

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.

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

ÉLÉMENTS DE CORRIGÉ

Q1-1 : Noie DR4

Q1-2 :

$$\triangleright M_{\text{mazote}} = M_{\text{maiz}} \cdot \frac{3,78 \cdot 28}{32 + 3,78 \cdot 28} = 0,768 \cdot M_{\text{maiz}}$$

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

$$\left[\frac{M_{\text{carbure}}}{M_{\text{mazote}}} \right]_{\text{stoechi}} = \frac{0,868 \cdot m_{\text{carburant}}}{0,768 \cdot m_{\text{maiz}}} = \frac{0,868}{0,768 \cdot P_{\text{Co}}} = \underline{\underline{0,0779}}$$

↳ valeur à l'échappement

$$\frac{M_{\text{carbure}}}{M_{\text{mazote}}} = \frac{(0,4381 + 0,3229 + 6,65) \cdot 12}{[100 - (0,4381 + 0,3229 + 0,0396 + 6,65 + 11,24)] \cdot 28} = \underline{\underline{0,0391}}$$

↳ la richesse calculée par la méthode proposée vaut

$$\phi = \frac{0,0391}{0,0779} = 0,502$$

Q1-3 :

Richesse par les débits :

$$\text{dosage} = \frac{2,74}{71,8} = 0,0381$$

$$\text{dosage stoechi} = \frac{1}{P_{\text{Co}}}$$

$$\phi = 0,0381 \cdot 14,53 = 0,553$$

Niveau de Synthèse :

$$\% \text{CO}_2 \text{ mesuré} = 6,65$$

$$\% \text{CO mesuré} = 0,3229$$

$$\% \text{O}_2 \text{ mesuré} = 11,24$$

$$\% \text{CH}_4 \text{ mesuré} = 0,4381$$

$$\% \text{N}_2 \text{ calculé} = 81,35$$

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

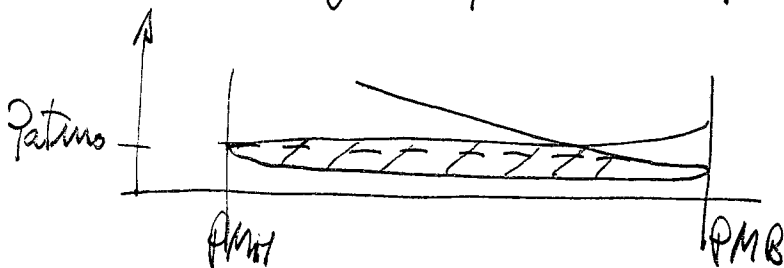
- ▷ les valeurs des sondes sont en net décalage par rapport aux 2 valeurs calculées, il conviendrait de vérifier leur étalonnage sur ces valeurs très faibles de richesse.
- ▷ le CO_2 présent dans l'air augmente le rapport $\frac{\text{m}_{\text{carbone}}}{\text{m}_{\text{azote}}}$ calculé à l'échappement ce qui augmente la richesse calculée \Rightarrow 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 masse 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 DR 2

La P_{miBP} est définie par la surface de la sonde ~~sonde~~ première



Cette sonde est due en majeure partie à la $P < P_{atmo}$ et elle croit si $P_{mi} \downarrow$

▷ à haut régime le débit augmente pour une même P_{tub} . La perte de charge des conduits et de la pompe devient importante et augmente la P_{miBP} .

Q2-3 : sur DR 3 $\Rightarrow \Delta P_{\text{tub}} \approx 0,36$

Q2-4 : le $\Delta P_{\text{miBP}} = 0,3 \cdot (-1,04) = \underline{\underline{-0,312}}$
pour la suite $\Delta P_{\text{miBP}} = -0,46$

Q3-1 : $\eta_{\text{eff. strat}} = \frac{3,6 \cdot 10^3}{C_{\text{se}} \cdot P_{\text{ci}}} = 0,27$

Q3-2 : $P_{\text{miBP strat.}} = 3,78 - 3,67 = 0,116$

La P_{miBP} chute de 0,46 en passant de l'homogène au stratifié

$\Rightarrow P_{\text{miBP homo}} = 0,516$

$P_{\text{miHP homo}} = 0,51 + P_{\text{mi}}$ constante car P_{me} et P_{mf} n'évoluent pas.
 $= 0,51 + 3,67 = 4,186$

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

$\Rightarrow C_{\text{se homo}} = 298 \cdot \frac{4,18}{3,78} = 329,5 \text{ g/kWh}$

ce qui permet de calculer

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

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

soit $\boxed{7,6\%}$ grâce à la stratification.

Q3-3 : Le gain de rendement se produit à faible P_{me} .
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/min.

▷ sur ce point :

$$C_{se} = 24,1 \text{ g/kW.h} \quad] \quad c_{aso} = 3,30 \text{ kg/h}$$

$$P_{eff} = 13,7 \text{ kW} \quad] \quad \text{soit } 4,58 \text{ l/h}$$

$$\text{soit } \underline{5,1 \text{ l/100}} \text{ à } 90 \text{ km/h}$$

Cette consommation sera atteinte avec une transmission
de démultiplication 45 km/h. 2000 tr/min

Q4-2 :

$$\text{Carbone total } X = 9,233\%$$

$$M_{\text{mol carburant}} = 18,68 \text{ mol/kW.h}$$

$$] \rightarrow M_{\text{mol poll. sp}} = \% \text{ polluant} \cdot 2,001$$

↳ résultats sur DR5

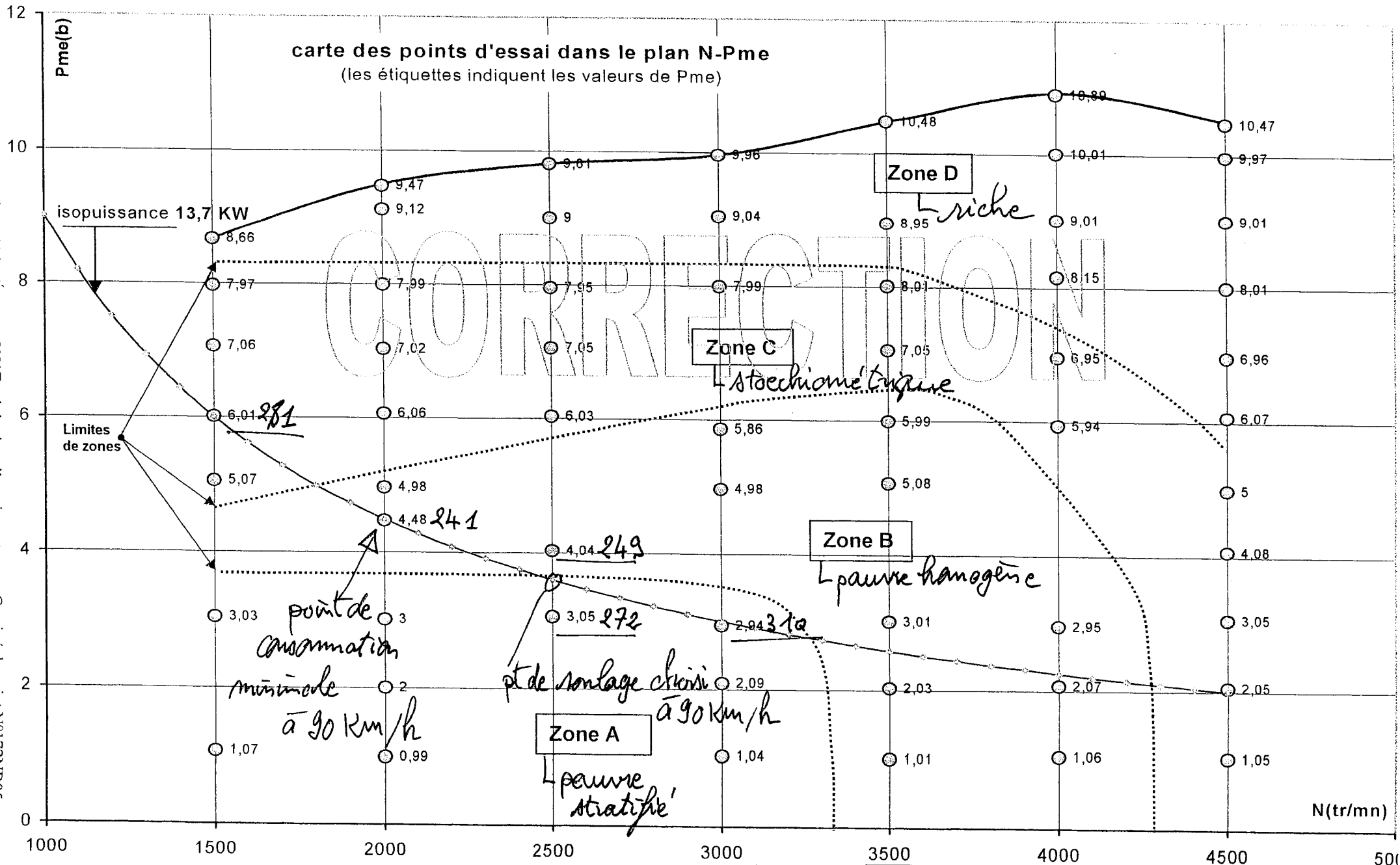
Q4-3 :

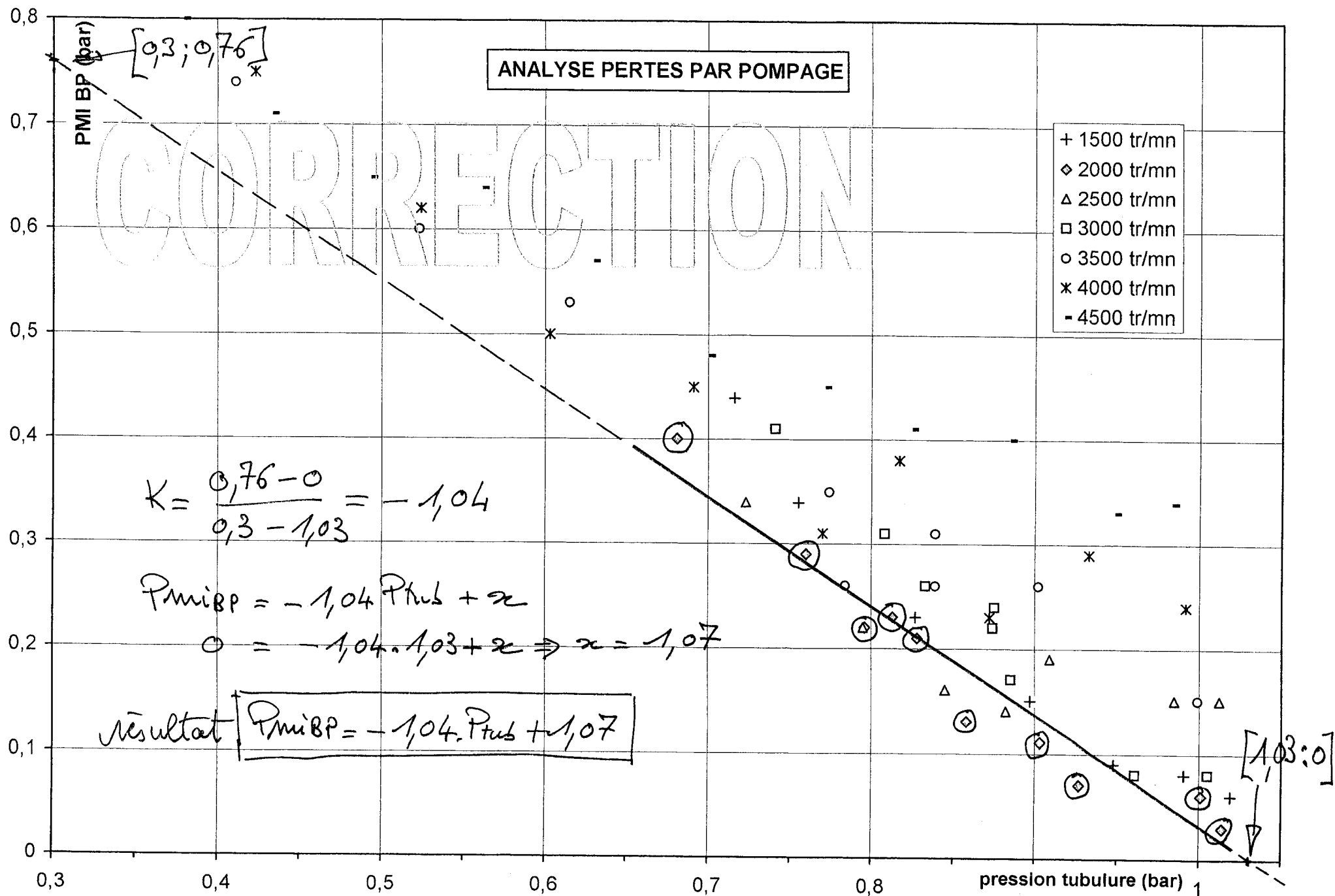
$$\text{Emission g/km} = \text{Emissions spécifiques} \cdot \frac{13,7}{90}$$

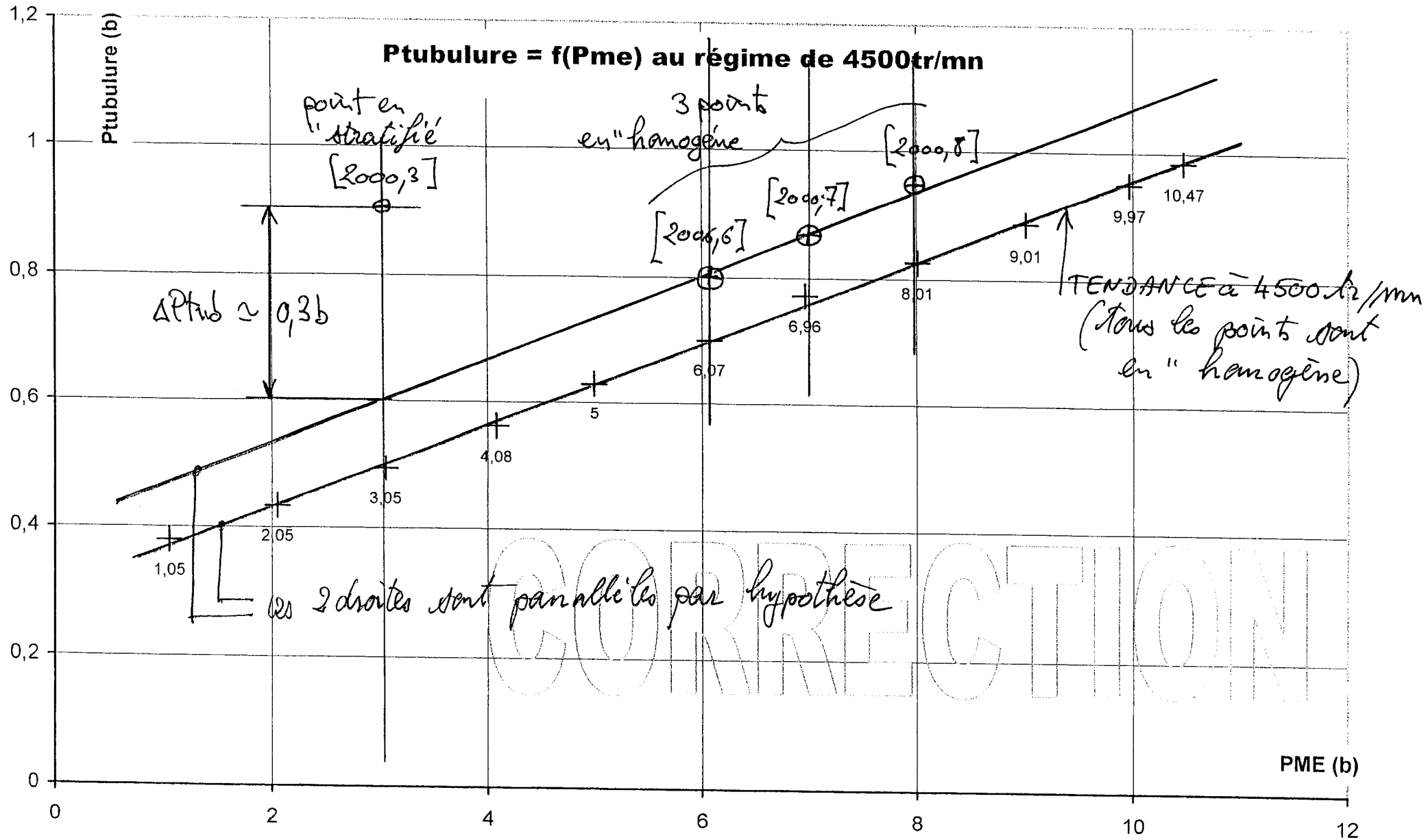
↳ résultats sur DR5

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

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	2235	1769	749	
CO ₂	%	7,11	9,83	14,17	17,11	14,1	13,75	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	1,035	1,131	
richesse sonde dans la ligne d'éch.		0,508	0,673	1,008	1,01	1,009	1,04	1,132	
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	0,874	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	1522	3887
NOx	ppm	185	347	539	80	80	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







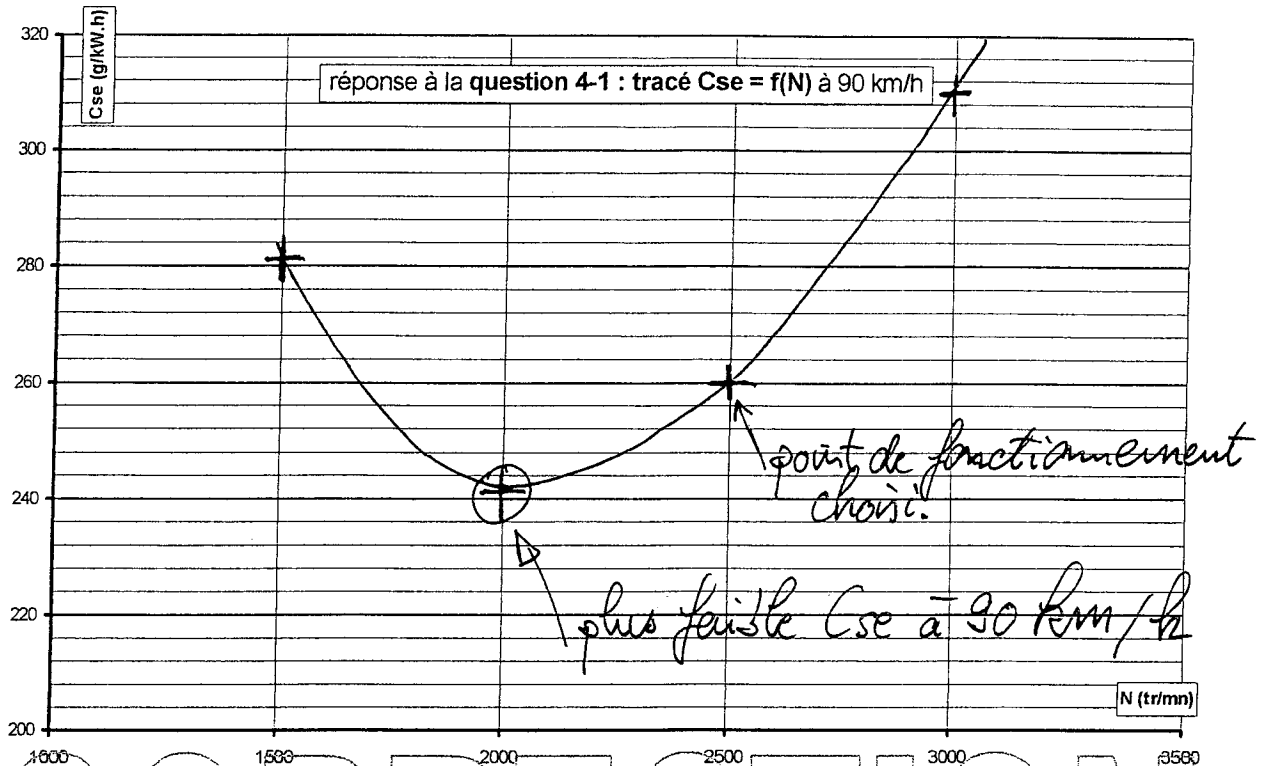
Réf zone	Valeurs de richesse caractéristiques	Valeurs de phasage injection	Commande de l'EGR	Teneurs en O ₂	Teneurs en CO ₂	Conclusion sur le type de mélange
A	de l'ordre de 0,35	injection très tardive : fin à 72° avant PMH	faible : taux EGR ≈ 5%	11 à 14%	4 à 6%	mélange pauvre stratifié
B	≈ 0,65	↑ injection anticipée	↑ EGR nul.	≈ 7%	9 à 10%	mélange pauvre homogène
C	= 1 (stoechi.)	durant la course		≈ 0,5%	↑ 12 à 14%	mélange stoechiométrique
D	riche jusqu'à 1,1	↓ d'admission		≈ 0%	↓	mélange riche

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 O₂ et la faible valeur de CO₂ à l'échappement.
- ▷ le faible taux d'EGR permet probablement de réduire les émissions de NO_x 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 moles polluants spécifiques (Npoll/kW.h)	émissions spécifiques (g/kW.h)	émissions kilométriques (g/km)
%CO ₂	supérieure	9,83	8,74	carbone total X= 9,299%	17,56	772,6	117,6
	inférieure	7,11					
%CO	supérieure	0,1	0,2112		0,42	11,76	1,79
	inférieure	0,3779					
%HC	supérieure	0,2944	0,3475		0,70	9,67	1,47
	inférieure	0,4273					
%NO _x	supérieure	0,0945	0,0758	0,15	4,5	0,68	
	inférieure	0,0478					
Cse	supérieure	249	258,2	N moles carburant = 18,68 mol/kW.h			
	inférieure	272					

Valeurs interpolées = valeur inférieure + 0,6 (valeur sup - valeur inf.)

à 3,6

à 3,6

à 4,6

à 3,6

DOCUMENT A RENDRE AVEC LA COPIE **DR5**