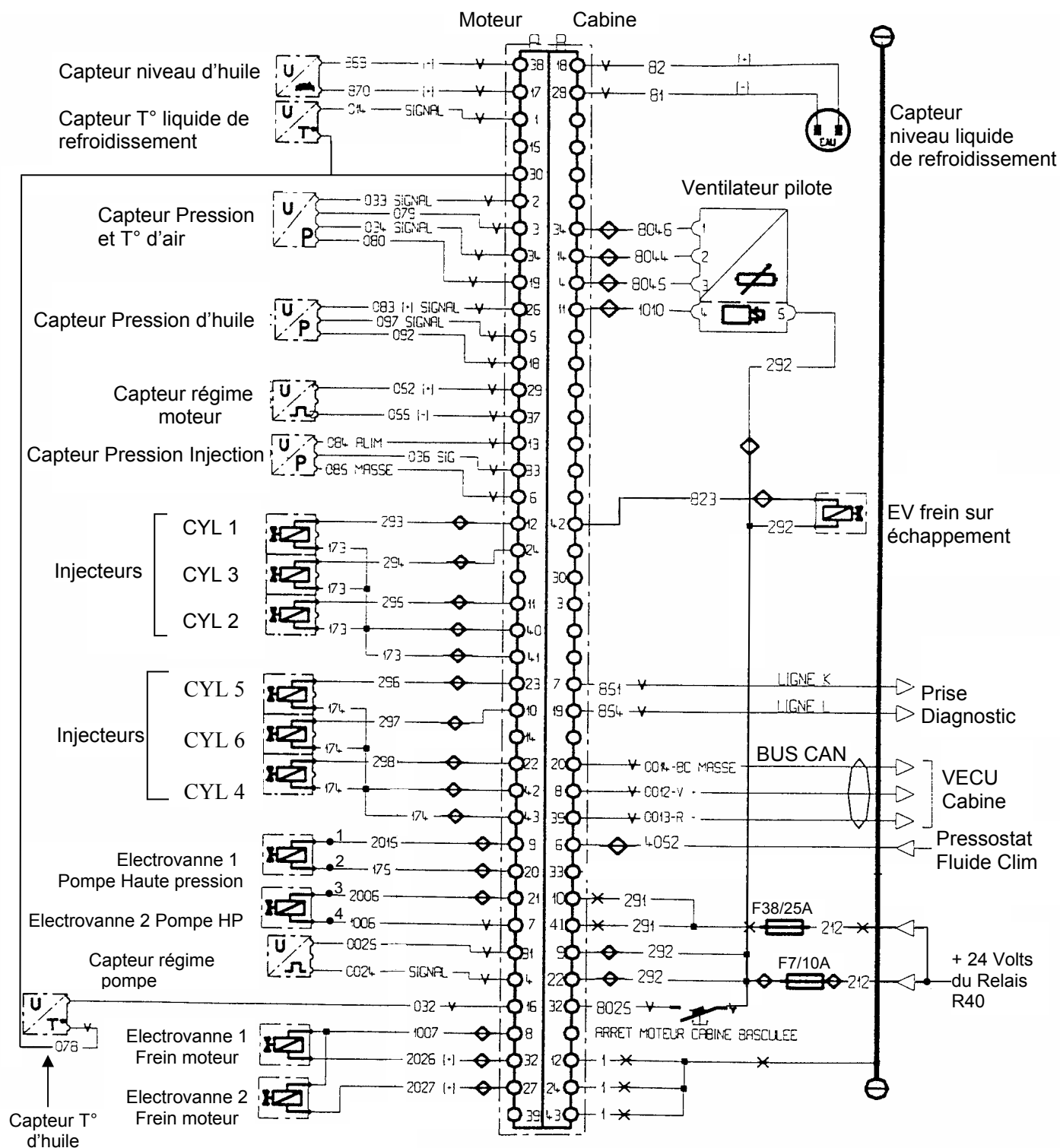


Schéma électrique E.E.C.U. contrôle moteur:



■ CARACTERISTIQUES DE QUELQUES COMPOSANTS :

Capteurs de température : liquide de refroidissement - huile

Type de capteur : THERMISTANCE CTN

- Contrôle :	T°C	R min,	R max (kΩ)
	-20°C	13,5	- 17,7
	0°C	5,2	- 6,65
	20°C	2,2	- 2,8
	40°C	1,0	- 1,3
	80°C	0,2	- 0,3
	100°C	0,17	- 0,2



Electrovannes de pompe

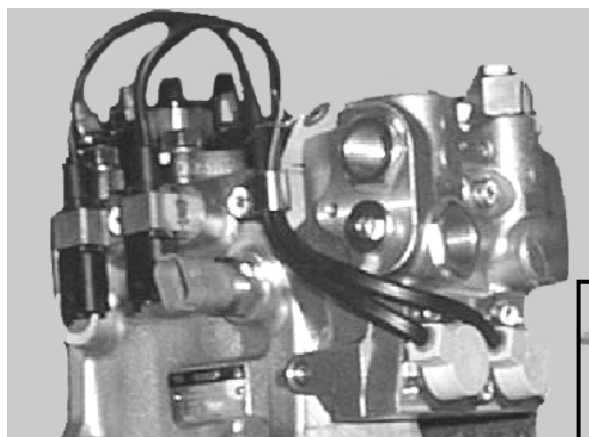
Deux électrovannes sont fixées sur le boîtier de dosage à l'arrière de la pompe HP et sont reliées au circuit par deux connecteurs.

C'est de la commande des électrovannes que dépend la pression dans le rail.

- Commande : Elles sont commandées par l'EECU . Pilotées à fréquence et rapport cyclique variable (la fréquence de pilotage est liée à la vitesse moteur, soit 25 Hz à 1000 tr/mn).

- Contrôle :

A l'ohmmètre entre les 2 bornes R = 15Ω à 20°C



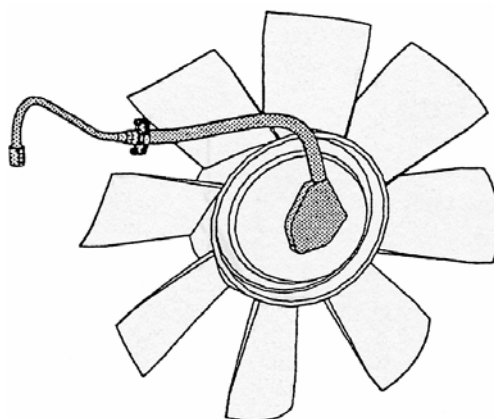
Embrayage de ventilateur piloté

C'est un ensemble comprenant un capteur de vitesse de rotation, une électrovanne de pilotage et un viscocoupleur.

Le calculateur pilote le taux de glissement du viscocoupleur par l'intermédiaire de l'électrovanne, en fonction des besoins du moteur (température, mode dégradé, fonctionnement du conditionnement d'air).

- Contrôle :

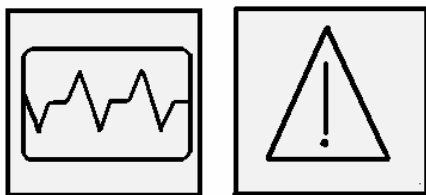
Résistance de l'électrovanne entre les bornes 4 et 5 du connecteur de l'embrayage : (à 20°C) : R = 55 à 65 Ω.



■ CONTROLE ET DIAGNOSTIC :

Alerte par voyants

Défauts mineurs

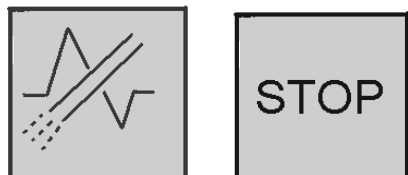


Lorsque le témoin défaillance injection électronique s'éclaire, des valeurs sont prises par défaut, certaines fonctions sont supprimées ou dégradées.

On est en présence de défauts MINEURS.

Le témoin de défaillance injection est couplé au témoin de service.

Défauts majeurs



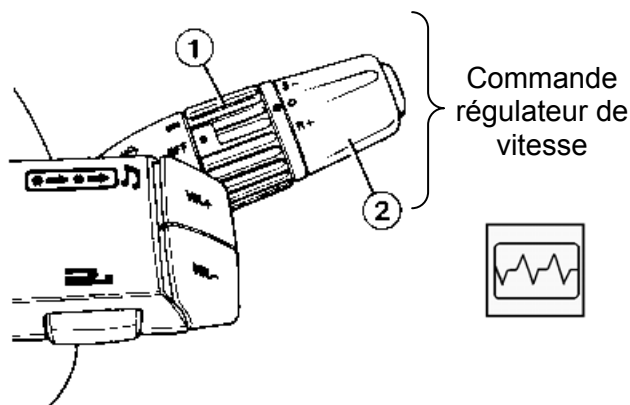
Lorsque le témoin défaut injection / limiteur de vitesse s'éclaire moteur tournant, le système fonctionne en « mode secours » par exemple sur 5 cylindres. Ce mode peut aller jusqu'à l'arrêt du moteur.

On est en présence de défauts MAJEURS.

Le témoin de défaut injection / limiteur de vitesse est couplé au témoin STOP.

Diagnostic par codes clignotants

La procédure des codes clignotants permet de visualiser uniquement les défauts présents.

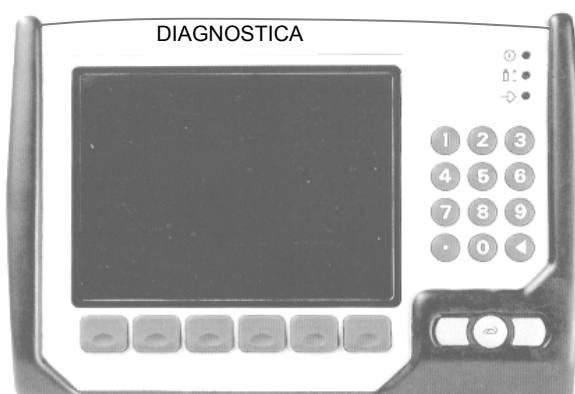


Activation du code clignotant :

- Positionner la bague (1) sur « OFF »
- Actionner la bague (2) sur R+ ou S- jusqu'à extinction du témoin défaillance injection électronique puis relâcher,
- Compter les impulsions lumineuses selon le principe suivant :
 - 1^{ère} série de clignotement (lent) ⇒ chiffre des dizaines
 - 2^{ème} série de clignotement (rapide) ⇒ chiffre des unités.

Recommencer l'opération pour identifier tous les défauts. Lorsque le 1^{er} code clignotant réapparaît, tous les codes défauts présents ont été visualisés.

Diagnostic par l'outil diagnostica



Le diagnostic est effectué par le calculateur moteur (EECU) du système puis transmis à l'outil DIAGNOSTICA par l'intermédiaire de la prise diagnostic.

L'utilisation de cet outil permet une grande facilité de diagnostic et son emploi est vivement conseillé. **Il est indispensable pour effacer les défauts mémorisés** et pour régler la position de la pédale d'accélérateur.

Fonctions disponible :

- Lecture des :
 - défauts présents
 - défauts mémorisés
- Diagnostic
 - Diagnostic par fonction
 - Visualisation des entrées.

Détail de quelques codes clignotants :

22 : capteur de vitesse volant moteur : défaut mineur

Incidence :

- réduction de la puissance de 20 % (pression d'injection limitée à 1000 bars)
- temps de démarrage plus long (environ 6 secondes)

Contrôle :

- voir caractéristique des composants
- continuité et isolement de chaque fil (sur faisceau).

24 : capteur haute pression combustible : défaut majeur

Incidence :

- réduction de la puissance de 50 % (pression d'injection limitée à 850 bars)
- valeur maximale de la pression d'injection régulée par le limiteur de pression de rampe

Contrôle :

- fonctionnement avec outil de diagnostic
- continuité et isolement de chaque fil (sur faisceau)
- alimentation en 5 Volts, présence masse

Nota : Remplacer impérativement le régulateur de pression de rampe.

25 : alimentation + 5 volts des capteurs : défaut mineur

Incidence :

- réduction de la puissance de 20 % (pression d'injection limitée à 1000 bars)
- Fonctionnement des capteurs en mode dégradé

Contrôle :

- alimentation en 5 Volts sur chaque capteur (pression huile, haute pression combustible, pression de suralimentation, vitesse du ventilateur débrayable)
- continuité et isolement des fils d'alimentation de chaque capteur.

51 : électrovanne de régulation de pression n°1 : défaut majeur

Ligne en circuit ouvert ou en court-circuit à la masse

Incidence :

- réduction de la puissance de 50 % (pression d'injection limitée à 850 bars)
- régulation de pression assurée par l'électrovanne non défaillant
- pression d'injection élevée (électrovanne défaillante reste en position fermée)
- valeur maximale de la pression d'injection régulée par le limiteur de pression de rampe

Ligne en court-circuit au + 24 volts

Incidence :

- réduction de la puissance de 50 % (pression d'injection limitée à 850 bars)
- régulation de pression assurée par l'électrovanne non défaillant
- pression d'injection faible (électrovanne défaillante reste en position ouverte)

Contrôle :

- résistance de l'enroulement de l'électrovanne (à 20 °C) : $14 < R < 16 \Omega$
- continuité du faisceau (voir schéma électrique)

Nota : Remplacer impérativement le régulateur de pression de rampe.

53 : pression d'injection hors plage de fonctionnement : défaut majeur

Incidence :

- réduction de la puissance de 50 % (pression d'injection limitée à 850 bars)
- fonctionnement avec une pression de rampe aléatoire
- valeur maximale de la pression d'injection régulée par le limiteur de pression de rampe

Contrôle :

- circuit d'aspiration de combustible : étanchéité, colmatage du circuit (préfiltre en particulier)
- circuit basse pression : étanchéité, fonctionnement de la pompe de gavage, colmatage du circuit (filtres en particulier)
- circuit haute pression : étanchéité, fonctionnement de la pompe HP et des électrovannes de régulation de pression, circuit de retour de rampe, fonctionnement des limiteurs de débit, fonctionnement des injecteurs.

Nota : Remplacer impérativement le régulateur de pression de rampe.

59 : relais d'alimentation du calculateur contrôle moteur (R40) : défaut mineur

Incidence :

- relais toujours alimenté
- réduction de la puissance de 20 % (pression d'injection limitée à 1000 bars).

Contrôle : voir schémas électriques.

- fonctionnement du relais (relais légèrement soulevé de façon à mesurer la tension à ses bornes) :
- fonctionnement du relais (relais déposé)
- continuité du faisceau (circuit puissance et circuit commande du relais)

■ MAINTENANCE / SECURITE :

➤ SECURITE :

Intervention sur le système « COMMON RAIL »

Le système fonctionne avec des **pressions d'injection très élevées (jusqu'à 1400 bars)** et un **courant de moyenne tension (commande des injecteurs par décharge de condensateurs : la tension atteint 80 Volts)**.

Avant démontage, nettoyer soigneusement l'environnement puis prendre les précautions nécessaires pour empêcher l'introduction d'impuretés (le département pièce de rechange fournit des lingettes de nettoyage, des bouchons d'obturation et des sacs de stockage appropriés et à usage unique).

A l'aide de l'outil de contrôle Renault VI, s'assurer que la pression dans le circuit a totalement chuté. En effet, en fonctionnement normal, la pression chute rapidement dans le circuit haute pression après arrêt du véhicule (entre 1 et 3 minutes). Dans les cas extrêmes de dysfonctionnement (plusieurs ou tous les limiteurs de débits bloqués) la haute pression peut subsister longtemps, voire ne pas chuter. Dans ce cas, créer une fuite de carburant en desserrant un raccord de tube d'injecteur en protégeant sa main et en la tenant le plus loin possible du point de fuite.

Toute intervention sur le système doit s'effectuer moteur arrêté (contrôle : injecteurs, tension, résistance, serrage, etc..).

Ne pas s'exposer au jet du combustible lors d'un test de pulvérisation des injecteurs ou de fuite du circuit haute pression.

➤ MAINTENANCE :

Respecter l'ordre chronologique du démontage / remontage indiqué dans le manuel de réparation.

La pompe haute pression, la pompe de gavage, le boîtier de dosage, les électrovannes de régulation de pression sont des éléments non réparables. En cas de dysfonctionnement d'un de ces éléments, remplacer la pompe haute pression.

L'ensemble porte-injecteur n'est pas réparable. Remplacement systématique l'ensemble en cas de dysfonctionnement.

La purge du circuit doit s'effectuer sans l'aide du démarreur.

Après intervention, il est nécessaire de procéder à l'effacement des défauts mémorisés avec l'outil de diagnostic.