

## Support et objectif de l'étude

### Support de l'étude.

L'étude porte sur la modification du système d'admission d'un moteur diesel atmosphérique.

### Objectif de l'étude :

En vue d'augmenter le couple moteur sur une plus grande plage d'utilisation, une série d'essais sera réalisée afin de mesurer le remplissage et les pressions cylindre, pour 4 configurations du système d'admission. Dans la configuration n° 1, le moteur est équipé d'un **système d'admission de série**.

L'intérêt de l'étude est de réaliser le dépouillement et l'analyse des résultats, afin de rédiger une note de synthèse au demandeur des essais.

### L'étude se décompose en 3 parties

- 1<sup>ère</sup> partie : Analyse de la méthode de mesure du remplissage.
- 2<sup>ème</sup> partie : Dépouillement et analyse des résultats.
- 3<sup>ème</sup> partie : synthèse et conclusions sur les essais.

**Ces 3 parties sont indépendantes**

## 1<sup>ère</sup> PARTIE : ANALYSE DE LA MÉTHODE DE MESURE DU REMPLISSAGE.

Dans le cadre de ces essais, le remplissage est déterminé à l'aide d'une analyse de gaz et de la mesure de consommation de carburant.

### Données :

#### ♦ Carburant :

- Masse molaire du gazole :  $215 \text{ g} \cdot \text{Mol}^{-1}$
- Teneur en carbone : 85,3 % de la masse
- Masses molaires atomiques :
  - Teneur en hydrogène : 14 % de la masse
  - Teneur en oxygène : 1,2 % de la masse
  - Carbone C =  $12 \text{ g} \cdot \text{Mol}^{-1}$
  - Pouvoir calorifique inférieur :  $P_{ci} = 42,3 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
  - Hydrogène H =  $1 \text{ g} \cdot \text{Mol}^{-1}$
  - Pouvoir comburivore :  $P_{co} = 14,55$
  - Azote N =  $14 \text{ g} \cdot \text{Mol}^{-1}$
  - Oxygène O =  $16 \text{ g} \cdot \text{Mol}^{-1}$

#### ♦ Air :

- Composition de l'air :  $\text{O}_2 + 3,78 \text{ N}_2$
- Constante des gaz parfaits pour l'air  $r = 287 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
- Coefficient adiabatique pour le mélange :  $\gamma = 1,3$
- Conditions standards
  - $P_{std} = 1 \text{ bar}$
  - $T_{std} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$

#### ♦ Moteur :

- Cylindrée du moteur :  $Cyl = 2497 \text{ cm}^3$
- Nombre de cylindres :  $nb \text{ cyl} = 4$
- Rapport volumétrique :  $\epsilon = 21,5$

### ▪ Travail demandé

#### 1.1) Détermination du remplissage

Sous forme littérale :

- 1.1.1) Donner la définition du remplissage d'air standard (Ras).
- 1.1.2) Donner la définition de la richesse ( $\Phi$ ) et l'excès d'air lambda ( $\lambda$ ).
- 1.1.3) Exprimer le débit massique d'air moteur ( $Q_{ma}$ ) en fonction du débit massique de carburant ( $Q_{mc}$ ), de l'excès d'air lambda ( $\lambda$ ) et du  $P_{co}$ .
- 1.1.4) Dédurre le remplissage d'air standard (Ras) à l'aide de la question 1.1.3.

Les unités suivantes pourront être utilisées :

- Débit en  $\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$
- Pression en bar
- Régime en  $\text{tr} \cdot \text{min}^{-1}$
- Volume en  $\text{cm}^3$
- Température en  $^\circ\text{C}$

1.1.5) Application numérique : En utilisant le document 1 (page 8), calculer le remplissage d'air standard (Ras) pour la configuration 1 et un régime de 4200 tr.min<sup>-1</sup>

## 1.2) Détermination de lambda ( $\lambda$ )

Le remplissage ne peut être calculé que si l'excès d'air lambda ( $\lambda$ ) est connu. Pour cela une analyse de gaz est nécessaire.

1.2.1) Déterminer la formule chimique de ce gazole de type C<sub>x</sub> H<sub>y</sub> O<sub>z</sub> en calculant x, y et z.

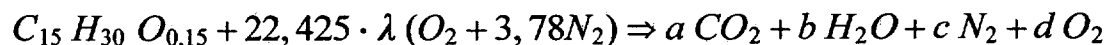
Pour la suite du problème, prendre C<sub>15</sub> H<sub>30</sub> O<sub>0,15</sub> comme composition chimique de ce gazole.

1.2.2) Ecrire et équilibrer l'équation de combustion pour une combustion stoechiométrique.

1.2.3) Déduire le pouvoir comburivore (Pco) de ce gazole (C<sub>15</sub> H<sub>30</sub> O<sub>0,15</sub>).

1.2.4) Sachant que le Pco d'un gazole de type C<sub>15</sub> H<sub>30</sub> est de 14,77, quelle est l'influence de l'oxygénation du carburant sur le Pco?

1.2.5) L'équation de combustion théorique en mélange pauvre peut s'écrire sous la forme :



Equilibrer cette équation en calculant les coefficients a, b, c et d

1.2.6) La mesure des gaz se faisant en base sèche, exprimer la concentration volumique de CO<sub>2</sub>

## 2<sup>ème</sup> PARTIE : DEPOUILLEMENT ET ANALYSE DES RESULTATS

**Données :** Essais pleine charge

♦ **Carburant :**

- Pouvoir calorifique inférieur :  $P_{ci} = 42,3 \text{ MJ.kg}^{-1}$
- Pouvoir comburivore :  $P_{co} = 14,55$

♦ **Air :**

- Composition de l'air :  $\text{O}_2 + 3,78 \text{ N}_2$
- Constante des gaz parfaits pour l'air  $R = 287 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- Coefficient adiabatique pour le mélange :  $\gamma = 1,3$

♦ **Moteur :**

- Cylindrée du moteur :  $V_{cyl} = 2497 \text{ cm}^3$
- Nombre de cylindres :  $nb \text{ cyl} = 4$
- Rapport volumétrique :  $\varepsilon = 21,5$

▪ **Travail demandé**

Rappel de l'objectif de l'étude :

En vue d'augmenter le couple moteur, une série d'essais sera réalisée afin de mesurer le remplissage et les pressions cylindre, pour 4 configurations du système d'admission. Dans la configuration n° 1, le moteur est équipé d'un **système d'admission de série**.

**2.1) Etude du couple moteur :**

A partir des courbes de couple du document réponse 1 (page10) et en prenant comme référence la configuration 1 (montage de série), commenter en 4 lignes maxi les résultats de ces essais compte tenu de l'objectif de l'étude.

**2.2) Etude de la chaîne de transformation d'énergie.**

Pour permettre la justification des résultats obtenus, on doit vérifier toute la chaîne de transformation d'énergie.

2.2.1) Exprimer la relation entre le rendement effectif et les différents rendements de la chaîne de transformation d'énergie.

2.2.2) Citer pour chacun de ces rendements un facteur influent.

2.2.3) Exprimer le rendement organique (ou mécanique) en fonction des pressions moyennes.

- 2.2.4) En utilisant les données du tableau du document 1 (page 8), compléter le tableau du document réponse 1 (page 10) pour les 4 configurations au régime de 4200 tr.min<sup>-1</sup>. Préciser les relations utilisées.
- 2.2.5) En s'appuyant sur les résultats de la question 2.2.4, identifier en fonction des différentes configurations le rendement qui affecte le plus les performances du moteur (3 lignes maxi).
- 2.2.6) Exprimer sous forme d'une relation littérale, le couple effectif ( $C_{\text{eff}}$  en Nm) en fonction du débit massique de carburant ( $Q_{\text{mc}}$  en kg.h<sup>-1</sup>), du régime moteur ( $N_m$  en tr.min<sup>-1</sup>), du pouvoir calorifique inférieur ( $P_{\text{ci}}$  en kJ.kg<sup>-1</sup>), du rendement de forme ( $\eta_{\text{forme}}$ ) et des autres rendements ( $\eta_{\text{---}}$ ).
- 2.2.7) En considérant que le débit de carburant à 4200 tr.min<sup>-1</sup> est constant, montrer en fonction des différentes configurations que le couple effectif peut s'écrire :  
 $C_{\text{eff}} = K \cdot \eta_{\text{forme}}$  (avec  $K = \text{constante}$ ).

### 2.3) Analyse de la perte de couple

- 2.3.1) Pour un régime de 4200 tr.min<sup>-1</sup> :
- En considérant que le travail théorique ( $W_{\text{th}}$ ) est constant, montrer que le rendement de forme ne dépend que de la  $P_{\text{mi}}$ .
  - Quelle est la condition pour que cette hypothèse soit vraie ( $W_{\text{th}} = \text{cste}$ )?
  - A partir des données du tableau du document 1 (page 8), cette hypothèse vous semble-t-elle vérifiée; justifier.
- 2.3.2) Expliquer en deux lignes et en traçant un diagramme PV réel, ce que représente la boucle basse pression. Etablir une relation entre le travail indiqué basse pression ( $W_{\text{ibp}}$ ) et la pression moyenne indiquée basse pression ( $P_{\text{mibp}}$ ). Représenter sur ce diagramme PV réel cette pression moyenne indiquée basse pression ( $P_{\text{mibp}}$ ) ainsi que la pression moyenne d'échappement et d'admission.
- 2.3.3) A partir de 3000 tr.min<sup>-1</sup> (tableau document 1 page 8), que peut-on dire du remplissage d'air standard (RAS) et de la pression moyenne indiquée basse pression ( $P_{\text{mibp}}$ ) des configurations 2, 3 et 4 par rapport à la configuration standard 1 (2 lignes maxi) ?
- 2.3.4) L'évolution du RAS par rapport à la  $P_{\text{mibp}}$ , est-elle cohérente ? Argumenter (4 lignes maxi)
- 2.3.5) En observant la pression d'échappement et à l'aide d'un diagramme PV, justifier l'augmentation de la pression moyenne indiquée basse pression ( $P_{\text{mibp}}$ ).
- Comment peut-on obtenir une telle évolution ?

### **3<sup>ème</sup> PARTIE : SYNTHÈSE ET CONCLUSIONS SUR LES ESSAIS.**

L'entreprise fournira au client un rapport comprenant :

- La description des travaux préparatoires de mise au banc.
- La réalisation du rodage moteur et prises de performances à pleine charge.
- La mesure du remplissage pour les 4 configurations.
- Les résultats d'essai.
- La synthèse et les conclusions des essais suivant le ou les objectifs de départ.

#### **▪ Travail demandé**

3.1) Rédiger en dix lignes maxi, un compte rendu contenant la synthèse, les conclusions des essais suivant l'objectif de l'étude décrite page 2/10 et une proposition éventuelle sur la suite à donner à cette campagne.