



**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 : DIPLÔME D'EXPERT EN AUTOMOBILE	SESSION 2018	
	Code : ML4ASCP	
Épreuve : ANALYSE DES SYSTÈMES ET CONTRÔLE DES PERFORMANCES	Durée : 6 h	Unité B

Diplôme d'Expert en Automobile
UNITÉ B : ANALYSE DES SYSTÈMES ET CONTRÔLE DES PERFORMANCES

Moteur essence EB2DTS et Boîte de vitesses EAT6

Composition du sujet :
 Dossier Technique..... page A1/18 à A18/18
 Dossier Travail..... page B1/8 à B8/8
 Dossier Réponses..... page C1/13 à C13/13

Les différentes parties du sujet sont indépendantes, mais il est préférable de suivre la progression proposée afin de répondre correctement à la problématique posée.

Une lecture rapide du dossier technique est conseillée dans un premier temps. Le questionnement précisera les pages à analyser en détails pour chaque partie.



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

Barème / 200 points

PARTIE 1 - VÉRIFICATION DES PERFORMANCES

I- Détermination de la puissance moteur attendue

Questions	1	2	3-1	3-2-1	3-2-2	3-2-3	3-2-4	3-3	3-4	3-5	4	5	
Points	3	3	7	6	4	2	4	3	3	3	3	2	43

II- Détermination de la puissance moteur réelle

Questions	6	7	8	9	
Points	3	3	3	4	13

PARTIE 2 - DIAGNOSTIC

I- Analyse fonctionnelle

Questions	10	11	12	13	
Points	4	2	3	4	13

II- Pompe à huile

Questions	14	15	16	17	18	19	20-1	20-2	20-3	
Points	18	5	3	9	4	3	3	3	3	51

III- Déphaseurs d'arbres à cames

Questions	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Points	5	3	6	5	14	14	17	7	5	4	80

AUCUN DOCUMENT N'EST AUTORISÉ.

L'USAGE DE TOUT MODÈLE DE CALCULATRICE, AVEC OU SANS MODE EXAMEN, EST AUTORISÉ.

DOSSIER TRAVAIL

Le présent sujet aborde, à travers l'étude du système, les différentes étapes d'une démarche de diagnostic pour une situation de panne rencontrée sur un véhicule équipé du moteur EB2DTS 1.2L 130 ch suralimenté, associé à la boîte de vitesses automatique EAT6.

- Code moteur : HNY/HN02 / EB2DTS
- N° VIN : VF3WB5FXC33914812
- Kilométrage : 77 816 Km

Le client se présente à la concession en indiquant les symptômes suivants :

- Ralenti instable,
- Véhicule « broute » au démarrage,
- Véhicule démarre et cale à froid,
- Voyant moteur allumé.



Il est à noter que le client est un habitué du garage. Il a récemment acheté d'occasion ce véhicule en dehors du réseau Peugeot et en a une utilisation essentiellement urbaine.

Le technicien prend en charge le véhicule afin de vérifier les symptômes ressentis par le client. Il procède à la réalisation de l'ordre de réparation et il s'aperçoit que le véhicule n'a aucun descriptif de maintenance dans le réseau Peugeot depuis sa sortie d'usine.

Après démarrage du véhicule, il constate que :

- le voyant moteur est allumé,
- le ralenti est instable,
- le démarrage est possible mais avec difficultés.

Le technicien en charge du véhicule vérifie et valide les éléments suivants :

- compressions correctes,
- échappement en bon état,
- transmission de puissance sans défaut,
- système de démarrage et charge fonctionnels,
- système d'allumage en bon état,
- pas de bruits anormaux,
- pas de présence de fuites extérieures.

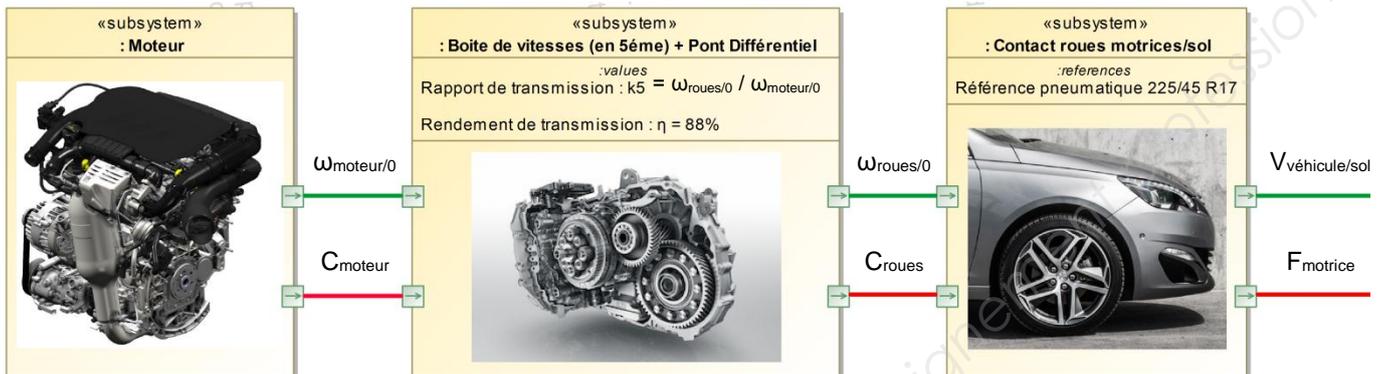
PARTIE 1 - VÉRIFICATION DES PERFORMANCES

Le technicien décide de faire un essai routier (sur route fermée ou sur circuit).

Pour quantifier une éventuelle perte de puissance, il relève la vitesse maximale atteinte en 5^{ème} : 175 km/h.

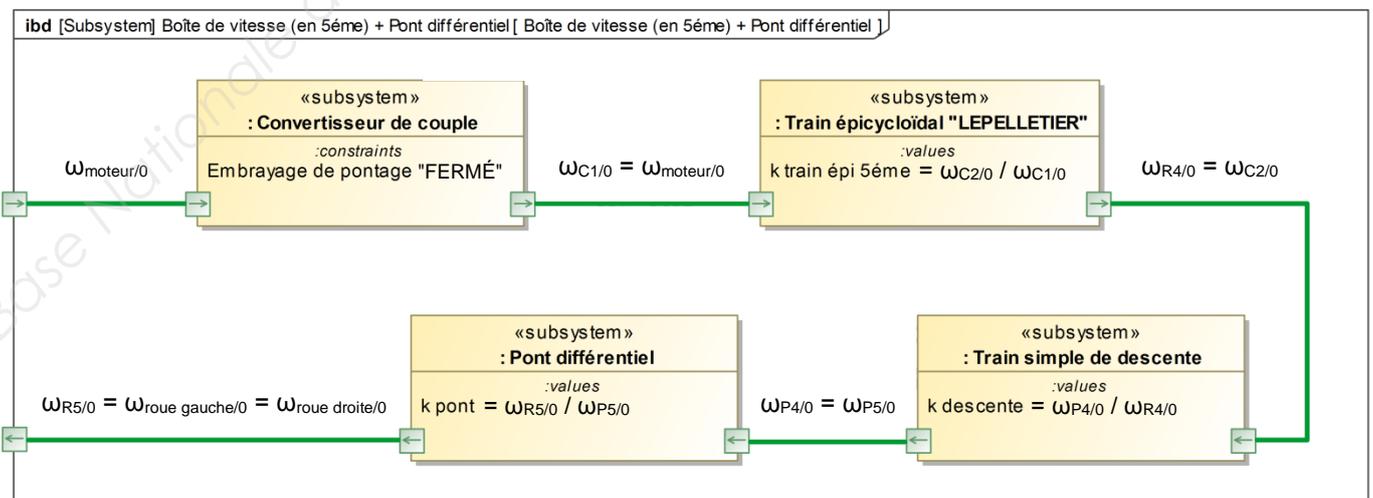
Remarque : compte tenu de la courbe caractéristique de puissance moteur, et de l'étagement de la boîte de vitesses, la vitesse maximale est obtenue pour le 5^{ème} rapport.

I- Détermination de la puissance moteur attendue



- 1) À partir de la référence du pneumatique 225/45 R17, montrer que le rayon du pneumatique : $R_{\text{pneu}} = 317 \text{ mm}$ (on rappelle que 1 pouce = 2,54 cm).
- 2) À partir du résultat précédent, déterminer $\omega_{\text{roues}/0}$ lorsque la vitesse du véhicule est de 175 km/h.
- 3) Afin de déterminer le rapport de transmission k_5 , analyser les pages A3 à A6 du dossier technique et répondre aux questions suivantes :
 - 3-1) Sur la page C1 du dossier réponses, en considérant que le 5^{ème} rapport est sélectionné :
 - Représenter les états ("OUVERT" ou "FERMÉ") des embrayages et des freins.
 - Repasser en couleurs le schéma cinématique proposé en prenant une même couleur pour tous les éléments ayant la même vitesse de rotation (un total de 6 couleurs sera nécessaire. Si besoin une nouvelle couleur peut être définie en changeant le type de trait : trait plein ou trait interrompu).

Schéma de la transmission dans la boîte de vitesses + pont différentiel en ligne droite :



Par souci de précision, les résultats des rapports de transmission seront arrondis au 1/1000.

Le tableau proposé ci-dessous définit la constitution du train épicycloïdal "LEPELLETIER" :

Train épicycloïdal	Planétaire 1	Planétaire 2	Porte-satellites	Raison basique	Relation cinématique
Primaire	P1	C1	PS1	α	<i>Voir question 3-2-1)</i>
Secondaire 1	P3	P2	PS2	$\beta = -\frac{Z_{P2}}{Z_{P3}}$	$\omega_{P3/0} - \beta \cdot \omega_{P2/0} + (\beta - 1) \cdot \omega_{PS2/0} = 0$
Secondaire 2	P3	C2	PS2	$\delta = +\frac{Z_{C2}}{Z_{P3}}$	$\omega_{P3/0} - \delta \cdot \omega_{C2/0} + (\delta - 1) \cdot \omega_{PS2/0} = 0$

3-2) Afin de déterminer $k_{\text{train épi 5ème}}$ répondre aux questions suivantes :

3-2-1) À partir de la formule de Willis appliquée sur le train épicycloïdal primaire :

$$\frac{\omega_{\text{planétaire } i} - \omega_{\text{porte satellite}}}{\omega_{\text{planétaire } j} - \omega_{\text{porte satellite}}} = (-1)^n \times \frac{Z_j}{Z_i}$$

déterminer en fonction des nombres de dents Z la raison basique α et montrer que la relation cinématique est : $\omega_{P1/0} + 1,8 \cdot \omega_{C1/0} - 2,8 \cdot \omega_{PS1/0} = 0$.

3-2-2) En analysant le schéma cinématique de la page A5 du dossier technique, que peut-on dire de $\omega_{P1/0}$ quel que soit le rapport sélectionné ? À partir de la relation cinématique obtenue pour le train épicycloïdal primaire, exprimer alors $\omega_{PS1/0}$ en fonction de $\omega_{C1/0}$.

3-2-3) À partir de la logique des éléments de commutation de la page A6 du dossier technique, que peut-on dire de $\omega_{PS1/0}$ et $\omega_{P2/0}$ quand le 5^{ème} rapport est sélectionné ? Et de $\omega_{PS2/0}$ et $\omega_{C1/0}$?

3-2-4) À partir des résultats précédents et des 3 relations cinématiques, on démontre que $k_{\text{train épi 5ème}}$ se calcule à partir de α , β et δ grâce aux formules ci-dessous. Calculer numériquement $k_{\text{train épi 5ème}}$.

$$\alpha = -\frac{Z_{C1}}{Z_{P1}}$$

$$k_{\text{train épi 5ème}} = \frac{\omega_{C2/0}}{\omega_{C1/0}} = \frac{\alpha + \beta/\delta - 1}{\alpha - 1}$$

3-3) Déterminer et calculer le rapport de transmission du train simple de descente :

$$k_{\text{descente}} = \omega_{P4/0} / \omega_{R4/0}.$$

3-4) Déterminer et calculer le rapport de transmission du train simple de pont différentiel :

$$k_{\text{pont}} = \omega_{R5/0} / \omega_{P5/0}.$$

3-5) À partir des résultats précédents, déterminer et calculer $k_5 = \omega_{\text{roues}/0} / \omega_{\text{moteur}/0}$.

**Quels que soient les résultats trouvés précédemment, on prendra : $\omega_{\text{roues}/0} = 153,3 \text{ rad.s}^{-1}$
 $k_5 = 0,319$**

4) Calculer la vitesse de rotation du moteur en rad.s^{-1} puis le régime en tr.min^{-1} .

5) Sur la page C2 du dossier réponses qui représente la courbe de puissance du moteur, déterminer graphiquement la puissance moteur attendue $P_{\text{moteur attendue}}$ en chevaux et en watts.

On rappelle que $1 \text{ ch} = 736 \text{ W}$.

II- Détermination de la puissance moteur réelle

La page C3 du dossier réponses propose l'évolution de la puissance attendue au niveau des roues motrices en 5ème et de la puissance des forces de résistance à l'avancement (résistance au roulement et résistance aérodynamique de pénétration dans l'air), en fonction de la vitesse du véhicule (km/h).

- 6) À partir des courbes de la page C3 du dossier réponses, déterminer graphiquement la vitesse maximale attendue (celle qu'il devrait pouvoir atteindre). Quelle conclusion peut-il en tirer ?
- 7) Par lecture graphique sur les courbes de la page C3 du dossier réponses, déterminer la puissance disponible au niveau des roues motrices lorsque le véhicule ne peut dépasser la vitesse de 175 km/h.
- 8) À partir du rendement de la transmission (voir page B2), calculer la puissance moteur réelle $P_{\text{moteur réelle}}$ en watt.
- 9) Calculer alors la perte de puissance entre la puissance moteur attendue et la puissance moteur réelle, en watt et en pourcentage.

Après avoir réalisé plusieurs essais, le technicien conclut à une perte de puissance de l'ordre de 25 %.

Ce symptôme vient s'ajouter à celui du ralenti instable.

PARTIE 2 - DIAGNOSTIC

Au retour de l'essai routier, le technicien constate l'apparition du défaut P0172 concernant la régulation de la richesse.

I- Analyse fonctionnelle

- 10) Le code défaut P0172 est décrit sur la page C4 du dossier réponses. Cocher (colonne de gauche), dans les principaux effets client possibles, les symptômes en relation avec la panne étudiée.
- 11) Le tableau de la page C4 du dossier réponses propose une méthode de diagnostic par identification des bruits et vibrations perçus. Le technicien, lors de ses essais du véhicule, n'a pu ressentir que des vibrations et des à-coups au ralenti. Il se concentre uniquement sur ces symptômes. Cocher (colonne de gauche) vers quels éléments (zones suspectes) le diagnostic doit s'orienter.

Le technicien oriente alors son diagnostic sur le circuit d'huile et sur le fonctionnement des déphaseurs d'arbres à cames.

- 12) Compléter le tableau de la page C5 du dossier réponses en indiquant les codes correspondants aux différents éléments (se reporter aux pages A17 et A18 du dossier technique).
- 13) Sur le schéma de la page C5 du dossier réponses :
 - entourer en vert les éléments du circuit de lubrification,
 - entourer en rouge ceux du circuit de déphasage.

II- Pompe à huile

L'énergie nécessaire au fonctionnement des déphaseurs d'arbres à cames est fournie par la pompe à huile. Le technicien commence donc par vérifier son état de fonctionnement.

Une analyse détaillée des pages A7 à A9 du dossier technique est nécessaire pour réaliser cette partie.

Les schémas hydrauliques normalisés sont rappelés en page A16 du dossier technique.

14) Afin d'analyser la POSITION REPOS (page C6 du dossier réponses) et la POSITION COMMANDÉE (page C7 du dossier réponses) de la pompe à huile, compléter les 2 schémas du circuit d'huile, à partir du dossier technique page A9 et en respectant les consignes suivantes :

- Compléter les 2 cases qui modélisent les 2 états de l'électrovanne de pompe à huile.
- Compléter le circuit d'huile en reliant les différents éléments, et en indiquant par des flèches le sens de circulation de l'huile.

Sur la photo de la pompe à huile :

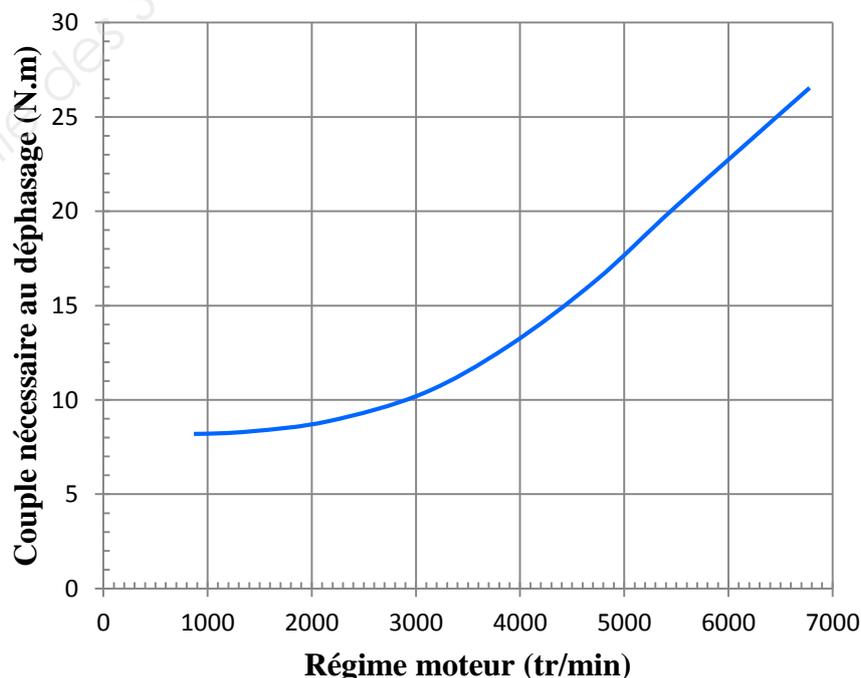
- Colorier en vert la zone de régulation.
- Hachurer en bleu le volume d'huile constant transporté de l'admission vers le refoulement.

15) À partir des 2 schémas précédents, et en se reportant aux pages A8 et A9 du dossier technique, compléter par des croix le tableau proposé page C8 du dossier réponses.

La suite du questionnement a pour but de déterminer les conséquences d'une panne de l'électrovanne de pompe à huile sur le fonctionnement des déphaseurs d'arbres à cames. L'étude portera sur le déphaseur d'arbres à cames d'admission.

Une analyse détaillée des pages A10 à A13 du dossier technique est nécessaire pour réaliser la suite.

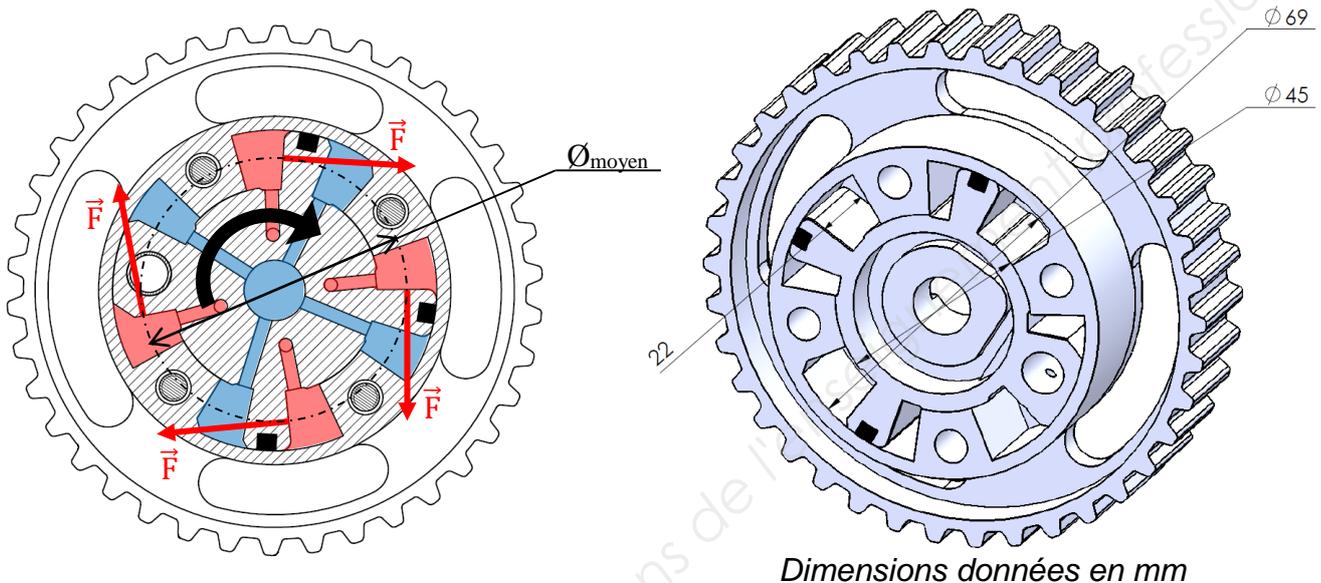
16) Le couple nécessaire au déphasage est fonction du régime moteur (voir la figure ci-dessous). Déterminer le couple (en N.m) nécessaire au déphasage pour le régime moteur de ralenti (800 tr/min) noté C_{800} , et pour le régime moteur donnant la puissance moteur maximale (5 500 tr/min) noté C_{5500} .



- 17) À partir des dimensions données ci-dessous et des valeurs de couples trouvées à la question précédente, calculer la pression d'huile minimale (en bar) nécessaire dans le déphaseur d'arbre à cames pour le régime moteur de ralenti (800 tr/min) notée $p_{\text{mini } 800}$, et pour le régime moteur donnant la puissance moteur maximale (5 500 tr/min) notée $p_{\text{mini } 5500}$.

Aide méthodologique pour la question 17) :

- Calculer la norme d'une force F à partir de la valeur du couple et du diamètre moyen.
- Calculer la surface S d'une "palette" du rotor interne sur laquelle s'exerce la pression d'huile.
- Calculer la valeur de la pression d'huile.



**Quels que soient les résultats trouvés précédemment, on prendra : $p_{\text{mini } 800} = 2,5 \text{ bars}$
 $p_{\text{mini } 5500} = 6,7 \text{ bars}$**

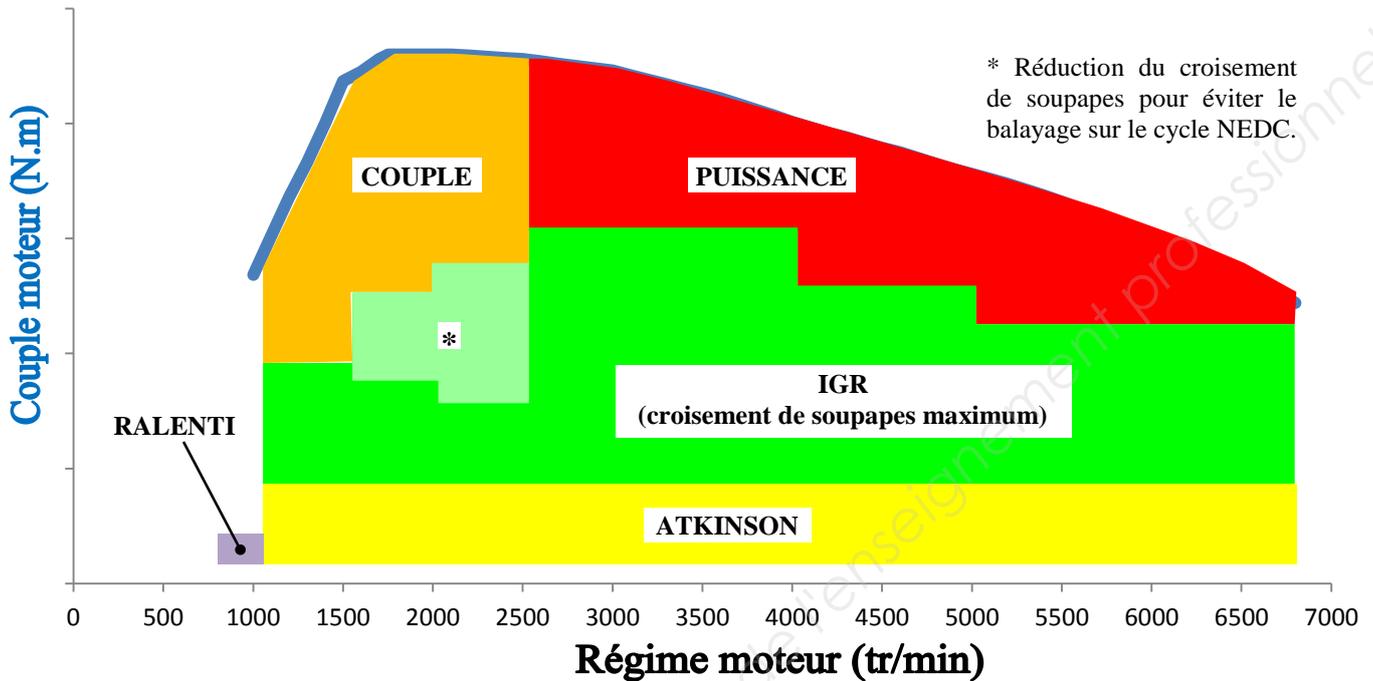
- 18) Les évolutions de la pression en sortie de pompe à huile en fonction du régime moteur, dans les 2 positions de la pompe à huile (POSITION COMMANDÉE et POSITION REPOS) sont données sur la figure 1 de la page C8 du dossier réponses.
En repassant en rouge sur ces courbes, tracer l'évolution de la pression en sortie de pompe à huile si le calculateur moteur arrête de commander la régulation de la pompe à huile à partir de 4 000 tr/min.
On fera l'hypothèse que le passage d'une courbe à l'autre se fait instantanément (trait vertical).

- 19) Sur la figure 1 de la page C8 du dossier réponses, placer les 2 points $p_{\text{mini } 800}$ et $p_{\text{mini } 5500}$.
- 20) Afin d'analyser les conséquences d'une panne de l'électrovanne de pompe à huile sur le fonctionnement des déphaseurs d'arbres à cames, répondre aux questions suivantes :
- 20-1) Quelles seraient les conséquences d'un bobinage défectueux (panne électrique) de l'électrovanne de pompe à huile aux régimes moteur de 800 tr/min et 5 500 tr/min ?
- 20-2) Quelles seraient les conséquences d'un blocage ou grippage (panne mécanique) de l'électrovanne de pompe à huile aux régimes moteur de 800 tr/min et 5 500 tr/min, électrovanne bloquée en position commandée ?
- 20-3) Une panne de l'électrovanne de pompe à huile peut-elle expliquer les symptômes de ralenti instable et de perte de puissance de 25 % ?

Après vérification des valeurs de pressions données par le capteur de pression d'huile, le technicien met hors de cause la pompe à huile et l'électrovanne de pompe à huile.

III- Déphaseurs d'arbres à cames

Comme le montre la figure ci-dessous, le calculateur moteur commande les déphaseurs d'arbres à cames pour faire fonctionner le moteur dans différentes phases, afin d'optimiser ses performances.



Le technicien s'intéresse donc au fonctionnement des déphaseurs d'arbres à cames et cherche à déterminer si leurs blocages dans une position correspondant à une phase de fonctionnement moteur pourraient expliquer les symptômes de ralenti instable et de perte de puissance de 25 %.

Il décide donc de vérifier le fonctionnement électrique des électrovannes des déphaseurs d'arbres à cames.

- 21) En se reportant aux pages A17 et A18 du dossier technique, relier les électrovannes 12C2 et 12C3 aux bornes du calculateur sur la page C9 du dossier réponses.
- 22) Sur la page C9 du dossier réponses, nommer le fusible qui protège l'alimentation des électrovannes 12C2 et 12C3.
- 23) Compléter le tableau proposé page C9 du dossier réponses.
- 24) Le constructeur précise que la valeur de la résistance entre les voies 1 et 2 de 12C2 est de 200 ohms (± 50 ohms). Le technicien mesure une valeur de résistance de 180 ohms, conclure quant à l'état électrique de 12C2.

Après prises de mesures, le technicien met hors de cause le fonctionnement électrique des électrovannes des déphaseurs d'arbres à cames.

Une analyse détaillée des pages A10 à A15 du dossier technique est nécessaire pour réaliser cette partie. Les schémas hydrauliques normalisés sont rappelés en page A16 du dossier technique.

- 25) En prenant modèle sur les pages A14 et A15 du dossier technique, analyser la phase de fonctionnement moteur "ATKINSON" sur la page C10 du dossier réponses. Pour cela :
- Repérer sur l'épure de distribution, et sur les levées de soupapes : AOA, RFA, AOE, RFE.
 - Sur les levées de soupapes, colorier en vert la zone de croisement de soupapes réel.
 - Compléter le tableau proposé concernant chaque déphaseur (admission et échappement).
- 26) En prenant modèle sur les pages A14 et A15 du dossier technique, analyser la phase de fonctionnement moteur "PUISSANCE" sur la page C11 du dossier réponses. Pour cela :
- Repérer sur l'épure de distribution, et sur les levées de soupapes : AOA, RFA, AOE, RFE.
 - Sur les levées de soupapes, colorier en vert la zone de croisement de soupapes réel.
 - Compléter le tableau proposé concernant chaque déphaseur (admission et échappement).
- 27) En prenant modèle sur les pages A14 et A15 du dossier technique, analyser la phase de fonctionnement moteur "IGR" sur la page C12 du dossier réponses. Pour cela :
- Repérer sur les levées de soupapes : AOA, RFA, AOE, RFE, et colorier en vert la zone de croisement de soupapes réel.
 - Compléter le tableau proposé concernant chaque déphaseur (admission et échappement).
 - Réaliser l'épure de distribution en respectant les couleurs définies, et en repérant : AOA, RFA, AOE, RFE.

On considère qu'un blocage du tiroir de l'électrovanne d'un déphaseur d'arbres à cames ne peut réellement avoir lieu en position ②.

Dans la suite du questionnement, on considérera qu'un blocage du tiroir de l'électrovanne ne pourra être effectif que dans les positions ① et ③.

- 28) En considérant que les tiroirs des électrovannes des déphaseurs d'arbres à cames sont chacun bloqués (grippage ou coincement) dans une position, déterminer les 4 possibilités de positionnement des déphaseurs d'arbres à cames en complétant le tableau de la page C13 du dossier réponses.

Remarque : la position "ARRÊT" est donnée, et correspond à un moteur à l'arrêt : les déphaseurs sont rappelés en position initiale grâce à leurs ressorts de rappel.

- 29) Le graphique de la page C13 du dossier réponses représente l'évolution du taux d'IGR dans le moteur, en fonction des valeurs de déphasages AOA et RFE, et pour un régime moteur de 800 tr/min (ralenti).

Positionner sur ce graphique les 3 repères restants définis dans le tableau de la question précédente, et relever le taux d'IGR dans le moteur pour chacun d'entre eux.

- 30) À partir des valeurs de taux d'IGR trouvées à la question précédente, indiquer les positions des tiroirs de chaque électrovanne (admission et échappement) pour lesquelles un blocage pourrait expliquer le symptôme de ralenti instable. À quelle phase de fonctionnement moteur cela correspond-il ?

Le grippage ou coincement des électrovannes des déphaseurs d'arbres à cames est bien à l'origine de la panne. En effet, la maintenance du véhicule n'ayant pas été faite, les éléments en papier du filtre à huile ont fini par se désagréger au cours du temps, et de fines particules (suffisamment fines pour passer à travers la crépine de la pompe à huile) se sont accumulées dans les électrovannes des déphaseurs d'arbres à cames jusqu'à causer leur coincement mécanique, malgré leur bon fonctionnement électrique.