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 2014

ÉTUDE DES MOTEURS
U51 – EXPLOITATION D'ESSAIS MOTEUR

Durée : 3 heures – Coefficient : 3

Documents et matériels autorisés :

Aucun document autre que le sujet n'est autorisé.

Moyens de calculs autorisés :

Matériel autorisé
Une calculatrice de poche à fonctionnement autonome, sans imprimante et sans moyen de transmission, à l'exclusion de tout autre élément matériel ou documentaire. (Circulaire n°99-186 du 16 novembre 1999 ; BOEN n°42).

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet.
Le sujet comporte 11 pages numérotées de la façon suivante :

- Page de garde
- Dossier d'étude : pages 1/11 à 4/11
- Dossier technique : DT1, DT2, DT3 (pages 5/11 - 6/11 - 7/11)
- Dossier des documents réponse : DR 1 à DR 4 (pages 8/11 à 11/11)

Documents à rendre avec la copie : DR1 à DR 4 même non complété.

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

CODE ÉPREUVE : 1406MOE5EEM		**EXAMEN BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**	**SPÉCIALITÉ : MOTEURS À COMBUSTION INTERNE**
SESSION : 2014	**SUJET**	***ÉPREUVE* : ÉTUDE DES MOTEURS U51 – EXPLOITATION D'ESSAIS MOTEUR**	
Durée : 3h	**Coefficient : 3**	**SUJET N°03ED13**	**11 pages**

PRÉSENTATION ET COMPOSITION DU SUJET

Il est conseillé de lire attentivement et complètement le sujet avant de commencer à répondre.

Dans le contexte de réchauffement climatique actuel, la réduction des **émissions de CO_2** est un challenge particulièrement ardu, lancé par les gouvernements des grandes puissances mondiales à l'industrie automobile, et ce, dans des délais relativement courts.

Le dispositif de commande électromagnétique des soupapes, ***en voie de développement***, offre aux constructeurs la possibilité de réduire sur un cycle mixte, les émissions et la consommation de leurs véhicules.

L'ouverture et la fermeture des soupapes ne sont plus opérées par un arbre à cames mais par une commande électromagnétique qui actionne chaque soupape individuellement, indépendamment de la position du vilebrequin et des autres soupapes.

Cela permet, entre autre, de gérer la désactivation de cylindres à faible charge et bas régime de rotation moteur afin de diminuer les émissions de CO_2.

Objectif de l'étude :

L'objectif de cette étude est d'analyser, à partir des résultats d'essais, l'influence de la désactivation de 2 cylindres pour un fonctionnement moteur en faible charge et bas régime de rotation sur le rendement effectif, ou la Cse, et sur le CO_2.

Le point retenu est [N = 2000 tr.min^{-1} ; PME = 2 bar]

Décomposition du sujet / temps conseillé :

Lecture du sujet :	**10 min**
Partie A : Étude des performances	**1h 10 min**
Partie B : Analyse de la combustion	**50 min**
Partie C : Relation CO_2	**20 min**
Partie D : Conclusion de l'étude	**30 min**

Les parties A, B et C sont indépendantes.
Les parties A, B, C+D seront rédigées sur des copies distinctes.
Répondre aux questions sur copie sauf indication contraire.

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

Partie : A

Étude des performances

Documents Techniques DT N° 1 – 2 – 3 (pages 5/11 à 7/11) et DR1, DR3, DR4.

1 – Donner la définition de la PME (relation + unités) et en justifiant votre calcul, déterminer la PME en 2 cylindres. Reporter le résultat sur le DR N°1.

2 – Donner une définition du rendement effectif (relation + unités).

En expliquant votre démarche, calculer le rendement effectif pour les 2 modes de fonctionnement. Reporter les résultats sur le DR N°1.

3 – Donner une relation du rendement mécanique en fonction des Pressions Moyennes.

4 – La PMI en fonctionnement en mode 2 cylindres est égale à 3,11 bar.

Justifier cette valeur en cinq lignes maximum, à partir du DT N°3.

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

Reporter ces résultats sur le DR N°1.

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

Reporter ces résultats sur le DR N°1.

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

Dans la chaîne des quatre rendements, citer le rendement qui est impacté par la variation de la boucle basse pression.

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

9 – Calculer les rendements (indiqué, indiqué HP et indiqué BP) pour les 2 modes de fonctionnement. Reporter ces résultats dans le tableau du DR N°1.

10 – Calculer en pourcentage l'écart des PMF et des cinq rendements entre le mode 2 cylindres et le mode 4 cylindres (Le mode 4 cylindres sera pris comme référence).

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

Partie : B

Analyse de la combustion

Étude de la fraction brûlée Document Réponse DR 2

Dans le tableau de valeurs, la référence des angles est au PMH combustion.

1 – Écrire sur copie les définitions du CA50, du CA90 - CA10 et de HLC (+ unités).

2 – **Pour le mode de fonctionnement 2 cylindres :**

Sur le document DR N°2, on donne l'évolution de la fraction brûlée pour le fonctionnement en mode 2 cylindres. Relever les valeurs de CA 10, CA 50, CA 90 sur ce graphique et les reporter dans le tableau DR N°2.

3 – **Pour le mode de fonctionnement en 4 cylindres :**

Sur ce même graphique « évolution de la fraction brûlée » du DR N°2, tracer l'allure de la fraction brulée en vous aidant des données du tableau du DR N°2.

4 – Compléter les valeurs manquantes du tableau du DR N°2 en justifiant votre démarche pour la détermination de la HLC (quatre lignes maximum et construction graphique).

Nota : On pose comme hypothèse que la valeur maximum de HLC se trouve au CA50.

5 – À partir des valeurs du tableau du DR N°2, justifier par un argument la différence d'avance à l'allumage constatée dans le DT N°2 entre les deux modes de fonctionnement.

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

Étude du rendement de combustion

On donne :	Mode 2 cylindres	Mode 4 cylindres
Rendement de combustion	93,8%	93,3%

7 – Donner une définition du rendement de combustion.

8 – À partir des données du DT2, justifier les écarts de rendements constatés entre les deux modes de fonctionnement (en trois lignes maximum).

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

Partie : C

Relations masse CO_2 / masse de carburant

À partir des documents techniques DT N°1 et N°2 :

1 – Écrire l'équation de combustion et l'équilibrer à la stœchiométrie.

2 – Calculer le rapport masse de CO_2 sur masse de carburant.

3 – À partir de la Cse donnée dans le document DT N°2, pour 1 kilowattheure effectif, calculer l'écart en g de CO_2 entre les deux modes de fonctionnement.

Partie : D

Conclusion de l'étude

À partir du document réponse DR N°5 page 8/11 et des résultats des parties A, B et C :

1 – Écrire le produit des rendements et remplir la 1ière ligne du tableau.

2 – Reporter les différents rendements déjà calculés (ou donnés) dans les parties A et B.

3 – En considérant le rendement thermodynamique, constant pour les deux modes de fonctionnement, égal à 55%, calculer pour les 2 modes de fonctionnement le rendement manquant.

4 – Calculer en % l'écart relatif pour les cinq rendements avec le fonctionnement en mode 4 cylindres comme référence.

5 – En cinq lignes maximum et en exploitant le tableau bilan DR N°5 et la partie C, conclure par rapport à l'objectif (précisé page 1/11) en mettant en avant les facteurs essentiels.

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

Document Technique N °1

Caractéristiques Moteur :

- ⇨ 4 cylindres – 4 temps
- ⇨ Alésage : 86 mm
- ⇨ Course : 96 mm
- ⇨ Cylindrée totale : 2230 cm^3
- ⇨ Rapport volumétrique : 11,3
- ⇨ Couple maxi et régime : 217 N.m à 3900 tr/min
- ⇨ Couple pleine charge à 2000 tr/min : 200 N.m

Caractéristiques du Carburant :

- ⇨ Carburant : SP 95 E 10
  $C_8 H_{18,2} O_{0,1}$
  PCI = 41 MJ / kg

Conditions d'essais :

- ⇨ Pression atmosphérique : 1012 mbar
- ⇨ Air : $O_2 + 3,78 N_2$
- ⇨ Température air admission : 20° C
- ⇨ Constante des gaz parfaits : $r = 287 J.kg^{-1}.K^{-1}$

Masses Atomiques :

- ⇨ Carbone C : 12 g
- ⇨ Hydrogène H : 1 g
- ⇨ Azote N : 14 g
- ⇨ Oxygène O : 16 g

Pouvoir Calorifique des imbrûlés :

PCI_{HC} : 41 MJ / kg
PCI_{CO} : 10,1 MJ / kg

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

Document Technique N°2

Relevés pour fonctionnement moteur en 2 et 4 cylindres

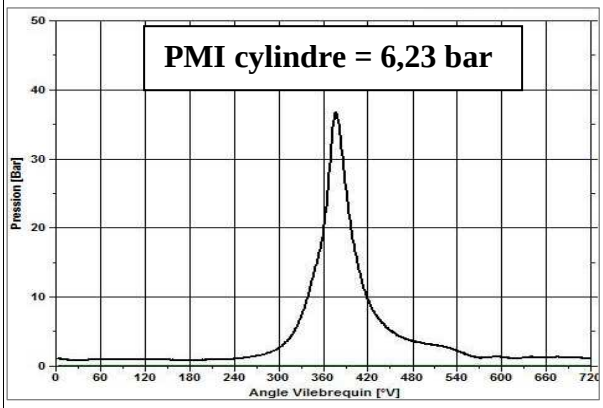
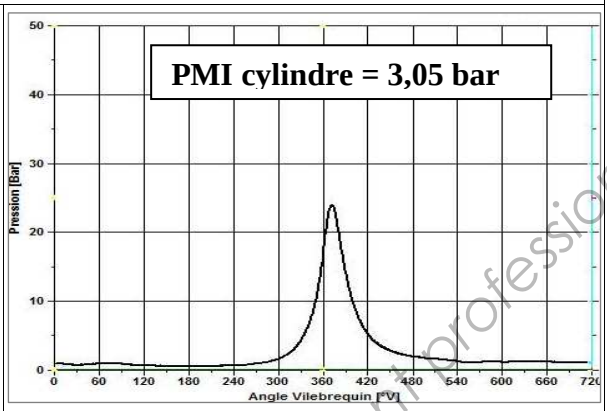
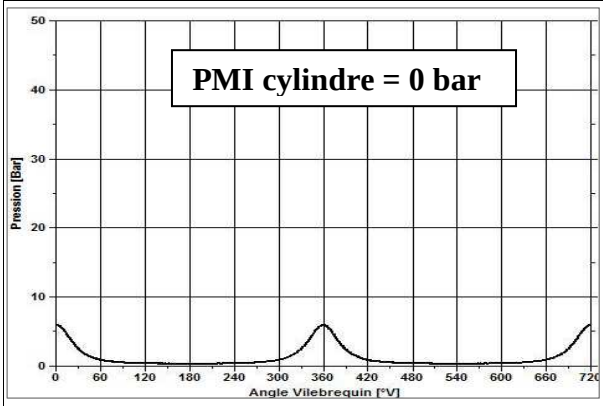
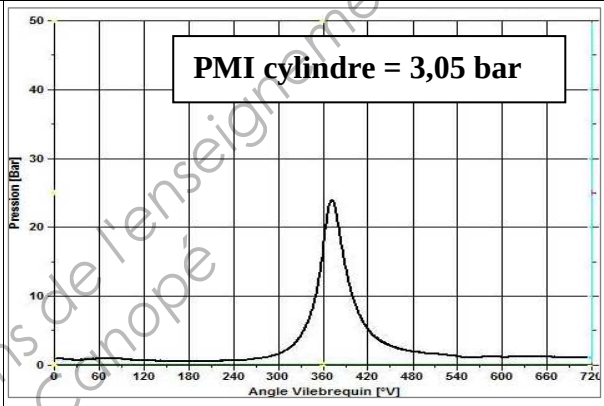
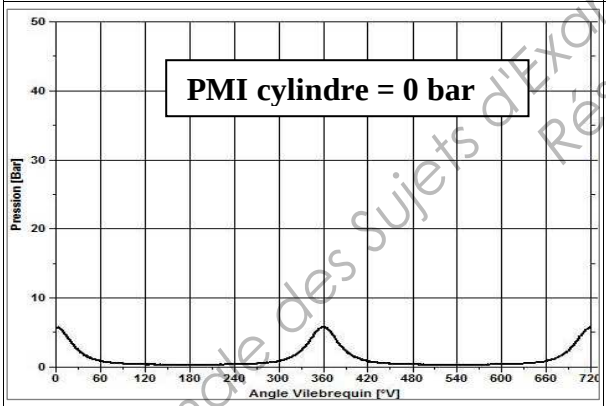
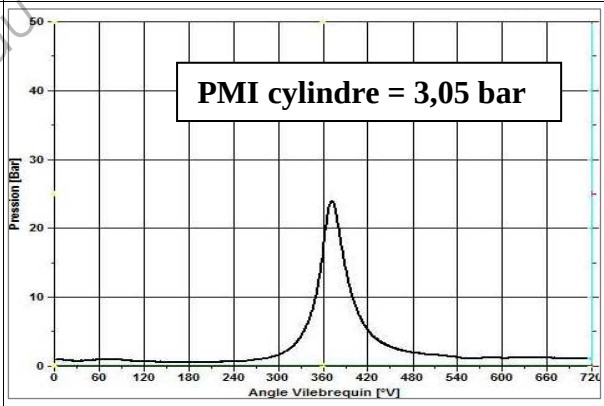
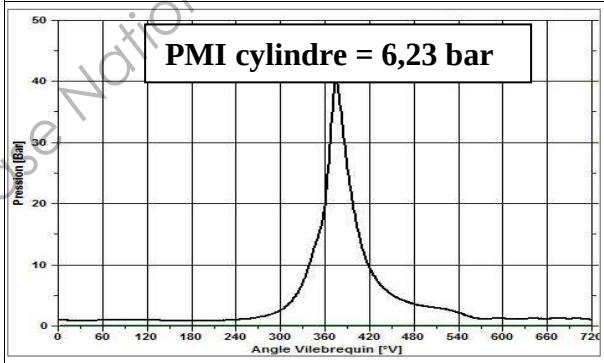
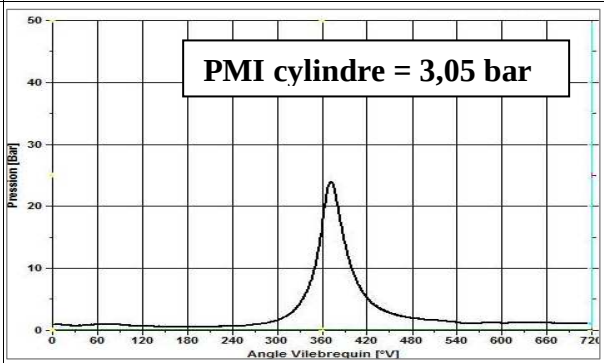
Point de fonctionnement : [2000 tr.mn^{-1} ; 2 bar]

Caractéristiques	Unités	2 cylindres	4 cylindres
P. atmo	mbar	1012	1012
Régime	tr.mn^{-1}	1999	2001
Richesse		1,069	1,083
Temps injection	ms	7,796	4,263
AA	°V	24	36
P. injection	bar	3,5	3,5
P. adm	mbar	890	887
PME	bar		2,13
Couple	N.m	37,5	37,8
Puissance	kW	7,86	7,92
Cse	g.kWh^{-1}	371	376
HC	ppm	3117	4162
CO	%	0,58	0,68
O_2	%	0,83	0,45
CO_2	%	14,1	14,52
Q injectée / cycle	mg / cycle	48,68	49,64
PMI moteur	bar	3,11	3,05

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

Document Technique N°3

ÉVOLUTION DE LA PRESSION CYLINDRE

Fonctionnement 2 cylindres		Fonctionnement 4 cylindres
	CYLINDRE 1	
	CYLINDRE 2	
	CYLINDRE 3	
	CYLINDRE 4	

*PMI moyennes sur 100 cycles

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

Document Réponse N°1

Questions : A-1 à A-10

Fonctionnement	**2 cylindres**	**4 cylindres**	**% écart du mode 2 cylindres sur le mode 4 cylindres**
PME (bar)		**2,13**	
PMF (bar)			
Rendement effectif			
Rendement indiqué (total moteur)			
Rendement indiqué HP			
Rendement indiqué BP			
Rendement mécanique			

Document Réponse N°5

Question D : conclusion de l'étude (à compléter à la fin de la composition)

Tableau à compléter :

	η_{eff} =	……x	……x	……x	……
Mode 4 cylindres					
Mode 2 cylindres					
Écart en %					

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

Document Réponse N°2

Partie : B – Analyse de la combustion

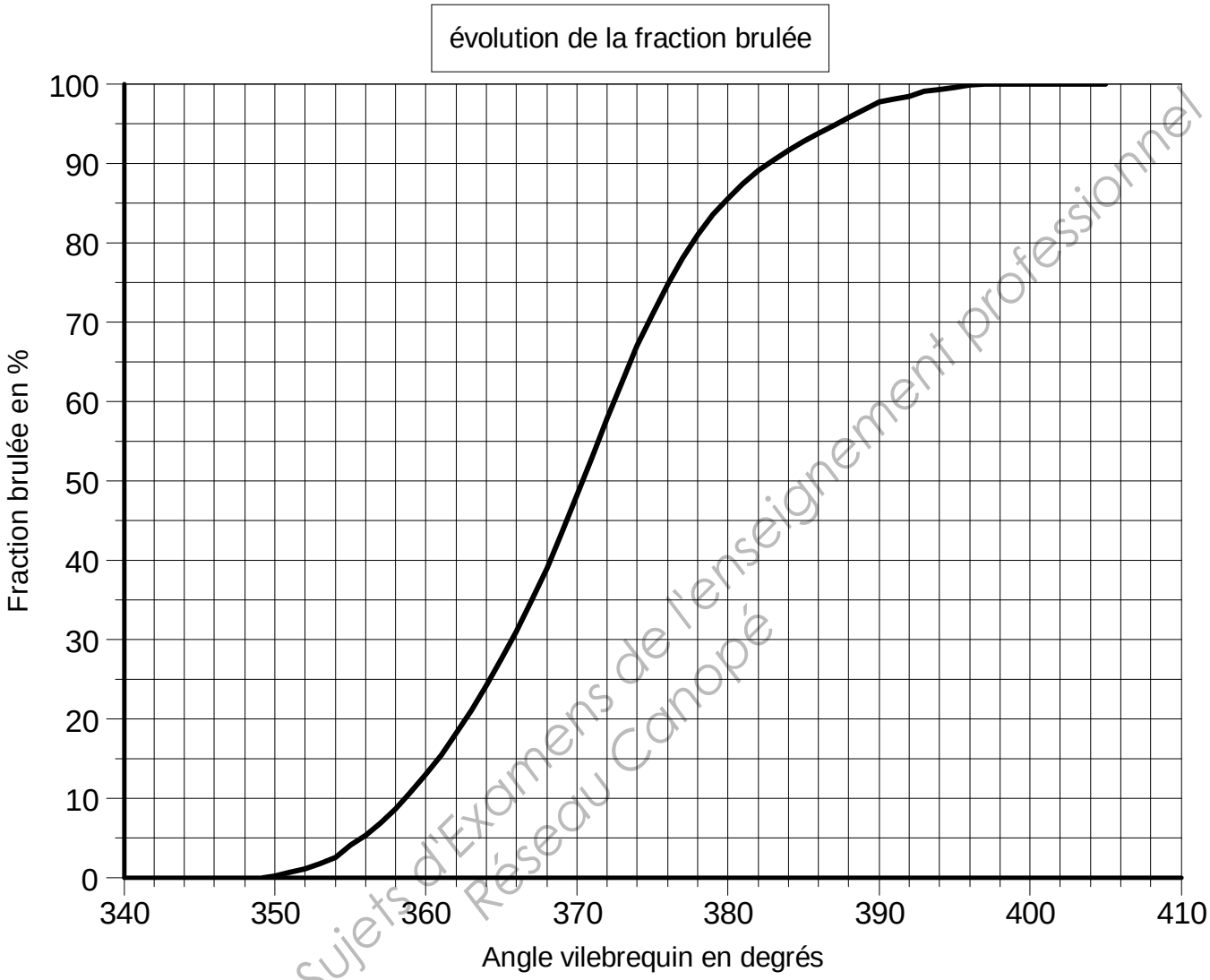


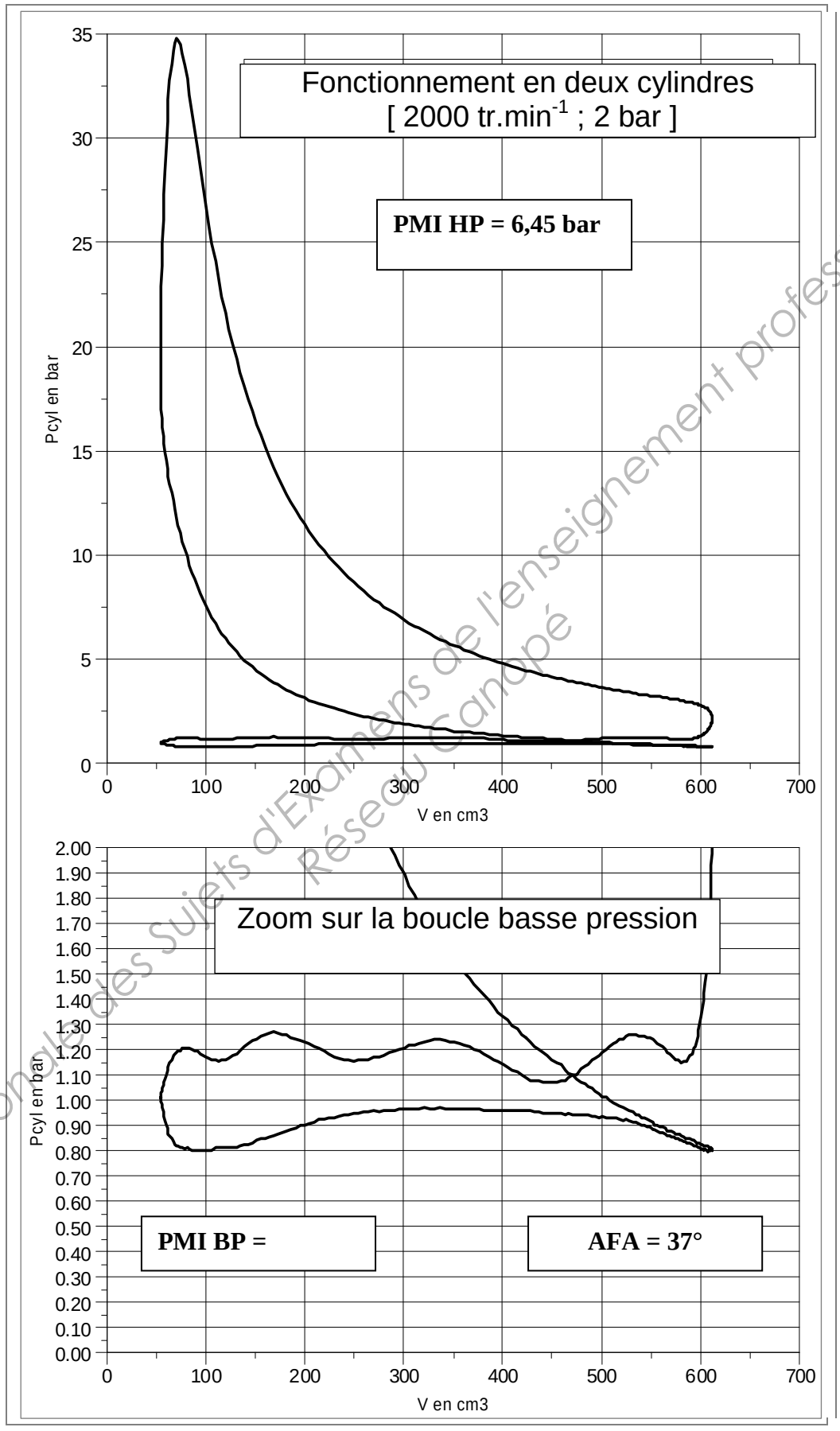
Tableau réponse

Fonctionnement	2 cylindres	4 cylindres
CA 10		-3
CA 50		13
CA 90		46
CA 90 – CA 10		
HLC		

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

Document Réponse N°3

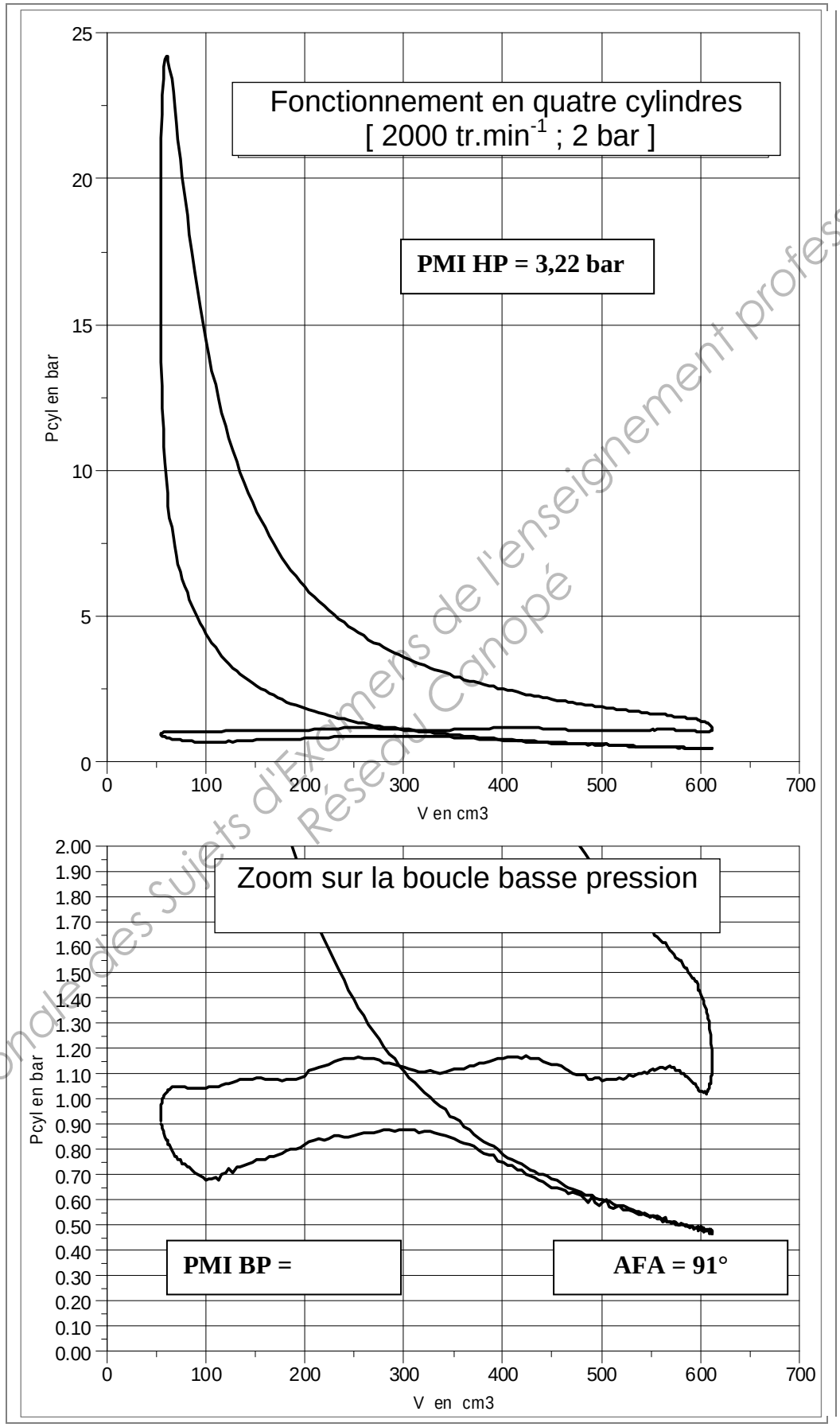
Questions A-8 et A-9



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

Document Réponse N°4

Questions A-8 et A-9



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.