



**LE RÉSEAU DE CRÉATION  
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

**Ce document a été mis en ligne par le Réseau Canopé  
pour la Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

**Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.**

Examen : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR	SESSION 2017
Spécialité : APRÈS-VENTE AUTOMOBILE	Code : AVE4SCP
Épreuve : E4 - ANALYSE DES SYSTÈMES ET CONTRÔLE DES PERFORMANCES	Durée : 6 h Coef. : 4

**BTS Après-Vente Automobile**  
**ANALYSE DES SYSTÈMES ET CONTRÔLE DES PERFORMANCES**

**Boîte de vitesses DC4**

**Composition du sujet :**

Dossier technique.....page A1/19 à A19/19

Dossier travail.....page B1/9 à B9/9

Dossier réponses.....page C1/7 à C7/7



*Les différentes parties du sujet sont indépendantes, mais il est préférable de suivre la progression proposée.*

**Le dossier réponses est à compléter et à joindre aux feuilles de copie.**

**Barème / 200 points**

**Parties 1 à 3 – Principe, comparaison des transmissions et entrées sorties du calculateur**

Questions	1	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	
Points	14	4	4	4	3	11	<b>40</b>

**Partie 4 – Analyse mécanique et thermique de l'utilisation de l'embrayage**

Questions	4.1.1	4.1.2	4.1.3	4.2.1	4.2.2	4.2.3	4.2.4	4.2.5	4.3.1	
Points	4	4	4	10	3	3	2	2	3	
Questions	4.3.2	4.3.3	4.3.4	4.4.1	4.4.2	4.4.3	4.4.4	4.4.5	4.4.6	
Points	3	3	3	6	2	10	3	3	4	<b>72</b>

**Partie 5 – Analyse du passage des vitesses**

Questions	5.1.1	5.1.2	5.1.3	5.1.4	5.2.1	5.2.2	5.2.3	5.3.1	5.3.2	5.3.3	5.3.4	5.3.5	
Points	3	3	3	4	2	3	4	4	2	2	6	6	<b>42</b>

**Partie 6 – Analyse thermodynamique des vannes EGR haute pression et basse pression**

Questions	6.1.1	6.1.2	6.1.3	6.1.4	6.1.5	6.1.6	6.1.7	6.1.8	6.1.9	6.1.10
Points	2	2	2	2	4	2	4	2	2	2
Questions	6.2.1	6.2.2	6.2.3	6.2.4	6.2.5	6.2.6	6.2.7	6.2.8	6.2.9	
Points	2	2	3	2	2	2	3	3	3	<b>46</b>

**AUCUN DOCUMENT N'EST AUTORISÉ.**

Après une étude globale de la boîte DC4, ce sujet aborde trois problèmes techniques relatifs à des opérations de maintenance et de diagnostic. Ces trois problèmes techniques sont indépendants les uns des autres et sont clairement identifiés au sein des paragraphes dont ils dépendent.

### 1. Principe de fonctionnement de la boîte DC4

1. Sur le document réponses page C1/7, compléter, sur le modèle du dossier technique pages A5/19 et A6/19, le schéma de passage du 4<sup>ème</sup> rapport au 5<sup>ème</sup> rapport :
- représenter les embrayages (ouverts ou fermés) ;
  - indiquer les rapports engagés (pignons crabotés) ;
  - dans la dernière case, indiquer le cheminement de la puissance au 5<sup>ème</sup> rapport et schématiser par deux flèches le déplacement du crabot de 5<sup>ème</sup>.

### 2. Comparaison des différentes transmissions automatiques

Dans une démarche d'information commerciale, un réceptionnaire explique à un client les avantages et inconvénients des différentes transmissions automatiques qui équipent les véhicules vendus par la concession ainsi que ceux vendus par la concurrence. Dans ce contexte, sur feuille de copie et à l'aide de la page A1/19 du dossier technique :

2.1 Indiquer l'avantage de la boîte de vitesse DC4 par rapport à une Boîte de Vitesses Robotisée (BVR) en termes de confort de conduite. Justifier techniquement l'origine de ces différences.

2.2 Indiquer l'avantage de la boîte de vitesse DC4 par rapport à une Boîte de Vitesses Automatique avec convertisseur (BVA) ou par rapport à une Transmission à Variation Continue (CVT) en termes de consommation et d'effet sur l'environnement. Justifier techniquement l'origine de ces différences.

2.3 Citer un avantage de la Boîte de Vitesses Manuelle (BVM) par rapport aux nouvelles transmissions automatiques comme la DC4.

### 3. Entrées sorties du calculateur

3.1 À partir du dossier technique page A10/19, identifier et repérer sur le dossier réponses page C2/7 les capteurs ISS1, ISS2 et OSS.

3.2 À partir du dossier technique pages A7/19 et A9/19 à A16/19, compléter le synoptique des entrées et sorties du calculateur, page C2/7 du dossier réponses, en indiquant les informations qui lui sont fournies et les commandes qu'il gère. Préciser les noms et les repères des capteurs et actionneurs ainsi que les bornes du calculateur auxquelles ils sont connectés.

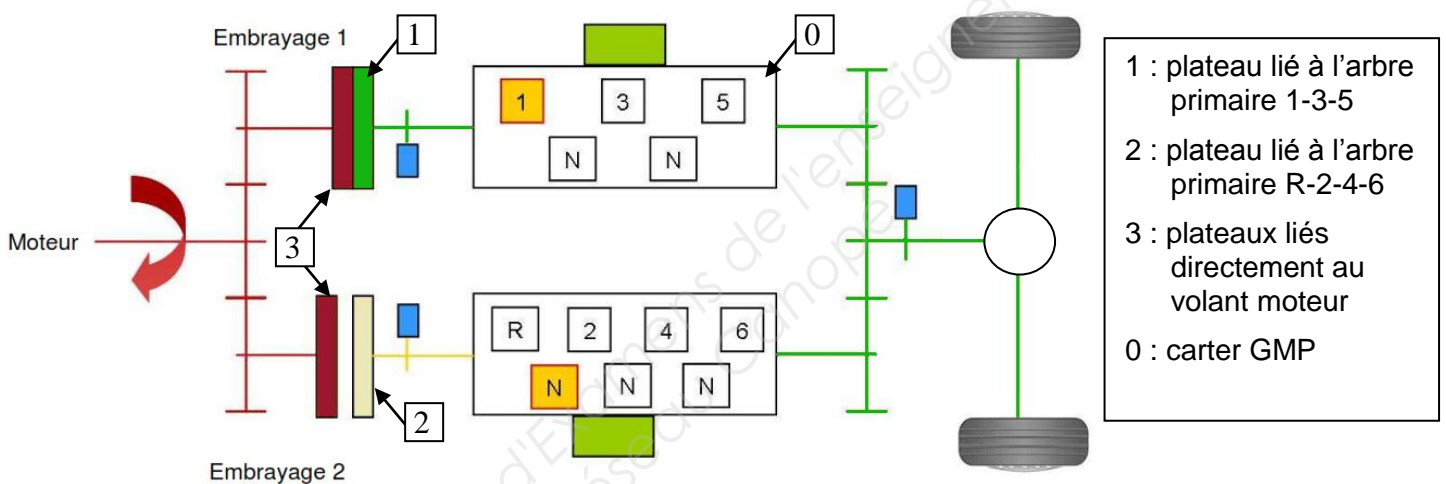
## 4. Analyse mécanique et thermique de l'utilisation de l'embrayage

### PROBLÈME TECHNIQUE

Un client se présente au service après-vente, avec les symptômes suivants : l'aide en côte disparaît temporairement et le passage des vitesses devient brusque lorsqu'il monte un col de montagne en tractant sa remorque dans un trafic dense nécessitant de multiples démarrages.

**Objectif** : On se propose d'étudier l'aide en côte pour analyser son impact et la mettre en relation avec les symptômes constatés.

**Mise en situation et limite de l'étude du problème technique** : Le véhicule est dans une côte de 10 %, le conducteur utilise l'aide en côte pour maintenir son véhicule à l'arrêt pendant 6 secondes.



### 4.1 Mise en évidence des paramètres d'influence

4.1.1 À partir du schéma ci-dessus, expliquer pourquoi la vitesse angulaire du plateau 1 ( $\omega_{1/0}$ ) est nulle lorsque le véhicule est à l'arrêt, première engagée. En déduire la valeur de la puissance  $P_1$ . Compléter le document réponses page C3/7.

4.1.2 Donner l'expression littérale de la puissance sur l'arbre 3 de l'embrayage 1, notée  $P_3$ . Compléter le document réponses page C3/7.

4.1.3 Expliquer en quoi se transforme la puissance d'entrée  $P_3$  lorsque l'aide en côte est utilisée. Compléter le document réponses page C3/7. Indiquer quels sont les organes qui verront leur durée de vie diminuer si cette puissance est trop importante.

## 4.2 Détermination du couple à la roue nécessaire au maintien du véhicule

### Hypothèses et notations

- Le système composé de la voiture et de la remorque admet un plan de symétrie ( $G; \vec{x}, \vec{y}$ ).
- On néglige la résistance au roulement des pneumatiques et les pertes dans la transmission.
- Le centre de gravité de l'ensemble  $S =$  (voiture, remorque) est noté  $G$ .

- Les forces du sol 0 sur  $S$  :  $\overrightarrow{A_{0/S}} \begin{pmatrix} T_A \\ N_A \\ 0 \end{pmatrix}$ ;  $\overrightarrow{B_{0/S}} \begin{pmatrix} 0 \\ N_B \\ 0 \end{pmatrix}$ ;  $\overrightarrow{C_{0/S}} \begin{pmatrix} 0 \\ N_C \\ 0 \end{pmatrix}$ ;  $\overrightarrow{D_{0/S}} \begin{pmatrix} 0 \\ N_D \\ 0 \end{pmatrix}$

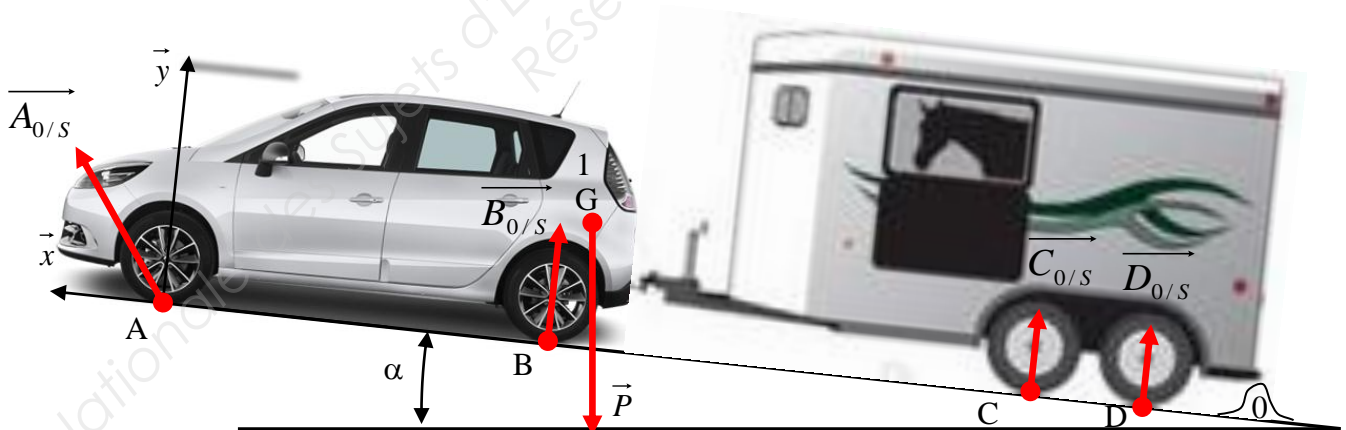
4.2.1 Exprimer littéralement  $\vec{P}$  dans le repère  $(O; \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$ . Isoler  $S$  et appliquer le théorème de la résultante du Principe Fondamental de la Statique (PFS), en projection sur l'axe  $\vec{x}$ . En déduire  $T_A$  en fonction de  $m$  (masse du système  $S$ ),  $g$  (accélération de la pesanteur) et  $\alpha$  (pente).

4.2.2 Isoler l'essieu avant et écrire le théorème des moments du PFS, au centre de la roue, en projection sur l'axe  $\vec{z}$ . En déduire une relation littérale qui donne le couple à la roue  $C_R$  en fonction de  $T_A$  et du rayon de roue,  $R$ . Le guidage en rotation de l'essieu avant est supposé sans frottement.

4.2.3 À l'aide des deux questions précédentes, déterminer une relation littérale qui donne le couple à la roue  $C_R$  en fonction du rayon de roue  $R$ , de  $m$ ,  $g$  et  $\alpha$ .

4.2.4 À partir du dossier technique page A19/19, déterminer le rayon de la roue  $R$  (on rappelle les dimensions des pneumatiques : 205/55 R17 95H et on donne 1 pouce = 25,4 mm).

4.2.5 En prenant la masse maximum correspondant au PTR,  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$  et une pente de 10 % ( $\tan \alpha = 0,1$ ), déterminer le couple à la roue nécessaire au maintien du véhicule dans la côte (quelle que soit la réponse trouvée à la question précédente, on prendra  $R = 0,33\text{m}$ ).



### 4.3 Détermination de l'énergie dégagée dans l'embrayage

Quel que soit le résultat trouvé précédemment, on prendra le couple à la roue  $C_R = 1125 \text{ N.m}$ .

4.3.1 À partir des rapports de boîte et de pont, déterminer le couple à l'embrayage nécessaire au maintien du véhicule dans la côte.

4.3.2 Lors d'un essai routier d'aide en côte dans les conditions d'étude, le régime moteur a été relevé avec l'outil de diagnostic :  $N_{\text{mot}} = 1500 \text{ tr/min}$ . En supposant que le couple moteur fourni est égal à celui délivré par l'embrayage, déterminer la puissance délivrée par le moteur.

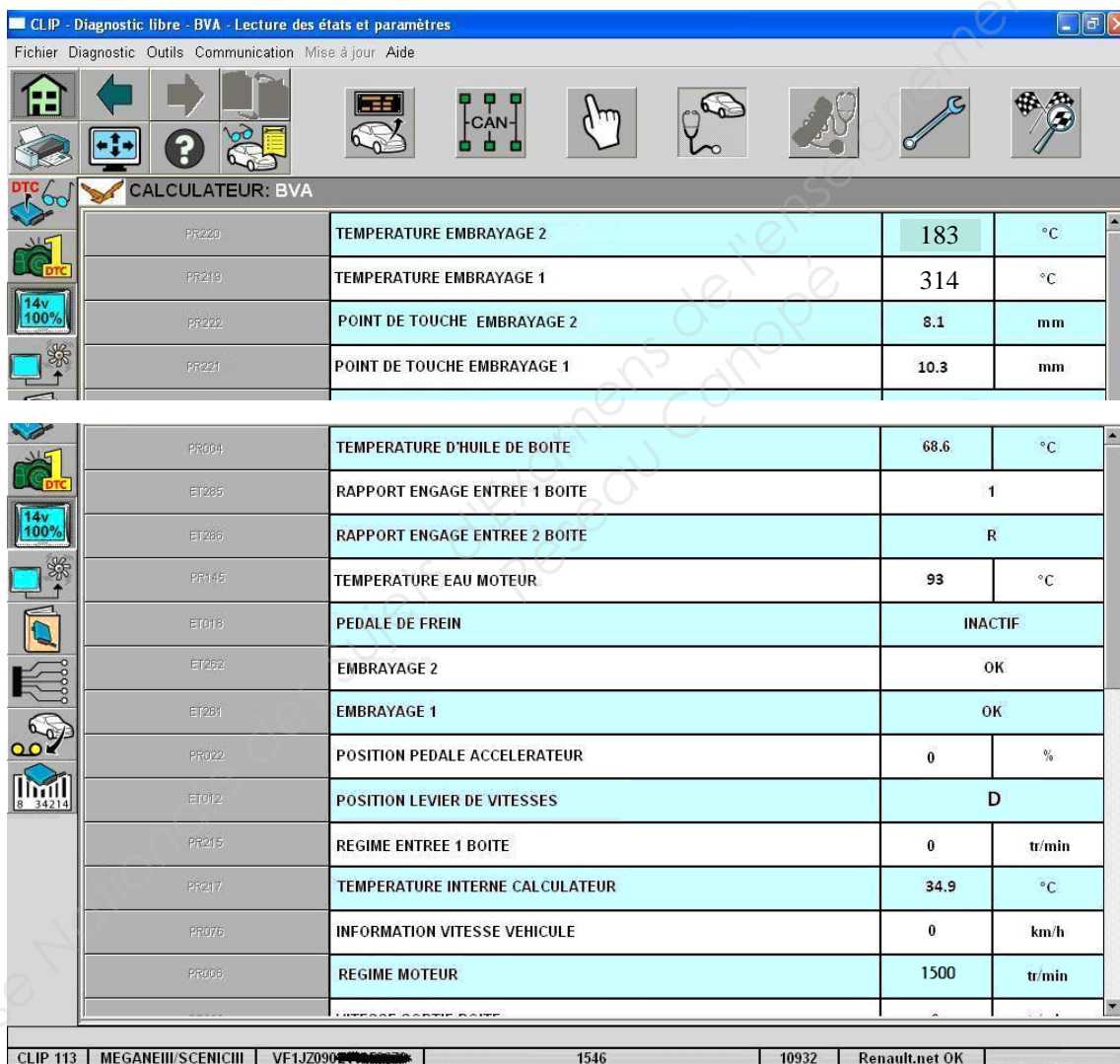


4.3.3 On admettra que la puissance du moteur est intégralement dissipée en chaleur dans l'embrayage. Quelle que soit la réponse trouvée précédemment, on prendra  $P_{\text{mot}} = 12,5 \text{ kW}$ . Dans ces conditions, calculer l'énergie dissipée,  $E_{\text{dissipée}}$ , dans l'embrayage lors d'un maintien du véhicule en côte pendant 6 secondes.

4.3.4 À l'aide du dossier technique pages A13/19 et A14/19, indiquer si la valeur trouvée précédemment a une influence notable sur la température de l'embrayage et justifier la réponse.

#### 4.4 Diagnostic du problème

Un essai routier est réalisé avec l'outil de diagnostic embarqué. Les paramètres ci-dessous sont relevés dans une côte de 10 % en utilisant la fonction « aide en côte ». Avant la mesure, des démarrages successifs ont été réalisés pour reproduire les conditions d'apparition des symptômes décrits par le client.



CALCULATEUR: BVA			
PR220	TEMPERATURE EMBRAYAGE 2	183	°C
PR219	TEMPERATURE EMBRAYAGE 1	314	°C
PR222	POINT DE TOUCHE EMBRAYAGE 2	8.1	mm
PR221	POINT DE TOUCHE EMBRAYAGE 1	10.3	mm
PR004	TEMPERATURE D'HUILE DE BOITE	68.6	°C
ET285	RAPPORT ENGAGE ENTREE 1 BOITE	1	
ET286	RAPPORT ENGAGE ENTREE 2 BOITE	R	
PR145	TEMPERATURE EAU MOTEUR	93	°C
ET018	PEDALE DE FREIN	INACTIF	
ET282	EMBRAYAGE 2	OK	
ET281	EMBRAYAGE 1	OK	
PR022	POSITION PEDALE ACCELERATEUR	0	%
ET012	POSITION LEVIER DE VITESSES	D	
PR215	REGIME ENTREE 1 BOITE	0	tr/min
PR217	TEMPERATURE INTERNE CALCULATEUR	34.9	°C
PR076	INFORMATION VITESSE VEHICULE	0	km/h
PR008	REGIME MOTEUR	1500	tr/min

CLIP 113 | MEGANEIII/SCENICIII | VF1JZ090... | 1546 | 10932 | Renault.net OK

4.4.1 Sur la page C3/7 du dossier réponses, à l'aide du dossier technique pages A7/19 à A10/19, A12/19, A13/19, A15/19 et A16/19, compléter le tableau explicatif des paramètres, en donnant leur signification (si elle n'est pas explicite) et le nom du capteur qui relève l'information (ou comment l'information est obtenue). Le cas échéant, indiquer si un apprentissage est nécessaire.

4.4.2 Expliquer pourquoi la température de l'embrayage 1 est plus élevée que celle de l'embrayage 2.

4.4.3 Sur la page C3/7, compléter le tableau d'analyse des valeurs obtenues en indiquant le mode de fonctionnement. Préciser si ces valeurs correspondent à un défaut et justifier.

4.4.4 Sur la page C4/7, tracer la courbe correspondant au couple à la roue issu des deux arbres primaires dans le cas d'un passage de rapports en « mode normal ». En déduire s'il y a rupture de couple et quel est l'effet en terme de prestation client.

4.4.5 Sur la page C4/7, tracer la courbe correspondant au couple à la roue issu des deux arbres primaires dans le cas d'un passage de rapports en « mode protection ». En déduire s'il y a rupture de couple et quel est l'effet en terme de prestation client.

4.4.6 Rédiger un diagnostic à l'attention du client en expliquant les causes et les raisons des symptômes, les risques mécaniques encourus et la conduite à adopter pour préserver le système.

## 5. Analyse du passage des vitesses

### PROBLÈME TECHNIQUE

Un client se présente au service après-vente avec un véhicule ayant les symptômes suivants : seules les vitesses impaires fonctionnent et la marche arrière ne fonctionne plus.

Dans un premier temps, l'étude s'oriente vers le système de passage des rapports.

#### 5.1 Analyse du système de passage des rapports

5.1.1 À l'aide du dossier technique page A8/19, déterminer le rapport entre la vitesse angulaire du barillet et celle du moteur électrique du barillet,  $\frac{\omega_{\text{barillet}}}{\omega_{\text{mot}}} = \frac{\omega_{4/0}}{\omega_{1/0}}$  en fonction de  $Z_{12}$ ,  $Z_{21}$ , ...

5.1.2 À l'aide de la question précédente et du dossier technique page A13/19, compléter sur le dossier réponses page C4/7, le tableau de correspondance entre les positions caractéristiques du barillet 1-3-5 et celles mesurées par le capteur de rotation de l'actionneur de barillet 1-3-5.

5.1.3 Le technicien, ne possédant pas l'historique des interventions sur ce véhicule, décide de procéder à l'apprentissage des barillets. En cas de mauvais apprentissage de la position des barillets, quels seraient les symptômes dans le fonctionnement de la boîte de vitesses.

5.1.4 Le technicien constate que l'apprentissage de la position du barillet R-2-4-6 se fait correctement. Indiquer les éléments hors de cause dans le problème technique rencontré.

Dans un deuxième temps, l'étude s'oriente vers le système d'embrayage.

## 5.2 Analyse du système d'embrayage

5.2.1 À l'aide de la loi d'entrée sortie du mécanisme d'embrayage (page A12/19 du dossier technique), compléter, sur le dossier réponses page C4/7, le tableau de correspondance entre les positions caractéristiques de l'écrou 10 ( $x_{10}$ ) et celles de la vis 11 ( $\theta_{11}$ ), mesurées par le capteur de l'actionneur d'embrayage R-2-4-6.

5.2.2 Expliquer en quoi l'apprentissage des points de touche des embrayages est nécessaire pour le bon fonctionnement de la boîte de vitesses.

5.2.3 Le technicien constate que l'apprentissage du point de léchage de l'embrayage R-2-4-6 n'est pas possible. En déduire les causes possibles du dysfonctionnement.

## 5.3 Procédure de diagnostic

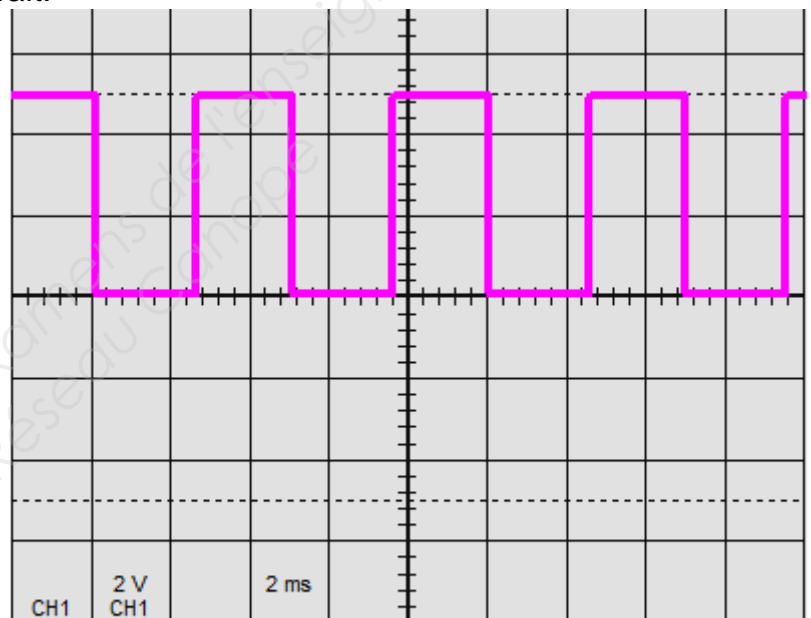
Après vérification des symptômes et passage de l'outil de diagnostic, le défaut DTC 1746 « signal moteur embrayage 2 » apparaît.

5.3.1 Le technicien a relevé le signal entre les voies 44 et 55 du capteur d'embrayage 2 et aux bornes du connecteur du calculateur pendant la phase de changement de rapport (voir figure ci-contre).

Donner la période du signal et calculer sa fréquence.

5.3.2 En déduire, à l'aide de la page A9/19 du dossier technique, la fréquence de rotation du moteur d'embrayage.

5.3.3 Donner la tension moyenne du signal relevé.



*Calibre tension : 2v/div. Base temps : 2ms/div.*

5.3.4 Le technicien souhaite procéder, à l'aide d'un multimètre, au contrôle du signal du capteur d'embrayage aux bornes du connecteur du calculateur. Sur la page C5/7 du dossier réponses, compléter le tableau permettant de préciser la procédure utilisée et les résultats attendus.

5.3.5 Le technicien mesure une absence de signal sur la voie 43 du connecteur droit du calculateur. Il décide de réaliser un contrôle sur la borne 4 du capteur d'embrayage 2180. La valeur obtenue est conforme aux données du constructeur. Proposer une procédure permettant de déterminer l'origine de la panne en complétant le tableau du document réponses C5/7.



## 6. Analyse thermodynamique des vannes EGR Haute Pression et Basse Pression

### PROBLÈME TECHNIQUE

Le client se présente avec un véhicule ayant les symptômes suivants : **manque de puissance et fumées à l'échappement.**

Une étude préalable a permis de circonscrire le problème au circuit de recirculation des gaz brûlés du moteur.

#### 6.1 Vérification des performances : étude du moteur en pleine charge, au régime de $P_{max}$

##### Hypothèses :

- L'ensemble des gaz contenus dans un cylindre se comporte comme un gaz parfait.
- Les évolutions sont réversibles.
- Les variations de composition chimique et de masse du mélange sont négligées.

##### Données et notations

Caractéristiques du moteur		Voir page A19/19
Régime d'étude	$N_m$	4000 tr.min <sup>-1</sup>
Pouvoir Calorifique inférieur	$P_{ci}$	43000 kJ.kg <sup>-1</sup>
Rendement de combustion	$\eta_c$	1
Dosage stœchiométrique	$d_{st}$	1:14,5
Richesse au régime d'étude	$R$	0,7
Capacité thermique massique à pression constante	$c_p$	1312 J.K <sup>-1</sup> .kg <sup>-1</sup>
Capacité thermique massique à volume constant	$c_v$	1025 J.K <sup>-1</sup> .kg <sup>-1</sup>
Coefficient isentropique	$\gamma$	1,28
Constante du gaz étudié	$r$	287 J.K <sup>-1</sup> .kg <sup>-1</sup>

##### Caractéristiques à l'admission

Pression à l'admission	2,5 bars
Température	25 °C

##### Caractéristiques générales du point de fonctionnement étudié

On étudie le cycle fermé (1-2-3-4-5-1), représenté sur la page suivante.

6.1.1 Déterminer les valeurs  $V_1$  et  $V_2$  à l'aide de la cylindrée unitaire et du rapport volumétrique.

6.1.2 Déterminer la masse totale de gaz  $m_T$  contenue dans un cylindre à la fermeture des soupapes.

6.1.3 Montrer que la masse  $m_C$  de carburant est donnée par la relation suivante dans le cas d'un moteur DIESEL

$$m_C = \frac{R.d_{st}}{(R.d_{st} + 1)} m_T$$

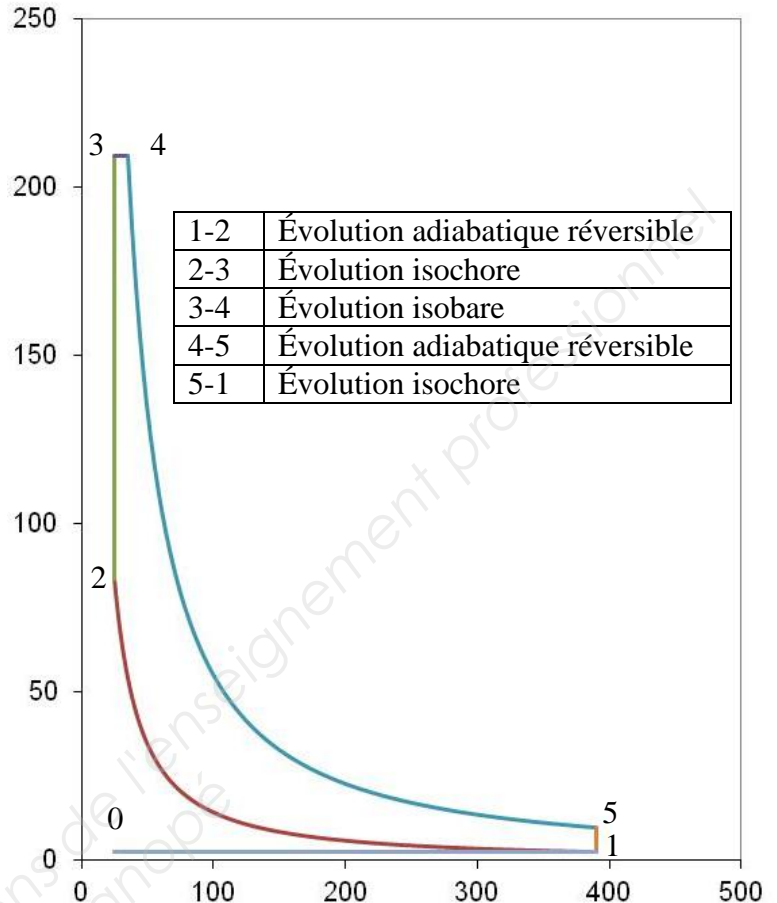
on rappelle :

avec:

$\left\{ \begin{array}{l} d_{st} = \frac{m'_C}{m_{air}} \\ R = \frac{m_C}{m'_C} \\ m_T = m_{air} + m_C \end{array} \right.$	$m_C$ : masse de carburant injectée
	$m'_C$ : masse de carburant injectée en conditions stœchiométriques
	$m_{air}$ : masse d'air contenue dans le cylindre (incluant les gaz brûlés)

6.1.4 À l'aide de la relation précédente, calculer la masse de carburant  $m_C$  injectée au cours du cycle moteur

**Pour la suite de l'étude, on prendra**  
 $m_C = 0,050 \text{ g}$  ;  $V_2 = 25,2 \text{ cm}^3$  et  $V_1 = 390 \text{ cm}^3$  ;  
 $m_T = 1,141 \text{ g}$



### Détermination des états du cycle thermodynamique (1-2-3-4-5-1)

6.1.5 Calculer  $P_2$  et  $T_2$  et compléter le tableau du document réponses page C6/7.

6.1.6 À l'aide du  $P_{ci}$  et des données du problème, calculer la chaleur dégagée  $Q_{comb}$  au cours de la combustion.

La combustion est modélisée par une évolution isochore 2-3 et une évolution isobare 3-4. On supposera que chaque évolution représente 50 % de la combustion.

6.1.7 Déterminer  $Q_{23}$  et  $Q_{34}$  puis  $Q_{12}$ ,  $Q_{25}$ ,  $Q_{51}$ , et les reporter dans le tableau du document réponses page C6/7.

### Étude des échanges énergétiques au cours du cycle (1-2-3-4-5-1)

Quel que soit le résultat trouvé précédemment, on prendra :  $Q_{comb} = 2150 \text{ J}$

6.1.8 En appliquant le premier principe de la thermodynamique, déterminer le travail total échangé au cours du cycle pour un cylindre. Compléter le tableau du document réponses page C6/7. En déduire le travail produit sur l'ensemble du  $W_{cycle}$  pour les quatre cylindres.

6.1.9 Au régime d'étude, déterminer la puissance théorique du moteur sur le point de fonctionnement étudié.

**Données : rendement de forme,  $\eta_f = 0.6$ , rendement mécanique,  $\eta_m = 0,9$**

6.1.10 Estimer la puissance réellement fournie par le moteur sur le point de fonctionnement étudié. Comparer avec les performances annoncées par le constructeur.

## 6.2 Étude du dysfonctionnement

Deux hypothèses sont envisagées pour interpréter le dysfonctionnement constaté.

### Hypothèse 1 : vanne EGR HP grippée ouverte

6.2.1 Sur le document réponses page C6/7, hachurer l'aire représentative du cycle (1-2-3-4-5-1) dans le cas du cycle pleine charge et dans le cas du cycle avec EGR HP bloquée ouverte.

6.2.2 Déterminer le taux de variation de travail (en %) induit par le grippage de la vanne EGR HP en prenant comme référence le cycle pleine charge.

6.2.3 En analysant l'état initial donné sur le document réponses page C6/7, expliquer les causes de la dégradation des performances

### Hypothèse 2 : vanne EGR BP grippée ouverte et papillon sur échappement bloqué fermé

Le cycle thermodynamique est modélisé par 2 boucles équivalentes supposées fermées (voir document réponses page C7/7):

- La boucle produisant le travail moteur (1'-2-3-4-5-6-1')
- La boucle correspondant aux opérations de transvasement au cours des temps d'admission et d'échappement (0-1-1'-7-0).

6.2.4 Sur le document réponses page C7/7, hachurer en rouge l'aire représentant le travail moteur, et en bleu l'aire représentant le travail nécessaire pour réaliser le transvasement des gaz.

6.2.5 À l'aide des données de la page C7/7, calculer la valeur globale du travail fourni par le cycle en tenant compte des perturbations induites sur le circuit de recirculation des gaz BP.

6.2.6 À l'aide des données de la page C7/7, déterminer le taux de variation de travail (en %) induit par les perturbations du circuit de recirculation des gaz BP, en prenant comme référence le cycle pleine charge.

6.2.7 En analysant l'état initial donné sur la page C7/7 et les résultats obtenus à la question 6.2.4, expliquer les causes de la dégradation des performances.

### Conclusion

6.2.8 Au vu des éléments précédents, les vannes peuvent-elles être à l'origine du symptôme. Entre l'hypothèse 1 et l'hypothèse 2, laquelle semble la plus plausible.

6.2.9 Indiquer des tests simples à effectuer avec l'outil de diagnostic pour identifier le problème.