



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](http://www.formav.co/explorer)

# Corrigé du sujet d'examen - E5 - Mise au point d'une motorisation - BTS MTE (Motorisations Toutes Énergies) - Session 2013

---

## 1. Contexte du sujet

Ce sujet d'examen concerne l'épreuve U51 - Exploitation d'essais moteur du BTS Motorisations Toutes Énergies (MTE) de la session 2013. L'objectif est d'analyser différents injecteurs pour moteur Diesel afin de réduire les émissions polluantes.

## 2. Correction question par question

### A : Analyse combustion (essais faits sur banc moteur)

#### 1.1/ Délai d'auto-inflammation

Le délai d'auto-inflammation dans un moteur Diesel est le temps nécessaire pour que le gazole, après injection dans la chambre de combustion, atteigne une température et une pression suffisantes pour s'enflammer spontanément. Il se compose de deux délais :

- **Délai de vaporisation** : temps nécessaire pour que le carburant se vaporise.
- **Délai d'auto-inflammation** : temps entre la vaporisation et l'auto-inflammation.

Les trois paramètres influençant le délai d'auto-inflammation sont :

- Pression (P)
- Température (T)
- Composition du carburant (B)

#### 1.2/ Valeur PCO

Pour calculer la valeur du PCO (Pression de Combustion Optimale) pour le gazole CHy, on utilise la formule :

**PCO = 14,6** (valeur approchée donnée dans l'énoncé).

#### 1.3/ Richesse

Le paramètre qui permet de faire varier le niveau des émissions de fumées est le **débit de gazole**.

La richesse  $\Phi$  est définie comme le rapport entre le débit de carburant et le débit d'air, ajusté par la PCO :

$$\Phi = (\text{Débit Carburant} / \text{Débit Air}) / \text{PCO}$$

Pour la première ligne du tableau 1, on calcule :

Débit Carburant = 2,961 kg/h ; Débit Air = 56,7 kg/h ; PCO = 14,6

$$\Phi = (2,961 / 56,7) / 14,6 = 0,00352$$

#### 1.4/ Analyse des pressions cylindre

Le gradient de pression est défini comme la variation de pression par rapport à la position dans le cylindre, exprimé en bar/°vil. Il est important car il permet d'analyser la combustion et le rendement moteur. Il est mesuré en bar/°vil.

Deux arguments pour justifier son étude :

- Il permet d'optimiser le moment d'injection.
- Il aide à comprendre les phénomènes de combustion.

À partir des valeurs du tableau 2, le gradient est nul à **100 bar**.

Une valeur maximale courante pour un moteur Diesel est de **8 bar/°vil**.

#### 1.5 / Analyse du délai d'auto-inflammation

Le délai d'auto-inflammation influence le gradient de pression car un délai trop long peut entraîner une combustion incomplète, diminuant ainsi la pression maximale atteinte.

Sur le graphique 2, le délai d'auto-inflammation est tracé, et sa valeur est relevée à **5 ms**.

#### 1.6/ Exploitation des CA

Le CA 10, CA 50 et CA 90 représentent respectivement les angles de combustion à 10%, 50% et 90% de la combustion totale. Ces valeurs sont importantes pour évaluer la qualité de la combustion.

Pour tracer et trouver les valeurs CA 10, CA 50 et CA 90, il faut se référer au graphique 3. La CA10 est constante car elle ne dépend pas de la richesse  $\Phi$ .

Le CA 50 indique le moment où la moitié du carburant est brûlée, tandis que le CA 90 indique un moment proche de la fin de la combustion.

### B : Relations moteur (essais réalisés sur banc moteur)

#### 1.7/ Relation PMI

La PMI (Pression Maximale Instantanée) est la pression maximale atteinte dans le cylindre. Sa relation est :

$$\text{PMI} = \text{PMI HP} + \text{PMI BP}$$

Pour la deuxième ligne du tableau 1, on obtient :

$$\text{PMI} = 2,307 \text{ bar}$$

#### 1.8 / Rendement indiqué

Le rendement indiqué est le produit de trois rendements : rendement volumétrique, rendement mécanique et rendement thermique. Il chute lorsque le FSN augmente car une combustion moins efficace entraîne une perte d'énergie.

Le rendement principalement mis en cause est le **rendement thermique**, car une augmentation des émissions de NOx et de particules indique une combustion incomplète.

### 1.9 : Analyse des chapitres A et B

Remplir le tableau 4 avec des flèches indiquant les relations entre les différents paramètres étudiés.

## Deuxième partie : essais des trois injecteurs au laboratoire

### 2.1 / Vitesse moyenne de pénétration

Pour calculer la vitesse moyenne de pénétration du jet de gazole liquide, on utilise les valeurs de temps  $t = 385 \mu s$  à  $t_1 = 520 \mu s$ . La formule est :

**Vitesse = Distance / Temps**

La vitesse moyenne est calculée à partir des données du graphique 4.

### 2.2 / Pénétration du jet

La pénétration du jet est moins importante avec l'injecteur 10 trous car il disperse le carburant plus efficacement, favorisant une vaporisation rapide.

### 2.3 / Diamètre de trou

La fourchette de diamètre de trou pour une formation de suies la plus faible est de **200 à 300  $\mu m$** .

### 2.4 / Injecteur produisant le moins de suie

L'injecteur qui produira le moins de suie est l'injecteur **8 trous**, basé sur les résultats des expériences.

## Troisième partie : interprétation des essais réalisés au banc

### 3.1 / Justification des courbes NOx et particules

À 2500 tr.mn-1, l'augmentation de la pression d'injection de 1250 à 1450 bar entraîne une réduction des NOx et des particules, indiquant une meilleure combustion.

### 3.2 / Interprétation des résultats

Lorsque la pression d'injection augmente, la limite richesse s'améliore, ce qui augmente la PMI et le rendement indiqué. L'injecteur 6 trous donne la meilleure PMI.

### 3.3 / Amélioration de la combustion

La combustion s'améliore avec l'augmentation de la pression d'injection, car les émissions de particules diminuent, indiquant une combustion plus complète.

### 3.4 / Conclusion sur la pression d'injection

La pression d'injection a un impact positif sur la combustion, améliorant l'efficacité du moteur.

### 3.5 / Injecteur idéal

L'injecteur idéal est le **8 trous**, car il présente le meilleur compromis entre émissions et rendement.

### 3.6 / Corrélation entre essais

Les essais réalisés sur banc moteur ont permis de corréler les résultats du laboratoire, car les tendances observées sont similaires.

## 3. Synthèse finale

Les erreurs fréquentes incluent le manque de précision dans les calculs et l'interprétation des graphiques. Il est essentiel de bien comprendre les relations entre les différents paramètres étudiés. Voici quelques conseils :

- Lire attentivement chaque question et identifier les mots-clés.
- Utiliser des schémas pour illustrer vos réponses lorsque cela est pertinent.
- Vérifier les unités et les conversions lors des calculs.
- Prendre le temps de bien analyser les graphiques et tableaux fournis.

© FormaV EI. Tous droits réservés.

Propriété exclusive de FormaV. Toute reproduction ou diffusion interdite sans autorisation.

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.