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 2011

ÉTUDE DES MOTEURS

U 51 EXPLOITATION D'ESSAIS MOTEURS

Durée 3 h – Coefficient 3

Documents et matériels autorisés :

Aucun document autre que le sujet n'est autorisé.

Moyens de calculs autorisés :

Calculatrice électronique de poche, y compris calculatrice programmable et alphanumérique à fonctionnement autonome, non imprimante, conformément à la circulaire N° 86.228 du 26 Juillet 1986.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet.

Le sujet comporte 23 pages numérotées de la façon suivante :

- Page de garde : page 1
- Questionnaire : pages 2 à 12
- Dossier technique : pages 13 à 19
- Dossier des documents réponses : pages 20 à 23

Documents à rendre avec la copie : DRA1 (page 20), DRB1 (page 21), DRC1 (page 22), DRC2 (page 23)

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

CODE ÉPREUVE : 1106MOE5EEM		EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR	SPÉCIALITÉ : MOTEURS À COMBUSTION INTERNE
SESSION 2011	SUJET	*ÉPREUVE*: ÉTUDE DES MOTEURS EXPLOITATION D'ESSAIS MOTEURS - U51	Calculatrice autorisée : oui
Durée : 3h	Coefficient : 3	Code sujet : 03ED09	23 pages

PRESENTATION ET COMPOSITION DU SUJET

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

Un constructeur automobile souhaite mettre sur le marché une nouvelle version d'un moteur Diesel Common Rail suralimenté par turbocompresseur.
Pour répondre au cahier des charges, cette nouvelle version a nécessité une adaptation du système de combustion :

- piston : rapport volumétrique et forme de la chambre de combustion
- système d'alimentation en air : adaptation du turbocompresseur et des cartographies de débit d'air
- système d'injection : changement d'injecteur (nombre de jets et angle de nappe) et adaptation des cartographies d'injection

Problématique

Pour ce projet, le choix de conserver la culasse du moteur d'origine a été fait pour des raisons de coût de fabrication.

En conséquence l'adaptation du dépassement du nez d'injecteur par rapport au plan de joint de la culasse ne peut se faire que par le choix de l'épaisseur de la cale disposée entre l'injecteur et le fond du puit d'injecteur usiné dans la culasse.

Objectif de l'étude

L'objectif de cette étude est de déterminer, à partir de l'analyse de résultats d'essais, l'épaisseur optimale de la cale afin de répondre au cahier des charges :

- sur un essai pleine charge en prenant en compte, dans l'ordre d'importance, les critères de performance, de consommation puis de pollution
- sur des points de fonctionnement moteur à charges partielles, extrapolés du cycle de conduite normalisé antipollution MVEG, en prenant en compte, dans l'ordre d'importance, les critères de pollution puis de consommation

Décomposition du sujet

Partie A : Mise en situation – compréhension de l'incidence du dépassement du nez d'injecteur par rapport au plan de joint de la culasse et de l'angle de nappe de l'injecteur sur l'impact des jets dans le bol du piston

Partie B : Pour un injecteur donné (angle de nappe fixe), exploitation et analyse de l'essai pleine charge afin de déterminer l'épaisseur optimale de la cale vis-à-vis des critères de performance, de consommation puis de pollution

Partie C : Exploitation et analyse des essais à charges partielles avec balayage EGR afin de vérifier l'épaisseur optimale de la cale et d'adapter éventuellement l'angle de nappe vis-à-vis des critères de pollution puis de consommation

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

Les trois parties du sujet sont indépendantes

Chacune des trois parties sera rédigée sur des copies distinctes

Répondre aux questions sur copie sauf indication contraire

Temps conseillé :

- Lecture du sujet : 15 minutes
- Partie A (pages 4 à 5) : 15 minutes
- Partie B (pages 6 à 7) : 1 heure
- Partie C (pages 8 à 12) : 1 heure 30 minutes

Documents techniques :

- DT1 (page 13) : Caractéristiques du moteur et du gazole – Conditions d'essais et précisions de mesures – Masses molaires
- DTB1 (page 14) : Résultats des essais pleine charge
- DTC1 (page 15) : Tableau des résultats d'essai au point fonctionnement 1500 / 3.5 - angle de nappe injecteur 143° - épaisseur de cale 3 mm
- DTC2 (page 16) : Graphiques des résultats d'essai au point fonctionnement 1500 / 3.5 - angle de nappe injecteur 143° - épaisseur de cale 3 mm
- DTC3 (pages 17 et 18) : Graphiques des résultats d'essai au point fonctionnement 1600 / 6 pour l'ensemble des combinaisons angle de nappe – épaisseur de cale testées
- DTC4 (page 19) : Tableau de correspondance N° du point d'essai / Taux d'EGR / Emissions spécifiques de NOx au point fonctionnement 1600 / 6 pour l'ensemble des combinaisons angle de nappe – épaisseur de cales testées

Documents réponses :

- DRA1 (page 20) :
  - Epaisseur de cale sous injecteur et angle de nappe : mise en situation et principales dimensions
  - Graphique pour réponses aux questions A1.1/, A1.2/ et A2.1/
- DRB1 (page 21) : Tableaux pour réponses aux questions B1.1/, B1.2/, B2.2/ et B2.3/
- DRC1 (page 22) : Tableau et graphique pour réponses aux questions C1.4/, C1.6/, C1.7/ et C1.8/
- DRC2 (page 23) : Tableaux pour réponses aux questions C2.1/ et C2.2/
  Cadre pour réponse à la question C3.1/

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

PARTIE A : Mise en situation

Durée conseillée : 15 minutes

Document nécessaire :

- DRA1 (page 20) :
  - Epaisseur de cale sous injecteur et angle de nappe : mise en situation et principales dimensions
  - Graphique pour réponses aux questions A1.1/, A1.2/ et A2.1/

L'introduction du gazole dans la chambre de combustion (bol du piston) est déterminante pour le brassage air / gazole, la combustion et donc les émissions polluantes.
Elle est géométriquement caractérisée par la distance dite « d'impact du jet de carburant sur la paroi du bol du piston ».

Les objectifs sont d'identifier l'incidence :

- **de l'épaisseur de la cale sous injecteur**
- **et de l'angle de nappe**

sur la distance d'impact du jet de carburant sur la paroi du bol du piston.

Présentation des dimensions principales

Le ***document réponse DRA1 (page 20)*** situe la cale disposée entre l'injecteur et le fond du puit d'injecteur usiné dans la culasse ; il précise en outre les principales dimensions à considérer :

- ep_{ca} : épaisseur cale sous injecteur
- ep_{cu} : épaisseur culasse entre portée de cale sur culasse et plan de joint de la culasse
- h : hauteur d'injecteur entre zone d'appui de l'injecteur sur la cale et sommet du cône de la nappe d'injection
- g : garde piston au PMH / culasse
- θ_1 : angle de nappe
- ∅ : diamètre d'entrée du bol de piston
- DIJP : Distance d'Impact du Jet sur Piston ; c'est la distance entre la face supérieure du piston et le point d'impact du jet sur le cylindre de diamètre ∅

A1/ Influence de l'épaisseur de la cale sur la distance d'impact du jet sur piston

Le ***document réponse DRA1 (page 20)*** représente la configuration d'origine à l'échelle 3 :1 :

- épaisseur de cale sous injecteur : 3 mm
- angle de nappe : θ_1=143°

A1.1/ Sur le ***document réponse DRA1 (page 20)***, tracez la trajectoire du jet pour une épaisseur de cale de 1.5 mm

Base Nationale des sujets d'Examen de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

A1.2/ Donnez les valeurs de la Distance d'Impact du Jet sur Piston (DIJP) pour les deux épaisseurs de cales (3 et 1.5 mm) notées respectivement $DIJP_3$ et $DIJP_{1.5}$. Concluez quant à l'impact géométrique d'une diminution de l'épaisseur de la cale sur la pénétration des jets dans le bol du piston (3 lignes maximum).

A2/ Détermination graphique du nouvel angle de nappe pour conservation de la distance d'impact du jet sur piston

A2.1/ Sur le ***document réponse DRA1 (page 20)***, quantifiez le nouvel angle de nappe (θ_2) permettant, avec la cale d'origine (ep_{ca} = 3 mm), de conserver la distance d'Impact du Jet sur Piston $DIJP_{1.5}$ obtenue à la question A1.2/.

A3/ Paramètres influant sur la distance d'impact du jet sur piston

A3.1/ Parmi les principales dimensions présentées sur le ***document réponse DRA1 (page 20)***, citez celles ayant une influence sur la Distance d'Impact du Jet sur Piston.

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

PARTIE B : Essai pleine charge - Choix de l'épaisseur de cale

Durée conseillée : 1 heure

Documents nécessaires :

- DT1 (page 13) : Caractéristiques du moteur et du gazole – Conditions d'essais et précisions de mesures – Masses molaires
- DTB1 (page 14) : Résultats des essais pleine charge
- DRB1 (page 21) : Tableaux pour réponses aux questions B1.1/, B1.2/, B1.3/, B2.2/ et B2.3/

Mise en situation

L'épaisseur finale de la cale sous injecteur sera issue de l'analyse des résultats d'essais à pleine charge et à charges partielles.
Dans cette partie le choix de l'épaisseur de la cale sera fait pour l'essai à pleine charge. Les cales ont respectivement une épaisseur de 3 mm, 2 mm et 1.5 mm. L'angle de nappe est constant et égal à 143°. Les critères d'analyse porteront sur les performances (PME, rendements), la consommation (CSE) et les polluants (particules uniquement). Les points analysés seront aux régimes de couple maxi (2000 tr/min) et de puissance maxi (4000 tr/min).

Important : les expressions littérales demandées seront établies avec les données mesurées et les unités des essais.

B1/ Mise en évidence des paramètres à analyser

Attention : les tableaux seront complétés seulement aux régimes de 2000 et 4000 tr/min pour l'épaisseur de cale 1.5 mm

B1.1/ Donnez l'expression littérale de la puissance effective (Pe) en kW, de la PME en bar et de la CSE en g/kW.h en fonction des données du ***document technique DT1 (page 13)*** et du ***document technique DTB1 (page 14)***. Complétez le ***document réponse DRB1 (page 21)*** pour une épaisseur de cale de 1.5 mm.

B1.2/ Ecrivez l'expression littérale du rendement effectif (η_e) en fonction de la CSE et du PCI. Complétez le ***document réponse DRB1 (page 21)*** pour une épaisseur de cale de 1.5 mm.

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

B2/ Analyse des résultats et choix de l'épaisseur de la cale

Pour les comparaisons qui suivent (calculs de gains), les valeurs de références seront celles de la cale d'origine d'épaisseur 3 mm.

Le cahier des charges impose une règle de priorité : **priorité1 :** performance (PME), **priorité 2 :** consommation (CSE) ; **priorité 3 :** pollution (particules).

B2.1/ A partir du ***document technique DT1***, quelles sont les précisions sur la PME, la CSE et l'émission de particules.

B2.2/ Donnez l'expression du gain G en %. Vous prendrez, pour l'expression, X la valeur mesurée et Xref la valeur de référence.
Complétez le ***document réponse DRB1 (page 21)*** pour une épaisseur de cale de 1.5 mm.

B2.3/ Sur le ***document réponse DRB1 (page 21)***, entourez les résultats de gains significatifs sur la PME, la CSE et l'émission de particules.

B2.4/ Faites une synthèse des résultats précédents (8 lignes max.) compte tenu du cahier des charges puis choisissez l'épaisseur optimale de la cale (dans le cas d'un critère non significatif, la priorité se reportera au critère suivant).

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

PARTIE C : Exploitation et analyse des essais à charges partielles avec balayage EGR

Durée conseillée : 1 heure 30 minutes

Dans la partie précédente vous avez fait le choix, pour un injecteur donné et donc un angle de nappe fixe, de l'épaisseur optimale de la cale entre injecteur et culasse sur un essai pleine charge.

Dans cette partie vous allez exploiter et analyser, vis-à-vis des critères pollution - consommation – performance, des résultats d'essais à charges partielles avec balayage EGR.

Les points de fonctionnement moteur N (tr/min)/ PME (bar) étudiés seront :

1500 / 3.5 1600 / 6 2300 / 9

Les objectifs sont :

- **de déterminer l'ensemble angle de nappe / épaisseur de cale entre injecteur et culasse à retenir ; ceci permettra de valider ou pas l'épaisseur de cale déterminée sur l'essai pleine charge dans la partie précédente**
- **de déterminer le réglage EGR optimal pour les points de fonctionnement moteur N / PME**

Présentation des résultats d'essai

L'épaisseur de la cale entre injecteur et culasse et l'angle de nappe de l'injecteur sont fixés pour chaque essai N / PME ; les essais effectués sont :

Angle (°) de nappe injecteur	Epaisseur (mm) cale injecteur / culasse
143	3
143	2
143	1.5
139	2
139	1.5

configuration d'origine

Pour chaque point de fonctionnement N / PME d'un essai, un balayage EGR est effectué :

- les points d'essais sont numérotés de 1 à 13 maximum (jusqu'à 13 réglages EGR peuvent être testés)
- pour chaque réglage EGR, les résultats fournis sont :

Désignation	Notation	Unité
Caractéristiques de fonctionnement moteur		
régime	N	tr/min
pression moyenne effective	PME	bar
masse air admise par cycle et par cylindre	$m_{air/cc}$	mg/cc
pression d'air de suralimentation (sortie RAS)	$P_{air\ sural}$	mbar

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

pression rail	P_{rail}	bar
masse de carburant injecté par cycle et par cylindre	$m_{carb/cc}$	mg/cc
pression d'air admission (entrée cylindre)	$P_{air\ adm}$	mbar
Mesures polluants à l'échappement (sortie moteur)		
hydrocarbures imbrûlés	HC	g/h
oxydes d'azote	NOx	g/h
monoxyde de carbone	CO	g/h
oxygène	O_2	%
particules	part	g/h

- le débit massique total entrant est maintenu constant au cours du balayage EGR ; soit en termes de débits massiques : $Qm_{air} + Qm_{EGR}$ = constante

La sous-partie C1/ est indépendante des sous-parties C2/ et C3/

C1/ Prise en mains des résultats d'essai

Documents nécessaires :

- DTC1 (page 15) : Tableau des résultats d'essai au point fonctionnement 1500 / 3.5 - angle de nappe injecteur 143° - épaisseur de cale 3 mm
- DRC1 (page 22) : Tableau et graphique pour réponses aux questions C1.4/, C1.6/, C1.7/ et C1.8/
- DTC2 (page 16) : Graphiques des résultats d'essai au point fonctionnement 1500 / 3.5 - angle de nappe injecteur 143° - épaisseur de cale 3 mm

Pour toutes les analyses et tous les calculs de cette partie du sujet vous utiliserez le ***document DTC1 (page 15)*** présentant les résultats d'essai au point fonctionnement 1500 / 3.5 pour un angle de nappe injecteur de 143° et une épaisseur de cale entre injecteur et culasse de 3 mm.

C1.1/ L'ensemble moteur – machine de charge peut être piloté par le logiciel de banc soit :
- en mode régime – positon pédale
- soit en mode régime – couple

A l'aide des résultats d'essai présentés sur le ***document DTC1 (page 15)***, indiquez le mode de pilotage à retenir pour faire l'essai en justifiant votre choix (3 lignes maxi).

C1.2/ Citez les 3 méthodes de détermination du taux d'EGR (1 ligne par réponse).
A partir des résultats d'essai présentés sur le ***document DTC1 (page 15)***, indiquez quelle méthode vous allez retenir pour calculer le taux d'EGR.

C1.3/ Sachant que le balayage EGR comporte un point à 0% d'EGR, identifiez, parmi les points d'essais présentés sur le ***document DTC1 (page 15)***, le point d'essai correspondant en justifiant votre réponse (3 lignes maxi).

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

C1.4/ Pour chacun des trois **points d'essai 1, 6 et 12** (voir ***document DTC1 (page 15))*** :

- donnez l'expression pour calculer le taux d'EGR en % en supposant constant le débit total à l'entrée cylindre ($Qm_{air} + Qm_{EGR}$ = *constante)*
- calculez le taux d'EGR et complétez le tableau du ***document réponse DRC1 (page 22)***

C1.5/ A l'aide du ***document technique DT1 (page 13)***, écrivez l'équation de combustion stœchiométrique du carburant dans l'air O_2+3.78*N_2. En déduire le dosage stœchiométrique d_o.

C1.6/ Pour chacun des trois **points d'essai 1, 6 et 12** (voir ***document DTC1 (page 15))*** :

- donnez l'expression pour calculer la richesse de fonctionnement par la méthode de votre choix
- calculez la richesse avec un PCO de 14.5 et complétez le tableau du ***document réponse DRC1 (page 22)***

C1.7/ Pour chacun des trois **points d'essai 1, 6 et 12** (voir ***document DTC1 (page 15))*** :

- donnez l'expression pour calculer l'émission spécifique de NOx en g/kW.h
- calculez l'émission spécifique et complétez le tableau du ***document réponse DRC1 (page 22)***

C1.8/ A partir des trois **points d'essai 1, 6 et 12**, complétez le graphique du ***document réponse DRC1 (page 22)*** en traçant **l'allure** de :

- la courbe d'évolution de l'émission spécifique de NOx en fonction du taux d'EGR
- la courbe d'évolution de la richesse en fonction du taux d'EGR

C1.9/ A partir du graphique du ***document réponse DRC1 (page 22)***, indiquez le sens d'évolution des émissions spécifiques de NOx lorsque le taux d'EGR augmente ; justifiez cette évolution (6 lignes maximum).

C1.10/ A partir du graphique du ***document réponse DRC1 (page 22)***, indiquez le sens d'évolution de la richesse R lorsque le taux d'EGR augmente ; justifiez cette évolution (6 lignes maximum).

Le ***document technique DTC2 (page 16)*** représente l'évolution au cours du balayage EGR de différentes grandeurs en fonction du taux d'EGR.

C1.11/ A partir du graphique du haut du ***document technique DTC2 (page 16)***, justifiez l'évolution de la CSE en fonction du taux d'EGR à partir de l'évolution de la masse de carburant injecté (6 lignes maximum).

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

C2/ Synthèse des résultats à 1600 tr/min / 6 bar

Documents nécessaires :

- DTC3 (pages 17 et 18) : Graphiques des résultats d'essai au point fonctionnement 1600 / 6 pour l'ensemble des combinaisons angle de nappe – épaisseur de cales testées
- DTC4 (page 19) : Tableau de correspondance N° du point d'essai / Taux d'EGR / Emissions spécifique de NOx au point fonctionnement 1600 / 6 pour l'ensemble des combinaisons angle de nappe – épaisseur de cales testées
- DRC2 (page 23) : Tableaux pour réponses aux questions C2.1/ et C2.2/ Cadre pour réponse à la question C3.1/

Le ***document DTC3 (pages 17 et 18)*** présente les évolutions, à l'essai 1600 / 6 avec balayage EGR, en fonction de l'émission spécifique de NOx :

- de l'émission spécifique d'HC
- de l'émission spécifique de CO
- de l'émission spécifique de Particules
- de la CSE

Sur chaque graphique sont tracées les valeurs cibles des polluants ou de la CSE.

Le ***document technique DTC4 (page 19)*** contient le tableau de correspondance entre : numéro du point d'essai – taux d'EGR – émission spécifique de NOx

Dans l'optique de respecter les valeurs cibles maximales de chaque polluant et de la CSE, l'objectif, pour cet essai 1600 / 6, est d'identifier la combinaison optimale angle de nappe + épaisseur de cale avec le point d'essai correspondant et le taux d'EGR associé

C2.1/ A l'aide des ***documents DTC3 (pages 17 et 18) et DTC4 (page 19)***, complétez le tableau 1 du ***document réponse DRC2 (page 23)*** en indiquant les combinaisons angle de nappe / épaisseur de cale admissibles (vis-à-vis des valeurs cibles des polluants et de la CSE) pour chaque compromis :

- HC / NOX
- CO / NOX
- Part / NOX
- CSE / NOx

C2.2/ A partir du tableau 1 du ***document réponse DRC2 (page 23)***, complétez le tableau 2 du ***document réponse DRC2 (page 23)*** en faisant le choix, pour le point fonctionnement 1600 / 6 :

- de la combinaison angle de nappe et épaisseur de cale à retenir
- et du réglage du taux d'EGR associé

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

C3/ Conclusions des essais et de l'étude

Document nécessaire :

- DRC2 (page 23) : Tableaux pour réponses aux questions C2.1/ et C2.2/
  Cadre pour réponse à la question C3.1/

Le ***document réponse DRC2 (page 23)*** comporte les tableaux présentant, pour les points de fonctionnement 1500 / 3.5 et 2300 / 9, le choix :

- de la combinaison angle de nappe et épaisseur de cale à retenir
- et du réglage du taux d'EGR associé

L'objectif est de choisir la combinaison angle de nappe et épaisseur de cale afin de répondre, si possible, aux cahiers des charges sur l'essai pleine charge et sur les essais à charges partielles.

C3.1/ Sur le ***document réponse DRC2 (page 23)***, rappelez la combinaison angle de nappe et épaisseur de cale retenu pour la pleine charge (partie B de ce sujet).

C3.2/ A partir de l'ensemble des éléments figurant sur le ***document réponse DRC2 (page 23)***, faites le choix de la combinaison angle de nappe et épaisseur de cale à retenir pour l'ensemble de l'étude (essai pleine charge et essais à charges partielles). Justifiez votre réponse (6 lignes maximum).

Rappel : l'objectif de cette étude est de déterminer, à partir de l'analyse de résultats d'essais, l'épaisseur optimale de la cale afin de répondre au cahier des charges :

- sur un essai pleine charge en prenant en compte, dans l'ordre d'importance, les critères de performance, de consommation puis de pollution
- sur des points de fonctionnement moteur à charges partielles, extrapolés du cycle de conduite normalisé antipollution MVEG, en prenant en compte, dans l'ordre d'importance, les critères de pollution puis de consommation

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'Enseignement professionnel
Réseau SCEREN

DOCUMENT TECHNIQUE DT1

Caractéristiques moteur

Moteur Diesel 4 temps – 4 cylindres en ligne
Suralimentation par turbocompresseur avec radiateur d'air de suralimentation
Injection directe Common Rail
Circuit EGR avec refroidisseur EGR
Catalyseur d'oxydation en sortie de turbine du turbocompresseur

Caractéristiques géométriques :

- Cylindrée : 2143 cm^3
- Alésage (mm) × course (mm) : 83 × 99
- Rapport volumétrique : 16.2 à 1
- 4 soupapes par cylindre

Caractéristiques du gazole

Indice de cétane : 54
Densité : 0,835
Rapport H/C : 1.82
Pouvoir Calorifique Inférieur : PCI_m = 42500 kJ/kg

Conditions d'essais

Air : O_2 + 3.78 N_2
Pression atmosphérique : 1013 hPa
Température air admission : 25°C
Contre pression échappement : 300 mb à 4000 tr/min pleine charge
Hygrométrie : 40%
Facteur de correction : 1

Précisions de mesures ou de calculs

PME : +/- 1 %
CSE : +/- 2%
NOx et particules : +/- 1.5%

Masses molaires

C : 12 g/mole H : 1g/mole N : 14 g/mole O: 16 g/mole

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

DOCUMENT TECHNIQUE DTB1

RESULTATS DES ESSAIS PLEINE CHARGE (les valeurs fournies sont brutes)

Epaisseur de cale	Régime (tr/min)	Couple (daN.m)	Qair (kg/h)	Qcarb (kg/h)	HC (mg/s)	NOx (mg/s)	CO (mg/s)	O2 (%)	Particules (g/h)
3 mm	1250	17,83	96,68	5,3	1,978	52,9	87,9	4,6	0,7
	1500	21,61	141,32	7,256	2,248	76,3	35,3	5,5	0,15
	1750	24,79	189,46	9,617	3,039	95,6	14,5	5,7	0,3
	2000	**25,9**	**243,16**	**11,342**	**3,759**	**108,1**	**8,6**	**7**	**0,46**
	2500	23,83	302,2	13,59	3,301	83,3	15,5	7,5	1,07
	3000	21,78	352,35	15,557	3,291	83	20,5	7,8	4,74
	3500	19,04	404,03	16,873	3,867	79	26,8	8,5	6,56
	4000	**16,68**	**453,69**	**18,038**	**4,869**	**81,9**	**33,1**	**9,1**	**8,96**
	4500	13,43	456,5	17,447	5,144	75,1	37,5	9,6	15,65

Epaisseur de cale	Régime (tr/min)	Couple (daN.m)	Qair (kg/h)	Qcarb (kg/h)	HC (mg/s)	NOx (mg/s)	CO (mg/s)	O2 (%)	Particules (g/h)
2 mm	1249	17,6	97,51	5,403	2,100	62	89,1	4,3	7,13
	1500	21,87	145,47	7,408	2,216	70,5	66,7	5,7	4,16
	1750	24,95	191,14	9,746	3,115	88,5	48	5,7	0,66
	2000	**26,27**	**243,41**	**11,469**	**3,332**	**105,6**	**12**	**6,8**	**0,38**
	2500	24,27	298,89	13,82	3,779	87,1	14,2	7,1	0,8
	3000	22,6	356,36	15,774	3,471	85,8	18,9	7,7	2,3
	3500	19,44	401,01	17,06	4,600	83,4	24,3	8,3	3,24
	4000	**17,05**	**457,54**	**18,332**	**4,716**	**85**	**31,2**	**9**	**8,07**
	4500	13,76	450,9	17,751	5,229	77,8	34,9	9,3	17,03

Epaisseur de cale	Régime (tr/min)	Couple (daN.m)	Qair (kg/h)	Qcarb (kg/h)	HC (mg/s)	NOx (mg/s)	CO (mg/s)	O2 (%)	Particules (g/h)
1.5 mm	1250	17,54	98,01	5,406	1,890	51	88,3	4,4	10,84
	1500	21,56	143,87	7,424	2,167	64,3	90,8	5,6	4,44
	1750	24,97	191,9	9,764	2,831	84	52,7	5,7	0,65
	2000	**26,25**	**243,21**	**11,482**	**3,531**	**102,1**	**14,6**	**6,8**	**0,58**
	2500	24,38	299,67	13,846	3,624	101,7	14,6	7,1	0,44
	3000	22,32	351,24	15,84	3,759	103	18,6	7,5	1,97
	3500	19,57	403,09	17,135	4,221	98,6	25,4	8,3	3,46
	4000	**17,2**	**452,55**	**18,428**	**4,901**	**102,2**	**30,8**	**8,8**	**10,33**
	4500	13,89	455,77	17,867	5,316	77,8	35,2	9,3	18,11

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

DOCUMENT TECHNIQUE DTC1

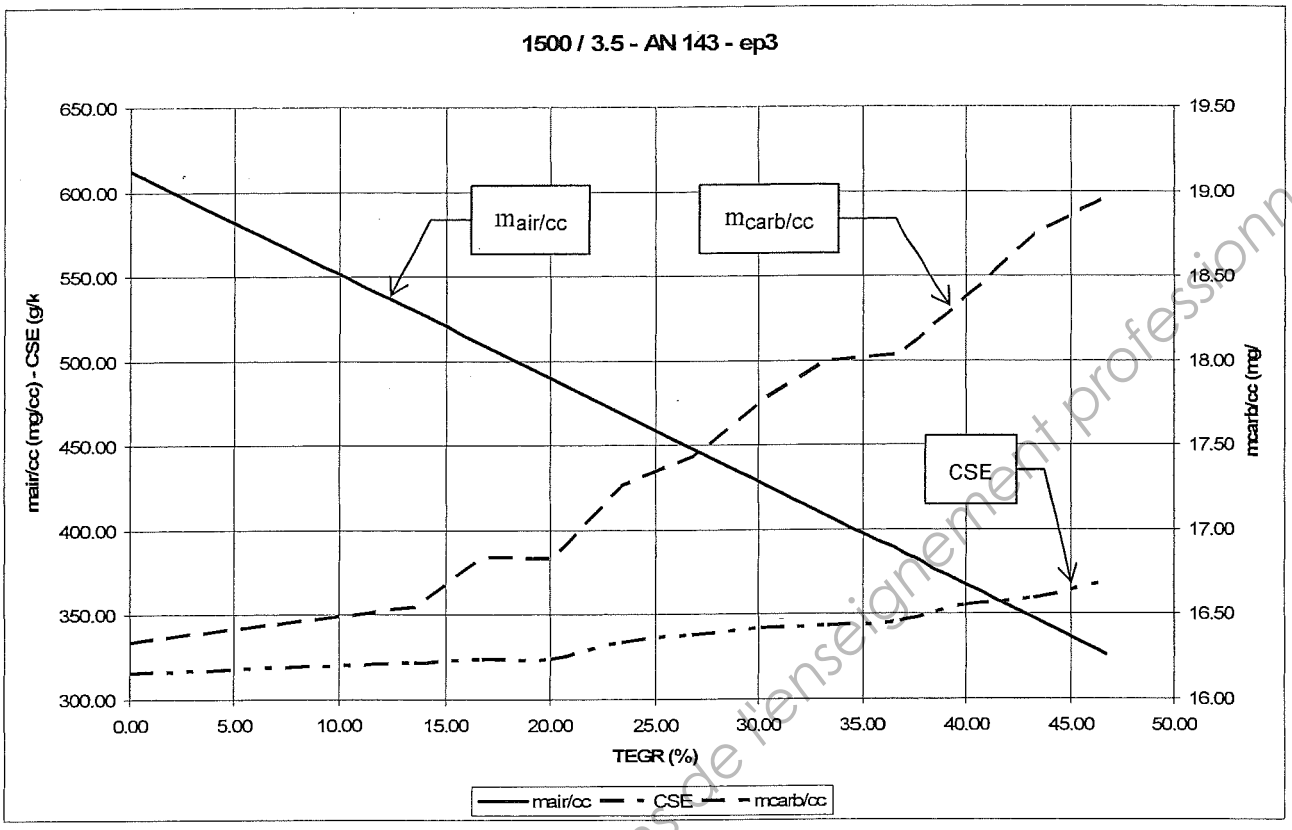
		1500 tr/min / 3.5 bar : angle de nappe 143° - épaisseur cale 3 mm											
		Caractéristiques de fonctionnement moteur							*Mesures polluants à l'échappement (sortie moteur)*				
	N° point d'essai	N tr/mn	PME bar	m_{air} mg/cc	$P_{air\ sural}$ mbar	P_{rail} bar	m_{carb} mg/cc	$P_{air\ adm}$ mbar	HC g/h	NOx g/h	CO g/h	O_2 %	part g/h
Réglages EGR	1	1500	3.48	612.45	1121.87	680.73	16.33	1095.6	15.81	37.20	24.73	12.47	0.55
	2	1500	3.46	529.81	1122.13	678.84	16.54	1095.8	11.58	24.00	27.95	11.65	0.68
	3	1500	3.50	510.13	1122.24	680.48	16.84	1095.6	10.87	20.76	29.56	11.36	0.80
	4	1500	3.50	489.54	1122.36	681.45	16.83	1095.7	10.67	17.64	31.05	11.08	0.84
	5	1500	3.48	469.05	1121.41	680.62	17.26	1095.0	11.27	14.40	34.27	10.73	0.98
	6	1500	3.47	448.47	1122.12	680.20	17.43	1095.8	12.09	11.76	37.49	10.43	1.10
	7	1500	3.49	428.08	1122.34	678.82	17.76	1096.4	12.34	9.48	41.06	9.94	1.20
	8	1500	3.53	408.25	1120.16	678.88	18.00	1094.2	13.17	7.80	44.16	9.50	1.55
	9	1500	3.51	386.89	1122.34	679.91	18.04	1096.5	17.46	5.88	52.10	9.09	1.54
	10	1500	3.48	367.78	1121.91	679.09	18.38	1096.3	20.93	3.96	67.51	8.42	1.63
	11	1500	3.51	347.52	1121.89	680.04	18.74	1096.5	25.54	2.76	91.20	7.63	1.51
	12	1500	3.45	326.39	1122.44	680.51	18.96	1097.5	50.46	1.68	142.83	6.91	0.96

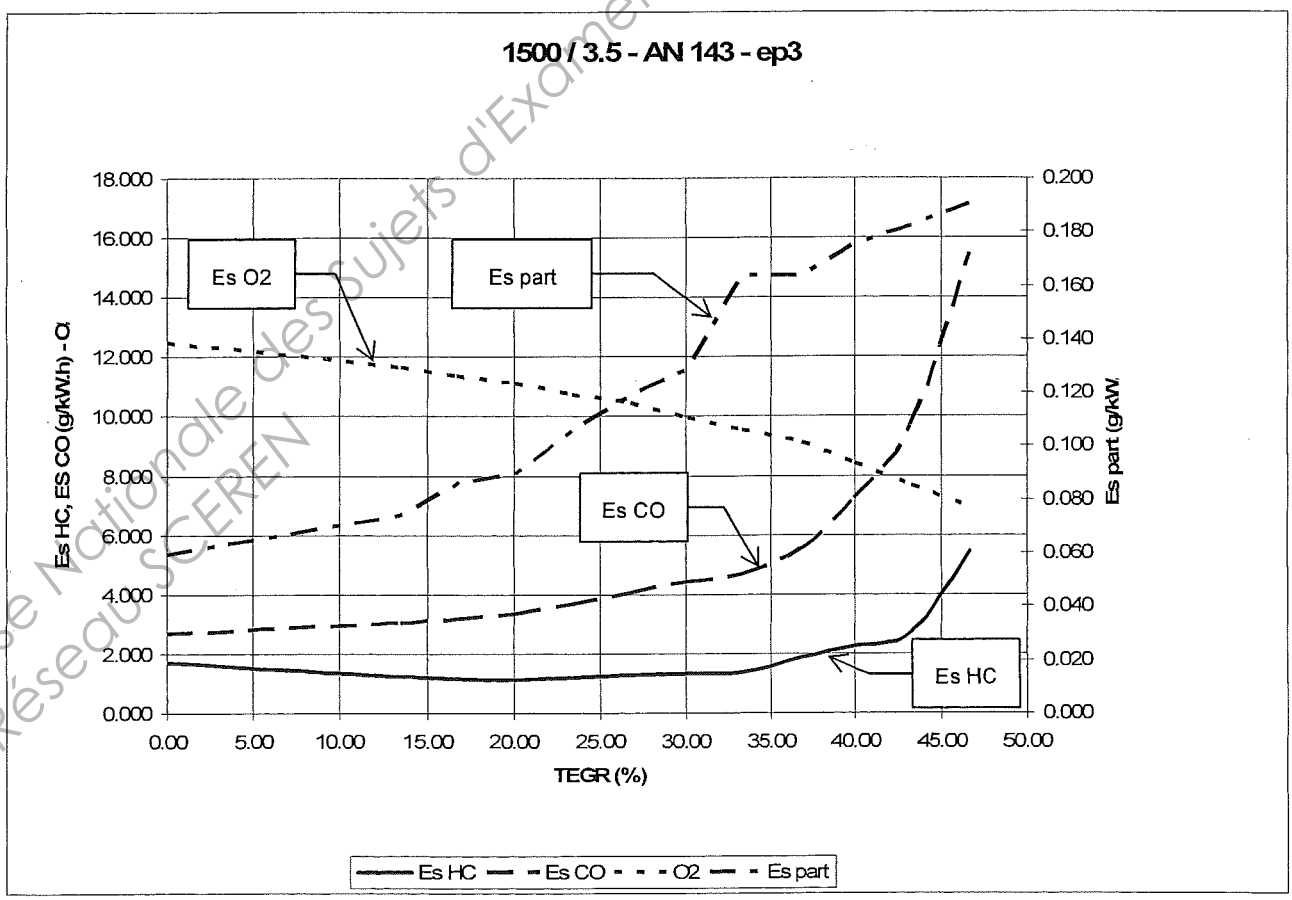
Essai réalisé à débit massique total entrant constant au cours du balayage EGR ; soit en termes de débits massiques :

$$Qm_{air} + Qm_{EGR} = \text{constante}$$

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

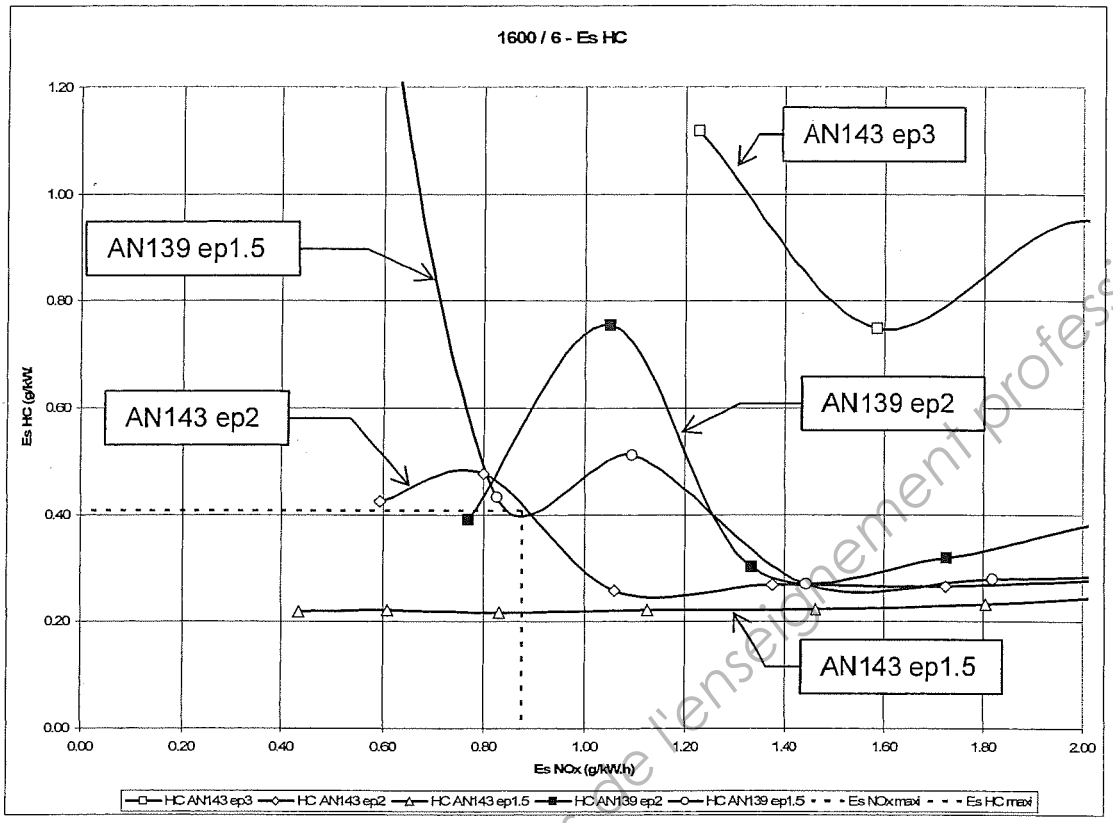
DOCUMENT TECHNIQUE DTC2

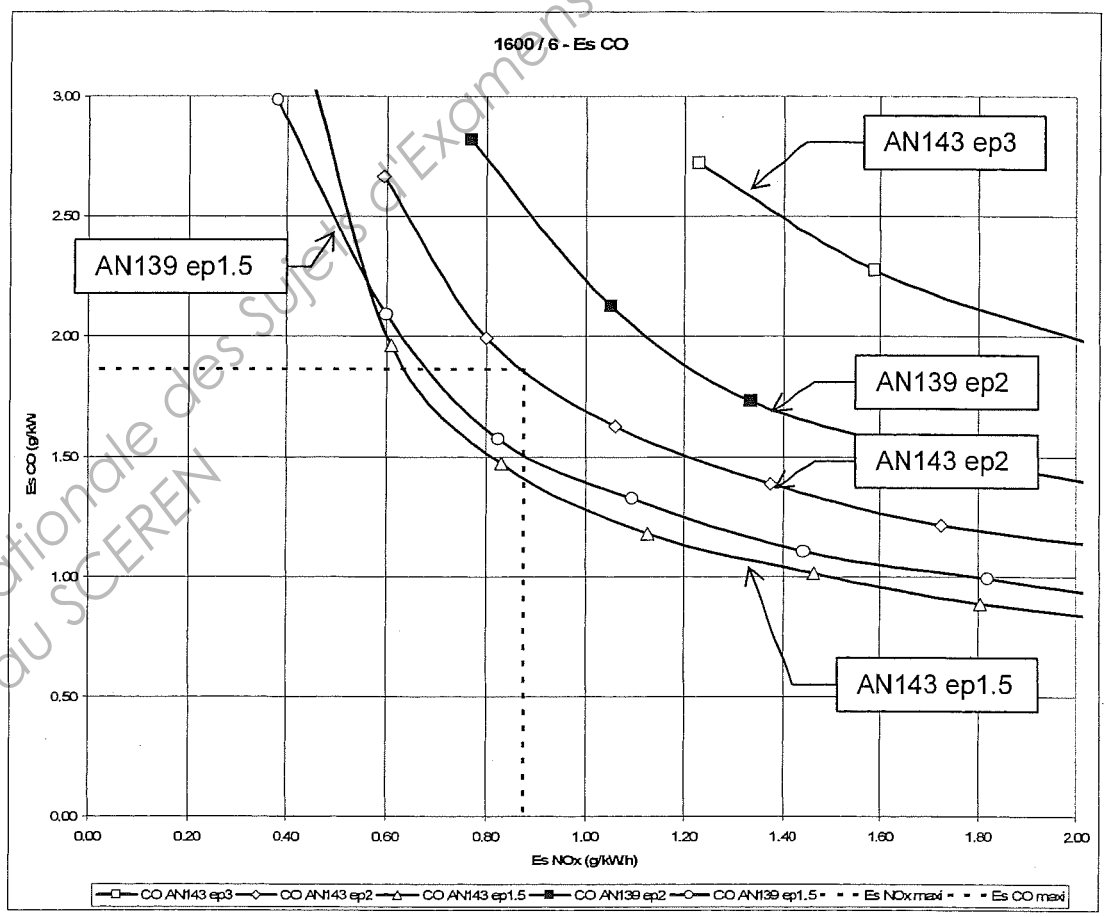




Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

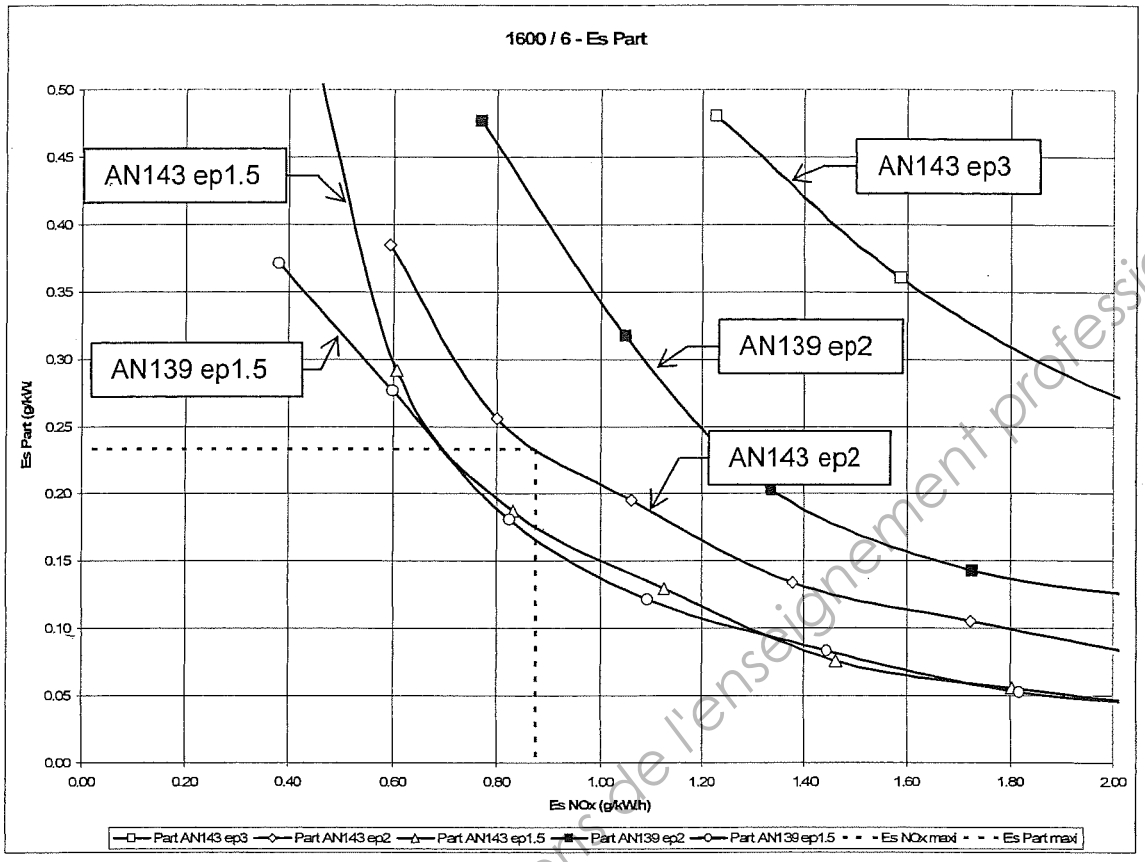
DOCUMENT TECHNIQUE DTC3 (1/2)

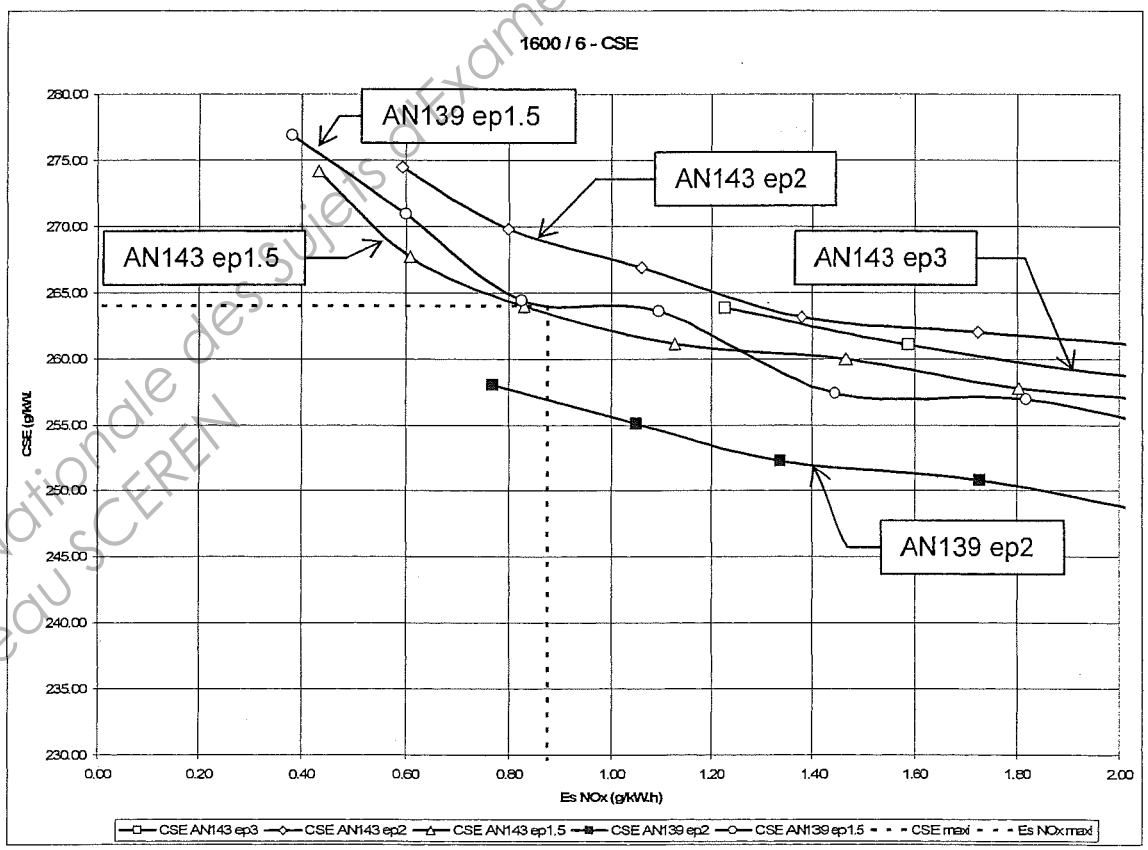




Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

DOCUMENT TECHNIQUE DTC3 (2/2)





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

DOCUMENT TECHNIQUE DTC4

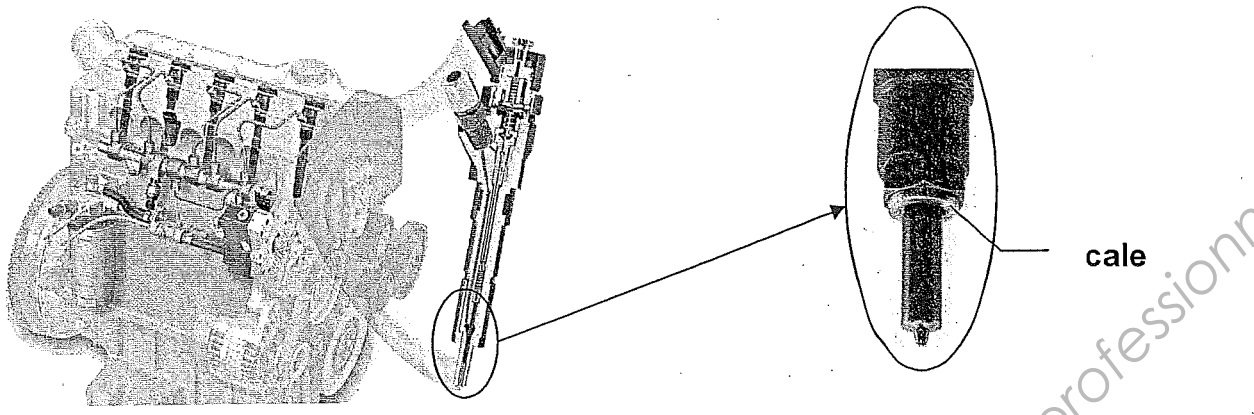
Point de fonctionnment 1600 / 6													
Combinaisons angle de nappe et épaisseur de cale													
Combinaison A AN 143 ep 3			Combinaison B AN 143 ep 2			Combinaison C AN 143 ep 1.5			Combinaison D AN 139 ep 2			Combinaison E AN 139 ep 1.5		
N° point d'essai	T_{EGR} %	Es Nox g/kW.h	N° point d'essai	T_{EGR} %	Es Nox g/kW.h	N° point d'essai	T_{EGR} %	Es Nox g/kW.h	N° point d'essai	T_{EGR} %	Es Nox g/kW.h	N° point d'essai	T_{EGR} %	Es Nox g/kW.h
A1	0.00	4.067	B1	0.00	4.361	C1	0.00	4.369	D1	0.00	4.438	E1	0.00	4.494
A2	3.19	3.458	B2	3.21	3.756	C2	1.06	4.376	D2	3.04	3.887	E2	3.24	3.872
A3	6.51	2.927	B3	6.52	3.160	C3	2.85	3.803	D3	6.20	3.258	E3	6.44	3.290
A4	9.68	2.432	B4	9.70	2.593	C4	6.30	3.237	D4	9.43	2.668	E4	9.86	2.753
A5	12.96	2.005	B5	12.97	2.170	C5	9.69	2.742	D5	12.82	2.166	E5	12.88	2.236
A6	16.15	1.586	B6	16.16	1.724	C6	12.57	2.218	D6	15.99	1.727	E6	16.12	1.818
A7	19.39	1.228	B7	19.40	1.377	C7	15.99	1.804	D7	19.15	1.335	E7	19.33	1.444
			B8	22.69	1.060	C8	18.96	1.463	D8	22.45	1.050	E8	22.57	1.094
			B9	25.97	0.799	C9	22.31	1.125	D9	25.77	0.769	E9	25.79	0.825
			B10	29.24	0.594	C10	25.81	0.830				E10	28.96	0.600
						C11	28.79	0.608				E11	32.20	0.381
						C12	32.20	0.433						

Principe de numérotation des points d'essai :

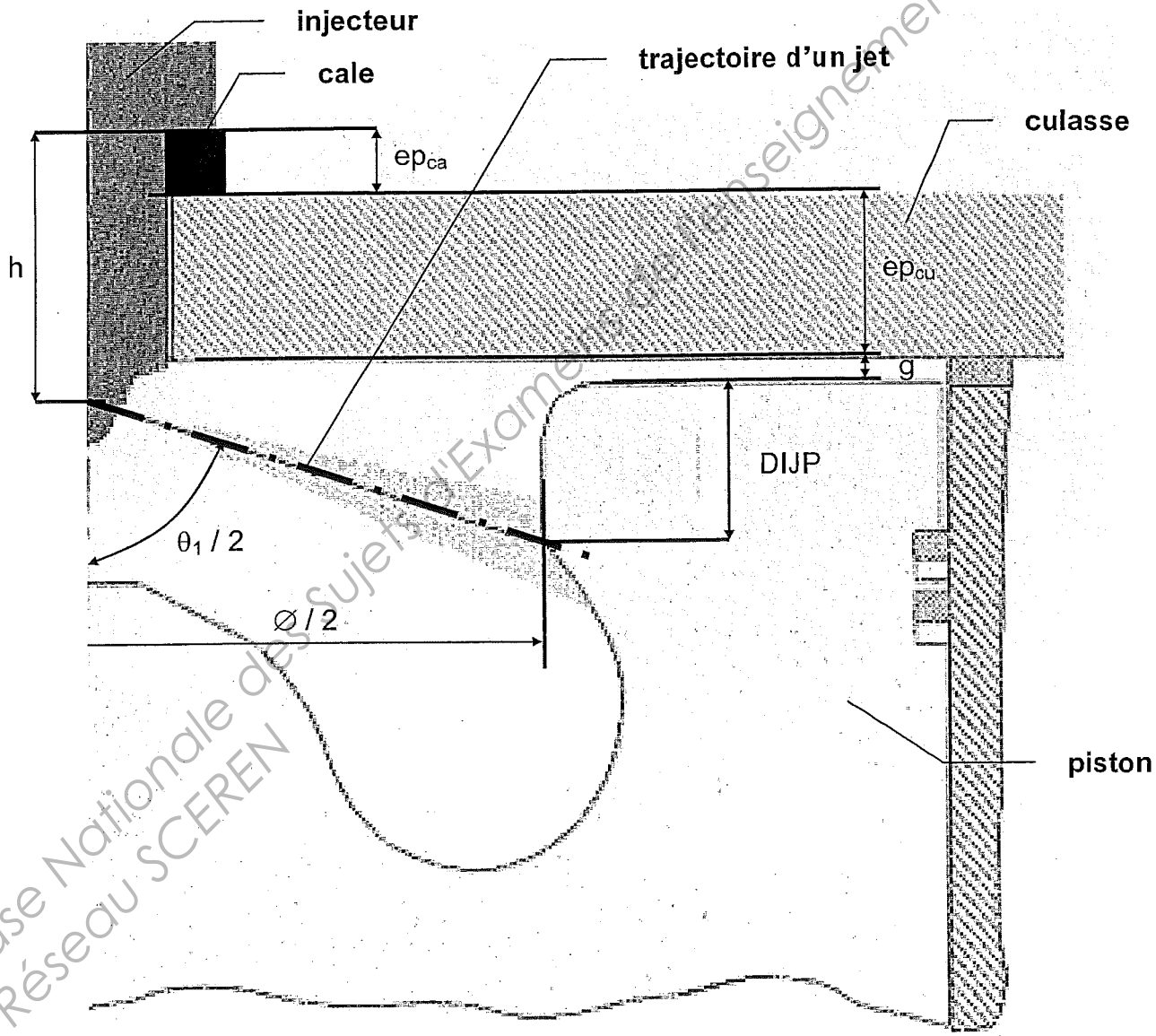
- *1 lettre pour la combinaison Angle de Nappe et épaisseur de cale*
- *1 chiffre pour le réglage du taux d'EGR*

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

DOCUMENT REPONSE DRA1



Echelle : 3 : 1



Base Nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Graphique réponse des questions A1.1/, A1.2/ et A2.1/

DOCUMENT REPONSE DRB1

Epaisseur de cale	Régime (tr/min)	Richesse	Pe (kW)	CSE (g/kW.h)	PME (bar)	η_e (%)
3 mm	2000	0.674	54.24	209.09	15.19	40.51
	4000	0.575	69.87	258.17	9.78	32.81
2 mm	2000	0.681	55.02	208.45	15.40	40.64
	4000	0.579	71.42	256.68	10.00	33.00
1.5 mm	2000	0.682				
	4000	0.589				

Tableau pour réponses aux questions B1.1/ et B1.2/

Epaisseur de cale	Régime (tr/min)	G(%) PME	G(%) η_e	G(%) CSE	G(%) particules
2 mm	2000	1.38	0.32	-0.30	-17.39
	4000	2.24	0.58	-0.58	-9.93
	Gain moyen	1.81	0.45	-0.44	-13.66
1.5 mm	2000				
	4000				
	Gain moyen				

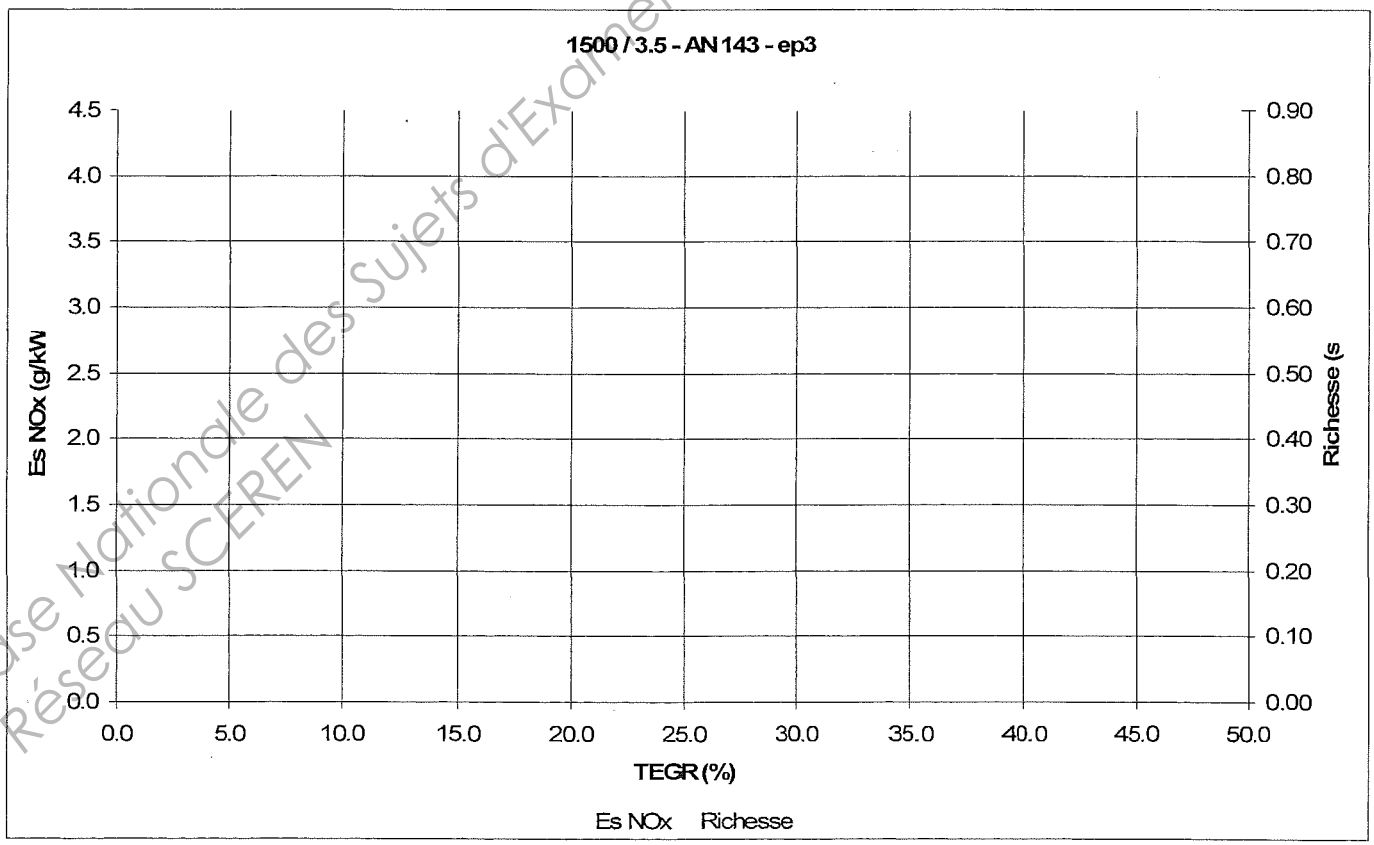
Tableau pour réponses aux questions B2.2/ et B2.3/

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

DOCUMENT REPONSE DRC1

	N° point d'essai	N tr/mn	PME bar	T_{EGR} %	R su	Es Nox g/kW.h
Réglages EGR	**1**	**1500**	**3.48**			
	2	1500	3.46	*13.49*	*0.45*	*2.589*
	3	1500	3.50	*16.71*	*0.48*	*2.214*
	4	1500	3.50	*20.07*	*0.50*	*1.881*
	5	1500	3.48	*23.41*	*0.53*	*1.545*
	6	**1500**	**3.47**			
	7	1500	3.49	*30.10*	*0.60*	*1.014*
	8	1500	3.53	*33.34*	*0.64*	*0.825*
	9	1500	3.51	*36.83*	*0.68*	*0.625*
	10	1500	3.48	*39.95*	*0.72*	*0.425*
	11	1500	3.51	*43.26*	*0.78*	*0.294*
	12	**1500**	**3.45**			

Tableau réponses des questions C1.4/, C1.6/ et C1.7/



Graphique réponse de la question C1.8/

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

Document REPONSE DRC2

Synthèse des résultats à charges partielles

N / PME : 1600 / 6				
Graphe	Valeurs cibles maxi (g/kW.h)		Combinaisons AN / ep admissibles	
			N° point d'essai	AN / ep
Es HC = f(Es Nox)	HC	0.408		
	NOx	0.875		
Es CO = f(Es Nox)	CO	1.867		
	NOx	0.875		
Es Part = f(Es Nox)	Part	0.233		
	NOx	0.875		
Es CSE = f(Es Nox)	CSE	264.0		
	NOx	0.875		

Tableau 1 : réponse à la question C2.1/

N / PME : 1600 / 6 CHOIX FINAL angle de nappe et épaisseur de cale taux d'EGR	
AN	
ep	
N° point d'essai	
T_{EGR} (%)	

Tableau 2 : réponse à la question C2.2/

N / PME : 1500 / 3.5 CHOIX FINAL angle de nappe et épaisseur de cale taux d'EGR	
AN	143
ep	1.5
N° point d'essai	C9
T_{EGR} (%)	36.91

N / PME : 2300 / 9 CHOIX FINAL angle de nappe et épaisseur de cale taux d'EGR	
AN	143
ep	1.5
N° point d'essai	C10
T_{EGR} (%)	33.96

Combinaison angle de nappe et épaisseur de cale retenue pour la PLEINE CHARGE

AN ... / ep ...

Cadre pour réponse à la question C3.1/

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

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.