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

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

MOTEURS À COMBUSTION INTERNE

Session 2006

ÉTUDE DES MOTEURS

U51 EXPLOITATION D'ESSAIS MOTEURS

Durée 3 h - Coefficient 3

CORRIGÉ

CODE ÉPREUVE : 0606MOE5EEM		EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR	SPÉCIALITÉ : MOTEURS À COMBUSTION INTERNE
SESSION 2006	CORRIGÉ	*ÉPREUVE :* ÉTUDE DES MOTEURS EXPLOITATION D'ESSAIS MOTEURS U51	
Durée : 3 h	Coefficient : 3	Code sujet : 172NB05	11 pages

U51 – ANALYSE D'ESSAIS MOTEURS

ÉLÉMENTS DE CORRIGÉ

Q1-1 : voir DR4

Q1-2 :

▷ $m_{azote} = m_{air} \cdot \frac{3,78 \cdot 28}{32 + 3,78 \cdot 28} = 0,768 \cdot m_{air}$

$m_{carbone} = m_{carburant} \cdot \frac{12}{12 + 1,826} = 0,868 \cdot m_{carburant}$

$$\left[\frac{m_{carbone}}{m_{azote}}\right]_{stoechio} = \frac{0,868 \cdot m_{carburant}}{0,768 \cdot m_{air}} = \frac{0,868}{0,768 \cdot P_{CO}} = 0,0779$$

▷ valeur à l'échappement

$$\frac{m_{carbone}}{m_{azote}} = \frac{(0,4381 + 0,3229 + 6,65) \cdot 12}{[100 - (0,4381 + 0,3229 + 0,0396 + 6,65 + 11,24)] \cdot 28}$$

$$= 0,0391$$

▷ la richesse calculée par la méthode proposée vaut

$$\boxed{\Phi = \frac{0,0391}{0,0779} = 0,502}$$

Q1-3 :

Richesse par les débits :

$$\text{dosage} = \frac{9,74}{71,8} = 0,0381$$

$$\text{dosage stoechio} = \frac{1}{P_{CO}}$$

$$\boxed{\Phi = 0,0381 \cdot 14,53 = 0,553}$$

Tableau de synthèse :

%CO_2 mesuré = 6,65
%CO mesuré = 0,3229
%O_2 mesuré = 11,24
%CH_y mesuré = 0,4381
%N_2 calculé = 81,35

Conditions d'essai (N, Pme) : [2000, 3]
richesse moyenne 4 sondes : 0,439
sonde ligne d'échappement : 0,465
calcul par les émissions : 0,502
calcul par les débits : 0,553

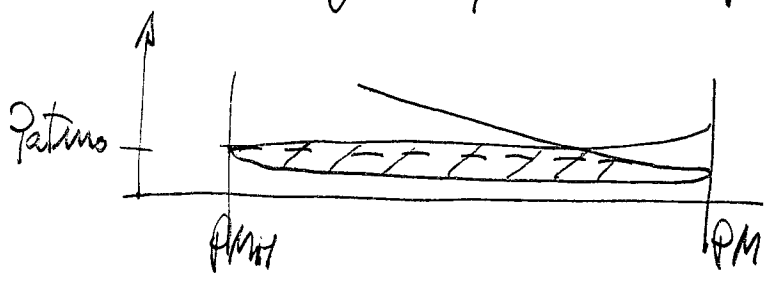
▷ les valeurs des sondes sont en net décalage par rapport aux 2 valeurs calculées, il conviendrai de vérifier leur étalonnage sur ces valeurs très faibles de richesse.

▷ le CO_2 présent dans l'air augmente le rapport $\frac{\text{masse carbone}}{\text{masse azote}}$ calculé à l'échappement ce qui augmente la richesse calculée ⇒ le calcul par les émissions pourrait alors se rapprocher de la valeur des sondes (si nous le corrigions) et c'est alors la balance de conso qui serait à vérifier ?
Le taux d'EGR ne modifie pas les résultats

▷ Résultats acceptables, la valeur des sondes sera prise en référence (elle s'appuie sur un total de 5 sondes)

Q2-1 : sur DR2

La PMI BP est définie par la surface de la boucle basse pression



Cette boucle est due en majeure partie à la P < Patmo et elle croît si PMI ↓

▶ à haut régime le débit augmente pour une même P_{tub}. La perte de charge des conduits et de la soupape devient importante et augmente la $P_{mi\,BP}$.

Q2-3 : sur DR3 $\Rightarrow \Delta P_{tub} \simeq 0{,}3$ b

Q2-4 : le $\Delta P_{mi\,BP} = 0{,}3 \cdot (-1{,}04) = \underline{\underline{-0{,}31}}$ b

pour la suite $\Delta P_{mi\,BP} = -0{,}4$ b

Q3-1 : $\eta_{eff.strat} = \dfrac{3{,}6 \cdot 16^3}{C_{se} \cdot P_{ci}} = 0{,}27$

Q3-2 :

$P_{mi\,BP\,strat.} = 3{,}78 - 3{,}67 = 0{,}11$ b

la $P_{mi\,BP}$ chute de 0,4 b en passant de l'homogène au stratifié

$\Rightarrow P_{mi\,BP\,homo} = 0{,}51$ b

$P_{mi\,HP\,homo} = 0{,}51 + \underbrace{P_{mi}}_{\text{constante car } P_{me} \text{ et } P_{mf} \text{ n'évoluent pas.}}$

$= 0{,}51 + 3{,}67 = 4{,}18$ b

la masse carb/cycle augmente de $\dfrac{4{,}18}{3{,}78}$ donc le débit carburant et la C_{se} dans la même proportion

$\Rightarrow C_{se\,homo} = 298 \cdot \dfrac{4{,}18}{3{,}78} = 329{,}5$ g/kW.h.

ce qui permet de calculer

$\eta_{eff.homo} = 0{,}251$

le gain de rendement est donc de $\dfrac{0{,}27 - 0{,}251}{0{,}251} = 0{,}076$

soit 7,6 % grâce à la stratification.

Q3-3 : Le gain de rendement se produit à faible Pme. donc pour l'utilisateur les gains de consommation seront particulièrement intéressants en circulation urbaine.

Q4-1 :

▷ la plus faible consommation à 90 km/h sera réalisée à 2000 tr/mn.

▷ sur ce point :

Cse = 241 g/kW.h
Peff = 13,7 kW
] conso = 3,30 kg/h
soit 4,58 l/h
soit 5,1 l/100 à 90 km/h

Cette conso sera atteinte avec une transmission de démultiplication 45 km/h . 1000 tr/mn

Q4-2 :

Carbone total X = 9,299 %
Mmol carburant spé = 18,68 mol/kW.h
] → Mmol poll. spé = %polluant . 2,001
↳ résultats sur DR5

Q4-3 :

émission g/km = émission spécifique . 13,7 / 90
↳ résultats sur DR5

ISOREGIME 1500 tr/mn												
couple effectif	N.m	15,6	44,3	74	87,7	103	116,4	126,4				
PME	bar	1,07	3,03	5,07	6,01	7,06	7,97	8,66				
Cse	g/Kw.h	497	267	285	281	286	281	419				
PMI	bar	1,53	3,62	5,45	6,42	7,4	8,49	9,28				
PMI de la boucle HP	bar	1,97	3,71	5,79	6,65	7,55	8,57	9,34				
Phasage de la fin d'injection	°V	-52	-59	-318	-313	-286	-266	-257				
Débit d'air admis	Kg/h	39,5	57,2	45,6	52,6	62,3	71,6	72,2				
CO_2 présent dans l'air	%	1,33	0,54	0,94	0,64	0,06	0,06	0,07				
Pression d'air amont soupape	bar	0,716	0,948	0,755	0,827	0,897	0,991	1,019				
taux d'EGR	%	23,6	8,2	6,3	4,2	0	0	0				
débit massique de carburant	Kg/h	1,22	1,86	3,32	3,87	4,66	5,17	8,36				
HC	ppm	7115	1632	2562	2400	2140	1682	9998				
CO	ppm	2313	2622	6399	6509	7633	8017	79881				
NOx	ppm	122	618	881	1211	2357	2073	59				
CO_2	%	5,49	6,13	14,32	14,31	14,25	14,19	7,14				
O_2	%	12,53	11,75	0,35	0,27	0,69	0,55	0,02				
richesse moyenne 4 sondes		0,383	0,401	1,006	1,011	0,999	1,002	1,379				
richesse sonde dans la ligne d'éch.		0,383	0,417	1,01	1,011	1,007	1,009	1,385				
ISOREGIME 2000 tr/mn												
couple effectif	N.m	14,4	29,2	43,8	65,3	72,2	84,4	102,4	116,5	133,1	138,3	
PME	bar	0,99	2	3	4,48	4,98	6,06	7,02	7,99	9,12	9,47	
Cse	g/Kw.h	473	291	298	241	268	261	248	258	274	290	
PMI	bar	1,72	2,68	3,67	5,04	5,46	6,59	7,56	8,29	8,96	8,99	
PMI de la boucle HP	bar	2,12	2,89	3,78	5,33	5,69	6,81	7,69	8,36	9,02	9,02	
Phasage de la fin d'injection	°V	-63	-62	-62	-307	-301	-318	-302	-285	-279	-278	
Débit d'air admis	Kg/h	48,3	61,6	71,8	68,6	75,2	65,6	76,4	87,5	97,7	98,7	
CO_2 présent dans l'air	%	0,96	0,72	0,53	0,04	0,04	1,06	0,43	0,07	0,07	0,07	
Pression d'air amont soupape	bar	0,681	0,828	0,903	0,76	0,813	0,796	0,858	0,927	1,001	1,014	
taux d'EGR	%	17	11,4	7,4	0	0	7,1	2,8	0	0	0	
débit massique de carburant	Kg/h	1,43	1,78	2,74	3,3	4,08	4,84	5,34	6,31	7,66	8,41	
HC	ppm	7471	5616	4381	3108	2968	2761	2694	2267	2774	3192	
CO	ppm	2145	2567	3229	894	902	6672	6992	7121	27055	45779	
NOx	ppm	186	264	396	1009	811	1288	2102	2388	1350	715	
CO_2	%	5,44	5,98	6,65	9,84	9,84	14,36	14,25	14,16	13,14	12	
O_2	%	12,86	12,2	11,24	7,08	7,1	0,5	0,49	0,45	0,03	0	
richesse moyenne 4 sondes		0,374	0,396	0,439	0,664	0,661	1,008	1,001	0,999	1,069	1,131	
richesse sonde dans la ligne d'éch.		0,381	0,414	0,465	0,672	0,669	1,011	1,007	1,008	1,073	1,134	

DT1

ISOREGIME 2500 tr/mn

couple effectif	N.m	44,5	58,9	88,1	102,9	116	131,4	143,2				
PME	bar	3,05	4,04	6,03	7,05	7,95	9	9,81				
Cse	g/Kw.h	272	249	253	242	251	264	286				
PMI	bar	3,81	4,78	6,65	7,73	7,95	9,06	9,06				
PMI de la boucle HP	bar	3,95	5,12	6,87	7,89	8,14	9,21	9,21				
Phasage de la fin d'injection	°V	-70	-311	-318	-302	-283	-273	-273				
Débit d'air admis	Kg/h	88,3	81,7	84,5	96,5	109,2	122	127,3				
CO_2 présent dans l'air	%	0,64	0,07	0,91	0,37	0,07	0,06	0,06				
Pression d'air amont soupape	bar	0,882	0,723	0,795	0,845	0,909	0,985	1,012				
taux d'EGR	%	8,4	0	6,2	2,3	0	0	0				
débit massique de carburant	Kg/h	3,17	3,84	5,85	6,52	7,65	9,12	10,76				
HC	ppm	4273	2944	2716	2228	1853	2354	3217				
CO	ppm	3779	1000	6677	7189	7512	15703	45230				
NOx	ppm	478	945	1410	2024	2285	1769	749				
CO_2	%	7,11	9,83	14,17	17,11	14,1	13,76	11,97				
O_2	%	10,2	6,8	0,47	0,5	0,48	0,21	0,04				
richesse moyenne 4 sondes		0,473	0,667	1,003	1,007	1,003	1,036	1,131				
richesse sonde dans la ligne d'éch.		0,508	0,673	1,008	1,01	1,009	1,04	1,132				

CORRECTION

ISOREGIME 3000 tr/mn

couple effectif	N.m	15,1	30,5	42,9	72,7	85,5	116,6	131,9	145,3			
PME	bar	1,04	2,09	2,94	4,98	5,86	7,99	9,04	9,96			
Cse	g/Kw.h	606	345	310	258	240	247	256	271			
PMI	bar	1,97	3	3,74	5,81	6,6	8,62	8,97	8,97			
PMI de la boucle HP	bar	2,38	3,31	3,96	6,07	6,84	8,79	9,05	9,05			
Phasage de la fin d'injection	°V	-72	-72	-73	-297	-297	-286	-272	-272			
Débit d'air admis	Kg/h	100,4	107,5	121,5	123,8	131,5	130	145,3	155,2			
CO_2 présent dans l'air	%	0,29	0,33	0,31	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05			
Pression d'air amont soupape	bar	0,741	0,838	0,874	0,833	0,875	0,885	0,961	1,005			
taux d'EGR	%	5,4	5,2	4,4	0	0	0	0	0			
débit massique de carburant	Kg/h	2,88	3,3	4,18	5,89	6,44	9,05	10,62	12,38			
HC	ppm	9971	5969	5043	3426	2391	2011	2326	3049			
CO	ppm	2133	2424	2797	1215	1253	7285	15	88			
NOx	ppm	185	347	539	8	8	2543	1869	963			
CO_2	%	4,58	5,64	6,14	9,24	9,82	14,01	13,69	12,3			
O_2	%	13,81	12,33	11,57	7,51	6,7	0,51	0,2	0,04			
richesse moyenne 4 sondes		0,33	0,342	0,364	0,626	0,663	1,001	1,037	1,113			
richesse sonde dans la ligne d'éch.		0,32	0,387	0,422	0,636	0,672	1,008	1,04	1,114			

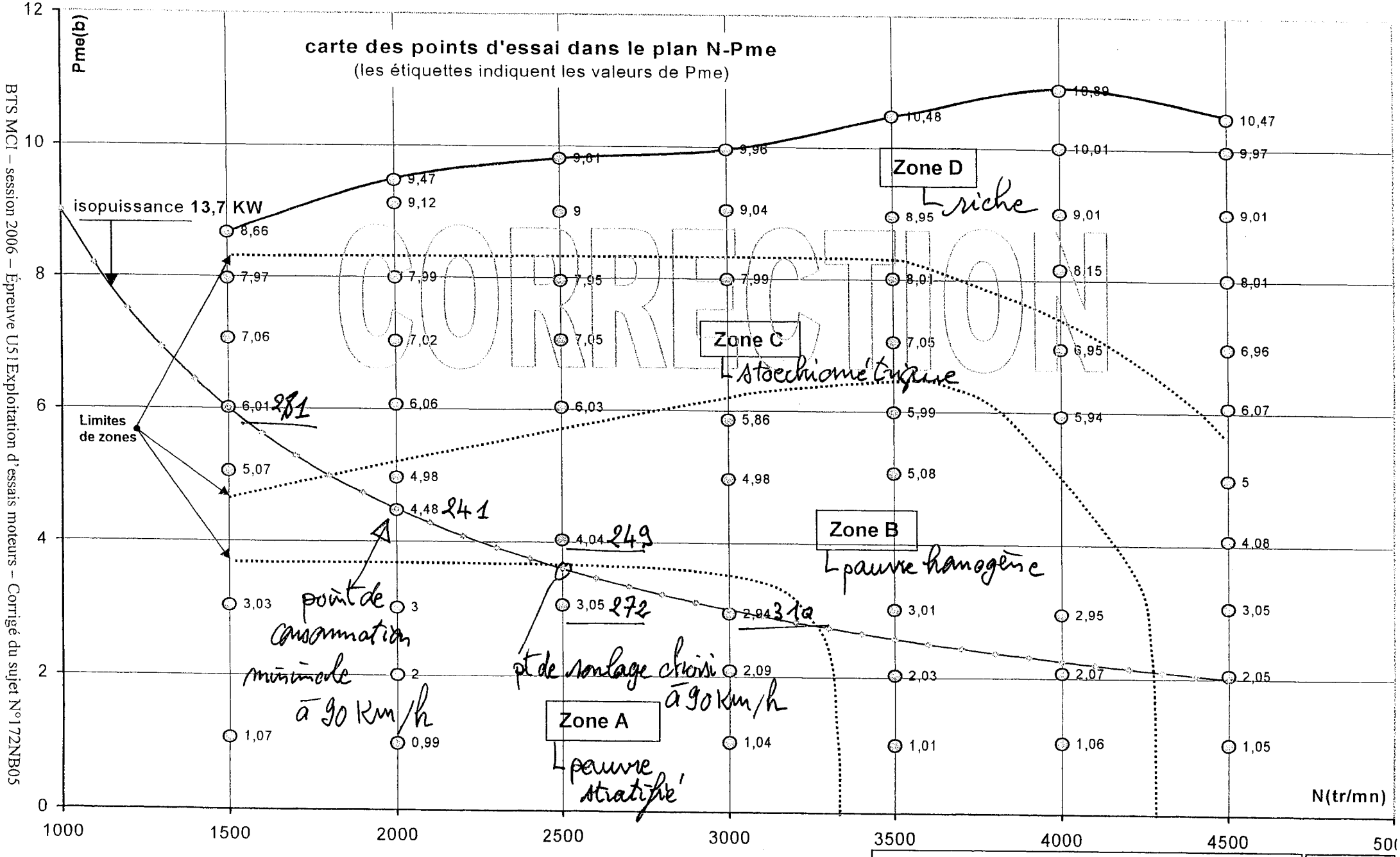
ZONE A

ZONE B

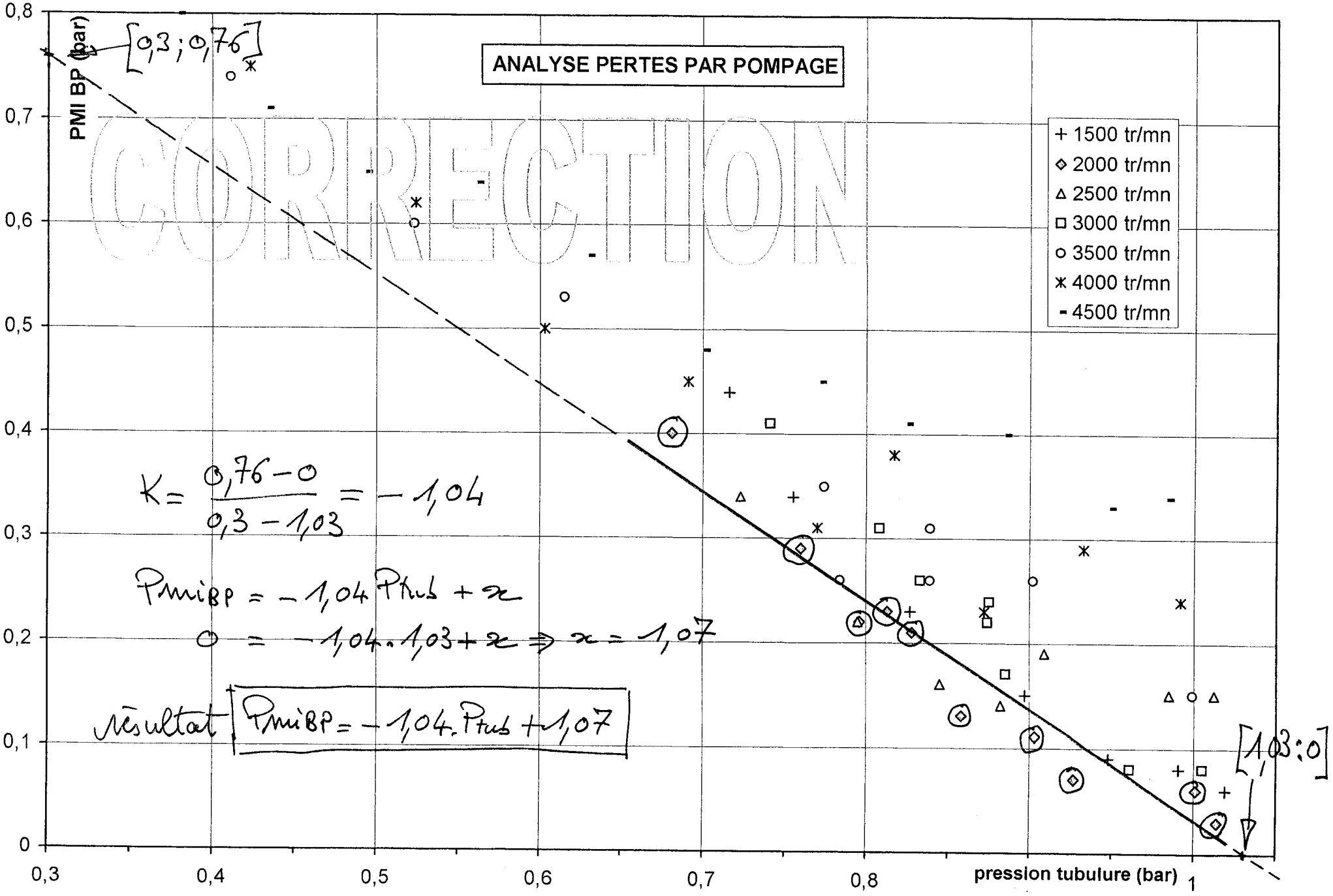
ZONE C

ZONE D

DT2

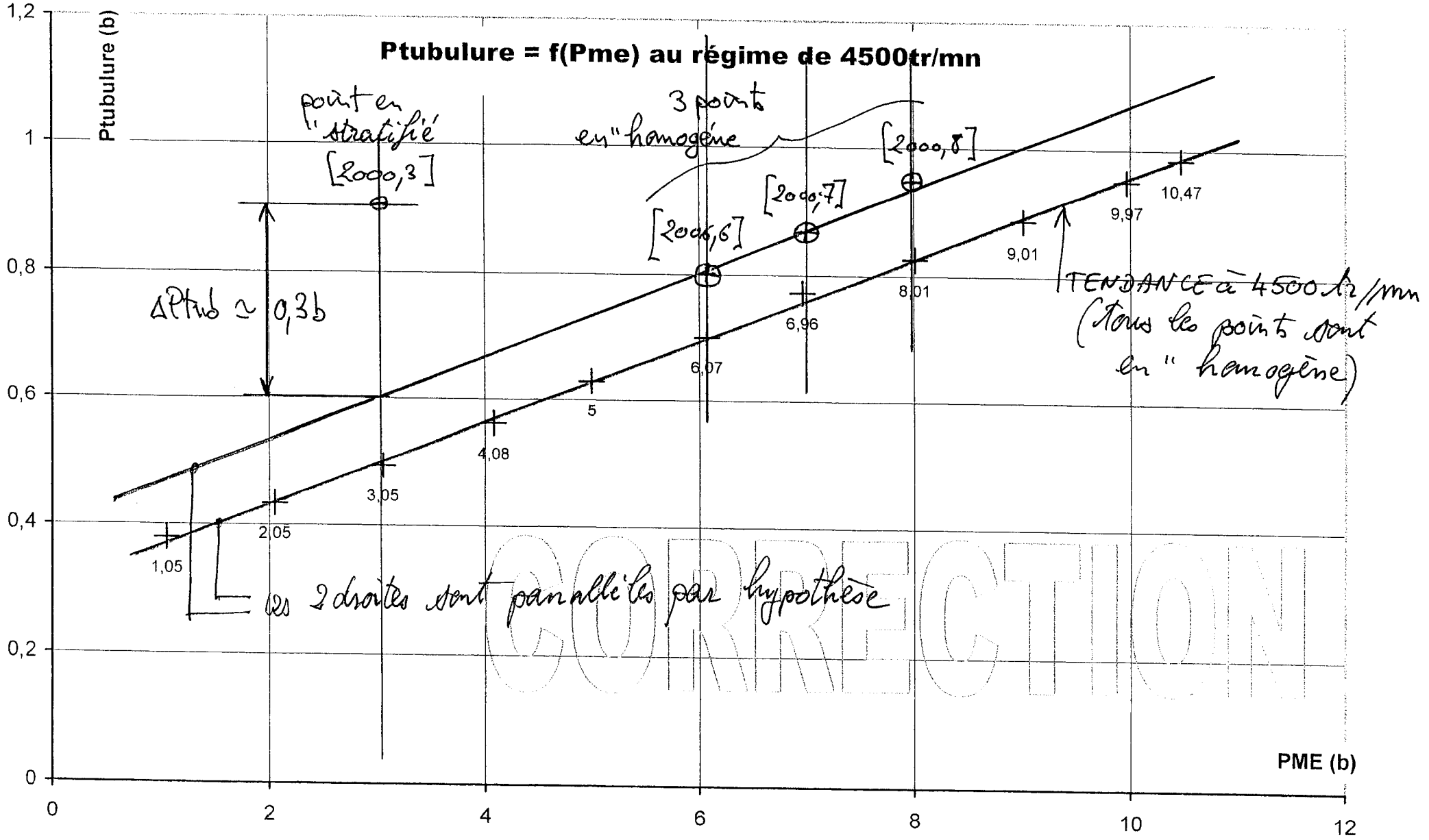


DOCUMENT A RENDRE AVEC LA COPIE **DR1**



CORRECTION

DOCUMENT A RENDRE AVEC LA COPIE **DR2**



CORRECTION

DOCUMENT A RENDRE AVEC LA COPIE | **DR3**

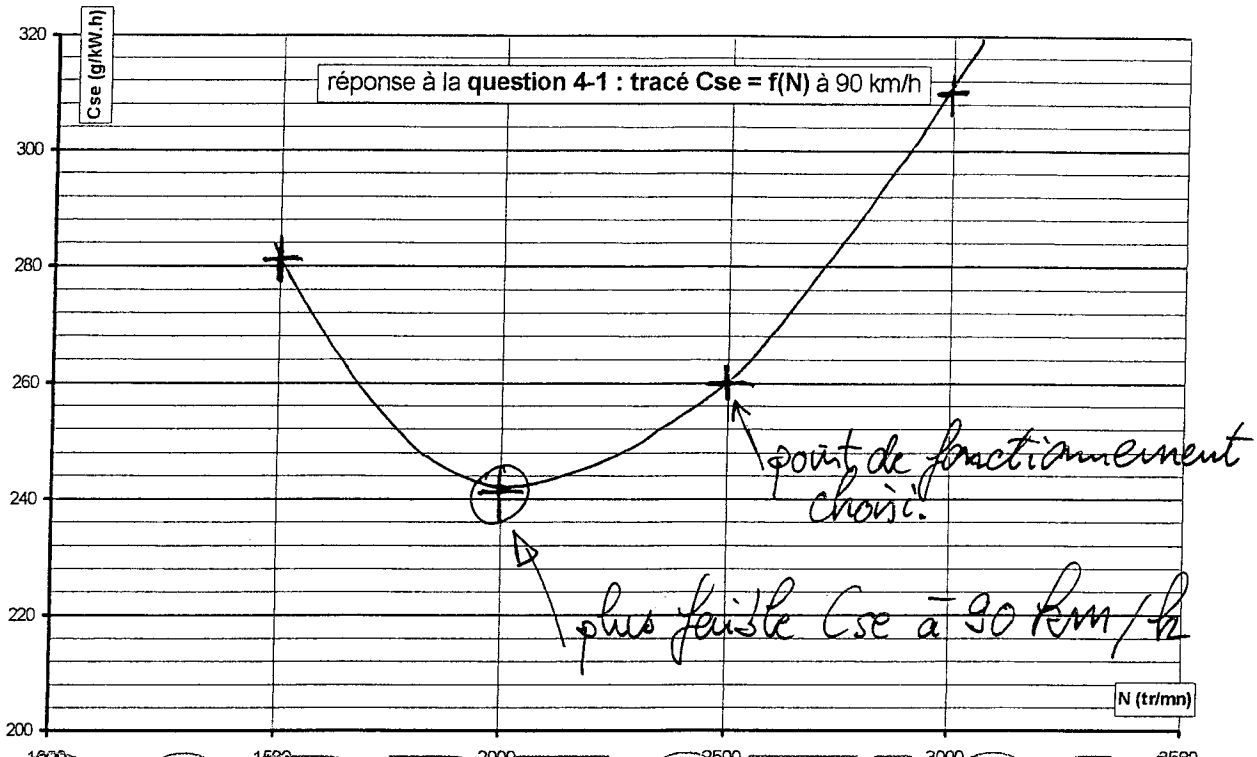
Réf zone	Valeurs de richesse caractéristiques	Valeurs de phasage injection	Commande de l'EGR	Teneurs en O2	Teneurs en CO2	Conclusion sur le type de mélange
A	de l'ordre de 0,35	injection très tardive : fin à 72° avant PMH	faible : taux EGR ≃ 5%	11 à 14%	4 à 6%	mélange pauvre stratifié
B	≃ 0,65	injection anticipée durant la course d'admission	EGR nul.	≃ 7%	9 à 10%	mélange pauvre homogène
C	= 1 (stoechio.)			≃ 0,5%	12 à 14%	mélange stoechiométrique
D	riche jusqu'à 1,1			≃ 0%		mélange riche

CORRECTION

Commentaires sur les paramètres de la zone de charge stratifiée :

- ▷ l'injection se fait le plus tard possible, juste avant l'allumage, pour éviter la dispersion du carburant dans la charge d'air. La richesse près de la bougie permet alors l'inflammation.
- ▷ le mélange est extrêmement pauvre ce qui explique la forte teneur en O_2 et la faible valeur de CO_2 à l'échappement.
- ▷ le faible taux d'EGR permet probablement de réduire les émissions de NOx qui se produisent en mélange pauvre.

DOCUMENT A RENDRE AVEC LA COPIE **DR4**



CORRECTION

question 4-3 → à 3,65 ; question 4-4

paramètre	valeurs lues		valeurs interpolées	paramètres calculés	nbre de môles polluants spécifiques (npoll/kW.h)	émissions spécifiques (g/kW.h)	émissions kilométriques (g/km)
%CO_2	supérieure (à 4,6)	9,83	8,74	carbone total X=	17,56	772,6	117,6
	inférieure (à 3,6)	7,11					
%CO	supérieure	0,1	0,2112	9,299 %	0,42	11,76	1,79
	inférieure	0,3779					
%HC	supérieure	0,2944	0,3475		0,70	9,67	1,47
	inférieure	0,4273					
%NOx	supérieure	0,0945	0,0758		0,15	4,5	0,68
	inférieure	0,0478					
Cse	supérieure	249	258,2	nmôles carburant= 18,68 mol/KW.h			
	inférieure	272					

Valeur interpolée à 3,6 = valeur inférieure à 3,6 + 0,6 (valeur sup à 4,6 − valeur inf. à 3,6)

DOCUMENT A RENDRE AVEC LA COPIE **DR5**

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.