

# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

## MOTEURS À COMBUSTION INTERNE

Session 2014

### ÉTUDE DES MOTEURS U51 – EXPLOITATION D'ESSAIS MOTEUR

Durée : 3 heures – Coefficient : 3

# Éléments de Correction

CODE ÉPREUVE : 1406MOE5EEM		EXAMEN BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR	SPÉCIALITÉ : MOTEURS À COMBUSTION INTERNE
SESSION : 2014	CORRIGÉ	ÉPREUVE : ÉTUDE DES MOTEURS U51 – EXPLOITATION D'ESSAIS MOTEUR	
Durée : 3h	Coefficient : 3	Corrigé N°03ED13	6 pages

Partie : A

### Etude préliminaire

Documents Techniques DT N° 1 – 2 – 3 ( pages 5/11, 6/11 , 7/11 ) et DR 1, DR3, DR4.

1 – Relever le couple en fonctionnement 4 Cylindres. Donner la définition de la charge et déterminer le pourcentage de charge pour le point de fonctionnement étudié.

**La charge définit le rapport entre le couple effectif correspondant au point de fonctionnement et le couple effectif en pleine charge au régime considéré.**

**résultats sur le DR N° 1.**

2 – Donner la définition de la PME et en justifiant les calculs, déterminer la PME en 2 cylindres

**Pression moyenne effective : travail effectif d'un cycle rapporté à l'unité de cylindrée**

$$PME = \frac{4 * \pi * C_{ef}}{V_t} * 10^{-5}$$

**résultats sur le DR N° 1.**

3 – Donner une définition et une relation du rendement effectif en précisant les unités.

**C'est le rapport du travail effectif sur l'énergie introduite**

$$\eta_{eff} = \frac{3600}{P_{ci} * C_{se}}$$

**résultats sur le DR N° 1.**

4 – Donner la définition du rendement mécanique en fonction des Pressions Moyennes (relation + unités)

**C'est le rapport de la PME sur la PMI**

$$\eta_{méca} = \frac{PME}{PMI}$$

5 – Calculer, à l'aide du DT N°3, la PMI moteur en mode de fonctionnement 2 cylindres.

$$PMI = \frac{6.23 + 6.23 + 0 + 0}{4} = 3.115 \text{ bar}$$

6 – Calculer le rendement mécanique pour les 2 modes de fonctionnement.

**valeurs sur le DR N° 1.**

7 – Calculer les PMF pour les deux modes de fonctionnement.

$$PMF = PMI - PME$$

8 – Sur le DR N°3 et DR N°4, colorier les boucles basses pression de chaque mode.

9 – Calculer les valeurs des  $PMI_{BP}$  et les reporter dans les DR N°3 et DR N°4 .

$$PMI_{bp} = PMI_{hp} - PMI$$

**résultats sur le DR N°3 et DR N°4**

10 – Calculer les rendements (indiqué , indiqué HP , indiqué BP et mécanique) pour le mode de fonctionnement 4 cylindres.

$$\eta_{ind} = \frac{\eta_{eff}}{\eta_{méca}} \quad \eta_{ind\ HP} = \frac{PMI_{HP} * V_{util}}{Q_{inj/cycle} * PCI} \quad \eta_{ind\ bp} = \eta_{ind\ HP} - \eta_{ind}$$

**valeurs dans le tableau du DR N° 1.**

11 – Calculer en pourcentage l'écart des PMF et des rendements entre le mode 2 cylindres et le mode 4 cylindres. ( Mode 2 cylindres par rapport au mode 4 cylindres)

**valeurs dans le tableau du DR N° 1.**

**Partie : B**

### Analyse de la combustion :

#### Étude de la fraction brûlée Document Réponse DR 2

1 – Ecrire, sur copie, la définition du CA50, du CA90-CA10 et de la HLC.

**CA50 : Angle vilebrequin à 50% de fraction brûlée**

**CA90-CA10 : Angle de la propagation de la flamme**

**HLC : Hauteur de loi de combustion => Maxi de la vitesse de dégagement d'énergie**

2 – Pour le mode de fonctionnement 2 cylindres :

Relever les valeurs de CA 10, CA 50, CA 90 sur le graphique « évolution de la fraction brûlée » du DR N°2

**dans le tableau DR N° 2**

3 – Pour le mode de fonctionnement en 4 cylindres :

Tracer, **sur le graphique** « évolution de la fraction brûlée » du DR N°2, l'allure de la fraction brûlée.

4 – Compléter les valeurs manquantes du tableau du DR N°2 en justifiant votre démarche pour la détermination de la HLC

**Tangente aux courbes de fraction brûlée passant par le point 50%**

En 2 cyl : 100/(381°-359°) En mode 4 cyl : 100/(388°-357°)

5 – Expliquer, d'un point de vue combustion, la différence entre les deux courbes.

En 2 cyl, cylindre plus chargé = combustion plus rapide

6 – Dans la chaîne des 4 rendements, citer celui impacté par la variation de la HLC.

**Le rendement de forme**

**Étude du rendement de combustion** Documents Techniques DT N° 1 et 2

1 – Donner la définition du rendement de combustion.

**C'est le rapport énergie libérée sur énergie potentielle**

2 – Ecrire l'équation de combustion et l'équilibrer à la stoechiométrie.



3 – En déduire le Pco.

**Pco = 14.88**

4 – Afin de calculer le rendement de combustion, on a besoin du débit massique échappement.

4-1 – Calculer le débit massique de carburant en g/s

$$Q_{mc} = \frac{C_{se} \cdot P_e}{3600} \quad Q_{mc} \text{ 2cyl} = 0.810 \text{ g/s} \quad Q_{mc} \text{ 4cyl} = 0.827 \text{ g/s}$$

4-2 – Calculer le débit massique d'air en g/s

$$Q_{ma} = \frac{Q_{mc} \cdot P_{co}}{R} \quad Q_{ma} \text{ 2cyl} = 11.275 \text{ g/s} \quad Q_{ma} \text{ 4cyl} = 11.363 \text{ g/s}$$

4-3 – En posant  $Q_{m\text{entrant}} = Q_{m\text{échappement}}$ , calculer le débit massique échappement.

$$Q_{m\text{ech}} = Q_{ma} + Q_{mc} \quad Q_{m\text{ech}} \text{ 2cyl} = 12.085 \text{ g/s} \quad Q_{m\text{ech}} \text{ 4cyl} = 12.190 \text{ g/s}$$

On donne :	Mode 2 cylindres	Mode 4 cylindres
Rendement de combustion	93,3%	93.8%

5 – A partir des données du DT2, justifier les écarts entre les deux modes de fonctionnement.

**Plus d'imbrulés (HC et CO) en mode 2 cylindres**

**Partie : C**

**Relations CO<sub>2</sub>- Masse de carburant et Conclusion générale :**

EXAMEN : BTS M.C.I. – Épreuve : U51 - Exploitation d'essais moteur – Sujet N°03ED13

A partir du document technique DT N° 1 et des résultats des parties A et B.

1 – Calculer le rapport masse de CO<sub>2</sub> sur masse de carburant.

$$Q_{mco_2} = [CO_2] * Q_{mech} \quad Q_{mco_2 \text{ 2cyl}} = 170.39 \text{ g/s} \quad Q_{mco_2 \text{ 4cyl}} = 177 \text{ g/s}$$

$$\text{Rapport} = Q_{mco_2} / Q_{mc} \quad \text{Rapport 2cyl} = 210.36 \quad \text{Rapport 4cyl} = 214$$

2 – Pour 1 Kilowattheure produit, calculer la réduction de CO<sub>2</sub> entre les deux modes de fonctionnement.

$$m_{CO_2/KWh} = Q_{mco_2} * 3600 / P_e$$

$$\text{en 2cyl } m_{CO_2/KWh} = 170.39 * 3600 / 7.86 = 78041 \text{ g/KWh}$$

$$\text{en 4cyl } m_{CO_2/KWh} = 177 * 3600 / 7.92 = 80454 \text{ g/KWh}$$

$$\text{Réduction de CO}_2 = 80454 - 78041 = 2413 \text{ g/KWh}$$

3 – Conclusion

3-1 Compléter le tableau du DR 5 page 8/11 par la chaîne des rendements et par « + », « - », « = » selon le gain apporté par le mode de fonctionnement « 2 cylindres » par rapport au mode « 4 cylindres »

	$\eta_{eff}$ =	$\eta_{comb}$ X	$\eta_{thth}$ X	$\eta_{forme}$ X	$\eta_{méca}$
Comparaison Mode 2 cylindres / Mode 4 cylindres	+	-	=	+	-

3-2 En 5 lignes maxi, conclure par rapport à l'objectif de l'étude.

***Le gain en mode 2 cylindres n'est pas très probant par rapport au mode 4 cylindres avec AFA. On peut penser que par rapport au fonctionnement 4 cylindres « classique » le gain soit plus important.***

***D'autre part, la désactivation des soupapes en position demie ouverture pourrait améliorer le rendement mécanique donc le gain.***

## Document Réponse N°1

Questions : A-1 à A-5.4

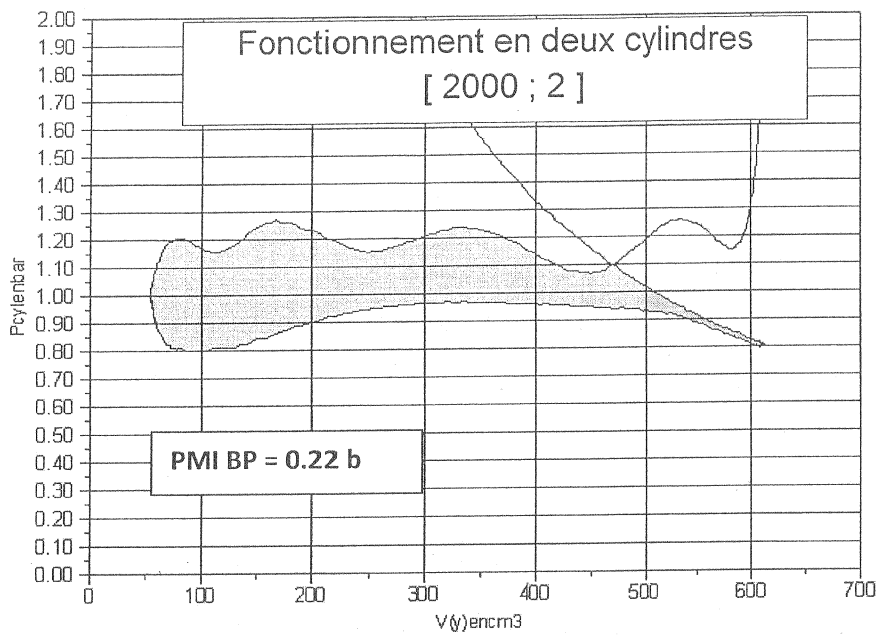
Fonctionnement :	2 Cylindres	4 Cylindres	% écart du mode 2 cylindres sur le mode 4 cylindres
Couple (N.m)	37.5	37.8	
Pme (bar)	2.11	2,13	
% de charge		18.9	
Pmf (bar)	1	0.92	-9.23
Rendement effectif	0.236	0.233	-1.28
Rendement indiqué (total moteur)	0.348	0.334	-4.19
Rendement indiqué HP	0.3603	0.3528	-2.12
Rendement indiqué BP	0.0123	0.0186	+33.9
Rendement mécanique	0.677	0.698	+3

## Document Réponse N°2

Partie : B - Analyse de la combustion

Fonctionnement :	2 cylindres	4 cylindres
CA 10	-1.8	-2.9
CA50	+10	12.9
CA 90	+22	45.1
CA 90 – CA 10	+23.8	+48
HLC	0.045 /°vol	0.032 /°vol

### Document Réponse N°3



### Document Réponse N°4

