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 :
formav.co/explorer

# BTS Moteur à combustion interne, épreuve U52

**Session 2000** • Code sujet : **MOESEAM** • Durée : **3 heures** • Coefficient : **3**

## Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Détermination de la consommation d'essence par le bilan carbone** (9 questions) — **Page 3**

2. **Comparatif entre le fonctionnement essence et G.P.L** (8 questions) — **Page 6**

3. **Étude du circuit d'alimentation en G.P.L** (10 questions) — **Page 9**

4. **Étude du capteur de pression tubulure** (5 questions) — **Page 12**

5. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 14**

**Sujet officiel (PDF) :** https://btsmte.fr/assets/annales/bts-mte/E5 - Mise au point d'une motorisation/2000/BTS MTE - E5 - Mise au point d'une motorisation - Session 2000 - 2-Sujet.pdf

# 1. Détermination de la consommation d'essence par le bilan carbone

L'étude détermine la consommation d'essence à partir des masses de $CO_2$, de CO et d'hydrocarbures mesurées dans les gaz d'échappement. Les résultats servent à calculer la masse de carburant consommée, puis la consommation volumique du véhicule sur la distance d'essai.

### Masses de carbone

**Question 1.1. Exprimez la masse de carbone contenue dans le $CO_2$, $m_{C,CO_2}$, en fonction de la masse $m_1$ de $CO_2$ mesurée.**

Une mole de $CO_2$ a une masse molaire de $12 + 2 \times 16 = 44$ g·mol$^{-1}$ et contient 12 g de carbone. La fraction massique de carbone dans le $CO_2$ est donc le rapport entre ces deux masses molaires. Cette proportion s'applique directement à la masse totale $m_1$ de $CO_2$ mesurée pendant l'essai. La masse de carbone s'obtient ainsi en multipliant $m_1$ par 12/44.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La masse de carbone du $CO_2$ vaut $m_{C,CO_2} = (12/44)m_1 = (3/11)m_1$.

**Question 1.2. Exprimez la masse de carbone contenue dans le CO, $m_{C,CO}$, en fonction de la masse $m_2$ de CO mesurée.**

Une mole de CO a une masse molaire de $12 + 16 = 28$ g·mol$^{-1}$. Elle contient un atome de carbone, soit 12 g de carbone par mole de CO. La fraction massique de carbone dans le monoxyde de carbone est donc 12/28. Pour obtenir la masse de carbone provenant de la masse mesurée $m_2$, on multiplie $m_2$ par cette fraction massique.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La masse de carbone du CO vaut $m_{C,CO} = (12/28)m_2 = (3/7)m_2$.

**Question 1.3. Exprimez la masse de carbone contenue dans les HC, $m_{C,HC}$, en fonction de la masse $m_3$ d'hydrocarbures équivalents à $CH_{y_1}$ et de $y_1$.**

Les hydrocarbures mesurés sont exprimés en équivalent $CH_{y_1}$. La masse molaire de cette formule est $12 + y_1$ g·mol$^{-1}$, dont 12 g·mol$^{-1}$ correspondent au carbone. La fraction massique de carbone est donc $12/(12 + y_1)$. En appliquant cette fraction à la masse $m_3$ d'hydrocarbures mesurée, on obtient la masse de carbone contenue dans les HC.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La masse de carbone des HC est $m_{C,HC} = [12/(12 + y_1)]m_3$, pour la formule équivalente $CH_{y_1}$.

**Question 1.4. Exprimez la masse de carbone contenue dans le carburant, $mC,CH_y$, en fonction de la masse de carburant mce et de y.**

Le carburant est représenté par la formule $CH_y$. Sa masse molaire vaut $12 + y$ g·mol$^{-1}$, tandis que la masse molaire de son carbone vaut 12 g·mol$^{-1}$. La fraction massique de carbone de l'essence est donc $12/(12 + y)$. La masse de carbone contenue dans la masse de carburant consommée s'obtient en multipliant cette fraction par $m_{ce}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La masse de carbone du carburant vaut $m_{C,CH_y} = [12/(12 + y)]m_{ce}$, avec $m_{ce}$ la masse consommée.

### Bilan carbone

**Question 1.5. À partir du principe de mesure indiqué, exprimez la relation entre les masses de carbone déterminées aux questions 1.1 à 1.4.**

Le principe de la mesure indique que le carbone contenu dans le carburant se retrouve intégralement dans les gaz d'échappement. Les formes considérées sont le $CO_2$, le CO et les hydrocarbures HC. Il n'y a donc ni perte ni création de carbone dans le bilan. La masse de carbone présente dans le carburant est égale à la somme des masses de carbone mesurées dans ces trois constituants des gaz.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le bilan carbone s'écrit $m_{C,CH_y} = m_{C,CO_2} + m_{C,CO} + m_{C,HC}$, par conservation du carbone.

**Question 1.6. Déduisez l'expression de la masse de carburant consommée pendant l'essai en fonction de $m_1$, $m_2$ et $m_3$, en prenant $y = y_1 = 1,85$.**

On remplace les masses de carbone par leurs expressions dans le bilan, puis on isole $m_{ce}$. Avec y = 1,85, la masse molaire du carburant modélisé vaut 13,85 g·mol$^{-1}$. Le terme provenant des HC se simplifie après multiplication par 13,85/12 : il devient directement $m_3$. On obtient ainsi l'expression demandée en fonction des trois masses mesurées.

$$m_{ce} = (13,85/12)[(3/11)m_1 + (3/7)m_2] + m_3.$$

✓ RÉPONSE À RETENIR

Pour $y = y_1 = 1,85$, $m_{ce} = (13,85/12)[(3/11)m_1 + (3/7)m_2] + m_3$.

### Application numérique

**Question 1.7. Avec $m_1$ = 1629 g, $m_2$ = 30,5 g et $m_3$ = 2,88 g par essai, calculez la masse de carburant consommée pendant l'essai.**

On utilise l'expression du bilan carbone avec les masses mesurées $m_1$ = 1629 g, $m_2$ = 30,5 g et $m_3$ = 2,88 g. Le terme des hydrocarbures est ajouté directement après simplification de son facteur de carbone. Le calcul donne environ 530,731 g de carburant consommé pendant l'essai, soit 530,7 g au dixième de gramme.

```
mce = (13.85/12) * ((3/11) * 1629 + (3/7) * 30.5) + 2.88
```

**✓ RÉPONSE À RETENIR**

La masse d'essence consommée pendant l'essai est $m_{ce} \approx 530{,}731$ g, soit 530,7 g au dixième.

### Consommation volumique

**Question 1.8. Exprimez le volume d'essence consommé par 100 km à partir de mce, de la masse volumique de l'essence ρe et de la distance parcourue d.**

Le volume consommé pendant l'essai s'obtient en divisant la masse de carburant par sa masse volumique. Avec $m_{ce}$ en grammes et $\rho_e$ en kg·m$^{-3}$, cette division donne directement un volume en litres, car les conversions kg-grammes et m³-litres se compensent. Pour exprimer la consommation par 100 km, on divise ce volume par la distance d, puis on multiplie par 100.

**✓ RÉPONSE À RETENIR**

La consommation volumique est $V_e = 100 m_{ce}/(\rho_e d)$, exprimée en L·100 km$^{-1}$ avec $m_{ce}$ en grammes.

### Application numérique

**Question 1.9. Avec ρe = 748 kg·m$^{-3}$, d = 11 km et mce = 530 g par essai, calculez la consommation du véhicule en litres pour 100 km.**

Pour cette application, le sujet impose $m_{ce}$ = 530 g, $\rho_e$ = 748 kg·m$^{-3}$ et d = 11 km. On applique la relation de consommation volumique en rapportant le volume d'essence consommé pendant l'essai à la distance parcourue, puis à 100 km. Le résultat est arrondi au centième de litre par 100 km.

```
Ve = (530 / 748) * (100 / 11)
```

**✓ RÉPONSE À RETENIR**

La consommation du véhicule est $V_e \approx 6{,}44$ L·100 km$^{-1}$, pour la masse d'essence imposée de 530 g par essai.

## 2. Comparatif entre le fonctionnement essence et G.P.L

Le sujet compare l'essence et le G.P.L. pour un même véhicule soumis au même cycle d'essai, en s'appuyant sur les caractéristiques des carburants. Il demande d'évaluer leurs consommations et leurs émissions de $CO_2$, puis de discuter leur contribution à la réduction des gaz à effet de serre.

### Consommation de G.P.L.

**Question 2.1. À partir des caractéristiques du tableau et de la masse d'essence consommée, calculez l'énergie calorifique potentielle Qp contenue dans l'essence consommée pendant l'essai.**

Le tableau donne pour l'essence un PCI de 42 900 kJ/kg. La masse consommée est de 530 g, soit 0,530 kg. L'énergie calorifique potentielle est donc le produit de cette masse par le PCI : $Q_p = m_e \times PCI_e = 0{,}530 \times 42\,900$. Il s'agit de l'énergie chimique apportée par le carburant pendant l'essai, avant prise en compte du rendement du moteur.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $Q_p = 22\,737$ kJ par essai.

**Question 2.2. En supposant que le rendement effectif est identique en fonctionnement essence et G.P.L., calculez la masse de G.P.L. consommée pendant l'essai.**

Le véhicule réalise le même cycle et fournit le même travail. Si le rendement effectif est identique avec les deux carburants, leurs énergies calorifiques apportées sont égales : $m_e PCI_e = m_{GPL} PCI_{GPL}$. On isole la masse de G.P.L. en utilisant les données du tableau, soit $m_{GPL} = 530 \times 42\,900 / 46\,000$. Le résultat est exprimé en grammes pour l'essai.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $m_{GPL} \approx 494{,}3$ g par essai.

**Question 2.3. Déduisez la consommation de G.P.L. en litres pour 100 km, sachant que la distance de l'essai est de 11 km.**

La masse de G.P.L. trouvée à la question précédente est convertie en volume avec la masse volumique du tableau, $550\ \mathrm{kg/m^3}$, équivalente à $550\ \mathrm{g/L}$. Le volume consommé pendant l'essai est donc $494{,}3/550$ litres. Comme l'essai porte sur 11 km, on multiplie ce volume par $100/11$ pour obtenir la consommation rapportée à 100 km.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Consommation de G.P.L. : $8{,}17\ \mathrm{L/100\ km}$.

### Comparaison des consommations

**Question 2.4. Déduisez l'écart relatif de consommation volumique pour un même travail développé et indiquez son origine principale.**

Pour comparer à travail égal, on rapporte l'écart des consommations au volume d'essence consommé. La consommation d'essence vaut $(530/748) \times 100/11$, et celle du G.P.L. est calculée avec sa masse volumique de $550\ \mathrm{kg/m^3}$. L'écart relatif est $(V_{GPL} - V_e)/V_e \times 100$. Le G.P.L. consomme davantage en volume, car son énergie par litre est plus faible.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> La consommation volumique de G.P.L. est supérieure d'environ $26{,}8\ \%$, principalement en raison de sa plus faible énergie volumique.

### Émissions de $CO_2$

**Question 2.5. Écrivez et équilibrez l'équation de combustion stœchiométrique du G.P.L., mélange de propane et de butane, dans l'air représenté par $O_2$ + 3,78 $N_2$.**

Le G.P.L. contient, en volume, autant de propane que de butane : on peut donc écrire une mole de chaque composé. Le bilan donne 7 atomes de carbone et 18 atomes d'hydrogène, soit 7 $CO_2$ et 9 $H_2O$. Il faut alors 23 atomes d'oxygène, donc 11,5 molécules d'$O_2$. L'azote accompagne l'oxygène selon le rapport indiqué pour l'air, soit 3,78.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\mathrm{C_3H_8 + C_4H_{10} + 11{,}5(O_2 + 3{,}78N_2) \rightarrow 7CO_2 + 9H_2O + 43{,}47N_2}$.

**Question 2.6. À partir de l'équation de combustion obtenue, déduisez la masse de $CO_2$ émise lors de la combustion qui dégage 1 MJ de chaleur.**

Une mole de propane et une mole de butane ont une masse totale de $44 + 58 = 102$ g et produisent 7 moles de $CO_2$, soit $7 \times 44 = 308$ g. Avec le PCI du G.P.L. de $46\,000\ \mathrm{kJ/kg}$, ces 0,102 kg libèrent $4\,692$ kJ, soit 4,692 MJ. Le rapport entre la masse de $CO_2$ et cette énergie donne l'émission par mégajoule.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le G.P.L. émet environ $65{,}6\ \mathrm{g\ de\ CO_2/MJ}$.

**Question 2.7. À partir du résultat de la question 2.1, calculez la masse de $CO_2$ émise pendant un essai en fonctionnement essence puis en fonctionnement G.P.L., en supposant une combustion stœchiométrique.**

Pour l'essence, le tableau fournit directement une émission de $74{,}6\ \mathrm{g/MJ}$. On la multiplie par l'énergie de l'essai, soit $22\,737\ \mathrm{kJ} = 22{,}737\ \mathrm{MJ}$. Pour le G.P.L., on applique le facteur calculé à la question 2.6 à cette même énergie : à rendement égal et pour le même travail, l'énergie calorifique consommée est identique.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Essence : $1\,696\ \mathrm{g\ de\ CO_2/essai}$. G.P.L. : $1\,493\ \mathrm{g\ de\ CO_2/essai}$.

### Bilan environnemental

**Question 2.8. Indiquez si le recours au G.P.L. va dans le sens des choix visant à réduire les gaz à effet de serre et justifiez votre réponse.**

Pour le même essai, les émissions calculées sont d'environ 1 696 g de $CO_2$ avec l'essence et 1 493 g avec le G.P.L. La différence est d'environ 203 g. Rapportée à l'émission d'essence, elle représente près de 12 %. Le recours au G.P.L. réduit donc ici les émissions de $CO_2$ liées à la combustion, et va dans le sens de l'objectif de réduction des gaz à effet de serre.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Oui : les émissions de $CO_2$ diminuent d'environ $12\ \%$ par essai avec le G.P.L.

## 3. Étude du circuit d'alimentation en G.P.L

L'étude porte sur le stockage et l'alimentation en G.P.L., à partir du schéma du circuit, des courbes de pression de vapeur et du schéma du détendeur-vaporisateur. Elle examine le stockage, la vaporisation, la régulation du débit ainsi que les effets du fonctionnement au G.P.L. sur le moteur.

### Stockage et alimentation

**Question 3.1. Donnez la définition de la pression de vapeur saturante.**

À température donnée, la pression de vapeur saturante est la pression exercée par la vapeur lorsqu'elle est en équilibre avec son liquide. Pour le G.P.L., sa valeur dépend aussi de la composition du mélange.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Pression de la vapeur en équilibre avec le liquide à une température donnée.

**Question 3.2. À partir des courbes du document 2, déterminez l'état du G.P.L. à 20 °C sous 7 bars, puis sous 1 bar. Déduisez-en la pression dans le réservoir à cette température, puis indiquez comment cette pression évolue avec le niveau de carburant dans le réservoir et justifiez.**

| À 20 °C | État du G.P.L. |
|---|---|
| 7 bar | Liquide |
| 1 bar | Gazeux |

La pression de vapeur saturante lue sur le document 2 est d'environ 5 bar absolus. Dans le réservoir, elle reste pratiquement constante tant que liquide et vapeur coexistent : l'évaporation du liquide compense son prélèvement. Lorsque tout le liquide est consommé, cette pression ne se maintient plus de la même façon.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> À 20 °C : liquide à 7 bar, gazeux à 1 bar. Réservoir : environ 5 bar absolus, stable tant qu'il reste du liquide.

**Question 3.3. Expliquez comment est obtenu l'écoulement du G.P.L. entre le réservoir et le détendeur-vaporisateur.**

1. La pression de vapeur du G.P.L. dans le réservoir est supérieure à la pression en aval.
2. Cette différence de pression pousse le G.P.L. liquide dans la canalisation vers le détendeur-vaporisateur. L'électrovanne de sécurité, placée sur le circuit, permet ou coupe l'alimentation selon la commande du système.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> L'écoulement est entraîné par la pression du réservoir, supérieure à celle en aval.

**Question 3.4. Calculez l'augmentation de volume du G.P.L. entre 10 °C et 50 °C, en pourcentage, puis justifiez la limitation du remplissage des réservoirs.**

Entre 10 °C et 50 °C, la variation de température vaut $50 - 10 = 40\ ^\circ C$. L'augmentation relative de volume est $\alpha \Delta T = 2{,}5 \times 10^{-3} \times 40 = 0{,}10$, soit 10 %. Le remplissage limité à 80 % laisse un espace libre permettant au liquide de se dilater quand la température augmente, sans remplir entièrement le réservoir.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le volume augmente de 10 %. Le remplissage à 80 % réserve l'espace nécessaire à la dilatation.

### Détendeur-vaporisateur

**Question 3.5. Justifiez le rôle et la nécessité de la circulation du liquide de refroidissement moteur au niveau du détendeur-vaporisateur.**

La détente du G.P.L. liquide et son passage à l'état gazeux absorbent de la chaleur. La circulation du liquide de refroidissement dans le détendeur-vaporisateur fournit cette énergie et permet une vaporisation régulière. Sans cet apport thermique, le détendeur se refroidirait fortement, risquerait de givrer et vaporiserait moins bien le carburant, ce qui perturberait l'alimentation du moteur.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le liquide de refroidissement fournit la chaleur nécessaire à la vaporisation et prévient le givrage du détendeur.

**Question 3.6. Écrivez l'équation de débit massique au niveau de la soupape basse pression, en fonction des pressions dans les chambres du premier et du deuxième étage.**

Pour un écoulement modélisé à travers un orifice, le débit massique s'écrit $\dot{m} = C_d S \sqrt{2\rho(P_1 - P_2)}$. $P_1$ désigne la pression de la chambre du premier étage et $P_2$ celle de la chambre du deuxième étage ; $S$ est la section de passage, $\rho$ la masse volumique du gaz et $C_d$ le coefficient de débit.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\dot{m} = C_d S \sqrt{2\rho(P_1 - P_2)}$.

**Question 3.7. Indiquez les conditions nécessaires pour que le débit de gaz ne soit fonction que de la section de passage.**

Dans l'équation de débit à travers la soupape, la section ne peut être le seul facteur variable que si les autres grandeurs sont maintenues constantes. Il faut donc une différence de pression constante entre les chambres et une masse volumique du gaz constante, ce qui suppose des conditions de pression et de température stables.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Il faut maintenir constants la différence de pression entre les chambres et la masse volumique du gaz.

**Question 3.8. Expliquez le fonctionnement du premier étage du détendeur-vaporisateur, puis indiquez si le débit de gaz dépend uniquement de la section de passage au niveau de la soupape basse pression.**

Au premier étage, la pression du G.P.L. est réduite. La membrane, opposée au ressort, commande la soupape : l'équilibre de leurs forces régule la pression dans la chambre du premier étage. Le débit à la soupape basse pression ne dépend pas uniquement de sa section en fonctionnement général : il dépend aussi de la différence de pression entre les chambres et de la masse volumique du gaz. Il ne devient proportionnel à la section que si ces grandeurs restent constantes.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le premier étage réduit et régule la pression. Non, le débit dépend aussi de la différence de pression et de la masse volumique du gaz.

### Fonctionnement en G.P.L.

**Question 3.9. Indiquez si le remplissage moteur est modifié en fonctionnement G.P.L. et justifiez votre réponse.**

Oui, le remplissage moteur est modifié. Au diffuseur, le G.P.L. est gazeux et occupe une partie du volume disponible dans l'admission. Il prend ainsi la place d'une partie de l'air qui aurait été admise dans les cylindres : la masse d'air emprisonnée diminue, ce qui réduit le remplissage en air du moteur.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Oui. Le G.P.L. gazeux occupe une partie du volume d'admission et réduit la quantité d'air admise.

**Question 3.10. Indiquez si le fonctionnement au G.P.L. a une répercussion sur les températures d'échappement et justifiez votre réponse à partir de l'état du G.P.L. au niveau du diffuseur.**

Oui. Au niveau du diffuseur, le G.P.L. est déjà gazeux : il ne se vaporise donc pas dans l'admission et n'y absorbe pas la chaleur de vaporisation. La charge admise est moins refroidie que lorsque le carburant se vaporise dans l'admission. Cela peut augmenter la température de combustion et entraîner une hausse de la température des gaz d'échappement.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Oui. Le G.P.L. étant gazeux au diffuseur, il ne refroidit pas la charge par vaporisation dans l'admission.

## 4. Étude du capteur de pression tubulure

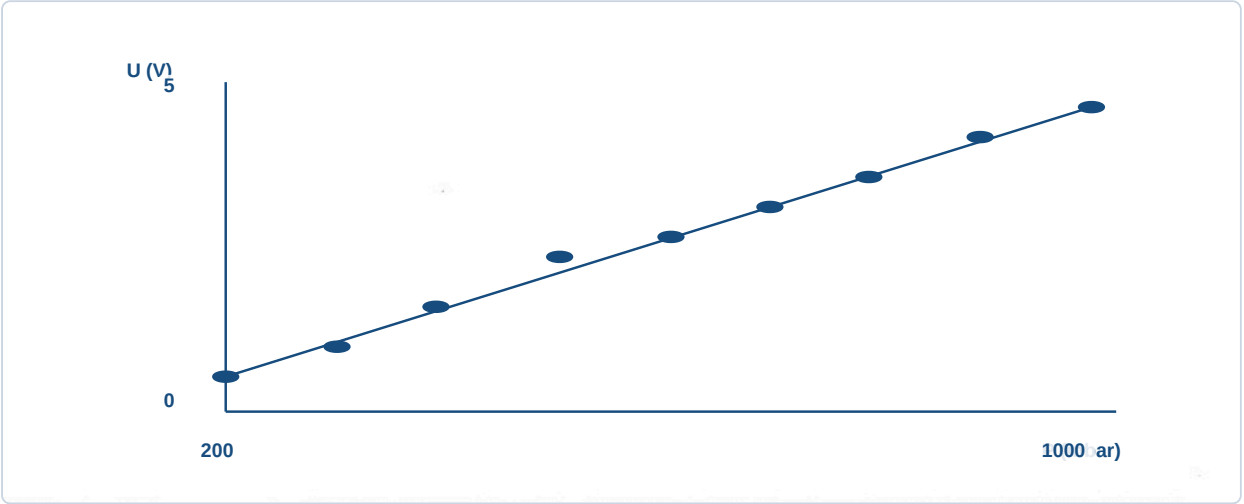
Les relevés de pression et de tension d'un capteur de pression tubulure sont fournis dans un tableau. L'étude porte sur sa caractéristique, le codage numérique du signal par un CAN de 8 bits et la résolution de la mesure.

### Caractéristique du capteur

**Question 4.1. Tracez la courbe U = f(P) à partir des relevés fournis, en respectant les échelles indiquées : 50 mbar par centimètre en abscisse et 0,5 V par centimètre en ordonnée.**

Reporter les neuf couples $(P ; U)$ du tableau, avec $P$ en abscisse et $U$ en ordonnée. Respecter les échelles demandées : 50 mbar par centimètre horizontalement et 0,5 V par centimètre verticalement. Les points sont placés sur le document dans le visuel ; les relier par une courbe croissante pour obtenir la caractéristique expérimentale du capteur.

Caractéristique expérimentale du capteur




✓ RÉPONSE À RETENIR

La caractéristique expérimentale est croissante ; les neuf points du tableau sont reportés sur le graphique.

**Question 4.2. Déterminez et écrivez avec les unités l'équation entrée-sortie du capteur.**

La caractéristique est approximativement affine. En utilisant les deux relevés extrêmes, $P = 200$ mbar, $U = 0{,}55$ V et $P = 1000$ mbar, $U = 4{,}75$ V, le coefficient directeur est $(4{,}75 - 0{,}55)/(1000 - 200) = 0{,}00525$ V/mbar. L'ordonnée à l'origine vaut $0{,}55 - 0{,}00525 \times 200 = -0{,}50$ V. L'équation est donc une approximation de la caractéristique mesurée.

✓ RÉPONSE À RETENIR

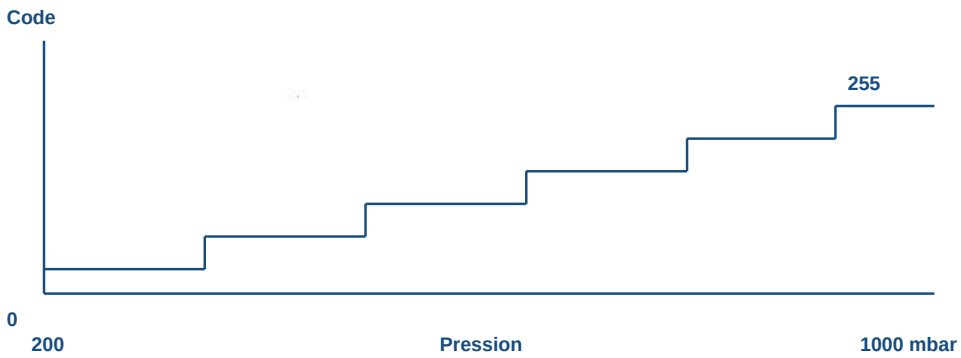
$U \approx 0{,}00525P - 0{,}50$, avec $U$ en volts et $P$ en mbar.

### Conversion analogique-numérique

**Question 4.3. Tracez la forme du signal en sortie du CAN en fonction de la pression.**

Le CAN transforme le signal continu du capteur en codes numériques discrets. Quand la pression augmente, le code augmente par paliers : la sortie a donc la forme d'un escalier croissant, et non d'une droite continue. Le visuel représente cette forme de manière schématique, entre la pression minimale relevée et la pression maximale codée.

Signal numérique du CAN en fonction de la pression




✓ RÉPONSE À RETENIR

Signal numérique croissant par paliers, du code 0 au code 255.

**Question 4.4. Indiquez sur combien de valeurs la pression peut être codée par le CAN de 8 bits.**

Avec 8 bits, chaque bit peut prendre deux états, 0 ou 1. Le CAN dispose donc de $2^8$ combinaisons possibles, allant du mot binaire $00000000$ au mot $11111111$. Ces combinaisons correspondent à autant de codes distincts pour représenter les valeurs de pression.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La pression peut être codée sur 256 valeurs distinctes.

**Question 4.5. En supposant que le mot 0 représente la pression minimale relevée et que la pression maximale codée est de 1 bar, calculez la résolution du CAN en mbar.**

La pression minimale relevée est 200 mbar, et la pression maximale codée est 1 bar, soit 1000 mbar. L'étendue de mesure est donc $1000 - 200 = 800$ mbar. Avec la définition usuelle du pas de quantification d'un CAN, on divise cette étendue par $2^8 = 256$ niveaux : $800/256 = 3{,}125$ mbar par niveau.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Résolution conventionnelle du CAN : 3,125 mbar par niveau sur l'étendue de 200 à 1000 mbar.

# Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2000)

**Bilan de l'épreuve :** Cette épreuve U52 du BTS Moteur à combustion interne, code MOESEAM, dure 3 heures et a un coefficient 3; la session n'est pas indiquée. Elle étudie la consommation d'essence par bilan carbone, compare essence et G.P.L., analyse le circuit d'alimentation et le détendeur-vaporisateur, puis examine un capteur de pression tubulure et sa conversion numérique.

### Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Le bilan carbone relie le carbone du carburant à celui retrouvé dans le $CO_2$, le CO et les hydrocarbures des gaz d'échappement.
- La consommation volumique se calcule à partir de la masse consommée et de la masse volumique, puis se ramène à 100 km.
- À l'équilibre liquide-vapeur, la pression de vapeur saturante dépend de la température et reste liée à la présence de liquide.
- Un CAN de n bits code $2^n$ valeurs; la résolution dépend de l'étendue de pression mesurée et du nombre de pas de quantification.

### Points de vigilance & attentes du jury

- Distinguer les masses de $CO_2$, de CO et d'HC avant d'exprimer leurs masses de carbone.
- Vérifier les unités lors des conversions entre grammes, kilogrammes, mètres cubes, litres et kilomètres.
- Lire les courbes selon la pression absolue, la température et la courbe correspondant au mélange G.P.L.
- Pour le capteur et le CAN, respecter les échelles, identifier les axes et indiquer les unités de l'équation.

## Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

**Q : Comment appliquer le bilan carbone pour retrouver la masse de carburant consommée ?**

Calculez la part de carbone contenue dans chaque espèce mesurée à partir des masses molaires. Additionnez les masses de carbone des gaz d'échappement, puis égalisez cette somme à la masse de carbone initialement contenue dans le carburant.

**Q : Comment déterminer la résolution du CAN de 8 bits dans cet exercice ?**

Un codage sur 8 bits fournit 256 valeurs. Repérez l'intervalle de pression entre la valeur minimale mesurée et la pression maximale codée, puis divisez cet intervalle par le nombre de pas retenu selon la convention de résolution utilisée.

**Q : Comment organiser le temps de l'épreuve et les copies ?**

Le sujet recommande 10 minutes de lecture, puis 40 minutes pour chacune des deux premières parties, une heure pour la troisième et 30 minutes pour la quatrième. Chaque partie doit être traitée sur une copie séparée.

**Q : Un barème détaillé ou des points par question sont-ils indiqués ?**

Aucun barème par question ni total de points n'est imprimé dans le sujet fourni. Le coefficient officiel est 3. La clarté des réponses, la présentation et la précision des argumentations sont annoncées comme prises en compte dans la notation.

**Sujet officiel associé (PDF) :** https://btsmte.fr/assets/annales/bts-mte/E5 - Mise au point d'une motorisation/2000/BTS MTE - E5 - Mise au point d'une motorisation - Session 2000 - 2-Sujet.pdf
**Ressources BTS Motorisations Toutes Énergies :** Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

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.