Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

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.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

MOTEURS À COMBUSTION INTERNE

Session 2009

ÉTUDE DES MOTEURS

U 51 EXPLOITATION D'ESSAIS MOTEURS

Durée 3 h – Coefficient 3

CORRIGÉ

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

CODE ÉPREUVE : 0906MOE5EEM		**EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**	**SPÉCIALITÉ : MOTEURS À COMBUSTION INTERNE**
SESSION 2009	**CORRIGÉ**	***ÉPREUVE :* ÉTUDE DES MOTEURS EXPLOITATION D'ESSAIS MOTEURS U51**	
Durée : 3 h	**Coefficient : 3**	**Corrigé du sujet n° 17NB05**	**Page 1/6**

A : Exploitation du tableau

1- Tableau 1

	Evolution avec l'augmentation d' EGR de 0 à 45%	Ecart maxi en %
Taux d'EGR	→	
Remplissage standard	↘	-75
Richesse	→	+300
Pression plenum (entrée cylindre)	↘	86
Pression entrée turbine (sortie cylindre)	↘	80
PMI (bar)	↘↗	-11
PMI Basse Pression (bar)	↘	-70
Cse ($g.kW^{-1}.h^{-1}$)	↘↗	-8

2- Tableau 2

	Relation	Valeur à 0% d'E.G.R	Valeur à 40% d'E.G.R
η effectif (%)	$\eta e = \frac{Pe}{Pc} = \frac{Pe}{qmc \cdot PCI}$	**23**	**24,9**
PMI Haute Pression (bar)	$PMI_{HP} = PMI + PMI_{BP}$	**3,86**	**3,25**
PMF (bar)	$PMF = PMI - PME$	**1,14**	**0,94**
η mécanique (%)	$\eta m = \frac{PME}{PMI}$	**63,8**	**67,6**
η indiqué (%)	$\eta i = \frac{\eta e}{\eta m}$	**36**	**37**

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

3.1- La PMI BP diminue lorsque le taux d'EGR augmente car :

. P amont turbine diminue=> diminution de la contre pression échappement

. P plénum diminue=> diminution du travail turbine
diminution du travail compresseur
le rendement isentropique compresseur diminue
diminution de la pression de suralimentation

3.2- Le rendement effectif augmente lorsque le taux d'EGR augmente (entre 0 et 40%) car :

. Le rendement indiqué augmente de 2% et le rendement mécanique de 6%,

- le rendement indiqué augmente car : le rapport Wi /Q augmente même si la PMI HP diminue car la PMI BP diminue également et la chaleur introduite a tendance à diminuer.
- Le rendement mécanique augmente car la PMI HP diminue, les contraintes de pression sur le piston et l'attelage mobile diminuent et font chuter la PMF.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

B : Influence de l'EGR sur la combustion et la création de NOx

1- Tableau 3

	Définition	Valeur à 0% d'E.G.R	Valeur à 40% d'E.G.R
Délai d'auto-inflammation en degré	Angle en degré entre le début injection (levée d'aiguille) et le CA 10 qui matérialise le début combustion.	**20,5°**	**23,5°**
Temps de combustion en degré à partir des CA	C'est la différence en degré entre le CA 90 et le CA 10	**17°**	**23°**
CA 50	C'est l'angle en degré pour lequel 50% de l'énergie est libérée par la combustion	**14°**	**18°**
Pression maximum		**75 bar**	**52 bar**

2.1- A partir des débits d'air et d'EGR :

$$m_0 = \left(qm_{air0} + qm_{EGR0}\right) \cdot \frac{60x}{N} = \left(45{,}45 + 0{,}146\right) \cdot \frac{60 \cdot 2}{1997} \Rightarrow m_0 = 2{,}74g$$

$$m_{40} = \left(qm_{air40} + qm_{EGR40}\right) \cdot \frac{60x}{N} = \left(12{,}81 + 8{,}689\right) \cdot \frac{60 \cdot 2}{1995} \Rightarrow m_{40} = 1{,}29g$$

2.2- Températures au PMH pour 0 et 40% d'EGR :

Relation des gaz parfaits

$$P \cdot V = m \cdot r \cdot T \Rightarrow T = \frac{PV}{mr}$$

avec :
P, pression au PMH en Pa, relevée sur le graphe 1 du document 3
V, volume au PMH en m^3 (volume chambre de combustion), calculé à partir du document 1
m, masse en g enfermée dans le cylindre, calculée à la question précédente
r, constante d'état en $J.g^{-1}.K^{-1}$ du gaz considéré.

Calcul de V_{PMH} : $$VPMH = \frac{Cylindrée}{4} \cdot \frac{1}{\left(\varepsilon - 1\right)} = \frac{1896}{4 \cdot \left(19 - 1\right)} = 26{,}3cm^3$$

Masse enfermée par cylindre= masse enfermée par cycle divisée par le nombre de cylindres

$$T_0 = \frac{P_0 \cdot V_{PMH}}{r_0 \cdot \frac{m_0}{4}} = \frac{75.10^5.4.26{,}3.10^{-6}}{0{,}285.2{,}7} = 1026K \Rightarrow T_0 = 753°C$$

$$T_{40} = \frac{P_{40}.V_{PMH}}{r_{40} \cdot \frac{m_{40}}{4}} = \frac{52.10^5.4.26{,}3.10^{-6}}{0{,}3.1{,}3} = 1404K \Rightarrow T_{40} = 1131°C$$

3- Justification de la diminution des NOx :

Les NOx dépendent principalement de deux paramètres :
.T° maxi de combustion
.concentration en oxygène dans la chambre

Dans notre cas, la température au PMH est plus élevée, c'est donc la diminution de la concentration en oxygène dans la masse d'air admise qui est prépondérante sur la diminution des NOx.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

C- Isotaux d'EGR

1- Courbe 1 : Couple effectif pleine charge ou PME pleine charge
Courbe 2 : Domaine antipollution de bouclage EGR

2- Lorsque la charge augmente :
. le volume injecté augmente
. la richesse augmente
. on se rapproche de la limite fumée
. nécessité de diminuer le taux d'EGR pour ne pas dépasser la limite fumée

D- Positionnement sur le point de fonctionnement

1- N et PME

. N=1000 tr.min^{-1} pour 25 km.h^{-1} => pour une vitesse de 50 km.h^{-1}, **N=2000 tr.min^{-1}**

. $PME = \frac{We}{V} = \frac{Pe \cdot t}{V} = \frac{Pe \cdot 60x}{V \cdot N}$ avec $Pe = \left[\left(\frac{1}{2} \cdot \rho air \cdot S \cdot Cx \cdot \upsilon_3\right) + (m \cdot r \cdot \upsilon)\right] \frac{1}{\eta_T}$

AN : Pe = 6474 W et **PME= 2 bar**

2- A N=2000 tr.min^{-1} et PME= 2bar

ΓEGR= 30,5%
CO=461,6 ppm HC=134 ppm NOx=81,08 ppm Fumées=1,3 fsn

3- Démonstration

$$E_{poll} = \frac{qm_{poll}}{Pe} = \frac{qv_{poll} \cdot \rho_{poll}}{Pe} = \frac{qv_{éch} \cdot [C_{poll}] \rho_{poll}}{Pe} = \frac{qm_{éch}}{\rho_{éch}} \cdot \frac{[C_{poll}] \rho_{poll}}{Pe}$$

$$E_{poll} = (qmair + qmc) \cdot \frac{\rho_{poll}}{\rho_{éch}} \cdot \frac{[C_{poll}]}{Pe} = \frac{qmc}{Pe} \cdot \left(1 + \frac{PCO}{\Re}\right) \cdot \frac{\rho_{poll}}{\rho_{éch}} \cdot [C_{poll}] = Cs\left(1 + \frac{PCO}{\Re}\right) \cdot \frac{\rho_{poll}}{\rho_{éch}} \cdot [C_{poll}]$$

4- Calcul des émissions en g.kW^{-1}.h^{-1}

Application numérique à partir des questions 2, 3 et 4 :
Epoll=constante × ρpoll × [Cpoll] avec $cte = Cs\left(1 + \frac{PCO}{\Re}\right) \frac{1}{\rho_{éch}} = 7897$

E_{NOx}=7897x2,052x81,08.10^{-6} = 1,314 g.kW^{-1}.h^{-1}

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

E- Optimisation des réglages

1- Limites

- Pas de contraintes en fumées, elles sont toujours en dessous 5fsn
- HC maxi=HC au taux d'EGR de 30,26% × 1,25 = 5 $g.h^{-1}$
  soit un taux d'EGR inférieur à 40%
- CO inférieur à 50 $g.h^{-1}$ soit un taux d'EGR inférieur à 39,2%
- Pas de dégradation de Cs, soit un taux d'EGR compris entre 30,26% et 37%

2- Choix du taux d'EGR

Le choix du taux d'EGR est imposé par la contrainte de Cs, il faut réduire les NOx au maximum, on choisira donc un taux d'EGR de 37%.

3- Robustesse du point de réglage

Pour que le réglage soit robuste, on choisira le taux de 35,5% ce qui permet de toujours répondre au cahier des charges.

4- Gain sur les NOx

$$Gain(\%) = \frac{(E_{NOx\cdot départ}) - (E_{NOx\cdot final})}{E_{NOx\cdot départ}} \times 100 = \frac{7-5}{7} \times 100 = 28{,}6\%$$

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.