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 2013

ÉTUDE DES MOTEURS

U51 – EXPLOITATION D'ESSAIS MOTEUR

Durée : 3 heures – Coefficient : 3

Documents et matériels autorisés :

Aucun autre 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 16 pages numérotées de la façon suivante :

- L'objectif de l'étude : page 2
- le texte du sujet : pages 3 à 7
- les documents de données : pages 8 à 13
- les documents réponse à rendre obligatoirement : page 14 à 15
- un document annexe : page 16

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

OBJECTIF DE L'ÉTUDE

L'étude portera sur 3 nouveaux injecteurs (6, 8 et 10 trous) pour moteur Diesel en vue de réduire les émissions des polluants à la source (c'est-à-dire dans la chambre de combustion du moteur) en brûlant le gazole différemment. C'est une solution alternative à la combustion HCCI qui devrait permettre de réduire les suies et les NOx en évitant d'accroître les HC.

L'injecteur « 6 trous » va servir de référence pour l'ensemble de l'étude, à partir d'un essai en pleine charge avec balayage FSN (Filter Smoke Number).

FSN : Représente un indice de fumée (noté de 0 à 10) mesuré à partir d'un appareil appelé « fumimètre » dont le principe est décrit ci-après :

- Aspiration par l'appareil d'un volume de gaz chargé en suies depuis le moteur thermique.
- Passage de ce volume de gaz au travers d'un filtre papier.
- Mesure par l'appareil : filtre blanc (FSN =0) ; filtre noir (FSN = 10.)

Remarque : Le FSN est linéaire avec le noircissement du papier. Plus les gaz d'échappement seront chargés en suies et plus le filtre papier sera noirci.

L'étude comprend trois parties :

Lecture du sujet : (temps conseillé : 15 min)

Première partie (temps conseillé : 90 min)
Traiter et analyser les différents relevés pour analyser la combustion et le rendement indiqué.

Deuxième partie (temps conseillé : 30min)
Traiter et analyser les résultats des trois injecteurs après essais dans un laboratoire de recherche sur une machine à compression rapide.

Troisième partie (temps conseillé : 45 min)
Traiter et analyser les résultats des trois injecteurs après essais sur moteur monocylindre au banc et comparer avec la deuxième partie.

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

Première partie : essai pleine charge avec « balayage FSN » à iso débit d'air

Le constructeur réalise un premier essai de son moteur sur banc en pleine charge au régime de 2500 $tr.mn^{-1}$ pour différents FSN avec l'injecteur 6 trous (tableau 1 du document 1).

Caractéristiques du moteur Diesel :
- Moteur monocylindre, 4 temps
- Cylindrée : V = 0,362 dm^3
- Rapport volumétrique : 16,2
- La chambre de combustion est constituée d'un bol décentré de 49 mm de diamètre interne.
- Le taux de swirl de cette culasse est de 2,1.

Carburant : gazole **Masse atomique** : H = 1 ; N = 14 ; O = 16 ; C = 12
- Masse volumique : 831$g.dm^{-3}$ à 18°C
- PCI = 44400 $kJ.kg^{-1}$ **Air** : $O_2 + 3{,}78\ N_2$
- Rapport y = $\frac{H}{C} = 1{,}91$

Injecteur :
- Nombre de trous : 6
- Angle de nappe : 155°
- Débit hydraulique : 480 $ml.mn^{-1}$ à 100 bar
- Epaisseur du joint sous injecteur : 2,5 mm

Questions : les chapitres A et B sont indépendants.

A : Analyse combustion (essais faits sur banc moteur)

1.1/ Délai d'auto-inflammation

- Décrire le délai d'auto-inflammation en Diesel classique (5 lignes maximum) en mentionnant les deux délais qui interviennent (dans le délai d'auto-inflammation) dès l'instant où le gazole pénètre dans la chambre de combustion.
- À partir de la modélisation mathématique du délai $\theta = A.P^{-n}.e^{(B/T)}$, citer les 3 paramètres qui influent sur le délai d'auto-inflammation.

1.2/ Valeur PCO

Le gazole utilisé est un hydrocarbure de formulation sous la forme CH_y.

- Calculer la valeur du PCO.

Pour la suite du problème, on prendra une valeur approchée du PCO égale à 14,6.

1.3/ Richesse

Le tableau 1 (document 1) est le résultat d'essais à 2500 $tr.mn^{-1}$ en pleine charge de l'injecteur 6 trous pour différents niveaux d'émissions.

- En analysant le tableau 1 (document 1), donner le paramètre qui permet de faire varier le niveau des émissions de fumées.
- Donner la définition de la richesse Φ.
- Écrire la relation de Φ en fonction du débit carburant, du débit d'air et de PCO
- Calculer cette richesse pour la première ligne du tableau 1 du document 1.

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

1.4/ Analyse des pressions cylindre

- Donner la définition du gradient de pression (phrase, relation, unité).
- D'un point de vue motoriste, donner deux arguments qui justifient son étude.
- À partir des valeurs du tableau 2 du document réponse DR1, tracer le gradient de pression de -8°vil à -5°vil avant PMH sur le graphique 1 du document réponse DR 1.
- Quelle est la valeur remarquable de la pression cylindre où le gradient de pression est nul ?
- Citer une valeur maximale courante d'un gradient de pression pour un moteur Diésel automobile et conclure par rapport à votre tracé sur le graphique 1.

1.5 / Analyse du délai d'auto-inflammation

De même que pour la question précédente, au niveau des résultats d'essais, on se préoccupera du délai d'auto-inflammation.

- Donner l'influence du délai d'auto-inflammation sur le gradient de pression (sous forme de phrase).
- hypothèse : pour simplifier on considèrera que l'injecteur s'ouvre dès qu'il est parcouru par un courant. Tracer sur le graphique 2 du document réponse DR1 le délai d'auto-inflammation,
- Relever sa valeur en angle vilebrequin, calculer ce délai en ms et vérifier votre résultat par rapport aux valeurs du tableau 1.

1.6/ Exploitation des CA

- Donner la définition du CA 10, du CA 50 et du CA 90.
- D'après le graphique 3 du document réponse DR 2, tracer et trouver les valeurs CA 10, CA 50 et CA 90 (remplir le tableau 3 du document réponse DR2).
- D'après les différents relevés du tableau 1 du document 1, justifier que la CA10 est constant quelque soit la richesse Φ (trois lignes maxi).
- D'un point de vue motoriste, quelle signification donne-t-on au :
  - CA 50,
  - CA 10, CA 90 ?

B : Relations moteur (essais réalisés sur banc moteur)

1.7/ Relation PMI

- Donner la définition de la PMI (phrase, relation, unités).
- Ecrire la relation entre PMI, PMI HP et PMI BP.
- Calculer la PMI (bar) UNIQUEMENT pour la deuxième ligne du tableau 1 du document 1 (colonne PMI pour FSN 1,51).

1.8 / Rendement indiqué

- Donner la définition du rendement indiqué.
- Le rendement indiqué est le produit de 3 rendements, citer ces 3 rendements.
- Justifier que le rendement indiqué chute lorsque FSN augmente en analysant le tableau 1 du document 1.
- Pour cet essai, citer le rendement principalement mis en cause et justifier par 2 arguments venant du tableau 1 du document 1.

1.9 : Analyse des chapitres A et B

- Remplir les cases du tableau 4 du document réponse DR2 par des flèches ↗ ↘ →

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

Deuxième partie : essais des trois injecteurs au laboratoire de recherche avec une machine à compression rapide

Objectif recherché de cette étude : Les trois injecteurs (6, 8 et 10 trous) ont des caractéristiques différentes (diamètre du trou, longueur du trou, forme du trou.) Le but de ces injecteurs est d'entraîner pendant l'injection le maximum d'air dans la zone vapeur du jet et d'éloigner la combustion de la partie liquide du jet afin de diminuer les suies (déroulement de la combustion modifié).

Condition réalisée si LOL > LL (voir images du document annexe 1)

Définition du LOL (Lift-Off Length) : lors de l'injection, le carburant se vaporise le long du jet liquide et la combustion apparaît à une certaine distance de la sortie de l'injecteur (appelée Lift-Off Length : LOL). La structure globale de la flamme montre que la partie liquide présente un angle d'ouverture relativement constant, alors qu'à l'apparition du front de flamme celui-ci augmente. Cette variation est utilisée pour déterminer la longueur qui sépare la structure de flamme du nez de l'injecteur (longueur de Lift-Off Length).

LOL : distance entre le nez d'injecteur et le début d'apparition de la flamme (voir images en annexe 1).

LL : longueur du jet liquide, distance entre le nez d'injecteur et l'extrémité du dard liquide (voir images en annexe 1).

2.1 / À partir du graphique 4 et du tableau correspondant du document 2 :

- Calculer la vitesse moyenne (en $m.s^{-1}$) de pénétration du jet de gazole liquide en sortie de l'injecteur (prendre la vitesse de l'instant t = 385 µs à l'instant t1 = 520 µs).

2.2 / À partir du graphique 5 du document 2 :

- Expliquer en deux lignes maximum, pourquoi la pénétration du jet est moins importante avec l'injecteur 10 trous (les conditions d'essais sont communes pour les deux injecteurs et leurs débits hydrauliques sont identiques).

2.3 / À partir du graphique 6 du document 3 :

- Donner la fourchette de diamètre de trou pour une formation de suies la plus faible possible.

2.4 / À partir du graphique 7 du document 3 :

- Donner l'injecteur qui produira le moins de suie compte tenu du résultat des expériences faites en laboratoire de recherche (mêmes conditions d'essai pour les deux injecteurs). Reporter votre réponse dans le tableau 5 du document réponse DR2.

Remarque : T= 0 correspond au début de l'alimentation en tension de l'injecteur.

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

Troisième partie : interprétation des essais réalisés au banc sur un moteur monocylindre (essais faits sur banc moteur)

Objectif recherché de cette partie : vérifier si la modification de la combustion constatée en laboratoire se vérifie sur moteur Diesel classique pour ces trois injecteurs et ce pour différentes configurations de fonctionnement. Les essais sont réalisés sur le moteur monocylindre décrit en première partie.

Nota : L'injecteur « 6 trous » sert toujours de référence.

A : Influence de la pression d'injection (essais pleine charge avec **« balayage FSN »** à iso-débit d'air).

Cahier des charges : pression maxi-cylindre ≤ à 160 bar

3.1 / D'après les graphiques 8 du document 4 :

- Justifier l'allure des courbes NOx, particules en deux lignes maximum.
- À 2500 tr.mn^{-1}, quel est l'impact d'une augmentation de la pression d'injection de 1250 à 1450 bar pour l'injecteur 6 trous et citer les injecteurs les plus influencés par cette augmentation de pression d'injection.

3.2 / D'après le graphique 9 (pour FSN = 3) du document 4

- Interpréter les résultats lorsque la pression d'injection augmente sur la limite richesse pour 2500 tr.mn^{-1}, quelle est l'incidence sur la PMI et sur le rendement indiqué ?
- Choisir l'injecteur qui donne la meilleure PMI.

3.3 / D'après les tableaux 6 du document 5 (pour une richesse = 0.64)

- La combustion s'est-elle améliorée lorsque l'on augmente la pression d'injection ?
- Argumenter en reprenant des éléments des tableaux lorsque la pression d'injection augmente pour l'injecteur 10 trous.
- Donner le sens de la variation du « phasage main » lorsqu'on augmente la pression d'injection de 1600 à 1800 bar, justifier cette évolution par un argument.

3.4 / Conclusion sur l'influence de la pression d'injection à iso FSN (une phrase).

B : Influence de la richesse (essais pleine charge avec « balayage FSN » à iso-débit d'air).

3.5 / En analysant les graphiques 10 du document 6

- Parmi les trois injecteurs (6, 8 et 10 trous) donner l'injecteur idéal. Argumenter en trois lignes maximum.

Reporter votre réponse dans le tableau 5 du document réponse DR2.

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

C : Comparaison essais machine à compression variable (deuxième partie) et banc d'essais moteur (troisième partie)

3.6/ Sur ces trois images prises au laboratoire de recherche (voir images en annexe 1), on peut observer qu'il n'y a pas de mouvement de swirl, or tous les résultats d'essai donnés dans cette troisième partie ont été réalisés sur moteur avec un swirl global égal à 2,1.

- a) Donner la définition du swirl (phrase ou schéma) et donner l'impact sur la forme des jets de ces injecteurs par un swirl élevé. Quelles sont les conditions à assurer aux jets pour ne pas dégrader la combustion ?

- b) Énumérer deux solutions possibles sur un moteur pour modifier le swirl.

- c) Les essais réalisés sur banc moteur ont-ils permis de corréler les essais réalisés au laboratoire de recherche (voir tableau 5 du document réponse DR2) ? Argumenter votre réponse en trois lignes maximum.

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

Document 1

Tableau 1

Régime	**Fumée**	Rich_ Φ	Pression rail	Pression éch.	Couple	Q gazole	Temp. éch.	Q air	Débit NOx	Débit particules	Débit CO
tr/min	**FSN**		bar	bar_abs	Nm	kg/h	°C	kg/h	mg/s	mg/s	mg/s
2500	**0,95**		1250	2,304	47,9	2,961	542	56,7	15.89	0,20	4,0
2500	**1,51**	0,80	1249	2,307	48,5	3,104	565	56,6	14.79	0,35	7,4
2500	**1,95**	0,83	1251	2,317	49,8	3,220	579	56,5	14.10	0,48	10,0
2500	**2,51**	0,84	1250	2,299	50,7	3,273	591	56,5	13.43	0,66	12,6
2500	**3,01**	0,86	1250	2,308	51,1	3,345	604	56,4	12.48	0,83	15,3
2500	**3,49**	0,88	1251	2,312	51,4	3,418	614	56,3	11.93	1,02	17,2
2500	**4,06**	0,90	1250	2,311	51,9	3,484	621	56,3	11.34	1,28	19,1

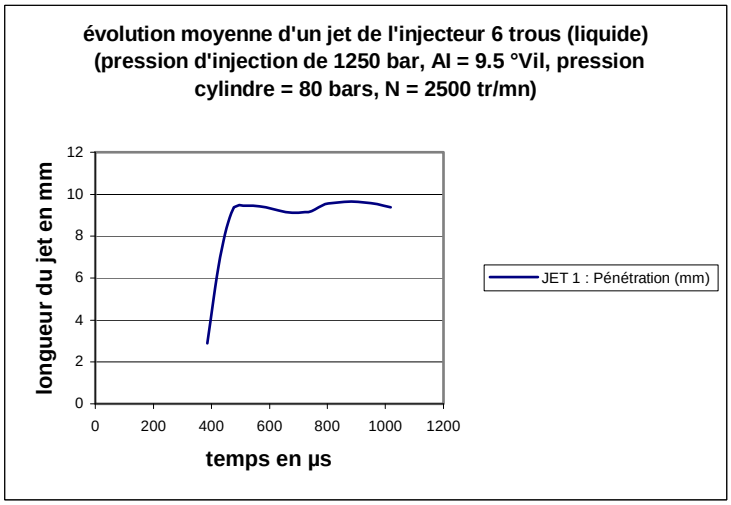
Régime	**Fumée**	Phasage main (avance injection principle)	PMF	T activation main	APmax	Pression cylindre maxi	CSI	Puissance indiquée	PMI	PMI BP	PMI HP
tr/min	**FSN**	°Vil	bar	ms	° Vil	bar	g/kWhi	kWi	bar	bar	bar
2500	**0,95**	16,7	2.00	1,578	8.3	149,7	210,9	14,042	18,62	-0,63	19,25
2500	**1,51**	16,7	2.04	1,615	8.4	149,8	218,1	14,231		-0,62	19,49
2500	**1,95**	16,7	2.12	1,736	8.3	149,8	220,1	14,631	19,40	-0,60	20,00
2500	**2,51**	16,7	2.04	1,780	8.4	150,0	221,1	14,804	19,63	-0,60	20,23
2500	**3,01**	16,7	2.10	1,790	8.4	149,9	223,7	14,955	19,83	-0,58	20,41
2500	**3,49**	16,7	2.20	1,829	8.3	150,0	226,3	15,106	20,03	-0,58	20,61
2500	**4,06**	16,7	2.1	1,909	8.3	149,9	229,4	15,189	20,14	-0,59	20,73

Régime	**Fumée**	Délai inflammation main	Temp. sortie eau	Q injectée massique	Rapport H/C	Coeff. remplissage plenum	Temp. plenum	Temp. éch.	CA_10	CA_50	CA_90
tr/min	**FSN**	ms	°C	mg/coup			°C	°C	°Vil	°Vil	°Vil
2500	**0,95**	0,532	90,0	39.5		1,77	44,0	542	-1.3	12.3	40.4
2500	**1,51**	0,532	90,0	41.4		1,77	43,9	565	-1,3	12,9	42,1
2500	**1,95**	0,532	90,0	42.9		1,77	44,1	579	-1,3	13,4	43,2
2500	**2,51**	0,532	90,0	43.6	**1.91**	1,76	44,0	591	-1,3	13,7	44,9
2500	**3,01**	0,532	90,0	44.6		1,76	44,1	604	-1,3	13,9	44,9
2500	**3,49**	0,532	90,0	45.6		1,76	43,9	614	-1,3	14,1	45,0
2500	**4,06**	0,532	90,0	46.4		1,76	44,0	621	-1,3	14,3	45,4

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

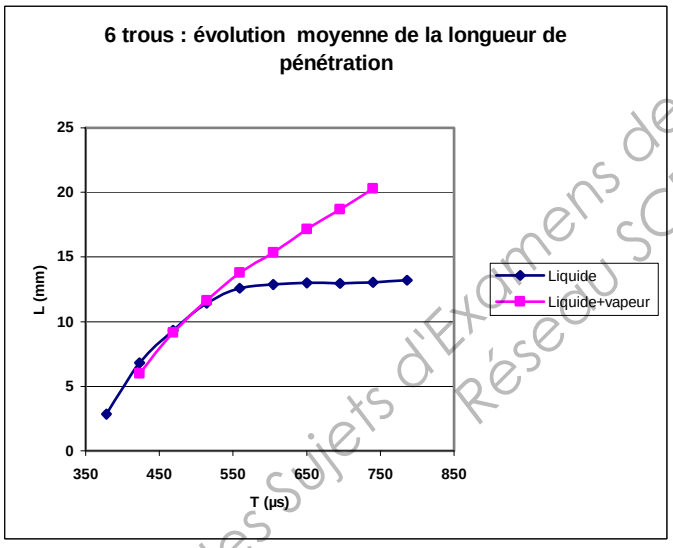
Document 2

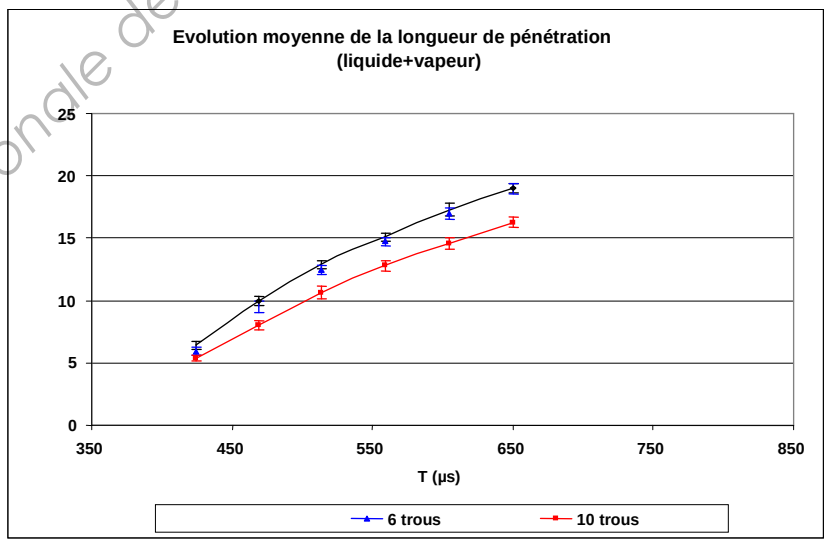
Graphique 4



Temps (µs)	JET 1 : Pénétration (mm)
385	2,901
430	7
475	9,286
520	9,459
566	9,44
611	9,31
656	9,146
701	9,132
747	9,205
792	9,54
837	9,601

Graphiques 5

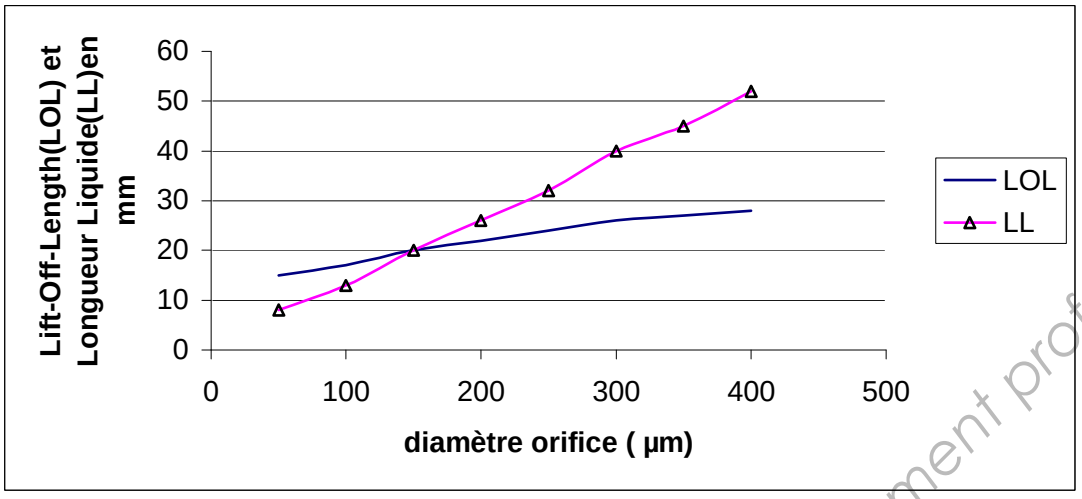




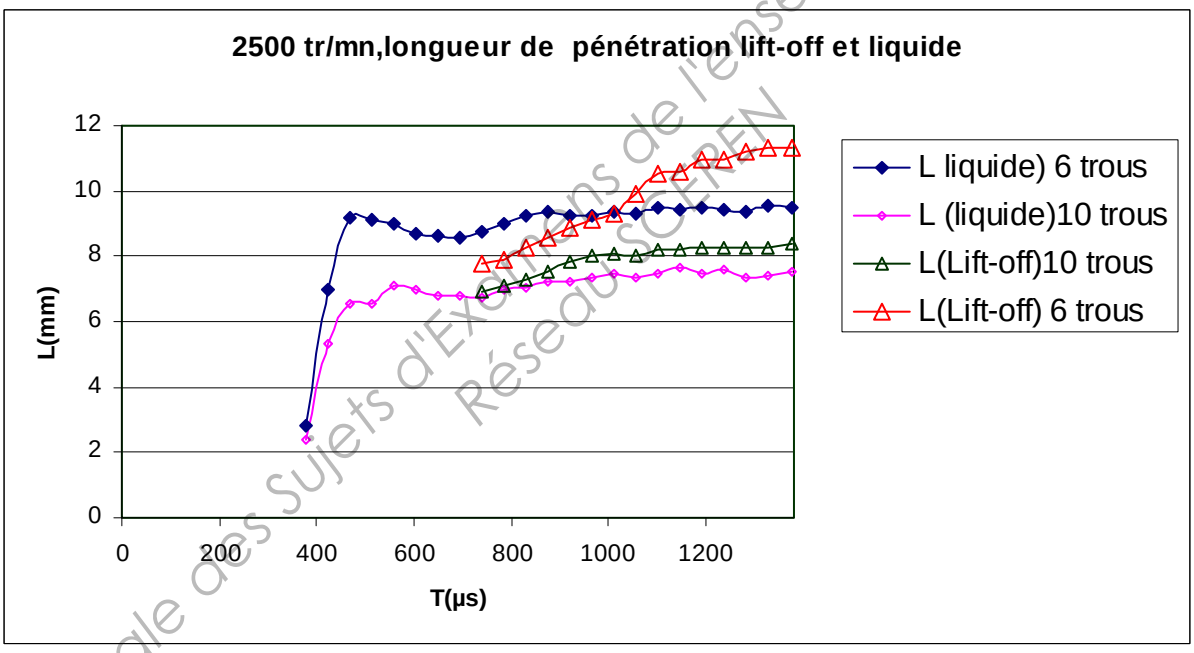
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Document 3

Graphique 6



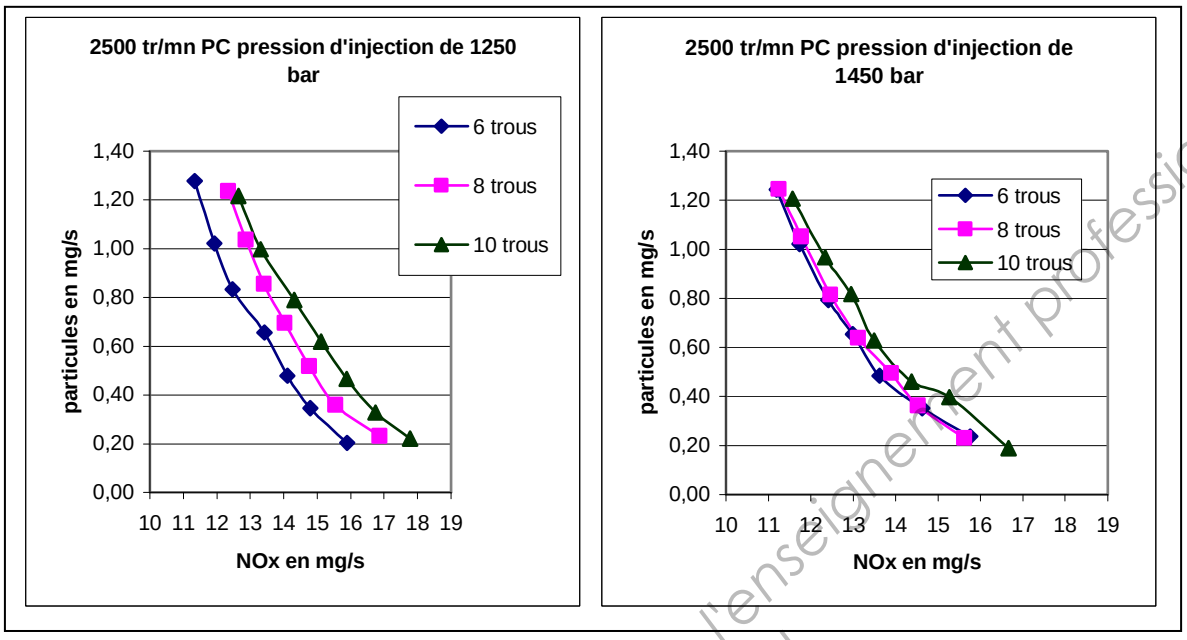
Graphique 7



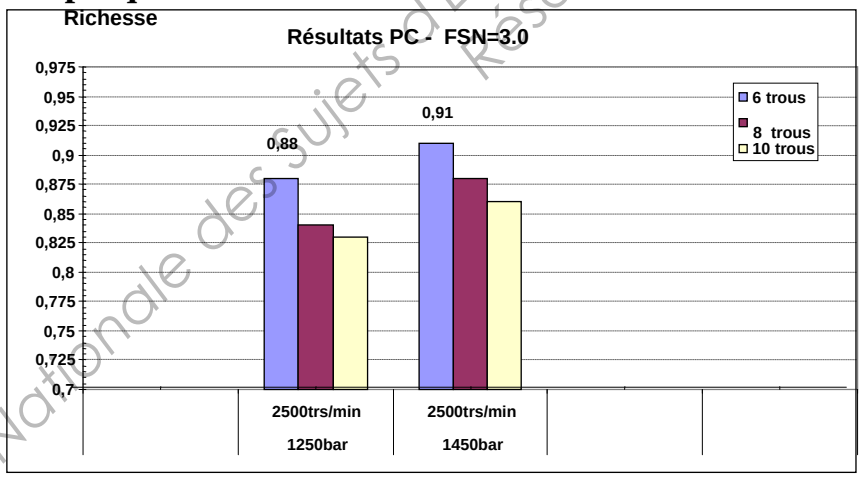
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Document 4

Graphiques 8



Graphique 9



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

Document 5

Tableaux 6

4000 tr.mn^{-1} 1600bars 10 trous

Fumée	Rich_Debit	Temp. éch.	CA_50	Phasage main (avance injection principale)	Pression cylindre maxi	Puissance indiquée	CSI	Quantité injectée massique	Débit particules	Débit CO	Débit HC	Débit NOx
FSN		°C	°Vil	°Vil	bar	kWi	g/kWhi	mg/coup	mg/s	mg/s	mg/s	mg/s
1,09	0,59	562	7,8	30,25	159,6	16.3	225	30,6	0,367	7,26	0,5	46,454
1,48	0,61	582	8,7	30,41	159,6	16.8	227	31,8	0,531	10,15	0,48	44,443
1,94	0,64	602	9,6	30,39	159,6	17.4	228	33	0,756	14,58	0,41	42,135
2,56	0,66	625	10,5	30,37	159,6	17.7	231	34,2	1,055	19,86	0,3	39,91
3,02	0,68	643	11	30,41	159,6	18.1	235	35,4	1,33	24,52	0,21	37,491
3,53	0,7	660	11,8	30,42	159,6	18.4	236	36,3	1,644	28,86	0,21	36,047
4	0,72	675	12,4	30,34	159,6	18.7	240	37,5	1,984	32,91	0,14	34,854

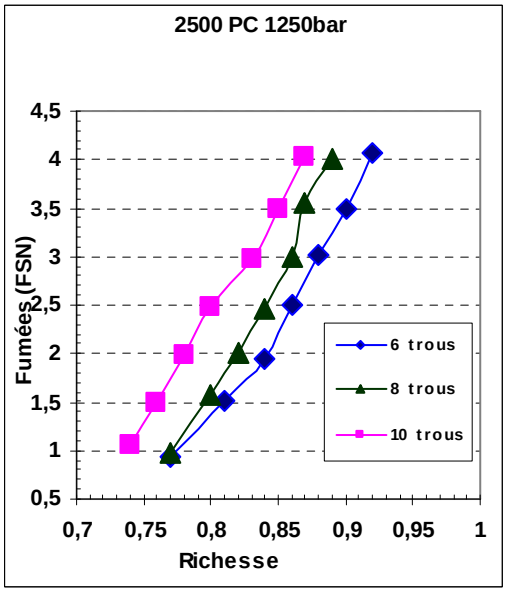
4000 tr.mn^{-1} 1800bars 10 trous

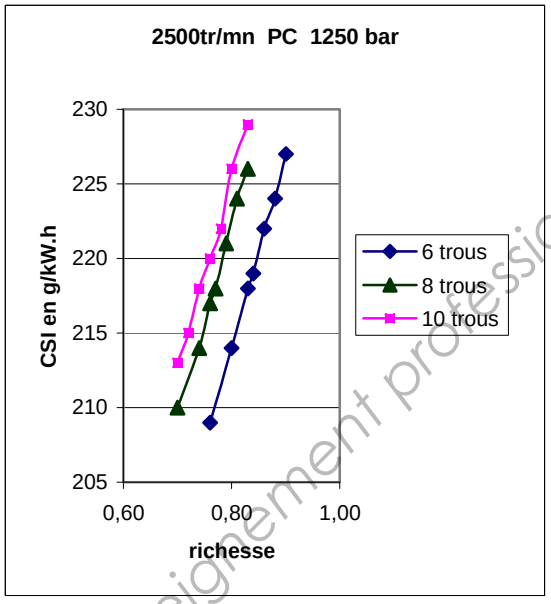
Fumée	Rich_Debit	Temp. éch.	CA_50	Phasage main (avance injection principale	Pression cylindre maxi	Puissance indiquée	CSI	Quantité injectée massique	Débit particules	Débit CO	Débit HC	Débit NOx
FSN		°C	°Vil	°Vil	bar	kWi	g/kWhi	mg/coup	mg/s	mg/s	mg/s	mg/s
1,01	0,61	578	8,6	28,26	159,6	17	224	31,7	0,336	7,21	0,36	44,099
1,47	0,64	601	9,3	28,32	159,6	17,6	225	33	0,522	10,89	0,32	42,161
2,03	0,67	625	10,4	28,3	159,6	18,2	229	34,7	0,8	16,32	0,25	39,212
2,47	0,69	641	11,1	28,33	159,6	18,6	230	35,7	1,024	20,87	0,2	37,914
2,99	0,71	655	11,7	28,33	159,6	18,9	233	36,7	1,322	25,43	0,18	36,511
3,47	0,73	672	12,3	28,33	159,6	19,2	236	37,7	1,618	29,63	0,16	34,203
3,96	0,76	690	12,9	28,25	159,6	19,5	239	39	1,948	31,59	0,14	32,252

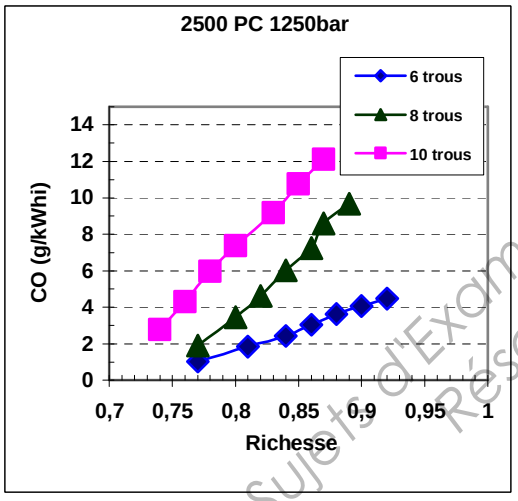
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

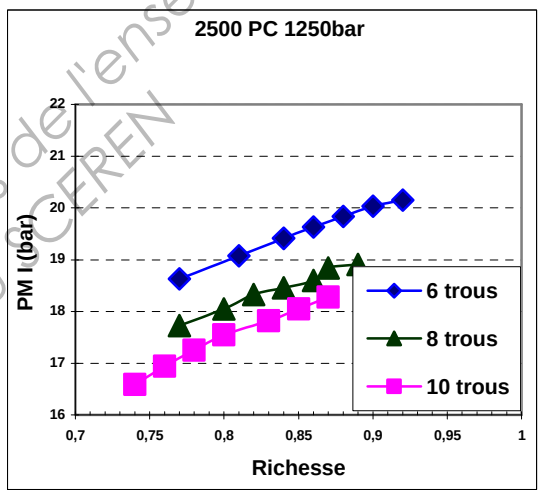
Document 6

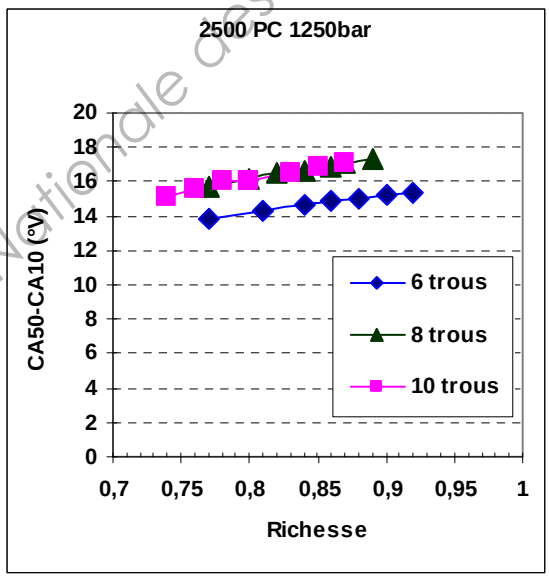
Graphiques 10

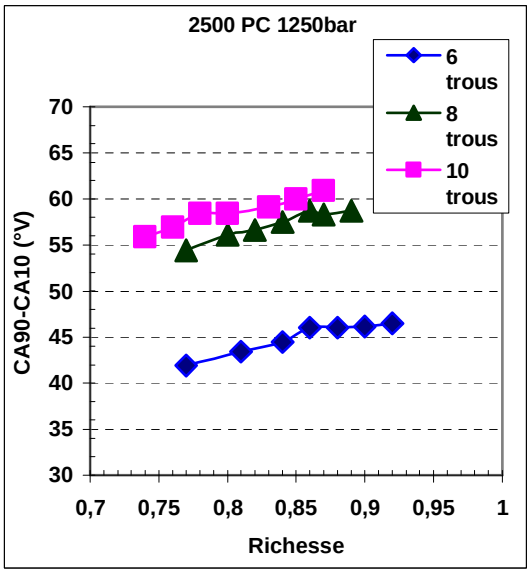












Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

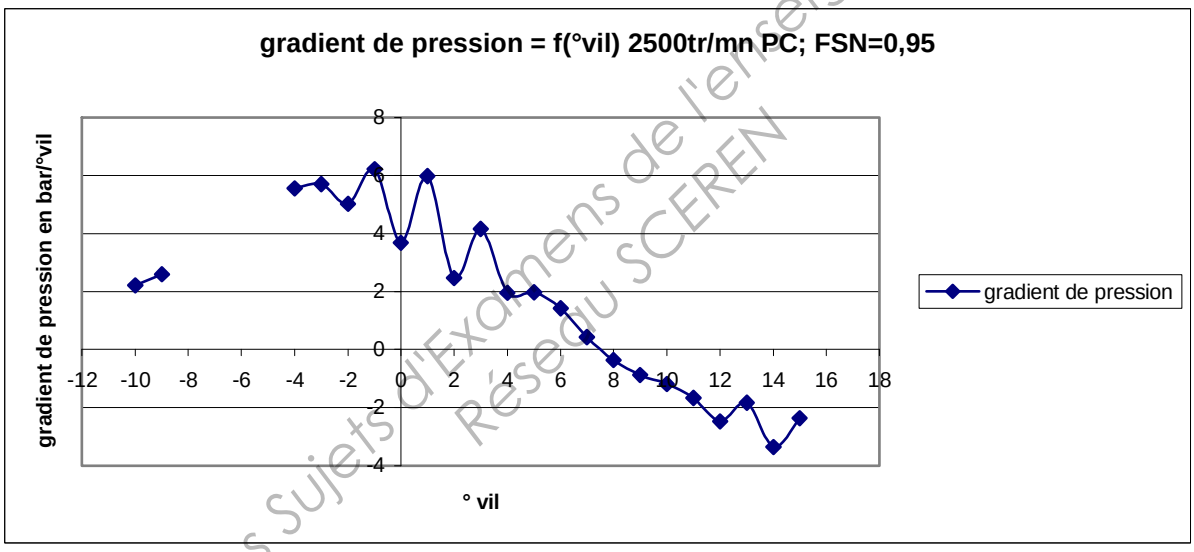
DOCUMENT REPONSE DR 1

N° ANONYMAT : ……..

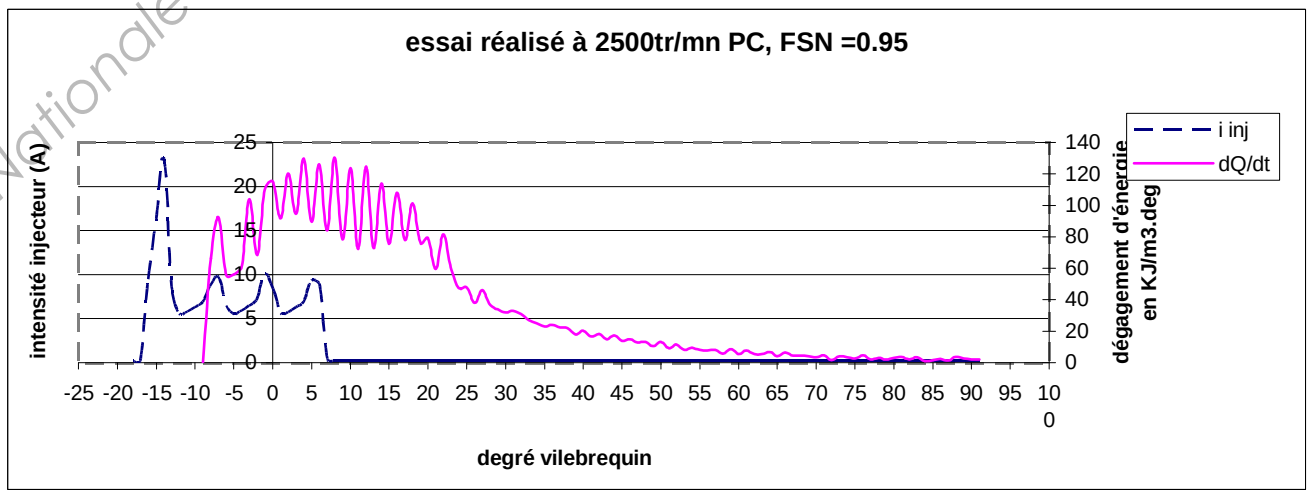
Tableau 2

°vilebrequin	pression cylindre en bar
-10	77,12
-9	79,33
-8	81,93
-7	90,27
-6	93,69
-5	100
-4	104,07
-3	109,62
-2	115,32
-1	120,34
0	126,55
1	130,23
2	136,2

Graphique 1



Graphique 2



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

N° ANONYMAT : …….. **DOCUMENT REPONSE DR2**

Graphique 3

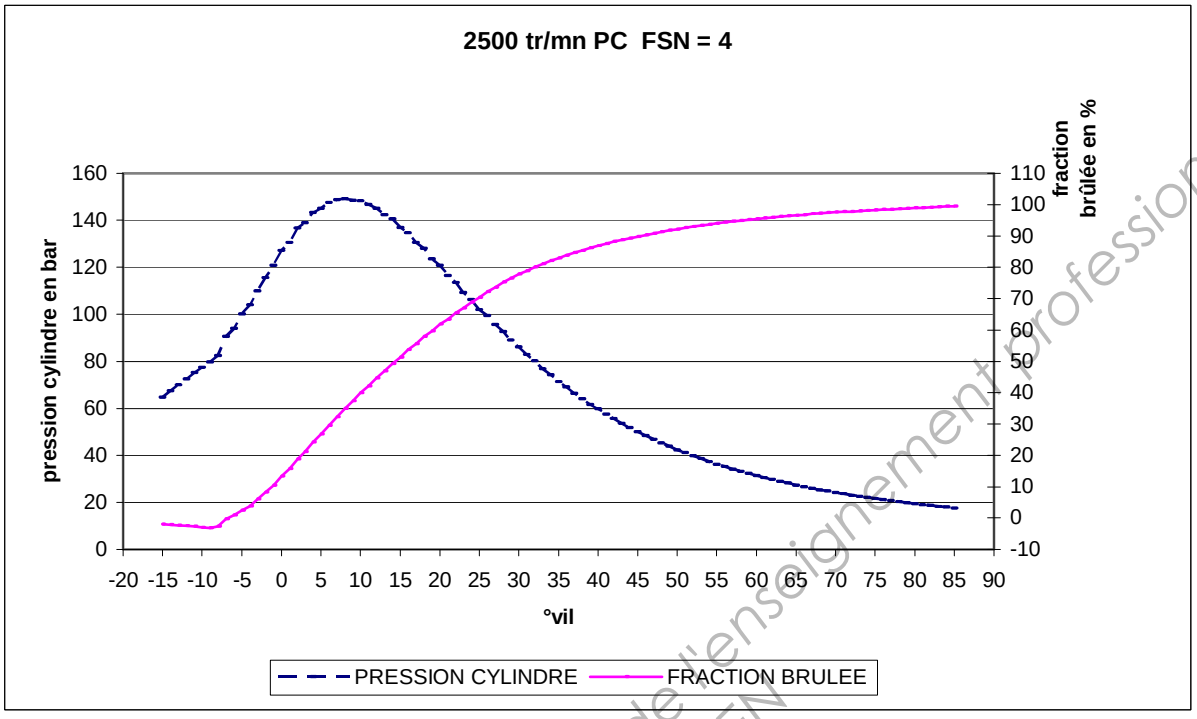


Tableau 3

	CA 10	CA 50	CA 90
valeur			

Tableau 4

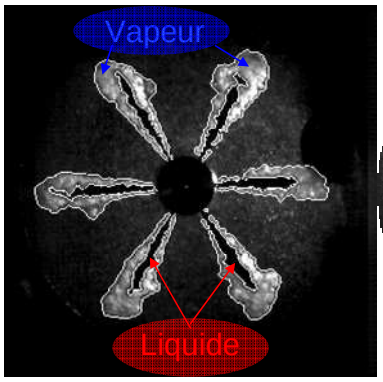
FSN et Φ	Pression cylindre maxi	Avance injection principale	Délai D'auto-inflammation	CA 50	CA 90	Rendement combustion	Rendement indiqué	PMI
↗								

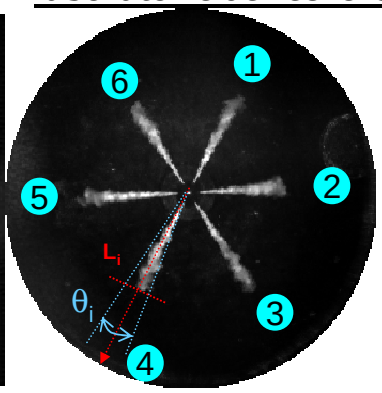
Tableau 5

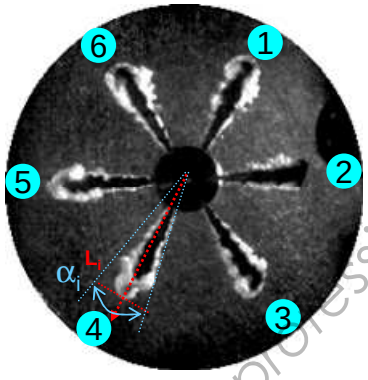
comparatif	
Machine à compression variable	**Banc moteur monocylindre**
Injecteur retenu :……..	**Injecteur retenu :……..**

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

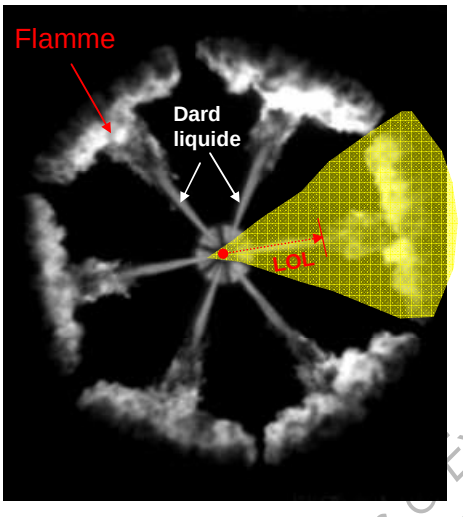
Document annexe 1 (images prises une sur machine à compression rapide, laboratoire de recherche)

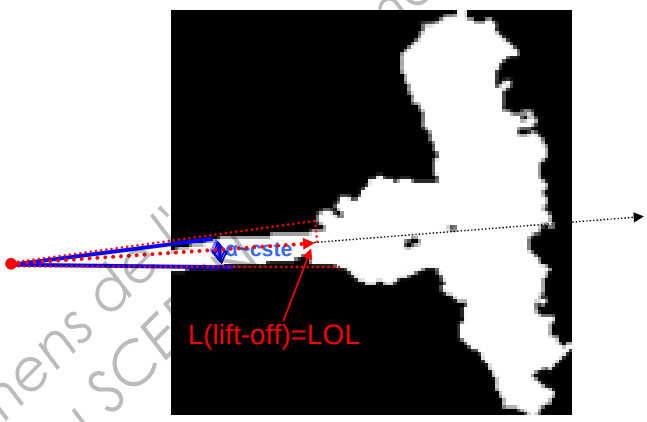


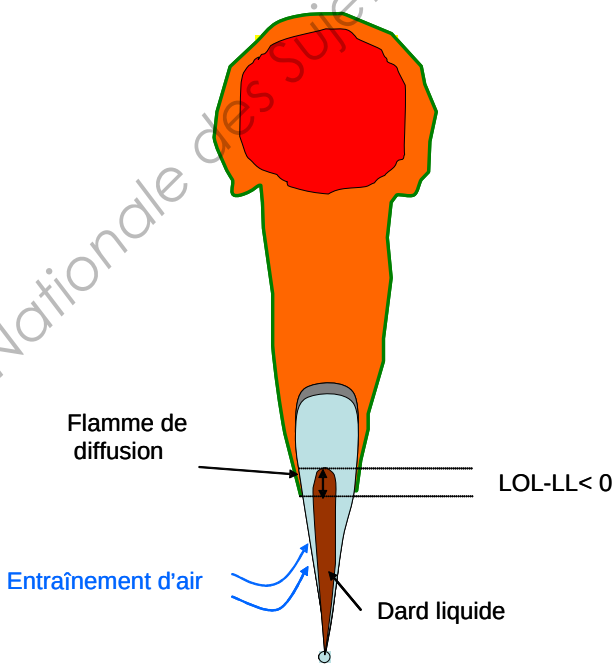


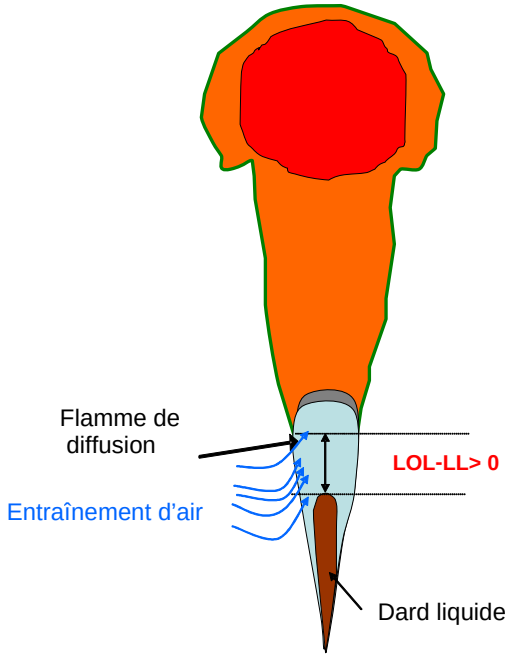


images pour la définition LOL et LL









cas de réduction des suies

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.