

Examen : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR	Code : MAVPM	
Spécialité : MAINTENANCE ET APRES-VENTE AUTOMOBILE	Session : 2003	
Epreuve : VERIFICATION DES PERFORMANCES D'UN MECANISME U4	Durée : 6h	Coef : 4

VERIFICATION DES PERFORMANCES D'UN MECANISME

Le sujet est constitué de deux études indépendantes sur une
DISTRIBUTION TOTALEMENT VARIABLE.

PREMIERE ETUDE : COMPORTEMENT THERMODYNAMIQUE D'UN MOTEUR EN CHARGE PARTIELLE.

Le sujet se compose :

- Document technique DT 1 à DT 6, pages 1/15 à 5/15
- Travail demandé TD 1 et TD 2, pages 6/15 et 7/15
- Document réponse DR 1 et DR 2, pages 8/15 et 9/15

DEUXIEME ETUDE : MECANISME DE LEVEE VARIABLE DE SOUPAPE.

Le sujet se compose :

- Document technique DT 7 et DT 8, pages 10/15 et 11/15
- Travail demandé TD 3 à TD 6, pages 12/15 à 15/15

Barème /200

Première étude : COMPORTEMENT THERMODYNAMIQUE D'UN MOTEUR EN CHARGE PARTIELLE.

N°	1.1	1.2.1	1.2.2	1.2.3	1.3.1	1.3.2	1.3.3	1.3.4
Poids	4	4	4	8	5	5	5	4

N°	1.4.	1.5.1	1.5.2	1.5.3	1.5.4	2.1.1	2.1.2	2.1.3
Poids	4	5	4	4	4	4	5	4

N°	2.1.4	2.1.5	2.2.1	2.2.2	2.2.3	2.2.4
Poids	4	5	6	4	4	4

Deuxième étude : MECANISME DE LEVEE VARIABLE DE SOUPAPE.

N°	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	16	2.1.1	2.1.2	2.2.1	2.2.2
Poids	5	2	7	2	3	5	4	6	4	15

N°	2.3	2.4.1	2.4.2	2.4.3	2.4.4	2.4.5	2.4.6	2.4.7	2.4.8
Poids	3	8	2	6	6	5	4	8	5

AUCUN DOCUMENT N'EST AUTORISE

L'usage de la calculatrice est autorisé

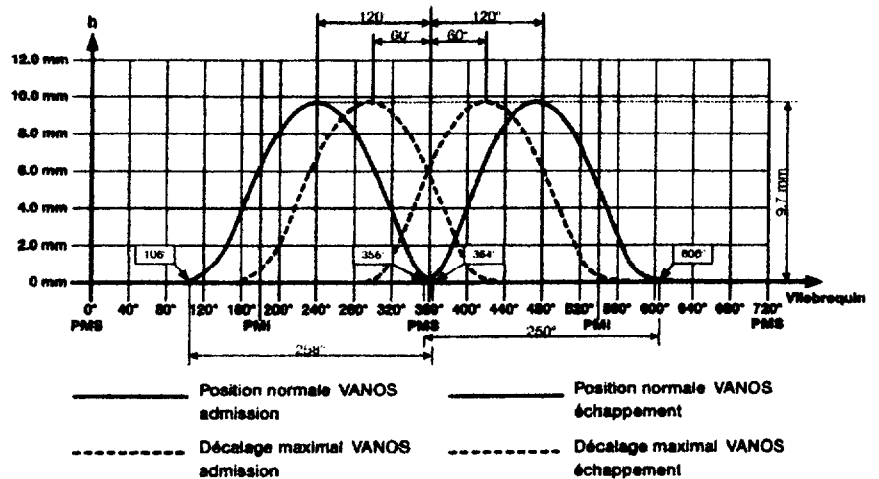
COMPORTEMENT THERMODYNAMIQUE D'UN MOTEUR EN CHARGE PARTIELLE

1- PRESENTATION ET OBJECTIFS

Deux systèmes mécaniques permettent de rendre la distribution entièrement variable :

1) Le VANOS :

Il permet de modifier en continu le calage de la distribution (non étudié dans ce sujet).

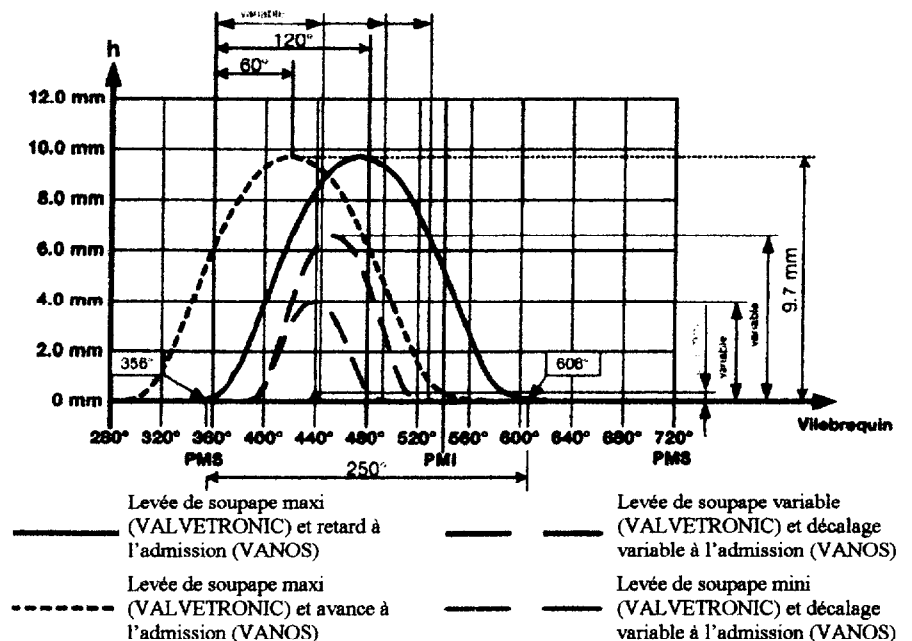


2) Le VALVETRONIC

Il permet de modifier en continu la valeur de la levée des soupapes d'admission dans une plage de 0,3 mm à 9,7mm.

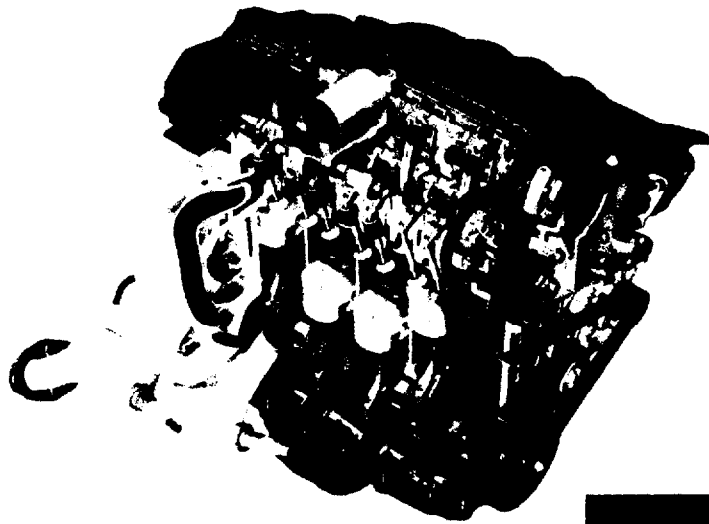
Ce système permet de ne pas utiliser le papillon des gaz qui est très coûteux en énergie, notamment dans la zone de charge partielle.

Le débit des gaz frais est alors régulé en intervenant sur la levée des soupapes.



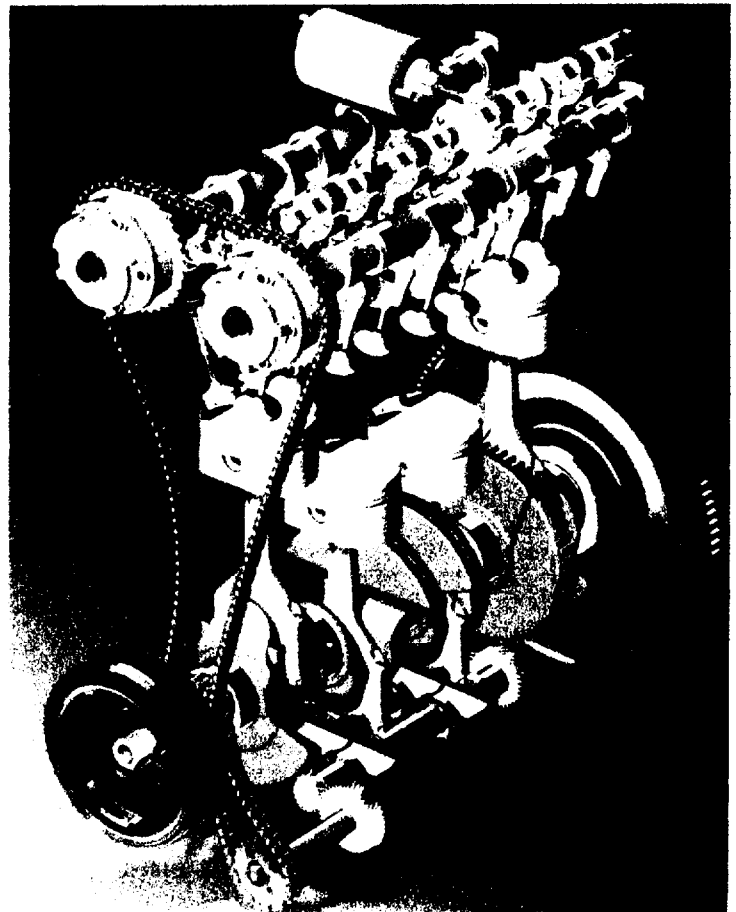
Cette étude a pour but de mettre en évidence le gain énergétique apporté par la distribution entièrement variable lorsque le moteur est en charge partielle.

On va donc comparer la phase d'admission du moteur sans distribution variable (pour une ouverture partielle du papillon des gaz) avec la phase d'admission du moteur avec la distribution variable.



Moteur N42 B18

Distribution du moteur N42 B18 avec le système Valvetronic



2- MODELISATION DU COMPORTEMENT THERMODYNAMIQUE DU SYSTEME VALVETRONIC.

2.1- HYPOTHESES

- 1) Toutes les transformations sont supposées réversibles.
- 2) Le mélange se comporte comme un gaz parfait.
- 3) En phase d'admission et de refoulement, lorsque les soupapes sont ouvertes, on supposera l'écoulement permanent et on négligera les variations d'énergie cinétique et d'énergie potentielle de pesanteur.

2.2- Description des cycles thermodynamiques

Cycle sans distribution variable (voir document technique DT5)	Cycle avec distribution variable (voir document technique DT6)
Phase d'admission	
<p>Conditions atmosphériques : $p_{atm} = 10^5 \text{ Pa}$, $T_{atm} = 296\text{K}$.</p> <p>Opération 1-2 : opération mécanique de transvasement isobare et isotherme La pression et la température des gaz admis dans le cylindre (à déterminer) sont supposées constantes durant la phase d'admission : $T_1 = T_2$ (question 122) et $p_1 = p_2$ (question 123).</p>	<p>Conditions atmosphériques : $p_{atm} = 10^5 \text{ Pa}$, $T_{atm} = 296\text{K}$.</p> <p>Opération 1v-1'v : opération mécanique de transvasement isobare et isotherme Tant que la soupape d'admission est ouverte, on a une opération mécanique de transvasement. La pression et la température des gaz admis dans le cylindre (à déterminer) sont supposées constantes $T_{1v} = T_{1'v}$ (question 211) et $p_{1v} = p_{1'v}$ (question 212).</p> <p>Transformation 1'v-2v : polytropique réversible Dès que la soupape se ferme, on modélise l'évolution par une transformation polytropique réversible qui permet d'approcher l'évolution réelle. telle que : $p_{1'v} V_{1'v}^k = p_{2v} V_{2v}^k$ $W_{1'v \rightarrow 2v} = m \frac{r}{k-1} (T_{2v} - T_{1'v})$ k est le coefficient polytropique. m est la masse de mélange. $W_{1'v \rightarrow 2v}$ est le travail échangé au cours de la transformation 1'v-2v</p>
Phase de compression	
Transformation 2-3 : adiabatique réversible	Transformation 2v-3v : adiabatique réversible
Phase de combustion	
<p>Transformation 3-4 : isochore On évalue la température de fin de combustion à : $T_4 = T_3 + 2000$ (relation 1)</p>	<p>Transformation 3v-4v : isochore On évalue la température de fin de combustion à : $T_{4v} = T_{3v} + 2000$ (relation 2)</p>
Phase de détente	
Transformation 4-5 : adiabatique réversible	Transformation 4v-5v : adiabatique réversible
Phase d'ouverture de la soupape d'échappement	
Transformation 5-6 : isochore	Transformation 5v-6v : isochore
Phase de refoulement des gaz brûlés	
<p>Opération 6-7 : opération mécanique de transvasement telle que : $p_6 = p_7 = 10^5 \text{ Pa}$, $T_6 = T_7$</p>	<p>Opération 6v-7v : opération mécanique de transvasement telle que $p_{6v} = p_{7v} = 10^5 \text{ Pa}$, $T_{6v} = T_{7v}$</p>

Fin de phase de refoulement – début de phase d'admission

Transformation 7-1 : isochore

Cette dernière transformation se réalise lorsque les deux soupapes sont ouvertes.

On suppose que la chute de pression et de température à la fermeture de la soupape d'échappement et à l'ouverture de la soupape d'admission sont instantanées.

Transformation 7v-1v : isochore

(Idem que pour un cycle sans distribution variable)

3- CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Moteur N42B18 :

4 cylindres en ligne
cylindrée : 1796 cm^3

Rapport volumétrique :

$$\varepsilon = \frac{V_2}{V_1} = 10$$

Conditions atmosphérique :

$$p_{atm} = 10^5 \text{ Pa}, T_{ambiante} = 296 \text{ K}$$

Caractéristiques du gaz :

$$\gamma = 1.4$$

$$C_p = 1000 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

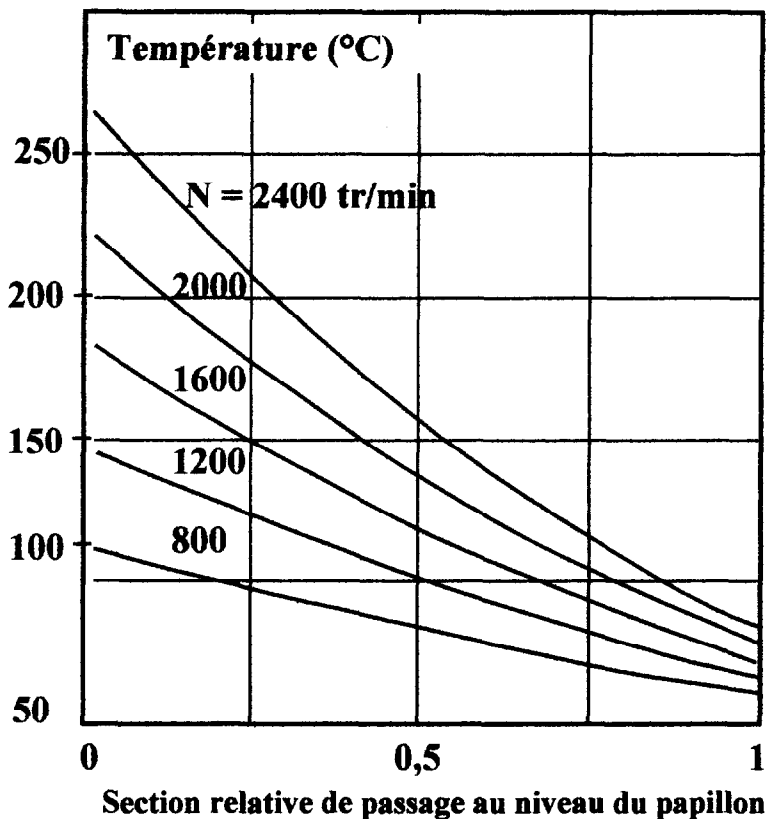
$$C_v = 714 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$r = 286 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

Coefficient polytropique :

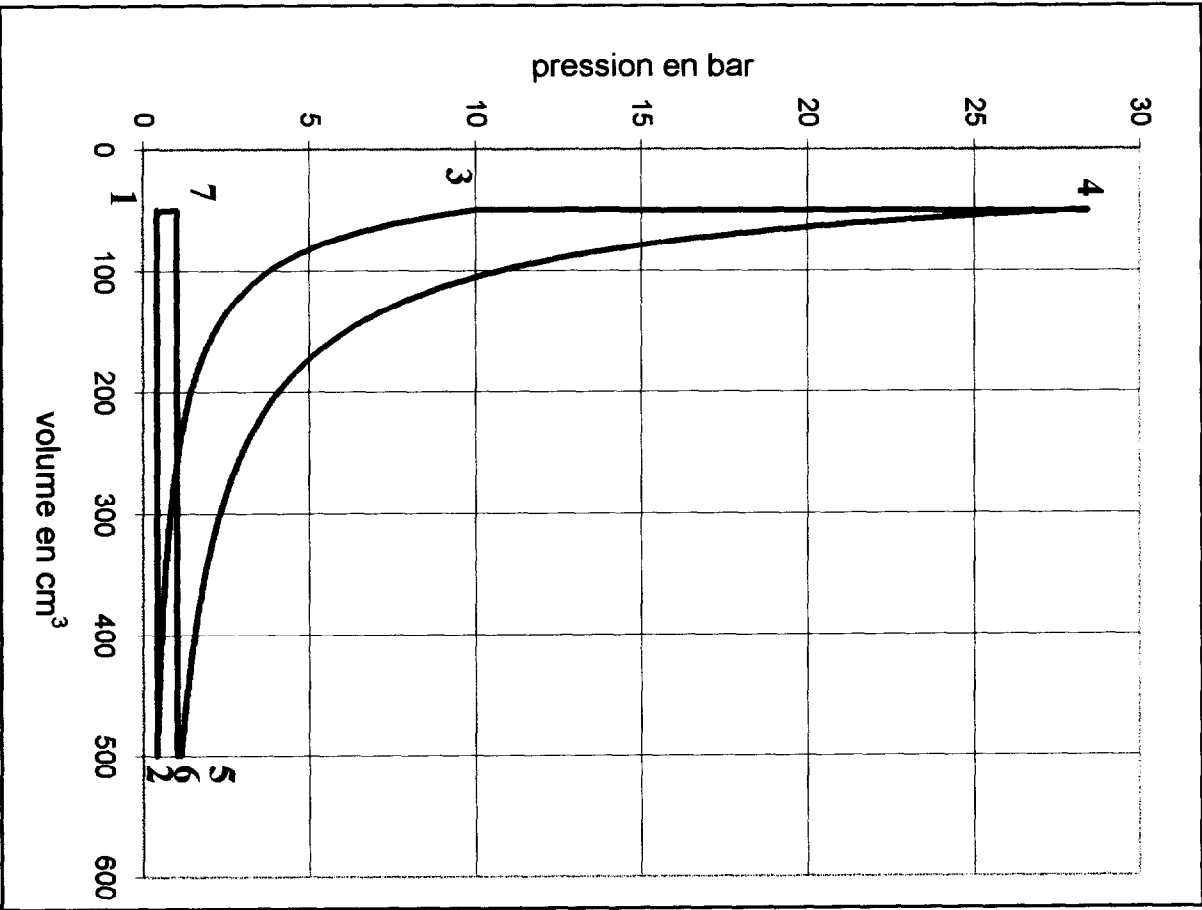
$$k = 1,1$$

Rendement de forme du cycle (2, 3, 4, 5, 6, 2) : $\eta_f = 0,8$

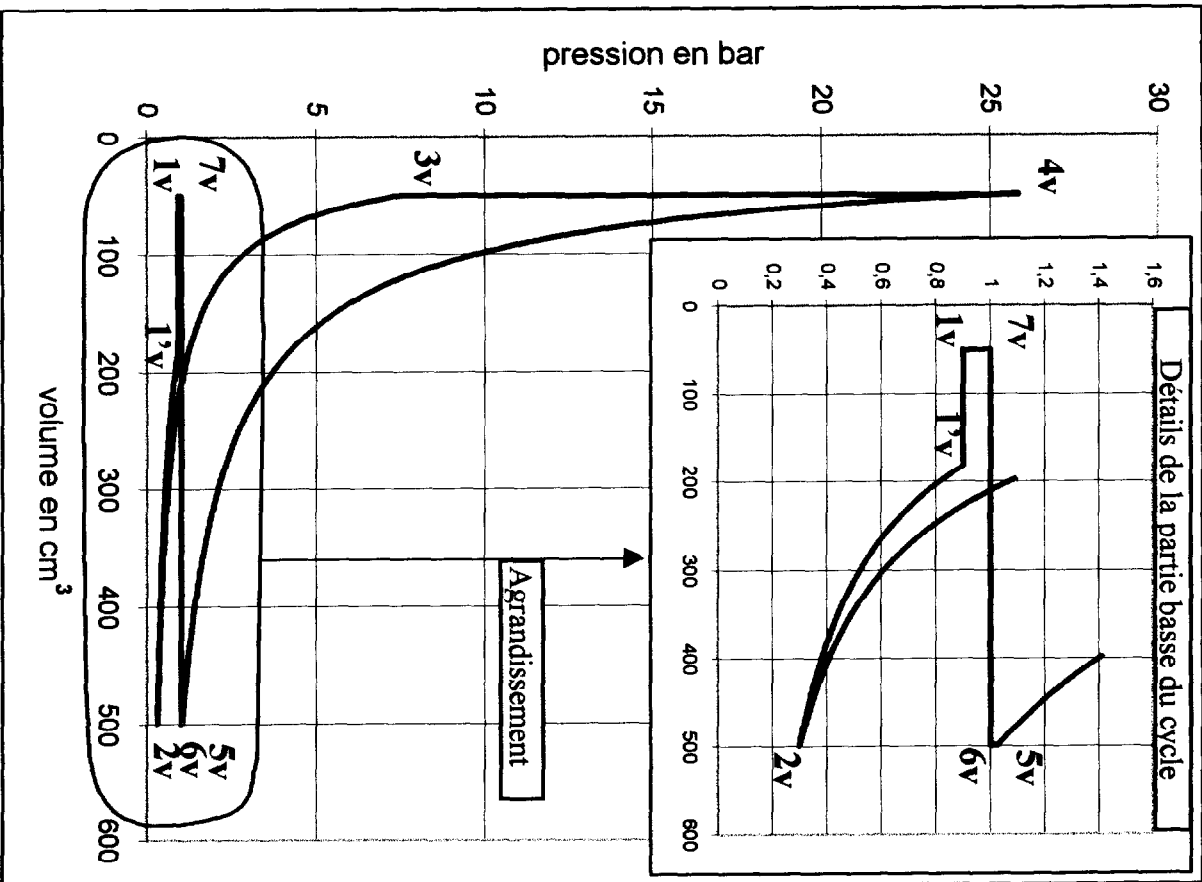


Relevés expérimentaux donnant la température des gaz entrant dans le moteur en fonction de l'ouverture papillon et du régime moteur.

DOCUMENT TECHNIQUE DT5
Cycle sans distribution variable



DOCUMENT TECHNIQUE DT6
Cycle avec distribution variable



TRAVAIL DEMANDE

Cette étude doit permettre :

- 1- L'estimation du travail fourni par le cycle thermodynamique et l'estimation de la proportion de travail dissipé pour réaliser les opérations de transvasement en phase d'admission et de refoulement pour un moteur sans distribution variable.
- 2- L'estimation du gain énergétique réalisé sur la boucle basse pression avec un moteur équipé du système VALVETRONIC.

Pour l'ensemble du cycle, on raisonne sur un seul cylindre et pour un régime $N = 2400 \text{ tr.min}^{-1}$

Première partie : étude du cycle sans VALVETRONIC

On admet que le cycle effectué par les gaz au dessus du piston est formé de deux boucles :

- boucle 2, 3, 4, 5, 6, 2 : cycle effectué en vase clos,
- boucle de changement de charge 1,2,6,7,1 : phases d'admission et d'échappement.

1.1 Calcul de V_1 et V_2 .

A partir des données du constructeur, déterminer V_1 et V_2 .

1.2 Etude de la phase d'admission

Hypothèses :

- 1) La température de la charge fraîche en fin d'admission (T_2) est donnée, pour différents régimes moteur, par les courbes fournies document DT4.
- 2) En fin d'admission (état 2), la masse de mélange située dans le cylindre s'exprime en fonction de la pression p_2 régnant dans le cylindre par la relation (3) :

$$(3) \quad \frac{m}{m_{\text{atm}}} = 1,2 * \frac{p_2}{p_{\text{atm}}} - 0,2$$

avec :

m : la masse de mélange située dans le cylindre à la température et à la pression d'admission.

m_{atm} : la masse de mélange qui serait située dans le cylindre à la température ambiante et à la pression atmosphérique.

Cette relation permet de prendre en compte la perte de charge induite par le papillon et ses conséquences sur la masse de mélange admise.

- 3) On se place à mi-ouverture de la section relative de passage du papillon.

- 1.2.1 A l'aide de l'équation caractéristique des gaz parfaits, calculer la valeur de la masse de gaz m_{atm} qui serait située au point mort bas dans le cylindre à pression atmosphérique (1 bar) et température ambiante (23°C).
- 1.2.2 A l'aide des courbes du document DT4 et des données du problème, déterminer T_2 .
- 1.2.3 Exprimer p_2 en fonction de m à l'aide l'équation caractéristique des gaz parfaits à l'état 2, puis utiliser la relation (3) pour calculer la masse de gaz m située dans le cylindre, au point mort bas, à mi-ouverture du papillon. En déduire la valeur de la pression p_2 .

Quels que soient les résultats trouvés, on utilisera les valeurs suivantes pour la suite du problème : $T_2 = 430 \text{ K}$, $p_2 = 0,4 \text{ bar}$, $V_2 = 499 \text{ cm}^3$, $V_1 = 49,9 \text{ cm}^3$, $m = 0,16 \text{ g}$.

1.3 Etude du cycle réalisé en vase clos (boucle 2, 3, 4, 5, 6, 2)

1.3.1 Calculer p_3 , T_3 , $W_{2 \rightarrow 3}$.

1.3.2 Calculer T_4 d'après la relation (1) du document DT3, puis déterminer p_4 et $W_{3 \rightarrow 4}$.

1.3.3 Calculer p_5 , T_5 et $W_{4 \rightarrow 5}$.

1.3.4 Calculer $W_{5 \rightarrow 2}$

1.4 Etude de la boucle de changement de charge (1,2,6,7,1) : phases d'admission et d'échappement.

Elle est constituée de deux opérations mécaniques de transvasement $1 \rightarrow 2$ et $6 \rightarrow 7$ et de deux isochores $2 \rightarrow 6$ et $7 \rightarrow 1$. Calculer les travaux échangés : $W_{1 \rightarrow 2}$, $W_{2 \rightarrow 6}$, $W_{6 \rightarrow 7}$ et $W_{7 \rightarrow 1}$.

1.5 Conclusions

1.5.1 Hachurer en rouge, sur le document DR1, l'aire correspondant au travail du cycle (boucle 2, 3, 4, 5, 6, 2). Calculer le travail thermodynamique (théorique) de ce cycle et en déduire la valeur du travail utile (indiqué) en tenant compte de son rendement de forme ($\eta_f = 0,8$). Remplir le tableau du document DR1 (page 8/15).

1.5.2 Hachurer en bleu, sur le document DR1, l'aire correspondant au travail dissipé pour admettre et refouler le gaz, (c'est à dire le travail dissipé pour réaliser les opérations de transvasement $6 \rightarrow 7$, $1 \rightarrow 2$). Déterminer ensuite la valeur de ce travail.

1.5.3 Le taux de pertes dues aux opérations de transvasement est défini par la relation suivante .

$$\tau_{\text{pertes}} = \frac{W_{\text{dissipé}}}{|W_{\text{utile}}|}, \text{ calculer le taux de ces pertes ; est-il négligeable ?}$$

Deuxième partie : étude du cycle avec Valvetronic**Hypothèses :**

- 1) On suppose que la même masse de mélange ($m=0,16$ g) est admise afin de se trouver dans une situation comparable, en terme de consommation, au cas du cycle sans distribution variable.
- 2) On suppose que les courbes du document DT4 restent valables pour l'étude du VALVETRONIC.
- 3) Le cycle complet est constitué de deux boucles, (1v, 1'v, 2v, 6v, 7v, 1v) et (2v, 3v, 4v, 5v, 2v).

2.1 Etude de la phase d'admission avec le système VALVETRONIC (N = 2400 tr/min)

2.1.1 Relever la valeur de la température à pleine ouverture du papillon à l'aide des courbes du document DT4. On supposera que cette valeur correspond à $T_{1'v}$.

2.1.2 Sachant que la soupape se ferme pour $V_{1'v} = 183 \text{ cm}^3$, calculer $p_{1'v}$ en utilisant la relation des gaz parfaits pour l'état 1'v. Puis en utilisant la relation qui caractérise une évolution polytropique, voir document DT3, calculer p_{2v} et T_{2v} .

2.1.3 Calculer les travaux échangés $W_{1v \rightarrow 1'v}$ et $W_{1'v \rightarrow 2v}$.

2.1.4 A l'aide des résultats du tableau du document réponse DR2 et des résultats de la question précédente, évaluer la valeur du travail dissipé pour admettre et refouler le mélange (boucle 1v, 1'v, 2v, 6v, 7v, 1v).

2.1.5 Remplir le tableau du document réponse DR2, puis hachurer en vert le travail dissipé.

2.2 Conclusions

2.2.1 Calculer le travail utile (indiqué) du cycle (2v, 3v, 4v, 5v, 2v). Le rendement de forme de ce cycle est égal à : $\eta_f = 0,8$. On relèvera les valeurs utiles dans le tableau du document réponse DR2.

2.2.2 Quel que soit le résultat trouvé à la question précédente, on prendra $W_{\text{utile}} = -110$ J. Calculer Le taux de pertes (voir question 153).

2.2.3 Calculer le travail fourni au moteur par les gaz pour chacun des deux cycles complets (sans et avec VALVETRONIC). En déduire le gain réalisé et conclure sur l'utilité du VALVETRONIC.

2.2.4 Comparer les relevés expérimentaux donnés page 9/15. avec les modèles proposés page 5/15.

2.2.5 Les modèles sont-ils en accord avec les résultats expérimentaux ?