

# 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 2007

### ÉTUDE DES MOTEURS

### U51 EXPLOITATION D'ESSAIS MOTEURS

Durée 3 h - Coefficient 3

# CORRIGÉ

<b>CODE ÉPREUVE :</b> 0706MOE5EEM		<b>EXAMEN :</b> BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		<b>SPÉCIALITÉ :</b> MOTEURS À COMBUSTION INTERNE	
<b>SESSION</b> 2007	<b>CORRIGÉ</b>	<b>ÉPREUVE : ÉTUDE DES MOTEURS</b> <b>EXPLOITATION D'ESSAIS MOTEURS U51</b>			
<b>Durée : 3 h</b>	<b>Coefficient : 3</b>		<b>Code sujet : 32NB05</b>		<b>Page 1/9</b>

## Correction U 51.

### 1<sup>ère</sup> partie.

1.1. Couple maxi (construction document réponse 3)

$$P_e = C_e * \frac{\pi N}{30}$$

$$\tan \alpha = k * \frac{P_e}{N}$$

$k$  : facteur d'échelle.

$$\Rightarrow P_e = \tan \alpha * \frac{N}{k}$$

$$d'où C_e * \frac{\pi N}{30} = \tan \alpha * \frac{N}{k} \Rightarrow C_e = \tan \alpha * \frac{30}{\pi * k}$$

$C_e$  est maximal quand  $\tan \alpha$  est maximale (la tangente passe par l'origine des axes).

$$N_{C_{e \max}} = 1750 \text{ tr.mn}^{-1}$$

1.2. Point de fonctionnement 1750 tr.mn<sup>-1</sup> pleine charge (voir documents réponses 3 et 4).

-PUCO  $\approx$  46 kW

-TAPE  $\approx$  92 °C

-CSCO  $\approx$  222 g.kW<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>

-Qair sys  $\approx$  906 mg.cycle<sup>-1</sup>.cylindre<sup>-1</sup>.

-PAPE  $\approx$  906 mbar.

1.3.1- Pression moyenne effective.

$$P_{me} = \frac{1200 * P_e}{V_t * N}$$

$$V_t = \frac{\pi * A^2 C}{4} * \text{nbre de cylindre} = \frac{\pi * 8.5^2 * 8.8}{4} * 4 = 1997.4 \text{ cm}^3$$

Graphiquement  $P_e = 46 \text{ kW}$

$$D'où P_{me} = \frac{1200 * 4610^3}{1997.5 * 1750} = 15.8 \text{ bar}$$

1.3.2- Rendement effectif.

$$\eta_e = \frac{3610^5}{C_{se} * P_{ci}}$$

Graphiquement  $C_{se} = 222 \text{ g.kW}^{-1} \text{ h}^{-1}$

$$D'où \eta_e = \frac{3610^5}{222 * 42400} = 0.382 \text{ soit } 38.2\%$$

1.3.3- Coefficient d'excès d'air.

1.3.3.1-Définition.

Le coefficient d'excès d'air  $\lambda$  est le rapport entre la masse d'air admise dans le cylindre et la masse d'air théoriquement nécessaire ( pour la stoechiométrie).

1.3.3.2-Application numérique.

$$\lambda = \frac{\frac{A}{F}}{P_{co}}$$

$$\frac{A}{F} = \frac{Q_{\text{air système}}}{Q_{\text{mc}}} = \frac{Q_{\text{air système}} * N * \text{nbre de cylindre}}{C_{se} * P_e} = \frac{120}{3600}$$

$$\frac{A}{F} = \frac{30 * Q_{\text{air système}} * N * \text{nbre de cylindre}}{C_{se} * P_e}$$

Graphiquement  $Q_{\text{air système}} = 906 \text{ mg} \cdot \text{cycle}^{-1} \cdot \text{cyl}^{-1}$

$$\frac{A}{F} = \frac{30 * 906 * 10^{-3} * 1750 * 4}{222 * 46} = 18.6$$

$$d'où \lambda = \frac{\frac{A}{F}}{P_{co}} = \frac{18.6}{14.57} = 1.28$$

$$1.3.4- \text{Rendement volumétrique. } \eta_{vol} = \frac{Q_{\text{air système}}}{\rho_{APE} * V_u}$$

Graphiquement  $P_{APE} = 906 \text{ mbar}$ ,  $T_{ATE} = 92^\circ\text{C}$  et  $Q_{\text{air système}} = 906 \text{ mg} \cdot \text{cycle}^{-1} \cdot \text{cyl}^{-1}$

1.3.4.1-masse volumique :

$$\rho_{APE} = \frac{P_{APE}}{r * T_{APE}} = \frac{(0.906 * 10^5 + 1.013 * 10^5)}{287 * (273 + 92)} = 1.832 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

1.3.4.1-masse théoriquement admissible.

$$Q_{th} = \rho_{APE} * V_u = 1.832 * \frac{1997.4}{4} = 914.81 \text{ mg} \cdot \text{cycle}^{-1} \cdot \text{cyl}^{-1}$$

$$1.3.4.1- \text{rendement volumétrique : } \eta_v = \frac{906}{914.81} = 0.99 \text{ soit } 99\%$$

1.3.5.1- remplissage air standard.

$$R_{as} = \frac{Q_{\text{air système}}}{\rho_{\text{standard}} * V_u} = \frac{Q_{\text{air système}}}{\frac{P_{s \text{ standard}}}{r * T_{s \text{ standard}}} * V_u}$$

$$d'où R_{as} = \frac{906}{\frac{10^5}{287 * (273 + 25)} * \frac{1997.4}{4}} = 1.55$$

1.4-Analyse.

$$1.4.1.1- P_{me} = \frac{40 * \pi * C_e}{V_t}$$

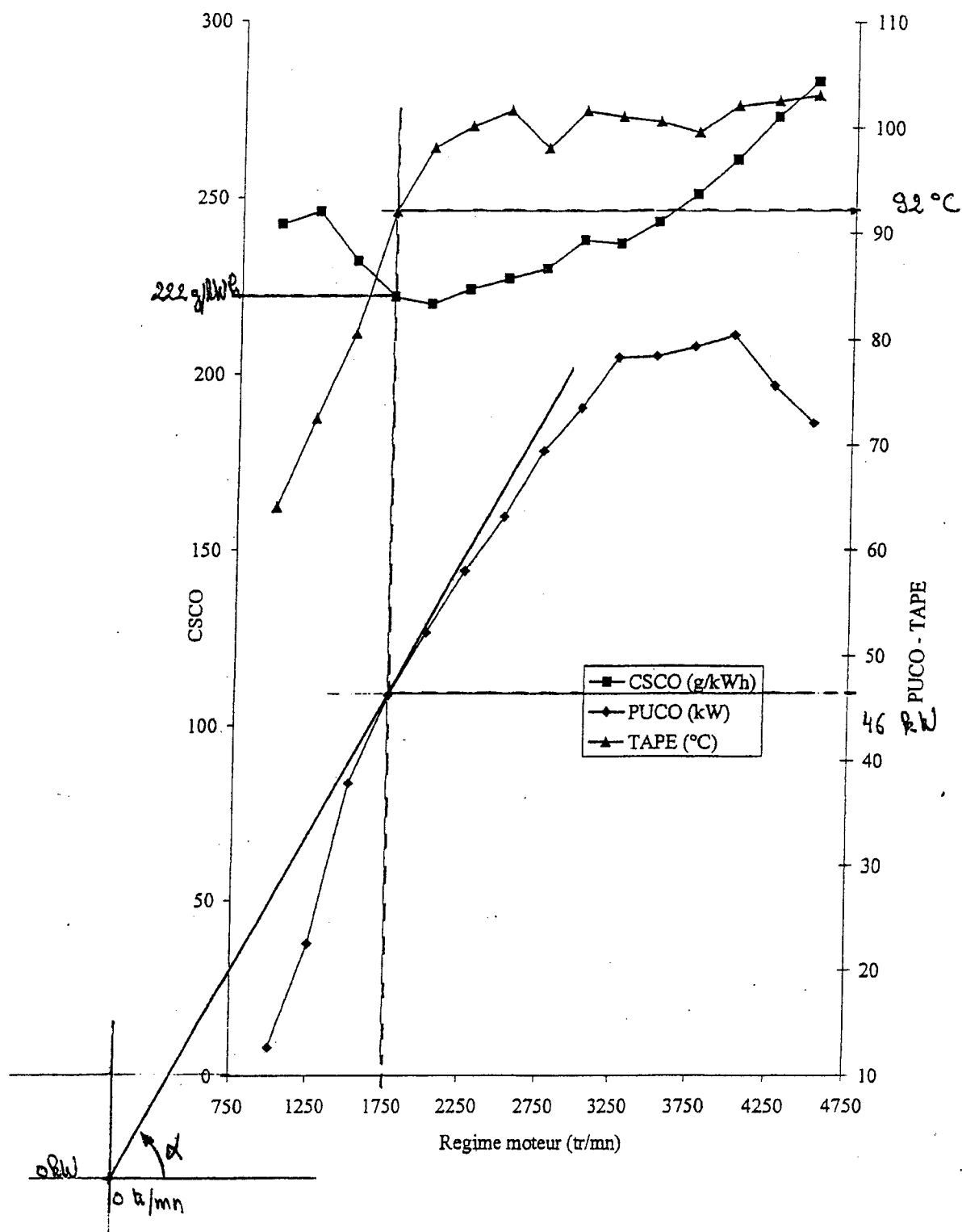
La  $P_{me}$  du moteur étudié est plus faible du fait de sa cylindrée plus importante (à couple maxi identique).

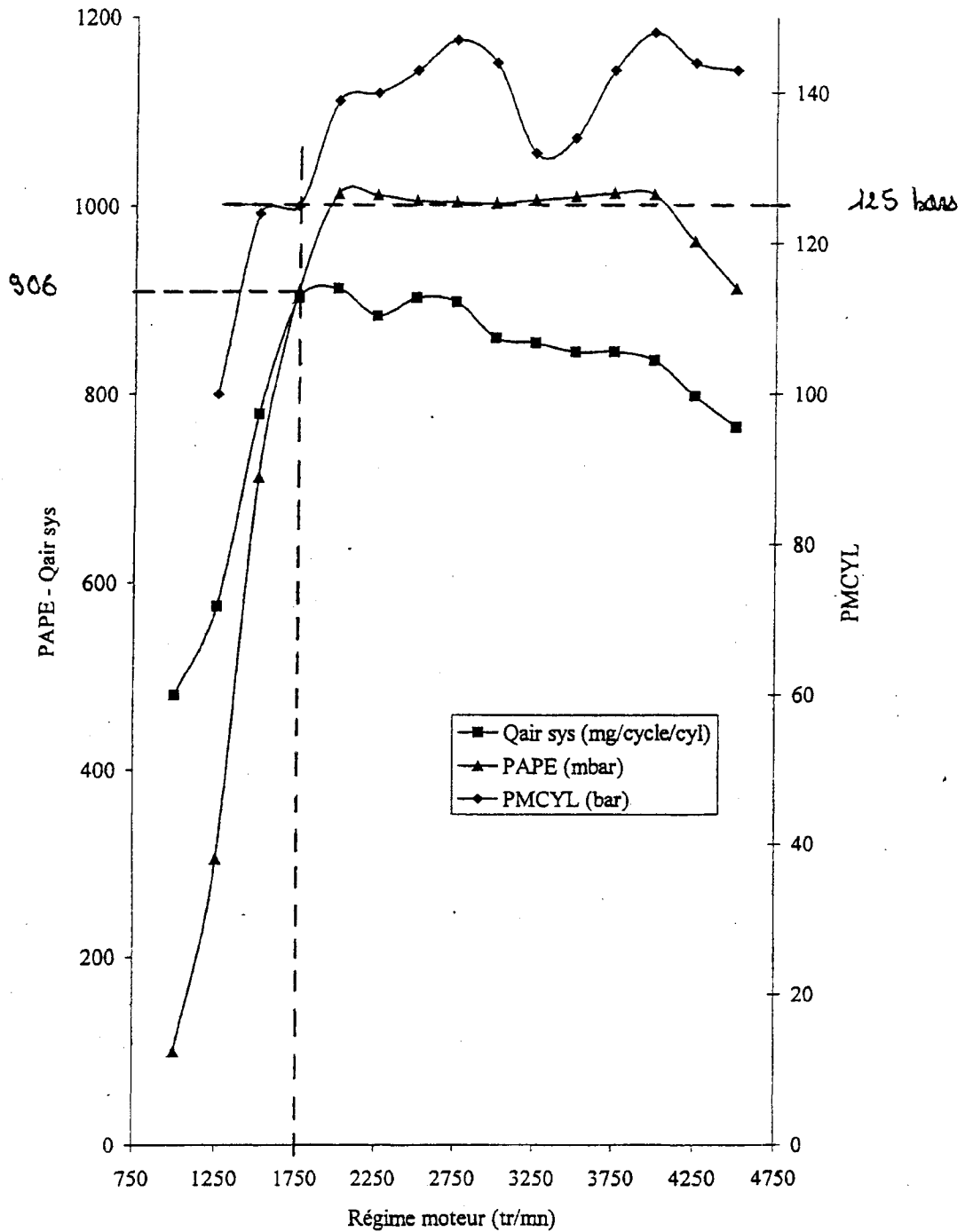
$$1.4.1.2- R_{as} = \frac{Q_{\text{air système}}}{\rho_{s \text{ standard}} * V_u}$$

- augmentation de la pression collecteur,
- réduction de la cylindrée.

1.4.1.3-Intérêt

Amélioration du rendement effectif.





2<sup>ème</sup> partie.

2.1.1 Emissions massiques de polluants sur le cycle ECE (urbain).

$$Emis. \text{ du poll. "i" cycle ECE (g.km}^{-1}\text{)} = \frac{\text{Emission massique du polluant "i" sur cycle ECE (g)}}{\text{Distance réelle du cycle ECE (km)}}$$

2.1.2- Emissions massiques de polluants sur le cycle EUDC (extra urbain).

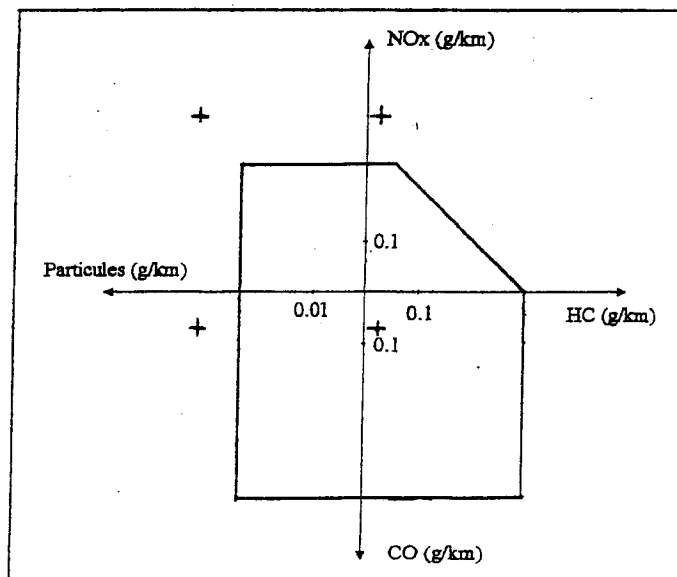
$$Emis. \text{ du poll. "i" cycle EUDC (g.km}^{-1}\text{)} = \frac{\text{Emission massique du polluant "i" sur cycle EUDC (g)}}{\text{Distance réelle du cycle EUDC (km)}}$$

2.1.3- Emissions massiques de polluants sur le cycle mixte (ECE+EUDC).

$$Emis. \text{ poll. "i" cycle mixte (g.km}^{-1}\text{)} = \frac{\text{Emission massique du polluant "i" sur cycles ECE + EUDC (g)}}{\text{Distance réelle des cycles ECE + EUDC (km)}}$$

Emissions massiques de polluants.	Polluants					
	CO	HC	NO <sub>x</sub>	HC + NO <sub>x</sub>	CO <sub>2</sub>	Particules
Cycle urbain : ECE (g.km <sup>-1</sup> )	0.197	0.045	0.411	0.456	236.12	0.0307
Cycle extra urbain : EUDC (g.km <sup>-1</sup> )	0.0027	0.0053	0.3115	0.317	132.73	<b>0.0338</b>
Cycle mixte : (ECE + EUDC) (g.km <sup>-1</sup> )	<b>0.074</b>	<b>0.02</b>	0.348	0.368	<b>170.82</b>	0.033

2.2. limites d'émission et émissions véhicule (document réponse 6).



2.3-Conformité.

Le véhicule n'est pas conforme à la norme EURO 4 car les émissions HC + NO<sub>x</sub> ainsi que les émissions de particules sont hors des limites réglementaires.

2.4- Consommation par bilan carbone.

$$2.4.1- m_{CCO} = \frac{12}{12+16} * m_{CO} = \frac{12}{28} * 0.074 = 0.0317 \text{ g.km}^{-1}$$

$$2.4.2- m_{CHC} = \frac{12}{12+1.85*1} * m_{HC} = \frac{12}{13.85} * 0.02 = 0.01733 \text{ g.km}^{-1}$$

$$2.4.3- m_{CCO_2} = \frac{12}{12+32} * m_{CO_2} = \frac{12}{44} * 170.82 = 46.587 \text{ g.km}^{-1}$$

$$2.5- m_{ccarb} = \frac{12}{12+1.85*1} * m_{carb}$$

$$2.6- m_{ccarb} = m_{CCO_2} + m_{CCO} + m_{CHC}$$

$$2.7- m_{carb} = \frac{13.85}{12} * \left[ \frac{12}{44} * m_{CO_2} + \frac{12}{28} * m_{CO} + \frac{12}{13.85} * m_{CHC} \right]$$

2.8- tableau réponse 2 (document réponse 5).

Polluants	CO	HC	CO <sub>2</sub>
Emissions massiques de polluants sur cycle mixte (ECE + EUDC) (g.km <sup>-1</sup> ).	0.074	0.02	170.82
Masses de carbone émises sur cycle mixte (ECE + EUDC) (g.km <sup>-1</sup> ).	0.0317	0.01733	46.587
Masse de carburant consommée sur cycle mixte (g.km <sup>-1</sup> ).	$\frac{13.85}{12} * [46.587 + 0.0317 + 0.01733] = 53.826$		

$$2.9- V_{carb} = \frac{m_{carb}}{\rho_{carb}} = \frac{53.826}{842} = 0.064 \text{ dm}^3 \text{ km}^{-1} \text{ soit } 6.4 \text{ dm}^3 \text{ pour } 100 \text{ km.}$$

2.10- l'objectif fixé par le constructeur n'est pas atteint.

### 3<sup>ème</sup> partie.

3.1.1- Calcul du débit volumique DEBV.

$$\text{Débit volumique de carburant} = \frac{\text{Débit de carburant}}{\rho_{carburant} * 60} = \frac{216.4 * 10^6}{60 * 842} = 4283.45 \text{ mm}^3 \text{ s}^{-1}$$

$$\text{Nombre de cycles} = \frac{N}{2 * 60} * \text{Nbre de cylindre} = \frac{2250 * 4}{2 * 60} = 75 \text{ cycles.s}^{-1}$$

$$d'où \text{ DEBV} = \frac{\text{Débit volumique de carburant}}{\text{Nombre de cycles}} = \frac{4283.45}{75} = 57.11 \text{ mm}^3 \text{ cycle}^{-1} \text{ cylindre}^{-1}$$

3.1.2- Voir document réponse 7 (graphique DEBV).

3.1.3- Avant optimisation l'avance principale ABHE est comprise entre 7.6 et 7.8°. Le point de fonctionnement « A » est à l'intersection de l'iso PAPE 1012 mbar et l'iso DEBV 57.1 mm<sup>3</sup>.cycle<sup>-1</sup>.cylindre<sup>-1</sup>.

3.1.4- Voir document réponse 7.



3.1.5- Autre démarche.

$$P_{\text{corrigée}} = \text{Couple corrigé} * \frac{\pi * N}{30} = 246 * \frac{\pi * 2250}{30} = 57962 \text{ W}$$

$$C_{\text{se corrigée}} = C_{\text{SCO}} = \frac{\text{Débit de carburant}}{P_{\text{corrigée}}} = \frac{216.4 * 60}{57.962} = 224 \text{ g.kW}^{-1} \text{ h}^{-1}$$

PAPE = 1012 mbar.

Le point de fonctionnement « A » est à l'intersection de l'iso PAPE 1012 mbar et l'iso CSCO 224 g.kW<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>. Confirmation de la valeur « ABHE ».

3.2.1- Domaines de fonctionnement exclus (voir document réponse 7).

3.2.2- Zone de fonctionnement « ABHE,PAPE » de fumées mini (voir document réponse 7).

3.2.3- Zone de fonctionnement « ABHE,PAPE » de rendement effectif maxi (voir document réponse 7).

3.2.4- Le point de fonctionnement optimisé est à l'intersection de l'iso PAPE ~~1012~~ mbar et l'iso PMCYL 140 bar. Après optimisation :

-ABHE = 7.6° ~~7.6~~ 7,6

-PAPE = 1050 mbar 1037

3.3- Gains.

$$\text{Gain fumées} = \frac{|\text{Fumées avant opti} - \text{Fumées après opti}|}{\text{Fumées avant opti}} = \frac{|1.6 - 0.85|}{1.6} = 0.47 \text{ soit } 47\% \text{ } 31\%$$

$$\text{Gain CSCO} = \frac{|\text{CSCO avant opti} - \text{CSCO après opti}|}{\text{CSCO avant opti}} = \frac{|\frac{3}{224} - \frac{1}{220}|}{\frac{3}{224}} = 0.014 \text{ soit } 1.4\% \text{ sur le rendement}$$

3.4. L'expérimentation porte sur 336 points.

- pas d'avance 0.2° soit 21 points.

- pas de pression 10 mbar soit 16 points.

Document réponse 7. Zone de fonctionnement de "Fumées minis"

