

BTS Maintenance des véhicules

Réunion d'entente sur la correction de l'épreuve E4 session 2025

Éléments de lecture et barème



Académie de Rennes

Objectifs de la proposition qui va suivre :

- Présenter les critères d'évaluation communs nationaux,
- Se construire une philosophie de correction commune,
- Tenir compte des ambiguïtés éventuelles du sujet,
- Permettre aux correcteurs de se sentir à l'aise avec l'intégralité du sujet,
- Proposer à l'échelle des académies une évaluation la plus juste et équitable possible dans les conditions qui sont celles proposées par l'institution.

Structure du sujet

Support de l'étude

Barème général sur 150 points

MOTEUR DTI 8

Partie 1 : Analyse systèmes d'alimentation en carburant et en air (16 points)

Partie 2 : Analyse du système d'échappement (22 points)

Partie 3 : Étude thermodynamique des performances du moteur DTI8 (55 points)

Partie 4 : Analyse du système « AdBlue » (27 points)

Partie 5 : Analyse du système EGR (30 points)

Partie 1 : Analyse des systèmes d'alimentation en carburant et en air

| Question | 1-1 | 1-2 | 1-3 | |
|----------|-----|-----|-----|----|
| Points | 6 | 4 | 6 | 16 |

Q 1-1 Colorier le schéma du circuit de carburant selon la légende suivante :

Rouge : haute pression

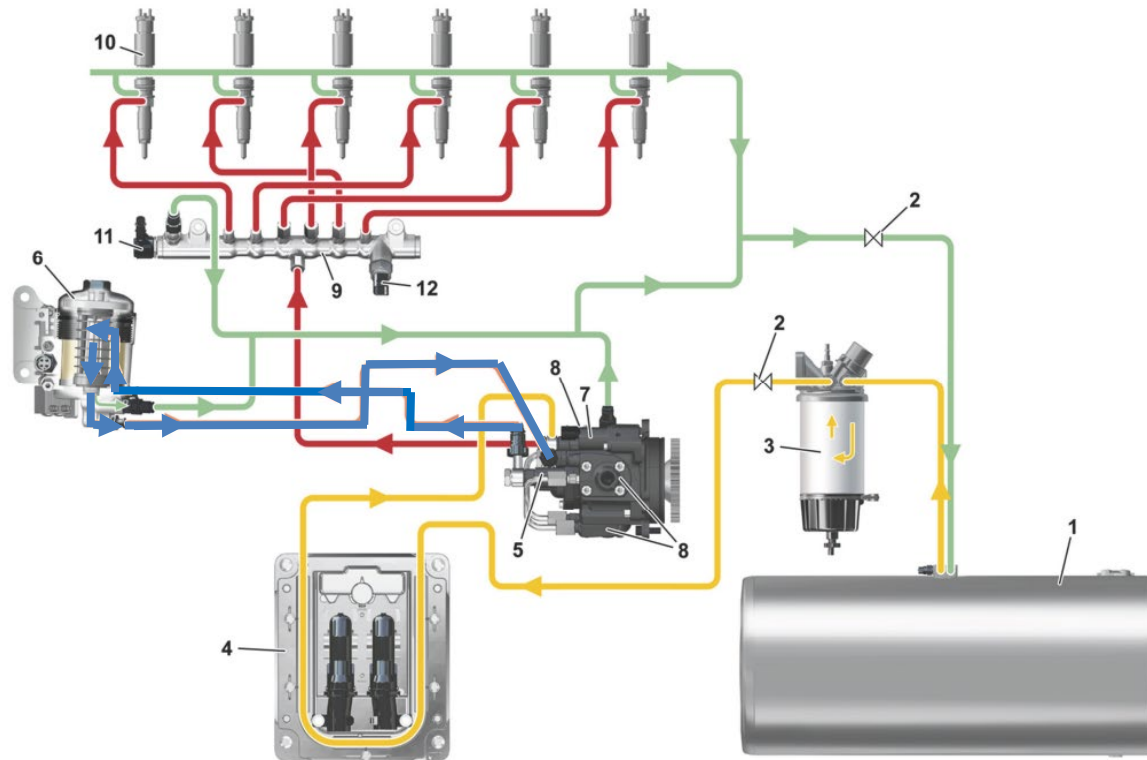
Bleu : basse pression

Vert : retour réservoir

Jaune : aspiration

6 points

1,5 point par couleur



Q 1-2 Compléter 4 cases de la colonne des fonctions avec les propositions suivantes :

Amorcer le circuit

Stocker le carburant à la pression atmosphérique

Stocker le carburant en haute pression

Isoler le circuit

4 points

1 point par fonction bien placée

| Désignation | Fonction |
|--|--|
| 1. Réservoir | Stocker le carburant à la pression atmosphérique |
| 2. Vanne d'arrêt | Isoler le circuit |
| 3. Préfiltre avec séparateur d'eau et pompe à main | Amorcer le circuit |
| 4. Boucle de refroidissement EMS | |
| 5. Pompe d'alimentation | |
| 6. Filtre principal | |
| 7. Vanne de contrôle aspiration | |
| 8. Pompe haute pression | |
| 9. Rampe commune | Stocker le carburant en haute pression |
| 10. Injecteur | |
| 11. ePRV | |
| 12. Capteur de pression de carburant | |

Q 1-3 Sur le schéma de principe de l'alimentation en air, colorier les circuits selon la légende suivante :

Admission d'air : Bleu

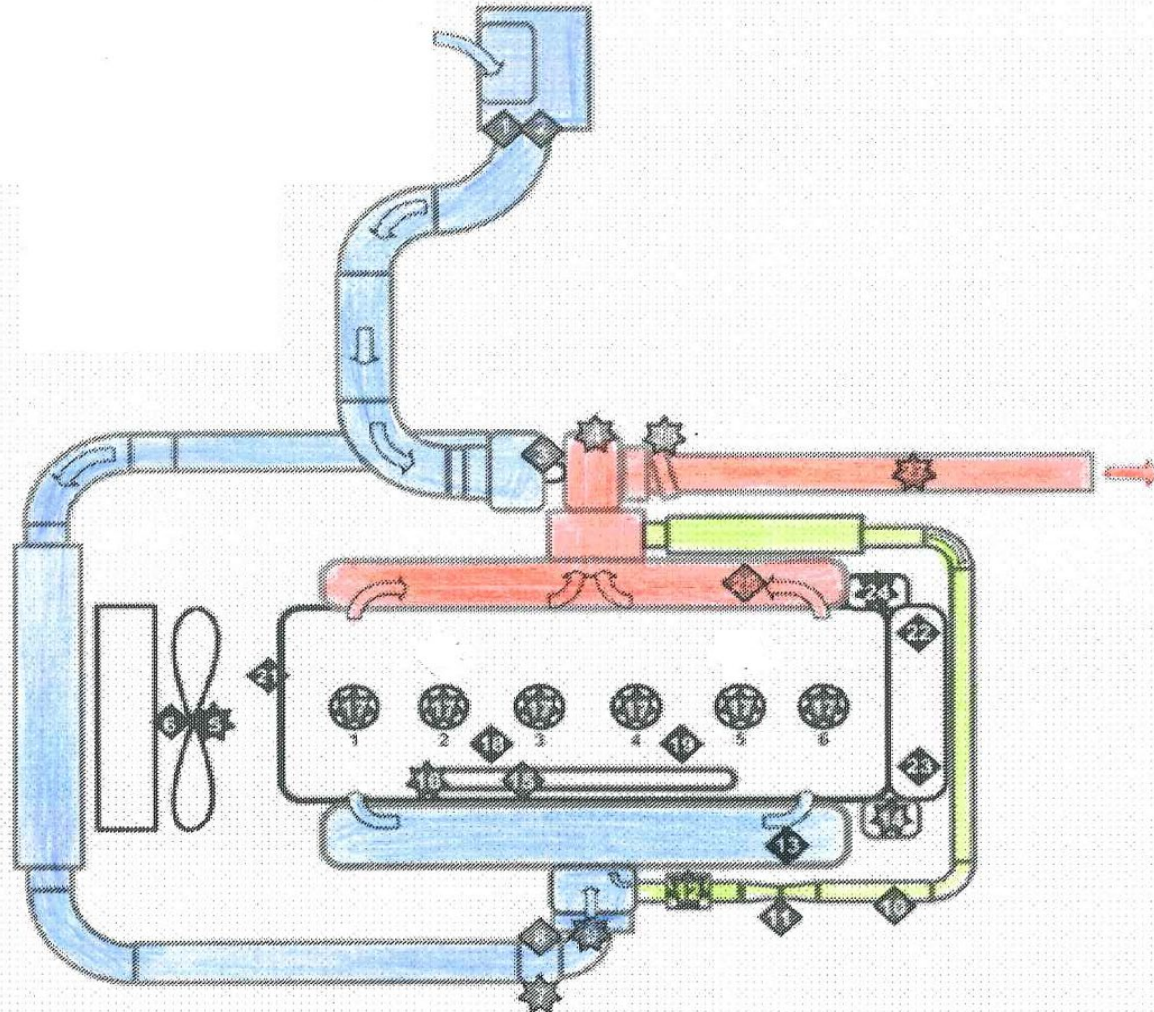
Échappement : Rouge

Recyclage : Vert

6 points

2 points par couleur.

Dans le collecteur d'admission accepter bleu, vert, mélange de ces 2 couleurs ou pas de couleur.



Partie 2 : Analyse du système d'échappement

| Question | 2-1 | 2-2 | |
|----------|-----|-----|----|
| Points | 6 | 16 | 22 |

Q 2-1 Compléter par des croix la nomenclature du circuit des gaz d'échappement.

6 points

-1 point par croix mal placée.



| Repère et désignation | Préactionneur et actionneur | Capteur | Autre |
|---|-----------------------------|---------|-------|
| A Air comprimé | | | X |
| B Carburant basse pression | | | X |
| 3 Électrovanne de dosage carburant | X | | |
| 4 Capteur de pression carburant | | X | |
| 5 Papillon d'échappement | X | | |
| 6 Sonde température amont DOC | | X | |
| 7 Sonde température aval DOC | | X | |
| 8 Capteur de pression différentiel DPF | | X | |
| 9 Sonde température sortie DPF | | X | |
| 10 Sonde NOx amont | | X | |
| 11 Réservoir d'urée | | | X |
| 12 Sonde de niveau et température d'urée | | X | |
| 13 Capteur de pression et de température d'urée | | X | |
| 14 Pompe de dosage d'urée | X | | |
| 15 Capteur de pression d'air | | X | |
| 16 Électrovanne d'air | X | | |
| 17 Réchauffage AdBlue | X | | |
| 18 Injecteur urée | X | | |
| 19 Sonde NOx aval | | X | |

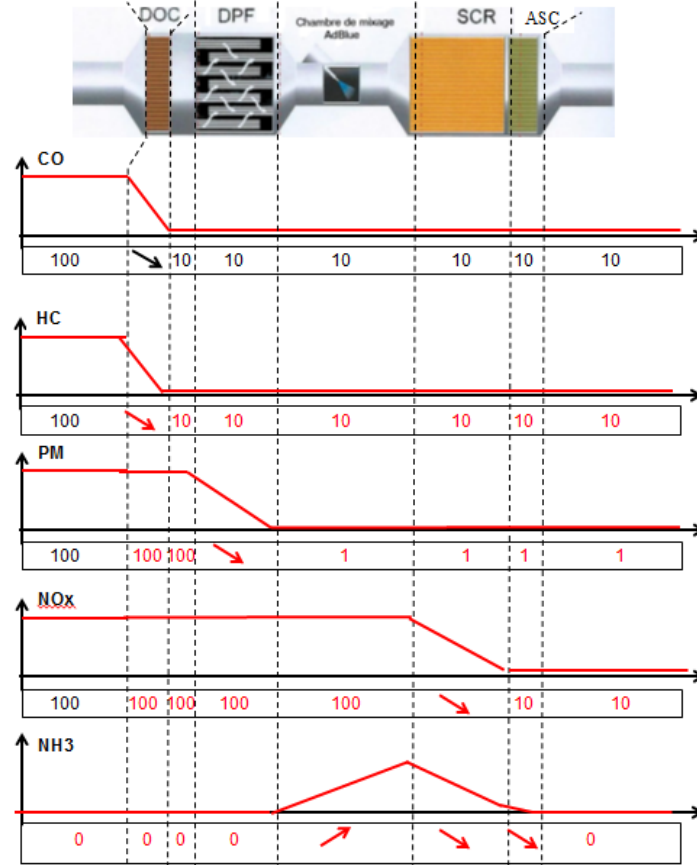
Q 2-2 Compléter les autres lignes en traçant les graphes et en indiquant les pourcentages et les évolutions (↘ ou ↗) pour chaque constituant.

16 points

4 points par graphe dont 2 pour la courbe et 1 pour la ligne des pourcentages et évolutions.

Pour la courbe NH₃ :

- dans la chambre de mélange toute courbe croissante de 0 à 100% admise
- dans le SCR toute courbe décroissante de 100% à 5% admise.
- dans l'ASC toute courbe décroissante de 5% à 0% admise.



Partie 3 : Étude thermodynamique des performances du moteur DTI8

| | | | | | | | | |
|-----------------|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|
| Question | 3-1 | 3-2 | 3-3 | 3-4 | 3-5 | 3-6 | 3-7 | 3-8 |
| Points | 6 | 4 | 4 | 6 | 6 | 3 | 8 | 7 |
| Question | 3-9 | 3-10 | 3-11 | 3-12 | | | | |
| Points | 2 | 2 | 3 | 4 | 55 | | | |

Q 3-1 À partir des dimensions du moteur calculer sa cylindrée unitaire V_u , vérifier que sa cylindrée totale V correspond à celle donnée par le constructeur.

6 points

2 points pour l'expression littérale de V_u et 1 point pour le résultat.

1 point pour l'expression littérale de V et 1 point pour le résultat.

0,5 point pour les unités.

0,5 point pour la conclusion.

Cylindrée unitaire $V_u = \text{Course} \times \text{Surface du piston}$

$$V_u = C \times \frac{\pi \times D^2}{4} = 13,5 \times \frac{\pi \times 11^2}{4} = 1282,9 \text{ cm}^3$$

Cylindrée totale $V = \text{Cylindrée unitaire} \times \text{nombre de cylindres}$

$V = 1282,9 \times 6 = 7697,4 \text{ cm}^3 = 7,7 \text{ L}$ ce qui correspond à la donnée constructeur.



Q 3-2 Déterminer les valeurs des volumes V_1 (PMB) et V_2 (PMH) à l'aide de la cylindrée unitaire et du rapport volumétrique.

4 points

2 points pour le calcul littéral et 1 point pour chaque résultat.

-0,5 point si unité absente.

Pour 1 cylindre :

Rapport volumétrique $\varepsilon = \frac{V_1}{V_2} = \frac{V_u + V_2}{V_2}$



$$\varepsilon \times V_2 = V_u + V_2$$

$$\varepsilon \times V_2 - V_2 = V_u$$

$$V_2 \times (\varepsilon - 1) = V_u$$

$$V_2 = \frac{V_u}{(\varepsilon - 1)} = \frac{1282,9}{17,5 - 1} = 77,75 \text{ cm}^3$$

$$V_1 = V_u + V_2 = 1282,9 + 77,8 = 1360,7 \text{ cm}^3$$

Q 3-3 À partir de l'équation des gaz parfaits ($p \times V = m \times r \times T$), calculer la masse totale de gaz m_T contenue dans un cylindre au PMB (point 1) (on suppose par la suite, qu'en raison de la présence du turbo, le cylindre est entièrement rempli d'air).

4 points

1 point pour les expressions littérales et 1 point pour chaque résultat.
-0,5 point si unité absente.

$$m_T = \frac{p_1}{r \times T_1} \times V_1 = \frac{2,5 \times 10^5}{287 \times (25 + 273)} \times 1361 \times 10^{-6} = 3,98 \times 10^{-3} \text{ kg}$$



Q 3-4 En tenant compte de la richesse et du dosage stœchiométrique, calculer le dosage réel $d_{\text{réel}} = \frac{m_c}{m_T}$ puis calculer la masse de carburant m_c injectée au cours d'un cycle moteur pour un cylindre.

6 points

3 points pour le calcul du dosage réel et 3 points pour la masse m_c .
-0,5 point si unité absente.

$$Ri = \frac{\text{dosage réel}}{\text{dosage stoéchiométrique}} = \frac{\frac{m_c}{m_T}}{\frac{1}{15}} = 0,66$$

$$d_{\text{réel}} = \frac{m_T}{m_a} = 0,66 \times \frac{1}{15} = 0,044$$

$$m_c = 0,044 \times m_T = 0,044 \times 3,98 \cdot 10^{-3} = 1,75 \times 10^{-4} \text{ kg}$$

Q 3-5 Calculer la pression p_2 et la température absolue T_2 au point 2.**6 points**

2 points pour l'expression littérale et 1 point pour chaque résultat.
-0,5 point si unité absente.

De 1 à 2 : compression isentropique : $p_1 \times V_1^\gamma = p_2 \times V_2^\gamma$

$$\text{soit } p_2 = \frac{p_1 \times V_1^\gamma}{V_2^\gamma} = p_1 \times \varepsilon^\gamma = 2,5 \times 10^5 \times 17,5^{1,28} = 97,5 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$T_2 = \frac{p_2 \times V_2}{m_T \times r} = \frac{97,5 \cdot 10^5 \times 78 \cdot 10^{-6}}{3,98 \cdot 10^{-3} \times 287} = 665,8 \text{ K}$$

Q 3-6 À l'aide du PCI et des données du problème, calculer la chaleur dégagée Q_{comb} au cours de la combustion.**3 points**

2 points pour l'expression littérale et 1 point le résultat.
-0,5 point si unité absente.

De 2 à 4 : combustion :

$$Q_{comb} = m_c \times P_{ci} \times \eta_{comb} = 0,175 \times 10^{-3} \times 43000 \times 10^3 \times 1 = 7525 \text{ J}$$

Q 3-7 Calculer Q_{23} et Q_{34} . À partir de la formule du type $Q = m \times c \times \Delta T$, calculer T_3 et T_4 .**8 points**1 point pour Q_{23} et 1 point pour Q_{34} .3 points pour T_3 (dont 1 point pour la formule

$$Q_{23} = m_T \cdot c_v \cdot (T_3 - T_2))$$

3 points pour T_4 (dont 1 point pour la formule

$$Q_{34} = m_T \cdot c_p \cdot (T_4 - T_3))$$

-0,5 point si unité absente.

$$Q_{23} = 60\% \times Q_{comb} = 0,6 \times 7525 = 4515 \text{ J}$$

$$Q_{34} = 40\% \times Q_{comb} = 0,4 \times 7525 = 3010 \text{ J}$$

De 2 à 3 combustion isochore :

$$Q_{23} = m_T \times c_v \times (T_3 - T_2)$$

$$T_3 = \frac{Q_{23}}{m_T \times c_v} + T_2 = \frac{4515}{3,98 \times 10^{-3} \times 1025} + 666 = 1770 \text{ K}$$

De 3 à 4 combustion isobare :

$$Q_{34} = m_T \times c_p \times (T_4 - T_3)$$

$$T_4 = \frac{Q_{34}}{m_T \times c_p} + T_3 = \frac{3010}{3,98 \times 10^{-3} \times 1312} + 1770 = 2346 \text{ K}$$

Q 3-8 Calculer le travail échangé au cours du cycle 12345 : W_{123451} .**7 points**1 point pour chaque travail et 2 points pour le total (dont 1 pour la formule $W_{123451} = W_{12} + W_{23} + W_{34} + W_{45} + W_{51}$).

-0,5 point si unité absente.

$$\text{Travail du cycle : } W_{123451} = W_{12} + W_{23} + W_{34} + W_{45} + W_{51}$$

 W_{23} et W_{51} sont nuls car ce sont des isochores

Isentropique de 1 à 2 :

$$W_{12} = m_T \times c_v \times (T_2 - T_1) = 3,98 \times 10^{-3} \times 1025 \cdot (666 - 298) = 1501 \text{ J}$$

Isobare de 3 à 4 :

$$W_{34} = -m_T \times r \times (T_4 - T_3) = -3,98 \cdot 10^{-3} \times 287 \times (2346 - 1770) = -658 \text{ J}$$

Isentropique de 4 à 5 :

$$W_{45} = m_T \times c_v \times (T_5 - T_4) = 3,98 \times 10^{-3} \times 1025 \times (1140 - 2346) = -4920 \text{ J}$$

$$W_{123451} = 1501 + 0 - 658 - 4920 + 0 = -4077 \text{ J}$$

Q 3-9 Calculer le travail W_{01670} pour la boucle 01670, on donne : $W_{01670} = - (p_1 - p_6) \times V_u$ avec $p_6 = 10^5$ Pa.

2 points pour le résultat.
-0,5 point si unité absente.

$$W_{01670} = - (p_1 - p_6) \times V_u = -(2,5 \times 10^5 - 1 \times 10^5) \times 1283.10^{-6} = -192 J$$

Q 3-10 En déduire le travail échangé pour l'ensemble du cycle $W_{012345670}$ pour un cylindre.

2 points

1 pour l'expression et 1 pour le résultat.
-0,5 point si unité absente.

$$W_{012345670} = W_{123451} + W_{01670} = -4077 - 192 = -4269 J$$

Q 3-11 Au régime d'étude $2100 \text{ tr}\cdot\text{min}^{-1}$, calculer la puissance théorique de ce moteur.

3 points

2 pour l'expression littérale et 1 pour le résultat.
-0,5 point si unité absente.

$$P_{th} = |W_{012345670}| \times n \times \chi = 4,2 \times 6 \times \frac{2100}{2 \times 60} = 441 kW$$

Q 3-12 Calculer la puissance maxi réellement fournie par le moteur. Comparer avec celle annoncée par le constructeur.

4 points

2 pour l'expression littérale, 1 pour le résultat, 1 point pour la conclusion. -0,5 point si unité absente.

$P_{maxi} = P_{th} \times \eta_f \times \eta_m = 441 \times 0,6 \times 0,9 = 238 \text{ kW}$ conforme à la donnée constructeur qui est de 235 kW.

Partie 4 : Analyse du système « AdBlue »

| Question | 4-1 | 4-2 | 4-3 | |
|----------|-----|-----|-----|----|
| Points | 4 | 13 | 10 | 27 |

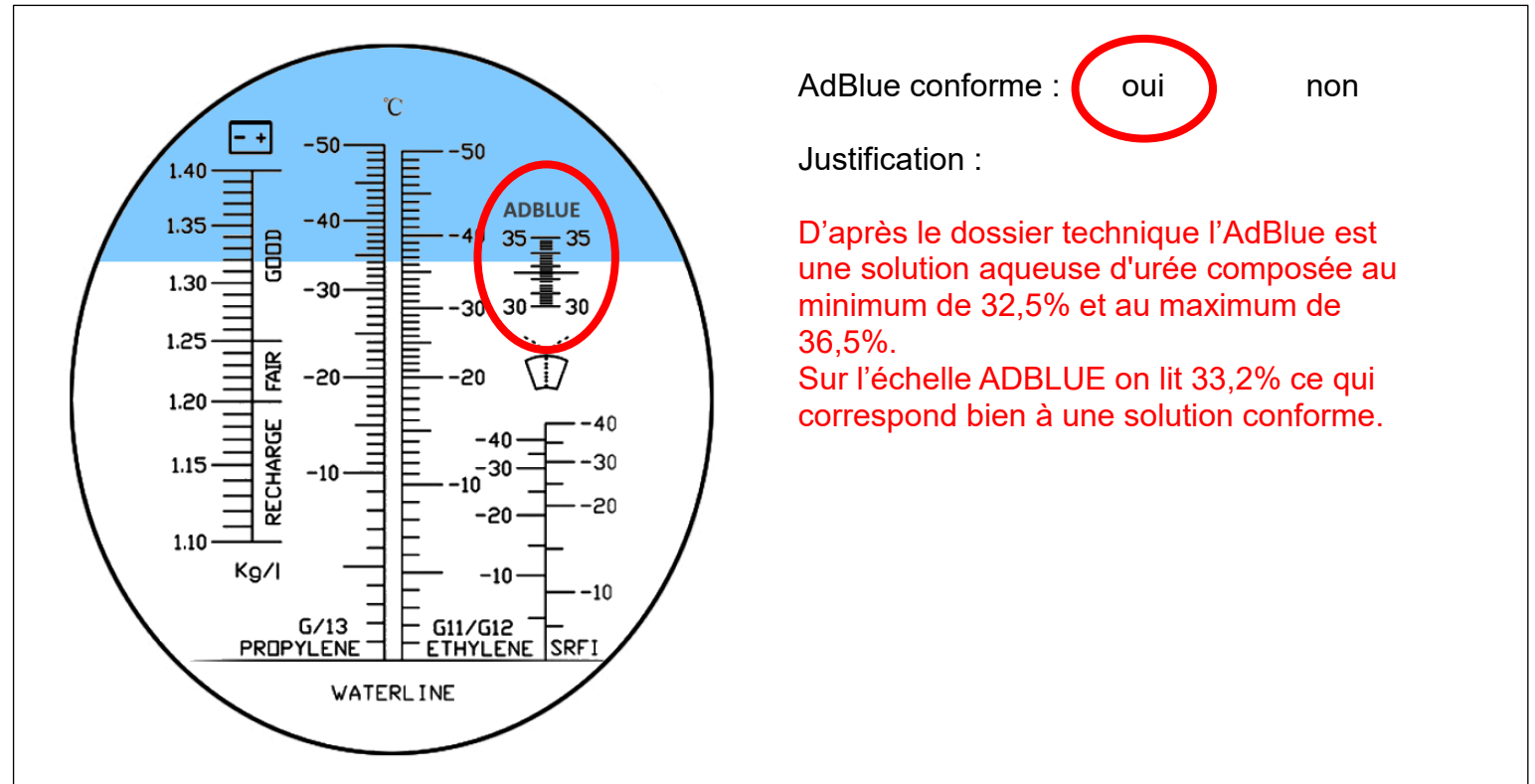
Q 4-1 Entourer l'échelle concernant l'AdBlue et en déduire si l'échantillon examiné est conforme à la norme ou non en entourant votre réponse et en la justifiant.

4 points

1 point pour la zone entourée

1 point pour le **oui** entouré

2 points pour la justification.



AdBlue conforme : **oui** non

Justification :

D'après le dossier technique l'AdBlue est une solution aqueuse d'urée composée au minimum de 32,5% et au maximum de 36,5%.
Sur l'échelle ADBLUE on lit 33,2% ce qui correspond bien à une solution conforme.

Q 4-2 Compléter la nomenclature comme pour l'exemple donné pour le repère B88.

Remarque : pour la seconde colonne, seules 4 cases sont à compléter avec les repères ①, ②, ③, ⑤ et ⑥.

13 points

1 point par repère.

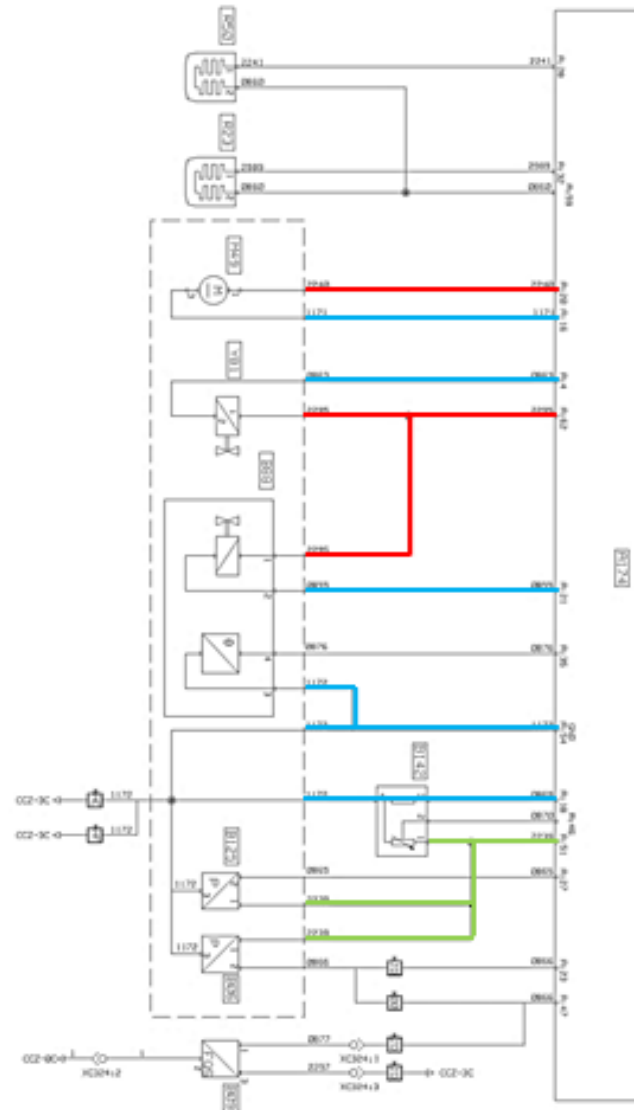
| Repère schéma électrique | Désignation | Repère sur le schéma du circuit d'AdBlue | Repère sur l'ensemble « AL-BONAIR » |
|--------------------------|--|--|-------------------------------------|
| A174 | Calculateur de gestion du post-traitement des gaz d'échappement (ACM) | 3 | |
| B06 | Capteur de pression d'air dans le réservoir d'apport d'AdBlue | 15 | ③ |
| B88 | Ensemble électrovanne et capteur de température d'apport d'AdBlue | 11 et 16 | ④ |
| B125 | Capteur de pression d'apport d'AdBlue | 17 | ② |
| B142 | Ensemble de capteurs de température et de niveau d'AdBlue dans le réservoir | 2 | ⑥ |
| M49 | Ensemble module pompe d'apport d'AdBlue | 27 | ① |
| R23 | Résistance de chauffage de l'AdBlue (sur le circuit entre l'injecteur et le réservoir) | 18 | |
| R50 | Résistance de chauffage d'apport d'AdBlue (sur le circuit du réservoir vers le module pompe) | 18 | |
| Y81 | Électrovanne de refroidissement de l'AdBlue | 12 | ⑤ |

Q 4-3 En prenant comme modèle les 2 fils reliant M49 et A174, colorier les fils qui relient les composants du système « ALBONAIR » au calculateur ACM selon la légende suivante :
Alimentations : Rouge : +24V, Vert : +5V
Masses : Bleu

10 points

1 point par couleur de trait exacte.

10 traits qui partent du système « ALBONAIR » vers A174 et 1 trait qui part du B142 vers A174.



Partie 5- Analyse du système EGR

| Question | 5-1 | 5-2 | 5-3 | 5-4 | 5-5 | |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| Points | 8 | 7 | 3,5 | 4 | 7,5 | 30 |

**Q 5-1 D'après le schéma de câblage ci-dessous, calculer :
La tension U_i ; l'intensité I et la valeur de la résistance R_c .
La valeur trouvée est-elle correcte pour la température de 34°C donnée par l'outil de diagnostic au ralenti ?**

8 points

2 par calcul

2 pour la valeur correcte

$$U_i = 5 \text{ V} - U_c = 3,4 \text{ V}$$

$$I = U_i / R_i = 3,4 / 470 = 7,23 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$R_c = U_c / I = 1,6 / 7,23 \times 10^{-3} = 221 \ \Omega$$

D'après la courbe du dossier technique, la valeur de R_c calculée correspond bien à une température de 34°C .

Q 5-2 Entourer la bonne réponse en précisant si les valeurs sont normales (oui ou non) dans les cases « conclusions » du tableau de relevés page DR 7.

7 points

1 point par bonne réponse

| Valeurs attendues | Valeurs mesurées | | | Conclusions (entourer la bonne réponse) | |
|--|----------------------|---------------------------|-------------------|---|--------------------------------------|
| | Ralenti | 1500 tr·min ⁻¹ | Tension | | |
| Temp. Echappement > 200°C moteur chaud | 205°C | 224°C | | <input checked="" type="radio"/> OUI | <input type="radio"/> NON |
| Temp. eau moteur 80°C <Temp.< 105°C moteur chaud | 88°C | 89°C | | <input checked="" type="radio"/> OUI | <input type="radio"/> NON |
| Temp. Gaz EGR 70°C <Temp.< 100°C vanne EGR ouverte | 34°C | 36°C | 1,60 V au ralenti | <input type="radio"/> OUI | <input checked="" type="radio"/> NON |
| Pression diff. EGR 5 < P diff. < 16 kPa * | 1,18 kPa | 3,214 kPa | 0,61 V au ralenti | <input type="radio"/> OUI | <input checked="" type="radio"/> NON |
| Position vanne EGR de 15% à 40% * | 0 % | 29 % | | <input checked="" type="radio"/> OUI | <input type="radio"/> NON |
| Position volet EGR de 0% à 100% | 50 % | 60 % | 2,55 V au ralenti | <input checked="" type="radio"/> OUI | <input type="radio"/> NON |
| Masse de gaz EGR de 70 à 190 kg·h ⁻¹ * | 0 kg·h ⁻¹ | 21,25 kg·h ⁻¹ | | <input type="radio"/> OUI | <input checked="" type="radio"/> NON |

**Q 5-3 La valeur de tension du capteur de pression différentielle EGR est-elle cohérente ?
Justifier votre réponse.**



3,5 points (2+1,5)

D'après la courbe du dossier technique, la valeur de tension du capteur correspond à une pression de 1,18 kPa.



Q 5-4 Les résultats des relevés sur le capteur NOx amont peuvent-ils provoquer le message « défaillance pollution » au tableau de bord ? Pourquoi ?

4 points (2+2)

Les teneurs de NOx sont nettement plus élevées.
Non, les valeurs de NOx restent inférieures à 1000 PPM.

Q 5-5 D'après ces relevés ainsi que les réponses effectuées aux questions 5-1 à 5-4, donner une conclusion probable de la cause du dysfonctionnement présent sur ce véhicule en notant OUI ou NON pour chaque proposition du tableau page DR 8 en justifiant votre choix pour toutes les propositions de panne du tableau.

7,5 points

0,5 point / oui ou non
1 point / justification

| OUI / NON | Pannes proposées |
|--|---|
| NON | Commande du volet EGR défailante |
| Justification : Position correcte du volet à la question 5-2 | |
| OUI | Circuit de recirculation des gaz EGR obturé par des résidus solides |
| Justification : Malgré les valeurs cohérentes relevées des différents capteurs, volet et vanne, la masse de gaz EGR est beaucoup trop faible. | |
| NON | Capteur de pression différentiel défailant |
| Justification : La valeur donnée par le capteur est cohérente. | |
| NON | Capteur de température des gaz d'échappement défailant |
| Justification : La valeur donnée par le capteur est cohérente. | |
| NON | Commande de la vanne EGR défailante |
| Justification : La position relevée de la vanne EGR question 5-2 est bonne. | |