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

OBJECTIF DE L'ETUDE

Un équipementier de matériels d'injection Diesel (LUCAS EPIC : page 9/13) recherche une optimisation des performances d'un moteur Diesel.

Les variables offertes au cahier des charges de cette optimisation sont :

- Le profil de la came de l'élément de pompage de la pompe d'injection,
- Le diamètre des plongeurs de cet élément de pompage,

Pour limiter le champ d'investigation de cette étude, les dimensions du clapet de refoulement de la pompe d'injection, les dimensions de la canalisation d'injection, et le type de l'injecteur sont constants.

On appelle taux de refoulement, le volume de carburant refoulé en sortie de la pompe d'injection, par degré de rotation de cette pompe ($mm^3/°$).

Le sujet est composé de quatre parties indépendantes :

- **Partie 1** : relation entre pression cylindre et quantité de gazole injectée par cycle et par cylindre ..... Page 3/13
- **Partie 2** : étude du taux de refoulement de la pompe d'injection LUCAS EPIC ..... Page 4/13
- **Partie 3** : étude de la phase d'injection ..... Page 5/13
- **Partie 4** : acquisition de la vitesse de rotation ..... Page 6/13 à 8/13

TEXTE DU SUJET DE LA PREMIERE PARTIE

- Relation entre la pression cylindre et la quantité de combustible injectée par cycle et par cylindre –

Les caractéristiques et les performances du moteur Diesel et de son équipement d'injection sont données page 10/13 et 11/13.
On donne :

- les performances du moteur en pleine charge à la fréquence de rotation moteur de 2500 trs/mn et de 4300 trs/mn pour quatre taux de refoulement de la pompe d'injection,
- la pression cylindre et la pression d'injection pour les quatre taux de refoulement de la pompe d'injection à Nmoteur = 4300 trs/mn,
- masse volumique du gazole : $\rho = 840$ kg/m^3

Questions :

1.1– à Nmoteur = 2500 trs/mn , calculer la pression moyenne effective du moteur (Pme exprimée en bars) pour les quatre taux de refoulement de la pompe d'injection ; **vous complèterez à cet effet le tableau n°1 du document réponse 1, page 12/13.**

1.2– à Nmoteur = 2500 trs/mn , calculer la pression moyenne indiquée du moteur (Pmi exprimée en bars) pour les quatre taux de refoulement de la pompe d'injection ; **vous complèterez à cet effet le tableau n°1 du document réponse 1, page 12/13.**

1.3 –Etablir la relation littérale entre le volume injecté par cycle et par cylindre, noté : $Q/_{cycl.cyl}$ et les grandeurs :

- pression moyenne effective : Pme,
- Cylindrée moteur : V_O,
- Consommation spécifique effective : Cse exprimée en g/kw.h,
- Masse volumique du carburant : ρ .

1.4 –à Nmoteur = 2500 trs/mn , calculer $Q/_{cycl.cyl}$ (en mm^3), pour les quatre taux de refoulement de la pompe d'injection ; **vous complèterez à cet effet le tableau n°1 du document réponse 1, page 12/13.**

1.5 –à Nmoteur = 4300 trs/mn , quel est le sens d'évolution de la pression maximale d'injection et de la pression maximale cylindre (page 10/13 et 11/13) lorsque le taux de refoulement de la pompe d'injection augmente ? justifier votre réponse en fonction de l'évolution :

- De la qualité de la pulvérisation,
- Du délai d'inflammation du carburant injecté.

1.6 – L'objectif du constructeur commanditaire de cette étude est le suivant :

- A Nmot = 2500 trs/mn : Cse $\leq$ 260 g/kw.h, couple $\geq$ 170 m.N
- A Nmot = 4300 trs/mn : Puissance $\geq$ 59 kw, pression cylindre $\leq$ 135 bars
- Température Echappement $\leq$ 780°C .

Quel taux de refoulement retenez-vous ?

TEXTE DU SUJET DE LA SECONDE PARTIE

- Etude du taux de refoulement de la pompe d'injection –

L'élément de pompage du matériel d'injection LUCAS EPIC est représentée sur la page 9/13.

Pour cette étude les configurations suivantes sont retenues :

- 2 profils d'iso vitesse de la came : 0,11mm/° pompe ; 0,12 mm/° pompe ;
- 2 diamètres des plongeurs : 7 mm ; 7,5mm,
- N/moteur = 4300 trs/mn,
- $Q/_{cycl.cyl}$ = 49 mm^3 (volume géométriquement refoulé maximal par l'élément de pompage par cycle et par cylindre).

Remarque : le rayon du « nez » de la came est identique et faible pour les deux profils de came retenus. On considérera donc la vitesse de déplacement des plongeurs constante tout au long du profil de came.

On appelle course utile des plongeurs la course pendant laquelle le carburant est refoulé dans la tuyauterie d'injection.

Questions

2.1 – Calculer la course utile de chaque plongeur pour obtenir Q maximal/cycle.

2.2 – Quelle influence entraîne l'augmentation de la course utile du plongeur sur la position angulaire du début de refoulement du gasoil par la pompe d'injection ?
Justifier votre réponse par un schéma .

2.3 – Calculer les taux de refoulement (en $mm^3/°$ pompe) du carburant pour les quatre combinaisons du tandem came/pistons plongeurs de la pompe d'injection. **Vous complèterez à cet effet le tableau n°2 du document réponse 1, page 12/13.**

2.4 – A Q maximal/cycle et par cylindre de l'énoncé ($49mm^3$), quels sont les angles balayés par la pompe d'injection au cours de son refoulement pour ses quatre taux de refoulement ? **Vous complèterez à cet effet le tableau n°3 du document réponse 1, page 12/13.**

2.5 – A pleine charge on constate que le débit maxi injecté par cycle et par cylindre est de 46 mm3. Justifier l'écart entre cette valeur et le volume géométriquement refoulé de 49 mm3.

TEXTE DU SUJET DE LA TROISIEME PARTIE

- étude de la phase d'injection -

Les courbes de la pression du carburant dans la tuyauterie d'injection sont annexées sur le document réponse 2, page 13/13 pour les conditions d'essais :

- Nmoteur = 2500 trs/mn,
- Taux : 0,12 mm/° pompe,
- diamètre plongeur = 7,5mm.

On vous donne également :

- les caractéristiques de la tuyauterie haute pression, du carburant et de l'injecteur.
- La relation mathématique liant la célérité à l'élasticité du carburant

Questions :

3.1 – Tracer le délai d'injection sur la courbe du **document réponse 2, page 13/13**.
Exprimer ce délai : - en degré vilebrequin
- en milliseconde

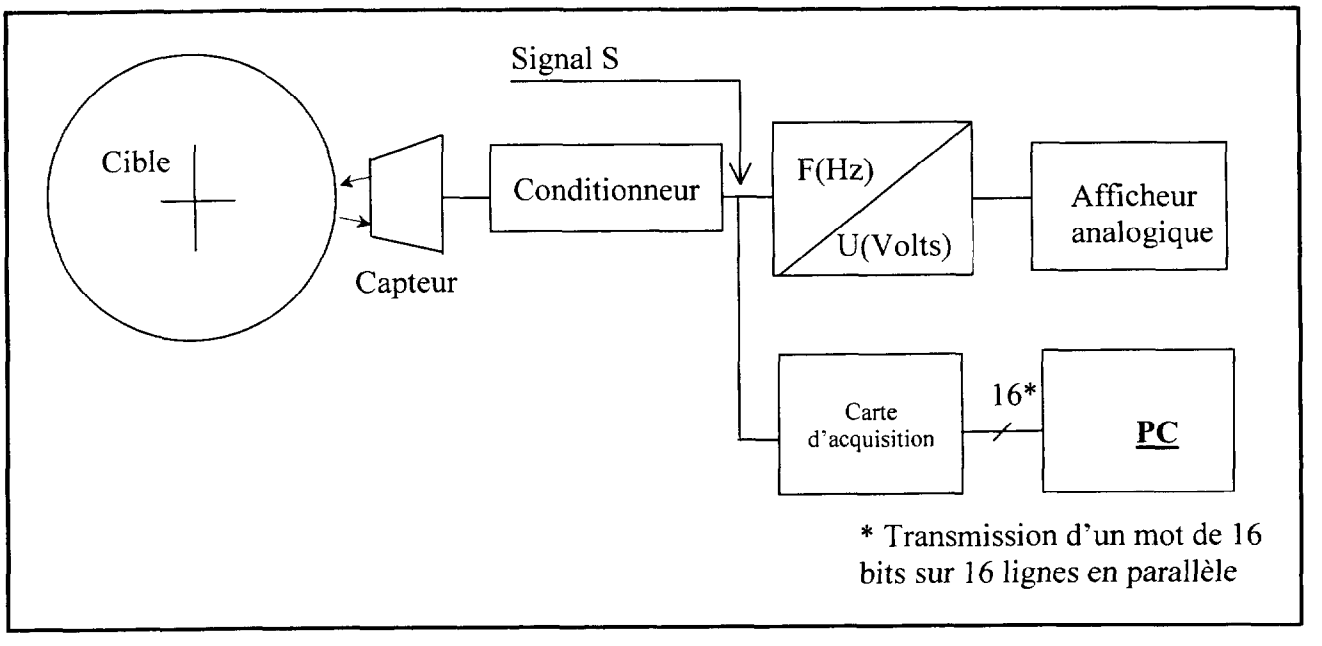
3.2 – A l'aide des caractéristiques du carburant, calculer la célérité de l'onde de pression dans la tuyauterie d'injection. Confirmer cette valeur par l'exploitation des courbes annexées sur le document réponse 2, page 13/13.

3.3 – Quelle est l'influence de la longueur du tuyau sur la phase injection ? Appuyez votre réponse par une représentation graphique et par le calcul des variations d'angle si la longueur du tuyau passe de 500 à 385 mm .

TEXTE DE SUJET DE LA QUATRIEME PARTIE

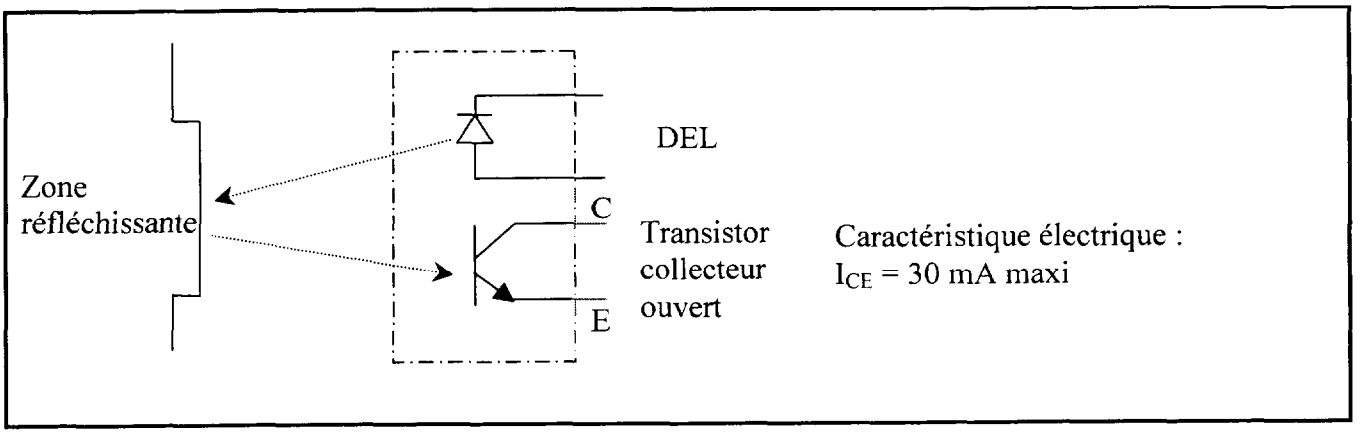
Acquisition de la vitesse de rotation

Lors des essais, les régimes moteurs des différents relevés sont connus grâce à une chaîne de mesure tachymétrique.
Le schéma ci-dessous représente l'organisation de cette chaîne de mesure.



Caractéristique de la cible liée à l'arbre moteur :
Alternance de 8 surfaces réfléchissantes et de 8 surfaces non-réfléchissantes.

Caractéristiques du capteur :
C'est un capteur opto-électronique à réflexion (voir schéma ci-dessous).



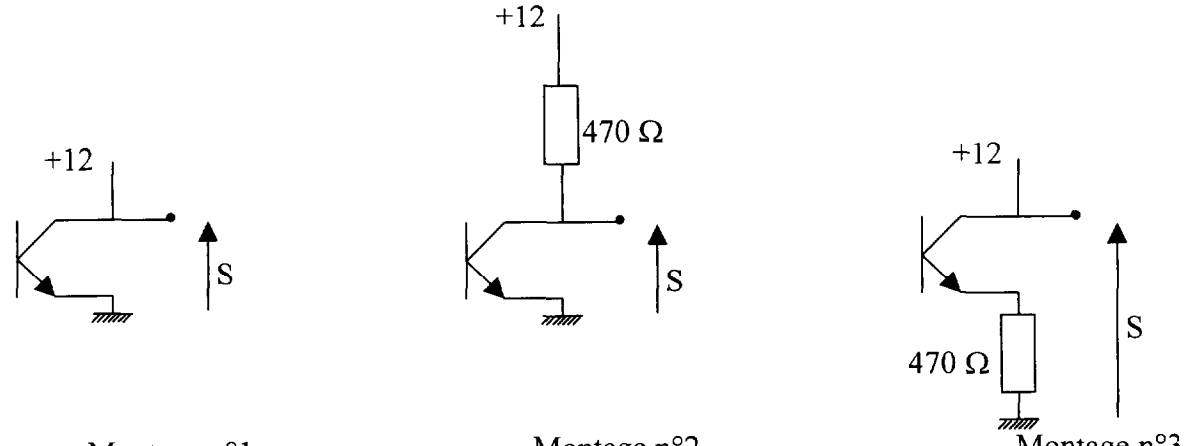
La diode électro-luminescente (DEL) est alimentée en permanence.
En présence d'un rayon réfléchi, le transistor devient passant (saturation).
En l'absence de rayon réfléchi, le transistor n'est plus passant (blocage).

Questions :

Etude du conditionnement du capteur

4.1- Parmi les 3 montages du transistor présentés ci-dessous, un seul est correct. Commenter chacun de ces montages et proposer un choix.

L'exploitation du signal de sortie se fait en S



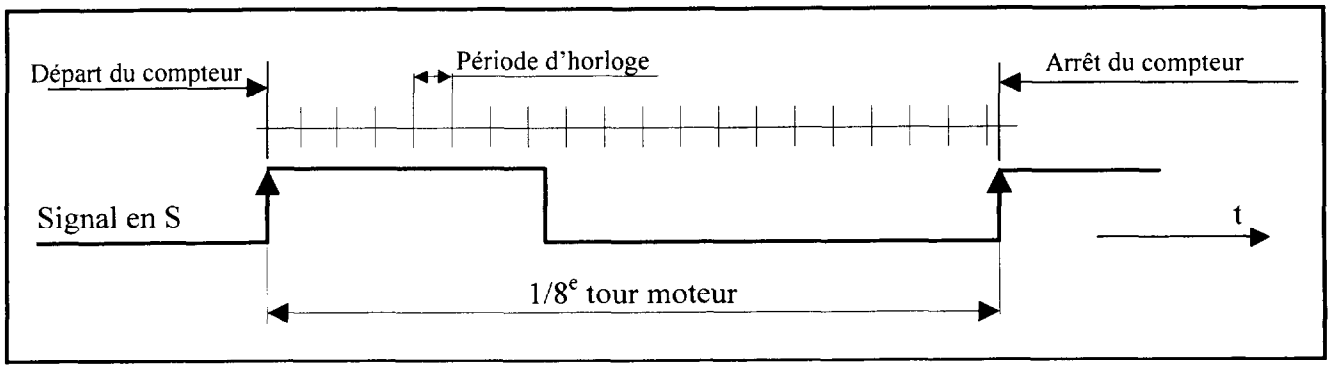
Montage n°1 Montage n°2 Montage n°3

4.2 - Pour le montage retenu, donner une représentation du signal de sortie S en fonction des alternances des zones de la cible.

Traitement numérique du signal S (Carte d'acquisition)

La carte d'acquisition mesure la vitesse de rotation de la cible par l'évaluation d'une période du signal S (sortie du conditionneur) à l'aide d'un compteur et d'une horloge.
Principe : le compteur est déclenché par un front montant de S et est arrêté par le front montant suivant. La valeur fournie par le compteur correspond au nombre de périodes d'horloge comprises entre les 2 fronts montants de S.

Illustration du principe :



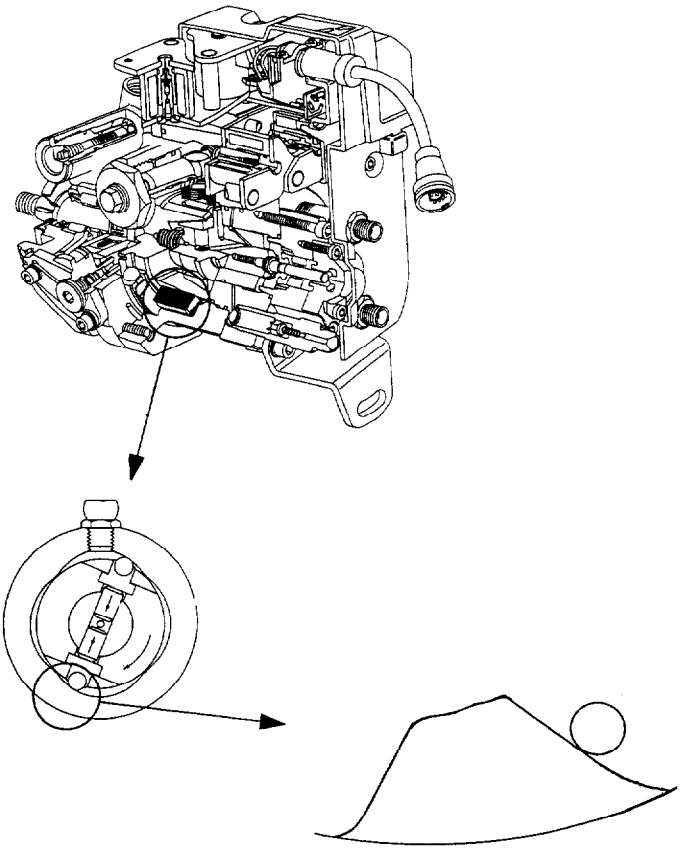
4.3 - La plage d'acquisition est comprise entre 100 t/mn et 6000 t/mn. Quelle est la valeur maximale de la période de S à mesurer ?

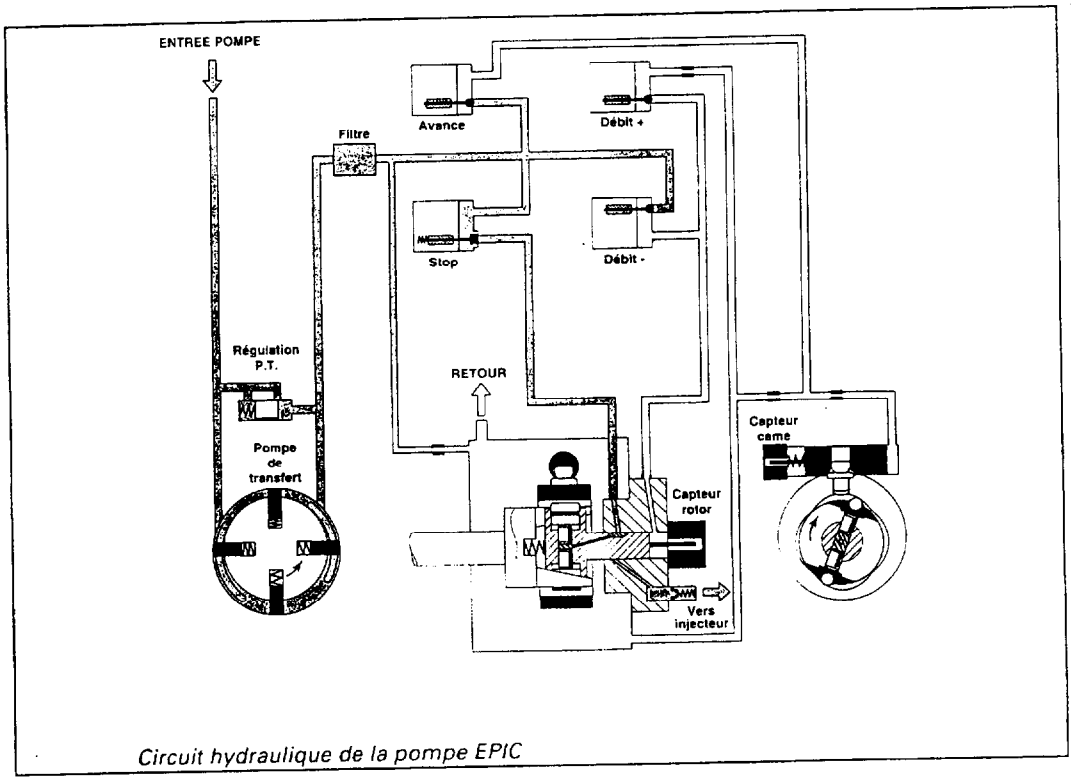
4.4 - Le compteur utilisé a une capacité de 16 bits. Quelle est, exprimée en décimale puis en hexadécimale, la valeur maximale qu'il peut atteindre ?

4.5 - Déterminer une valeur théorique d'horloge qui permette d'exploiter toute la capacité du compteur.

4.6 - L'horloge du compteur peut être choisie parmi les valeurs suivantes : 100 Hz, 500 Hz, 1 KHz, 10 KHz, 100 KHz et 1 MHz. Quel est votre choix ? Justifier votre réponse.

4.7 - Pour la valeur d'horloge choisie en 4.7, établir une relation entre la valeur retournée par le compteur et la vitesse de rotation de la cible. Quelle est la valeur fournie par le compteur, exprimée en décimale et en hexadécimal, pour un régime moteur de 1250 t/mn ?





Circuit hydraulique de la pompe EPIC

- Caractéristiques moteur -

- moteur diesel 4 temps, 4 cylindres,
- cylindrée totale: 1900 cm^3,
- taux de refoulement de la pompe d'injection: taux 4> taux 3> taux 2> taux 1,
- rendement mécanique: 0,85

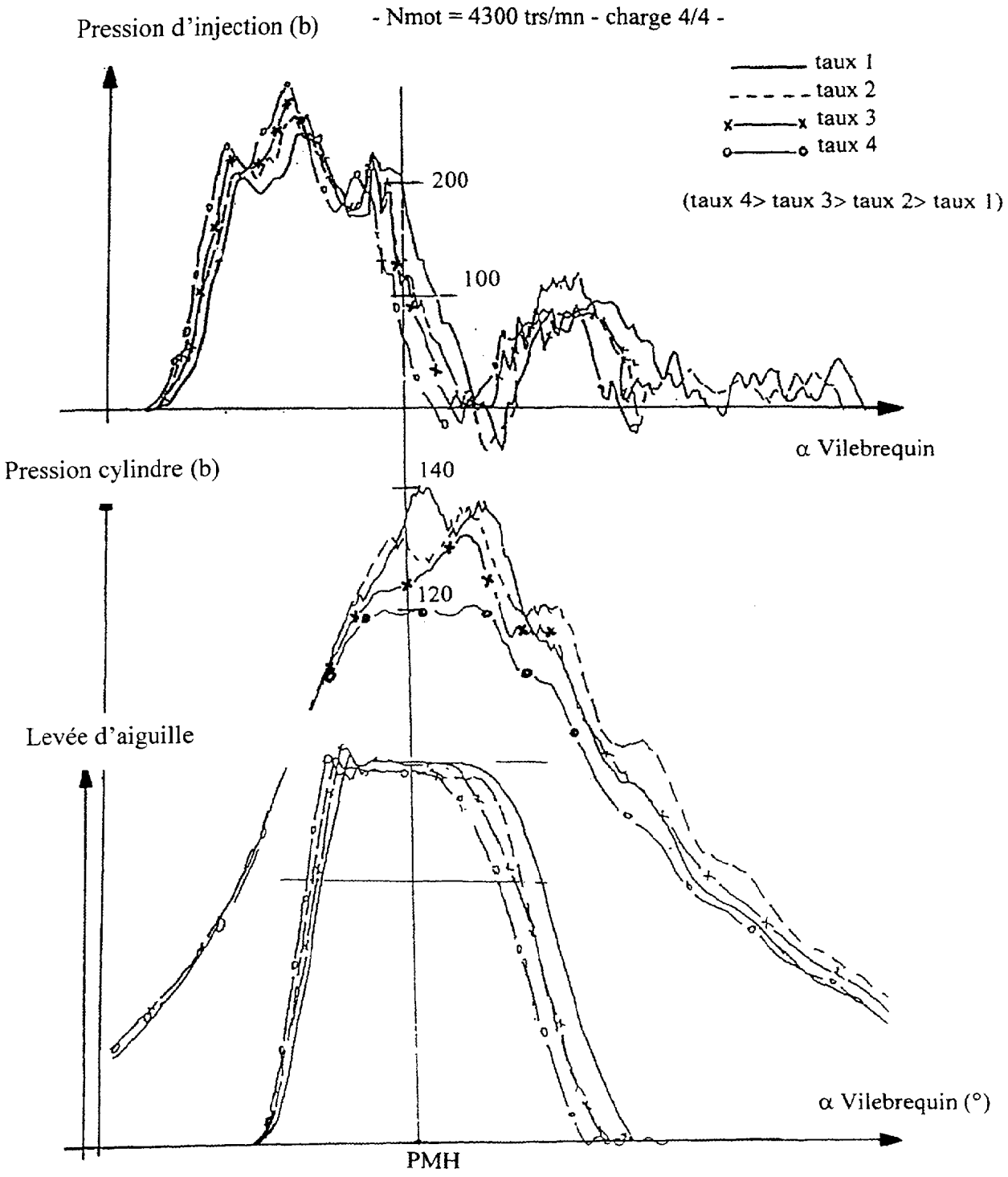
- Performances moteur : charge 4/4 -

Nmoteur = 2500 trs/mn

	TAUX 1	TAUX 2	TAUX 3	TAUX 4
pression maxi cylindre (bar)	**120**	**118**	**112**	**108**
couple effectif (m.N)	**147**	**170**	**154**	**172**
conso. specif. (g/kW.h)	**250**	**260**	**253**	**257,5**

Nmoteur = 4300 trs/mn

	TAUX 1	TAUX 2	TAUX 3	TAUX 4
pression maxi cylindre (bar)	**140**	**138**	**135**	**120**
Puissance effective (kW)	**61**	**60**	**60**	**59**
Temp. Echapp. (°C)	**780**	**775**	**770**	**765**


Pression d'injection (b)
- Nmot = 4300 trs/mn - charge 4/4 -
taux 1
taux 2
taux 3
taux 4
(taux 4> taux 3> taux 2> taux 1)
200
100
α Vilebrequin
Pression cylindre (b)
140
120
Levée d'aiguille
α Vilebrequin (°)
PMH

Document Réponse n°1

Tableau n°1

	Taux 1	Taux 2	Taux 3	Taux 4
Pme (b)				
Pmi (b)				
$Q/_{cycl.cyl}$ (mm^3)				

Tableau n°2 : taux de refoulement en mm^3/°pompe

Iso vitesse / Diamètre plongeur	0.11 mm/° pompe	0.12 mm/° pompe
D = 7 mm		
D = 7.5 mm		

Tableau n°3 : Angle balayé par la pompe en °pompe

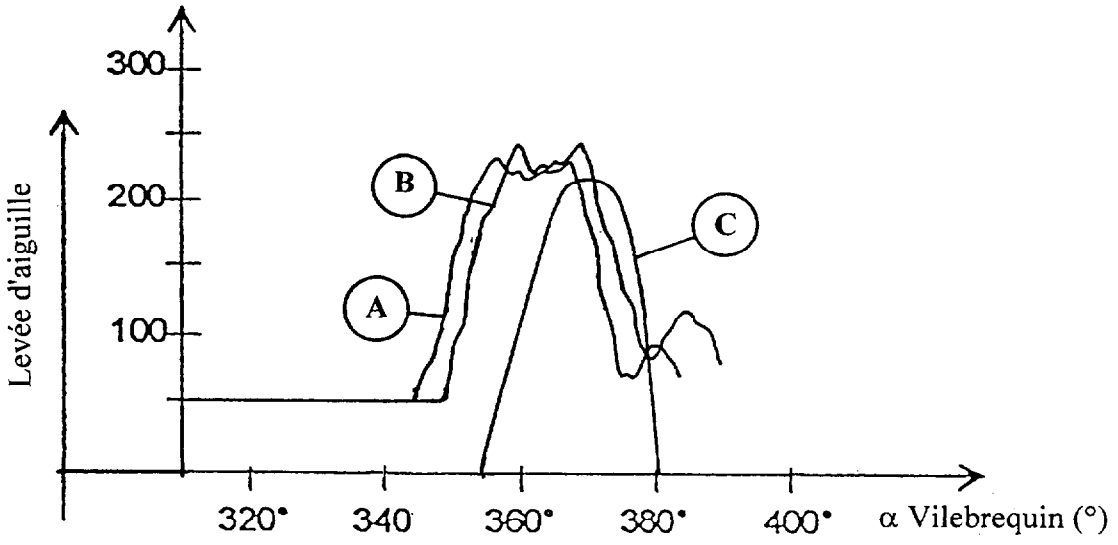
Iso vitesse / Diamètre plongeur	0.11 mm/° pompe	0.12 mm/° pompe
D = 7 mm		
D = 7.5 mm		

Document Réponse n°2

On donne :

- Tandem came/plongeur : 0.12mm/° pompe;
- Diamètre de plongeur : 7.5 mm ;
- Canalisation d'injection :
  - Φ ext : 6 mm
  - Φ int : 2.5 mm
  - Longueur : 500 mm
- Masse volumique du carburant : $\rho = 840$ kg/m^3
- module d'élasticité : $\varepsilon = 18*10^4$ N/cm^2
- célérité : $c = \sqrt{\frac{\varepsilon}{\rho}}$; ε en Pa ; ρ en kg/m^3
- Pression de tarage injecteur : 130 b

Pressions d'injection (bars)



- courbe A: pression sortie pompe,
- courbe B: pression entrée injecteur,
- courbe C: levée d'aiguille.

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.