

## DOSSIER TRAVAIL

### INJECTION DIRECTE «COMMON RAIL»

L'étude proposée concerne un véhicule de type 406 HDI équipé d'un moteur diesel suralimenté à injection directe «COMMON RAIL»

Le travail demandé est basé sur l'analyse du système d'injection. Il se décompose en :

**1<sup>ère</sup> Partie :**

**Etude globale du système**

**DW1**

**2<sup>ème</sup> Partie :**

**Etude de la partie opérative**

**DW1**

## 1<sup>ère</sup> PARTIE : ETUDE GLOBALE DU SYSTEME «COMMON RAIL»

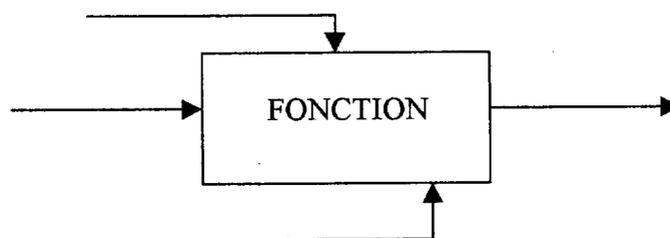
- On conseille pour cette partie une lecture des documents DT1 à DT4, DT8 à DT14, DT19 et DT20

- 1- Sur le document réponse DR1, définir l'ensemble des **entrées et des sorties du calculateur**.
- 2- Sur le document réponse DR2 concernant le **plan général du circuit**, représenter en les différenciant par des couleurs les liaisons entre les divers composants
  - liaisons hydrauliques (haute et basse pression)
  - liaisons électriques

## 2<sup>ème</sup> PARTIE : ETUDE DE LA PARTIE OPERATIVE

### 3- GENERATION DE LA HAUTE PRESSION

- 3-1- Sur le document réponse DR3, on demande de compléter le schéma hydraulique normalisé du système complet.  
La partie opérative de la pompe haute pression et son circuit de lubrification étant déjà représentés, on demande de représenter :
  - les filtres
  - le réchauffeur,
  - le régulateur Haute Pression,
  - le rail (accumulateur),
  - le limiteur de pression rail,
  - une sortie (un limiteurs de débit un injecteurs).
- 3-2- Bilan énergétique
  - 3-2-1- D'après les caractéristiques fournies de la pompe (doc DT3 et DT4), représenter le diagramme fonctionnel d'un point de vue énergétique de la pompe haute pression. en indiquant :
    - la fonction
    - les entrées
    - les sorties
    - les données de contrôle



3-2-2- Dans les conditions particulières définies ci-dessous :

$$p = 1300 \text{ bar}, \quad \text{Volume refoulé par tour} = 0,75 \text{ cm}^3/\text{tr}, \quad N_{\text{pompe}} = 2000 \text{ tr/min.}$$

- Calculer la puissance fournie par la pompe au fluide.
- Déterminer la valeur du rendement volumétrique pour le régime concerné grâce à la courbe fournie (doc DT 6).
- Calculer le rendement global (voir rendement mécanique doc. DT3).
- En déduire la valeur du couple d'entraînement nécessaire.

#### 4- ETUDE DE LA POMPE HAUTE PRESSION (voir doc DT 3-4-5-6-7)

La pompe H.P. est une pompe volumétrique rotative à 3 pistons radiaux décalés de  $120^\circ$ . Le mouvement de translation rectiligne alternative des pistons est obtenu grâce à la rotation de l'arbre d'entraînement 1 à excentrique.

La pompe est entraînée mécaniquement par le moteur grâce à une courroie crantée, le rapport des vitesses est de  $\frac{1}{2}$  et la vitesse de rotation de la pompe est donc égale à celle de l'arbre à cames.

4-1- Compléter le schéma cinématique en 2 vues de la pompe (sur doc. réponse DR4)

4-2- Expression du débit instantané théorique

L'expression littérale de la vitesse linéaire d'un piston s'écrit :  $V(t) = e \cdot \omega \cdot \sin \theta$ .

Avec :  $e$  = excentration de l'arbre excentrique 1,

$\omega$  = vitesse de rotation de l'arbre excentrique 1,

$\theta = \omega t$  = angle définissant la position de l'arbre excentrique 1,

$t$  = temps.

4-2-1- Montrer que l'expression du débit instantané théorique pour un piston s'exprime sous la forme :  $q_v = q_0 \cdot \sin \theta$ , avec  $q_0 = e \cdot \omega \cdot \pi \cdot d^2 / 4$   
 $d$  = diamètre d'un piston

4-2-2- Représentation graphique du débit pour 3 pistons décalés de  $120^\circ$ .

La courbe représentative du débit instantané théorique pour le premier piston est tracée sur le document réponse DR5 (pour  $0 < \theta < 3\pi$ )

- Compléter ce document en représentant les courbes de débit pour les 3 pistons décalés de  $120^\circ$  (tracés au crayon).

- En déduire l'allure du débit instantané théorique pour les 3 pistons (tracé en bleu).

4-2-3- Désactivation d'un piston

La pompe H.P. équipant notre système offre la possibilité de désactiver l'un des 3 pistons en maintenant ouvert en permanence le clapet d'aspiration.

Dans le cas où l'on suppose le premier piston désactivé :

- Représenter en vert l'allure du débit moyen théorique pour les 2 pistons restants.

4-3- Analyse des courbes réelles d'essais constructeur ( voir doc DT 7)

Ces courbes constructeur qui permettent une lecture du débit volumétrique réel de la pompe H.P. et de la pression réelle dans l'accumulateur (rail) sont issues d'essais réalisés par le constructeur dans les conditions suivantes :

- Régime moteur : 4000 t/min

- Plein débit de refoulement de la pompe électrique à carburant

- Régulation de pression via un régulateur de pression

L'injection de gazole décomposée en 3 phases se déroule durant 2,5 ms (pré-injection, injection principale et post-injection)

Sur les courbes d'essai la première phase globale d'injection se produit à  $t = 0,003$  s et la durée entre 2 injections est de 5 ms.

4-3-1- Relever sur les courbes de pression dans le rail les valeurs mini et maxi pour chaque cas (2 et 3 pistons) et en déduire l'écart maxi.

4-3-2- Comparer les écarts de pression réels à ceux tolérés par le constructeur.(voir doc.DT8).

4-3-3- Sachant que les courbes de fonctionnement (doc DT7) ont été obtenues pour un régime moteur de 4000tr/min, comparer les valeurs de pression pour 3 pistons (courbe p3) avec la valeur de pression dans le rail préconisée dans le tableau (doc. DT15).

4-3-4- Les courbes réelles de pression dans le rail et de débit volumétrique correspondent à une génération de pression obtenue grâce au fonctionnement couplé de la pompe et du régulateur haute pression.

Les différents relevés effectués et l'étude de la génération de pression permettent-ils de mettre en cause la pompe haute pression ou le régulateur haute pression sachant que les débits sont conformes aux données du constructeur ?

## 5- ETUDE DE LA PHASE INJECTION

5-1- L'injection Common rail permet de développer 3 phases bien distinctes dont une pré-injection et une post-injection ; rappeler les avantages recherchés par ces 2 phases.

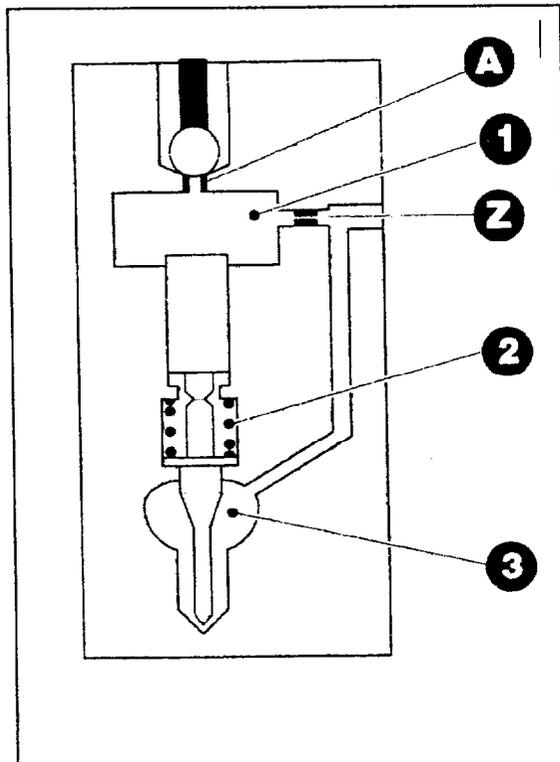
5-2- Vérification du fonctionnement des injecteurs

5-2-1- Le document réponse DR6 présente partiellement un injecteur à l'état repos (absence d'injection – carburant sous pression) et en état de fonctionnement (figure incomplète).

- Compléter la figure de l'injecteur en état de fonctionnement en représentant le piston de commande (aiguille)

- Sur les 2 figures, faire apparaître en différentes couleurs le carburant sous pression (haute pression, pression de pilotage, pression du réservoir).

5-2-2- Principe de levée d'un injecteur



La figure ci-contre représente schématiquement l'injecteur en position fermée

A : Gicleur d'ouverture de l'injecteur  
Z : Gicleur de réalimentation  
1 : Volume de commande (rep F – DT10)  
2 : Ressort d'injecteur (rep D – DT10)  
3 : Chambre de pression (rep C – DT10)

L'équilibre en position ouverte ou fermée de l'aiguille de l'injecteur est fonction des efforts suivants :

FC : effort exercé sur le piston par le gazole sous pression contenu dans le volume 1,  
FP : effort exercé sur l'aiguille par le gazole sous pression contenu dans la chambre 3,  
FR : effort du ressort de l'injecteur.  
FS : effort du siège sur l'aiguille.

Le fluide contenu dans la chambre du ressort 2 est à la pression réservoir.

- 5-2-2-1- Représenter pour chaque position (injecteur fermé et ouvert) un schéma simplifié de l'ensemble "aiguille + piston de commande" en faisant apparaître graphiquement les efforts traduisant l'équilibre.
- 5-2-2-2- Pour chaque position, exprimer l'équation (inégalité) liant les efforts FC, FP et FR traduisant le fonctionnement souhaité.
- 5-2-3- En cas d'anomalie dans le fonctionnement, injecteur bloqué en position ouverte, comment va réagir le système ? (voir dossier technique)
- 5-2-4- On peut constater que le débit de carburant injecté est inférieur au débit de refoulement de la pompe H.P (Donnée constructeur : la quantité injectée à pleine charge est égale à 53% du débit refoulé par la pompe). Justifier cet écart. (voir dossier technique).