

# CORRIGE

**Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.**

Corrigé

## CORRIGE

### EPREUVE U51- EXPLOITATION DES ESSAIS MOTEURS

#### 1<sup>ère</sup> PARTIE (23 points)

$$1.1.1) \quad RAS = \frac{m_{are}}{m_{aths}} \quad (P = 1 \text{ bar}, T = 25^\circ \text{C})$$

$M_{are}$  : masse d'air réellement introduite dans les cylindres par cycle.

$M_{aths}$  : masse d'air pouvant être théorique introduite dans les cylindres dans les conditions standards (pression de 1 bar et une température de 25 °C).

$$1.1.2) \quad \Phi = \frac{\text{Dosage réel}}{\text{Dosage stoéchiométrique}} = \frac{1}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{\text{Dosage stoéchiométrique}}{\text{Dosage réel}}$$

$$1.1.3) \quad \text{De la relation précédente : } \lambda = \frac{\frac{mc_{sto}}{ma_{sto}}}{\frac{mc_{re}}{ma_{re}}} = \frac{ma_{re}}{mc_{re} \cdot P_{co}} = \frac{Q_{ma_{re}}}{Q_{mc_{re}} \cdot P_{co}}$$

$$Q_{ma_{re}} \text{ (kg.h}^{-1}\text{)} = Q_{mc_{re}} \text{ (kg.h}^{-1}\text{)} \cdot P_{co} \cdot \lambda$$

$$1.1.4) \quad Ras = \frac{ma_{re}}{ma_{th}} = \frac{Q_{ma_{re}}}{Q_{ma_{th}}} = \frac{Q_{mc_{re}} \text{ (kg.h}^{-1}\text{)} \cdot P_{co} \cdot \lambda}{Cyl \text{ (cm}^3\text{)} \cdot 3 \cdot Nm \text{ (tr.min}^{-1}\text{)} \cdot [P_{std} \text{ (bar)} / (R \cdot (T_{std} \text{ (}^\circ\text{C)} + 273))]}$$

$$1.1.5) \quad \lambda = 1,27$$

$$Ras = \frac{Q_{mc_{re}} \text{ (kg.h}^{-1}\text{)} \cdot P_{co} \cdot \lambda}{Cyl \text{ (cm}^3\text{)} \cdot 3 \cdot Nm \text{ (tr.min}^{-1}\text{)} \cdot [P_{std} \text{ (bar)} / (R \cdot (T_{std} \text{ (}^\circ\text{C)} + 273))]} \\ = \frac{16,76 \cdot 14,55 \cdot 1,27 \cdot 287 \cdot 298}{2497 \cdot 3 \cdot 4200} = 0,842$$

CODE EPREUVE : MOE5EEM		EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR		SPECIALITE : MOTEURS A COMBUSTION INTERNE	
SESSION 2004	CORRIGE	EPREUVE : ETUDE DES MOTEURS EXPLOITATION D'ESSAIS MOTEURS - U 51			
Durée : 3h	Coefficient : 3	Code sujet : 35NB04		Page : 1 / 5	

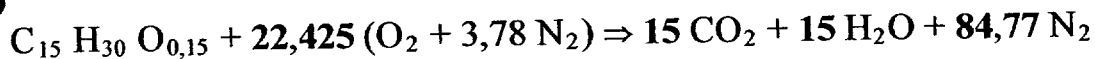
1.2.1)

$$N \text{ de moles du composant} = \frac{\text{Masse molaire moléculaire de gazole} \cdot \text{Teneur du composant en \% de masse}}{\text{Masse molaire atomique du composant} \cdot 100}$$

Teneur en carbone : 15,28    Teneur en Oxygène : 0,161    Teneur en hydrogène : 30,1

La composition est :  $C_{15,28} H_{30,1} O_{0,161}$

1.2.2)



1.2.3)

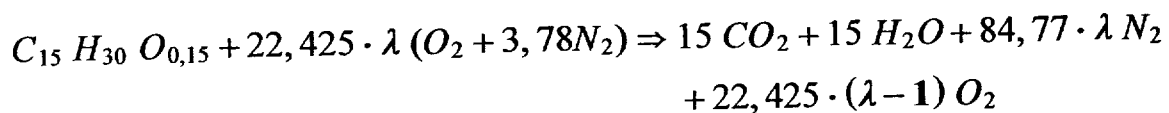
$$P_{co} = \frac{22,425 (32 + 3,78 \cdot 28)}{180 + 30 + 2,4} = 14,55$$

1.2.4)

L'oxygénation du carburant permet de diminuer le  $P_{co}$  et donc, par conséquent, d'augmenter l'énergie introduite dans le cylindre pour une même masse d'air.

1.2.5)

L'équation devient :



1.2.6)

$$[CO_2] = \frac{15}{15 + 84,77 \cdot \lambda + 22,425 \cdot (\lambda - 1)} = \frac{15}{107,95 \cdot \lambda - 7,425}$$

On constate globalement que la configuration standard 1 est la plus satisfaisante, avec des valeurs de couple supérieures aux autres configurations, et notamment à partir de 2200 tr/min. Seule, la configuration 2 pour la plage de régime 1600 - 2200 tr/min, permet d'atteindre des couples supérieurs à la configuration 1.

2.2.1)

$$\eta_{eff} = \eta_{comb} \cdot \eta_{th.th} \cdot \eta_{forme} \cdot \eta_{orga} \text{ (ou } \eta_{méca}\text{)}$$

2.2.2)

Rendement de combustion : Richesse, pression, température, ....

Rendement thermodynamique théorique : rapport volumétrique, chaleurs spécifiques du mélange.

Rendement de forme : Avance allumage, injection, vitesse de combustion, échanges thermiques avec les parois du cylindre, perte par pompage, .....

Rendement organique : perte par frottement (régime, charge température,....), puissance d'entraînement absorbée par les accessoires....

2.2.3)

$$\eta_{orga} \text{ (ou } \eta_{méca}\text{)} = \frac{W_{eff}}{W_{ind}} = \frac{P_{me}}{P_{mi}}$$

2.2.4)

Nm = 4200 tr.min <sup>-1</sup>	Config 1	Config 2	Config 3	Config 4	Relations utilisées
Rendement de combustion	0,996	0,996	0,996	0,997	
Rendement thermodynamique théorique	0,6	0,6	0,6	0,6	
Rendement de forme	0,62	0,57	0,57	0,55	$\eta_f = \frac{\eta_{eff}}{\eta_{comb} \cdot \eta_{th.th} \cdot \eta_{orga}}$
Rendement organique ou mécanique	0,73	0,73	0,73	0,73	$\eta_{orga} \text{ (ou } \eta_{méca}\text{)} = \frac{P_{me}}{P_{mi}}$
Rendement effectif	0,27	0,25	0,25	0,24	$\eta_{eff} = \frac{3600}{C_{se} \cdot P_{ci}}$

2.2.5) *Corrigé*

En s'appuyant sur les calculs précédents, les rendements de combustion, organique et thermodynamique théorique sont équivalents entre les quatre configurations. L'écart de rendement effectif ne provient donc que du rendement de forme.

2.2.6)

$$\eta_{eff} = \frac{P_{eff}}{P_{chimique}} = \frac{0,12 \cdot C_{eff} \cdot \pi \cdot N_m}{Q_{mc} \cdot P_{ci}} \Rightarrow C_{eff} (Nm) = \frac{Q_{mc} (kg \cdot h^{-1}) \cdot P_{ci} (kJ \cdot kg^{-1}) \cdot \eta_{comb} \cdot \eta_{th,th} \cdot \eta_{forme} \cdot \eta_{orga}}{0,12 \cdot \pi \cdot N_m (tr \cdot min^{-1})}$$

2.2.7)

Pour un régime de 4200 tr.min<sup>-1</sup> :

- Nmot = cste
- Qmc = cste.
- Le carburant est identique donc le Pci = cste.
- Les rendements de combustion sont équivalents (tableau document réponse 1)  $\eta_{comb} = cste$ .
- Les rendements thermodynamiques théoriques sont identiques (tableau document réponse 1, cycle identique)  $\eta_{th,th} = cste$
- Les rendements organiques sont équivalents (tableau document réponse 1, même régime)  $\eta_{orga} = cste$

$$C_{eff} (Nm) = \frac{Q_{mc} (kg \cdot h^{-1}) \cdot P_{ci} (kJ \cdot kg^{-1}) \cdot \eta_{comb} \cdot \eta_{th,th} \cdot \eta_{orga}}{0,12 \cdot \pi \cdot N_m (tr \cdot min^{-1})} \cdot \eta_{forme} = K \cdot \eta_{forme}$$

Cste

2.3.1)

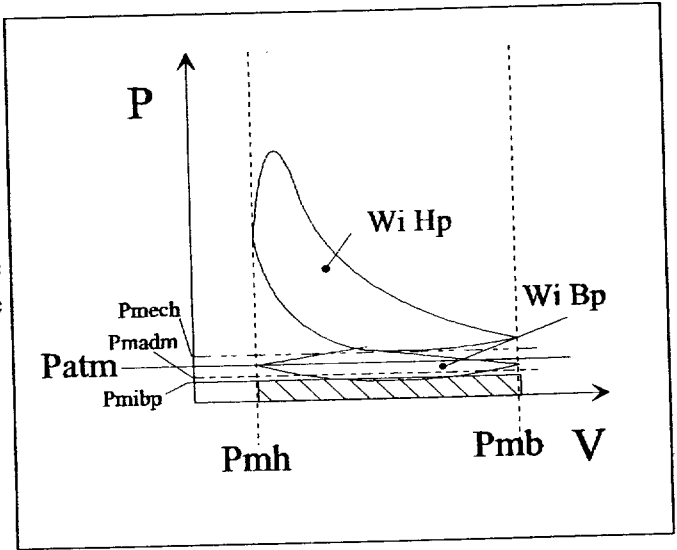
Le rendement de forme s'écrit :  $\eta_{forme} = \frac{P_{mi}}{P_{mth}} = \frac{P_{mi} \cdot cyl}{W_{th}} = K \cdot P_{mi}$ , avec cyl et Wth = cste. Le travail théorique (Wth) n'est constant que si l'apport de chaleur Q (donc la masse de carburant) au cycle théorique est constant.

Le faible écart de débit de carburant relevé dans le tableau du document 1 est négligeable, étant donné qu'il représente moins de 1%. On peut donc considérer que le débit de carburant est constant quel que soit la configuration.

2.3.2)

La boucle basse pression représente la surface de travail générée par la phase d'admission et d'échappement, appelée communément "perte par pompage". Cette surface est un travail perdu.

$$P_{mibp} = \frac{W_{ibp}}{Cyl}$$



Corrigé

2.3.3)

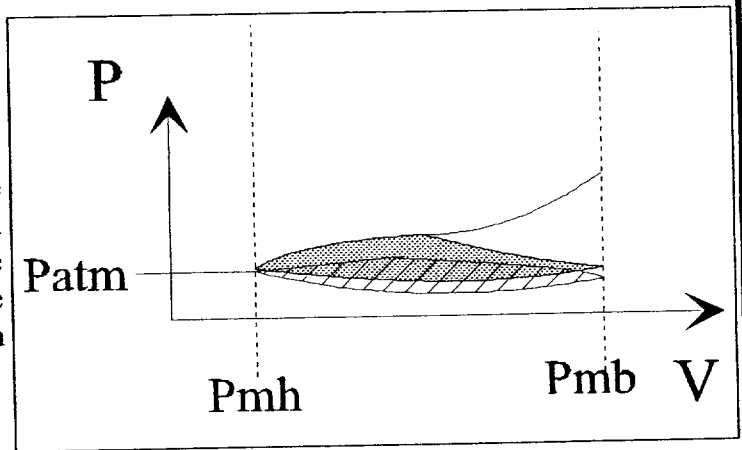
On observe pour les configurations 2, 3 et 4 une augmentation du RAS et de la  $P_{mibp}$  par rapport à la configuration 1.

2.3.4)

Les résultats ne paraissent pas cohérents, en effet si le remplissage augmente, cela signifie que le travail perdu pendant la phase d'admission a baissé, ce qui implique une diminution des pertes par pompage, donc de la  $P_{mibp}$ . Or, on observe le contraire.

2.3.5)

L'explication vient du fait que l'augmentation du travail perdu pendant la phase d'échappement a été prépondérante par rapport à la baisse du travail perdu pendant la phase d'admission. Le tableau nous indique qu'effectivement la pression d'échappement a augmenté.



Ce phénomène traduit un mauvais accord entre les lignes d'admission et d'échappement. En effet la ligne d'échappement restait identique pour chaque configuration.

### 3<sup>ème</sup> PARTIE (7 points)

3.1)

Une analyse des valeurs de remplissage (RAS) montre les améliorations importantes amenées par les configurations 2, 3 et 4 à partir de 3000 tr/min, et en particulier par la configuration 2. Malheureusement, pour ces configurations, le couple moteur ne peut pas bénéficier de cette amélioration de remplissage. En effet, dans un même temps, la pression moyenne indiquée diminue. Les résultats montrent que la diminution de la pression moyenne indiquée est essentiellement due à l'augmentation des pertes par pompage ( $P_{mibp}$ ).

En conclusion : la configuration standard étant la plus performante, l'objectif de départ qui était d'améliorer les performances de ce moteur, n'a été pas atteint.

On peut proposer de réaliser une nouvelle série d'essai pour les configurations 2, 3 et 4 en apportant une modification sur l'épure de distribution et sur la ligne d'échappement.