

# DOSSIER RESSOURCE

B.E.P. Maintenance des véhicules et des matériels  
dominante : Véhicules Particuliers

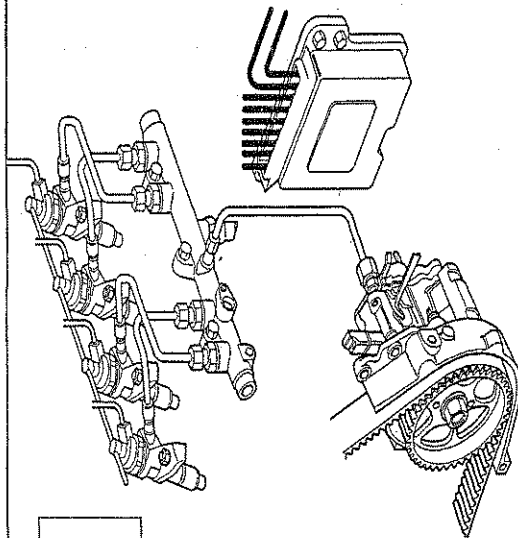
Epreuve Ecrite

EP1 : Analyse technologique

Durée: 2 h - Coefficient : 4

Dossier paginé de 1/9 à 9/9

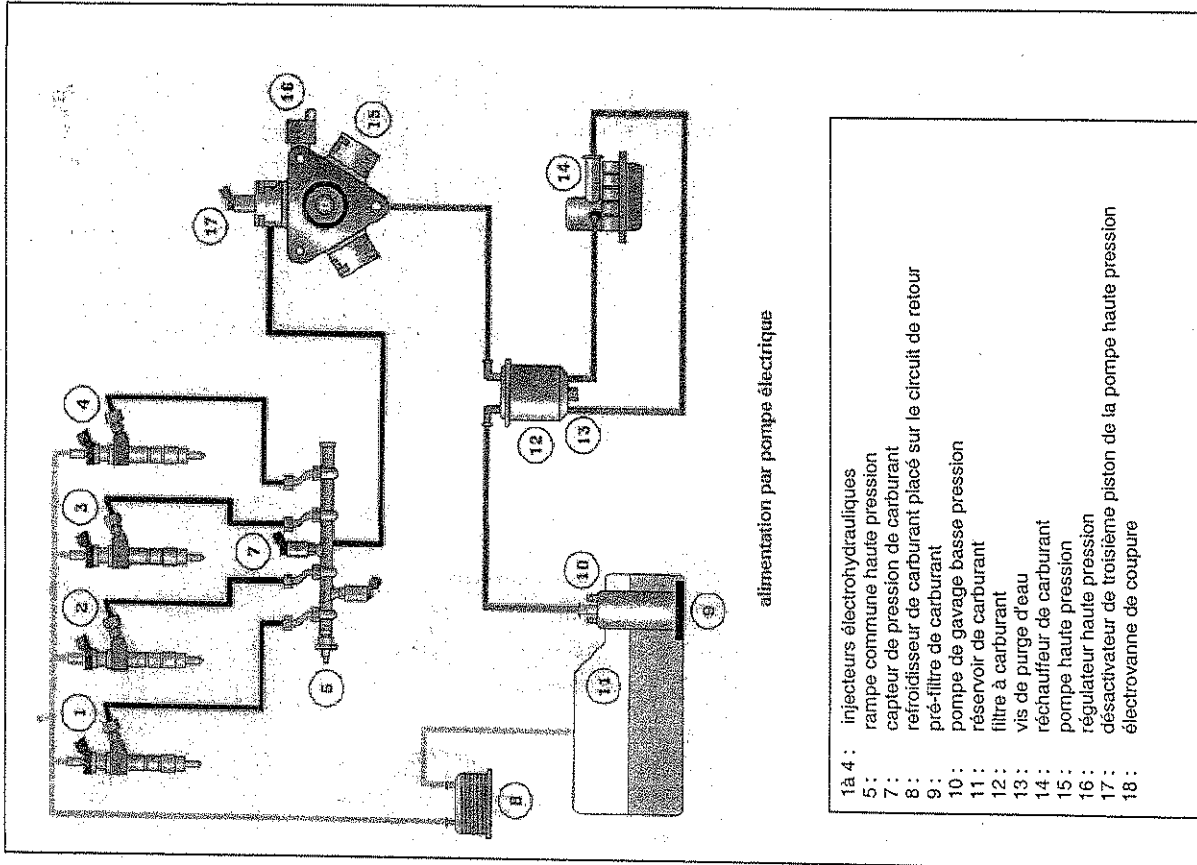
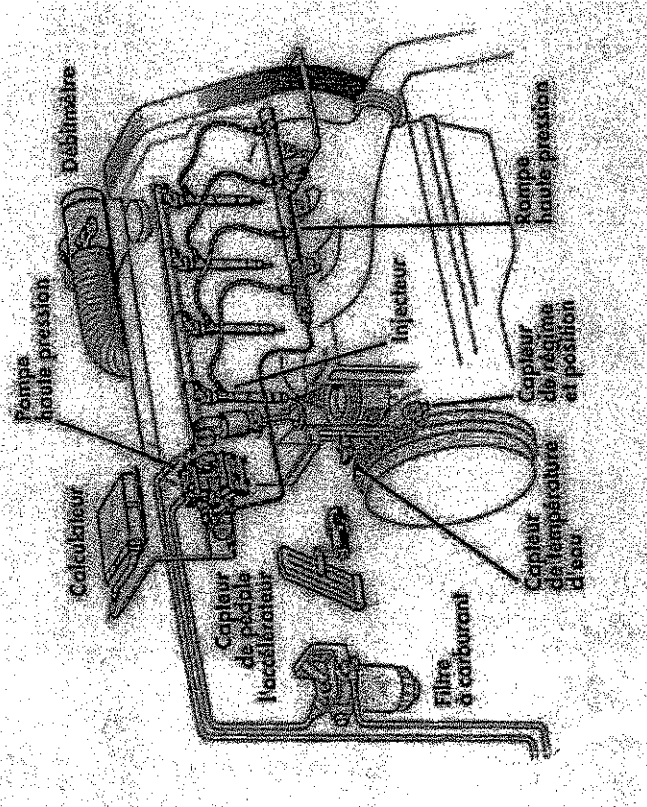
MOTORISATION DIESEL  
Système d'injection Common Rail



Les candidats doivent rendre l'intégralité des documents à l'issue de la composition

# Présentation du système

Comparativement aux systèmes d'injection classiques phasés avec la distribution du moteur, le système d'injection haute pression à rampe commune permet, avec sa rampe d'accumulation, de maintenir constante la pression quels que soient la vitesse du moteur et la quantité de carburant injectée.



EXAMEN : BEP Maintenance des véhicules et des matériels - Dominante : Véhicules particuliers		DOSSIER RESSOURCE	
Epreuve : Analyse technologique		Page : 1/9	
Session : 2006		Repet : 2 h	
Echelle :		Coef : 4	
Groupement EST		Epreuve Ecrite	

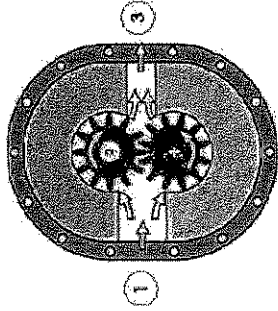
## La pompe d'alimentation

La pompe d'alimentation refoule le carburant du réservoir vers la pompe haute pression (environ 2,5 bars avec un débit de 200 l/h).

La pompe mécanique à engrenages

La pompe est implantée directement sur le moteur.

Elle est composée de deux roues dentées entraînées par la distribution du moteur. Cette pompe est de type volumétrique et le débit qu'elle fournit dépend de sa vitesse de rotation donc de celle du moteur.



Composition :

- 1 : chambre d'aspiration ;
- 2 : pignon d'entraînement ;
- 3 : clapet de refoulement.

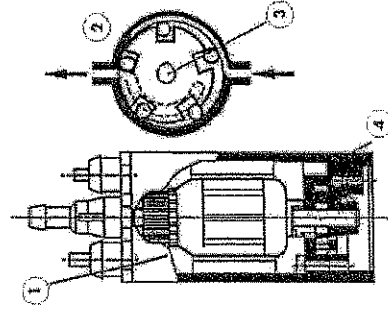
La pompe électrique à rouleaux

La pompe peut être implantée à l'extérieur du réservoir ou bien être immergée dans celui-ci.

Elle est du type multicellulaire à rouleaux et entraînée par un moteur électrique à courant continu ; elle fonctionne en général dès la mise sous contact et à une vitesse constante.

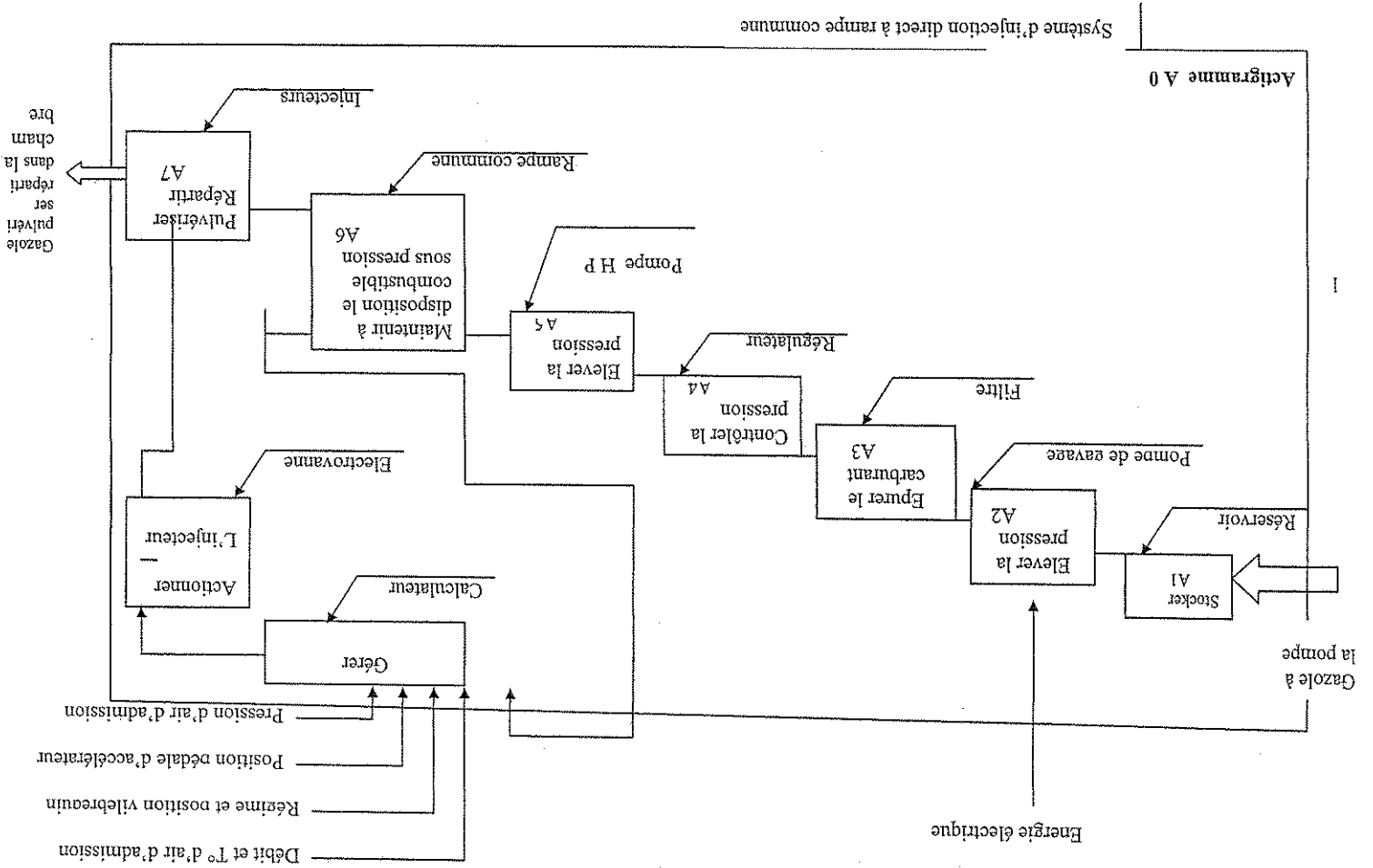
Lors de la mise en route du moteur, la pompe haute pression dispose d'une pression d'alimentation de 3 bars maintenue par un régulateur basse pression qui est le plus souvent incorporé dans le filtre à carburant.

Un clapet de sécurité incorporé assure la protection du circuit en cas d'obstruction.



Composition :

- 1 : moteur à courant continu ;
- 2 : pompe à rouleaux ;
- 3 : rotor ;
- 4 : clapet de sécurité.



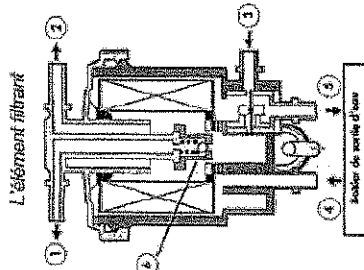
EXAMEN : BEP Maintenance des véhicules et des matériels - Dominante : Véhicules particuliers		DOSSIER RESSOURCE	
Epreuve : Analyse technologique		Page : 2/9	
Session : 2006	Repère: EP1	Echelle :	Coef : 4
Groupement EST		Durée : 2 h	
		Epreuve Ecrite	

## L'élément filtrant

Un élément thermostatique intégré au filtre permet la dérivation du gazole vers le réchauffeur.

Un régulateur maintient la pression d'alimentation constante.

Certains constructeurs placent la régulation basse pression à l'extérieur du filtre



Composition :

- 1 : retour réservoir ;
- 2 : sortie vers pompe HP ;
- 3 : entrée du filtre ;
- 4 : entrée du gazole réchauffé ;
- 5 : départ vers le boîtier de sortie d'eau ;
- 6 : régulateur de basse pression ;
- 7 : élément thermostatique.

Dans certains cas, un capteur de pression d'alimentation peut être intégré au filtre à gazole.

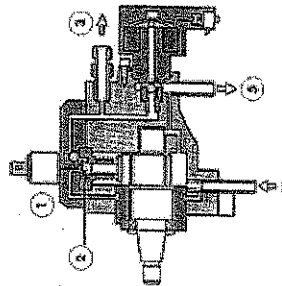
## Le circuit d'alimentation de la pompe haute pression

À une pression inférieure à 0,8 bars, le clapet de sécurité est fermé. Le carburant passe au trave d'un ajutage afin de permettre la lubrification et le refroidissement de la pompe.

À une pression supérieure à 0,8 bars, le clapet décolle de sa portée et permet l'alimentation en carburant des éléments de pompage.

La lubrification et le refroidissement de la pompe sont maintenus.

L'alimentation de la pompe haute pression



Composition :

- 1 : désaérateur du troisième piston ;
- 2 : chambre ;
- 3 : sortie haute pression ;
- 4 : entrée basse pression ;
- 5 : retour au réservoir.

## Le circuit d'alimentation haute pression

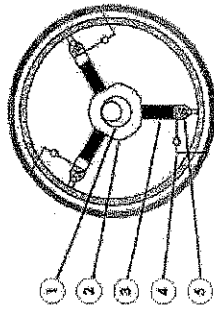
### La pompe haute pression

La pompe est entraînée par la distribution du moteur (coefficient d'entraînement : 0,5 environ). Elle est composée de trois pistons radiaux, décalés de 120°, qui fournissent à la rampe une quantité suffisante de carburant à une pression déterminée.

Ce type de pompe absorbe un couple d'entraînement compris entre 18 et 20 Nm, soit 1/9 du couple d'entraînement d'une pompe distributrice ; de plus la traction est plus régulière.

La pompe doit pouvoir fournir le débit souhaité par le calculateur sous une pression variant de 2 bars à 1 400 bars.

La pompe haute pression



Composition :

- 1 : arbre excentrique ;
- 2 : came d'entraînement ;
- 3 : piston ;
- 4 : clapet de refoulement à bille ;
- 5 : clapet d'aspiration.

Principes de la pompe  
d'alimentation  
Provenance de la pompe

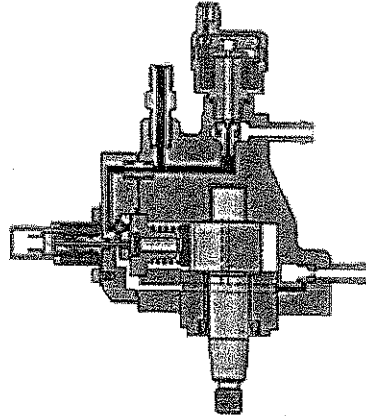
### La régulation haute pression

La pompe haute pression est conçue pour fournir des débits importants ; le débit en excédant retourne au réservoir par une fuite contrôlée par le régulateur de pression.

Le régulateur contrôle la pression dans la rampe haute pression ; il est commandé par un RCO (rapport cyclique d'ouverture) fourni par le calculateur.

Le régulateur est situé soit sur la pompe haute pression soit sur la rampe.

Régulateur fixé sur la pompe

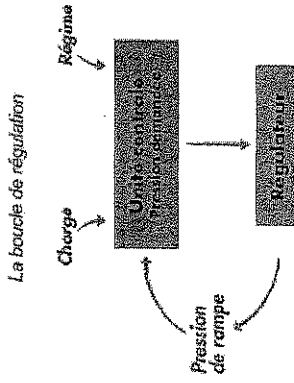


Régulateur fixé sur la rampe

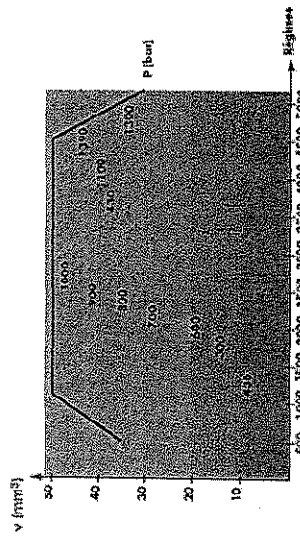


### La boucle de régulation de la pression d'injection

La pression d'injection dépend essentiellement des paramètres de charge et de régime du moteur. Une valeur consignée fixée par l'unité centrale est validée par l'information du capteur de pression fixé sur la rampe. En cas d'écart entre la valeur de consigne fixée par le calculateur et la valeur mesurée par le capteur, le signal de commande envoyé au régulateur de pression est modifié de nouveau. La pression dans la rampe varie de 280 bars à faible charge à 1 400 bars.



Cartographie des pressions



### Fonctionnement du régulateur de pression

La régulation de pression comporte deux phases :

- une régulation mécanique : un ressort, taré pour une pression de 100 bars, commande l'ouverture d'une bille et permet :
  - d'assurer une pression minimum,
  - d'atténuer les fluctuations de pression dans le circuit haute pression ;
- une régulation électrique : l'unité centrale commande un électroaimant bloquant le circuit de retour ce qui augmente la pression dans le circuit haute pression.

Quand le RCC est :

- maximum, la pression hydraulique est maximale ;
- minimum, la pression est minimale.

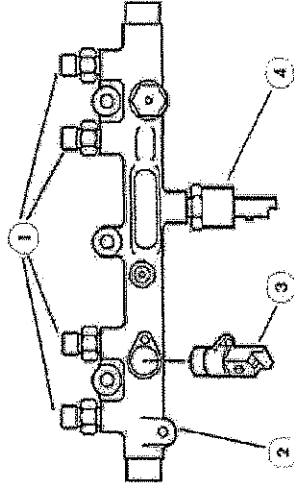
### La rampe commune haute pression

La rampe est en acier forgé et est adaptée à la cylindrée du moteur. Son volume amortit les pulsations de pression.

Composition :

- 1 : sorties haute pression ;
- 2 : rampe ;
- 3 : sonde de température de carburant ;
- 4 : capteur de pression.

La rampe commune haute pression

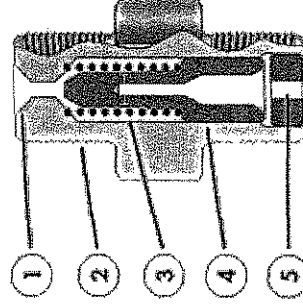


Les sorties haute pression sont en général équipées de limiteur de débit afin de sécuriser l'installation. Le limiteur de débit intervient en cas de grippage d'injecteurs ou d'interruption de canalisations haute pression.

Composition :

- 1 : sortie vers l'injecteur ;
- 2 : corps de limiteur ;
- 3 : ressort ;
- 4 : piston ;
- 5 : pression de rampe.

Le limiteur de débit



EXAMEN : BEP Maintenance des véhicules et des matériels - Dominante : Véhicules particuliers		DOSSIER	
Epreuve : Analyse technologique		RESSOURCE	
Session : 2006	Repère: EP1	Echelle :	Page : 4/9
Groupement EST		Durée : 2 h	Coef : 4
		Epreuve Ecrite	

## Les injecteurs

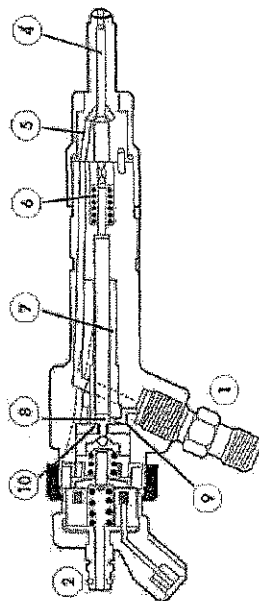
L'injecteur permet la pulvérisation du carburant dans la chambre de pression en dosant avec précision le débit et le point d'avance.

### Description

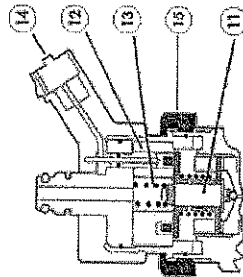
L'injecteur est composé de deux parties :

- la partie inférieure : c'est un injecteur à trous multiples, semblable aux injecteurs classiques montés sur les moteurs à injection directe ;
- la partie supérieure : c'est un dispositif à commande électrique qui permet la commande de l'aiguille.

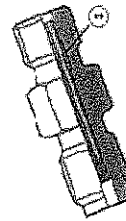
L'injecteur



La partie supérieure de l'injecteur



Le raccord d'entrée de pompe



### Composition :

- 1 : raccord d'entrée de pompe ;
- 2 : raccord de retour au réservoir ;
- 3 : filtre tige ;
- 4 : aiguille d'injecteur ;
- 5 : chambre de pression ;
- 6 : ressort d'injecteur ;
- 7 : tige de liaison ;
- 8 : chambre de commande ;
- 9 : ajuage du circuit d'alimentation ;
- 10 : ajuage du circuit de retour ;
- 11 : noyau de commande ;
- 12 : bobine ;
- 13 : ressort de rappel ;
- 14 : connecteur ;
- 15 : écrou.

### Principe de fonctionnement

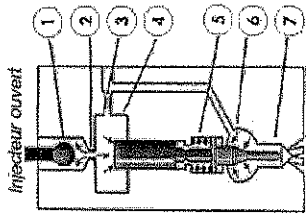
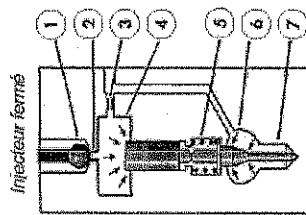
On peut décomposer le fonctionnement en quatre phases.

1 - Injecteur fermé (au repos) : l'électrovanne n'est pas pilotée (fuite fermée). Le ressort plaque la bille (1) sur son siège. La pression de la chambre de commande (4) est égale à celle de la chambre de pression (6). Le ressort (5) maintient l'aiguille de l'injecteur (7) sur sa portée d'élasticité.

2 - Début d'ouverture de l'injecteur : activée par un courant d'appel, l'électrovanne s'ouvre. La pression dans la chambre de commande (4) chute. L'aiguille de l'injecteur (7) se soulève. L'ajutage d'arrivée (3) évite l'équilibrage des pressions.

3 - Pleine ouverture : l'aiguille de l'injecteur (7) est en butée mécanique. L'électrovanne est maintenue ouverte par un courant de maintien. Le débit injecté dépend de la pression dans la rampe, du temps d'ouverture de l'aiguille (7) et du diamètre des trous de la buse.

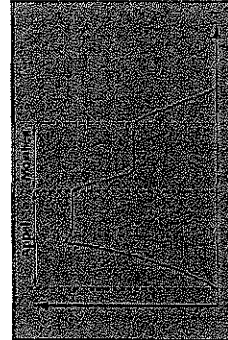
4 - Fermeture de l'injecteur : l'électrovanne cesse d'être activée, le ressort de rappel pousse la bille (1) sur son siège et provoque la fermeture de l'ajutage de fuite (2). La pression s'établit de nouveau dans la chambre de commande (4) par l'ajutage d'arrivée (3). L'équilibre des pressions est de nouveau rétabli.



### Commande de l'injecteur

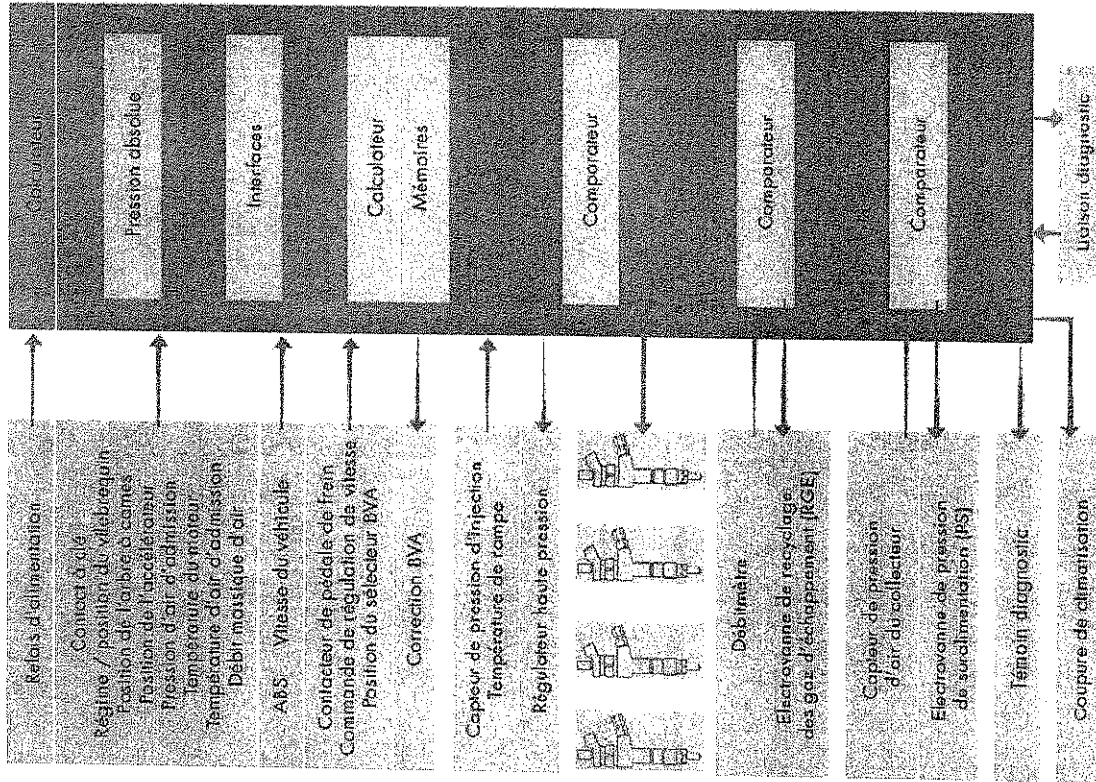
Le temps de commande du solénoïde de l'injecteur varie de 200 à 1 200 ms environ. Ce temps comprend les phases d'appel et de maintien.

Le courant de commande



# La gestion électronique du système

## Organisation



## Particularités

Par rapport aux autres systèmes alimentés par pompe distributrice ou par pompe en ligne, le calculateur détermine indépendamment :

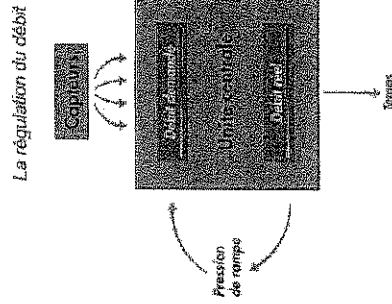
- le débit injecté,
- l'avance à l'injection.

## Régulation du débit injecté

La quantité de carburant injectée est déterminée par le calculateur en fonction :

- d'une régulation posée à poste dans l'ordre d'injection ;
- des valeurs mesurées par les capteurs.

Pour adapter cette quantité à injecter, le calculateur peut agir indépendamment sur la pression dans la rampe ainsi que sur la durée d'alimentation des électrovannes des injecteurs.



## Régulation de l'avance

Il est possible avec ce système d'assurer plusieurs injections pendant le même cycle moteur. C'est à dire :

- une pré-injection,
- une injection principale ;
- une post-injection.

## La pré-injection

Le principe fondamental du moteur Diesel est la combustion par auto-allumage. Cet auto-allumage comporte un délai d'allumage, c'est-à-dire un temps mis par le combustible pour atteindre son point d'auto inflammation.

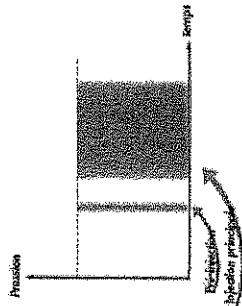
Avec les pompes d'injection distributrices, la quantité injectée pendant ce délai est trop importante, notamment à froid, d'où un bruit caractéristique de « cognement ».

Avec le système à rampe commune, la pré-injection de quelques millimètres cube de combustible, avant le point mort haut, permet de préparer l'amorçage de la combustion avant l'injection du débit principal.

La pré-injection est activée à faible charge et aux phases transitoires jusqu'à un régime moteur déterminé.

EXAMEN : BEP Maintenance des véhicules et des matériels - Dominante : Véhicules particuliers		DOSSIER	
Epreuve : Analyse technologique		RESSOURCE	
Session : 2006	Repère: EPI	Echelle :	Page : 6/9
Groupement EST		Durée : 2 h	Coef : 4
		Epreuve Ecrite	

### Phase d'injection



#### L'injection principale

Le débit injecté dans le cylindre est variable suivant :

- la pression dans la rampe ;
- le temps d'ouverture de l'aiguille d'injecteur.

La pression dans la rampe fait varier notamment la quantité de combustible injectée par degrés de rotation du vilebrequin, le taux d'introduction et la finesse de pulvérisation.

Le temps d'ouverture de l'aiguille fait varier la durée angulaire d'injection. On peut noter que la levée d'aiguille ainsi que le diamètre et le nombre de trous dans la buse font partie de données essentielles pour l'élaboration d'un débit.

#### La post-injection

La post injection succède à l'injection principale pendant la détente des gaz.

Un produit additif mélangé avec le combustible permet le nettoyage du filtre à particules.

## Principe de fonctionnement

La batterie alimente, par l'intermédiaire d'un relais, le calculateur et les différents organes du système. Un dispositif d'anti démarrage codé autorise la mise en route.

Dès le démarrage, il faut deux tours de vilebrequin pour obtenir une pression de rampe suffisante (250 à 300 bars).

Le calculateur relève simultanément la position du vilebrequin grâce à un système de détrompage sur le volant, ainsi que la position de l'arbre à cames grâce au capteur de phase.

### Paramètres pris en compte par le calculateur

Différents capteurs mesurent :

- la position du levier d'accélérateur ;
- la température du liquide de refroidissement ;
- la température du carburant ;
- le régime moteur et la position du vilebrequin ;
- la pression absolue et la pression régnant dans le collecteur d'admission ;
- le capteur de vitesse d'avancement ;
- le contacteur de frein et d'embrayage ;
- le débit massique et la température d'air.

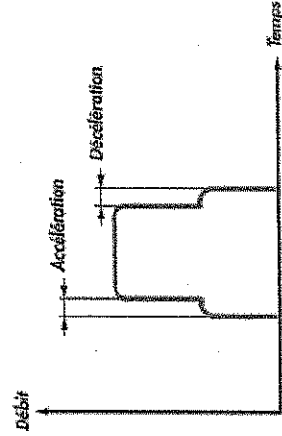
D'autres fonctions annexes sont assurées :

- le bouclage de RGE ;
- le bouclage de la pression de suralimentation.

L'unité centrale prend également en compte les différentes phases de fonctionnement :

- au démarrage, le débit de surcharge ;
- au ralenti, le débit poste à poste contrôlé ;
- en marche normale, l'amortissement actif des à-coups et le débit adapté au besoin.

#### Correction anti à-coups



EXAMEN : BEP Maintenance des véhicules et des matériels - Dominante : Véhicules particuliers		DOSSIER RESSOURCE	
Epreuve : Analyse technologique		Page : 7/9	
Session : 2006	Repart: EPI	Echelle :	Coef : 4
Groupement EST		Epreuve Ecrite	

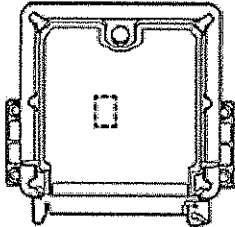


## Les principaux capteurs

Le capteur de pression absolue

Le capteur est de type piézo-résistif

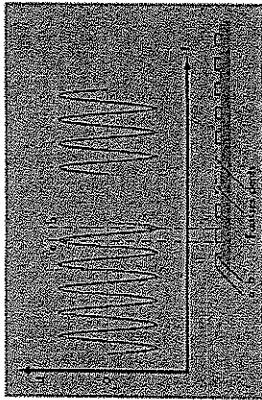
Il est composé de jauges de contrainte et il mesure la pression atmosphérique.



Le capteur de régime

Il est de type inductif.

Fixé sur le carter d'embrayage, il informe le calculateur de la vitesse de rotation du moteur et de la position du piston du cylindre n°1, grâce à un creux situé sur la cible et correspondant à un écart de deux dents.

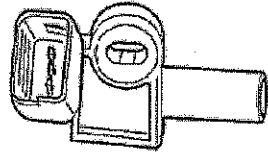


Le capteur de phase

Ce capteur est du type à effet Hall (signal carré).

Il est situé dans la culasse, au niveau de l'arbre à cames. Il permet au calculateur de connaître la position du premier cylindre.

Certains constructeurs ont prévu un réglage de l'entrefer.



Le capteur de température du moteur

Le capteur de température du moteur est du type CTN (coefficient de température négatif).

Il est implanté sur le circuit du liquide de refroidissement

Ce signal sert au calculateur à déterminer :

- le débit de démarrage ;
- le débit de ralenti ;
- le temps de préchauffage ;
- le temps de post-chauffage ;
- le recyclage des gaz d'échappement ;
- la fonction anti-ébullition ;
- le débit de pleine charge ;
- l'allumage du voyant d'alerte.



Le capteur de pression de rampe

Ce capteur est du type piézo-résistif.

Le capteur est fixé sur la rampe d'injection commune haute pression.

Le signal fourni par le capteur est proportionnel à la pression de carburant dans la rampe d'injection.



Le capteur de température de carburant

Le capteur est du type CTN.

Il est fixé soit sur la rampe haute pression soit sur le circuit de retour au réservoir.

Il permet au calculateur d'apporter des corrections sur le débit de carburant injecté (variation de viscosité du carburant).

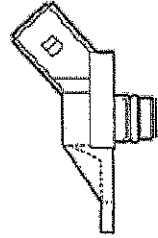


Le capteur de pression d'air d'admission

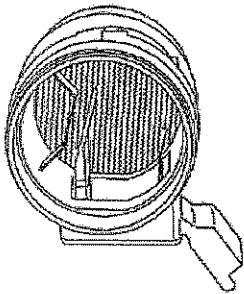
Le capteur de pression d'air du collecteur est du type piézo-résistif.

Il sert à mesurer la pression dans le collecteur d'admission. La tension du signal est proportionnelle à la pression dans le collecteur. Le calculateur règle, à partir de ces données :

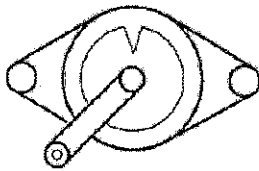
- la pression de suralimentation ;
- le débit injecté.



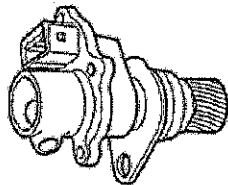
Le débitmètre d'air à film chaud et le capteur de température d'air d'admission  
 Il est situé entre le filtre à air et la tubulure d'admission.  
 Il permet au calculateur, avec l'information de température d'air, de déterminer la masse d'air  
 introduite dans le moteur. Il participe au « bouclage » du circuit RGE.  
 Le capteur de température d'air incorporé dans le débitmètre est du type CTN.



**Le transducteur d'accélérateur**  
 Ce capteur est composé de deux potentiomètres.  
 Il transforme l'action du conducteur sur l'accélérateur en information de charge transmise au  
 calculateur.  
 Les deux signaux de tension des pistes, comparés en permanence, permettent au calculateur de  
 détecter un dysfonctionnement du capteur.



**Le capteur de vitesse du véhicule**  
 Le capteur est soit du type inductif soit à effet Hall.  
 Il est situé en sortie boîte de vitesses.  
 Le capteur permet au calculateur de connaître différentes configurations d'utilisation du véhicule :  
 - arrêté ou roulant ;  
 - en décélération ou en accélération ;  
 - le rapport de boîte de vitesses engagé ;  
 - etc.



## Précautions à prendre lors d'interventions sur le système

Le système d'injection haute pression utilise des composants hydrauliques de grande précision.  
 Les conditions de fonctionnement extrêmes, telles que la pression (supérieure à 1 200 bars), la  
 température du carburant (plus de 100 °C) et des durées d'injection très courtes font que l'équilibre du  
 système est lié à la qualité du montage de l'ensemble. C'est pourquoi il est impératif de prendre  
 certaines précautions !

### Précautions individuelles

- Parmi les règles de bases il faut :
- arrêter impérativement le moteur avant toute intervention sur le système d'injection ;
  - attendre au minimum une minute, juste après l'arrêt du moteur, que la pression hydraulique  
 chute dans le circuit ;
  - travailler seul dans le proche périmètre du véhicule ;
  - éviter de se pencher au-dessus du moteur en fonctionnement : il y a en effet des risques de  
 fuites ou mêmes de projections de gazole en cas de fissure sur les tubes haute pression de la  
 rampe ou des injecteurs (raccords desserrés). Les projections entraînent des brûlures ou des  
 injections sous-cutanées qui peuvent provoquer un empoisonnement. Dans ce cas, il est  
 impératif de consulter un service d'urgence approprié.

### Les dangers dus aux circuits électriques

Lors des interventions, le courant mis en œuvre peut atteindre une tension de 80 volts et une intensité  
 de 22 à 25 ampères en courant continu ; or, le domaine de la très basse tension en courant continu  
 est compris entre 0 et 140 volts ; il n'y a donc pas de risque d'électrocution.

### Précautions en regard de l'équipement

- Comme il a été précisé ci-dessus, ce type d'équipement est fabriqué avec le plus grand soin. Le  
 même soin doit être appliqué lors d'une intervention en après-vente :
- mettre l'environnement proche du véhicule à l'abri, notamment de la poussière ;
  - les opérations de dépose et repose doivent être effectuées conformément aux prescriptions  
 du constructeur (consigne de remontage, couple de serrage à respecter...).

La bonne marche du véhicule et votre sécurité en dépendent !

EXAMEN : BEP Maintenance des véhicules et des matériels - Dominante : Véhicules particuliers		DOSSIER RESSOURCE	
Epreuve : Analyse technologique			
Session : 2006	Repère: EPI	Echelle :	Durée : 2 h
Groupement EST		Coef : 4	Page : 9/9
			Epreuve Ecrite